

Klimaatregeling EPB

→ Technische inhoud bestemd voor de opleidingsinstellingen

Technische module

HOOFDSTUK 7 METINGEN

Voor professionals inzake klimaatregeling: controleurs, technicus klimaatregeling EPB



Ontwerp oktober 2012

Meer info: www.bruxellesenvironnement.be

→ Professionals

→ Energieprestatie en Binnenklimaat

→ Technische installaties

Leefmilieu Brussel - BIM
Departement verwarming en klimaatregeling EPB

E-mail: climPEB@environnement.irisnet.be

ÉNERGIE



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 7. Metingen	3
7.1 Temperatuur	3
7.1.1 Internationale temperatuurschaal en ijking	3
7.1.2 De belangrijkste soorten temperatuursonden	4
7.1.3 Aandachtspunten bij de keuze van een thermometer (voor de controle van de HVAC-installaties) .	9
7.1.4 Aandachtspunten bij de temperatuurmetingen	10
7.1.5 Meting van de temperaturen van de koelcyclus.....	12
7.2 Sterkte van de opgenomen stroom	13
7.2.1 Hoe kan men de door een motor opgenomen stroom op elke fase meten?	13
7.2.2 Interpretatie van de metingen van de opgenomen stroom	16
7.3 Controle van de draairichting van de pompen, circulatiepompen en ventilatormotoren	17
7.4 Controle oliepeil van een koelcompressor	18
7.5 Aandachtspunten bij de meting van de druk van een watercircuit.....	20
7.6 Meting van de drukverliezen door een filter	21
7.7 Luchtdebiet in de kokers en aan de uitgang van de luchtbehandelingscentrales.....	23
7.8 Waterdebiet	25

HOOFDSTUK 7. METINGEN

7.1 TEMPERATUUR

7.1.1 INTERNATIONALE TEMPERATUURSCHAAL EN IJKING

Voor de meest gebruikelijke temperatuurmetingen is een temperatuurschaal opgesteld: de Internationale Temperatuurschaal (I.T.S. 90 – International Temperature Scale).

Het betreft een norm die referentiepunten bepaalt voor de ijking van de meetinstrumenten.

Deze referentiepunten zijn gekoppeld aan fenomenen zoals het kookpunt, het stollingspunt en het tripelpunt van zuivere stoffen.

De meest gebruikelijke eenheden, Kelvin en graden Celsius, worden bepaald ten opzichte van het absolute nulpunt (0 K of $-273,15\text{ °C}$) en ten opzichte van het tripelpunt van water (273,16 K of $0,01\text{ °C}$). (De kooktemperatuur van water bij een druk van één atmosfeer bedraagt $99,98\text{ °C}$).

In België levert BELAC de accreditaties af aan de laboratoria die de meetinstrumenten ijken (Wet van 20 juli 1990 betreffende de accreditatie van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling, gewijzigd door de programmawet van 9 juli 2004; evenals het Koninklijk Besluit van 31 januari 2006 tot oprichting van het BELAC-accreditatiesysteem van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling).

Een thermometer wordt doorgaans geijkt door de ijkthermometer en de te ijken thermometer onder te dompelen in een bad met (glycol- of gedemineraliseerd) water, alcohol of olie op verschillende temperaturen, om de meetwaarden te vergelijken.

7.1.2 DE BELANGRIJKSTE SOORTEN TEMPERATUURSONDEN

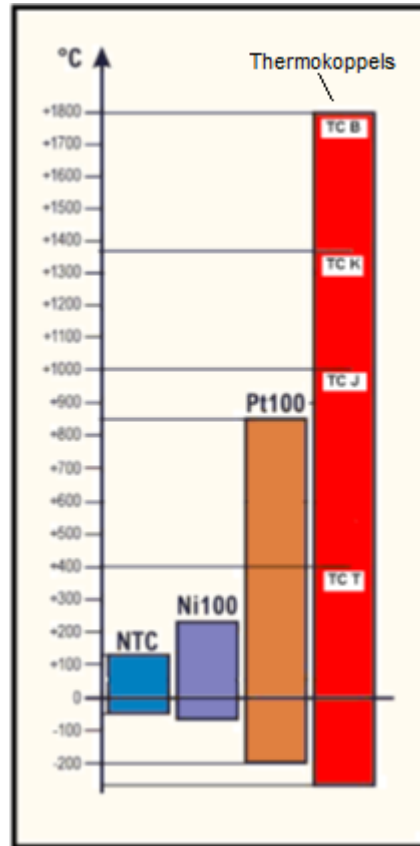
De belangrijkste meetsystemen die meestal gebruikt worden, zijn:

- de thermometers met uitzetting of met vloeistof:
 - o Principe: schommeling van het volume van een vloeistof
 - o Ontwerp: vloeistofreservoir (kwik, alcohol, toluen, pentaan) in een glazen buis. Lezing door middel van graduaties
 - o Algemene kenmerken:
Bereik (volgens de vloeistof): - 200 °C tot + 600 °C
Nauwkeurigheid: 1 % van de meetschaal
 - o Voordelen: eenvoudig, goedkoop, gevoelig, nauwkeurig wanneer het meetbereik afgestemd is op de toepassing
 - o Nadelen: breekbaar, bepaalde metingen kunnen moeilijk uitgevoerd worden (oppervlaktetemperatuur, toegang, ...), bepaalde vloeistoffen zijn giftig (risico bij breken van het glas)



Figuur 6.1 Losse thermometer en vaste thermometer

- De sonden met een variabele weerstand:
 - o Principe: variatie van de elektrische weerstand van de elektrische geleiders naargelang van de temperatuur
 - o Ontwerp: de meest gebruikte materialen zijn platina (vb.: Pt100 met een weerstand van 100 Ohm bij 0 °C) en nikkel

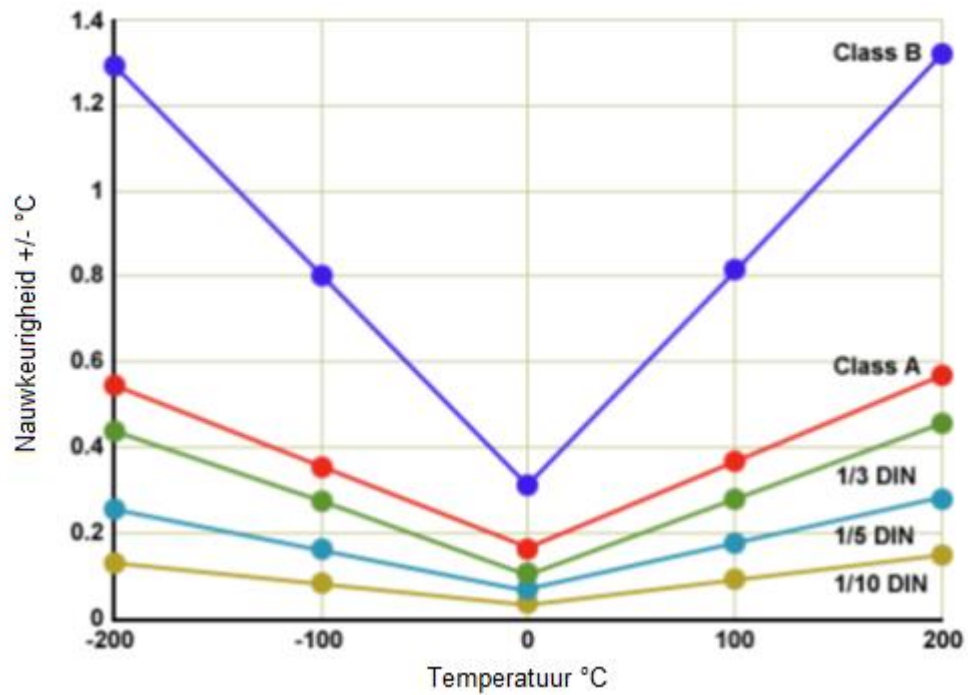


Figuur 6.2 Toepassingsgebieden van de sonden met nikkel, Pt100 en de thermokoppels



