

STOOMATLAS

De gids voor duurzaam stoomgebruik

editie 3 - deel 1

Waterstof als duurzame brandstof voor stoomketels

Industrieel stoomnetwerk ECLUSE in de Antwerpse Waaslandhaven

Debietmeters: waarvoor dienen ze en hoe maakt u de juiste keuze?

Energiebesparingen in een stoominstallatie

Hoe duurzame energie u winst oplevert



STOOMPLATFORM
ENERGIK

SERKOBRAS^{NV}_{SA}
Industrial heating



Industriële ketels



STOOM

THERMISCHE OLIE

WARME LUCHT



Serkobras Industrial Heating

Oostvaardijk 48
1850 GRIMBERGEN

02 253 23 68

www.serkobras.be
info@serkobras.be



COLOFON

De Stoomatlas 2020 kwam tot stand dankzij de medewerking van Michel De Paepe, Jasper Nonneman, Jozef de Borger en het FCO Media-team onder leiding van Patrick Vandenkendelaere. Met dank aan de auteurs: Victor Bleus, Steve Bonte, Katrien Desmet, Marc Devos, Dieter Hasevoets, Koen Mortelmans, Marnix Van Belleghem, Jan Van der Perre en Davy Van Paemel.

Deze stoomatlas wordt uitgegeven door ENERGIK vzw met de steun van het Vlaams Energieagentschap. Deel 2 verschijnt in Engineeringnet Magazine nr. 152 op 24 september 2020.

Voor meer informatie over dit magazine of over stoomgebruik kan u terecht bij: ENERGIK vzw, Bedrijvencentrum regio Mechelen, Industriegebied Mechelen Zuid II, De Regenboog 11, 2800 Mechelen. Tel. 0475 78 09 69 – jozef.deborger@energik.be of op www.energik.be

Eindredactie: Michel De Paepe en Jasper Nonneman.

Voorwoord

Door Prof. Michel De Paepe
Voorzitter Platform Duurzaam Stoomgebruik

Beste lezer,

Duurzame warmte is een zeer actueel thema in Vlaanderen en Europa. Met deze nieuwe editie van de Stoomatlas wil het Platform Duurzaam Stoomgebruik van ENERGIK vzw bijdragen aan dit thema.

Stoom zal voor de industrie de belangrijkste warmtedrager blijven. In sectoren als chemie, voeding, textiel, ... worden dagelijks tonnen stoom aangemaakt om producten te verwerken. Het energiegebruik dat hiermee gepaard gaat, is dan ook aanzienlijk. Duurzame productie van deze stoom is een uitdaging voor de nabije toekomst.

Het Platform Duurzaam Stoomgebruik heeft tot doel de kennis rond stoomtechniek levend te houden. We werken samen met producenten van stoomtechnologie en met geëngageerde spelers uit het bedrijfsleven die begaan zijn met stoom. We proberen kennis en goede praktijken te verzamelen en te verspreiden.

Voor u ligt het eerste deel van deze derde editie van de Stoomatlas. We willen u verder informeren over duurzame technologieën en energiebesparingen die gerealiseerd kunnen worden, geïllustreerd met enkele voorbeelden uit het bedrijfsleven. Daarnaast vindt u ook een lijst van bedrijven die u verder kunnen helpen met uw specifieke vragen en problemen rond stoom in uw bedrijf.

Meer informatie vindt u op www.energik.be.

Jaarlijks organiseren we een Stoomtechniekdag en een Stoomcursus waarop we uw kennis over stoomtechniek proberen aan te scherpen. We kijken er naar uit u op één van onze activiteiten te ontmoeten. ■



Stoom als energiedrager van het verleden en de toekomst

Van begrip tot machine

Door Prof. Michel Depaepe, professor thermodynamica aan UGent

Water is overal aanwezig op onze blauwe planeet. Om te overleven zijn we als mens afhankelijk van dit water. De gasvormige fase van water wordt damp of stoom genoemd. In de oudheid ontdekten we dat verwarming van water tot de vorming van stoom leidt. Het volume dat wordt ingenomen door de stoom is veel groter dan dat van het vloeibare water.

Heron van Alexandrië (10-70 na Chr.) slaagde er als eerst in beweging te realiseren op basis van deze volumeverandering (Figuur 1). Het zou echter nog tot in 1715 duren voor Thomas Newcomen de eerste stoommachine in werking zette. (Figuur 2) Toen in 1769 James Watt deze machine verbeterde begon de eerste industriële revolutie en was stoom niet meer weg te denken uit de dagelijkse industriële praktijk.

Stoom werd toen vooral ingezet om beweging te realiseren. Stoommachines drijven pompen aan, iets later duiken ze op in stoomtreinen en stoomschepen. (Figuur 3)

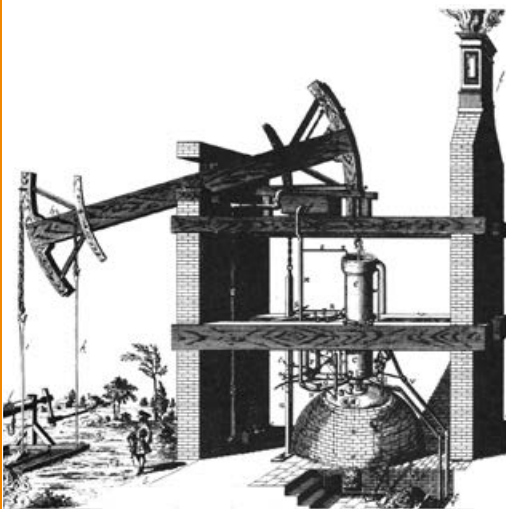
EIGENSCHAPPEN EN SOORTEN STOOM

Indien water wordt verdampt door de toevoeging van warmte wordt die warmte opgeslagen in de gevormde damp. Bij één atmosfeer bedraagt deze warmte (verdampingsenthalpie) ongeveer 2500 kJ/kg. Hogere waarden treffen we niet aan voor andere technische vloeistoffen. Indien de stoom weer wordt gecondenseerd, komt deze opgeslagen warmte weer vrij. De verdampingswarmte, of dus de warmte die vrijkomt bij condensatie, wijzigt sterk met de druk. Op figuur 4 wordt deze verdampingswarmte getoond in een enthalpie-druk-diagram.

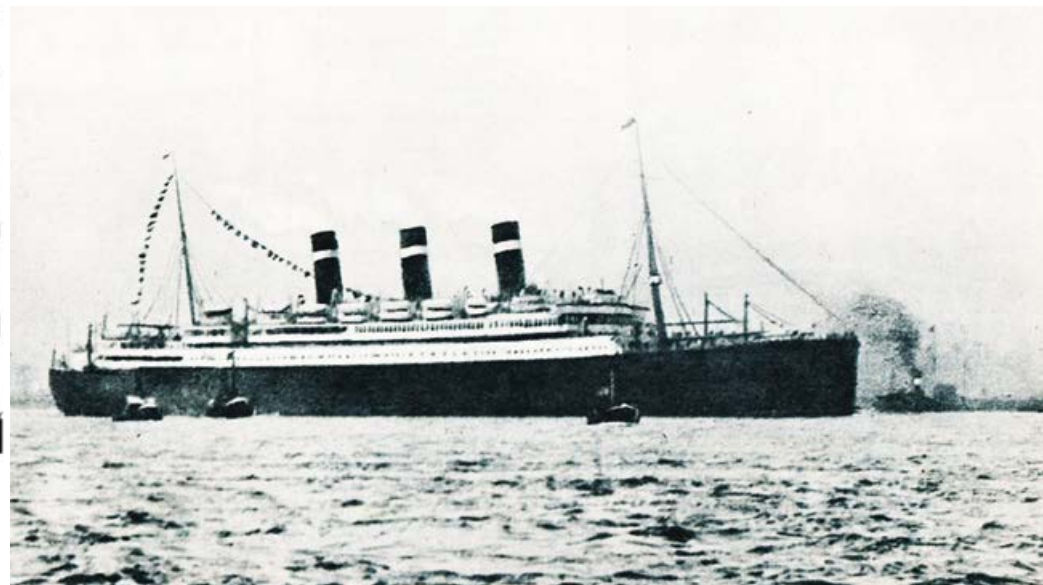


Figuur 1: Principetekening volgens Heron (10-70 na Chr.). (Foto : Stoom, verleden en toekomst)

In dit diagram is de onderste zone het gebied waar water in vloeibare fase voorkomt. Het bovenste gedeelte geeft de condities waarin stoom voorkomt. We spreken hier van oververhitte stoom (stoom op een temperatuur



Figuur 2 : de eerste stoommachine van Thomas Newcomen in 1715. (Foto : Stoom, verleden en toekomst)



Figuur 3 : Het stoomschip "SS Belgenland". (Foto : Stoom, verleden en toekomst)

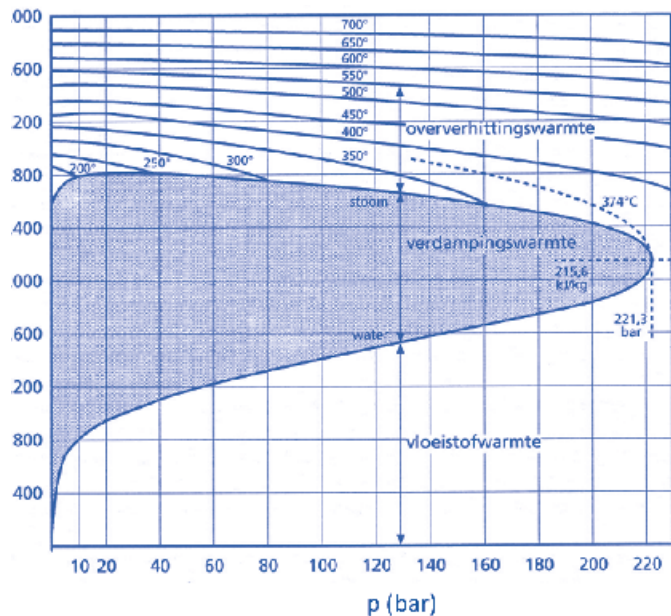
boven de verdampingstemperatuur). In het middelste gedeelte bevindt zich de zone van natte stoom. In dit gebied bestaan vloeibaar en gasvormig water samen. Dit gebied wordt het natte dampgebied of ook wel het co-existentiegebied genoemd. In figuur 4 zien we dat op relatief lage druk de verdampingswarmte van stoom hoger is dan bij hoge druk. Stoom in de procesindustrie wordt dus meestal op drukken tussen 5 en 20 bar geproduceerd. Stoom wordt ook maar beperkt oververhit omdat dit energetisch niet interessant is. Oververhitting wordt in de procesindustrie enkel gebruikt om watervorming in de stoom te vermijden door de temperatuur een paar graden boven de saturatietemperatuur te houden. Hogedrukstoom komt vooral voor in elektriciteitscentrales waar men die stoom ook sterk zal oververhitten. Hogere temperaturen geven immers aanleiding tot hogere rendementen van de centrales. Moderne centrales maken zelfs gebruik van stoom op drukken en temperaturen boven het kritisch punt (221,3 bar en 374 °C). Oververhittingstemperaturen lopen op tot 800 °C. Hier spreekt men van ultra-superkritische centrales waar drukken tot 300 bar worden bereikt. In bijgevoegde tabel 1 worden de stoomdrukken aangegeven zoals die in de huidige industriële praktijk worden geklasseerd naar drukniveau.

PROCESSTOOM

Als het water op druk wordt gebracht, kunnen twee bijkomende voordelen worden gerealiseerd. De druk bepaalt de temperatuur waarbij de stoom verdampt en condenseert. Hierdoor is het mogelijk om een grote hoeveelheid warmte vrij te stellen aan een temperatuur naar keuze. Ten tweede is het mogelijk het drukverschil tussen de plaats van de productie van de stoom en het gebruik van de stoom in te zetten om de stoom door een leiding te transporteren. Hierdoor is geen pomparbeid nodig voor dit transport en is het mogelijk stoom af te leveren daar waar hij wordt gevraagd. Stoom is dus een zeer interessant medium voor een netwerk. ■

Lagedruk ketels	Tot circa 25 bar stoomdruk
Middendruk ketels	Van 25 tot ± 80 bar stoomdruk
Hogedruk ketels	Van 80 tot ±130 bar stoomdruk
Superkritische ketels	> 221 bar
Ultra-superkritische	> 300 bar

Tabel 1: Druk niveaus in de praktijk. (Stoom, verleden en toekomst)



Figuur 4: Enthalpie-druk diagram van stoom. (Foto: Stoom, verleden en toekomst)



Steam You Can Depend On...



New intelligence "senses the sensors" to notify operators when probes need cleaning.

- assures the most accurate, dependable and reliable water level
- eliminates need for frequent blowdowns
- reduces operator exposure to hazardous areas



Free: contact us for your Boiler Inspection Booklet - Includes latest code changes

Also available:
 Simplipor® 180 & Flat Glass Water Gages and Durastar™
 Reliance™

Remote indicators can be located more than 1 km from the boiler... designed for efficient communication now and in the future.





RITEC bvba
 Vaart Rechteroever 227 - B-9800 Deinze
 +32 (0)9 381 52 00 | sales@ritec.be | www.ritec.be

Waterstof als duurzame brandstof voor stoomketels

Door dr.ir. Marnix Van Belleghem operationeel manager, Deconinck-Wanson

Nederland heeft zich recent ambitieuze klimaatdoelen aangemeten. Zo wil het tegen 2030 49% minder CO₂ uitstoten ten opzichte van de uitstoot in 1990 en tegen 2050 zelfs zakken met 95%. Heel knap als je weet dat Europa 40% vooropstelt voor 2030.

Voor 2050 heeft Europa intussen wel de ambities opgekrikt en wordt er gestreefd naar klimaat neutraal. Daarentegen staan in België nog niet alle neuzen in dezelfde richting. Voorzichtig wordt het streefdoel van 35% reductie naar voor geschoven maar daarvoor is er, naar aloude gewoonte, eerst nog wat discussie nodig tussen de verschillende gewesten. Niettemin zullen er stappen ondernomen worden zowel regionaal als internationaal. De manier waarop we vandaag onze energie opwekken (onder andere ook onze warmte) zal drastisch dienen te veranderen. Ook zal een snelle en vooral betaalbare transitie naar duurzame energie sterk bepaald worden door hoe deze schone energie uiteindelijk gedistribueerd zal worden. Geen eenvoudig vraagstuk maar toch worden hier en daar alvast de eerste puzzelstukken gelegd.

