Bộ Công Thương

Thực hiện bởi

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

KỶ YẾU

# SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC

# 2022

Proceedings
Student innovations
Biogas solutions

Hà Nội, ngày 18 – 19 tháng 10 năm 2022

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

KỶ YẾU SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC 2022

ISBN: 978-604-316-947-8

9 786043 169478

SÁCH KHÔNG BÁN

KỶ YẾU

# SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC

# 2022

Proceedings
Student innovations
Biogas solutions

Tại hội thảo quốc tế chuyên đề
"Phát triển khí sinh học tại Việt Nam góp phần thực hiện COP26 –
Tiềm năng và thách thức"

**Tổ chức bởi**

**Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo – Bộ Công Thương**

**Dự án "Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam" (BEM) – Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ & Khoa Điện, Trường Điện – Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội**

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

# KỶ YẾU SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
# GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC 2022

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI
Số 1 – Đại Cồ Việt – Hai Bà Trưng – Hà Nội
VPGD: Ngõ 17 – Tạ Quang Bửu – Hai Bà Trưng – Hà Nội
ĐT: 024. 38684569;  Fax: 024. 38684570
https://nxbbachkhoa.vn

***Chịu trách nhiệm xuất bản:***

***Giám đốc – Tổng biên tập:*** TS. BÙI ĐỨC HÙNG

***Biên tập:*** NGUYỄN THỊ THU
***Sửa bản in:*** NGUYỄN THỊ THU
***Trình bày bìa:*** DƯƠNG HOÀNG ANH

In 200 cuốn khổ (21 × 29.7) cm tại Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển Vietmax, lô D10-11, cụm sản xuất làng nghề tập trung, xã Tân Triều, huyện Thanh Trì, Hà Nội.
Số xuất bản: 4786-2022/CXBIPH/01-87/BKHN; ISBN: 978-604-316-947-8.
Số QĐXB: 222/QĐ-ĐHBK-BKHN ngày 20/12/2022.
In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2023.

# LỜI GIỚI THIỆU

Với mong muốn tạo diễn đàn khoa học cho sinh viên trường đại học và học sinh trường trung học phổ thông (THPT) chuyên trên cả nước trao đổi và chia sẻ các sáng kiến liên quan đến sản xuất và sử dụng khí sinh học, Dự án "Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam" (BEM) – do Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) và Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo/Bộ Công Thương thực hiện – đã phối hợp với Trường Điện, Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội tổ chức cuộc thi sáng kiến nghiên cứu khoa học về giải pháp khí sinh học. Thông qua hoạt động này, sinh viên/học sinh có cơ hội nâng cao nhận thức và sự quan tâm đến việc sản xuất và sử dụng khí sinh học – giải pháp góp phần giảm phát thải khí nhà kính, hướng tới phát thải ròng bằng 0 tại Việt Nam.

Sau ba (03) tuần phát động, cuộc thi đã nhận được nhiều bài dự thi, với nhiều ý tưởng sáng tạo, đa dạng tập trung vào các chủ đề: đánh giá tiềm năng của khí sinh học, các giải pháp công nghệ khí sinh học ứng dụng trong quy mô vừa và lớn, xử lý khí sinh học thông qua hệ thống lọc khí.

Mười ba (13) sáng kiến nghiên cứu khoa học (gồm cá nhân và nhóm) đã được chọn lọc, trưng bày và nhận giấy chứng nhận, kỷ niệm chương của ban tổ chức tại hội thảo quốc tế chuyên đề "Phát triển khí sinh học tại Việt Nam góp phần thực hiện COP26 – Tiềm năng và thách thức" diễn ra tại Hà Nội từ ngày 18 – 19/10/2022. Tác giả của năm (05) sáng kiến có ý tưởng xuất sắc nhất đã được lựa chọn để trình bày với các chuyên gia quốc tế và trong nước tại hội thảo. Tại hội thảo, các nhóm sinh viên/học sinh THPT các trường chuyên cũng có cơ hội được kết nối với các doanh nghiệp và chuyên gia đầu ngành về khí sinh học.

Ban tổ chức mong rằng, cuộc thi này sẽ là dấu mốc quan trọng để thúc đẩy các bạn học sinh, sinh viên đưa ra các sáng kiến góp phần thúc đẩy sự phát triển khí sinh học nói riêng và năng lượng tái tạo nói chung.

Hội thảo quốc tế chuyên đề khí sinh học được tổ chức nhằm giới thiệu các công nghệ khí sinh học quy mô vừa và lớn trên thế giới và Việt Nam, các kinh nghiệm quốc tế trong sử dụng khí sinh học phát nhiệt và điện, cũng như thảo luận để xác định các rào cản và cơ hội, đưa ra khuyến nghị giải pháp thúc đẩy phát triển khí sinh học quy mô vừa và lớn. Tham gia hội thảo là đại diện của Bộ Công Thương (Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo, Cục Điều tiết Điện lực), Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục Môi trường, Tập đoàn Điện lực Việt Nam, Viện Nghiên cứu Chính sách, các sở ban ngành liên quan của các tỉnh, các tổ chức tài chính, các trường đại học và đơn vị nghiên cứu, các tổ chức phi chính phủ, đội ngũ chuyên gia, các đơn vị phát triển dự án và các chuyên gia quốc tế.

Hội thảo nằm trong khuôn khổ hoạt động của dự án BEM do Bộ Kinh tế và Hành động Khí hậu CHLB Đức (BMWK) tài trợ, thông qua Quỹ Sáng kiến Khí hậu Quốc tế (IKI).

**T/M BAN TỔ CHỨC CUỘC THI**
**SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC – GIẢI PHÁP**
**KHÍ SINH HỌC 2022**

**Nathan Moore**
**Giám đốc dự án BEM**
**Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ**

# INTRODUCTION

With the expectations to create a scientific forum for undergraduate students of universities and gifted high schools nationwide to exchange and share initiatives related to biogas production and usage, the project "ClimateProtection through Sustainable Bioenergy Markets in Viet Nam" (BEM) has coordinated with the School of Electrical and Electronic Engineering, Hanoi University of Science and Technology to organize student innovations on biogas solutions. BEM is co-implemented by Deutsche Gesellschafts fur Internationale Zusammenarbeti (GIZ), Electricity, Renewable Energy Authority (EREA) and the Ministry of Industry and Trade (MOIT). Through this activity, students can raise and sharpen their interest and further awareness in the production and use of biogas – solutions which are contributing to the reduction of greenhouse gas emissions and therefore, towards reaching net zero in Viet Nam.

Three weeks after launching, the contest has received many creative and diverse innovation ideas focusing on assessing biogas potential, biological based technology applications for medium and large scale as well as biogas treatment through air purification system.

13 scientific research initiatives (individuals and groups) were selected, displayed, and received certificates and medals from the organizers at the international symposium on "Biogas development in Viet Nam in the light of COP26-Potential and Challenges" which took place in Hanoi on 18 and 19 October 2022. The best five innovations were selected to be presented to international and national experts at the symposium. This was a great opportunity for students to connect with leading businesses and experts in biogas.

The organizer aims that this contest will be an important milestone to motivate students to come up with initiatives which contribute to the development of biogas and further renewable energy.

The international biogas symposium was organized (i) to introduce medium and large-scale biogas technologies, (ii) to discuss international experiences in using biogas for heat and electricity generation, (ii) to identify barriers and opportunities and (iv) to exchange on recommendations to promote medium and large-scale biogas development.

The participants in the workshop were on the one hand governmental representatives of the MOIT (EREA, Electricity Regulatory Authority of Viet Nam), the Ministry of Agriculture and Rural Development, the Ministry of Natural Resources and Environment, the Viet Nam Environment Administration, the Ministry of Natural Resources and Environment and Viet Nam Electricity. Further participants were from Policy Research Institutes, relevant departments of provinces, financial institutions, universities, research units, NGOs, expert teams, project developers and international experts.

The symposium is within the framework of the BEM project, funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) through the International Climate Initiative (IKI).

**ON BEHALF OF ORGANIZER FOR**

**STUDENT INNOVATION – BIOGAS SOLUTIONS 2022**

**Nathan Moore**
**BEM Project Director**
**GIZ Energy Support Programme**

# HỘI THẢO QUỐC TẾ CHUYÊN ĐỀ: PHÁT TRIỂN KHÍ SINH HỌC VIỆT NAM GÓP PHẦN THỰC HIỆN COP26: TIỀM NĂNG VÀ THÁCH THỨC

Hội thảo diễn ra tại Hà Nội vào ngày 18 – 19/10/2022 và là sự kiện quốc tế đầu tiên về khí sinh học trong khuôn khổ Dự án "Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam" (BEM). Hội thảo do Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo và dự án BEM thuộc Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức GIZ phối hợp tổ chức. Dự án BEM do Bộ Kinh tế và Hành động Khí hậu CHLB Đức (BMWK) tài trợ thông qua Quỹ Sáng kiến Khí hậu Quốc tế (IKI) tài trợ. Dự án do GIZ và Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo/Bộ Công Thương phối hợp thực hiện.

Hội thảo nhằm giới thiệu các công nghệ khí sinh học quy mô vừa và lớn trên thế giới và Việt Nam, các kinh nghiệm quốc tế trong sử dụng khí sinh học phát nhiệt và điện, cũng như thảo luận để xác định các rào cản và cơ hội, đưa ra khuyến nghị giải pháp thúc đẩy phát triển khí sinh học quy mô vừa và lớn.

Tại hội thảo, các thí sinh có thành tích cao nhất trong cuộc thi "Sáng kiến nghiên cứu khoa học – giải pháp khí sinh học" đã được nhận giải thưởng. Cuộc thi do Dự án BEM thuộc Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ và Khoa Điện, Trường Điện – Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội đồng tổ chức.

Bên lề hội thảo, một số tổ chức và công ty tư nhân có gian hàng trưng bày các giải pháp kỹ thuật, mô hình ứng dụng khí sinh học phát điện, với mong muốn thúc đẩy sự phát triển của nguồn năng lượng này.

Hơn 100 đại biểu đến từ Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo và Cục Điều tiết Điện lực, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện nghiên cứu chính sách, các sở ban ngành liên quan của các tỉnh, Tổng cục môi trường, cũng như Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) và các tổ chức tài chính đã góp mặt tại hội thảo quốc tế chuyên đề "Phát triển khí sinh học Việt Nam góp phần thực hiện COP26: Tiềm năng và Thách thức".

Tại hội thảo, các đại biểu đã thảo luận về các vấn đề xoay quanh tiềm năng và thách thức khi sử dụng và phát triển nguồn khí sinh học tại Việt Nam ở quy mô vừa và lớn. Đại diện Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cũng chia sẻ chiến lược phát triển chăn nuôi, các quy định và thực trạng xử lý chất thải của Việt Nam, đại diện Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chỉ ra vai trò của ứng dụng khí sinh học đóng góp vào cam kết COP26 và các giải pháp để thực hiện mục tiêu đề ra. Đại diện của Tổ chức Phát triển Hà Lan (SNV) cũng đã giới thiệu về mô hình Năng lượng sinh học cho các trang trại chăn nuôi tại Việt Nam (BECA) – một mô hình kinh doanh bền vững, sử dụng khí sinh học phát điện.

Sau đó, lãnh đạo của một số bộ ngành liên quan và các chuyên gia đã có phần tọa đàm thảo luận về tiềm năng khí sinh học của Việt Nam góp phần thực hiện cam kết COP26 và các giải pháp thúc đẩy đầu tư. Ngoài ra, các chuyên gia quốc tế đã giới thiệu các kinh nghiệm ứng dụng công nghệ khí sinh học phát điện ở quy mô lớn.

Clip tổng kết hội thảo:

- Tiếng Việt: https://www.youtube.com/watch?v=ETPNaDsO7Hk
- Tiếng Anh: https://www.youtube.com/watch?v=poFjiZQV-Ms

# BAN TỔ CHỨC CUỘC THI SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC – GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC 2022

| STT | Họ và tên | Cơ quan | Nhiệm vụ |
|---|---|---|---|
| 1 | TS. Hoàng Anh | Đại học Bách khoa Hà Nội | Trưởng ban |
| 2 | TS. Nathan Moore | Dự án Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam (BEM), Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ | Phó Trưởng ban |
| 3 | TS. Lê Thị Thoa | Dự án Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam (BEM), Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ | Phó Trưởng ban |
| 4 | TS. Phùng Anh Tuấn | Đại học Bách khoa Hà Nội | Ủy viên |
| 5 | ThS. Trần Vũ Diễm Hằng | Dự án Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam (BEM), Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ | Ủy viên |
| 6 | ThS. Nguyễn Kim Ngân | Dự án Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam (BEM), Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ | Ủy viên |
| 7 | TS. Triệu Việt Linh | Đại học Bách khoa Hà Nội | Ủy viên |
| 8 | TS. Phạm Minh Tú | Đại học Bách khoa Hà Nội | Ủy viên |
| 9 | TS. Hoàng Đức Chính | Đại học Bách khoa Hà Nội | Ủy viên |

**HỘI ĐỒNG KHOA HỌC CUỘC THI SÁNG KIẾN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC – GIẢI PHÁP KHÍ SINH HỌC 2022**

| *STT* | *Họ và tên* | *Cơ quan* | *Nhiệm vụ* |
|---|---|---|---|
| 1 | TS. Phạm Hương Quỳnh | Viện CN HaUI – Trường đại học Công nghiệp | Chủ tịch Hội đồng |
| 2 | PGS. TS. GVCC. Bùi Hữu Đoàn | Khoa Chăn nuôi – Học Viện Nông nghiệp Việt Nam | Phó Chủ tịch |
| 3 | TS. Đỗ Thu Nga | Trường Đại học Điện lực | Ủy viên |
| 4 | PGS. TS. GVCC. Nguyễn Võ Châu Ngân | Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ | Ủy viên |
| 5 | TS. Phùng Anh Tuấn | Khoa Điện – Trường Đại học Bách khoa Hà nội | Ủy viên |
| 6 | TS. Phạm Mạnh Hải | Bộ môn Môi trường&NLTT, khoa Công nghệ Năng lượng, Trường Đại học Điện lực | Ủy viên |
| 7 | ThS. Nguyễn Đức Minh | Dự án Bảo vệ khí hậu thông qua phát triển thị trường năng lượng sinh học bền vững ở Việt Nam (BEM), Chương trình Hỗ trợ Năng lượng GIZ | Ủy viên |

# DANH SÁCH CÁC BÀI VIẾT ĐOẠT GIẢI

## BÀI VIẾT CÁ NHÂN

| ID | TÊN NGHIÊN CỨU/Ý TƯỞNG | GIẢI THƯỞNG |
|---|---|---|
| 09 | REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION | NHẤT |
| 07 | THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN | NHÌ |
| 04 | NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN TẠI VIỆT NAM | TIỀM NĂNG |

## BÀI VIẾT TẬP THỂ/NHÓM NGHIÊN CỨU

| ID | TÊN NGHIÊN CỨU/Ý TƯỞNG | GIẢI THƯỞNG |
|---|---|---|
| 13 | SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM | NHẤT |
| 02 | BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH | NHÌ |
| 14 | HỆ THỐNG LỌC KHÍ $H_2S$ TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP | NHÌ |
| 16 | NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI | BA |
| 05 | GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HỆ THỐNG BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS (VACB) QUY MÔ NÔNG HỘ | BA |
| 10 | USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION | BA |
| 01 | NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN | TIỀM NĂNG |
| 08 | XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG | TIỀM NĂNG |
| 11 | ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SULFATE (SRB) ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP | TIỀM NĂNG |
| 12 | IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS | TIỀM NĂNG |

# MỤC LỤC

## PHẦN 1. TÓM TẮT CÁC BÀI BÁO

ID01. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN ..... 2

ID02. BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH ..... 3

ID04. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN TẠI VIỆT NAM ..... 4

ID05. GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HẦM Ủ BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS QUY MÔ NÔNG HỘ ..... 5

ID07. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN ..... 6

ID08. XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ..... 7

ID09. REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION ..... 8

ID10. USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION ..... 9

ID11. ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SULFATE (SRB) ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP ..... 10

ID12. IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS ..... 11

ID13. SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM ..... 12

ID14. HỆ THỐNG LỌC KHÍ H2S TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP ..... 13

ID16. NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI ..... 14

## PHẦN 2. TỔNG HỢP CÁC BÀI BÁO

ID01. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN ..... 16

ID02. BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH ..... 21

ID04. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN TẠI VIỆT NAM ..... 26

ID05. GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HẦM Ủ BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS QUY MÔ NÔNG HỘ ..... 33

ID07. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN ..... 41

ID08. XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ..... 46

ID09. REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION ..... 50

ID10. USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION ..... 60

ID11. ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SULFATE (SRB) ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP ..... 76

ID12. IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS ..... 82

ID13. SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM ..... 89

ID14. HỆ THỐNG LỌC KHÍ $H_2S$ TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP ..... 96

ID16. NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI ..... 100

# PHẦN 1
# TÓM TẮT CÁC BÀI BÁO
# (ABSTRACT BOOK)

# ID01.
# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN

***5 HEROES*** [(1)]***, *Trần Thị Minh Nguyệt, Mạc Thị Ánh Nguyệt, Phan Thị Hà Trúc, Lê Quý Đại Dương, Nguyễn Hoàng Huy*** [(2)]

[(1)] *Ngành Công nghệ Kỹ thuật Năng lượng, Khoa Công nghệ Năng lượng, Trường Đại học Điện lực*

[(2)] *Sinh viên lớp D14NLTT, D15NLTT, Ngành Công nghệ Kỹ thuật Năng lượng, Khoa Công nghệ Năng lượng, Trường Đại học Điện lực*

**Tác giả liên hệ: tranthiminhnguyett2k2@gmail.com*

**ABSTRACT**

Công nghệ khí sinh học Biogas hiện nay đang bị bỏ ngỏ vì hiệu suất chưa cao. Ý tưởng được đưa ra là phân tích các điều kiện môi trường khác nhau, như độ ẩm, nhiệt độ, thành phần hóa chất, v.v. lên hiệu suất của quá trình phân hủy kỵ khí (AD) đối với các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau bằng phương pháp Động lực học chất lưu tính toán (CFD). Trong bài, nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp CFD trên phần mềm mô phỏng ANSYS Fluent để phân tích các thông số môi trường và các mô hình thiết kế khác nhau. Từ các kết quả phân tích, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra các so sánh và đề xuất mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn.

**TỪ KHÓA:** *AD, CFD.*

# ID02.
# BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH

***Nguyễn Lê Minh Ngọc[1], *Vũ Hiển Long[2], Phạm Bá Quang[3], Phạm Nhật Minh[4]***

*Người hướng dẫn: ThS. Phạm Ngọc Thắng, Giáo viên Trường THPT Chu Văn An; email: pntm.777@gmail.com*

*[1][2][3][4]Học sinh lớp 10 chuyên Lý, Trường THPT Chu Văn An, email: vuhienlonghn@gmail.com*

**ABSTRACT**

Lãng phí thực phẩm đang có xu hướng gia tăng trên toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Lãng phí thực phẩm (hay còn gọi là chất thải thực phẩm) gây ra những vấn nạn cho môi trường, ảnh hưởng đến cuộc sống, sức khỏe con người. Xử lý hiệu quả thức ăn dư thừa sẽ giúp tiết kiệm được chi phí và bảo vệ môi trường. Kết quả nghiên cứu xử lý chất thải thực phẩm sau các bữa ăn bán trú của học sinh Trường Tiểu học Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội cho thấy sử dụng bể khí sinh học để xử lý chất thải thực phẩm sẽ giúp tiết kiệm được 3.890.000 đồng/năm và giảm 1,85 $tCO_2$/năm.

**TỪ KHÓA:** *chất thải thực phẩm, khí sinh học.*

# ID04.
# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN TẠI VIỆT NAM

***Hoàng Thị Vân** [(1)]

[(1)] *Đại học Bách khoa Hà Nội, hoangthivan221199@gmail.com*

*Người hướng dẫn: TS. Võ Thị Lệ Hà, Đại học Bách khoa Hà Nội*

*ThS. Nguyễn Thị Thu Hà, SNV Việt Nam*

*Cố vấn năng lượng – Hoàng Thanh Hà, SNV Việt Nam*

**ABSTRACT**

Áp dụng phương pháp luận của Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) trong việc tính toán phát thải khí nhà kính từ hoạt động chăn nuôi lợn ở ba miền Bắc, Trung, Nam. Từ kết quả tính toán và đánh giá cho thấy tiềm năng khí sinh học từ chăn nuôi lợn thực sự rất lớn. Một kịch bản tiềm năng được đề xuất, sẽ giúp ngành Chăn nuôi lợn trên cả nước cắt giảm 0,06% tổng phát thải khí nhà kính từ ngành Điện năng và 5% tổng phát thải từ ngành Nông nghiệp. Bên cạnh đó còn đóng góp cho nền kinh tế khoảng 29 triệu USD từ thị trường tín chỉ Carbon. Từ đó rút ngắn lộ trình tiến đến "phát thải ròng bằng 0" của Việt Nam.

**TỪ KHÓA:** *$CH_4$, $CO_2$, IPCC 2006, tiềm năng, COP26.*

# ID05.
# GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HẦM Ủ BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS QUY MÔ NÔNG HỘ

***Trương Hoài Thương[1], Nguyễn Duy Khang[2], Kim Lavane[3], *Nguyễn Trường Thành[3]***

*[1]Sinh viên ngành Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ <thuongb2010484@student.ctu.edu.vn>*

*[2]Lớp 12A5 Trường THPT Châu Văn Liêm, thành phố Cần Thơ*

*[3]Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*

**Tác giả liên hệ: ntthanh@ctu.edu.vn*

**ABSTRACT**

Nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng bèo Tấm (*Lemna minor*) hấp thu các dưỡng chất có trong nước thải đầu ra của hầm ủ biogas để tăng sinh khối, đồng thời tận thu sinh khối bèo làm nguyên liệu nạp trở lại hầm ủ biogas nhằm phát triển bền vững mô hình vườn – ao – chuồng – biogas (VACB) tại nông hộ. Kết quả nghiên cứu cho thấy bèo Tấm vừa có khả năng xử lý nước thải, vừa là nguyên liệu nạp cho hầm ủ biogas, đồng thời có thể sử dụng nước sau xử lý để dội rửa chuồng trại chăn nuôi. Như vậy, bèo Tấm có thể trồng kết hợp trong mô hình VACB nhằm cải thiện chất lượng môi trường, đồng thời làm nguồn nguyên liệu nạp bổ sung để duy trì sự hoạt động ổn định của hầm ủ biogas.

**TỪ KHÓA:** *bèo tấm, hầm ủ biogas, phát triển bền vững, sinh khối, xử lý nước thải.*

# ID07.
# THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN

***Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Long***
*Người hướng dẫn: Kỹ sư Trịnh Văn Cường*
*Đơn vị công tác: BKTAS CO., LTD*

**ABSTRACT**

Với sự phát triển mạnh mẽ của ngành Chăn nuôi nước nhà và vấn đề sử dụng năng lượng sạch, các giải pháp về môi trường thì việc sử dụng khí biogas để vận hành máy phát điện là giải pháp tối ưu và hiệu quả để giải quyết vấn đề này. Vì vậy, để sử dụng nguồn điện này tối ưu và hiệu quả thì phải giải bài toán hòa đồng bộ và phân bố công suất giữa máy phát và lưới. Chương trình và thuật toán thực hiện bởi PLC S7-1200 Siemen. Và kết quả đã chạy thử nghiệm thành công trong một số máy phát điện, hệ thống điều khiển ổn định và giá cả cạnh tranh.

**TỪ KHÓA:** *hòa đồng bộ và phân phối.*

# ID08.
# XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

***Trần Nguyễn Hoàng Long[1], Trần Hoàng Kha[1,*], Phan Kỳ Trung[1], Lê Thành Được[1]***

*[1]Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ, dhct@ctu.edu.vn(*)*
*Tác giả liên hệ: trhkha@ctu.edu.vn*

**ABSTRACT**

Tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), công nghệ khí sinh học ngày càng được sử dụng rộng rãi, mô hình túi ủ biogas được hộ dân ở nhiều vùng nông thôn áp dụng rất thành công. Sử dụng túi ủ biogas xử lý các chất thải chăn nuôi quy mô hộ gia đình không chỉ mang lại nhiều lợi ích như tạo ra nguồn năng lượng sinh học cho đun nấu và thắp sáng, cung cấp phân hữu cơ cho cây trồng, bổ sung chất dinh dưỡng cho ao nuôi thủy sản mà còn hạn chế ô nhiễm môi trường, cải thiện thu nhập nông hộ, góp phần phát triển bền vững ở vùng nông thôn ĐBSCL. Đã có nhiều nghiên cứu về các nguyên liệu sẵn có tại địa phương để duy trì hoạt động của túi ủ biogas, trong đó lượng phân gia súc là nguồn nguyên liệu có tiềm năng rất lớn. Bên cạnh đó, nhu cầu mở rộng hợp tác với các đối tác nhằm tìm ra các giải pháp giảm phát thải, chuyển nhượng phát thải khí nhà kính và tận dụng nguồn vật liệu nhựa tái chế ở khu vực sản xuất nông nghiệp là rất lớn. Vì vậy, nghiên cứu cải tiến hệ thống ở vùng nông thôn ĐBSCL là thật sự cần thiết.

