



ARTIDOR

Handboek Explosieveiligheid

voor gas- en stofomgevingen



Marc Moolenaar
Artidor Explosion Safety B.V.

Handboek Explosieveilgheid voor gas- en stofomgevingen

Derde herziene uitgave, september 2023

Copyright © 2023 Marc Moolenaar en Artidor Explosion Safety B.V.

ISBN 978-90-83371-10-8

NUR 959



Artidor Explosion Safety B.V.

Emopad 38

5663 PB Geldrop

Nederland

<https://artidor.nl>

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, door middel van druk, fotokopieën, geautomatiseerde gegevensbestanden of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorwoord

In onze dagelijkse praktijk blijkt iedere keer weer dat explosieveiligheid een lastig onderwerp is. Voor velen is het een onderwerp waar ze maar sporadisch mee te maken krijgen en dan valt het niet mee om alle zones, categorieën en beschermingswijzen uit elkaar te houden. De onderliggende technische normen zijn door het streven naar verbetering doorlopend aan verandering onderhevig en door de mondialisering is de markering van explosieveilige apparatuur een compromis geworden tussen de Europese en Amerikaanse aanduidingen. Het veelvuldig actualiseren van de technische normen maakt de zaken er niet eenvoudiger op. Gelukkig zijn de natuurkundige principes achter een explosie nog altijd onveranderd en ook de aanpak om een veilige installatie te ontwerpen staat nog steeds overeind.

Dit boek geeft overzicht en inzicht in de vele aspecten van explosieveiligheid en vormt daarmee een goede basis voor iedere machinebouwer, fabrikant, inkoper, installateur en gebruiker die met zones, categorieën, beschermingswijzen, markeringen en normen te maken krijgt.

Ik hoop dat u na het lezen net zo enthousiast over ons mooie vakgebied bent als wij.

Geldrop, oktober 2023

Marc Moolenaar
Artidor Explosion Safety B.V.

Inhoudsopgave

Inleiding.....	9
1. Explosiegevaar.....	11
1.1. Explosieve atmosferen	11
1.2. Onderste en bovenste explosiegrens	12
1.3. Vlampunt.....	14
1.4. Minimale ontstekingsenergie	15
1.5. Grootte stofdeeltjes.....	16
1.6. Maximum Experimental Safe Gap	16
1.7. Ontstekings- en smeultemperatuur	18
1.8. Moleculair gewicht.....	20
2. Europese richtlijnen	21
2.1. Het ontstaan van de Europese Unie.....	21
2.2. ATEX richtlijnen.....	23
2.3. ATEX 114.....	24
2.4. ATEX 153.....	25
2.5. Normen en praktijkrichtlijnen	26
2.6. IECEx	27
3. Beoordelen en vermijden van explosierisico's	29
3.1. Toepassingsgebied	29
3.2. Verantwoordelijkheid werkgever.....	31
3.3. Zijn er brandbare stoffen aanwezig?	34
3.4. Kan door verdeling in lucht een explosieve atmosfeer ontstaan?	34
3.5. Waar kan zich een explosieve atmosfeer voordoen?	36
3.6. Kan een gevaarlijke explosieve atmosfeer ontstaan?	36
3.7. Is een gevaarlijke explosieve atmosfeer afdoende voorkomen?.....	37
3.8. Is het ontsteken van een explosieve atmosfeer afdoende voorkomen?.....	37
4. Technische maatregelen tegen explosiegevaar	39
4.1. Voorkoming van een gevaarlijke explosieve atmosfeer	39
4.2. Voorkoming van ontstekingsbronnen.....	42
4.3. Beperking van de gevolgen (constructieve bescherming).....	47
4.4. Eisen aan arbeidsmiddelen.....	49
5. Organisatorische maatregelen.....	53
5.1. Bedrijfsinstructies.....	54
5.2. Voldoende gekwalificeerde werknemers	54
5.3. Scholing van de werknemers	55

