

DEBIETMETERS:

waarvoor dienen ze en hoe maakt u de juiste keuze?

Door Marc Devos en Katrien Desmet, flowmeter specialists Spirax Sarco

Door de stijgende brandstofprijzen en huidige milieuvorschriften wordt het alsnog belangrijker om energiebesparingen te vinden. Eén methode mikt er op mensen zelf te laten nadenken hoe energie te besparen op hun kostenplaats. Hierbij kan de focus op het stoomsysteem gelegd worden. Maar... U kunt niets verbeteren als u het niet kunt meten.

ENERGIE BESPAREN IN UW (STOOM) NETWERK

Hoe nauwkeuriger de meting, hoe beter de controle over het verbruik. Naast de meest voor de hand liggende energiekosten, zoals gas en elektriciteit, kan bij stoom een aanzienlijke besparing gerealiseerd worden door verspilling te vermijden. Hiervoor is het natuurlijk eerst van belang uw verbruik in kaart te brengen, met behulp van een stoomdebietmeter.

BELANGRIJKSTE KENMERKEN VAN EEN STOOMDEBIETMETER

Het is uiterst belangrijk een debietmeter te kiezen die rekening houdt met alle noden van stoommeting:

- Stoom is een medium op hoge temperatuur met variabele dichtheid.
- Vaak is er een fluctuerende vraag.
- Natte stoom kan debietmeters beschadigen.

De nauwkeurigheid van de debietmeter is een belangrijke factor bij het maken van de juiste keuze, maar turndown (de verhouding tussen het maximale en minimale stoomdebiet dat de meter kan meten) is vaak nog belangrijker. Het is verstandig om de debietmeter te

kieszen met een zo groot mogelijke turndown. Zo vermindert sterk de kans dat de debietmeter het werkelijke debiet niet kan meten.

Indien gekozen wordt voor een te kleine turndown zal een cumulatieve (toenemende) meetfout ontstaan. Een debietmeter zorgt ervoor dat uw proces een grotere energie-efficiëntie bereikt, en vaak is de aankoop- en installatie-investering binnen slechts twee jaar terugverdiend. Het is echter essentieel om de juiste debietmeter voor de toepassing te kiezen om de terugverdientijd zo kort mogelijk te houden.

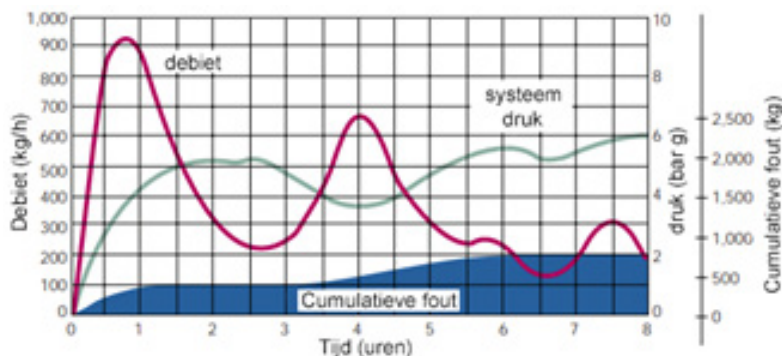
EEN NAUWKEURIGE STOOMDEBIETMETING WAARBORGEN

Voor een nauwkeurige en betrouwbare meting van het stoomdebiet zijn er andere technische eisen dan voor de debietmeting van andere vloeistoffen. Zo meten stoomdebietmeters het volumetrisch debiet, dat vervolgens gecombineerd wordt met de fysieke eigenschappen van stoom (temperatuur en druk) om tot een nauwkeurig massadebiet te komen. Terwijl we er van uitgaan dat temperatuur en druk in de stoomsystemen constant zijn, is dit in de meeste gevallen

