

# Memo

memonummer 22198132  
 datum 19 oktober 2017  
 aan E. Koopmanschap DCMR  
 S. Knirim DCMR  
 van J. Mijs Antea Group  
 P. Spiekerman Koole Tankstorage Minerals B.V.  
 A. Schneiders Koole Tankstorage Minerals B.V.  
 kopie J. Bastiaans Antea Group  
 M. Pronk Antea Group  
 project Koole Tankstorage Minerals Wabo revisievergunningen  
 projectnr. 0405480.00  
 betreft Beantwoording "Opmerkingen Energie MER Koole Tankstorage Minerals B.V."

61	<p>1. In de notitie R&amp;D (Rudis document id 9999223590) is aangegeven dat het toegenomen verbruik van de inrichting in beeld moet worden gebracht. In het ingediende MER is een vergelijking van het huidige met het verwachte toekomstige energieverbruik opgenomen. Hierin is echter een deel <u>niet meegenomen: het energieverbruik (brandstoffen, voornamelijk diesel) van de aangemeerde schepen</u>. Deze schepen maken, zolang ze zijn aangemeerd, onderdeel uit van de inrichting. De verbruikte energie moet daarom worden opgenomen in dit overzicht. De ervaring leert dat dit een zeer substantieel deel kan zijn van het verbruik van de inrichting.</p> <p>Tijdens het stilliggen van schepen wordt gebruik gemaakt van een verbrandingsmotor die een generator aandrijft. Deze generator wekt de benodigde elektriciteit op. Kenmerkend voor dit soort verbrandingsmotoren is dat deze wel continu draaien, maar vermogen levert (lees brandstof verbruikt) op basis van de daadwerkelijke elektriciteitsvraag. Het elektriciteitsverbruik aan boord van een schip vindt plaats door:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompen, indien er sprake is van het lossen van een schip;</li> <li>• Overige elektriciteitsverbruikers, zoals ten behoeve van de woonfunctie (wasmachine, droger, waterkoker, vaatwasmachine, afzuigkap, kookplaat, verlichting, etc.) en algemene voorzieningen (het besturingssysteem, etc.).</li> </ul> <p>Het, tijdens stilliggen, in gebruik hebben van de overige elektriciteitsverbruikers wordt ook wel de 'hotelfunctie' genoemd. De inzet van pompen wordt 'bedrijf' genoemd. Op de schepen is sprake van één elektriciteitscircuit waarop alle verbruikers zijn aangesloten. Met andere woorden: er is geen apart elektriciteitscircuit voor alleen 'bedrijf' en een apart circuit voor alleen 'hotelfunctie'<sup>1</sup>.</p> <p>Op basis van het aantal schepen en typische waarde voor extra pompvermogen en hotelverbruik is het totale energiegebruik van aangemeerde schepen berekend. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in tabel 1.</p>
----	--

<sup>1</sup> MER\_B9\_Luchtkwaliteitonderzoek\_walstroom

Tabel 1: Energiegebruik schepen					
		Huidig		Toekomst	
		Binnenvaart	Zeevaart	Binnenvaart	Zeevaart
Aantal import	#	5586	354	5.935	842
Aantal export	#	1697	185	1.803	440
Tijdsduur <sup>2</sup>	Uur	9,1	28,1	9,1	28,1
Extra pompvermogen bedrijf <sup>3</sup>	kW	120	493	120	493
Vermogen hotelbedrijf <sup>3</sup>	kW	10,5	31,5	10,5	31,5
Totaal elektriciteitsverbruik	kWh / jaar	6.786.559	5.382.753	7.210.564	12.802.762
Elektrisch rendement bij lossen (60% deellast) <sup>3</sup>	%	45%	45%	45%	45%
Elektrisch rendement bij hotelbedrijf (20% deellast) <sup>4</sup>	%	20%	20%	20%	20%
Gas-/diesolie	Ton / jaar	1.429	1.116	1.518	2.655
CO <sub>2</sub> emissie <sup>5</sup>	Ton / jaar	4.947	3.955	5.256	9.407

Het totale elektriciteitsverbruik van de schepen bedraagt 20.000.000 kWh per jaar. Het berekende elektriciteitsverbruik voor de toekomstige situatie van de gehele inrichting (excl. schepen) bedraagt 26.000.000 kWh per jaar.

