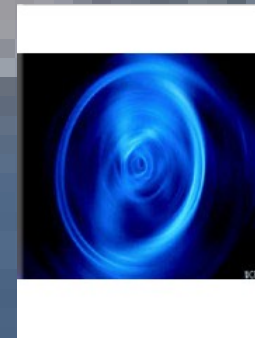
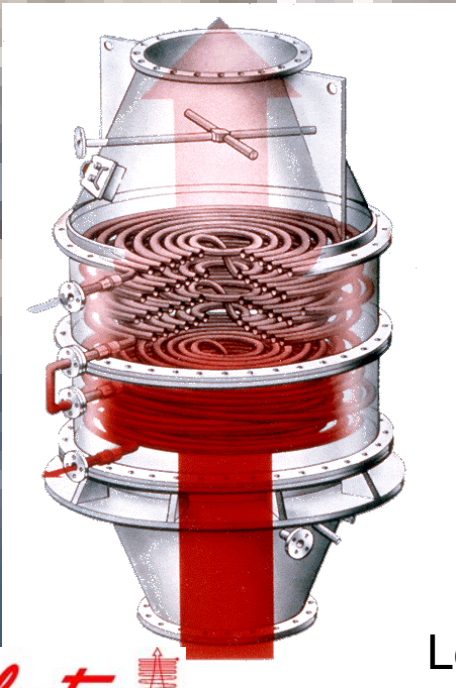


# Optimale st(r)oomproductie met de uitlaatgassen van een motor.

## Hogedruk recuperatieketel + oververhitter + stoomturbine



# Optie

- Via de uitlaatgassen van de motor hogedruk stoom produceren. De stoom wordt dan gebruikt in het proces.
- De restwarmte uit de uitlaatgassen maximaal recupereren.

# Waarom ?

- WKK-certificaten worden gegeven naar rata van 40 € voor elke MWh bespaard in primaire energie.



# Doelstelling:

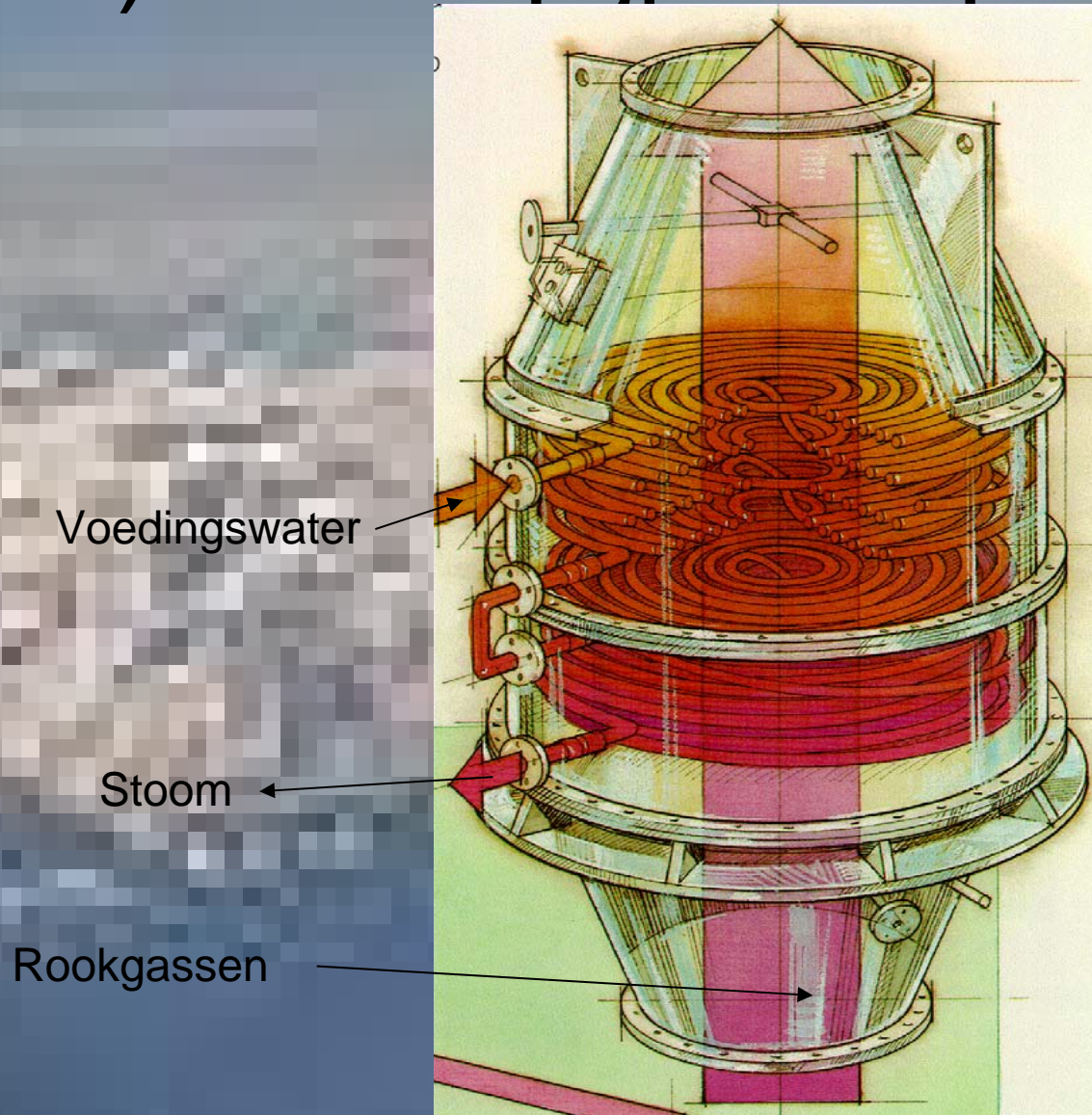
- Maximaal warmte recupereren, met een investering die de kortste payback geeft.
- Veilige installatie.
- Een zo compact mogelijke installatie
- Bedrijfszeker, met een onmiddellijke beschikbaarheid van service.