Figuur 6.3 Voorbeeld van Pt100

- Algemene kenmerken:
Beschikbaar bereik: -200 °C tot 850 °C voor Pt ; -60 °C tot 150 °C voor Ni
Nauwkeurigheid: 0,5 tot 1 % van de meetschaal

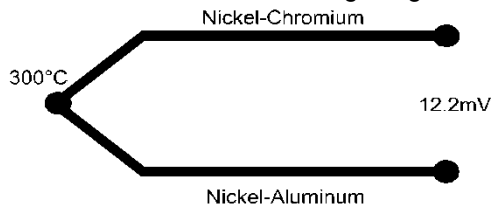


Figuur 6.4 Tolerantie van de sonden PT100 volgens de norm IEC 751

- Voordelen: goede gevoeligheid, neemt weinig plaats in, lineaire variatie naargelang van de temperatuur
- Nadelen: relatief hoge prijs, risico van vervorming, warmt zelf op als gevolg van de lage stroomtoevoer (< 10 mA)

- De thermokoppels:

- o Principe: twee gelaste draden bestaande uit verschillende metalen. Wanneer men het verbindingspunt verwarmt, zetten de 2 draden niet op dezelfde manier uit, met een elektromotorische kracht tot gevolg.



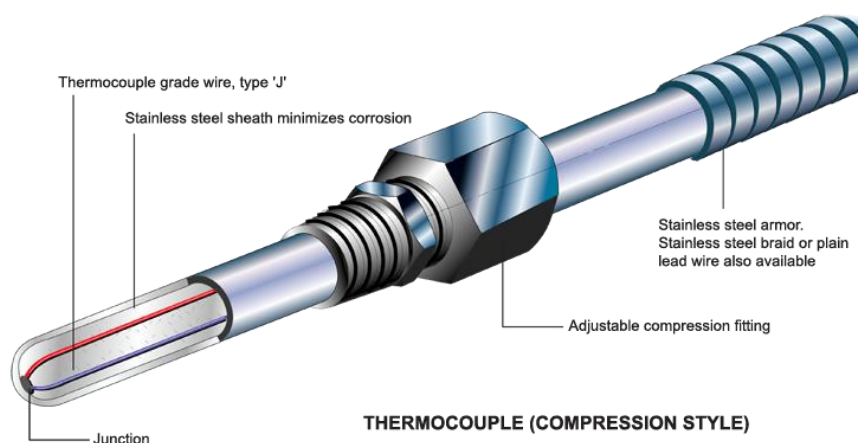
Figuur 7.4 Voorbeeld: thermokoppel van type K

- o Kenmerken: De thermokoppels kunnen een groot meetbereik hebben. De nauwkeurigheid hangt ook af van het type legeringen dat gebruikt wordt.

Tolerantieklasse voor de thermokoppels volgens IEC 584					
Legeringen	Symbolen	Klasse	Temperatuurbereik (°C)	Tolerantie	Tolerantie (°C)
Fe-CuNi	J	1	-40 tot +750 °C	± 0,4 %	± 1,5 °C
Fe-CuNi	J	2	-40 tot +750 °C	± 0,75%	± 2,5°C
Fe-CuNi	J	3	-	-	-
Cu-CuNi	T	1	-40 tot +350°C	± 0,4 %	± 0,5°C
Cu-CuNi	T	2	-40 tot +350°C	± 0,75%	± 1,0°C
Cu-CuNi	T	3	-200 tot +40°C	± 1,5%	± 1,0°C
NiCr-Ni	K	1	-40 tot +1000°C	± 0,4 %	± 1,5 °C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-Ni	K	2	-40 tot +1200°C	± 0,75%	± 2,5°C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-Ni	K	3	-200 tot +40°C	± 1,5%	± 2,5°C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-CuNi	E	1	-40 tot +800°C	± 0,4 %	± 1,5 °C
NiCr-CuNi	E	2	-40 tot +900°C	± 0,75%	± 2,5°C
NiCr-CuNi	E	3	200 tot +40°C	± 1,5%	± 2,5°C
Pt10Rh-Pt	S	1	0 tot +1600°C		± 1,0°C
Pt13Rh-Pt	R				
Pt10Rh-Pt	S	2	-40 tot +1600°C	± 0,25%	± 1,5 °C
Pt13Rh-Pt	R				
Pt10Rh-Pt	S	3			
Pt13Rh-Pt	R				
Pt30Rh-PT6Rh	B	1			
Pt30Rh-PT6Rh	B	2	+600 tot +1700°C	± 0,25%	± 1,5 °C
Pt30Rh-PT6Rh	B	3	+600 tot +1700°C	± 0,5%	± 4,0°C

Tabel 6.5 Klassen van thermokoppels

- o Voordelen: grote gevoeligheid, kleine afmetingen, kostprijs
- o Nadelen: betrouwbaarheid (boven 100 °C en voor thermische cycli), niet-lineair



Figuur 6.6 Thermokoppel

- Infraroodthermometers:
 - Principe: meting van de lichtsterkte (in het infrarood) gekoppeld aan de warmte-emissie van een materiaal
 - Kenmerken:
 - Meetbereik vaak begrepen tussen -60 °C en $+900\text{ °C}$
 - Nauwkeurigheid vaak $\pm 1\%$ of $\pm 1\text{ °C}$
 - Voordelen: gebruiksgemak, reactiviteit, veiligheid (geen contact met het oppervlak)
 - Nadelen: niet geschikt voor de meting van de omgevingslucht, prijs, vereist een laserbundel om goed te mikken, het is moeilijk bepaalde uitrustingen te selecteren, afhankelijk van het emissievermogen van het materiaal (opgelet voor gepolijste oppervlakken met glans)



Figuur 6.7 Voorbeeld van infraroodthermometer met laserzoeker

7.1.3 AANDACHTSPUNTEN BIJ DE KEUZE VAN EEN THERMOMETER (VOOR DE CONTROLE VAN DE HVAC-INSTALLATIES)

Bij de keuze van een thermometer moet men de volgende elementen in aanmerking nemen:

