



energy technology services

E.T.S. • Schepenveld 12-00 • 3891 ZK ZEEWOLDE • NL

M +31-(0)12767741

E-mail : tdegreef@energy-technology-services.nl

Bench marking analyse industriële stoominstallaties

onderdeel stage project

bij Energy Technology Services.



Datum : 02 Maart 2020
Klantno. : 052001
Projectno. : 18026
Editie : 01

Auteur : T.T. de Greef
Gecontr. : cg

© Dit rapport mag alleen compleet gekopieerd. Andere toepassingen en publicaties alleen na schriftelijke toestemming van de auteur.

Index

1.	Inleiding en samenvatting	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Samenvatting en aanbevelingen	3
2.	Deelnemende bedrijven	4
3.	Aangeleverde data	5
4.	Berekende data	13
5.	Analyses	24

1. Inleiding en samenvatting

1.1 Inleiding

Energy Technology Services (ETS) is een stoom-technisch adviesbureau. In 2019 is er bij ons een stageproject uitgevoerd als analyse een bench mark project van diverse industriële stoominstallaties.

Hiervoor is een rekenkundig model gemaakt wat voor elke installatie identiek is doorgevoerd. De bedrijven die hebben meegedaan, hebben een beperkte data lijst van hun installatie ter beschikking gesteld. Wij hebben deze data in het model verwerkt.

Elke deelnemend bedrijf heeft een individuele rapportage gekregen met berekeningen en analyses. In de rapportage zijn er tevens verbetermogelijkheden aangegeven om de jaarlijks terug kerende kosten te beperken.

De nadruk is hierbij gelegd op:

- Total Cost of Ownership (TCO)
- TCO per ton stoom
- De onderverdeling van de TCO in aardgas, overige grondstoffen, onderhoud & toezicht en de afschrijving en rentederving
- Thermische rendementen van de installatie
- Energieverliezen

Dit rapport verwoord op anonieme wijze de samenvatting van deze analyses.

ETS heeft besloten dit project door te trekken in 2020/21. Wilt u uw installatie vergelijken met anderen, doe van mee. Informatie bij de auteur van dit rapport.

1.2 Samenvatting en aanbevelingen

Deze analyse kan als volgt worden samengevat:

1. De installaties zijn veelal te groot in capaciteit ten opzichte van de daadwerkelijke stoomvraag. Dit heeft een negatieve invloed op de uitkomsten
2. Veel installaties hebben een niet optimaal thermisch rendement. Extra warmteterugwinning of zelfs het vervangen van de installatie kan hierin verbeteringen brengen. Er zijn meer dan voldoende mogelijkheden met een terugverdient tijd van <5 jaar
3. Er wordt nog te weinig aandacht besteed aan het isoleren van hete stoom- en condensaatleidingen
4. Veel bedrijven hebben te weinig inzichten in de data van hun installaties en de consequenties hiervan
5. Veel data bevatte fouten. Het belang van goede metingen, het vastleggen van data en het beheer hiervan is nog onvoldoende doorgevoerd
6. De twee bedrijven die overall goed scoren in deze analyse hebben VPS gecertificeerd personeel

2. Deelnemende bedrijven

De deelnemende bedrijven zijn zeer gevarieerd. Hierdoor variëren ook de uitkomsten van de analyses sterk. Het zijn allemaal echter bedrijven met een continue stoomvraag (geen dag dienst bedrijven)

De deelnemende bedrijven kenmerken zich met de volgende hoofd-gegevens:

- Alle deelnemende bedrijven hebben cilindrische stoomketels en produceren verzadigde stoom

- **Bedrijf 1**

○ Bedrijftak	Zorg	
○ Capaciteit ketels totaal	3,5	ton/h
○ Gasverbruik stoomketels	295.000	m ³ ₀
○ Draaiuren productie	8760	uur/jaar

- **Bedrijf 2**

○ Bedrijftak	Zorg	
○ Capaciteit ketels totaal	3,5	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	530.000	m ³ ₀
○ Draaiuren productie	8760	uur/jaar

- **Bedrijf 3**

○ Bedrijftak	Recycling	
○ Capaciteit ketels totaal	2,0	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	800.000	m ³ ₀
○ Draaiuren productie	8400	uur/jaar

- **Bedrijf 4**

○ Bedrijftak	Recycling	
○ Capaciteit ketels totaal	2,0	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	792.000	m ³ ₀
○ Draaiuren productie.	8400	uur/jaar

- **Bedrijf 5**

○ Bedrijftak	Voeding	
○ Capaciteit ketels totaal	16	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	3.000.000	m ³ ₀ /jaar
○ Draaiuren productie	8500	uur/jaar

- **Bedrijf 6**

○ Bedrijftak	Voeding	
○ Capaciteit ketels totaal	30	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	5.000.000.	m ³ ₀ /jaar
○ Draaiuren productie	8500	uur/jaar

- **Bedrijf 7**

○ Bedrijftak	Papier	
○ Capaciteit ketels totaal	21	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	7.750.000	m ³ ₀ /jaar
○ Draaiuren productie	8500	uur/jaar

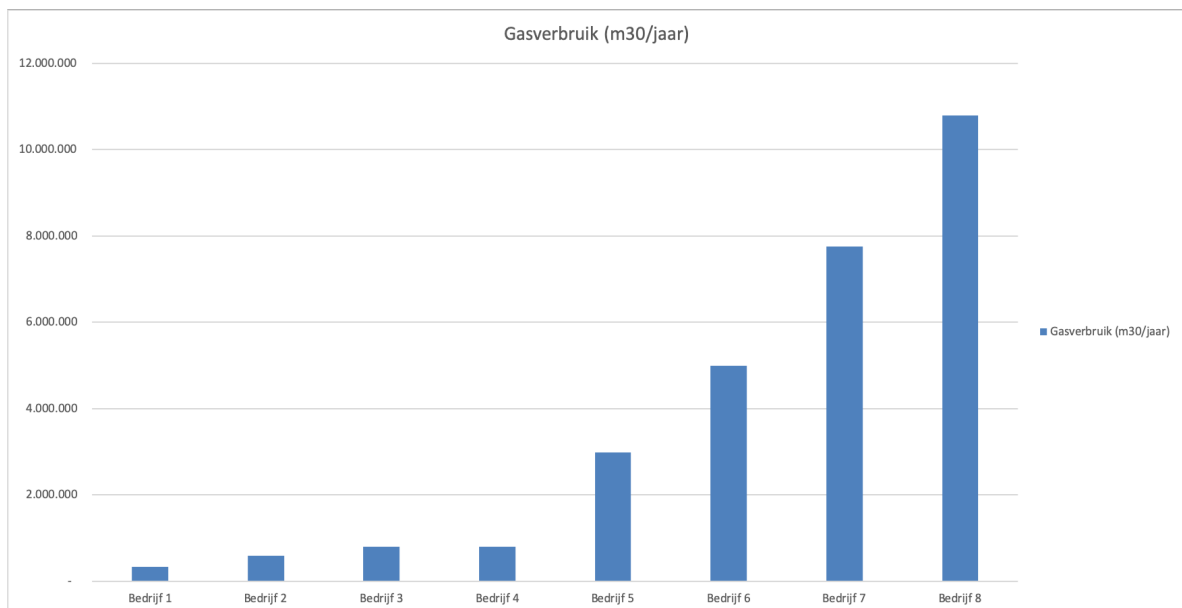
- **Bedrijf 8**

○ Bedrijftak	Bouwstoffen	
○ Capaciteit ketels totaal	30	ton/uur
○ Gasverbruik stoomketels	10.800.000	m ³ ₀ /jaar
○ Draaiuren productie	8500	uur/jaar

3. Aangeleverde data

Om de deelnemende bedrijven te kunnen vergelijken hebben wij een aantal aangeleverde relevante data grafisch weergegeven in grafiekvorm. Dit zijn:

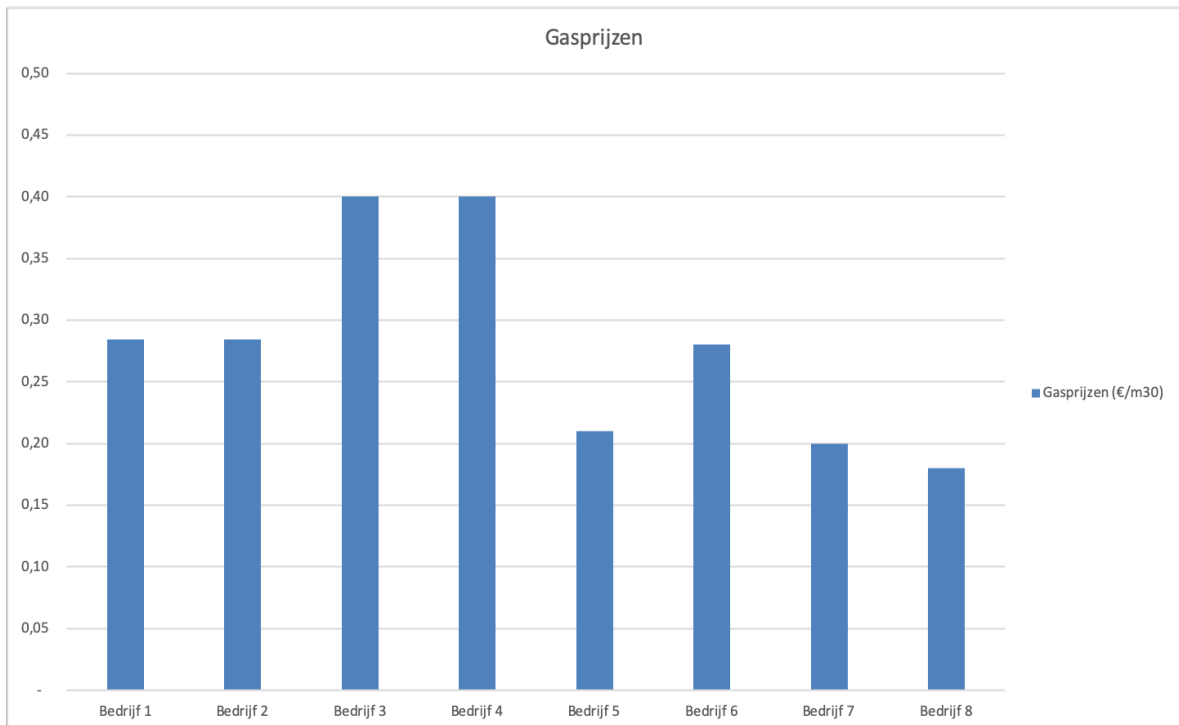
3.1 Gasverbruik in m³/jaar



De deelnemende bedrijven hebben onderling een relatief groot verschil in gasverbruik per jaar. Dit wordt veroorzaakt door het verschil in opgesteld vermogen, stoomvraag en de belasting verschillen over de seizoenen voor bedrijf 1 en 2.

Voor alle bedrijven is het aantal draaiuren op jaarbasis, praktisch gezien, hetzelfde.

3.2 Gaskosten in €/m³₀



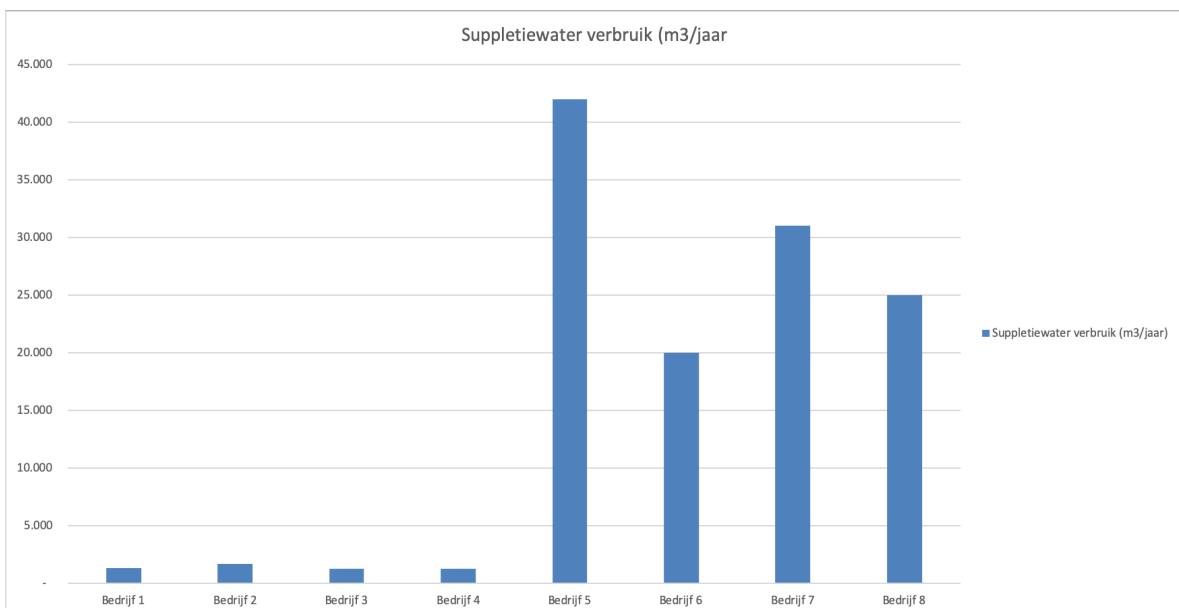
De deelnemende bedrijven hebben onderling een relatief groot verschil in gaskosten per m³₀.

Het grootste deel is verklaarbaar door verschil in jaarafname. “Grote gasverbruikers krijgen hun gas goedkoper”

3.3 Draaiuren

Het aantal draaiuren is zeer relevant voor de uitkomsten, maar omdat deze voor alle deelnemende bedrijven nagenoeg hetzelfde is, (8200-8740) hebben wij deze niet weergegeven

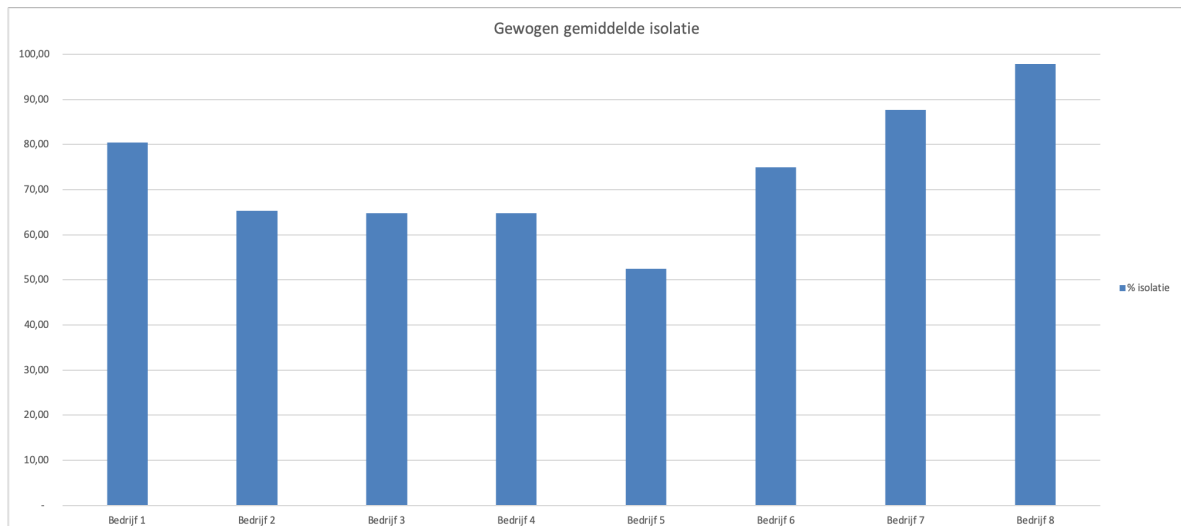
3.4 Suppletiewaterverbruik



Bij veel bedrijven werd dit getal niet structureel getrend. Dit terwijl er met dit getal een aantal belangrijke waarden kunnen worden bepaald, zoals percentage retourcondensaat en de spuihoeveelheid. Ook kan met dit getal worden bepaald in hoeverre extra warmteterugwinning, door middel van een suppletiewater voorwarmer, economisch haalbaar is.

