
titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 1 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN

Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage

document: NBD10300
uitgave: 21-12-2010

auteur	* toetser	* autorisator	* uitgave	* status
D. Ros	* Johan den Toom*		* 21-12-2010	* definitief

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 2 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

1.	Onderwerp en Toepassingsgebied	4
1.1	Onderwerp	4
1.2	Toepassingsgebied	4
2.	Definities	6
3.	Normatieve verwijzingen	7
4.	Eisen	9
4.1	Gebruiksduur	9
4.2	Eisen aan kwaliteitssysteem en ervaring	9
4.2.1.	Kwaliteitsplan hoofdaannemer	9
4.2.2.	Kwaliteitssysteem voor applicateurs; algemeen	9
4.2.3.	Kwaliteitssysteem voor applicateurs van aluminium deklagen	10
4.2.4.	Kwaliteitssysteem voor applicateurs van thermisch gespoten deklagen	10
4.2.5.	Kwaliteitssysteem voor applicateurs van galvanische deklagen	10
4.3	Ervaringseisen applicateur	10
4.3.1.	Algemeen	10
4.3.2.	Aluminium deklagen	10
4.4	Eisen aan het Smitproces	11
4.4.1.	Algemeen	11
4.5	<i>Eisen aan het bad- c.q. galvaniseerproces</i>	11
4.6	Technische eisen	12
4.6.1.	Corrosiewerendheid	12
4.6.2.	Slijtvastheid	12
4.6.3.	Erosiecorrosiewerendheid	12
4.6.4.	Mechanische belastbaarheid en stootvastheid	12
4.6.5.	Straalreinheid	12
4.6.6.	Afrondingen	13
4.6.7.	Straalruwheid voor aanbrengen	13
4.6.8.	Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel na eindbewerking	13
4.6.9.	Hardheid van de deklaag	13
4.6.10.	Hechtsterkte	13
5.	Keuringen	15
5.1	Overzicht keuringen	15
5.2	Kwalificatiekeuring	16
5.2.1.	Algemeen	16
5.2.2.	Galvanostatische test	16
5.2.3.	<i>Keuren van reparaties in galvanische deklagen door middel van dotwelden</i>	17
5.3	Afnamekeuringen	17
5.3.1.	Laagdiktemeting	17
5.3.2.	Corrosiewerendheid: Elektrochemische Product Qualificatie (EPQ-test)	18
5.3.3.	Straalreinheid	19
5.3.4.	Straalruwheid	19
5.3.5.	Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel	19
5.3.6.	Hardheid	19
5.3.7.	Hechtsterkte	19
6.	Documentatie	20
6.1	De leveranciersverklaring	20
6.2	Garantie	20

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 3 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

6.2.1.	Garantietermijn	20
6.2.2.	Voorwaarden en gebreken	20
6.3	Keuringsresultaten	20
6.4	Materiaalcertificaten.....	20

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 4 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

1. Onderwerp en Toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Dit document beschrijft de eisen voor thermisch gespoten deklagen en *galvanische deklagen* die in opdracht van Rijkswaterstaat zijn aangebracht voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en/of slijtage.

1.2 Toepassingsgebied

Deze norm is van toepassing op de volgende thermisch gespoten deklagen:

1. Aluminium gespoten deklagen

De eisen gelden voor aluminium deklagen (TSA: Thermal Sprayed Aluminium) die als doel hebben oppervlakken van werktuigkundige onderdelen en constructiedelen te beschermen tegen corrosie, maar geen functie hebben als loopvlak voor afdichtingen of glijlagers. Voor het metalliseren van staalconstructies met Aluminium en Zink/Aluminium 85/15 wordt verwezen naar OGOS-500-TRL (Eisendeel) en OGOS-501-TRL (Handreiking).

Opmerkingen

1. Voorbeelden van toepassingen: op assen bij pengatverbindingen en spelingsverbindingen, onderrolwagens, kabeltrommels, frames, hydraulische kleppenblokken etc.
 2. Bij de vereiste oppervlakteruwheid tevens als loopvlak voor glijlagers indien glijweg en belasting relatief gering zijn. Zie bijlage A.
2. Thermisch gespoten deklagen als loopvlak voor translerende afdichtingen.
De eisen gelden voor deklagen die als voornaamste doel corrosiebescherming hebben, en tevens als loopvlak voor afdichtingen en glijbussen in hydraulische cilinders dienen, maar waarbij slijtage niet het maatgevende faalmechanisme is.

Opmerkingen

1. Voorbeelden van toepassingen: cilinderstangen, op assen ter plaatse van afdichtingen etc.
 2. Voor deze toepassing komen alle processen en samenstellingen van lagen in aanmerking. Gedacht kan worden aan HVOF-technieken of NiCr, eventueel voorzien van een keramische toplaag, insmeltlagen, lasercladlagen, opaslagen, etc.
3. Thermisch gespoten deklagen als loopvlak voor glijlofften in combinatie met kunststof glijgeleidingen, glijlagers, taatsen en roterende afdichtingen. De eisen gelden specifiek voor deklagen die zowel corrosiewerend als zeer slijtvast moeten zijn.

Opmerkingen

1. Voorbeelden van toepassingen: glijlofften en glijstrippen, loopvlakken van assen met kunststof glijlagers, loopvlakken voor roterende afdichtingen.
2. Voor deze toepassing komen alle processen en samenstellingen van deklagen in aanmerking. Gedacht kan worden aan HVOF-technieken of NiCr, eventueel voorzien van een keramische toplaag, insmeltlagen, opaslagen etc.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 5 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Deze norm is tevens van toepassing op de volgende deklagen die door middel van badprocessen zijn aangebracht, hierna aangeduid met galvanische deklagen:

4. *Chroom-Nikkellagen - waarbij chroom de toplaag vormt - als loopvlak voor translerende afdichtingen. De eisen gelden voor chroomnikkellagen die als voornaamste doel corrosiebescherming hebben en tevens als loopvlak voor afdichtingen dienen, maar waarbij slijtage van de deklaag niet het maatgevende faalmechanisme is.*

Opmerking

Voorbeelden van toepassingen: cilinderstangen, op assen ter plaatse van afdichtingen etc.

5. *Zeer slijtvaste galvanische deklaag als loopvlak voor bijvoorbeeld glijsloten in combinatie met kunststof glijgeleidingen, glijlagers, taatsen, spindels en roterende afdichtingen. De eisen gelden specifiek voor deklagen die zowel corrosiewerend als zeer slijtvast moeten zijn.*

Opmerking

Voorbeelden van toepassingen: bekleding van het glijvlak van de glijsloten of glijbanen van translerende geleidingen, loopvlak van assen met kunststof glijlagers, loopvlak voor roterende afdichtingen, cilinderstangen die onder zeer abrasieve condities functioneren.

<i>Cursieve tekst betreft galvanisch deklagen!</i>

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 6 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	---

2. Definities

Gebruiksduur:	Tijdsduur dat een deklaag in staat is zijn functies te vervullen.
Beschermduur:	Tijdsduur dat een deklaag in staat is het onderliggende staal tegen corrosie te beschermen.
Deklaag:	De thermisch gespoten deklaag of de galvanische deklaag.
Dummy:	Proefstuk van hetzelfde materiaal en met dezelfde doorsnede als het te keuren product.
Spuitsvlak:	Oppervlak dat in dezelfde procesgang zonder onderbrekingen is behandeld en vergelijkbaar van vorm is.

Gebruikscondities:

Atmosferisch:	Toepassingen waarbij de laag minder dan twee maal per jaar twee dagen achtereen nat is door contact met zeewater en/of strooizouten.
---------------	--

Opmerking

Bijvoorbeeld: door ventilatie en temperatuurregeling geconditioneerde ruimte.

Cyclisch:	Toepassingen waarbij de laag meer dan twee maal per jaar minstens twee dagen, maar minder dan een week achtereen nat door contact met zeewater en/of strooizouten.
-----------	--

Opmerking

Bijvoorbeeld: cilinders voor ophaal- en basculebruggen of puntdeuren in de open lucht of in geventileerde kelders.

Immersie:	Toepassingen waarbij de laag meer dan twee maal per jaar een week of meer achtereen nat is door contact met zeewater.
-----------	---

Opmerking

Bijvoorbeeld: cilinders voor nivelleerschuiven of andere toepassingen in de splashzone of onder water. Deze conditie geldt ook voor kelders en riolen nabij zeewater.