- nauwkeurigheid
De nauwkeurigheid wordt doorgaans uitgedrukt in °C of in % van de gemeten temperatuur.
Wij raden aan, een meetinstrument te kiezen (toestel + sonde + connectoren) met een nauwkeurigheid van ≤ 1 °C in het gebruikelijke meetbereik van de HVAC-installaties.
Opgelet: de resolutie van een meetinstrument (aantal weergegeven decimalen) en de nauwkeurigheid zijn twee verschillende kenmerken. De resolutie is vaak kleiner dan de nauwkeurigheid van een instrument.
- de aanwezigheid van een ijkcertificaat van het meetinstrument (toestel + sonde(n) + connectoren)
- het (de) toepassingsgebied(en)
meting van de oppervlaktetemperaturen (contactsonde, IR-thermometer)
meting van de temperaturen van de lucht en/of van de vloeistoffen (omgevingssonde, meting van de temperatuur van al dan niet bijtende vloeistoffen)
meting van de temperaturen van de leidingen (klem, "velcro", ...)
(andere: priksonde in het bijzonder voor voedingsmiddelen, meting van de temperatuur van de dampen, ...)
- praktische aspecten: afmeting (lengte, diameter) en vorm van de sonde (om toegang te krijgen tot de meetpunten, bijvoorbeeld binnen in hulzen), stevigheid, afmeting van de handgreep, lengte van de verbindingkabel, aanwezigheid van een backlight op het display, de responstijd, ...

7.1.4 AANDACHTSPUNTEN BIJ DE TEMPERATUURMETINGEN

Bij de meting van de temperatuur moeten enkele punten in aanmerking genomen worden (voor meer informatie, zie de norm ISO 7726:1998 "Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities"):

- Meting van de temperatuur van een oppervlak, bijvoorbeeld een leiding, met behulp van een contactsonde:
 - o "kwaliteit" van het contact tussen de sonde en het oppervlak: rekening houden met de afmetingen van de contactsensor, een warmtegeleidende pasta gebruiken
 - o inertie van het materiaal: wanneer de temperatuur van het fluïdum (bijvoorbeeld: ijswater) schommelt, schommelt de buitentemperatuur van de leiding niet onmiddellijk. Hoe kleiner de thermische geleidbaarheid van het materiaal en hoe dikker de wand, hoe sterker het fenomeen.
Concreet: voor de meting van een temperatuur door contact, de voorkeur geven aan koperen leidingen met een kleine diameter in plaats van leidingen van koolstofstaal. De temperaturen meten van een installatie in werking.

- De temperatuur meten van een oppervlak met behulp van een infraroodthermometer:
 - o Rekening houden met de inertie van het materiaal (cf. vorige punt)
 - o Goed mikken op het punt waarvan men de temperatuur wil meten (vb.: met laserzoeker) en ervoor zorgen dat er geen hindernis (ook geen transparante) is tussen de ontvanger en het punt waarvan men de temperatuur wil meten
 - o Opgelet voor de parameterinstelling van het emissievermogen van het materiaal (cf. tabel hierna)

Materiaal	Emissievermogen bij 0 °C	Materiaal	Emissievermogen bij 0 °C
Aluminium, gepolijst	0,05	Verf, zilverkleurige afwerking (bij 27 °C)	0,31
Aluminium, erg geoxideerd	0,25	Verf, op oliebasis, gemiddeld	0,94
Messing, mat, dof	0,22	Papier, zwart, glanzend	0,9
Messing, gepolijst	0,03	Papier, zwart, mat	0,94
Baksteen, gewoon	0,85	Papier, wit	0,9
Baksteen, vuurvast, ruw	0,94	Rubber	0,93
Gietijzer, ruw	0,81	Staal, gegalvaniseerd	0,28
Gietijzer, gepolijst	0,21	Staal, erg geoxideerd	0,88
Beton	0,54	Staal, koudgewalst	0,24
Koper, gepolijst	0,01	Staal, ruw oppervlak	0,96
Koper, commercieel, glanzend	0,07	Staal, verroest	0,69
Koper, geoxideerd	0,65	Staal, plaat, vernikkeld	0,11
Koper, zwart geoxideerd	0,88	Staal, plaat, gewalst	0,56
		Water	0,98
		Zink, plaat	0,2

- o Bij twijfel een meetinstrument gebruiken dat uitgerust is met een geijkte contactsonde

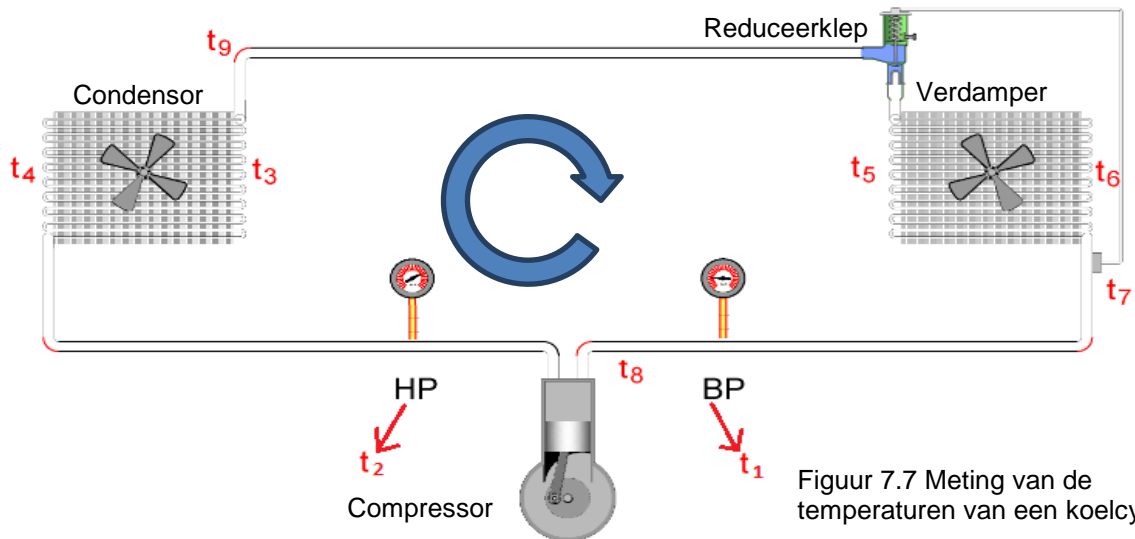
- Meting van de temperatuur van de lucht in een lokaal:
 - o zich verwijderen van de bronnen van warmte (met inbegrip van het menselijke lichaam) en koude
 - o zich verwijderen van de luchtinblaas- en extractie-roosters
 - o de meetsonde op een minimale afstand van 1 m van de wanden van het lokaal plaatsen (plafond, muren, vloer)
 - o wachten tot het resultaat van de meting stabiel is
 - o de meting op verschillende punten in het lokaal uitvoeren en het gemiddelde berekenen
 - o de snelheid van de lucht beïnvloedt de meting van de temperatuur van de lucht in een lokaal (de luchtsnelheid in een lokaal is doorgaans niet groter dan 0,2 m/s; daarboven is de invloed niet verwaarloosbaar)

Het wordt aanbevolen om alle temperatuurmetingen in een gebouw of op eenzelfde circuit uit te voeren met hetzelfde meetinstrument, om meetonzekerheden als gevolg van een verschillende ijking tussen 2 meetinstrumenten te vermijden.

