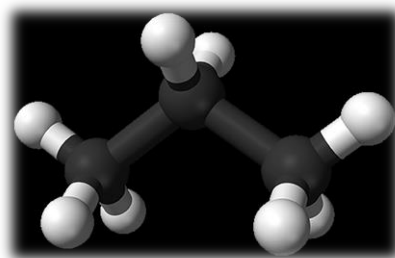


WERKVOORSCHRIFT



Specifieke eisen aan de kwaliteit van
hardsoldeerverbindingen bij
koelinstallaties en warmtepompen met
koolwaterstoffen als koudemiddel



Versie 1.0

Datum: 3 april 2018

Inhoud

Verantwoording	- 2 -
Disclaimer	- 2 -
1. Inleiding.....	- 3 -
2. Relevante Richtlijnen en Normen	- 4 -
3. Categorie-indeling volgens PED/WBDA.....	- 5 -
4. Kwaliteit van hardsoldeerverbindingen	- 7 -
5. Kenniskring Propaan	- 11 -

Verantwoording

Dit Werkvoorschrift is tot stand gekomen onder auspiciën van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koude (KNVvK). De totstandkoming is mede mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van de Stichting Gustav Lorentzen.

Reacties op en vragen over dit Werkvoorschrift kunnen worden gestuurd naar info@knvbk.nl.

Disclaimer

Dit Werkvoorschrift is van informatief karakter en geen handboek waarop het ontwerp van een koelinstallatie kan worden gebaseerd, en heeft niet de pretentie volledig te zijn. Gebruikmaking van dit Werkvoorschrift ontslaat niemand van de verplichting om kennis te nemen van geldende wetgeving, normen en richtlijnen die relevant kunnen zijn voor de toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel, noch van de noodzaak een specifieke risicoanalyse of explosieveiligheidsstudie uit te voeren indien dit volgens wet- en regelgeving noodzakelijk of gewenst is.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet worden uitgesloten. De KNVvK, de betrokken auteurs en de deelnemers aan de Kenniskring Propaan aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade ontstaan door of verband houdend met toepassing van door de KNVvK gepubliceerde uitgaven.

1. Inleiding

Het gebruik van koolwaterstoffen, voor zover die ook vrij in de natuur voorkomen, heeft vanuit het oogpunt van milieu grote voordelen. Dit Werkvoorschrift heeft tot doel om, met inachtneming van de specifieke veiligheidsaspecten, de toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel te stimuleren.

De veiligheids- en milieueisen die bepalend zijn bij de toepassing van koolwaterstoffen in koelsystemen en warmtepompen zijn opgenomen in de EN 378 - Koelsystemen en warmtepompen – veiligheids- en milieueisen. In deze Europese norm zijn koolwaterstoffen ingedeeld in brandbaarheidsklasse A3. De EN 378 is in Europa de leidende norm voor koelinstallaties en warmtepompen. De huidige versie is de NEN-EN 378:2016.

De Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 7600:2013 “Koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen”, bouwt voort op de EN 378 en nationale wet- en regelgeving. Sinds de publicatie in 2001 is deze NPR veelvuldig gebruikt en heeft zijn meerwaarde bewezen. In de herziening van 2013 zijn voortschrijdende inzichten, wijzigingen in wetgeving en normen verwerkt. Sinds het verschijnen van de NPR 7600:2013 zijn het gebruik van en de ervaring met koolwaterstoffen als koudemiddel aanzienlijk toegenomen. Wijzigingen in wet en regelgeving na 2013 hebben niet bijgedragen aan de duidelijkheid en bruikbaarheid van de NPR7600:2013. De toepassingspraktijk heeft daarom behoefte aan ondersteunende adviesdocumenten waarin voortschrijdende inzichten zijn verwerkt. Onder auspiciën van de KNVvK zijn Werkvoorschriften opgesteld die aan deze praktijkbehoefte invulling geven. Deze Werkvoorschriften zijn bedoeld om bij te dragen aan een verstandige afgewogen balans tussen alle, vaak conflicterende en inconsistente (voorlopige) normen en richtlijnen, en het voortschrijdend inzicht uit de praktijk.