Keuringen:

Kwalificatiekeuring:	Keuring op een vergelijkbaar proefstuk om aan te tonen dat de voorgestelde laag aan de eisen voldoet.
Afnamekeuringen:	Keuringen op het werkstuk zelf die tijdens of na de daadwerkelijke applicatie uitgevoerd worden om vast te stellen of de aangebrachte deklaag voldoet aan de eisen.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 7 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	---

3. Normatieve verwijzingen

De volgende documenten bevatten bepalingen die, indien ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn.

Normnr: uitgiftejaar	Titel van de norm	Internationaal equivalent
NEN-EN 15520:2007	Thermisch spuiten; Aanbevelingen voor bouwontwerp van componenten van thermisch gespoten deklagen.	
ANSI/AWS C 2.18:1993	Protection of Steel with Thermal Sprayed Coatings of Aluminum and Zinc and their Alloys and Composites / Note: reaffirmation of ANSI/AWS C2.18-93.	
ANSI/AWS C 2.16:2002	Guide for Thermal Spray Operator Qualification / Note: revision of ANSI/AWS C2.16-1992.	NEN-EN-ISO 14918-1998
NEN-EN-ISO 14918-1998	Thermisch Spuiters – Het kwalificeren van thermische spuiters.	
ASTM G59-97(2003)	Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements / Note: Reapproved 2003 Invullen. Galvanostatische test.	
ASTM G61:1986	Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements for Localized Corrosion Susceptibility of Iron-, Nickel-, or Cobalt-Based Alloys / Note: Reapproved 2003.	
NEN-EN-ISO 4287:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.	EN ISO 4287:1998
NEN-ISO 4287:1998/ C1:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.	EN ISO 4287:1998
NEN-ISO 4287:1998/ C2:2005	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.	ISO 4287:1997/Cor 2:2005
NEN-EN 582:1994	Thermisch spuiten - Bepaling van de hecht-treksterkte.	EN 582:1993
NEN-EN-ISO 4624:2003	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting.	EN ISO 4624:2003
NEN-EN-ISO 6508-1:1999	Metalen - Hardheidsmeting volgens Rockwell - Beproevingsmethode (schaal A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).	EN ISO 6508-1:1999
NEN-EN-ISO 8501-1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.	EN ISO 8501-1:2001
NEN-EN-ISO 8501-2:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van	EN ISO 8501-2:2001

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 8 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

	oppervlaktereinheid - Deel 2: Voorbehandeling voor voorheen bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.	
NEN-EN-ISO 8503-4:1995	Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 4: Methode voor de kalibratie van vergelijkingsmonsters voor de ISO-ruwheid en voor de bepaling van de ruwheid - Methode met taster.	EN ISO 8503-4:1995
NEN-EN-ISO 8504-1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Oppervlaktevoorbehandelingsmethoden - Deel 1: Algemene principes	EN ISO 8504-1:2001
NEN-EN-ISO 9001:2000	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen	EN ISO 9001:2000
ASTM-B177-01 (Reapproved 2006)	Standard Guide for Engineering Chromium Electroplating.	
NEN-EN-ISO 17475:2010	Elektrochemische beproevingsmethoden - Richtlijnen voor geleiding van potentiostatische en potentiodynamische polarisatiemetingen.	
NEN-EN-ISO 1456:2009	Metallieke deklagen - Elektrolytisch aangebrachte deklagen van nikkel, nikkel plus chrom, koper plus nikkel en koper plus nikkel plus chrom.	
NEN-EN-ISO 6507-1	Hardheidsbepaling volgens Vickers voor deklagen tot een dikte van 0,5 mm	
NEN-ISO 15726-2009	Metallieke deklagen - elektrolytische zinklegeringen met nikkel, cobalt of ijzer.	
ISO 2063:2005	Thermal spraying - Metallic and other inorganic coatings - Zinc, aluminium and their alloys.	

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 9 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

4. Eisen

De gestelde eisen gelden voor alle thermische deklagen waaronder lasercladlagen, opgelaste deklagen en galvanische deklagen tenzij uitdrukkelijk anders vermeld.

4.1 Gebruiksduur

Tenzij anders is bepaald in het contract, dient de deklaag zijn functie tenminste 50 jaar te vervullen.

Opmerkingen

1. Er wordt een garantieperiode van 10 jaar geëist. Deze is in combinatie met een positief keuringsresultaat volgens deze norm voldoende voor het verwachten van een gebruiksduur van tenminste 50 jaar en noodzakelijk voor het aantonen van de beschikbaarheidseis van beweegbare civiele installaties van Rijkswaterstaat.
2. De applicateur dient op de hoogte te zijn van de gebruiksomstandigheden.
3. Bij de keuze van de deklaag dient, naast de gebruikscondities conform de definitielijst, rekening gehouden te worden met condities die specifiek zijn voor het project.

Voorbeelden van condities die op kunnen treden zijn:

- Stilstandtijd langer dan 2 weken (een langere stilstandtijd kan aanleiding geven tot spleetcorrosie; dit is mede afhankelijk van de omgevingstemperatuur).
- zoet, zout, brak water.
- in 'splashzone'.
- straling van het zonlicht.
- stromend water.
- ijsafzetting.
- nitraten en zuren (b.v. ten gevolge van hemelwaterafvoer en vogeluitwerpselen bij bruggen).
- aanwezigheid van strooizouten.
- omgevingstemperaturen van -20 tot +80 °C.
- aanwezigheid van (stuif)zand.
- toepassing van (biologisch afbreekbare) smeermiddelen en hydraulische vloeistoffen.

4.2 Eisen aan kwaliteitssysteem en ervaring

4.2.1. Kwaliteitsplan hoofdaannemer

De hoofdaannemer dient in de ontwerpnota of het kwaliteitsplan een onderbouwing voor de keuze van de deklaag in relatie tot de toepassing te geven.

Opmerking

Dit kan onder meer met een onderzoeksrapportage van de voorgestelde deklaag door een onafhankelijk instituut waarin wordt aangetoond dat deze voldoet aan de door Rijkswaterstaat gestelde eisen.

4.2.2. Kwaliteitssysteem voor applicateurs; algemeen

De applicateur dient:

1. NEN-EN-ISO9001 gecertificeerd te zijn met betrekking tot het aanbrengen van technische deklagen.
2. Te voldoen aan deklaagspecifieke kwaliteitseisen.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 10 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	--

4.2.3. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van aluminium deklagen

Eisen aan het metalliseerbedrijf

Er moet aantoonbaar gewerkt worden volgens NEN-EN-ISO 14992 en/of ANSI/AWS C2.18-93. Tevens moet het bedrijf minimaal 3 jaar ervaring met het metalliseren van een object hebben. Er moet minimaal één object met een oppervlak van minimaal 50% van het te metalliseren oppervlak zijn uitgevoerd, waarbij toe te passen materiaal of methode moet hetzelfde zijn al waarmee ervaring is opgedaan.

Eisen aan de metalliseerder

De metalliseerder moet gecertificeerd zijn volgens NEN-EN-ISO 14918 en/of volgens ANSI/AWS C2.16 waarbij de theoretische en praktische kennis van de metalliseerder door een onafhankelijke instantie zijn getoetst.

4.2.4. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van thermisch gespoten deklagen

De applicateur dient aan te tonen dat hij gebruik maakt van een European Thermal Spray Specialist (ETSS) van EWF (European Welding Federation) of gelijkwaardig. De persoonlijke ETSS-certificering valt onder de certificering van het GTS (Gemeinschaft Thermisch Spritzen) die de certificering verzorgt op bedrijfsniveau, procesniveau en (persoonlijk) operatorniveau; de applicateur dient hierbij GTS-gecertificeerd te zijn.

4.2.5. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van galvanische deklagen

Het applicatieproces dient te voldoen aan de volgende ISO-normen: Eisen voor galvanische lagen ISO 1456-2009 of ISO 15726-2009.

4.3 Ervaringseisen applicateur

4.3.1. Algemeen

De applicateur dient tenminste vijf jaar ervaring te hebben in het aanbrengen van technische deklagen. Gedurende deze periode dient hij tenminste vijf projecten met de voorgestelde laag zelf uitgevoerd te hebben in vergelijkbare toepassing en afmeting. Onder vergelijkbare afmetingen wordt verstaan: minimaal een oppervlak van 50% van het oppervlak van de te leveren laag.