Voor de meting van de temperatuur bij de uitvoer van een luchtbehandelingscentrale of van de temperatuur van een circuit, wordt aangeraden, indien mogelijk, bij voorkeur een huls te gebruiken.

7.1.5 METING VAN DE TEMPERATUREN VAN DE KOELCYCLUS

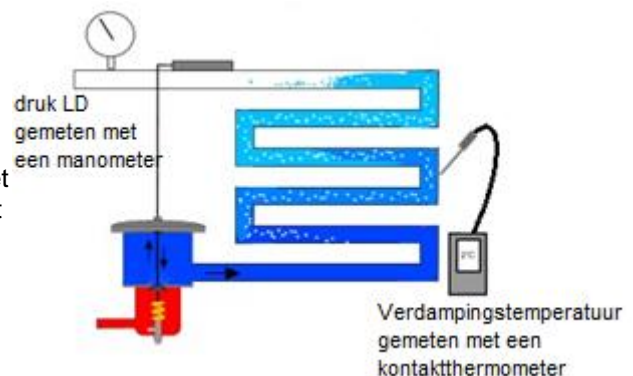
De verschillende temperatuurmetingen die representatief zijn voor de goede werking van een koelcyclus, worden voorgesteld in het vereenvoudigde schema hierna met de 4 basiscomponenten



Figuur 7.7 Meting van de temperaturen van een koelcyclus

LEGENDE	
t1	temperatuur van het koelmiddel in overeenstemming met de LD → indien een manometer aanwezig is, converteren met een liniaal of een berekeningstabel of meten met behulp van een contactthermometer, aan de ingang van de compressor (enkel een persoon met een certificaat van bekwaamheid inzake koeltechniek mag de interventies aan de dichting van de koelcircuits uitvoeren. Voorbeeld: een manometer aansluiten)
t2	temperatuur van het koelmiddel in overeenstemming met de HD (aan de uitgang van de compressor)
t3	temperatuur van het koelmiddel aan de ingang van de condensor
t4	temperatuur van het koelmiddel aan de uitgang van de condensor
t5	temperatuur van het af te koelen fluïdum aan de ingang van de verdampers
t6	temperatuur van het af te koelen fluïdum aan de uitgang van de verdampers
t7	temperatuur van het koelmiddel ter hoogte van de bol van de reduceerklep
t8	temperatuur van het koelmiddel aan de aanzuiging van de compressor
t9	temperatuur van het af te koelen fluïdum aan de uitgang van de condensor
t10	perstempertuur aan de uitgang van de compressor

Figuur 6.9 Meting van de verdampingstemperatuur in het midden van de verdampers met behulp van een contactsonde



7.2 STERKTE VAN DE OPGENOMEN STROOM

7.2.1 HOE KAN MEN DE DOOR EEN MOTOR OPGENOMEN STROOM OP ELKE FASE METEN?

Veiligheid

Wij raden aan zeer voorzichtig te werk te gaan bij elektrische metingen en direct of indirect contact met een onderdeel onder spanning te vermijden!



Basisregels:

- Afstand houden tussen het menselijke lichaam en elk niet-geïsoleerd punt dat onder spanning staat. De snoeren van het meetinstrument correct gebruiken en de punten onder spanning bepalen.
- Een stabiele positie aannemen, droog zijn, aangepaste werkkleding en veiligheidsschoenen dragen
- De meting niet uitvoeren met een ampèreklem, indien de controleur of de technicus denkt dat er een risico bestaat: beschadigde kabels, slecht vastgezette kabelkousen, aangetast bord, blootliggende contacten, ...

Werkingsvoorwaarden

De meting van de stroom verbruikt door een motor op elke fase gebeurt als volgt:

- Bij de normale bedrijfsspanning van de motor (doorgaans 400 VAC of 230 VAC)
- Bij de nominale bedrijfsfrequentie van de motor (doorgaans 50 Hz) → ermee rekening houden indien een frequentieregelaar of een cascaderstarter aanwezig is
- Motor in werking, constant bedrijf en constante lading → de tijd die noodzakelijk is om deze toestand te bereiken, hangt af van de grootte en het type van de installatie → de stroom meten tot een stabiel resultaat verkregen wordt

Meetmiddelen

- **Vaste ampèremeter of frequentieregelaar**

Met de meeste frequentieregelaars kan men de opgenomen stroom op elke fase meten met een goede nauwkeurigheid → aan een technicus vragen om de waarden te tonen.

Sommige bedieningspanelen van de koelmachines laten ook toe om deze waarden te tonen.

Wanneer een vaste ampèremeter aanwezig is, evenals een keuzeknop om elke fase te meten, kunnen deze gebruikt worden.



Fig. 7.9 Vaste ampèremeter

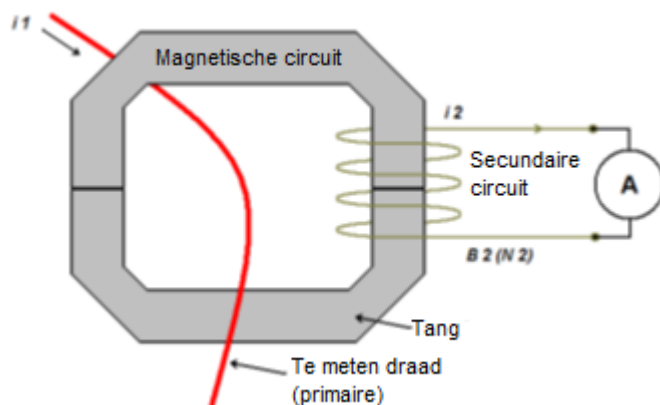


Fig. 6.10 fasekeuzeknop

Bij twijfel over het verkregen resultaat (onnauwkeurigheid van het vaste instrument of defect aan het instrument), een amperometrische klem gebruiken.

- **Amperometrische klem**

Werkingsprincipe: een amperometrische klem voor de wisselstroommeting is een stroomtransformator die het magnetische veld dat door de passage van de stroom in een geleider gecreëerd wordt, converteert in stroom binnenin het meetinstrument.



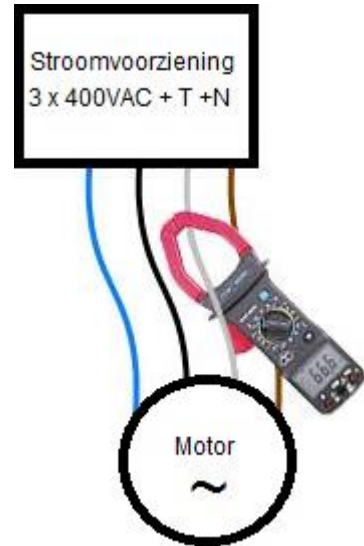
Figuren 6.11 Werkingsprincipe van een amperometrische klem + modelvoorbeeld

Criteria voor de keuze van een amperometrische klem:

- Meetbereik aangepast aan de te meten stroom. Voorbeelden: bereiken 0-40 A, 0-400 A, 0-2000 A (het bereik 0-400 A is geschikt voor de meeste toepassingen. Boven deze waarden zijn de machines meestal uitgerust met een vast meetmiddel)
- Maximaal toelaatbare spanning (vaak 600 V of 1000 V)
- Nauwkeurigheid (\neq resolutie van het display): wij raden aan, een meetinstrument te kiezen met een resolutie van $\leq 2\%$ in het bereik van de uit te voeren metingen
- Aanwezigheid van de CE-markering, overeenstemming met de internationale veiligheidsnormen IEC/EN 61010-1 en IEC/EN 61010-2-032
- Praktische aspecten: vorm en afmeting van de klem (in samenhang met de beschikbare plaats tussen de geleiders en de afmetingen van de geleiders), aanwezigheid van een backlight, gewicht, stof- en waterdichtheid, ...

