

or warming up
and cooling down

Mechanische Stoom Recompressie, MVR

NAP Workshop: Warmtepompen

Koppe van der Meer
Johan van der Kamp



Bronswerk Heat Transfer



Bronswerk Heat Transfer

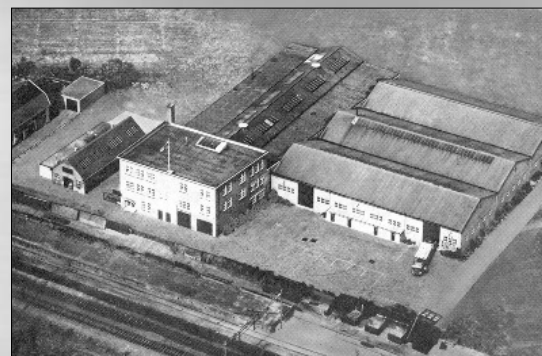
Nederlands bedrijf met 75 jaar ervaring op het gebied van warmteoverdracht & warmtewisselaars

Het bedrijf Bronswerk

- Opgericht in 1940
- Particulier eigendom sinds 1988
- Fabriek en kantoor in Nederland, Nijkerk & Tsjechië,
- 180 werknemers in Nijkerk

Business Filosofie en Missie

- E-element
- Wereld speler
- Systeem designer en integrator
- Bedrijfskapitaal zijn de medewerkers
- Innovatie in Duurzaamheid
- Kwaliteit