62 2. In de brief over het advies R&D die de DCMR heeft verstuurd (Rudis document id 9999288192) is aangegeven dat een integrale afweging gemaakt moet worden van de energievraag in relatie tot de dampbehandeling. De keuzes die gemaakt zijn in verband met de dampbehandeling zorgen er voor dat in de nieuwe situatie het relatieve energieverbruik beduidend minder is dan in de bestaande situatie. De diverse opties zijn ook zorgvuldig gewogen. Er zijn echter nog wel een aantal vragen die nog niet zijn beantwoord:

- Het is niet duidelijk hoeveel restwarmte vrij komt bij de diverse punten waar dampbehandeling plaatsvindt. Op welke temperatuur komt warmte vrij? Over hoeveel vermogen gaat het? Wordt warmte alleen aan de lucht afgegeven, of ook aan bijvoorbeeld koelwater?
- In het MER is aangegeven dat het deel van het condensaat dat niet terug te voeren is naar product in potentie een energiedrager kan zijn voor de opwekking van stoom. Maar zijn er speciale voorzieningen nodig om dit te kunnen doen? En zo ja, worden deze gerealiseerd?

Er komt enkel warmte vrij uit de thermische dampbehandeling. Deze warmte wordt, via de rookgassen, afgegeven aan de lucht. Er wordt geen warmte afgegeven aan koelwater of andere media. Het doel van de thermische dampbehandeling is het afbreken van ZZS en gO emissies om te voldoen aan de emissiegrenswaarden. Er vindt geen thermische (na)behandeling plaats met als doel het opwekken van energie.

Voor de thermische dampbehandeling wordt gebruik gemaakt van regeneratieve thermische oxidatie (RTO) en katalytische oxidatie (Catox en CC). Voor beide type dampbehandeling geldt dat de warmte die vrijkomt tijdens de oxidatie gebruikt wordt voor het voorverwarmen van de te reinigen dampstromen. Hiermee wordt de warmte die ontstaat tijdens de oxidatie zo veel als mogelijk nuttig toegepast. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de thermische dampbehandelingsinstallaties en de warmte inhoud van de pluim en de afgas temperatuur<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Luchtkwaliteit onderzoek, Koole Tankstorage Minerals, 22 mei 2017, Antea Group

<sup>3</sup> TU Delft, Walstroom versus generatorstroom – Een studie naar de kosten, 15 augustus 2011

<sup>4</sup> CE Delft, STREAM, Studie naar Transport Emissies van Alle Modaliteiten, Versie 2.0, december 2008

<sup>5</sup> <https://co2emissiefactoren.nl/>

Tabel 2: Warmtestromen thermische dampbehandeling

	Medium	Warmte-inhoud pluim [MW]	Temperatuur afgas [°C]
RTO 1	Lucht	0,533	150
RTO 2	Lucht	0,347	150
H <sub>2</sub> S / VRU + Catox	Lucht	0,187	150
CC 1	Lucht	0,523	150
CC 2	Lucht	0,680	150
Actief koelfilter	Lucht	0,003	20

Met betrekking tot het condensaat (circa 2.270 ton per jaar), afkomstig van de dampbehandelingsinstallaties op basis van condensatie en Pressure Swing Adsorption (PSA) wordt de volgende verwerkingsstrategie toegepast<sup>6</sup>:

1. Condensaat als product terugvoeren naar de opslagtank (op dit moment voor 100% mogelijk);
2. Bufferen van het condensaat om daarna in te zetten als brandstof voor warmteopwekking (in de stoominstallatie);
3. Afvoeren condensaat als afvalstof om elders nuttig te worden toegepast (opwekking van warmte).

De mate waarin terugvoeren van condensaat in de opslagtank(s) mogelijk is, is afhankelijk van de mate waarin dit condensaat verontreinigd raakt. De verontreiniging van het condensaat waardoor deze niet meer kan worden behandeld als product, kan optreden tijdens wisselingen in product-/dampsamenstelling. Vanuit economisch oogpunt (vermeden kosten voor de afvoer van afvalstoffen en beperking verlies van product en daarmee opbrengsten) wordt gestuurd op een zo groot mogelijk deel terugvoeren van condensaat naar de opslagtank(s) als product.