De Werkvoorschriften zijn gebaseerd op bestaande Nederlandse en Europese wetgeving, normen, normontwerpen en richtlijnen, alsmede op ervaringen uit de praktijk. In de NPR 7600:2013 wordt erop gewezen dat die richtlijn niet is gebaseerd op een afweging tussen de technische risico's die samenhangen met het toepassen van koolwaterstoffen in koelinstallaties en warmtepompen, en de (al dan niet acceptabele of geaccepteerde) risico's die samenhangen met andere (vergelijkbare) risicovolle activiteiten. In dit Werkvoorschrift wordt deze afweging van risico's ook niet gemaakt; daarvoor moet een specifieke risicoanalyse worden uitgevoerd.

Opmerking: in deze Werkvoorschriften worden de termen “koelinstallatie” en “koelsysteem” door elkaar gebruikt, omdat dit in de onderliggende wetgeving, normen en richtlijnen ook het geval is; daar waar koelinstallaties of koelsystemen worden genoemd, worden tevens warmtepompen en airconditioning systemen bedoeld.

In deze serie worden KNVvK Werkvoorschriften gepubliceerd voor:

- in pandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel;
- veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel;
- stationaire detectoren voor koolwaterstoffen als koudemiddel;
- specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij installaties met koolwaterstoffen als koudemiddel.

Zodra een herziene versie van de NPR 7600:2013 is gepubliceerd, wordt besloten of deze Werkvoorschriften worden ingetrokken, dan wel in aangepaste vorm worden gecontinueerd.

Leeswijzer

Dit Werkvoorschrift geeft adviezen over specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de relevante richtlijnen en normen; in hoofdstuk 3 wordt de categorie-indeling volgens PED/WBDA toegelicht; in hoofdstuk 4 worden de specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen beschreven.

[KNVvK WERKVOORSHRIJFT - Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

2. Relevante Richtlijnen en Normen

NPR 7600:2013

De NPR 7600 - Toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelsystemen en warmtepompen, is gepubliceerd in 2001 en sindsdien twee keer grondig gereviseerd. De laatste versie van NPR 7600 dateert uit 2013. Met de expliciete verwijzing in het Nederlandse Activiteitenbesluit naar NPR 7600 krijgen delen van deze praktijkrichtlijn een wettelijke status.

In de NPR 7600:2013 worden geen specifieke eisen gesteld aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen. Wel wordt bij de definitie van leidingen aangegeven dat deze vallen onder "het toepassingsgebied van EN 14276-2, zoals pijpen en buizen (inclusief slangen, balgen, fittingen of flexibele leidingen) om de diverse onderdelen van het koelsysteem onderling aan te sluiten".

Bij de ontwerpeisen voor leidingen is in de NPR 7600:2013 aangegeven dat de "eisen voor het leidingnet met appendages en ondersteuning in de EN 378 deel 2 worden gegeven".

Bij de definitie van een (hermetisch) duurzaam gesloten systeem is aangegeven dat "alle koudemiddel bevattende onderdelen (lek)dicht zijn gemaakt door middel van lassen, hardsolderen of een vergelijkbare permanente verbinding".

EN 378:2016

In de NEN-EN 378:2016, deel 2, wordt in paragraaf 6.2.3.2.2 aangegeven dat hardsoldeerverbindingen voldoen aan de eisen van de EN 14276-2. Er worden in de EN 378 geen specifieke eisen aan hardsoldeerverbindingen voor installaties met koolwaterstof koudemiddel (A3) gesteld.

EN 14276

De NPR 7600:2013 en de EN 378:2016 verwijzen beide naar de NEN-EN 14276-2: 2007+A1:2011 - Drukapparatuur voor koelsystemen en warmtepompen - deel 2: leidingen - algemene eisen, is van toepassing op alle hardsoldeerverbindingen.

