

THERMISCHE DAMPRECOMPRESSIE BIJ COSUN BEET COMPANY

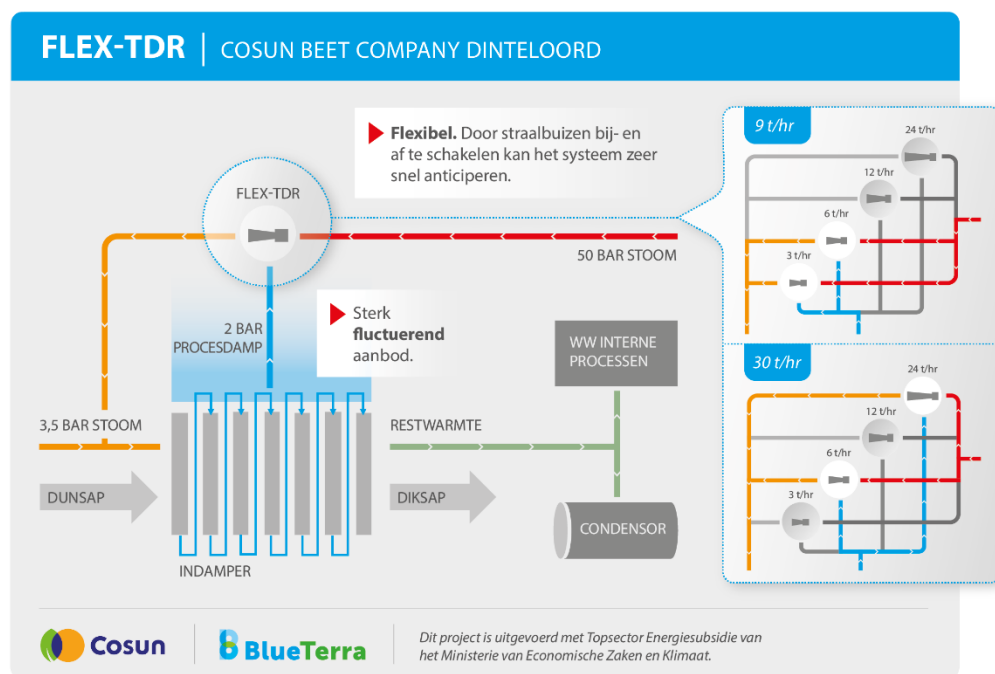
**Flex-TDR: concept, techniek en
herhalingspotentieel**

DATUM | 1 november 2020
IN OPDRACHT VAN | Cosun Beet Company

1 Over de whitepaper

Cosun Beet Company (voorheen Suiker Unie), onderdeel van Royal Cosun, heeft als ambitie de meest groene, innovatieve en succesvolle bietenverwerker van de wereld te zijn. Onderdeel van deze ambitie is het optimaal benutten van de beschikbare restwarmte. Deze whitepaper beschrijft het Flex-TDR concept, een innovatieve toepassing dat Cosun Beet Company in eigen beheer heeft ontwikkeld en samen met BlueTerra Energy Experts heeft geoptimaliseerd. Met de toepassing van Flex-TDR heeft Cosun Beet Company in de campagne van 2019/2020 3,4 miljoen m³ aardgas bespaard.

Het Flex-TDR concept wordt mede mogelijk gemaakt door subsidie uit het Demonstratie Energie Innovatie (DEI) programma. Deze regeling valt onder het topsectoren programma Energie van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en wordt uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).



De installatie is gedurende drie seizoenen (2017/18, 2018/19 en 2019/2020) intensief gemonitord en geoptimaliseerd. De verwachting is dat de besparing op gas komende jaren verder zal stijgen onder andere door een betere inzet van restwarmte en de financiële besparing door de oplopende prijs (CO₂-heffing) voor CO₂-emissie. Ook is het Flex-TDR concept een aanjager gebleken voor verdere energiebesparingen in het proces; door deze besparingen komt er meer lagedrukdamp vrij die met TDR benut kan worden.

Deze whitepaper beschrijft de drie onderdelen van het Flex-TDR concept:

- **Het concept**
- **Ontwerpachtergrond, techniek en ontwerpkeuzes**
- **Resultaten, lessons learned en herhalingspotentieel**

2 Het concept

De suikerfabriek in Dinteloord is één van de twee suikerfabrieken van Cosun Beet Company in Nederland. De heldere visie op duurzaamheid. Een van de voorbeelden daarvan is dat de 'grondstof' suikerbiet zorgvuldig wordt ontleed in hoogwaardige biobased producten. Een ander voorbeeld is de vergistingsinstallatie in Dinteloord, die bijproducten omzet in biogas, wat vervolgens in het aardgasnet wordt ingevoerd. Per jaar wordt daar ongeveer 11 miljoen kubieke meter groen gas (AE) geproduceerd.

2.1 Het proces van suiker maken

Om van suikerbieten tot suiker te komen, moet veel water verdampt worden in het productieproces. Na het doorlopen van een reeks processtappen voor het winnen en zuiveren van het suiker uit de suikerbiet wordt een suikerbietensap verkregen, dat dunsap wordt genoemd. Dit sap bevat nog relatief veel water en een klein deel droge stof (15-17% ds). Voor verdere verwerking moet het dunsap verder ingedikt worden tot diksap met een droge stof gehalte van circa 70%. Om tot diksap te komen wordt een groot deel van het water in het dunsap verdampt in meertraps indampers. De fabriek in Dinteloord gebruikt hiervoor twee indampstraten met elk 7-trappen. Meertraps indamping is een energie-efficiënte technologie, waarbij de procesdamp die ontstaat door indamping van suikersap, gebruikt wordt als warmtebron voor de volgende indampingstap. Door een 7-traps indamper toe te passen, is maar 1 ton stoom nodig om 7 ton water te verdampen! Op deze wijze wordt de energie (warmte) in het systeem zo optimaal mogelijk benut.

Door de afschaffing van het suikerquotum in 2017 kreeg Cosun Beet Company de mogelijkheid haar productiecapaciteit op te voeren. Om die reden is in 2017 de meertraps indamper uitgebreid met een zevende trap (zie foto 1). Dit heeft al een forse winst opgeleverd: een verbetering van de energie-efficiency van maar liefst 14%.



Foto 1: Cosun Beet Company: meertraps indamping

2.2 Campagnebedrijf

De suikerfabriek in Dinteloord is een typisch campagnebedrijf. De suikerfabriek kan pas starten als de eerste bieten in het najaar worden aangeleverd en stopt weer als alles verwerkt is. De campagne start regulier eind september en eindigt normaliter eind januari van het daarop volgende jaar. Hoewel het productieproces een continu proces is, spelen verschillende factoren een rol die de vraag naar energie (vooral stoom) en de beschikbaarheid van restwarmte sterk laten fluctueren. Die oorzaken zijn bijvoorbeeld:

- Batchprocessen, welke parallel lopen aan het proces van het indampen van het suikersap en gebruik maken van de damp die vrijkomt bij het indampen
- De buitentemperatuur
- Wisselende eigenschappen van de aangevoerde suikerbieten; zoals met name het suikergehalte

2.3 Energievoorziening Cosun Beet Company Dinteloord

Cosun Beet Company in Dinteloord beschikt over een eigen energieopwekking, die geheel is afgestemd op de hoge thermische energievraag van de fabriek. De installatie bestaat uit twee stoomketels met een capaciteit van 240 ton stoom per uur en een stoomdruk van 50 barg. Als energiebron gebruikt Cosun Beet Company aardgas. De stoom wordt geëxpandeerd in een tegendrukturbine, welke een generator aandrijft. Deze generator kan 25 MWe opwekken, wat meer dan voldoende is voor de eigen behoefte van de fabriek. Er kan zelfs tot maximaal 5 MWe terug geleverd worden aan het openbare net. De stoom die na de turbine beschikbaar komt heeft een druk van circa 2,5 barg en 140 °C. Deze stoom heeft voldoende energie om het indampproces aan te drijven. Een hogere druk- en temperatuur is niet gewenst, omdat dan versnelde suikerafbraak plaatsvindt in de indampers.

