

# Technische Commissie Drukmeting

## Het gebruik van klimaatkamers bij drukmetingen

### INHOUD

1	Inleiding	2
2	Definities	3
3	Nomenclatuur	3
4	Doel van een kalibratie bij verschillende temperaturen	4
5	Eisen aan de klimaatkamer	4
6	Vorbereidingen	5
7	Het uitvoeren van de kalibratie	7
8	Onzekerheidsanalyse	8
9	Referentiedocumenten	10

# 1 Inleiding

Dit document geeft richtlijnen voor het gebruik van een *klimaatkamer* en het uitvoeren van een onzekerheidsanalyse bij het kalibreren van *drukmeters* bij andere (laboratorium)omgevingstemperaturen dan waarvoor een kalibratie laboratorium is geaccrediteerd. Het bepalen van coëfficiënten voor de temperatuursafhankelijkheid van een *drukmeter* valt buiten de scope van dit informatiedocument.

Binnen de Technische Commissie Drukmeting (TCDM) bestaat behoefte aan een informatiedocument voor het gebruik van klimaatkamers bij het kalibreren van drukmeetapparatuur. Mede met behulp van een aantal proefmetingen en een overzicht van reeds eerder uitgevoerde metingen bij verschillende temperaturen is een onzekerheidsbudget opgesteld. Aan de hand van een typisch voorbeeld van een kalibratie van een drukmeter bij een temperatuur anders dan de normale laboratorium temperatuur zal in deze richtlijn een berekening van de onzekerheid worden behandeld. De scope van deze toelichting omvat kalibratie van drukmeters bij temperaturen die liggen tussen -40 °C en +180 °C bij zowel relatieve drukmetingen als wel absolute drukmeting. Het drukmedium kan stikstof, droge lucht of olie zijn. De totale onzekerheid is niet lager dan 5 Pa. De bepaling van de onzekerheid van de, in de RvA-erkende laboratoria, gebruikte *referenties* wordt in dit document buiten beschouwing gelaten.

Bij het opstellen van dit informatiedocument is regelmatig gebruik gemaakt van de, onder paragraaf Referentiedocumenten, weergegeven literatuur. In de tekst worden verwijzingen naar referentiedocumenten aangegeven met bijvoorbeeld ([2],blz.8).

De in dit document gegeven onzekerheden zijn gebaseerd op de standaardonzekerheid vermenigvuldigd met de dekkingsfactor  $k = 2$ . Bij het afronden van meetonzekerheden zijn de richtlijnen van de ISO 31-0, Annex B, 'Guide to the Rounding of Numbers' gehanteerd. Samengevat komt het op het volgende neer: bij het afronden worden de algemene afrondingsregels gebruikt. Het tussenresultaat wordt zodanig afgerond dat de uitgangswaarde (de *standaardonzekerheid*) niet meer dan 1 % verandert. De afronding van het eindresultaat (de *totale onzekerheid*) mag deze waarde niet meer dan 5 % omlaag brengen. Als dit wel zo is dient er naar boven te worden afgerond.

Dit informatie document is opgesteld door een werkgroep uit de Technische Commissie voor Drukmetingen, bestaande uit:

- dhr. J.J. Spaans (Tradinco Instrumenten-Apparaten B.V.)
- dhr. A.A.F.D. Asseldonk (Kalibra International B.V.)
- ing. J.C.G.A. Verbeek (NMI Van Swinden Laboratorium B.V.)
- dr. B.J. Luymes (NLR Amsterdam)

Na aanpassingen in de Technische Commissie Drukmeting is dit informatiedocument tijdens de TCDM vergadering op 15 april 2005 geaccepteerd als document RvA-I 5.3.