Voor het bufferen van condensaat dat niet teruggevoerd kan worden naar de opslagtank(s) is reeds buffercapaciteit aanwezig. Het inzetten van condensaat als brandstof voor warmteopwekking (stoom) is met de huidige installaties technisch niet mogelijk. Hiervoor moeten onder andere de branders worden aangepast. Daarnaast is op dit moment nog geen inschatting te maken van de hoeveelheid condensaat die niet teruggevoerd kan worden naar de opslagtanks als product (op dit moment voor 100% mogelijk). Het vaststellen van de haalbaarheid van warmteopwekking met condensaat is mede afhankelijk van de volgende gegevens die op dit moment niet in voldoende mate zijn in te schatten:

- o Hoeveelheid condensaat dat niet teruggevoerd kan worden naar de opslagtanks als product;
- o Gelijktijdigheid van beschikbaar condensaat en warmtevraag;
- o Technische aanpassingen in stoominstallatie.

De haalbaarheid van het inzetten van condensaat als brandstof moet (indien aan de orde omdat het niet kan worden teruggevoerd als product) worden vastgesteld op basis van ervaring in de toekomstige praktijk en is daarom nog niet nader beschouwd in het kader van de milieueffect studie.

- 63
1. In de analyse van walstroom in het MER is gesteld dat de aan boord van de schepen opgewekte elektriciteit equivalent is aan elektriciteit die van het net wordt gehaald. Dit is echter niet het geval, aangezien de elektriciteit aan boord van een schip opgewekt wordt met dieselgeneratoren en de elektriciteit van het net opgewekt wordt met een mix van technieken. Daarnaast kan aangenomen worden dat elektriciteit van het net steeds verder zal verduurzamen. Met deze aspecten moet rekening worden gehouden, en wel op de volgende manieren:
    - a. De vergelijking tussen walstroom en eigen generatoren moet worden gemaakt op basis van de CO<sub>2</sub>-uitstoot én op basis van primaire energie. Deze beide maten komen veel beter overeen met de werkelijkheid dan rekenen met de verbruikte elektriciteit, omdat dan verduurzaming van het elektriciteitsnet meegenomen kan worden. Op basis van het [energierapport](#) van het ministerie van EZ kan uitgegaan worden van 55% hernieuwbare elektriciteit in 2035 en 100% in 2050. Voor het jaar 2049 moeten zowel de CO<sub>2</sub>-uitstoot als het gebruik van primaire energie daarom op nul worden gesteld. Voor het jaar 2034 kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van de helft van de huidige waarde.

<sup>6</sup> Zie milieueffectrapportage paragrafen 6.12 en 6.13 (en aanvraagdocument paragraaf 6.9)

- i. Berekening naar CO<sub>2</sub>: Naast de daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het Nederlandse stroomnet naar 0 in 2050 is het ook mogelijk dat schepen (gedeeltelijk) op biobrandstoffen varen. Als het mogelijk is om dit in te schatten, moet met dit effect ook rekening worden gehouden.
- ii. Berekening naar primaire energie: In het kader van de uniforme maatlat van RVO is een berekening gedaan van het rendement van de elektriciteitsopwekking in Nederland. In de maatlat wordt gebruik gemaakt van een huidig rendement van 56%. Voor 2020 wordt gerekend met een rendement van 60%, met als onderbouwing dit stuk van ECN uit 2013: <ftp://ftp.ecn.nl/pub/www/library/report/2013/n13017.pdf>. Daarin zijn twee rekenmethoden gegeven, waarbij de integrale methode degene is die hier van toepassing is, omdat daarbij ook de opwek van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen wordt meegewogen. Voor 2019, het eerste rekenjaar in het MER, is het daarom redelijk om met een opwekkingsrendement voor elektriciteit van 59% te rekenen.

In een eerdere versie van het MER is abusievelijk opgenomen dat elektriciteit opgewerkt op schepen equivalent is aan elektriciteit die van het net wordt gehaald. Dit is, zoals ook opgenomen in de vraagstelling, niet juist en derhalve aangepast in de definitieve versie van het MER.

In het MER is aanvullend onderzoek uitgevoerd naar het effect van walstroom op de luchtkwaliteit in de omgeving van KTM<sup>7</sup>. Voor de effecten van walstroom is gekeken naar de peiljaren 2019, 2034 en 2049. Hierbij is onder andere rekening gehouden met:

- Onderscheid tussen hotelfunctie en bedrijfsfunctie voor zee- en binnenvaartschepen;
- Met een in de tijd toenemend percentage gebruik van walstroom (tot 20% in 2049).