# Gebruikte technieken om deze doelstelling te bereiken:

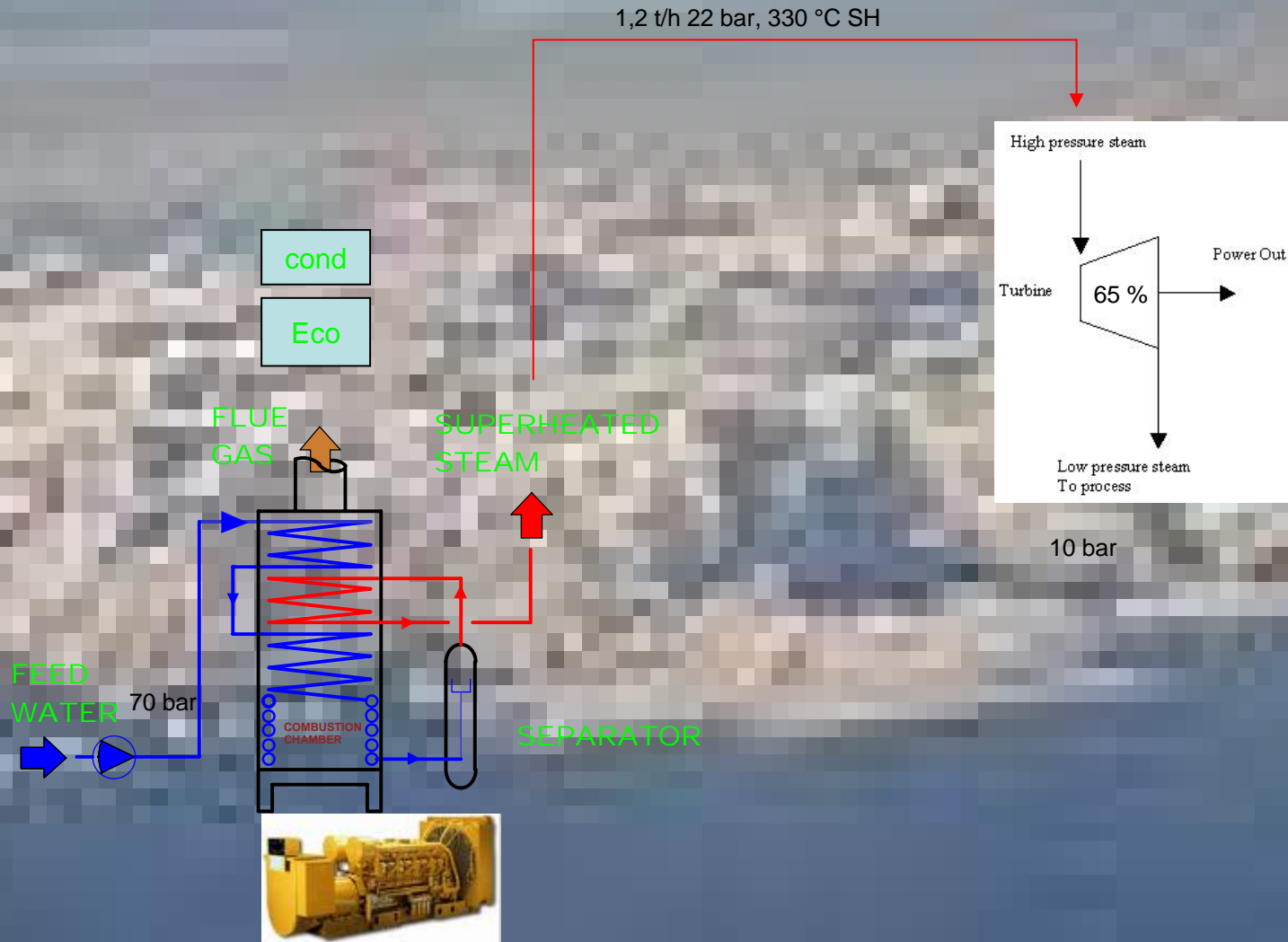
- 1) Waterpijpketel als basis.
- 2) Oververhitter.
- 3) Voedingswaterkoeler
- 4) Economiser(s).
- 5) Rookgascondensor.
- 6) Bijstookbrander.