## 2 Definities

<i>Drukmeter</i>	De te kalibreren drukmeetinstrument.
<i>Referentiedrukstandaard</i>	De drukmeter en/of drukbalans welke als werkstandaard of referentie wordt gebruikt bij de kalibratie.
<i>Referentie druk</i>	De, door de <i>referentiedrukstandaard</i> , opgewekte druk.
<i>Referentieverschildrukmeter</i>	De verschildrukmeter welke wordt gebruikt om het verschil tussen de luchtdruk in en buiten de <i>klimaatkamer</i> te bepalen.
<i>Afwijking</i>	De afgelezen waarde op de <i>drukmeter</i> minus de <i>referentiedruk</i> .
<i>Klimaatkamer</i>	Een ruimte waarvan de temperatuur en eventueel de relatieve vochtigheid geregeld kan worden.
<i>Standaardonzekerheid</i>	De onzekerheid van het resultaat van een meting of in een factor die de meting beïnvloedt, uitgedrukt als een standaardafwijking
<i>Gecombineerde standaardonzekerheid</i>	De onzekerheid van het resultaat van een meting of in een factor die de meting beïnvloedt, uitgedrukt als een standaardafwijking
<i>Totale onzekerheid</i>	De grootte die het interval rond het resultaat van een meting definieert, waarvan met een grote mate van betrouwbaarheid mag worden verwacht dat de waarden die redelijkerwijs aan de meetgrootte kunnen worden toegekend, daarbinnen liggen.
<i>Dekkingsfactor k</i>	Het getal, dat wordt gebruikt als vermenigvuldigingswaarde voor de <i>gecombineerde standaardonzekerheid</i> om aldus een <i>totale onzekerheid</i> te verkrijgen.

## 3 Nomenclatuur

$p_{ref}$	=	<i>Referentiedruk</i>
$p_{rdg}$	=	afgelezen druk
$\delta p_{amb}$	=	het verschil tussen de luchtdruk, gemeten in en buiten de <i>klimaatkamer</i>
$u$	=	de <i>standaardonzekerheid</i>
$U_{ref}$	=	de <i>totale onzekerheid</i> van de <i>referentiedrukstandaard</i>
$p_{kik}$	=	het verschil in de aflezing van de <i>drukmeter</i> door de invloed van de <i>klimaatkamer</i>
$\Delta p$	=	de onzekerheid in de aflezing van de te kalibreren <i>drukmeter</i> door de onzekerheid in de gebruikte <i>referentieverschildrukmeter</i>

## 4 Doel van een kalibratie bij verschillende temperaturen

Het doel van een kalibratie van een drukmeter bij verschillende gebruikstemperaturen is om een beter inzicht te verkrijgen in het gedrag van het betreffende meetmiddel bij die temperaturen. De kalibratie van drukmeters wordt tot nu toe uitgevoerd bij een temperatuur waarvoor het kalibratielaboratorium is geaccrediteerd. Dit is meestal 20 °C. De gebruiker van de gekalibreerde drukmeter moet rekening houden met een additionele onzekerheidsbijdrage als gevolg van de temperatuursgevoeligheid van de drukmeter. Er bestaat een groeiende behoefte aan certificaten met de kalibratieresultaten welke zijn verkregen bij een, door de gebruiker gespecificeerde, gebruikstemperatuur.

## 5 Eisen aan de klimaatkamer

### 5.1 Meetbereik, stabiliteit en instelbaarheid

Meetbereik, stabiliteit en instelbaarheid van de klimaatkamer dienen te voldoen aan de eisen zoals deze zijn beschreven in de relevante werkinstructie of kalibratieprocedure. Er wordt aanbevolen een klimaatkamer te kiezen waarvan het instelbereik ligt tussen  $-40\text{ °C}$  en  $+180\text{ °C}$ . De stabiliteit van de klimaatkamer dient overeen te komen met die van de normale laboratoriumtemperatuur (b.v.  $\pm 2\text{ °C}$ ). De instelbaarheid van de klimaatkamer dient passend te zijn met de bovenstaand vermelde onzekerheid.