4.3.2. Aluminium deklagen

Voor aluminium deklagen mag de ervaringseis worden verlaagd naar 2 jaar. In deze periode dient bij tenminste één project met de voorgestelde laag zelf uitgevoerd te hebben in vergelijkbare toepassing en afmeting en bovendien na positief resultaat van de in deze norm beschreven standaardkeuring. De kosten van deze keuring komen voor rekening van de applicateur. Onder vergelijkbare afmetingen wordt verstaan minimaal een oppervlak van 50 % van het oppervlak van de te leveren laag. Als aanvullende eis tijdens de uitvoering van het werk geldt dan dat per TSA-spuiter per dag een proefstuk gemaakt dient te worden met dezelfde systeemdikte. Op dit proefstuk moet een Pull-off-test volgens NEN-EN-ISO 4624 uitgevoerd worden, waarbij de hechting minimaal 5 MPa moet bedragen.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 11 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	--

4.4 Eisen aan het Smitproces

4.4.1. Algemeen

De volgende eisen worden gesteld aan het smitproces.

1. Het proces dient reproduceerbaar te zijn.
 - In het kwaliteitssysteem van de applicateur dienen procedures opgenomen te zijn die de reproduceerbaarheid van het proces garanderen.
2. In de procedures dienen tenminste de volgende zaken vastgelegd te zijn:
 - toe te passen poeder of draad en type materiaalcertificaten.
 - poeder- of draadcontrole inclusief smittechniek.
 - smitparameters inclusief onder- en bovengrens.

Opmerking

Het dauwpunt moet minimaal 5°C onder de luchttemperatuur en 3°C onder de materiaalt temperatuur liggen. De relatieve luchtvochtigheid mag niet hoger dan 85% zijn.

- nabewerking.
 - metingen en keuringen.
 - goed- en afkeurcriteria voor het eindproduct.
 - reparatieprocedure (indien van toepassing).
3. Tijdens het proces dienen alle relevante parameters of resultaten vastgelegd te worden zoals:
 - de gasstroom.
 - primair en secundair gas.
 - stroom en spanning.
 - de poeder- of draadtoevoer.
 - toerental werkstuk.
 - snelheid/positie in langsrichting.
 - afstand smitstuk tot werkstuk.

Voor lagen op ronde objecten zoals cilinderstangen en assen die in de fabriek aangebracht worden, geldt aanvullend op bovenstaande eisen:

4. Het proces dient volledig geautomatiseerd uitgevoerd te worden.
5. Het aanbrengen van de laag of lagen dient in een onafgebroken procesgang plaats te vinden. Indien hieraan niet kan worden voldaan, dient de (trapsgewijze) overgang zodanig te worden gerealiseerd dat deze dezelfde beschermduur biedt als de naastgelegen deklaag. Dit dient te worden aangetoond met EPQ-testen op het gereede product.
6. Tijdens het proces dient het werkstuk zich in een beschermende geconditioneerde omgeving te bevinden.

4.5 Eisen aan het bad- c.q. galvaniseerproces

De volgende eisen worden gesteld aan het bad- c.q. galvaniseerproces.

1. Het proces dient volledig reproduceerbaar uitgevoerd te worden.
2. In het kwaliteitssysteem van de applicateur dienen procedures opgenomen te zijn die de reproduceerbaarheid van het proces garanderen.
3. In de procedures dienen per product tenminste de volgende zaken te worden vastgelegd:
 - maatvoering voorbewerking.
 - maatvoering nabewerking.
 - galvaniseerparameters inclusief onder- en bovengrens.
 - type nabewerking, bijvoorbeeld schuren, honen of slijpen.
 - metingen en keuringen.
 - reparatieprocedure c.q. herbewerkingsprocedure.
4. Tijdens het proces dienen alle relevante parameters of resultaten vastgelegd te worden zoals:
 - de behandelprocedure, waaronder badvolgorde en tijd.
 - badparameters waaronder badanalyse, temperatuur en stroomdichtheid.
 - afwijkingen dienen geregistreerd te worden.
 - innamecontrole.
 - tussentijdse controle met eventuele reparatiewerkzaamheden.
 - eindcontrole.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 12 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

4.6 Technische eisen

4.6.1. Corrosiewerendheid

De deklaag dient het onderliggende basismateriaal gedurende de Gebruiksduur te beschermen tegen corrosie.

Aluminium deklagen

De vereiste laagdikte dient bepaald te worden op basis van de toepassing. De minimale laagdikte is 260 µm.

Opmerking

Indien de laagdikte gekozen wordt op basis van bijlage B, mag aangenomen worden dat met die laagdikte de Beschermduur gerealiseerd kan worden.

Thermisch gespoten deklagen en *galvanische deklagen* als loopvlak voor afdichtingen of glijlagers

1. Door middel van een Galvanostatische test (kwalificatiekeuring volgens 5.2) dient aangetoond te worden dat de gekozen laag tegen corrosie beschermt.
2. Voor afzonderlijke producten (afnamekeuring volgens 5.3) dient met behulp van de EPQ-test (Elektrochemical Product Qualification, zie 5.3.2.) aangetoond te worden dat de doorgaande porositeit de toegestane waarde niet overschrijdt.
3. Reparaties in de coating kunnen worden beoordeeld op kwaliteit met behulp van een EPQ-test.

4.6.2. Slijtvastheid

De corrosiewerendheid van de laag mag gedurende de Gebruiksduur niet verloren gaan als gevolg van slijtage. De laagdikte die nodig is voor de corrosiewerendheid moet vergroot worden met tweemaal de berekende slijtage die gedurende de Gebruiksduur optreedt.

Opmerking

In bijlage C van deze norm is een overzicht opgenomen van bekende slijtfactoren voor het berekenen van de te verwachten slijtage. Voor materiaalcombinaties waarvan (nog) geen slijtfactoren bekend zijn, zullen door middel van praktijkproeven of op basis van een proefopstelling onder relevante condities en parameters de slijtfactoren bepaald moeten worden voor het berekenen van de slijtage.

4.6.3. Erosiecorrosiewerendheid

De deklaag mag niet gedurende de Gebruiksduur verloren gaan als gevolg van erosiecorrosie. Deze corrosievorm kan zich voordoen bij bijvoorbeeld hydrostatische glijlagers doordat de oxidehuid wordt verwijderd door het langsspuitende water in combinatie met glijdend contact.

4.6.4. Mechanische belastbaarheid en stootvastheid

De deklaag moet onder reële en relevante parameters, montage- en gebruikscondities optredende vervormingen en stoten kunnen opnemen zonder dat deze beschadigt.

4.6.5. Straalreinheid

Op het moment van het aanbrengen van de laag dient het oppervlak een minimale straalreinheid te hebben van Sa 2½...Sa3 conform NEN-EN-ISO 8501-1.

Opmerking

Bij renovatiewerkzaamheden moet het oppervlak voor het stralen eerst volledig schoon en vrij zijn van zouten, aangroei, fecaliën, vet, olie- en vuilaanslag. Het chloridengehalte bepalen met een chloridentest conform NEN-EN-ISO 8501-2. De hoeveelheid oplosbare zouten op de gereinigde oppervlakken mag niet meer zijn dan 20 mg/m².

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 13 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

4.6.6. Afrondingen

Scherpe overgangen in het te conserveren gebied dienen voorzien te worden van een minimale afrondingsstraal van $r = 2 \text{ mm}$.

4.6.7. Straalruwheid voor aanbrengen

Bij aluminium deklagen dient gestraald te worden met een kantig grit tot een ruwheid $Ry5$, 80-120 μm conform NEN-EN-ISO 8504-1. Voor de andere deklagen dient de applicateur zelf de vereiste straalruwheid vast te stellen.

4.6.8. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel na eindbewerking

De minimale waarde voor R_{mr} en de maximale waarden voor R_a en R_z staan in tabel 1.

4.6.9. Hardheid van de deklaag

De minimale waarden voor de hardheid van de deklaaglaag staan in tabel 1.

4.6.10. Hechtsterkte

De minimale waarden voor de hechtsterkte staan in tabel 1.

