Eindrapportage SteamER

September 2020

Tjewei Hu

Het project is uitgevoerd met Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken.

1. Gegevens project

- Projectnummer: TESN118126
- Projecttitel: SteamER
- Penvoerder: Synext B.V.
- Medeaanvragers: Tata Steel B.V.
- Projectperiode: 1 november 2018 tot en met 1 juni 2019

2. Inhoudelijk eindrapport

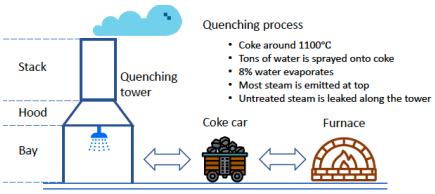
Openbaar eindrapport.

Samenvatting:

Jaarlijks wordt er volgens de RVO 10 miljoen ton stoom uitgestoten. De doelstelling is van het project om via een haalbaarheidsstudie een simulatiemodel te ontwikkelen, waarin de laagwaardige stoom uit de blustorens wordt omgezet wordt in elektriciteit. Er werd specifiek naar de blustorens gekeken van Tata steel. Tata Steel heeft 4 blustorens die 24 uur per dag, 7 dagen per week worden ingezet. In de periode van november 2018 tot en met juni 2019 zijn er door middel van deskresearch, computermodellen ontwikkeld en simulaties uitgevoerd. Ook werden er interviews afgenomen om meer inzicht te krijgen over de randvoorwaarden om de Synext technologie toe te passen. Na een uitvoerige analyse en een kosten-batenanalyse werd er uiteindelijk geconcludeerd dat de machine te complex en te kostbaar is om een machine te ontwikkelen om de restwarmte terug te winnen en om te zetten in elektriciteit. Ook de ontwikkeling van nieuwe procestechnologie zoals Hisarna[1] zal in de toekomst geen reststoom beschikbaar meer zijn om de stoommotor van Synext aan te drijven. De simulaties zijn wel waardevol gebleken om de uitstootmaatregelen zoals step quenching en watergordijn te optimaliseren.

Inleiding

Lagedruk stoom wordt in het algemeen afgeblazen omdat te weinig energetische waarde heeft om gebruikt te worden in een proces. Tata steel heeft in totaal 4 blustorens dat gebruikt wordt om kolen te blussen nadat het 24 uur in een oven gezeten te hebben. Tijdens het blussen wordt een enorme hoeveelheid 10.000 kilo lagedruk stoom geproduceerd. De stoom gaat via een schoorsteen en twee openingen aan de zijkant van toren de toren naar buiten, de atmosfeer in.



Figuur 1: Blusproces van de blustorens

Synext heeft een stoommotor technologie ontwikkeld om lagedruk stoom te condenseren en tegelijkertijd om te zetten kinetische energie oftewel mechanische arbeid. Vervolgens wordt een vliegwiel gekoppeld aan een dynamo om elektriciteit op te wekken. In dit haalbaarheidsonderzoek wordt ernaar gekeken of de technologie toepasbaar is op de blustorens van Tata Steel.

[1] https://www.tatasteel.nl/nl/duurzaamheid/innovatie/HIsarna

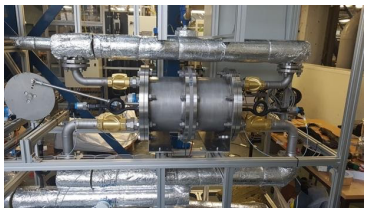
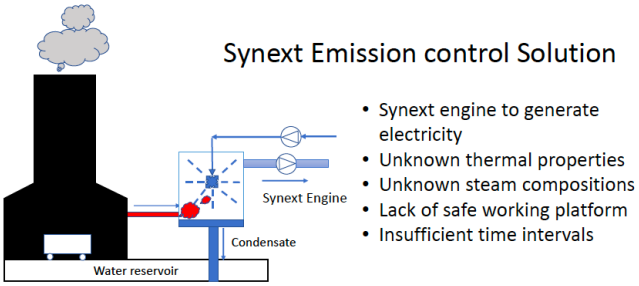