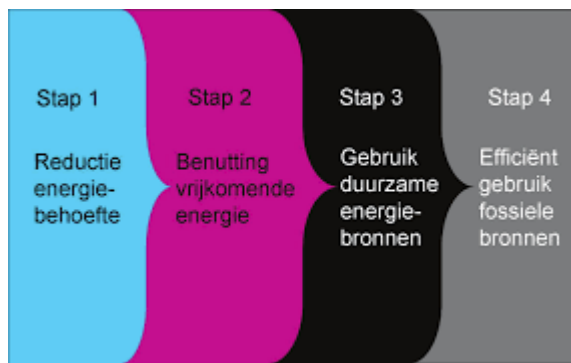
2.4 Het waarom van het Flex-TDR systeem

Kenmerkend voor het proces van suikerproductie is dat het een campagnebedrijf is met relatief weinig productie-uren per jaar. Ondanks het continue karakter van het kernproces, wordt veel flexibiliteit gevraagd in de warmtehuishouding. Daarnaast wil Cosun Beet Company gelijktijdig de capaciteit van de fabriek opvoeren én de energie-efficiency verbeteren. Deze set aan wensen en eisen vragen om innovatieve technieken en creatieve oplossingen.

Om deze reden heeft Cosun R&D het Flexibele damprecompressie- concept ontwikkeld. Het concept heeft de naam Flex-TDR gekregen, ofwel FLEXibele Thermische Damp Recompressie. Dit systeem heeft Cosun Beet Company in Dinteloord sinds 2017 succesvol geïmplementeerd. Met het Flex-TDR systeem wordt restwarmte (reststoom) van ruim 1 barg opgewaardeerd naar stoom van circa 2,5 barg, waarmee vervolgens het indampproces kan worden 'aangedreven'. Zodoende is de cirkel voor het benutten van restwarmte rond.

Intermezzo: vier-stappen model

Cosun Beet Company is een schoolvoorbeeld van het vier-stappen model voor energiebesparing en verduurzaming (zie figuur 1). Stap 1 wordt ingevuld door de 7-traps indamper: een energie-efficiënt proces. Stap 2 is het optimaal benutten van de procesdampen en restwarmte, waarin het Flex-TDR systeem een sleutelrol vervult. Stap 3 is het vergisten van de bijproducten uit het proces. En tot slot, stap 4 is het efficiënt benutten van aardgas in de warmtekracht installatie van Cosun Beet Company.



Figuur 1: Vier-stappen model energiebesparing en verduurzaming

2.5 Hoe werkt TDR?

De clou van het Flex-TDR systeem is een parallel opstelling van stooimejecteurs. Een stooimejecteur (zie figuur 2) kan damp met lagere druk meeslepen naar een hogere druk. Dit proces wordt aangedreven door hogedrukstoom in een Venturi buis. Hierdoor zijn er geen bewegende onderdelen nodig. Voor aandrijving van het proces is “verse” hogedruk *motive* stoom vereist.



Figuur 2: Werking stooimejector

De compressieverhouding van TDR is afhankelijk van de aangeboden stoomdrukken. Als vuistregel kan worden aangehouden dat de druk van de *motive* stoomdruk vijf maal hoger moet zijn als de *suction* stoomdruk, om een compressieverhouding van 1,5 te bereiken.

Voorbeeld:

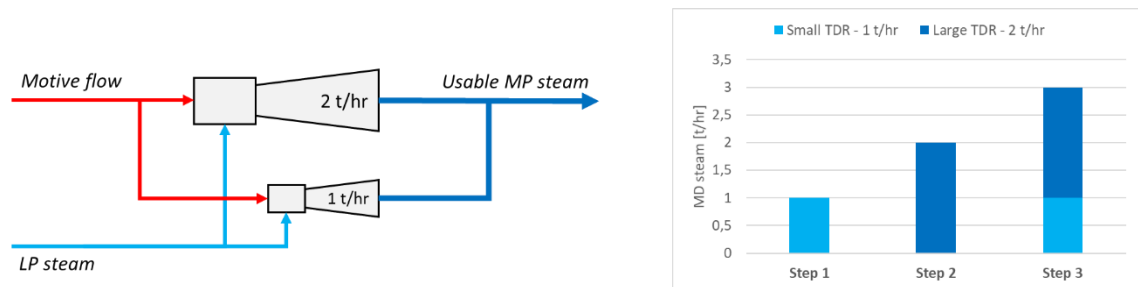
Damp recompressie van 2 bar naar 3 bar (P_d/P_s van 1,5)
Benodigde motive stoomdruk: $2 \times 5 = 10$ bar

Bij de gekozen compressie verhouding van 1,5 is de benodigde hoeveelheid motive steam veelal gelijk aan de hoeveelheid suction steam. Hogere compressie verhoudingen zijn mogelijk, maar hebben meer motive steam nodig waardoor de besparing afneemt. Kenmerkend voor TDR is dat de compressieverhouding laag is ten opzichte van (bijvoorbeeld) Mechanical Vapor Recompression (MVR). Daartegenover staat dat TDR een relatief eenvoudige techniek is met een lage CAPEX. Hierdoor is het concept zeer geschikt voor processen met een beperkt aantal productie-uren per jaar.