Opmerking

Om bij oppervlakken waarop een aluminium laag wordt aangebracht, de vereiste hechtsterkte te behalen, moet het werkstuk minimaal onder een hoek van 30° gestraald en gespoten kunnen worden.

titel: **EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN**
 Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch
 gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen
 van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage

document : NBD 10300
 pagina : 14 van 27
 uitgave : 21-12-2010

Tabel 1 Overzicht technische eisen

Functie	Deklaag die (na bewerking) ook als glijvlak of passingvlak kan functioneren	Deklagen als loopvlak voor glijvlakken met een relatief korte glijafstand zoals bij translerende afdichtingen		Deklagen als loopvlak voor glijvlakken met een relatief lange glijafstand zoals translerende geleidingen, glijlagers, draadspindels en roterende afdichtingen	
Soort	TSA-laag: Thermisch gespoten Aluminium	Thermische spuitlaag	Galvanische Chroom-Nikkellaag	Thermische spuitlaag	Galvanische deklaag
Gebruiksduur	50 jaar	50 jaar	50 jaar	50 jaar	50 jaar
Corrosie-werendheid	Minimale laagdikte 260 µm	Galvano-statische test + EPQ-test	Galvano-statische test + EPQ-test	Galvano-statische test + EPQ-test	Galvano-statische test + EPQ-test
Laagdikte ¹⁾	Afhankelijk van toepassing, maar minimaal 260 µm	Afhankelijk van toepassing	Afhankelijk van toepassing en proces	Afhankelijk van toepassing	Afhankelijk van toepassing en proces
Slijtvastheid ²⁾	Aantonen op basis van slijtage-berekening	Aantonen op basis van slijtage-berekening	Aantonen op basis van slijtage-berekening	Aantonen op basis van slijtage-berekening	Aantonen op basis van slijtage-berekening
Voorbewerking					
Straalreinheid	≥ Sa 2½	≥ Sa 2½	≥ Sa 2½	≥ Sa 2½	≥ Sa 2½
Straal/slijp-ruwheid	Ry5 80 tot 120 µm	Te bepalen door applicateur	Te bepalen door applicateur	Te bepalen door applicateur	Te bepalen door applicateur
Afrondingen	r ≥ 3 mm	r ≥ 3 mm	r ≥ 3 mm	r ≥ 3 mm	r ≥ 3 mm
Nabewerking ³⁾					
Rmr ³⁾ volgens NEN-ISO 4287	mr (-1,5; 2,0) = >80%	mr (-1,5; 2,0) = >80%	mr (-1,5; 2,0) = >80%	mr (-1,5; 2,0) = >80%	mr (-1,5; 2,0) = >80%
Ra ³⁾ volgens NEN-ISO 4287	< 0,5 µm ⁴⁾	>0,2 < 0,4 µm ⁴⁾	>0,2 < 0,4 µm ⁴⁾	>0,2 < 0,4 µm ⁴⁾	>0,2 < 0,4 µm ⁴⁾
Rz ³⁾ volgens NEN-ISO 4287	< 5,0 µm ⁴⁾	< 5,0 µm ⁴⁾	< 5,0 µm ⁴⁾	< 5,0 µm ⁴⁾	< 5,0 µm ⁴⁾
Rpk	< 0,3 µm ⁴⁾	< 0,3 µm ⁴⁾	< 0,3 µm ⁴⁾	< 0,3 µm ⁴⁾	< 0,3 µm ⁴⁾
Hardheid toplaag	-	Macrohardheid > 400 HV	Macrohardheid > 900	Macrohardheid ⁴⁾ > 1100 HV	Macrohardheid ²⁾ > 1100/ ? Hv
Hechtsterkte	> 5 MPa > 15 MPa voor glijvlakken en ascontactvlakken	> 30 MPa	> 50 MPa ⁵⁾	> 50 MPa ⁵⁾	> 50 MPa ⁵⁾
Garantietermijn	10 jaar	10 jaar	10 jaar	10 jaar	10 jaar

1) Zie bijlage B.

2) Zie bijlage C voor het controleren van de slijtage in relatie tot de beschikbare slijtdikte.

3) In glijrichting gemeten.

4) Geldt voor glijvlakken en in glijrichting gemeten. Bij keramiek is de bovengrens toelaatbaar. De door de afdichtingsfabrikant geëiste ruwheidswaarde is doorslaggevend.

5) Met name voor zwaar belaste vlakken zal de waarde afhangen van de gewenste slijtfactor en de belastbaarheid van de laag. In het verleden zijn goede ervaringen opgedaan met de 34F-laag op basis van NiCrWo (HV ~ 1100 bij een matrixhardheid van HRc 59-62).

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 15 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	--

5. Keuringen

5.1 Overzicht keuringen

Onderstaande tabel geeft aan welk type keuring op welke laag moet worden uitgevoerd.

Opmerking

Aanvullende keuringen maken geen deel uit te maken van het beproevings- en keuringsplan.

Tabel 2 Overzicht beproevingen en keuringen

1. Kwalificatiekeuringen.
2. Afnamekeuringen.

KEURINGEN	DES- TRUC- TIEF?			
		Aluminium deklaag	Deklagen als loopvlak voor translerende afdichtingen etc.	Deklagen als loopvlak voor translerende geleidingen, glijlagers etc.
1. Laagdiktemeting	nee	2	2	2
2. EPQ-test ²⁾	nee	Niet mogelijk	2	2
3. Galvanostatische test	ja	Niet mogelijk	1	1
4. Straalreinheid	nee	2	2	2
5. Straalruwheid	nee	2	2	2
6. Oppervlaktegesteldheid	nee	2 ¹⁾	2	2
7. Hechtsterkte	nee	2	2 ³⁾	2 ³⁾
8. Hardheid	ja/nee	2 ³⁾	2	2

1) Alleen van toepassing voor glijvlakken.

2) Bij de EPQ-test wordt niet alleen gecontroleerd op doorgaande porositeit, maar ook op de stabiliteit van het corrosiegedrag van de deklaag; bij onderdelen die aan de eisen voldoen is deze test niet-destructief.

3) Deze eigenschappen volgen uit deklaagkeuze en applicatieproces en behoeven slechts bij bijzondere noodzaak te worden aangetoond.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 16 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	--

5.2 Kwalificatiekeuring

5.2.1. Algemeen

De kwalificatiekeuring omvat een galvanostatische test die moet worden uitgevoerd op een proefstuk dat representatief is voor het te fabriceren werkstuk.

De deklaag die voor de kwalificatiekeuring wordt gebruikt, dient van dezelfde samenstelling, op dezelfde wijze en onder dezelfde condities (dus niet onder laboratoriumcondities) door de applicateur zelf met behulp van vergelijkbare apparatuur te zijn aangebracht als de te leveren deklaag. Daarnaast dient de procesbeheersing dusdanig te zijn dat voldoende zeker is dat de aan te brengen laag dezelfde eigenschappen heeft als de laag die beproefd is.

Indien de applicateur bij een eerdere levering heeft aangetoond dat de kwalificatiekeuring van een bepaalde deklaag voldoet aan de eisen, dan is een kwalificatiekeuring voor de nieuwe levering niet vereist.

5.2.2. Galvanostatische test

De galvanostatische test moet worden uitgevoerd op een koolstofstalen proefstuk voorzien van een ongesaalde deklaag. De diameter van het proefstuk moet groter zijn dan 50 mm.

Opmerking

De galvanostatische test is een destructieve kwalificatietest die dient om te bepalen of de deklaag geschikt is voor de betreffende condities. Tijdens de test wordt de porositeit voor en na een gesimuleerde gebruikperiode gemeten.

De test moet in de volgende stappen worden uitgevoerd:

1. Meet de porositeit van de deklaag met de EPQ-test volgens paragraaf 5.3.2, echter met 3,4% NaCl-oplossing in water gedurende minstens 100 uur.

Opmerking

Bij de EPQ-test wordt niet alleen de doorgaande porositeit, maar ook de stabiliteit van het corrosiegedrag van de deklaag gecontroleerd.