Dit geeft te denken over kennis en inzicht van degene die over het (energie)beheer van het stoomsysteem gaan.

3.5 Percentage geïsoleerde delen stoomsysteem

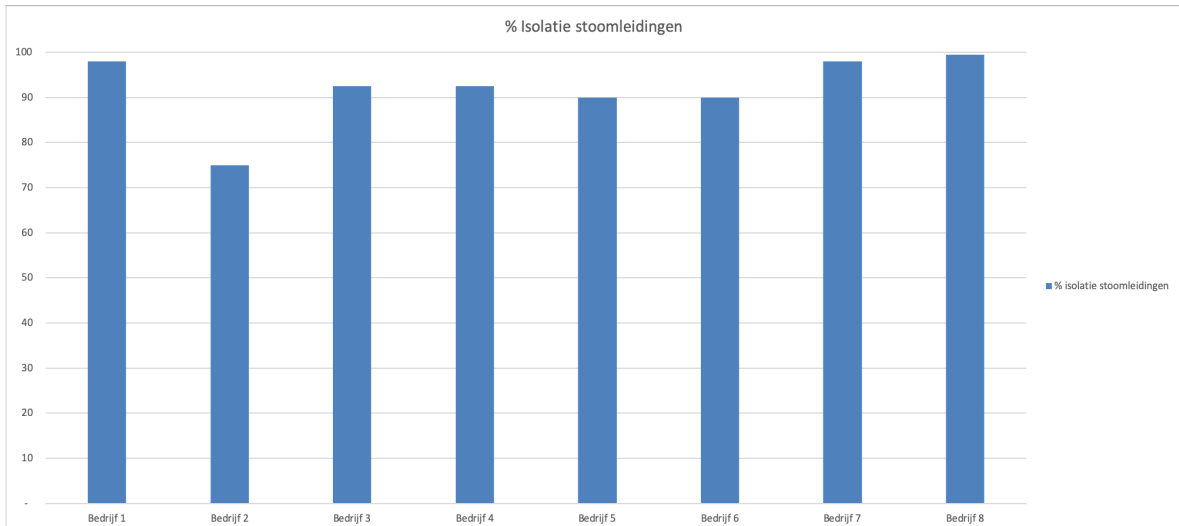


Stoomsystemen zijn heet en dienen te worden geïsoleerd om energieverlies tegen te gaan en om aanraking gevaar te voorkomen. Stoomleidingen en componenten zijn heter dan de condensaatleidingen dus daar dient meer aandacht aan besteed te worden.

De weergegeven percentages zijn een gewogen gemiddelde van de waarden die de deelnemende bedrijven geen exacte waarden.

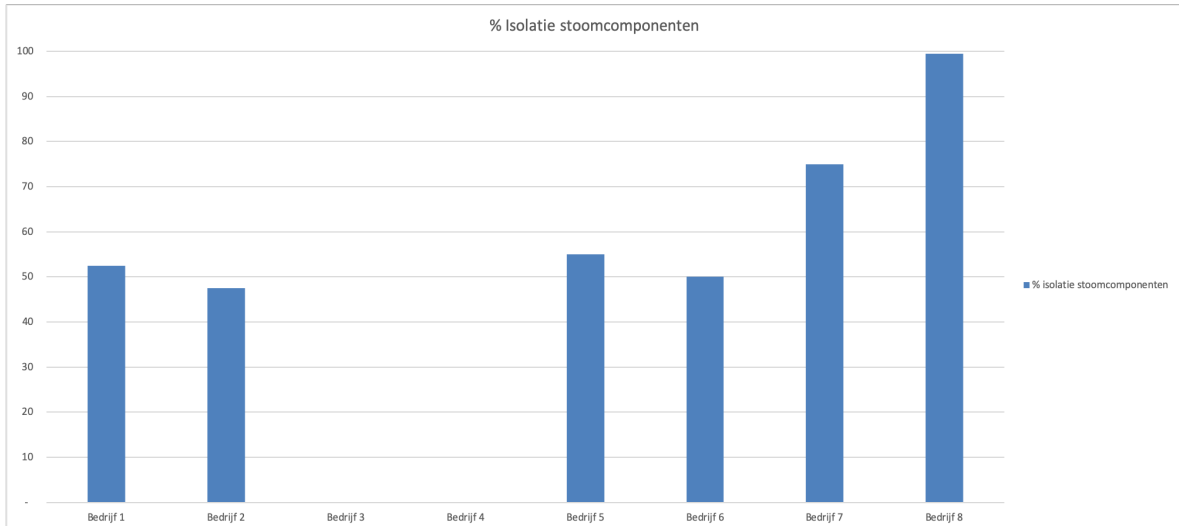
Er mocht hier verwacht worden dat er minimaal 80% gescoord zou worden. Opvallend was dat isolatie nog niet een hoge prioriteit heeft van de gemiddelde deelnemer aan dit project.

3.5.1 Stoomleidingen



Gezien de hoge temperaturen en de relatief geringe kosten voor het isoleren van deze leidingdelen, verdient isolatie van leidingen zich zeer snel terug (1-2 jaar SPOT). Het opgegeven percentage zou hoger dan 95% moeten zijn. Dit is nog niet bij alle bedrijven het geval.

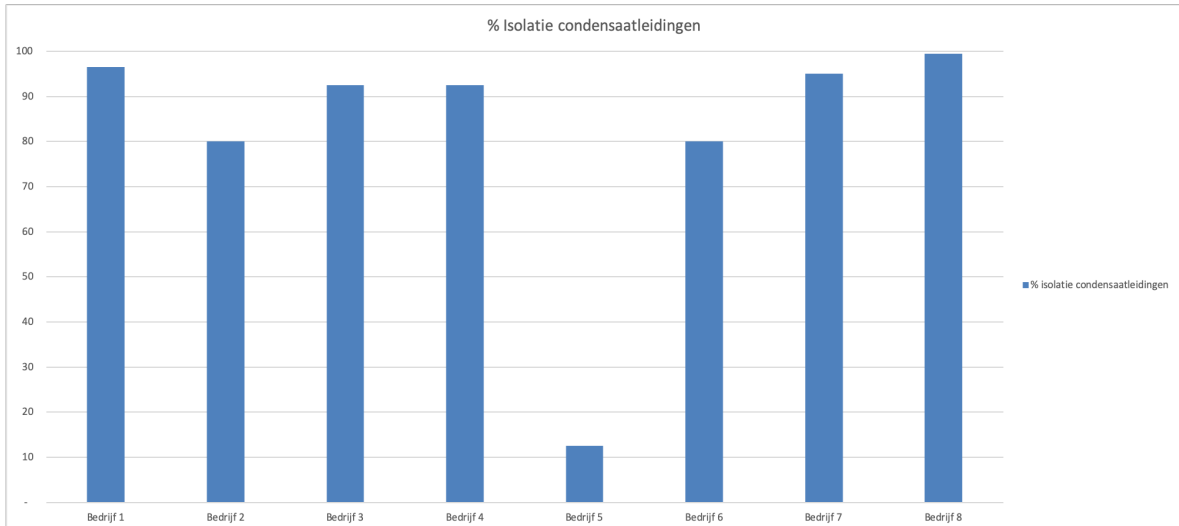
3.5.2 Stoomcomponenten en flenzen



Isoleren van stoomcomponenten en flenzen is duurder ten opzichte van het isoleren van leidingdelen. Bij volcontinubedrijven (alle deelnemende bedrijven) zouden alle delen van DN80 of groter geïsoleerd moeten zijn (SPOT 2-3 jaar).

