



Stoomketel  
Stand-by  
of conserveren?

# Inhoud

<b>1.</b>	<b>Energie en stand-by</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Belasting, gasverbruik en geld</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Conserveren</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Wel of niet stand-by</b>	<b>8</b>

Deze publicatie over Stoomketel stand-by of conserveren? wordt u aangeboden door het Stoomplatform.

## Stoomketel stand-by of conserveren?

Sommige bedrijven hebben twee of meer stoomketels terwijl één ketel al voldoende stoom maakt voor de productie. De “niet-werkende ketel” staat of is zelfs geheel buiten bedrijf gesteld. Stand-by staan kost weliswaar geld, maar dit kan in een aantal gevallen goedkoper zijn dan de gevolgschade die ontstaat als de stoomproductie stagneert. Maar ook als een ketel niet goed stand-by staat, of verkeerd wordt geconserveerd (“weggezet”) kunnen de kosten hoog oplopen; bijvoorbeeld door stilstandcorrosie.

De vragen die in deze publicatie worden beantwoord zijn: wat is stand-by; welke mogelijkheden bestaan er voor het stand-by houden van ketels; wat zijn de kosten en is conserveren een alternatief?

# 1. Energie en stand-by

Een ketel die stand-by staat, is (nagenoeg) op bedrijfsdruk én dus (nagenoeg) op bedrijfstemperatuur. Hierdoor kan de ketel zeer snel stoom leveren. Een ketel die alleen vanuit het stoomnet op druk wordt gehouden, is niet bedrijfs gereed. Als zo een ketel wordt ingeschakeld, zal de stoomdruk in de installatie zakken of zelfs geheel wegvallen. Een ketel op druk en temperatuur houden kost geld.

Met een simpele berekening kan worden aangegeven hoe hoog de kosten zijn.

Voor het rekenvoorbeeld nemen we een ketel die 10.000 kg/h van 8 barg ( $t = 175 \text{ }^\circ\text{C}$ ) kan leveren en die geheel bedrijfs gereed (stand-by) staat. De stand-by-kosten worden berekend voor de brandstof (aardgas voor de brander). De kosten voor elektriciteit voor de pompen en de ventilator en de aanschaf- en onderhoudskosten worden hier buiten beschouwing gelaten. De kosten voor aardgas (de brandstof) vormen verreweg de grootste post voor het stand-by houden.

Het warmteverlies van een ketel bedraagt ongeveer 1 tot 1,5 % van het vollast vermogen. Vaak geldt: hoe ouder de ketel, hoe minder goed (slechter) de werking van de isolatie, dus hoe groter het verliespercentage. In deze publicatie is als uitgangspunt genomen dat het stralingsverlies van een stoomketel 1 % van het vollast-vermogen bedraagt.

## Stoomzijdig vermogen

Eerst wordt het stoomzijdig vermogen van de ketel berekend met de formule:

$$P_{\text{stoom}} = m_s \times \Delta h \quad [\text{kW}]$$

Hierin is:

$m_s$  = de stoomproductie in kg/s en

$\Delta h$  = het verschil tussen de enthalpie van de stoom en het voedingswater in kJ/kg.

$$P_{\text{stoom}} = \frac{10.000 \text{ kg}}{3.600 \text{ s}} \times (2.773 - 440) \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\text{stoom}} = 6.480 \quad [\text{kW}]$$

Het stoomzijdig vermogen is 6.480 kW. Door de verschillende verliezen moet aan de brander meer energie per seconde worden toegevoerd dan 6.480 kW. Het rendement van een stoomketel (gestookt met aardgas) bedraagt ongeveer 90 %, betrokken op de stookwaarde  $H_i$  (onderwaarde) van de brandstof. Dat komt overeen met 80 % betrokken op de verbrandingswaarde  $H_s$  (bovenwaarde). Voor de belasting  $B$  van de ketel geldt:

$$B_{\text{ketel}} = \frac{P_{\text{stoom}}}{\eta} \quad [\text{kW}]$$

Als het rendement  $\eta$  van de voorbeeld-ketel 80 % is, dan is de belasting

$$B_{\text{ketel}} = \frac{6.480}{0,80} \quad [\text{kW}]$$

$$B_{\text{ketel}} = 8.100 \quad [\text{kW}]$$

Bij een warmteverlies door straling van 1 %, is het verlies van de stand-by-ketel

$$B_{\text{verlies}} = 0,01 \times 8.100 \quad [\text{kW}]$$

$$B_{\text{verlies}} = 81 \quad [\text{kW}].$$

## Opmerking

Het warmteverlies is betrokken op het vollast-vermogen. Als de ketel (met dezelfde druk en temperatuur) op half-last werkt, is het warmteverlies ook 81 kW. In percentage uitgedrukt is het verlies dan 2 % van de belasting.