2.6 Het hoe van het Flex-TDR systeem

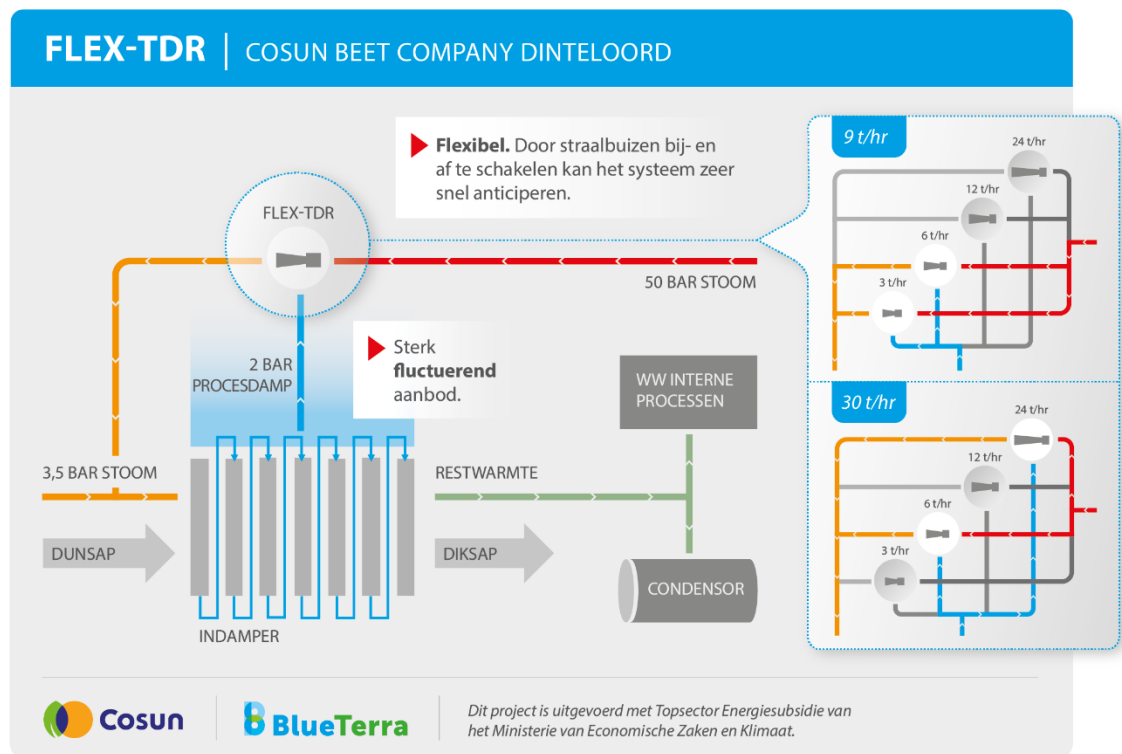
Door de variaties in de stoomvraag voor de verschillende processen in de fabriek en het restdamp aanbod, varieert de gewenste recompressiecapaciteit van de TDR tussen 5 tot 74 ton MD-stoom van 2,5 barg per uur. Veel van de benodigde stoom voor de deelprocessen wordt afgetapt uit de meertraps indamper.

Het op- en afschakelen van capaciteit moet daarom ook snel kunnen plaatsvinden. Een van de beperkende eigenschappen van TDR is echter dat het debiet beperkt regelbaar is. Door een slimme parallelschakeling van een vierstal stoejecteurs met oplopende capaciteit is dit creatief opgelost. Hiermee wordt een goed regelbereik gerealiseerd met overlappende werkpunten. Het principe hiervan is in figuur 3. weergegeven.



Figuur 3: Capaciteitsregeling Flex-TDR

Het prinseschema van de Flex-TDR installatie die bij Cosun Beet Company Dinteloord is gebouwd, is in figuur 4 weergegeven. In totaal zijn er vier stoejecteurs geplaatst met een oplopende capaciteit van 3, 6, 12 en 24 ton MD-stoom per uur met een druk van 2,5 barg. Deze installatie is sinds de campagne van 2017 in bedrijf.



Figuur 4: Principeschema Flex-TDR

3 Ontwerpachtergrond, techniek en ontwerpkeuzes

Dit hoofdstuk gaat dieper in op het Flex-TDR systeem zoals dat in de suikerfabriek van Cosun Beet Company in Dinteloord is gerealiseerd: de ontwerpachtergronden, de techniek en de ontwerpkeuzes die gemaakt zijn.

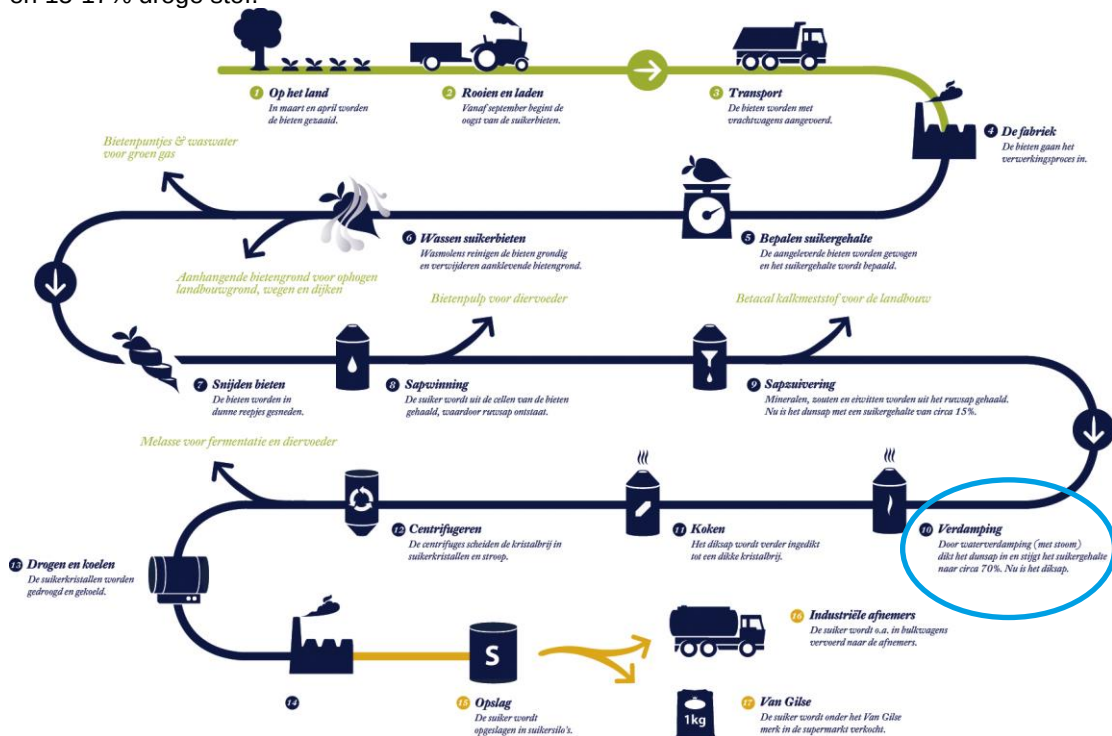
3.1 Doelstellingen van het Flex-TDR project

De doelstelling van dit demonstratieproject zoals die bij de DEI-subsidieaanvraag zijn geformuleerd, is driedelig;

- Het energieverlies (condensorverlies) op de locatie Cosun Beet Company Dinteloord te minimaliseren tot nul.
- Demonstreren dat de flexibele inzet van TDR de lage druk reststoom van een sterk fluctuerende kwantiteit en kwaliteit kan omzetten in hogere druk stoom.
- De Nederlandse industrie een oplossing te bieden om restwarmteverliezen uit procesdamp sterk te reduceren door inzet van een vernieuwend concept op basis van flexibele inzet van TDR. Zo kan een belangrijke bijdrage geleverd worden aan de energie- en CO₂-emissie besparing op landelijke schaal.

3.2 Productieproces van suiker

Om van suikerbieten tot suiker te komen, moet veel water worden verdampt. Voor het overzicht van het productieproces zie figuur 5. Na het doorlopen van een reeks processtappen voor het winnen en zuiveren van het suiker uit de suikerbiet wordt een suikerbietensap verkregen, dat dunsap wordt genoemd. Dit sap bevat nog relatief veel water en 15-17% droge stof.



