



CORROOSIE- BESCHERMING

door metallisatie met zink-aluminium

INHOUDSTAFEL

Voorwoord	5
Inleiding	6
1. Stamboom van corrosiebescherming met zink	10
1.1. Wat is corrosie?	10
1.2. Waarom met zink & zinklegeringen?	11
1.3. Stamboom van de beschikbare methoden	13
1.3.1. <i>Thermisch verzinken</i>	14
1.3.1.1 <i>Continu verzinken of het Sendzimirproces</i>	14
1.3.1.2 <i>Loonverzinken</i>	15
1.3.2. <i>Elektroverzinken</i>	19
1.3.2.1 <i>Continu</i>	19
1.3.2.2 <i>Galvanoplastie</i>	20
1.3.3. <i>Metaliseren (schooperen)</i>	23
1.3.3.1 <i>Proces</i>	24
1.3.4. <i>Sherardiseren (diffusieverzinken)</i>	25
1.3.5. <i>Mechanische & adhesieve methode of mechanisch verzinken</i>	26
1.3.6. <i>Verf</i>	26
1.3.7. <i>Opofferende methode (anoden)</i>	26
1.3.8. <i>Vergelijking van de typische laagdiktes van de verschillende beschermingsmethodes</i>	27
2. Metalliseren: het proces	30
2.1. Geschiedenis	30
2.2. Classificatie metallisatie [45]	30
2.2.1. <i>Boogspuiten (AS)</i>	31
2.2.2. <i>Plasma (APS, VPS, APSS)</i>	31
2.2.3. <i>Spuiten met koud gas (CGS)</i>	31
2.2.4. <i>Spuiten van draad met een vlam (WFS)</i>	32
2.2.5. <i>Spuiten van poeder met een vlam (PFS)</i>	32
2.2.6. <i>Metallisatie door detonatie (DGS)</i>	32
2.2.7. <i>Spuiten van poeder met een vlam op hoge snelheid (HVOF/HVAF)</i>	33
2.2.8. <i>Metallisatie door laser (LC)</i>	33
2.3. Voorbereiding van het oppervlak	33
2.3.1. <i>Ruwheid</i>	34
2.3.2. <i>Ruwheid en stralen</i>	37
2.4. Metalliseren	38
2.4.1. <i>Voorbereiding oppervlak</i>	38
2.4.2. <i>Proces</i>	39
2.4.3. <i>Parameters</i>	41

2.5. Kwaliteitsopvolging	42
2.5.1. Meten	43
2.5.2. Laagdiktemeting	49
2.5.3. Porositeit van de deklaag	51
2.6. Hechting	57
2.6.1. Hechtmechanisme	57
2.6.2. Hechting naar de verflagen toe	58
2.6.3. Opslag en transport	59
2.7. Veiligheid	59
2.7.1. Persoonlijke beschermingsmiddelen voor de metalliseur	59
2.7.2. Brandbaarheid metallisatiestof	60
2.7.3. Explosiviteit	60
2.7.4. Reach	60
3. Zink-aluminium	64
3.1. Evolutie	64
3.2. Vergelijkende studie thermisch spuiten van zink en zink-aluminium	64
3.2.1. Cefracorstudie	64
3.2.2. Studie Vieille Montagne [65,66]	65
3.2.3. Recente studies met elektrische vlamboog	72
3.2.4. Vergelijkende studie van metallisatiedeklagen in offshore & maritieme omgeving [40]	74
3.3. Lifecycle-kosten	78
4. Duplex- en multilayersystemen	86
4.1. Constructie	89
4.1.1. Samenstelling en ontwerp van het grondmateriaal	89
4.1.2. Constructie en lassen	89
4.1.3. Constructies ingewerkt in het metselwerk	90
4.1.4. Verfsysteem	92
4.2. De verschillende corrosieklassen	96
4.2.1. Corrosiviteitsklasse C1	96
4.2.2. Corrosieklasse C2	96
4.2.3. Corrosieklasse C3	97
4.2.4. Corrosieklasse C4	98
4.2.5. Zware corrosieklassen	99
4.2.5.1 Corrosieklasse C5	99
4.2.5.2 Corrosieklasse C5x	100
4.2.6. Ondergedompelde of ingegraven corrosieklassen	101
4.2.6.1 Im1 – onderdompeling in zoet water	101
4.2.6.2 Im2 – onderdompeling in zeewater of brak water zonder kathodische bescherming	103
4.2.6.3 Im3 – plaatsing onder de grond	104
4.2.6.4 Im4 – onderdompeling in zeewater of brak water met kathodische bescherming	105
4.2.7. Levensduur	106
5. Referenties	107





VOORWOORD

Naar aanleiding van het 40-jarig bestaan van de Federatie van Metalliseurs van België en in samenwerking met haar steunend lid Zinacor hebben we besloten om de tijd te nemen om een grondig overzicht te maken over metallisatie.

Dankzij de inzet en het opzoekingswerk van Dr.-Ing. Didier Rollez en Johan Dumoulin samen met Stefan Hof is dit uitvoerig werk tot stand gekomen. Het kan beschouwd worden als een naslagwerk over de corrosiebescherming van staal door metallisatie met zink of zink-aluminium.

INLEIDING

Dit werk is tot stand gekomen om een bondig overzicht te verschaffen van de evolutie van het metalliseren als corrosiebescherming voor staal met zink en zink-aluminium. Het brengt de stand van zaken zoals die in de 21ste eeuw is.

In het hoofdstuk over de werking van corrosie en haar gevolgen wordt er dieper ingegaan op de redenen voor het gebruik van zink en vooral zink-aluminium als materiaal tegen deze corrosie. De meest gebruikelijke methoden voor het beschermen van staal met zink en zijn legeringen worden in een overzicht kort beschreven.

In het tweede hoofdstuk wordt het proces van het metalliseren uitgewerkt. Er wordt een overzicht gegeven van de meest gangbare metallisatieprocessen en waar de corrosiebescherming zich daarin bevindt. De nodige voorbereidingen van het staaloppervlak; het metalliseren en

de kwaliteitscontrole worden ten gronde beschreven.

De geschiedenis van de kracht van zink-aluminium wordt verduidelijkt in het derde hoofdstuk. De meest recente studies met betrekking tot corrosiebescherming door de legering zink-aluminium worden belicht en de "cost of ownership".

Ten slotte wordt er een hoofdstuk gewijd aan de normalerwijze gebruikte duplexsystemen om een oplossing te bieden aan de verschillende milieuomstandigheden in de verschillende corrosieklassen.





HOOFDSTUK 1

STAMBOOM VAN CORROSIË- BESCHERMING MET ZINK

1. Stamboom van corrosiebescherming met zink

1.1. Wat is corrosie?

De norm ISO 8044 [1] definieert corrosie als een fysisch-chemische interactie tussen een metaal en de omgeving die veranderingen veroorzaakt in de eigenschappen van het metaal en vaak leidt tot functionele verslechtering van het metaal zelf, van de omgeving of van het technische systeem dat deze twee factoren samen vormen. Corrosie is een volledig natuurlijk proces, maar de kosten ervan zijn omvangrijk, met een geschat jaarlijks verlies van 2,5% van het BNP.

Vier elementen moeten samenkomen om corrosie te veroorzaken:

- / Een anode;
- / Een kathode;
- / Een elektrolyt, meestal water;
- / Een overdracht van elektronen.

Corrosie is een progressief proces in meerdere stappen. Corrosie kan alleen optreden als er elektronen worden overgebracht door een elektrolyt, meestal water.

Dit fenomeen kan worden voorkomen door het proces te onderbreken door een barrière te plaatsen tussen het staal en het water of vocht. Dat kan op verschillende manieren:

- / Lak;
- / Thermisch verzinken;
- / Metallisatie met zink (TSZ);
- / Metallisatie met zink-aluminium (TSZA);
- / Duplexsysteem;
- / Opgelegde (opgedrukte/geïnduceerde) stroom.

Al meer dan 100 jaar worden hiervoor meestal zink of zinklegeringen ingezet. Dit heeft ervoor gezorgd dat vandaag meer dan 50% van het wereldzinkverbruik ingezet wordt voor corrosiebescherming.

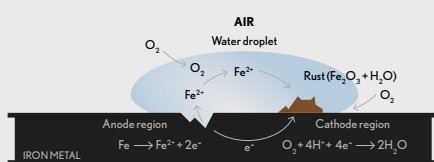


Fig.1.1 Principe van corrosiewerking

Primair zinkverbruik

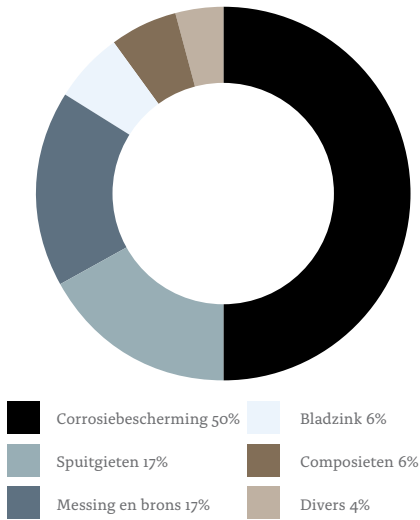


Fig. 1.2 Toepassingsgebieden van zink [63]

1.2. Waarom met zink & zinklegeringen?

Elk metaal heeft een specifiek elektropotentiaal en zorgt dan in combinatie met een ander metaal voor een elektrische stroom als een geleidend medium beide verbindt. Hierdoor zal het elektronegatievare metaal zich opofferen voor het positievare.

Elektrode	Potential (V)
Mg	-2,37
Be	-1,83
Al	-1,66
Ti	-1,63
V	-1,5
Mn	-1,18
Nb	-1,1
ZP3	-0,806
ZP5	-0,796
ZP-GDSL	-0,795
ZP2	-0,789
Zn	-0,76
Cr	-0,74
Stainless steel active	-0,55
Fe	-0,44
Cd	-0,44
Co	-0,4
Ni	-0,28
Mo	-0,25
Stainless steel passive	-0,15
Sn	-0,14
Pb	-0,12
Brass (60/40)	-0,1
H	0
W	0,05
Sb	0,1
Bi	0,2
Cu	0,34
Ag	0,8
Pd	0,99
Pt	1,2
Au	1,5

Tabel 1.1 Overzicht van de elektropotentiaal van een hele reeks metalen

Magnesium zou de beste bescherming brengen en dit is ook fysisch en chemisch zo. De opoffering van magnesium is echter zo groot dat het verbruik aan magnesiumatomen zo snel gaat dat het onmogelijk is om een lange beschermingsperiode per kilogram Mg te garanderen. Magnesium is ook zo licht dat voor de nodige beschermingsduur heel grote hoeveelheden nodig zijn.

Als tweede komt aluminium. Dit heeft echter als eigenschap zichzelf te beschermen door te passiveren, door zelf te oxideren en zodoende daarna geen bescherming meer te bieden voor het staal. Om met aluminium te werken, moet er dus een inhibitor aan het aluminium toegevoegd worden om de zelfbescherming (oxidatie) van aluminium te beperken in de tijd.

Als derde komt dan economisch gezien zink in aanmerking. Dit heeft nog voldoende potentiaalverschil met ijzer waardoor het een langdurige bescherming kan bieden gebaseerd op een drievoudig mechanisme:

- / De fysische afscherming van de omgeving voor het staal;
- / Het creëren van een chemische semi-stabiele patina van oxiden en carbiden. Doordat het oppervlak van het zink reageert met zuurstof in de lucht of water ontstaat er een oxidelaag, waardoor het zink na een tijd volledig wordt afgesloten voor zuurstof, de zogenaamde patinalaag. Hierdoor kunnen de zuurstofmoleculen het ijzer niet meer bereiken en geen roest- of oxidevorming veroorzaken. Bij reactie met zuurstof vormen zich zinkoxiden, die daarbij uitzetten, zodat de beschermende laag goed afgesloten blijft;

- / Ten laatste bij beschadiging een kathodische bescherming voor het staal. De kathodische werking houdt in dat het zink zich opoffert voor het ijzer. Deze kathodische bescherming werkt alleen in waterige milieus en berust op het feit dat zink een lagere elektro-potentiaal heeft dan ijzer volgens de galvanische reeks. Daardoor blijven ook beschadigde plekken en boorgaten voor bouten en schroeven nog beschermd tegen roest. Als ijzer (of een ander metaal) blootgesteld wordt aan water, dan zullen sommige ionen in oplossing gaan. Ze laten een overschot aan elektronen achter zodat die plaats negatief geladen wordt, een zogenaamde anode. Omdat andere plaatsen een hogere potentiaal hebben, zijn zij de kathoden. Deze ondervinden geen corrosie doordat er een constante aanvoer van elektronen is. De opgeloste ionen vormen zouten met oxidatoren in het water, bijvoorbeeld zuurstof. Doordat de zouten vaak slecht oplosbaar zijn, ontstaat er een neerslag op het metaal, en zo treedt, in dit geval, roestvorming op bij ijzer. Zink kan hiertegen beschermen als het in elektrisch contact wordt gebracht met ijzer, doordat het van zichzelf een lagere potentiaal heeft dan ijzer. Het zink gaat in oplossing en wordt de anode zodat het ijzer van elektronen voorzien wordt en de ionen niet in oplossing zullen gaan. Een coating is werkzamer naarmate deze meer zinkdeeltjes bevat.

Met een legering van zink-aluminium probeert men de voordelen van beide metalen te combineren en is de corrosiebescherming nog langduriger (zie hoofdstuk 3).

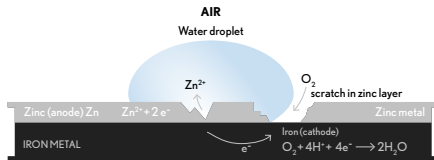


Fig. 1.3 Beschermingsprincipe van staal door zink

Waar zuiver zink een betere weerstand biedt tegen hoog alkalische milieus, is zink-aluminium eerder geschikt voor milieus met een pH-bereik van 4 tot 10.

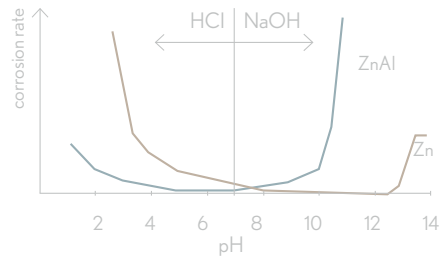


Fig. 1.4 pH-invloed op de bescherming van zink en zink-aluminium

1.3. Stamboom van de beschikbare methoden

Aangezien zink zich relatief gemakkelijk laat verwerken, zijn er in de loop van de geschiedenis een hele reeks mogelijkheden ontstaan om staal door zink en zijn legeringen te beschermen. In fig. 1.5 wordt een schematisch overzicht weergegeven van de verschillende processen om met zink of zinklegeringen staal te beschermen.

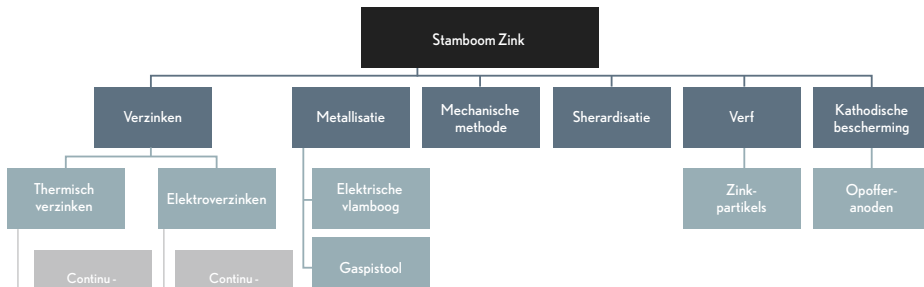


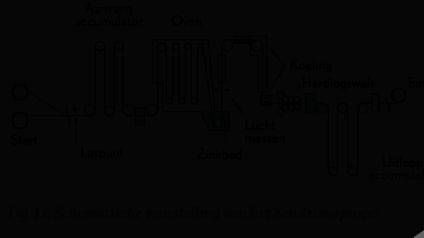
Fig. 1.5 Schematische voorstelling van de verschillende beschermingsmethodes met zink

1.3.1 Thermisch verzinken

Thermisch verzinken is de verzameling voor meerdere methoden van corrosiebescherming. Het is ook de meest verspreide vorm van corrosiebescherming.

1.3.1.1 Continu verzinken of het Sendzimirproces

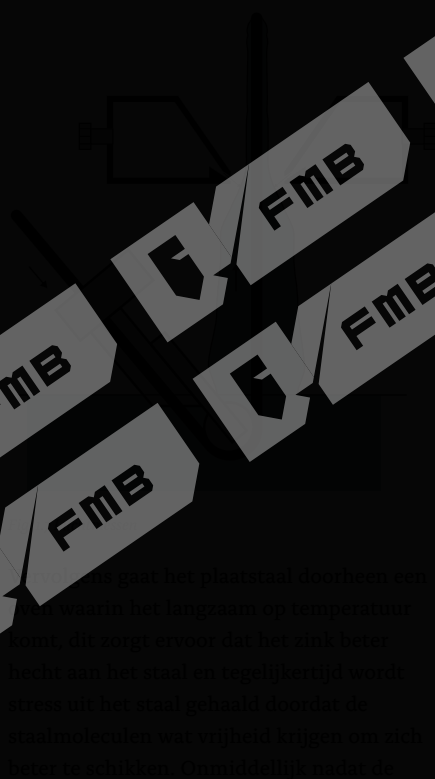
Het Sendzimirproces [2], genaamd naar zijn ontwikkelaar Tadatosi Sendzimir, is een proces om staal continu te verzinken. Tijdens dit proces wordt plaatstaal onder invloed door een zinkbad getrokken zodat het zink zich aan de plaat kan hechten. Met een kleine toevoeging van aluminium aan het zink wordt het laag, dun en egal. Het zinklaagje is wel dunner dan wanneer het product warm verzinkt wordt, maar het is nog steeds perfect roestbestendig.



Het belangrijkste punt van dit proces is de overgang het zinkbad waar het zink verzinken plaatsvindt, met het zinkbad vervuldigen van het zinkbad proces.

Er wordt gebruik gemaakt van een zinkbad waarin het plaatstaal doorheen een zinklaagje wordt aangebracht. Het zinkbad wordt op temperatuur gehouden, wat zorgt ervoor dat het zink beter hecht aan het staal en tegelijkertijd wordt afgespoeld uit het staal gebaad doordat de zinkmoleculen wat vrijheid krijgen om zich beter te hechten. Grondtelijke nadat de

Continu verzinken is het meest kenmerkend voor het Sendzimirproces, maar elke coil heeft een start- en eindpunt bij het strollen. Wanneer het einde van de rol gekomen is, mag de toevoer in het zinkbad niet stoppen. Op dit moment worden de rollen in de accumulator naar elkaar toe gebracht waardoor de lijn korter wordt en het zinkbad in bedrijf blijft. Dan wordt een tweede coil gestart waarbij het eindpunt van de vorige coil en het nieuwe startpunt van elkaar worden gelast en het strollen van de nieuwe coil gestart wordt. Vervolgens trekken de rollen van de accumulator weer uit elkaar terwijl de toevoer naar het zinkbad ononderbroken aan hetzelfde tempo blijft doorgaan.



Het staal wordt over het algemeen ontvet met een hete, sterk alkalische oplossing. Het behoeven dient om resten van ijzeroxide (Fe_2O_3 en Fe_3O_4) en roest ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) te verwijderen. Dit gebeurt in contact. Hierbij is niet zover het omgehalte van belang, maar wel de temperatuur en vooral de chlorideconcentratie en de aanwezigheid van een inhibitor. In het bad ontstaat ijzerchloride doordat de ijzeroxide en roest in oplossing gaan in het zuurzuur. Dit is van nature een inhibitor, het voorkomt de aantasting van het ijzer door het zuurzuur. Vervolgens wordt het ondergedompeld in een vloeistof (flux), dat ervoor zorgt dat het slijtbare zink beter contact maakt met het ijzer. Dit kan op twee manieren: de 'natte' methode, waarbij een laag van de vloeistof op een afgesloten gedeelte van het zinkbad drift waar het voorwerp eerst doorheen gehaald wordt, of de 'droge' methode waarbij het voorwerp eerst in contact komt met de flux, hetzij door onderdompelen hetzij door besproeien, het vervolgens in een oven gedroogd wordt en het ten slotte in het bad terecht komt.

De flux is een mengsel van gesmolten zinken en water, dat drie functies heeft. Ten eerste verwijdert het eventuele overblijfsel van het ijzeroxide, daarbij voorkomt het de vorming van stokschilden op het oppervlak van het bad en ten tweede zorgt het ervoor dat de vloeistof het zink beter bevochtigt.

De dubbelontvetting is een voordeel van het staal, omdat het

in de tijd in het zinkbad. Bij normaal constructiestaal wordt na het verwijderen een laagdikte bereikt tussen 30 µm (staal van 2 mm) en 180 µm (staal van 20 mm). Dit zijn gangbare laagdiktes die afhankelijk van de omstandigheden kunnen variëren.

Verankernorm ISO 1461 [4] schrijft voor binnenopstellingen een laagdikte van minimaal 20 µm voor. Voor buitenopstellingen als hekwerken of matten voor hoogspanningsleidingen is een laagdikte van minimaal 30 µm vereist.

Om corrosie te vermijden bij het controleren of de aangebrachte zinklaag aan de gestelde eisen voldoet, moet in de bestekken en opdrachten naar de ISO 1461-norm worden verwezen met vermelding van de vereiste laagdikte.

Voor het meten van de laagdikte zijn er enkele (digitale) meetapparaten beschikbaar. Erg handig is een staal met een magnetisch van een halve tot een millimeter dik, dun magnetisch meetapparaat met een magnetisch veld van 100 mT.

Deze meetapparaten worden gebruikt om de laagdikte van het zink te meten. Het meetapparaat wordt op de zinklaag geplaatst en de laagdikte wordt afgelezen. Het meetapparaat wordt op de zinklaag geplaatst en de laagdikte wordt afgelezen.

De laagdikte van het zink wordt afgelezen.

Wanneer het onderdompelen ontstaat er een laagdikte van de twee metalen in verschillende verhoudingen, naar buiten toe met een steeds lagere concentratie zink. De dikte en aanwezigheid van deze laagdikte wordt afgelezen.



leggen is afhankelijk van de duur van het onderdompelen, maar nog meer van de temperatuur van het zinkbad. Des te hoger de temperatuur en des te langer het onderdompelen duurt, des te dikker de lagen. Er worden zowel verzinkt als verzinkte producten gebruikt. Het is belangrijk dat de stalen boden lang genoeg in het zinkbad blijven om een goede bescherming van hun staal te krijgen.

Wanneer een voorwerp in een zinkbad wordt onderdompeld, wordt het zink met een constante snelheid uit het bad getrokken, de legeringslagen worden afgedekt met een laagje puur zink. Deze laag wordt dikker naarmate het voorwerp sneller uit het bad wordt getrokken, omdat het dan nog vloeibaar zink runder tijd krijgt om af te vloeien. Als de laag wat dunner is en slechts langzaam afloeft, bijvoorbeeld doordat het naarmen of stalen voorwerp een grote dikte heeft, kan de legeringslaag doorgroeiën in het pure zink zodat er alleen maar een extra dikke legeringslaag overblijft. Voorts wordt de afhaalsnelheid beïnvloed door de vorm van de objecten: holle objecten worden langzaam uitgetrokken zodat zij kunnen leeglopen.

Er vormt zich een dikke legeringslaag die de bescherming tussen het ijzer en het zink bevordert.

Hoge weerstand tegen afslagen: de beschermende zinklaag verbindt zich tijdens het verzinkproces chemisch met het staal, zodat de laag buitengewoon stevig met het staaloppervlak wordt verbonden. Onderweervorming treedt niet op, zodat men nooit wordt verrast door plotseling optretende roestplekken. Er kunnen moeiteloos zeer dikke lagen (50-200 µm) worden verkregen.

Langs randen en punten, waar voorwerpen over het algemeen extra gevoelig zijn voor corrosie, is de zinklaag dikker.

Kathodische bescherming: Bij krassen en kleine beschadigingen treedt geen roestvorming op, omdat zink elektronegatief is ten opzichte van ijzer. Holle producten worden ook inwendig door een staklaag bedekt.

Langdurig corrosiebestendig: Meestal geen nabehandeling nodig.

Notities

Er is geen vergoeding van het materiaal te geven.

De begroting is hierin op basis van de huidige tarieven.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

Het ontwerp van het lampje aan de zandloper het afgeven handmatig te verwijderen.

Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.

Na behandeling schiedraad speciale behandeling voor de een andere richting kan worden aangeboden.

De begroting

De begroting is op basis van de huidige tarieven en de huidige afname van de materialen.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.

De begroting is op basis van de huidige tarieven en de huidige afname van de materialen.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.

Na behandeling schiedraad speciale behandeling voor de een andere richting kan worden aangeboden.

De begroting is op basis van de huidige tarieven en de huidige afname van de materialen.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.

Na behandeling schiedraad speciale behandeling voor de een andere richting kan worden aangeboden.

De begroting is op basis van de huidige tarieven en de huidige afname van de materialen.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

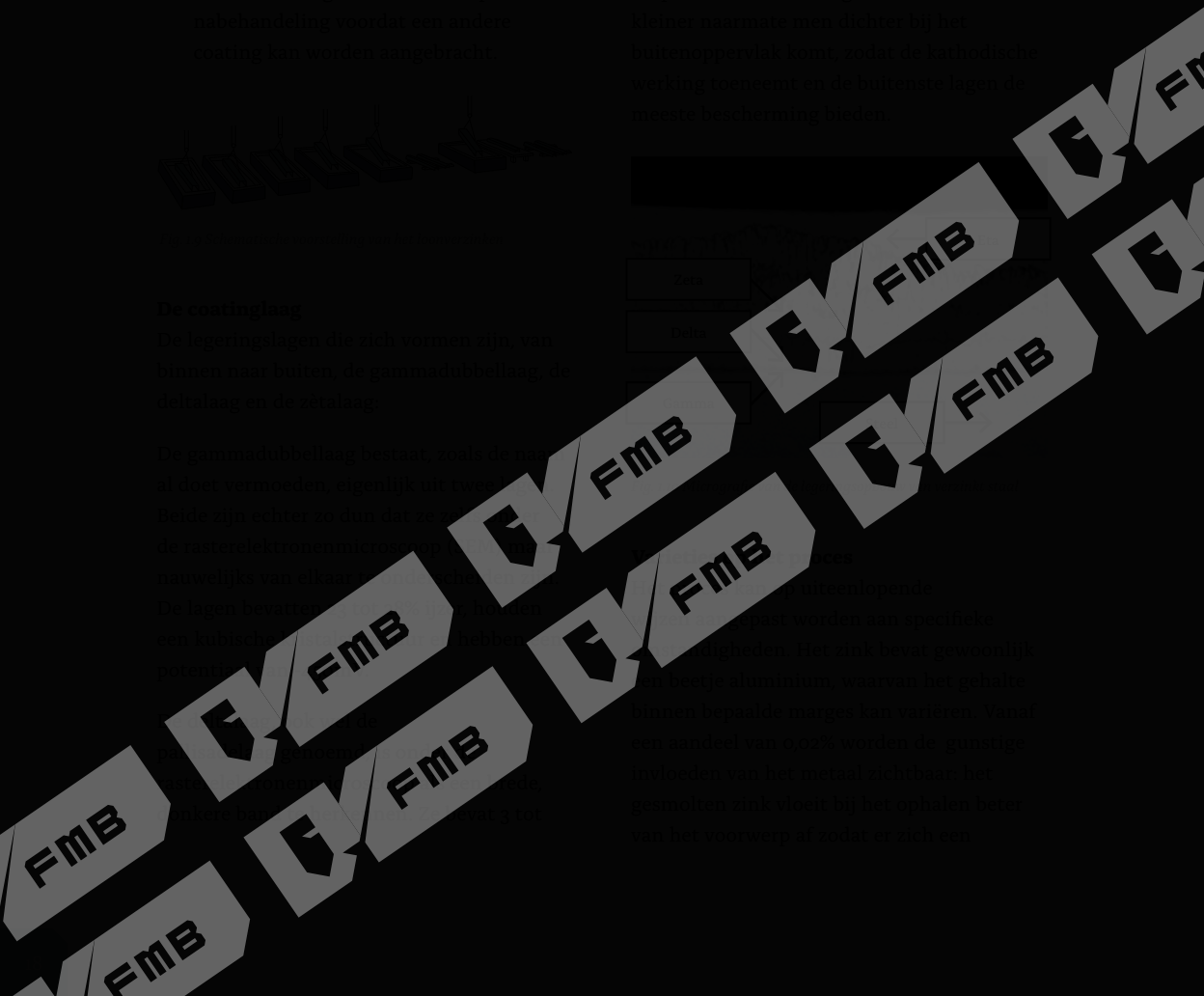
Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.

Na behandeling schiedraad speciale behandeling voor de een andere richting kan worden aangeboden.

De begroting is op basis van de huidige tarieven en de huidige afname van de materialen.

De begroting is afhankelijk van de afname van het materiaal (meer afname het materiaal hogere de prijs).

Hierop stellen de verantwoordelijke personen hun voorkeur van het ontwerp voor.



gladdere laag vormt. Aluminium heeft ook een lagere dichtheid dan zink, waardoor er zich een laagje aluminiumoxide op het oppervlak van het bad vormt dat de weg van zinkoxide (zinklaag) tegenhoudt.