### 5.2 Wederzijdse beïnvloeding

Om wederzijdse beïnvloeding zo klein mogelijk te houden dienen er een aantal voorzorgsmaatregelen genomen te worden. Om te voorkomen dat, bij het wisselen van het drukmeetpunt, de temperatuur van het drukmedium in het meetelement van de te kalibreren drukmeter teveel verandert moet gebruik gemaakt worden van een temperatuursbuffervat. Dit buffervat bevindt zich in de klimaatkamer en heeft een volume van maximaal 1 dm<sup>3</sup>. Om tegen te gaan dat de referentiedrukstandaard wordt beïnvloed door de afwijkende gebruikstemperatuur van het drukmedium in de klimaatkamer moet de druk worden afgelaten buiten de referentiedrukstandaard om. De meest geschikte aflatlocatie is halverwege de verbindingsleiding tussen de referentiedrukstandaard en de te onderzoeken drukmeter. Trillingen veroorzaakt door de klimaatkamer dienen zoveel mogelijk te worden voorkomen. Het verdient de voorkeur om de te onderzoeken drukmeter in de klimaatkamer te plaatsen op schokabsorberend materiaal en de referentiedrukstandaard zodanig op te stellen dat deze geen last heeft van de trillingen van de klimaatkamer.

### 5.3 Herleidbaarheid van de temperatuurmeting

De temperatuur in de klimaatkamer wordt gemeten met twee voor het doel geschikte gekalibreerde temperatuurmetingen of twee temperatuursensoren in combinatie met een uitlezing. De sensoren van de temperatuurmeter(s) dienen op de te kalibreren drukmeter aangebracht te worden of als dit niet kan is zo dicht mogelijk tegen de drukmeter aan.

Het is ook mogelijk om de interne temperatuursensor van de klimaatkamer met een herleidbare laboratoriumtemperatuurmeter te kalibreren echter dient men dan rekening te houden met een extra onzekerheidsbijdrage door deze kalibratie.

## 5.4 Luchtdrukmeting in en buiten de klimaatkamer

Om de temperatuur gradiënt zo klein mogelijk te houden wordt bij de meeste klimaatkamers een circulatieventilator gebruikt. Hierdoor kan een overdruk in de klimaatkamer worden opgebouwd. Bij het uitvoeren van relatieve drukmetingen in een klimaatkamer is het noodzakelijk om te corrigeren voor een eventueel opgebouwde overdruk in de klimaatkamer. De overdruk in de klimaatkamer kan ook als een systematische onzekerheidsbijdrage worden beschouwd. Om de onzekerheid door dit verschijnsel te kunnen schatten is het noodzakelijk om het drukverschil tussen de klimaatkamer en de omgeving te meten. Dit kan door middel van een drukverschilmeter bijvoorbeeld een drukmeter met een bereik van 60 Pa. Als vuistregel kan worden gesteld dat de onzekerheidsbijdrage door de drukverschillen niet groter mag zijn dan 1/10 van de totale onzekerheid. Hierdoor moeten ook eisen worden gesteld aan de kalibratie van de referentieverschildrukmeter. In geval de totale onzekerheid van de uit te voeren drukmeting 6 Pa is, mag de onzekerheid van de 60 Pa-referentieverschildrukmeter niet meer zijn dan 0,6 Pa. Dit houdt in dat deze gekalibreerd moet worden met een totale onzekerheid van 1% van het meetbereik.

Bij de kalibratie van drukmeters of druksensoren werkend in het lage drukmeetgebied is het aan te bevelen de ventilator van de klimaatkamer uit te zetten. Dit houdt meestal in dat de klimaatkamer zelf uitgeschakeld dient te worden. Voorwaarde is dan wel dat de temperatuur in de klimaatkamer stabiel genoeg is en binnen de vereiste grenzen blijft.

Als het drukverschil tussen de klimaatkamer en de omgeving een belangrijke onzekerheidsbijdrage kan is, dienen de gemeten drukverschillen geregistreerd te worden op het waarnemingsformulier van de kalibratie.

## 5.5 Temperatuursgradiënt in de klimaatkamer

Voor aanvang van de kalibratie dient de temperatuursgradiënt van de klimaatkamer te worden onderzocht. Dit onderzoek vindt plaats bij de gewenste gebruikstemperatuur met de te kalibreren drukmeter reeds in de klimaatkamer geplaatst. Deze temperatuurmetingen worden uitgevoerd nadat de stabilisatie van de opstelling is voltooid en vinden plaats aan de onderzijde en bovenzijde van de drukmeter met twee gekalibreerde temperatuursensoren. De temperatuurgradiënt is een bijdrage voor de totale onzekerheid van de temperatuur van de klimaatkamer.