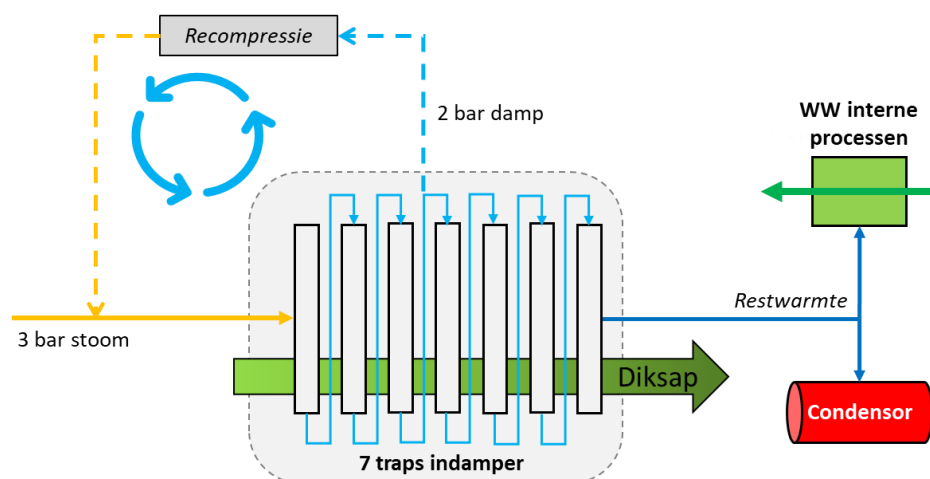
Figuur 5: Overzicht productieproces van suiker

Het dunsap wordt in twee parallel geschakelde meertraps-indampers ingedikt tot een diksap met een droge stof gehalte van circa 70%. Beide indamperstraten bestaan uit zeven verdampingslichamen met een steeds afnemende druk. Meertraps indamping is een energie-efficiënte technologie, waarbij de procesdamp die ontstaat door indamping van suikersap, gebruikt wordt als warmtebron voor de volgende indampingstap. Hierdoor is de waterverwijdering zeer energie-efficiënt: voor het verdampen van 7 ton water uit het dunsap is maar 1 ton stoom nodig.

Op verschillende plekken in het indampproces wordt damp afgetapt om andere onderdelen van het suikerproces van warmte te voorzien. Door het wisselende warmtegebruik van deze processen, en variaties in het suikergehalte van het sap door variaties in de bieten blijft er vaak warmte in de vorm van damp over na de laatste indampstap. Deze warmte wordt vernietigd in een condensor, het zogenaamde condensor verlies, om het drogestofgehalte van het diksap te kunnen regelen.

3.3 Recompressie van procesdamp

Door een deel van de procesdamp uit de 3^e indamper te recomprimeren kan dit condensor verlies worden gereduceerd. Hierdoor wordt verse stoom bespaard, waardoor de indamp efficiëntie verder stijgt. Dit is schematisch weergegeven in figuur 6.



Figuur 6: Schematisch overzicht van recompressie procesdamp

3.4 Ontwerputgangspunten en criteria voor het Flex-TDR concept

In de case studie en ontwerpfase heeft Cosun R&D de volgende criteria gehanteerd, die geleid hebben tot het Flex-TDR concept.

- Robuuste en betrouwbare techniek
- Hoge operationele flexibiliteit, zowel in capaciteit als regelsnelheid
- Positief milieu effect door verlaging netto energie gebruik en CO₂ emissie.
- Economisch rendabel, ETVT < 5 jaar

3.5 MDR of TDR?

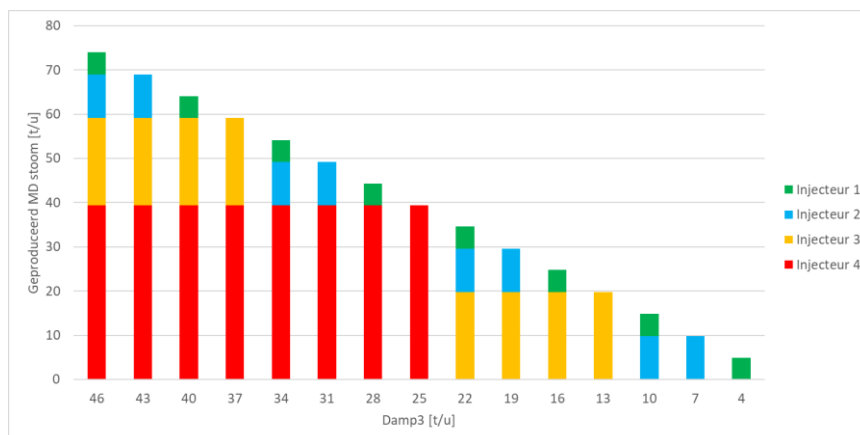
Voor het recomprimeren van dampstromen zijn er twee marktrijpe technieken beschikbaar; Mechanische Damp Recompressie (MDR) en Thermische Damp Recompressie (TDR). Beide technieken verdichten de ingaande (lagere druk) stoom waarmee een hogere druk wordt gecreëerd. Het verschil zit in de drijvende kracht. MDR wordt mechanisch gedreven, TDR wordt met een thermische stroom met hogere druk door middel van impuls aangedreven, meestal door middel van stoom.

Dit verschil in drijvende kracht resulteert in een groot verschil in de uiteindelijke investering. De MDR met mechanische aandrijving bestaat uit een groot aantal bewegende onderdelen en omvangrijke hulp- en besturingssystemen. TDR daarentegen bestaat uit een simpele ejecteur zonder complexe hulpinstallaties. Dit vertaalt zich in een vijf- tot tienmaal hogere investering voor MDR systemen in vergelijking met TDR systemen. Nadeel van TDR ten opzichte van MDR is dat TDR energetisch een aanzienlijk lager rendement heeft. Door de gelimiteerde bedrijfstijd van de bietencampagne heeft Cosun Beet Company een kleinere periode per jaar om een investering terug te verdienen. Het resultaat hiervan is dat TDR concept wel rendabel is, en een MDR installatie niet. Daarnaast kan MDR tot circa 50% van zijn maximale capaciteit terug geregeld worden, terwijl een regelbereik van 0% tot 100% benodigd is.

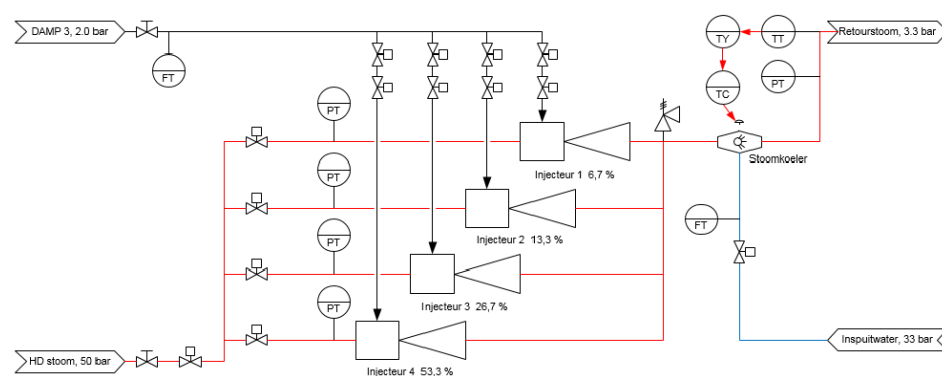
3.6 Het Flex-TDR concept bij Cosun Beet Company Dinteloord

Met het Flex-TDR systeem wordt de aftapdamp van de derde indamptrap van ruim 1 barg opgewaardeerd naar stoom van circa 2,5 barg. Hiermee wordt vervolgens het indampproces 'aangedreven'. Zodoende is de cirkel voor het benutten van restwarmte rond, zoals te zien in figuur 4 op pagina 6.