2. Bepaal uit de polarisatiecurve uit de EPQ-test de corrosiestroomdichtheid i_{cor} volgens ASTM G59-97(2003) en de repassiveringsstroomdichtheid i_{repass} volgens ASTM G61-86 (2003).
3. Een nieuw oppervlak op hetzelfde proefstuk moet onder dezelfde condities als bij de EPQ-test gedurende 1000 uur galvanostatisch worden geëxposeerd bij een positieve stroomdichtheid van $i_{galvstat} = 10 \times i_{cor}$, maar maximaal de stroomdichtheid i_{repass} waarbij repassivering optreedt. Hierbij wordt ISO 17475 aangehouden.
4. Na de onder 3. genoemde expositie moet in dezelfde opstelling de EPQ-test worden uitgevoerd, echter gedurende 100 uur. De gemeten potentiaal, stroomdichtheid en het uiterlijk moeten voldoen aan de eisen zoals vermeld in paragraaf 5.3.2.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 17 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Opmerking

Door de galvanostatische test mag de deklaag wel aangetast worden, maar het substraat moet beschermd blijven. De deklaag moet na de 100 uur wel gerepassiveerd zijn. Hierdoor kunnen dezelfde eisen aan de potentiaal en/of de stroomdoorgang bij 0 mV versus Ag/AgCl worden gesteld als bij de afnamekeuring, zie paragraaf 5.3.2.

In de rapportage behoren grafieken van beide potentiaalmonitoringen en de bepaling van de repassiveringsstroomdichtheid te worden opgenomen.

5.2.3. Keuren van reparaties in galvanische deklagen door middel van dotwelden

Bij galvanische deklagen kan besloten om poriën in de toplaag te repareren. Reparaties zijn bedoeld om lokaal de kwaliteit naar een acceptabel niveau te brengen. Reparaties worden beoordeeld op basis van een kwalificatiekeuring van de reparatiemethode, en een productkeuring.

Vooraf dient het proces gekwalificeerd te zijn door middel van een kwalificatiekeuring van ten minste 50 reparaties op een proefstuk. Deze kwalificatie bestaat uit dezelfde testen (EPQ-test) als beschreven in hoofdstuk 5.3.2, met dezelfde criteria.

Het oppervlak dient voor het aanbrengen van een reparatie zeer goed gereinigd te worden met een daarvoor geschikt middel. De reparatie moet volgens een vastgelegde procedure worden uitgevoerd. In de procedure moeten zijn vastgelegd:

- 1. toeslagmateriaal.*
- 2. productiemethode.*
- 3. afmeting.*
- 4. lasparameters.*
- 5. tijd.*
- 6. capaciteit.*

Er mogen na het aanbrengen van een reparatie geen scheuren in of rondom de reparatie aanwezig zijn (vergroting loep 10x). Scheuren naast een reparatie mogen niet opnieuw worden gerepareerd. Een gerepareerde deklaag met een scheur naast de reparatie wordt afgekeurd. Wanneer twijfel bestaat over een porie dan wel de kwaliteit van een reparatie, dan kan door middel van EPQ-test bepaald worden of de porie of scheur tot op het staal doorloopt. Hiervoor gelden de criteria in paragraaf 5.3.2.

Er mogen maximaal 10 reparaties per product worden uitgevoerd. De EPQ-test dient te worden uitgevoerd op minimaal 1 en maximaal 10 reparaties per product, zie de NBD 06000. Bovendien mag de gesommeerde gerepareerde oppervlakte per product maximaal 10 mm² bedragen.

5.3 Afnamekeuringen

De proeven dienen uitgevoerd te worden op het werkstuk zelf of op een dummy die in dezelfde procesgang als het werkstuk is meegespoten. Deze dummy dient eenzelfde vorm als het werkstuk te hebben en van hetzelfde materiaal vervaardigd te zijn.

5.3.1. Laagdiktemeting

Bij het toepassen van een meerlaagssysteem dient de laagdikte voor iedere laag afzonderlijk aangetoond te worden.

Het aantal meetplaatsen bedraagt:

- 1 meetplaats per 500 mm lengte bij ronde werkstukken.
- 10 meetplaatsen per m² voor gevarieerde constructiedelen.
- 5 meetplaatsen per m² voor continue vlakken groter dan 20 m².
- 5 meetplaatsen per strekkende meter per voor-, achter- en/of binnenzijde van smalle constructies en/of profielen zoals hoekstaal, leuningregels en staanders, verstijvingen, leidingwerk, goten enzovoort.
- Minimaal 3 meetplaatsen per afzonderlijk geconserveerd gebied.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 18 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

De laagdikte mag ook worden aangetoond aan de hand van meetrapporten van voordraaimaat, maat na het opspuiten van de hechtlaag en de eindmaat.

Dit principe van laagdiktebepaling geldt ook voor galvanisch aangebrachte deklagen.

Voor de wijze van meten geldt het volgende:

- De kop van de laagdiktemeter moet ter plaatse van het contact met de laag een diameter hebben van 4 mm.
- Het gebruik van standaard-laagdiktemeters is toegestaan.
- De laagdiktemeter dient gekalibreerd te zijn voor het type deklaag, het substraatmateriaal en de nominale laagdikte (certificaat).
- Laagdiktemetingen aan ronde onderdelen dienen te worden uitgevoerd op twee omtreksposities per meetplaats onder een hoek van 90° ten opzichte van elkaar.

Opmerking

Voor ronde werkstukken kan volstaan worden met een meetrapport van de voordraaimaat van het werkstuk en een meetrapport na het aanbrengen van iedere afzonderlijke laag.

In aanvulling op het voorafgaande geldt voor aluminium deklagen:

- Per meetplaats dienen drie laagdiktemetingen te worden uitgevoerd.
- De drie metingen dienen uitgevoerd te worden op een onderlinge afstand van 0,1 meter.
- Het gemiddelde van drie laagdiktemetingen per meetplaats mag niet minder zijn dan 75% van de nominale laagdikte.
- Bij 90% van de metingen mag de laagdikte niet minder dan 85% van de nominale laagdikte zijn.

Opmerking

Indien er twijfel bestaat of de minimale laagdikte van 0,75 maal de nominale laagdikte overal is gehaald, dient de constructie met zoet water te worden besproeid en vervolgens gedurende een week geëxposeerd te worden aan de buitenlucht. Plaatsen met mogelijk onvoldoende laagdikte zijn dan te herkennen aan een bruine uitslag. Met behulp van aanvullende diktemetingen dient bepaald te worden welke plaatsen onvoldoende laagdikte hebben. Deze plaatsen moeten worden gestraald en opgedikt. Deze procedure mag niet toegepast worden op vlakken die na het aluminiseren geverfd of geseald moeten worden. Zie ook bijlage B.

5.3.2. Corrosiewerendheid: Elektrochemische Product Qualificatie (EPQ-test)

Op deklagen die worden toegepast als loopvlak voor afdichtingen of lagers, dient per werkstuk één EPQ-test uitgevoerd te worden volgens NEN-EN-ISO 17475:2010. De EPQ-test dient op de deklaag zonder sealer, olie of soortgelijke nabehandeling te worden uitgevoerd. De EPQ-test moet met 0.5% NaCl-oplossing in water worden uitgevoerd gedurende minimaal 24 uur. Het natte oppervlak van de laag moet minimaal 10 cm² bedragen.

Opmerking

1. Tot leveringen van vijf producten moet de EPQ-test op alle producten worden uitgevoerd. Indien de levering bestaat uit meer dan vijf producten, dan moet de EPQ-test bovendien worden uitgevoerd op één product per keuringseenheid met een minimum van 25% van het aantal producten.
2. De EPQ-test kan ook in de praktijksituatie worden uitgevoerd voor het meten van de resterende beschermduur in het relevante milieu.
3. Deze test is voor hydraulische cilinderstangen mogelijk door aan de zijde van de stang die voortdurend in de cilinder blijft, niet te sealen over een stanglengte van minimaal 150 mm vanaf de start van de deklaag.

De EPQ-test bestaat uit een potentiaalmeting tijdens minimaal tien uur expositie en een polarisatiecurve op hetzelfde oppervlak na deze expositie.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 19 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

De gemeten potentiaal mag tijdens de gehele expositie **niet lager zijn dan -0.35mV versus verz. Ag/AgCl**. Bij een hogere potentiaal is een deklaag op een koolstofstalen ondergrond voldoende afsluitend, en bij een lagere potentiaal te weinig afsluitend. Voor deklagen met een aangetoonde passieve elektrochemische potentiaal van lager dan -350 mV vervalt dit potentiaal criterium.

De polarisatiecurve na de minimaal 24 uur expositie wordt opgenomen volgens ISO 17475:2005. Hierbij wordt het oppervlak gepolariseerd vanaf niet meer dan 200mV onder de elektrochemische potentiaal, met een snelheid van maximaal 1mV/s, tot 0 V vs. verz. Ag/AgCl. De stroomdichtheid mag tijdens de gehele curve **niet hoger zijn dan 1µA/cm²**. Bij een hogere stroomdichtheid is de deklaag te actief.