# 6 Voorbereidingen

## 6.1 Stabilisatietijden

Bij het kalibreren van een drukmeter bij een andere temperatuur dan die van het kalibratielaboratorium moet altijd rekening worden gehouden met stabilisatietijden. De stabilisatietijden zijn afhankelijk van het gewicht en grootte van de te kalibreren drukmeter en het te overbruggen temperatuurverschil. Bij het bepalen van de stabilisatietijden wordt er van uitgegaan dat de klimaatkamer zelf reeds de gewenste gebruikstemperatuur heeft bereikt.

Uit experimenten [7] is gebleken dat men rekening moet houden met een stabilisatietijd van 1 uur per kilogram per 10 °C te overbruggen temperatuurverschil. De hierboven gegeven waarde voor de stabilisatietijden is in overeenstemming met de aanbeveling die worden gegeven in referentiedocument [6] voor M1 OIML massastukken.

## 6.2 Voorkomen van condensvorming

Omdat overmatige condensvorming (druppelvorming) schadelijke gevolgen kan hebben voor de, in de drukmeter, gebruikte elektronica, dient deze te worden voorkomen. Condensvorming kan worden voorkomen door te starten met de hoogste gebruikstemperatuur en dan eventueel te zakken naar lagere temperaturen. Tevens is het aan te bevelen de drukmeter in de klimaatkamer te plaatsen voordat de gewenste gebruikstemperatuur is ingesteld.

Na de laatste metingen wordt de klimaatkamer uitgeschakeld en wordt de gekalibreerde drukmeter pas verwijderd als de temperatuur van de klimaatkamer overeenkomt met die van de ruimte waarin deze staat opgesteld.

## 6.3 Het vastleggen van de referentieniveaus

Door de aard van de metingen en gebruikte opstelling dient extra aandacht te worden besteed aan het verschil tussen de referentieniveaus van de drukmeter en referentie drukstandaard. Indien het drukmedium olie is wordt er een systematische afwijking geïntroduceerd van circa 100 Pa per centimeter hoogteverschil tussen de referentieniveaus. Het hoogteverschil tussen beide referentieniveaus dient zo klein mogelijk te worden gehouden. Een bijkomend fenomeen is dat de dichtheid van olie niet bij iedere temperatuur bekend is en dit dus als additionele onzekerheidsbijdrage beschouwd moet worden die belangrijker wordt naarmate het hoogteverschil groter wordt.

Bij het gebruik van stikstof of droge lucht als medium is de invloed van een eventueel verschil tussen de referentieniveaus veel kleiner en kan eventueel worden verwaarloosd. Verwaarlozing van een hoogteverschil van 0,1 m komt overeen met een systematische afwijking van circa 0,001 % van de aangeboden druk of de gemeten druk.

## 6.4 Het kiezen van leidingen, afsluiters en adapters

Kalibratie bij extreme lage of hoge temperaturen stelt hoge eisen aan de gebruikte onderdelen zoals leidingmateriaal, afsluiters, koppelingen en adapters. Voordat een onderdeel wordt gebruikt moet worden geverifieerd of deze aan de specificaties voldoet bij de gewenste gebruikstemperatuur. Gebruik bij het maken van de meetopstelling zoveel mogelijk onderdelen die gemaakt zijn van hetzelfde materiaalsoort. Een opstelling die is opgebouwd uit onderdelen van verschillende materiaalsoorten kan lek dicht zijn bij kamertemperatuur maar door de verschillende temperatuurcoëfficiënten lekken vertonen bij -40 °C.

De diameter van de gebruikte drukleidingen dient zodanig te zijn dat deze de metingen niet beïnvloedt. Geadviseerd wordt om leidingen te gebruiken met een inwendige diameter van enkele millimeters.