Bronswerk: 1940

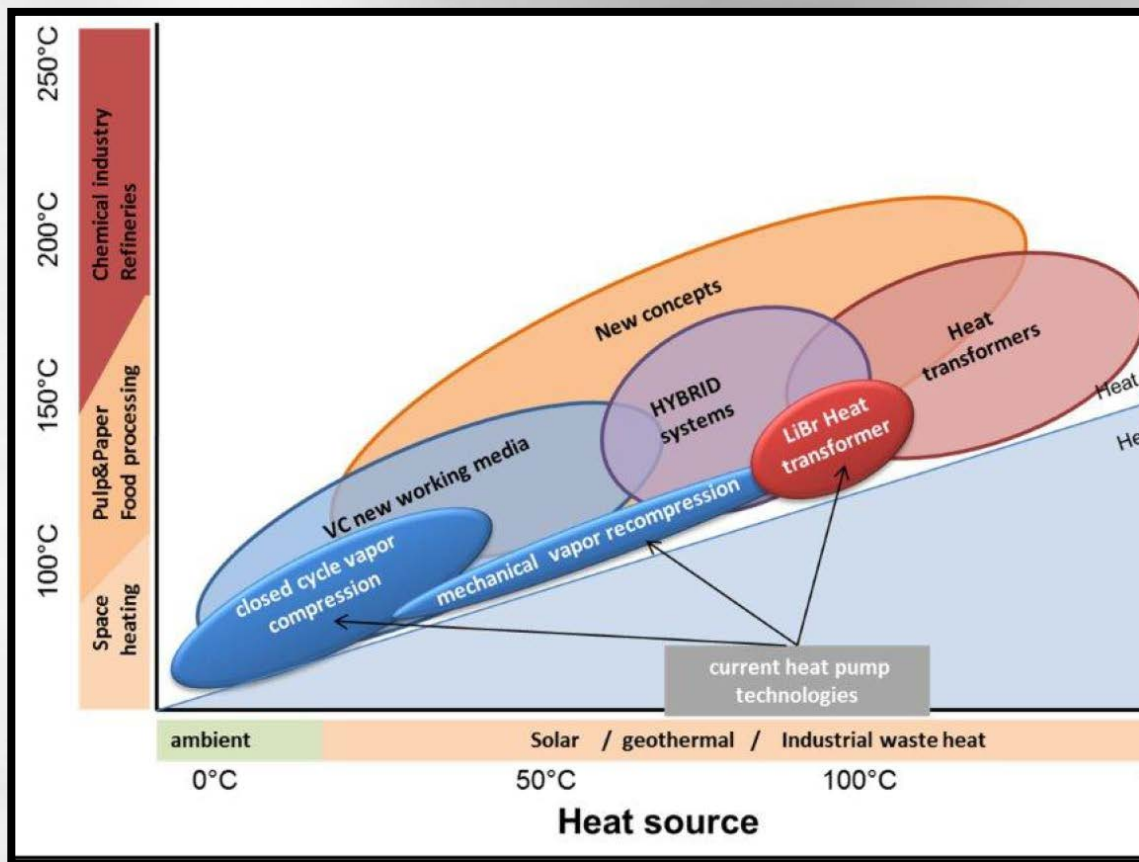


Bronswerk: 2015

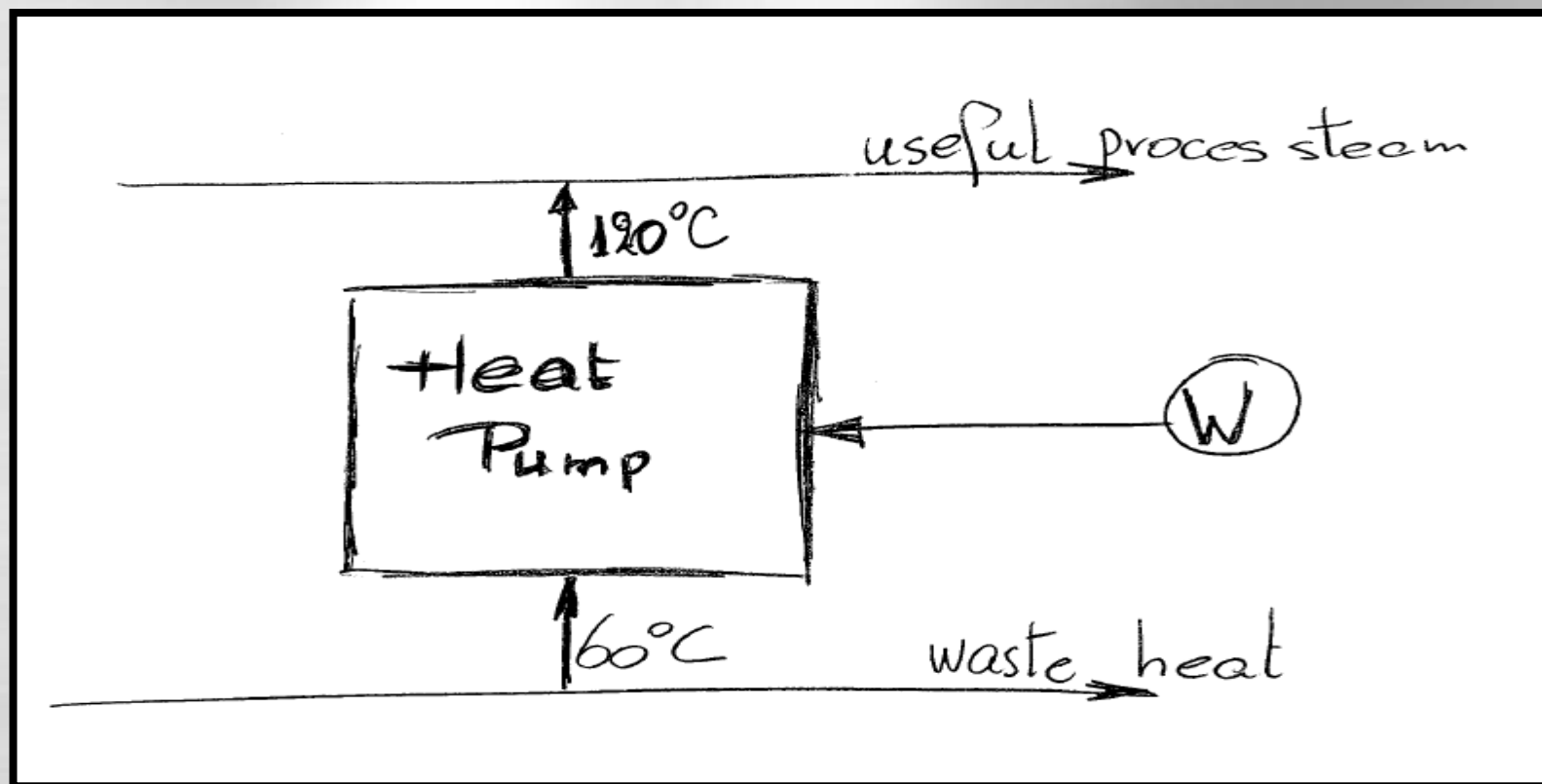
Van warmtewisselaars naar warmtepompen

Principes, bijv:

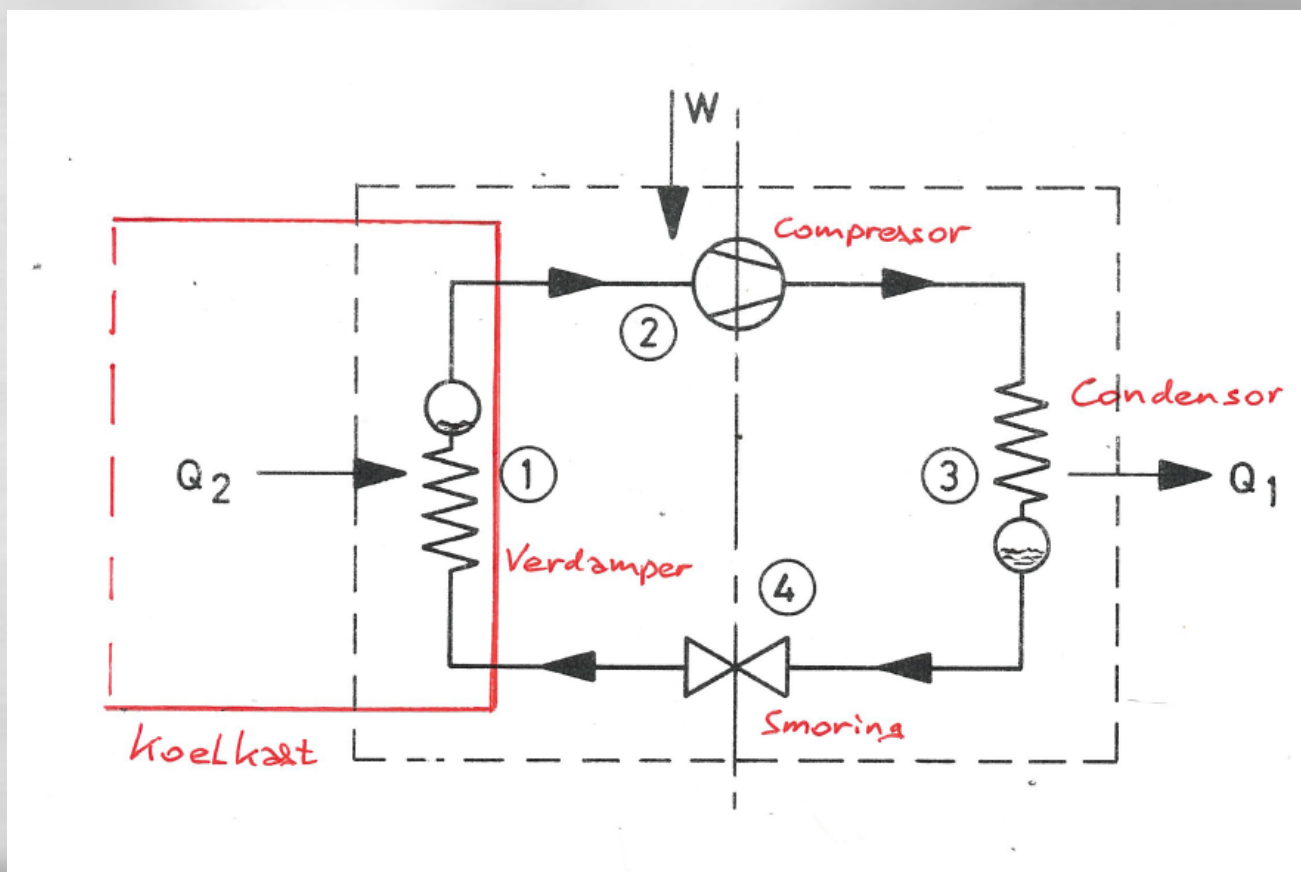
- Gesloten compressor systeem
- Absorptie systeem
- Thermo-akoestisch
- Thermo-chemisch
- Mechanische damprecompressie



Warmtepompen in essentie



Schema compressie warmtepomp



Waarom Mechanische Stoom Recompressie?