**TỪ KHÓA:** *biogas, chăn nuôi, Đồng bằng sông Cửu Long, giảm phát thải, nhựa tái chế.*

# ID09.
# REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION

***Nguyễn Vĩnh Anh*[(1)], *Hoàng Đức Chinh*[(2),*]**
[(1)]*Đại học Bách khoa Hà Nội, anh.nv191682@sis.hust.edu.vn*
[(2)]*Đại học Bách khoa Hà Nội, chinh.hoangduc@hust.edu.vn*
**Giảng viên hướng dẫn: chinh.hoangduc@hust.edu.vn*

**ABSTRACT**

Biogas can solve the problem of power supply in rural area as a renewable energy source and reduce environmental pollution. The biogas-based power generator needs to fulfill requirements of stability and reliability to be employed in practice. As it is usually installed in remote areas, maintenance is also a challenge. This paper presents an overall discussion on the power generation system when deployed in livestock farms. An innovative condition monitoring and data acquisition system of the generator has been developed to assist maintenance service over the Internet. Data analysis is carried out to provide comprehensive information of the system, including the energy production and usage at the farms. It enables the owners to evaluate the system in terms of energy efficiency management and economic benefits. The analytical results also give a practical understanding of the power quality and the system reliability useful for fault detection, diagnosis, and potential further enhancement of the whole system.

**TỪ KHÓA:** *Internet of Things, Condition Monitoring, Biogas Energy Source, Data Analysis.*

# ID10.
# USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

***Nguyen Le Minh Dat[(1)], Nguyen Nhat Minh[(1)], Nguyen Duong Truong Giang[(1)], Tran Hai Dang[(1)], Nguyen Minh Thanh[(1)]***

*[(1)]Hanoi – Amsterdam High School for the Gifted*
*nlmdat1204@gmail.com,nguyenduongtruonggiang.hn@gmail.com, nnminh2006@gmail.com,tranhaidang1909@gmail.com, minhthanh.turtle@gmail.com*
*PhD. Thanh Nguyen Vu, Hanoi University of Science and Technology, thanh.nguyenvu@hust.edu.vn*

**Corresponding author: nlmdat1204@gmail.com*

**ABSTRACT**

One of the renewable energy technologies is anaerobic digestion which is used to produce methane-rich biogas. High concentrations of methane produce greenhouse gas emissions that have a strong impact on the climate, but the methane component of biogas is considered an Energy-carrying gas. Because of that, the use of biogas for electricity generation has been extensively researched before. With many based experiences and difficulties in supplying electricity from biogas under very different conditions have been researched over the world. However, in Vietnamit has not been studied comprehensively yet. And this has promoted us to put forward the idea of using biogas efficiently for electricity generation and environmental protection. In the paper the research team comes up with a comprehensive solution for a large-scale biogas electric generation system. The content of the article also introduces solutions to improve the quality of the purification system, control and monitorthe operation of the generator sets.

**TỪ KHÓA**: *Anaerobic digestion, biogas generator, biogas engine, desulfurization methods, Biogas purification system.*

# ID11.
# ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SULFATE (SRB) ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP

***Phạm Thị Duyên [(1)], Trần Đức Long [(1)], Nguyễn Xuân Tùng [(2)]***

*[(1)] Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội*

*[(2)] Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội, VNLNTVN, Km32, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

*Email liên hệ: nguyenxuantung_t60@hus.edu.vn*

**ABSTRACT**

Khí tự nhiên $H_2S$ và các sản phẩm phụ như $H_2$, $S_2$ có nhiều vai trò ứng dụng quan trọng trong công nghiệp. Tuy nhiên, hiện nay, sự giải phóng tự do $H_2S$ không được kiểm soát trong tự nhiên gây ra rất nhiều tác hại đối với con người, hệ sinh thái và không khí đô thị. Sông Tô Lịch là một con sông lớn huyết mạch của Hà Nội đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, bốc mùi hôi thối, một phần nguyên nhân do sự phát tán $H_2S$ từ bùn đáy và nước sông. Vi khuẩn khử sulfate là nhóm vi khuẩn có khả năng tạo $H_2S$ từ quá trình hô hấp kỵ khí sử dụng các hợp chất lưu huỳnh ($SO_4^{2-}$). Trong báo cáo này, chúng tôi đề xuất một mô hình phân lập và sử dụng vi khuẩn khử sulfate từ sông Tô Lịch để xử lý ô nhiễm hữu cơ và sản xuất khí tự nhiên $H_2S$ sinh học từ bùn đáy sông Tô Lịch, từ đó thu hồi và chuyển hóa $H_2S$ thành các sản phẩm cho công nghiệp theo hướng "Green cycle".

**TỪ KHÓA:** *Green cycle, vi khuẩn khử sulfate, sông Tô Lịch, $H_2S$, khí tự nhiên.*

# ID12.
# IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS

***Phan Thi Mai*** [(1)]***, Duong Thi Yen*** [(2)]

[(1)] *Faculty of Electrical Engineering – University of Science and Technology – The University of Danang, khoadien@dut.udn.vn*

[(2)] *Faculty of Chemical Engineering – University of Science and Technology – The University of Danang, k.hoa@dut.udn.vn*

*Email: phanthimaiqxqsqn@gmail.com*

**ABSTRACT**

Currently, biogas production technology in Vietnam is mostly small and household models and is mainly done manually. From that situation, the project proposes a solution to apply Internet of Things – IoTs technology to incorporate automation into the closed biogas production process for small-scale and household biogas cellars, to optimize performance and monitor the entire system remotely.

**TỪ KHÓA:** *IoTs, WiFi.*

# ID13.
# SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM

***Lê Trần Kim Ngọc[1], Nguyễn Ánh Mai Thy[2], Đinh Gia Bội[3], Đặng Nhân Ái[4], *Nguyễn Trường Thành[1]***

*[1]Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ*

*[2]Lớp 10D5 Trường THPT An Khánh, Cần Thơ*

*[3]Lớp 11A4 Trường THPT Châu Văn Liêm, Cần Thơ*

*[4]Lớp 11D3 Trường THPT Châu Văn Liêm, Cần Thơ*

**Tác giả liên hệ: ntthanh@ctu.edu.vn*

**ABSTRACT**

Bùn thải từ đáy ao nuôi cá tra thâm canh và phụ phẩm rơm sau ủ nấm là những nguồn thải gây ô nhiễm trong hoạt động nông nghiệp. Tuy nhiên, chúng có thể được tận dụng để sản xuất khí biogas tạo ra năng lượng sạch thông qua quá trình ủ yếm khí. Nghiên cứu này được tiến hành với năm nghiệm thức phối trộn hai loại nguyên liệu theo tỷ lệ COD:N:P phù hợp cho hệ vi khuẩn yếm khí hoạt động và một mẫu đối chứng ủ yếm khí theo mẻ trong phòng thí nghiệm với bình lên men 20 lít. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ như nhiệt độ, pH, độ kiềm được ghi nhận, thể tích khí và phần trăm khí thành phần được đo đạc 4 ngày/lần trong suốt 60 ngày thí nghiệm. Kết quả cho thấy, khả năng sinh khí biogas tăng tỷ lệ thuận theo tỷ lệ C/N của mẻ ủ. So với nghiệm thức đối chứng, thể tích sinh khí tăng lần lượt là 126,59%, 151,31%, 171,79%, 213,48% và 298,63% tương ứng với các nghiệm thức có tỷ lệ COD:N:P là 350:27:2, 350:29:3, 350:32:5, 350:37:8 và 350:43:12. Bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh kết hợp với rơm sau ủ nấm là hai nguyên liệu sản xuất khí biogas với hàm lượng khí $CH_4$ từ 52,89 – 54,29% và khí $CO_2$ từ 35,11 – 39,07%. Thời gian tồn lưu nguyên liệu tối đa của mẻ ủ là 40 ngày.

**TỪ KHÓA**: *Sản xuất khí biogas, bùn đáy ao cá tra thâm canh, rơm sau ủ nấm, ủ yếm khí theo mẻ.*

# ID14.
# HỆ THỐNG LỌC KHÍ $H_2S$ TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP

***Vũ Minh Quang*[(1)], **Đinh Ngọc Linh*[(2)]**

*[(1)]Lớp 10A5 THCS và THPT Newton; quangbb25@gmail.com*

*[(2)]Lớp 11A6 THPT Chuyên Ngoại Ngữ; linhdinhngoc24@gmail.com*

*Người hướng dẫn: Phạm Nguyệt Ánh, Trường Đại học Thủy lợi; anhpn@tlu.edu.vn*

**ABSTRACT**

Hệ thống lọc khí $H_2S$ trong biogas bằng bụi thải của lò luyện thép là một mô hình phụ trợ cho các công trình khí sinh học. Nó có vai trò nâng cao hiệu quả của khí sinh học bằng cách loại bỏ khí $H_2S$ trong hỗn hợp khí biogas nhằm nâng cao tuổi thọ của các thiết bị trong hệ thống. Hơn thế nữa, giải pháp này còn sử dụng bụi lò luyện thép (chất thải) để xử lý sẽ làm giảm chi phí. Hiệu quả xử lý $H_2S$ đạt 80 – 96,5% ở nhiệt độ phòng.

**TỪ KHÓA:** *Xử lý $H_2S$; lọc $H_2S$, hấp phụ, bụi lò luyện thép.*

# ID16.
# NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI

***Nguyễn Văn Đức[1], Đoàn Trịnh Hoàng Long[2]***
*[1]Đại học Bách khoa Hà Nội, duc.nv191468@sis.hust.edu.vn*
*[2] Đại học Bách khoa Hà Nội, long.dth191553@sis.hust.edu.vn*
**Tác giả liên hệ: duc.nv191468@sis.hust.edu.vn*

**ABSTRACT**

Các nhà máy nước thải được thiết kế để xử lý nguồn nước trong khu vực. Tuy nhiên, việc xử lý nước thải lại tốn nhiều năng lượng và chưa được tối ưu. Bài báo này nghiên cứu nhằm tối ưu việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo biogas kết hợp với nguồn năng lượng mặt trời để tự cung cấp năng lượng cho nhà máy hoạt động, hướng đến mục tiêu tự vận hành độc lập của nhà máy (net-zero energy).

**TỪ KHÓA:** *bkem, biogas, net-zero.*

# PHẦN 2
# TỔNG HỢP CÁC BÀI BÁO

# ID01
# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN


***5 HEROES*[(1)]**

***Trần Thị Minh Nguyệt[(2)], Mạc Thị Ánh Nguyệt[(2)], Phan Thị Hà Trúc[(2)], Lê Quý Đại Dương[(2)], Nguyễn Hoàng Huy[(2)]***

*[(1)]Ngành Công nghệ Kỹ thuật Năng lượng, Khoa Công nghệ Năng lượng, Trường Đại học Điện lực*
*[(2)]Sinh viên lớp D14NLTT, D15NLTT, Ngành Công nghệ Kỹ thuật Năng lượng, Khoa Công nghệ Năng lượng, Trường Đại học Điện lực*

**Người hướng dẫn: Đinh Văn Thìn, Trường Đại học Điện lực, thindv@epu.edu.vn*
**Tác giả liên hệ: tranthiminhnguyett2k2@gmail.com*



**TÓM TẮT**

Công nghệ khí sinh học Biogas hiện nay đang bị bỏ ngỏ vì hiệu suất chưa cao. Ý tưởng được đưa ra là phân tích các điều kiện môi trường khác nhau, như độ ẩm, nhiệt độ, thành phần hóa chất, v.v. lên hiệu suất của quá trình phân hủy kỵ khí (AD) đối với các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau bằng phương pháp Động lực học chất lưu tính toán (CFD). Trong bài, nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp CFD trên phần mềm mô phỏng ANSYS Fluent để phân tích các thông số môi trường và các mô hình thiết kế khác nhau. Từ các kết quả phân tích, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra các so sánh và đề xuất mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn.



**TỪ KHÓA:** *AD, CFD.*


## 1. GIỚI THIỆU

Hầm Biogas là công nghệ sản xuất khí sinh học từ các chất thải trong nông nghiệp và chăn nuôi, công nghệ này đã được sử dụng nhiều năm ở Việt Nam. Tuy nhiên, do hiệu quả sử dụng của các hầm Biogas chưa cao, nên những năm gần đây rất ít hộ gia đình và trang trại xây dựng các hầm mới.

Nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành xây dựng các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau, sau đó tiến hành phân tích quá trình tạo khí sinh học theo các điều kiện môi trường khác nhau, như là độ ẩm, nhiệt độ, thành phần hóa chất, v.v.. Từ các kết quả phân tích, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra các so sánh và đề xuất mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

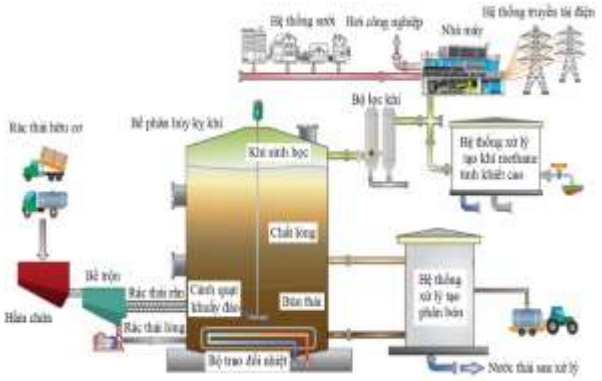
Mục đích: Tìm ra mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn các mô hình đang được áp dụng hiện nay.

Đối tượng nghiên cứu: Quá trình tạo khí sinh học theo các điều kiện môi trường khác nhau của các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau.

## 3. MÔ TẢ CHI TIẾT

Lượng rác thải từ các hoạt động sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi và sinh hoạt của người

dân Việt Nam là rất lớn và hiện nay thường chỉ được xử lý bằng các biện pháp thô sơ như chôn lấp hoặc đốt. Điều này đã và đang gây ra ô nhiễm môi trường không khí, môi trường đất và môi trường nước, gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của con người. Xu hướng hiện nay trên thế giới là biến rác thải thành năng lượng, vừa giảm ô nhiễm môi trường, lại vừa có thêm nguồn năng lượng để phục vụ phát triển kinh tế – xã hội.



*Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của quá trình sản xuất và sử dụng khí sinh học [1].*

Có một số kỹ thuật được sử dụng để chuyển đổi rác thải thành năng lượng, chúng ta có thể kể đến như: kỹ thuật phân hủy kỵ khí AD (Anaerobic Digestion) sử dụng hầm Biogas; kỹ thuật khí hóa (Gasification) sử dụng lò đốt khí hóa [2]. Kỹ thuật phân hủy kỵ khí sử dụng hầm Biogas đã được sử dụng trong nhiều năm và đã rất quen thuộc đối với người dân trong nước. Thông qua quá trình phân hủy kỵ khí AD, các rác thải hữu cơ sẽ được chuyển đổi thành khí $CH_4$, $CO_2$ và nước bởi quá trình lên men vi sinh trong điều kiện không có oxy. Nếu được xử lý tốt, khí sinh học $CH_4$ có thể được sử dụng như là nhiên liệu đốt trong các nhà máy điện hoặc làm nhiên liệu cho các phương tiện vận chuyển. Hình 1 thể hiện sơ đồ quá trình phân hủy kỵ khí dạng ướt và khả năng sử dụng khí sinh học trên thực tế [1].

Sau các quá trình phân hủy kỵ khí AD, rác thải hữu cơ có thể được chuyển hóa thành các khí sinh học có thể đốt cháy được như $CH_4$. Tuy nhiên, sau khi đi ra khỏi hầm Biogas thì khí $CH_4$ lại bị trộn lẫn với các loại khí khác. Phương trình mô tả sự chuyển hóa của vật liệu hữu cơ thành các khí sinh học có thể được biểu diễn như phương trình tổng quát dưới đây [1]:

$$C_cH_hO_oN_nS_s + yH_2O \rightarrow xCH_4 + nNH_3 + sH_2S + (c-x)CO_2$$

Ở đây:

$$x = \frac{1}{8}(4c + h - 2o - 3n + 2s);$$

$$y = \frac{1}{4}(4c - h - 2o + 3n + 3s)$$

Khi áp dụng phương trình (1) đối với vật liệu hữu cơ là Carbohydrate, chất béo và Protein thì chúng ta có dạng phương trình cụ thể như sau [1]:

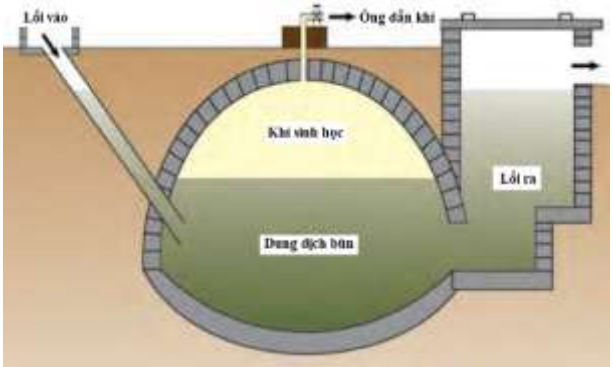
Carbohydrate: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_4 + 3CO_2$

Chất béo: $C_{12}H_{24}O_6 + 3H_2O \rightarrow 7{,}5CH_4 + 4{,}5CO_2$

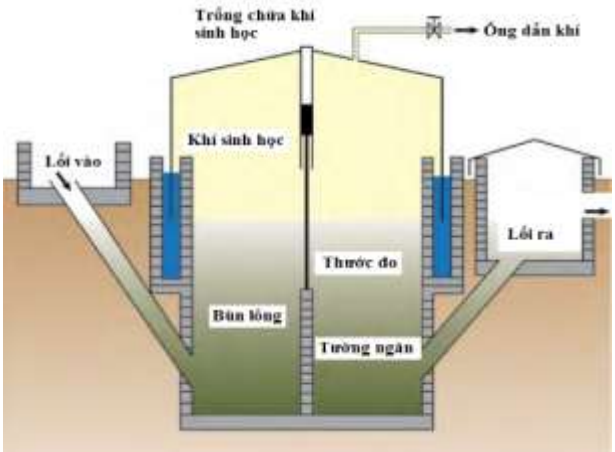
Protein: $C_{13}H_{25}O_7N_3S + 6H_2O \rightarrow 6{,}5CH_4 + 6{,}5CO_2 + 3NH_3 + H_2S$

Thời gian của quá trình phân hủy kỵ khí AD thường kéo dài từ 3 tuần đến 6 tuần tùy thuộc vào loại rác hữu cơ và công nghệ được sử dụng. Có bốn giai đoạn chính tham gia vào quá trình này đó là giai đoạn thủy phân, giai đoạn axit hóa, giai đoạn aceton hóa và cuối cùng là giai đoạn methanon hóa. Để tăng hiệu suất tạo khí sinh học thì chúng ta cần phải xử lý trước rác thải hữu cơ, điều chỉnh tỷ lệ chất hữu cơ, điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm và thiết kế của hầm Biogas.

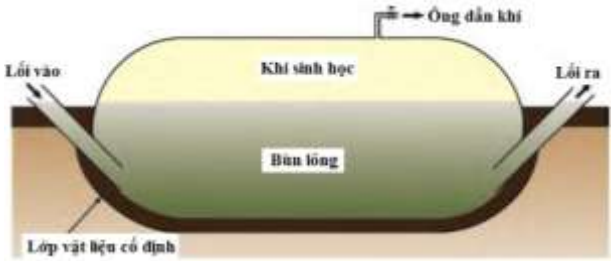
Thiết kế của hầm Biogas rất đa dạng và phụ thuộc nhiều vào loại rác hữu cơ được sử dụng thực tế. Chúng ta có thể kể đến một số thiết kế điển hình như: hầm phân hủy dạng mái vòm cố định, hầm phân hủy dạng trống nổi và hầm phân hủy dạng hình ống [3].




*Hình 2. Hầm phân hủy dạng mái vòm cố định.*




*Hình 3. Hầm phân hủy dạng trống nổi [3].*




*Hình 4. Hầm phân hủy dạng hình ống [3].*

Trước đây, các nghiên cứu đánh giá và so sánh các thiết kế của hầm Biogas thường được tiến hành bằng thực nghiệm và đưa ra các phương trình mô tả trong trạng thái ổn định. Cách làm này có thể giúp cho việc tính toán thiết kế sơ bộ rất nhanh, tuy nhiên thì độ chính xác không cao vì đã bỏ qua rất nhiều yếu tố thực tiễn. Chẳng hạn như mật độ của dung dịch bùn thường được xem là đồng nhất, nhiệt độ trong hầm chứa cũng được tính dựa vào nhiệt độ trung bình cho cả hầm. Các ảnh hưởng của vị trí đặt các ống dẫn lối vào, lối ra và ống dẫn khí cũng thường bị bỏ qua trong các tính toán.

Hiện nay, với sự phát triển mạnh mẽ của các công cụ mô phỏng và hệ thống máy tính hiệu năng cao đã mở ra một cách làm mới trong các lĩnh vực nghiên cứu, thiết kế nói chung. Một phần mềm mô phỏng rất nổi tiếng hiện nay có tên là ANSYS Fluent, được phát triển bởi tập đoàn ANSYS [4]. ANSYS Fluent sử dụng phương pháp Động lực học chất lưu tính toán CFD, đây là tên gọi chung cho hệ thống phân tích đa vật lý với sự tham gia của dòng chất lưu trong các bài toán như chuyển động, truyền nhiệt, phản ứng hóa học, v.v. được đưa vào mô hình hóa và mô phỏng, phân tích trên máy tính. Phương pháp CFD được sử dụng trong nhiều phần mềm khác nhau, chẳng hạn như OpenFoam, ANSYS CFX và ANSYS Fluent. Trong đó, phần mềm ANSYS Fuent được sử dụng rộng rãi và được kiểm chứng thông qua rất nhiều tổ chức và phòng thí nghiệm tiên tiến khác nhau trên thế giới. ANSYS Fluent có các tính năng cho phép mô hình hóa nâng cao cho cả dòng chảy nén được và không nén được, dòng chảy tầng và dòng chảy rối, dòng chảy ổn định và dòng chảy chuyển tiếp bao gồm cả các phản ứng hóa học nếu có. Cơ sở toán học của ANSYS Fluent dựa trên các định luật bảo toàn cơ bản của vật lý và hóa học [5].

Nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng phần mềm ANSYS Fluent để tiến hành xây dựng các mô hình hầm chứa Biogas khác nhau, sau đó tiến hành thay đổi các điều kiện lối vào như: loại vật liệu rác hữu cơ khác nhau, nhiệt độ, độ ẩm và áp

suất khác nhau để tiến hành các phân tích cho quá trình sản xuất và thu gom khí sinh học.

Cuối cùng, nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành các bước so sánh các công nghệ hầm Biogas và đưa ra đề xuất một thiết kế hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sản xuất khí sinh học cao hơn.

## 4. KẾT LUẬN

Hiệu suất tạo khí bằng kỹ thuật phân hủy kỵ khí sử dụng hầm Biogas bị ảnh hưởng rất nhiều bởi tác động từ môi tường bên ngoài do việc sử dụng các loại vi sinh vật phân giải thường rất nhạy cảm với sự thay đổi từ môi trường. Để xem xét sự tác động này đến hiệu suất của hầm Biogas, phương pháp CFD sử dụng phần mềm mô phỏng ANSYS Fluent sẽ cho chúng ta nguồn dữ liệu đáng tin cậy để lựa chọn các phương án.

Dựa trên ý tưởng nghiên cứu này, trong tương lai, nhóm sẽ tiến hành triển khai đề tài để có được những dữ liệu trực quan hơn cho thiết kế hầm Biogas.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Anh, H., 2022. *Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators.* Hanoi, s.n.

[2] Anon., n.d. [Online]
Available at:
https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[3] Anon., n.d. [Online]
Available at: https://www.ansys.com/

[4] Anon., November 2013. *ANSYS Fluent Theory Guide.* s.l.:ANSYS, Inc..

[5] Bairstow, J., 2022. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Loss Prevention in.* [Online]
Available at:
https://www.energylivenews.com/2017/05/16/eu-food-waste-produces-170m-tonnes-of-co2-a-year/

[6] Matevž Zupanˇciˇc, V. M. M. M. F. C. a. I. G., 2022, 14, 1823.. *Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide.* s.l.:s.n.

[7] Yvonne Vögeli, C. R. L. A. G. S. D. C. Z., n.d. *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).* Dübendorf: s.n.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO KHÍ SINH HỌC TRONG HẦM BIOGAS TIÊN TIẾN

*TRẦN THỊ MINH NGUYỆT*, MẠC THỊ ÁNH NGUYỆT, PHAN THỊ HÀ TRÚC, LÊ QUÝ ĐẠI DƯƠNG, NGUYỄN HOÀNG HUY*

**Giảng viên hướng dẫn: Đinh Văn Thìn** **Đơn vị công tác: Đại học Điện lực**

**Tóm tắt:** Công nghệ khí sinh học Biogas hiện nay đang bị bỏ ngỏ vì hiệu suất chưa cao. Ý tưởng được đưa ra là phân tích các điều kiện môi trường khác nhau, như độ ẩm, nhiệt độ, thành phần hóa chất, v.v. lên hiệu suất của quá trình phân hủy kị khí (AD) đối với các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau bằng phương pháp Động lực học chất lưu tính toán (CFD).

