

STOOMKETELS EN THERMISCHE OLIEKETELS

Stoomketels en thermische olietkeltels worden in de industrie veel gebruikt omdat zowel stoom als olie een uitstekend medium is om warmte te vervoeren en af te geven in het productieproces. Er zijn twee types stoomketels: de vlampijpketel en de waterpijpketel. Zoals de term het zegt stromen bij de vlampijpketel de rookgassen door de pijpenbundel(s) die omgeven zijn van kokend water. Bij een waterpijpketel stroomt het water door de verticaal opgestelde pijpen die rond de vuurhaard zijn opgesteld. Voor grote vermogens zijn waterpijpketels aanbevolen, voor kleine vermogens wordt meestal geopteerd voor een vlampijpketel.

HOE BEREKEN IK HET RENDEMENT VAN MIJN KETEL ?

De exacte berekening van het rendement van een stoomketel of een thermische olietkeltel is vrij ingewikkeld; voor meer informatie verwijzen we naar de normen EN12952:15 (waterpijpketels) en EN12953:11 (vlampijpketels). Er bestaan echter een aantal vuistregels waarmee op een eenvoudige manier een zeer goede benadering kan worden gemaakt.

Om het rendement van een ketel te berekenen, berekenen we de verliezen. Er zijn 3 belangrijke energieverliezen bij een stoomketel of thermische olietkeltel

- Schoorsteenverlies – verlies van de warmte die zich nog in de rookgassen bevindt
- Stralings- en convectieverlies – verlies doorheen de isolatie
- Spuiverlies – verlies van de warmte in het water dat uit de ketel wordt gespuid

Een goede benadering voor de **schoorsteenverliezen** is de formule van Siegert. Om het schoorsteenverlies te berekenen moet je het zuurstofoverschot in de rookgassen kennen (y_{O_2} in vol%), de temperatuur van de rookgassen naar de schouw (T_{RG} in °C) en de temperatuur van de verbrandingslucht (T_{VL} in °C). Het schoorsteenverlies (x_{SCH} in %) bekom je als volgt:

$$x_{SCH} = [0.677 / (21 - y_{O_2}) + 0.00914] * (T_{RG} - T_{VL})$$

Indien de ketel lange tijd stand-by staat is het verbruik tijdens de stand-by periode het **stralings- en convectieverlies** (op voorwaarde dat er niet gespuid wordt). Indien het niet mogelijk is het stralings- en convectieverlies (x_{STR}) op die manier experimenteel te bepalen kan de volgende vuistregel gebruikt worden (in % van het vermogen op vollast).

$$x_{STR} = 1 \% \text{ voor een goed onderhouden, binnen opgestelde ketel}$$
$$x_{STR} = 1.2 \% \text{ voor een goed onderhouden (gedeeltelijk) buiten opgestelde ketel}$$

Bij de berekening van het rendement wordt meestal geen rekening gehouden met het **spuiverlies**. Het is ook niet mogelijk om voor het spuiverlies een vuistregel te geven, omdat het spuiverlies afhangt van de kwaliteit van het voedingswater en de gewoontes van de operatoren. Bij een thermische olietkeltel is er geen spuiverlies.

Het rendement van de ketel bedraagt dan $(100 - x_{SCH} - x_{STR})\%$.

Er zijn heel wat mogelijkheden om een stoomketel of een thermische olietkeltel energiezuiniger te laten werken. De belangrijkste mogelijkheden worden hieronder toegelicht.

BEPERKEN VAN LEKVERLIEZEN

Verliezen aan stoom, condensaat en thermische olie dienen ten allen tijde vermeden te worden. Om een idee te geven hoeveel geld er verloren kan gaan door stoom- en condensaatlekken, zie onderstaande tabel. Bij de gegevens is de kostprijs van het water niet inbegrepen (onthard water kost ongeveer 1.5 €/ton, gedemineraliseerd water ongeveer 2 €/ton).

STOOMKETELS EN THERMISCHE OLIEKETELS

Omrekening bij aardgasprijs = 0.040 €/kWh	Equivalent kWh aardgas/ton	Kostprijs €/ton
Stoom	850 kWh/ton	34
Condensaat	225 kWh/ton	9

VERLAGING VAN HET ZUURSTOFOVERSCHOT IN DE ROOKGASSEN

Hoe hoger de zuurstofconcentratie in de rookgassen, hoe meer lucht er ongebruikt (dwz lucht waarvan de zuurstof niet gebruikt wordt voor de verbrandingsreactie) door de ketel gaat en onnodig opgewarmd wordt. Luchtoverschotten kunnen het best vermeden worden door de zuurstofconcentratie in de rookgassen te meten en de **luchttoevoer te sturen in functie van de zuurstofconcentratie**. Per 2 % verlagings van de zuurstofconcentratie in de rookgassen stijgt het ketelrendement met 1 %.