Als het gehalte aluminium in het zinkbad te laag is, neemt het zinkbad weer meer zink op en wordt het zinkbad steeds meer zinkoxide. Het zinkbad moet dus het continue proces en het zinkbad moet regelmatig worden gereinigd.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

Silicium heeft een nog sterkere invloed, die zich al laat gelden vanaf een gehalte van 0,04%. Vanaf hier treedt het zogenaamde Sandelmeffect in werking, waarbij de doorgroeiensnelheid van de legeringslagen explosief stijgt en daarna al net zo snel weer daalt, zodat bij 0,12% het effect maar nauwelijks is gestegen ten opzichte van de toestand bij 0,04%. Bij 0,23% begint het effect weer sterker toe te nemen, maar ditmaal in de lijn van de verwachtingen.

Aluminium in het zinkbad heeft een tegenovergestelde werking aan silicium in het staal, vooral in het bereik van het Sandelmeffect. Voor de bestrijding van

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

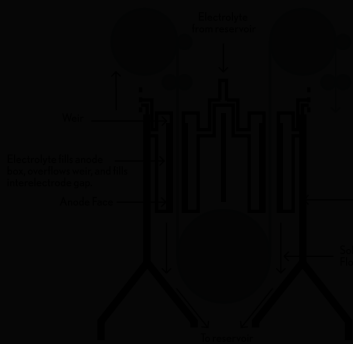
De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

De samenstelling van het zinkbad heeft een grote invloed op de kwaliteit van de coating. Het zinkbad moet een laagje zinkoxide op het oppervlak van het zinkbad hebben.

Eigenschappen van de elektroverzinkingslaag

De deklaag is een zeer compacte, aaneengesloten zinklaag op staal. Deze is zeer ductiel en laat vervormingen later gemakkelijk toe zonder scheurvorming. De laagdikte kan gaan tot 60 µm of 0,1 mm per zijde. De laagdikte is dunner dan bij continu verzinken. Ze is mechanisch verbonden aan het oppervlak en heeft geen legeringslagen maar een gladder oppervlak. Het proces is zo ontwikkeld dat een enkelzijdige of dubbelzijdige deklaag mogelijk is.



13.2.2 Galvanoplastiek

Electrolytisch behelzen of galvanoplastiek is een proces voor opzetten van een laag door middel van elektrolyse. Het kan worden toegepast op metalen onderdelen of op kunststoffen die een goede geleiding van elektriciteit hebben.

De elektrolytische behelzing wordt gebruikt voor het opzetten van een beschermende laag van zink op staal. Het proces wordt gebruikt voor het opzetten van een beschermende laag van zink op staal. Het proces wordt gebruikt voor het opzetten van een beschermende laag van zink op staal.

rol van elektrolyt zullen vervullen. Dat wil zeggen dat er stroom door kan lopen door het verplaatsen van ionen. Het stuk staal wordt als kathode op de negatieve pool van de generator aangesloten en de anode, die op de positieve pool van de generator is aangesloten, wordt gevormd door het zink. Door de doorgaande stroom lost het zink op en zet het zich af op het stuk staal.

Electrolytisch behelzen of galvanoplastiek kan discontinu, dat wil zeggen in bulk (dunnestukken zoals bouten, schroeven, etc.). Het discontinu proces gebeurt in een ingehangen bad of in een draaiende getentrommel.

De dikte van de deklaag bij discontinu elektrolytisch behelzen varieert tussen 5 en 25 µm.

De anticorrosiebescherming van staal kan worden verbeterd door galvanoplastiek (norm ISO 9001 bij en ISO 9002).

Wordt de zinklaag te dun, dan kan de bescherming te kort duren.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.

De dikte van de deklaag wordt bepaald door de tijd van elektrolyse.



Bepakt tot stukken met kleine afmetingen.

De afmetingen van het te galvaniseren voorwerp zijn van belang. Het voorwerp moet een voldoende groot oppervlak hebben om te worden onderhouden. Het voorwerp moet voldoende bestand tegen de galvaniseringsoplossing zijn.

De afmetingen van het te galvaniseren voorwerp zijn van belang. Het voorwerp moet een voldoende groot oppervlak hebben om te worden onderhouden. Het voorwerp moet voldoende bestand tegen de galvaniseringsoplossing zijn.

De afmetingen van het te galvaniseren voorwerp zijn van belang. Het voorwerp moet een voldoende groot oppervlak hebben om te worden onderhouden. Het voorwerp moet voldoende bestand tegen de galvaniseringsoplossing zijn.

Binnen de branche wordt de term galvanotechniek of galvano gebruikt. Met deze termen worden alle elektrochemische bedekkingstechnieken aangeduid, inclusief de autocatalytische processen.

De verdeling van de stroomdichtheid over het product is helaas niet uniform. Dit betekent dat de laagdikte op bepaalde plaatsen hoger is (buitenzijde/uitstekende delen) en op bepaalde plaatsen lager (binnenhoeken/binnenzijden). De stroom zoekt altijd de weg van de minste weerstand.

Wanneer er geen glansmiddelen worden gebruikt, vormt er zich een zinklaag met een poederig uiterlijk. Dit kan de corrosiebestendigheid nadelig beïnvloeden.

De afmetingen van het te galvaniseren voorwerp zijn van belang. Het voorwerp moet een voldoende groot oppervlak hebben om te worden onderhouden. Het voorwerp moet voldoende bestand tegen de galvaniseringsoplossing zijn.

Geschiedenis van het galvaniseren (elektroverzinken)[9]

De begrippen galvaniseren en galvanotechniek zijn vernoemd naar de Italiaanse natuurkundige Luigi Galvani. Galvani beschreef in de 18e eeuw de elektrische verschijnselen die de basis vormen voor alle elektrische processen, dus ook van het galvaniseren.

Ook door Alessandro Volta werd belangrijk werk verricht. Hij vond de batterij uit, waardoor galvanotechniek ook praktisch uitvoerbaar wordt. De grondlegger van de galvanotechniek is de Duitser Moritz Hermann Jacobi (1801-1874). Eerst hield hij zich vooral bezig met galvanoplastiek, het vormen van met name munten door middel van galvanotechniek. Hij schrijft in 1838 het eerste galvanoboek: Der Galvanoplastik.

Het nu nog steeds bekende bedrijf WMF (koffiemachines en bestek) begint in 1838 met galvanoplastiek op industriële schaal.

Op deze manier werden zelfs volledige koperen deuren gevormd. In 1854 leidt het Robert Wilhelm Bunsen als eerste om chroom naar te slaan. In 1862 ontwikkelt Siemens de dynamomachine, hierdoor komt de galvanotechniek in een stroomversnelling.

In 1900 wordt voor het eerst nikkel neergeslagen. Bovendien doet elektrisch oxideren van aluminium, dat met het neerslaan van een ander metaal gebeurt vanaf 1910. Galvanisch verchromen wordt commercieel op grote schaal toegepast vanaf 1924. De ontwikkeling van de geneesmiddelen vindt plaats tussen de beide wereldoorlogen, hierdoor wordt het arbeidantoniene polijpen sterk teruggedrongen. Kort na de Tweede Wereldoorlog wordt chemisch nikkel in de markt gezet.

De baden die gebruikt worden bij het galvaniseren kunnen een grote belasting voor het milieu vormen en zijn daarom tegenwoordig aan zeer strenge regels gebonden. Menig galvaniseerbedrijf gebruikt vandaag de dag meer milieuvriendelijke grondstoffen. Het gebruik van cyanide, zwaarzwaar chroom en hoge concentraties van omzettingsmiddelen zijn sterk gereduceerd bij veel moderne galvaniseerbedrijven.

Basisprincipe werking van het galvaniseren

Er zijn twee methoden om te galvaniseren. Galvanische en elektrolytische galvanisatie. Galvanische galvanisatie wordt gebruikt om te galvaniseren met zink of nikkel. Het voorwerp wordt in een oplossing van zink- of nikkelzouten geplaatst. Het voorwerp wordt met een elektrisch geleidend materiaal verbonden dat als anode wordt gebruikt. Het voorwerp wordt als kathode gebruikt. Er treedt dan een redoxreactie op.

Galvanisatie met een externe stroombron
Bij deze vorm van galvanisatie wordt het voorwerp in een zoutoplossing ondergedompeld (met het metaal als ion in het zout), waardoorheen via een externe bron een stroom wordt geleid. Het voorwerp wordt hierbij als kathode gebruikt. Er treedt dan een redoxreactie op.

De volgende procedure wordt hierbij gevolgd:

1. Een zout van het metaal dat het laagje moet vormen, bijvoorbeeld zinkchloride, wordt opgelost in een bak met water. Dit betekent dat het zout uiteenvalt in ionen. $ZnCl_2$ vormt zo bijvoorbeeld Zn^{2+} kationen en Cl^- anionen.

2. Het voorwerp dat van een metaallagje moet worden voorzien, wordt aangesloten op de negatieve pool van een stroombron (de 'min') en de kathode genoemd. De stroombron stuurt elektronen naar deze pool.

3. Een metaal ion, bijvoorbeeld Zn^{2+} , gaat naar de kathode om elektronen te accepteren. Het wordt hierbij omgezet in een metaal atoom.

4. Het voorwerp dat van een metaallagje moet worden voorzien wordt aangesloten op de positieve pool van een stroombron (de 'plus') en de anode genoemd. De stroombron trekt elektronen van de anode weg. Het voorwerp wordt hierbij omgezet in een metaal ion. Het metaal ion wordt naar de kathode getrokken en slaan het metaal neer op het voorwerp.



In het verleden had zink een slechte reputatie als milieubeschermingsmiddel.

Zink is een zwaar metaal.

In vele gebieden kan zink worden aangetroffen in het milieu.

De belangrijkste bronnen zijn:

• De afvalstoffen van de zinkindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie

• De afvalstoffen van de mangaanindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie

In het verleden had zink een slechte reputatie als milieubeschermingsmiddel.

Zink is een zwaar metaal.

In vele gebieden kan zink worden aangetroffen in het milieu.

De belangrijkste bronnen zijn:

• De afvalstoffen van de zinkindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie

• De afvalstoffen van de mangaanindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie

• De afvalstoffen van de koperindustrie

• De afvalstoffen van de loodindustrie

• De afvalstoffen van de nikkelindustrie

• De afvalstoffen van de cadmiumindustrie



onder andere toegepast bij verduurzamen conserveren van staalconstructies en bij onderhoudswerkzaamheden. Ook zeer grote voorwerpen die niet in een zakbed passen kunnen op deze manier duurzaam geconserveerd worden.

In het thermisch spuitproces wordt het te te voegen materiaal gesmolten en met hoge snelheid op de ondergrond gespoten. Het te te voegen materiaal kan op verschillende manieren worden gesmolten. Dit kan met een vlam of in een lafbag of in een plasma zijn.

Proces



De afbeelding hieronder geeft een overzicht van de verschillende spuitmethoden.

Alle processen hebben hun eigen kenmerken en de eigenschappen zoals vlamtemperatuur en de draagsnelheid. Algemeen wordt bij thermisch spuiten energie toegevoerd om het te voegen materiaal te deelt of poeder vorm te geven en het smeltpunt te bereiken vervolgens te versmelten. De draagsnelheid wordt door middel van de afstand of techniek van het substraat bepaald. Het resultaat van het spuitproces is een laagje van het te voegen materiaal op het substraat.

Bij de gebruikelijke substraattemperatuur van 50 tot 200 °C kan geen vervorming, structuurverandering of opspuiting plaatsvinden.

Hechting

Om een optimale hechting te krijgen tussen de coating en het substraat is het belangrijk dat het substraat goed gereinigd is. De onderdelen worden eerst gereinigd en vervolgens getraind om de hechting te verbeteren. Tussen de spuitdeeltjes onderling en het substraat kunnen de volgende hechtingsprincipes ontstaan:

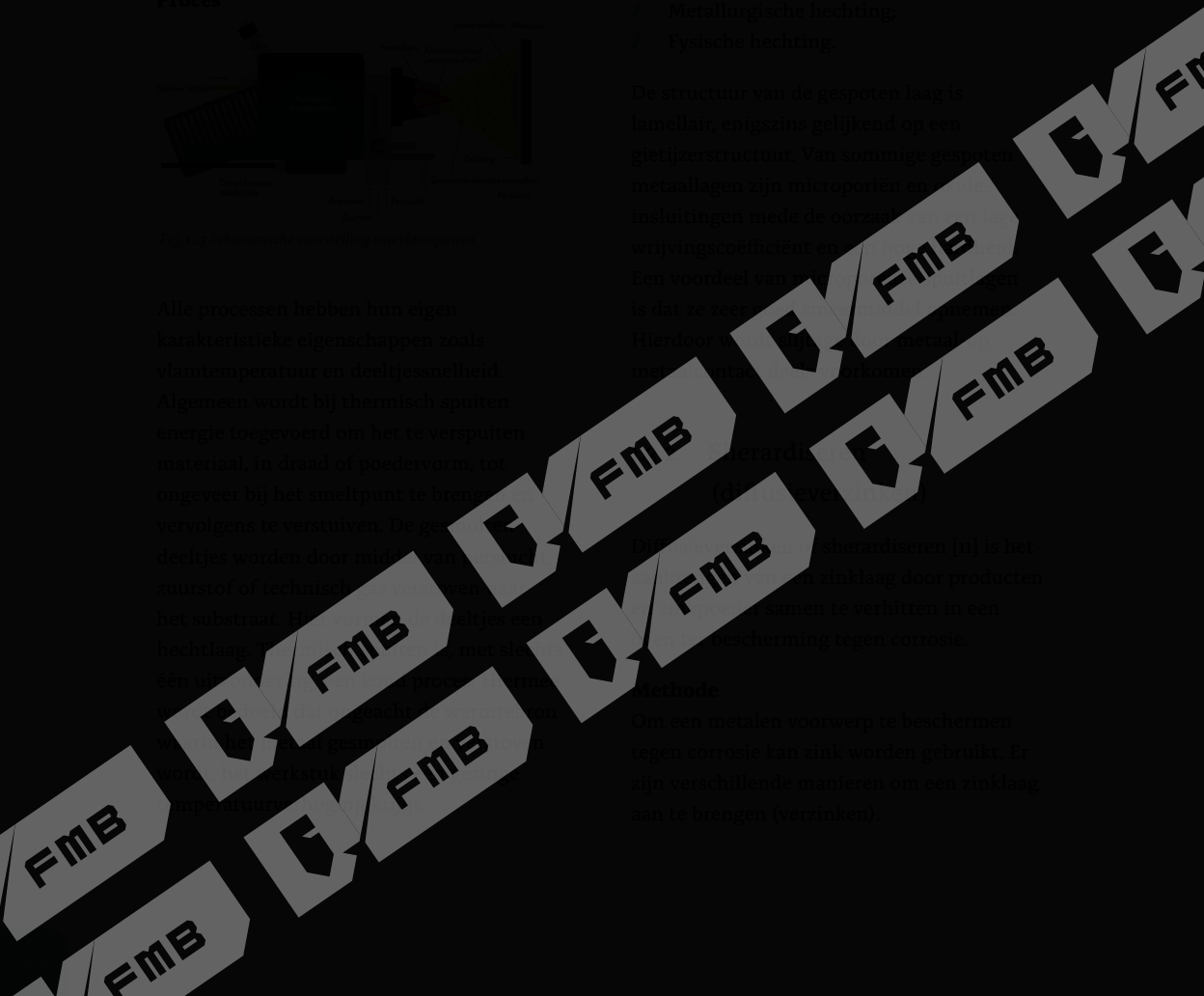
- Mechanische hechting
- Metallurgische hechting
- Fysische hechting

De structuur van de gespoten laag is lamellair, enigzins gelijkend op een gepoederstructuur. Van sommige gespoten metaallagen zijn microscopische afbeeldingen made de volgende oprijningscoëfficiënt kan worden afgeleid. Hierdoor kan de hechting van de gespoten laag worden bepaald.

De afbeelding hieronder geeft een overzicht van de verschillende spuitmethoden.

Zinkbeschichten (Zn) is het meest gebruikte zinklaag door producten te beschermen tegen corrosie. Het kan op verschillende manieren te versmelten in een laagje van het te voegen materiaal op het substraat. Het resultaat van het spuitproces is een laagje van het te voegen materiaal op het substraat.

Om een metalen voorwerp te beschermen tegen corrosie kan zink worden gebruikt. Er zijn verschillende manieren om een zinklaag aan te brengen (verzinken).



Bij het harden en/of versinken door diffusie worden de te beschermen objecten samen met stikstof in een gesloten systeem verdund waardoor er een diffusieproces optreedt.

Proces

De te versinken producten worden in een badigewijze met gas of vloeistof op normale temperatuur behandeld. Het product wordt op het normale temperatuur gehouden tot het badtemperatuur bereikt is. Het product wordt vervolgens in het bad op onderdelen die niet ongelegeerd zijn, gelegeerd staal, waaronder verstuivingsaal. Ook verstuivingsaal producten worden in het bad op gestript en gestraal kunnen diffuseren worden, zonder dat de eigenschappen van het basismateriaal worden aangetast. In de Europese norm EN 1501 (64) worden de specificaties van het diffusieversinken opgesteld.

Kenmerken

Geshardende producten hebben de volgende kenmerken:

- Beschermde tegen corrosie
- Voorzien van een instelbare en gelijkmatige deklaag over het hele product, dus ook op bijvoorbeeld binnenschroefdraad
- Slag- en slijt vast met een hardheid tot 450 HV (41 HRC)
- Hittebestendig tot 600 °C
- Geen vloeibaarmetaalbroosheid
- Waterstofbroosheid is proces technisch uitgesloten.

De producten worden op het normale temperatuur gehouden.

De hardingsmaterialen worden gebruikt tot in de meeste klimaatomstandigheden (Gledaren) voorwerpen kunnen zonder verdere verwerking worden worden van een toplaag (duplex systeem) Onderdelen die herbruikbaar of verlengd worden voor bijvoorbeeld trailer, spoor en treinstellen.

Geen vloeibaarmetaalbroosheid
Waterstofbroosheid is proces technisch uitgesloten.

13.3. Mechanische & adheesive methode of mechanisch verankeren

Mechanisch verankeren [2] is een verankering waarbij op mechanische wijze op kleine metalen onderdelen zink wordt aangebracht.

De onderdelen worden na een chemische voorbehandeling samen met aluminium zink en chroom zink in een zinkbad met behulp van een trommel gewerkt. Tijdens het draaien wordt een speciale chemisch product toegevoegd waardoor een smeltlaag op het blanke staal overblijft. De coating is te dicht voor de roosting van de smeltlaag. Hierin worden hulpstoffen in zinkpoeder toegevoegd. Door de draaiende beweging van de trommel tramen de deeltjes het zinkpoeder op het onderoppervlak. Daardoor ontstaan een schijnmatige coating op de onderdelen. De laagdikte is variabel, bepalen en kan variëren van 2 tot 20 µm. Al na het verankeren kunnen de onderdelen nog gechromateerd of gelakt worden. Mechanische galvanisatie kan worden toegepast op staal met een maximum diameter van 20 mm en op aluminium met een diameter van maximaal 100 mm. Ook een combinatie van mechanisch verankeren met elektrolytische zinkverankering is mogelijk. Het mechanisch toegepaste zinkpoeder wordt gebruikt om de onderdelen te beschermen tegen roest.

13.4. Verf

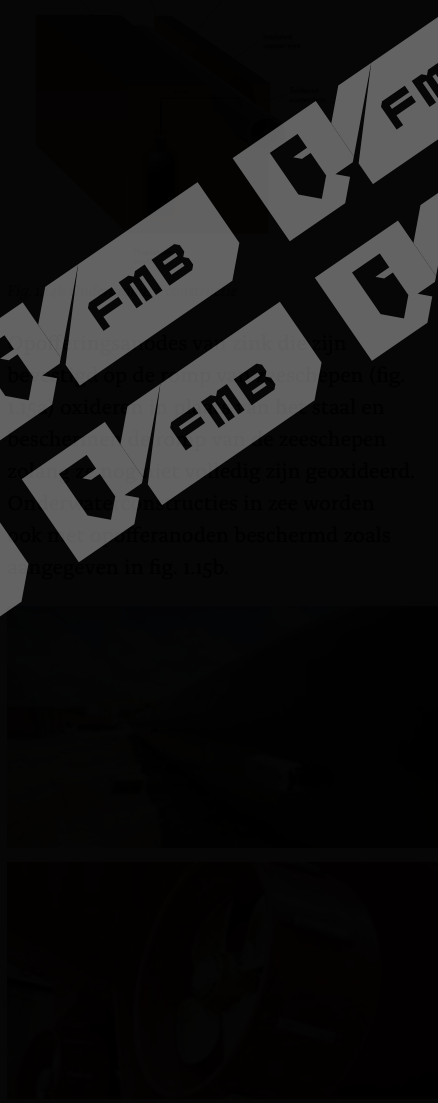
Zinkcoating van klein staalpoeder en metaal ook kan bij de antiroestbescherming eigenschappen van het zink, door katalytische bescherming en corrosiebestendigheid.

Zinkcoating van een organisch of anorganisch zink afhankelijk van het gebruikte bindmiddel. Ze kan worden aangebracht met een kwast of een spuitbus, maar moet altijd worden aangebracht op een staaloppervlak dat correct is voorbereid.

13.5. Opofferende methode (anoden)

Een opofferingsanode is een zink metaal, een zink waarmee een ander metaal samen kan worden beschermde. Het proces wordt toegepast op staal en aluminium. Het zink wordt opgeleverd door de onderdelen.



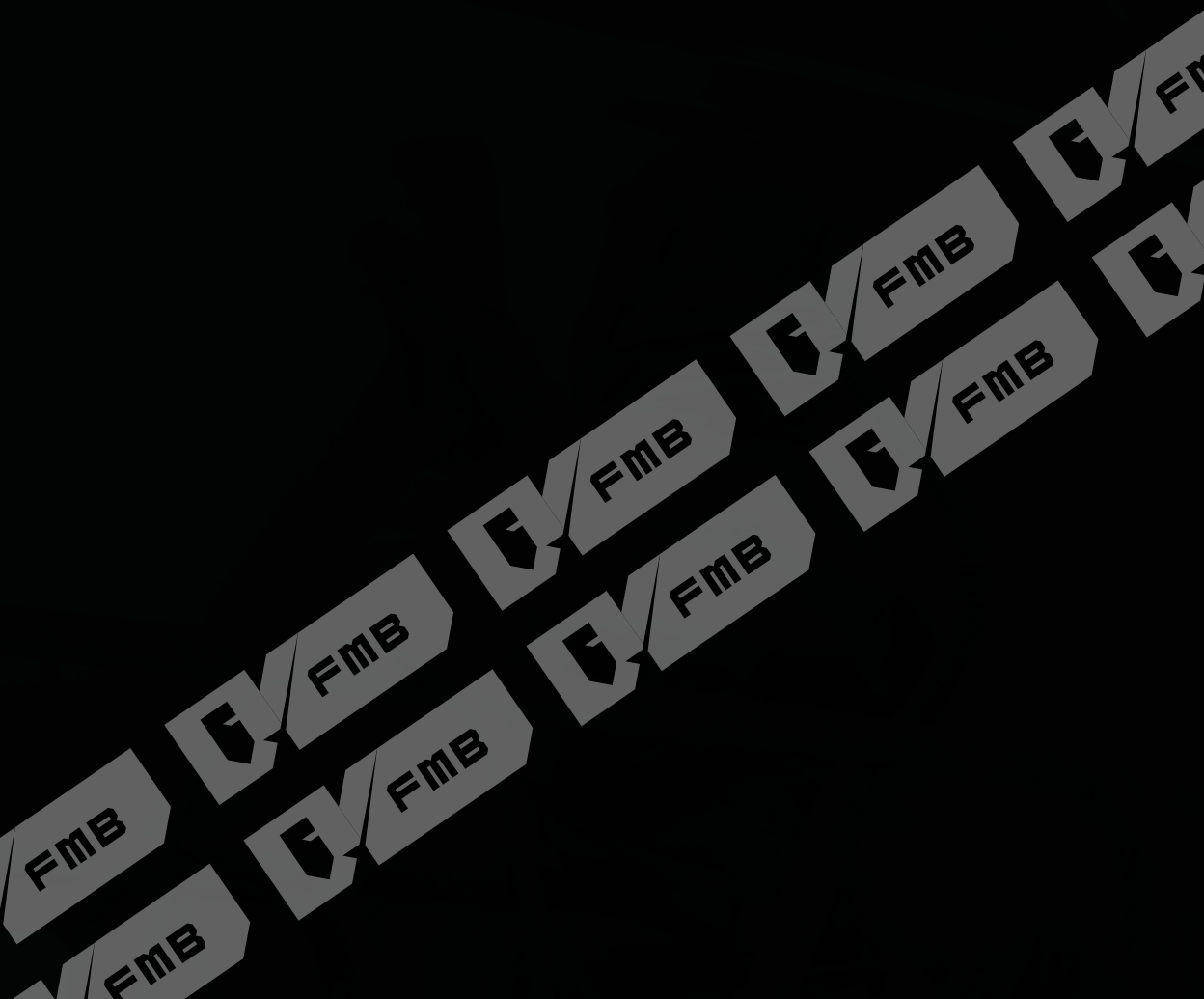


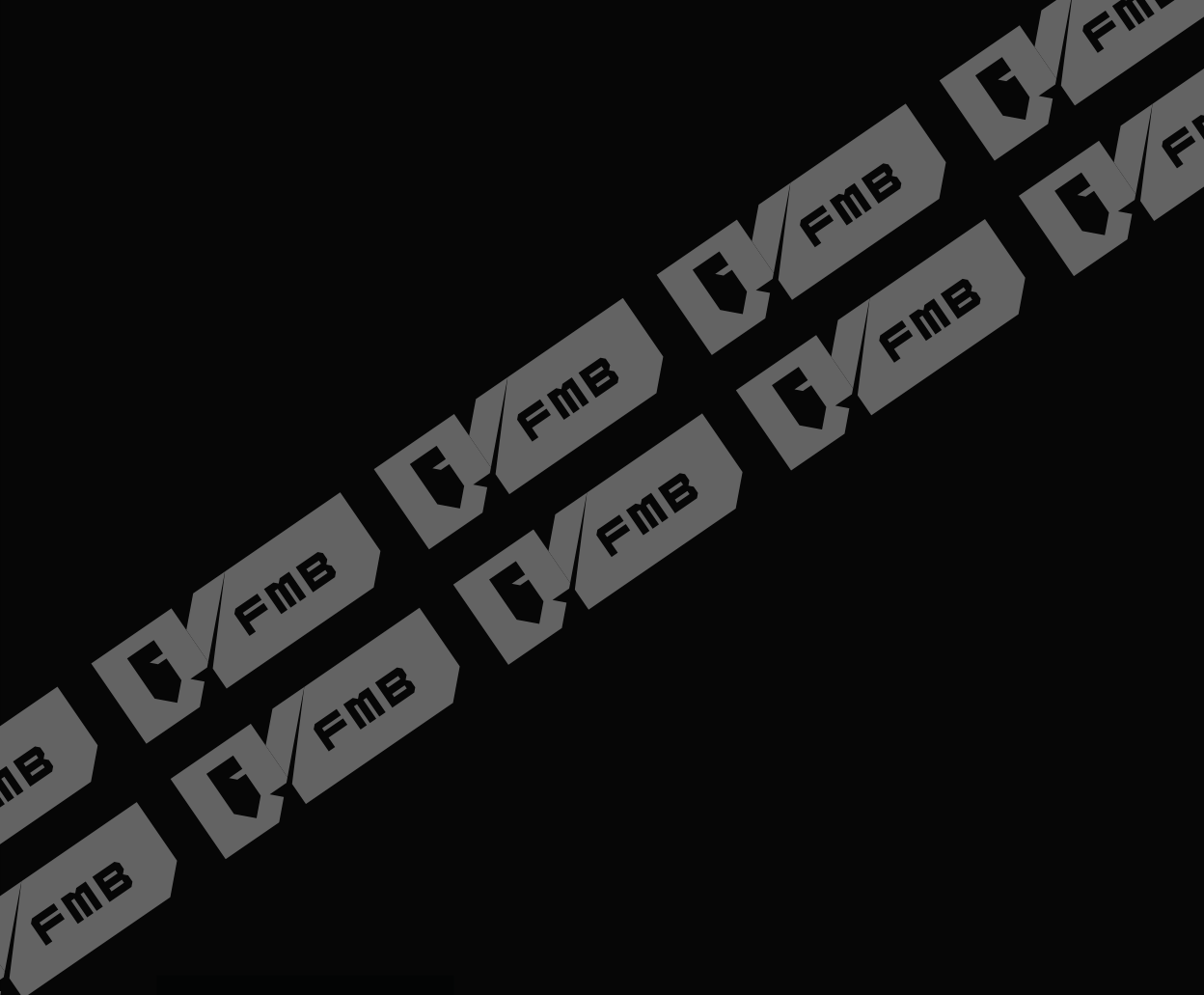
Vergelijking van de typische laagdiktes van de verschillende beschermingmethoden

Dit figuur 1 toont vooral op dat de grote verschillen niet alleen in laagdikte zitten, maar ook in de microstructuur tussen de verschillende methoden van voorzandbescherming met zink.

Beschermingsmethode	Typische laagdikte
Electrolytisch zink	50-200 µm
Electrolytisch zink met aluminium	80-120 µm
Zandbescherming met zink	40-120 µm
Zandbescherming met zink met aluminium	30-40 µm
Verzinken	5-20 µm

De dunne laagdikte wordt bekomen bij continu elektrovernikken links naar rechts, maar met de meest uniforme microstructuur gevuld door het continue verzinken. De meest amorfe structuur is meestal de rindrijke verf aangezien deze bestaat uit opgelost zinkpartikels in een uitgedroogde solvent of dispergeeroplossing. Daarna komt de gegalvaniseerde laag die duidelijk de rangvol van haar metallurgische lagen weergeeft en als laatste de metalliseerlaag die de opbouw uit de verschillende lagen duidelijk laat zien.