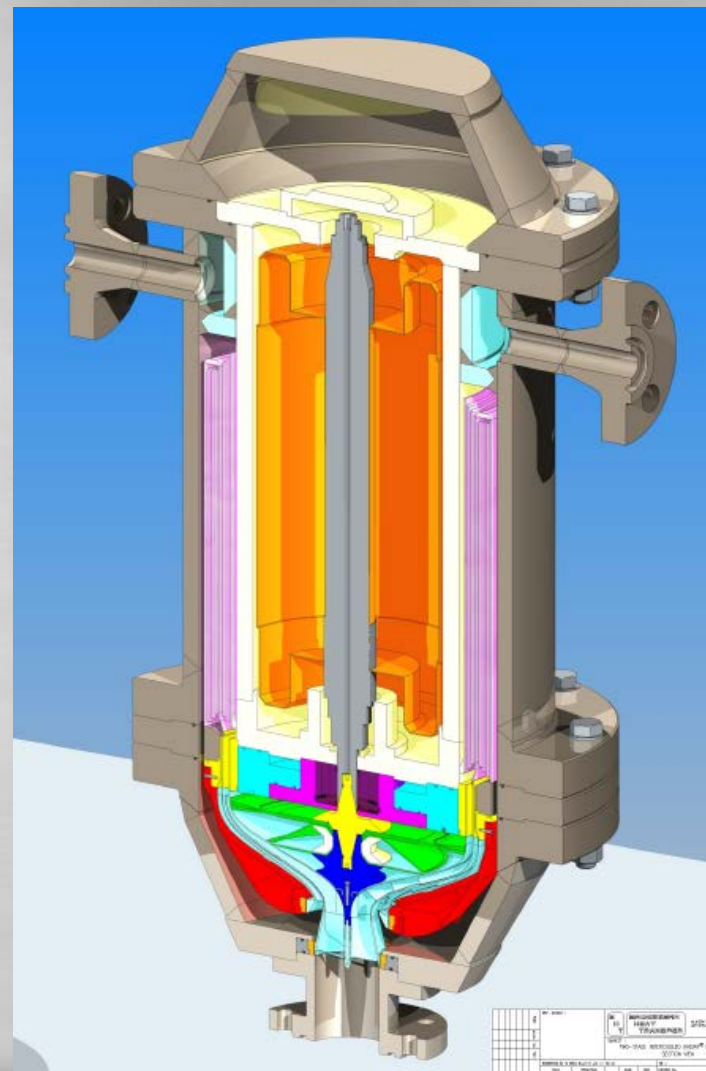
Indien toepasbaar:

- Energetisch en economisch zeer attractief
- Eenvoudige installatie



Radiax[®] compressor

De Radiax® compressor

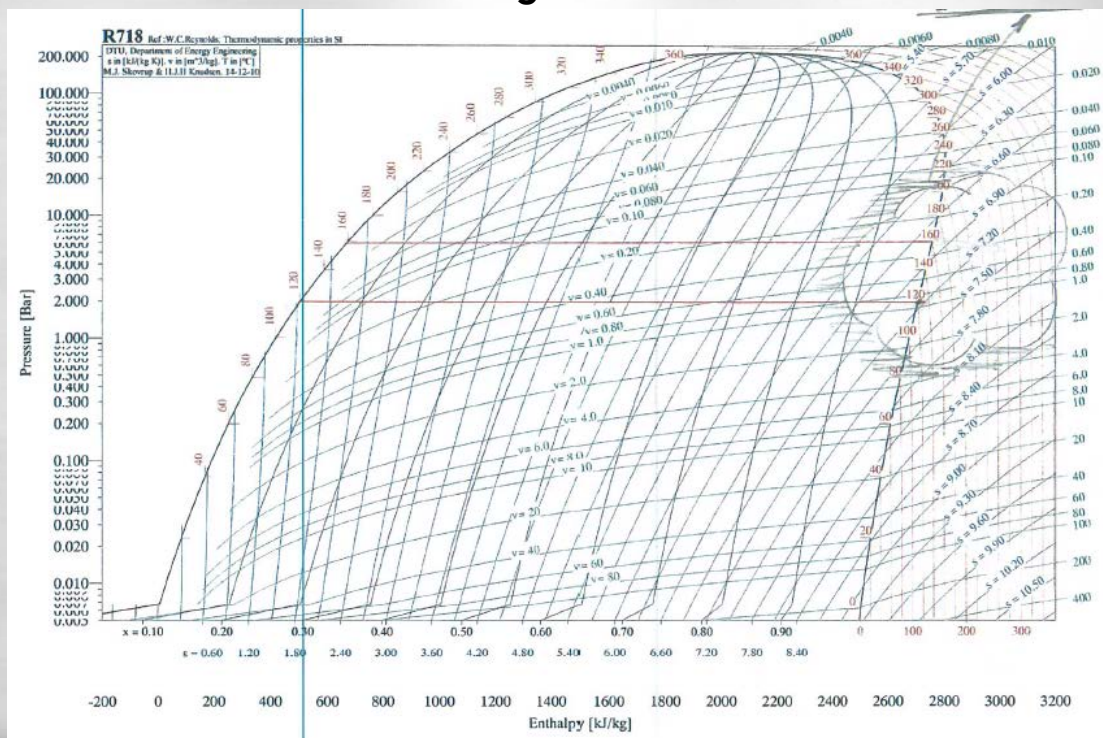


De Radiax® compressor

- Geen (olie-) smering en koeling nodig
- Hoge drukverhoudingen (voor een doorstroomcompressor)
- Vanwege optimaal stromingsprofiel geen last van surge en stall; geen stromingspulsaties.
- Hoge temperaturen mogelijk
- 2-fasen medium mogelijk
- Integratie van compressor en aandrijving; 2-traps in 1 behuizing; compacte bouw.
- Alleen de lagers vragen onderhoud.

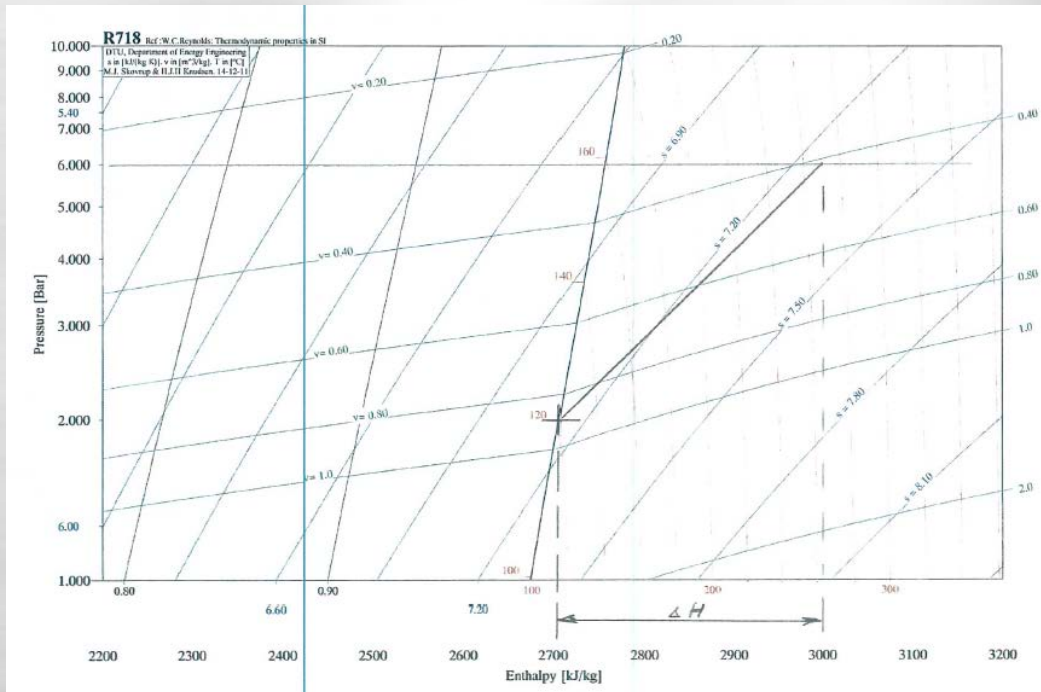
Het opwaarderen van reststoom

Beschikbaar: Stoom 2 bara, 120°C. Benodigd koelvermogen: ca 22,000 kW
 Benodigd: Stoom, 6 bara, 120°C. Benodigd ketelvermogen: ca 21,000 kW
 Veronderstel: 10 kg/s



Het opwaarderen van reststoom

- * Indien opwaarderen door MVR is netto 3000 kW nodig.
- * COP is ca 7



Opmerking:
Dit type MVR is dusdanig
gunstig dat geen
projecten als deze open
zouden mogen staan.