STOOMPRODUCTIE ZONDER FOSSIELE BRANDSTOFFEN: DE OPTIES

Vandaag zijn er al heel wat initiatieven lopende die de emissie van broeikasgassen, die vrijkomt bij warmteproductie, trachten terug te dringen. Om een leidraad te geven aan bedrijven wordt vaak verwezen naar de zogenaamde "trias energetica" die in verschillende vormen terug te vinden is, maar fundamenteel steeds uitgaat van volgend principe:



Figuur 1. Klassieke gasgestookte stoomketel 10T/u. (Foto : Deconinck-Wanson)

- Beperk de behoefte aan energie,
- Gebruik voor de resterende energie zo veel mogelijk hernieuwbare bronnen,
- En doe dit zo efficiënt mogelijk.

Beperk de energiebehoefte en verhoog de efficiëntie

Overweeg als bedrijf eerst om de nood aan energie zo veel mogelijk te reduceren. De redenering is hier zeer simpel. De meest klimaat neutrale kilo Joule is de niet gebruikte kilo Joule! Dit gebeurt het meest effectief door het totale productieproces in kaart te brengen en na te gaan of alles wel op elkaar afgestemd is. Het gebruik van restwarmte, bijvoorbeeld, kadert hier perfect in. Hoeveel op het eerste gezicht "laagwaardige" restwarmte wordt

er tot op de dag van vandaag niet gedumpt, via lozing van koelwater, in koeltorens of via schouwen? Terwijl deze warmte toch nog inzetbaar kan zijn. Denk dan aan verwarming van gebouwen, sanitair warm water, water om te reinigen, enz. Veel van deze toepassingen vragen geen te hoge temperaturen (typisch tussen de 30°C en 60°C).

Warmterecuperatie wordt vandaag al veel toegepast en zal in de toekomst alleen maar belangrijker worden. Een aantal initiatieven is al in Vlaanderen actief. Denk bijvoorbeeld aan het ECLUSE-stoomnet in de Antwerpse haven waarbij Indaver zijn overvloedige stoomproductie verdeelt bij andere bedrijven. Maar ook verschillende initi-

atieven van warmtenetten ontspruiten her en der. Deze warmterecuperatie kan echter ook op kleinere schaal al ingezet worden. Afgassen van installaties die anders gewoon geloosd worden via de schouw kunnen met behulp van een afgasketel eenvoudig gevaloriseerd en omgezet worden naar stoom. Installaties van ettelijke Megawatts zijn daarbij geen uitzondering.

Maar ook de uitlaatgassen van een klassieke stoomketel bevatten nog veel energie. Ter illustratie gaan we even uit van een stoomketel die 5T stoom produceert per uur aan 10 barg. De uitlaatgassen verlaten de schouw van de ketel gemiddeld op een temperatuur van om en bij de 230°C. Het is duidelijk dat hierin nog een behoorlijke hoeveelheid energie zit. Deze energie kan bijvoorbeeld gebruikt worden om het voedingswater naar de stoomketel voor te verwarmen, typisch spreken we dan van een economiser. Een besparing die al snel 4% oplevert. Maar we kunnen nog verder gaan. De resterende warmte in de schouw kan ook aangewend worden om koud water op te warmen voor toepassingen tot 60 à 65°C. Wat toelaat om de rookgassen af te koelen tot zelfs onder het dauwpunt. Zo kan het verbrandingsrendement van een stoomketel, dat zonder bijkomende maatregelen rond de 90% schommelt, opgekrikt worden tot ruim 98%. In het voorbeeld van de 5T/u stoomketel zou dit een vermogenswinst betekenen van om en bij de 280 kW.

Gebruik duurzame energiebronnen

Als er dan toch energie nodig is voor een productieproces, gebruik dan in eerste instantie duurzame energiebronnen. Vandaag zien we hierin geen eenduidige oplossing als vervanging van fossiele brandstoffen. Veel experts zijn het er dan ook over eens dat er niet één oplossing voorhanden is maar dat de energietransitie een combinatie zal worden van

verschillende alternatieven. Voor de productie van duurzame stoom zijn de meest courant toegepaste alternatieven in België vandaag (in volgorde van meer naar minder courant toegepast):

- **Biogas:** dit wordt vaak lokaal opgeweekt door de vergisting van afvalstromen (afval van landbouw, afvalwater,...). Het grote voordeel van deze technologie is dat ze quasi één op één uitwisselbaar is met klassiek aardgas en toepasbaar is voor zowel kleine als grotere installaties. Grotere biogascentrales worden ook ingezet om biogas in het aardgasnet te injecteren.

- **Biomassa:** wordt vandaag al ingezet voor grote vermogens, vaak in combinatie met stoomproductie op hogere druk en een nageschakelde stoomturbine voor elektriciteitsproductie. In België botsen we wel op de limieten van de beschikbare biomassa.

- **Biofuels:** zoals biodiesel, worden vandaag nog niet zo vaak aangewend voor de productie van stoom, maar wel al bijgemengd bij stookolie.

- **Elektrisch:** stoom produceren met

elektriciteit wordt vandaag in België enkel toegepast op kleine schaal voor beperkte vermogens. Het is ook enkel duurzaam als de elektriciteit afkomstig is uit hernieuwbare bronnen. Voor de productie van een paar ton stoom per uur spreek je al snel over enkele Megawatt. Niet zo eenvoudig en vaak duur. Maar de technologie is er wel en kan eenvoudig opgeschaald worden. In Denemarken wordt vandaag reeds 'groene' stoom geproduceerd wanneer de windmolenparken er een overschot aan elektriciteit produceren.

- **Concentrated solar power:** ook de zon kan rechtstreeks aangewend worden voor stoomproductie door zonlicht met spiegels te bundelen waardoor in het brandpunt hoge temperaturen ontstaan.

In Spanje en Noord Afrika lopen zo al jaren verschillende groot- en kleinschalige projecten. Recent zijn ook in Vlaanderen, meer bepaald in Genk, Antwerpen en Oostende drie pilootprojecten opgestart (bron: Azteq).

- **Waterstof:** de grote ontbrekende in



Figuur 2. Afgasketel 7T/u. (Foto: Deconinck-Wanson)

dit lijstje is waterstof. Vreemd, want waterstof zou wel eens een zeer duurzaam alternatief kunnen zijn voor veel verbrandingstoepassingen.

WATERSTOF: DE BASISPRINCIPES

Bij omgevingsomstandigheden is waterstof (H₂) een di-atomair gas met een lage dichtheid van 0,083 kg/Nm³ (ongeveer 11% van dat voor aardgas) vergeleken met 1,25 kg/Nm³ voor lucht. Het is het lichtste element en in de lucht zal het snel stijgen en verspreiden. De hoge diffusiviteit van waterstof in vergelijking met aardgas heeft twee belangrijke effecten:

- Een groter vermogen om door materialen en verbindingen te dringen, hoewel de feitelijke diffusiesnelheid door pijpen erg klein is. Berekeningen hebben aangetoond dat het jaarlijkse verlies aan waterstof door lekkage ongeveer 0,0005-0,001% van het totaal getransporteerde volume bedraagt. Dit kan van belang worden als we overwegen om waterstof als energiedrager te gaan gebruiken en te transporteren.
- Eventuele lekken zullen snel diffunderen in de atmosfeer.

Het lage moleculair gewicht van waterstof heeft als resultaat dat het de hoogste energie-inhoud per massa-eenheid van elke brandstof heeft, maar de lage dichtheid betekent ook dat de volumetrische energie-inhoud relatief laag is. Bij verbranding geeft waterstof slechts een derde van de hoeveelheid energie per volume-eenheid gas af vergeleken met aardgas bij dezelfde druk. Het grote voordeel is echter dat de verbranding van waterstof geen rook produceert omdat het geen koolstof bevat. Er wordt dus geen CO of CO₂ geproduceerd. De verbrandingsproducten zijn enkel waterdamp en (thermische) stikstofoxiden (NO_x). De hoeveelheid geproduceerde NO_x hangt voornamelijk af van de vlamtemperaturen die wel hoger liggen dan bij de verbranding van aardgas.

Waterstof als hulpmiddel in een transitie naar een CO₂-arme economie

Waterstof kan op veel manieren worden gebruikt. Tot op heden wordt waterstof bijna volledig (99%) gebruikt als grondstof voor industriële toepassingen (> 50% bij de productie van ammoniak/ kunstmest, de rest bij de raffinage van (bio)brandstoffen, de productie van methanol en verwerking). Het gebruik van waterstof als energiedrager begint echter te versnellen. Waterstof heeft als energiedrager het grote voordeel dat bij verbranding het restproduct water is. Geen CO₂-uitstoot, dus. We kunnen echter pas over een duurzame oplossing spreken als deze waterstof ook duurzaam geproduceerd wordt. Vandaag onderscheidt men drie vormen waterstof:

- Grijs waterstof, gemaakt uit methaan (CH₄) afkomstig van aardgas. Bij deze productie komt er opnieuw veel CO₂ vrij.
- Blauw waterstof, tevens gewonnen uit aardgas, maar in combinatie met opvang en stockage van de geproduceerde CO₂.
- Groen waterstof, geproduceerd uit elektrolyse van water, waarbij de elektrische energie nodig voor dit proces, gemaakt wordt uit hernieuwbare bronnen zoals wind en zon.

De productie van groene of duurzame waterstof uit water via elektrolyse staat of valt met de beschikbaarheid van duurzame elektriciteit. 'The Hydrogen Council', een wereldwijd initiatief van 81 leidende energie-, transport- en industriebedrijven (Shell, Engie, belangrijke autoconstructeurs maar ook een aantal banken,...) heeft daarom een "roadmap" opgesteld om tot een transitie te komen. Die wordt in figuur 3 kort toegelicht. Deze beschrijft de zeven rollen die waterstof kan spelen bij het CO₂-arm maken van de belangrijkste industriële sectoren.

1. In eerste instantie kan waterstof een belangrijke rol spelen in het versneld uitrollen van alternatieve energiebronnen zoals wind- en zonne-energie voor elektriciteitsproductie. Vandaag is de integratie van grote zonneparken en windmolenparken soms nog moeilijk gezien de wisselende productie en sterke weersafhankelijkheid van deze installaties. Door de opgewekte elektriciteit aan te wenden om via elektrolyse waterstof te produceren en te stockeren, kan de onbalans tussen elektriciteitsvraag en -productie opgevangen worden.

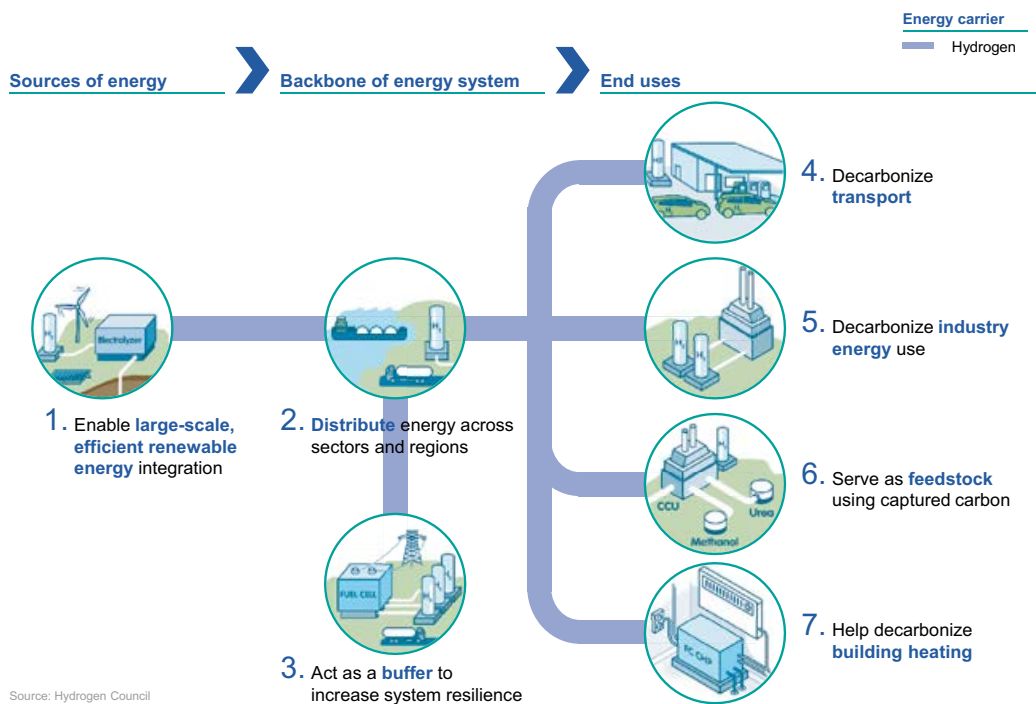
2. Waterstof kan relatief eenvoudig getransporteerd worden, mogelijk zelfs via het huidige aardgasnet. Daarnaast kunnen tankers en tankwagens ingezet worden voor verder transport naar regio's waar nog geen leidingnet beschikbaar is.

3. Door waterstof op te slaan onder druk kan ze als energiebuffer dienen om bijvoorbeeld de stabiliteit van het elektriciteitsnet te garanderen. Bestaande of nieuwe aardgasturbines met dezelfde functie (opvangen van piekbelastingen in het elektriciteitsnet) zouden op termijn omgebouwd kunnen worden om op waterstof te werken.

4. Vervolgens kan waterstof ingezet worden in de transportsector. Brandstofcellen zouden bijvoorbeeld de oplossing kunnen bieden voor duurzaam transport over langere afstanden, waar batterijen vandaag tekortschieten.

5. Ook voor de productie-industrie, waar vaak veel warmte nodig is, kan waterstof een waardevolle oplossing bieden. Eén van de technologische oplossingen hierbij is de inzet van stoomketels gestookt met waterstofbranders. Hierna gaan we hierop dieper in.

6. Zoals eerder aangehaald, wordt vandaag het grootste aandeel van waterstof gebruikt in de chemische industrie. Nu is die waterstof nog



Figuur 3. De zeven rollen die waterstof kan spelen bij het CO₂-arm maken van belangrijke industriesectoren. (Foto: Hydrogen Council)

afkomstig van het omzetten van aardgas maar op termijn dient die vervangen te worden door groene waterstof.

7. Tot slot kan waterstof als brandstof dienen zowel in waterstofgestookte residentiële boilers als in brandstofcellen voor de productie van warmte voor huishoudelijke toepassingen.

Het mag duidelijk zijn dat de toepassingen van waterstof legio zijn. De uitbouw van zo'n waterstofeconomie kost echter tijd maar er kunnen nu alvast zinvolle stappen ondernomen worden.