METALLISEREN: HET PROCES

2. Metalliseren: het proces

2.1. Geschiedenis

In het begin van de twintigste eeuw ontwikkelde Max Planck Schöngren het experimenteel en theoretisch waarbij hij opgevoerd bestaande metalen en ook nieuwe beschikbare te produceren.

In 1909 verkreeg Schöngren een octrooi om met een gas- en vloeistofslaan van damp te laten worden afgevoerd die op een substraat te worden.

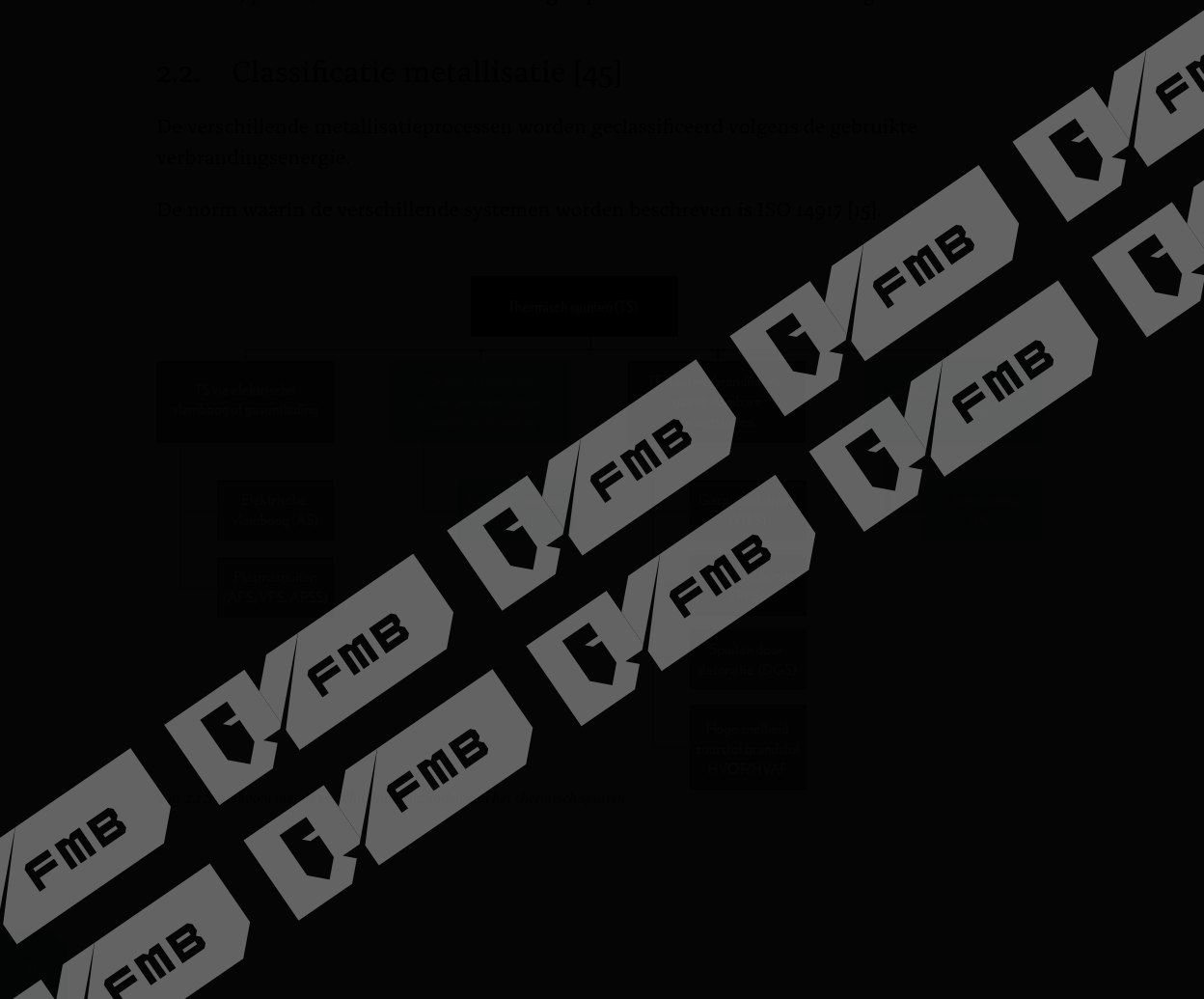
Het woord 'metalen' van Schöngren afkomstig van 1911. Dit betoef van damp of metalliseren met een elektrische laag. Daarna was de metalliseren damp afgevoerd. Daarna afgevoerd metalliseren alleen gebruikt om tegen worden te beschermen. Het gebruik van metalliseren voor bevestigd plastic werden in vele andere begin jaren de Tweede Wereldoorlog.

2.2. Classificatie metallisatie [45]

De verschillende metallisatieprocessen worden geklassificeerd volgens de volgende verhoudingsmatige:

De naam waarin de verschillende systemen worden beschreven is (20) (46) (47).

Verhoudingsmatige



2.2.1. Hoogspuiten (AS)

Bij dit proces worden twee draden van zink of een zink-aluminiumlegering in elektrisch metalliserend poeder gesputerd. Wanneer de twee draden een bepaalde vorm aannemen, wordt het poeder op de draad afgespoten. Dit wordt gebruikt als middel van bescherming tegen corrosie op onderdelen van vliegtuigen.

Toepassingsgebieden:
Bescherming tegen corrosie op:
- Luchtvaart: turbineschepen,
- Verbrandingsovens, hittebestendige buizen,
- Geneeskundige implantaten,
- Machinebouw: zuigers

Toepassingsgebieden:
- Bescherming voor
- Overzees bruggen, windmolens

Toepassingsgebieden:
- Bij elektriciteitscentrales als
- anticorrosiebescherming of bescherming
- tegen sluitage

Toepassingsgebieden:
- Bij machinebouw als bescherming
- tegen sluitage en reparatie van
- machinecomponenten

2.2.2. Plasma (APS, VPS, APSS)

Plasmatoetsen zijn apparaten waarmee een gas door een ingesnoerde elektrische lichtboog wordt geïoniseerd. Die elektrische lichtboog ontstaat tussen een anode en een kathode die met water worden gekoeld. De anode is een cilinder met een holte waardoor de kathode en het gas worden geleid. Het gas dat rond de kathode wordt geleid, passeert de elektrische lichtboog en wordt daar geïoniseerd, vervolgens wordt dit als plasma doorgestroomd. Dat plasma heeft een zeer hoge temperatuur (tot wel 20.000 K) en een zeer hoge snelheid. Het bekladingsmateriaal dat in het plasma wordt

2.2.3. Spuiten met koud gas (CGS)

Het basisprincipe van koud spuiten is dat gas op supersonische snelheid wordt versneld in een blaaspijp. Het poeder wordt in het hogedrukgedeelte van de blaaspijp ingevoerd en wordt in 'niet-gesmolten' toestand verspoten (gas temperatuur: 600 °C) op het substraat.

Omdat de deeltjes niet gesmolten worden verspoten, worden de negatieve effecten van andere systemen gelimineerd of geminimaliseerd: oxidatie op hoge temperatuur, verdampen, minder oxide in de metaal-laag.

Laboratoriumproeven tonen aan dat de bekleding die dit systeem produceert zeer dicht is en een uitstekende hechting biedt.

Gebruikte materialen, in de vorm van poeder:

Koper, zink, aluminium

Toepassingsgebieden:

- Autosector,
- Bescherming tegen corrosie,
- Elektronica

2.2.4 Spuiten van draad met een vlam (WFS)

Bij dit proces wordt een draad van zink of zink-aluminium ingevoerd in een metalliseerpistool dat wordt gevoed met gas (propan of acetyleen en zuurstof). Door de verbranding van het gas smelt de draad bij het passeren. Dit wordt vervolgens met perslucht op het te metalliseren oppervlak gespoten.

Voor dit type pistool worden draden met een grotere diameter gebruikt, meestal vanaf 2 mm dik.

Gebruikte materialen:

Draden, staven, kabels

Toepassingsgebieden:

- Als anticorrosiescherming voor staakconstructies
- Versnellingsbakken
- Synchroniseringen
- Zuigerringen

2.2.5 Spuiten van poeder met een vlam (PFS)

Spuiten van poeder met een vlam is een eenvoudige vorm van thermisch spuiten waarbij de energie van een chemische vlam wordt gebruikt. Een materiaal dat te spuiten wordt midden in een vlam ingevoerd die wordt gevoed door een brander. Het materiaal wordt vervolgens in de vlam gespoten.

De vlam wordt gevoed met een mengsel van gas en zuurstof. Het poeder wordt op hetzelfde moment ingevoerd als het verbrandingsgasmengsel (zuurstof) dat door een zijopening wordt gebracht. De vlam rondt de draad af en vormt een vlam met een behoud van de draad.

Gebruikte materialen, in de vorm van poeder:

Metalen, plastic

Toepassingsgebieden:

- Lamineerwalen
- Rolringen
- Rolaren
- Extrusieschroeven
- Als anticorrosiescherming voor metalen structuren

2.2.6 Metallisatie door detonatie (D+S)

Het ontbrandingspistool bestaat uit een buis met een diameter van 25 mm en een lengte van een meter waarop aan het einde een verbrandingskamer zit. Het poeder wordt op hetzelfde moment ingevoerd als het verbrandingsgasmengsel (zuurstof) dat door een zijopening wordt gebracht. De vlam rondt de draad af en vormt een vlam met een behoud van de draad.

Gebruikte materialen, in de vorm van poeder:

- Metalen
- Kunststoffen
- Generatoren in stoomturbines
- Medische hulpmiddelen, implantaten
- Olie- en gasindustrie, gascompressoren
- Papierindustrie, kalenderrollen

2.2.7 Spuiten van poeder met een vlam op hoge snelheid (HVOF/HVAF)

Een ontbrandbaar zuurstof-continuu verband in een continue vlam wordt gebruikt. De gebruikte brandstoffen zijn propaan, propaan met zuurstof en deoxyacetylene. De ontbrandingsvlam wordt gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen.

De vlam wordt gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen. De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen.

De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen. De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen.

De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen. De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen.

Toepassingsgebieden:

- Luchtvaaivliegtuigmotoren, landingsgestellen, landingskleppen
- Olie- en gasindustrie: kleppen
- Constructiemachines: zuigers, hydraulische cilinders
- Elektrische centrales: turbines

2.2.8 Metallisatie door laser (LC)

Metallisatie door laser is een proces waarmee een zeer dichte deklaag kan worden aangebracht die metallurgisch is gebonden en vrijwel geheel zuiver is.

Dit proces wordt gebruikt om de slijtbestendigheid, corrosiebestendigheid en schokbestendigheid te verbeteren.

De vlam wordt gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen. De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen. De poederdeeltjes worden versneld door de vlam en worden gebruikt om de poederdeeltjes te verwarmen en te versnellen.

Gebruikte materialen:

Kobalt 6, NiCrMo, FeCr

Toepassingsgebieden:

- Hogetemperatuur-lamineerwalsen, corrosiebestendigheid en duurzaamheid, kleppen (kobalt 6)
- Kleploges/-zittingen, lamineerwalsen, delen van wielkranten voor rubberbanding, overafnamedijen (NiCrMo)
- Kolen- en mineralenbreekers/slijtplaten / kleppen (WC/Ni)
- Hydraulische balken, stabilisatoren (FeCr)

2.3 Voorbereiding van het oppervlak

Vooraleer er generaliseerd kan worden, moet de constructie worden gecontroleerd. Deze moet voldoen aan alle regels. Alle plaatsen moeten met andere woorden toegankelijk zijn voor het straalpistool of voor het metallisatiepistool.

2.31. Furbeld

Reinigen van stalen

Stalen zijn in het dagelijks gebruik
gebruikt om apparaten te reinigen
van hardnekkige vuil of vet. Het is
van het compressie- of productie gebied.
Eigenschappen van deze producten zijn
schuimend, schrubben, verwijderen van
vuil en vet.

De werkwijze is als volgt:

- 1. Het product wordt op de juiste manier
aangebracht op het oppervlak van het
te reinigen object.
- 2. Het product wordt vervolgens met een
schuimende beweging afgeveegd.
- 3. Het product wordt vervolgens met een
schuimende beweging afgeveegd.

Om het oppervlak van het te reinigen
object schoon te maken, wordt het
product op het te reinigen object
aangebracht. Het product wordt
vervolgens met een schuimende
beweging afgeveegd. Het product
wordt vervolgens met een schuimende
beweging afgeveegd.

De werkwijze is als volgt:
1. Het product wordt op de juiste manier
aangebracht op het oppervlak van het
te reinigen object.

Furbeldreuning

De werkwijze is als volgt:
1. Het product wordt op de juiste manier
aangebracht op het oppervlak van het
te reinigen object.

Om het oppervlak van het te reinigen
object schoon te maken, wordt het
product op het te reinigen object
aangebracht. Het product wordt
vervolgens met een schuimende
beweging afgeveegd. Het product
wordt vervolgens met een schuimende
beweging afgeveegd.

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

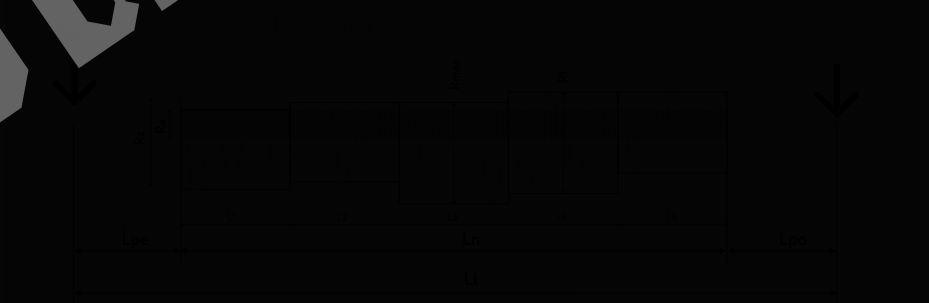
FMB

De werking van de ruwheidsmeter



Fig. 1: De werking van de ruwheidsmeter

De afmetingen volgens ISO 3202



W = totale lengte (Cut-off)

L = standaard 3^{de} lengte

L_p = aanloopte

L_{p0} = uitloopte

L_{p1} = totale evaluatie lengte

R_a = de hoogte van de rechthoek waarvan de oppervlakte van die rechthoek gelijk is aan de oppervlakte gelegen tussen het ruwheidsprofiel en het gemiddelde profiel

R_z = het gemiddelde van de max-min van de 5 meetlengtes

R_{max} = de grootste van de max-min van de 5 meetlengtes

R_t = de afstand tussen max en de min over alle meetlengtes


R_p = gemiddelde van de pieken

Golwing: de verschillen

Niet elke Ra waarde en Rz waarde geven de juiste verhouding aan van een profiel van ruwheid. Eenzelfde Ra waarde kan tot stand komen uit een andere golwing van een ruwheid. Daarom wordt deze golwing ook aangegeven met bijkomende gegevens zoals Rt (grootste topwaarde) en de Rpk waarde voor de verhouding van piek tot dal.

Tabel 2.2 geeft duidelijk weer dat eenzelfde Ra waarde uit totaal verschillende profielen kan komen.

Tabel 2.2: Ra waarde uit verschillende profielen

Profiel	Ra	Rt	Rpk
	100	100	100
	100	100	100
	100	100	100
	100	100	100

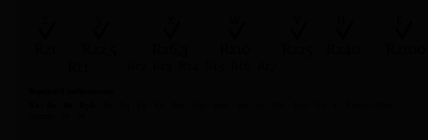
Ruwheid en bewerking

Verschillende types van bewerking hebben een typische maar verschillende ruwheid. Volgende tabel geeft een overzicht van de meest gangbare ruwheden voor verschillende soorten van bewerkingen.

Bewerking	Ruwigheid
Handmatig bewerken	0,1 - 100
Handmatig bewerken met draai- of draaibank	0,05 - 10
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad	0,01 - 1
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad	0,005 - 0,1
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad	0,001 - 0,01
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad met draad	0,0005 - 0,005
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad met draad met draad	0,0001 - 0,001
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad met draad met draad met draad	0,00005 - 0,0005
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad met draad met draad met draad met draad	0,00001 - 0,0001
Handmatig bewerken met draai- of draaibank met draad met draad met draad met draad met draad met draad met draad met draad	0,000005 - 0,00005

Ruwigheid van draad en draad

De ruwheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.



Ruwigheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.

Ruwigheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.

Ruwigheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.

Ruwigheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.

Ruwigheid van draad en draad is een groot probleem, dat kan worden opgelost door de ruwheid van draad te meten.

2.3.2 Zuiverheid en stralen

Voor metalisatie wordt een zuiverheid van minimum 99,99 volgens de ISO-norm 9001 geraagd (4).

De norm wordt gevolgd door de fabrikanten van de straalmiddelen die een effect hebben op de zuiverheid van het oppervlak.

Het oppervlak moet vrij zijn van zichtbare olie, vet en vuil, en ook van de volgende walshuid, roest, verlagen en vreemde materialen. Het oppervlak moet een gelijkmatige ruwheid vertonen door het stralen.

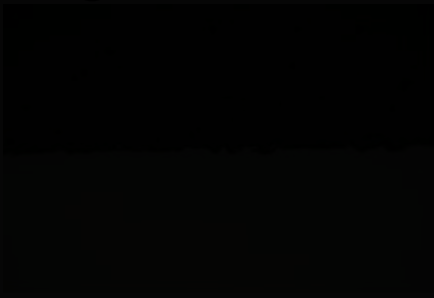
Deze zuiverheidsklassen kunnen bereikt worden door het gebruik van verschillende types straalmiddelen zoals staal, korund, zand, ijs, glas of stenen, en zeigen voor verschillende types van Sa-waarden die op hun beurt een effect hebben op de ruwheidswaarden Ra en de Rz en het bekomen type ruwheidsprofiel. In fig. 2.6 wordt een overzicht gegeven van Ra in functie van straalmiddel/straalparameter, Ra in functie van straalmiddel en type, Verhouding Ra tot Rz voor verschillende straalmiddelen.

Sa 1: Licht stralen

Het staaloppervlak moet vrij zijn van zichtbare olie, vet en vuil, en ook van loszittende walshuid, roest, losse verlagen en vreemde materialen.

Sa 2: Zorgvuldig stralen

Het staaloppervlak moet vrij zijn van zichtbare olie, vet en vuil, en ook van het grootste deel van de walshuid, roest, verlagen en vreemde materialen. Achtergebleven vet moet voldoende bedeken.



Om een goede hechting te garanderen, wordt voor metallisatie met Zn/Al een Rz van 50 tot 100 µm gevraagd, volgens norm ISO 1305-1

2.4 Metalliseren

2.4.1 Voorbereiding oppervlak

De voorbereiding van het oppervlak heeft een grote invloed op de kwaliteit van de deklaag, met name op de hechting. Hierbij moet rekening worden gehouden met meerdere elementen.

Ontvetten:

Oliefet, oxiden en ander vuil moeten worden verwijderd.

Gritsstralen:

Het oppervlak dat moet worden gestraald, moet veilig toegankelijk zijn.

Het volledige voor te bereiden oppervlak moet worden gestraald met een straal inclusief eventuele leegtes.

Houd de armen:

in de positieve

positieve richting van de draaiing van de draad.

De draad waarvan moet worden voldaan volgens de norm ISO 2003 is Sa 2,3 voor zink en zink-aluminium en Sa 3 voor aluminium.

Oppervlakteruwheid:

De oppervlakteruwheid waaraan moet worden voldaan volgens norm ISO 2003 (Rz) is Rz 50 µm tot 100 µm.





2.4.2 Proces

De werkstuk of de legeringsstaaf zink-aluminium wordt gesmolten in een vlam (zie schets fig. 2.4.1) vlamspuit of in een elektrische hoogfrequent elektrische plaat.

Het op die wijze bekomen gesmolten metaal wordt dan door perslucht versproeid en stelt onmiddellijk bij contact met het gewenste draadoppervlak. Zo ontstaat de zinkbedekking.

Metallisatie via vlamspuiten
Veelgebruikte vormen zijn vlamspuiten, thermische sproeiing, aluminiumeren, thermisch spuiten en schoopspuiten. Bij het metalliseren wordt de zink-aluminiumstaaf bij het intreden van het gaspistool in de vlam gesmolten. De vlam ontstaat door het verbranden van bijvoorbeeld propaan met zuurstof. De gesmolten druppeltjes worden vervolgens door middel van het voorafvergeve perslucht geprojecteerd op het substraat. Dit soort spuitproces laat ook toe een diversiteit van draadsoorten te gebruiken om aan te brengen. Natuurlijk moet het stuk of substraat de geschikte ruwheid hebben. Dat is de reden waarom de stukken voorbehandeld worden met zandstraalmiddel. Daardoor heeft de metallisatie ook goed op het stuk.

De uiteindelijk bereikte laagdikte hangt af van het aantal passages op het stuk, gewoonlijk kruislings aangebracht.



De te versputten materialen voor dit proces zijn metalen en legeringen die in draadvorm kunnen worden getrokken en een smeltpunt hebben dat ver onder de temperatuur ligt van de gebruikte warmtebron.

Wanneer voor de draden zink of aluminium wordt gebruikt wordt het ook wel schooperen genoemd, naar de naam van de uitvinder.

Procesegenschappen

- Materiaalvorm: draad (en beperkt snoeren of stangen)
- Thermische energiebron: door verbranding van een brandstof en zuurstof
- Procebrandstof: propaan, waterstof, acetylen
- Procestemperatuur: 2500 °C
- Spuitdekkingshoek: 20°

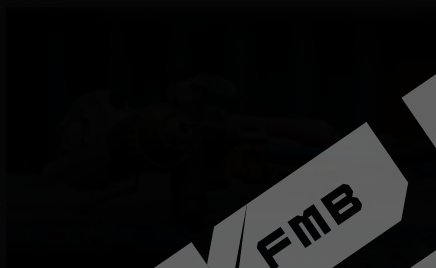
Enkele kenmerken

- Microponen (en andere kleine openingen)
- Relatief laag draaddiameter
- Relatief laag draadverbruik

De draad wordt met een draadvoeder in de spray gebracht. Het draad wordt met een draadvoeder geleid door de spray en wordt met een draadvoeder geleid door de spray en wordt met een draadvoeder geleid door de spray.

Enkele toepassingen

- Corrosiebescherming van sluisbruggen, anodes met aluminium, zink en hun legeringen
- Elektrische afscherming (shielding) met tin, zink enzovoort





Met de juiste keuze van de laagdikte kan de afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.



Enkele toepassingen

- Corrosiescherming van sluis-, bruggen, enzovoort met aluminium, zink en hun legeringen
- Elektrische afscherming (shielding) met tin, zink enzovoort
- Anti-slip- en tractiecoatings



De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

2.4.3. Parameters

Een aantal parameters beïnvloeden het metalisatieproces:

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

De afwijking van de werkdiameter van de draad of de draad diameter van de draad klein of groot is wat maakt om op locatie te worden gebruikt.

252 Meten

Meten is het uitdrukken van een waargenomen grootte in een gezamenlijk relevante eenheid die vergeleken met andere waarden van een soort kan worden gebruikt. Het gaat om bijvoorbeeld meten van lengte. Hiervoor kunnen meetinstrumenten gebruikt worden. Het gebruik van meetinstrumenten beperkt tot meten van een grootte maar stelt niet in staat om de kwaliteit van een project of proces te meten.

Er zijn twee soorten metingen: kwalitatieve metingen en kwantitatieve metingen. Kwalitatieve metingen worden gedaan met behulp van een meetinstrument. Kwantitatieve metingen worden gedaan met behulp van een meetinstrument en een gedefinieerde schaalverdeling. Kwantitatieve metingen kunnen worden gebruikt om de nauwkeurigheid van waarnemingen te meten. Kwalitatieve waarnemingen zeggen iets over de aard van een variabele. Kwalitatieve waarnemingen zijn meestal directe (zonder instrument verricht) waarnemingen met een interpretatie door de waarnemer. Er worden kwalitatieve metingen gedaan als er geen betrouwbare kwantificatie mogelijk is of wanneer kwantificatie te kostelijk of te tijdrovend is en de nauwkeurigheid minder belangrijk is.

Er zijn twee soorten metingen: kwalitatieve metingen en kwantitatieve metingen. Kwalitatieve metingen worden gedaan met behulp van een meetinstrument. Kwantitatieve metingen worden gedaan met behulp van een meetinstrument en een gedefinieerde schaalverdeling. Kwantitatieve metingen kunnen worden gebruikt om de nauwkeurigheid van waarnemingen te meten. Kwalitatieve waarnemingen zeggen iets over de aard van een variabele. Kwalitatieve waarnemingen zijn meestal directe (zonder instrument verricht) waarnemingen met een interpretatie door de waarnemer. Er worden kwalitatieve metingen gedaan als er geen betrouwbare kwantificatie mogelijk is of wanneer kwantificatie te kostelijk of te tijdrovend is en de nauwkeurigheid minder belangrijk is.

*"To measure is to know.
If you can not measure it,
you can not improve it."*

Meten, controleren, bijsturen. We doen het niet zomaar, we weten ook waarom!

Ter bewaking

Ter voorkoming van problemen

Eenduidigheid

Voorkoming van ongeluk

Waarom meten?
- Om te weten hoe het gaat met de werkdruk
- Om te weten hoe het gaat met de werkdruk
- Om te weten hoe het gaat met de werkdruk
- Om te weten hoe het gaat met de werkdruk
- Om te weten hoe het gaat met de werkdruk

Nauwkeurigheid tot op 1 µm

Voor het meten van grootheden is het gebruik van de juiste meetapparatuur en kennis van meetmethoden noodzakelijk. Een belangrijk aspect hiervan is een schatting te kunnen maken van de meetfout. Een gemeten waarde is namelijk nooit exact gelijk aan de werkelijke waarde van de gemeten grootheid.

Om metingen te kunnen vergelijken is er een internationale afspraak gemaakt over te gebruiken eenheden: het SI-systeem.

Factoren die een rol spelen bij het ontstaan van afwijkingen (meetfouten) zijn:

- Meetobject,
- Meetinstrument,
- Menselijke fout,
- De meetomstandigheden,
- Bij metingen van zeer kleine deeltjes: kwantummechanische onzekerheid.

De techniek gaat steeds verder en de eisen worden steeds hoger. De klant en de ontwerper van een product bepalen de vorm en nauwkeurigheid.

De maker zal van die eisen moeten voldoen. Daarom is het belangrijk om te weten hoe je de maten en vorm moet meten.

Alles bekomen door een vergroeting van **1.000x**

Meetfouten

Voor het meten van grootheden is het gebruik van de juiste meetapparatuur en kennis van meetmethoden noodzakelijk. Een wezenlijk kwaliteitsbepalend aspect van het meetinstrument is de mate waarin meetfouten optreden. De meetwaarde afwijking tussen de gemiddelde waarden van een aantal metingen en de werkelijke waarde. Het is van belang dat de waarde in het meetresultaat voldoende nauwkeurig is.

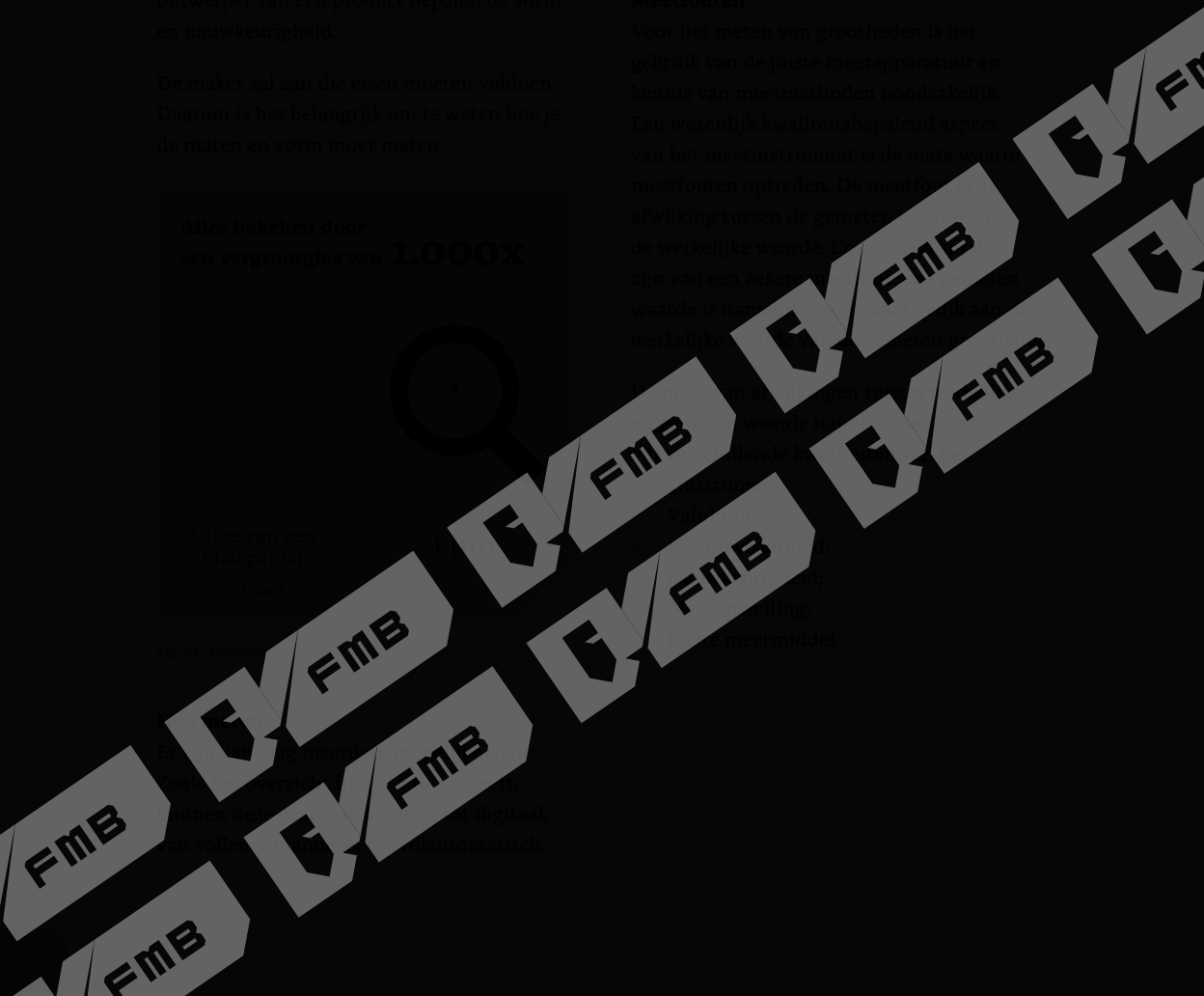
De meetwaarde is de waarde die wordt afgelezen op het meetinstrument. De werkelijke waarde is de waarde die in de natuur voorkomt. De meetwaarde is de waarde die wordt afgelezen op het meetinstrument. De werkelijke waarde is de waarde die in de natuur voorkomt.