## 6.5 Eisen aan het gebruikte drukmedium

Bij kalibratie van drukmeters bij extreem lage temperatuur kan het vochtgehalte van het drukmedium voor problemen zorgen gebruik daarom geen vochtige lucht maar stikstof of gedroogde lucht. Indien er olie als drukmedium wordt gebruikt moet het gedrag bij extreme lage of hoge temperatuur bekend zijn. Om een complete onzekerheidsanalyse te kunnen uitvoeren is het noodzakelijk om de dichtheidsverandering van het medium als gevolg van de temperatuurverandering te kunnen inschatten. Voor stikstof en droge lucht zijn er algemene vergelijkingen bekend maar voor diverse oliesoorten is het zinvol de bijbehorende specificatiebladen te

bestuderen. In verband met de viscositeit van oliën bij lagere temperaturen dienen er geschikte oliesoorten te worden gebruikt.

## **6.6 De initiële test**

Als extra kwaliteitwaarborging en om de invloed van de klimaatkamer op de meetresultaten te kunnen onderzoeken wordt voor aanvang van de kalibratie van de *drukmeter* in de *klimaatkamer* een initiële test uitgevoerd. De drukmeter wordt eerst onder normale omstandigheden en conform de laboratoriuminstructies in het kalibratielaboratorium gekalibreerd. Vervolgens wordt de drukmeter in de klimaatkast opgesteld. De klimaatkamer is ingeschakeld en ingesteld op de normale laboratoriumtemperatuur. De kalibratie wordt op minimaal drie meetpunten herhaald, deze punten komen overeen met punten van de kalibratie buiten de *klimaatkamer*. De waarnemingen worden geregistreerd op het kalibratieformulier. Indien er verschillen worden geconstateerd dient de oorzaak ervan te worden opgespoord en indien mogelijk opgeheven (b.v. als er een drukverschil is gemeten). Als dit niet mogelijk is worden de verschillen als een type B onzekerheidsbijdrage behandeld.

# **7 Het uitvoeren van de kalibratie**

## **7.1 De referentiedrukstandaard**

De referentiedrukstandaard wordt opgesteld conform de aanwijzingen in de bestaande procedure of werkinstructie. Voor de totale onzekerheid wordt verwezen naar de bestaande werkinstructie of procedure.

## **7.2 Aantal meetpunten**

Het aantal meetpunten is in overeenstemming met het minimum aantal dat wordt gegeven in de laboratoriuminstructie. In overleg met de opdrachtgever kan voor meer meetpunten worden gekozen. De metingen worden uitgevoerd bij zowel opgaande druk als wel neergaande druk. Het nulpunt wordt ook als een meetpunt beschouwd.

## **7.3 Het justeren van de drukmeter**

Voor aanvang van de kalibratie wordt het nulpunt van de drukmeter ingesteld (indien mogelijk). De volle schaalwaarde van de drukmeter wordt ingesteld op verzoek van de opdrachtgever of de gebruiker van de *drukmeter*. Indien de drukmeter bij meerdere gebruikstemperaturen wordt gekalibreerd en gebruikt, moet iedere keer het nulpunt worden ingesteld. Het voorgaande is alleen toegestaan als de gebruiker van de *drukmeter* ook het nulpunt kan instellen.

## **7.4 Metingen bij meerdere gebruikstemperaturen**

Omdat de basis van de erkenning van het kalibratielaboratorium het uitvoeren van metingen bij de normale laboratoriumtemperatuur is zal er altijd eerst een kalibratie plaats te vinden bij deze temperatuur. Zie ook paragraaf 6.2.

## 8 Onzekerheidsanalyse

### 8.1 Het rekenmodel

Het rekenmodel voor de onzekerheidsanalyse is

$$\delta p_{rdg} = p_{rdg} - p_{ref} + \delta p_{klik} + \delta p_{amb} + \Delta p$$

$p_{ref}$	de aangeboden referentiedruk,
$\delta p_{rdg}$	de afwijking van de drukmeter bij druk $p_{ref}$ ,
$p_{rdg}$	de op de drukmeter afgelezen druk,
$\delta p_{klik}$	de maximale afwijking als gevolg van de invloed van de klimaatkamer,
$\Delta p$	de onzekerheid in de aflezingen van de gebruikte referentieverchildrukmeter,
$\delta p_{amb}$	de correctie voor het luchtdrukverschil in en buiten de klimaatkamer.