In de NPR 7600:2013 wordt niet expliciet verwezen naar de NEN-EN 14276-1:2006+A1:2011 - Drukapparatuur voor koelsystemen en warmtepompen - Deel 1: Drukvaten - Algemene eisen. Als geharmoniseerde norm onder de Richtlijn Drukapparatuur is deze norm van toepassing op drukkaten voor koelsystemen (inclusief de hieraan permanent verbonden (gesoldeerde) onderdelen).

De EN 14276-2 verwijst voort hardsoldeerverbindingen naar de EN 14276-1, Annex B. Hierin is gespecificeerd hoe soldeerprocedures en soldeerders gekwalificeerd moeten worden. In paragraaf B.7.4.1 staat: "The brazing test, the examination and the test of the qualification assembly shall be performed under the supervision of an appropriate person." Er wordt geen toelichting gegeven op wat wordt verstaan onder deze "appropriate person".

EN 13133, EN 13134 en EN-ISO 13585

KNVvK WERKVOORSHRIFT - Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel

De NEN-EN 13133:2000 - Hardsolderen - Kwalificeren van de soldeerder (ingetrokken sinds 27-06-2012), de NEN-EN 13134:2000 - Hardsolderen - Goedkeuring van de procedure en de NEN-EN-ISO 13585:2012 - Hardsolderen - Kwalificatiebeproevingen van soldeerders en bedieners van soldeerinrichtingen, zijn normen die in de koudetechniek niet worden gebruikt. In gevallen waar naar een van deze normen wordt verwezen, moet naar de reden voor die verwijzing worden gevraagd. Voor koelinstallaties kan worden volstaan met de eisen voor hardsoldeerverbindingen als omschreven in EN 14276.

Europese Richtlijn Drukapparatuur (PED) en Warenwetbesluit Drukapparatuur (WBDA)

De Europese Richtlijn Drukapparatuur (PED 2014/68/EU) stelt essentiële veiligheidseisen aan drukapparatuur en samenstellen waarvan de maximaal toelaatbare druk PS meer dan 0,5 bar bedraagt (ten opzichte van de omgevingsdruk). Onder drukapparatuur vallen drukvaten, installatieleidingen, veiligheidsappendages, andere onder druk staande appendages en de aan deze producten bevestigde elementen (waaronder flenzen, tubulures, koppelingen, steunconstructies en hijsogen). Een koelinstallatie is een samenstel van drukapparaten.

De PED is in Nederland opgenomen in het Warenwetbesluit Drukapparatuur 2016 (WBDA). Dit Besluit beschrijft de verantwoordelijkheden en de verplichtingen van de fabrikant, installateur, importeur en distributeur. Dit betreft ontwerp, productie en installatie (nieuwbouw). De Warenwetregeling Drukapparatuur 2016 betreft de uitvoering van het Warenwetbesluit Drukapparatuur 2016. Daarbij gaat het om de conformiteitsbeoordeling van drukapparatuur (inspectie, keuring) voor ingebruikneming en in de gebruiksfase, het zogenoemde nationale regime.

Koelinstallaties met koolwaterstof koudemiddel worden in de PED en het WBDA niet anders behandeld dan koelinstallaties met andere koudemiddelen. Wel beïnvloedt het type koudemiddel de indeling in categorieën volgens de PED, wat grote consequenties kan hebben voor de eisen aan hardsolderen. Dit wordt in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt.

3. Categorie-indeling volgens PED/WBDA

Categorieën en koolwaterstof koudemiddel

Het gebruik van koolwaterstoffen als koudemiddel heeft grote invloed op de PED/WBDA categorie-indeling, in vergelijking tot de niet-brandbare koudemiddelen. Een koelinstallatie met koolwaterstof koudemiddel wordt meestal in een hogere (strengere) categorie ingedeeld dan eenzelfde installatie met een HFK koudemiddel. Met name voor kleinere koelinstallaties kan het voorkomen dat ontwerpers, fabrikanten/installateurs en eigenaren/gebruikers die nog niet met de PED, WBDA en onafhankelijke conformiteitsbeoordelingsinstanties (EU-CBI en NL-CBI) in aanraking zijn gekomen, te maken krijgen met strengere eisen en onafhankelijke controles. Dat kan het geval zijn bij de bouw, installatie, aanschaf of gebruik van een koelinstallatie met koolwaterstoffen.