Door stoomejecteurs met verschillende en oplopende capaciteit te kiezen, is het mogelijk om flexibel te reageren op de actuele procescondities. De Flex-TDR kan worden geregeld in stappen van 4 t/hr, zoals weergegeven in figuur 7. Het proces flow diagram van de Flex-TDR is in figuur 8. getoond.



Figuur 7: Regelbereik Flex-TDR



Figuur 8: Proces Flow Diagram Flex-TDR

3.7 Resultaat van de campagne 2019-2020

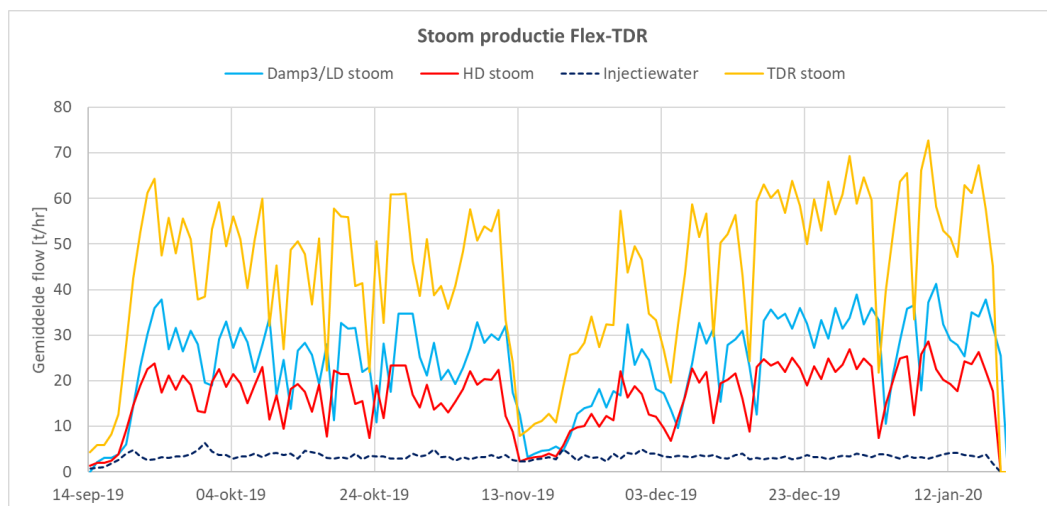
De installatie is in 2017 in bedrijf genomen. Vanaf 2018 heeft de installatie naar tevredenheid gefunctioneerd. Door intensieve monitoring en optimalisatie door Cosun Beet Company, Cosun R&D en BlueTerra Energy Experts is de installatie iedere campagne verder verbeterd. Het resultaat daarvan zal in het volgende hoofdstuk uitgebreider worden toegelicht; hieronder staan beknopt enkele resultaten genoemd.



Foto2: De Flex-TDR installatie bij Cosun Beet Company Dinteloord in aanbouw

In figuur 9 is het verloop van de stoomproductie door de Flex-TDR getoond. Opvallend hierbij is onder meer:

- De lange campagnetijd 2019-2020.
- Grote variaties in de capaciteit van de thermocompressie: storingen of veranderingen in de fabriek worden gecorrigeerd door de thermocompressie.
- Er is lang (maar met onderbrekingen in november en december) op maximale capaciteit gedraaid. Dit door een relatief laag suikergehalte in de biet in 2019 waardoor extra behoefte was aan de werking van de thermocompressoren.
- De hoge output van de Flex-TDR: de maximale capaciteit van 72 ton per uur wordt regelmatig bereikt.

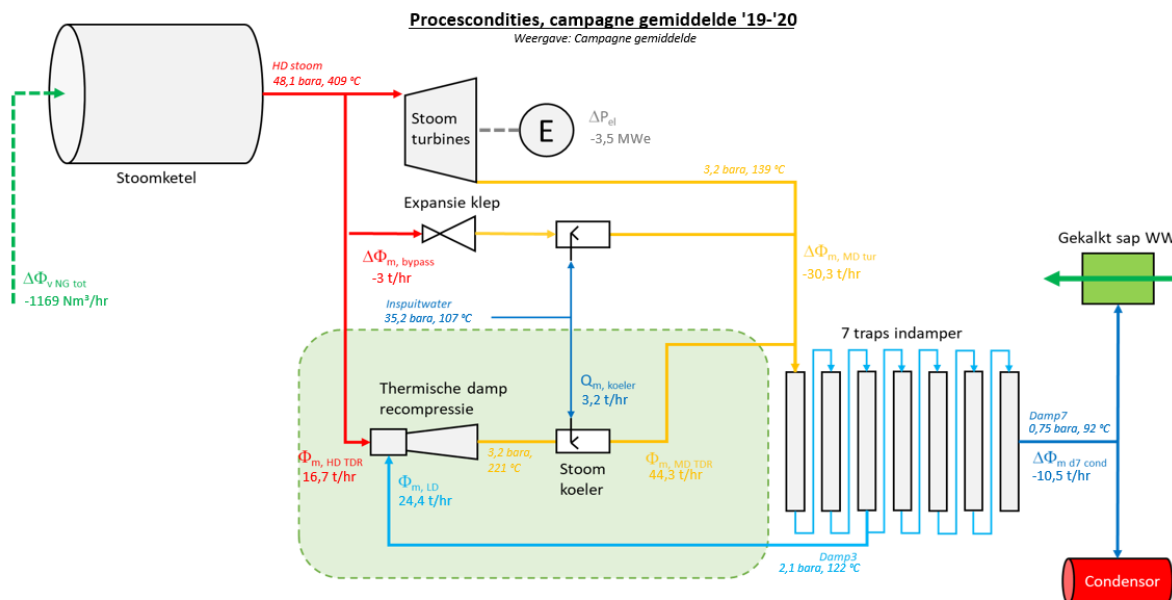


Figuur 9: Stoomproductie Flex-TDR tijdens campagne 2019-2020

3.8 Energiebesparing

In figuur 10 zijn de gemiddelde procescondities van de campagne 2019-2020 getoond. De overall performance tijdens de campagne van 2019-2020 is dat een effectieve besparing van 3,4 miljoen m3 aardgas per jaar gerealiseerd is.

Noot: de negatieve waarden bij de stoomketel en de generator geven de stoombesparing c.q. de ontsparing van elektriciteit aan.