Na het meten van de polarisatiecurve mag er - zonder schoonmaken - bij een vergroting van 10x geen zichtbare lokale corrosie zijn opgetreden. Dit moet in de rapportage met een foto worden bewezen.

5.3.3. Straalreinheid

De straalreinheid van het oppervlak dient bepaald te worden volgens NEN-EN-ISO 8501-1.

5.3.4. Straalruwheid

De straalruwheid dient bepaald te worden volgens NEN-EN-ISO 8503-4.

5.3.5. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel

De R_{mr} , R_a en R_z dienen bepaald te worden conform NEN-ISO 4287. Bij glijvlakken moeten de R_{mr} , R_a en R_z worden gemeten in de glijrichting.

Het aantal meetplaatsen per strekkende meter is minimaal vier. De posities hiervan moeten verspreid en niet op één doorsnede van het onderdeel liggen. Het minimum aantal meetplaatsen is vier per onderdeel.

5.3.6. Hardheid

De macro hardheidsbepalingen of hardheidsbepaling volgens Rockwell dient te worden uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 6508-1; de hardheidsbepaling volgens Vickers voor deklagen tot een dikte van 0,5 mm dient uitgevoerd te worden volgens NEN-EN-ISO 6507-1.

5.3.7. Hechtsterkte

De hechtsterkte moet worden aangetoond met trekproeven volgens NEN-EN 582 met proefvorm A en een diameter van 25 mm. Om beschadigingen te voorkomen, dient in plaats van het insnijden van de laag rondom de dolly de proefbelasting met een factor 1,2 verhoogd te worden. Hiermee wordt de extra sterkte als gevolg van het niet-insnijden verdisconteerd. De proefbelasting moet beheerst worden aangebracht om beschadiging te voorkomen. Per spuitvlak dienen ten minste 3 metingen uitgevoerd te worden.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 20 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

6. Documentatie

6.1 De leveranciersverklaring

De applicateur dient een leveranciersverklaring af te geven waarin hij verklaart:

1. dat de laag voldoet aan alle gestelde eisen.
2. dat de testen zijn uitgevoerd conform deze norm.
3. dat de spuit- c.q. galvaniseer- c.q. bewerkingsparameters binnen de vooraf geaccepteerde grenzen zijn gebleven met verwijzing naar het document waarin deze grenzen zijn beschreven.
4. dat de juiste grondstoffen zijn toegepast.

6.2 Garantie

De opdrachtnemer dient een garantieverklaring af te geven, waarin hij zich verbindt om voor zijn rekening alle tijdens de garantieperiode optredende gebreken zoals genoemd in 6.2.2 op eerste aanzegging van de opdrachtgever zo spoedig mogelijk te herstellen. De garantie betreft het verwijderen van de oude deklaag en het aanbrengen van een nieuwe deklaag (het verwijderen en opnieuw aanbrengen van de oude deklaag vereist een grondige lokale inspectie op ondercorrosie en wellicht een separate reiniging van het gestraalde oppervlak). In de garantieverklaring dienen duidelijk de voorwaarden (6.2.2) en de ingangs- en vervaldatum te zijn opgenomen.

6.2.1. Garantietermijn

De opdrachtnemer dient de kwaliteit van de deklaag voor een termijn van 10 jaar te garanderen, te rekenen vanaf de dag van oplevering.

6.2.2. Voorwaarden en gebreken

In de garantietermijn mag de deklaag geen enkele indicatie vertonen van corrosieve aantasting van het basismateriaal (afgezien van aantastingen die het gevolg zijn van mechanische beschadiging onder niet-functionele condities en/of parameters). Het oppervlak van de deklagen moet vrij zijn van elke vorm van gebreken zoals:

- put- en kratervorming.
- blaasvorming.
- delaminatie, afschilfering en onthechting.
- uitslag.
- uitbreken van materiaaldeeltjes.
- effecten ten gevolge van corrosie van het onderliggende staal of de deklaag.
- oppervlakteruwheid van loopvlakken die de voorgeschreven waarden in Tabel 1. overschrijden.

6.3 Keuringsresultaten

De keuringsresultaten dienen vastgelegd te worden in keuringsprotocollen. Deze protocollen bevatten tenminste de volgende gegevens:

- projectgegevens.
- onderdeel waar keuring betrekking op heeft.
- datum van de keuring.
- gebruikte meetapparatuur.
- meetomstandigheden, indien van invloed.
- aantal metingen en de locaties.
- meetresultaten.
- gestelde eis.
- resultaat van de keuring.

6.4 Materiaalcertificaten

Alle materiaalcertificaten behoren tot de einddocumentatie.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 21 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Bijlage A Beschrijving van de thermische spuitlagen en galvanische deklagen (Informatief)

Koudgespoten deklagen

Deze lagen kunnen worden aangebracht met verschillende processen. Hun kenmerk is een lage sterkte en een middelhoge hechtsterkte. Een verder onderscheid wordt gemaakt naar het typisch karakter: onedele en edele deklagen die al of niet worden ingesmolten.

1 Aluminium deklaag, onedel

Dit is een actief beschermende zelfreparerende deklaag. Behalve een eventuele toevoeging van 5% (AlMg5) worden geen andere materialen aan de laag toegevoegd. Als gevolg van verbranding is het magnesium nauwelijks terug te vinden in de deklaag. Het aluminium aan te brengen door middel van elektrisch draadboogspuiten of autogeen draadspuiten. De lagen hebben direct na het aanbrengen een open structuur. De beschermende werking tegen corrosie is kathodisch. Het opofferen van deze laag neemt af tot vrijwel nihil door opvullen van poriën met aluminiumoxiden en kalkneerslag op defecten. De vorming van de afsluitende passieve oppervlaktefilm vermindert de milieubelasting in belangrijke mate.

Bij elektrisch boogspuiten worden twee aluminiumdraden naar elkaar toegevoerd terwijl op de twee draden potentiaalverschil wordt gezet. Op het moment dat beide draden elkaar bijna raken, springt er een vonk over en wordt het aluminium gesmolten en met een luchtstroom op het staal gespoten. Bij autogeenspuiten wordt een aluminiumdraad of aluminiumpoeder door middel van een zuurstofgasmengsel gesmolten en met een luchtstroom op het staal gespoten.

Aluminium deklagen kunnen op locatie worden aangebracht. In verband met vormgevingseisen kunnen kleureisen gelden en is het gebruik van een kleurdekkende verflaag mogelijk.

Door het sealen wordt:

- uitspoelen van aluminiumoxides door langsstromend water voorkomen;
- de beschermduur verlengd.

In de omgeving van of in contact met vloeibaar beton, cementgebonden mortel of kunstharsmortel dient contact met de aluminium laag te worden voorkomen met bijvoorbeeld een vercoating.

Aluminium deklagen kunnen door middel van draaien, slijpen, schuren of rollen geschikt gemaakt worden om als loopvlak voor afdichtingen en glijlagers van UHMWPE of HAWC te worden gebruikt mits de slijtage niet nadelig is voor de Gebruiksduur van de deklaag. Bij het kiezen van de laagdikte moet rekening worden gehouden met dikte-afname door slijtage. Zie bijlage C.

2 Edele deklagen op nikkelbasis

Deze deklagen zijn in principe bedoeld als loopvlak voor afdichtingen.

Ingesmolten metaallagen

3 Door middel van insmelten aangebrachte legering van WC/Co-NiCrBSi

Dit is een zeer dichte ingesmolten deklaag met een extreem hoge hechting en slijtvastheid. Deze lagen zijn in principe bedoeld als loopvlak voor glijlagers. Deze laag worden opgebracht met bijvoorbeeld autogeen poederspuiten en ondergaat aansluitend een insmeltbehandeling die afhankelijk van het materiaaltype varieert van 1030 ... 1100 °C, gevolgd door langzame afkoeling. Kenmerkend zijn: grote dichtheid, hoge sterkte en sterke hechting aan de ondergrond doordat de laag hierin gedeeltelijk diffundeert. De laag is door de wolframcarbiden zeer slijtvast. Door de warmtebehandeling kan vervorming optreden. Om deze reden blijft de toepassing beperkt tot onderdelen waarbij een machinale nabewerking mogelijk is voor het bereiken van de juiste eindmaten.