De meting:

- De voedingsgeleiders van de motor aanduiden (op de plannen of aan een technicus vragen)
- De selectieknop op A zetten
- Zonder enig risico te nemen, de amperometrische klem op de geleider zetten
- Wachten tot het resultaat van de meting stabiel is



Figuur 6.12 Meting opgenomen stroom

7.2.2 INTERPRETATIE VAN DE METINGEN VAN DE OPGENOMEN STROOM

- Nominale stroom opgenomen door een motor

Een van de belangrijkste kenmerken van een driefasige asynchrone motor (of inductiemotor), de motor die het meest gebruikt wordt voor industriële toepassingen (en in het bijzonder koelmachines), is de nominale stroom: symbool I_n .

Het betreft de maximale stroom die de motor continu kan opnemen (in werking \neq bij het starten). Boven deze waarde is er sprake van overbelasting of overspanning in de motor, en begint hij abnormaal warm te worden. Overspanning kan het gevolg zijn van een mechanische kracht (koppel) die groter is dan het maximale koppel waarvoor de motor is ontworpen, of van een defect van de motor (vb. wikkeling) of van een elektrische aansluiting (vb. loszittende kabelkousen).

In principe worden de elektrische beveiligingen op de stroomvoorziening van de motor (uitschakelaar, regelaar, ...) zo geselecteerd en afgesteld dat de motor beschermd is tegen overspanning.

De waarde van de nominale stroom I_n staat vermeld op het constructeurplaatje van de motor (Figuur 7.13):



Figuur 6.13 Voorbeeld van

constructeurplaatje

Het is noodzakelijk te refereren naar de waarde van de nominale stroom die overeenstemt met de spanning (doorgaans 230 of 400 V) en met het type aansluiting van de motor (ster of driehoek).

- Stroom opgenomen door een motor op elke fase

Een onevenwichtigheid voor wat betreft de stroom verbruikt door een motor op elke fase wijst ook op een defect van de motor of een elektrische aansluiting (wanneer het gaat om een driefasige asynchrone standaardmotor in ster of in driehoek).

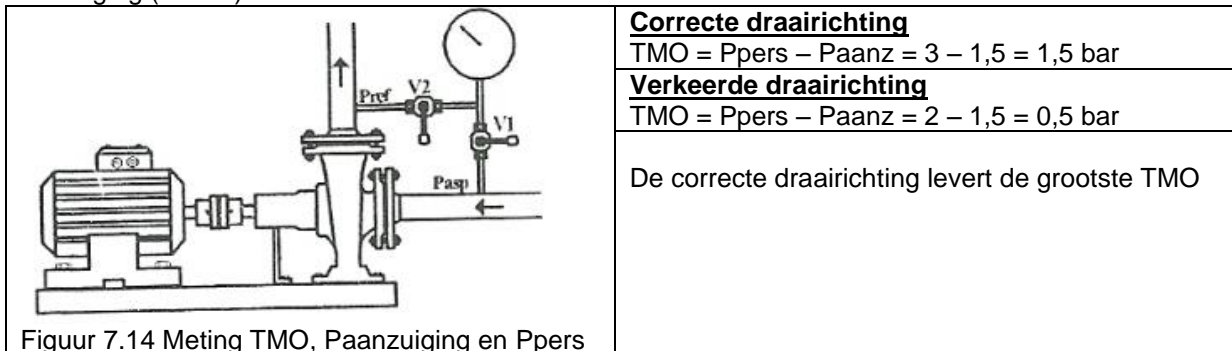
Wanneer een onevenwichtigheid wordt vastgesteld, worden bijkomende metingen aanbevolen met het oog op een goede diagnose: meting van de werkelijke spanning aan de klemmen van de motor, isolatietests (isolatie tussen de fasen, tussen de fasen en de aarding, ...), controle van de elektrische aansluitingen en de toevoerlijn, inspectie met behulp van een thermische camera om eventuele warme punten te ontdekken, ...

7.3 CONTROLE VAN DE DRAAIRICHTING VAN DE POMPEN, CIRCULATIEPOMPEN EN VENTILATORMOTOREN

Er bestaan meerdere middelen om de draairichting van een motor te controleren:

- de draairichting bekijken bij het starten van de motor voor de circulatiepompen, de ontluichtingsdop losschroeven om de draairichting van de as van de rotor te bekijken
- de meting van het debiet en het drukverschil tussen de ingang en de uitgang van een pomp zijn ook indicatoren voor de goede werking van een pomp (en dus van een correcte draairichting)

Voorbeeld: berekening van de Totale Manometrische Opvoerhoogte (TMO) = P pers (Ppers) – P aanzuiging (Paanz)



Figuur 7.14 Meting TMO, Paanzuiging en Ppers

- met de meettoestellen kan men ook de draairichting bepalen: zonder contact (plaatsing op de behuizing van de motor), met snoeren (aansluiting op de voedingsfasen van de motor: vereist kennis van het bekabelingsschema van de motor)



Figuur 6.15 Voorbeeld van een tester van de draairichting met snoeren

- sommige circulatiepompen, pompen en frequentieregelaars beschikken over een optie "controle van de draairichting"