### 8.2 De referentiedrukstandaard

Voor de onzekerheid van de referentiedrukstandaard wordt de onzekerheidsanalyse uit de bestaande werkinstructie of kalibratieprocedure overgenomen. Deze komt overeen met de best haalbare meetnauwkeurigheid zoals die in de erkenning wordt gegeven. De standaardonzekerheid van de referentiedrukstandaard is:

$$u(p_{ref}) = U(p_{ref})/2$$

De onzekerheid is normaal verdeeld ( $k = 2$ ).

### 8.3 De invloed van de klimaatkamer

De invloed van de klimaatkamer is onderzocht door metingen uit te voeren in het laboratorium bij de normale laboratoriumtemperatuur en in een ingeschakelde klimaatkamer bij dezelfde temperatuur. Indien er verschillen worden geconstateerd zonder dat daar een verklaring voor is worden deze verschillen behandeld als een type B onzekerheidsbijdrage waarvan wordt aangenomen dat de verdeling rechthoekig is verdeeld. De standaardonzekerheid door de invloed van de klimaatkamer is:

$$u(\delta p_{klik}) = \delta p_{klik}/\sqrt{3}$$

### 8.4 Luchtdrukverschillen

Indien het mogelijk is kan er voor luchtdrukverschillen tussen de klimaatkamer en het laboratorium worden gecorrigeerd. Als het drukverschil gedurende de kalibratie varieert is het praktischer het grootst gemeten drukverschil als een type B onzekerheidsbijdrage, waarvan wordt aangenomen dat de verdeling rechthoekig is verdeeld, mee te nemen. De standaardonzekerheid als gevolg van luchtdrukverschillen is:

$$u(\delta p_{amb}) = \delta p_{amb}/\sqrt{3}$$



## 8.5 Onzekerheid van de referentieverschildrukmeter

Als het luchtdrukverschil tussen de klimaatkamer en de omgeving (laboratorium) wordt gecorrigeerd moet ook de onzekerheid van de gebruikte referentieverschildrukmeter worden meegenomen. De totale onzekerheid in de aflezingen van de referentieverschildrukmeter is gegeven in het bijbehorende kalibratie certificaat ( $U_{\delta p}$ ), de standaardonzekerheid is:

$$u_{\Delta p} = U_{\Delta p} / 2$$

## 8.6 Thermo moleculaire drukverschillen

Thermo moleculaire drukverschillen gaan een rol spelen bij absolute drukmeting in het lage meetbereik van 200 Pa of lager. Deze drukverschillen zijn afhankelijk van het temperatuurverschil, leidingdiameter en gebruikte drukmedium. Voor de in de scope beschreven metingen is dit verschijnsel verwaarloosbaar.

## 8.7 Totale of vergrote onzekerheid

Onzekerheidstabel [ $y = f(x_1, \dots, x_7)$ ]

1	2	3	4	5	7
variabele $x_i$	waarde	standaard onzekerheid $u(x_i)$	verdeling	$c_i =$ partiele afgeleiden $\partial f / \partial x_i$	onzekerheids- bijdrage $u_i(y)$
$p_{ref}$	certif. waarde	$u(p_{ref})$	normaal, $k=2$	1	$u_1(y)$
$\delta p_{klik}$	0	$u(\delta p_{klik})$	rechth.	1	$u_2(y)$
$\delta p_{amb}$	0	$u(\delta p_{amb})$	rechth.	1	$u_3(y)$
$\Delta p$	0	$u(\Delta p)$	normaal, $k =$ 2	1	$u_4(y)$
<b>y</b>				$u_c = \sqrt{\sum (u_i(y))^2}$	
				$k:$	2
				$U = k \cdot u_c:$	

Resultaat:  $y = p_{rdg} - p_{ref} \pm U$ .

Voor een uitgebreide onzekerheidsanalyse bij de kalibratie van drukmeters wordt verwezen naar RvA toelichting RvA-Tk-5.2, "Bepaling van de onzekerheid in de afwijkingen bij de kalibratie van drukmeters".