Rijkswaterstaat heeft goede ervaringen met de laag WC/Co-NiCrBSi (bijvoorbeeld Metco 34F) als thermische spuitlaag op stilstaande assen voor roterende glijlagers van UHMWPE (Noordersluis IJmuiden).

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 22 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Op de koolstofstalen glijsoffen van de roldeuren in Hansweert werd vanaf 1986 de insmeltlegering Metco 12C-insmeltlegering toegepast; deze legering bevat geen wolframcarbiden en werd destijds door de leverancier aanbevolen vanwege de betere vloeieigenschappen die tijdens het aanbrengen op de platte glijsoffen noodzakelijk zijn tijdens het insmelten. De glijsoffen worden gebruikt in combinatie met UHMWPE-glijbanen die zich op de betonnen drempels bevinden. In 2010 blijkt het glijvlak voor ongeveer 50% te zijn aangetast door spleetcorrosie die tijdens stilstandperioden moet zijn opgetreden. De deklaag was nog intact, maar grotendeels afgesleten en toe aan vervanging.

Aanbrengen door middel van lasercladden heeft als voordeel dat het insmelten zeer lokaal plaatsvindt en het onderdeel nauwelijks vervormt. Daardoor is het mogelijk lasercladden toe te passen op langere werkstukken zoals cilinderstangen en glijsoffen. Voor zover bekend is het (nog) niet mogelijk om door middel van lasercladden de zeer slijtvaste Metco 34F-laag aan te brengen.

Galvanische deklagen

Galvanische deklagen zijn langs elektrolytische weg op metaal aangebrachte deklagen die het onderdeel onder maritieme condities de gewenste eigenschappen geven ten aanzien van gebruiksduur, slijtvastheid, uiterlijk en/of afmeting.

Tabel 3. Keuzetabel overzicht van de toepassingsgebieden van technische deklagen

Thermische spuitlagen	Aluminium op koud substraat ¹⁾	Edele thermische deklaag (NiCr) op koud substraat ¹⁾	Slijtvaste edele thermische deklaag (NiCr+WC) ingesmolten ¹⁾	Galvanische deklaag ¹⁾
Werktuigonderdelen:				
• Zuigerstangen	-	V	V ²⁾	V
• Pengatverbindingen	V	-	V	V
• Voor UHMWPE glijgeleiding	V ³⁾	-	V ²⁾⁴⁾	V ³⁾
• Voor UHMWPE en HAWE lagerbussen	V ³⁾	V ³⁾	V ²⁾⁴⁾	V
• Stootnokken	-	-	V	-

1. Het controleren van de slijtdikte met behulp van de slijtfactoren uit bijlage C is noodzakelijk.
2. Als dit geen problemen met het kromtrekken van de stang geeft.
3. Mits glad nabewerkt in de glijrichting: oppervlaktegesteldheid $mr (-1,5; 2,0) = >80\%$ in glijrichting en bij aantonen dat gebruiksduur wordt gehaald door middel van een slijtageberekening.
4. Bovendien geschikt bij zeer lange glijafstand zoals op loopwielassen in onderrolwagens; sinds 1980 positieve ervaringen als deklaag op loopwielassen (Noordersluis IJmuiden).

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	document : NBD 10300 pagina : 23 van 27 uitgave : 21-12-2010
--------	--	--

Bijlage B Toelichting met betrekking tot Aluminium deklagen (Normatief)

In onderstaande tabel staat aangegeven welke nominale laagdikte moet worden aangebracht in welk milieu. Indien aluminiumlaag als loopvlak dient, moet twee maal de slijtdikte boven op de onderstaande dikte worden aangebracht. De totale nominale laagdikte is dan de som van de waarde uit de tabel en tweemaal de slijtdikte.

Tabel 4. Nominale laagdiktes voor Aluminiumlagen

Milieu	Gebruiksduur aluminium laag	Aluminium laag dikte-afname in μm per jaar	Aluminium laag dikte-afname in μm per 50 jaar	Aan te brengen aluminium laagdikte in μm ¹⁾
Landlucht	50	< 0,3	< 15	260 ¹⁾
Zeelucht	50	< 0,3	< 15	260 ¹⁾
Zoet water	50	0,3	15	300
Zeewater	50	5	150	350
Zeer agressief	50	10	250	450

1) Gebaseerd op een drempelwaarde van 200 μm in lucht. Door het gebruik van bepaalde sealers kan met een kleinere laagdikte worden volstaan. Zie ook de publicatie Thermisch gespoten Aluminium of TSA-lagen, Toepassing, kosten en ontwerpaspecten van FME-CWM.

1 Aanvangsroest bij aluminium lagen

De aluminium deklaag is aanvankelijk poreus. De porositeit wordt na expositie aan de omgeving opgevuld met aluminiumoxiden. Voordat de poriën zijn opgevuld met oxiden, zijn deze toegankelijk voor water. Na de eerste expositie aan water kan hierdoor - vooral bij aluminium lagen tot een dikte van circa 200 μm (dit is mede afhankelijk van de porositeit) - een bruine uitslag ontstaan, ook wel 'aanvangsroest' genoemd. Uit metingen moet blijken of de geëiste laagdikte al of niet is aangebracht.

2 Vergroten van de dikte van de aluminium laag

Waar de dikte van de aluminium laag onvoldoende is, moet deze worden aangestraald totdat alle roest is verdwenen. Vanwege de hardheid van aluminiumoxide is het zeer tijdrovend om aluminiumlagen door middel van stralen volledig te verwijderen. Dit is ook niet noodzakelijk. Na het aanstralen en het verwijderen van de roest wordt de aluminium laag in de juiste dikte aangebracht. Hierbij ontstaat overlap met de laag met voldoende laagdikte. Dit is geen bezwaar mits ook deze is aangestraald en eventuele verontreinigingen zijn verwijderd.

3. Vliegroest bij aluminium lagen

Bruine uitslag kan ook het gevolg zijn van vliegroest. Vliegroest ontstaat als ijzerdeeltjes op de aluminium laag terechtkomen en daar corroderen, of door het langsstromen van roestwater van stalen delen elders. Vliegroest kan zoals aanvangsroest met een borstel (geen staalborstel) worden verwijderd. Door middel van metingen dient vastgesteld te worden of de laagdikte voldoende is.

4. Bruine uitslag tijdens de gebruiksdur bij aluminium lagen

Het ontstaan van bruine uitslag tijdens de gebruiksdur kan een aanwijzing zijn dat de dikte van de aluminium laag onvoldoende geworden is. Eerst moet worden nagegaan of de uitslag het gevolg is van aanvangsroest of vliegroest. Dit is het geval als de uitslag met een borstel (geen staalborstel) kan worden verwijderd.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 24 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

5. Interlamellaire delaminatie bij aluminium lagen

Delaminatie van aluminium lagen kan het gevolg zijn van interlamellaire onthechting. Deze situatie kan zich voordoen indien de aluminium laag in twee fases met een te lange tussentijd op de vereiste dikte wordt gespoten. In de tussentijd kan oxidevorming van de aluminium laag en / of neerslaan van chloriden die zich in de lucht bevinden de hechting aan de later opgespoten aluminium laag verminderen. Een oorzaak kan ook een te hoge applicatietemperatuur zijn; hierdoor worden spanningen evenwijdig aan het substraat ingebracht die ook interlamellaire scheuren kunnen veroorzaken. Tijdens het "opbouwen" van de laagdikte moet de tijdsduur tussen de passages worden beperkt.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 25 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Bijlage C Slijtfactoren en wrijvingscoëfficiënten (Informatief)**Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties met UHMWPE**

In de volgende tabel zijn f (wrijvingscoëfficiënt) en k (slijtfactor) van UHMWPE in combinatie met materialen met verschillende oppervlakteruwheden weergegeven. De wrijvingskracht in een glijvlak kan worden berekend door de normaalkracht op het glijvlak te vermenigvuldigen met de wrijvingscoëfficiënt. De slijtage kan worden berekend door de slijtfactor k (mm^2/N) te vermenigvuldigen met de glijweg (mm) en de gemiddelde vlaktedruk (N/mm^2). De slijtfactoren gelden bij translerende glijvlakken. (Bij roterende glijvlakken heeft de geometrie grote invloed op de slijtfactor; deze is afhankelijk van de mate waarin de slijtfactor wordt verkleind door 'stofsmering' van slijtdeeltjes die de glijvlakken niet kunnen ontwijken). De wrijvingscoëfficiënten gelden in principe bij translerende en roterende glijvlakken.