Digitale meting met een meetinstrument

Digitale meting met een meetinstrument

Digitale meting met een meetinstrument

Digitale meting met een meetinstrument





betrouwbaarheid goed te meten. Het begrip het beste stellen van een meetinstrument is het begrip onbetrouwbaarheid. Een onbetrouwbaar persoon is iemand die zegt, zomaar wat zegt of je van alles op de mouw probeert te spelden. Een betrouwbaar persoon is daarentegen iemand die altijd de waarheid spreekt. De informatie die je krijgt, kun je afzetten op een schaal van 0 tot 100%. 0% betekent dan niets als 'volstrekte onzin' en 100% betekent dan 'volledig overeenkomend met de werkelijkheid'. Net als bij mensen kunnen meetinstrumenten verschillen in de mate waarin zij betrouwbare informatie opleveren.

Hoe goed je het ook probeert, geen enkele meting is voor de volle honderd procent te allen tijde betrouwbaar. Dat kan liggen aan het meetinstrument, aan de meetprocedure of aan het te meten object. De lengte van een mens is een redelijk constant kenmerk, maar als je dat meet met een plastic liniaalje van 30 cm, zal de meting niet erg betrouwbaar zijn. Je kunt ook overwegen om een metalen liniaal te gebruiken of een

meetlint, maar vaak zullen al die uitkomsten niet helemaal hetzelfde zijn. Op de een of andere manier zijn de uitkomsten altijd een beetje verschillend, al was het maar in duizendste millimeter. Elk meetinstrument is dus een beetje onbetrouwbaar, maar het ene instrument lijkt wel meer betrouwbare informatie op te leveren dan het andere.

Niet alleen een verandering in het meetinstrument kan de score beïnvloeden. Het kan ook liggen aan het te meten kenmerk zelf. Vaak wordt bijvoorbeeld gedacht dat de lengte van een persoon een constante is. Dat is niet het geval. Als een persoon 's morgens vroeg gemeten wordt, is hij wat langer dan wanneer dezelfde persoon met hetzelfde meetinstrument 's avonds gemeten wordt. Dit komt doordat de persoon door het werk dat hij die dag gedaan heeft, vermoeid is geraakt en daardoor letterlijk iets in elkaar zakt. Sommige aspecten zijn zelfs aan grote fluctuaties onderhevig, zoals motivatie en concentratie. Dat maakt het moeilijk om ze betrouwbaar te meten.

Een score die het meetinstrument van het kenmerk van een onderzoekseenheid toekent, kan beschouwd worden als een optelling van een aantal factoren. In woorden kan men stellen dat de gemeten score bepaald wordt door een som van de factoren die bestaat uit de werkelijke score van het kenmerk, de afwijking als gevolg van de stand van dat kenmerk op het moment van meten en de afwijking in de stand van het meetinstrument op het moment van meten.

Een meetinstrument is betrouwbaarder als deze score toekent aan kenmerken waarvan de afwijking in de meting zo min mogelijk aan het meetinstrument is te wijten.

Hoe verloopt betrouwbaarheidsonderzoek in de praktijk? Dit kan op twee manieren je verricht op een meetmoment tweemaal of vaker dezelfde meting, of je verricht tweemaal een meting maar op verschillende meetmomenten. Dit laatste, twee meetmomenten, kan gebeuren met behulp van hetzelfde meetinstrument, of juist niet met hetzelfde maar wel een algemeen identiek meetinstrument. Door een (product)momentcorrelatie te berekenen tussen de scores kan de betrouwbaarheid van het instrument worden vastgesteld.

Indere vorm leven een betrouwbaarheidscoëfficiënt op deze naam heeft.

Een meetmoment

- Twee parallele metingen (interne consistentie)

- Vele parallele metingen (homogeniteit of Cronbachs alfa)

Twee meetmomenten

- Hetzelfde meetinstrument (test herestabiliteitsbaarheid)

- Identieke meetinstrumenten (stabiliteit)

Homogeniteit wordt ook vaak interne consistentie genoemd en aspectiteit en stabiliteit zou men als de twee vormen van test-herestabiliteitsbaarheid kunnen beschouwen. Cronbach heeft een maat voor homogeniteit ontwikkeld die nu algemeen gebruikt wordt, de Cronbachs alfa. Hij noemt dit zelf steevast interne consistentie. Dan zijn er nog maar twee vormen van betrouwbaarheid.

Tot slot nog even dit. Kun je een correlatie tussen de metingen berekenen en betrouwbaar meten, dan is er een lage correlatie, dan is er een hoge betrouwbaarheid.

De betrouwbaarheid van een meting kan ook berekend worden door de correlatie te berekenen met andere metingen. Het is niet mogelijk om te zeggen dat de betrouwbaarheid van een meting niet welk traject is. Het is niet mogelijk om te zeggen dat de norm 100 is. Het is niet mogelijk om te zeggen dat de norm 100 is.



Als ik to 101 meet, meet de klant dan hetzelfde?



Wat is kalibratie en hoe werkt het?

De term kalibratie heeft oorsprong in de wapenindustrie, waar de kalibratierammer van de loop van een vuurwapen nog steeds kaliber genoemd wordt. Het kalibreren van geschut bestaat uit het corrigeren van het geschut voor afwijkingen om met de te gebruiken munitie en onder de gegeven omstandigheden het doel te raken.

Kalibreren van modellen

Kalibreren vindt onder andere plaats bij het ontwikkelen van betrouwbaar en compleet model.

De kalibratie is in dat geval het vinden van de meest passende waarde de modelparameters (bijv. voor het instellen van interne modelparameters) maar ook daarna door experts door de gebruiker op te geven parameters. Op basis van empirische gegevens worden de modelparameters (variabelen) gemeten of geschat en ingevoerd. Dit noemt men het kalibreren van het model. Na deze fase kan de modelvalidatie plaatsvinden.

Kalibratie/fit

Kalibreren is het vergelijken van een systeem of apparaat met een standaard om de eigenschappen vast te stellen. Het afzetten van het fit-waarschijnlijkheid te brengen met de specificatie wordt fitting genoemd. Een fitting bestaat erin dat er een geschiedkundig wordt om data te interpreteren.

We geven een voorbeeld van een vergelijking tussen model en praktijkwaarden. Indien het model perfect zou zijn, zouden alle punten op de rechte lijn liggen. Aanpassen van modelparameters zou een beter resultaat kunnen opleveren.

Kalibreren van meettoestellen

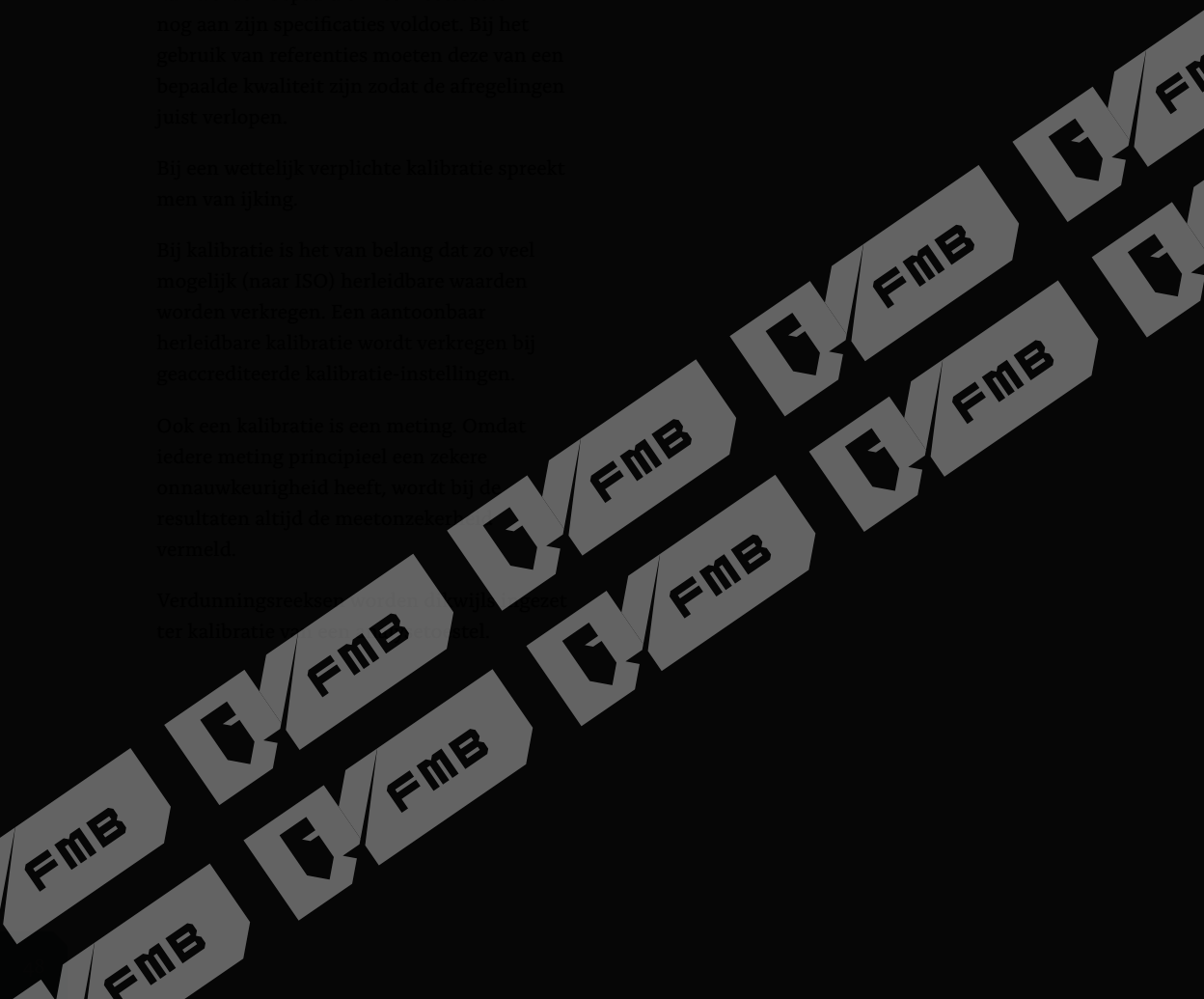
Bij het kalibreren van meettoestellen wordt de afwijking (bias) van het meettoestel vastgesteld. Dit kan door te vergelijken met een referentie of met een bekend model. De afwijkingen worden vastgelegd in een zogenaamde correctietabel. Bij digitale verwerking van meetwaarden kunnen de correctiewaarden met de gemeten waarden verrekend worden zodat een nauwkeurig resultaat wordt verkregen. Indien het meetinstrument wordt bijgesteld, dus de meetafwijking wordt gecorrigeerd, spreekt men van justering. Op basis van de kalibratie kan worden bepaald of het meettoestel nog aan zijn specificaties voldoort. Bij het gebruik van referenties moeten deze van een bepaalde kwaliteit zijn zodat de afregelingen juist verlopen.

Bij een wettelijk verplichte kalibratie spreekt men van ijking.

Bij kalibratie is het van belang dat zo veel mogelijk (naar ISO) herleidbare waarden worden verkregen. Een aantoonbaar herleidbare kalibratie wordt verkregen bij gecrediteerde kalibratie-instellingen.

Ook een kalibratie is een meting. Omdat iedere meting principieel een zeker onnauwkeurigheid heeft, wordt bij de resultaten altijd de meetonzekerheid vermeld.

Verduimingsrekening is een rekenwijze voor kalibratie van meettoestellen.



253 Laagdiktemeting



Deze methode maakt gebruik van een permanente magneet die wordt beweegt door mechanische of elektrische middelen. De magnetische kracht van de magneet wordt gebruikt om een teruglopende tegenkracht zodanig te genereren dat de permanente magneet loskomt van het oppervlak. De indicatie hiervan is de maat voor de laagdikte.



Magnetische inductie (MI)

Deze methode gebruikt twee magnetenspulen waarbij het magnetisch veld verandert bij het benaderen van het ferromagnetische oppervlak. De verandering van het magnetische veld wordt gerelateerd aan de afstand tussen de taster en het oppervlak, dus de laagdikte. De tweede spoel neemt de magnetische stroom op. Deze magnetische koppeling tussen beide magnetische polen is de maat voor de laagdikte.

Wervelstroom- of Eddy current-techniek (NTc)

Deze methode is nodig om niet-geleidende coatings op niet-ferromagnetische ondergronden zoals aluminium te meten. Wervelstrometechnieken zijn gebaseerd op het principe van elektromagnetische inductie. Een fijn gewonden spoel genereert een hoogfrequente wisselende spanning die een magnetisch veld creëert waarbij de richting verandert op de wisselend aangeboden spanning. Als de NIc-taster op het oppervlak gebracht wordt, zal er een Eddy current gegenereerd worden die het magnetisch veld van de spoel beïnvloedt. Het effect hangt af van de karakteristiek van het oppervlak en de afstand tussen de taster en het oppervlak, bijvoorbeeld laagdikte.

Combinatorische (F) in (N)

Die kombinatorische Variante der Fuzzy-Logik wird durch die Fuzzy-Logik (FL) bezeichnet. Die Fuzzy-Logik (FL) ist eine Erweiterung der klassischen Logik (KL) um die Möglichkeit, die Wahrheitswerte nicht nur auf 0 (Falsch) und 1 (Wahr) zu beschränken, sondern auf den gesamten Bereich zwischen 0 und 1 zu erweitern. Die Fuzzy-Logik (FL) ist eine Erweiterung der klassischen Logik (KL) um die Möglichkeit, die Wahrheitswerte nicht nur auf 0 (Falsch) und 1 (Wahr) zu beschränken, sondern auf den gesamten Bereich zwischen 0 und 1 zu erweitern. Die Fuzzy-Logik (FL) ist eine Erweiterung der klassischen Logik (KL) um die Möglichkeit, die Wahrheitswerte nicht nur auf 0 (Falsch) und 1 (Wahr) zu beschränken, sondern auf den gesamten Bereich zwischen 0 und 1 zu erweitern.

Compositional-Method (F) in (N)

Die Compositional-Method (F) in (N) ist eine Erweiterung der Fuzzy-Logik (FL) um die Möglichkeit, die Wahrheitswerte nicht nur auf 0 (Falsch) und 1 (Wahr) zu beschränken, sondern auf den gesamten Bereich zwischen 0 und 1 zu erweitern. Die Compositional-Method (F) in (N) ist eine Erweiterung der Fuzzy-Logik (FL) um die Möglichkeit, die Wahrheitswerte nicht nur auf 0 (Falsch) und 1 (Wahr) zu beschränken, sondern auf den gesamten Bereich zwischen 0 und 1 zu erweitern.



De eenheid van permeabiliteit is de Darcy, meestal gemeten in milli-Darcy of mD (1 Darcy is ongeveer $100 \mu\text{m}^2$). De Wet van Darcy beschrijft stroming van stoffen en daar is de permeabiliteit van afgeleid.

Scheikundig kan permeabiliteit worden gebruikt om een mengsel te scheiden door een membraan. Het membraan zal de stof met een hoge permeabiliteit doorlaten, terwijl de stof met lage permeabiliteit wordt opgevangen.

$$k = \frac{q \mu}{A (\Delta P/L)} \quad [\text{m}^2]$$

met: q = vloeistofstroming [m^3/sec]

μ = viscositeit vloeistof [$\text{Pa}\cdot\text{s}$]

ΔP = drukverschil tussen begin en einde [N/m^2]

L = lengte in de richting waarin de vloeistof loopt [m]

De permeabiliteit van een materiaal kan verschillen. Hoewel het vaak wordt beschouwd als een eigenschap van een poreus materiaal, kan het ook afhangen van de manier waarop het wordt gebruikt. Het is een eigenschap van een poreus materiaal dat wordt gebruikt in een bepaalde richting. Er zijn verschillende pogingen gedaan om deze eigenschap te kwantificeren. Totaalheid wordt vaak gebruikt om diffusie en vloeistofstroming in poreus media, zoals grond en sneeuw, te beschrijven [2,22].

Verhouding tussen de poriën toch relatief permeabel is.

Specifiek oppervlak

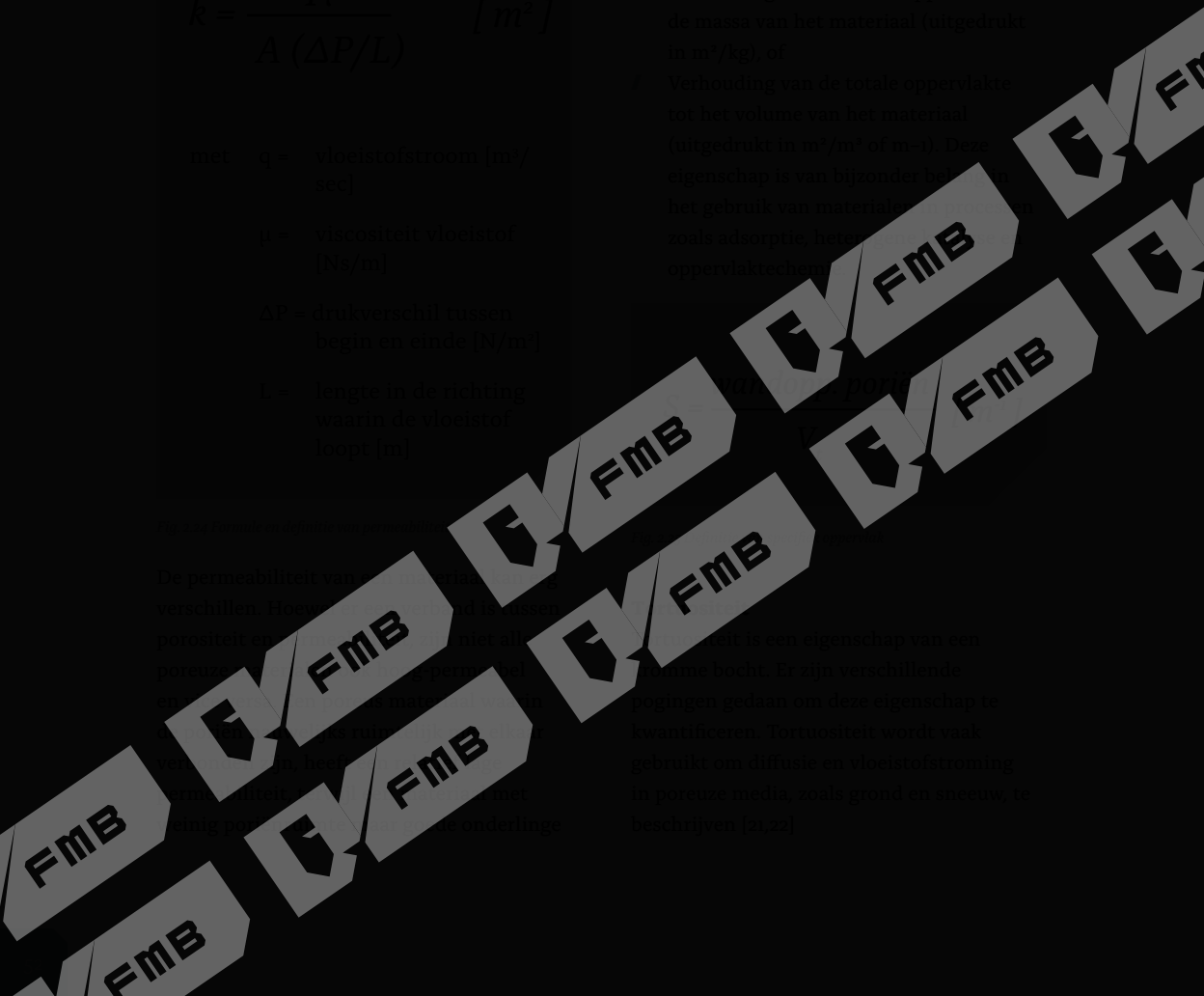
Het specifieke oppervlak is een eigenschap van een vaste stof die de totale oppervlakte weergeeft per eenheid massa of volume van dit materiaal.

Het is een afgeleide waarde die kan gebruikt worden om het type en andere eigenschappen van het materiaal (bijv. zand) te bepalen.

De twee mogelijke definities zijn:

Verhouding van de totale oppervlakte tot de massa van het materiaal (uitgedrukt in m^2/kg) of

Verhouding van de totale oppervlakte tot het volume van het materiaal (uitgedrukt in m^2/m^3 of m^{-1}). Deze eigenschap is van bijzonder belang bij het gebruik van materiaal, zoals adsorptie, het specifieke oppervlak (m²/kg).





- meten van de weglengte
 van poriën
 - ingemeten lengte van stiel
 (metallenaaldklem)

Meetmethodes porositeit

Directe methode

(6) Allereerst wordt het volume van het
 ruwe product (V_1) bepaald. Vervolgens
 wordt het product zodanig verpakt
 dat alle poriën verdwijnen. Daarna wordt
 opnieuw het volume (matrisvolume V_2)
 bepaald. De porositeit is nu als volgt te
 berekenen: $p = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$. Omdat bij deze
 methode zowel de continue als de niet-
 continue poriën worden meegenomen,
 wordt met deze methode de totale porositeit
 gemeten. Groot nadeel van deze methode
 is dat de kracht die nodig is om alle
 poriën dicht te drukken vaak zo hoog is
 dat er onreversibele vervormingen in het
 matrismateriaal optreden.

De porositeit is nu als volgt te berekenen:

$$V = V_1 - V_2 \\
 \phi = \frac{V_1 - V_2}{V_1} = 1 - \frac{V_2}{V_1}$$

- V_1 = totaal volume poriën
- V_2 = mathematisch volume
 stiel
- $V_1 - V_2$ = volume samengedrukte
 matrix

Optische methode

(6) Bij deze meetmethode wordt ervan uitgegaan dat de pories random door het materiaal zijn verdeeld. De porositeit kan dan worden bepaald uit de oppervlakteporositeit. Een gepolijst oppervlak wordt onder de microscoop bekeken en waarbij het porievolume wordt bepaald. Op deze manier wordt de totale porositeit bepaald. Door het proefstuk van houtenaf met was te impregneren en daarna een gepolijst oppervlak te bekijken wordt de effectieve porositeit bepaald omdat de was alleen de continue pories kan bereiken.

Via microscopie en beeldanalysemethoden wordt het % van pories in een kwadrant bepaald.

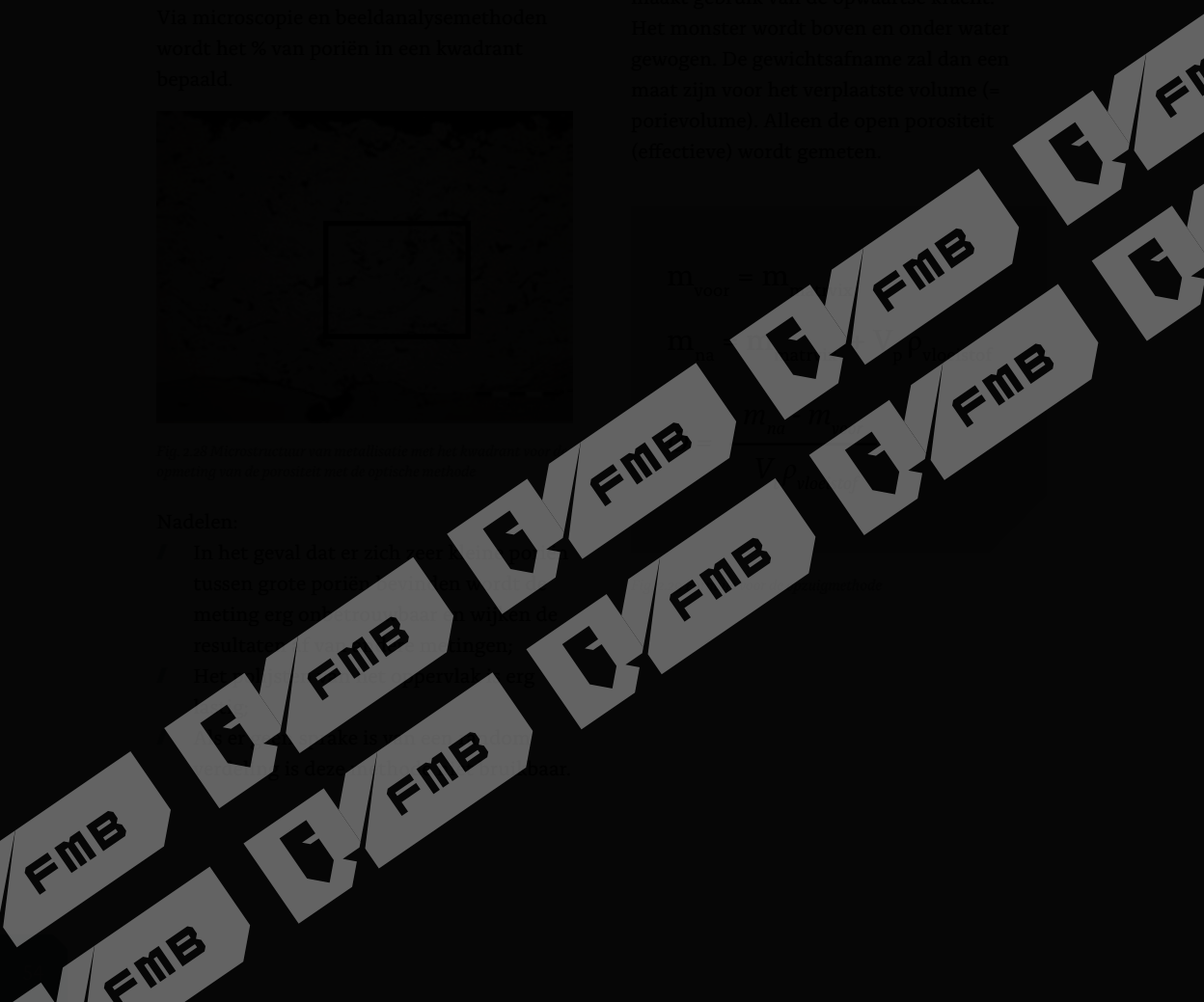


Vacuüm

In het geval dat er zich gaatjes bevinden tussen grote pories, kan de porositeit met een meting op een vacuüm toestel worden bepaald. Het resultaat wordt berekend door de volumetrische verandering van de pories te meten.

Opzigmethode

(7) Het proefstuk wordt in vacuüm in een perfect bevochtigende vloeistof ondergedompeld. De vloeistof zal zich nu in de pories begeven. Van het proefstuk wordt zowel het gewicht voor de na onderdompelen bepaald. Met deze methode wordt vrij nauwkeurig de effectieve porositeit bepaald. De vloeistof moet wel de pories goed bevochtigen. Als deze methode niet in vacuüm wordt uitgevoerd mag er geen lucht in plaats van vloeistof in de pories zitten. Een andere manier om met behulp van onderdompelen de porositeit te bepalen maakt gebruik van de opwaartse kracht. Het monster wordt boven en onder water gewogen. De gewichtsalname zal dan een maat zijn voor het verplaatste volume (= porievolume). Alleen de open pories (effectieve) wordt gemeten.



Dichtheidsmethodes

Bij deze methodes wordt de dichtheid van het proefstuk bepaald, en ook de dichtheid van de matrix van het proefstuk. De massa van een poreuze stof wordt vrijwel uitsluitend door de massa van het proefstuk bepaald omdat de massa van de lucht in de poriën verwaarloosbaar is ten opzichte van de massa van de matrix.

$$m = \rho_{\text{matrix}} \cdot V_{\text{matrix}} = \rho_{\text{buis}} \cdot V_{\text{buis}}$$

$$\phi = 1 - \frac{V_{\text{matrix}}}{V_{\text{buis}}} = 1 - \frac{m}{\rho_{\text{buis}} \cdot V_{\text{buis}}}$$

ρ_{matrix} = ρ matrix (kg/m³)

ρ_{buis} = ρ buis (kg/m³)

Nadeel

Deze methode is geschikt voor zeer poreuze schuimen, omdat de massa van de lucht in de poriën dan niet te verwaarlozen is ten opzichte van de massa van de matrix.

Statistische methode

[17] Als de porositeit van een klein aantal cellen wordt gemiddeld, kan de porositeit van een groot aantal cellen worden bepaald.