Foto 1: Synext Stoommotor locatie TU Delft, Process and Energy

Doelstelling

De doelstelling is van het project om via een haalbaarheidsstudie een simulatiemodel te ontwikkelen, waarin de laagwaardige stoom uit de blustorens omgezet wordt in elektriciteit.
De beoogde resultaten zijn zeer op de toekomst gericht omdat alle werk wat opgeleverd wordt in de toekomst hergebruikt kan worden voor andere procesinstallaties.
Het simulatiemodel kan bijvoorbeeld gebruikt als een tool om het blus proces voor kolen te optimaliseren. Met het simulatiemodel kan Tata Steel B.V.in de toekomst proces variabelen toetsen van het blusproces om zo systematisch de uitstoot te verminderen. Ook zal de simulatie een beeld schetsen hoe haalbaar het is om de Synext stoommotor toe te passen op de blustorens.



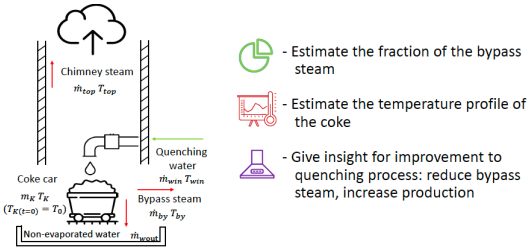
Figuur 1: Overzicht Synext technologie gekoppeld aan de huidige situatie blustoren

Werkwijze

In de periode 1 november 2018 tot en met 1 juni 2019 werden de volgende activiteiten uitgevoerd:

WP 1 Blustoren Karakteriseren en literatuuronderzoek

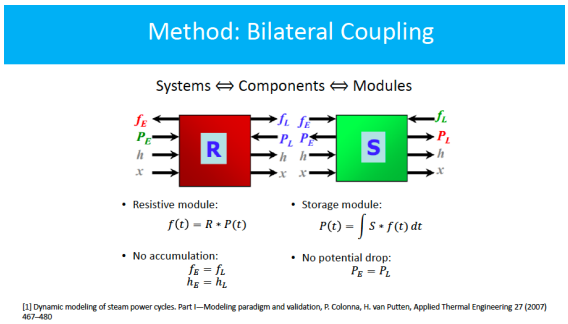
Literatuurstudie werd uitgevoerd en een basis model criteria werd opgesteld.



Figuur 2: Opzet model met beoogde outputs

WP 2 Restwarmte terugwinning modelleren

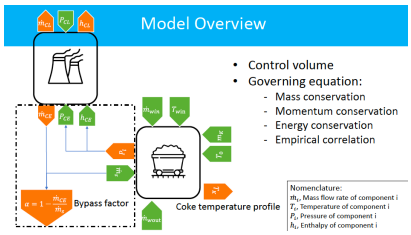
Onderzoek werd uitgevoerd doormiddel van simulaties op Matlab en Python. Dynamische modellering principe werden gebruikt, dit werd uitgevoerd op Matlab Simulink via “bilateral Coupling” principe.



Figuur 3: Modellering methode

WP 3 Model Koppeling

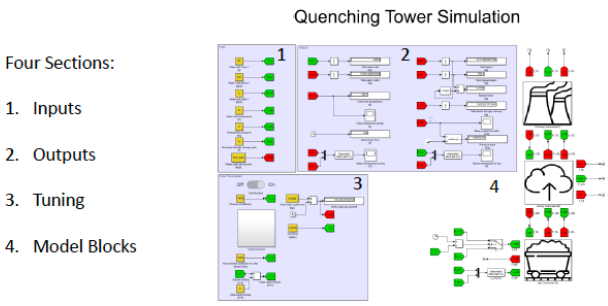
De 2 modellen werden gekoppeld door Simulink en simulaties werden uitgevoerd en gevalideerd met observaties.



