

Westerduinweg 3
1755 LE Petten
Postbus 15
1755 ZG Petten

www.tno.nl

T +31 88 866 50 65

TNO-rapport

TNO 2019 R11529 | Eindrapport

Openbaar rapport Optimalisatie ECONomizers Biomassa Ketels

Datum	7 oktober 2019
Auteur(s)	A.J. Grootjes C.M. van der Meijden (TBM R&D) D. van der Ham (Geurts)
Aantal pagina's	10 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	-
Opdrachtgever	TKI BEE
Projectnaam	Optimalisatie ECONomizers Biomassa Ketels
Projectnummer	TEHE116364 / 5.5124 / 060.33848

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2019 TNO

Summary

Een belangrijke kostenpost voor een biomassa-gestookte installatie is de brandstof (meestal houtchips). Door het rendement van de installatie te verhogen kunnen de brandstofkosten per geproduceerde kWh omlaag.

Een eenvoudige manier om het rendement te verhogen is het dieper koelen van de rookgassen.

De doelstelling van het project is om met een ECONomizer het overall rendement van een Bio-WKK met tenminste 3 procentpunt te verhogen en hierbij warmte te produceren dat toepasbaar is voor bijvoorbeeld het voorwarmen van het retourwater uit een kassencomplex.

Om een lage temperatuur ECONomizer (70 – 80 °C) toe te kunnen passen in rookgas uit een biomassa ketels is het van belang te weten wat de problematische componenten zijn die vervuiling / corrosie van de warmtewisselaar veroorzaken. Op basis van deze informatie kunnen materialen en reinigingssystemen geselecteerd worden voor de lage temperatuur ECONomizer.

De resultaten uit het project laten zien dat het rookgas van biomassaketels gevoed met schoon droog hout zeer weinig zuur bevat. De ECONomizer functioneert goed vanuit de optiek van corrosie gedurende de duurtest.

Het gebruik van een ECONomizer levert extra warmte op hetgeen de thermische efficiëntie van de installatie verhoogt in die gevallen waarbij deze warmte op een temperatuurniveau van 70-80 °C kan worden afgenomen. Indien er een warmtevraag is met een retourtemperatuur van minder dan 50 graden, dan is de toepassing van een rookgascondensor efficiënter.

Het toepassen van een ECONomizer in zowel bestaande als in nieuwe biomassa gestookte installaties is economisch zeer interessant indien er SDE+ subsidie wordt verstrekt op de extra geproduceerde warmte. Zonder SDE+ subsidie is een ECONomizer nog steeds interessant met een acceptabele terugverdientijd.

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

Inhoudsopgave

	Summary	2
1	Project informatie	4
2	Openbare project samenvatting.....	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Doel.....	5
2.3	Samenvatting van project activiteiten	5
2.4	Verwachte resultaten	6
3	Project uitvoering	7
3.1	Resultaten.....	7
3.2	Highlights	7
3.3	Project uitdagingen	7
3.4	Toepassing van resultaten	7
3.5	Bijdrage aan de Bio Based Economy	8
4	Kennisdisseminatie	9
5	Ondertekening	10

1 Project informatie

Project nummer: TEHE116364 / 5.5124 / 060.33848

Projecttitel: Optimalisatie ECONomizers Biomassa Ketels

Projectperiode: 01-04-2017 - 31-05-2019

Overzicht deelnemers:

Tabel 1 Deelnemers project

Naam deelnemer	Type organisatie ¹	Rol in project
Geurts International	Middel groot	Ontwikkelen & bouwen van lage temperatuur ECONomizer
TBM R&D	Klein bedrijf	Beproeven ECONomizer achter commerciële schaal installatie
ECN part of TNO	Onderzoeksorganisatie (niet-economische activiteiten)	Coördinator, uitvoering van metingen en analyses.

Dit project wordt uitgevoerd met Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken.

2 Openbare project samenvatting

2.1 Inleiding

Een belangrijke kostenpost voor een biomassa-gestookte installatie is de brandstof (meestal houtchips). Door het rendement van de installatie te verhogen kunnen de brandstofkosten per geproduceerde kWh omlaag.