5.4.	Toezicht op werknemers.....	55
5.5.	Werkvergunningen.....	56
5.6.	Uitvoeren van onderhoud.....	57
5.7.	Inspectie en controle.....	59
5.8.	Markering van explosiegevaarlijke gebieden.....	59
6.	Explosieveiligheidsdocument.....	61
6.1.	Eisen uit de richtlijn.....	61
6.2.	De indeling van het explosieveiligheidsdocument.....	61
7.	Ontstekingsbronnen.....	65
7.1.	Hete oppervlakken.....	66
7.2.	Vlammen en hete gassen.....	68
7.3.	Mechanisch opgewekte vonken.....	69
7.4.	Elektrisch materieel.....	72
7.5.	Zwerfstromen en kathodische corrosiebescherming.....	72
7.6.	Statische elektriciteit.....	73
7.7.	Bliksem en onweer.....	75
7.8.	Elektromagnetische (radio) golven.....	75
7.9.	Elektromagnetische (optische) golven.....	76
7.10.	Ioniserende straling.....	77
7.11.	Ultrasoon geluid.....	77
7.12.	Adiabatische compressie en schokgolven.....	78
7.13.	Exotherme chemische reacties.....	79
8.	Beschermingswijzen elektrisch materieel.....	81
8.1.	Ex d - Drukvaste behuizing.....	82
8.2.	Ex e - Verhoogde veiligheid.....	86
8.3.	Ex i - Intrinsieke veiligheid.....	88
8.4.	Ex m - Ingegoten apparatuur.....	90
8.5.	Ex n - Niet-vonkende apparatuur.....	92
8.6.	Ex o – Vloeistof gevulde apparatuur.....	93
8.7.	Ex op - Bescherming tegen optische straling.....	94
8.8.	Ex p - Overdrukbehuizing.....	95
8.9.	Ex q – Zand gevulde apparatuur.....	97
8.10.	Ex t - Bescherming door omhulsels voor stofomgevingen.....	97
9.	Beschermingswijzen niet-elektrisch materieel.....	99
9.1.	Ex d - Drukvaste behuizing.....	100
9.2.	Ex h (c) - Constructieve veiligheid.....	100
9.3.	Ex h (b) - Bewaking van ontstekingsbronnen.....	101
9.4.	Ex h (k) - Vloeistofonderdompeling.....	103

10.	Eisen voor categorie 1 materieel.....	107
10.1.	Materieel geplaatst in zone 0.....	107
10.2.	Materieel geplaatst op de scheiding van zone 0 en zone 1 of 2.....	108
10.3.	Scheiding tussen procesvloeistof en elektrisch materieel.....	109
11.	Gasdetectie.....	111
11.1.	Gebruik van draagbare en verplaatsbare gasdetectieapparatuur.....	112
11.2.	Basisregels voor werkzaamheden in gezoneerd gebied.....	112
12.	Markeringen.....	115
12.1.	Markeringseisen vanuit de ATEX richtlijn en de normen.....	116
12.2.	Overzicht Ex-markeringen, categorieën en IEC EPL.....	117
12.3.	Noord-Amerikaanse markeringen.....	119
13.	Certificaten en wetgeving.....	123
13.1.	Goedkeuringsprocedures.....	123
13.2.	Voorwaarden voor behoud van het ATEX Certificaat.....	124
13.3.	UKCA en wereldwijde certificatieschema's.....	128
14.	Begrippen.....	131
15.	Relevante normen en richtlijnen.....	135
15.1.	Europese normen.....	135
15.2.	Richtlijnen en gidsen.....	137
16.	Adressen en contactgegevens.....	139
17.	Afbeeldingen, figuren en tabellen.....	141
17.1.	Afbeeldingen en figuren.....	141
17.2.	Tabellen.....	142

Veiligheid is van groot belang bij de bescherming tegen explosies, aangezien een explosie het leven en de gezondheid van werknemers in gevaar brengt door de ongecontroleerde gevolgen van vuur en luchtdruk, giftige producten uit chemische reacties en het verbruik van zuurstof uit de lucht die de werknemers inademen. Daarom moeten er op de werkplek maatregelen worden getroffen om explosies te voorkomen.

Dit boek is geschreven in lijn met het beoordelingsproces van een explosieveilige installatie. Dit begint met basiskennis over explosiegevaar. In het eerste hoofdstuk wordt inzicht gegeven over wat een explosie nou eigenlijk is, onder welke omstandigheden een explosie kan ontstaan en welke gas- of stoffeigenschappen van belang zijn bij het bepalen van de risico's.