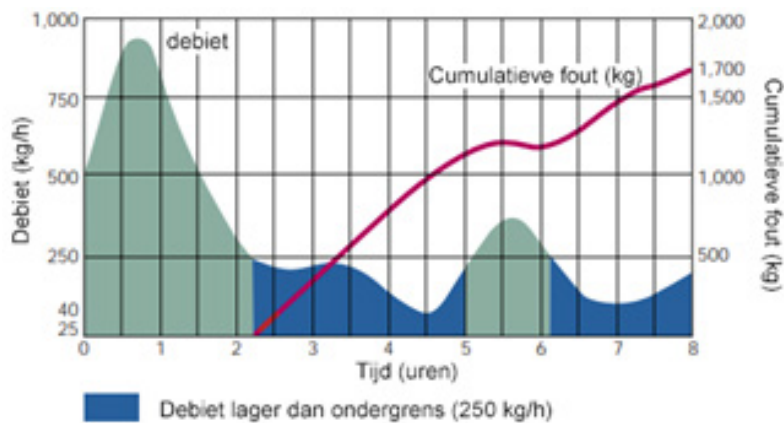
niet correct. Tijdens het proces kunnen schommelingen van de druk en temperatuur optreden, die kunnen resulteren in aanzienlijke meetfouten. Het is dan ook belangrijk voor een nauwkeurige debietmeting dat zowel temperatuur als druk gemeten worden. Zo wordt steeds rekening gehouden met de dichtheid en kunnen geen fouten optreden.

TEMPERATUUR, EROSIE EN SNELHEID

Bij stoomdebietmeting moet met verschillende zaken rekening gehouden worden. Ten eerste is de temperatuur een belangrijke factor. Stoom gaat gepaard met hoge temperaturen, wat de nauwkeurigheid en levensduur van meetelektronica kan beïnvloeden. Ook kan erosie optreden in slecht ontworpen systemen, doordat natte stoom stromingsgevoelige elementen beschadigt. Dit resulteert in onnauwkeurigheden of falen. Een derde factor is de snelheid. Stoomleidingen zijn vaak ontworpen met een grotere diameter dan andere vloeistoffen zodat de totale snelheid beperkt wordt om erosie te voorkomen. Dit kan de prestaties van debietmeters beperken omdat ze hun optimale nauwkeurigheid eerder bij hogere snelheden halen.



Het belang van dichtheidscompensatie. In dit voorbeeld is een eenvoudige niet-gecompenseerde meter ingesteld voor 6 bar eff. De daadwerkelijke systeemdruk varieert gedurende de dag en veroorzaakt zeer significante fouten tegen het einde van de dag. Dit is typerend voor veel stoomsystemen.



Deze grafiek toont een typische vraagcurve voor een stoomsysteem met een hoge opstartbelasting en variabele vraag doorheen de dag. Een debietmeter met een turndown van 4 : 1 en gedimensioneerd op een piekbelasting van 1000 kg/h zou stoomdebieten lager dan 250 kg/h niet opmeten of op zijn best opmeten met een significante cumulatieve fout.

2 BEPALEN VAN TURNDOWN

Het stoomgebruik varieert aanzienlijk onder invloed van het weer (indien ruimteverwarming) of productieschema's (indien processtoom). Om te voldoen aan de vele bereiken is het belangrijk een meter te speciëren met een zo groot mogelijke turndown. Turndown is een maat voor de effectiviteit van het werkbereik van de debietmeter, uitgedrukt als de verhouding van het maximale en minimale debiet dat de meter kan meten waarbij deze nog voldoet aan het gespecificeerde nauwkeurniveau. Debietmeters met een hoge turndown zijn standvastig tegen een wijzigende stoomvraag in de toekomst. Of de debietsnelheden nu toenemen of afnemen, een debietmeter met hoge turndown voldoet aan de veranderende eisen. Een meter met lage turndown kan dat niet en moet dan vervangen worden. We spreken van een hoge turndown vanaf een verhouding van 50 : 1 (aanwezig bij nauwkeurigere debietmeters). Een lage turndown bevindt zich rond de 10 : 1.