Een eenvoudige manier om het rendement te verhogen is het dieper koelen van de rookgassen. Op veel locaties komt retourwater uit warmtenetten terug op een temperatuur van 50 tot 70 °C. Dit is in het algemeen te hoog om een condenserende warmtewisselaar te gebruiken maar een ECONomizer die het rookgas terug koelt naar ongeveer 70 tot 80 °C, waarbij het retourwater uit het warmtenet wordt opgewarmd tot ruim 70 °C, is goed inzetbaar.

Watercondensatie kan bij deze temperaturen voorkomen worden (mits de biomassa niet te nat is), maar condensatie van o.a. zwavelzuur is een probleem. In de praktijk zijn aanbieders van biomassa gestookte ketels daarom zeer behoudend in het ver terugkoelen van de rookgassen uit biomassa gestookte ketels.

Om een lage temperatuur ECONomizer toe te kunnen passen in rookgas uit een biomassa ketels is het van belang te weten wat de problematische componenten zijn die vervuiling / corrosie van de warmtewisselaar veroorzaken. Op basis van deze informatie kunnen materialen en reinigingssystemen geselecteerd worden voor de lage temperatuur ECONomizer.

2.2 Doel

De doelstelling van het project is om het overall rendement van een Bio-WKK met tenminste 5 procentpunt te verhogen en hierbij warmte te produceren dat toepasbaar is voor bijvoorbeeld het voorwarmen van het retourwater uit een kassencomplex.

2.3 Samenvatting van project activiteiten

WP 1 - Inventarisatie

ECN part of TNO heeft een literatuur review gedaan om zo veel mogelijk achtergrond informatie boven water te halen. Deze review is in het begin van het project gedaan.

Bij de biomassa installatie in Uden is een uitvoerig meetprogramma uitgevoerd om vast te stellen in welke concentraties verontreinigingen zoals o.a. H₂SO₄, SO₂, SO₃, HCl en andere vaste chlorides en sulfaten in het rookgas aanwezig zijn. TBM heeft bij het uitvoeren van het meetprogramma geassisteerd.

De resultaten uit dit werkpakket zijn als input voor WP2 gebruikt.

WP 2 - Ontwerp, bouw & installatie test ECO

Op basis van de resultaten uit WP 1 heeft Geurts de lage temperatuur ECONomizer ontworpen en gebouwd. De testopstelling is tijdens de testen van WP3 gevoed met het rookgas van een biomassa verbrandingsinstallatie na een doekenfilter op een temperatuur tussen de 150 en 180°C.

WP 3 – Duurtesten.

De duurtesten van de lage temperatuur ECONomizer zijn uitgevoerd bij TBM in Uden. TBM heeft het testprogramma uitgevoerd met ondersteuning van ECN part of TNO voor de metingen en het nemen van monsters.

WP 4 - Ontwerp commerciële installatie

Een uitgewerkt ontwerp en een kostenschatting is gemaakt voor een demonstratie op commerciële schaal . Hierin is ook de integratie met een rookgascondensor meegenomen.

WP 5 - Coördinatie, kennis-disseminatie en rapportage

ECN part of TNO heeft het project gecoördineerd, de (eind)rapportage verzorgd en de resultaten gepresenteerd op een conferentie.

2.4 Verwachtte resultaten

Het resultaat van dit project is het ontwerp van een ECONomizer op lage temperatuur die langdurig (> 500 uur) getest is onder realistische condities op beperkte schaal.

Na dit project moet het mogelijk zijn voor de leverancier om het product langdurig op commerciële schaal te demonstreren.

Elke 15°C reductie in schoorsteentemperatuur geeft een verhoging van het overallrendement van ongeveer 1% punt. Dit komt overeen met een reductie in brandstofkosten van circa 1%. Streven is een verlaging van de rookgastemperatuur van 130 naar tenminste 85°C wat neer komt op een rendementswinst van tenminste 3-4,5 % punt (dit is een conservatieve aanname).