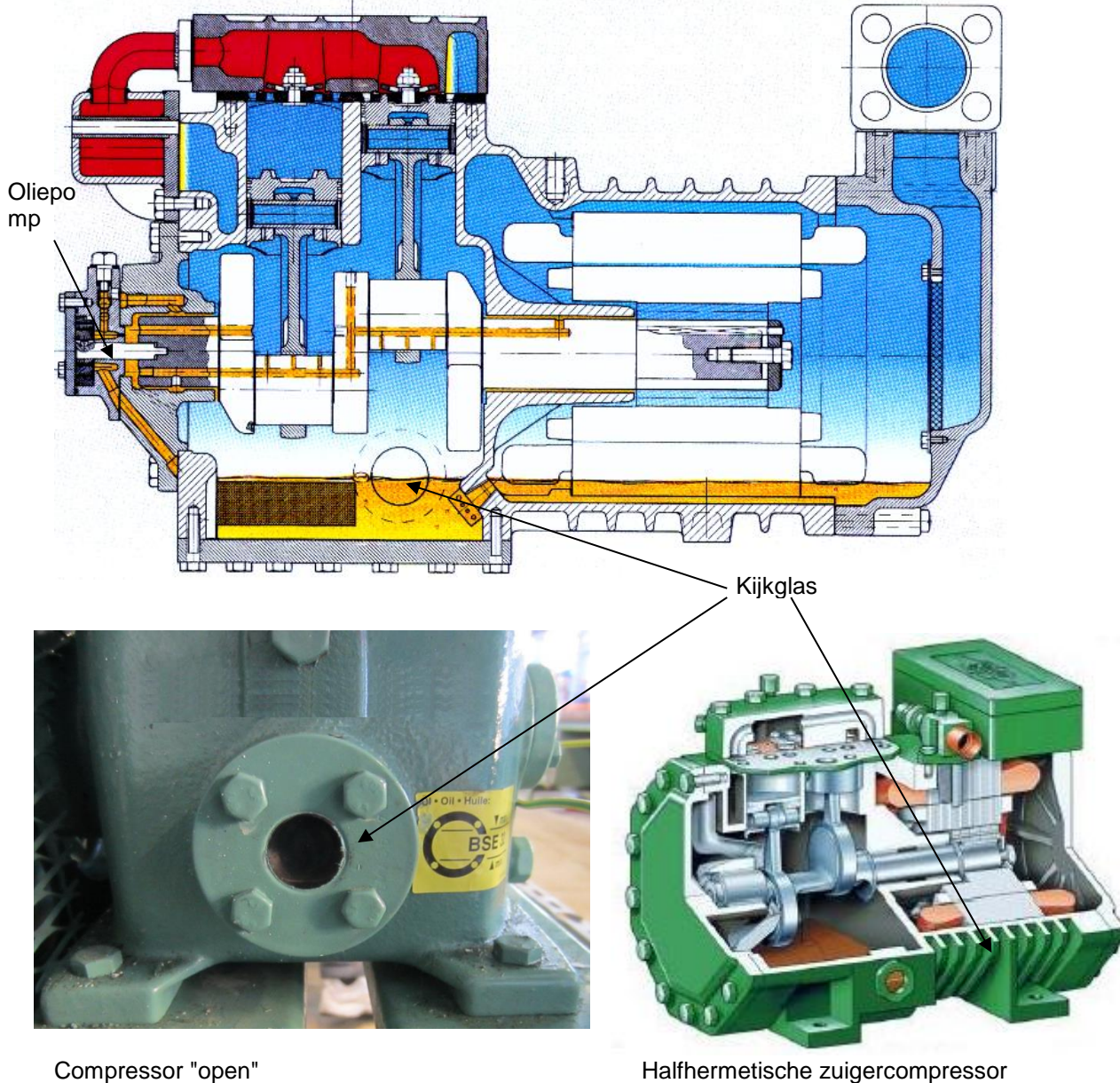
7.4 CONTROLE OLIEPEIL VAN EEN KOELCOMPRESSOR

Tallose compressoren beschikken over een controlekijkglas voor het oliepeil in het carter. Via het kijkglas kan men de aanwezigheid en de kleur van de olie bekijken.

Het normale oliepeil komt vaak overeen met het midden van het kijkglas (is dit niet het geval, vooral indien meerdere kijkglasjes aanwezig zijn, de handleiding van de compressor raadplegen). Er wordt gemeten bij stilstaande compressor en carterweerstand in werking

Voorbeelden: **TOEGANKELIJKE HALFHERMETISCHE OF HERMETISCHE COMPRESSOR**

Dit schema toont een compressor met 2 cilinders met koeling door een aangezogen gas



Compressor "open"

Halfhermetische zuigercompressor

Figuren 7.16 Kijkglasjes oliepeil van koelcompressoren

Kijkglasjes voor het oliepeil kunnen zich op andere plaatsen bevinden dan op het carter:



Figuur 6.17 Kijkglas oliepeil

Het kijkglas kan zich bevinden:

- op de olieterugvoer van de scheidder. In dit geval laat het toe, de goede werking van de oliescheider te controleren.
- op de voeding van de oliepeilregelaars. In dit geval laat het toe, de aanwezigheid van olie te controleren.

Het oliepeil kan ook bewaakt worden door een laagpeilalarm of een alarm geregeld door een oliepeilregelaar.



Figuur 6.18 Voorbeeld van een oliepeilregelaar

7.5 AANDACHTSPUNTEN BIJ DE METING VAN DE DRUK VAN EEN WATERCIRCUIT



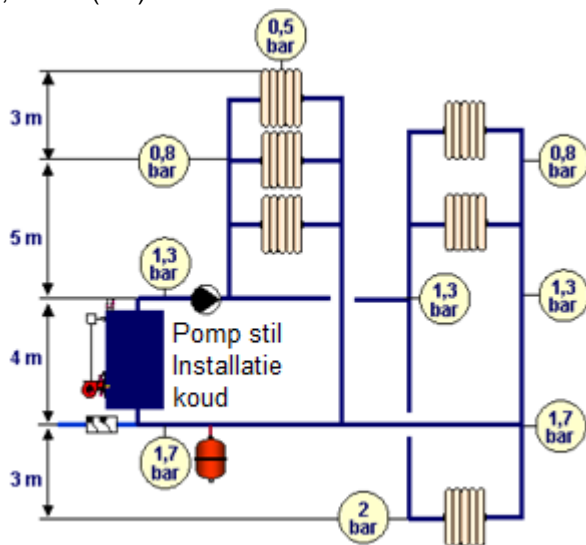
Figuur 6:19 Manometer

Het resultaat van een drukmeting van een circuit (met behulp van een manometer) moet geïnterpreteerd worden naargelang van:

- het type circuit: verwarmingscircuit (handhaving doorgaans van 0,5 tot 1 bar op het hoge punt, stilstaande installaties), ijswatercircuit (doorgaans 1 tot 1,5 bar op het hoge punt, stilstaande installaties), open circuit (bijvoorbeeld circuit koeltorens, waar de punten een bepaalde atmosferische druk hebben), gesloten expansievat, ...
- het meetpunt: hoogte van de waterkolom boven het meetpunt (1 bar per 10 m waterkolom), voor of achter een pomp of een wisselaar → de voorkeur geven aan een meting aan de hoofdcollector
- het bedrijfspunt van het circuit: pompen in werking, positie van de kleppen, temperatuur van het water

Interpretatie:

- het resultaat van de meting vergelijken met de richtwaarden voor de inbedrijfstelling van de installaties.
- De gemeten druk (in bar) kan vaak vergeleken worden met de hoogte van de waterkolom boven het meetpunt (m) / 10 + 0,5 tot 1 (bar)



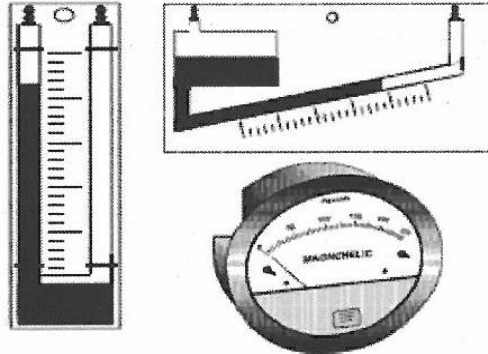
Figuur 6.20 (Energie+) Voorbeeld: resultaten van de drukmetingen van een verwarmingscircuit

7.6 METING VAN DE DRUKVERLIEZEN DOOR EEN FILTER

- Meting van de ΔP van een filter van een luchtbehandelingscentrale

Tallose filters van een luchtbehandelingscentrale zijn uitgerust met een controle van het drukverlies door de filter.