Dit is nog niet het geval. Het opgegeven percentage zou minimaal 80% moeten zijn. Slechts bedrijf no. 8 kwam aan deze waarde.

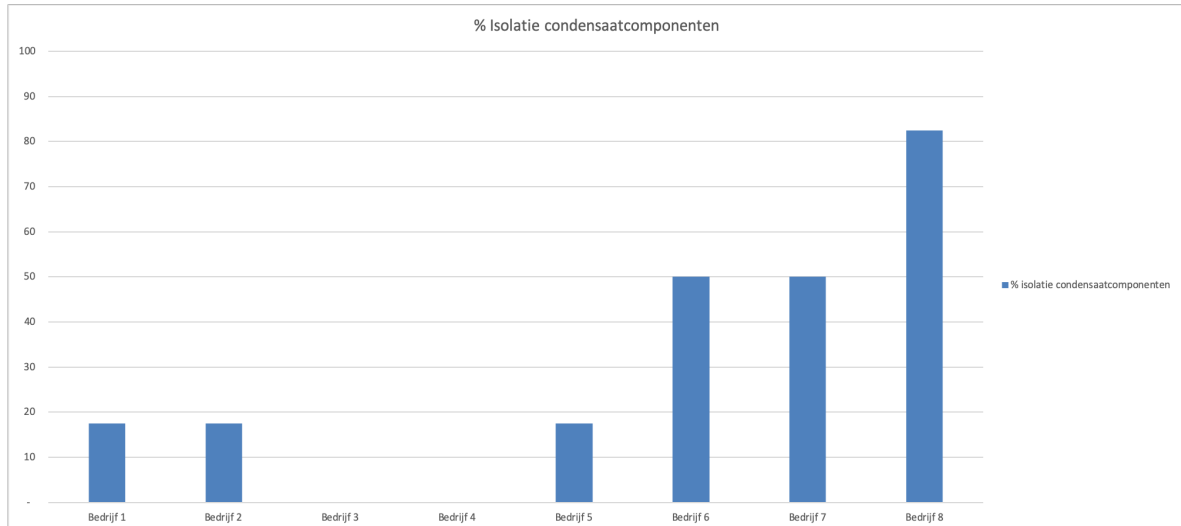
3.5.3 Condensaatleidingen



Ten opzichte van het isoleren van stoomleidingen heeft het isoleren van de “koudere” condensaatleidingen een wat langere terugverdiensijd (2-4 jaar).

Hier zou 90% score minimaal moeten zijn. Ook hier is nog veel te verbeteren.

3.5.4 Condensaatcomponenten



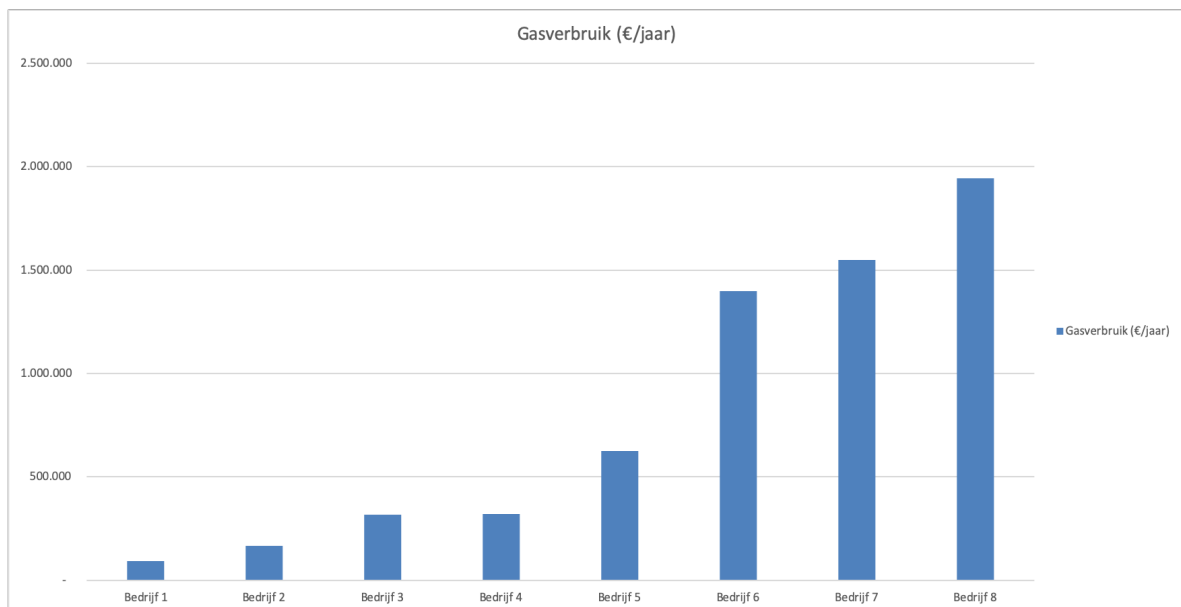
Ten opzichte van het isoleren van condensaatcomponenten en flenzen duurder van het isoleren van leidingdelen.

Bij volcontinubedrijven (alle deelnemende bedrijven) zouden alle delen van DN80 of groter geïsoleerd moeten zijn (SPOT 3-5 jaar). Dit is nog niet het geval. Het opgegeven percentage zou 50-60% moeten zijn. Ook hier scoort alleen bedrijf no. 8 goed.

4. Berekende data

De door de opdrachtgever aangeleverde data is door ons in het model verwerkt en op basis hiervan hebben wij een aantal essentiële data berekend. Hier onder staan de berekende technische waarden voor deze stoominstallatie:

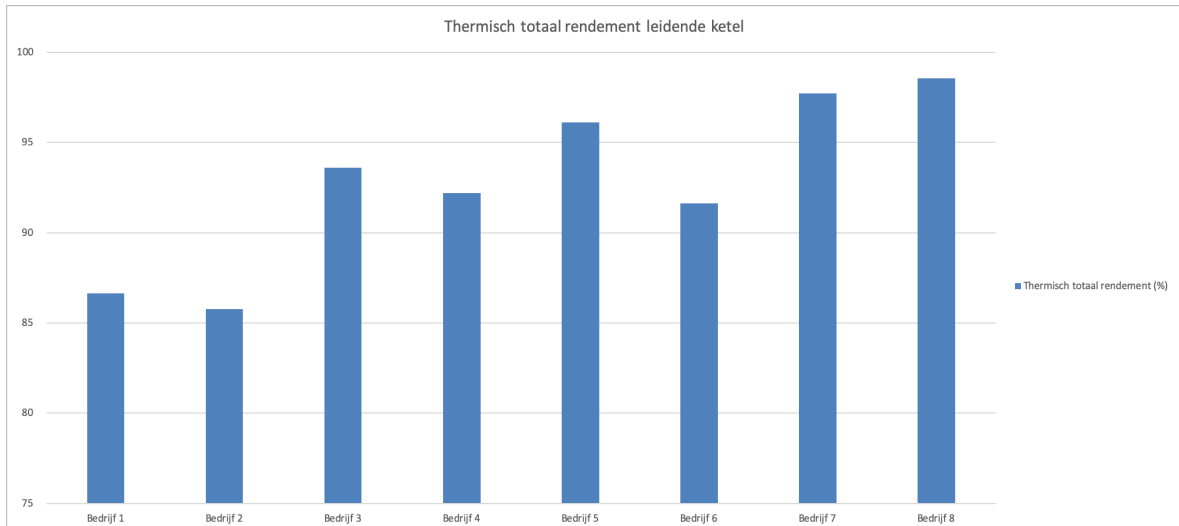
4.1 Gasverbruik in € /jaar



De gasverbruiken hebben het grootste aandeel in de kosten voor een stoomsysteem.