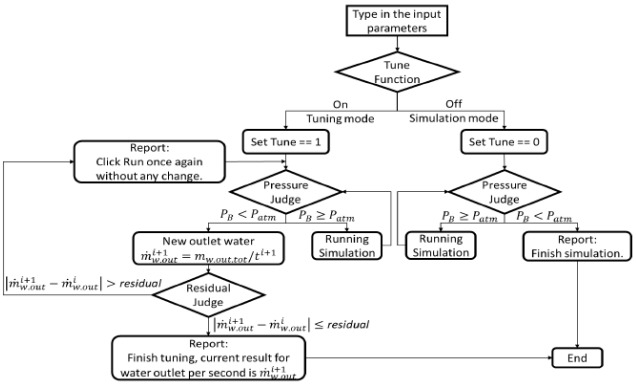
Figuur 4: Overzicht model met thermodynamische vergelijkingen

WP 4 Simulatie en analyse

Vervolgens werden er een model geprogrammeerd in Matlab Simulink.



Figuur 5: Overzicht model in Simulink



Figuur 6: Overzicht interactie tussen verschillende onderdelen

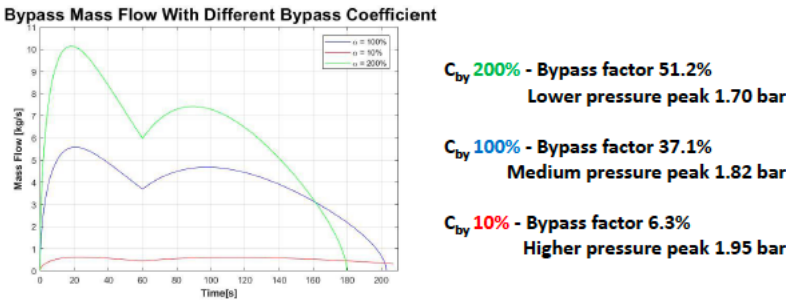
WP 5 Stakeholders analyse:

Interviews met de proces ingenieurs en fabriek managers. Informatie van de interviews werden gebruikt in de modellen.

- Randvoorwaarden voor installaties;
- Organisatie van Tata Steel voor investeringen;
- In kaart brengen van relevante en betrokken personen en afdelingen.

<u>Resultaten A) van het project zelf en B) mogelijkheden voor spin off en vervolgactiviteiten</u>

Tata Steel kan de modellen gebruiken om de uitstoot van reststoom te minimaliseren. De modellen kan een voorspelling geven van de nozzle configuratie om de process verder te optimaliseren.

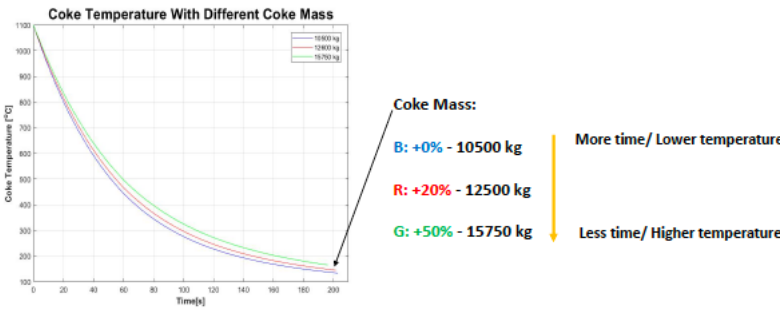


Figuur 7: Simulatie van stoom stromingen

De resultaten van dit onderzoek zijn:

- Inmiddels is de " Step Quench" (stapsgewijs blussen) in de zomer van 2019 al geïnstalleerd en succesvol getest bij Tata Steel. Door de combinatie van gedoseerd blussen en een watergordijn te creëren door watersproeikoppen te installeren aan de openingen van de toren kan de hoeveelheid stoom wat in de atmosfeer terecht komt met significant gereduceerd worden;
- Om een succesvol afzuigsysteem te ontwikkelen moet er meer onderzocht gedaan worden naar hoe effectief stoom kan worden opgezogen in een turbulente omgeving. Door de turbulente luchtstroming bemoeilijkt het proces om het te kunnen condenseren door insluiting van lucht in de condensatie kamer;
- Omdat de torens 24 uur per dag gebruikt wordt zitten bemoeilijkt dit eventuele onderhoud en reparaties;

- Voorspelling van kool temperatuur is zeer interessant voor Tata Steel om de kwaliteit van de kolen te verbeteren.

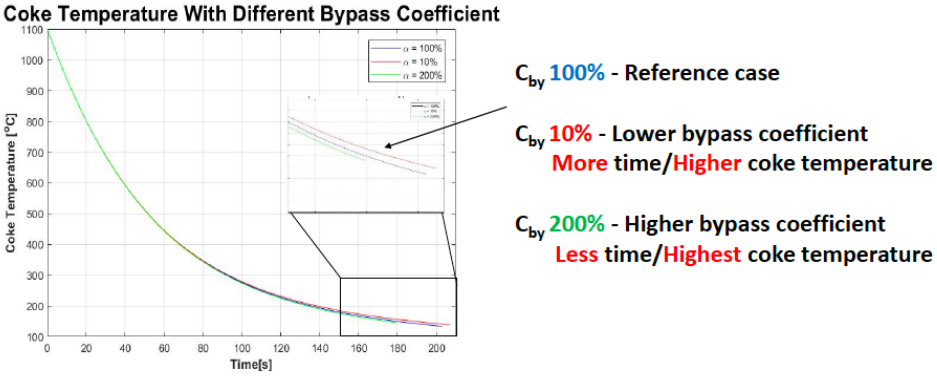


Figuur 8: Kolen temperatuur tijdens en na het blussen

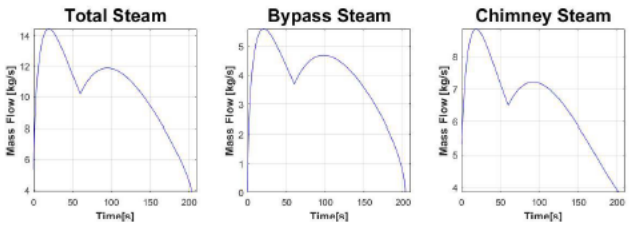
Discussie

Momenteel voldoet Tata Steel aan de milieueisen doormiddel van de “step quench” en de watergordijnen aan de zijkant openingen van de torens. Hierdoor ontstaat de discussie van welke afdeling een installatie van Synext kan en wil financieren. Om de business case rond te krijgen moeten verschillende stakeholders op een lijn zitten. Verschillende afdelingen hebben verschillende KPI’s en daardoor ontstaat er een spanningsveld wie de voortouw neemt. Opvang van stoom speelt in de toekomst een rol vanwege strengere milieu eisen indien de implementatie van Hisarna wordt uitgesteld.

Een andere uitdaging is dat de installatie geen interruptie mag geven voor de dagelijkse operaties. Het stilzetten van de blustorens kost miljoenen euro’s per dag.