- o Analoge meting: het betreft vaak een U-buismanometer, een schuinebuismanometer of een manometer met wijzerplaat. De manometers zijn op de behuizing van de luchtbehandelingscentrale aangesloten door middel van slangen (let op hun toestand).



Figuur 6.21 U-buismanometers, schuinebuismanometers en manometers met wijzerplaat

De getoonde waarde lezen (doorgaans gebruikte eenheden: Pa, mbar of mm waterkolom) en vergelijken met de waarden aanbevolen door de fabrikant van de filter en door de installateur van de luchtbehandelingscentrale.

- o Een differentiële pressostaat kan ook geïnstalleerd worden. Op een bepaalde drempel gaat een relais open en dicht, waardoor een alarm ingeschakeld wordt.



Figuur 6.22 Voorbeeld van differentiële pressostaat
Interpretatie: waarde van de alarmdrempel en of deze al dan niet bereikt is.

- o Draagbare drukverschilmeter : de voorziene aansluitpunten gebruiken

- Meting van de ΔP van een filter voor de waterbehandeling

Een groot aantal behandelingsfilters zijn voorzien van een controle van het drukverlies, hetzij:

- o een differentiële manometer
- o een manometer aan de ingang en een tweede manometer aan de uitgang van de filter
- o of enkel een manometer aan de ingang van de filter (wanneer de druk aan de uitgang van de filter duidelijk minder schommelt dan de druk aan de ingang ervan)

Interpretatie: de waarde vergelijken met de richtwaarde gegeven door de fabrikant van de filter of de installateur.



Figuur 6.23 Differentiële manometer



Figuren 6.24 Bord en filter voorzien van 2 manometers



zandfilter

Figuur 6.25 Manometer aan de ingang van een

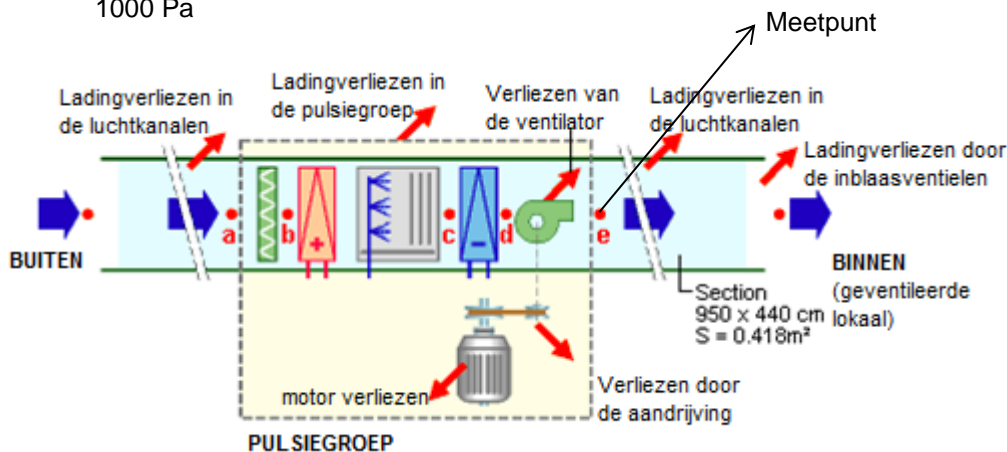
7.7 LUCHTDEBIET IN DE KOKERS EN AAN DE UITGANG VAN DE LUCHTBEHANDELINGSCENTRALES

De meting van het luchtdebiet van een luchtbehandelingscentrale gebeurt doorgaans door het meten van de gemiddelde luchtsnelheid (verschillende metingen) in een stuk rechte koker aan de uitgang van de centrale, op een bepaalde afstand van de centrale en door deze snelheid te vermenigvuldigen met de doorsnede van de koker (voor meer informatie, zie de norm NBN EN 12599:2000: Ventilatie van gebouwen - Beproeversprocedures en meetmethoden voor de oplevering van geïnstalleerde ventilatie- en luchtbehandelingsystemen).

De meting wordt doorgaans uitgevoerd met behulp van een hetedraadanemometer of met behulp van een Pitotbuis.

We onderscheiden de volgende netwerken (ermee rekening houden bij de keuze van de anemometer):

- lage druk: snelheid begrepen tussen 2 en 7 m/s; druk aan de uitgang van de centrale < 800 Pa
- hoge druk: snelheid doorgaans begrepen tussen 10 en 16 m/s; druk aan de uitgang van de centrale > 1000 Pa



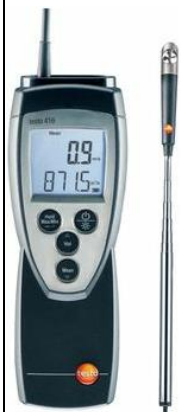
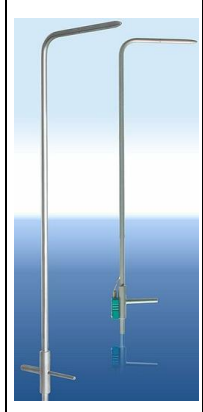
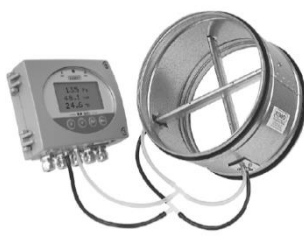




Figuur 6.26 (Energie+)

De goede werking van een ventilator kan ook gecontroleerd worden door de druk aan de ingang en aan de uitgang van de ventilator te meten en door het berekende drukverschil te vergelijken met de referentiewaarden van de fabrikant.

Voorbeeld

Buitendruk	0 Pa (standaard)
Druk voor de groep	- 89 Pa
Druk voor de ventilator	- 322 Pa
Druk na de ventilator	93 Pa
Druk in het lokaal	0 Pa (standaard)

Luchtsnelheid (m/s)	0,1 tot 30	1 tot 20	5 tot 40	5 tot 100	5 tot 100	1 tot 100	1 tot 100
Max. temperatuur van de lucht (°C)	70	60	140	600	600	600	600
Meetinrichtingen	Hetdraadanemometer	Cupanemometer	Microcupanemometer	Pitotbuis	Meetvleugels	Diafragma	Venturibuis
Meetprincipe	Meting van de afkoeling van een verwarmd element	Draaisnelheid van een schroef	Draaisnelheid van een schroef	Drukverschil als gevolg van de beweging van de lucht	Drukverschil als gevolg van de beweging van de lucht	Drukverschil voor/na het diafragma	Drukverschil tussen de ingang en de kleinste doorsnede van de Venturibuis
							

Belangrijkste soorten anemometers op de markt. Er bestaan andere soorten (met ultrasonen, laser, ...), maar die worden doorgaans niet gebruikt voor de controle van het luchtdebiet in de klimaatregelingsinstallaties.

7.8 WATERDEBIET

Er bestaan meerdere inrichtingen om het waterdebiet van een pomp of het debiet in een kanaal te meten:

- vaste debietmeter voor gesloten kanaal: elektromagnetische debietmeter, debietmeter met ultrasonen, met turbine, rotameter, massadebietmeter, vortexdebietmeter, ...