Figuur 10: Gemiddelde procescondities tijdens de campagne van 2019-2020

4 Resultaten, lessons learned en herhalingspotentieel

De installatie is gedurende drie seizoenen (2017/18, 2018/19 en 2019/20) intensief gemonitord en geoptimaliseerd. De verwachting is dat de besparing komende jaren verder zal stijgen onder andere door een betere inzet van restwarmte en de oplopende prijs (CO₂-heffing) voor CO₂-emissie. Ook is het Flex-TDR concept een aanjager gebleken voor verdere energiebesparingen in het proces; door deze besparingen komt er meer lagedrukdamp vrij die met TDR benut kan worden.

De lessons learned betreffen de periferie van de installatie, zoals: de koeling van de door de TDR geproduceerde MD-stoom, het functioneren van de stoomflowmeters, de capaciteitsregeling, het voorkomen van suikerdoorslag en de geluidsproductie van de ejecteurs. Met Flex-TDR concept hebben Cosun R&D en Cosun Beet Company in de afgelopen drie jaren bewezen dat energiebesparing, CO₂-emissiereductie en procesoptimalisatie hand in hand kunnen gaan.

Het Flex-TDR concept is een innovatief concept dat door meerdere bedrijven en processen toegepast kan worden. Hierbij kan gedacht worden aan andere productielocaties van Cosun Beet Company, maar ook aan soortgelijke branches en processen, zoals de aardappelverwerkende industrie en de papierindustrie. In dit hoofdstuk staan we stil bij de resultaten, lessons learned en het herhalingspotentieel.

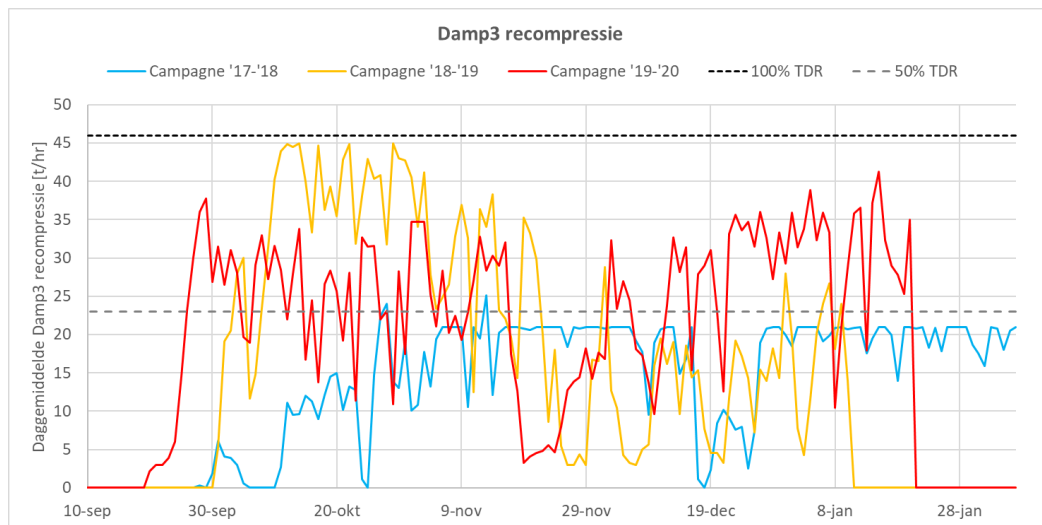
4.1 Meetresultaten campagnes 2017/18, 2018/19 en 2019/20

De gehele installatie van de suikerfabriek in Dinteloord is gedurende drie campagnes intensief gemonitord. Dit heeft een goed inzicht in de performance en verdere optimalisatie van de Flex-TDR opgeleverd. In tabel 1 is het overzicht gegeven van de overall prestatie per campagne. In figuur 11 is de productie van stoom voor ieder seizoen getoond. Opvallend hierbij is dat:

- de Flex-TDR installatie in de campagne van '17/'18 op maximaal halve kracht heeft gedraaid ten gevolge van suikerdoorslag uit de indamper. Bij suikerdoorslag komt er suiker in het ketelvoedingwater, wat ernstige schade aan de pijpen van de stoomketel kan veroorzaken. Om dit tijdens dit seizoen te voorkomen, is met de Flex-TDR installatie op beperkte capaciteit gewerkt.
- in de campagne van '18/'19 er in november en december storingen in het productieproces waren die ook invloed hadden op het functioneren van de Flex-TDR; verder nam de stoomvraag gedurende de campagne af (dit is het normale beeld)
- in de campagne van '19/'20 is lang (maar met onderbrekingen in november en december) op maximale capaciteit gedraaid. Dit door een relatief laag suikergehalte in de biet in 2019 waardoor extra behoefte was aan de werking van de thermocompressoren.

		Campagne '17-'18	Campagne '18-'19	Campagne '19-'20	Totaal
Flex-TDR in bedrijf	[dagen]	126	108	127	361
Totale campagneduur		147	120	133	400
Flex-TDR recompressie stoom	[ton]	48.600	57.800	73.700	180.100
Reductie condensor verlies (stoom)	[ton]	22.100	25.200	31.900	79.200
Aardgasbesparing	[nm ³]	2.401.000	2.234.000	3.564.000	8.189.000

Tabel 1: Kerncijfers inzet Flex-TDR gedurende drie campagnes



Figuur 11: Hoeveelheid gerecomprimeerde damp door Flex-TDR gedurende drie campagnes

4.2 Lessons learned

Gedurende de driejarige monitorings- en optimalisatie zijn verschillende verbeteringen naar voren gekomen. Deze lessons learned, die in een volgend ontwerp prima kunnen worden verwerkt, betreffen de volgende onderwerpen:

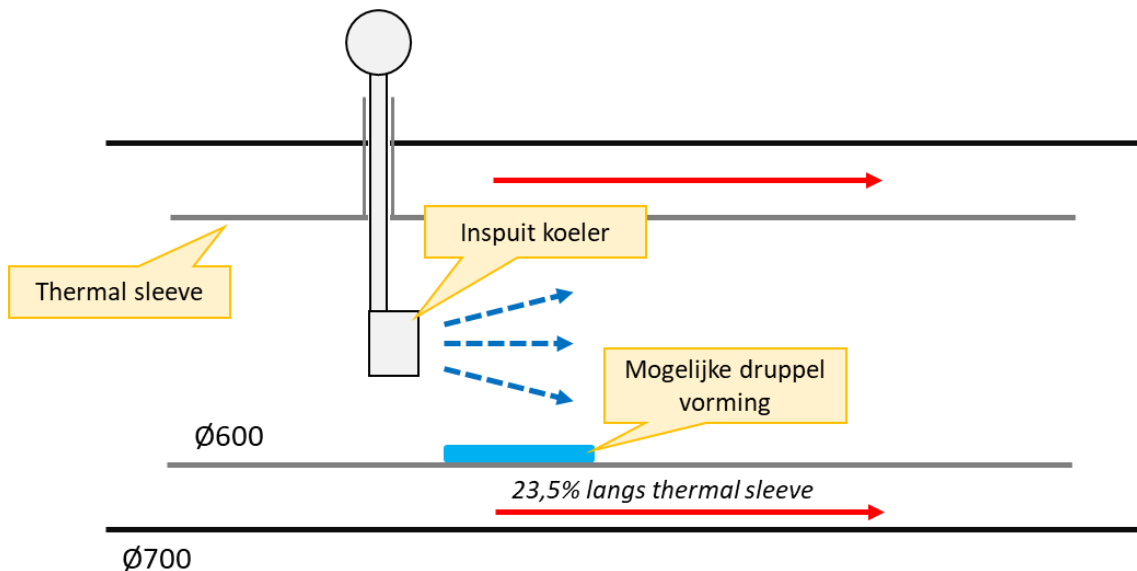
- koeling van de door de TDR geproduceerde MD-stoom
- thermal sleeve van de stoomkoeler
- stoom flowmeters
- vertrouwen in de TDR-capaciteitsregeling
- suikerdoorslag van de indampers
- geluidsproductie van de ejecteurs