# 1) Waterpijp-recuperatieketel

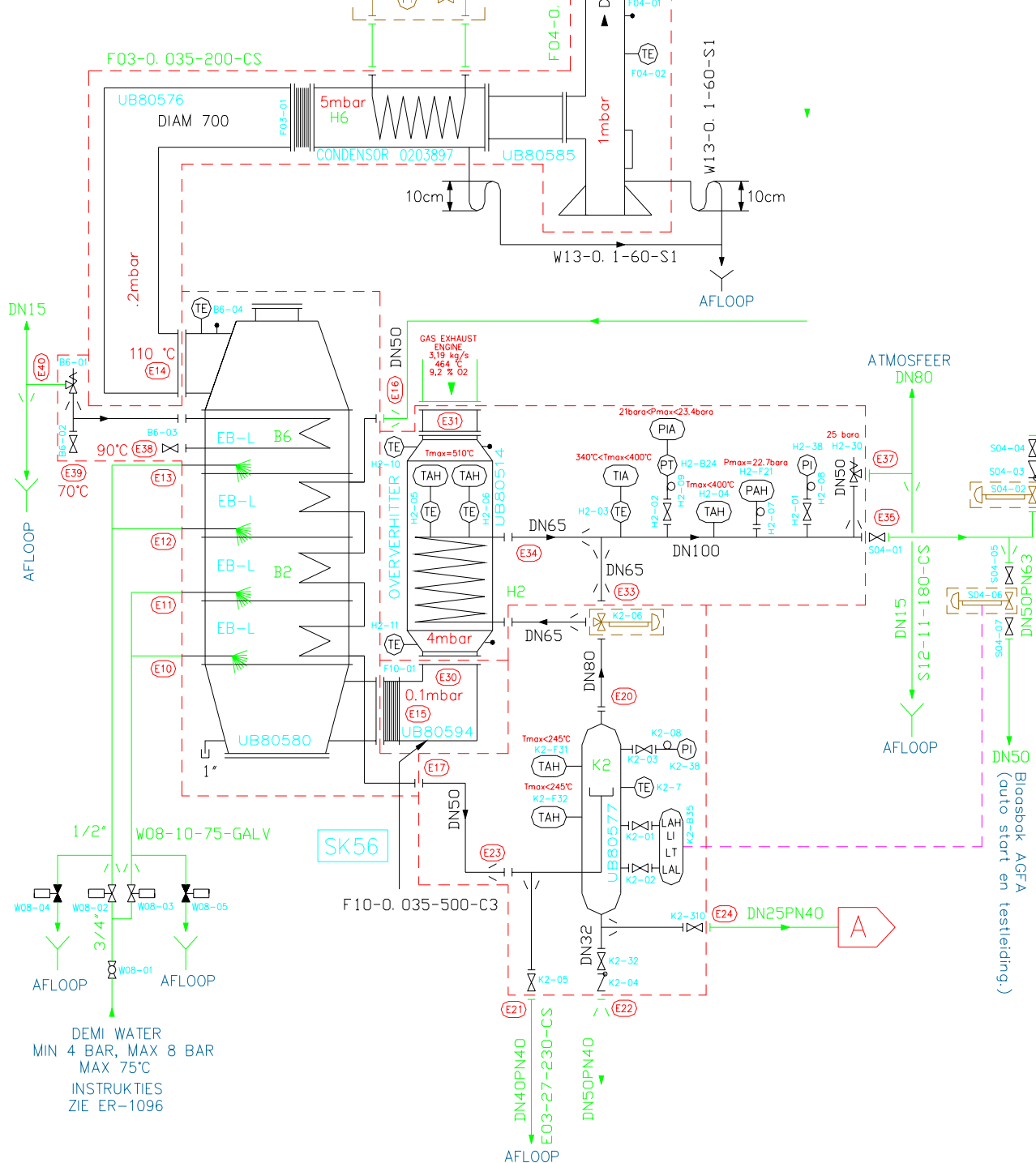




Model



**CATERPILLAR**® 2,2 MWe



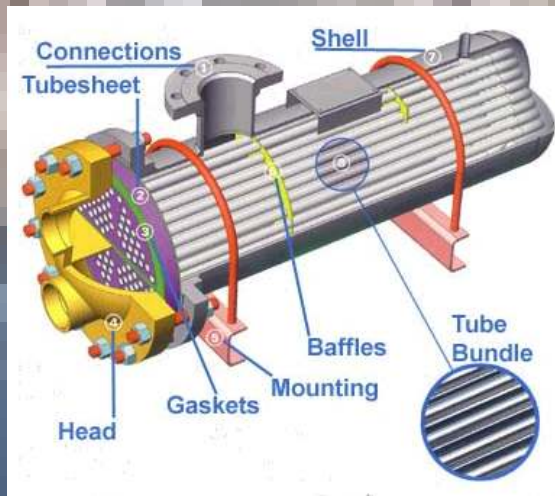
DEMI WATER  
 MIN 4 BAR, MAX 8 BAR  
 MAX 75°C  
 INSTRUCTIES  
 ZIE ER-1096