Opwaarderen van reststoom

- Het is nog gunstiger:
 - Door de compressie wordt de uitlaatemperatuur ca 280°C
 - Dit kan gekoeld worden met condensaat, van bijv 100°C
 - Daardoor niet 10 kg/s beschikbare stoom van 160°C,
 - Maar zelfs 11.1 kg/s!

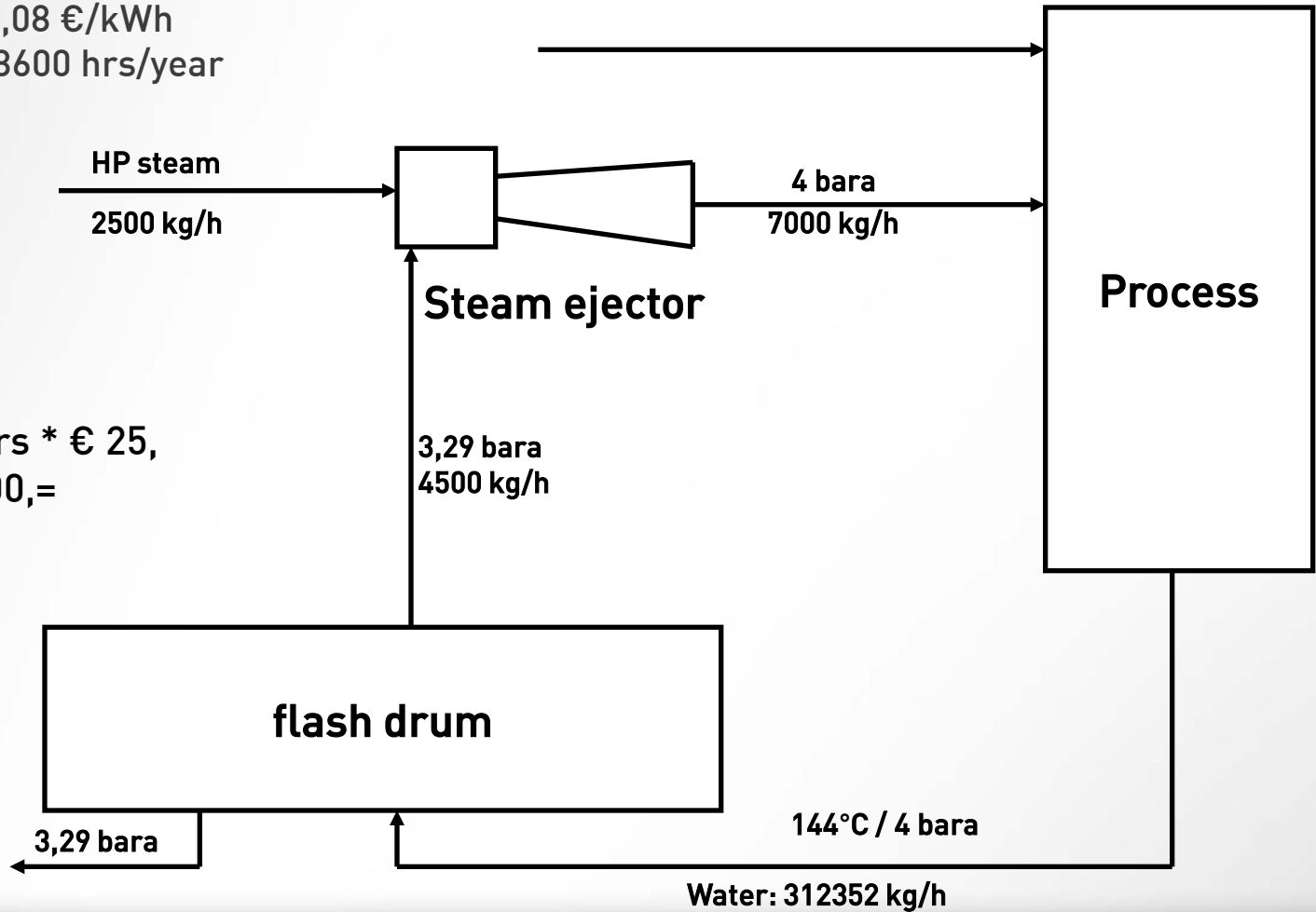
Current Situation

Cost of Steam: 25 €/ton

Electricity Price: 0,08 €/kWh

Operating Hours: 8600 hrs/year

$2,5 \text{ ton/h} * 8600 \text{ Hrs} * € 25,$
Per jaar: € 537.500,=



Case with Mechanical Steam Recompression

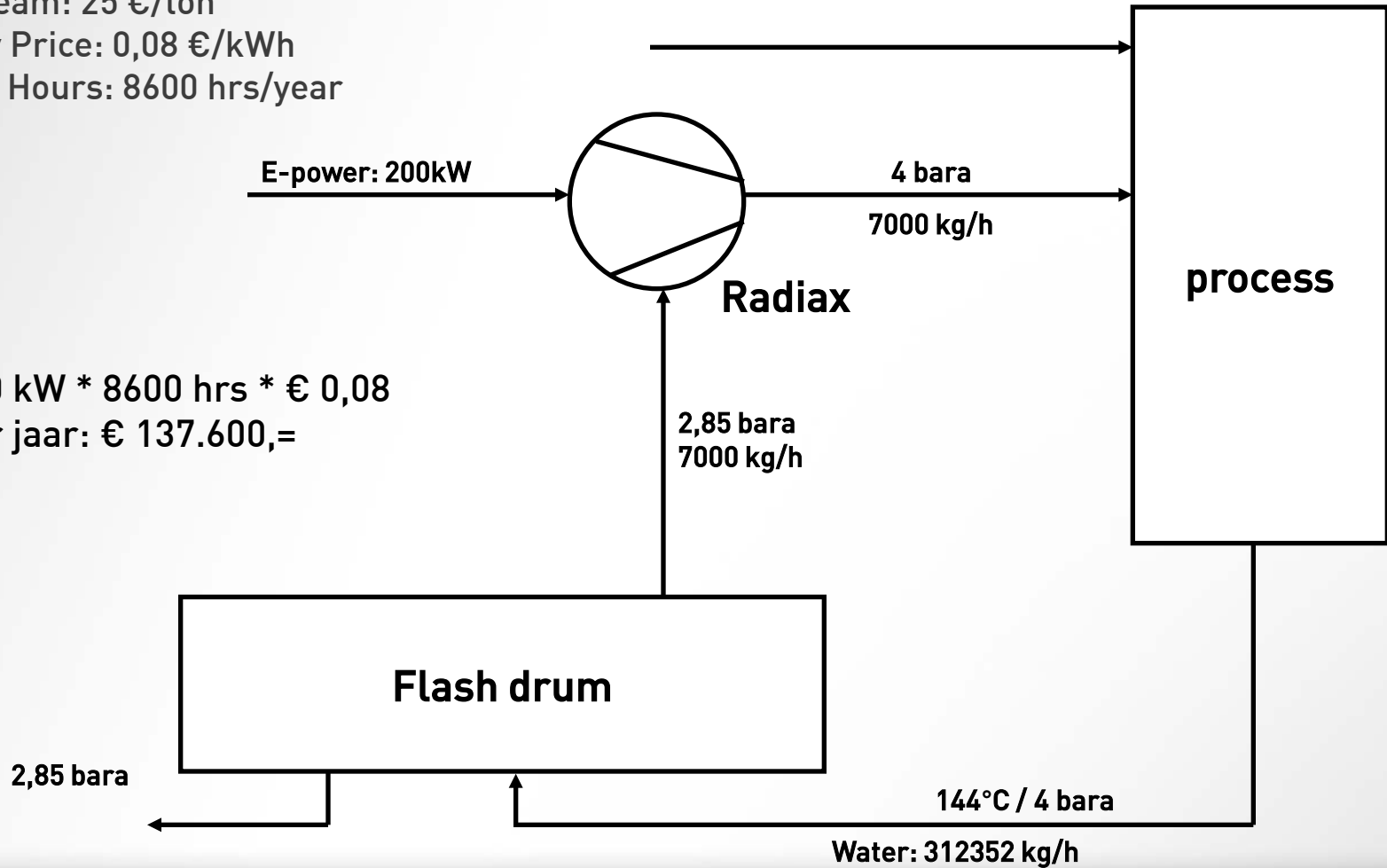
Cost of Steam: 25 €/ton

Electricity Price: 0,08 €/kWh

Operating Hours: 8600 hrs/year

$$200 \text{ kW} * 8600 \text{ hrs} * \text{€ } 0,08$$

Per jaar: € 137.600,=



Flash vat

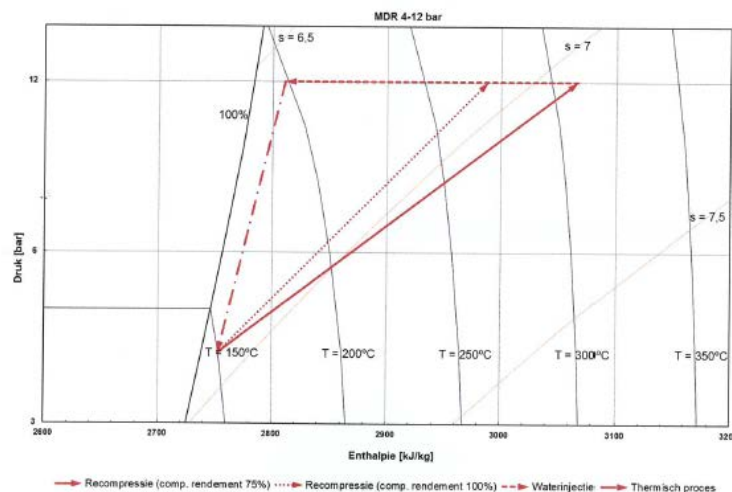
- Enthalpie verzadigd water:
 - 4 bar: 604 kJ/kg
 - 3.29 bar: 575 kJ/kg
 - 2.85 bar: 554 kJ/kg
- Verdampingswarmte bij 4 bar: 2133 kJ/kg.