4.3 Koeling van MD stoom

In het ontwerp van de Flex-TDR is gekozen voor een centrale stoomkoeler. De stoomkoeler is nodig om de door de ejecteurs geproduceerde oververhitte stoom op de juiste temperatuur te brengen. Door de grote range in het stroomdebiet was het debiet van het inspuutwater vaak te hoog, waardoor een deel van het water niet verdampt werd en via condenspotten werd afgevoerd. Dit is verbeterd door te experimenteren met nozzles, hoewel dit niet een optimale situatie gaf. Het advies voor een volgend ontwerp is om de stoomkoelers na elke ejecteur te plaatsen. Deze koelers kunnen geoptimaliseerd worden voor het debiet van de straalbuis.

4.4 Thermal sleeve van de stoomkoeler

Na de TDR ejecteurs is er een inspuitskoeler geplaatst om de geproduceerde MD-stoom te temperen met condensaat. Eventuele druppelvorming in deze inspuitskoeler zou in het leidingwerk thermische stress kunnen veroorzaken. Om deze reden is de koeler uitgerust met een thermal sleeve, zoals weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12: Schematische weergave van de thermal sleeve in de stoomkoeler

Met deze thermal sleeve worden eventuele druppels opgevangen in een open binnen-buis, waardoor de primaire leiding geen thermische stress ondervindt. In praktijk bleek echter ruim 20% van de MD stoom door de tussenliggende ruimte te lopen. Deze lekstroom verstoort de algehele werking van de inspuitskoeler, waardoor de stoom off-spec raakte. Om verdere problemen te voorkomen is besloten om de thermal sleeve te verwijderen.

4.4.1 Stoom flowmeters

Voor het meten van de stoomflow zijn twee flowmeters toegepast: één voor de lagedruk aftapdamp en één in de koelwaterleiding van de stoomkoeler. De meting in de lagedrukleiding bleek tijdens de metingen niet betrouwbaar te zijn. Tijdens de monitoringperiode is dit opgelost door met behulp van het bestaande procesmodel van de suikerfabriek de overige waarden te bepalen. Het advies voor een volgend ontwerp is om (ook) de gecomprimeerde damp te meten door in de MD stoomleiding een flowmeter te plaatsen. Hierdoor wordt het hele Flex-TDR proces gemeten en kunnen de uitkomsten gevalideerd worden. Daarnaast geeft dit een beter zicht op de werkelijke LD/HD stoom verhouding.

4.4.2 Vertrouwen in de capaciteitsregeling

In de loop van de campagnes is er door de operators in toenemende mate gebruik gemaakt van de automatische TDR-regeling. Deze regeling stuurt de hoeveelheid aangezogen damp op basis van verschillende procesparameters, zoals de condensorklep en het suikergehalte van het diksap. Hoewel de eerste ervaringen goed zijn, bleken er een paar verbetermogelijkheden in de software te zitten:

- Veranderingen in het indampproces kunnen aan de stoomzijde snel doorgevoerd worden, maar zijn aan de productkant (diksap) pas meetbaar bij de zevende trap. Dit veroorzaakt soms overcompensatie door de regeling en instabiliteit. Als oplossing hiervoor is een vertraging in de regeling ingebouwd.
- Bij een te lage dampstroom uit de indamper wordt de TDR vaak op handbedrijf in de laagste stand gehouden om het systeem op temperatuur te houden. Hiervoor is een warmhoud stand toegevoegd aan de software.

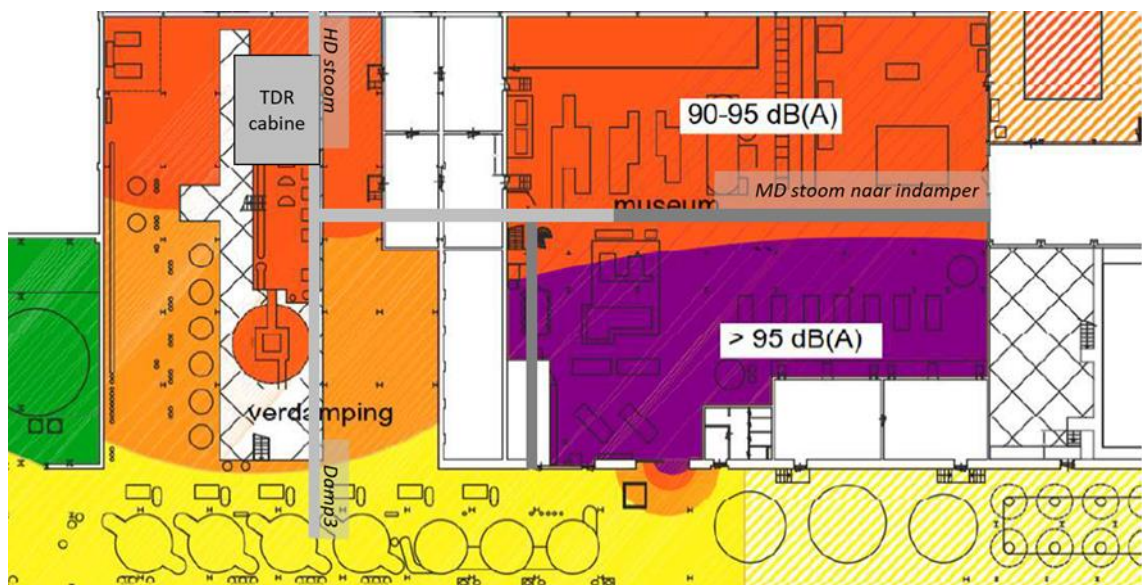
4.4.3 Suikerdoorslag van de indampers

Wanneer de TDR tijdens de eerste campagne op meer dan 50% van de maximale flow werd ingezet bleek de aanzuigkracht dusdanig groot dat er processappen werden meegezogen (z.g. suikerdoorslag) naar de TDR. De gecompriëerde procesdamp is feitelijk ketelvoedingwater, dat naar de stoomketels gaat. Als er suiker in de pijpen van de stoomketel komt, kan dit leiden tot aanslag op de pijpen. De hotspots die hierdoor op de pijpen ontstaan, kunnen flinke schade veroorzaken.

Tijdens de eerste campagne is deze suikerdoorslag voorkomen door de TDR op maximaal 50% te bedienen. Als oplossing van dit euvel, is in de daaropvolgende intercampagne periode een druppelvanger (demister) geplaatst in de procesdamp leiding, waarmee eventuele water- en sap resten worden opgevangen vóór de TDR. Deze afgevangen sappen worden hergebruikt in de processen, of direct afgevoerd naar de waterzuivering.