Trong bài, nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp CFD trên phần mềm mô phỏng ANSYS Fluent để phân tích các thông số môi trường và các mô hình thiết kế khác nhau. Từ các kết quả phân tích, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra các so sánh và đề xuất mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn.

**Từ khóa:** *AD, CFD.*

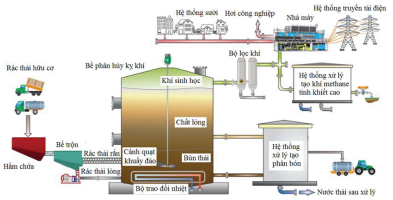
## I. GIỚI THIỆU

Hầm Biogas là công nghệ sản xuất khí sinh học từ các chất thải trong nông nghiệp và chăn nuôi, công nghệ này đã được sử dụng nhiều năm ở Việt Nam. Tuy nhiên, do hiệu quả sử dụng của các hầm Biogas chưa cao, nên những năm gần đây rất ít hộ gia đình và trang trại xây dựng các hầm mới.

Nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành xây dựng các mô hình thiết kế hầm Biogas khác nhau, sau đó tiến hành phân tích quá trình tạo khí sinh học theo các điều kiện môi trường khác nhau, như là độ ẩm, nhiệt độ, thành phần hóa chất, v.v.. Từ các kết quả phân tích, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra các so sánh và đề xuất mô hình hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sử dụng tốt hơn.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Lượng rác thải từ các hoạt động sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi và sinh hoạt của người dân Việt Nam là rất lớn và hiện nay thường chỉ được xử lý bằng các biện pháp thô sơ như chôn lấp hoặc đốt. Điều này đã và đang gây ra ô nhiễm môi trường không khí, môi trường đất và môi trường nước, gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của con người. Xu hướng hiện nay trên thế giới là biến rác thải thành năng lượng, vừa giảm ô nhiễm môi trường, lại vừa có thêm nguồn năng lượng để phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.




*Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của quá trình sản xuất và sử dụng khí sinh học [1].*

Có một số kỹ thuật được sử dụng để chuyển đổi rác thải thành năng lượng, chúng ta có thể kể đến như: kỹ thuật phân hủy kỵ khí AD (Anaerobic Digestion) sử dụng hầm Biogas; kỹ thuật khí hóa (Gasification) sử dụng lò đốt khí hóa [2]. Kỹ thuật phân hủy kỵ khí sử dụng hầm Biogas đã được sử dụng trong nhiều năm và đã rất quen thuộc đối với người dân trong nước. Thông qua quá trình phân hủy kỵ khí AD, các rác thải hữu cơ sẽ được chuyển đổi thành khí $CH_4$, $CO_2$ và nước bởi quá trình lên men vi sinh trong điều kiện không có oxy. Nếu được xử lý tốt, khí sinh học $CH_4$ có thể được sử dụng như là nhiên liệu đốt trong các nhà máy điện hoặc làm nhiên liệu cho các phương tiện vận chuyển. Hình 1 thể hiện sơ đồ quá trình phân hủy kỵ khí dạng ướt và khả năng sử dụng khí sinh học trên thực tế [1].

Sau các quá trình phân hủy kỵ khí AD, các rác thải hữu cơ có thể được chuyển hóa thành các khí sinh học có thể đốt cháy được như $CH_4$. Tuy nhiên, sau khi đi ra khỏi hầm Biogas thì khí $CH_4$ lại bị trộn lẫn với các loại khí khác. Phương trình mô tả sự chuyển hóa của vật liệu hữu cơ thành các khí sinh học có thể được biểu diễn như phương trình tổng quát dưới đây [1]:

$$C_cH_hO_oN_nS_s + yH_2O \rightarrow xCH_4 + nNH_3 + sH_2S + (c-x)CO_2 \quad (1)$$

Ở đây:

$$x = \frac{1}{8}(4c+h-2o-3n+2s); y = \frac{1}{4}(4c-h-2o+3n+3s)$$

Khi áp dụng phương trình (1) đối với vật liệu hữu cơ là Carbohydrate, chất béo và Protein thì chúng ta có dạng phương trình cụ thể như sau [1]:

Carbohydrate:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_4 + 3CO_2 \quad (2)$$

Chất béo:

$$C_{12}H_{24}O_6 + 3H_2O \rightarrow 7.5CH_4 + 4.5CO_2 \quad (3)$$

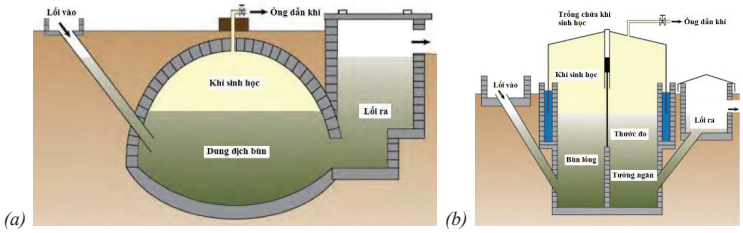
Protein:

$$C_{13}H_{25}O_7N_3S + 6H_2O \rightarrow 6.5CH_4 + 6.5CO_2 + 3NH_3 + H_2S \quad (4)$$

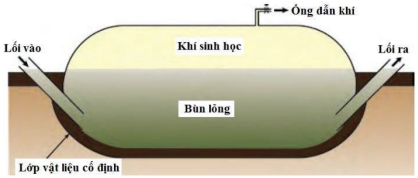
Thời gian của quá trình phân hủy kỵ khí AD thường kéo dài từ 3 tuần đến 6 tuần tùy thuộc vào loại rác hữu cơ và công nghệ được sử dụng. Có 4 giai đoạn chính tham gia vào quá trình này đó là giai đoạn thủy phân, giai đoạn axit hóa, giai đoạn aceton hóa và cuối cùng là giai đoạn methanon hóa. Để tăng hiệu suất tạo khí sinh học thì chúng ta cần phải xử lý trước rác thải hữu cơ, điều chỉnh tỷ lệ chất hữu cơ, điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm và thiết kế của hầm Biogas.

## III. KẾT QUẢ

Thiết kế của hầm Biogas rất đa dạng và phụ thuộc nhiều vào loại rác hữu cơ được sử dụng thực tế. Chúng ta có thể kể đến một số thiết kế điển hình như: hầm phân hủy dạng mái vòm cố định, hầm phân hủy dạng trống nổi và hầm phân hủy dạng hình ống [3].




*Hình 2. Hầm phân hủy dạng mái vòm cố định (a) và dạng trống nổi (b) [3].*




*Hình 3. Hầm phân hủy dạng hình ống [3].*

Hiện nay, với sự phát triển mạnh mẽ của các công cụ mô phỏng và hệ thống máy tính hiệu năng cao đã mở ra một cách làm mới trong các lĩnh vực nghiên cứu, thiết kế nói chung. Một phần mềm mô phỏng rất nổi tiếng hiện nay có tên là ANSYS Fluent, được phát triển bởi tập đoàn ANSYS [4]. ANSYS Fluent sử dụng phương pháp Động lực học chất lưu tính toán CFD, đây là tên gọi chung cho hệ thống phân tích đa vật lý với sự tham gia của dòng chất lưu trong các bài toán như chuyển động, truyền nhiệt, phản ứng hóa học, v.v. được đưa vào mô hình hóa và mô phỏng, phân tích trên máy tính. Phương pháp CFD được sử dụng trong nhiều phần mềm khác nhau, chẳng hạn như OpenFoam, ANSYS CFX, và ANSYS Fluent. Trong đó, phần mềm ANSYS Fuent được sử dụng rộng rãi và được kiểm chứng thông qua rất nhiều tổ chức và phòng thí nghiệm tiên tiến khác nhau trên thế giới. ANSYS Fluent có các tính năng cho phép mô hình hóa nâng cao cho cả dòng chảy nén được và không nén được, dòng chảy tầng và dòng chảy rối, dòng chảy ổn định và dòng chảy chuyển tiếp bao gồm cả các phản ứng hóa học nếu có. Cơ sở toán học của ANSYS Fluent dựa trên các định luật bảo toàn cơ bản của vật lý và hóa học [5].

Nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng phần mềm ANSYS Fluent để tiến hành xây dựng các mô hình hầm chứa Biogas khác nhau, sau đó tiến hành thay đổi các điều kiện lối vào như: loại vật liệu rác hữu cơ khác nhau, nhiệt độ, độ ẩm và áp suất khác nhau để tiến hành các phân tích cho quá trình sản xuất và thu gom khí sinh học. Cuối cùng, nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành các bước so sánh các công nghệ hầm Biogas và đưa ra đề xuất một thiết kế hầm Biogas tiên tiến cho hiệu quả sản xuất khí sinh học cao hơn.

## IV. KẾT LUẬN

Hiệu suất tạo khí bằng kỹ thuật phân hủy kỵ khí sử dụng hầm Biogas bị ảnh hưởng rất nhiều bởi tác động từ môi trường bên ngoài do việc sử dụng các loại vi sinh vật phân giải thường rất nhạy cảm với sự thay đổi từ môi trường. Để xem xét sự tác động này đến hiệu suất của hầm Biogas, phương pháp CFD sử dụng phần mềm mô phỏng ANSYS Fluent sẽ cho chúng ta nguồn dữ liệu đáng tin cậy để lựa chọn các phương án.

Dựa trên ý tưởng nghiên cứu này, trong tương lai, nhóm sẽ tiến hành triển khai đề tài để có được những dữ liệu trực quan hơn cho thiết kế hầm Biogas.

## V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Matevž Zupan˘ci˘c, Valerija Možic, Matic Može, Franc Cimerman and Iztok Golobi˘c, Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide, Sustainability 2022, 14, 1823. https://doi.org/10.3390/su14031823.

[2] https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[3] Yvonne Vögeli, Christian Riu Lohri, Amalia Gallardo, Stefan Diener, Christian Zurbrügg, Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland.

[4] https://www.ansys.com/

[5] ANSYS Fluent Theory Guide, ANSYS, Inc., November 2013.

# ID02
# BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH

***Nguyễn Lê Minh Ngọc*[(1)], **Vũ Hiển Long*[(2)], *Phạm Bá Quang*[(3)], *Phạm Nhật Minh*[(4)]**

*Người hướng dẫn: ThS. Phạm Ngọc Thắng, Giáo viên Trường THPT Chu Văn An; email: pntm.777@gmail.com*

[(1)(2)(3)(4)]*Học sinh lớp 10 chuyên Lý, Trường THPT Chu Văn An, email: vuhienlonghn@gmail.com*

## TÓM TẮT

Lãng phí thực phẩm đang có xu hướng gia tăng trên toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Lãng phí thực phẩm (hay còn gọi là chất thải thực phẩm) gây ra những vấn nạn cho môi trường, ảnh hưởng đến cuộc sống, sức khỏe con người. Xử lý hiệu quả thức ăn dư thừa sẽ giúp tiết kiệm được chi phí và bảo vệ môi trường. Kết quả nghiên cứu xử lý chất thải thực phẩm sau các bữa ăn bán trú của học sinh Trường Tiểu học Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội cho thấy sử dụng bể khí sinh học để xử lý chất thải thực phẩm sẽ giúp tiết kiệm được 3.890.000 đồng/năm và giảm 1,85 $tCO_2$/năm.

**TỪ KHÓA:** *chất thải thực phẩm, khí sinh học.*

## 1. GIỚI THIỆU

Theo số liệu của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hợp quốc (FAO), mỗi năm có khoảng một phần ba lượng thực phẩm được sản xuất cho con người tiêu thụ bị mất đi hoặc lãng phí trong quá trình chế biến và tiêu thụ (Bairstow, 2022), trong đó lượng chất thải thực phẩm từ căng tin, nhà bếp chiếm một tỷ lệ đáng kể [2]. Lượng chất thải thực phẩm hàng năm của 27 nước thành viên của Liên minh châu Âu (EU) tác động vào môi trường ước tính lên đến 170 triệu tấn $CO_2$ tương đương mỗi năm, tương ứng với 3% tổng lượng phát thải khí nhà kính của EU [3]. Điều này cho thất chất thải thực phẩm cũng là một nguyên nhân gây ô nhiễm bầu không khí và đóng vai trò đáng kể trong sự nóng lên toàn cầu.

Việt Nam là nước đứng thứ hai về chỉ số lãng phí thực phẩm trong khu vực, ước tính tổng lượng thực phẩm thất thoát từ chuỗi cung ứng của Việt Nam tương đương 60% lượng chất thải rắn [4]. Sử dụng lãng phí thực phẩm đang trở thành một thực tế đáng buồn ở các thành phố, nơi kinh tế phát triển, người dân thừa thãi nguồn thức ăn. Đặc biệt trong các trường học có tổ chức ăn bán trú, lượng thực phẩm dư thừa sau mỗi bữa ăn chiếm một tỷ lệ lớn so với tổng nguồn rác thải nói chung của toàn trường. Nếu thực phẩm dư thừa này không được xử lý đúng cách sẽ gây ra ô nhiễm môi trường. Theo FAO, khí mê-tan từ chất thải thực phẩm tạo ra 3,3 tỷ tấn khí nhà kính mỗi năm [5].

Chất thải thực phẩm từ các bếp ăn của trường học rất giàu chất hữu cơ. Nếu chúng được xử lý thông qua quá trình phân giải kỵ khí, nó sẽ đem lại nguồn năng lượng sạch cho chính trường học đó. Bếp ăn của các trường học này sẽ sử dụng khí sinh học để đun nấu hoặc thắp sáng thay thế cho những nguồn năng lượng truyền thống như điện, khí đốt hóa lỏng (LPG), từ đó, giúp trường học tiết kiệm được một khoản chi phí.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Mục đích: Xử lý chất thải thực phẩm trong trường tiểu học giúp giảm thiểu ô nhiễm môi

trường và sản xuất năng lượng sạch nhằm hướng tới mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính.

Đối tượng nghiên cứu: Chất thải thực phẩm phát sinh trong bữa ăn bán trú của Trường tiểu học Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội. Hiện nay toàn trường có 932 học sinh từ lớp 1 đến lớp 5 ăn bán trú tại trường (2 bữa/ngày, một bữa chính và một bữa phụ).

## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG/NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Chất thải thực phẩm là một trong những nguồn tài nguyên vô cùng hữu ích, nếu chúng được xử lý đúng cách sẽ mang lại hiệu quả lớn cho trường học. Do vậy, nhóm tác giả đề xuất các phương pháp nghiên cứu sau được tiến hành để tính toán sản lượng khí sinh học (KSH) thu được từ việc xử lý chất thải thực phẩm của trường học.

– Thu thập số liệu đặc trưng của một trường tiểu học (trường công lập) có tổ chức ăn bán trú cho học sinh trên địa bàn Thành phố Hà Nội để tính toán lượng chất thải thực phẩm dư thừa hằng ngày nạp vào bể khí sinh học. Số liệu cần thiết phải thu thập bao gồm: số lượng học sinh đăng ký ăn bán trú tại trường, số ngày ăn bán trú trong tuần, lượng thực phẩm đầu vào, lượng thực phẩm dư thừa sau mỗi bữa ăn/ngày, tiền điện tiêu thụ một tháng. Các số liệu này được nhóm tác giả thu thập sau giờ ăn trưa và ăn chiều ngày 5/10/2022 tại Trường Tiểu học Chu Văn An. Sau khi thu thập xong lượng thực phẩm dư thừa, nhóm tác giả đã cho vào thùng để cân lên và ghi lại tổng số lượng thực phẩm dư thừa trong ngày.

– Tính toán tiềm năng lý thuyết KSH được sản sinh ra sau khi xử lý chất thải thực phẩm. Lượng khí sinh học được tạo ra từ bể phân giải kỵ khí có thể được ước tính thông qua dữ liệu như lượng chất hữu cơ được xử lý trong một khoảng thời gian nhất định (ngày), hàm lượng tổng chất rắn (total solids) và chất rắn dễ bay hơi (volatile solids) của nguyên liệu nạp và sản lượng mê-tan sinh ra từ 1 kg chất thải rắn dễ bay hơi của chất thải thực phẩm.

– Tính toán hiệu quả kinh tế đơn giản và hiệu quả môi trường từ việc giảm phát thải khí nhà kính. Chi phí đầu tư bể KSH được thu thập thông qua việc lấy báo giá từ Công ty Sản xuất bể KSH composite. Đơn giá điện trung bình được thu thập từ hóa đơn tiền điện của Nhà trường.

## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Mô hình đề xuất

Theo nghiên cứu [6], tiềm năng KSH được tính thông qua (1) lượng chất hữu cơ cần xử lý và (2) sản lượng KSH được sinh ra.

(1) Lượng chất hữu cơ cần xử lý có thể được tính như sau:

$$\emptyset_{om} = Q \times T_{sc} \times V_{sc}$$

Trong đó:

$\emptyset_{om}$: lượng chất hữu cơ cần xử lý trong 1 ngày (kg/ngày);

Q: lượng chất thải dư thừa cần xử lý trong 1 ngày (kg/ngày);

$T_{sc}$: hàm lượng chất thải rắn (%);

$V_{sc}$: chất thải rắn dễ bay hơn (%).

(2) Lượng khí sinh học sinh ra được tính như sau:

$$B_{dp} = \emptyset_{om} \times B_y$$

Trong đó:

$B_{dp}$: sản lượng KSH được sinh ra hằng ngày ($m^3$/ngày);

$B_y$: sản lượng mê-tan được sinh ra trong 1 kg chất hữu cơ ($m^3$/kg).

Hiệu quả kinh tế của đề xuất này được thể hiện bằng thời gian hoàn vốn nhanh hay chậm. Thời gian hoàn vốn là một khía cạnh quan trọng mà nhà đầu tư, chủ doanh nghiệp phải xem xét trước khi đưa ra quyết định đầu tư. Do chi phí đầu tư thấp nên nhóm tác giả giả thiết tính thời

gian hoàn vốn theo cách đơn giản, nghĩa là không xem xét đến các yếu tố như khấu hao, lãi suất. Thời gian hoàn vốn đơn giản được tính theo công thức sau

$$\text{Thời gian hoàn vốn} = \frac{\textit{chi phí đầu tư}}{\textit{số tiền thu được do sử dụng KSH thay thế điện}}$$

Trong đó: chi phí đầu tư bao gồm: chi phí mua, lắp đặt bể; chi phí mua đường ống, chi phí mua thiết bị KSH.

Hiệu quả môi trường được tính trên số điện tiết kiệm được hàng năm x hệ số giảm phát thải của lưới điện Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố mới nhất [7].

## 4.2. Kết quả

### *4.2.1. Hiệu quả kinh tế*

Nhóm tác giả tiến hành thu thập số liệu ngày 5/10/2022 tại Trường Tiểu học Chu Văn An, Thành phố Hà Nội. Kết quả như sau:

| Số lượng học sinh ăn bán trú (học sinh) | Lượng thức ăn dư thừa hằng ngày (kg/ngày) | Số ngày tổ chức ăn bán trú trong 1 tháng (ngày) |
|---|---|---|
| 920* | 236 | 22 |

** Tổng số học sinh ăn bán trú tại trường là 932 học sinh, ngày 5/10/2022 có 12 học sinh nghỉ nên số lượng thực tế ăn tại trường là 920 học sinh.*

Theo nghiên cứu của [8], chất thải thực phẩm có tổng lượng chất thải rắn trung bình là 36,71% và chất thải rắn dễ bay hơi là 89,65%. Tổng lượng chất rắn dễ bay hơn của chất thải thực phẩm tại Trường Tiểu học Chu Văn An là:

$$\Phi_{om} = 236\ (\text{kg/ngày}) \times 36{,}71\% \times 89{,}65\% = 77{,}7\ (\text{kg/ngày})$$

Nghiên cứu (8) cũng chỉ ra rằng sản lượng mê-tan ra từ 1 kg chất thải rắn dễ bay hơi của chất thải thực phẩm là 0,05 $m^3$/kg. Lượng khí sinh học lý thuyết thu được từ xử lý chất thải thực phẩm tại Trường Tiểu học Chu Văn An là:

$$B_{dp} = 77{,}7\ (\text{kg/ngày}) \times 0{,}05\ (m^3/\text{kg}) = 3{,}9\ (m^3/\text{ngày})$$

Giả sử hiệu suất chuyển đổi từ KSH sang điện là 35% thì 1 $m^3$ KSH tương ứng với 2,14 kWh. Trung bình mỗi ngày, lượng KSH được sản sinh ra tương ứng với 8,3 kWh/ngày (182,4 kWh/tháng). Đơn giá điện trung bình mà Trường phải trả cho bên bán điện là 1.775 đồng/kWh, tương ứng với số tiền thu được là 324.115 đồng/tháng (3.890.000 đồng/năm).

Chi phí đầu tư bể KSH theo báo giá của Công ty sản xuất Composite là 8.700.000 đồng. Chi phí đào hố và lắp đặt là 2.000.000 đồng. Tổng chi phí đầu tư là 10.700.000 đồng.

$$\text{Thời gian hoàn vốn} = \frac{10.700.000}{3.890.000} = 2{,}75\ \text{năm}$$

Như vậy, sau 2,75 năm, Nhà trường sẽ thu hồi được vốn.

### *4.2.2. Hiệu quả môi trường*

Theo văn bản cập nhật nhất của Bộ Tài nguyên và Môi trường (7), hệ số phát thải của lưới điện là 0,8458 $tCO_2$/MWh. Dựa trên tính toán ở trên, mỗi năm bể KSH sẽ sinh ra 182,4 kWh/tháng × 12 tháng = 2188,8 kWh (tương ứng với 2,189 MWh), như vậy xử lý chất thải thực phẩm bằng bể KSH sẽ giúp Nhà trường mỗi năm giảm được: 0,8458 × 2,189 = 1.85 $tCO_2$/năm.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

Xử lý chất thải thực phẩm bằng công nghệ KSH không những đem lại hiệu quả về mặt kinh tế mà còn đem lại môi trường cho trường Tiểu học. Theo tính toán lý thuyết, để xử lý chất thải thực phẩm, Nhà trường sẽ phải đầu tư 10.700.000 đồng nhưng chỉ sau 2,75 năm là Nhà trường thu hồi được vốn đồng thời giúp Nhà

trường giảm được 1,85 $tCO_2$. Đây cũng là một trong những giải pháp giúp Việt Nam đạt được cam kết đưa mức phát thải ròng về 0 vào năm 2050.

Kết quả nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở tính toán lý thuyết. Muốn giải pháp này đi vào thực tế, nhóm tác giả đề xuất tiến hành thử nghiệm tại phòng thí nghiệm hoặc Ban tổ chức xem xét hỗ trợ thực hiện một mô hình thí điểm tại chính Trường Tiểu học Chu Văn An. Khi có kết quả tích cực từ mô hình thí điểm, nhóm tác giả đề xuất Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội nên xây dựng cơ chế khuyến khích các trường áp dụng công nghệ KSH để xử lý chất thải thực phẩm tại chính trường mình nhằm giúp các trường xây dựng lối sống xanh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Global Food Losses and Food Waste; FAO Publishing: Rome, Italy, 2011.
[2] Vittuari, M.; De Menna, F.; Pagani, M. The hidden burden of food waste: The double energy waste in Italy. Energies 2016, 9, 660. [CrossRef]
[3] https://www.energylivenews.com/2017/03/17/diverting-food-waste-from-landfill-could-be-worth-22m/
[4] http://tnmt.nghean.gov.vn/moi-truong-62774/nhieu-diem-nong-o-nhiem-do-tich-tu-rac-thai-thuc-pham-tai-viet-nam-363072
[5] https://www.fao.org/news/story/en/item/196402/icode/
[6] Buswell, A. M., & Mueller, H. F. (1952). Mechanism of methane fermentation. Ind. Eng. Chem., 44(3), 550-552. https://doi.org/10.1021/ie50507a033.
[7] http://dcc.gov.vn/van-ban-phap-luat/1082/He-so-phat-thai-luoi-dien-Viet-Nam-2020.html
[8] J. Gregory, S. Silveira, A. Derrick, P. Cowley, C. Allinson, and O. Paish, Financing Renewable Energy Projects, A Guide for Development Works, Intermediate Technology Publications in Association with the Stockholm Environment Institute, 1997.

**Các từ viết tắt:**

| | |
|---|---|
| EU: | Liên minh châu Âu |
| FAO: | Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hợp quốc |
| KSH: | Khí sinh học |
| LPG: | Khí đốt hóa lỏng |

**Giới thiệu về tác giả:**

*Thầy giáo hướng dẫn: ThS. Phạm Ngọc Thắng, giáo viên dạy môn Vật lý, Trường THPT Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội*

Nhóm tác giả bao gồm: Nguyễn Lê Minh Ngọc, Vũ Hiền Long, Phạm Bá Quang, Phạm Nhật Minh. Cả bốn bạn đều là học sinh lớp 10 chuyên lý của Trường THPT Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE

# TÊN ĐỀ TÀI: BIẾN CHẤT THẢI THỰC PHẨM CỦA TRƯỜNG HỌC THÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG SẠCH


**Nhóm tác giả: [1]Nguyễn Lê Minh Ngọc, [2]Vũ Hiển Long, [3]Phạm Nhật Minh, [4]Phạm Bá Quang,**

**Đơn vị công tác: Lớp 10 Lý - Trường THPT Chu Văn An**

**Giáo viên hướng dẫn: ThS. Phạm Ngọc Thắng, giáo viên Trường THPT Chu Văn An**


## Giới thiệu

- Mỗi năm có khoảng 1/3 lượng thực phẩm được sản xuất cho con người bị mất đi hoặc lãng phí [1].
- 3% tổng lượng phát thải khí nhà kính của EU đến từ lượng chất thải thực phẩm [2].
- Việt Nam là nước trong khu vực có nhiều thức ăn dư thừa trong nhà hàng, trường học.