## 9 Referentiedocumenten

- [1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, International Organization for Standardization, First edition 1993
- [2] International Vocabulary of toe Basic and general terms in Metrology, International Organization for Standardization, Second edition 1993
- [3] Guidelines for the Expressions of the Uncertainty of Measurement in Calibrations, EA-04/02, European co-operation for Accreditation, April 1997
- [4] F. Pavese and G. Molinar, Modern Gased-Based Temperature and Pressure Measurements, Plenum Press, 1992
- [5] Requirments for the Accreditation of Laboratories and Organisations Performing Site Calibration, EA-4/03, European co-operation for Accreditation, January 1996.
- [6] International Recommendation OIML R111, Edition 1994, Weights of class E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3, Paris, 1994.
- [7] Resultaten onderzoek temperatuurstabilisatietijden van drie drukmeters, 2000, Kalibra Nederland BV.
- [8] Technische specificaties klimaatkamers (nog nader in te vullen).
- [9] Overzicht en samenvatting van reeds uitgevoerde kalibratie bij afwijkende gebruikstemperaturen, 2000, Tradinco Instrumenten en Apparaten B.V.

## Bijlage A

### Het weergeven van de meetresultaten en onzekerheid in een RvA kalibratie certificaat

(logo en naam van het  
RvA kalibratie laboratorium)



Certificaatnummer 000000  
Blad 1 van 2

Aanbieder	Firmanaam Adres Postcode Vestigingsplaats
Aangeboden	Digitale drukmeter voor overdruk Bereik : (0 ÷ 1 000) kPa Schaaldeel : 0,1 kPa Klasse,specificatie : 0,25 % van de volle schaalwaarde Fabrikaat : Merknaam Type : DPP 1234 Serienummer : SN 3456
Wijze van onderzoek	De drukmeter is met behulp van een referentie-drukbalans en met stikstof als medium op 11 punten gekalibreerd. Hierbij is een cyclus van toenemende en afnemende drukken doorlopen. Bij deze drukmeter is een opwarmtijd van een half uur gehanteerd zoals voorgeschreven in de bijbehorende handleiding. Voor aanvang van de kalibratie is de beginwaarde van de drukmeter op nul ingesteld.
Datum van Onderzoek	De kalibratie werd uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . dag-maand-jaar
Resultaat	De meetresultaten zijn weergegeven op blad 2 van dit certificaat. De vermelde onzekerheid is gebaseerd op de standaardonzekerheid vermenigvuldigd met de dekkingsfactor $k = 2$ .
Herleidbaarheid	De metingen zijn uitgevoerd met een standaard waarvan de herleidbaarheid naar (inter-)nationale standaarden, ten overstaan van de NKO, is aangetoond.
Uitgevoerd door	

*Naam  
Uitvoerder*

(naam en adres van het  
RvA laboratorium)

*Naam*  
Chef Laboratorium Drukmetingen

(voorbehoud auteursrecht en  
voorbehoud aansprakelijkheid)

Resultaat Hieronder wordt het resultaat van de kalibratie en de bijbehorende onzekerheid weergegeven.

Afgelezen druk	Afwijking /kPa		Onzekerheid
$p$ /kPa	Toenemende druk	Afnemende druk	/kPa
0,0	( 0,0 )	+ 0,1	0,27
100,0	+ 0,2	+ 0,3	0,28
200,0	+ 0,4	+ 0,4	0,29
300,0	+ 0,3	+ 0,4	0,31
400,0	+ 0,3	+ 0,4	0,34
500,0	+ 0,5	+ 0,4	0,37
600,0	+ 0,3	+ 0,5	0,41
700,0	+ 0,4	+ 0,6	0,45
800,0	+ 0,6	+ 0,6	0,49
900,0	+ 0,4	+ 0,7	0,54
1 000,0	+ 0,6	-	0,58

Grootste afwijking : 0,07 % F.S.

Grootste hysteresis: 0,03 % F.S.

Afwijking = Afgelezen druk - Referentiedruk