In alinea **Belasting, gasverbruik en geld** wordt beschreven dat voor een belasting van 81 kW aan aardgas ongeveer 8 m<sup>3</sup>/h nodig is. >>

## 2. Belasting, gasverbruik en geld

Voor de verbrandingswaarde (bovenwaarde) van aardgas geldt  $H_s = 35.170 \text{ kJ/m}^3$ . Eén kubieke meter gas per uur (= 3.600 seconde) geeft aan belasting:

$$B = \frac{35.170 \text{ kJ}}{3.600 \text{ s}} \quad [\text{kW}]$$

$$B = 9,77 \quad [\text{kW}]$$

$$B = 10 \quad [\text{kW}] \text{ (afgerond)}$$

### Opmerking kubieke-meter

In dit artikel wordt de regel gevolgd dat met de gas-hoeveelheid  $\text{m}^3$  een normaal-kubieke-meter gas betreft. Dat is een kubieke meter gas bij een druk van 101.325 Pa (1013,25 mbar) en 273 K (0 °C). Gasbedrijven geven de prijs van aardgas altijd op in €/m<sup>3</sup> (euro per normaal-kubieke-meter).

Anders gezegd: 1 m<sup>3</sup> aardgas per uur levert (afgerond) een belasting van  $B = 10 \text{ kW}$ . De ketel van het voorbeeld ( $m = 10.000 \text{ kg/h}$ , 8 barg,  $B = 8.100 \text{ kW}$ ) heeft 81 kW verlies en er moet dus per uur 8 m<sup>3</sup> gas worden verstoekt om de ketel stand-by te laten staan. Het bedrijfsgereedhouden vergt dus:  $24 \times 8 = 192 \text{ m}^3$  gas per etmaal.

Om de ketel stand-by te houden, moet per jaar dus 70.000 m<sup>3</sup> gas (namelijk  $192 \times 365$ ) worden verstoekt. De prijs van het gas verschilt per afnemer (industrie, tuinder) en hangt ook van het totale verbruik per jaar. De prijs ligt vaak tussen de 0,25 en 0,35 €/m<sup>3</sup>, maar voor grote afnemers kan de prijs aanzienlijk lager zijn. Als de prijs per m<sup>3</sup> bekend is, kan eenvoudig worden vastgesteld wat de kosten zijn voor 70 duizend kubieke meter om de ketel stand-by te laten staan. Bij een gasprijs van 30 cent per kubieke-meter bedragen de kosten al ruim 20 duizend euro per jaar.

### Stand-by en Stilstandcorrosie

Door het afkoelen van toestellen (ketels e.d.) of leidingen waarin stoom zit, zal stoom condenseren. Met name bij installaties die (onjuist) stand-by zijn gezet, en bij ketels die nat zijn geconserveerd, bestaat een risico op stilstandcorrosie. Het ketel- en leidingmateriaal wordt dan aangetast en de levensduur wordt bekort.

Daarom is het van groot belang installatiedelen die langdurig buiten bedrijf worden gezet, nauwkeurig te controleren en de waterkwaliteit (van de ketel) te bewaken.

### Wekelijks wisselen van ketel

Als de installatie bestaat uit twee (of meer) gelijkwaardige ketels, kunnen de ketels wekelijks worden gewisseld. Bijvoorbeeld in de oneven weken ketel 1 in bedrijf en ketel 2 stand-by, de even weken ketel 2 in bedrijf en ketel 1 stand-by. Als de stand-by-ketel op een iets lagere druk is afgesteld, kan het spuiwater (van de bodemspui) van de werkende ketel worden afgevoerd naar de stand-by-ketel. Dit kan een gunstig effect hebben op de waterkwaliteit (van de stand-by ketel). Uiteraard moet de installatie hier technisch geschikt voor zijn.

Als de ketels erg verschillend zijn (stoomproductie in kg/h, wel of geen eco) en de kleine ketel kan de stoomproductie niet alleen verzorgen, is wekelijks wisselen van ketel moeilijk. De kleine ketel staat dan lange tijd stand-by en levert bijvoorbeeld alleen stoom in noodsituaties.

### Stand-by is druk en temperatuur

Een stoomketel die stand-by staat moet op druk én temperatuur worden gehouden. Dit kan door verschillende manieren worden bereikt.

De pressostaat van de ketel kan (al dan niet automatisch) op een iets lagere druk (en dus iets lagere temperatuur) worden ingesteld. Als de brander (met intervallen) werkt en er is geen stoomafname, is er ook weinig tot geen watercirculatie. Hierdoor is de kans aanwezig dat het ketelmateriaal plaatselijk erg warm wordt of zelfs oververhit raakt.