- Trường học tổ chức ăn bán trú cho học sinh phát sinh nhiều lượng "thực phẩm dư thừa".
- Nếu được xử lý qua bể KSH, nó sẽ đem lại nguồn năng lượng sạch cho trường học.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

**Mục đích:** Xử lý chất thải thực phẩm trong Trường Tiểu học giúp giảm thiểu ô nhiễm môi trường và sản xuất năng lượng sạch nhằm hướng tới mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính.

**Đối tượng nghiên cứu:** Chất thải thực phẩm trong bữa ăn bán trú của Trường Tiểu học Chu Văn An, quận Tây Hồ, Thành phố Hà Nội.

## Phương pháp thực hiện

- Thu thập số liệu đặc trưng của Trường Tiểu học Chu Văn An:
  - Số lượng học sinh ăn bán trú
  - Lượng thực phẩm dư thừa trong ngày
  - Đơn giá tiền điện bình quân
- Tính lượng chất thải thực phẩm dư thừa hằng ngày nạp vào bể khí sinh học.
- Tính tiềm năng lý thuyết KSH
- Tính hiệu quả kinh tế đơn giản
- Tính hiệu quả môi trường

## Mô hình đề xuất

Lượng chất hữu cơ cần xử lý như sau:

$$\emptyset_{om} = Q \times T_{sc} \times V_{sc}$$

Trong đó:

$\emptyset_{om}$: lượng chất hữu cơ cần xử lý trong 1 ngày (kg/ngày);

Q: lượng chất thải dư thừa cần xử lý trong 1 ngày (kg/ngày);

$T_{sc}$: hàm lượng chất thải rắn (%);

$V_{sc}$: chất thải rắn dễ bay hơn (%).

Lượng khí sinh học sinh ra được tính như sau:

$$B_{dp} = \emptyset_{om} \times B_y$$

Trong đó:

$B_{dp}$: sản lượng KSH được sinh ra hằng ngày ($m^3$/ngày);

$B_y$: sản lượng mê-tan được sinh ra trong 1 kg chất hữu cơ ($m^3$/kg).

Hiệu quả kinh tế đơn giản được tính như sau:

Thời gian hoàn vốn = Chi phí đầu tư/Số tiền thu được do sử dụng KSH thay thế điện

Hiệu quả môi trường được tính trên số điện tiết kiệm được hằng năm × Hệ số giảm phát thải của lưới điện Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố mới nhất

## Kết quả

1. Hiệu quả kinh tế

Số liệu thu được tại Trường Chu Văn An như sau:

| Số lượng học sinh ăn bán trú (học sinh) | Lượng thức ăn dư thừa hằng ngày (kg) | Số ngày ăn bán trú trong 1 tháng (ngày) |
|---|---|---|
| 920 | 236 | 22 |

Tổng lượng chất rắn dễ bay hơn của chất thải thực phẩm là: 77,7 kg

Lượng KSH lý thuyết thu được là: 3,9 $m^3$/ngày

Giả sử hiệu suất chuyển đổi từ KSH sang điện là 35%, số tiền thu được một năm là 3.890.000 đ/năm

Chi phí đầu tư bể KSH là 10.700.000 đồng.

Vậy sau 2,75 năm, Nhà trường sẽ thu hồi được vốn.

2. Hiệu quả môi trường

Hệ số phát thải của lưới điện là 0,8458 $t_{CO2}$/MWh. Mỗi năm bể KSH sẽ sinh ra 182,4 kWh/tháng (tương ứng với 2,189 MWh)

Lượng phát thải $CO_2$ giảm được mỗi năm là: 0,8458 × 2,189 = 1.85 $t_{CO2}$/năm.

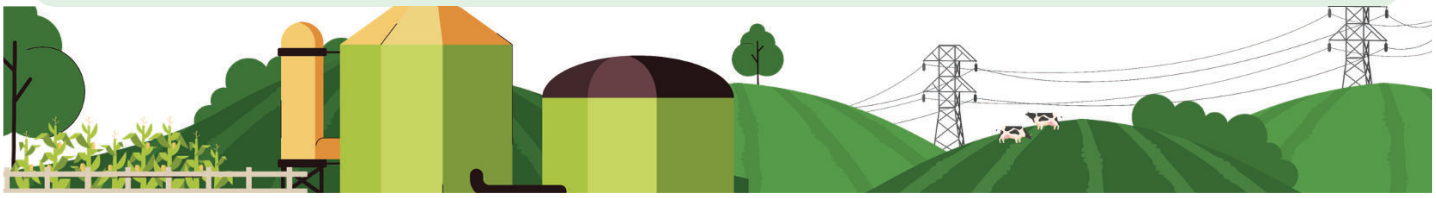
## Kết luận và kiến nghị

- Xử lý chất thải thực phẩm bằng công nghệ KSH đem lại hiệu quả kinh tế và hiệu quả môi trường cho Trường Tiểu học.
- Chi phí đầu tư để lắp đặt bể KSH là 10.700.000 đồng nhưng chỉ sau 2,75 năm là thu hồi vốn.
- Lượng phát thải mỗi năm giảm 1,85 $t_{CO2}$.
- Kết quả nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở tính toán lý thuyết.
- Nhóm tác giả đề xuất thử nghiệm tại phòng thí nghiệm hoặc thực hiện một mô hình thí điểm tại trường tiểu học Chu Văn An.
- Khi có kết quả từ thực tiễn, nên có cơ chế khuyến khích áp dụng công nghệ KSH xử lý chất thải thực phẩm nhằm xây dựng lối sống xanh.

**Tài liệu tham khảo**

[1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Global Food Losses and Food Waste; FAO Publishing: Rome, Italy, 2011.

[2] https://www.energylivenews.com/2017/03/17/diverting-food-waste-from-landfill-could-be-worth-22m/

# ID04.
# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN TẠI VIỆT NAM

*Hoàng Thị Vân [(1)]

[(1)] Đại học Bách khoa Hà Nội, hoangthivan221199@gmail.com

Người hướng dẫn: TS. Võ Thị Lệ Hà, Đại học Bách khoa Hà Nội

ThS. Nguyễn Thị Thu Hà, SNV Việt Nam

Cố vấn năng lượng – Hoàng Thanh Hà, SNV Việt Nam

## TÓM TẮT

Áp dụng phương pháp luận của Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) trong việc tính toán phát thải khí nhà kính từ hoạt động chăn nuôi lợn ở ba miền Bắc, Trung, Nam. Từ kết quả tính toán và đánh giá cho thấy tiềm năng khí sinh học từ chăn nuôi lợn thực sự rất lớn. Một kịch bản tiềm năng được đề xuất, sẽ giúp ngành Chăn nuôi lợn trên cả nước cắt giảm 0,06% tổng phát thải khí nhà kính từ ngành Điện năng và 5% tổng phát thải từ ngành Nông nghiệp. Bên cạnh đó còn đóng góp cho nền kinh tế khoảng 29 triệu USD từ thị trường tín chỉ Carbon. Từ đó rút ngắn lộ trình tiến đến "phát thải ròng bằng 0" của Việt Nam.

**TỪ KHÓA:** *$CH_4$, $CO_2$, IPCC 2006, tiềm năng, COP26.*

## 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, chăn nuôi lợn là loại hình chăn nuôi phổ biến nhất tại Việt Nam, mỗi năm thải ra môi trường hàng chục triệu tấn chất thải. Tuy nhiên, chỉ một phần chất thải này được xử lý, điều đó không những gây ô nhiễm môi trường mà còn gây lãng phí một nguồn sinh khối rất lớn. Vì khí sinh học từ chăn nuôi lợn có thể chuyển đổi thành nhiên liệu bền vững, với mỗi 0,7 $m^3$ khí sinh học tương đương 1 kWh điện năng [1]. Trong khi đó các nhà nghiên cứu cũng đã chỉ ra nếu áp dụng công nghệ máy phát điện sinh học, mỗi năm nước ta sẽ có được 4 tỷ kWh điện từ khí Biogas, tức là bằng 10% năng lượng điện bằng nhiên liệu thay thế, tiết kiệm 1,6 tỷ lít dầu [2]. Tuy nhiên, tính đến năm 2019, cả nước chỉ có khoảng 41,8% [3] các trang trại chăn nuôi được trang bị hầm Biogas. Bên cạnh đó, các quy định về Luật Chăn nuôi 2018, cũng như Tiêu chuẩn xử lý nước thải sau chăn nuôi theo QCVN 62:2021/BTNMT dẫn đến vấn đề nước thải từ chăn nuôi lợn cần được giải quyết. Vì vậy, việc thu hồi khí sinh học để tái sử dụng là một hướng đi cần thiết được xem xét.

Cùng với đó, hiện nay trên thế giới, các quốc gia đều đang hướng đến các mục tiêu phát triển bền vững cũng như Cam kết Net Zero tại COP26. Điều này càng là động lực để tiến đến giảm phát thải khí nhà kính, đặc biệt là ngành Chăn nuôi lợn. Nhận thấy những vấn đề cấp bách và thiết thực trên, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định phát thải Khí nhà kính từ các trang trại chăn nuôi lợn ở Việt Nam. Từ đó, xây dựng kịch bản tiềm năng để sử dụng hiệu quả khí sinh học, đáp ứng các mục tiêu phát triển bền vững và Cam kết Net Zero của Việt Nam.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Mục đích

Đánh giá tình hình quản lý chất thải tại các trang trại lợn được khảo sát, từ đó ước tính tiềm năng khí sinh học của ngành.

### 2.2. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu đã tiến hành các cuộc khảo sát trên tổng 96 trang trại có quy mô từ 500 con lợn trưởng thành trở lên, trong đó 67 trang trại từ 500 – 1000 con; 24 trang trại 1000 – 5000 con; 15 trang trại 5000 – 10000 con.

### 2.3. Phạm vi nghiên cứu

***a) Phạm vi về không gian***

Quá trình nghiên cứu của Đề tài được thực hiện tại các trang trại có quy mô vừa và lớn tại 11 tỉnh thành ở Việt Nam, phân bố ở cả ba miền Bắc, Trung, Nam; trong đó tập trung nhiều nhất vào khu vực phía Bắc 57 trang trại, tiếp theo là khu vực miền Trung 27 trang trại và cuối cùng là khu vực miền Nam 12 trang trại. Sự phân bố địa lý các trang trại đã khảo sát được thể hiện cụ thể trong hình 2.1.

*Hình 2.1: Bản đồ các tỉnh thành được nghiên cứu khảo sát.*

***b) Phạm vi về thời gian***

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 4 năm 2022 đến tháng 7 năm 2022.

## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG/NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 3.1. Nội dung nghiên cứu

Thu thập các thông tin cơ bản như quy mô, loại hình, hình thức chăn nuôi, thống kê tình hình quản lý chất thải (phân, nước thải, khí sinh học) từ hoạt động chăn nuôi, nhận thức của người chăn nuôi về những rủi ro của chăn nuôi lợn tác động đến sức khỏe và môi trường. Sau đó thực hiện tính tiềm năng khí sinh học tại các trang trại khảo sát và toàn ngành.

### 3.2. Phương pháp thực hiện

***3.2.1. Tính toán phát thải $CH_4$ cho toàn ngành (Tier 1)***

$$CH_{4\ QL\ phân} = \sum_{(T)} EF(T).N(T) \qquad (3.1)$$

+ $CH_{4\ QL\ phân}$: phát thải $CH_4$ từ phân lợn ($kgCH_4$/con/năm);

+ EF (T): 7 kg $CH_4$/con/năm tại 27 ºC [6];

+ $N_T$: tổng số lượng lợn (con).

***3.2.2. Tính toán phát thải $CH_4$ cho nghiên cứu (Tier 2)***

– **Bước 1:** Thu thập dữ liệu số lượng con ứng với mỗi nhóm lợn.

– **Bước 2**: Tính lượng thải chất rắn dễ bay hơi theo công thức sau:

$$VS_t = [GE_T \times (1 - DE\%) + (UE \times GE_T)] \times (1 - \frac{ASH\%}{18,45}) \qquad (3.2)$$

Ứng với phân nhóm vật nuôi, giá trị DE% (khả năng tiêu hóa thức ăn) sẽ khác nhau, cụ thể các giá trị được đề cập trong bảng 3.1.

*Bảng 3.1. Khả năng tiêu hóa thức ăn của lợn [4]*

| ***Vật nuôi*** | ***Phân nhóm vật nuôi*** | ***DE%*** |
|---|---|---|
| Lợn | Trưởng thành – nhốt chuồng | 70 – 80% |
| | Đang phát triển – nhốt chuồng | 80 – 90% |
| | Thả rong | 50 – 70% |

– **Bước 3:** Thu thập thông tin cụ thể về các hình thức quản lý phân tại các khu vực khảo sát.

– **Bước 4:** Xây dựng hệ số phát thải cụ thể cho từng danh mục con nhóm lợn nuôi dựa trên các vùng khí hậu và các hình thức quản lý phân tương ứng.

Chọn các hệ số chuyển đổi $CH_4$ cụ thể trong quản lý phân tại địa phương cho các yếu tố khác nhau các vùng khí hậu và các loại động vật có khả năng tạo ra mêtan tối đa cụ thể ($B_0$).

*Bảng 3.2. Hệ số MCF ứng với từng hình thức quản lý phân và nhiệt độ [6]*

| ***Miền*** | ***MCF (%)*** | |
|---|---|---|
| | ***Xả hầm*** | ***Tách phân*** |
| Bắc (23 °C) | 50 | 1,5 |
| Trung (26 °C) | 71 | 2 |
| Nam (26 °C) | 71 | 2 |

– **Bước 5:** Tính toán phát thải khí mêtan cho từng danh mục con vật nuôi.

**Với Bậc 2:**

• Theo công thức (3.3), đối với từng loại vật nuôi và vùng khí hậu, tính toán hệ số phát thải của từng quốc gia dựa trên lượng chất rắn bay hơi mặc định hoặc cụ thể của từng quốc gia (Bước 2), phần hệ thống quản lý phân (MS) và các yếu tố MCF và $B_0$ (Bước 4); Để ước tính tổng lượng phát thải, hệ số phát thải cụ thể của quốc gia sau đó được nhân với số lượng lợn theo phân nhóm T (Bước 1).

$$EF_{CH4} = VS_T \times 365 \times [B_o \times 0{,}67 kg\text{-}m^3 \times \frac{MCF}{100} \times MS] \quad (3.3)$$

• Giá trị MCF thay đổi phụ thuộc vào hình thức quản lý nhiệt độ phân tại nơi quản lý phân. Về mặt lý thuyết có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 100%. Cả nhiệt độ và thời gian lưu đều đóng một vai trò quan trọng trong việc tính toán MCF. Nhiệt độ càng cao, giá trị MCF càng lớn. Ví dụ như nếu phân được quản lý dưới dạng chất lỏng và nhiệt độ ấm áp thì có thể giá trị MCF cao, từ 65 đến 80%. Ngược lại, nếu như phân chuồng được quản lý dưới dạng khô, ở vùng khí hậu lạnh thì khả năng sinh $CH_4$ rất thấp, lúc này giá trị MCF khoảng 1% [Volume 4, IPCC]. Giá trị MCF sẽ được tra trong bảng 10.17, Tập 4 – IPCC 2006.

– **Bước 6:** Tổng lượng khí thải từ tất cả các loại vật nuôi đã xác định để xác định lượng khí thải của ngành Chăn nuôi lợn trong phạm vi nghiên cứu quy đổi ra $tCO_2$-e.

$$CO_{2phân} = EF_{2.T} \times N_T \times GWP_{CH4} \quad (3.4)$$

## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Kết quả khảo sát

#### *4.1.1. Thông tin chung*

*Bảng 4.1. Thông tin khảo sát chung*

| ***STT*** | ***Miền*** | ***Số lượng trang trại (Trang trại)*** | | | ***Tổng trang trại*** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ***500 – 1000 (con)*** | ***1000 – 5000 (con)*** | ***> 5000 (con)*** | |
| 1 | Bắc | 9 | 42 | 6 | **57** |
| 2 | Trung | 13 | 9 | 5 | **27** |
| 3 | Nam | 0 | 4 | 8 | **12** |
| **Tổng** | | | | | **96** |

Nghiên cứu được khảo sát ở 96 trang trại tại ba miền Bắc, Trung, Nam. Số trang trại có quy mô từ 500 – 1000 con chiếm 23%, các trang trại có quy mô từ 1000 – 5000 con chiếm khoảng 57%, còn lại là các trang trại có quy mô trên 5000 con.

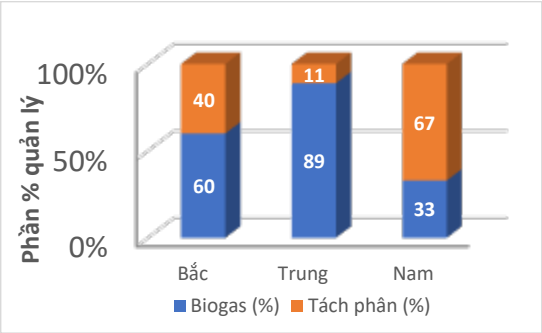
#### *4.1.2. Tình hình quản lý phân*

Theo kết quả khảo sát, hiện nay có hai hình thức quản lý phân ở các trang trại: xả thẳng 100% phân xuống hầm Biogas và tách phân trước khi xuống hầm Biogas. Tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng phân cho các mục đích khác nhau mà dẫn đến cách thức quản lý phân có sự khác nhau. Cụ thể với khu vực miền Bắc và miền Trung: phần lớn các trang trại lựa chọn hình thức xả thẳng phân xuống hầm Biogas (miền Bắc 60%, miền Trung 89%). Ngược lại, ở miền Nam, các chủ trang trại lại ưu tiên việc tách phân trước khi xuống hầm Biogas, con số này lên tới 67%. Hình 4.1 dưới đây thể hiện tình hình quản lý phân tại ba miền.

Sự khác nhau về cách thức quản lý phân ở ba miền có thể được lý giải:

– Do thói quen, nhận thức của người chăn nuôi.

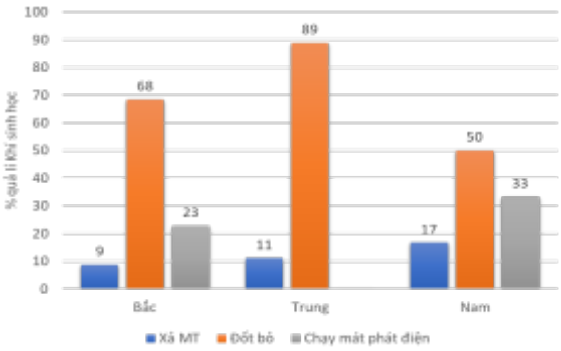
– Quy mô chăn nuôi tại ba miền khác nhau.




*Hình 4.1: Tình hình quản lý phân tại ba miền.*

### *4.1.3. Tình hình quản lý khí sinh học*

Hiện nay, tại các trang trại, lượng khí sinh học sinh ra được quản lý theo ba hình thức chính là: đốt bỏ, xả thẳng ra môi trường và sử dụng chạy máy phát điện. Trong ba hình thức quản lý khí sinh học, việc xả thải trực tiếp khí sinh học ra môi trường là hình thức xử lý gây ô nhiễm môi trường đáng lo ngại nhất. Vì khi xả thẳng $CH_4$ ra môi trường đã trực tiếp làm tăng hiệu ứng nóng lên toàn cầu lên 28 lần. Bên cạnh đó, $CH_4$ là khí sinh học có tiềm năng sử dụng chuyển đổi thành điện năng, do đó với hình thức quản lý này, các trang trại đã bỏ qua một nguồn sinh khối tiềm năng khổng lồ. Vì vậy, việc xả thẳng khí sinh học ra môi trường không phải là giải pháp hướng đến mục tiêu phát triển bền vững. Kết quả khảo sát chi tiết về hình thức quản lý khí sinh học tại ba miền được thể hiện đầy đủ trong hình 4.3:




*Hình 4.2: Tình hình quản lý khí sinh học tại ba miền.*

**Nhận xét**: Từ hình 4.2, cho thấy:

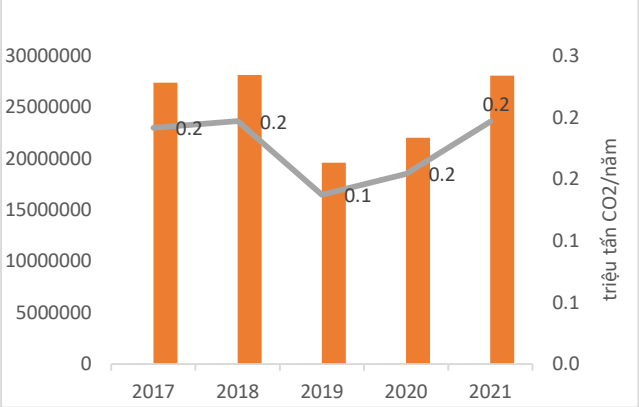
– Miền Trung đang lãng phí tiềm năng sử dụng của khí sinh học, khi không có một trang trại nào thu hồi khí sinh học để chạy máy phát điện sinh học.

– Miền Nam là nơi tận dụng hiệu quả tiềm năng khí sinh học nhất.

## 4.2. Kết quả tính toán phát thải

### *4.2.1. Ước tính lượng phát thải $CH_4$ cho toàn ngành*

Kết quả phát thải $CH_4$ tương đương cho toàn ngành trong 5 năm từ 2017 – 2021 được thể hiện chi tiết trong hình 4.3 sau:

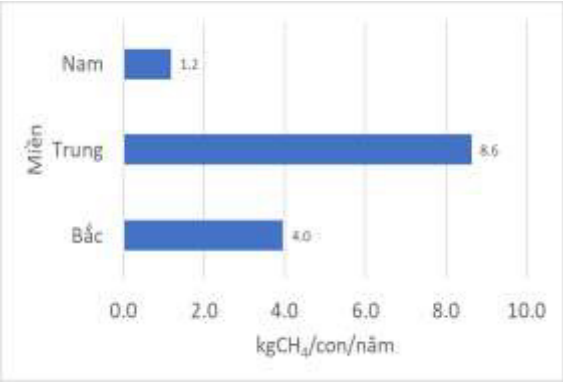



*Hình 4.3: Phát thải $CO_2e$ của toàn ngành giai đoạn 2017 – 2021.*

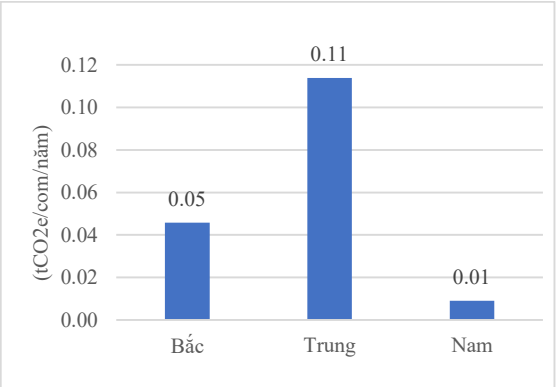
**Nhận xét**: Từ kết quả tính toán có thể thấy phát thải $CO_2$ tương đương cho toàn ngành Chăn nuôi lợn biến thiên từ 3,8 triệu $tCO_2e$/năm – 5,5 triệu $tCO_2e$/năm trong giai đoạn 2017 – 2021.

### *4.2.2. Hệ số phát thải $CH_4$ tại ba miền*

Phát thải $CH_4$, $CO_2e$ được tính toán từ các số liệu thực tế ở ba miền Bắc Trung Nam theo công thức (3.1), (3.2), (3.3), (3.4). Hình 4.4, hình 4.5 dưới đây là kết quả tính toán hệ số phát phát thải $CO_2$ tại ba miền:




*Hình 4.4: Hệ số phát thải $CH_4$ tại ba miền.*




*Hình 4.5: Phát thải $CO_2$ tương đương từ quản lý phân.*

**Nhận xét:**

– Hệ số phát thải $CH_4$ tại miền Trung là lớn nhất (8,6 $kgCH_4$/con/năm) và cao hơn hệ số phát thải mặc định của IPCC cho cấp 1 (7 $kgCH_4$/con/năm).

– Hệ số phát thải tại miền Nam và Bắc thấp hơn hệ số phát thải mặc định của IPCC cho cấp 1.

### 4.3. Kịch bản đề xuất

Kịch bản tiềm năng cho ngành Chăn nuôi lợn tại Việt Nam: "Đến năm 2030, 100% các trang trại đều có hầm Biogas và thu hồi khí sinh học để sử dụng máy phát điện sinh học".

**Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính**

Tại Việt Nam, năng lượng là ngành chiếm 80% tổng phát thải cả nước và nông nghiệp chiếm khoảng 10% [7]. Việc phát triển mô hình chuyển đổi khí sinh học sang năng lượng nhiên liệu là điện từ hệ thống máy phát điện sẽ đóng góp giảm phát thải khí nhà kính cho ngành Năng lượng và Nông nghiệp, cụ thể:

– Giảm phát thải khí nhà kính trực tiếp từ quản lý phân;

– Đóng góp gián tiếp vào việc giảm phát thải khí nhà kính từ tiêu thụ năng lượng hóa thạch khi thay thế điện lưới quốc gia và dầu diesel bằng nhiên liệu khí sinh học;

– Mở rộng cơ hội phát triển thị trường tín chỉ Carbon tại Việt Nam, hội nhập thị trường mua bán tự nguyện tín chỉ Carbon trên thế giới.

Theo các chuyên gia đã ước tính lượng phát thải KNK cho các lĩnh vực tại các năm 2020 và 2030, chi tiết tại bảng 4.2.

*Bảng 4.2: Phát thải khí nhà kính ước tính cho các năm 2020 và 2030 [9]*

*Đơn vị: Triệu tấn $CO_2$ tương đương*

| Lĩnh vực | Năm 2020 | Năm 2030 |
|---|---|---|
| Năng lượng | 381,1 | 648,5 |
| Nông nghiệp | 100,8 | 109,3 |
| LULUCF | –42,5 | –45,3 |
| Chất thải | 26,6 | 48,0 |
| Tổng | 466,6 | 760,5 |

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã xây dựng chiến lược phát triển chăn nuôi giai đoạn 2020 – 2030, tầm nhìn đến năm 2040, với mục tiêu đặt duy trì tổng đàn lợn có mặt thường xuyên ở quy mô khoảng 29 – 30 triệu con trên cả nước [10]. Bảng 4.3 là kết quả tính toán tiềm năng đóng góp giảm phát thải khí nhà kính từ hoạt động chuyển đổi 100% máy phát điện sinh học cho chăn nuôi lợn, với quy mô 30 triệu con.

Như vậy, kịch bản đề xuất sẽ giúp cắt giảm 5% tổng phát thải của ngành Nông nghiệp và 0,06% của ngành Điện năng. Từ đó rút ngắn thời gian thực hiện lộ trình cam kết Net Zero của Việt Nam.

*Bảng 4.3: Tiềm năng giảm phát thải KNK và cơ hội từ thị trường Carbon*

| Lĩnh vực | Phát thải năm 2030 (triệu $tCO_2e$) | Giảm phát thải từ kịch bản tiềm năng năm 2030 | | | Tín chỉ Carbon (triệu USD) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Triệu $tCH_4$ | Triệu $tCO_2e$ | % | |
| Nông nghiệp | 109.3 | 0.21 | 5.9 | 5 | 29 |
| Năng lượng | 648.5 | | 0.4 | 0.06 | |

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

### 5.1. Kết luận

Theo kịch bản tiềm năng đến 2030, tổng phát thải $CH_4$ của toàn ngành đóng góp giảm cho nông nghiệp là 0,21 triệu $tCH_4$/năm, từ tiềm năng đó cho chúng ta sẽ đạt được những giá trị đồng lợi ích khi đóng góp giảm 5% tổng phát thải $CO_2$ cho ngành Nông nghiệp, 0,06% cho ngành Năng lượng, đóng góp bảo vệ môi trường và tiết kiệm 29 triệu USD từ thị trường Carbon. Điều này cho thấy nghiên cứu phù hợp với lộ trình tiến đến phát thải ròng bằng 0 tại Việt Nam vào năm 2050.

### 5.2. Kiến nghị

– Thúc đẩy nghiên cứu đánh giá tiềm năng khí sinh học từ các hoạt động chăn nuôi khác.

– Đẩy mạnh phát triển thị trường Tín chỉ Carbon và đưa vào vận hành trong thực tiễn.

– Nghiên cứu, khuyến khích mở rộng lĩnh vực máy phát điện sinh học.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Khắc Tuyến, Trần Hữu Quốc, Nguyễn Trường Minh, Phạm Thị Hồng, Nguyễn Mai Anh, Lê Quang Sáng, Trần Văn Hải, "Đánh giá so sánh hiệu quả", Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Trung tâm Nghiên cứu Năng lượng.

[2] Microbe-Lift, "Sản xuất điện từ khó Biogas trong chăn nuôi", 2022. Truy cập 20/06/2022 từ: https://microbelift.vn/san-xuat-dien-tu-kho-biogas-trong-chan-nuoi/

[3] SNV Vietnam, "BPP Vietnam Green Recovery Application Business Plan on Bioenergy for Circular Agriculture (BeCA)", 2022.

[4] Công văn: "Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam 2020", Cục Biến đổi khí hậu Việt Nam, 2020.

[5] Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển về nghiên cứu năng lượng.

[6] Hongmin Dong (China), Joe Mangino (USA), and Tim A. McAllister (Canada) Jerry L. Hatfield (USA), Donald E. Johnson (USA), Keith R. Lassey (New Zealand), Magda Aparecida de Lima (Brazil), and Anna Romanovskaya (Russian Federation), Volumes 4-Chapter 10 "Emissions from Livestock and Manure Management", Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, pp. 35 – 51, 2006.

[7] Công ty Cổ phần công nghệ EGreen, *Báo cáo "Báo giá hệ thống máy phát điện Biogas", 2022.*

[8] Báo Nghệ An, "Ép phân lợn tươi thành… tiền", 2018. Truy cập ngày 28/07/2022 từ https://baonghean.vn/ep-phan-lon-tuoi-thanh-tien-post180852.html

[9] ThS. Bành Thị Hồng Lan, "Phân tích thực trạng phát thải khí nhà kính tại Việt Nam", Tạp Chí Công Thương Việt Nam, 2022.

[10] Cục Chăn nuôi, "Chiến lược chăn nuôi đến năm 2030: Duy trì đàn lợn 29 – 30 triệu con", 2020.

**Tác giả: Hoàng Thị Vân**

- ✓ Chuyên ngành: Quản lý Môi trường
- ✓ Tốt nghiệp Đại học Bách khoa Hà Nội
- ✓ Thành tích (2022):
  - Đạt học bổng Khuyến khích học tập
  - Tham gia dự án "Bio – energy for Circular Agriculture (BeCA)"
  - Đạt chứng nhận khóa học "An toàn trên không gian số"

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# TÊN ĐỀ TÀI: NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG KHÍ SINH HỌC TỪ CÁC TRANG TRẠI NUÔI LỢN Ở VIỆT NAM


**Sinh viên:** Hoàng Thị Vân

**Giảng viên hướng dẫn:** TS. Võ Thị Lệ Hà

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

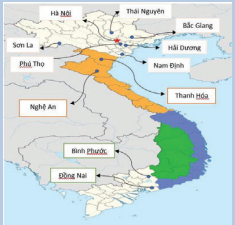

## Giới thiệu

Chăn nuôi lợn tại Việt Nam ngày càng phát triển, lượng chất thải ngày càng lớn, điều đó gây ra những áp lực đối với Môi trường, sức khỏe và cộng đồng. Theo Luật Chăn nuôi 2018 và QCVN 62:2021/BTNMT thì bắt buộc các vấn đề này cần được giải quyết. Cùng với đó, hiện nay trên thế giới, các quốc gia đều đang hướng đến các Mục tiêu phát triển bền vững cũng như Cam kết Net Zero tại COP26. Với kịch bản tiềm năng sử dụng Khí sinh học sẽ đáp ứng các Mục tiêu phát triển bền vững và Cam kết Net Zero của Việt Nam. Đây cũng là cơ sở dữ liệu cần thiết giúp các nhà Quản lý đưa ra các biện pháp quản lý phù hợp và hiệu quả trong bối cảnh vấn đề nóng nên toàn cầu hiện nay.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

❖ **Mục đích:** Đánh giá tình hình quản lý chất thải tại các trang trại lợn được khảo sát, từ đó ước tính tiềm năng Khí sinh học của ngành.

❖ **Đối tượng nghiên cứu**: 96 trang trại chăn nuôi lợn tại Việt Nam có quy mô trên 500 con.




Hình 1: Các tỉnh thành khảo sát

## Phương pháp/Nội dung thực hiện ý tưởng

❖ **Thời gian:** 04/2022 - 07/2022

❖ **Phương pháp luận:**

- Phương pháp điều tra khảo sát: phiếu điều tra được xây dựng để điều tra 96 trang trại.
- Phương pháp tính toán: Kế thừa phương pháp luận của IPCC 2006:

$$CH_{4\,(emission)} = N \times EF$$

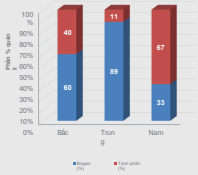
*N: số lượng đối tượng* *EF: Hệ số phát thải của đối tượng*

❖ **Nội dung thực hiện**:

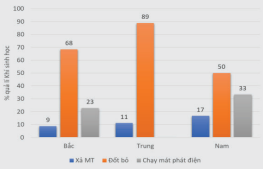
1. Đánh giá tình hình quản lý chất thải tại các trang trại khảo sát.
2. Ước tính tiềm năng Khí sinh học.

## Kết quả & bàn luận

### 1. Kết quả khảo sát

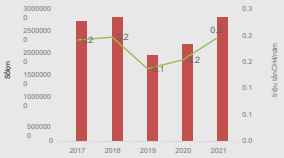



Hình 2: Tình hình quản lý phân




Hình 3: Tình hình quản lý Khí sinh học

### 2. Kết quả tính toán phát thải




Hình 4: Tổng phát thải $CH_4$ của toàn ngành đoạn 2017 - 2021

**3. Kịch bản tiềm năng:** Đến 2030, 100% các trang trại có hầm Biogas và thu hồi Khí sinh học để chạy máy phát điện sinh học.

Bảng 4.3: Tiềm năng giảm phát thải Khí nhà kính và cơ hội từ thị trường Carbon

| Lĩnh vực | Phát thải năm 2030 (triệu $tCO_2e$) | Giảm phát thải từ kịch bản tiềm năng năm 2030 | | | Tín chỉ Carbon (triệu USD) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Triệu $tCH_4$ | Triệu $tCO_2e$ | % | |
| Nông nghiệp | 109.3 | 0.21 | 5.9 | 5 | 29 |
| Năng lượng | 648.5 | | 0.4 | 0.06 | |

Như vậy, kịch bản đề xuất sẽ giúp cắt giảm 5% tổng phát thải của ngành Nông nghiệp, và 0,06% của ngành Điện năng. Từ đó rút ngắn thời gian thực hiện lộ trình cam kết Net Zero của Việt Nam.

## Kết luận

Theo kịch bản tiềm năng đến 2030, tổng phát thải $CH_4$ của toàn ngành đóng góp giảm cho nông nghiệp là 0,21 triệu $tCH_4$/năm, từ tiềm năng đó chúng ta sẽ đạt được những giá trị đồng lợi ích khi đóng góp giảm 5% tổng phát thải $CO_2$ cho ngành nông nghiệp, 0,06% cho ngành năng lượng, đóng góp bảo vệ môi trường và tiết kiệm 29 triệu USD từ thị trường Carbon. Điều này cho thấy nghiên cứu phù hợp với lộ trình tiến đến phát thải ròng bằng 0 tại Việt Nam vào năm 2050.

## Kiến nghị, hướng phát triển

- Thúc đẩy nghiên cứu Đánh giá tiềm năng Khí sinh học từ các hoạt động chăn nuôi khác.
- Đẩy mạnh phát triển Thị trường Tín chỉ Carbon và đưa vào vận hành trong thực tiễn.
- Nghiên cứu, khuyến khích mở rộng lĩnh vực máy phát điện sinh học.

## Lời cảm ơn


Tôi xin được gửi lời cảm ơn Tổ chức phát triển Hà Lan SNV Việt Nam, cùng các thành viên dự án BeCA đã nhiệt tình hỗ trợ tôi thực hiện nghiên cứu này.


## Tài liệu tham khảo


[1] Hongmin Dong (China), Joe Mangino (USA), and Tim A. McAllister (Canada) Jerry L. Hatfield (USA), Donald E. Johnson (USA), Keith R. Lassey (New Zealand), Magda Aparecida de Lima (Brazil), and Anna Romanovskaya (Russian Federation), Volumes 4-Chapter 10 "Emissions from Livestock and Manure Management", Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, pp. 35 - 51, 2006.

[2] Công văn: "Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam 2020", Cục Biến đổi Khí hậu Việt Nam, 2020.

# ID05
# GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HẦM Ủ BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS QUY MÔ NÔNG HỘ

***Trương Hoài Thương[(1)], Nguyễn Duy Khang[(2)], Kim Lavane[(3)],***
****Nguyễn Trường Thành[(3)]***

*[(1)] Sinh viên ngành Kỹ thuật Môi trường, khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ <thuongb2010484@student.ctu.edu.vn>*
*[(2)] Lớp 12A5 Trường THPT Châu Văn Liêm, thành phố Cần Thơ*
*[(3)] Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*
**Tác giả liên hệ: ntthanh@ctu.edu.vn*

## TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng bèo Tấm (*Lemna minor*) hấp thu các dưỡng chất có trong nước thải đầu ra của hầm ủ biogas để tăng sinh khối, đồng thời tận thu sinh khối bèo làm nguyên liệu nạp trở lại hầm ủ biogas nhằm phát triển bền vững mô hình vườn – ao – chuồng – biogas (VACB) tại nông hộ. Kết quả nghiên cứu cho thấy bèo Tấm vừa có khả năng xử lý nước thải, vừa là nguyên liệu nạp cho hầm ủ biogas, đồng thời có thể sử dụng nước sau xử lý để dội rửa chuồng trại chăn nuôi. Như vậy, bèo Tấm có thể trồng kết hợp trong mô hình VACB nhằm cải thiện chất lượng môi trường, đồng thời làm nguồn nguyên liệu nạp bổ sung để duy trì sự hoạt động ổn định của hầm ủ biogas.

**TỪ KHÓA:** *bèo tấm, hầm ủ biogas, phát triển bền vững, sinh khối, xử lý nước thải.*

## 1. GIỚI THIỆU

Ngành nghề chăn nuôi heo vốn có từ lâu đời và gắn liền với hệ thống nông nghiệp ở nước ta. Tuy nhiên, ô nhiễm môi trường từ chất thải chăn nuôi ngày càng được ghi nhận trở nên nghiêm trọng, nhất là ở các vùng nông thôn. Mặc dù có các biện pháp xử lý nhưng khoảng 80% lượng chất thải chăn nuôi đã thất thoát ra môi trường [1]. Trung tâm Năng lượng mới – Trường Đại học Cần Thơ đã giới thiệu công nghệ biogas trong mô hình VACB để xử lý chất thải chăn nuôi từ những năm 90 của thế kỷ trước góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Mặc dù vậy, nước thải chăn nuôi sau khi xử lý bằng hầm ủ biogas vẫn còn thành phần ô nhiễm vượt tiêu chuẩn xả thải của quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chăn nuôi QCVN 62:2016/BTNMT.

Bèo Tấm *(Lemna minor)* đã được nghiên cứu để loại bỏ các chất gây ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi tập trung hoặc từ sản xuất thâm canh cây trồng [2]. Chúng có thể phát triển ở những lưu vực nước có mức độ ô nhiễm dưỡng chất (N, P, K) tương đối cao [3]. Bèo Tấm thích nghi với nhiều điều kiện khí hậu và môi trường khác nhau (nhiệt đới và ôn đới; nước ngọt và nước lợ) [3, 4, 5] và được sử dụng để xử lý nước thải ở Bắc Mỹ, khu vực Trung Đông, Ai Cập và Pakistan [4]. Tại Ấn Độ đã nghiên cứu đánh giá hiệu quả kinh tế trong việc xử lý nước thải bằng bèo Tấm [6]. Ở nước ta đã có những nghiên cứu ứng dụng bèo Tấm trong các hệ thống canh tác tổng hợp để sử dụng bền vững các nguồn tài nguyên thiên nhiên tái tạo [6]. Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã nghiên cứu tiềm năng sinh khối bèo Tấm phục vụ cho chăn nuôi [3]. Sinh khối bèo Tấm còn được nghiên cứu sử dụng làm nguyên liệu để ủ biogas [7, 8, 9, 10].

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu nhằm phát triển bền vững mô hình VACB tại nông hộ trên cơ sở tìm kiếm nguyên liệu thay thế phân heo để nạp vào hầm

ủ biogas và nguyên liệu đó có thể xử lý nước thải đầu ra của hầm ủ biogas. Đối tượng nghiên cứu là sinh trưởng của bèo Tấm (*Lemna minor*) và hầm ủ biogas để xử lý chất thải chăn nuôi heo trong mô hình VACB.

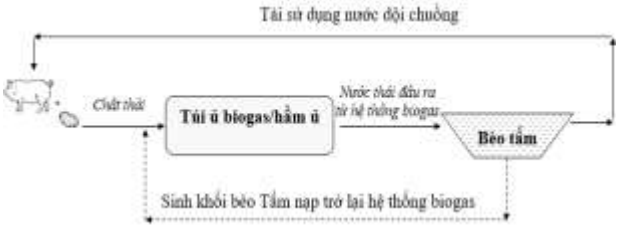
## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG

Nghiên cứu này thực hiện hai thí nghiệm: (i) sử dụng bèo Tấm xử lý nước thải đầu ra của hầm ủ biogas giúp giảm nồng độ ô nhiễm, cải thiện vệ sinh môi trường chăn nuôi và tái sử dụng nước để dội chuồng; (ii) phối trộn sinh khối bèo Tấm thu được với phân heo làm nguyên liệu nạp cho hầm ủ biogas (quy mô phòng thí nghiệm) nhằm tìm kiếm nguyên liệu thay thế phân heo trong trường hợp số lượng heo nuôi bị biến động.

## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Mô hình đề xuất

Bèo Tấm vừa là tác nhân sinh học hấp thụ dưỡng chất dư thừa trong nước thải biogas, vừa là nguyên liệu nạp cho hầm ủ biogas giúp phát triển bền vững mô hình VACB tại nông hộ như đề xuất ở Hình 1. Theo đó, nước thải chăn nuôi sau khi xử lý bằng hầm ủ biogas được đưa vào ao nuôi bèo Tấm, tại đây bèo Tấm hấp thụ các dưỡng chất dư thừa trong nước thải giúp chúng tăng sinh khối, đồng thời làm giảm nồng độ ô nhiễm trong nước thải. Lượng sinh khối bèo Tấm thu được có thể tận dụng làm nguồn nguyên liệu nạp trở lại cho hầm ủ biogas, nước thải sau xử lý có thể dội chuồng nuôi. Như vậy, với mô hình đề xuất, nước thải đầu ra của hầm ủ biogas được xử lý và nước thải sau xử lý được tái sử dụng trở lại để dội chuồng nuôi. Sinh khối bèo Tấm vừa xử lý nước thải vừa là nguyên liệu nạp trở lại cho hầm ủ biogas. Với mô hình này, tất cả được tuần hoàn khép kín giúp phát triển bền vững mô hình VACB tại nông hộ.

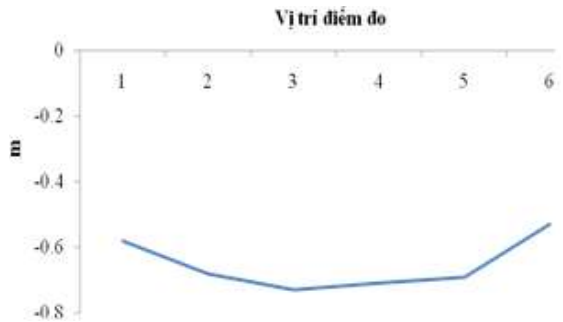



*Hình 1. Đề xuất giải pháp bền vững hệ thống biogas trong mô hình VACB.*

### 4.2. Kỹ thuật

***a) Thí nghiệm xử lý nước thải biogas***

Thí nghiệm xử lý nước thải đầu ra của hầm ủ biogas bằng bèo Tấm được tiến hành tại nông hộ Lê Văn Năm ở ấp Mỹ Phụng, xã Mỹ Khánh, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ trên ao có sẵn của nông hộ. Kích thước ao 13,6 m × 6,5 m, diện tích bề mặt $S_{bm}$ = 88,4 $m^2$. Trước khi thí nghiệm, ao được tháo cạn nước, tiêu diệt các động vật (cá, ốc, cua, v.v.) có trong ao, sau đó cho nước sông vào ao và để lắng 24 giờ. Phân tích chất lượng nước trong ao trước khi đưa nước thải từ hầm ủ biogas vào ao. Xác định độ ngập nước ban đầu của ao $H_{nn}$ = 0,73 m tại thời điểm nước ngập ao cao nhất, xem như đáy ao phẳng tại mọi điểm theo chiều ngang tính từ mặt thoáng đến đáy ao (Hình 2), thể tích nước ban đầu trong ao $V_{bđ}$ = 64,53 $m^3$. Hằng ngày, khi người dân dội rửa chuồng heo, nước thải đưa vào hầm biogas xử lý, phần nước chảy tràn ra từ hầm biogas sau khi xử lý được nạp vào ao. Ghi nhận các thông số vận hành gồm nhiệt độ môi trường, thể tích nước biogas nạp vào ao, pH, EC, độ mặn.




*Hình 2. Mặt cắt đáy ao (tính từ mặt thoáng).*

Khối lượng bèo ban đầu cho vào ao là 1 kg, sau khi sinh khối bèo phủ kín bề mặt ao, xác định các thông số sau:

– Thời gian nhân đôi *(ngày):*

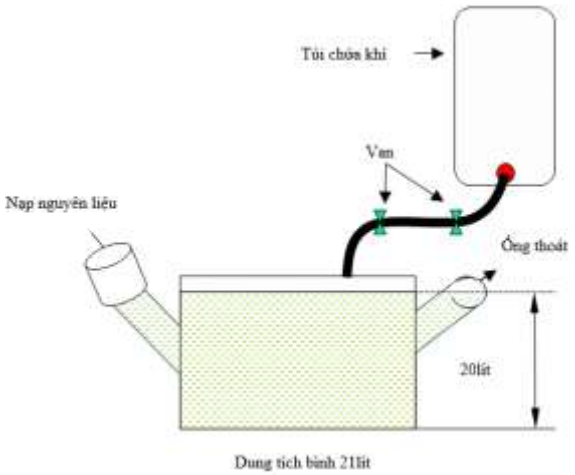
$$T = \frac{\ln 2}{(\ln Nt - \ln No)} t \quad (1)\ [11]$$

– Sinh khối bèo Tấm *(kg):*

So sánh giá trị của các thông số ô nhiễm chất lượng nước với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chăn nuôi QCVN 62:2021/BTNMT để đánh giá chất lượng nước thải biogas sau xử lý.

***b) Thí nghiệm ủ yếm khí phối trộn sinh khối bèo Tấm với phân heo***

Thí nghiệm tiến hành trên bình ủ yếm khí bán liên tục 20 L tự chế (hình 3), hỗn hợp bèo Tấm và phân heo được nạp hằng ngày. Mục đích của thí nghiệm nhằm xác định lượng khí và thành phần khí sinh ra để đánh giá khả năng có thể áp dụng vào điều kiện thực tế.




*Hình 3. Thí nghiệm ủ yếm khí sinh khối bèo Tấm với phân heo.*

Chọn thời gian tồn lưu (HRT) cho thí nghiệm nạp nguyên liệu bán liên tục là 20 ngày [7]. Phần chất lỏng được sử dụng trong thí nghiệm là nước thải đầu ra biogas, được nạp cố định một lần với 20 L.

→ Cần nạp lượng nguyên liệu = 20/20 = 1 (L/ngày)

Chọn tỷ lệ rắn:lỏng là 1:1 thì trong 1 L nguyên liệu nạp hằng ngày cần 0,5 L chất rắn và 0,5 L chất lỏng. Tính toán nguyên liệu tươi (hỗn hợp bèo tấm và phân heo) nạp vào hằng ngày.

Thí nghiệm tiến hành với hai nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần:

✓ *Nghiệm thức 50% bèo Tấm : 50% phân heo (NT1)*

Đối với nghiệm thức 1 (NT1) với tỷ lệ phối trộn nguyên liệu 50% bèo Tấm:50% phân heo, nên trong 0,5 kg nguyên liệu chất rắn nạp vào hằng ngày cần 0,25 kg chất khô của bèo Tấm và 0,25 kg chất khô của phân heo. Mà trong nguyên liệu nạp vào cần 10% là thành phần chất rắn khô [9]. Nên chất khô của nguyên liệu ở NT1 là 0,025 kg chất khô của bèo Tấm và 0,025 kg chất khô của phân heo.

– Bèo Tấm có ẩm độ 91,82%, vậy 0,25 kg chất khô cần có (0,025×100)/91,82 = 0,0272 kg bèo Tấm tươi.

– Phân heo có ẩm độ 51,96%, vậy 0,25 kg chất khô cần có (0,025×100)/51,96 = 0,0481 kg phân heo tươi.