BEPALen VAN NAUWKEURIGHEID

De manier waarop de nauwkeurigheid van meters wordt gespecificeerd heeft een invloed op de weergegeven prestaties van een debietmeter. Er zijn twee manieren waarop de nauwkeurigheid van een debietmeter kan bepaald worden:

- Percentage van de volledige schaal (% full scale deflection; % FSD).
- Percentage van de gemeten waarde.

Dit zijn twee heel verschillende werkwijzen en het is belangrijk om het verschil te begrijpen. Door % FSD

te gebruiken kunnen fabrikanten een hogere nauwkeurigheid afficheren maar deze methode is in de realiteit minder nauwkeurig. Dit omdat bij % FSD de foutmarge van de meting is gebaseerd op het maximaal debiet. In het ander geval wordt de foutmarge individueel voor ieder meetpunt bekeken. Dit is uitgelegd in de volgende voorbeelden:

Voorbeeld 1: nauwkeurigheid volgens % FSD. Het maximum stoomdebiet is 1000 kg/h, en als nauwkeurigheid wordt $\pm 1\%$ van FSD vermeld. Bij het lezen van het maximum stoomdebiet (1000 kg/h) kan de werkelijke fout ± 10 kg/h zijn, dus het werkelijke stoomdebiet kan tussen 990 en 1010 kg/h liggen. Maar % FSD betekent ook dat bij het lezen van 10 % van het debiet (100 kg/h) de fout nog steeds ± 10 kg/h zijn, dus het werkelijke stoomdebiet kan variëren tussen 90 en 110 kg/h, wat een fout van 10 % is.

Voorbeeld 2: nauwkeurigheid volgens % van meting. Het maximum stoomdebiet is 1000 kg/h, en als nauwkeurigheid wordt $\pm 1\%$ van de gemeten waarde vermeld. Bij het lezen van het maximum stoomdebiet (1000 kg/h) kan de werkelijke fout ± 10 kg/h zijn, dus het werkelijke stoomdebiet kan tussen 990 en 1010 kg/h liggen. Bij het lezen van 10 % van het debiet (100 kg/h) is de werkelijke fout ook 1 %, dus ± 1 kg/h, wat betekent dat het stoomdebiet kan variëren tussen 99 en 101 kg/h. Dit toont duidelijk dat bij lagere debieten een meter met een nauwkeurigheid gespecificeerd als % van meting nauwkeuriger is dan

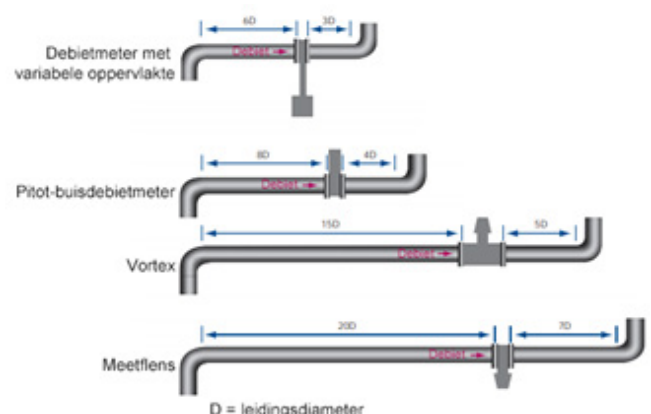
een meter met een nauwkeurigheid gespecificeerd als % FSD.

BESCHIKBARE INSTALLATIERUIMTE

Naast de fysieke eigenschappen van stoom zijn er andere belangrijke overwegingen aangaande de toepassing en installatie van meetsystemen. Zo is het leidingwerk voor stoomdistributie vaak complex en met veel bochten, waardoor het moeilijk kan zijn om de nodige rechte, ononderbroken leidingen te vinden die nodig zijn voor de meter. Dit is wel vereist om een turbulentvrije stroming te bereiken en zo nauwkeurige resultaten te garanderen. Verschillende soorten debietmeters hebben langere of kortere onbelemmerde, rechte buislengtes stroomopwaarts en stroomafwaarts nodig om hun gespecificeerde nauwkeurigheid te bereiken. Ermoetduseen debietmeter geselecteerd worden die binnen de beschikbare stroomopwaartse en stroomafwaartse ruimte past.

