

FACTSHEET

Onderwerp:
Overdimensionering stoomketel

Ons kenmerk:

Vessem:
02 aug 2012

Aan:

Van:
Tanja Wolf

Kopieën aan:

Bij veel bedrijven is de stoominstallatie al tientallen jaren in bedrijf. Vaak is het productieproces in de loop der tijd gewijzigd en efficiënter geworden. Echter de stoomvoorziening is daar lang niet altijd op aangepast en is ten opzichte van de veranderde stoomvraag overgedimensioneerd. Wanneer de stoomketel niet op vollast draait, heeft dat effect op het stookrendement. Een bijkomend nadeel van een te grote installatie is dat investeringen voor energiebesparende maatregelen relatief hoog uitpakken, en daardoor niet worden uitgevoerd.

Het stookrendement van een stoomketel hangt af van de ketelconstructie, namelijk hoeveel warmte uit de rookgassen kan worden overgedragen op het ketelwater. Bij een goed ontworpen stoomketel ligt de temperatuur van de rookgassen zo'n 30 tot 40 °C boven de verzadigde stoomtemperatuur. De constructie van de vuurgangen en het beschikbare VO zijn de belangrijke parameters. Oude ketels zijn vaak wat ruimer gedimensioneerd, terwijl bij nieuwere ketels de constructie krappere is uitgevoerd. Het tekort aan VO in de ketel wordt dan in de economiser gecompenseerd. Het rendement van verschillende ketels kan daarom niet één op één met elkaar worden vergeleken, maar in algemene zin kan worden gesteld dat bij overdimensionering van een stoomketel de onderstaande zaken invloed hebben op het rendement.

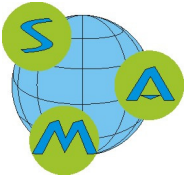
1. Stookrendement

Het schoorsteenverlies wordt bepaald aan de hand van de rookgastemperatuur en het zuurstofgehalte in de rookgassen, die tijdens periodieke inspectie of onderhoud van de brander op verschillende belastingen worden gemeten. Hieronder wordt beschreven hoe beide zaken het rendement beïnvloeden:

Rookgassen

Hoe hoger de ketelbelasting, des te heter verlaten de rookgassen de stoomketel. Bij vollast is de warmtevraag groot, waardoor de brander voluit brandt en de rookgassen op hoge snelheid door de vuurgangen/vlampijpen worden gedreven. Bij een ketel die op deellast draait, is de snelheid lager en verblijven de rookgassen langer in de vuurgangen. Er kan daardoor meer warmte-overdracht plaatsvinden en de rookgassen koelen verder af dan bij vollast. Het schoorsteenverlies daalt en dit heeft een gunstig effect op het rendement. In het onderstaande voorbeeld van rookgastemperaturen bij verschillende belastingen uit een stookrapport is te zien dat de rookgastemperatuur daalt naarmate de belasting afneemt.

Stand regeling	eenheid	min.	33%	66%	100%
Rookgastemperatuur	(°C)	207	227	231	233



Luchtvermaat

Het rendement van de installatie wordt mede bepaald door de verhouding tussen brandstof en lucht. De optimale samenstelling is afhankelijk van de temperatuur van de verbrandingslucht en de calorische waarde van de brandstof. Voor de stoichiometrische verbranding is een theoretische hoeveelheid lucht benodigd, echter branders worden zelden of nooit zo afgesteld dat de stoichiometrische luchthoeveelheid wordt aangevoerd. Door de geringste afwijking in de branderafstelling, of een stijgende verbrandingsluchttemperatuur, zal een tekort aan zuurstof ontstaan waardoor een deel van de verbranding onvolledig zal plaatsvinden. Om zeker te stellen dat er meer verbrandingslucht wordt toegevoerd dan dat theoretisch benodigd is, wordt de brander met een luchtvermaat afgesteld. Echter het is zaak de luchtvermaat beperkt te houden. Want de luchtvermaat leidt weliswaar tot een volledige verbranding, maar het te veel aan zuurstof gaat samen met circa vier keer zoveel stikstof met hoge temperatuur de schoorsteen uit. Om de brander stabiel te houden bij lage belastingen, wordt de luchtvermaat groter afgesteld naarmate de belasting afneemt. Bij laagbelaste ketels geeft dit dus een extra verlies. Een vuistregel is dat iedere procent te veel aan zuurstof die de schoorsteen verlaat, een schoorsteenverlies geeft van een half procent.

In onderstaande tabel wordt een voorbeeld gegevens van O₂ waardes uit het stookrapport, en daarbij de richtlijn voor de branderafstelling bij verschillende belastingen.

Stand regeling	eenheid	min.	33%	66%	100%
O ₂ gehalte	(%)	10,2	5,6	3,2	2,5
Richtlijn afstelling	(%)	max. 4,5	3,5 - 4,5	2 - 3,5	max. 2

Hieruit blijkt dat de stoomketel uit het bovenstaande voorbeeld een nette branderafstelling heeft op 66% belasting, echter op vollast is de luchtvermaat iets te hoog en op laaglast veel te hoog. Bij laaglast kan door een betere afstelling ongeveer 2,5% gas worden bespaard. Bij een bedrijf waar gemiddeld 2 ton stoom per uur wordt geproduceerd kan een kostenbesparing van € 11.000 per jaar worden gerealiseerd.