De in het MER opgenomen verwachting ten aanzien van walstroomvoorzieningen is overgenomen in tabel 3. Op basis van de gegevens in tabellen 1, 3 en 4 is een berekening uitgevoerd naar het effect van walstroomvoorzieningen op de CO<sub>2</sub> emissie en op het primaire energiegebruik.

**Tabel 3: Aandeel walstroom binnenvaart en zeevaart**

		Aandeel walstroom		
		2019	2034	2049
Binnenvaart	Hotelbedrijf	20%	20%	20%
Binnenvaart	Verpompen	0%	10%	20%
Zeevaart	Hotelbedrijf	1%	10%	20%
Zeevaart	Verpompen	1%	10%	20%

**Tabel 4: Uitgangspunten berekening**

		Jaartal		
		2019	2034	2049
Rendement elektriciteitsopwekking <sup>8,9</sup>	%	60%	76%	100%
Primaire energie <sup>8,9</sup>	MJ <sub>p</sub> / kWh	9,0	4,7	0,0
CO <sub>2</sub> emissie elektriciteitsnet <sup>8,9</sup>	Kg/kWh	0,43	0,30	0,00
Primaire energie gas-/dieselolie <sup>10</sup>	MJ / kg	42,7	42,7	42,7
CO <sub>2</sub> emissie gas-/dieselolie <sup>11</sup>	Kg / liter	3,792	3,792	3,792

<sup>7</sup> Milieueffectrapport, Koole Tankstorage Minerals projectnummer 405480, 13 juli 2017 revisie 3.2

<sup>8</sup> CO<sub>2</sub>-emissies en primair fossiel energiegebruik van elektriciteit in Nederland – aanvulling 2020, 2025 en 2030

<sup>9</sup> Energierapport Transitie naar duurzaam, Ministerie van Economische Zaken, januari 2016

<sup>10</sup> Omrekeningsfactoren naar primaire energie (TjP1) voor elektriciteit en veelvoorkomende brandstoffen, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

<sup>11</sup> CO<sub>2</sub>emissiefactoren.nl

**Tabel 5: Effect CO<sub>2</sub> emissie walstroom (ton CO<sub>2</sub> / jaar)**

		Zonder walstroom	Generator	Wal stroom	Generator	Wal stroom	Generator	Wal stroom
		2019	2019	2019	2034	2034	2049	2049
Binnenvaart	Hotel	676	541	64	541	44	541	0
Binnenvaart	Bedrijf	4.581	4.581	0	4.123	194	3.664	0
Zeevaart	Hotel	1.148	1.136	5	1.033	34	918	0
Zeevaart	Bedrijf	8.259	8.176	50	7.433	350	6.607	0
<b>TOTAAL</b>		14.663	14.553		13.752		11.731	

Naast een vergelijking in CO<sub>2</sub> emissie is het van belang het energiegebruik om te rekenen naar primair energiegebruik. Het effect van walstroom op het primaire energiegebruik is in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 6: Effect primaire energie walstroom (TJ / jaar)**

		Zonder walstroom	Generator	Wal stroom	Generator	Wal stroom	Generator	Wal stroom
		2019	2019	2019	2034	2034	2049	2049
Binnenvaart	Hotel	8	6	1.33	6	0.70	6	0.00
Binnenvaart	Bedrijf	52	52	0.00	46	3.04	41	0.00
Zeevaart	Hotel	13	13	0.10	12	0.53	10	0.00
Zeevaart	Bedrijf	93	92	1.05	84	5.48	74	0.00
<b>TOTAAL</b>		165	165		158		132	