De nadelen

Om de effectieve porositeit te bepalen zal de druk op het kwik zeer groot moeten worden. Net als bij de eerste methode zal dit een verandering in de matrixstructuur tot gevolg kunnen hebben, waardoor de meting onbetrouwbaar wordt. De methode is door de hoeveelheden kwik die gebruikt worden niet erg milieuvriendelijk. Het is meestal niet mogelijk om al het kwik weer uit het proefstuk te verwijderen, zodat het proefstuk verontreinigd blijft met kwik.

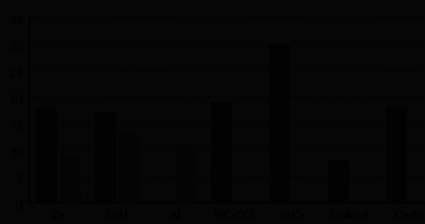
Porositeit en metallisatie





De afbeelding toont het zicht gegeven op een laag met een hoge porositeit, gezien onder een hoek van 45°. De laag heeft een hoge porositeitsgraad van ongeveer 70-80%. Het is een type van metaalcoatings met een hoge porositeit, bedoeld voor verschillende doeleinden, zowel voor corrosiebescherming als voor mechanische coatingen. Voor typische metallisatie met zink of zink-aluminium bekomt men waarden van 10-12% voor elektrisch geïsoleerde oppervlakken, en 17-18% voor metallisatie met gaspistool.

Porositeit %



Flame Arc

2.6 Hechting

Volgens ISO 2063-2 bedraagt de gevraagde hechtingskracht voor zink en zink-aluminium 4 MPa.

2.6.1 Hechtmechanisme

Met hechting wordt de bindingskracht tussen deklaag en substraatinterface en de afzonderlijke spuitdeeltjes bedoeld. Bij het thermisch spuiten zijn er drie belangrijke bindingmechanismen tussen spuitdeeltjes onderling en met het substraat:

Mechanische hechting

Het mechanisch verankeren aan het opperveld gestraald oppervlak. De spuitdeeltjes slaan neer en haken zich vast aan de toppen van het gestraald substraat.

Fysische hechting

Indien het oppervlak metallisch schoon is, rollen de atomen zo kort op elkaar liggen dat ze elkaar aantrekken.

Metallurgische hechting

Plaatselijk ontstaat er diffusie tussen de

spuitdeeltjes onderling en het substraat.

Er vormen zich microlassen aan de pleken van het gestraald oppervlak en deeltjes onderling.

De hechting is sterk afhankelijk van de snelheid en temperatuur van de spuitdeeltjes. Dit wordt direct beïnvloed door de lengte en temperatuur van de boog, spoorsnelheid, warmte en grootte en vorm van de deeltjes. Als de snelheid van het deeltje te laag is, treedt er te weinig indring op. Als de temperatuur te laag is, dan treedt er te weinig diffusie op. Is de temperatuur echter te hoog, dan explodeert het deeltje. Kort samengevat zorgt juist de hoge kinetische energie van de spuitdeeltjes voor een bijzonder dichte en goed gehechte laag.

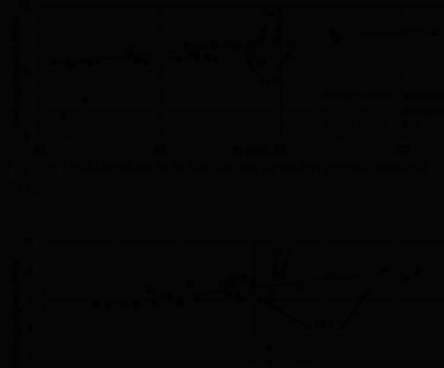
Mogelijke combinaties van de snelheid en temperatuur van de spuitdeeltjes in relatie tot de reactie van het deeltje met het substraat zijn:

Hoge snelheid & hoge temperatuur
Explosie van het deeltje, beschadiging en vervuiling van het substraat, geen bruikbare deklaag.

Hoge snelheid & lage temperatuur
Voor spuitdeeltjes met een hoge signaalsterkte (bijvoorbeeld wolfram) leidt deze combinatie tot uitval van deklagen.

Lage snelheid & hoge temperatuur
Met spuitdeeltjes die een hoge temperatuur hebben, kan het substraat te veel oververhit worden, met name bij de hechting.

Hechting & ruwheid



Hechting in functie van de Ra-waarde geeft een gelijkmatig patroon waarbij nogmaals wordt aangegeven dat een adheersterkte van 50% geen garantie biedt voor een goede hechting. Zie fig. 225 & fig. 226.

Correlatie versus laagdikte en versus legering. Het onderzoek is nog in de maak, maar de conclusies zijn:

- Het is niet mogelijk om de laagdikte te beïnvloeden door de Ra-waarde te wijzigen.
- Het is niet mogelijk om de Ra-waarde te wijzigen door de laagdikte te wijzigen.
- Het is niet mogelijk om de Ra-waarde te wijzigen door de legering te wijzigen.
- Het is niet mogelijk om de legering te wijzigen door de Ra-waarde te wijzigen.

De belangrijkste oorzaken van een slechte hechting van de deklaag zijn onder andere:

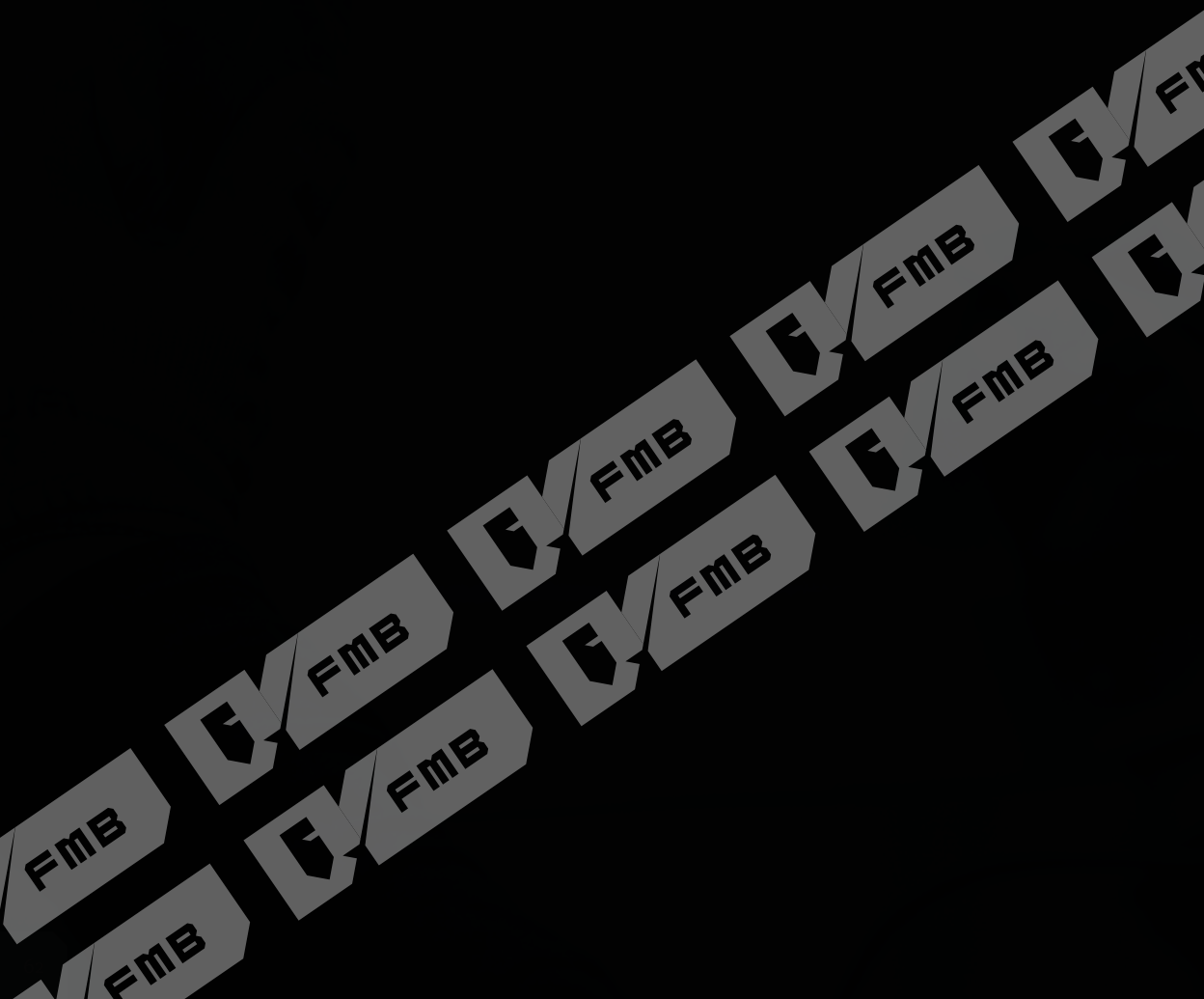
- Slechte voorbereiding van het oppervlak – ruwheid, roest, vet, olie.
- Slechte voorbereidingen van het oppervlak de naam ISO 2539.

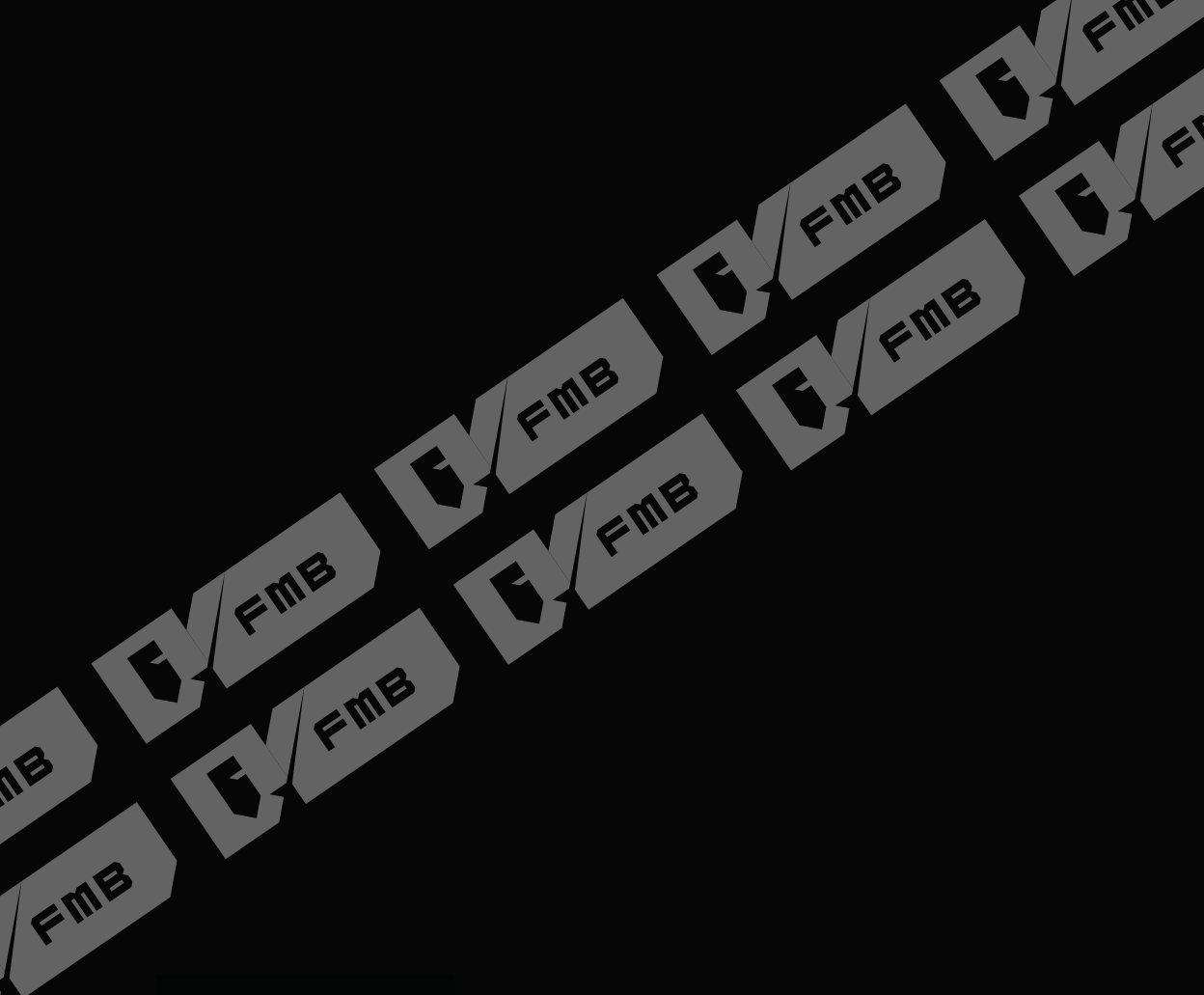


Zinkrodes
Zinkbladen
Zink-aluminiumdraden
Zinkleggingen voor smeltlijnen
Zinkpoeder
Zinkbanden
Zinkdraden
Van zinkdraden
Van koperdraden
Van aluminiumdraden

Zink is een belangrijk metaal met veel toepassingen in de industrie en de bouw. Het wordt gebruikt voor de productie van zinklegeringen, zinkcoatings en zinkhoudende producten. Zink is ook essentieel voor de menselijke gezondheid en wordt vaak gebruikt in voedingssupplementen. Het is een duurzaam metaal dat kan worden gerecycled en hergebruikt. Voor meer informatie over zink en zijn toepassingen, kunt u terecht bij de Nederlandse Organisatie voor Milieubeheer (Rijksoverheid) via de link <https://echa.europa.eu/nl/chemicals-substances>.







ZINK- ALUMINIUM

3. Zink- aluminium

3.1. Evolutie

Vanwege van de steeds stijgende
lichaamsdikte van de zijden, samen met
andere factoren die voortvloeien uit de
aanpak van de productie, wordt de
aanpak van de productie van zink-
aluminium steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.
De productie van zink-aluminium
wordt steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.
De productie van zink-aluminium
wordt steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.

De productie van zink-aluminium
wordt steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.
De productie van zink-aluminium
wordt steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.

De productie van zink-aluminium
wordt steeds moeilijker. Het
aanpak van de productie van zink-
aluminium wordt steeds moeilijker.

3.2. Vergelijkende studie thermisch spuiten van zink en zink-aluminium

3.2.1. Gebruiksmaterialen

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.

De studie heeft betrekking op de
thermische spuiting van zink en
zink-aluminium. De studie heeft
betrekking op de thermische
spuiting van zink en zink-
aluminium.



corrosiescherming door de vorming van een dichte oxidetfilm.

De kathodische werking is praktisch onbestaande, waardoor de corrosie van aluminium niet wordt beïnvloed. Het is dus de determinerende factor voor de duur van de draad van de elektrode. Bovendien kan de corrosie van aluminium naast de laagdikte van de coating van de plaatjes werd gedaan door te verspreiden op de draad.

De kathodische werking van zink-aluminium 85/15 nabij inkepingen is dezelfde als bij paar zink en is groter dan bij zink-aluminium 60/40. De kathodische werking van zink-aluminium 85/15 nabij inkepingen is dezelfde als bij paar zink en is groter dan bij zink-aluminium 60/40.

De kathodische werking van zink-aluminium 85/15 nabij inkepingen is dezelfde als bij paar zink en is groter dan bij zink-aluminium 60/40.

3.2.2. Studie Vieille Montagne

[65,66]

In de jaren 70 van de vorige eeuw is een grondige studie uitgevoerd om de verschillen van het thermisch spuiten met zuivere zink en zink-aluminium 15% draad te vergelijken. Het doel was om in eerste instantie de verbeterde efficiëntie van zink-aluminium vast te leggen, zowel in verbruik per vierkante meter, niet enkel afkomstig van het verschil in densiteit, als in een reductie van de hoeveelheid overspray.

Apparatuur en uitvoeringwijze

Er werden voor deze studie staalplaatjes van



Voor elke proef werden 16 plaatjes genomen. Een robotsysteem voerde het spuiten uit, zoals aangegeven in fig. 3.2. Voor de gewichtsbepalingen werden de 16 middelste plaatjes gebruikt.

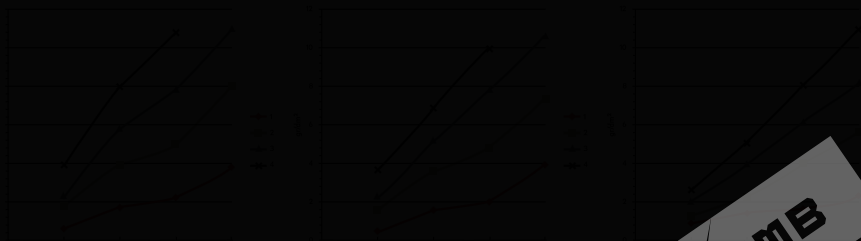
De hechting werd met de roostermethode gemeten. De microhardheden gaven een dubbele waarde van ZnAl ten opzichte van zuiver zink. De schijnbare densiteit (als maat voor de porositeit) werd bepaald door de verhouding gewichtstoename over laagdikte.

De metallicatie gebeurde met een robotsysteem op een afstand van 15 cm van het substraat en met een bewegingsgolf van 33 cm. Er werd gemetalliseerd met een snelheid van 3,5 en 2,75 m/min. De laagdiktes werden gemeten met een 2-puntspersmicroscop.

Resultaten met acetyleen- of propaan-zuurstoflam

In fig. 3.3 en 3.4 wordt de aangroei van de laagdikte weergegeven met elke passage van het spuitpijpje. Hierbij is de efficiënte voor ZnAl bij 16,7 m²/h terwyl die voor ZnAl₂ bij 12,5 m²/h bedraagt.

Aangroei Zn per passage Aangroei ZnAl₂ per passage Aangroei ZnAl₂ per passage



De aangroei loopt gelijk voor beide draadtypes, maar de laagdikte is afhankelijk van de laagdensiteit.

Dikte van de metallisatie

In figure 23 en 24 wordt de laagdikte per passage en per draad gegeven voor een draaddiameter van 2,25 mm/min. Voor zuiver zink komt met een laagdikte van 125 µm met 4 passages en met een draaddiameter van 12 mm met 1 passage.

Laagdikte Zn (IV)

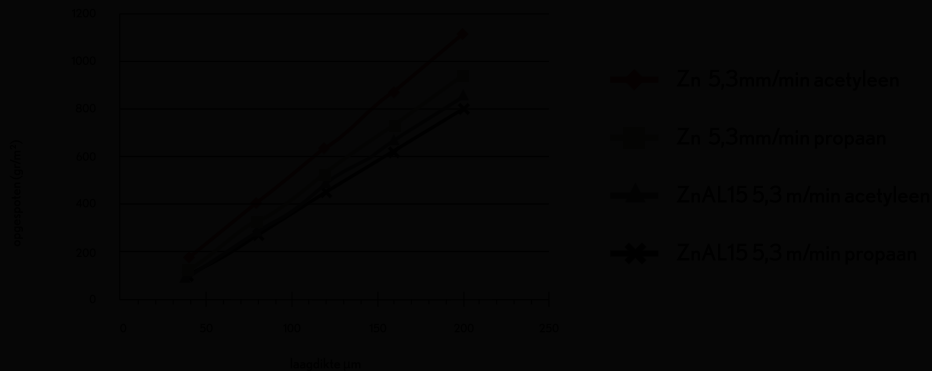


Correlatie tussen gewichtstoename en laagdikte

De gegevens van de gewichtstoename van de laag van de fig. 23 en 24 en die van de laagdikte 23 en 24 kan men de schijnbare densiteit van de spanten laag bepalen. Uit deze correlatie blijkt ook dat deze schijnbare densiteit verandert bij elke passage. Hieruit sloot voort dat de porositeit met de laagdikte afneemt.

De schijnbare densiteit van een metallisatielaag uit puur Zn bedraagt gemiddeld 5,91 (dat is 100% Zn 7,1) en die van een metallisatielaag uit ZnAl 5,37 (dat is 100% ZnAl 5,75). Dit levert een gemiddelde porositeit op van 17%.

Correlatie gewicht/laagdikte



Indicele este calculat pe baza
volumului de vânzări în valoare
de la începutul perioadei de referință
până la sfârșitul acesteia, raportat la
volumul de vânzări în valoare din
perioada de referință.



Indicele este calculat pe baza
volumului de vânzări în valoare
de la începutul perioadei de referință
până la sfârșitul acesteia, raportat la
volumul de vânzări în valoare din
perioada de referință.

Valoare:

Minimalele din rând de referință
sunt de 100 și sunt exprimate în
procent din valoarea de referință
de vânzări în valoare din perioada
de referință.

Indicele este calculat pe baza:





1. Het is belangrijk dat de zuurstof
 2. Het is belangrijk dat de zuurstof
 3. Het is belangrijk dat de zuurstof

4. Het is belangrijk dat de zuurstof
 5. Het is belangrijk dat de zuurstof
 6. Het is belangrijk dat de zuurstof

7. Het is belangrijk dat de zuurstof
 8. Het is belangrijk dat de zuurstof
 9. Het is belangrijk dat de zuurstof

10. Het is belangrijk dat de zuurstof
 11. Het is belangrijk dat de zuurstof
 12. Het is belangrijk dat de zuurstof

13. Het is belangrijk dat de zuurstof
 14. Het is belangrijk dat de zuurstof
 15. Het is belangrijk dat de zuurstof

16. Het is belangrijk dat de zuurstof
 17. Het is belangrijk dat de zuurstof
 18. Het is belangrijk dat de zuurstof

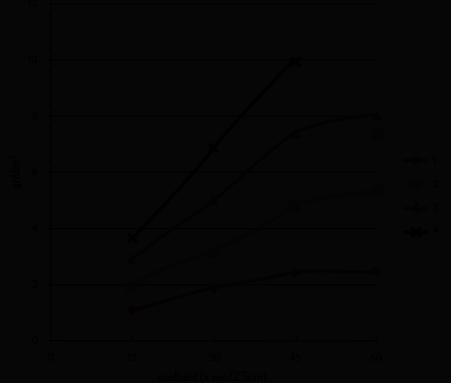
19. Het is belangrijk dat de zuurstof
 20. Het is belangrijk dat de zuurstof
 21. Het is belangrijk dat de zuurstof

22. Het is belangrijk dat de zuurstof
 23. Het is belangrijk dat de zuurstof
 24. Het is belangrijk dat de zuurstof

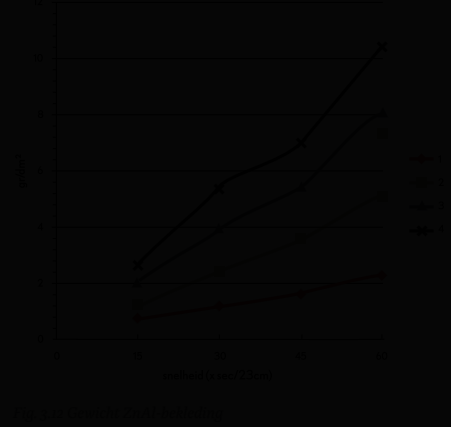
25. Het is belangrijk dat de zuurstof
 26. Het is belangrijk dat de zuurstof
 27. Het is belangrijk dat de zuurstof

28. Het is belangrijk dat de zuurstof
 29. Het is belangrijk dat de zuurstof
 30. Het is belangrijk dat de zuurstof

Gewicht Zn ipv passage

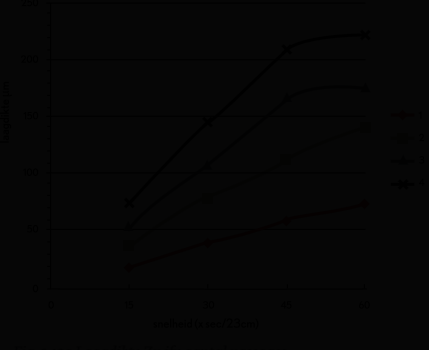


Gewicht ZnAl5.3 ipv passage

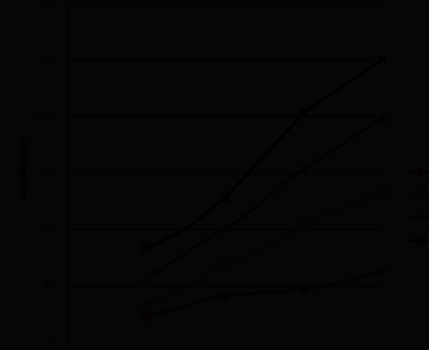


Ook hier blijft het opmerkelijk dat met een laagdikte van slechts 20 µm het evenwale ruwe (enke) bij manueel aangebracht blijft bestaan op een gebrek aan laagopbouw bij de toppen van de ruwheid van het gestraalde oppervlak.

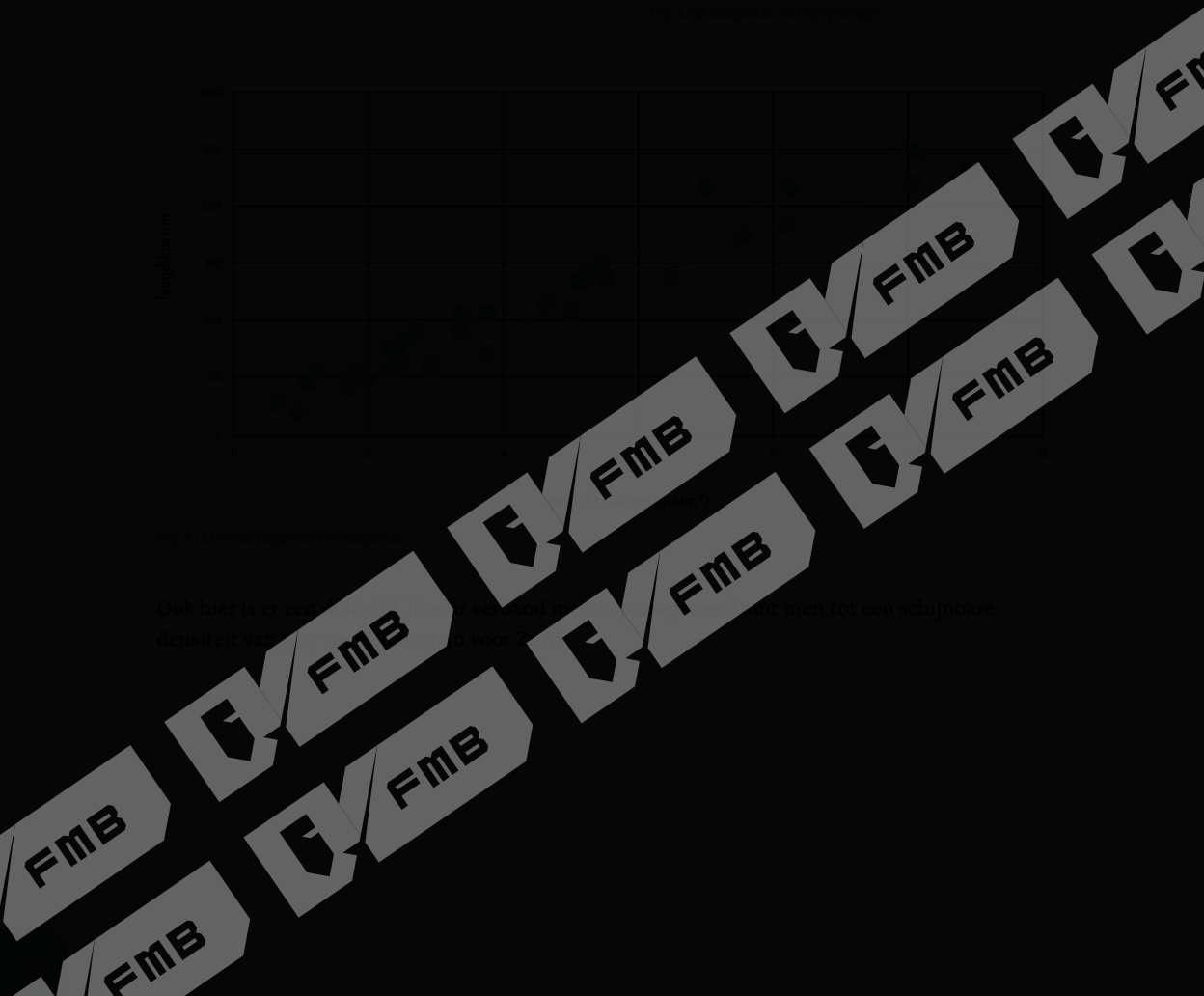
Laagdikte Zn ifv passage



Laagdikte ZnAl15 ifv passage



100000000



Ook met de meest recente technologie en de beste materialen kan men tot een schijnbare
dunne laag van metaal komen. Het is niet mogelijk om te zien hoe de laag dikte wordt

metode	lengte (cm)	gewicht (g)	oppervlakte (cm ²)	oppervlakte (m ²)
1	100	100	100	100
2	100	100	100	100
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100
10	100	100	100	100
11	100	100	100	100
12	100	100	100	100
13	100	100	100	100
14	100	100	100	100
15	100	100	100	100
16	100	100	100	100
17	100	100	100	100
18	100	100	100	100
19	100	100	100	100
20	100	100	100	100
21	100	100	100	100
22	100	100	100	100
23	100	100	100	100
24	100	100	100	100
25	100	100	100	100
26	100	100	100	100
27	100	100	100	100
28	100	100	100	100
29	100	100	100	100
30	100	100	100	100
31	100	100	100	100
32	100	100	100	100
33	100	100	100	100
34	100	100	100	100
35	100	100	100	100
36	100	100	100	100
37	100	100	100	100
38	100	100	100	100
39	100	100	100	100
40	100	100	100	100
41	100	100	100	100
42	100	100	100	100
43	100	100	100	100
44	100	100	100	100
45	100	100	100	100
46	100	100	100	100
47	100	100	100	100
48	100	100	100	100
49	100	100	100	100
50	100	100	100	100
51	100	100	100	100
52	100	100	100	100
53	100	100	100	100
54	100	100	100	100
55	100	100	100	100
56	100	100	100	100
57	100	100	100	100
58	100	100	100	100
59	100	100	100	100
60	100	100	100	100
61	100	100	100	100
62	100	100	100	100
63	100	100	100	100
64	100	100	100	100
65	100	100	100	100
66	100	100	100	100
67	100	100	100	100
68	100	100	100	100
69	100	100	100	100
70	100	100	100	100
71	100	100	100	100
72	100	100	100	100
73	100	100	100	100
74	100	100	100	100
75	100	100	100	100
76	100	100	100	100
77	100	100	100	100
78	100	100	100	100
79	100	100	100	100
80	100	100	100	100
81	100	100	100	100
82	100	100	100	100
83	100	100	100	100
84	100	100	100	100
85	100	100	100	100
86	100	100	100	100
87	100	100	100	100
88	100	100	100	100
89	100	100	100	100
90	100	100	100	100
91	100	100	100	100
92	100	100	100	100
93	100	100	100	100
94	100	100	100	100
95	100	100	100	100
96	100	100	100	100
97	100	100	100	100
98	100	100	100	100
99	100	100	100	100
100	100	100	100	100

Tabel 3.1 Samenvatting van de resultaten uit de studie van 1977

3.2.3 Recente studies met elektrische vlamboog

Tegenwoordig worden er meer en meer elektrische installaties gebruikt voor het metalliseren. Hierdoor werd het tijd om de studie gedaan in de jaren 70 over te doen met huidige elektrische spuitpistolen. De studie werd in het Applicatie Centrum van Trillo Werke AG (Duisburg, Duitsland) uitgevoerd in de periode 2018-2020 en omvatte onder meer de invloed van de meeste procesparameters op de dekkingscoëfficiëntie van de metallisatie en de voordelen van het gebruik van ZnAl-draad in de strijd tegen corrosie.