Lượng hợp chất hữu cơ bay hơi (ODM) nạp vào hầm ủ không có giá bám từ 1 – 4 kg ODM/m$^3$/ngày [7]. Với thể tích của bình ủ thí nghiệm 20 L cần nạp tương đương 0,02 – 0,08 kg ODM/L/ngày.

Kiểm tra hàm lượng ODM nạp vào bình ủ hằng ngày:

– Bèo Tấm có %ODM = 78,93% → lượng ODM chứa trong chất rắn khô của bèo Tấm nạp vào hằng ngày = (0,025 × 78,93)/100 = 0,0197 kg.

– Phân heo có %ODM = 76,78% → lượng ODM chứa trong chất rắn khô của phân heo nạp vào hằng ngày = (0,025 × 76,78)/100 = 0,0192 kg.

→ Lượng ODM của hỗn hợp nguyên liệu của nghiệm thức NT1 nạp hằng ngày = 0,0197 + 0,192 = 0,0389 kg.

Như vậy, nghiệm thức NT1 (50% bèo tấm:50% phân heo) có lượng ODM nạp thỏa mãn điều kiện.

✓ *Nghiệm thức 25% bèo Tấm:75% phân heo (NT2)*

Ở nghiệm thức này, trong 0,5 kg nguyên liệu chất rắn khô nạp vào hằng ngày cần 0,125 kg chất khô của bèo Tấm và 0,375 kg chất khô của phân heo. Mà trong nguyên liệu nạp vào cần 10% là thành phần chất rắn khô [9]. Nên chất khô của nguyên liệu ở NT2 là 0,0125 kg chất khô của bèo Tấm và 0,0375 kg chất khô của phân heo.

– Bèo Tấm có ẩm độ 91,82%, vậy 0,0125 kg chất khô cần có (0,0125×100)/91,82 = 0,0136 kg bèo tươi.

– Phân heo có ẩm độ 51,96%, vậy 0,0375 kg chất khô cần có (0,0375×100)/51,96 = 0,0722 kg phân heo tươi.

Kiểm tra lượng ODM nạp vào bình ủ hằng ngày:

– Bèo Tấm có %ODM = 78,93% → lượng ODM chứa trong chất rắn khô của bèo Tấm nạp vào hằng ngày = (0,0125×78,93)/100 = 0,0099 kg.

– Phân heo có %ODM = 76,78% → lượng ODM chứa trong chất rắn khô của phân heo nạp vào hằng ngày = (0,0375×76,78)/100 = 0,0288 kg.

→ Lượng ODM của hỗn hợp nguyên liệu thí nghiệm nạp vào hằng ngày = 0,0099 + 0,0288 = 0,0387 kg.

Vậy nghiệm thức NT2 (25% bèo tấm:75% phân heo) thỏa mãn lượng nạp đề xuất 0,02 – 0,08 kg ODM/L/ngày [7].

Một nghiệm thức đối chứng là nước thải biogas (không nạp nguyên liệu rắn) cũng được tiến hành để trừ bì khi tính lượng khí sinh ra trong các nghiệm thức. Các bình ủ được phủ bọc đen bên ngoài tránh ánh nắng trực tiếp có thể phát triển tảo bên trong mẻ ủ. Sản lượng khí sinh ra ghi nhận 3 ngày/lần trong suốt thời gian thí nghiệm. Thí nghiệm dừng lại khi quá trình ủ đi vào ổn định.

Các thí nghiệm ủ yếm khí bèo tấm phối trộn với phân heo xác định các thông số sau:

– Thời điểm sinh khí cực đại và thời gian kết thúc mẻ ủ *(ngày);*

– Thể tích khí biogas sinh ra tốt nhất *(lít)*;

– Tỷ lệ khí thành phần *(%).*

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

### 5.1. Kết quả thí nghiệm xử lý nước thải biogas

Nhiệt độ môi trường tại nơi bố trí thí nghiệm trong thời gian từ 8 – 16 giờ hằng ngày dao động từ 30,60 – 35,75 ºC, kết quả này cho thấy thời gian từ 10 giờ đến 15 giờ, nhiệt độ môi trường cao hơn khoảng nhiệt độ thích hợp của bèo Tấm. Nhiệt độ nước tăng trên 33 ºC sẽ hạn chế tốc độ phát triển của bèo Tấm [3, 4], hoặc có thể lên đến 35 ºC [6]. Kết quả thí nghiệm cho thấy, bèo Tấm chịu đựng sự bất lợi khoảng 5 giờ trong ngày.

Giá trị pH của nước đầu vào đạt 7,09 và đầu ra đạt 6,69 đều nằm trong khoảng tồn tại từ 5 – 9 và khoảng thích hợp từ 6,5 – 7,5 của bèo Tấm [2, 3 và 4]. Độ dẫn điện (EC) và độ muối trong mẻ ủ không thay đổi đáng kể trong suốt quá trình ủ, đạt 338 µS/cm và 0,2‰ lần lượt tương ứng. Bèo Tấm sinh trưởng được ở môi trường nước ngọt và lợ [4], có thể chịu được nồng độ muối lên đến 4.000 mg/L [4]. Kết quả cho thấy quá trình sinh trưởng của bèo Tấm không phụ thuộc nhiều vào EC và độ mặn.

Bèo Tấm được thả nuôi ban đầu là 1 kg, nước thải biogas được nạp vào hằng ngày, sau 9 ngày thí nghiệm ghi nhận bèo Tấm phủ kín diện tích mặt ao. Tiến hành thu sinh khối được 26,3 kg, theo đó thời gian nhân đôi của bèo Tấm là 1,90 ngày và sinh khối tăng trung bình 297,51 g/m$^2$. Bèo Tấm có thể tăng gấp đôi khối lượng từ 16 giờ đến 2 ngày [3], hoặc chưa đầy hai ngày [4] so với lục bình là 11 – 18 ngày [7]. Với ghi nhận ở ngày thứ 9, bèo Tấm phủ kín diện tích

mặt ao (sinh khối tối đa), điều này phù hợp với bèo Tấm có thể nhân đôi 10 thế hệ trong khoảng thời gian 10 ngày [4]. Giá trị HRT trong nghiên cứu này là 9 ngày phù hợp với nghiên cứu được ghi nhận ở HRT 10,4 ngày cho hiệu suất xử lý nitơ cao nhất [12].

Sau 9 ngày thả nuôi thì sinh khối bèo tấm phủ kín diện tích bề mặt ao (88,4 $m^2$) và cho được 26,3 kg. Vậy nếu mỗi lần thu hoạch 1/2 diện tích bề mặt ao thì thu được 13,15 kg. Với thời gian nhân đôi là 2 ngày thì bèo Tấm sẽ phủ đầy kín diện tích ao trở lại, và tiếp tục thu hoạch 1/2 diện tích ao. Như vậy, trong một tháng sẽ thu hoạch được 11 lần với tổng khối lượng sinh khối tươi là 144,65 kg. Nếu tính cho 1 hecta thì đạt 16,36 tấn tươi/ha/tháng. Với hàm lượng chất khô khoảng 8% thì mỗi tháng sẽ thu hoạch được 1,31 tấn chất khô/ha/tháng.

Chất lượng nước thải biogas sau xử lý so với QCVN 62:2016/BTNMT như Bảng 1.

*Bảng 1. Thông số nước thải biogas sau xử lý*

| ***Thông số*** | ***Đơn vị*** | ***Đầu ra*** | ***QCVN 62:2016/BTNMT*** | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ***A*** | ***B*** |
| pH | - | 6,69 | 6 – 9 | 5,5 – 9 |
| $BOD_5$ | mg/L | 207 | 40 | 100 |
| COD | mg/L | 325 | 100 | 300 |
| Chất rắn lơ lửng | mg/L | 220 | 50 | 150 |
| Tổng nitơ (theo N) | mg/L | 21,7 | 50 | 150 |
| Tổng phốtpho (theo P) | mg/L | 1,42 | - | - |

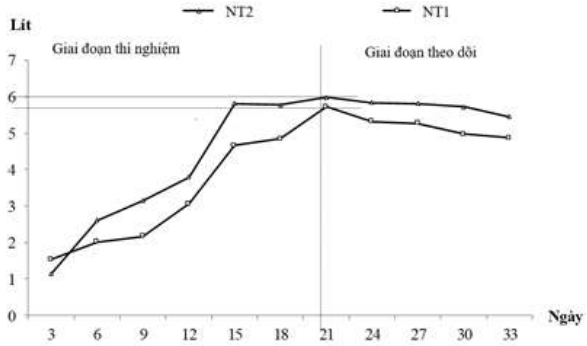
Bảng 1 cho thấy các thông số pH, tổng nitơ, tổng phốtpho đạt QCVN 62:2016/BTNMT (cột A), riêng thông số $BOD_5$, COD và chất rắn lơ lửng không đạt. Nguyên nhân do thể tích nước thải biogas đưa vào ao nuôi bèo không đồng đều và hàm lượng chất dinh dưỡng không ổn định giữa các ngày làm cho bèo Tấm phát triển không thuận lợi, dẫn đến quá trình hấp thụ dinh dưỡng không triệt để. Ghi nhận thể tích nước thải biogas nhận thấp nhất là 1.610,3 L/ngày, còn thể tích cao nhất là 2.124,9 L/ngày, trung bình 1.894,6 L/ngày. Sau 9 ngày thí nghiệm thì bèo Tấm phát triển phủ kín bề mặt ao nuôi. Tổng thể tích nước biogas nạp vào ao nuôi bèo trong 9 ngày trung bình 17.052 L (17,052 $m^3$). Độ sâu ngập nước ban đầu của ao trước khi nạp nước thải biogas là 0,73 m. Như vậy, thể tích nước trong ao ban đầu (lúc chưa nạp nước biogas vào) là 64,53 $m^3$. Tổng thể tích nước trong ao sau 9 ngày thí nghiệm (bao gồm thể tích nước ao ban đầu và thể tích nước biogas sau 9 ngày nạp vào) là 81,582 $m^3$. Độ bốc hơi nước trung bình trong ngày là 0,75 cm, sau 9 ngày thể tích nước bốc hơi là khoảng 5,81 $m^3$. Vậy tổng thể tích nước có trong ao sau 9 ngày là 75,77 $m^3$, phần trăm thể tích nước biogas trong 9 ngày thí nghiệm chiếm 22,5% so với tổng thể tích thí nghiệm. Lưu lượng nạp nước biogas từ 0,0182 – 0,0240 $m^3/m^2$/ngày phù hợp với [18] thì lưu lượng nạp nước cho ao bèo để xử lý nước thải từ 0,0561 – 0,0842 $m^3/m^2$/ngày.

Tóm lại, quá trình sinh trưởng của bèo Tấm không phụ thuộc nhiều vào EC và độ mặn, tuy nhiên, nhiệt độ gây bất lợi cho bèo Tấm khoảng 5 giờ trong ngày. Thời gian tăng trưởng sinh khối tối đa của bèo Tấm trong khoảng 9 ngày, đạt khoảng 16,36 tấn tươi/ha/tháng. Nước thải sau xử lý có các thông số pH, tổng nitơ và tổng phốtpho đạt QCVN 62:2016/BTNMT (cột A), còn lại thông số $BOD_5$ và chất rắn lơ lửng không đạt quy chuẩn xả thải.

### 5.2. Kết quả thí nghiệm ủ yếm khí phối trộn sinh khối bèo Tấm với phân heo

Đối với hầm ủ không có giá bám cho vi khuẩn, thời gian tồn lưu hỗn hợp nguyên liệu từ 10 – 60 ngày [7]. Ngoài ra cần thời gian tồn lưu khoảng 20 ngày để tối ưu hóa cho việc sinh khí biogas và vô hiệu hóa mầm bệnh [13]. Kết quả thể tích khí biogas sinh ra trong thí nghiệm này như trình bày trong Hình 4. Diễn biến thể tích khí biogas sinh ra tăng dần đến ngày thứ 21, sau đó đi vào trạng thái ổn định. Mặc dù sau ngày thứ 21 có xu hướng giảm nhưng không đáng kể. Trong 6 ngày đầu, thể tích khí biogas tăng nhưng còn thấp do trong thời gian này nguyên

liệu được tích lũy qua nạp hằng ngày nhưng vi khuẩn còn trong giai đoạn thích nghi với nguyên liệu nạp mới. Từ ngày thứ 7 đến ngày thứ 15, thể tích khí tăng lên đáng kể, nhờ vi khuẩn đã vào giai đoạn ổn định và tham gia phân hủy các thành phần ô nhiễm trong nước thải. Từ ngày thứ 16 trở đi, thể tích khí dần ổn định và cực đại ở ngày 21. Sau ngày 21, thể tích khí đã ổn định hoàn toàn, lượng khí sinh ra không tăng giảm đáng kể so với ngày 21. Do đó, ngày thứ 21 được xem như là thời điểm mẻ ủ bắt đầu ổn định.

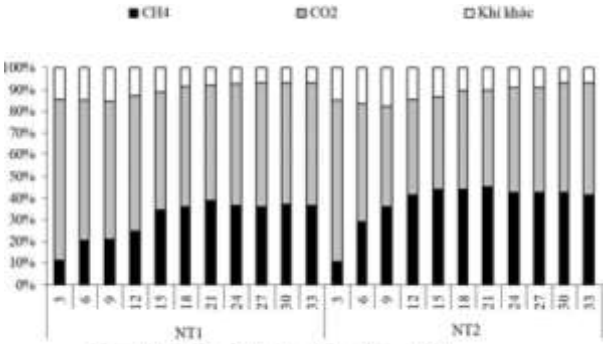



*Ghi chú: NT1: 50% bèo Tấm:50% phân heo; NT2: 25% bèo Tấm :75% phân heo*

*Hình 4. Thành phần khí biogas các nghiệm thức.*

Thành phần khí biogas được trình bày ở Hình 5. Trong 3 ngày đầu nạp nguyên liệu, thành phần khí $CH_4$ khá thấp, do trong giai đoạn này các hợp chất hữu cơ bị thủy phân thành những chất hữu cơ đơn giản làm nguồn nguyên liệu cho giai đoạn sinh acid. Từ ngày thứ 6 đến thứ 12 ghi nhận thành phần khí $CH_4$ tăng lên. Do ở giai đoạn sinh acid, các khí $H_2$, $CO_2$ và $N_2$ được sinh ra. Tuy nhiên, trong giữa giai đoạn này thì vi khuẩn sinh methane bắt đầu phát triển mạnh, nhóm vi khuẩn acetogenic chuyển hóa các acid béo bay hơi thành acetate, từ acetate sẽ chuyển tiếp thành $CH_4$ và $CO_2$ [14]. Từ ngày 12 đến 21 là giai đoạn sinh methane mạnh, các nguyên liệu nạp vào đã nhiều, vi khuẩn sinh methane đã ổn định về số lượng và sinh trưởng. Các acid acetic là chất nền sản sinh $CH_4$ (khoảng 70%). Ngoài ra, khí $CH_4$ được tạo ra từ $CO_2$ và $H_2$. Từ ngày 21 trở về sau thành phần khí $CH_4$ đã ổn định dao động khoảng 45,37% (NT2) và 38,61% (NT1). Đối với thí nghiệm ủ theo mẻ thì NT2 có thành phần $CH_4$ trung bình là 48,41%, còn NT1 là 50,56%.

Khi quá trình ủ đi vào ổn định thì thành phần khí $CH_4$ của nghiệm thức NT2 không có sự dao động lớn so với thành phần khí $CH_4$ của NT1 (Hình 2). Như vậy, khi áp dụng trong điều kiện thực tế thì nghiệm thức NT2 ổn định hơn nghiệm thức NT1.




*Ghi chú: NT1: 50% bèo Tấm:50% phân heo; NT2: 25% bèo Tấm :75% phân heo*

*Hình 5. Thành phần khí biogas các nghiệm thức.*

*Bảng 2. Thành phần khí biogas trong thí nghiệm*

| ***Thành phần khí*** | ***Đơn vị*** | ***NT1*** | ***NT2*** |
|---|---|---|---|
| $CH_4$ | % | 38,61 | 45,37 |
| $CO_2$ | % | 53,48 | 44,63 |
| Khí khác | % | 7,91 | 10 |

Năng suất sinh khí biogas ở Bảng 3 cho thấy thể tích khí biogas sinh ra ở nghiệm thức NT2 cao hơn NT1. Do đó, năng suất sinh khí biogas của NT2 cũng cao hơn NT1.

*Bảng 3. Năng suất sinh khí của các nghiệm thức*

| ***Nghiệm thức*** | ***NT1*** | ***NT2*** |
|---|---|---|
| Tổng thể tích khí biogas *(L)* | 44,47 | 51,10 |
| Năng suất sinh khí biogas *(L/ngày×kg nguyên liệu tươi)* | 0,54 | 0,62 |

Tóm lại, sinh khối bèo Tấm có thể thay thế từ 25 – 50% phân heo làm nguyên liệu nạp cho hệ thống biogas với năng suất sinh khí từ 0,54 – 0,62 L/ngày×kg nguyên liệu tươi. Khí biogas thu được có thành phần khí $CO_2$ từ 44,63 – 53,48% và khí $CH_4$ từ 38,61 – 45,37%.

**Kết luận:** Bèo Tấm có thể nuôi trồng bằng nước thải đầu ra của hầm ủ biogas, chúng hấp thu dưỡng chất còn dư thừa để sinh trưởng và cho năng suất sinh khối khá lớn. Đồng thời giúp cải thiện chất lượng nước đầu có thể dùng trở lại cho dội rửa chuồng trại. Sinh khối bèo Tấm thu được có thể làm nguyên liệu thay thế phân heo nạp cho hầm ủ biogas trong trường hợp thiếu hụt phân do biến động số lượng heo nuôi.

**Kiến nghị:** Sử dụng sinh khối bèo Tấm làm thức ăn cho heo vì hàm lượng protein cao, từ đó có được nguồn phân ổn định để nạp vào túi ủ biogas.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] N T Hinh, "Thực-trạng-xử-lý-môi-trường-chăn-nuôi-tại-Việt-Nam-và-đề-xuất-giải-pháp-quản-lý", Tạp chí Môi trường, số 6, 2017.

[2] R. A Leng, J. H Stambolie và R. Bell, "Duckweed – a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish", Livestock Research for Rural Development. Volume 7, Number 1, October, 1995.

[3] R.A Leng, "Duckweed – A tiny plant with enormous potential for agriculture and environment", FAO Animal Production and Health Paper, Rome, 1999.

[4] P Skillicorn, W S và W Journey, "Duckweed Aquaculture: A new aquatic farming system for developing countries", 1991.

[5] E Landolt, "The family of Lemnaceae – a monographic study", Vol.1, Veroff Geobot Inst ETH, Stiftung Rubel, Zurich, Heft 71, 1986.

[6] S Iqbal, "Duckweed aquaculture: potentials, possibilities and limitations for combined wastewater treatment and animal feed production in developing countries", SANDEC Report No. 6, 1999.

[7] L H Việt, "Giáo trình quản lý và tái sử dụng chất thải hữu cơ", Đại học Cần Thơ, 2005.

[8] N Q Khải, "Công nghệ khí sinh học. Hướng dẫn xây dựng, vận hành, bảo dưỡng, sử dụng toàn diện khí sinh học và bã thải", NXB Lao động Xã hội, 2009.

[9] N Q Khải và N G Lượng, "Công nghệ khí sinh học chuyên khảo". NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2010.

[10] N K Sương và N L Dũng, "Sản xuất khí đốt (biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí". Nhà xuất bản Nông nghiệp TP HCM, 1997.

[11] LemnaTec, "Comparison of the sensitivity algae vs. duckweed: A simulation study", 2001.

[12] D Willett, "Duckweed-based wastewater treatment systems: Design aspects and integrated reuse options for Queensland conditions", Queensland Department of Primary Insustries and Fisheries, QI05019, ISSN 0727-6273, 2005.

[13] L H Việt và N V C Ngân, "Giáo trình phương pháp xử lý nước thải", NXB Đại học Cần Thơ, 2014.

[14] N Đ Lượng và N T T Dương, "Công nghệ sinh học môi trường. Tập 1. Công nghệ xử lý nước thải", NXB Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2003.

[15] Anh, H., 2022. *Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators.* Hanoi, s.n.

[16] Anon., n.d. [Online] Available at: https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[17] Anon., n.d. [Online] Available at: https://www.ansys.com/

[18] Anon., November 2013. *ANSYS Fluent Theory Guide.* s.l.:ANSYS, Inc..

[19] Bairstow, J., 2022. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Loss Prevention in.* [Online] Available at: https://www.energylivenews.com/2017/05/16/eu-food-waste-produces-170m-tonnes-of-co2-a-year/

[20] Matevž Zupanˇciˇc, V. M. M. M. F. C. a. I. G., 2022, 14, 1823.. *Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide.* s.l.:s.n.

[21] Yvonne Vögeli, C. R. L. A. G. S. D. C. Z., n.d. *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).* Dübendorf: s.n.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO HỆ THỐNG BIOGAS TRONG MÔ HÌNH VƯỜN – AO – CHUỒNG – BIOGAS (VACB) TẠI NÔNG HỘ


**Sinh viên:** Trương Thị Hoài Thương, Nguyễn Duy Khang

**Giảng viên hướng dẫn:** Nguyễn Trường Thành, Kim Lavane

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Cần Thơ

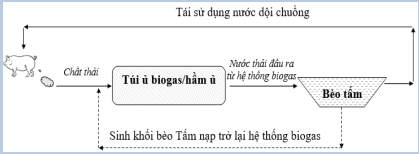

## Giới thiệu

Ô nhiễm môi trường từ chất thải chăn nuôi ngày càng trở nên nghiêm trọng, nhất là tại các vùng nông thôn, mặc dù có áp dụng các biện pháp xử lý môi trường. Hệ thống biogas được ứng dụng để xử lý chất thải chăn nuôi heo trong mô hình VACB từ rất lâu, tuy nhiên, nước thải đầu ra hệ thống biogas vẫn còn nhiều dưỡng chất vượt Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải chăn nuôi (QCVN 62:2021/BTNMT).

Bèo Tấm (*Lemna minor*) đã được nghiên cứu để loại bỏ các chất gây ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt, chăn nuôi tập trung hoặc từ sản xuất thâm canh cây trồng và phát triển ở những khu vực nước có mức độ ô nhiễm các dưỡng chất như N, P, K tương đối cao. Ngoài ra, sinh khối bèo Tấm còn được nghiên cứu sử dụng làm nguyên liệu để ủ biogas.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

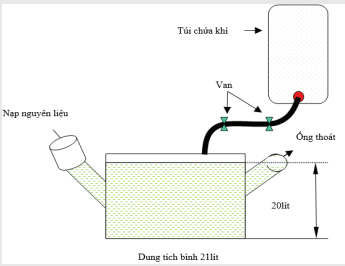
- **Mục đích:** nghiên cứu nhằm phát triển bền vững mô hình VACB tại nông hộ trên cơ sở tìm kiếm nguyên liệu thay thế phân heo nạp vào hệ thống biogas và vai trò như một yếu tố sinh học trong việc xử lý nước thải đầu ra hệ thống biogas.
- **Đối tượng nghiên cứu**: bèo Tấm (*Lemna minor*) có thể nuôi trồng kết hợp với hệ thống biogas được áp dụng để xử lý chất thải chăn nuôi heo trong mô hình VACB.




Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu thể hiện sự phát triển bền vững mô hình VACB tại nông hộ

## Phương pháp/Nội dung

- **Thí nghiệm xử lý nước thải biogas bằng bèo Tấm:** Xác định thời gian nhân đôi (*ngày*); sinh khối bèo Tấm (*kg*) và đánh giá chất lượng nước thải biogas sau xử lý.
- **Thí nghiệm ủ yếm khí phối trộn sinh khối bèo Tấm với phân heo:** Xác định thời điểm sinh khí cực đại và kết thúc mẻ ủ (*ngày*); Thể tích (*lít*) và phần trăm khí thành phần (*%*).




Hình 2. Thí nghiệm yếm khí sinh khối bèo Tấm với phân heo

## Kết quả & bàn luận

➢ ***Kết quả thí nghiệm xử lý nước thải biogas***

Năng suất sinh khối bèo Tấm đạt trung bình 297,51 g/m$^2$ sau 9 ngày. Thời gian nhân đôi 2 ngày, với năng suất thu hoạch 16,36 tấn tươi/ha/tháng.

*Bảng 1. Thông số nước thải biogas sau xử lý*

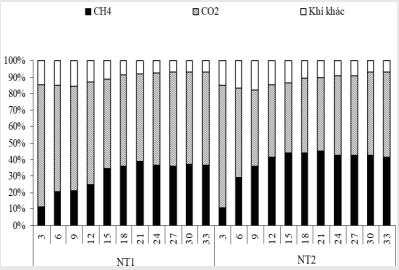
| Thông số | Đơn vị | Đầu ra | Vùng tiếp nhận nước thải (QCVN 62:2021/BTNMT) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C |
| pH | - | 6,69 | 6 - 9 | 6 - 9 | 6 - 9 |
| $BOD_5$ | mg/l | 207 | 40 | 100 | 120 |
| Chất rắn lơ lửng | mg/l | 220 | 40 | 100 | 120 |
| Tổng Nitơ (theo N) | mg/l | 21,7 | 50 | 120 | 150 |
| Tổng Phốt pho (theo P) | mg/l | 1,42 | 40 | 80 | 100 |

Chỉ tiêu pH, tổng Nitơ và tổng Phốt pho đạt Quy chuẩn loại A, còn lại chỉ tiêu $BOD_5$ và chất rắn lơ lửng không đạt quy chuẩn.