TYPES DEBIETMETERS

Omwille van de eigenschappen van stoom zijn sommige soorten debietmeters (die gewoonlijk voor andere fluïda worden gebruikt) over



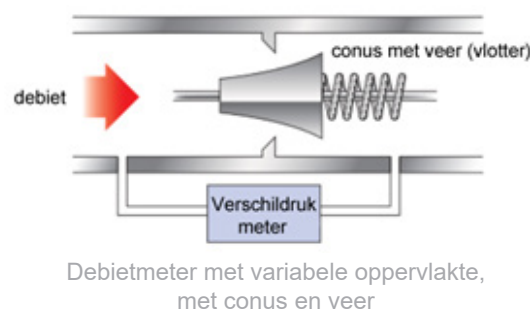
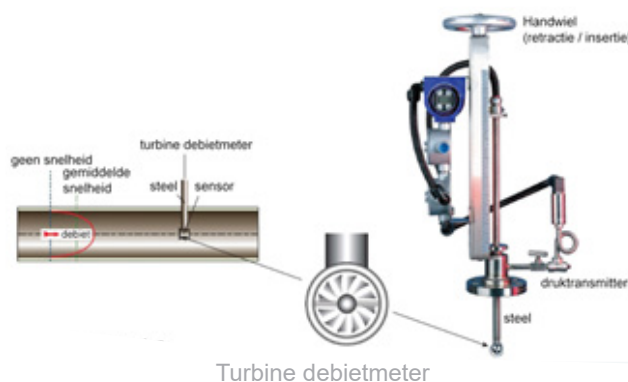
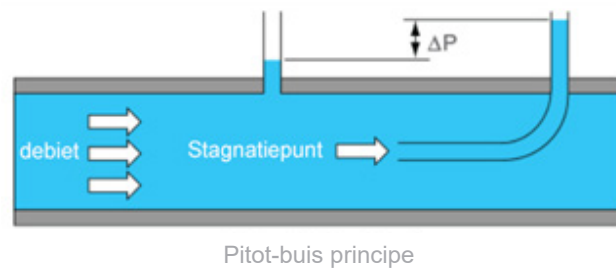
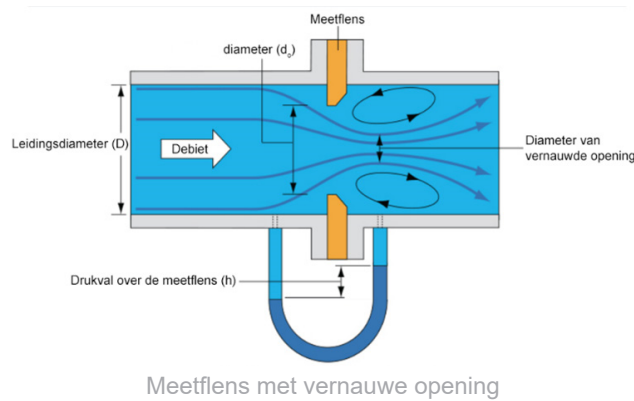
het algemeen niet geschikt voor stoomdebietmeting. Het is dus van belang om de juiste technologie voor de toepassing te kiezen.

1. Coriolis debietmeters

Coriolis debietmeters meten direct het massadebiet, door middel van het corioliseffect. Deze stelt dat een medium in beweging zich zal verzetten tegen een wijziging van richting. De coriolismeter bestaat dan ook uit één of meer gebogen buizen, die vibreren op de resonantiefrequentie. Door het corioliseffect zal een vertraging optreden tussen het ingaande deel en het uitgaande deel. Dit omdat in het ingaande deel de verdraaiing van het medium plaatsvindt tegen de draaiingsas, waardoor meer kracht uitgeoefend moet worden. In het uitgaande deel is de verdraaiing van het medium dan weer met de draaiingsas mee, dus moet minder kracht uitgeoefend worden. Hierdoor zal het uitgaande deel voorlopen op het ingaande deel. Deze vertraging is een maat voor het massadebiet, hierdoor is er geen nood aan druk- of temperatuursondes. De coriolis debietmeter is vooral toepasbaar op droge verzadigde stoom. Bij natte verzadigde stoom is er water aanwezig in de stoom, waardoor een tweefasig mengsel (stoom en water) ontstaat. Dit water heeft een invloed op de verdraaiing van de vloeistof, wat een weerslag heeft op de nauwkeurigheid.