# Keuze warmtewisselaar

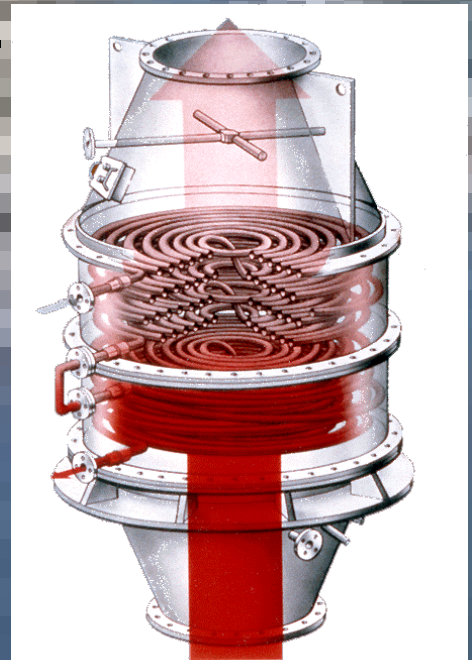
- **Vlampijpketel**

De rookgassen gaan door de pijpen en het water bevindt zich er rond



- **Waterpijpketel**

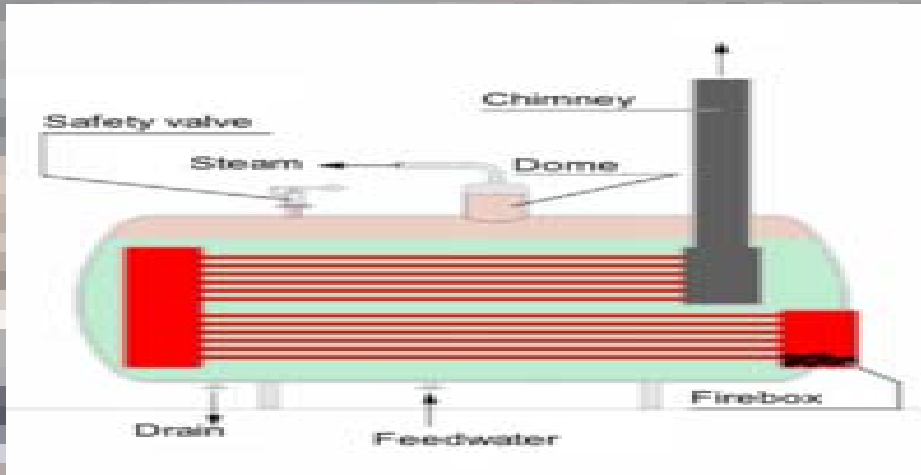
Het water gaat door de pijpen, en de rookgassen gaan erlangs.



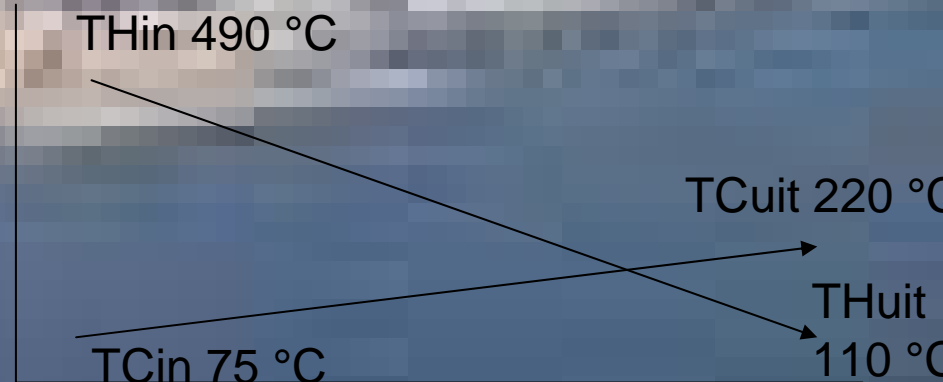
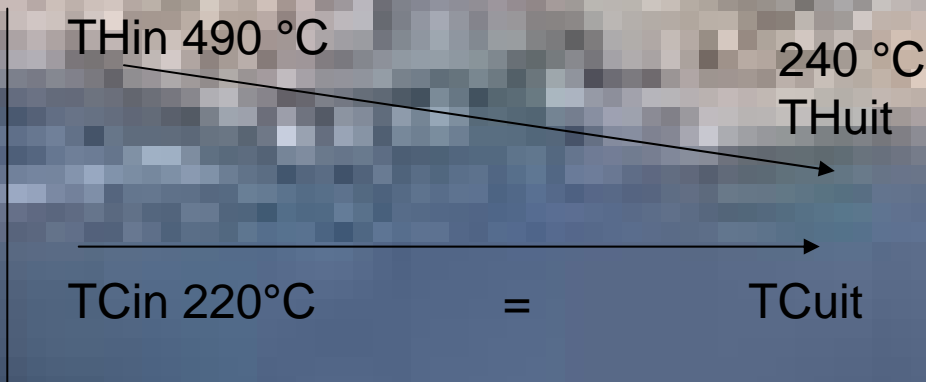


# Keuze warmtewisselaar

- Vlampijpketel



- Waterpijpketel = tegenstroomprincipe





# Rendement VO



- Vlampiepiketel = gelijkstroom



- Waterpíepiketel = tegenstroomprincipe
  - rookgastemperatuur ingang: 490°C
  - stoomtemperatuur uitgang: 322°C, met een beperkt verwarmend oppervlak

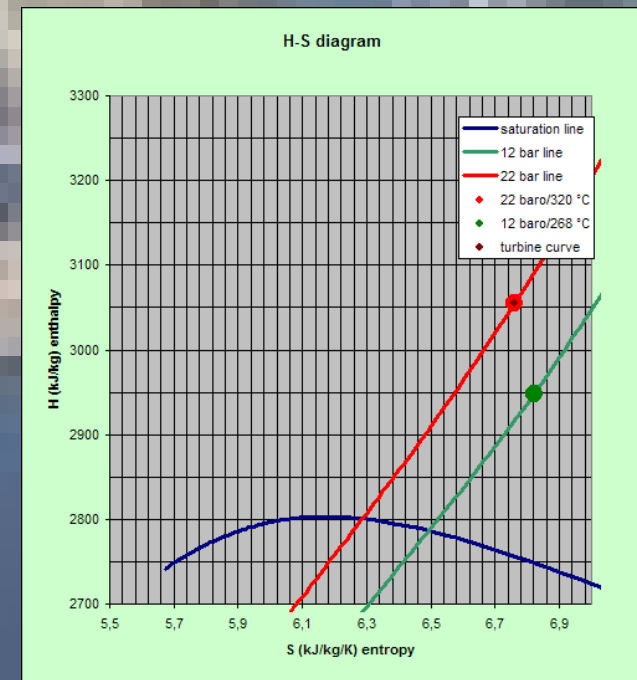
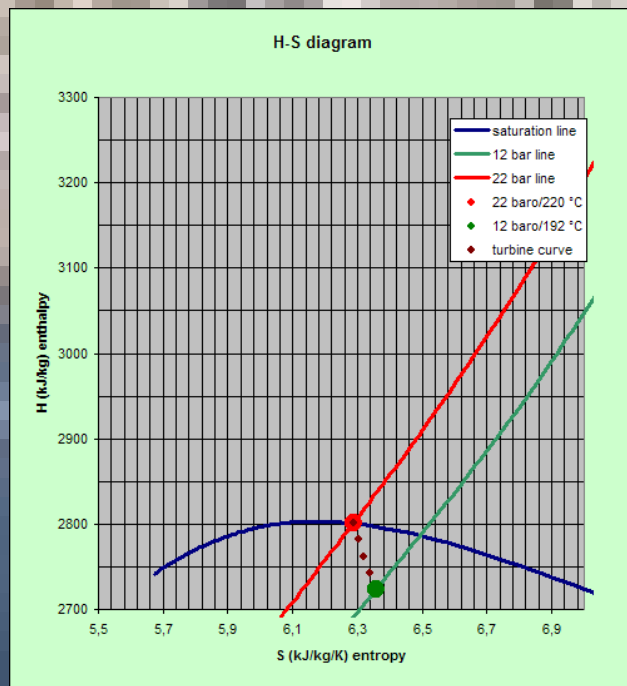