4.4.4 Geluidsproductie

Tijdens de realisatie is er rekening gehouden met de geluidsproductie van de straalbuizen. Hiervoor zijn de straalbuizen o.a. in een geluidsdichte cabine geplaatst en is het leidingwerk verzwaard om resonantie te voorkomen. Na realisatie bleken vooral de stoomleidingen van/naar de fabriek (te) veel geluid te produceren. Dit betreft contactgeluid van de MD stoomleiding, dat via de staalconstructie van de fabriek afgestraald wordt in de ruimte en daar geluidsoverlast veroorzaakt. In onderstaande figuur 13 is dit geïllustreerd. Aangezien de fabriek al veel bestaande geluidsbronnen heeft, zijn geen correctieve maatregelen toegepast.



Figuur 13: Geluidsdruk na plaatsing TDR met stoomleidingen (2019). Bron: Peutz

4.5 Herhalings- en uitbreidingsspotentieel

4.5.1 Cosun Beet Company Dinteloord

Eén van de opmerkelijke spin-offs van het Flex-TDR concept is dat binnen de beschikbare capaciteit van de Flex TDR installatie mogelijkheden ontstaan voor verdere benutting van laagtemperatuurrestwarmte, wat vervolgens leidt tot reductie van de stoomvraag. De warmte terugwinning in de fabriek is tegelijk met de thermocompressoren al uitgebreid met plaatsing van een extra warmtewisselaar. Verdere warmteterugwinning kan nu leiden tot verdere stoombesparing door nog meer gebruik te maken van de nog onbenutte capaciteit van de thermocompressoren. Zonder thermocompressie leidde een verbetering van de restwarmteterugwinning niet direct tot energiebesparing maar pas na een grote investering in de verdamping, omdat vergroten van restwarmteterugwinning in eerste instantie alleen maar leidde tot een hoger condensorverlies.

Een voorbeeld hiervan is dat Cosun Beet Company in Dinteloord voornemens is een gaswasser te gaan plaatsen in de dampafvoer van twee deelprocessen. Hiermee wordt er meer (rest-)warmte teruggewonnen, wat zorgt voor een verlaging van het gebruik van lagedruk stoom. Ook hierdoor komt meer lagedruk damp beschikbaar, die door de TDR opgewaardeerd kan worden. Dergelijke projecten zullen natuurlijk wel de range om de thermocompressie flexibel te benutten beperken.

4.5.2 Toepassing op andere Cosun Beet Company locaties

Op de locatie Viervelaten heeft Cosun Beet Company een vergelijkbare suikerfabriek. Deze fabriek wordt de komende tijd aangepast. Hier is gekozen voor een 8^e indamper trap in plaats van TDR. Dit omdat de bestaande eerste indampers niet geschikt zijn voor TDR. Ook is de druk van de aandrijfstoom lager, waardoor naar verhouding meer aandrijfstoom nodig is dan in Dinteloord.

Op de Cosun Beet Company locatie in Anklam (Duitsland) is er momenteel bijna geen condensorverlies door warmtekoppeling met een ander proces (bio-ethanolproductie). De noodzaak om TDR toe te passen voor restwarmtebenutting is daar (vooralsnog) niet aanwezig. Dit zou in de komende jaren kunnen veranderen door verdere besparingsprojecten. Toepassing van de TDR technologie voor de andere productielocaties van Cosun wordt onderzocht.

4.5.3 Andere branches en processen

Thermische damp recompressie zoals gerealiseerd bij Cosun Beet Company in Dinteloord, is geschikt voor andere processen en branches mits die voldoen aan de volgende randvoorwaarden:

- een voldoende groot en wisselend volume aan vrijkomende dampen op lagedruk niveau uit bijvoorbeeld indampprocessen
- een sterk wisselende en variërende behoefte aan recompressie van deze dampen
- bestaande assets, waarbinnen wel mogelijkheden zijn voor optimalisatie van warmte- en massabalans
- beperkte CAPEX-ruimte ten gevolge van bijvoorbeeld beperkte productietijd ten gevolge van seizoensproducten of campagnetijd

4.6 Doelstelling behaald

De drie primaire doelen zoals genoemd aan het begin van de whitepaper, zijn volledig gerealiseerd.

- Het condensorverlies is vrijwel tot nul gerealiseerd, en blijkt het Flex-TDR systeem de enabler te zijn van benutting van extra restwarmte.

- Er is een flexibele en robuuste installatie gerealiseerd voor de upgrading van de restwarmte.
- Het Flex-TDR concept is een innovatief concept dat door meerdere bedrijven en processen toegepast kan worden.

4.7 Tot slot

Met Flex-TDR concept hebben Cosun R&D en Cosun Beet Company in de afgelopen drie jaren bewezen dat energiebesparing, CO₂-emissiereductie en procesoptimalisatie hand in hand kunnen gaan. Met het Flex-TDR concept is Cosun Beet Company komende jaren in staat toenemende mate CO₂-emissie reductie te realiseren. Cosun is inmiddels octrooihouder van de Flex-TDR technologie voor de Europese suiker industrie. Dit project is gerealiseerd met ondersteuning van uit de DEI-regeling van de Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Auteurs

Deze whitepaper is geschreven door:



Marc van Dijk
Procestechnoloog Cosun R&D



Egbert Klop
Algemeen directeur BlueTerra Energy
Experts

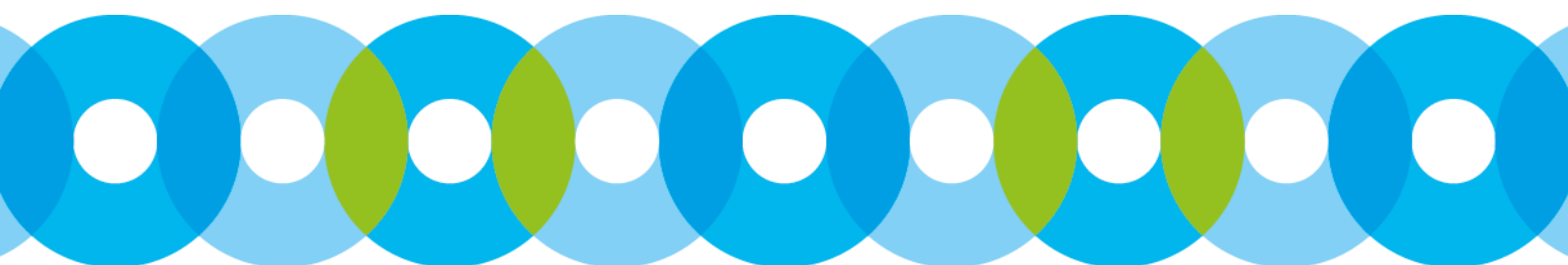


Thijs Hoek
Adviseur BlueTerra Energy Experts



René Waggeveld
Adviseur BlueTerra Energy Experts

Empowering Sustainability



Lunet 5 | 3905 NW Veenendaal | Postbus 1094 | 3900 BB Veenendaal
T +31 (0)88 - 520 04 00 | E info@blueterra.nl | I www.blueterra.nl