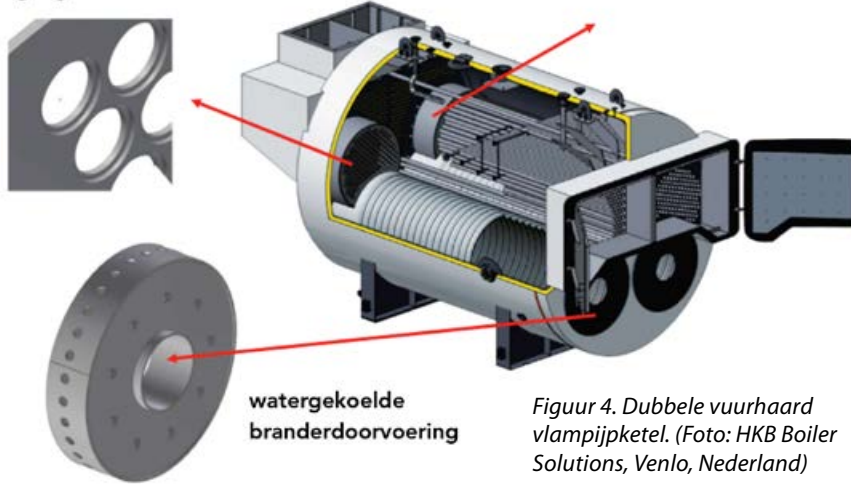
Om waterstof in te zetten bij de productie van stoom of warmte in het algemeen dienen bestaande stoominstallaties omgebouwd of misschien wel volledig vernieuwd te worden. Overwegingen en investeringen die vandaag al in acht kunnen genomen worden.

WATERSTOF ALS BRANDSTOF VOOR (STOOM)KETELS

Het gebruik van waterstof als brandstof bij stoomketels heeft een aantal technologische implicaties zowel op het ketelontwerp als op het branderontwerp. Voor de ketel dient het thermisch ontwerp opnieuw onder de loep genomen te worden. Een één op één ombouw van een aardgasketel naar een waterstofketel met dezelfde capaciteit is niet zomaar mogelijk. Veel moderne ketels die aardgas of andere waterstofhoudende brandstoffen verbranden, hebben al de mogelijkheid om warmte uit de gevormde waterdamp terug te winnen. Het spreekt voor zich dat dit van nog groter belang zal zijn voor ketels die alleen waterstof verbranden. Waterstofgestookte ketels zijn het efficiëntst als ze in 'condenserende modus' kunnen werken (door het toepassen van een nageschakelde condensor) om ervoor te zorgen dat

de latente warmte wordt teruggewonnen. Daarnaast heeft de vlam van waterstof, hoewel de temperatuur hoger is, een lagere emissiviteit dan die van aardgas. Dit leidt ertoe dat warmteoverdracht in de vuurhaard moeizamer verloopt en er dus meer warmtewisselend oppervlak nodig is. Ook het rookgasvolume zal voor eenzelfde vermogen een stuk hoger liggen voor waterstof dan voor aardgas, gezien de lage dichtheid van waterstof. Rookgasdebieten door de ketel zullen dus hoger zijn. Om de tegendruk in de ketel aanvaardbaar te houden, is een herontwerp van de vuurhaard en vlampijpsecties aangewezen. Tot slot ligt de temperatuur van de vlam bij waterstofverbranding een stuk hoger dan bij aardgas en zijn bijkomende ontwerpmaatregelen nodig om tot een duurzame ketel te komen. HKB Boiler Solutions in Venlo heeft een ketel ontwikkeld met een paar

waterkoeling
vlampijplassen
ingang tweede trek



Figuur 4. Dubbele vuurhaard vlampijpketel. (Foto: HKB Boiler Solutions, Venlo, Nederland)

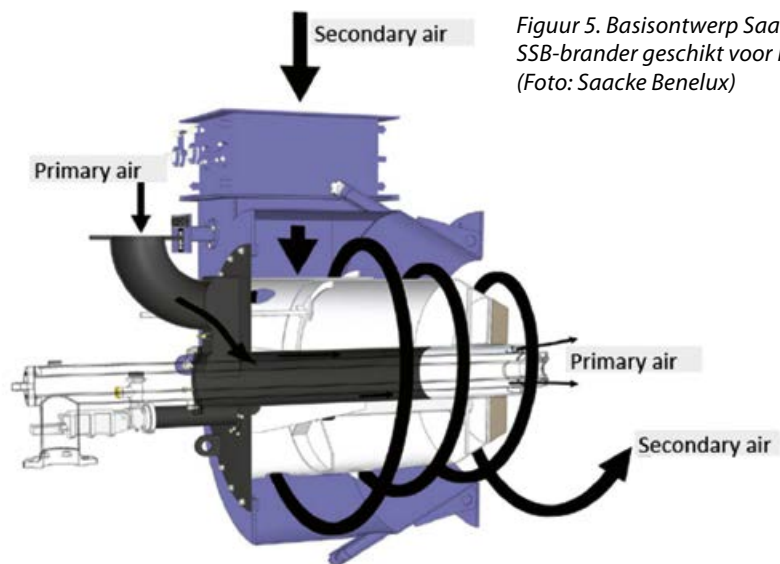
specifieke eigenschappen die hem uitermate geschikt maakt voor waterstofverbranding. Zo stellen ze een watergekoelde branderdoorvoer voor om met de hoge temperaturen aan de brandermond om te gaan en voorzien ze bijkomende koelgroeven aan de ingang van de tweede trek (start van de vlampijpbundel).

Niet alleen de ketel, maar ook de brander moet specifiek aangepast worden aan de verbranding van waterstof. In tegenstelling tot klassieke verbranding met aardgas, heeft waterstof een veel snellere verbrandingsreactie en een kortere vlam. Met als gevolg hogere thermische belasting van de systeemcomponenten vooral op de voorste delen van de verbrandingskamer. In het branderontwerp dient daarom extra aandacht te gaan naar thermische weerstand enerzijds en vlamstabiliteit anderzijds. Door de hogere vlamtemperatuur in een beperktere ruimte neemt ook de vorming van thermische NO_x toe met een factor

2,5 tot 3 vergeleken met de verbranding van aardgas. Dit effect kan gemakkelijk gecompenseerd worden door het toepassen van externe rookgasrecirculatie. Hierbij wordt er een fractie van de rookgassen aan de uitlaat van de ketel terug aangezogen

en bijgemengd in de verbrandingslucht. Als gevolg hiervan daalt de gemiddelde vlamtemperatuur, wat gunstig is voor de thermische belasting van de brander, en daalt tevens de thermische NO_x-vorming. Branderconstructeurs zoals Saacke kunnen referenties voorleggen van installaties met gemeten NO_x-waarden <50mg/Nm³ (bij 3% O₂).

Waterstof als brandstof heeft lange tijd op de achtergrond geopereerd en werd tot op heden vooral gebruikt in toepassingen waar waterstof als nevenproduct van een chemisch proces ontstaat. Vaak wordt ze dan verbrand in combi-branders die verschillende brandstoffen tegelijk kunnen verwerken zoals waterstof in combinatie met aardgas of lichte stookolie. Intussen wordt het duidelijk dat waterstof in de toekomst een belangrijke rol zal spelen in de transitie naar een duurzame en CO₂-arme economie. De technologie is er vandaag en kan al snel ingezet worden. ■



Figuur 5. Basisontwerp Saacke SSB-brander geschikt voor H₂. (Foto: Saacke Benelux)

De auteur van dit artikel, Marnix Van Belleghem, behaalde in 2013 een doctoraat in de thermodynamica aan de Universiteit Gent. Hij werkt voor Deconinck-Wanson als operationeel manager en specialist thermische installaties. Dit artikel kwam mede tot stand met de bijdragen van Maurice Hoenson, Sales Manager bij HKB Boiler Solutions en Ad de Kruijf, Head of Branche Office Saacke Benelux.

Debietmeters: waarvoor dienen ze en hoe maakt u de juiste keuze?

Door Katrien Desmet en Marc Devos, flowmeter specialists Spirax Sarco

Door de stijgende brandstofprijzen en huidige milieuvoorschriften wordt het alsmat 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 stoomstelsel 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 stroomdebietmeter.

BELANGRIJKSTE KENMERKEN VAN EEN STROOMDEBIETMETER

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 stroomdebiet dat de meter kan meten) is vaak nog belangrijker. Het is verstandig om de debietmeter te kiezen 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.

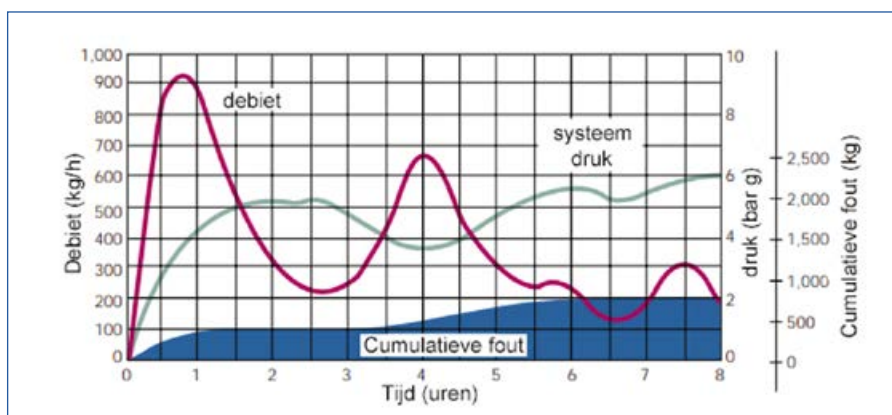
EEN NAUWKEURIGE STROOMDEBIETMETING WAARBORGEN

Voor een nauwkeurige en betrouwbare meting van het stroomdebiet zijn er andere technische eisen dan voor de debietmeting van andere vloeistoffen. Zo meten stroomdebietmeters 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

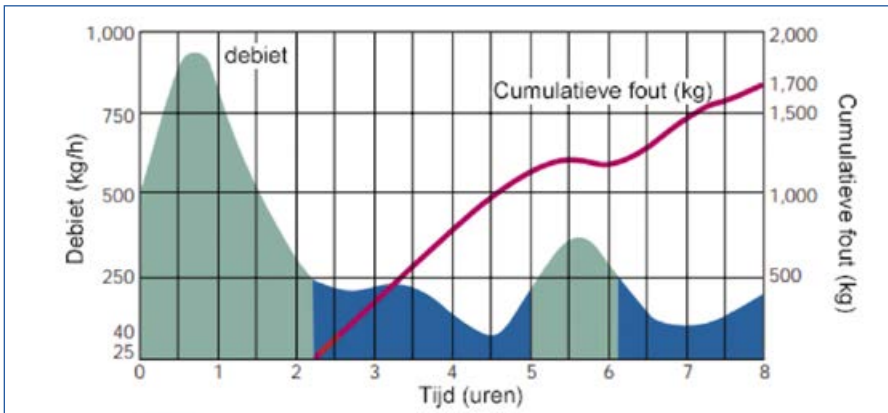
en temperatuur optreden, die kunnen resulteren in aanzienlijke meetfouten. Het is dan ook belangrijk voor een nauwkeurige debietmeting dat zowel temperatuur als druk gemeten worden. Zo wordt steeds rekening gehouden met de dichtheid en kunnen geen fouten optreden.

TEMPERATUUR, EROSIE EN SNELHEID

Bij stroomdebietmeting 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



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/u zou stoomdebieten lager dan 250 kg/h niet opmeten of op zijn best opmeten met een significante cumulatieve fout.

optimale nauwkeurigheid eerder bij hogere snelheden halen.

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 specificeren 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 nauwkeurighedsniveau. 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 (eerder bij robuustere types).

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:

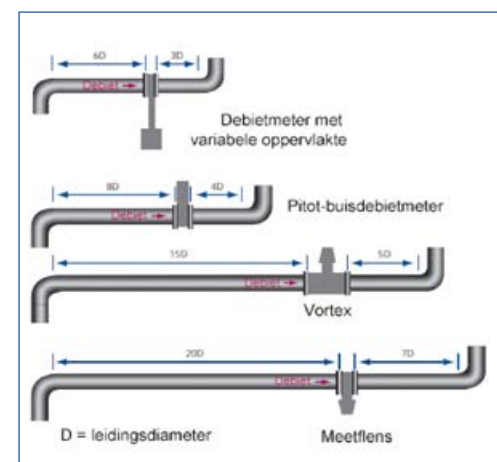
- Percentage van de volledige schaal (% full scale deflection; % FSD).
 - Percentage van de gemeten waarde.
- Dit zijn twee heel verschillende werkwijzen en het is belangrijk om het verschil te begrijpen. Door % FSD te gebruiken kunnen fabrikanten een hogere nauwkeurigheid afficheren maar deze methode 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/u, 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 stoom-

debiet is 1000 kg/u, 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 buislangtes stroomopwaarts en stroomafwaarts nodig om hun gespecificeerde nauwkeurigheid te bereiken. Er moet dus een debietmeter geselecteerd worden die binnen de beschikbare stroomopwaartse en stroomafwaartse ruimte past.



TYPES DEBIETMETERS

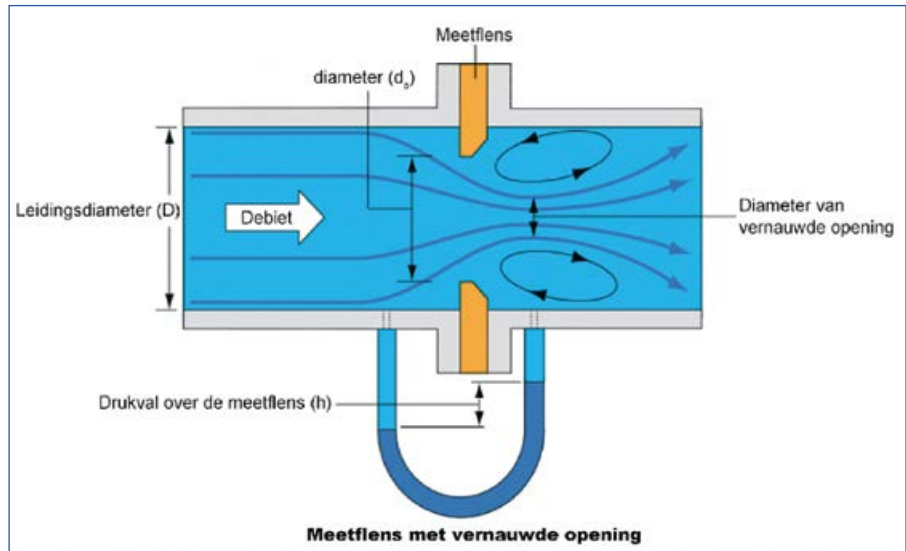
Omwille van de eigenschappen van stoom zijn sommige soorten debietmeters (die gewoonlijk voor andere fluida worden gebruikt) over het algemeen niet geschikt voor stoomdebietsmeting. Het is dus van belang om de juiste technologie voor de toepassing te kiezen.