# Rendement VO



- Vlampiepketel  
= lage oververhitting

- Waterpiepketel =  
hogere oververhitting  
en hogere output  
stoomturbine.





# Drukval rookgaszijdig

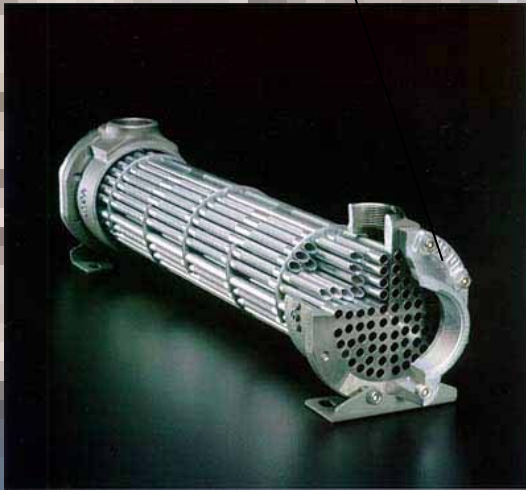


- Vlampiepketel  
= **gelijkstroom:**  
Een groot oppervlak  
is vereist.

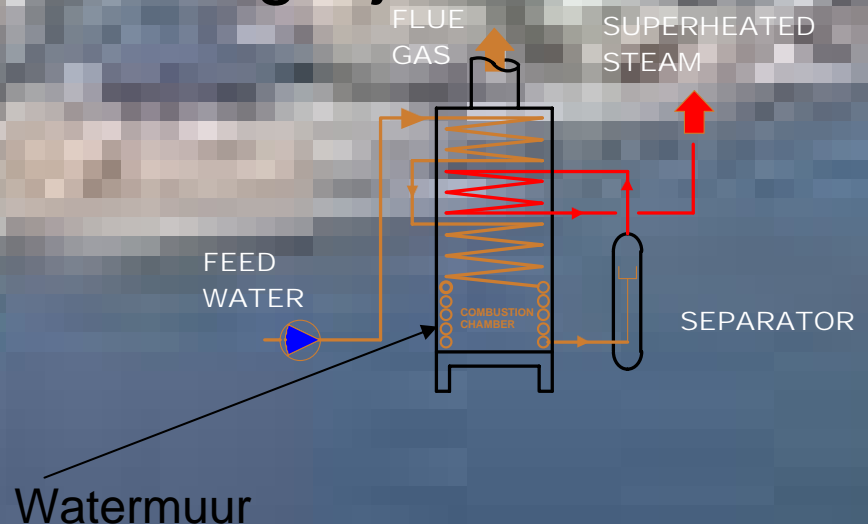
- Waterpiepketel =  
**tegenstroomprincipe**  
Een beperkt  
verwarmend  
oppervlak geeft een  
minimale drukval  
rookgaszijdig: geen  
ventilator vereist!

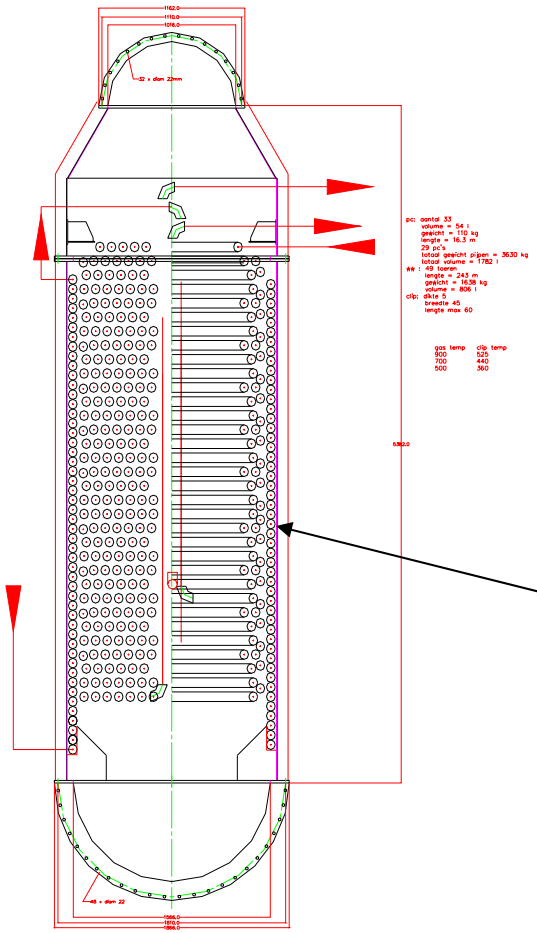
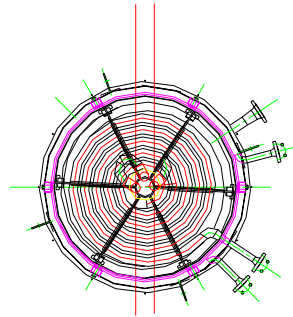
# Rookgastemperatuur