Bij elektrische spuitpistolen kunnen meerdere parameters ingesteld worden, hun invloed op de kwaliteit van de metallisatielaag werd eveneens getest. Op deze wijze werden sommige missies links gevonden en de resultaten van vorige testseries [6, 66] werden vervolledigd. Om de invloed van menselijke/manuele parameters te vermijden, werd gewerkt met een laserobot en werd het monster groot genoeg genomen om goede resultaten en gegevens te bekomen voor de verschillende parameterinstellingen. Een plaatje van $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ werd ontvet en gestraald volgens het zuiveringsdraad SA 25 met een oppervlaktewijde van 10000 cm^2 . Tabel 3.15 geeft de loopbaan van de robot op de proefplaat.



Verscheidene parameters werden getest, ook de draaddiameter, vloeedichtheid, spanning, afstand tot het oppervlak, luchtdruk, snelheid, smeltdiepte en eventueel verschillende pistooltypes.

Resultaten van het onderzoek ten doel van de studie is de dekkingscoëfficiëntie van de metallisatie. Het resultaat is in functie van de verschillende parameters van de elektrische spuitpistolen.

De dekkingscoëfficiëntie is de verhouding van de oppervlakte van de metallisatie tot de oppervlakte van de proefplaat. Het gewicht op de plaat is afhankelijk van de draaddiameter en het gewicht van verbruikte draad.

oppervlakte gewicht van de draad

$$DE = \frac{A_{\text{metalliserend}}}{A_{\text{proefplaat}}}$$

oppervlakte gewicht van verbruikte draad

$$DE = \frac{G_{\text{draad}}}{G_{\text{proefplaat}}}$$



Het effect van het gebruik van dit soort materiaal kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

De hoeveelheid materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

De hoeveelheid materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

Het verbruik van de spuitgietende heeft een negatief effect op de delingsverhouding. Dit effect is niet uitgesproken bij 20 graden, maar bij 200 graden wordt een goede van het de materialen verschilt tegen de rest van de machine.

De hoeveelheid van materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

Het effect van het gebruik van dit soort materiaal kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

Productiviteit
 Het effect van het gebruik van dit soort materiaal kan worden berekend op basis van de volgende gegevens: de hoeveelheid materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

Standaard

De hoeveelheid van materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens: de hoeveelheid materiaal die wordt gebruikt voor de productie van een onderdeel van een machine kan worden berekend op basis van de volgende gegevens:

De dekkingsnelheid stijgt met een stijgende diameter en hier heb je een voordeel van circa 10% voor Zn-Al draad vergeleken met Zn draad.

Dekkingsnelheid van een gemiddelde laagdikte van 100 µm

Ø	100	125	150	175	200
100	100	100	100	100	100
125	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
175	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

Kwaliteit van de metallisatie

Het effect van de luchtdruk is het grootst op de kwaliteit van de metallisatie. Hoe dikker de draad, hoe preciezer de deklaag wordt. Dit wordt aangegeven in fig. 3.10.

3.2.4. Vergelijkende studie van metallisatie-deklagen in offshore & maritieme omgeving [40]

In het kader van het uitbreiden van anticorrosiesystemen voor offshore installaties is in 1999 een project gestart om de optimale samenstelling van verschillende metallisatiesystemen met elkaar te vergelijken. Dit was een voorstudie voor het testen van meerdere duplexsystemen met Zn-Al metallisatie als onderlaag. Alle systemen werden met speciale monsten van een daartoe opgericht platform getest. Er werden tegelijkertijd drie platformsystemen getest voor de snakke werking van metallisatie in het tot corrosie in de drie zones van een C2/M2-klasse maritieme gebied in maritieme atmosfeer, in de zone getijdenzone en de onderwaterzone voor de Noordzee.

Hieronder zijn de resultaten van de test te zien.



Daar de grensvaart van de Noordzee een heel hoge belasting op land moet maken voor de corrosie, ingewikkeld belastingscollectief met vier verschillende belastingzones en de gelijktijdige aanwezigheid van zoutnevel, zand en deeltjes. Deze vormen ook nog een vorm van mechanische belasting. Daarnaast is er nog een vorm van mechanische belasting voor een zware belasting.

De corrosie van de lak is het meest ernstig in de splash zone, de splash zone is de meest ernstige belastingzone. De corrosie van de lak is het meest ernstig in de splash zone, de splash zone is de meest ernstige belastingzone.

Om zicht te krijgen op de corrosie- bescherming van een beschadigde lakking (bv. kraak/scheur) werd in 1999 een hele testserie opgesteld om de uiteindelijke corrosiebescherming van naakte metalisatie te testen in de vier belastingszones (multidome atmosfeer, onderwaterzone, getijdenzone en splash zone), en dit voor metaallegingen met verschillende concentraties aan aluminium (0%, 2%, 4%, 10%, 15% en 20%). Dit had als doel na te gaan welke van deze samenstellingen zich in welke zone het best gedragen (zie tabel 2.3).

	Al-gehalte	Laagdikte
Zn	0%	20 µm
ZnAl	2%	20 µm
ZnAl	4 massa %	20 µm
ZnAl	10 massa %	20 µm
ZnAl	15 massa %	20 µm
ZnAl	20 massa %	20 µm

Na het verwijderen van de monsters moesten deze eerst grondig gereinigd worden om überhaupt een zicht te bekomen van de toestand van de oppervlakken. Deze waren namelijk sterk begroeid met algen, ten van de drie belastingselementen (fig. 3.20), in de Noordzee. De vergelijkingstesten werden uitgevoerd volgens ISO 11636.

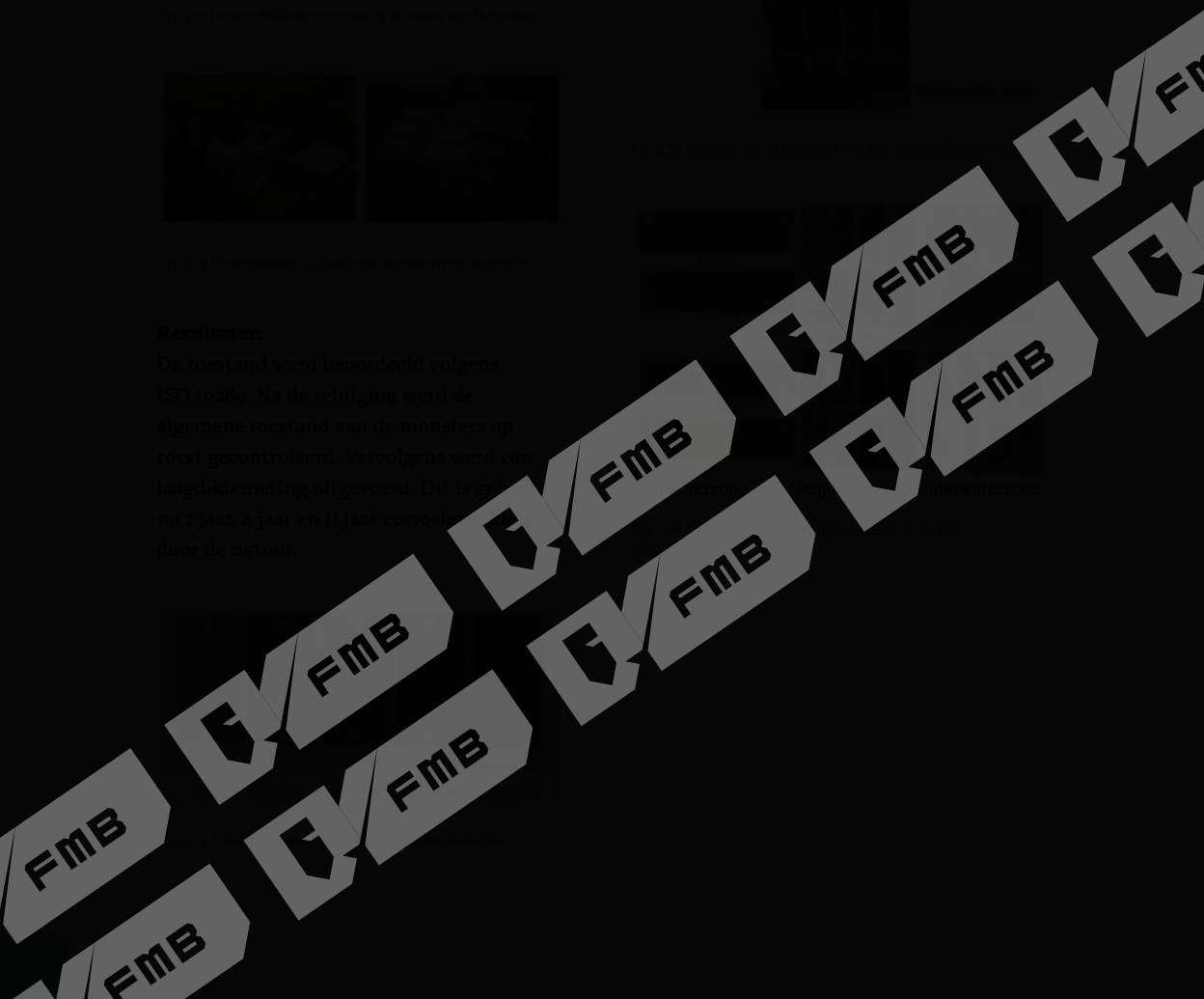
In fig. 3.22 zijn de testzones te zien zoals opgesteld in de haven van Helgoland voor de onderwaterzone, getijdenzone en de splash zone. Fig. 3.23 geeft de testpanelen op land weer.

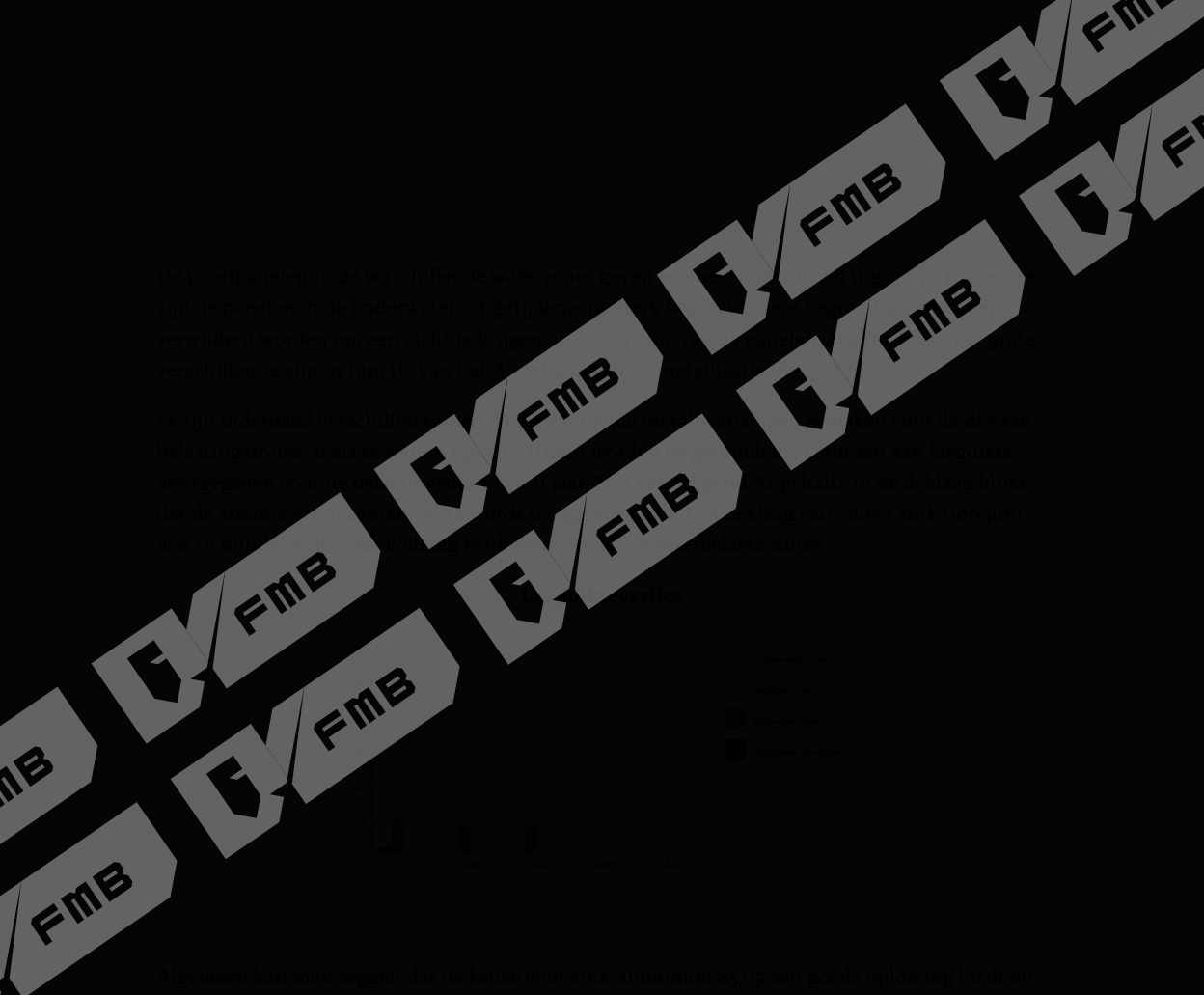


De panelen in de zone van de maritieme atmosfeer (aan land fig. 3.23) geven een uniform beeld weer voor het uitzicht. Er was geen directe corrosie te zien na 11 jaar blootstelling aan de Noordzee lucht op land. Bij de laagdiktemeting is er wel een verlies van dikte te bemerken voor de zure antimetallische.

Resultaten

De toestand werd beoordeeld volgens ISO 10300. Na de reiniging werd de algemene toestand van de monsters op meet gecontroleerd. Vervolgens werd een laagdiktemeting uitgevoerd. Dit is na 2 jaar, 4 jaar en 11 jaar conform door de natuur.





De voorkeur gaat uit naar aluminium, omdat het lichtgewicht is en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Aluminium kan met regen tot de beste voor elke aluminium deuren en goede oplossing heeft en het is een geweldig materiaal voor de installatie van deuren en ramen.

Aluminium is een geweldig materiaal voor deuren en ramen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Aluminium is een geweldig materiaal voor deuren en ramen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Aluminium is een geweldig materiaal voor deuren en ramen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Aluminium kan met regen tot de beste voor elke aluminium deuren en goede oplossing heeft en het is een geweldig materiaal voor de installatie van deuren en ramen.

Samenvatting

Naast aluminium zijn er ook andere materialen die gebruikt worden voor deuren en ramen. Het is belangrijk om te weten dat aluminium de beste oplossing is voor de meeste toepassingen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Aluminium is een geweldig materiaal voor deuren en ramen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

Wat zijn de voordelen?

Aluminium is lichtgewicht.

Aluminium is duurzaam.

Aluminium is gemakkelijk te installeren.

Aluminium is een geweldig materiaal voor deuren en ramen. Het is lichtgewicht, duurzaam en het resultaat eruit ziet als een gepolijst metaal. Het is ook geschikt voor de meeste toepassingen.

In de onderwaterzone en de getijdenzone is er sterke algengroei op de systemen maar die schijnen in de testduur geen invloed gehad te hebben op de corrosie van de systemen. De verschillende belastingtypen hebben geen invloed op de corrosieverhouding. In tegenstelling tot de spartwaterzone, die zeer kritisch is voor staal.

Een beschadiging van de deklaag (kathodische) is zeer agressief en zorgt voor corrosie van het staal. Bijgevolg is het primordiaal dat de deklagen een zeer goede mechanische weerstand hebben tegen de inwerking van beschadigingen (installante de onderlaag zorgt hier voor een goed compromis om de meeste beschadigingen van de vertieldlagen op te vangen)

De corrosieproeven op lange termijn op Helgoland hebben ook aangevoerd dat een zwaarte- of ZnAl₂-metallisatie een zeer goed systeem is in de vier testzones.

3.3 Lifecyclekosten

Met nu meer dan 30 jaar ervaring en grotere constructies in dienst is het mogelijk om een belang op te maken van de efficiëntie van metallische met zink of zink-aluminium zowel op het gebied van corrosiebestendigheid als lifecyclekosten.

Het beste voorbeeld hiervan zijn de langdurigere levensduur van de constructies die in dienst zijn. De meeste constructies zijn nu in de loop van de levensduur van de constructie.

vollledige renovatie uitgevoerd met staal en de alle-metalen verfsystemen, zinkrijke verf epoxyresin en polyurethaan topcoat. In 2001 was er opnieuw corrosie van de overgangen en Jansen hergeen nogmaals tot een volledige renovatie leidde in 2003.



De Rombakbrug (zie fig. 2.2d) bij Narvik werd gebouwd met een duplexstelsel op basis van meedlijfsal met een afzetresin plaat van 30 mm dik en een laag met een speciale inbouw tekening op een corrosie-



Fig. 2.2d Rombakbrug, Narvik, Noorwegen

2.2.2.2 Kostenanalyse van de beschermingskostprijs (inclusief onderhoudskosten) over een periode van 50 jaar service life

Beschermingsmethode	Kosten
Originele coating (duplex)	200
Jaarlijk onderhoud 1970	100
Totaal	300

Beschermingsmethode	Kosten
Originele coating	200
Jaarlijk onderhoud 1970	100
Jaarlijk onderhoud 1980	50
Totale restauratie 1980	200
Jaarlijk onderhoud 1990	20
Totaal	370

Beschermingsmethode	Kosten
Originele coating	200
Jaarlijk onderhoud 1970	100
Jaarlijk onderhoud 1980	50
Totale restauratie 1980	200
Jaarlijk onderhoud 1990	20
Totaal	570

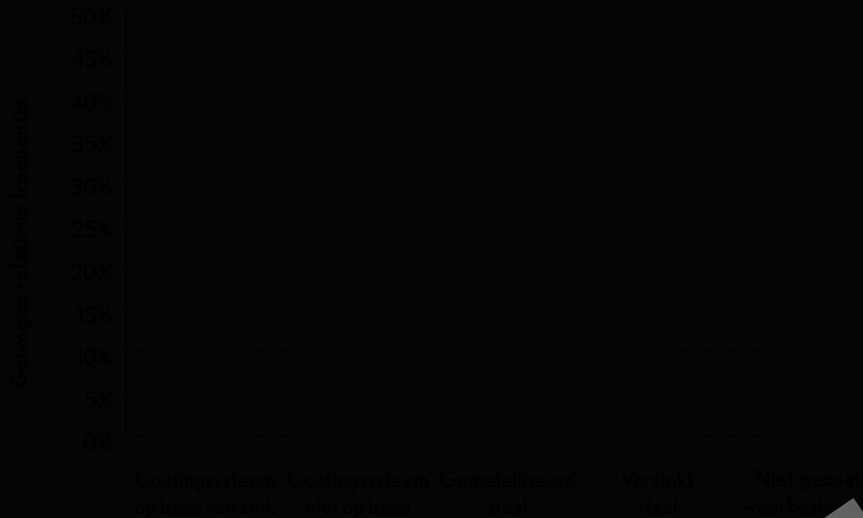
Beschermingsmethode	Kosten
Originele coating	200
Jaarlijk onderhoud 1970	100
Jaarlijk onderhoud 1980	50
Totale restauratie 1980	200
Jaarlijk onderhoud 1990	20
Totaal	570

Als conclusie werd besloten dat voor alle bruggen in Noorwegen een duplexstelsel TSZ-3 vereist voorgeschreven wordt.

In 2018 werd in de USA een opvolgingsonderzoek [63] gedaan door de National Cooperative Highway met betrekking tot stalen constructies en hun onderhoudskosten. Daar in de loop der tijd meerdere beschermingsystemen werden gebruikt, geeft deze studie een goed overzicht van de bestendigheid van de verschillende gebruikte corrosiebeschermingsystemen.

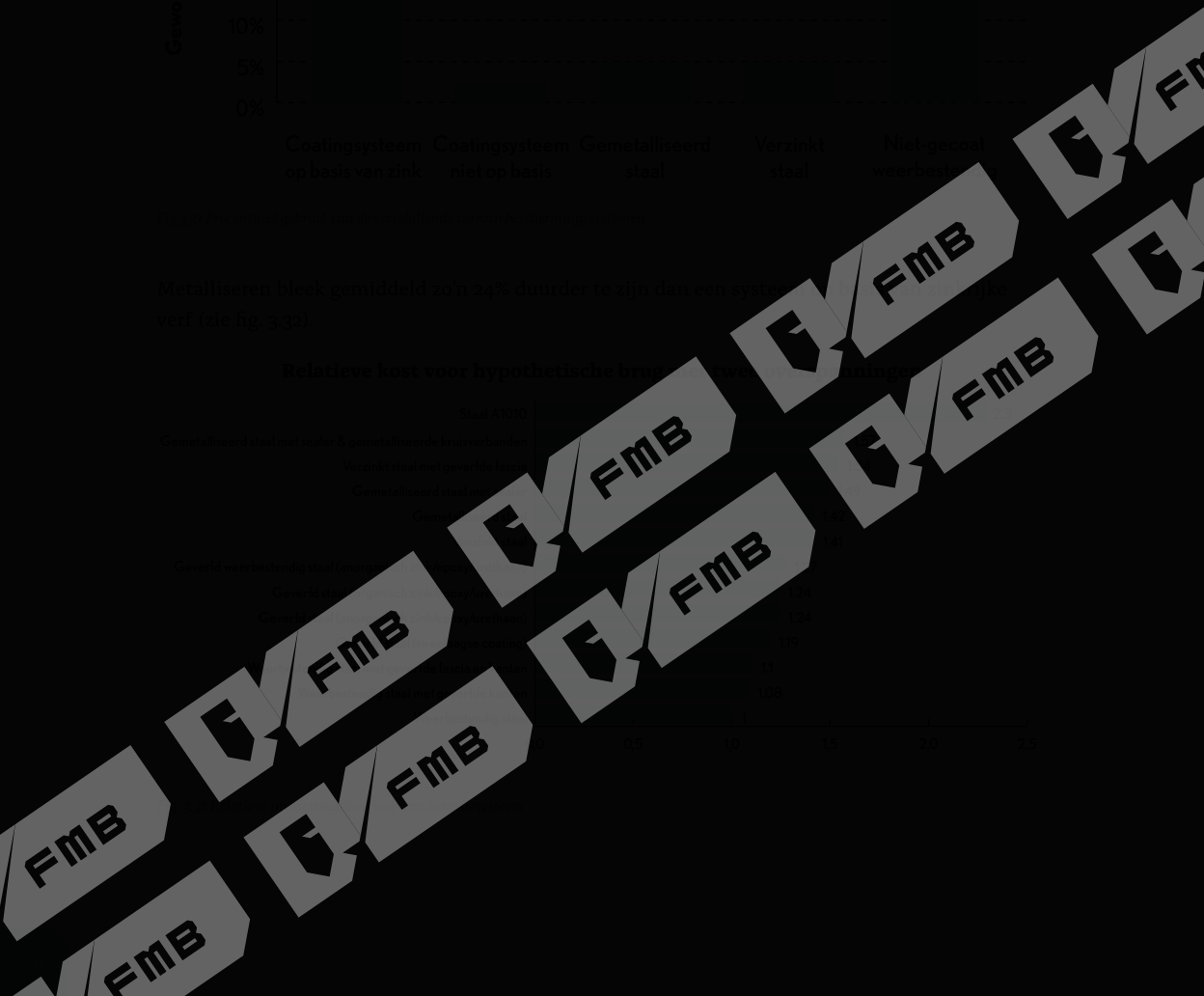
In de USA wordt veel metaalreken slecht geëxponeerd van de constructies (zie fig. 2.1).

Hoe vaak worden elk van de volgende corrosiebeschermingstechnologieën van de nieuwe constructies gebruikt in een nieuw stalen brugontwerp?



Metaalreken slecht geëxponeerd van de constructies (zie fig. 2.1) en het ontwerp van

Relative kost van hypothetische brug



Op het vlak van onderhoud bleef echter het gemiddelde of geen onderhoud verdienen na zelfs 20 jaar die onderhoudskosten over een periode van 60 jaar gemiddelde basis (fig. 32).