Stofgroepen

De indeling in categorieën hangt af van de stofgroep waarin het medium (koudemiddel) is ingedeeld. De PED kent twee stofgroepen:

- Stofgroep 1: alle A3 koudemiddelen(inclusief koolwaterstoffen), R32; alle A2L koudemiddelen (HFO's), m.u.v. R1234ze(E);
- Stofgroep 2: alle A1 koudemiddelen (niet-brandbare HFK's), CO₂; A2L HFO R1234ze(E) koudemiddel.

[KNVvK WERKVOORSHRIFT - Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

Druk en volume

De categorie-indeling van drupapparatuur volgens de PED is, naast de stofgroep, ook afhankelijk van:

- de ontwerpdruk PS [bar(g)]: de koudemiddeldruk die hoort bij de verzadigde damptemperatuur (de gespecificeerde ontwerp temperatuur volgens de EN 378-2, meestal 32 °C aan de lage drukzijde en 55 °C aan de hoge drukzijde); de ontwerpdruk is dus afhankelijk van het toegepaste koudemiddel;
- voor drukcomponenten, het volume V [l]: volume van de grootste component in het samenstel, meestal het vloeistofvat;
- voor leidingen, de nominale diameter DN [mm].

Indeling in PED-categorieën

De procedures voor conformiteitsbeoordeling volgens de PED, voor onderdelen van de koelinstallatie, voor verbindingsleidingen en voor de gehele installatie (het samenstel), zijn gekoppeld aan de categorieën I t/m IV en zijn in detail vastgelegd in modules.

- De zwaarste categorie IV vereist intensief toezicht en controles door een Europese onafhankelijke conformiteitsbeoordelingsinstantie (EU-CBI).
- Bij categorie I kan door de fabrikant/installateur worden volstaan met een interne fabricagecontrole.
- Voor apparatuur en samenstellen die niet in een van deze categorieën zijn ingedeeld, zijn in artikel 4 lid 3 van de PED de technische eisen beschreven; deze drukapparatuur en samenstellen moeten worden ontworpen en vervaardigd volgens de in de betreffende lidstaat geldende regels van goed vakmanschap om een veilig gebruik te waarborgen; dit laatste betreft vrijwel alle onderdelen van samenstellen die niet onder een van de vier categorieën vallen.

De categorie-indeling en hoe de twee stofgroepen ingrijpen in deze indeling voor onderdelen en het samenstel, is erg complex. Er zijn web-tools beschikbaar om deze indeling vast te stellen (o.a. <https://app.energie-consult.nl/#/wizard/0>)

Opmerking: bij gebruik van deze tool is het nodig om de "H- nummers" van de stof te weten die in de Europese Unie gebruikt worden (Gevarenaanduidingen voor materiële gevaren volgens het "Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals"). Voor koolwaterstof koudemiddelen zijn deze nummers:

- H220 Ontvlambare gassen, gevarencategorie 1 "Zeer licht ontvlambaar gas";
- H280 Gassen onder druk: samengeperst gas; vloeibaar gas; opgelost gas "Bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming".

PED, WBDA en effect van stofgroep op categorie-indeling

Bij nieuwbouw van een koelinstallatie (samenstel) die behoort tot categorie II of hoger dient de fabrikant/installateur een overeenstemmingsbeoordeling aan te vragen bij een EU-CBI. Voor wat betreft het soldeerwerk zal een CBI controles uitvoeren op:

- Soldeermethode- en persoonskwalificaties;
- niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld radiografie).

KNVvK WERKVOORSHRIJF - Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel

Samenstellen die vallen onder artikel 4 lid 3, of behoren tot categorie I, hebben geen bemoeienis van een EU-CBI; installaties van categorie I dienen wel te voldoen aan dezelfde essentiële veiligheidseisen als samenstellen uit de hogere categorieën (interne fabricagecontrole).