- 64 Verder wordt gevraagd de volgende punten in het MER mee te nemen dan wel te onderbouwen waarom deze eventueel niet van toepassing zijn:
- 1) Een alternatieve manier voor het verwarmen van tanks is op basis van elektriciteit. Dit kan met (bij voorkeur) industriële warmtepompen of met weerstandsverwarming. Er zijn twee redenen om naar elektrificatie te kijken. Ten eerste is elektriciteit makkelijker te verduurzamen dan brandstof. Ten tweede kan op deze wijze verwarmd worden op momenten dat er een stroomoverschot is. Dat bevordert de stabiliteit van het stroomnet, maar betekent ook dat die stroom heel goedkoop ingekocht kan worden (gratis stroom of zelfs negatieve prijzen zijn niet uit te sluiten in de toekomst). Deze optie wordt aantrekkelijker wanneer warm water wordt gebruikt voor verwarming. Bij het gebruiken van warmwaterverwarming is het wel mogelijk dat restwarmte de goedkopere en duurzamere optie blijft.  
Het advies is om de mogelijkheden voor elektrisch verwarmen van de tanks op een rij te zetten, ook in combinatie met een mogelijke overstap naar verwarming van de tanks met warm water.
- KTM heeft twee productsoorten die verwarmd worden opgeslagen en getransporteerd, namelijk stookolie en vacuüm gasolie. Deze producten worden opgeslagen en getransporteerd bij een gemiddelde temperatuur van 50<sup>o</sup> Celsius. Verwarming van deze producten vindt niet continu plaats, maar vindt met name plaats wanneer product moet worden verpompt. Klanten van KTM willen producten voor aflevering snel kunnen verwarmen, tot 4<sup>o</sup> Celsius per dag. Deze klanteis bepaald het benodigde verwarmd oppervlak dat nodig is om de temperatuurstijging te kunnen waarborgen.
- Op basis van een klantvraag start KTM met het verwarmen van producten, hierop heeft KTM weinig invloed. Hierbij moet KTM kunnen voldoen aan de klanteis van 4<sup>o</sup> Celsius per dag. Doordat KTM beperkte invloed heeft op het moment van verwarmen is het gebruik maken van (goedkope) elektriciteit tijdens een stroomoverschot niet zonder meer mogelijk en zal ook dikwijls gebruik moeten worden gemaakt van relatief dure elektriciteit.
- De overstap naar het verwarmen van deze producten met warm water is technisch gezien niet mogelijk. Zie hiervoor de nadere toelichting over het verwarmen van de tanks met warm water onder vraag 65.