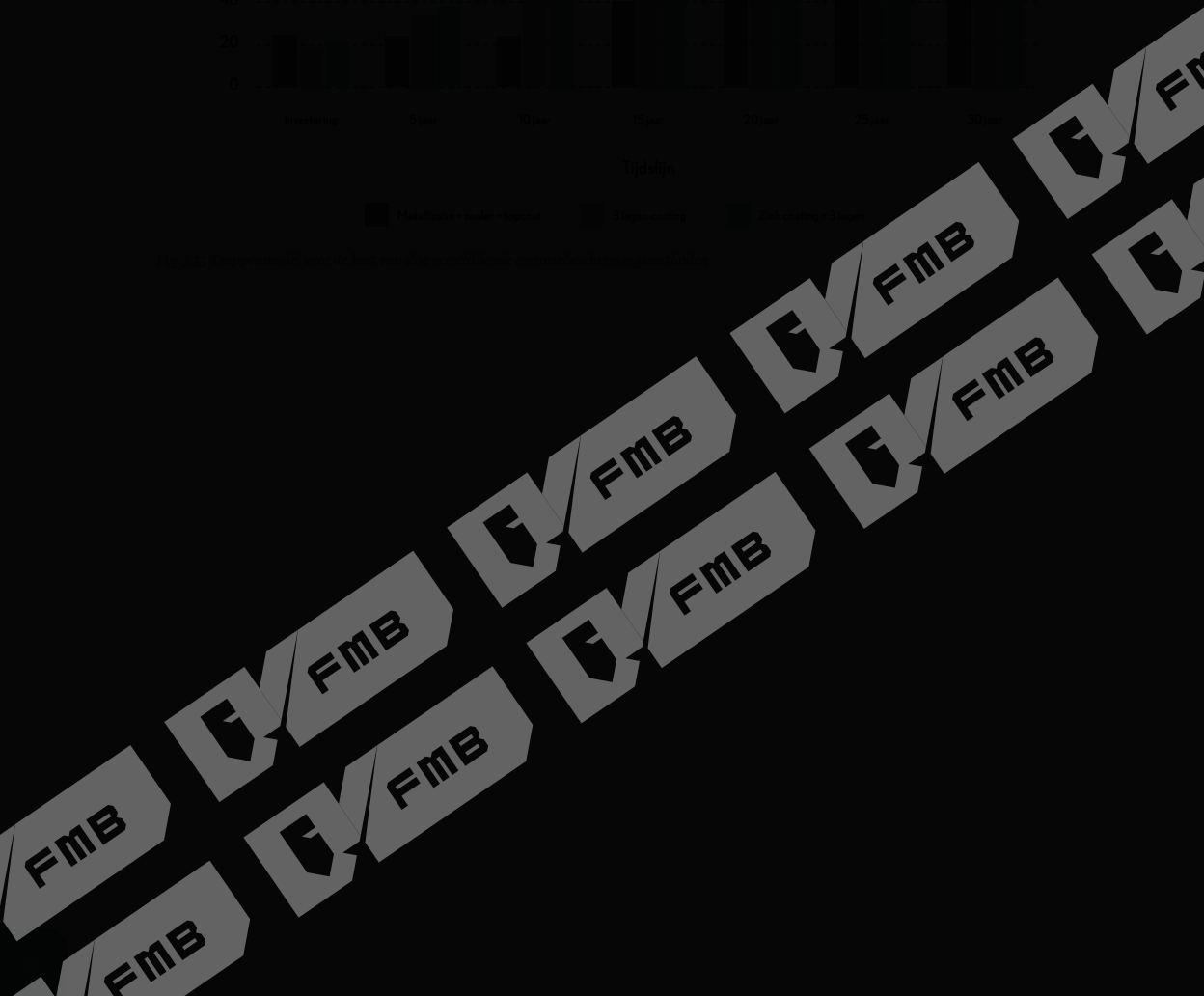
Gemiddelde levensduur en levenscycluskosten voor 6 coatings voor stalen bruggen voor een service life van 60 jaar in een corrosieve omgeving

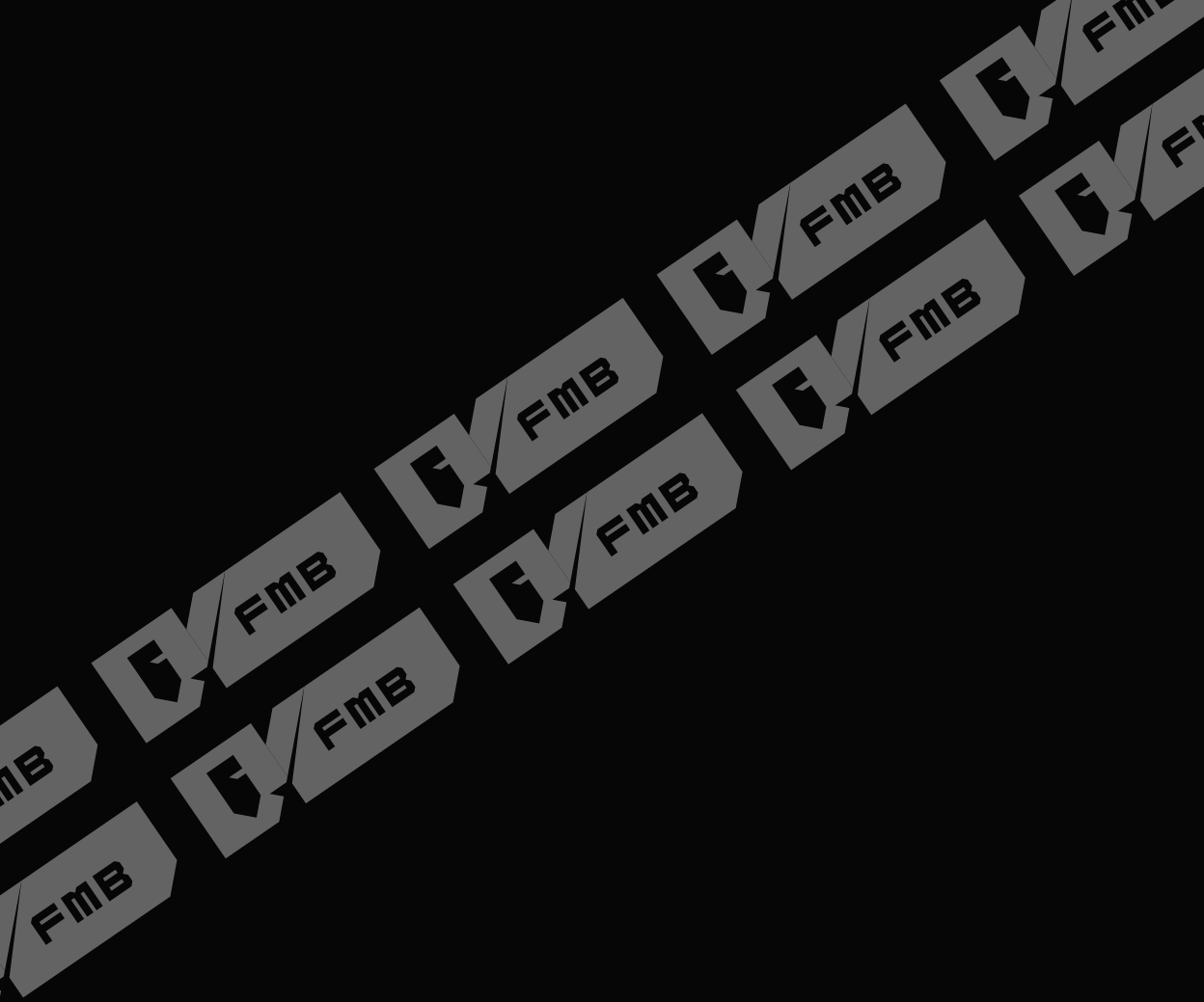


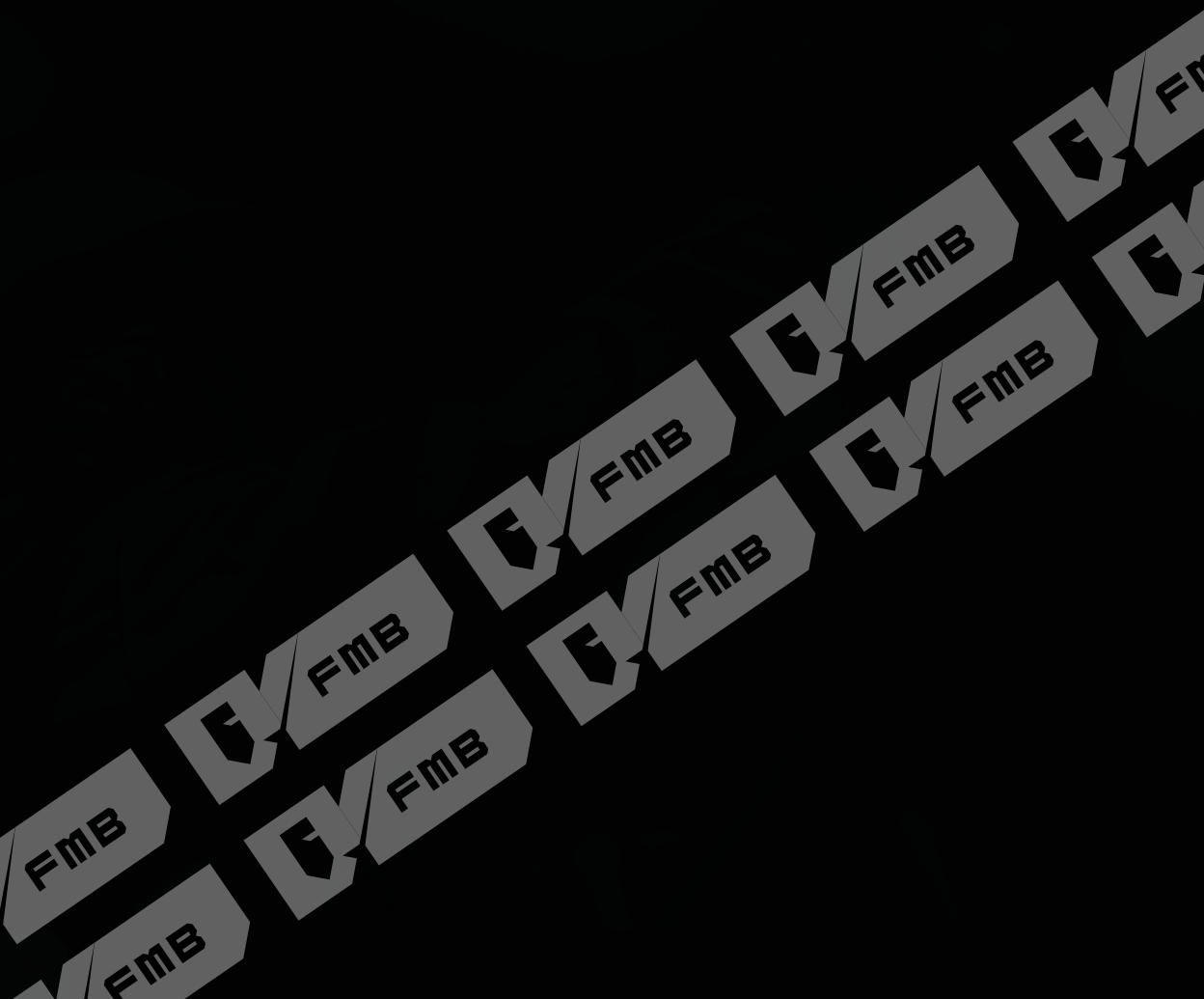
1. Niet beschermt met 2 lagen
 2. Bescherm met 2 lagen
 3. Bescherm met 3 lagen
 4. Bescherm met 4 lagen
- Gemiddelde levensduur van de coating (jaar)
- Gemiddelde levenscycluskosten per jaar (€/m²)

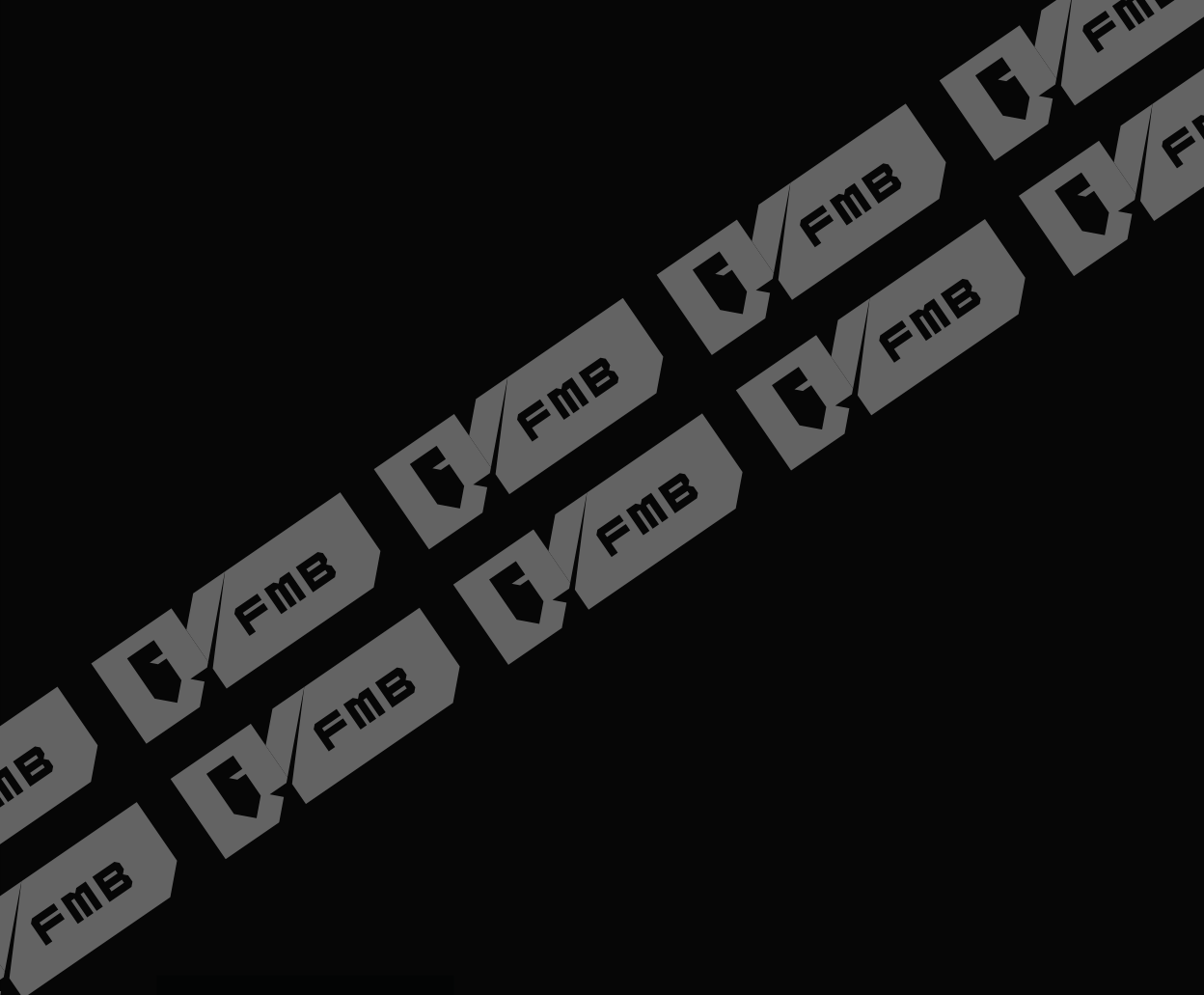
Uit al deze studies blijkt dat corrosiebescherming met duplexsystemen op basis van metallisatie met Zn en ZnAl duidelijk het meest kostenefficiënt zijn voor een langdurige bescherming tegen corrosie. Waar verfymenten initieel goed opzet zijn, vertonen zij een trappenverloop met het verstrijken van de tijd en ze worden daardoor uiteindelijk duurder dan meer performante systemen op basis van metallisatie met Zn en ZnAl (fig. 33).

Kostenverloop

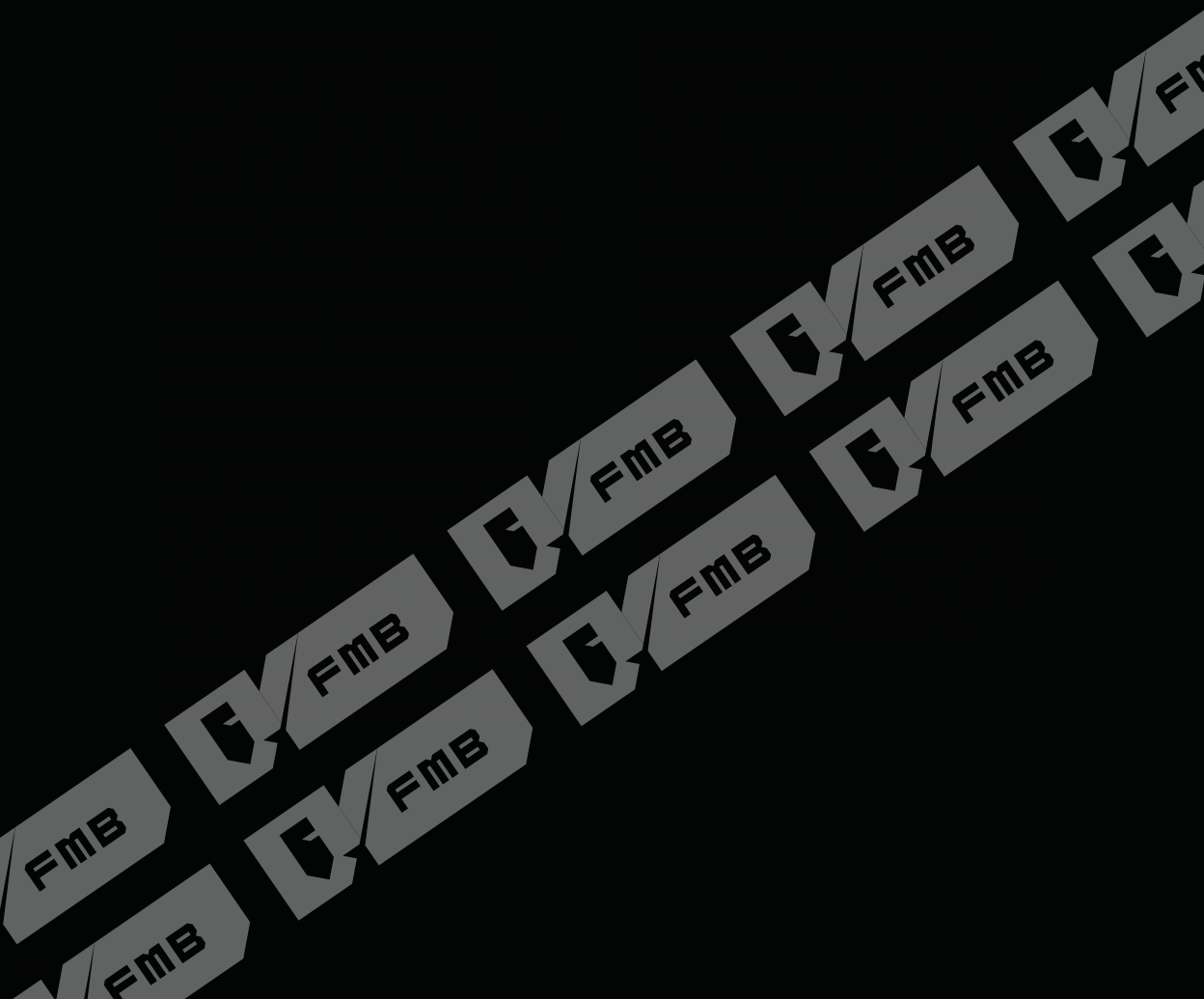








DUPLEX- EN MULTILAYER- SYSTEMEN



Afhankelijk van de omstandigheden en de toepassing onderscheiden we drie productiegroepen: het resulteren van stiel van aluminium of van een leging van 65/35. Alhoewel de leging 70/30 in West-Europa het meest wordt toegepast, wordt het zwaar gebruikt het zwaar van extra sterkte worden de andere twee stiel gebruikt.

De toepassing van deze producten wordt bevestigd door de Europese normen EN 10210 en EN 10219. Het is belangrijk om te weten dat deze producten van het metalliseren en het schilderen van organische deklagen te worden toegepast aan een strenge regelgeving met betrekking tot de milieus en arbeidsveiligheid. In deze praktijkrichtlijn gaan we ervan uit dat de bedrijfsvoering in overeenstemming is met de geldende regelgeving en voorschriften.

De informatie in dit hoofdstuk is bijgewerkt rekening houdend met de ontwikkeling van de normen en de stand van de techniek die momenteel op de Belgische markt worden toegepast.

Er worden oplossingen beschreven om staalconstructies te beschermen tegen corrosie, ongeacht of deze constructies zich binnen in gebouwen bevinden of dat ze aan de buitenlucht worden blootgesteld.

Het doel van van dit hoofdstuk is om een leidraad te geven aan alle actoren in de bouw (opdrachtgevers, architecten, studiebureaus ...) betrokken bij het ontwerp, de eigenlijke bouw, het onderhoud en de renovatie van staalconstructies. Er worden

aanbevelingen gegeven voor de toepassing van de bestaande oplossingen. Het is mogelijk dat voor andere specifieke projecten andere aanvaardbare oplossingen bestaan die hier niet worden beschreven.

Innovatieve systemen

Er worden voortdurend nieuwe corrosiebestrijdende systemen ontwikkeld en op de markt gebracht. Dat die systemen hierin niet vervat zijn, zegt niets over hun prestaties. De verklaring is dat deze systemen continu in ontwikkeling zijn of dat er nog geen praktijkrichtlijnen voor bestaan.

Milieuvoorschriften

Er wordt gewezen op het feit dat de milieuvoorschriften die op corrosiebestrijdende producten van toepassing zijn voortdurend strenger worden en dat ze afhankelijk zijn van de locatie waar ze worden gebruikt. Het is aan de verschillende actoren om na te gaan of de toegepaste systemen aan de milieuvoorschriften beantwoorden.

Specifieke omstandigheden

Om het optimale beschermingssysteem te kiezen, moet voor elk project rekening gehouden worden met de specifieke omstandigheden die van toepassing zijn op de constructies (binnen- of buitentoepassing, zichtbare of verborgen structuur, toegankelijkheid ...).

Atmosferische corrosie

Atmosferische corrosie speelt een rol bij constructies die noch zijn ingegraven noch in een vloerof (doorgeane water) zijn ondergedompeld. De corrosie van ingegraven of ondergedompelde constructies wordt behandeld in § 4.2.5.

Het risico op atmosferische corrosie en de snelheid waarmee deze corrosie optreedt, zijn hoofdzakelijk afhankelijk van de volgende parameters:

- De relatieve luchtvochtigheid (van binnen- of buitenlucht) waarin de staalconstructie zich bevindt.
- Het risico op condensatie (afhankelijk van de relatieve vochtigheid, de temperatuur van het staal en de snelheid waarmee de lucht zich verplaatst).
- De concentratie van corrosieve verontreinigende stoffen (gassen, vloeistoffen of elektrolyten), zoals zwaveldeioxide, zuren, alkali of zouten.

© 2012, FMB, versie 01/12, 2012

De afbeeldingen van de afbouw van de vloer zijn afkomstig van de website www.fmb.nl.
Aankomende afbeeldingen van de afbouw van de vloer zijn afkomstig van dit document.

4.1 Constructie

4.1.1 Samenstelling en ontwerp van het grondvlak

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

4.1.2 Constructie en lassen

Om een zo goed mogelijk resultaat te verkrijgen, moeten de volgende regels met betrekking tot de constructie in acht genomen worden:

- Bij het technisch ontwerp van de staalconstructie moet rekening worden gehouden met bepaalde basisregels over de constructie, zodat er achteraf geen beperkingen optreden voor het thermisch spuiten. Als leidraad bij het technisch ontwerp wordt verwezen naar EN 1090-1 (a) en/of EN 1090-2 (a) en/of EN 1090-3 (a) en ISO 3834 (a).

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

De samenstelling van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn. Het ontwerp van het grondvlak wordt bepaald door de aardsoorten die op de bouwlocatie aanwezig zijn.

4.13 Constructies ingewerkt in het metselwerk

Wanneer stalen structuurelementen zich in de buitenwand van een gebouw bevinden en ze niet volledig zichtbaar of toegankelijk zijn, mag de keuze van het corrosiewerende systeem niet altijd worden gebaseerd op de corrosiviteitsklasse van de binnenatmosfeer van het gebouw.

Wanneer de staalstructuur tegen water van buitenaf is beschermd, wordt de keuze van het corrosiewerende systeem gebaseerd op de corrosiviteitsklasse die overeenkomt met de binnenatmosfeer van het gebouw.

Deze situatie doet zich voor in de volgende gevallen:

- Wanneer het buitenspanblad van het gebouw waterdicht is (figuur 4.20).
- Wanneer de staalstructuur tegen infiltratiewater is beschermd:
 - hetzij door een luchtlaag van minimaal 40 mm (figuur 4.20);
 - hetzij door een ononderbroken en ondoordringbare materiaal laag van minimaal 25 mm dik (figuur 4.20).



1. Waterdicht buitenspanblad
2. Niet-waterdicht buitenspanblad - Aanwezigheid van een luchtlaag
3. Niet-waterdicht buitenspanblad - Aanwezigheid van een materiaal laag



1. Niet-waterdicht buitenspanblad - Bescherming met het buitenspanblad
2. Niet-waterdicht buitenspanblad - Bescherming van een luchtlaag in een niet-waterdicht materiaal

De grondslag is een voor metalisatie ontwikkelde voorbehandeling die de oppervlakte van de verleverancier en moet diezelfde binnen 2 of 3 uur (schakel) af te schilderen werken en het systeem de metalisatie laag vormt. Deze water wordt naar de verleverancier moet worden

De compatibiliteit van de verzorging met alle soorten zink, zink-aluminium en zink-aluminium-alkoxydremiddelen zijn niet compatibel met een metalisatielaag onder het stalen op verseping bestaat. In deze gevallen moet de verleverancier schriftelijk zijn akkoord geven dat de verf compatibel is met de metalisatie.

Afhankelijk van het agressiviteitsniveau van de omgeving waarin de stikken worden geplaatst, worden de verschillende soorten nalakken, hun laagdiktes en het aantal lagen voorgeschreven door de opdrachtgever in overleg met de nalakverleverancier en de applicateur. Indien deze informatie ontbreekt, kan de norm NBN EN ISO 12944-5 als leidraad worden gebruikt.



De poedercoating wordt onder chemische voorbehandeling op de metalisatielaag aangebracht. De keuze van het poederlaksysteem hangt af van de verwachting die de eindklant stelt van het uiterlijk van de poederlaksysteem en de verwachte levensduur. Belangrijk hierbij is dat de condities waaraan de constructie zal worden blootgesteld, gekend zijn (zie EN ISO 12944-5).

Door de porositeit van de metalisatielaag is het ten zeerste aanbevelen een ontgassingvriendelijke poederlak toe te passen. Deze geeft de beste resultaten voor levensduur en uiterlijk. De volgende systemen worden frequent gebruikt:

Eenlaagsysteem

- Product: ontgassingvriendelijke, buitenduurzame polyester poederlak
- Aanbevolen laagdikte van het verfsysteem: 80-100 µm, en geen meting minder dan 60 µm

Opmerking: heel zelden wordt ook een thermoplastische poederlak toegepast op een metalisatielaag. Hierbij worden in

een bewerking laagdiktes boven de zop-
pin bereikt. Vooral ontgassen is hierbij
sterk aanbevolen.

Toelagenstelsels

Product

- Grondlaag: ontgassingvriendelijke epoxy of epoxy/polyesterprimer
- Toplaag: buitenduurzaam we-
bestendig polyesterpoeder, al dan niet
ontgassingvriendelijk.

Aanbevolen totale laagdikte van het
verfstelsel is afhankelijk van de
corrosieklasse waarin men zich bevindt
en de gewenste levensduur.

Voor een optimale duurzaamheid is
het van groot belang dat de afgewerkte
poederlak een barrière vormt tussen de
metallisatieklaag en de omgeving. Hier toe
dient de poederlak gesloten te zijn (gebruik
van ontgassingvriendelijk poeder is
hiervoor aangewezen en voldoende te
worden uitgelakt volgens de door de
poederleverancier voorgeschreven overname).
Enkel bij een optimale vernietiging zal de
coating de gewenste eigenschappen behouden.

Afhankelijk van het agressiviteitsniveau
van de omgeving waarin de stakken worden
geplaatst, worden de verschillende soorten
poeders, hun laagdiktes en het aantal
voorgeschreven door de opdrachtgever.
overleg met de poederleverancier en de
applicateur.

Ewalleitsen en poederlak met een laagdikte
van maximaal 200 µm. Het is niet
aanbevolen om laagdiktes te combi-
neren met elkaar. Het is niet aanbevolen
om laagdiktes te combineren van

groot belang. Hierna volgt een opsomming
van de meest courante testen. Indien het
echter noodzakelijk is om bijkomende
testen uit te voeren of andere waarden vast
te leggen, wordt aanbevolen om vooral
schriftelijke afspraken te maken met alle
betrokken partijen, dit met het oog op het
vastleggen van verantwoordelijkheden en
garantiebepalingen.

Proefstukken

De proefstukken worden bij voorkeur
genomen uit de te behandelen productie, na
het aanbrengen van de coating. Ze dienen
representatief te zijn voor de reeks.

Proeven

De hiernavolgende proeven moeten bij
afname van de werkstukken worden
uitgevoerd, tenzij anders overeengekomen
tussen opdrachtgever en applicateur.

Laagdikte

De toelagen worden met een laagdikte-
meter gemeten. De laagdikte van de
toelagen wordt gemiddeld over een oppervlakte van
100 cm² gemeten. Het is niet aanbevolen
om laagdiktes te combineren met elkaar.
Het is niet aanbevolen om laagdiktes te
combineren van verschillende toelagen van
verschillende leveranciers. Geen enkele laagdikte
moet minder zijn dan 30% van de
verste laagdikte. Maximaal 30% van
de metingen mag onder de vereiste
laagdikte liggen.



Hechting

De hechting van de laklaag moet na volledige uitharding worden bepaald volgens EN ISO 2409 [10] (X0) (ratjesampel) versie 2010 met tapebelasting volgens ASTM D 3359 [11] op een gebied van minimaal 10 cm² gebouwd met een sponzortape van 2,5 cm breedte en 4 meter lang. Het is belangrijk dat de deklaag geen rimpels, ritsen, scheuren, krassen, oplosplekken, induttings, kraters en andere onregelmatigheden vertonen die als storing worden ervaren. Indien de toepassing van het product andere keuringsafstanden en/of beoordelingscriteria vereist, moet dit vooraf worden vastgelegd tussen opdrachtgever, applicateur en metaalleverancier.

Bij toepassing van metallic coating is het in verband met tintverschillen gewenst dat de applicateur vooraf in overleg treedt met de opdrachtgever.

Kleur

De kleur kan door visuele vergelijking volgens EN ISO 3968 [12] worden beoordeeld, of gemeten volgens ISO 724 [13]. Het gebruikte toestel en de meetomstandigheden zullen vooraf

afgesproken moeten worden. Het is belangrijk dat de afmetingen van een bepaald object niet groter zijn dan het veld van de controletoestel meegeven wordt voor het uitgeharde product.

Bij visuele inspectie mogen geen porren zichtbaar zijn.

Bij laagdiktes tot 200 µm die volledig gesloten zijn, kan de coating op porren worden gecontroleerd met behulp van een laagspanningstoestel met de spons (r wordt verwezen naar ASTM D3902-01[2]).

Controle van het uithardingsproces bij het poedercoaten

Thermohardende poederlakken moeten worden gemiddeld volgens de voorgeschreven cyclus van de poederfabrikant. Het is daarom noodzakelijk dat de luchttemperatuur op verschillende plaatsen in de convectoroven continue wordt gecontroleerd. Daarnaast is het belangrijk om op geregelde tijdstippen de objecttemperatuur van de werkstukken op te meten. Het is aan te bevelen dat de coater een eigen kwaliteitsysteem opstelt, rekening houdend met de geometrie van de te behandelen stukken, om zo de kwaliteit van het lakwerk te bewaken.

Naast de ovenmeting is de polymerisatietest (MEK-test) van een poedercoating een belangrijke methode om na te gaan of ontgassingsvriendelijke polyesterpoeders voldoende zijn uitgehard.

Bij deze test moeten de aanwijzingen van de poederfabrikant strikt gevolgd worden om subjectieve beoordelingen uit te sluiten.

4.2 De verschillende corrosieklassen

4.2.1 Corrosiviteitsklasse C1

Corrosiviteitsklasse C1 komt overeen met de neutrale binnenatmosfeer van een droog en verwarmd gebouw. In deze Klasse vereisen niet zichtbare elementen (verlaagde plafonds, vloering ...) geen corrosiewerende behandeling, behalve sommige constructies die in het metselwerk zijn ingewerkt. Wanneer elementen in een binnenatmosfeer van klasse C1 zichtbaar zijn, kan het om esthetische redenen en met het oog op een gemakkelijke reiniging wel wenselijk zijn om te voorzien in een minimale bescherming.