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

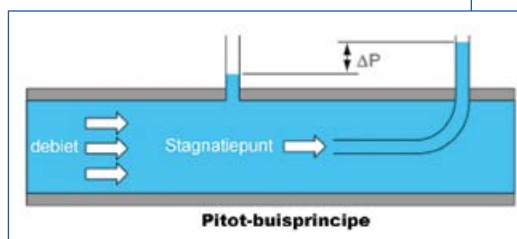
Bij meetflenzen wordt de drukval gemeten terwijl de stoom door een precieze cirkelvormige vernauwing in de leiding stroomt. Deze drukval kan gebruikt worden om het debiet te berekenen. Correcte dimensionering en installatie van de meetflens is essentieel, gezien enkel een goed ontworpen systeem een turn-down 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.

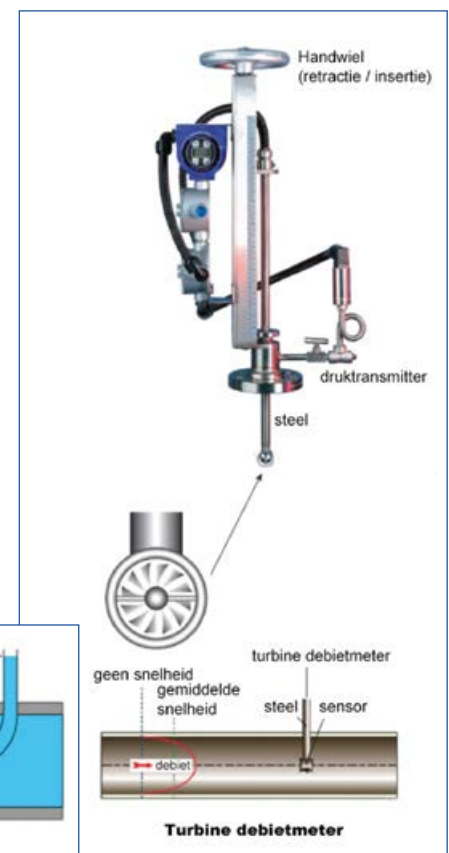
3. Pitot-buisdebietmeters

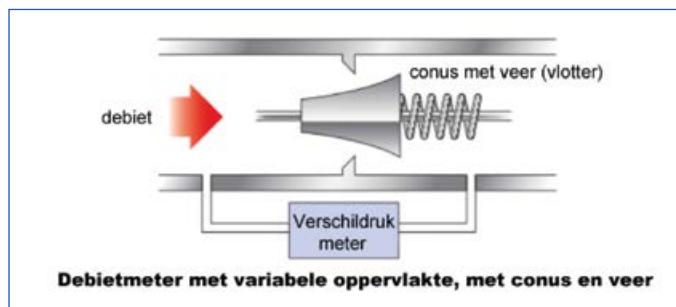
Pitot-buisdebietmeters berekenen de stoomsnelheid op basis van de druk die gegenereerd wordt in een buis met open uiteinden, dwars op de stroming. Het stromingsprofiel in een buis is echter niet overal gelijk, in welk geval gebruik wordt gemaakt van meervoudige pitot-buizen. Deze hebben meerdere stroomopwaartse 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-buisdebietmeters 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

deze gebruikt kan worden in elk vlak of stromingsrichting.

6. Ultrasonische debietmeters

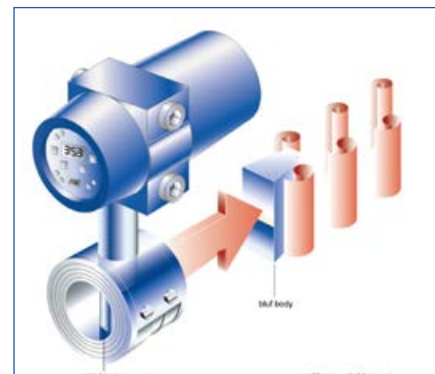
Ultrasonische debietmeters meten de tijd die een ultrasonische puls nodig heeft om, in een hoek, heen en weer te reizen door een leiding (en medium). De puls beweegt sneller tijdens het reizen met de stroming mee dan tijdens het reizen in tegengestelde richting. Het verschil tussen deze tijden is evenredig 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 de-



biet, 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 'bluf 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 stoomdebiet. 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. ■



Type meter	Oververhite stoom?	Verzadigde stoom?	Natte stoom?	Turndown*	Nauwkeurigheid*
Meetflens	JA	JA	JA	4 : 1	3 %
Turbine	JA	NEE	NEE	10 : 1	0,5 %
Variabele opening	JA	JA	JA	25 : 1 / 100 : 1	2 % / 1 %
Vortex	JA	JA	NEE	12 : 1	2 %
Pitot	JA	JA	NEE	4 : 1	5 %
Ultrason	JA	JA	JA	20 : 1	2 %
Coriolis	JA	NEE	NEE	50 : 1 / 100 : 1	0,1 % / 1 %

De juiste debietmeter kiezen (voor stoomtoepassingen): de juiste keuze staat of valt met de kennis van de huidige installatie en de nauwkeurigheid die hiervoor nodig is.*

De fysicochemische warmtetransformator: een nieuwe tool om het massale potentieel aan restwarmte te ontsluiten

Door Steve Bonte, process engineer bij Qpinch

Ondanks grote investeringen in energie-efficiëntie gaat er in de procesindustrie nog veel warmte verloren. De verklaring daarvoor is eenvoudig: in veel gevallen is de temperatuur ervan te laag om nog van nut te zijn; de energie is beneden het zogenaamde pinch point gezakt en daarom niet meer bruikbaar. Ze wordt geloosd in de atmosfeer, als verbrandingsgassen, stoom, via luchtkoelers of koeltorens.

UITDAGINGEN OM RESTWARMTE TE VALORISEREN

Zeker in West-Europa is de absolute kost van primaire energie hoog. Bedrijven zijn ook meer en meer proactief bezig met hun ecologische voetafdruk. Wanneer er dus nog grote hoeveelheden restwarmte aanwezig zijn, betekent dit dat huidige technologieën geen oplossing bieden. De uitdagingen zijn zowel van technologische als economische aard:

- Temperatuurbereik: het grootste energiegebruik in de procesindustrieën bevindt zich tussen 70°C en 200°C. Bij voedingsprocessen zijn door de band lagere temperaturen in dit bereik nodig terwijl in bijvoorbeeld de petrochemische industrie vooral temperaturen boven 130°C vereist zijn.
- Temperatuurverhoging: om restwarmte te kunnen benutten, moet de temperatuur teruggebracht worden tot het niveau en in de vorm waarop ze in een proces opnieuw bruikbaar is.
- Flexibel: geschikt voor diverse types input en output en in staat om met variabele operationele bedrijfsparameters (debiet of temperatuur) om te gaan.
- Operationele kost (OpEx): een grote onderhoudskost of een substantiële energiekost (elektrisch verbruik) verminderen de besparing.
- Terugverdientijd: zeker op fabrieksniveau

is dit een belangrijke parameter. Projecten met meer dan zeven jaar zijn meestal moeilijk verdedigbaar. Op strategisch niveau spelen dan weer andere overwegingen mee zoals margeverhoging of de totale bijdrage aan cashbesparingen over een langere periode.

•Schaal: niet veel oplossingen voor temperatuursverhoging zijn geschikt om aan valorisatie te doen op grote schaal. Zodra we spreken over enkele megawatt restwarmte heeft dit impact op de technische haalbaarheid en de kostprijs per MW die stijgt, of er zijn belangrijke nevenkosten, zoals infrastructuurkosten of hoge vaste reserveeringskosten voor elektrisch vermogen. Wanneer een technologie onvoldoende scoort op een of meerdere vereisten, komt ze niet of moeilijk in aanmerking voor implementatie.

EEN VLAAMSE UITVINDING: DE QPINCH HEAT TRANSFORMER

Qpinch, een spin-off van UGent, ontwikkelde een nieuw type fysicochemische absorptiepomp die de hierboven beschreven uitdagingen overwint. De input is restwarmte: stoom, dampen, condensaat. Ook rookgassen zijn mogelijk maar nog niet in scope omdat er zoveel makkelijk te benutten andere restwarmte is. De output is alle gewenste proceswarmte; vaak stoom maar ook hete vloeistoffen zijn mogelijk.

Door het gebruik van thermische compressie, waarbij een deel van de energie in de restwarmte wordt benut om de temperatuurstijging te bekomen, is er nauwelijks elektrisch energiegebruik (3-4% op duty). De units worden gebouwd met standaard componenten van de chemische industrie en er zijn, op wat kleine pompen na, geen mechanisch bewegende delen. Daardoor is de operationele kost

(onderhoud en elektrisch energiegebruik) marginaal.

Voorbeeld: 10 MW restwarmte, die nu verloren gaat, zet de Qpinch Heat Transformer om in 5 MW proceswarmte (stoom, dampen, hete vloeistoffen) met een elektrisch vermogen van slechts 300 kWe. Naast de financiële besparing en een substantiële vermindering van de CO₂-uitstoot, zorgt dit ook voor debottlenecking in stoomproductie en koeling van sommige plants.

In 2017 startte Qpinch met de commerciële uitrol. De focus ligt op de petrochemische sector met eerste units van 1 tot 10 MW om dan verder op te schalen naar 50 MW en meer. Ook in de voedings- en papierindustrie is er inmiddels interesse. De eerste installaties gaan online bij Borealis in de haven van Antwerpen en enkele andere chemiebedrijven in diverse Europese landen in de tweede helft van 2020; de start van een oplossing waarmee Qpinch de globale procesindustrie energie-efficiënter wil maken. ■

www.qpinch.com



Energiebesparing door toepassing van omgekeerde osmose op voedingswater van de stoomketel

Door Victor Bleus

Het is algemeen bekend dat door het voeden van een stoomketel met omgekeerd osmosewater de energieverliezen aanzienlijk dalen. Inderdaad, door het verminderen van de spui door toepassing van RO-water wordt het energieverlies, dat gepaard gaat met de spui, fors teruggedrongen. Tegelijk wordt het verlies aan voedingswater via de spui teruggedrongen door het gebruik van RO-water als voeding van de stoomketel.



Figuur 2: RO-installatie

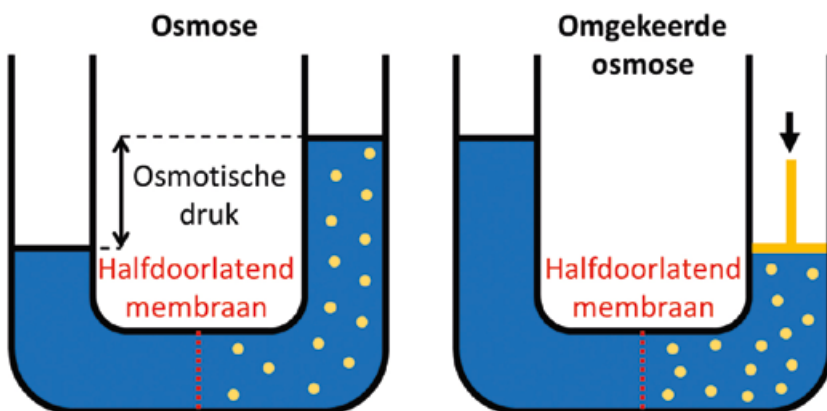
Omgekeerde osmose (RO) is een drukgedreven proces om water te zuiveren van ionen, ongewenste moleculen en grotere deeltjes gebruikmakend van een halfdoorlatend membraan. Zoals getoond op figuur 1 zal het streven naar een thermodynamisch evenwicht ervoor zorgen dat bij gewone osmose het water doorheen het halfdoorlatend membraan stroomt in de richting van de zijde met de hoogste concentratie, tot de osmotische druk wordt bereikt. Door een druk uit te oefenen op de zijde met de hoogste concentratie, die groter is dan de osmotische druk, wordt het zuivere water geforceerd om doorheen het membraan te diffunderen naar de zijde met de

laagste concentratie. Het zuivere water, dat zich aan de zijde van de lage concentratie bevindt, kan dan gebruikt worden als voedingswater voor de stoomketel.

Een RO-installatie kan er in de praktijk uitzien zoals in figuur 2, waarbij de installatie in de figuur 10-100m³/h zuiver water kan aanleveren. Het membraan in zo een installatie is opgebouwd uit een spiraal gewonden membraan bestaande uit drie verschillende lagen (vandaar de naam TFC: thin film composite), waarbij de dunste waterscheidende laag bestaat uit polyamide. Al het zuivere water wordt doorheen de spiraalwindingen afgeleid en verzameld in een verzamelbuis middenin de spiraal.

Om het potentieel van deze techniek toe te lichten, volgt hier een vergelijking van een situatie waarbij de stoomketel enerzijds met verzacht water wordt gevoed en anderzijds met RO-water. Bij de aanmaak van RO-water wordt de RO-installatie gevoed met verzacht water. Bij een RO wordt meestal anti-scalant gedoseerd om minerale afzettingen op de RO-membranen te vermijden. Indien echter de RO wordt toegepast voor de voeding van een stoomketel, heeft het gebruik van een ontharder als voorbehandeling het voordeel dat bij onderhoud of herstelling aan de RO, de stoomketel tijdelijk kan gevoed worden met verzacht water. Voor beide situaties gaan we uit van de volgende basisparameters:

- Stoomproductie : 3 ton / uur
- Werkuren per jaar : 8000
- Stoomdruk : 8 Bar
- Retourcondensaat : 60 %
- Prijs stadswater : 1,5 €/m³ waarbij de lozing van het water is inbegrepen
- Prijs onthard water : 2,30 €/m³ waarbij de lozing van het water is inbegrepen
- Prijs onthard water (RO) : 3,10 €/m³ waarbij de lozing van het water is inbegrepen
- Kostprijs energie : 0,025 €/kWh
- Thermisch rendement : 90%



Figuur 1. Principe van osmose en omgekeerde osmose

Stoomsysteemoptimalisatie: energiebesparingen in een stoominstallatie

Door Davy Van Paemel, energy specialist steam installations bij Spirax Sarco Benelux

De Europese Unie verbond zich ertoe om de CO₂-emissies met 35% te verminderen tegen 2030, ten opzichte van 1990. In dit artikel geven wij enkele adviezen om uw stoominstallatie te optimaliseren waardoor de energiekost (emissies en broeikasgassen), de afvalwaterkost, het waterverbruik en het gebruik van waterbehandelingschemicaliën dalen.

De volgende energiebesparende maatregelen zullen aan bod komen:

- isolatie,
- testen en onderhouden van condenspotten,
- het belang van een condensaatretour naar het ketelhuis,
- de besparingsvoordelen van hergebruik van flashstoom.