➢ ***Kết quả thí nghiệm ủ yếm khí phối trộn sinh khối bèo Tấm với phân heo***

Thành phần khí $CH_4$ dao động từ 38,61 - 45,37%, khí $CO_2$ từ 44,63 - 53,48%.

Năng suất sinh khí biogas từ 0,54 - 0,62 (*lít/ngày*kg nguyên liệu tươi*).




Hình 3. Thành phần khí biogas

## Kết luận

Bèo Tấm vừa là tác nhân xử lý nước thải, vừa là nguyên liệu nạp cho hệ thống biogas, đồng thời có thể sử dụng nước sau xử lý để dội chuồng chăn nuôi.

Bèo Tấm hấp thu dưỡng chất còn dư thừa trong nước thải biogas cho năng suất sinh khối khá lớn, có thể làm nguyên liệu thay thế phân heo nạp trở lại cho hệ thống biogas trong trường hợp thiếu hụt nguyên liệu nạp.

Bèo Tấm có thể trồng kết hợp trong mô hình VACB như một yếu tố sinh học nhằm cải thiện chất lượng môi trường, đồng thời làm nguồn nguyên liệu nạp bổ sung để duy trì sự hoạt động ổn định của hệ thống biogas.

## Tài liệu tham khảo


[1] Nguyễn Thế Hinh, 2017. Thực-trạng-xử-lý-môi-trường-chăn-nuôi-tại-Việt-Nam-và-đề-xuất-giải-pháp-quản-lý. Tạp chí Môi trường, số 6/2017

[2] Leng R.A, J.H Stambolie and R. Bell, 1995. Duckweed - a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. Livestock Research for Rural Development. Volume 7, Number 1, October 1995.

[3] Leng R.A, 1999. Duckweed - A tiny plant with enormous potential for agriculture and environment. FAO Animal Production and Health Paper. Rome 1999.

[4] Paul Skillicorn, William Spira and William Journeyand William Journey, 1991. Duckweed Aquaculture: A new aquatic farming system for developing countries.

[5] Landolt E, 1986. The family of Lemnaceae - a monographic study. Vol.1, Veroff Geobot Inst ETH, Stiftung Rubel, Zurich, Heft 71.

[6] Sascha Iqbal, 1999. Duckweed Aquaculture: Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries. SANDEC Report No. 6/99.

[7] Lê Hoàng Việt, 2005. Giáo trình quản lý và tái sử dụng chất thải hữu cơ. Đại học Cần Thơ.

[8] Nguyễn Quang Khải, 2009. Công nghệ khí sinh học. Hướng dẫn xây dựng, vận hành, bảo dưỡng, sử dụng toàn diện khí sinh học và bã thải. Nhà xuất bản Lao động, xã hội.

[9] Nguyễn Quang Khải và Nguyễn Gia Lượng, 2010. Công nghệ khí sinh học chuyên khảo. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.

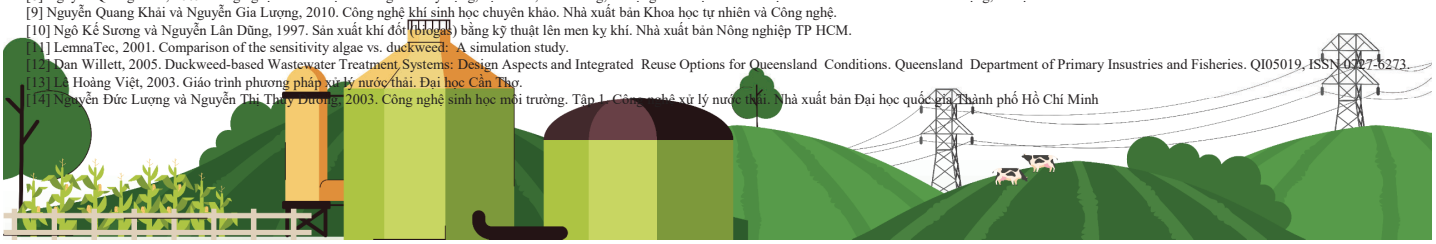
[10] Ngô Kế Sương và Nguyễn Lân Dũng, 1997. Sản xuất khí đốt (biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP HCM.

[11] LemnaTec, 2001. Comparison of the sensitivity algae vs. duckweed: A simulation study.

[12] Dan Willett, 2005. Duckweed-based Wastewater Treatment Systems: Design Aspects and Integrated Reuse Options for Queensland Conditions. Queensland Department of Primary Insustries and Fisheries. QI05019, ISSN 0727-5273.

[13] Lê Hoàng Việt, 2003. Giáo trình phương pháp xử lý nước thải. Đại học Cần Thơ.

[14] Nguyễn Đức Lượng và Nguyễn Thị Thùy Dương, 2003. Công nghệ sinh học môi trường. Tập 1. Công nghệ xử lý nước thải. Nhà xuất bản Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

# ID07
# THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN

***Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Long***
*Người hướng dẫn: Kỹ sư Trịnh Văn Cường*
*Đơn vị công tác: BKTAS CO., LTD*

## TÓM TẮT

Với sự phát triển mạnh mẽ của ngành Chăn nuôi nước nhà và vấn đề sử dụng năng lượng sạch, các giải pháp về môi trường thì việc sử dụng khí biogas để vận hành máy phát điện là giải pháp tối ưu và hiệu quả để giải quyết vấn đề này. Vì vậy, để sử dụng nguồn điện này tối ưu và hiệu quả thì phải giải bài toán hòa đồng bộ và phân bố công suất giữa máy phát và lưới. Chương trình và thuật toán thực hiện bởi PLC S7-1200 Siemen. Và kết quả đã chạy thử nghiệm thành công trong một số máy phát điện, hệ thống điều khiển ổn định và giá cả cạnh tranh.

**TỪ KHÓA:** *hòa đồng bộ và phân phối.*

## 1. GIỚI THIỆU

Với thế mạnh sẵn có của ngành Chăn nuôi nước nhà và ứng dụng các công nghệ hiện đại kèm các tư duy đổi mới sáng tạo. Có thể nói rằng tương lai ngành Chăn nuôi Việt Nam sẽ còn phát triển nhanh và mạnh hơn nữa. Đi đôi với sự phát triển như vậy thì lượng điện năng các trang trại chăn nuôi sử dụng sẽ tăng theo rất lớn. Vậy giải pháp vừa để giải quyết vấn đề năng lượng cũng như xử lý chất thải và theo xu thế năng lượng sạch toàn cầu đó là tận dụng lượng khí biogas trong quá trình xử lý yếm khí chất thải chăn nuôi để vận hành những máy phát điện biogas công suất lớn, cung cấp điện cho các trang trại. Vì vậy, để sử dụng nguồn điện này tối ưu và hiệu quả thì phải giải bài toán hòa đồng bộ và phân bố công suất giữa máy phát và lưới.

Điện năng là nguồn năng lượng không thể thiếu trong bất kỳ lĩnh vực nào của nền kinh tế quốc dân, trong đó bao gồm cả ngành Chăn nuôi ở Việt Nam.

Những năm gần đây, ngành Chăn nuôi của Việt Nam đã có sự phát triển rõ rệt với số lượng các trang trại chăn nuôi quy mô từ nhỏ đến lớn ngày càng tăng. Nhờ việc áp dụng những hệ thống máy móc tự động và công nghệ hiện đại như: hệ thống thức ăn tự động có định lượng, hệ thống quạt gió làm mát, hệ thống chiếu sáng, đèn sưởi, v.v. mà năng suất cũng như chất lượng sản phẩm đầu ra của các trang trại ngày một tốt hơn, đem lại hiệu quả kinh tế lớn cho các chủ trang trại nói riêng và cho ngành Chăn nuôi Việt Nam nói chung.

Thế nhưng, song song với những hiệu quả về mặt kinh tế, tất cả các trang trại chăn nuôi đều có hai vấn đề lớn cần giải quyết:

Thứ nhất: Khi sử dụng các hệ thống máy móc, đặc biệt là hệ thống quạt gió làm mát sử dụng trong mùa hè thì lượng điện năng tiêu thụ là tương đối lớn. Nó chiếm một khoản không nhỏ trong vốn đầu tư của chủ trang trại.

Thứ hai: Khi quy mô trang trại càng lớn thì lượng chất thải chăn nuôi càng nhiều. Những chất thải này cần phải được xử lý trước khi thải ra môi trường để đảm bảo quy định vệ sinh. Đây cũng là vấn đề khiến cho nhiều chủ trang trại phải đau đầu khi phải tìm kiếm cách xử lý sao cho phù hợp nhất.

Tuy nhiên, trong chất thải chăn nuôi chứa phần lớn là chất hữu cơ nên khi phân hủy bằng phương pháp yếm khí sẽ thu được một lượng lớn khí Biogas ($CH_4$). Vậy thì, thay vì xả thải

trực tiếp ra ngoài môi trường, chúng ta hoàn toàn có thể tận dụng nguồn nguyên liệu này để vận hành những máy phát điện Biogas, vừa giúp tiết kiệm chi phí điện năng, đồng thời khai thác triệt để nguồn khí từ chăn nuôi. Vậy, có thể nói rằng, máy phát điện Biogas chính là giải pháp tối ưu nhất giải quyết được cả hai vấn đề lớn mà mọi trang trại chăn nuôi đều gặp phải. Từ đó để sử dụng nguồn điện này tối ưu và hiệu quả thì đó là bài toán hòa đồng bộ và phân bố công suất giữa máy phát và lưới.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

- Mục đích: Sử dụng PLC S7-1200 Siemen thực hiện điều khiển hòa đồng bộ máy phát điện Biogas và lưới. Giám sát và điều khiển được thực hiện từ xa thông qua màn hình HMI.
- Đối tượng nghiên cứu: máy phát điện biogas công suất lớn.
  Phạm vi nghiên cứu:
  - Các điều kiện hòa đồng bộ máy phát điện Biogas và lưới;
  - Phương pháp điều chỉnh công suất giữa máy phát làm việc song song với lưới.

## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG/NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Tìm hiểu điều kiện hòa đồng bộ máy phát điện và lưới.

- Viết thuật toán và chương trình điều khiển PLC S7-1200 Siemen.
- Thiết kế giao diện HMI và kết nối truyền thông với hệ thống điều khiển PLC.
- Thực hiện lắp đặt và thử nghiệm thực tế.

*Ứng dụng IOT trong theo dõi công suất phát điện theo giờ*

Điều kiện hòa đồng bộ. Các thiết bị hòa và phân phối công suất.

- Điều kiện để hòa đồng bộ máy phát và lưới:

➢ Điều kiện về **Tần số (f)**

Tần số của máy và lưới xấp xỉ bằng nhau hoặc có sai lệch nằm trong khoảng Δf cho phép. ($\Delta f = |f_1 - f_0| < \pm 1\% \ f_{dm} = 50$ Hz).

➢ Điều kiện về **Điện áp (U)**

Điện áp đầu ra hiệu dụng của máy phát và lưới phải bằng nhau hoặc có sai lệch trong khoảng $\Delta U = |U_1 - U_0| < \pm 5\% \ U_{dm} = 220$ VAC.

- Sử dụng đồng hồ đo PMC-33M-A để giám sát tần số và điện áp đầu ra của máy phát điện và lưới.

- Sử dụng bộ kích từ AVR SX440 để điều chỉnh điện áp đầu ra của máy phát điện.

– Điều kiện về **Góc pha (φ)**

– Lưới và máy phát điện phải có điện áp trùng pha nhau.

– Kiểm tra điều kiện góc pha sử dụng đồng bộ kế:

($-3{,}75^o < \Delta\varphi < 3{,}75^o$).

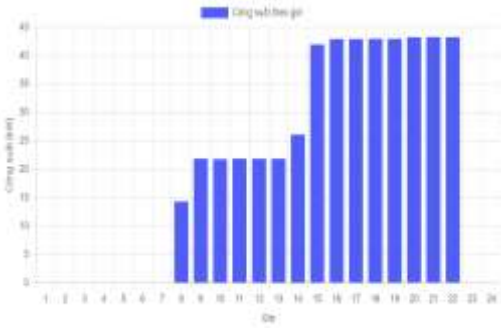
Màn hình HMI được kết nối truyền thông với khối điều khiển, thể hiện các thông số và trạng thái của hệ thống.

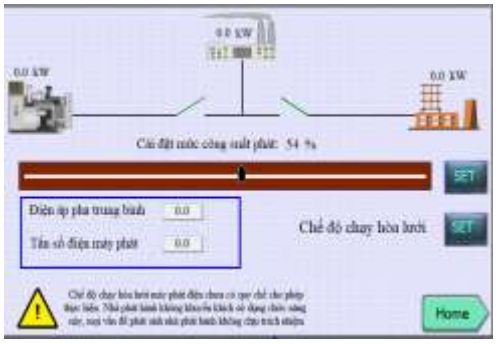
## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

– Đã chạy thực nghiệm thành công trên một tổ máy phát điện.

– Kết quả kiểm nghiệm ở trên thực tế và trên lý thuyết về điều khiển góc mở van vẫn có sự sai lệch nhỏ. Thời gian xác lập, độ quá điều chỉnh của hệ thống cơ bản là ổn định.

– Giá cả cạnh tranh so với những bộ điều khiển công nghiệp có chức năng tương tự.






*Bảng điều khiển và giám sát trên máy*

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

1. Khi có tiêu chuẩn cho phép hoà máy phát điện biogas vào với lưới thì máy phát điện biogas sẽ đem lại lợi ích rất lớn cho ngành Năng lượng.
2. Các trang trại được đặt ở xa khu dân cư và sử dụng công suất rất lớn, mục tiêu hướng tới của đề tài là hòa đồng bộ nhiều máy hơn nữa trong cùng một trang trại để sử dụng tối ưu lượng khí biogas sinh ra.
3. Bài toán hoà tự động nên có độ an toàn và chính xác cao, xử lý được các yêu cầu phụ tải linh động.
4. Tính kinh tế của đề tài: sản phẩm này hoàn toàn có khả năng cạnh tranh với các sản phẩm hòa đồng bộ trên thị trường hiện nay khi giá thành rẻ hơn mà vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S71200_system_manual_en-US_en-US.
2. AVR sx440-manual.
3. Hoàng Minh Sơn. Mạng truyền thông công nghiệp, 2006.
4. Nguyễn Doãn Phước (2016). Cơ sở lý thuyết điều khiển tuyến tính.
5. Latha and Devabhaktuni, 2013] Latha, D. and Devabhaktuni, S. (2013). OnLine Speed Control of PMDC Motor Using Auto Tuning PID through LabVIEW.Electronics and Electrical Engineering, 1:230-235.
6. Abe, T., Asada, Y., Tsuyuguchi, M., Yamazaki, R., & Hotta, K. (2009). Design of electronic throttle valve position control system using nonlinear PID controller. International Journal of Computer Application, 59(15), 27-34.
7. Diesel generator handbook/L. L. J. Mahonp. cm. Includes bibliographical references and index.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN HÒA ĐỒNG BỘ VÀ PHÂN PHỐI CÔNG SUẤT MPĐ BIOGAS VỚI LƯỚI ĐIỆN


**Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Long**
**Người hướng dẫn: Kỹ sư Trịnh Văn Cường**

**Đơn vị công tác:** BKTAS CO., LTD


## Giới thiệu

Với thế mạnh sẵn có của ngành chăn nuôi nước nhà và ứng dụng các công nghệ hiện đại kèm các tư duy đổi mới sáng tạo. Có thể nói rằng tương lai ngành Chăn nuôi Việt Nam sẽ còn phát triển nhanh và mạnh hơn nữa. Đi đôi với sự phát triển như vậy thì lượng điện năng các trang trại chăn nuôi sử dụng sẽ tăng theo rất lớn. Vậy giải pháp vừa để giải quyết vấn đề năng lượng cũng như xử lý chất thải và theo xu thế năng lượng sạch toàn cầu đó là tận dụng lượng khí biogas trong quá trình xử lý yếm khí chất thải chăn nuôi để vận hành những máy phát điện biogas công suất lớn, cung cấp điện cho các trang trại. Vì vậy để sử dụng nguồn điện này tối ưu và hiệu quả thì phải giải bài toán hòa đồng bộ và phân bố công suất giữa máy phát và lưới

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

- **Mục đích:** Sử dụng PLC S7-1200 Siemen thực hiện điều khiển hòa đồng bộ máy phát điện Biogas và lưới. Giám sát và điều khiển được thực hiện từ xa thông qua màn hình HMI.
- **Đối tượng nghiên cứu**: Máy phát điện biogas công suất lớn.

*Hình 1: Máy phát điện sử dụng 100% Biogas*

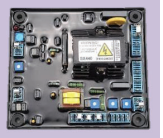
## Phương pháp/Nội dung thực hiện ý tưởng

- Tìm hiểu điều kiện hòa đồng bộ máy phát điện và lưới.
- Giải pháp tích hợp các thiết bị công nghiệp trên nền tảng phần mềm tự xây dựng để giám sát và điều khiển chung hệ thống máy phát điện và hệ thống lọc.
- Viết thuật toán và chương trình điều khiển PLC S7-1200 Siemen.
- Thiết kế giao diện HMI và kết nối truyền thông với hệ thống điều khiển PLC.
- Thực hiện lắp đặt và thử nghiệm thực tế.

*Các thiết bị sử dụng trong thiết kế*

*PLC S7 1200*

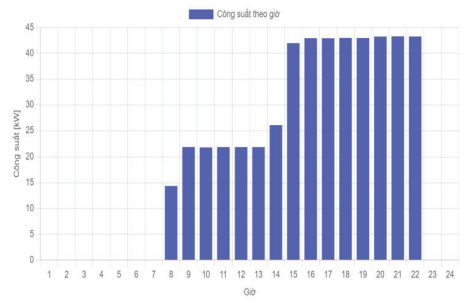
*Đồng bộ kế*



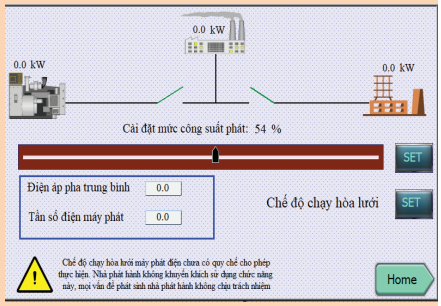
*Bộ điều khiển kích từ*

## Kết quả & bàn luận

- Đã thực hiện việc tổng kết các giải pháp hòa đồng bộ máy phát điện ở chế độ chạy song song hoặc hòa lưới.
- Đã chạy thực nghiệm thành công trên một tổ máy phát điện ở chế độ hòa lưới.
- Hệ thống điều khiển máy phát ổn định, phù hợp với thông số đặt ra (mức mang tải 80% công suất định mức.
- Giá cả thấp hơn 40% so với những bộ điều khiển công nghiệp có chức năng tương tự.




*Ứng dụng IOT trong theo dõi công suất phát điện theo giờ*




*Bảng điều khiển và giám sát trên máy*

## Kết luận

Đây là bài toán hoà tự động nên có độ an toàn và chính xác cao, xử lý được các yêu cầu phụ tải linh động.

Tính kinh tế của đề tài: Từ kết quả tính toán chi phí cho thấy sản phẩm này hoàn toàn có khả năng cạnh tranh với các sản phẩm hòa đồng bộ trên thị trường hiện nay khi giá thành rẻ hơn mà vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.

Chế độ vận hành có nối lưới cho phép khai thác hiệu quả công suất máy và không cần nâng cao công suất của các tổ máy đơn, tiết kiệm nhiên liệu khí.

Giảm chi phí đầu tư hệ thống máy phát lớn trong khi vẫn đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải.

Sự thành công của dự án này sẽ đáp ứng được nhu cầu của rất nhiều chủ trang trại chăn nuôi ở Việt Nam hiện nay.

## Kiến nghị, hướng phát triển

1. Cần có hướng dẫn/tiêu chuẩn cho phép hòa máy phát điện biogas vào với lưới điện quốc gia, đồng thời tiến hành đánh giá ảnh hưởng của máy phát điện biogas đến việc giảm nhu cầu cải tạo hệ thống điện phân phối của địa điểm lắp đặt.
2. Thử nghiệm hòa đồng bộ nhiều máy hơn nữa trong cùng một trang trại để sử dụng tối ưu lượng khí biogas sinh ra hoặc tạo chế độ vận hành linh hoạt cho hệ thống máy phát điện, hướng tới thay thế hoàn toàn máy phát điện dự phòng dùng nhiên liệu diesel.

## Tài liệu tham khảo


1. PGS. TS. Hoàng Minh Sơn, "Mạng truyền thông công nghiệp", NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
2. Nguyễn Doãn Phước, "Cơ sở lý thuyết điều khiển tuyến tính", NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
3. LLJ MAHON, "Diesel generator handbook".

# ID08.

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

***Trần Nguyễn Hoàng Long*** [(1)] ***Trần Hoàng Kha*** [(1, *)], ***Phan Kỳ Trung*** [(1)], ***Lê Thành Được*** [(1)]

[(1)]*Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ, dhct@ctu.edu.vn*

**Tác giả liên hệ: trhkha@ctu.edu.vn*

## TÓM TẮT

Tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), công nghệ khí sinh học ngày càng được sử dụng rộng rãi, mô hình túi ủ biogas được hộ dân ở nhiều vùng nông thôn áp dụng rất thành công. Sử dụng túi ủ biogas xử lý các chất thải chăn nuôi quy mô hộ gia đình không chỉ mang lại nhiều lợi ích như tạo ra nguồn năng lượng sinh học cho đun nấu và thắp sáng, cung cấp phân hữu cơ cho cây trồng, bổ sung chất dinh dưỡng cho ao nuôi thủy sản mà còn hạn chế ô nhiễm môi trường, cải thiện thu nhập nông hộ, góp phần phát triển bền vững ở vùng nông thôn ĐBSCL. Đã có nhiều nghiên cứu về các nguyên liệu sẵn có tại địa phương để duy trì hoạt động của túi ủ biogas, trong đó lượng phân gia súc là nguồn nguyên liệu có tiềm năng rất lớn. Bên cạnh đó, nhu cầu mở rộng hợp tác với các đối tác nhằm tìm ra các giải pháp giảm phát thải, chuyển nhượng phát thải khí nhà kính và tận dụng nguồn vật liệu nhựa tái chế ở khu vực sản xuất nông nghiệp là rất lớn. Vì vậy, nghiên cứu cải tiến hệ thống ở vùng nông thôn ĐBSCL là thật sự cần thiết.

**TỪ KHÓA:** *biogas, chăn nuôi, Đồng bằng sông Cửu Long, giảm phát thải, nhựa tái chế.*

## 1. GIỚI THIỆU

Ngành Chăn nuôi là ngành đóng góp lớn thứ hai vào tổng thu nhập của Việt Nam sau ngành Trồng trọt. Chăn nuôi heo là ngành Chăn nuôi trọng điểm với khoảng 28 triệu con được nuôi vào năm 2021 và khoảng 3,6 triệu con được nuôi tại Đồng bằng sông Cửu Long, tập trung tại Tiền Giang, Kiên Giang, An Giang, Bến Tre và Trà Vinh (GSO, 2008). Từ năm 1995 đến 2008, mức độ gia tăng lượng heo được nuôi hằng năm là khoảng 3,4% (GSO, 2008), đồng thời thịt heo chiếm khoảng 70% tổng lượng thịt chế biến tại Việt Nam (Fisher and Gordon, 2008). Theo thống kê của Bộ NN&PTNT, đến năm 2021, Việt Nam có khoảng 12 triệu hộ gia đình có hoạt động chăn nuôi và 23.500 trang trại chăn nuôi tập trung. Khối lượng chất thải từ các hoạt động này khoảng 84,5 triệu tấn/năm, trong đó, chỉ có khoảng 20% được sử dụng hiệu quả (làm khí sinh học, ủ phân, nuôi trùn, cho cá ăn, v.v.), còn lại 80% bị lãng phí và phần lớn thải bỏ ra môi trường, gây ô nhiễm. Theo nghiên cứu của Dự án hỗ trợ nông nghiệp carbon thấp, nguyên nhân chính là do các trang trại chăn nuôi heo đã sử dụng quá nhiều nước để làm vệ sinh và làm mát vật nuôi, dẫn đến chất thải lỏng không thể thu gom, phải xả thải trực tiếp ra nguồn nước tự nhiên hoặc gián tiếp thông qua các hầm biogas. Chăn nuôi gây tác động lớn đến chất lượng nước và được đánh giá là một trong những nguồn tạo chất ô nhiễm vào nguồn nước nhiều nhất trên thế giới, thông qua chất thải, kháng sinh, hóc-môn, thuốc trừ sâu và vi sinh (FAO, 2006).