Gezien de grote verschillen in stoomvraag is het grote verschil in jaarlijkse gaskosten logisch

4.2 Thermisch rendement ketel in %_{ow}



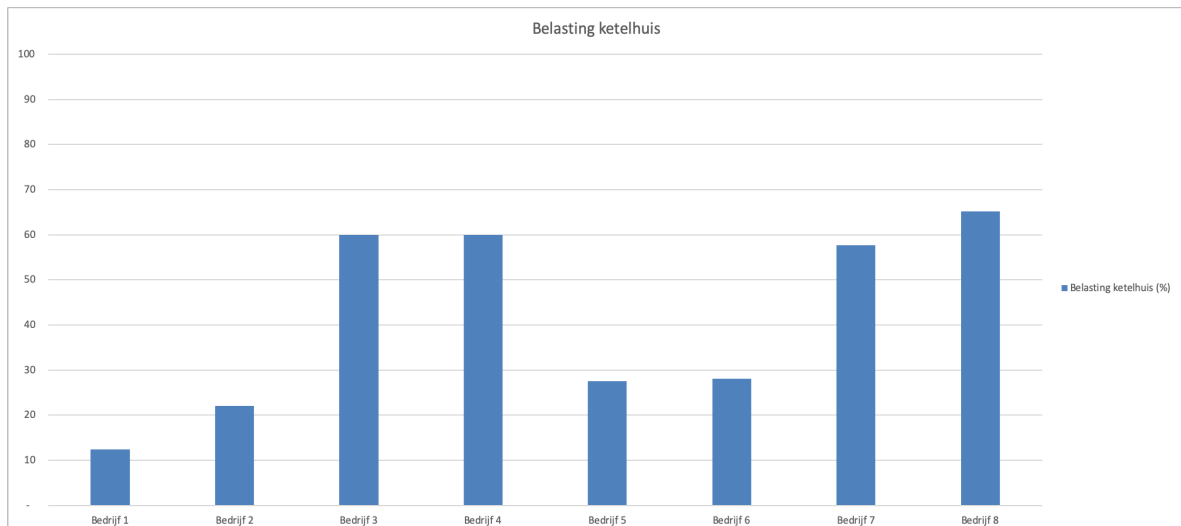
Het gasverbruik van een installatie wordt bepaald door de stoomvraag van de productieprocessen en het rendement van de stoomketels.

Het door ons bepaalde ketelrendement is het totaalrendement, inclusief alle warmteterugwinning.

Technisch gezien kan elke stoomketel installatie een totaal rendement hebben van 98% op onderwaarde. Bij hoge suppletiewater percentages (80-100%) kan dit oplopen tot wel 107%.

Economische haalbaarheid van hoge ketelrendementen hangt sterk af van draaiuren en gasverbruik op jaarbasis. Bedrijven 1, 2, 3, 4, en 6 hadden een te laag rendement en zouden verbetering serieus in overweging moeten nemen.

4.3 Belasting ketels als % op jaarbasis



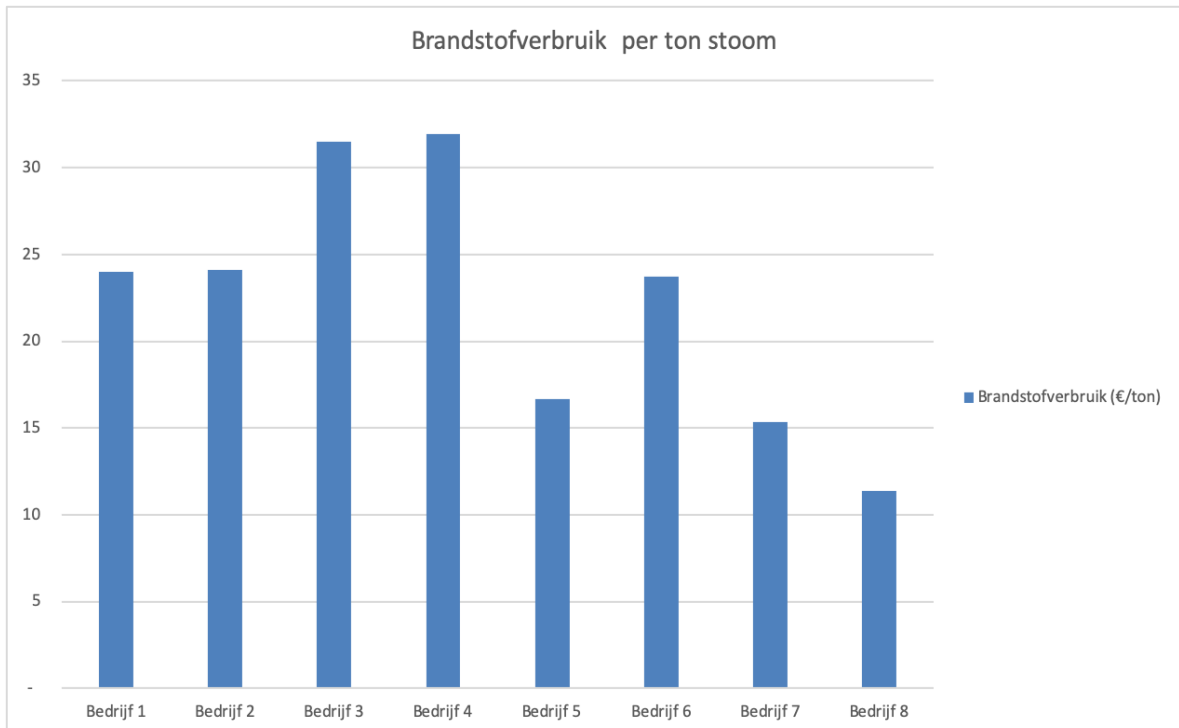
De meeste installaties in Nederland zijn over gedimensioneerd. Dit heeft als gevolg:

- Te grote (= dure) ketels
- Warmterugwinning te duur = lage ketelrendementen
- Relatief hoge stralingsverliezen door te grote ketels en leidingen
- Hoge vast recht tarieven voor aardgas

Het afvlakken van de variatie in stoomvraag en het beperken van de stoomvraag heeft een gunstig effect op investeringen in de ketels, maar gelijktijdig ook op het thermisch rendement van de installaties.

Van de deelnemende bedrijven had alleen bedrijf 8 een belasting hoger dan 60%

4.4 Gasverbruik in €/ton stoom



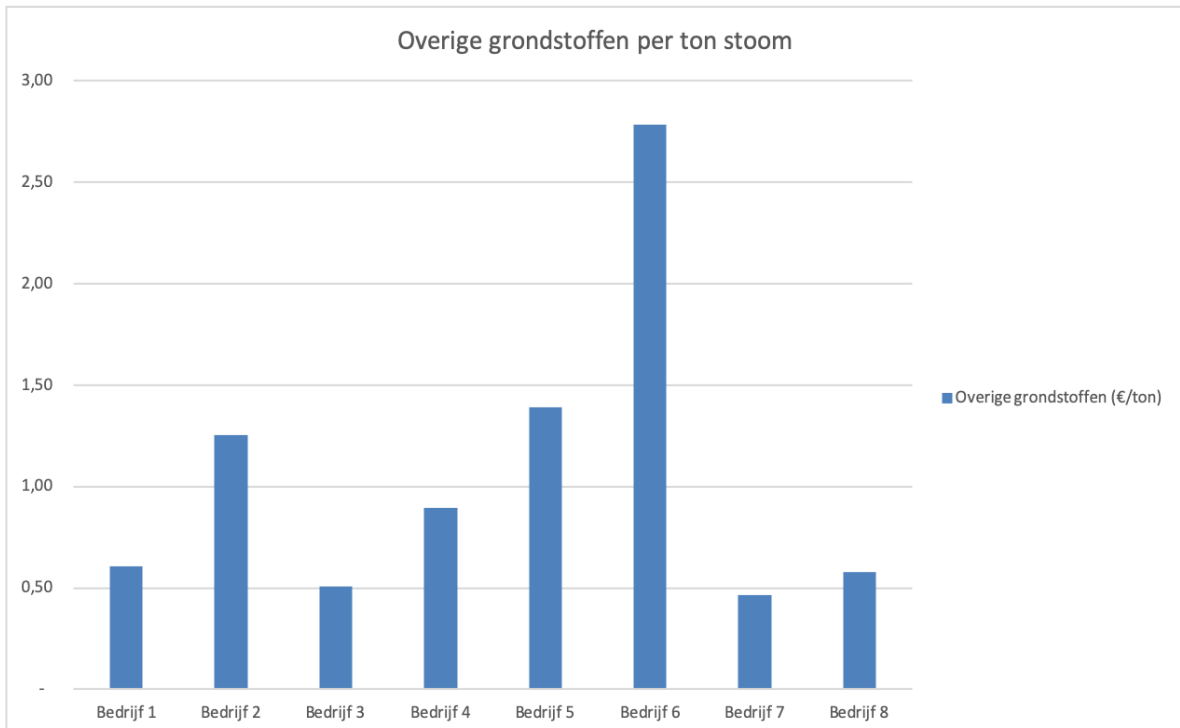
Het gas verbruik is de grootste kostenpost per ton stoom. Dit is sterk afhankelijk van de gasprijs per m^3_0 en het rendement van de ketel(s)