Dit artikel wil aantonen dat met goed vakmanschap en goed beheer van het stoom- en condensaatstelsel aanzienlijke besparingen kunnen worden gerealiseerd alsook een positief effect op de efficiëntie van het proces met een betere controle en hogere productie tot gevolg.

HET BELANG VAN STOOM

Met potentiële energiebesparingen van meer dan 12% zijn er op korte termijn bij de stoomopwekking, de stoomdistributie en de warmte-

krachtkoppeling de meest rendabele efficiëntieverbeteringen te halen. Onderstaande tabel is een inschatting van de mogelijke besparingen voor een typisch stoomdistributiesysteem met condensaatretour.

In aanvulling op deze tabel kunnen er verdere besparingen worden gerealiseerd in het ketelhuis, waar de stoom wordt opgewekt. Omdat dit artikel enkel handelt over de stoomverdeling en condensaatretour, zal dit niet verder worden uitgewerkt.

1. Controleer de isolatie van het stoomsysteem

Zorg er eerst voor dat alle stoomleidingen en randapparatuur geïsoleerd zijn. Vooral afsluiters, filters en waterafscheiders die grote oppervlakten hebben, zijn belangrijk. Controleer of de isolatie na onderhoudswerkzaamheden weer correct werd aangebracht of vervangen. Goede isolatie zal het warmteverlies tot 90% reduceren. Voorbeeld: een niet geïsoleerde stoomleiding met een lengte van één meter en een diameter van 100 mm zal bij een werkdruk van 10 bar eff. ongeveer 1 kW verliezen. Dit is equivalent aan het verspillen van ongeveer 16 ton stoom/jaar. Goede isolatie zal deze verliezen verminderen tot ongeveer 1,6 ton stoom/jaar.

2. Condenspotten

Veel mensen onderschatten het belang van condenspotten voor hun proces. Enkele van de meest voorkomende problemen in stoomsystemen worden veroorzaakt door een verkeerde keuze van de condenspot en/of de slechte afvoer van het condensaat. Deze problemen kunnen worden opgelost door regels van goed vakmanschap, de selectie van de juiste condenspotten en een preventief onderhoudsprogramma.

Hoe condenspotten testen en onderhouden?

Bij correcte dimensionering en selectie aangepast voor de toepassing zijn condenspotten betrouwbaar. Zij kunnen echter, zoals alle technische componenten, soms falen. Als een condenspot lekt zijn er twee belangrijke gevolgen:

1. Stoomverliezen, wat resulteert in een hogere energiekost, grotere emissies, toenemend waterverbruik en toenemend verbruik van chemische behandelingsproducten van het ketelvoedingswater.
2. Als het condensaat wordt teruggevoerd, dan komt de terugvoerleiding onder druk te staan. Dit kan een invloed hebben op de capaciteit van andere condenspotten die op dezelfde

	Maatregel	Energiebesparing	Terugverdientijd(jaar)	Andere Voordelen
Stoomdistributie	Verbeteren isolatie	3 - 13%	1,1	
	Onderhoud condenspotten	10 - 15%	0,5	
	Automatische monitoring condenspotten	5%	1	
	Herstellen van lekken	3 - 5%	0,4	Minder nood aan groot onderhoud
	Hergebruik van flashstoom / condensaatretour	Afhankelijk van bestaande hergebruik	Variabel, afhankelijk van de toepassing	Minder waterverbruik en kosten voor waterzuivering
	Condensaat terugwinning	10%	1,1	Minder waterverbruik en kosten voor waterzuivering

terugvoerleiding aangesloten zijn. Dit komt doordat het drukverschil over die condenspotten lager wordt waardoor er minder condensaat kan worden afgevoerd.

De tabel rechts geeft een typisch overzicht van de stoomverliezen door één enkele lekkende ½" condenspot gebruikt voor ontwatering van een leiding bij middel druk (MD) en lage druk (LD).

Bovenstaande cijfers zijn conservatief maar tonen duidelijk de noodzaak aan om condenspotten regelmatig te laten controleren (minstens één keer per jaar). Defecte condenspotten moeten zo snel mogelijk worden vervangen. Het is niet ongewoon dat Spirax-Sarco bij een stoomgebruiker, die niet over een condenspotbeheersysteem beschikt, tijdens een audit vaststelt dat 10% van de condenspotten lekt. In waarde uitgedrukt komt dit neer op een potentiële besparing van 50.000€/jaar met een terugverdientijd van minder dan zes maanden. Voor het uitvoeren van een audit en het beheren van uw condenspotpopulatie is het raadzaam om een beroep te doen op een gespecialiseerd bedrijf (zoals bv. Spirax-Sarco), dat over specifiek opgeleide ingenieurs beschikt die niet alleen de werking van de condenspotten controleren, maar die ook advies geven omtrent de installatie ervan, het correcte type condenspot te selecteren en te dimensioneren voor de gegeven

Stoomdruk	Stoomverlies (benaderend) Ton / jaar* (bij aansluiting op een condensaatleiding)	Stoomverlies (benaderend) Ton / jaar* (bij lozen van condensaat zonder recuperatie)
20 bar eff.	95	190
5 bar eff.	25	50

* Gebaseerd op 8700 uren/jaar

toepassing. Verder kan dergelijke specialist het volledige project van uitwisseling en installatie van de condenspotten beheren. Uw technici kunnen zich dan concentreren op het onderhoud van uw productieproces.

3. Condensaatretour en herwinnen van flashstoom

Eens stoom zijn warmte heeft afgegeven (verdampingsenthalpie), kan het gevormde condensaat teruggevoerd worden naar het ketelhuis. De terugwinning van condensaat en het gebruiken van flashstoom zal resulteren in:

- energiebesparingen,
- waterbesparing,
- minder afvalwater (terugwinnen van condensaat betekent dat er minder water geloosd zal worden),
- vermindering chemische waterbehandeling (condensaat is gedistilleerd water dat al behandeld is).

Energiebesparingen

Er wordt geschat dat bij het hergebruik van condensaat, zonder

terugwinning van flashstoom, een besparing tot ongeveer 10% van de brandstofkost mogelijk is. Uit de stoomtabellen blijkt dat de hoeveelheid energie, die nog in het condensaat aanwezig is (voelbare warmte), toeneemt naarmate de druk stijgt. Bij een druk van 10 bar eff., bevat condensaat nog 28% van de totale energie inhoud (totale warmte) van stoom. Eens het condensaat door de condenspot stroomt naar een lagere druk (en dus een lagere verzadigingstemperatuur), zal een gedeelte van het condensaat 'herverdampen'. Dit wordt ook wel flashstoom genoemd en kan gebruikt worden in lage druk stoomtoepassingen. Flashstoom (die bij atmosferische druk ontstaat) kan in sommige gevallen voor grote problemen zorgen indien de condensaatleiding te klein gediimensioneerd is. Extreme snelheden in de condensaatretourleiding bij lage druk zorgen voor erosie, ernstige waterslagen en uiteindelijk lekken.



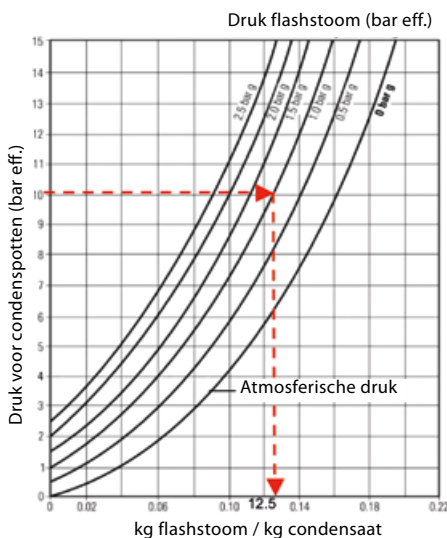
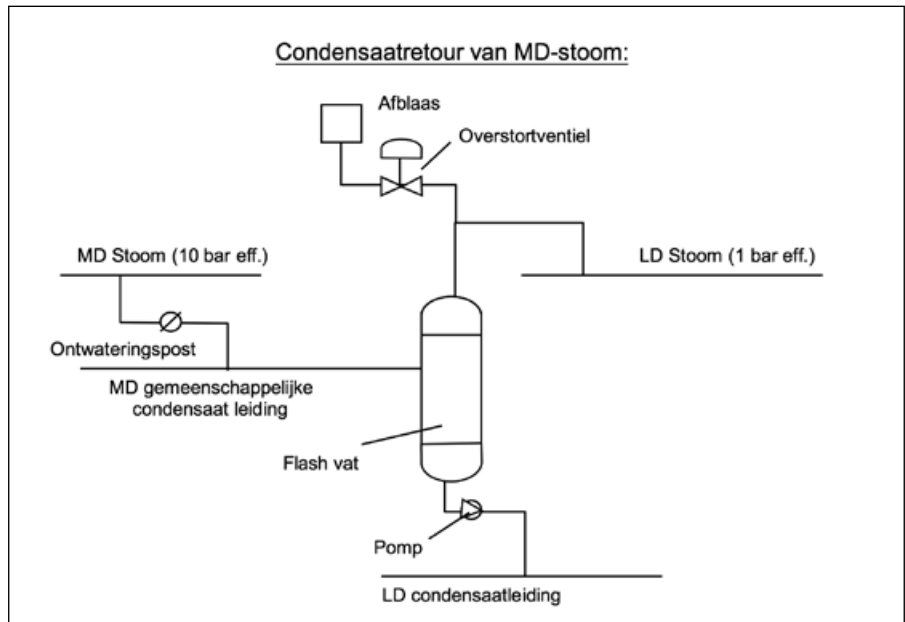
Druk Bar eff.	Druk Bar abs.	Temp. °C	Specifieke Enthalpie			Specifiek Volume m³ / kg
			Water (hf) (Voelbare warmte) kJ / kg	Verdamping (hfg) (Latente warmte) kJ / kg	Stoom (hg) (Totale warmte) kJ / kg	
0	1	100	419	2257	2676	1,673
1	2	120	506	2201	2707	0,881
4	5	159	671	2086	2757	0,315
10	11	184	782	2000	2782	0,177
30	31	236	1017	1787	2804	0,065

Een mogelijke oplossing is om eerst de flashstoom af te scheiden, door middel van een flashvat, en het resterende condensaat via een collector met pomp terug te voeren naar het ketelhuis. Waar mogelijk moet deze flashstoom gebruikt en gecondenseerd worden om bijvoorbeeld het ketelvoedingswater mee voor te verwarmen.

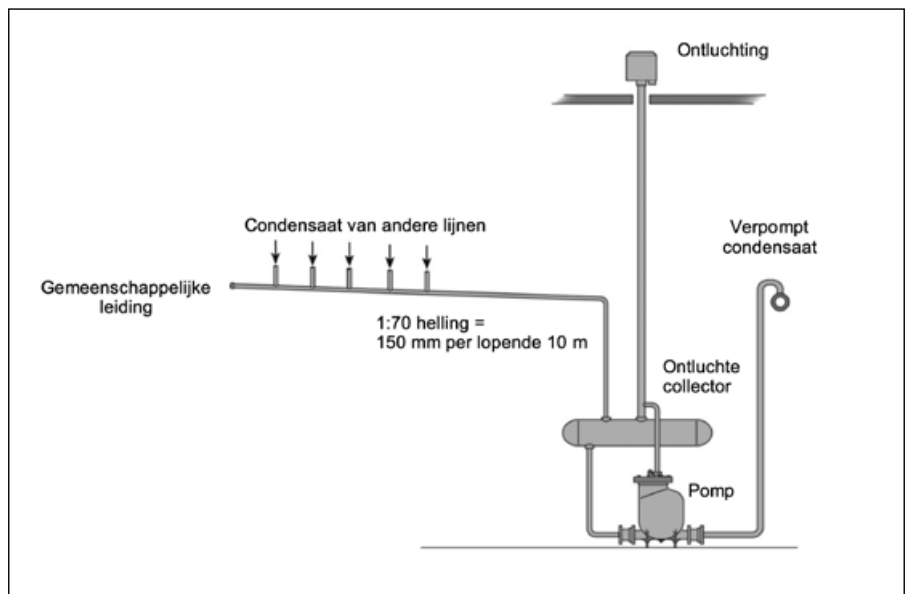
Typisch overzicht van een systeem voor terugwinning van condensaat & flashstoom.

Condensaatretour – Midden druk (MD)
 Condensaat afkomstig van MD-stoom wordt afgevoerd naar een flashvat.

De flashstoom, die ontstaat in het MD-condensaat, kan gebruikt worden als LD-stoom.
 Een overstortventiel zal alle overtollige stoom afblazen.



12,5% flashstoom lijkt niet significant maar de relatieve energie, die het bezit ten opzichte van het condensaat, is immens.



LD-condensaatretour

Tot slot kan de gemeenschappelijke LD-condensaatleiding teruggestuurd worden naar een collector bij atmosferische druk alvorens het condensaat naar het ketelhuis terug te pompen.

Hoewel het merendeel van de energie verbruikt is, bevat het condensaat nog steeds voelbare warmte en kan het opnieuw gebruikt worden als ketelvoedingswater. ■

Als wereldleider in stoomsystemen, is Spirax - Sarco meestal de eerste naam die opkomt bij ingenieurs als ze denken aan het woord 'stoom'. De firma heeft, na meer dan een eeuw ervaring, een wereldwijde reputatie opgebouwd, met meer dan 1300 gespecialiseerde ingenieurs in 34 verschillende landen.

Industrieel stoomnetwerk ECLUSE in de Antwerpse Waaslandhaven: een sluis voor groene energie

Door Silvia Colazzo, communication manager ECLUSE

In 2019 nam ECLUSE in de Waaslandhaven haar grootschalige industriële stoomnetwerk in bedrijf. ECLUSE is een samenwerkingsverband van publieke en private deelnemers die kennis en expertise delen in dit multi-stakeholdersproject. Partners zijn Indaver, SLECO, Fluvius, Fineg, Waterlink en Maatschappij Linkerscheldeoever. Het stoomnetwerk is één van de grootste in zijn soort in Europa. Het levert groene energie onder de vorm van processtoom aan een vijftal bedrijven in het Antwerpse havengebied en geeft groene warmte in Vlaanderen een boost. Dankzij dit stoomnetwerk komt er bovendien 100.000 ton CO₂ minder in de lucht terecht en blijft de chemische nijverheid voor de volgende tien jaar verankerd in de regio.