- Max. rookgastemperatuur **850 °C**



- watergekoelde mantel: **1.600 °C**
- rookgastemperatuur is geen probleem: bijstookbrander is mogelijk





Watergekoelde mantel

# Waterinhoud



- Grote massa water rond de pijpen.
- Beperkte hoeveelheid water in de pijpen.



# Waterinhoud



- Lange (her)starttijd = productieverlies

- zeer beperkte opstarttijd = grotere opbrengst aan energie en certificaten.



# Waterinhoud



- Lange opwarmtijd = condensvorming en **corrosie.**

- zeer beperkte opstarttijd





# Waterinhoud



- Risico op een **stoomexplosie** door de grote hoeveelheid water onder hoge druk en temperatuur.

- Risico op een stoomexplosie is onbestaand = **veilige** installatie.



KNORR

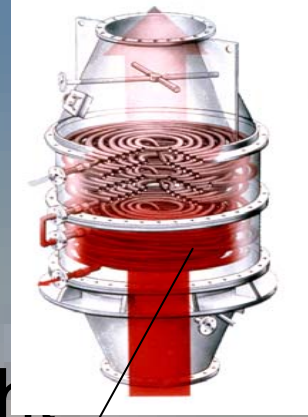


Centocor



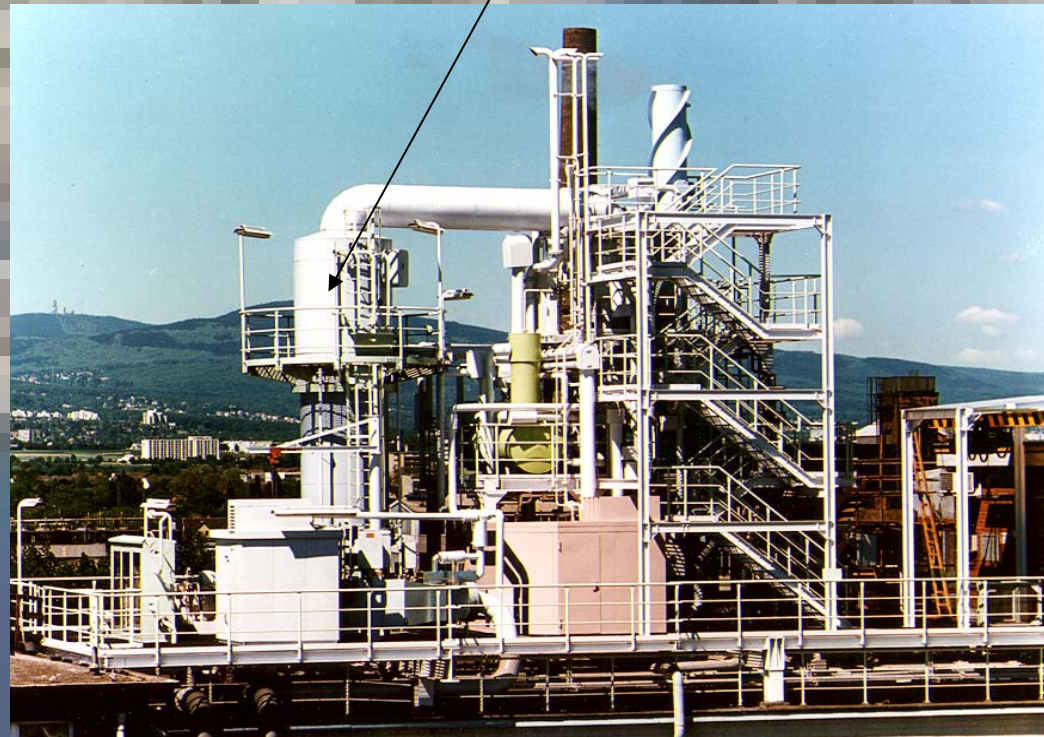


# Waterinhoud



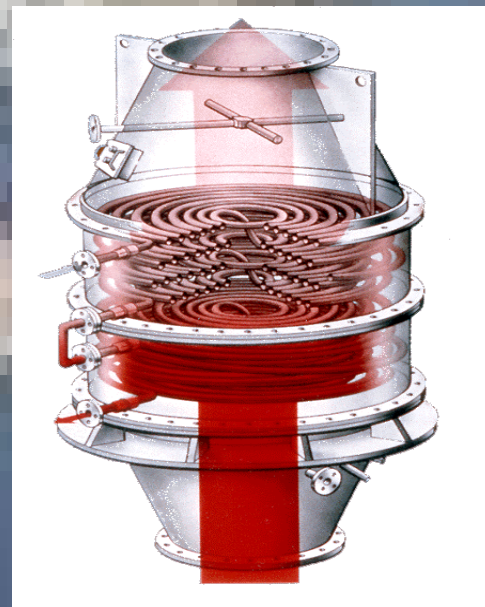
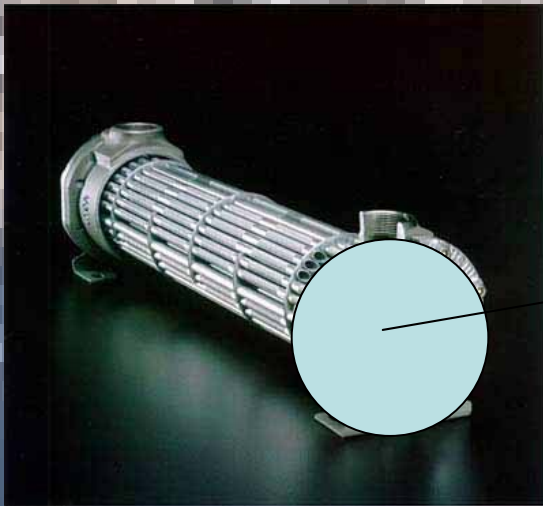
- Hoog gewicht =  
bouwkundig zware  
constructie.