Bedrijven 7 en 8 steken er hier gunstig af vanwege de hoge ketelrendementen

Bedrijf 1 en 2 hebben een laag rendement, maar gezien de beperkte capaciteit van de installatie en de grote variatie in stoomvraag over de seizoenen, (en daardoor het relatief lage jaar gasverbruik) is hier niet simpel in te verbeteren.

Bedrijven 3, 4 en 6 kunnen zeer zeker wel een grote verbetering toepassen door het rendement aanzienlijk te verhogen. Dit is een bedrijfseconomisch verantwoorde investering met een terugverdientijd van < 5 jaar

4.5 Overige grondstoffen in €/ton stoom



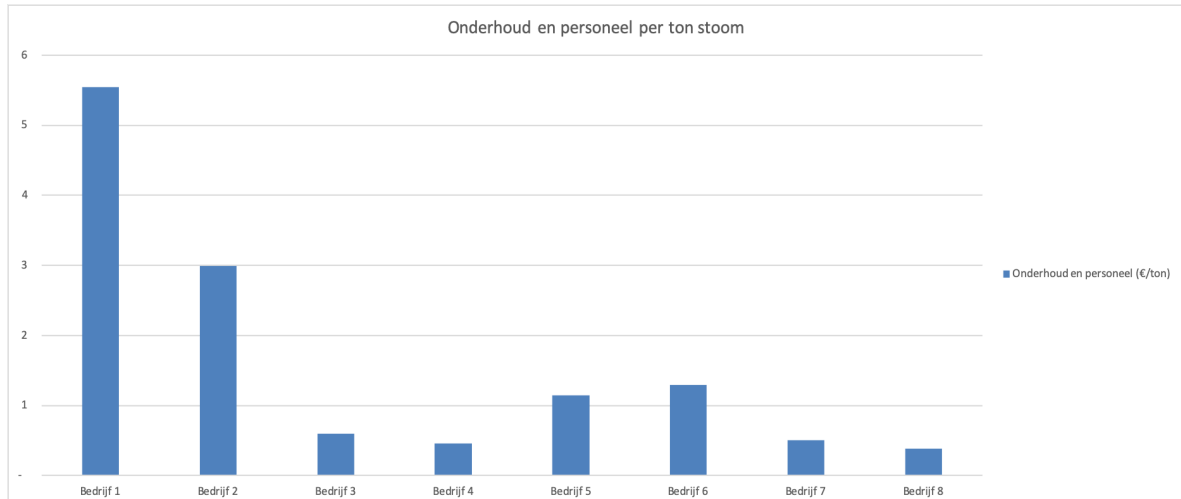
De overige grondstoffen voor een stoomsysteem zijn:

- Water
- Chemie voor waterbehandeling, inclusief de kosten voor ontharding
- Het elektriciteitsverbruik van de installatie
- De spuverliezen

Deze kosten zijn relatief laag ten opzichte van de kosten voor het gasverbruik.

Toch kan er met een betere waterbehandeling, minimaliseren spuverlies en maximalisering van het percentage retourcondensaat bij bedrijven, 2, 4, 5 en 6 nog wel het een en ander bespaard worden.

4.6 Onderhoud en personeel in €/ton stoom



Uit de verwachtingen en uit de berekende waarden blijkt dat het onderhoud door externe partijen en de kosten voor het toezicht door het eigen personeel, relatief laag is.

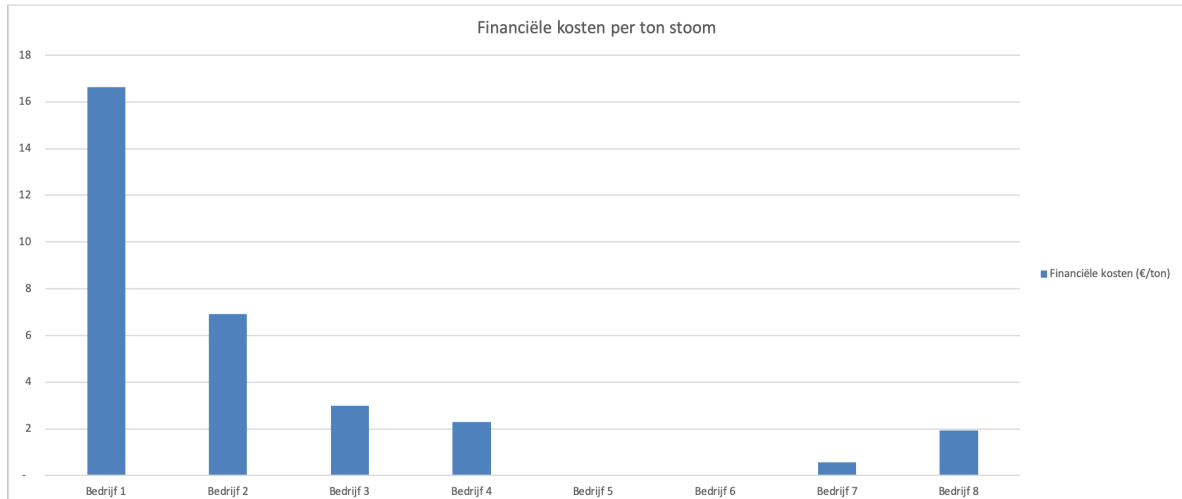
Te laag? Door vergaande besparingen op onderhoud en toezicht zien wij de laatste 10 jaar dat het aantal grote schades onnodig hoog is.

Verdere besparingen zijn niet te adviseren.

Verder viel op dat bedrijven 7 en 8 VPS gecertificeerd personeel heeft. Dit geeft geen garantie dat de kosten voor onderhoud en schades daardoor laag zijn.

Nee, andersom.... Het geeft echter wel aan dat bedrijven met de benodigde aandacht voor hun installatie, ook gecertificeerd personeel heeft.