- Bij verlagen van de druk komt warmte vrij, waardoor een deel van het condensaat opkookt.

STOOMRECOMPRESSIE ECONOMISCH EN ENERGETISCH INTERESSANT MET MDR

VAN RESTPRODUCT NAAR WAARDEVOLLE ENERGIEDRAGER

Stoom is nog steeds een van de belangrijkste energiedragers in alle takken van de Proces Industrie en kan op allerlei drukniveaus opgewekt en gebruikt worden. Hoge druk stoom kan turbines aandrijven terwijl lage druk stoom voor verwarming van processen toegepast wordt. Beneden 5 bar heeft stoom vaak minder of geen waarde omdat die moeilijker te gebruiken is vanwege de lage temperatuur (~150°C). Door deze stoom opnieuw te comprimeren vindt op een efficiënte wijze een opwaardering plaats: een restproduct wordt een waardevolle energiedrager. Deze beproefde techniek is een variant van Mechanische dampcompressie (MDR).

Egbert Klop (Industrial Energy Experts)



Figuur 1: MDR log P-H diagram

HET THERMODYNAMISCH PRINCIPE

MDR is een open warmtepompstelsel. Door te comprimeren stijgen druk en temperatuur en de bijbehorende verzadigingstemperatuur. Dit vraagt een fractie additioneel vermogen (compressorenergie) in relatie tot de hoeveelheid latente warmte die aanwezig is in de gerecyclede damp (zie Figuur 1). Het systeem fungeert als een warmtetransformator die de kwaliteit van de warmte opwaardeert. Door het isentropisch rendement van de compressie ontstaat enige oververhitting van de stoom. Dit lijkt nadelig, maar dat kan eenvoudig worden gecompenseerd door injectie van ketelvoedingwater, zodat de stoom juist die temperatuur krijgt die gewenst is. Op deze wijze wordt de oververhitting van de stoom omgezet in extra stoomproductie. De 'truc' in het hele proces is het voorkomen van condensatie van de stoom en het vasthouden van de latente warmte. In Figuur 2 is het principe schema getoond van stoomrecompressie met waterinjectie (desuperheating) van een tweetraps compressor.

Voor een recent artikel over MVR, zie:
Npt.pmg.nl