In het Nederlandse WBDA moeten koelinstallaties vanaf categorie III een keuring voor Ingebruikneming ondergaan. De eigenaar/gebruiker van de installatie is zelf verantwoordelijk voor het laten uitvoeren van deze keuring en dient dit daarom zelf aan te vragen bij een NL-CBI; de fabrikant/installateur dient de eigenaar/gebruiker te wijzen op deze verplichting. De NL-CBI zal bij deze keuring ook de plaats van opstelling, de beveiligingen van de installatie en de door de fabrikant/installateur meegeleverde documentatie beoordelen.

Volgens het WBDA moeten koelinstallaties vanaf categorie III periodiek herkeurd worden.

Hieronder volgen twee voorbeelden van het effect van de stofgroep (1: koolwaterstof; 2: HFK) op de categorie-indeling en het keuringsregime.

Voorbeeld 1 - drukvat:

- stofgroep 1: vanaf $PS * V = 200$;
 - stofgroep 2: vanaf $PS * V = 1000$.
- ⇒ Samenstellen te beoordelen volgens categorie II of hoger: keuring onder toezicht door EU-CBI.

In dit voorbeeld blijkt dat dezelfde categorie van toepassing is op een vat of samenstel met koolwaterstoffen, met een inhoud die 5 keer zo klein is als een vergelijkbaar drukapparaat met HFK's (uitgaande van dezelfde druk).

Voorbeeld 2 – leidingwerk:

- stofgroep 1: bij $PS = 23$ bar, vanaf $DN=45$ (geen standaardmaat);
 - stofgroep 2: bij $PS = 23$ bar: vanaf $DN=155$ (geen standaardmaat).
- ⇒ Leidingwerk te beoordelen volgens categorie II of hoger: keuring onder toezicht door EU-CBI.

In dit voorbeeld blijkt dat dezelfde categorie van toepassing is op een leiding met koolwaterstoffen, met een diameter die $3\frac{1}{2}$ keer zo klein is als een vergelijkbare leiding met HFK's (uitgaande van dezelfde druk).

In de praktijk zal het leidingwerk in de meeste gevallen vallen onder artikel 4 lid 3. Hier zal de fabrikant/installateur moeten aantonen dat wordt voldaan aan de in de Nederland geldende regels van goed vakmanschap om een veilig gebruik te waarborgen.

In het volgende hoofdstuk wordt aangegeven wat deze voorschriften betekenen voor de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen.

4. Kwaliteit van hardsoldeerverbindingen

De kwaliteit van hardsoldeerverbindingen in koelinstallaties is van groot belang voor emissiepreventie bij A1 koudemiddelen (niet-toxisch, niet brandbaar, zoals de meeste HFK's). Bij A3 koudemiddelen (hoog brandbaar), zoals koolwaterstoffen, speelt emissiepreventie nauwelijks een rol, maar gaat het om explosie- en brandveiligheid.

De PED stelt dezelfde eisen aan de controles op en eisen aan hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties met koolwaterstof koudemiddel als bij installaties met andere koudemiddelen. Het verschil zit hem in de stofgroep-indeling en de bijbehorende categorie-indeling, zoals uitgelegd in hoofdstuk 3.

KNVvK WERKVOORSHRIFT - Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsoldeerverbindingen bij koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel

Bij het maken van hardsoldeerverbindingen worden meerdere stadia bij de soldeerprocedure en soldeerkwalificatie onderscheiden. De methodekwalificatie en de persoonskwalificatie (van de persoon die de soldeerverbinding maakt) beschrijven deze stadia. Dit wordt in onderstaande tekst en schema's verduidelijkt.

Twee manieren voor kwaliteitsborging hardsolderen, afhankelijk van PED categorie-indeling

- Voor soldeerverbindingen volgens PED Categorie II of hoger dient de soldeerkwalificatie onder toezicht van de keuringsinstantie (EU-CBI) te worden gemaakt voor iedere soldeerder (gecertificeerde verbindingstechnicus).
- Voor soldeerverbindingen volgens PED categorie I en artikel 4 lid 3 is geen keuringsinstantie (EU-CBI) noodzakelijk. Hier moet de fabrikant/installateur aantonen dat wordt voldaan aan de in de Nederland geldende regels van goed vakmanschap om een veilig gebruik te waarborgen. In de volgende sectie wordt een aanbevolen manier gepresenteerd waarmee dit kan worden aangetoond.