Hoofdstuk twee geeft een beknopt overzicht van het ontstaan van de Europese Unie en de belangrijkste besluiten die hebben geleid tot de huidige Europese explosieveiligheidsrichtlijnen. Deze richtlijnen, in Nederlands verankerd in de waren- en ARBO wet, worden kort toegelicht. Ook wordt ingegaan op het gebruik van geharmoniseerde normen, de Nederlandse praktijkrichtlijnen en het IECEx certificeringsregime.

Hoofdstuk drie gaat in op het toepassingsgebied en het opvolgen van richtlijn 1999/92/EG (ATEX 153) "betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen".

Aan de hand van zeven vragen wordt beoordeeld of er kans is op de vorming van een gevaarlijke explosieve atmosfeer, of de getroffen aanvullende maatregelen voldoende zijn om het ontstaan van een gevaarlijke explosieve atmosfeer te voorkomen, of het gebied in zones moet worden ingedeeld en of ontsteking van het gebied is voorkomen.

Als door omstandigheden een gevaarlijke explosieve omgeving kan ontstaan dan moeten er maatregelen worden genomen ter bescherming tegen het explosiegevaar. Hoofdstuk vier richt zich op de technische maatregelen die kunnen worden genomen om het risico te verkleinen. Daarbij ligt de prioriteit op het voorkomen van de gevaarlijke explosieve omgeving, gevolgd door zonering van het gebied, het vermijden van ontstekingsbronnen en het uitvoeren van constructieve maatregelen om de gevolgen van een explosie zoveel mogelijk

terug te brengen. Hier wordt ook ingegaan op de selectie van de juiste arbeidsmiddelen en apparaten.

Hoofdstuk vijf gaat in op de organisatorische maatregelen die moeten worden genomen als in een werkomgeving de veiligheid niet door technische maatregelen gegarandeerd kan worden. In de praktijk wordt ook door een combinatie van technische en organisatorische maatregelen een veilige werkomgeving gecreëerd.

In hoofdstuk zes wordt ingegaan op het explosieveiligheidsdocument (EVD) dat door de werkgever op basis van richtlijn 1999/92/EG moet worden opgesteld en bijgehouden. Er wordt een voorbeeld EVD besproken wat voldoet aan de eisen en wat als hulpmiddel bij het opstellen gebruikt kan worden.

Explosiegevaar is pas aanwezig wanneer er, naast de aanwezigheid van een explosief mengsel óók een ontstekingsbron aanwezig is. Hoofdstuk zeven gaat in op de dertien mogelijke ontstekingsbronnen zoals genoemd in de EN 1127-1 over de grondbeginselen van explosiepreventie.

Elektrische apparatuur bevat vaak meerdere ontstekingsbronnen. Om ervoor te zorgen dat deze niet effectief kunnen worden zijn speciale maatregelen nodig. Dit staat bekend als de beschermingswijzen tegen ontsteking. Hoofdstuk acht bespreekt de beschermingswijzen tegen ontsteking voor elektrische apparatuur en in hoofdstuk negen wordt ingegaan op de beschermingswijzen voor niet-elektrisch (mechanische) materieel.

In hoofdstuk tien wordt kort ingegaan op de speciale eisen die worden gesteld aan apparatuur bedoeld voor gebruik in zone 0 en aan apparatuur die op de scheiding van een zone 0 en een zone 1 of 2 omgeving worden geplaatst.

Als de veiligheid van personeel daarvan afhangt moet gasdetectie apparatuur worden toegepast. Hoofdstuk elf gaat in op de selectie van geschikte meetmiddelen, het gebruik en op de basisregels voor het werken in gezoneerd gebied.

In hoofdstuk twaalf wordt ingegaan op de Ex markering zoals die in Europa wordt toegepast en wordt uitleg gegeven over het Noord-Amerikaanse systeem.

Ten slotte wordt in hoofdstuk dertien uitleg gegeven over het verkrijgen van een ATEX of IECEx certificaat en welke verantwoordelijkheden bij de fabrikant en welke bij de gebruiker liggen.