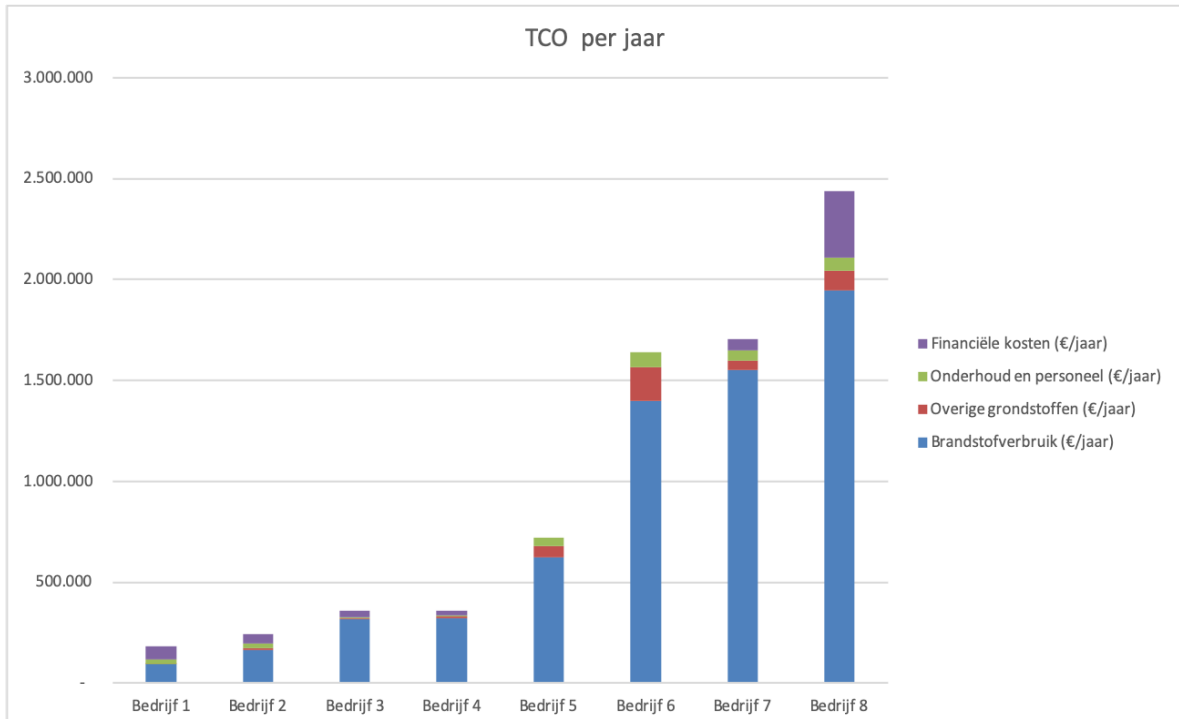
4.7 Financiële kosten in €/ton stoom



De financiële kosten zijn de rentederving en afschrijving van de installatie. Deze horen bij een installatie die relatief nieuw is en nog in de wettelijke afschrijfstermijn zit.

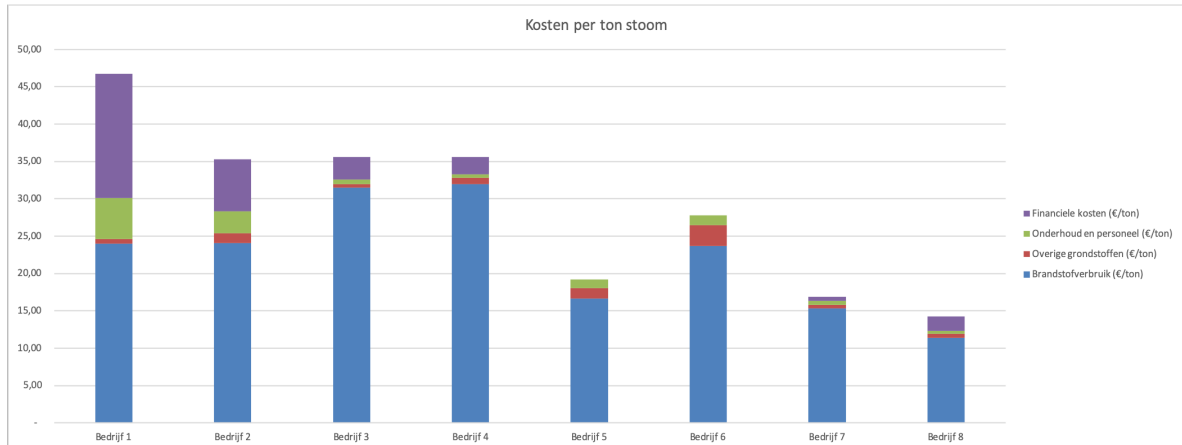
Een aantal installaties is al wat ouder dus deze hebben deze kosten niet.

4.8 Total Cost of Ownership in €/jaar



De totale kosten van het stoomsysteem wordt sterk bepaald door de stoomvraag, wat duidelijk naar voren komt in deze grafiek.

4.9 Total Cost of ownership in €/ton stoom

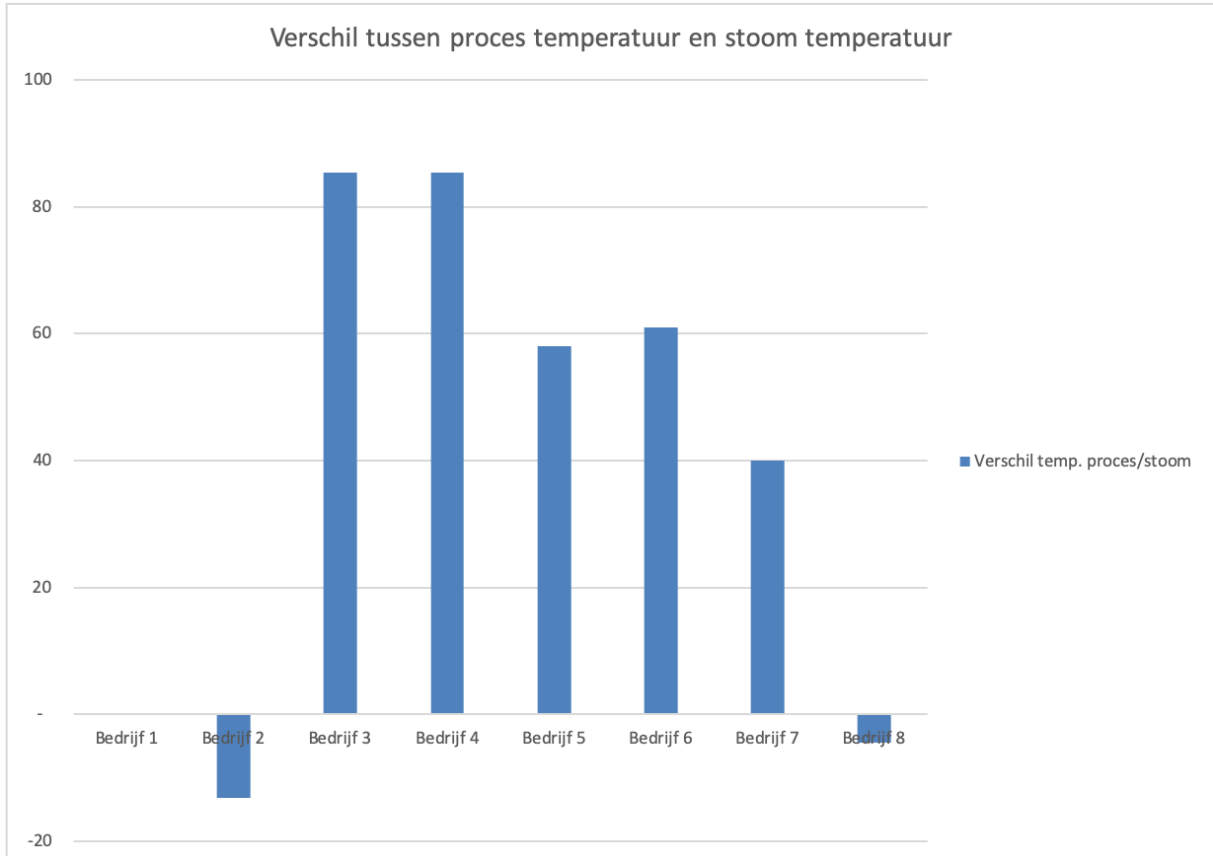


In de totale kosten van het stoomsysteem per ton stoom, worden de kosten uit Grafiek 4.8 gedeeld door het jaarlijks geproduceerde tonnage aan stoom.