Aantonen goed vakmanschap hardsolderen

De in Nederland geldende regels van goed vakmanschap met betrekking tot koelinstallaties met koolwaterstof koudemiddel zijn vastgelegd in de NPR 7600. Daarin staat dat alle soldeerverbindingen moeten voldoen aan de eisen van de NEN-EN 14276. Volgens deze norm moet al het soldeerwerk worden uitgevoerd onder de supervisie van een "appropriate person" (zie hoofdstuk 2).

Aanbevolen wordt om hiertoe een "hardsoldeercoördinator" aan te stellen, die toezicht houdt en verstand van zaken heeft. De competenties van deze hardsoldeercoördinator worden getoetst door de keuringsinstantie (CBI). De keuringsinstantie toetst de hardsoldeer methodekwalificatie en de persoonskwalificatie van de hardsoldeercoördinator, volgens onderstaande schema's.

De hardsoldeerecoördinator moet daarnaast aantonen over de volgende specifieke competenties te beschikken in relatie tot de aard van het uit te voeren werk:

- materialenkennis;
- kennis van het soldeerproces;
- kunnen lezen van soldeermethode beschrijvingen;
- kennis van de toegepaste normen;
- adequate didactische eigenschappen.

Opmerking: een eerdergenoemde gecertificeerde verbindingstechnicus heeft automatisch de vaktechnische basiskwalificatie voor de rol van hardsoldeercoördinator, en moet tevens kunnen aantonen over de specifieke competenties te beschikken in relatie tot de aard van het werk .

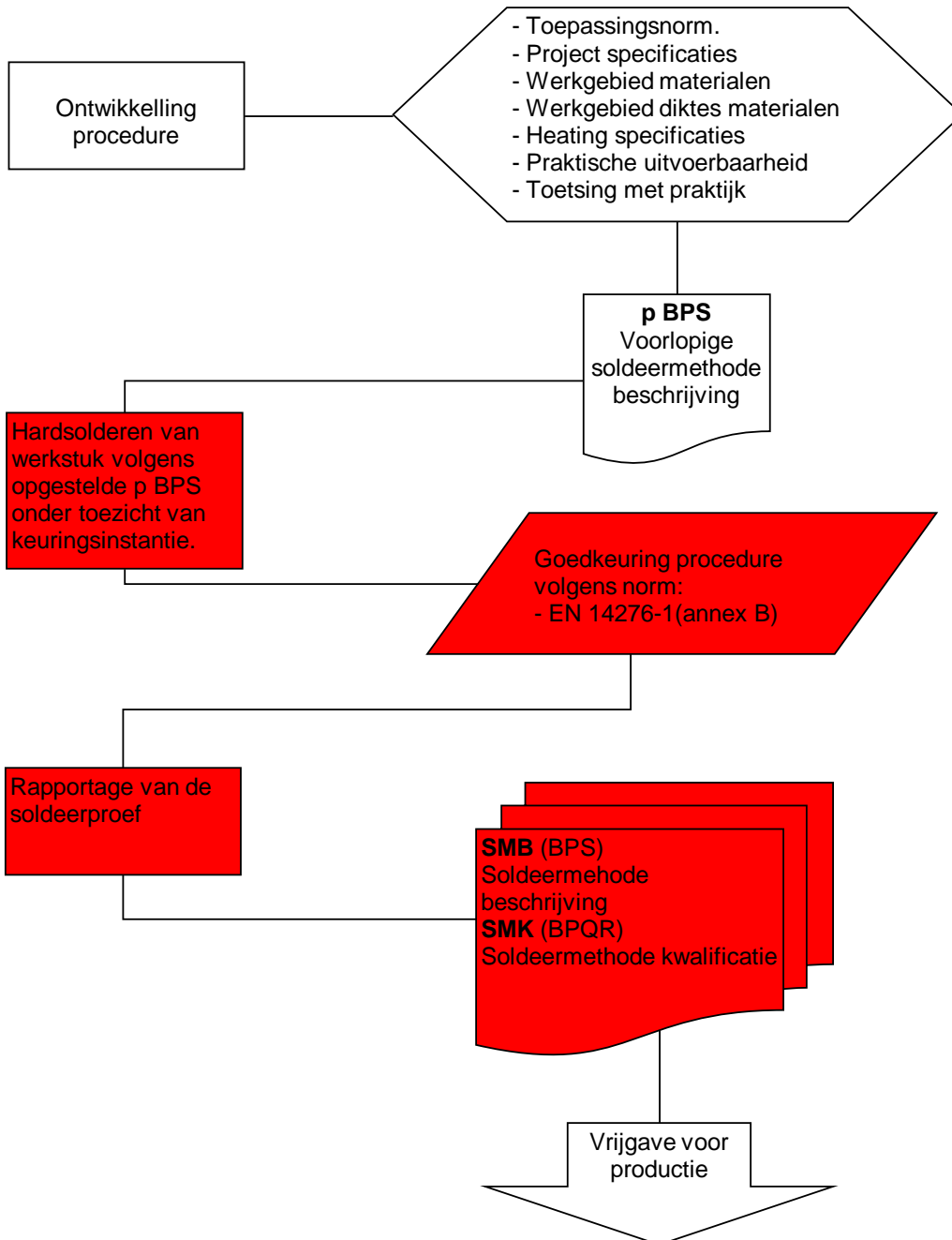
Schema's voor hardsoldeer methodekwalificatie en persoonskwalificatie van de hardsoldeercoördinator