- licht gewicht.  
bouwkundig  
eenvoudige  
constructie.



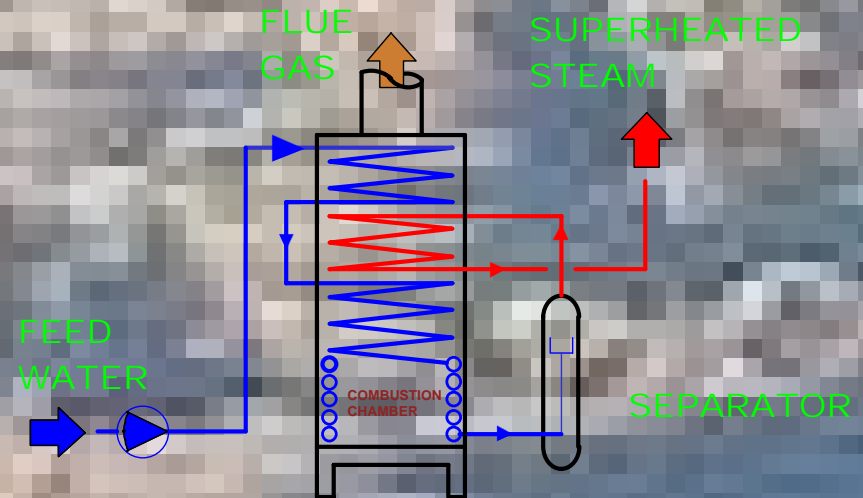
# Belasting materiaal

- Grote diameter druklichaam = hoge trekkrachten in de wand of dikkere wand.
- Stoom gaat door de pijpen = lage trekkrachten, zelfs bij hoge stoomdrukken.



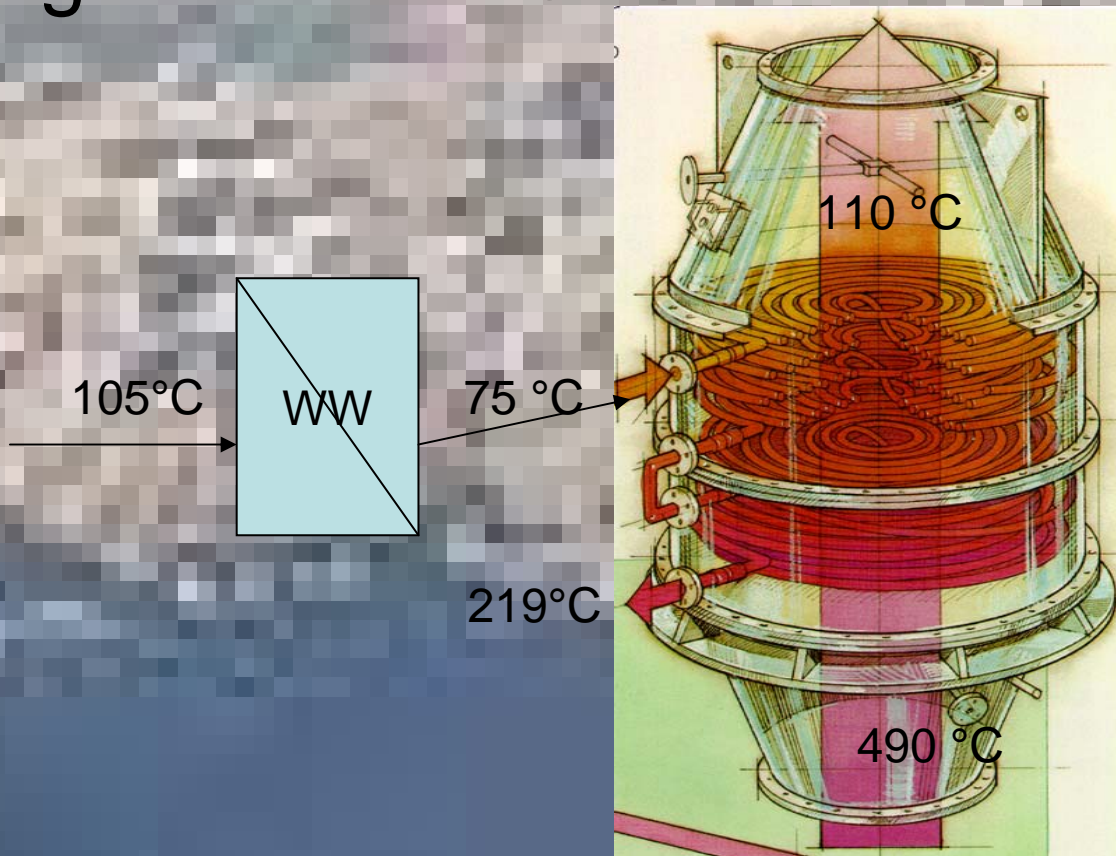
## 2) Oververhitter

- De stoom opwarmen (oververhitten) verhoogt aanzienlijk de output van de stoomturbine.
- Oververhitten vermijdt de vorming van condensaat in de stoomturbine.