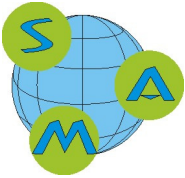
2. Stralingsverlies

Ook het stralingsverlies van de stoomketel bepaalt mede het stookrendement, alhoewel dit doorgaans niet wordt meegenomen in het rendement zoals dat in stookrapporten wordt vermeld. Afhankelijk van de dikte en de technische staat van de isolatie en of de ketel binnen of buiten is opgesteld, is proefondervindelijk vastgesteld dat het stralingsverlies van een goed onderhouden binnenstaande ketel 1% van het geïnstalleerde vermogen bedraagt. Bij een (gedeeltelijk) buiten opgestelde ketel rekent men met een stralingsverlies van 1,2%. Op deellast gaat er ook 1% van het geïnstalleerde vermogen verloren aan stralingswarmte, echter het procentuele verlies van de ketel op halflast is twee maal zo hoog als op vollast. Dit geeft bij verschillende belastingen het onderstaande resultaat:

Stand regeling	eenheid	min.	33%	66%	100%
Stralingsverlies	(%)	4,8	2,4	1,2	0,8

Op basis van het stralingsverlies levert een goed gedimensioneerde stoomketel ten opzichte van een te ruim gedimensioneerde ketel een paar procenten besparing op. Als het stralingsverlies met 2% kan worden verminderd door gebruik te gaan maken van een goed gedimensioneerde stoomketel, kan bijvoorbeeld bij een bedrijf waar gemiddeld 2 ton stoom per uur wordt geproduceerd een kostenbesparing van ruim € 8.500 per jaar worden gerealiseerd.

Onderstaand wordt het rendement getoond waarin zowel het schoorsteenverlies (rookgastemperatuur en luchtvermaat) als het stralingsverlies zijn opgenomen.



Stand regeling	eenheid	min.	33%	66%	100%
Rookgastemperatuur	(°C)	207	227	231	233
Schoorsteenverlies	(%)	13,4	11,0	10,0	9,7
O2 gehalte	(%)	10,2	5,6	3,2	2,5
Stralingsverlies	(%)	4,8	2,4	1,2	0,8
Rendement	(%)	81,8	86,6	88,8	89,5

Hierin is te zien dat stoomketel op vollast (66%) een hoger stookrendement heeft dan op deellast (33%), het verschil is 2,2%. Bij een bedrijf waar gemiddeld 2 ton stoom per uur wordt geproduceerd kan een kostenbesparing van ruim € 10.000 per jaar worden gerealiseerd met een kleinere ketel die hoger wordt belast.

3. *Branderschakelingen*

Aardgasgestookte stoomketels dienen op grond van de VISA voorschriften rookgaszijdig te worden geventileerd alvorens de brander automatisch wordt ontstoken. Er dient minimaal een luchthoeveelheid te worden doorgevoerd die overeenkomt met het 5-voudige vuurhaardvolume, en met dit spoelen gaat energie verloren doordat de spoellucht op hoge temperatuur de schoorsteen verlaat. De mate van energieverlies is afhankelijk van de werkdruk en de ketelconstructie, en van het aantal regelstops. Typisch voor laagbelaste ketels is dat de brander vaak aan en uit schakelt, dus meer spoelverliezen heeft dan stoomketels die op vollast draaien.

Bij een stoomketel met een capaciteit van 5 ton stoom per uur die 450 Nm³/hr verbruikt, wordt 4.500 m³ verbrandingslucht per uur aangezogen. Aangenomen dat een spoelbeurt 5 minuten duurt, dan wordt 2,3 Nm³ gas per spoelbeurt verstoekt. Wanneer de ketel gemiddeld 2 x per uur te veel uitschakeld, betekent dit bij 8000 bedrijfsuren 36.800 Nm³ gas per jaar, kosten ca. € 11.000. Als de schakelfrequentie erg hoog is, kan dit - indien het proces dit toelaat - soms worden opgelost door de set points van de pressorstaat verder uit elkaar te zetten.

Bij een modulerende brander is voorspoelen duidelijk minder aangezien een modulerende brander minder vaak wordt aan- en uitgeschakeld. Het voorspoelen na een regelstop mag achterwege blijven als de branderinstallatie wordt voorzien van een automatische gaslekttest die voldoet aan de VISA-voorschriften. Hiermee worden de hoofdgaskleppen van de gasbranders op dichtheid gecontroleerd, waardoor voorspoelen met lucht niet nodig is. Als de brander echt uitgeschakeld is geweest (dus geen regelstop, bijvoorbeeld bij een storing) moet wel worden voorgespoeld.

4. *Gemiddeld gebruik in verhouding tot piekverbruik*

Een stoomketel die op vollast draait, produceert efficiënter dan een stoomketel die op deellast draait. Echter een laag gemiddelde belasting zegt niks over de hoogte van de pieken in de stoomvraag, waardoor toch een grote capaciteit geleverd moet kunnen worden. Wanneer het planning technisch mogelijk is om de piekbelasting te verlagen (en daarmee de gemiddelde belasting te verhogen), kan (bij vervanging) een stoomvoorziening met een kleinere capaciteit worden gekozen. Bij een kleinere installatie vallen investeringsbedragen voor energiebesparende maatregelen en onderhoud lager uit en daardoor wordt de terugverdientijd korter. Bovendien wordt hergebruik van restwarmte rendabeler vanwege een meer constante stoomafname en meer gelijktijdigheid. Als organisatorische maatregel wordt daarom geadviseerd om zo mogelijk door aanpassing van de planning het piekverbruik te verlagen.