Voor ketels zonder deze terugkoppeling is het belangrijk dat bij het onderhoud de luchtvermaat zo laag mogelijk ingesteld wordt. Ketels op aardgas kunnen best geregeld worden op $O_2 < 3 \%$, voor ketels op stookolie is dat eerder rond 10 %.

Wordt de verbrandingslucht aangezogen via een filter of een rooster, dan is het belangrijk dat filters of roosters **regelmatig gereinigd worden** om een goede luchttoevoer te garanderen.

SPUI IN FUNCTIE VAN DE WATERKWALITEIT (ENKEL STOOMKETELS)

Zoals al gezegd is de spui ook een bron van energieverlies omdat warm water verloren gaat. De spui heeft tot doel de concentratie aan zouten in het water in de stoomketel onder controle te houden. Hoeveel er moet gespuid worden hangt af van de concentratie aan zouten in het voedingswater en van de concentratie die maximaal in de ketel toegestaan zijn (gegevens te bevragen bij de constructeur). In alle geval verdient het aanbeveling het spuiregime te bepalen **op basis van analyses** in plaats van het over te laten aan de ingeving van de operatoren. De ervaring leert dat er in dat laatste geval bijna altijd de spuikelep meer dan nodig wordt bediend.

In een situatie waar veel spui noodzakelijk is kan **warmteterugwinning** uit de spuistroom of de **recuperatie van de flashstoom** overwogen worden. Maar veel interessanter dan warmteterugwinning is de installatie van een **demineralisatie of osmose** om de zouten uit het voedingswater te verwijderen en zo de spuihoeveelheden te beperken.

ECO (ECONOMISER) EN LUVO (LUCHTVOORVERWARMER)

Economisers en luchtvoorverwarmers zijn veel toegepaste manieren om **warmte te recupereren uit de rookgassen**. In een economiser wordt het ketelvoedingswater verwarmd door de warmte die zich in de rookgassen bevindt, in een luchtvoorverwarmer wordt de verbrandingslucht verwarmd door warmte uit de rookgassen.

Economisers en luchtvoorverwarmers zijn economisch interessant voor ketels met minimaal 4000 bedrijfsuren per jaar. Per 20 °C dat de rookgassen verder kunnen afgekoeld worden, wordt 1 % aan ketelrendement gewonnen. Luchtvoorverwarmers kunnen voor een rendementsverbetering van 3 à 5 % zorgen.

Het is van groot belang regelmatig de efficiënte werking van de economiser en de luchtvoorverwarmer te controleren. Na verloop van tijd kunnen deze warmtewisselaars vervuilen door de aanwezigheid van as en stof in de rookgassen. Een **regelmatige reiniging** is onontbeerlijk voor het garanderen van de goede werking.

STOOMKETELS EN THERMISCHE OLIKETELS

Bij het verbranden van aardgas kunnen de rookgassen in sommige gevallen nog verder afgekoeld worden (bvb door warmtewisseling in het proces of voor ruimteverwarming). In dit geval spreekt men over een **rookgascondensor**. Het typische aan een rookgascondensor is de condensatie van de waterdamp die in de rookgassen aanwezig is.

FREQUENTIEGESTUURDE LUCHTVENTILATOR

Een frequentiegestuurde of toerentalgeregelde luchtventilator is efficiënter dan een sturing met een smoorklep voor de regeling van de verbrandingslucht. Bij een vermindering van het toerental wordt een sterke vermindering van het energiegebruik bekomen.

Het **besparingspotentieel** is sterk afhankelijk van het belastingspatroon van de ventilator en **kan oplopen tot 30 % en meer** van het energiegebruik van de ventilator.

ENKELE ANDERE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN

- Modulerende werking van de ketel op verschillende belastingen tussen 20 en 100 % van de maximale belasting (liefst in combinatie met een frequentiegestuurde luchtventilator en een frequentiegestuurde voedingswaterpomp)
- Isoleren van alle water- en stoomleidingen
- Isoleren van afsluiters, appendages, flenzen etc met isolatiematrassen
- Frequentiesturing op de voedingswaterpomp
- Warmteterugwinning en waterterugwinning op de uitblaasstoom van de ontgasser
- Recuperatie van condensaat
- Aanzuig van de verbrandingslucht tegen het plafond van het ketelhuis (lucht is 10 à 20 °C warmer)

STEUNMAATREGELEN

Voor de meeste investeringen in energiebesparingen aan stoomketels en thermische oliketels is er de **federale investeringsaftrek** van (netto) 4 à 5%. Voor investeringen in frequentiesturingen zijn er **premies van de distributienetbeheerders** en voor de investeringen in luchtvoorverwarmers en rookgascondensoren is er de **ecologiepremie** van de Vlaamse overheid. De ecologiepremie is een investeringssteun van 20% voor KMO's en 10 % voor grote ondernemingen.