Er moet op worden gewezen dat een droog en verwarmd gebouw waarin geen neutrale atmosfeer heerst (aanwezigheid van corrosieve gassen of chloriden) onder een hogere corrosiviteitsklasse valt.

4.2.2 Corrosieklasse C2

Blootstelling in niet-stedelijk gebied (binnenland). Atmosfeer met lage vervuilinggraad, landelijk, droog gebied met weinig luchtverontreiniging.

Voorbeeld: landelijke omgevingen

Oververwarme gebouwen met mogelijke condensatie

Voorbeelden: magazijnen, sportvelden



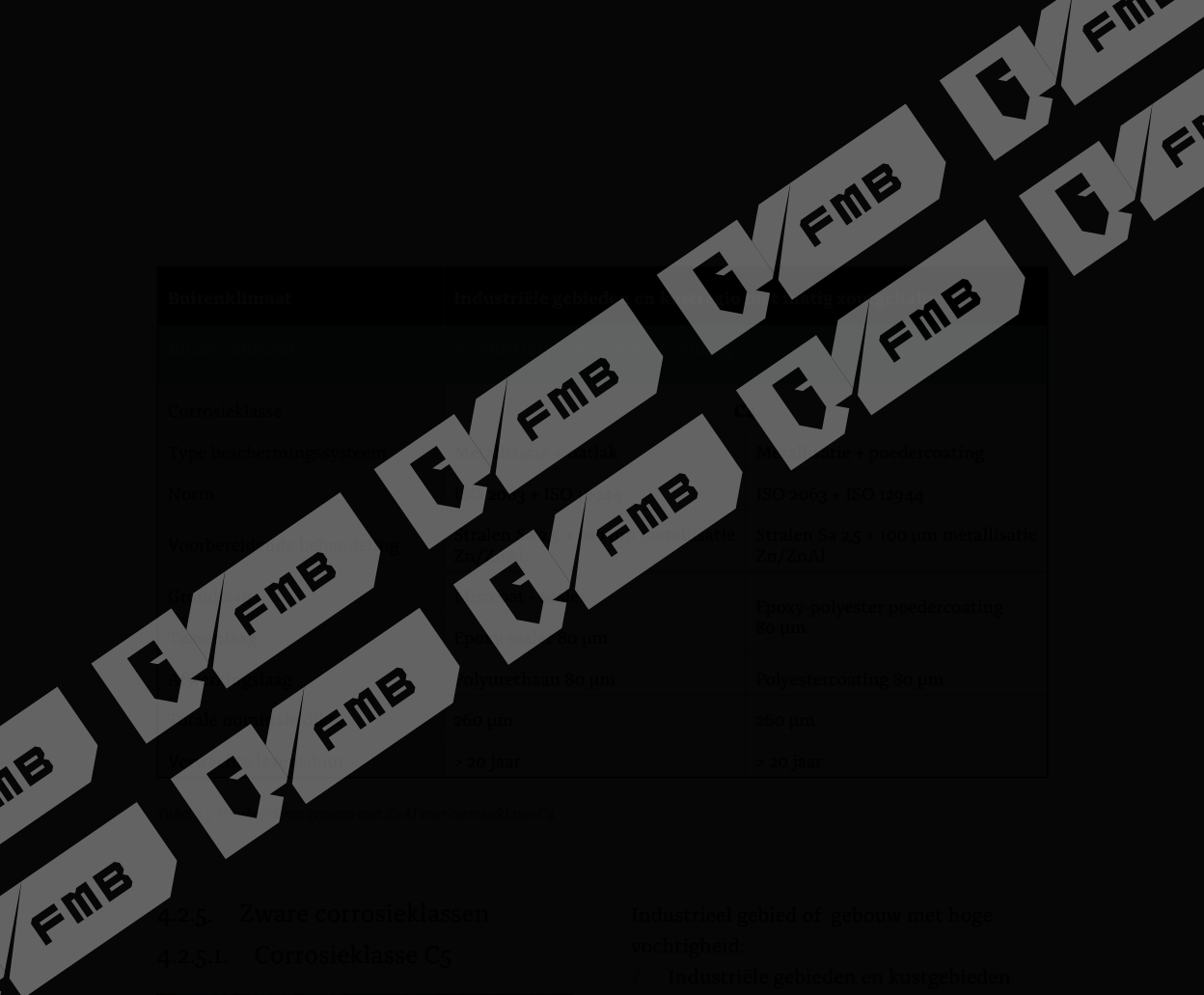
Rotatieklimaat	Stadelijke en industriële omgeving met enige vervuiling	
Corrosieklasse	C ₃	
Type beschermingscoating	Metallische coating	Metallische opbouwcoating
Form	ISO 2001 + ISO 2004	ISO 2001 + ISO 2004
Verfbedekking bedekking	Stralen 50 x 25 x 50 µm metallische Zn/ZnAl	Stralen 50 x 25 x 50 µm metallische Zn/ZnAl
Verfslag	Minimaal 20 µm	Typisch of polymer opbouwcoating 30 µm
Verfslag	Typisch 20 µm tot 50 µm	30 µm
Alu-verfslag	Polyurethaan 20 µm	Polyurethaan 20 µm
Verfbedekking	30 µm	30 µm
Verfslag	30 µm	30 µm

4.3.4 Corrosieklasse C₄

Industrieel klimaat en kustgebieden met laag zoutgehalte

Voorbeelden: chemische industrie, zwerfbaden

Rotatieklimaat	Industrieel klimaat en kustgebieden met laag zoutgehalte	
Corrosieklasse	C ₄	
Type beschermingscoating	Metallische coating	Metallische opbouwcoating
Form	ISO 2001 + ISO 2004	ISO 2001 + ISO 2004
Verfbedekking bedekking	Stralen 50 x 25 x 50 µm metallische Zn/ZnAl	Stralen 50 x 25 x 50 µm metallische Zn/ZnAl
Verfslag	Minimaal 20 µm	Typisch of polymer opbouwcoating 30 µm
Verfslag	Typisch 20 µm tot 50 µm	30 µm
Alu-verfslag	Polyurethaan 20 µm	Polyurethaan 20 µm
Verfbedekking	30 µm	30 µm
Verfslag	30 µm	30 µm



Natuurklimaat

Industrieel gebied

Industrieel gebouw

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw

Typische omgeving

Industrieel gebied

Industrieel gebouw

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(100% RH)

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(90% RH)

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(80% RH)

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(70% RH)

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(60% RH)

Corrosielaas

Industrieel gebied

Industrieel gebouw met permanente condensatie
(50% RH)

42.3 Zware corrosieclassen

42.3.1 Corrosieklasse C3



Industrieel gebied of gebouw met hoge vochtigheid

- Industrieel gebieden en buisgebieden met hoge vochtigheidsgraad en agressieve atmosfeer, kustgebieden met hoge zoutgraad
- Gebouwen en gebieden met permanente condensatie en een hoge vervuilinggraad

Notwendigkeit

Industriegebäude in Industrie mit stark verschmutzter

Umgebung

Ex

Typbestimmungsform

Metallbau + Stahl

Metallbau + Produktionsring

Form

100 x 200 x 100 mm

100 x 200 x 100 mm

Verfügbare Materialien

Stahl S235 + 100 µm Metallbau
2001

Stahl S235 + 100 µm Metallbau
2001

Umgebung

Wasserdampfen

Produktionsring

Belastung

1000 kg/m²

1000 kg

Abstandung

Polymethacrylat

Polymethacrylat

Abstandungsdauer

300 µm

300 µm

Verfügbare Größe

200 kg

200 kg

4.2.2 Formelklasse Ex

Umgebung mit hoch verschmutzter Luft





FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

FMB

4.2.6.2 Im2 – onderdompeling in zee water met kathodische bescherming

Onder water staande structuren worden beschermd door kathodische bescherming.

Voorbeelden structuren in zee water:

Structuur	Staal	Alu
Wierplaat	Stalen plaat 3-6 mm	Alu plaat 3-6 mm
Wierplaat met draad	Stalen draad 2-3 mm	Alu draad 2-3 mm
Wierplaat met draad met kunststof bekleding	Stalen draad 2-3 mm met kunststof bekleding	Alu draad 2-3 mm met kunststof bekleding
Wierplaat met draad met kunststof bekleding met kathodische bescherming	Stalen draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming	Alu draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming
Wierplaat met draad met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode	Stalen draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode	Alu draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode
Wierplaat met draad met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode met zink anode	Stalen draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode met zink anode	Alu draad 2-3 mm met kunststof bekleding met kathodische bescherming met zink anode met zink anode

Butterklemaat	Onderdompeling in zee water/brak water zonder kathodische bescherming	
Corrosieklasse	Im2	
Type beschermingsmaat	Metallische + anode	Metallische + pederinging
Norm	ISO 2063 + ISO 2064-2	ISO 2063 + ISO 2064-2
Voorbereiding behandeling	Stralen SA 2.5 + 100 µm metallische	Stralen SA 2.5 + 100 µm metallische (Zn)
Gronding	Volgens opgaven lastenboek	Volgens opgaven lastenboek
Facelast	Volgens opgaven lastenboek	Volgens opgaven lastenboek
Afwerkingslaag	Volgens opgaven lastenboek	Volgens opgaven lastenboek
Totaal nominale dikte	200 µm	200 µm
Verwachte levensduur	> 30 jaar	> 30 jaar

4.2.6.3 – Im3 – plaatsing onder de grond

Voorbeelden: ondergrondse tanks, buizen en palen van stad



4.2.6.4. Inga- onderdompeling in zoet water met kathodische bescherming

Onder water staande structuren met een permanente of tijdelijke Voorbeeld: offshore structuren



Substantieel	Onderdompeling in zeewater / brak water met kathodische bescherming	
Combinatie	Inga	
Type beschermingsysteem	Metallische + anodisch	Metallische + poedercoating
Norm	ISO 15001 + ISO 15004-2	ISO 15001 + ISO 15004-2
Voorbehandelingsbehandeling	Stralen Sa 2,5 + 100 µm metallische ZAA	Stralen Sa 2,5 + 100 µm metallische ZAA
Finishing	Volgens opgeven lastenboek	Volgens opgeven lastenboek
Inspectie	Volgens opgeven lastenboek	Volgens opgeven lastenboek
Afwerkingslag	Volgens opgeven lastenboek	Volgens opgeven lastenboek
Totale nominale dikte	200 µm	200 µm
Minimale levensduur	20 jaar	20 jaar

4.2.7 Levensduur

Meer informatie over de werking van de verschillende anticorrosieve systemen op basis van zink is te vinden in de norm EN ISO 14713 (2006) [21] voor verzinkt materiaal en ISO 20633 [14] voor gegalvaniseerd materiaal.

De werking van een naargelang het gebruikte systeem, de dikte van de deklaag en de corrosieklasse.



5. Referenties

- [1] ISO 9004:2004 Corrosion of metals and alloys – basic terms and definitions
- [2] <https://industriemuseum-niederrhein.de/industriehistorie/technik/veredelung/veredelung-sonstige-prozesse/veredelung-sonstige-prozesse-1>
- [3] <https://www.iso.org/standard/54547.html> Preparation grades of welds, edges and corners of metal parts with surface imperfections
- [4] <https://www.iso.org/standard/54548.html> Part 1: initial surface conditions, preparation grades and finish rust grades in connection with water jetting
- [5] <https://www.iso.org/standard/54549.html> Part 2: execution of corrosion protection systems
- [6] ISO 2002:2008 Thermal spraying – Metallic and other inorganic coatings – Zinc, aluminium and their alloys
 - Part 1 – design considerations and quality requirements for corrosion protection systems
 - Part 2 – execution of corrosion protection systems
- [7] ISO 14017:2017 Thermal spraying – terminology classification
- [8] ISO 3274:1996 geometrical Product Specification (GPS) – Surface texture profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments
- [9] Kokon Study - Influence of surface preparation; IOT RWTH Aachen (2018)
- [10] ASTM D 692: 2017 standard test method for nondestructive Measurements of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic coating thickness gage
- [11] ISO 2808:2007 Paint and varnishes – determination of film thickness
- [12] EN 10323:2009 electrolytically zinc coated cold rolled flat products for cold forming
- [13] <https://nl.wikipedia.org/wiki/Galvaniseren>
- [14] <https://nl.wikipedia.org/wiki/Schopeten>
- [15] <https://nl.wikipedia.org/wiki/Sherardiseren>
- [16] https://www.wink.de/themen/korrosionsschutz/mechanisches_verzinken/
- [17] ISO 8501:2007 preparation of steel substrates before application of paints and related products – visual assessment of surfaces

[20] SS PC-Pap, 2015, measurement of dry coating thickness using ultrasonic gages

[21] E. Bullitt, G. Geng, S. M. Pizer, Wei Li, S. R. Ayward, Measuring tortuosity of the intracerebral vasculature from MRA images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Volume 23, Issue 9, Sept. 2004, p. 1163–1171

[22] Gostovic, D. et al., Three-dimensional reconstruction of porous LSCF cathodes. *Electrochemical and Solid State Letters* 2007, 10(12), p. 1374–1375

[23] ISO 4628-3: 2009, Paint and varnishes – evaluation of degradation of coatings – designation of quantity and size of defects and of intensity of uniform changes in appearance

Part 3: Assessment of degree of rusting

[24] ISO 14713: 2009, Zinc coatings – guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures

Part 1: general principles of design and corrosion resistance

Deal 2: hot dip galvanizing

[25] ISO 12944: 2012, paint and varnishes – corrosion protection of steel structures – protective paint system

Part 1: General information

Part 2: Classification of corrosion environments

Part 3: Selection of paint systems

Part 4: Design and surface preparation

Part 5: Application and maintenance

Part 6: Laboratory performance test methods

Part 7: Execution and supervision of paint work

Part 8: development of specifications for new work and maintenance

Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures

[26] EN 12556: Thermal spraying – Recommendations for constructional design of components with thermal sprayed coatings

[27] EN 12557: 2013, Thermal spraying – Surface preparation of metallic constructions for thermal spraying

[28] ISO 14910: 2015, thermal spraying – rods and cords for flame and arc classification – chemical supply

[29] ISO 2178: 2015, Measurement of magnetic coating thickness

[30] ISO 2179: 2015, Measurement of non-magnetic coating thickness

[31] ISO 2180: 2015, Measurement of magnetic coating thickness

[32] ISO 2181: 2015, Measurement of non-magnetic coating thickness

[33] ISO 2182: 2015, Measurement of magnetic coating thickness

[34] ISO 2183: 2015, Measurement of non-magnetic coating thickness

[35] ISO 2184: 2015, Measurement of magnetic coating thickness – Mechanically deposited coatings of zinc – specification and test method

[36] ISO 4624: 2016, paint and varnishes – pull-off test for adhesion



[28] ISO 277:2005 Non-magnetic coatings on magnetic substrates – determination of coating thickness – magnetic method

[29] ISO 8503:2006 Preparation of steel substrates before application of paints and related products – test methods for surface cleanliness – Part 3: Determination of surface cleanliness by means of a surface roughness measurement

[30] EN 12954:2003 Beschleunigte Prüfung des Anbringens von Zink- und Zink-Nickel-Überzügen auf Stahl – Teil 1: Bestimmung der Beschleunigungsfaktoren

[31] EN 12954:2003 Beschleunigte Prüfung des Anbringens von Zink- und Zink-Nickel-Überzügen auf Stahl – Teil 2: Bestimmung der Beschleunigungsfaktoren

[32] NEN 5760:2004 Praktijkrichtlijn duplex BPR – Kwaliteits Eisen voor het aanbrengen van organische deklagen op discontinu thermisch verzinkt staal (duplexstelsel) 3de herziene uitgave september 2004, VOM vzw, FROGALVA vzw

[42] QUALICOAT specifications for a quality label for paint, lacquer and powder coatings on aluminium for architectural applications, 6th edition, 2nd part test methods and requirements

[43] VISEM-Kwaliteits Eisen voor het industrieel aanbrengen van poedercoatings op thermisch verzinkt staal uitgegeven in oktober 2005

[46] VMRG-Kwaliteits Eisen en Adviezen 2007

[44] www.vom.be

[45] www.VTS.org

[46] www.metalliseurs.be

[50] EN 10382:1999 Methoden voor controleren van metalen en andere organische deklagen

[51] EN 10772:2009 Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkt of geshardiseerd staal (duplexsystemen) – Specificaties, aanbevelingen en richtlijnen

[52] ISO 1518:2002 Verven en Vernissen – Buisproef Cilindrische doorn

[53] EN 13507:2001 Thermisch spuiten – voorbehandeling van oppervlakken van metalen delen en onderdelen voor thermisch spuiten

[54] ISO 8503:2012 Preparation of steel substrates before application of paints and related products

Part 1: specifications and definitions for ISO surface profile comparators for assessment of abrasive blast-cleaned surfaces

Part 2: Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel-comparator method

Part 3: method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the

determination of surface profile – foraging microscope procedure

Part 4: method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile – Stylus instrument methods

Part 5: replica tape methods for the determination of surface profile

[45]–[48] ISO 1499: 2001 Thermisch spuiten – Draden, staven en pijpen voor vlame- en hoogspuiten – Indeling – Technische leveringsvoorwaarden (ISO 1499: 2001)

[49] ISO 9223: 2012 Corrosie van metalen en legeringen – Corrosiebestendigheid van de atmosfeer – Classificatie

[50] experiences with TiZ duplex coatings, Sintel 2014

[51] arc ITSC 1037 /flame: Grillo Werke AG

[52] www.zinc.org

[53] https://www.media.de/fileadmin/user_upload_attachment/downloads/Kataloge/Algemein/Verzinkungsverfahren.pdf

[54] O. Knudsen, Coating systems for long lifetime thermal sprayed duplex coatings, final report, Sintel materials research, Sintel Al 0869, 2010

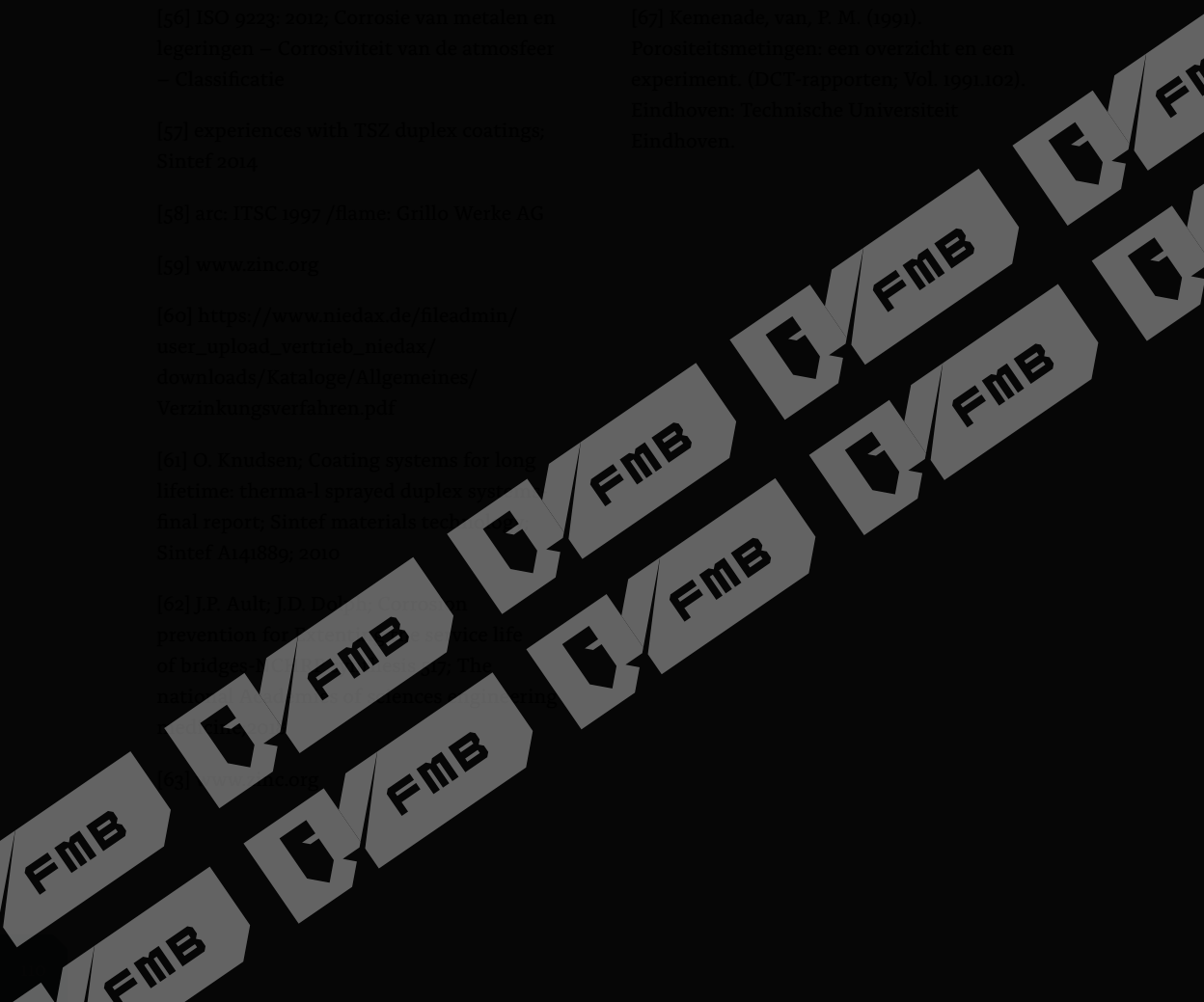
[55] J.P. Aulsebrook, The prevention of corrosion of bridge steelwork, National Institute of Research in Ductile Cast Iron

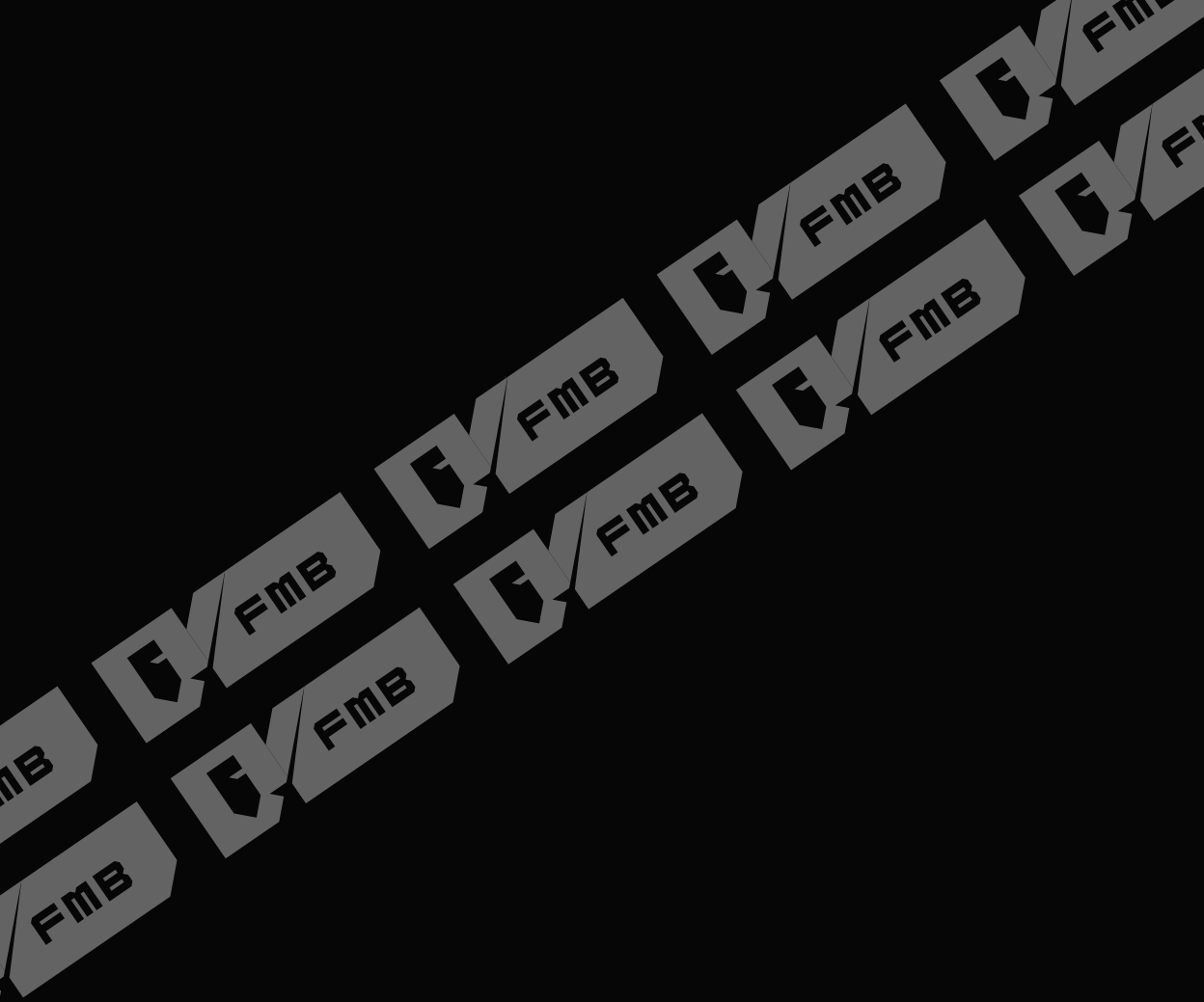
[56] EN 1981: 2003 Sherardizing and diffusion coatings on ferrous products – specification

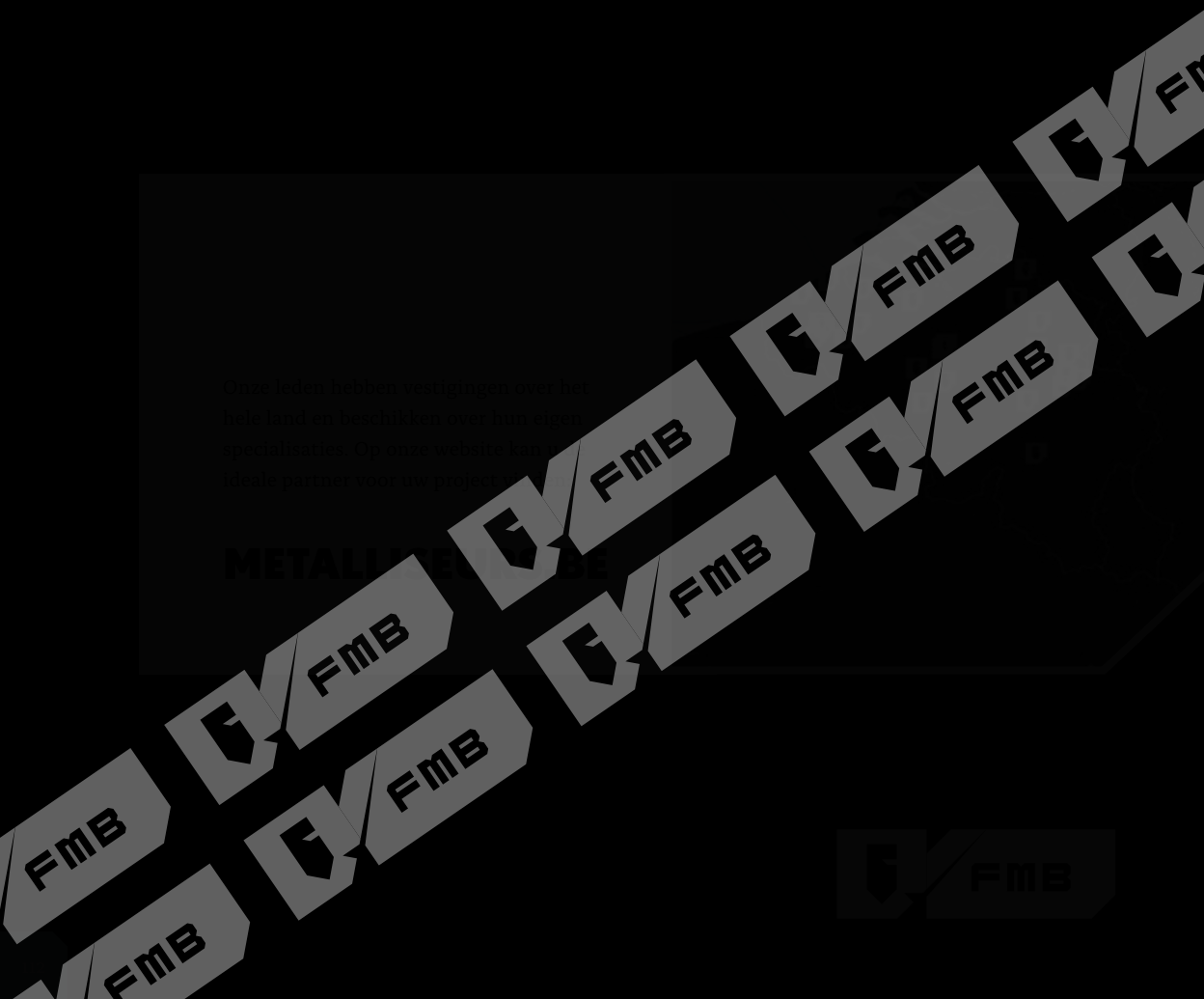
[57] M. Leclercq, Het metalliseren met zink door thermisch spuiten, deel 1: parameters bij het opspuiten met zuiver zink of met een legering met 15% aluminium, Laserschrift 4-1977

[58] M. Leclercq, Het metalliseren met zink door thermisch spuiten, deel 2: parameters bij het opspuiten met zuiver zink of met een legering met 15% aluminium, Laserschrift 4-1977

[59] Kennede van P.M. (1990) Faculteitmetingen, een overzicht en een experiment, OET rapporten, Vol. 100, 1000, Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven







METALL