Tijdens stand-by kan de brander ook worden bestuurd door een aanleg-thermostaat die is geplaatst aan de onderzijde van de ketel, tussen ketelwand en isolatie. Het water in de ketel kan hierdoor op bepaalde temperatuur worden gehouden. Ook nu is er weinig tot geen watercirculatie in de ketel, dus oppassen voor plaatselijke oververhitting van de ketel.

Sommige ketels zijn uitgerust met een warmtewisselaar in de waterruimte (pijpenbundel onderin de ketel), of zijn voorzien van een externe warmtewisselaar met circulatiepomp die is aangesloten op de ketel. De bedrijfsketel levert dan ook (een beetje) stoom aan de warmtewisselaar van de stand-by-ketel, waardoor het ketelwater op temperatuur blijft.

### Lagere stand-by-condities

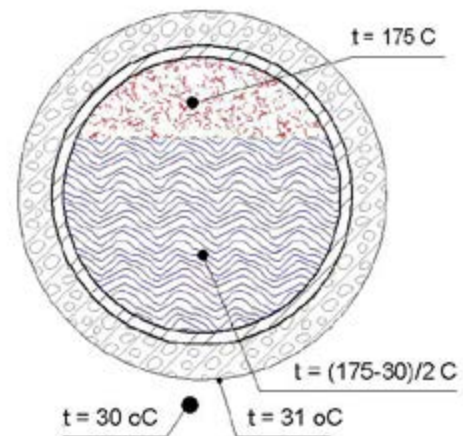
Als de ketel stand-by wordt gehouden op lagere druk dan de bedrijfsdruk, zal de stand-by-temperatuur ook iets lager zijn. Immers, druk en temperatuur (van verzadigde stoom) zijn aan elkaar gekoppeld. Als bedrijfsdruk 8 barg ( $t = 175\text{ °C}$ ) is en de stand-by-druk wordt 3 barg ( $t = 144\text{ °C}$ ) zal het verlies afnemen van 1 % tot ongeveer 0,8 % van de belasting op vollast. Namelijk  $\{(144-30)/(175-30) \times \text{Verlies}_{\text{vollast}}\}$ . Door de lagere druk en temperatuur zal het energieverlies (in kW) afnemen, maar de ketel staat dan niet meer echt stand-by. Daarvoor zijn druk en temperatuur te laag waardoor het meer tijd kost om uiteindelijk stoom van de gewenste druk en temperatuur te kunnen leveren.

### Stand-by en druk

Sommige stand-by-ketels worden via het stoomnet op druk gehouden. Als de werkende ketel uitvalt, wordt de "stand-by-ketel" geacht de stoomproductie over te nemen. Maar als de stoomruimte boven het wateroppervlak (van de stand-by-ketel) op druk is, wil dat niet zeggen dat het water in die ketel automatisch op bedrijfstemperatuur is (zie onderstaande figuur en toelichting).

### Toelichting

De stoomtemperatuur uit het voorbeeld van 8 barg is  $175\text{ °C}$  en de temperatuur in het ketelhuis is bijvoorbeeld  $30\text{ °C}$ . Direct aan het wateroppervlak (boven) zal de temperatuur ongeveer  $175\text{ °C}$  (of iets lager) zijn. Onder in de ketel zal de watertemperatuur ongeveer gelijk zijn aan de temperatuur van het ketelhuis, hier gesteld op  $30\text{ °C}$ .



tek Parco  
14-0901

*Als de stoomtemperatuur  $175\text{ °C}$  wil dat niet zeggen dat het water ook  $175\text{ °C}$  is.*

Als de brander van de stand-by-ketel (die alleen op druk staat) op volle kracht gaat werken, omdat de ketel wordt gedwongen om stoom te leveren, zal de druk onmiddellijk in elkaar zakken. Het water in de ketel is namelijk koud (bijvoorbeeld  $70\text{ °C}$  of nog lager) en kan niet snel op bedrijfstemperatuur (hier  $175\text{ °C}$ ) worden gebracht.

Met andere woorden: door de ketel alleen op druk te houden, staat deze niet stand-by. En als zo een *alleen-op-druk-stand-by-ketel* wordt ingeschakeld, zal de ketel geen stoom (van de bedrijfsdruk) produceren. De druk in de installatie daalt of valt zelfs geheel weg.

Daarnaast ontstaat het probleem dat een ketel (die alleen op druk wordt gehouden) zal volcondenseren. De stoom boven het wateroppervlak condenseert, waardoor de waterspiegel stijgt. Door een overloopcondenspot of door periodiek spuien zal het waterpeil regelmatig moeten worden verlaagd.