2. Meetflenzen

Bij meetflenzen wordt de drukval gemeten terwijl de stoom door een precieze cirkelvormige vernauwing in de leiding stroomt. Deze drukval kan gebruikt worden om het debiet te berekenen. Correcte dimensionering en installatie van de meetflens is essentieel, gezien enkel een goed ontworpen systeem een turndown tussen 4 : 1 en 5 : 1 kan bereiken. Wegens de beperkte turndown is deze meter vooral toepasbaar bij



stoomverbruikers met een relatief constant debiet, of in situaties waarbij de meting van een trend belangrijker is dan de nauwkeurigheid.

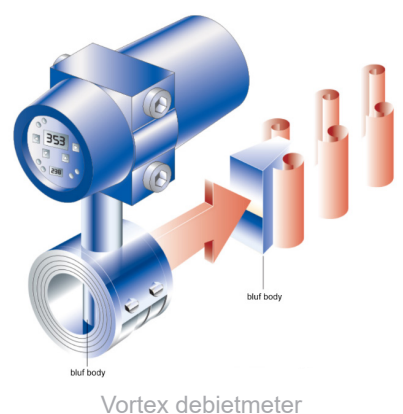
3. Pitot-buis debietmeters

Pitot-buis debietmeters berekenen de stoomsnelheid op basis van de druk die gegenereerd wordt in een buis met open uiteinden, dwars op de stroming. Het stromingsprofiel in een buis is echter niet overal gelijk, in welk geval gebruik wordt gemaakt van meervoudige pitot-buizen. Deze hebben meerdere stroomopwaartse meetpunten om verschillende snelheidsdrukken over het verloop van de buis te meten. Het gemiddelde geeft dan een representatief debiet. Bij gebruik van een enkelvoudige pitot-buis is de nauwkeurige plaatsing van het meetstuk kritisch. De pitot-buis debietmeters hebben gemiddeld gezien een turndown van 4 : 1. Wegens deze beperkte turndown worden ze eerder gebruikt ter indicatie van het stoomdebiet, om hieruit dan de beste permanente oplossing te bepalen. Bij grotere diameters zijn pitot-buizen kosteneffectief.

4. Turbine debietmeters

Deze hebben een rotor met meerdere bladen, die loodrecht op de stroming hangt. De snelheid van rotatie is evenredig met het volumedebiet van de stoom. Typisch hebben de turbine debietmeters een turndown van 10 : 1 en een nauwkeurigheid van $\pm 0,5\%$.

Dankzij het metingsprincipe met roterende bladen is deze meter uiterst geschikt voor stoom aan lage snelheden. We



vinden deze dan ook vaak terug in grotere stoomleidingen (groter dan DN100), die overgedimensioneerd zijn in functie van uitbreidingen in de toekomst. Eens de aanpassingen dan gebeuren, kan de rotor verwisseld worden zodat de turndown geschikt is.