AFVAL WORDT WARMTE

De Indaver/SLECO-site in Doel, op de linkeroever van de Antwerpse haven, huisvest zes waste-to-energy-installaties. Drie roosterovens verwerken huishoudelijk en vergelijkbaar industrieel afval. Drie wervelbedovens verwerken slib en industrieel afval. In totaal gaat het om ca. één miljoen ton afval per jaar. Energie, onder de vorm van oververhitte stoom, is het belangrijkste eindproduct van het verbrandingsproces. Het totaal thermisch vermogen van de installaties bedraagt 250 MW. De beschikbare stoom werd tot vóór de komst van ECLUSE voornamelijk omgezet naar elektriciteit, wat neerkwam op ongeveer 1% van de totale Belgische elektriciteitsproductie (ca. 600 GWh/jaar). Het is te vergelijken met het elektriciteitsverbruik van 180.000 huishoudens. Nu ECLUSE gerealiseerd is, wordt de opgewekte stoom via een stoomleiding rechtstreeks doorge-

sluisd naar een vijftal buurtbedrijven, wat veel energie-efficiënter is. Aangezien de helft van het afval in de waste-to-energy-installatie bio-organisch is, mag de warmte die er vrijkomt beschouwd worden als groene warmte. De totale thermische capaciteit van het stoomnetwerk bedraagt 160 MW, waarvan reeds 100 MW gecontracteerd is en 60 MW gereserveerd voor eventuele toekomstige ontwikkelingen of uitbreiding bij de bestaande contractpartners.

GESLOTEN CIRCUIT

Het transportnetwerk fungeert als een gesloten systeem dat over het volledige tracé bestaat uit twee parallelle pijpen: één voor de stoomtoevoer (ontwerpcondities: 40 bar/400°C) en één voor condensaatretour (ontwerpcondities: 25 bar/130°C). Doorheen het netwerk varieert de diameter tussen DN500 en DN150 voor stoom en DN200 tot DN65 voor condensaat. Langs een condensaatleiding vloeit het warme water terug naar de verwerkingsinstallatie om de stoomketels terug van voedingswater te voorzien.

PROCESSTOOM VOOR DE BUREN IN DE WAASLANDHAVEN

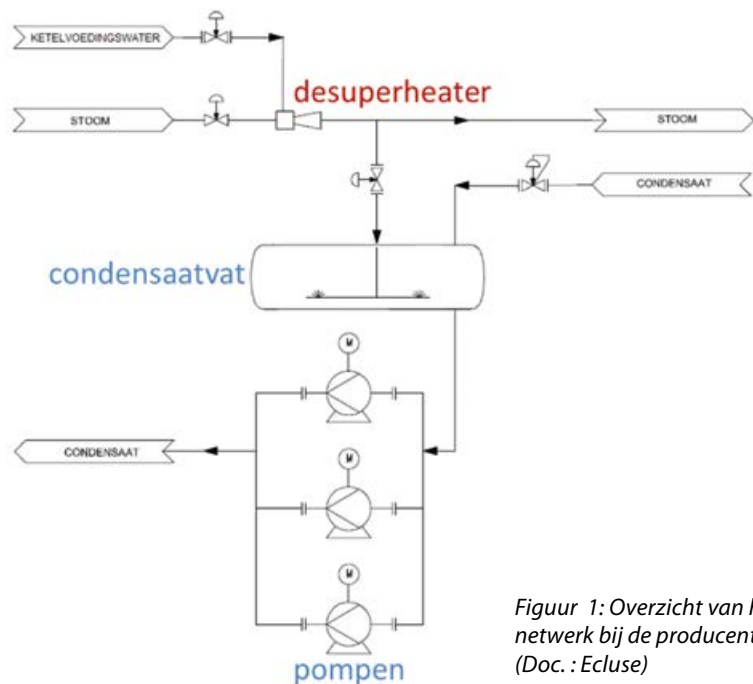
Het ECLUSE-netwerk biedt een duurzaam antwoord op de vraag naar processtoom van een aantal chemische bedrijven in de Waaslandhaven, op Linkeroever. Het achterliggende idee is eenvoudig. Bij de verbranding van afvalstoffen wordt stoom opgewekt. Buurtbedrijven hebben grote hoeveelheden stoom nodig voor hun productieprocessen. Vraag en aanbod worden hier perfect op elkaar afgestemd. De afnemers van het ECLUSE-stoomnetwerk zijn chemische bedrijven in de onmiddellijke omgeving van de Indaver/SLECO-site. De chemische

industrie is een zeer geschikte afnemer voor een stoomnetwerk, vanwege de volcontinue operatie en de energie-intensieve processen. Ze hebben dan ook een zeer stabiele stoomvraag doorheen het jaar. De afnemers van ECLUSE zijn Ashland, ADPO, Ineos Phenol, Monument Chemical en Lanxess. Voorheen produceerden zij de stoom voornamelijk in eigen stoomketels en WKKs, gevoed door aardgas. Doordat de energievoorziening nu gebeurt via ECLUSE, is de fossiele brandstof aardgas als energiebron vervangen door een milieuvriendelijker alternatief.

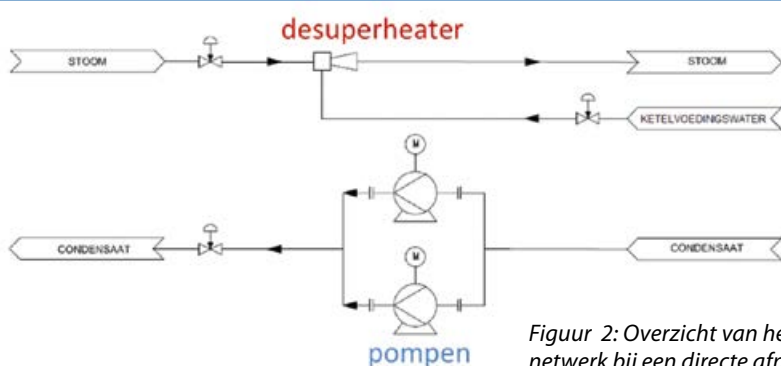
INSTALLATIES EN PROCES

ECLUSE heeft als doel hogedrukstoom, geproduceerd op de site van Indaver/Sleco, te verdelen naar stoomverbruikers in de haven. Het condensaat van deze stoom wordt onder de vorm van warm water teruggevoerd naar de site om daar terug in de condensaatcyclus terecht te komen.





Figuur 1: Overzicht van het netwerk bij de producent. (Doc.: Ecluse)



Figuur 2: Overzicht van het netwerk bij een directe afnemer. (Doc.: Ecluse)

DESUPERHEATER EN CONDENSAATVAT

De aanwezige voordruk bij Indaver/SLECO is voldoende hoog om het netwerk rechtstreeks te voeden. De oververhitte stoom (400°C – 47 barg) wordt op de juiste temperatuur gebracht door ketelvoedingswater te injecteren in een 'desuperheater'. Het condensaat dat terugkeert uit het netwerk wordt opgevangen in een tank van 50 m³ op lage druk en temperatuur (130°C – 3 barg). Dit condensaatvat vormt een buffer tegen debiet- en temperatuurschommelingen op het ECLUSE-netwerk. Van hieruit wordt het condensaat teruggepompt in het bestaande systeem van Indaver/SLECO. (zie fig.1)

DIRECTE STOOMOVERDRACHT

De manier waarop de warmteoverdracht gebeurt naar de verschillende afnemers hangt af van de procesparameters van het interne stoomnetwerk bij de afnemer. Bij hogere drukken en/

of temperaturen op het netwerk van de afnemers en op voorwaarde dat het condensaat in het netwerk van de afnemers van voldoende kwaliteit is, wordt een directe stoomlevering voorzien. De stoom van ECLUSE wordt dan rechtstreeks geïnjecteerd in het netwerk van de afnemer via een nieuwe aansluiting op de bestaande installatie. Condensaatpompen voeren evenveel warm water terug naar het ECLUSE-netwerk als dat er stoom geleverd wordt. (zie fig.2)

INDIRECTE STOOMOVERDRACHT

Bij lage drukken en temperaturen op het netwerk van de afnemers, wordt een indirecte warmteoverdracht voorzien, waarbij de stoom en het condensaat van het primaire netwerk (ECLUSE) volledig gescheiden blijft van de stoom en het condensaat van het secundair netwerk (afnemer). De warmtewisseling wordt dan gereali-

seerd in twee stappen:

1. Een kettle reboiler met aan de primaire zijde oververhitte stoom van het ECLUSE-netwerk en langs de secundaire zijde condensaat van het netwerk van de afnemer.

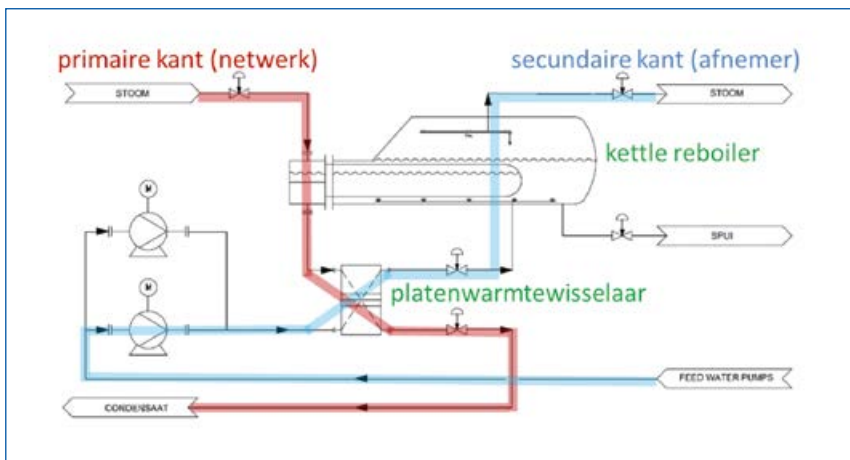
2. Een platenwarmtewisselaar koelt de gecondenseerde primaire stoom verder af, waarmee langs de andere kant het secundaire boiler voedingswater opgewarmd wordt.

Het afgekoelde primaire condensaat wordt teruggevoerd naar het netwerk, gebruikmakend van de voordruk van de primaire stoom.

Aan de secundaire zijde wordt de gewenste systeemdruk opgebouwd door condensaatpompen, gevoed door warm water uit de bestaande voedingswatercyclus van de afnemer. De secundaire zijde van de kettle reboiler levert stoom met de gewenste temperatuur, die via een nieuwe aansluiting op de bestaande installatie geïnjecteerd wordt. (zie fig.3)

ONDERGRONDSE LEIDINGEN

Het ondergrondse leidingnetwerk bestaat uit voorgeïsoleerde componenten. Voor condensaat wordt gebruikgemaakt van een verbonden pijpsysteem opgebouwd uit een stalen mediumbuis, PUR-isolatie en HDPE-coating. Voor stoom wordt gebruikgemaakt van een staal-in-staal systeem. In deze dubbelwandige stalen buis fungeert de binnenste pijp als mediumvoerende buis en de buitenste pijp als beschermende mantelbuis (eveneens gecoat met HDPE). De tussenruimte wordt gevuld met rotswol en achteraf vacuüm gezogen om de warmteverliezen te beperken. Het warmteverlies doorheen het gehele netwerk wordt zo beperkt tot gemiddeld 1,5 MW op jaarbasis. De binnen- en buitenkant zijn enkel met elkaar verbonden op de vaste punten van het systeem. De binnenbuis is uitgerust met rollagers, zodat deze vrij kan bewegen in de lengterichting om thermische uitzetting op te vangen. Over het gehele ondergrondse tracé zijn vier expansielussen voorzien met een afmeting van 12 bij 12 meter.



Figuur 3: Overzicht van het netwerk bij een indirecte afnemer. (Doc.: Ecluse)

BOVENGRONDS LEIDINGNETWERK

Het bovengronds leidingnetwerk bestaat uit koolstofstalen buizen die geïsoleerd werden na mechanische plaatsing. Rotswol werd gebruikt als isolatiemateriaal. Aluminium beplating beschermt de leidingen tegen weersinvloeden. De isolatiedikte bedraagt ongeveer 240 mm voor stoom en 60 mm voor condensaat, zodat de uiteindelijke buitendiameter (leiding inclusief isolatie en beplating) oploopt van 20 cm voor DN65 condensaat tot 1 meter voor DN500 stoom. Het leidingwerk is gemonteerd op betonnen sleepers, die ondiep gefundeerd zijn op een gestabiliseerd zandbed (ongeveer 80 cm onder het maaiveld). Over een lengte van vier kilometer, werden ca. 700 sleepers geplaatst, wat overeenkomt met één sleeper om de zes meter.

EXPANSIELUSSEN

Om te voorkomen dat overdruk of uitzettingen de leidingen zouden doen barsten, werden 41 expansielussen geplaatst. De bovengrondse expansielussen meten vijf bij zes meter. Omdat grote delen van het netwerk geïnstalleerd werden op publiek terrein of privaat terrein van derden, zou een horizontale opstelling te veel ruimte in beslag nemen. De meeste lussen werden daarom verticaal geplaatst. Elke expansielus introduceert echter nieuwe hoge en

lage punten in het systeem, wat extra voorzieningen inzake condensaatvoer en ontluchting vereist. Daarnaast vangen de lussen veel wind vanwege de grote diameters. Om te voorkomen dat ze zouden bezwijken onder hoge windlast, zijn staalkolommen voorzien als bijkomende ondersteuning. Om de krachtwerking op deze kolommen op te vangen, is elke verticale expansielus voorzien van een diepe fundering op palen. Er werden 160 palen tot 14 meter diep geheid.

INVESTERING VAN €30 MILJOEN

De totale investeringskost voor ECLUSE, met inbegrip van de installaties bij producent/afnemers als het transportnetwerk zelf, bedraagt 30 miljoen EUR. Hiervan werd 10 miljoen EUR onder de vorm van strategische ecologische steun gesubsidieerd door de Vlaamse regering. Zij onderkende immers sterk de voordelen van dit grootschalig project. Vlaanderen geeft deze subsidie aan ondernemingen die investeren in groene spijttechnologie. Onze regio moet namelijk, net als de rest van Europa, haar energievoorziening zuiniger, groener en duurzamer maken. Bij groene warmte zijn deze drie vakjes aangevinkt. De Vlaamse overheid wil daarom het potentieel hiervoor in Vlaanderen ten volle benutten en steunen. ■

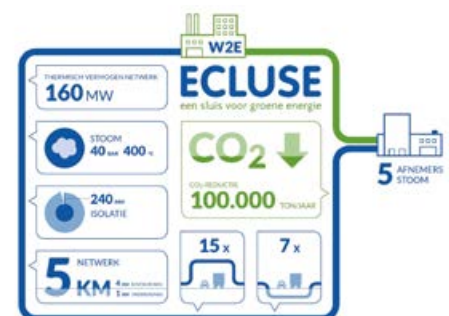
ECLUSE in enkele cijfers

Het stoomnetwerk heeft een totale lengte van ongeveer vijf kilometer, waarvan 20% zich ondergronds bevindt. De langste ondergrondse passages situeren zich op het terrein van DP World en Ineos Phenol. Het netwerk omvat 15 leidingbruggen. De langste, over meerdere spoorwegen en een openbare weg, heeft een lengte van 50 meter en is 12 meter hoog. Tenslotte zijn er ook zeven ondergrondse wegwakeringen.