Figuur 9: Bypass coëfficiënt

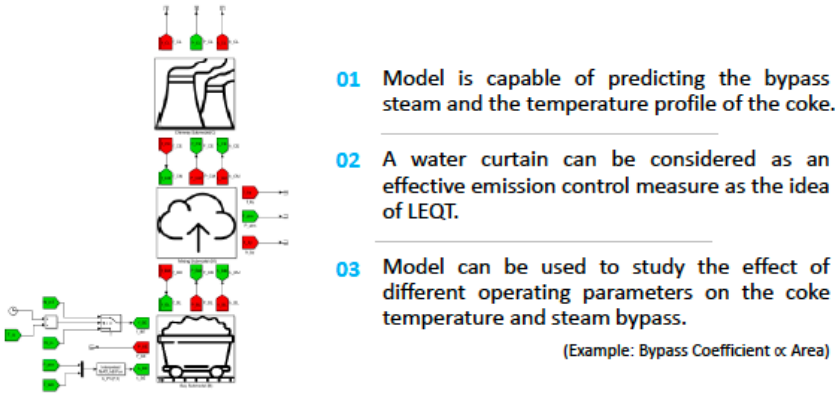


Outputs	Quenching time [s]	Coke final temperature [°C]	Total steam [kg]	Total bypass steam [kg]	Bypass factor [%/%]
Reference	203.0	133.55	2131.38	790.4	37.1 %

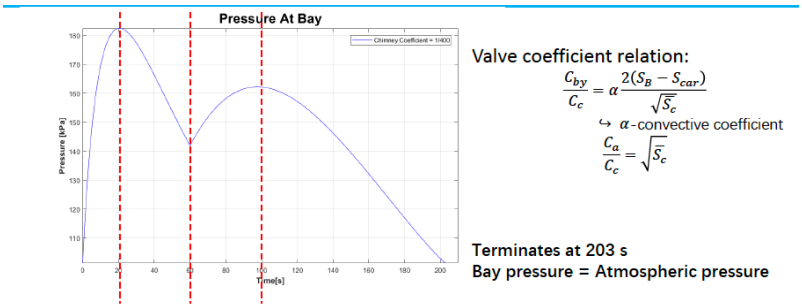
Figuur 10: Stoom uitstoot simulatie voor verschillende onderdelen van de toren

Conclusie en aanbevelingen

- De modellen die ontwikkeld zijn geparametriseerd en kan dienen als een model om de step quench en watergordijn verder te optimaliseren
- Modellen moeten gevalideerd worden met meer metingen uit de toren
- Als Hisnarsa project vertraagd wordt kan de Synext een oplossing bieden om de emissies te reduceren.
- Tata Steel management moet verschillende afdelingen en stakeholders coördineren om het uiteindelijk
- Ook moet er meer onderzocht gedaan worden naar de invloeden van weer, met name wind.



Figuur 11: Conclusie van het simulatiemodel



Figuur 12: Voorspelling van stoomdruk in de blustoren

3. Uitvoering van het project

<u>De problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost</u>

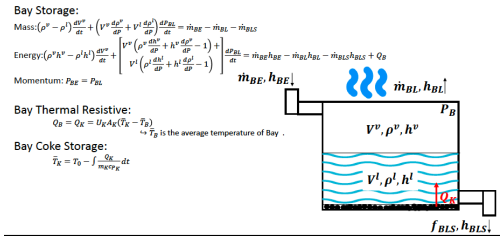
- Data verzamelen in de toren was moeilijk vanwege gevaar door hoge temperaturen en turbulente stoom stromingen;
- Weinig literatuur beschikbaar voor lagedruk stoom;

<u>Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan</u>

WP 1 Blustoren karakteriseren en literatuuronderzoek werden 32 uur meer uren gekost en WP Simulatie en analyse werden 46 uren meer gekost.

<u>Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten.</u>

Er liepen vertragingen op omdat weinig literatuur en data beschikbaar waren voor blustorens. Op het probleem op te lossen werden modellen voor “Bay Storage” gebruikt.



Figuur 13: Bay Storage vergelijkingen

<u>Toelichting wijze van kennisverspreiding</u>

TU Delft en Tata Steel gebruiken de modellen om processen verder te optimaliseren.

<u>Toelichting PR project en verdere PR-mogelijkheden</u>

Er zijn geen pr-activiteiten ondernomen. Wel is een mogelijkheid om stoom uitstoot verder te beperken wat potentieel pr-activiteit positief voor Tata Steel kan zijn.