Hieronder volgen twee schema's die kunnen worden gebruikt bij de kwalificatie van de methode voor hardsolderen en voor de persoonskwalificatie van de hardsoldeercoördinator.

Hardsolderen stadia bij de procedure en kwalificatie

Evenals het kwalificeren van lasverbindingen heeft ook het hardsolderen methodes om dit mogelijk te maken. Bijgevoegd schema zal e.e.a. verduidelijken

Methode kwalificatie

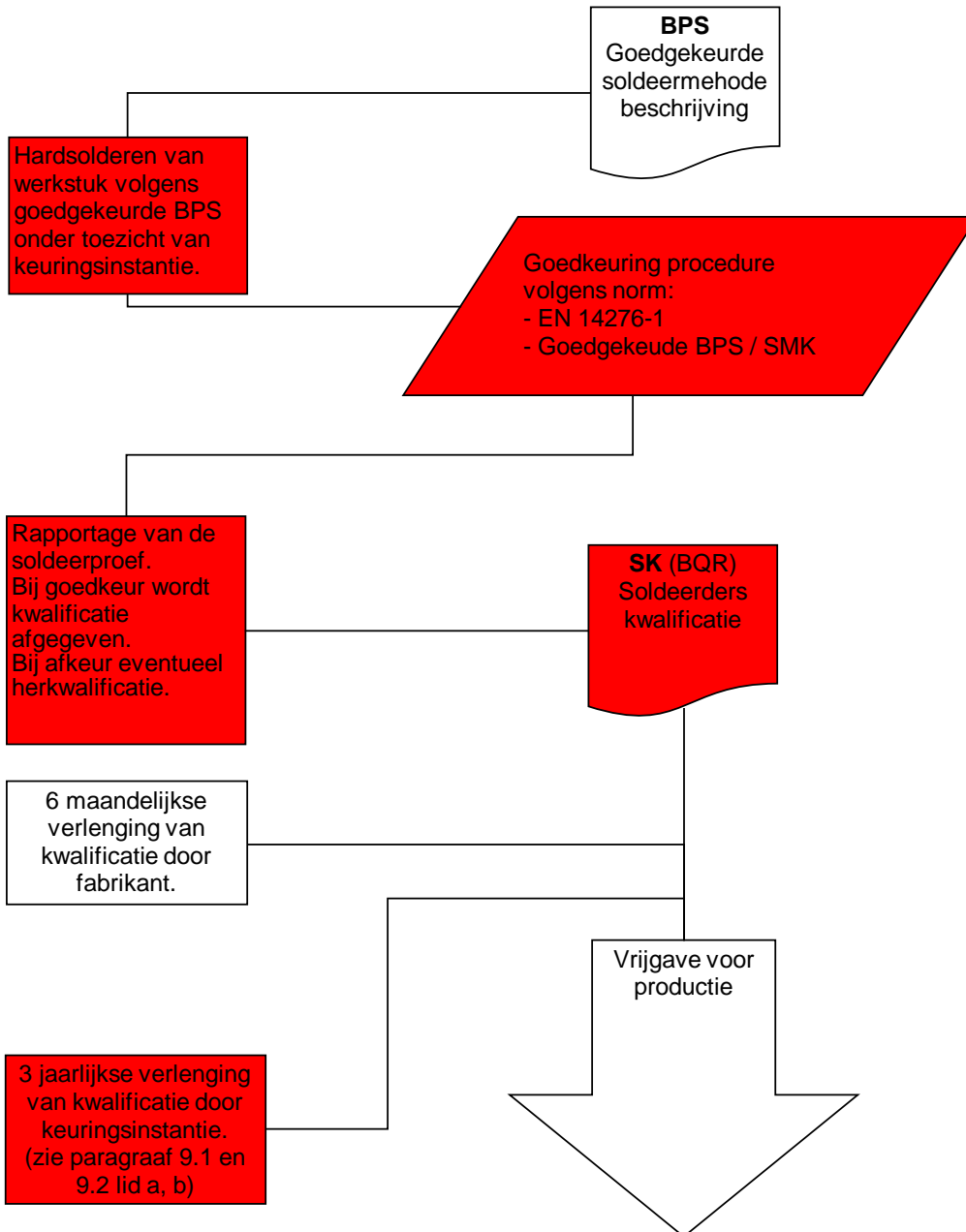



 toezicht ,beoordeling en rapportage keuringsinstantie

Hardsolderen stadia bij de procedure en kwalificatie

Evenals het kwalificeren van lasverbindingen heeft ook het hardsolderen methodes om dit mogelijk te maken. Bijgevoegd schema zal e.e.a. verduidelijken

Persoons Kwalificatie



 toezicht ,beoordeling en rapportage keuringsinstantie

5. Kenniskring Propaan

Dit werkvoorschrift is tot stand gekomen onder begeleiding van de KNVvK Kenniskring Propaan. Deze Kenniskring bestaat uit praktijkdeskundigen op het gebied van ontwerp, installatie, toepassing, inspectie en keuring van koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel, waarbij propaan het meest toegepaste type koolwaterstof is.