	<p>Doordat het opwarmen van producten met warmwater technisch niet mogelijk is, zal stoom noodzakelijk blijven. Voor wat betreft elektrificatie van de verwarming zou dan ook gekeken moeten worden naar het opwekken van stoom met elektriciteit. Het opwekken van stoom met elektriciteit voldoet niet aan BBT en is ook niet opgenomen in de BREF Energie efficiëntie. Daarnaast is het opwekken van stoom met elektriciteit niet kosten efficiënt wanneer niet enkel in tijd van een zeer lage (of negatieve) elektriciteitsprijs vraag is naar warmte of stoom.</p>																												
65	<p>2) Aanleveren van het onderzoek naar het verwarmen van tanks met warm water. Dit is tevens een onderwerp in het kader van de aanvraag.</p> <p>KTM heeft twee productsoorten die verwarmd worden opgeslagen en getransporteerd, namelijk stookolie en vacuümgasolie. Deze producten worden opgeslagen en getransporteerd bij een gemiddelde temperatuur van 50<sup>o</sup> Celsius. Deze producten worden verwarmd middels het condenseren en afkoelen van stoom van circa 170<sup>o</sup> Celsius.</p> <p>De warmteoverdracht vindt plaats met behulp van in de tank aangebrachte verwarmingsspiralen. Deze spiralen bevinden zich op circa 30 centimeter boven de tankbodem. Op deze plaats is voldoende mechanische sterkte aanwezig om de spiralen te monteren en komen de spiralen snel onder het vloeistof oppervlak te staan. Dit laatste is nodig voor een veilige warmteoverdracht en om een minimale hoeveelheid vloeistof ook te kunnen verwarmen. De spiralen bestrijken het hele bodemoppervlak van de opslagtanks. De opgeslagen producten zijn sterk oppervlaktevervuilend en bevatten in het algemeen sediment. Klanten van KTM willen producten voor aflevering snel kunnen verwarmen, tot 4<sup>o</sup> Celsius per dag. Deze klanteis bepaald het benodigde verwarmd oppervlak dat nodig is om de temperatuurstijging te kunnen waarborgen.</p> <p>Om de mogelijkheden tot verwarmen van de producten met warm water van 90<sup>o</sup> Celsius te onderzoeken zijn op basis van bovenstaande uitgangspunten berekeningen uitgevoerd.</p> <p><b>Tabel 7: Berekening warmteoverdracht</b></p> <table border="1" data-bbox="220 1137 1286 1435"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Clean conditions</th> <th>Fouled conditions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Warmteoverdrachtscoëfficiënt water</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> <td>2.500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> <td>5.000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Warmteoverdrachtscoëfficiënt stook-/gasolie</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> <td>500</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt water &amp; stook-/gasolie</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> <td>417</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom &amp; stook-/gasolie</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> <td>455</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>Toename warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom t.o.v. water</td> <td>%</td> <td>9 %</td> <td>2 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>De opgeslagen vloeistoffen zijn sterk vervuilend waardoor de warmte overdracht voornamelijk bepaald wordt door de slechte overdracht aan de stook-/vacuümgasolie zijde van de spiralen. Het verschil tussen stoom, dat veel beter warmte overdraagt dan water wordt hierdoor grotendeels opgeheven. In een schone tank bedraagt het verschil tussen stoom verwarming en warm water nog 9%, echter bij vervuilde spiralen neemt dit verschil af naar slechts 2%.</p> <p>Naast de warmteoverdracht is het temperatuurverschil (dT) van essentieel belang voor de snelheid waarmee opwarming kan plaatsvinden. In tabel 8 zijn de berekende temperatuurverschillen en het benodigd verwarmd oppervlak opgenomen.</p>			Clean conditions	Fouled conditions	Warmteoverdrachtscoëfficiënt water	W/(m <sup>2</sup> K)	2.500		Warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom	W/(m <sup>2</sup> K)	5.000		Warmteoverdrachtscoëfficiënt stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	500	100	Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt water & stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	417	96	Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom & stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	455	98	Toename warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom t.o.v. water	%	9 %	2 %
		Clean conditions	Fouled conditions																										
Warmteoverdrachtscoëfficiënt water	W/(m <sup>2</sup> K)	2.500																											
Warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom	W/(m <sup>2</sup> K)	5.000																											
Warmteoverdrachtscoëfficiënt stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	500	100																										
Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt water & stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	417	96																										
Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom & stook-/gasolie	W/(m <sup>2</sup> K)	455	98																										
Toename warmteoverdrachtscoëfficiënt stoom t.o.v. water	%	9 %	2 %																										

**Tabel 8: Temperatuurverschil en verwarmd oppervlak**

Temperatuur stoom	°C	170
Temperatuur water	°C	90
Temperatuur stook-/vacuümgasolie	°C	50
Temperatuur verschil stoom & stook-/vacuümgasolie	°C	120
Temperatuur verschil water & stook-/vacuümgasolie	°C	40
Huidige verwarmd oppervlak stoom	m <sup>2</sup>	418
Benodigd verwarmd oppervlak warm water (Clean conditions)	m <sup>2</sup>	1.368
Benodigd verwarmd oppervlak warm water (Fouled conditions)	m <sup>2</sup>	1.279

Om met warm water van 90<sup>o</sup> Celsius een vergelijkbare opwarming van de producten te kunnen bereiken als met stoom is ruim driemaal het verwarmd oppervlak noodzakelijk. Dit is praktisch niet uitvoerbaar op de klassieke wijze met spiralen in tanks. Een optie om het verwarmd oppervlak te vergroten is het toepassen van zogenaamde "finned tubes" spiralen. Finned tubes vervuilen veel sneller dan spiralen door de vormgeving van de finned tubes. De ruimte tussen de vinnen vangen veel vuil op waardoor de warmteoverdracht in korte tijd sterk afneemt. De onderhoudsfrequentie, het leeg- en schoonmaken tank en finned tubes, neemt hierdoor met een factor 10 toe.

Een externe warmtewisselaar voor het verwarmen van de stook-/vacuümgasolie moet, gezien de benodigde volumes, zeer groot worden gedimensioneerd. Daarnaast zijn dergelijke warmtewisselaars ook gevoelig voor vervuiling en zijn extra circulatieleidingen en pompcapaciteit nodig om de vloeistoffen rond te pompen.

Op basis van bovenstaande analyse wordt dan ook geconcludeerd dat het toepassen van warmwater verwarming technisch niet haalbaar is.