Betrouwbare en flexibele energievoorziening

Dit stoomnetwerk is één van de grootste industriële warmteclusters in Europa. In de Waaslandhaven bedient het verschillende bedrijven, die grote hoeveelheden stoom nodig hebben voor hun productieprocessen. De energievoorziening van ECLUSE is flexibel: bedrijven nemen stoom af wanneer ze die nodig hebben. Door aan te sluiten op dit netwerk, dat stoom levert die voor 50% groen is, kunnen ze bovendien hun eigen gasgestookte boilers, die 100% grijze energie leveren, geheel of gedeeltelijk vervangen. Voor dit alles betalen ze een energieprijz volgens een uniform tarief, lager dan de huidige brandstofkosten. Dit stoomnet creëert zo een betrouwbare, duurzame en kostenefficiënte energievoorziening. Een bijkomende reden voor de deelnemende bedrijven om te blijven kiezen voor de Antwerpse havenregio. Andere bedrijven kunnen aansluiten. Dit netwerk kan het begin zijn van een intensief industrieel cluster in dit hele industriegebied.

www.ecluse.be



Eastman Gent Zuid optimaliseert verbruik met geïntegreerd energiebeheersysteem

Door Jan Van der Perre, sales specialist energy management digital industries bij Siemens



Al sinds de jaren '70 hanteert Eastman Chemical Company een energie-optimalisatiebeleid in al zijn vestigingen. Dat resulteerde onder meer in acht erkenningen als Partner van het Jaar door de US Environmental Protection Agency (EPA). Ook de productiesite Eastman Gent Zuid zet volop in op duurzaamheid. Om het energieverbruik nog verder te optimaliseren, werd in 2017 een geïntegreerd energiemanagementsysteem van Siemens geïmplementeerd.

Eastman Gent Zuid is slechts één van de ruim 40 hoogst gespecialiseerde productiesites van de groep wereldwijd. Hier wordt Saflex® gemaakt, een unieke 'kunststoffolie' die tussen twee glasplaten wordt aangebracht voor gebruik als veiligheidsfilm in onder meer de autoindustrie.

ENERGIE-EFFICIËNTIE EN -ERVARING

Trekker van energiebeheer in Gent is Els Kuys, die ondertussen ruim 36 jaar ervaring heeft bij Eastman. Sinds eind 2019 neemt Els de rol van Global HSES Audit & Environmental Affairs Manager EMEA op zich. Samen met haar collega's in de departementen Utilities en Maintenance ging ze de uitdaging aan om het energiegebruik verder te verlagen. "We zijn al sinds 2005 lid van het Auditconvenant over energie-efficiëntie in de industrie," legt Els uit. "Dat betekent dat we om de vier jaar

een verplichte energie-audit uitvoeren en dat we ons ertoe verbinden om, volgens de Energiebeleidsovereenkomst (EBO), een aantal doelstellingen te halen wat betreft energie-optimalisatie en verbruik."

MANUEEL METEN IS ZWETEN

Om accuraat te rapporteren over het verbruik, moet Eastman Gent Zuid in de eerste plaats over de juiste cijfers beschikken. Dat is geen eenvoudige opdracht. Els: "80% van de energie die we verbruiken is elektriciteit. Tot voor kort gebeurde de registratie van het verbruik via manuele meters. Op de hele site zijn er zo'n 250. Één persoon moest elke maand de waarden van elke meter opnemen en noteren in een Excel-file: een bijzonder inefficiënt huzarenstukje. Bovendien bleek het vrijwel onmogelijk om aan de hand van dergelijke losse metingen opvolgstu-

dies te doen." Om aan de voorwaarden van de EBO te voldoen, moest Eastman op zoek naar een nieuw energiebeheersysteem. "Eerst hebben we intern afgestemd met alle stakeholders: van engineering over boekhouding tot productie. Dat resulteerde in een aantal belangrijke vereisten. Ten eerste moest het systeem schaalbaar zijn, aangezien zowel de energiewetgeving als onze doelstellingen constant worden bijgeschaafd. Ten tweede was het belangrijk dat onze mensen zelf snel aan de slag konden met het systeem. En ten derde wilde de Eastman groep dat de oplossing on-premise kon worden ingebed. Zo kwamen we na gesprekken met diverse aanbieders uiteindelijk bij Siemens terecht."

HOLISTISCH BEELD VAN VERBRUIK

Eind 2017 ging de implementatie van SIMATIC Energy Manager van start. "De eerste stap was het digitaal integreren van de 250 elektrische tellers en van de ca. tien stoom- en condensaatmeters en deminwatermeters, met als doel een holistisch beeld te krijgen van alle utilities, op elk moment," legt Matthias Demaret, E&I Engineer bij Eastman uit. "Geen makkelijke opdracht, aangezien de productiesite historisch gezien uit twee losstaande delen bestaat. Daarom was het voor ons belangrijk dat het systeem voldoende flexibel was opgebouwd."

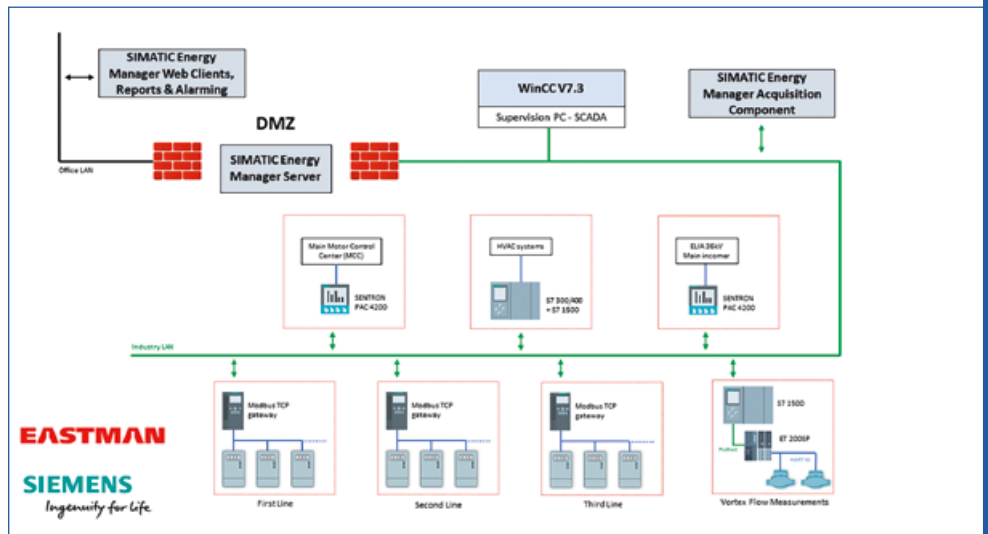
"Een tweede stap is automatisering: het integreren van het energiebeheersysteem in het volledige fabrieksnetwerk. Dat moet gebruikers toelaten om eenvoudig online gegevens te raadplegen, trends te onderscheiden en anomalieën te detecteren. Aan die fase zijn we vandaag nog volop bezig."

OWNERSHIP DANKZIJ DASHBOARDS

Uit veiligheidsoverwegingen krijgen vandaag enkel personen, die op het industriële netwerk van Eastman

Vereenvoudigde voorstelling van het energiebeheersysteem bij Eastman Gent Zuid.
(Foto : Eastman)

Gent Zuid gekend zijn, toegang tot de meetgegevens. Maar ook het hoofdkantoor in de VS en andere Eastman-sites willen de energie-optimaliserings kunnen opvolgen. Matthias: "Daarom verkennen we de mogelijkheden voor verdere uitbreiding. Bovendien willen we meer ownership creëren bij het departement Utilities, maar ook bij andere departementen zoals Productie en Magazijn: om concrete analyses te kunnen maken is het belangrijk dat zij over realtime gegevens beschikken." Ook operatoren en collega's bij Maintenance hebben nood aan duidelijke, accurate informatie. "Daar helpen de dashboards enorm bij," zegt Matthias. "Ze laten zien waar er verliezen zijn, en in sommige gevallen kunnen operatoren of onderhoudsmedewerkers meteen ingrijpen om die te verhelpen. Dat creëert een gevoel van gedeelde verantwoordelijkheid."



Energiebeheer bij Eastman, powered by SIMATIC

Het SIMATIC-energiebeheersysteem bij Eastman Gent Zuid bestaat uit de volgende Siemens-componenten:

- SIMATIC Energy Manager Pro
- SIMATIC WinCC V7 Scada system
- SIMATIC S7-300, S7-400 en S7-1500 PLC's
- SIMATIC ET200 SP remote IO eilanden
- SENTRON PAC energy meters (PAC 4200)



VOORTREKKERS UIT GENT

Eastman Gent Zuid is vandaag de eerste productiesite in België die over een dergelijk gesofisticeerd energie-managementsysteem beschikt. Die pionierspositie is ook het bestuur

van de groep niet ontgaan. "We zijn in gesprek om onze aanpak ook naar andere sites door te trekken," legt Els uit. "Hoe beter de gegevens waarover we beschikken, hoe beter we kunnen optimaliseren op groepsniveau. Het

streefdoel op lange termijn? De beste energie blijft de energie die we niet gebruiken! Theoretisch is dat nul energiegebruik dus." ■

www.eastman.com



Dit is een voorbeeld van een mogelijk dashboard. Bij Eastman is het anders opgebouwd. (Foto : Eastman)

Hoe duurzame energie u winst oplevert

Door Dieter Hasevoets, Operations Manager Operation Energy Transition ENGIE Cofely

Steeds meer ondernemingen zijn er zich van bewust dat ze hun ecologische voetafdruk moeten verlagen en duurzamer moeten werken. Daar hoort ook een energietransitie bij. Ze steunt op drie pijlers: een lager energiegebruik, een maximale inzet van energie uit hernieuwbare bronnen en, waar nog nodig, een optimaal rendement uit de fossiele brandstoffen.

Vandaag wordt nog 80% van onze energie centraal opgewekt uit aardolie, gas of steenkool, maar die voorraden slinken. Bovendien zorgen ze voor een hoge CO₂-uitstoot. Dus moet worden overgeschakeld naar lokale productie van milieuvriendelijke energie op basis van hernieuwbare bronnen als wind, zon en biomassa. ENGIE Cofely is marktleider in het aanbieden van energie-efficiënte oplossingen op maat. We beheren uw gebouwen en technische installaties, reduceren uw energiekosten en verkleinen uw ecologische voetafdruk.

UW ENERGIETRANSITIE IN 4 D'S

De ecologische voetafdruk verminderen door minder broeikasgassen uit te stoten en toch kostenefficiënt te voldoen aan een stijgende energievraag. Dat is de omslag die elke ondernemer moet maken. De Groep ENGIE en dochterbedrijf ENGIE Cofely kunnen daarbij helpen. Om het doel te bereiken, volgt u het parcours van de 4 D's: daling van het energiegebruik, decarbonisering, decentralisering en digitalisering.

1. Daling van uw energiegebruik

Elke kWh brandstof die u niet moet verbruiken, is winst. Ze verlaagt zowel uw uitgaven als uw ecologische voetafdruk. Daarom meten en analyseren we het energiegebruik. Daarna

stellen we totaaloplossingen voor. Die kunnen gaan van een uitgebreide lichtstudie en relightingproject met ledverlichting, over de plaatsing van hoogrendementsketels tot mogelijkheden voor elektrische mobiliteit. Nieuwe diensten en technologieën laten bedrijven en overheden toe om hun energie-efficiëntie te verbeteren en hun energiegebruik te doen dalen. Wanneer u toch kiest voor fossiele brandstoffen, proberen we de CO₂-uitstoot zoveel mogelijk te beperken door een optimale output. Dat kan bijvoorbeeld door het gebruik van een warmtekrachtkoppeling (WKK), waarbij zowel warmte als elektriciteit wordt opgewekt uit het verbranden van stookolie, aardgas of biomassa.

2. Decarbonisering

De markt van de hernieuwbare energie wordt steeds concurrentiëler. Daardoor dalen de prijzen. Zonne-

energie is hier een mooi voorbeeld van. ENGIE Cofely maakt volop gebruik van die trend om CO₂-arme installaties te bouwen.

3. Decentralisering

Gedecentraliseerde productiemethodes, zoals zonnepanelen, windmolens en WKK's laten toe om lokaal energie op te wekken. ENGIE Cofely werkt voortdurend aan innovatieve oplossingen om die gedecentraliseerde productiemethodes mogelijk te maken.

4. Digitalisering

Digitale toepassingen zijn niet meer weg te denken. Denk maar aan de automatische analyse van uw installaties op afstand, het proactief inplannen van onderhoud en de opvolging van het energiegebruik. Daardoor wordt u niet alleen milieuvriendelijker, maar bespaart u aan het einde van de rit.



HOE DOEN WE DAT?

1. Energiemonitoring

Met de OptiBase-software van ENGIE Cofely monitort en volgt u het verbruik van gas, water en elektriciteit automatisch op. U kunt vergelijken met voorgaande jaren of met soortgelijke gebouwen en u kunt een alarmfunctie instellen bij overschrijding van de gestelde normen.

2. Energieanalyse

Hier gaan we nog een stap verder. Met de OptiPro-software spoort u inefficiënties op. U detecteert automatisch storingen en anomalieën in uw installaties, waarbij u inzicht krijgt in de achterliggende technische oorzaken.

3. Energieaudits

Op basis van metingen levert ENGIE Cofely u aanbevelingen om uw energiefactuur te verlagen door duurzame investeringen. Ook zorgen we ervoor dat uw energiesystemen opnieuw optimaal werken. Soms zijn ze niet goed afgesteld of door jaren van intensief gebruik, ontregeld.

4. Projectwerk

ENGIE Cofely kan op verschillende manieren helpen. We zoeken altijd naar de oplossing die het best aansluit bij uw behoeften. Vaak is dat een combinatie van de optimalisatie van de huidige installatie en nieuwe technieken of producten. We denken hierbij onder meer aan WKK (warmtekrachtkoppeling, die u zowel van warmte als van stroom voorziet), warmtepompen, LNG- en CNG-installaties, het vervangen van uw verlichting door led, de installatie van laadpunten voor elektrische voertuigen en de aanleg van warmtenetten.