De volgende criteria worden doorgaans in aanmerking genomen bij de keuze:

- o kenmerken van het fluïdum: viscositeit, geleidbaarheid, soortelijke massa, al dan niet aanwezigheid van gasbellen, bijtend of niet, ...
 - o de min. en max. temperatuur van het fluïdum en de omgeving
 - o het meetbereik
 - o de gewenste nauwkeurigheid
 - o de interferenties (lawaaï, elektromagnetische velden, ...)
 - o het gewenste type signaal (0-10 V, 4-20 mA, ethernet-modbus, ...)
 - o de montagebeperkingen (rechte lengte ervoor en erna, positie, ...)
- draagbare debietmeter voor gesloten leiding (vaak ultrasone debietmeter)

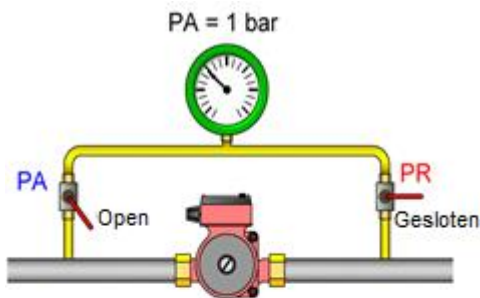


Figuur 6.27 Voorbeeld van draagbare debietmeter

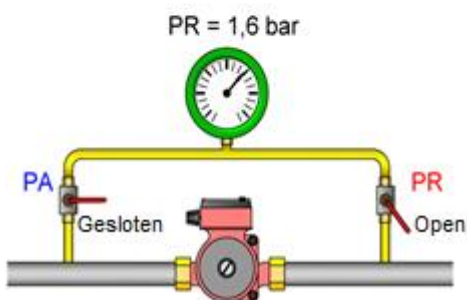
- de meting van het drukverschil tussen de ingang en de uitgang van een element met bekende kenmerken: circulatiepomp, pomp of klep

meting van het debiet van een circulatiepomp of een pomp:

Figuur 7.28 Meting TMO van een circulatiepomp



- 1) de klep PR sluiten en PA openen + de waarde PA noteren



- 2) de klep PA sluiten en PR openen + de waarde PR noteren

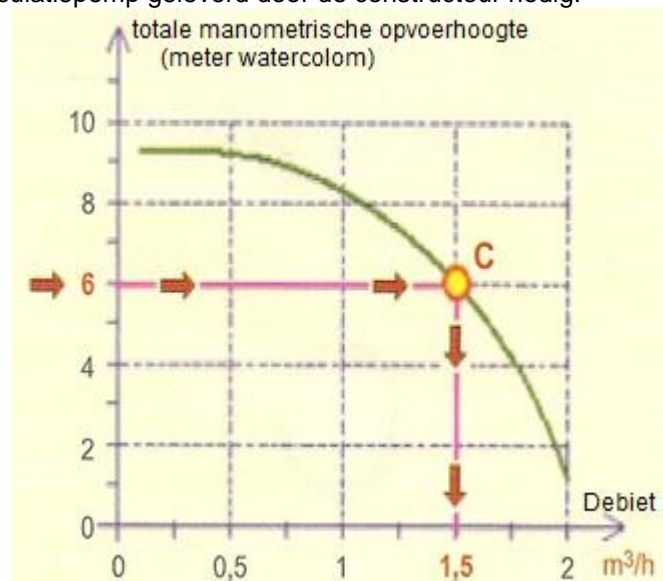
De totale manometrische opvoerhoogte berekenen = $PR - PA$

Vervolgens de curve totale manometrische opvoerhoogte / debiet geleverd door de fabrikant gebruiken.

Om de meting van de TMO te interpreteren, hebben we de curve van de circulatiepomp geleverd door de constructeur nodig.

Volgens het voorbeeld, $TMO = 0,6 \text{ bar} = 6 \text{ m}$ Waterkolom
 We trekken een horizontale lijn die de curve snijdt in punt C.
 We laten een verticale lijn door C neer en lezen het debiet bij circulatie af
 We kunnen schatten dat deze meting de waarde van het debiet geeft, op 20 % na.

Figuur 6.29 Curve TMO/debiet van een circulatiepomp

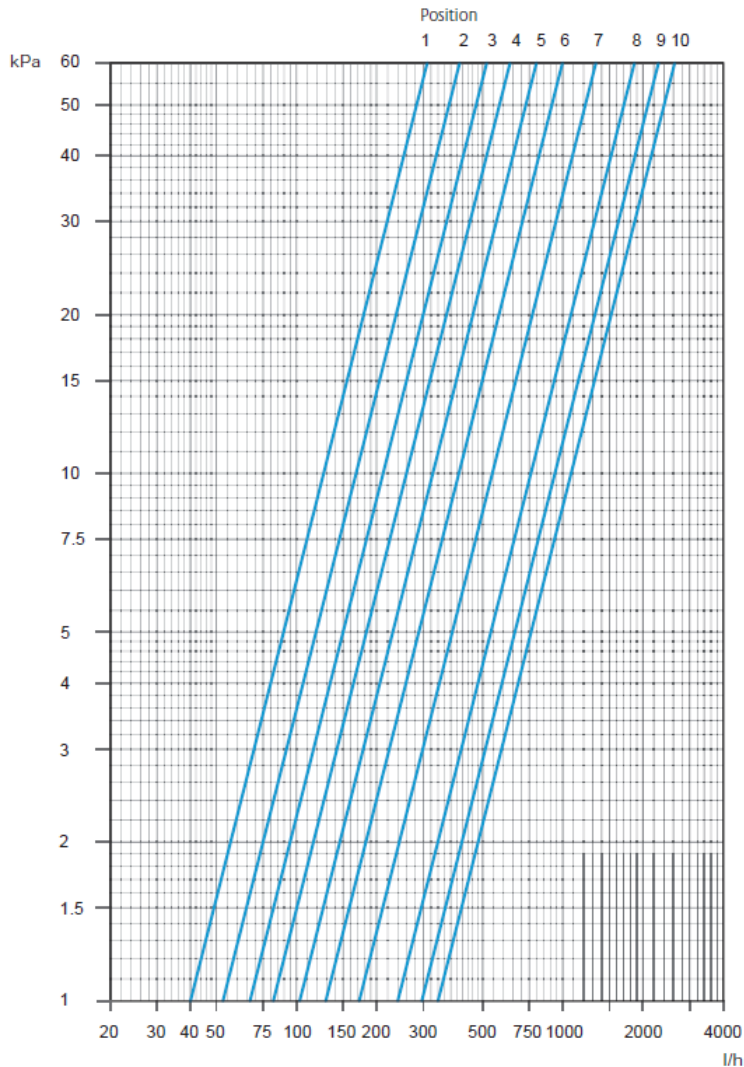


Meting van het debiet door een geijkte klep (voorbeelden klep voor stabilisering of regeling van de circuits)

Principe:

- 1) de druk voor en na deze klep meten, om het drukverschil te berekenen
- 2) daarna de verkregen waarde overbrengen op de grafiek drukverschil / debiet geleverd door de fabrikant van de klep, om het debiet te bepalen dat met deze waarde overeenstemt

Figuur 7.30 Berekeningstabel debiet/delta P van een geijkte klep



Figuren 6.31 Voorbeeld van een klep uitgerust met een controle van het debiet op basis van ΔP