De gegevens in deze tabel gelden bij de volgende conditie en parameters:

- In water.
- Een vlaktedruk van $2,5 \text{ N}/\text{mm}^2$.
- Een glijsnelheid van $10 \text{ mm}/\text{s}$.
- Een temperatuur lager dan 70°C .
- De opgegeven oppervlakteruwheid van het hardste glijvlak.

De oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak heeft meer invloed op de tribowaarden dan het glijvlakmateriaal zelf. Bij een hogere vlaktedruk en bij een lagere glijsnelheid gelden lagere wrijvingscoëfficiënten, en andersom.

Tabel 5. Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties met UHMWPE

Materiaalcombinaties	Slijtfactor k (mm^2/N)	Wrijvingscoëfficiënt			Ruwheid Ra (μm)
		f	fs	fso	
UHMWPE / RVS	$4 \cdot 10^{-9} / 0,1 \cdot 10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Chroom	$4 \cdot 10^{-9} / 0,1 \cdot 10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Galv. Coating (b.v. Lunac2+)	$4,4 \cdot 10^{-9} / 0,002 \cdot 10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Aluminium laag op staal	$4 \cdot 10^{-9} / 0,3 \cdot 10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / 12E-insmeltlegering	$4 \cdot 10^{-9} / 1,3 \cdot 10^{-9}$	0,15	0,15	0,15	0,4
UHMWPE / Azobé	$3 \cdot 10^{-9} / 10 \cdot 10^{-9}$	0,17	0,18	0,20	0,8
UHMWPE / Verzinkt staal	$20 \cdot 10^{-9} / 1 \cdot 10^{-9}$	0,18	0,19	0,22	1,6
UHMWPE / Graniet geboord	$35 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	0,19	0,20	0,23	2,0
UHMWPE / Staal ongeroest	$40 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	0,20	0,21	0,24	2,5
UHMWPE / Staalkabel vet	$40 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	-	-	-	-
UHMWPE / Beton glad	$65 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	0,21	0,23	0,27	3,2
UHMWPE / Staal geroest	$160 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	0,22	0,25	0,34	6,3
UHMWPE / Beton ruw	$230 \cdot 10^{-9} / \text{nihil}$	0,23	0,27	0,42	10,0

Opmerkingen bij de tabel:

- f: de dynamische wrijvingscoëfficiënt.
- fs: de statische wrijvingscoëfficiënt in de voorgaande glijrichting.
- fso: de statische wrijvingscoëfficiënt bij het omkeren van de glijrichting onder belasting (tegen de vezelrichting in). N.B.: nivelleerschuiven worden onder vervalbelasting geheven, maar dalen onbelast.
- De ruwheidswaarde geldt in glijrichting.
- Een temperatuurcontrole dient altijd te worden uitgevoerd.
- Bepalend voor de belastbaarheid van UHMWPE is niet de vlaktedruk, maar de temperatuurstijging door wrijvingswarmte en de indrukking onder belasting.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 26 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Statistische bovenwaarden van wrijvingscoëfficiënten van UHMWPE in combinatie met RVS of metalen glijvlakken met een relevante oppervlakteruwheid in glijrichting

Van UHMWPE in combinatie met een glijvlak met een oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak van $Ra < 0,5 \mu\text{m}$ zijn een groot aantal wrijvingscoëfficiënten beschikbaar. In RWS-rapport NIO-A-R-200207: "Wrijvingscoëfficiënt van zuiver UHMWPE uv bij een oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak van circa $0,5 \mu\text{m}$ Ra met gemiddelden, standaardafwijking en bovenwaarden" van 2 juli 2002 zijn deze statistisch bewerkt. In tabel 6 volgt de samenvatting daarvan.

Samenvatting van statistisch afgeleide wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinatie UHMWPE / RVS 316 met een oppervlakteruwheid $< Ra 0,5 \mu\text{m}$ in glijrichting onder droge ($n = 45$) en natte ($n = 48$) condities. Deze waarden zijn ook van toepassing op UHMWPE in combinatie met hardere glijvlakken in het algemeen met een vergelijkbare of lagere oppervlakteruwheid in glijrichting

Tabel 6. Statistische bovenwaarden van wrijvingscoëfficiënten van UHMWPE in combinatie met RVS of metalen glijvlakken met een relevante oppervlakteruwheid in glijrichting

Vlakte- druk	Glijsnel- heid	Wrijvingscoëfficiënt (f)						Aantal -
		-						
p	v	Gemiddelde (u)	Standaard- afwijking (s)	Bovenwaarden (z)				n
(N/mm ²)	(mm/s)	(-)	(-)	Z(90%)	Z(95%)	Z(99%)	Z(99,9%)	(-)
1...50	0.01...100	0.081	0.033	0.123	0.135	0.158	0.182	93

Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties van UHMWPE en HAWE in combinatie met galvanische deklagen

De gegevens in tabel 7 gelden onder de volgende condities en parameters:

- In water.
- Vlaktedruk circa 2 N/mm^2 .
- Glijsnelheid 10 mm/s .
- Temperatuur kleiner dan $70 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Onderstaande oppervlakteruwheid van de glijvlakken.

Tabel 7. Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties van UHMWPE en HAWE in combinatie met galvanische deklagen

Materiaalcombinaties	Slijtfactor k (mm ² /N)	Wrijvings- coëfficiënt $f_{\text{dynamisch}}$ (-)	Ruw- heid Ra (μm)
UHMWPE / Galvanische deklaag ²⁾	$4,3 \cdot 10^{-9} / 0,002 \cdot 10^{-9}$	0,14	0,4
HAWE ¹⁾ / Galvanische deklaag ²⁾	$5,0 \cdot 10^{-9} / 0,002 \cdot 10^{-9}$	0,25	0,4

1) Hardweefsel, bijvoorbeeld Feroform T814 of gelijkwaardig.

2) Bijvoorbeeld Lunac2+ of gelijkwaardig. De vermelde slijtfactoren zijn laboratoriumwaarden.

titel:	EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN	document : NBD 10300
	Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch	pagina : 27 van 27
	gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen	uitgave : 21-12-2010
	van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage	

Tribowaarden van glijlagers in wielgeleidingen

De kunststof lagerbus draait om de stilstaande metalen as. De contacthoek is circa 60°. Daarom moet er voor het berekenen van de slijtage van glijlager en as van worden uitgegaan dat de glijweg van de as circa zes maal zo groot als de glijweg van het glijlager. Als referentie zijn de tribologische eigenschappen genoemd van de vroeger gebruikelijke materiaalcombinatie Brons / Staal

De gegevens in deze tabel gelden onder de volgende condities en parameters:

- In water.
- Vlaktedruk circa 2 N/mm².
- Glijnsnelheid 100 mm/s.
- Temperatuur kleiner dan 70 °C.
- Onderstaande oppervlakteruwheid van de glijvlakken.

Tabel 8. Tribowaarden van glijlagers in wielgeleidingen

Materiaalcombinaties	Slijtfactor k (mm ² /N)	Wrijvings- coëfficiënt f _{dyn} (-)	Ruw- heid Ra (µm)
UHMWPE / Insmeltlegering ni-cr	1,1*10 ⁻⁹ / 0,1 *10 ⁻⁹	0,14	0,4
UHMWPE / Insmeltlegering ni-cr-wo	2,3*10 ⁻⁹ / 0,01*10 ⁻⁹	0,14	0,4
UHMWPE / Staal geroest	1,9*10 ⁻⁹ / 0,3 *10 ⁻⁹	0,18	0,8
UHMWPE / Galvanische deklaag ²⁾	4,3*10 ⁻⁹ / 0,002*10 ⁻⁹	0,14	0,4
HAWE ¹⁾ / Galvanische deklaag ²⁾	5,0*10 ⁻⁹ / 0,002*10 ⁻⁹	0,25	0,4
Referentiecombinatie: Brons / Staal geroest	312*10 ⁻⁹ / 5,0 *10 ⁻⁹	0,38	proces- ruwheid

1) Hardweefsel, bijvoorbeeld Feroform T814 of gelijkwaardig.

2) Bijvoorbeeld Lunac2+ of gelijkwaardig m.b.t. tribologische eigenschappen. De vermelde slijtfactoren zijn laboratoriumwaarden.