In onze kaderartikels focussen we op WKK's die ENGIE Cofely bouwde bij Brussels Airport Company, de Universiteit van Luik (Sart-Tilman) en bij tuinbouwers. Ze werden telkens op maat gemaakt voor de specifieke behoeften van de opdrachtgever. ■

WKK met houtpellets voor Universiteit en Universitair Ziekenhuis van Luik

De Universiteit en het Universitair Ziekenhuis van Luik (Ulg) kozen al in 2011 voor een WKK-centrale met houtpellets als voedingsbron. Twee elementen lagen aan de basis van die keuze: de stijging van de kosten van verwarming met fossiele brandstoffen in de periode 2006-2008 en de intentie om de CO₂-uitstoot van de centrale stookruimte te verminderen. Door een oude gasketel te vervangen door een WKK-installatie kan de Ulg jaarlijks 10.000 ton CO₂ uit de verbranding van het gas vermijden. De verbranding van het hout wordt over de hele levensduur immers als neutraal beschouwd. Bovendien worden de pellets betrokken bij producenten die zich binnen een straal van 200 km bevinden.

Met de WKK voorziet de Ulg nu in de eigen behoefte aan elektriciteit en warmte. Die laatste wordt via een warmtewisselaar geïnjecteerd in een bestaand warmtenet van 20 km voor de verwarming van de gebouwen op de campus van Sart-Tilman. In 2018 werd de langdurige samenwerking tussen Ulg en ENGIE hernieuwd. Daarbij werd geopteerd voor een EnergiePrestatieContract. Dat betekent dat de universiteit het energiebeheer van haar gebouwen integraal aan de groep ENGIE overdroeg. Die engageerde zich om het energiegebruik op lange termijn te doen dalen. Wordt de vooropgestelde besparing niet gehaald, dan betaalt ENGIE het verschil terug. Wordt beter gedaan dan de afgesproken norm, dan wordt de winst gedeeld. Om de doelstelling te bereiken, werd de vertrek- en retourtemperatuur van het warmtenet verlaagd van 145°C naar 110°C zodat er minder input aan energie nodig is. Om nog bijkomend energie te besparen, wordt extra warmterecuperatie overwogen op de rookgassen van de gasketels en de biomassa-WKK, en zullen de gasketels van modulerende branders voorzien.

FICHE

Voeding WKK: houtpellets type A

Pneumatisch transport van biomassa (3 ton/u)

13 MWth oven / ketel

13 ton stoom/u – 420°C – 41 bar

3,2 MVA turbogenerator

7.3 MWth stadsverwarming (aan bestaand warmtenet gekoppeld)





WKK op gas voor Brussels Airport Company

Brussels Airport Company (BAC) werkt volop aan de verduurzaming van haar activiteiten. De uitbater van de nationale luchthaven wil de primaire energieconsumptie tegen 2030 een kwart onder het referentiepeil van 2010 brengen. Tegelijk wil de maatschappij besparen op haar CO₂-uitstoot.

Op een luchthaven staat het leven nooit stil. Er is permanent behoefte aan zowel elektriciteit als warmte. Met WKK's kan die combinatie perfect worden ingevuld. ENGIE hielp bij de juiste dimensionering van de installatie, die uit twee WKK-eenheden op gas bestaat en in de centrale stookplaats werd ingeschoven op de plaats waar voordien een gasketel van 35MW stond. ENGIE zorgde voor het ontwerp, de volledige installatie en de indienstneming van de installatie. De komende jaren staat het ook in voor het onderhoud ervan, zodat de continuïteit kan worden gegarandeerd. De opgewekte elektriciteit van de WKK's wordt op het netwerk van de luchthaven geplaatst. De warmte wordt gebruikt voor de verwarming van de terminalgebouwen Pier A/Topaz en Nieuwe Terminal/Pier B. Bij het ontwerp van de installatie werd rekening gehouden met de totale kostprijs over de hele duurtijd van de investering.

FICHE

Motor WKK: Jenbacher JMS 320 (1067kWe – 1241kWth)

80.000 werkuren

Elke motor is verbonden met een aparte transformator van 1600kVA

WKK-centrale voor tuinders

Er bestaan WKK's in alle mogelijke dimensies. Dus ook voor kleinere bedrijven. Een WKK van 1.000 kWe is onder meer geschikt voor de glastuinbouw. Met de warmte kunnen de serres op de gepaste temperatuur worden gehouden, de opgewekte elektriciteit kan lokaal worden gebruikt of op het net worden gezet. Voor de meeste serreteelten volstaat een beperkte warmte. En dat biedt opportuniteiten. Zo kan de tuinder meer energie produceren als de prijs om die op het net te plaatsen interessant is en de warmte intussen gebruiken om buffertanks op te warmen. Deze wordt dan gerecupereerd bij stijgende warmtevraag. De WKK kan bovendien worden uitgebreid met een rookgasreiniger. Die zorgt voor de eliminatie van de schadelijke gassen, waardoor de resterende gassen geschikt zijn voor de CO₂-bemesting in de kas. Zeker voor tomatentelers. Hun planten hebben extra toevoeging van CO₂ nodig om te groeien.

FICHE

MWM – gasmotor – aardgas

Rookgasreiniger: Steuler Type Eco2Pro

Onderhoudscontract: 10 jaar



Financieringsformules

U kunt een WKK uiteraard met eigen middelen financieren of een beroep doen op een banklening. Maar er zijn ook andere mogelijkheden. ENGIE Cofely biedt u er twee aan.

* Leasing. In dit geval zorgt ENGIE Cofely voor de financiering, het operationeel maken en het onderhoud van de WKK.

U betaalt maandelijks een vast leasingbedrag plus een variabel deel voor het onderhoud van de motor.

* Derde-investeerdopersoplossing: ENGIE Cofely zorgt voor de financiering, het operationeel

maken en het onderhoud van de WKK. U betaalt de opgewekte energie volgens een vooraf afgesproken formule.

Verhuur van stoomketels als strategische keuze

Door Koen Mortelmans

Belgian Boiler Company (BBC, Laarne) verdeelt en installeert niet alleen de stoom- en verwarmingsketels van Bosch in België en Luxemburg, het verhuurt ook dergelijke ketels, voortaan op basis van een eigen gamma.

"Tot nog toe deden wij hiervoor altijd een beroep op onze Nederlandse partner Eco Ketelservice," legt bedrijfsleider Pol Couckuyt uit. BBC boekte met de verhuur van ketels al langer grote successen. Het zag de omzet in verhuur groeien tot drie miljoen euro per jaar en heeft intussen via zijn Nederlandse partner ruim vierhonderd mobiele ketelunits in aanbod. "Het huren van ketels wordt ook in België meer en meer een trend," licht Couckuyt toe. "Dat zien we vooral bij de grootste bedrijven, met beslissingscentra in het buitenland. Ze nemen ruim de tijd om investeringsbeslissingen te nemen, maar intussen willen de lokale vestigingen wel verder groeien. Het huren van een ketel valt boekhoudkundig onder lopende en



Stoomketelunit in standaardcontainer. (Foto : BBC Loos)

vaste kosten en vergt dan ook geen jarenlange afschrijvingen. Zelfs de grootste ondernemingen blijven jarenlang met gehuurde ketelunits werken."

COMMERCIEËLE STERKTE

Het huren van ketelcapaciteit is ook een oplossing voor bedrijven die tijdelijk extra vermogen nodig hebben of met een panne van de bestaande ketel te maken krijgen. "Bovendien versterkt het bezit van eigen verhuurketels onze posities op de verkoopmarkt voor nieuwe ketels. Een leverancier die bij plotse pannes of uitgestelde investeringsbeslissingen geen tijdelijke oplossing kan aanbieden, kampt met een commercieel nadeel. Wie dit wel kan, kan dit uitspelen bij de onderhandelingen over de (latere) aankoop van een nieuwe ketel." Vooralsnog loste BBC dit op door tijdelijk ketels te huren bij zijn Nederlandse partner.

Stoomketels met een vermogen tot 2,6 ton stoom per uur zijn ingebouwd in een container, waarin zich eveneens een watervoedingstank en de nodige perifere accessoires bevinden. Een 4 m hoge noodschouw, aanpasbaar aan de specifieke noden van de gebruiker, is altijd meegeleverd. Ketels met meer capaciteit zijn ontworpen voor buitenopstelling. Ze worden opgesteld op een verlengd chassis en hebben aan de voorzijde een volledige omkasting. "De grootste ketel in het aanbod kan 16 ton stoom per uur genereren. Verwarmingsketels tot 2,5 MW zijn inge-

Het verhuuraanbod bestaat uit recente toestellen van Bosch. (Foto : BBC Loos)



Pol Couckuyt. (Foto : BBC Loos)

bouwd in 20 voet-containers, grotere (tot 5 MW) in 11,5 lange containers, uitgerust met geluiddemping."

RECENT MATERIEEL

"Onze verhuurketels zijn net als de toestellen die we verkopen producten van Bosch," merkt Couckuyt op. "Stoomketelunits worden in principe op maat geassembleerd. Maar onze verhuurketels zijn gebouwd voor hogere drukken. Een stoomketel die geschikt is om onder hogere druk te werken is zo geconcipeerd dat hij ook onder lagere druk kan worden ingezet. Bovendien zijn het nieuwe toestellen, zodat klanten de transitieperiode naar een nieuwe ketel niet moeten overbruggen met geïmproviseerde oplossingen of verouderd materieel. Onze verhuurketels beantwoorden ook aan de Europese richtlijnen inzake emissies en onbemand werken. Dit houdt onder meer in dat ze gedurende 72 uur mogen blijven draaien zonder menselijk toezicht." Bovendien kunnen alle branders zowel met aardgas als met lichte stookolie werken." ■

www.belgianboilercompany.com





Minder CO₂, meer resultaat

Bereid u voor op de energiemarkt van morgen. E.ON combineert innovatie met duurzaamheid door lokale productie van elektriciteit en stoom via warmte-krachtkoppeling en andere technologieën.

De oplossing die bij u past

Door een energieoplossing op maat, kunt u zich concentreren op uw kernactiviteiten.

Samen efficiënter ondernemen

E.ON ontwerpt, bouwt, financiert en beheert warmte-krachtcentrales die bijdragen aan uw bedrijfsresultaat.

Investeren in een duurzame toekomst

Door de vermindering van CO₂-emissies, werkt u vandaag aan de wereld van morgen.

Meer weten:

eon.com/business

+32 15 28 75 26

info.benelux@eon.com

e.on

AZTEQ



Thor Incubator
ThorPark 8300 te 3600 Genk
Business development :
Peter Vandeurzen
T +32 (0)89 39 59 00
E peter.vandeurzen@azteq.be
www.azteq.be

Azteq ontwikkelt en installeert zonnethermische installaties voor toepassingen op industriële schaal. Daarbij maken we gebruik van paraboolspiegels, die met de zon mee bewegen en het invallend zonlicht op de collectorbuizen concentreren. Doordat het zonlicht geconcentreerd wordt, komt er warmte vrij met temperaturen die beduidend hoger zijn dan bijvoorbeeld bij een zonneboiler. Onze zonne-energiesystemen produceren namelijk warmte van 120 tot 400 graden Celsius. Bovendien kan die warmte worden opgeslagen in geïsoleerde vaten, zodat ze ook 's nachts bruikbaar is.

B.B.C. BELGIAN BOILER COMPANY NV



Veldmeersstraat, 23
B-9270 Laarne
T +32 (0)9 252 62 85
F +32 (0)9 252 62 86
E verkoop@bbc-loos.be
www.bbc-loos.be

BC (Belgian Boiler Company) is sinds jaren bekend als DE referentie inzake stoomketels. Als exclusief verdeler van de grootste Europese fabrikant van industriële stoom- en verwarmingsketels "Bosch Industriekessel GmbH", staat BBC reeds meer dan 20 jaar in voor de engineering, levering, installatie, opstart en complete after-sales van honderden installaties in België en Luxemburg. Sinds januari 2019 staat BBC ook "exclusief" in voor de verdeling van de Bosch industriële verwarmingsketels > 2,5 MW. BBC maakt voor U de koppeling tussen de

strengste emissie-normen, de meest moderne sturingstechnieken en een energetisch geoptimaliseerd concept. Sinds meer dan 10 jaar is BBC tevens marktleider in de VERHUUR van stoomketels en industriële verwarmingsketels. Meer dan 300 huurketels staan ter beschikking in capaciteiten tot 15 ton stoom/u bij max. 28 bar en tot 5 MW verwarmingsketels.

CLAYTON OF BELGIUM NV



Peter De Clerck
Sales Manager
Rijksweg 30, 2880 Bornem
T +32 (0)3 890 57 00
F +32 (0)3 890 57 01
E sales@clayton.be
peter.declerck@clayton.be
www.clayton.be

Uw partner bij het ontwerp en de realisatie van uw stoominstallatie. Producent van gevuurde stoomgeneratoren (gas/diesel/bio) en warmterecuperatieketels. Aanpak vanaf verkoop, engineering t.e.m. turn key projecten, indienstname en volledige dienst na verkoop, inclusief waterbehandeling en bijhorende producten. Beschikbaarheid van huurvloot onder de vorm van compacte installaties in container. Door onze expertise opgebouwd gedurende meer dan 80 jaar, verzekeren wij u van de meest economische oplossing voor uw specifieke toepassing.

E.ON POWER PLANTS BELGIUM



Martin Hofman
Managing Director & Business Development Benelux
Schaliënhoevedreef 20H,
2800 Mechelen
T +32 (0)15 28 75 21
E info.benelux@eon.com
www.eon.com/business

Met E.ON als partner in energie staat u voor een rendabele en duurzame toekomst. Door onze ervaring en expertise in lokale energieopwekking kunt u zich op uw kernactiviteiten concentreren. Startend bij uw specifieke wensen, staan wij in voor de volledige realisatie: van ontwerp, vergunning, bouw, financiering tot en met uitbating en onderhoud. Baserend op een open en constructieve samenwerking staan wij graag ter beschikking voor al uw WKK, biomassa, boiler en andere energieprojecten.

RITEC BVBA



Vaart Rechteroever 227
B-9800 Deinze
T +32 (0)9 381 52 00
E sales@ritec.be
www.ritec.be

Ritec is een gespecialiseerd toeleveringsbedrijf van breekplaten, explosiepanelen, veiligheidskleppen, ademventielen, vlamdovers, geluiddempers voor stoomafsluiters, kijk- en peilglazen voor de industrie.

SERKOBAS INDUSTRIAL HEATING



Oostvaardijk 48
1850 Grimbergen
T 32 (0)2 253 23 68
E info@serkobras.be
www.serkobras.be

Serkobas Industrial Heating is een Belgische constructeur en produceert een uitgebreid gamma aan stoom-, warme lucht- en thermische olie-ketels. Al de ketels worden vervaardigd in ons werkhuis te Grimbergen. Klanten kunnen ook terecht voor onderhoud, herstellingen en huurketels, op korte en lange termijn. Kortom Serkobas Industrial Heating is de specialist in thermische energie.