Deze Kenniskring had bij de totstandkoming van dit Werkvoorschrift de volgende samenstelling:

Naam	Bedrijfsnaam
Dhr. Klaas Dijkslag	Uniechemie B.V.
Dhr. Henk Dijkma	Dijkma Koudetechniek B.V.
Dhr. Ruud van Dissel	BITZER Benelux BVBA
Dhr. Ad van Geel	BITZER Benelux BVBA
Dhr. Hen van den Kerkhof	Servex Koel- en Vriestechniek B.V.
Dhr. Wil van den Kerkhof	Servex Koel- en Vriestechniek B.V.
Dhr. Chris van der Lande	Uniechemie B.V.
Dhr. Steven Lobregt	Sparkling Projects B.V.
Dhr. Johan Odie	Energie Consult Holland B.V.
Dhr. Jack Quadflieg	Emerson Climate Technologies GmbH
Dhr. Roelof Robbertsen	Aeres Tech / PTC+
Dhr. Ertan Torun	IBK B.V.
Dhr. Jan Willem Voshol	IBK B.V.
Mevr. Ety de Boer	KNVvK (coördinatie)
Dhr. René van Gerwen	Entropycs (research en redactie)

Bij de totstandkoming van dit Werkvoorschrift is gebruik gemaakt van vakinhoudelijke adviezen van dhr G. Voskamp van Energy Consult Holland BV.