5. Debietmeters met variabel oppervlak

Bij debietmeters met een variabele opening beweegt een conische vlotter zich in de meter waardoor een variabele opening ontstaat. Dit zorgt voor een zeer grote turndown (van 50 : 1, tot zelfs 100 : 1, afhankelijk van het gebruikte meetprincipe). De meting van het debiet kan op twee verschillende manieren gebeuren. Zo kan de verplaatsing van de vlotter via een rekweerstand gedetecteerd worden, als maat voor het volumetrisch debiet. Bij een ander meetprincipe wordt de verschildruk over de vlotter gemeten. Hierbij is de verplaatsing van de vlotter en de verschildruk een maat voor het debiet. Dit zorgt voor een grotere nauwkeurigheid (1 %) en grotere turndown (100 : 1) dan het eerste meetprincipe. Als balancerende kracht kunnen de meters twee principes gebruiken: het gewicht van de vlotter of een veer. Bij gebruik van een veer is de meter onafhankelijk

van de zwaartekracht, zodat deze gebruikt kan worden in elk vlak of stromingsrichting.

6. Ultrasonische debietmeters

Ultrasonische debietmeters meten de tijd die een ultrasonische puls nodig heeft om, in een hoek, heen en weer te reizen door een leiding (en medium). De puls beweegt sneller tijdens het reizen met de stroming mee dan tijdens het reizen in tegengestelde richting. Het verschil tussen deze tijden is evenredig met het debiet. Deze meters zijn vooral geschikt voor debietmeting in grote leidingen en worden geplaatst door de meter op de leiding te klemmen. De ultrasonische debietmeters zijn uiterst geschikt voor 100 % droge stoom en geven snel een indicatie over het debiet, door het klemmen op de leiding. Daarentegen zijn ze niet geschikt voor natte stoom. De waterdruppels hierin zorgen voor een tweefasig mengsel (stoom en water), wat interfereert met de nauwkeurigheid van de resultaten.

7. Vortex debietmeters

Bij vortex debietmeters wordt een niet-gestroomlijnd lichaam (ook wel 'bluff body' genoemd) in een stroming geplaatst, waardoor regelmatige wervelingen aan de achterkant van het lichaam ontstaan. De frequentie

van de wervelingen is evenredig met het stroomdebiet. Deze meters zijn het best geschikt voor fluida met hoge snelheden (tot 80 m/s), gezien bij lage snelheden de wervelingen minder goed en duidelijk gevormd worden. Dit geeft een probleem bij stoom, waar gewerkt wordt met een snelheid van 25 m/s. Een te lage stroomsnelheid kan opgelost worden door vóór de debietmeter de leidingdiameter te reduceren waardoor de snelheid verhoogt. Dit kan echter punten creëren waar condensaat zich kan opstapelen. Het is dus belangrijk om correct, excentrisch, te reduceren.

De juiste debietmeter kiezen

De juiste keuze staat of valt bij de kennis van de huidige installatie en welke nauwkeurigheid of turndown hiervoor nodig is. Bij Spirax Sarco zijn we dan ook overtuigd dat ieder stoomsysteem uniek is. Als wereldwijde expert in stoomoplossingen, bekijken we uw volledige stoominstallatie. Samen met u nemen we de tijd de beste oplossing voor het meten van uw debiet te vinden.

Type meter	Oververhitte stoom?	Verzadigde stoom?	Natte stoom?	Turndown *	Nauwkeurigheid *
Meetflens	JA	JA	JA	4 : 1	3 %
Turbine	JA	JA	NEE	10 : 1	0,5 %
Variabele opening	JA	JA	JA	10 : 1 tot 100 : 1	2 % 1 %
Vortex	JA	JA	JA	12 : 1	2 %
Pitot	JA	JA	NEE	4 : 1	5 %
Ultrason	JA	NEE	NEE	20 : 1	2 %
Coriolis	JA	NEE	NEE	50 : 1 tot 100 : 1	0,1 % 1 %

* Voor stoomtoepassingen

SB-F021b05 / EMM-BEn-01

Spirax Sarco N.V.
Industriepark 5
9052 Zwijnaarde
België

www.spiraxsarco.com/be
info@be.spiraxsarco.com
+32 9 244 67 10

spirax sarco

First for Steam Solutions

EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

Spirax Sarco B.V.
Oslo 9
2993 LD Barendrecht
Nederland

www.spiraxsarco.com/nl
info@nl.spiraxsarco.com
+31 18 079 92 20