Nu blijkt duidelijk dat bedrijven met een “grote” installatie, een hoge uur-belasting en een hoog ketelrendement een lage TCO hebben.

Vooraf bij nieuwbouw geeft het afvlakken van de variatie in de stoomvraag goede mogelijkheden: kleinere ketels, hogere uur-belasting en dus een lagere TCO.

4.10 Verschil stoomtemperatuur en hoogste procestemperatuur



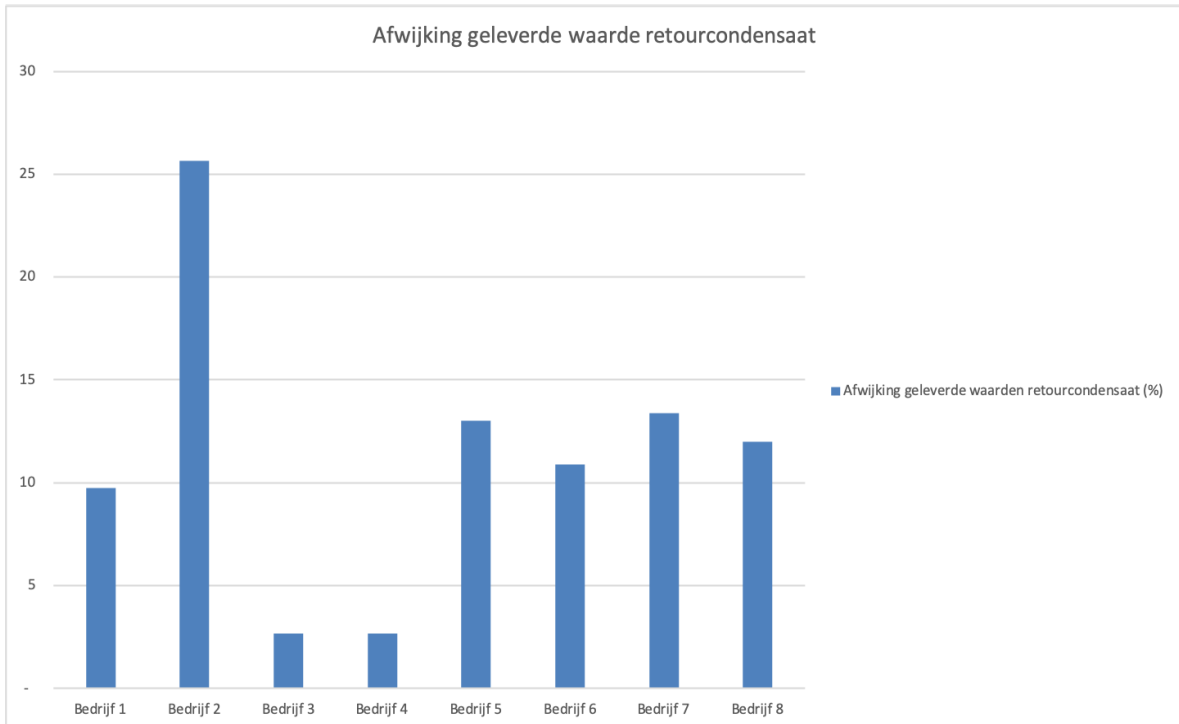
Stoom heeft een extreem goede warmteoverdracht in warmtewisselaars. Hierdoor hoeft de stoom temperatuur van verzadigde stoom slechts 10-20 °C boven de gewenste proces temperatuur te liggen.

Diverse bedrijven hebben waarden opgegeven die ruimschoots daarboven lagen en zouden theoretisch met een lagere keteldruk kunnen werken. Hierdoor daalt het schoorsteenverlies en de totale stralingsverliezen.

Bedrijven 3, en 4 zouden zelfs op basis hiervan, in combinatie met de mogelijke verhoging van de ketelrendement een nieuwe ketel kunnen kopen.

Bedrijven 2 en 8 hebben een stoomtemperatuur die lager is dan hetgeen is opgegeven wat benodigd is voor de processen. Dit zou kunnen door een slechte meting van de stoom druk of dat het proces niet goed voorzien wordt.

4.11 Verschil % retour condensaat op basis van opgegeven flow en chemie



Het percentage retourcondensaat kan op twee manieren worden bepaald: aan de hand van de waterbehandelingsresultaten of op basis van de flowmeters van gas, stoom en water. Deze percentages zouden theoretisch hetzelfde moeten zijn (+/- 10%).

Bij bedrijf 2 lagen deze waarden te ver uit elkaar. Dit wijst op onvoldoende nauwkeurige waarden van de waterbehandeling en/of de flowmetingen.

5. Analyses

Op basis van de aangeleverde en berekende data trekken wij de volgende conclusies:

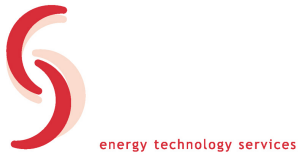
- De TCO per ton stoom zijn ongeveer omgekeerd evenredig met de TCO op jaarbasis. Dit komt natuurlijk om dat “grote” installaties:
 - goedkoper zijn in investering per ton stoom
 - meer gas verbruiken en daardoor een lager gastarief kunnen bedingen
 - ook de warmteterugwinning is goedkoper per kW
- Het aardgas verbruik heeft verreweg de grootste invloed op TCO per ton en per jaar. Zowel de stoomvraag, het aardgastarief en het rendement van de ketels hebben hierop een invloed
- Onderhoud & toezicht heeft een relatief geringe invloed op de TCO
- Overige grondstoffen (water, elektra en chemicaliën) hebben een geringe invloed op de TCO
- Zelfs de interne rentevoet en de afschrijftermijn hebben een relatief geringe invloed (ca. 10%), omdat de minimale afschrijftermijn wordt bepaald door de Belastingdienst en de interne rentevoet voor de verschillende bedrijven slechte enkele procenten varieerden.
- Voor relatief veel bedrijven was de jaarbelasting van de ketels relatief laag. Dit gaat ten kosten van de vaste kosten voor onderhoud en het thermisch rendement
- De TCO is zo laag mogelijk als:
 - De gasprijs laag is
 - De installatie “groot” is qua capaciteit bij een hoge belasting
 - De stoomvraag is geminimaliseerd
 - De ketel belasting “hoog” is
 - De stoomvraag relatief stabiel is (geen grote schommelingen)
 - Er maximale verantwoorde warmteterugwinning is toegepast
 - Bij maximaal percentage retour condensaat

Tevens viel het ons op dat praktisch geen bedrijf een goed niveau van thermische isolatie heeft. Alleen bedrijf 1, 7 en 8 hebben meer dan 95% van het leidingwerk en componenten geïsoleerd. Bij de anderen is nog veel te verbeteren

Veel bedrijven (3, 4, 5 & 7) hadden een relatief groot verschil tussen de stoomtemperatuur en hoogste procestemperatuur. Dit houdt in dat de stoomdruk eigenlijk te hoog is en deze theoretisch kan worden verlaagd. Een te hoge stoomdruk is ongunstig voor het ketelrendement en de stralingsverliezen van het systeem

Bedrijf 4, 5 & 6 hebben een te laag ketelrendement. Extra investering in warmte terugwinning heeft bij deze bedrijven een terugverdientijd < 5 jaar. Conform de meerjaren afspraken (MJA3) zou deze investeringen om energie te besparen moeten worden uitgevoerd

Uit de bovenstaande analyse blijkt dat allen bedrijf 7 en 8 zijn zaakjes goed voor elkaar te hebben en relatief weinig verbetermogelijkheden hebben. Wij hebben ook ervaren dat dit bedrijven zijn met mensen met kennis en ervaring. Dit zijn de bedrijven met keteloperators met een VPS certificaat



Bedrijf 5 kan op basis van de analyse een nieuwe stoomketelinstallatie kopen met een SPOT van < 5 jaar.