3 Project uitvoering

3.1 Resultaten

Uit de studie naar geschikte materialen kan het volgende geconcludeerd worden: De ECONomizer werkt in een temperatuurgebied van 75 en 165 °C. Onder dergelijke condities en wanneer de biomassa niet verwaarloosbare (b.v. > 50 mg/kg d.b.) hoeveelheden zwavel bevat is het aannemelijk dat enig zwavelzuur condensaat gevorm zal worden op de warmtewisselaar. Voor de selectie van geschikte materialen voor de ECONomizer zijn een aantal eisen opgesteld:

- Chemische bestendigheid van het buismateriaal
- Lasbaarheid van het buismateriaal
- Verkrijgbaarheid van het buismateriaal
- Buigbaarheid/rekgrens van het buismateriaal
- Looptijd en kosten

Op basis van de uitkomsten van de studie is een staalsoort gekozen en is een ECONomizer ontworpen en gebouwd voor duurtesten in de TBM Wattplant te Uden. Er zijn rookgas metingen gedaan ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{SO}_2/\text{SO}_3$ (zwavelzuur en SO_x), HCl, CO, CO_2 , NO, NO_2 en O_2) bij TBM installaties in Uden en Bleiswijk.

Naast het experimentele werk is tevens een ontwerp opgeschaald en is het economisch perspectief bepaald van de volle schaal ECONomizer.

3.2 Highlights

Het rookgas van de biomassa ketels van TBM bevat lage concentraties zuren. De duurttest van 1100 uur heeft geen zichtbare corrosie aan de ECONomizer buizen opgeleverd. De ECONomizer prestaties zijn uitstekend en werkt conform het ontwerp.

Het toepassen van een ECONomizer in bestaande als in nieuwe biomassa gestookte installaties is economisch zeer interessant indien er SDE+ subsidie wordt verstrekt op de extra geproduceerde warmte.

3.3 Project uitdagingen

Vanwege een vertraging in de productie van de ECONomizer kon de geplande testdatum niet gehaald worden.

3.4 Toepassing van resultaten

Het toepassen van een ECONomizer levert een efficiëntie verhoging op, hetgeen een kostenbesparing van de brandstofkosten oplevert. De economische evaluatie van het commerciële ontwerp laat zien dat een ECONomizer zelfs bij warmtelevering die niet subsidiabel is vanwege overproductie een acceptabele terugverdientijd heeft. Kan er warmte geleverd worden die extra SDE+ subsidie genereert, dan is de terugverdientijd zeer kort, zowel voor een bestaande als een nieuwe biomassa installatie. Dit geeft aan dat als er op locaties waar de

retourtemperatuur van het water uit het warmtenet ongeveer 50°C bedraagt een ECONomizer bijzonder interessant is, zeker als de extra warmte productie extra SDE+ subsidie oplevert.

3.5 Bijdrage aan de Bio Based Economy

Elke 15°C reductie in schoorsteentemperatuur geeft een verhoging van het overallrendement van ongeveer 1%punt. Dit komt overeen met een reductie in brandstofkosten van circa 1%. Streven is een verlaging van de rookgastemperatuur van 130 naar tenminste 85°C wat neer komt op een rendementswinst van tenminste 3 %punt (dit is een conservatieve aanname). Een verdere verlaging tot boven het water dauwpunt is mogelijk, hetgeen de efficiency verder verhoogd. De bijdrage aan de Bio Based Economy is dan ook een efficiëntie verhoging van het rendement van biomassa ketels door toepassing van een lage temperatuur ECONomizer. Door deze rendementsverhoging wordt meer nuttige warmte uit dezelfde hoeveelheid biomassa geproduceerd en is de toepassing van biomassa eerder economisch interessant.

4 Kennisdisseminatie

In 2018 is het project door ECN part of TNO gepresenteerd op het Circulair congres: 'Agrifood, chemie en energie samen naar een circulaire economie'. Middels een poster presentatie heeft ECN part of TNO de resultaten van het project gepresenteerd op de 2019 EUBCE in Lissabon. Daarnaast heeft TBM het project en de resultaten gepresenteerd op het Groot TKI Overleg op 11 september 2019.

5 Ondertekening

Petten, 9 oktober 2019

ECN part of TNO



H. den Uil
Deputy Research Manager



A.J. Grootjes
Auteur