### 3. Conserveren

**Ketels die langere tijd niet worden gebruikt, kunnen geheel buiten bedrijf worden gesteld en geconserveerd. Denk aan ketels die alleen stoom leveren voor luchtbevochtiging voor comfortdoeleinden tijdens de koude wintermaanden en de rest van het jaar geen stoom leveren, of stoomketels die worden gebruikt in tuindersbedrijven om af en toe grond te stomen. Ook bij industriële processen komt het voor dat alleen in een beperkte tijd per jaar stoom wordt geleverd.**

Conserveren van een stoomketel is een redelijk gecompliceerde operatie waarna de ketel niet snel weer in bedrijf kan worden gesteld. Voor de energiebesparing (kostenbesparing) moet dus wel wat worden gedaan.

Ketels kunnen nat- of droog worden geconserveerd. Beide methoden kennen hun specifieke voor- en nadelen.

#### Nat conserveren

Bij het nat-conserveren wordt de ketel geheel gevuld met water met daarin een ruime overmaat aan zuurstofbinder. Voor de heringebruikname moet het waterpeil tot het LTW (Laagst Toegestane Waterpeil) worden gespuid. Dit kan enige tijd duren, omdat de ketel drukloos is en het water dus traag uit de ketel stroomt (houd hierbij rekening met het beluchten van de ketel). Om sneller in bedrijf nemen mogelijk te maken, wordt daarom de ketel soms slechts gedeeltelijk gevuld en boven het wateroppervlak voorzien van een stikstofkussen met lichte overdruk. Een nat geconserveerde ketel is sneller in bedrijf te stellen dan een droog geconserveerde ketel. De “natte ketel” is echter gevoeliger voor corrosie. De waterkwaliteit moet daarom regelmatig en nauwkeurig worden gecontroleerd.

#### Corrosie

De corrosiereactie uit zich op een relatief klein oppervlak met putvorming als gevolg. De snelheid waarmee “stilstandcorrosie” optreedt, wordt vaak onderschat en de schade kan groot zijn. Om het risico op (zuurstof)-corrosie te beperken moet de waterinhoud voldoen aan bepaalde eisen en regelmatig hierop worden gecontroleerd. De kwaliteit van het water wordt in de loop van de tijd namelijk

steeds slechter en kan snel en plotseling wijzigen.

Om corrosie te voorkomen bij nat geconserveerde ketels (en stand-by-ketels) is het handhaven van de juiste waterkwaliteit en een overmaat zuurstofbinder van groot belang. Dus net als bij in bedrijf zijnde ketels moet het ketelwater daarom periodiek worden gecontroleerd.

Als richtlijn kunnen de volgende waarden worden aangehouden:

	Nat geconserveerde stoomketel	
	Vlampijpketel	Waterpijpketel
pH	10,5 - 12,0	9,5 - 10,5
P-alkaliteit, meq/l	> 8	> 2,5
Zuurstofbinder, (natriumsulfiet), mg/l	100 - 200	100 - 200

In sommige gevallen is de aanwezigheid van natriumsulfiet niet gewenst. Dan kan als alternatief bijvoorbeeld DEHA of filmvormende aminen worden toegepast.

Als uit controle blijkt dat de waterkwaliteit moet worden aangepast, zorg er dan voor dat de gedoseerde chemicaliën zich in de ketel kunnen verdelen. Dit kan door het starten van de brander of door een circulatiesysteem indien aanwezig.

#### Droog conserveren

Het droog conserveren wordt vaak toegepast als de stoomketel zeer geruime tijd (half jaar of veel langer) niet wordt gebruikt. De ketel en toebehoren moeten geheel vrij van water worden gemaakt. Mangaten en slijkdeksel openen. Door de ketel kan (continu) warme

lucht (van luchtcompressoren of andere toestellen) worden geblazen, zodat alles droog blijft en enigszins lauw-warm wordt.

Een andere mogelijkheid bij droog conserveren is om na het geheel droog maken van de ketel “vochtvreters” (korrels silicagel) in de ketel te plaatsen en alle luiken te sluiten. De vochtvreters moeten met

een interval van 1 tot 2 maanden op verzadiging worden gecontroleerd en zonodig vervangen. Als vuistregel geldt 1 kg silicagel per 1.000 liter (per kuub) volume. Ook bestaan er vluchtige corrosie-inhibitoren die zorgen voor conservering. Hiermee is bij een goed afgesloten ruimte een lange conserveringsperiode mogelijk zonder periodieke controles.

## 4. Wel of niet stand-by

Het besluit om een ketel wel of niet stand-by te houden en hoe dit uit te voeren, kan grote financiële gevolgen hebben. Er is niet een methode die overal en altijd de beste oplossing biedt, daarvoor is het verschil in bedrijfsvoering en de uitvoering van installaties te groot. Door een aantal zaken te benoemen en kosten inzichtelijk te maken, wil het Stoomplatform de lezer ondersteunen bij de besluitvorming over het al dan niet stand-by zetten en/of conserveren van stoomketels.