### 3) Koelen van het voedingswater

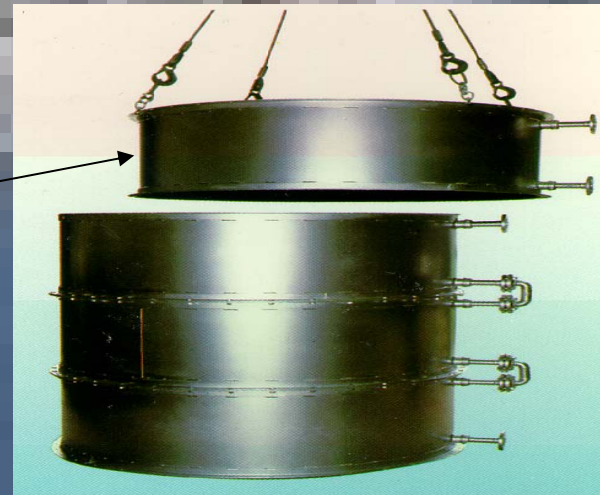
- Het water van de ontgasser (105 °C) wordt gekoeld tot 75 °C.



## 4) 2 extra economisers

- In de eerste eco wordt met het voedingswater de rookgastemperatuur verlaagd.
- In de tweede eco wordt met een 70/90°C de rookgastemperatuur verder verlaagd.

Economiser



## 5) Rookgascondensator

- In deze warmtewisselaar worden de rookgassen gecondenseerd door deze af te koelen beneden de 40 °C.

## 6) Bijstookbrander

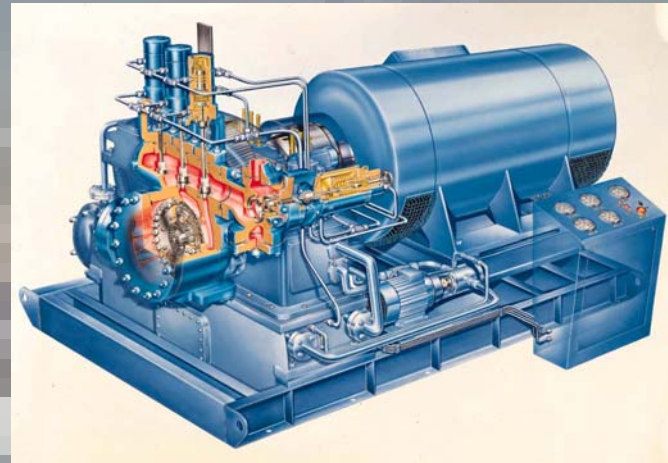
- Door de rookgassen na de motor op te warmen van  $490^{\circ}\text{C}$  naar  $1.200^{\circ}\text{C}$ , wordt meer warmte geproduceerd.
- Deze extra-investering verkort de payback van de gehele installatie.

# Besluit

- Door het tegenstroomprincipe van de waterpijpketel, kan de warmte in de rookgassen van de motoren volledig teruggewonnen worden.
- Door het tegenstroomprincipe kan, ondanks de lage temperatuur van de rookgassen, oververhitte, hogedruk stoom geproduceerd worden.
- Deze 2 zaken leiden tot een maximalisatie van de certificaten voor de WKK van Agfa.

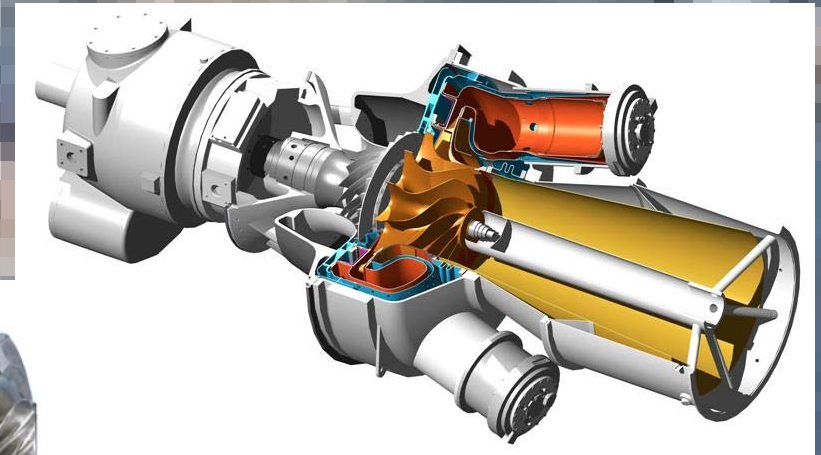
# Idee 1

- Hogedruk & oververhitte stoom te gebruiken in een stoomturbine, voor de productie van elektriciteit.



# Idee 2 (tweede fase in de WKK)

- De mogelijkheden om warm water verder te recupereren in het net van Agfa, zijn verzadigd. Er is nog wel een aanzienlijke extra nood aan stoom: oplossing: een gasturbine



# Partners

- Waterpijpketel: Clayton
- Economisers: Clayton
- Oververhitter: Clayton
- Bijstookbrander: Clayton
- Condensor: Enalco
- Platenwarmtewisselaars: Alfa Laval.
- Engineering: Agfa, Eneria, Clayton, Indea.
- Montage: Devis.