Phương pháp ủ kỵ khí là công nghệ hiệu quả đã được chứng minh cho việc xử lý chất thải chăn nuôi, phế phẩm nông nghiệp và các thành

phần có thể phân hủy sinh học (như sinh khối, chất thải rắn đô thị, chất thải hữu cơ từ sản xuất công nghiệp) (Ye et al., 2013). Lợi ích cốt lõi của phương pháp này là tạo ra lượng khí sinh học thân thiện với môi trường, như là một dạng năng lượng tái tạo, có thể làm giảm nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng lớn, khai thác nguồn tài nguyên không tái tạo và giảm phát thải các khí nhà kính (Barua and Kalamdhad, 2019). Hơn nữa, các chất dinh dưỡng được giữ lại trong quá trình ủ phân hủy kỵ khí có thể được sử dụng tuần hoàn hướng đến bền vững các hệ thống canh tác nông nghiệp (Kumar et al., 2015, 2015; Minamikawa et al., 2021). Các hệ thống túi ủ khí sinh học đã và đang được sử dụng rộng rãi ở quy mô chăn nuôi hộ gia đình để xử lý chất thải từ động vật và thu lại năng lượng tái tạo từ khí sinh học.

Đến nay, việc thiết kế và lắp đặt túi ủ biogas còn một số hạn chế về mặt kỹ thuật như thiếu công đoạn xử lý các chất gây ức chế khí metan, nhất là khí $H_2S$, khí $CO_2$ và việc kiểm soát độ ẩm. Ngoài ra, việc sử dụng nguồn nhựa PE/HDPE để thiết kế túi ủ cũng có những hạn chế về mặt bảo vệ môi trường, nhất là khi các túi bị hư hỏng sau thời gian sử dụng. Nghiên cứu đã và đang được phát triển nhằm tận dụng nguồn rác thải nhựa bị bỏ đi trong các ngành dịch vụ khác để thiết kế túi ủ đáp ứng được các yêu cầu của hệ thống túi ủ biogas, đồng thời cải tiến hệ thống dẫn khí cho việc đun nấu để cắt giảm lượng $H_2S$ và độ ẩm tồn đọng trong túi ủ khí biogas.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Mục đích: Nghiên cứu được thực hiện nhằm tận dụng nguồn thải từ hoạt động chăn nuôi gia súc tại Đồng bằng sông Cửu Long để phát triển hệ thống ủ khí sinh học phục vụ cho việc sử dụng trong sinh hoạt ở quy mô hộ gia đình, đồng thời thử nghiệm sử dụng nhựa tái chế để thiết kế túi ủ khí sinh học.

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là khả năng tạo khí sinh học từ nguồn thải chăn nuôi gia súc và vật liệu nhựa tái chế được sử dụng để thiết kế túi ủ khí sinh học.

## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG/NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Đề tài sử dụng hướng tiếp cận theo hướng tìm hiểu lý thuyết – thực trạng – tiến hành thí nghiệm để đưa ra các đề nghị về giải pháp.

Để đạt được mục tiêu, đề tài dự kiến triển khai các hoạt động nghiên cứu sau đây:

### 3.1. Khảo sát tiền trạm và lựa chọn các điểm lắp đặt hệ thống biogas tiềm năng

Thực hiện 03 khảo sát chuyên gia (KIP) và 30 khảo sát hộ dân để xác định các điểm tiềm năng cho việc lắp đặt hệ thống biogas và đánh giá nhu cầu sử dụng khí sinh học của cộng đồng tiềm năng. Các hộ dân được hướng đến lựa chọn cần đảm bảo và cam kết đã và đang triển khai hệ thống chăn nuôi gia súc là heo hoặc bò trong thời gian tiếp theo từ 03 – 05 năm.

### 3.2. Thiết kế và lắp đặt hệ thống biogas

Nhóm nghiên cứu tiến hành các thí nghiệm phối hợp với Phòng Nghiên cứu Vật liệu polymer tại Trường Bách Khoa, Đại học Cần Thơ để xác định loại vật liệu phù hợp để thiết kế túi ủ và túi trữ khí tận dụng nguồn nhựa tái chế có khả năng phân huỷ sinh học sau thời gian sử dụng ít nhất là 05 năm kể từ thời điểm lắp đặt.

Vật liệu sau khi được thử nghiệm phù hợp với yêu cầu của hệ thống biogas sẽ được tiến hành thiết kế và lắp đặt thực tế tại 20 – 30 hộ dân tại khu vực nghiên cứu dự kiến. Đối với việc vận hành hệ thống biogas, bên cạnh cải tiến về vật liệu nhựa tái chế, các bước xử lý độ ẩm và cắt giảm lượng khí $H_2S$ được sinh ra trong túi ủ khí cũng được đề xuất để nâng cao hiệu suất sinh khí sinh học cho việc sử dụng ở bước tiếp theo.

Các hộ dân sẽ được hỗ trợ cung cấp hệ thống bếp hồng ngoại để tận dụng lượng khí sinh học phục vụ cho mục đích đun nấu tại quy mô hộ gia đình.

### 3.3. Theo dõi các thông số kỹ thuật và điều chỉnh hệ thống biogas

Các hệ thống biogas sau khi được lắp đặt sẽ được theo dõi các thông số có liên quan đến năng suất sinh khí: lượng khí sinh ra hằng ngày, phần trăm $CH_4$ trước và sau khi xử lý $H_2S$, v.v.. Các thông số này sẽ được theo dõi bởi hộ dân sử dụng hệ thống biogas.

Việc theo dõi và ghi nhận thông tin bởi nông hộ sẽ được gửi về cho nhóm nghiên cứu tại Đại học Cần Thơ hằng ngày trong thời gian theo dõi thông qua các nền tảng mạng xã hội như Zalo, Facebook và lưu trữ trên một nền tảng đám mây dữ liệu nhằm theo dõi năng suất sinh khí và kịp thời phát hiện những vấn đề kỹ thuật trong hệ thống biogas cần được điều chỉnh và sửa chữa.

### 3.4. Khảo sát mức độ hài lòng và sự sẵn lòng của người sử dụng nhằm đánh giá tính hiệu quả của mô hình

Bên cạnh việc theo dõi các thông tin liên quan đến khía cạnh kỹ thuật của hệ thống biogas, các đánh giá về hiệu quả kinh tế – xã hội của mô hình được đề xuất được thu thập để phân tích tính hiệu quả và khả thi của ý tưởng nhằm hướng đến mục tiêu áp dụng đại trà.

Các khảo sát về mức độ hài lòng của các hộ dân tham gia vào dự án, sự sẵn lòng trả của nhóm cộng đồng lớn hơn tại khu vực nghiên cứu và các phân tích về chi phí – lợi ích của hệ thống biogas sẽ được thực hiện để có cơ sở đánh giá tính hiệu quả và khả thi của ý tưởng đề xuất.

## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Mô hình đề xuất

Mô hình được đề xuất là kết quả của việc triển khai thực tế trong khoảng thời gian từ năm 2015 đến nay bởi nhóm nghiên cứu ở nhiều khu vực địa lý và đối tượng nghiên cứu khác nhau. Việc thay thế nguồn vật liệu chế tạo túi và các công đoạn xử lý các chất gây ức chế khí metan như khí $H_2S$ và độ ẩm giúp hệ thống túi ủ biogas đạt được mức độ hoàn thiện cao hơn cũng như nâng cao năng suất tạo khí sinh học.

### 4.2. Kỹ thuật

#### *4.2.1. Nguyên liệu nạp*

Nguyên liệu nạp vào túi ủ là nguồn chất thải từ chăn nuôi: phân heo hoặc phân bò, được thải từ các nông hộ canh tác hoặc trang trại chăn nuôi tại Đồng bằng sông Cửu Long. Đề tài tham khảo và lựa chọn các khu vực có tiềm năng cao để thu gom nguồn nguyên liệu nạp và triển khai mô hình túi ủ khí sinh học tại địa bàn các huyện như An Phú, Phú Tân, thuộc tỉnh An Giang, Việt Nam.

Đặc trưng đầu vào của nguồn nguyên liệu nạp sẽ được phân tích tại phòng thí nghiệm với các chỉ tiêu phân tích cụ thể gồm: độ ẩm, tổng rắn, hàm lượng chất hữu cơ, tỷ lệ carbon, tổng carbon, pH, độ kiềm, v.v..

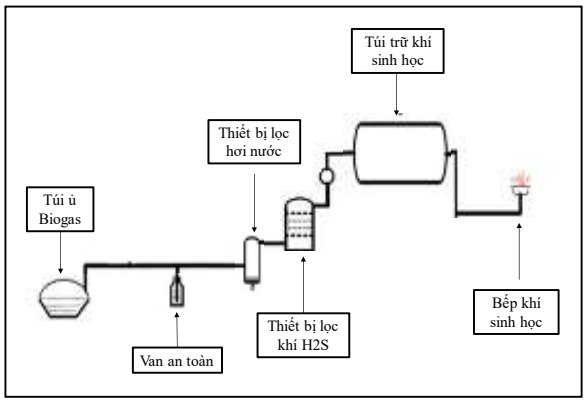
#### *4.2.2. Lắp đặt hệ thống túi ủ khí sinh học*

Một mô hình túi ủ biogas loại nhựa tái chế xử lý chất thải chăn nuôi heo/bò cho nông hộ được thiết kế với chiều dài túi ủ là 7 m, đường kính của túi ủ là 1,2 m, với tổng thể tích của túi phân hủy khoảng 8,36 $m^3$. Trong đó, thể tích chứa dung dịch ủ là khoảng 6,3 $m^3$ và thể tích còn lại chứa khí biogas khoảng 2,05 $m^3$.

#### *4.2.3. Phương pháp vận hành và phân tích dữ liệu*

Một hệ thống túi ủ biogas với vật liệu nhựa tái chế được áp dụng để cải tiến hệ thống túi ủ loại PE/HDPE đã và đang được áp dụng tại nhiều khu vực ở Đồng bằng sông Cửu Long. Cấu trúc của túi ủ biogas cải tiến bao gồm: (i) túi ủ biogas nhựa tái chế cải tiến được lắp đặt trên nền đất; (ii) ống thải đầu ra và ống nạp đầu vào; (iii) túi trữ khí nhựa tái chế. Các thành phần lọc hơi nước và lọc khí $H_2S$ được đặt trước khi khí từ túi ủ biogas đi qua van an toàn đến túi trữ khí sinh học. Lượng khí sinh học sau khi qua các công đoạn lọc sẽ tạo ra hiệu suất cao hơn

cho việc đun nấu ở quy mô hộ gia đình. Đồng thời, các dữ liệu được thu thập bởi nông hộ sau khi được tổng hợp và lưu trữ trên đám mây dữ liệu của nghiên cứu, sẽ được tiến hành phân tích thống kê mô tả và thống kê tương quan để xác định bản chất và đặc trưng về mặt tự nhiên của hệ thống biogas cũng như hiệu quả tạo khí sinh học của hệ thống.




*Hình 1. Cấu trúc của hệ thống thử nghiệm được đề xuất.*

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

Đề xuất có những đóng góp thực tiễn cho nghiên cứu về khí sinh học nói chung và khí sinh học trong lĩnh vực chăn nuôi ở nông thôn của Đồng bằng sông Cửu Long nói riêng, liên quan đến việc làm giảm áp lực từ lượng chất thải chăn nuôi gia súc cũng như tìm kiếm các giải pháp mới từ các nguồn vật liệu nhựa tái chế, cải tiến hệ thống ủ và trữ khí sinh học thông qua việc cắt giảm lượng khí $H_2S$ và độ ẩm trong khí gas, từ đó làm giảm phát thải các khí nhà kính trong lĩnh vực nông nghiệp và dịch vụ.

Từ việc cải tiến hệ thống biogas trong lĩnh vực chăn nuôi, sáng kiến góp phần quan trọng vào việc cải thiện công nghệ sản xuất khí sinh học ở quy mô hộ gia đình, nâng cao năng suất sinh khí và cải thiện chất lượng khí được hình thành trong hệ thống biogas, từ đó lượng khí đầu vào cho quá trình đun nấu có tính ổn định cao hơn và giải quyết được các vấn đề còn hạn chế như độ ẩm lớn và mùi hôi trong quá trình sử dụng.

Bên cạnh sự cải tiến về mặt kỹ thuật, ý tưởng còn đặt vai trò của người sử dụng vào trọng tâm, thông qua việc trao quyền như theo dõi các số liệu, đưa ra ý kiến về mô hình từ các khảo sát đầu vào, khảo sát đầu ra về mức độ hài lòng, mức độ sẵn lòng trả và phân tích chi phí – lợi ích mà người hưởng lợi nhận được. Đây là yếu tố quan trọng chi phối tính khả thi và làm cơ sở cho việc nhân rộng mô hình ở phạm vi lớn hơn trong tương lai.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Koszel, M., & Lorencowicz, E. "Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizer", Agriculture and Agricultural Science Procedia, 7, 119 – 124, 2015.

[2] Linh, T. B., & Gương, V. T.,"Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến khả năng giữ nước và độ bền cấu trúc của đất trồng cây ăn trái, cây tiêu và rau màu ở Đồng bằng sông Cửu Long, Bình Dương và Đà Lạt", Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 25, 208 – 213, 2013.

[3] Nga, B.T., Izumi, T. & Thuận, N.C., "Sử dụng nước thải mô hình khí sinh học trồng cây vạn thọ (Tagetes patula L.)", Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 1:55 – 60, 2015.

[4] Việt, L. H., Ý, L. T. N., Nhi, V. T. Đ., & Ngân, N. V. C., "Xử lý nước thải từ hầm ủ biogas bằng ao thâm canh tảo Spirulina sp". Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 49a, 1 – 10, 2017.

[5] Vĩ, L. Q., Huyền, Đ. T. T., Tín, P. Đ., Hiệu, T. T., Thảo, N. T. P., & Thắng, N. V., "Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi sau biogas quy mô hộ gia đình khu vực Đồng bằng sông Cửu Long bằng phương pháp hấp phụ biochar kết hợp oxy hóa bậc cao (ozon)", Tạp chí Môi trường, 1:51 – 54, 2020.

[6] Thảo, N. P., Nga, B. T., & Phát, D.T., "Nghiên cứu sử dụng nước thải biogas trồng dưa leo (Cucumis sativus L.) quy mô nông hộ tại tỉnh Sóc Trăng", Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 13, 31 – 38, 2017.

[7] Thảo, N. P., Anh, N. T. L., Vân, T. T. T., & Nga, B. T., "Nghiên cứu sử dụng nước thải biogas trồng bắp (Zea mays L.)", Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 53, 53 – 64, 2017.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH Ủ KHÍ SINH HỌC HƯỚNG ĐẾN PHÁT THẢI CARBON THẤP TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG


**Sinh viên:** Trần Nguyễn Hoàng Long

**Giảng viên hướng dẫn:** Ths. Trần Hoàng Kha

Đơn vị công tác: Khoa Môi trường và TNTN, Trường Đại học Cần Thơ


## Giới thiệu

Chăn nuôi là một trong những nguồn tạo chất ô nhiễm nhiều nhất trên thế giới. Phương pháp ủ khí là công nghệ hiệu quả trong xử lý chất thải chăn nuôi.

Hạn chế của các mô hình khí sinh học về mặt kỹ thuật là thiếu công đoạn xử lý chất gây ức chế khí Metan như $H_2S$, $CO_2$ và độ ẩm. Việc sử dụng nhựa trong thiết kế túi cũng hạn chế về mặt bảo vệ môi trường sau khi bị hư hỏng.

Việc tận dụng nguồn rác thải nhựa bị bỏ đi để thiết kế túi ủ và túi trữ khí, cải tiến kỹ thuật để cắt giảm lượng $H_2S$ và độ ẩm trong khí sinh học cần được thực hiện nhằm nâng cao hiệu suất sử dụng khí sinh học từ hệ thống biogas.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

- **Mục đích:** Nghiên cứu tận dụng nguồn thải từ hoạt động chăn nuôi gia súc để phát triển hệ thống ủ khí sinh học phục vụ cho việc sử dụng trong sinh hoạt ở quy mô hộ gia đình, đồng thời thử nghiệm sử dụng nhựa tái chế để thiết kế túi ủ khí sinh học.
- **Đối tượng nghiên cứu**: là khả năng tạo khí sinh học từ nguồn thải chăn nuôi gia súc và vật liệu nhựa tái chế được sử dụng để thiết kế túi ủ khí sinh học.

Hình 1: Túi ủ khí sinh học ngoài thực tế

## Phương pháp/Nội dung thực hiện ý tưởng

- Đề tài tiếp cận theo hướng tìm hiểu lý thuyết – thực trạng – tiến hành thí nghiệm để đưa ra các đề nghị về giải pháp.
- Các hoạt động cụ thể;

Khảo sát tiền trạm và lựa chọn các điểm lắp đặt hệ thống biogas tiềm năng

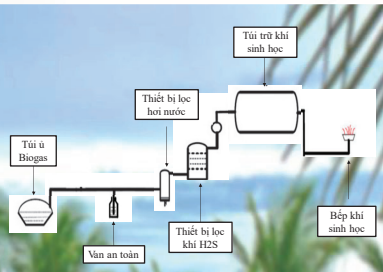
Thiết kế và lắp đặt hệ thống biogas

Theo dõi các thông số kỹ thuật và điều chỉnh hệ thống biogas

Khảo sát mức độ hài lòng và sự sẵn lòng của người sử dụng nhằm đánh giá tính hiệu quả của mô hình

## Kết quả & bàn luận

- Mô hình đề xuất là kết quả của việc triển khai thực tế trong khoảng thời gian từ 2015 – nay.
- Việc thay thế nguồn vật liệu chế tạo túi và các công đoạn xử lý các chất gây ức chế khí Metan như khí $H_2S$ và độ ẩm giúp hệ thống biogas đạt được mức độ hoàn thiện cao hơn và nâng cao năng suất tạo khí sinh học.




Hình 2: Cấu trúc của hệ thống biogas

- **Nguyên liệu nạp:** chất thải chăn nuôi như phân heo/phân bò.
- **Lắp đặt hệ thống túi ủ khí sinh học** từ nguyên liệu nhựa tái chế: chiều dài 7 m, đường kính 1,2 m và thể tích chứa là 8,36 $m^3$.
- **Vận hành và phân tích dữ liệu:** thông qua cấu trúc như Hình 2 và các dữ liệu sau khi thu thập sẽ được phân tích thống kê mô tả và tương quan nhằm xác định bản chất và đặc trưng về mặt tự nhiên của hệ thống biogas cũng như hiệu quả tạo khí sinh học của hệ thống.

## Kết luận

Đề xuất đóng góp thực tiễn cho nghiên cứu khí sinh học trong lĩnh vực chăn nuôi ở nông thôn của Đồng bằng sông Cửu Long:

Giảm áp lực chất thải chăn nuôi gia súc

Cải tiến vật liệu thiết kế sạch hơn

Cải thiện hiệu suất sử dụng biogas

## Kiến nghị, hướng phát triển

Đặt cộng đồng hưởng lợi vào trọng tâm của mô hình thông qua:

- Đánh giá mức độ hài long và sẵn lòng chi trả cho hệ thống biogas;
- Đánh giá chi phí – lợi ích nhằm xác định tính khả thi cho áp dụng đại trà.

CTU-Biogas

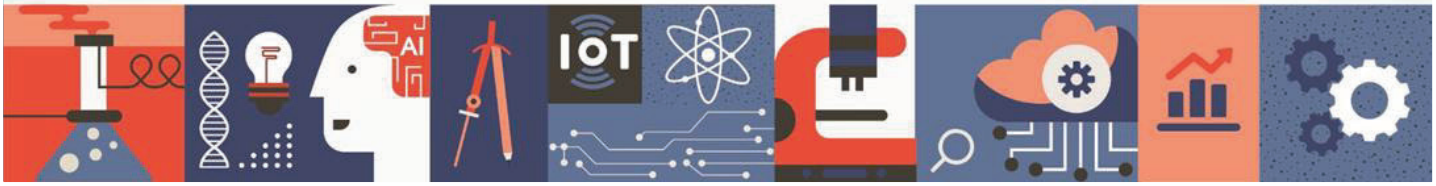
## Tài liệu tham khảo


[1]. Koszel, M., & Lorencowicz, E. "Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizer". Agriculture and Agricultural Science Procedia, 7, 119-124. 2015.

[2]. Linh, T. B., & Gương, V. T. "Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến khả năng giữ nước và độ bền cấu trúc của đất trồng cây ăn trái, cây tiêu và rau màu ở đồng bằng sông Cửu Long, Bình Dương và Đà Lạt". Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 25, 208-213. 2013.

[3]. Nga, B.T., Izumi, T. & Thuận, N.C. "Sử dụng nước thải mô hình khí sinh học trồng cây vạn thọ (Tagetes patula L.)". Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 1:55-60. 2015.

[4]. Việt, L. H., Ý, L. T. N., Nhi, V. T. Đ., & Ngân, N. V. C. Xử lý nước thải từ hầm ủ biogas bằng ao thâm canh tảo Spirulina sp.. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 49a, 1-10. DOI:10.22144/jvn.2017.001. 2017.

# ID09.
# REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION

***Nguyễn Vĩnh Anh*** [(1)] ***Hoàng Đức Chinh*** [(2), *]

[(1)] *Đại học Bách khoa Hà Nội, anh.nv191682@sis.hust.edu.vn*

[(2)] *Đại học Bách khoa Hà Nội, chinh.hoangduc@hust.edu.vn*

**Giảng viên hướng dẫn: chinh.hoangduc@hust.edu.vn*

**ABSTRACT**

Biogas can solve the problem of power supply in rural area as a renewable energy source and reduce environmental pollution. The biogas-based power generator needs to fulfill requirements of stability and reliability to be employed in practice. As it is usually installed in remote areas, maintenance is also a challenge. This paper presents an overall discussion on the power generation system when deployed in livestock farms. An innovative condition monitoring and data acquisition system of the generator has been developed to assist maintenance service over the Internet. Data analysis is carried out to provide comprehensive information of the system, including the energy production and usage at the farms. It enables the owners to evaluate the system in terms of energy efficiency management and economic benefits. The analytical results also give a practical understanding of the power quality and the system reliability useful for fault detection, diagnosis, and potential further enhancement of the whole system.

**TỪ KHÓA:** *Internet of Things, Condition Monitoring, Biogas Energy Source, Data Analysis.*

## 1. INTRODUCTION

The discussion of the importance of renewable energy necessitates an overview of the current energy outlook of the world. In 2021, the growth rate of energy demand exceeded that of renewable energy supply, so the demand increase was met mostly by fossil fuel [1]. There is overwhelming consensus among publishing climates experts that emissions caused by human activities, including energy generation from fossil fuels, is a significant cause of global warming [2]. Moreover, burning fossil fuels produces particulate matter that has significant effects on human health, particularly in the cardiovascular and respiratory systems [3]. Consequently, it is imperative that renewable sources of energy see accelerating application, replacing less environmentally friendly ones so that we head towards a more sustainable direction [4].

Biogas is a gaseous fuel source whose chemical energy comes from Methane, which typically makes up only 48 – 65% of freshly produced biogas [5]. Biogas is obtained from the anaerobic digestion of organic matter, usually in a digester of a biogas plant. The organic matter used in biogas plants includes animal manure, household waste, agricultural waste, plant material, etc. which are inevitable by-products of human activities, so energy generation using biogas can provide a potential pathway towards the erection of a circular economy [6]. Overall, biogas is a renewable, eco-friendly fuel source with high availability, especially in rural areas, which is why world biogas power generation as well as consumption has seen remarkable recent increases [7].

However, besides its strength, there are some challenges confronting the achievement of optimal utilization of biogas energy.

Biogas-based electricity generation is affected by fuel impurities. As the anaerobic digestion of organic material produces other substances along with Methane, the Methane concentration thus obtained is only 48 – 65% [5]. The impurities contained in the biogas fuel include Hydrogen Sulfide ($H_2S$), which has a corrosive effect on the machines and pipelines exposed to it, decreasing their longevity [8]. Biogas electricity generation efficiency also depends on the Methane concentration of the fuel fed to the primary engines of the generators [9]. A solution problem is to improve the purity of the biogas fuel with a filtration or purifier system. Paglinawan and Mojica (2016) found that by passing the fresh biogas through a filtration system, engine efficiency, system efficiency, and cost per unit power output all experienced noticeable improvements [9]. The system in this paper contains sensors that measure environmental variables such as $H_2S$ and $CO_2$ concentrations, which can help potential users improve their experience with biogas generator systems by alleviating the aforementioned drawbacks.

Moreover, the production of biogas is a bio-chemical process and is thus subject to external conditions. In [10], Paul Dobre et al. (2014) identified and measured the effect of six different factors on the production of biogas. The dependence of the yield and quality of biogas on the type of organic material used in anaerobic digestion is explored in [11]. It is apparent that although biogas energy is renewable, its rate of generation is limited and inconsistent. Therefore, a monitoring system is needed to assist the management of this source of energy so that smooth, scheduled operation can be achieved.

It can be seen that the problems mentioned above can be solved with the use of a method known as condition monitoring. Traditionally, condition monitoring (CM) is the measuring and analysis of machines' operating parameters to identify potential faults. It has become standard practice to employ CM techniques to increase the longevity and safety of machinery in industry [12].

In this work, we first classified the fault detection problems with the biogas generators and different common faults. We also introduced our real condition monitoring scheme for the biogas power systems developed for livestock farms. The monitoring systems with extensive measurements have been deployed to acquire information from more than 10 generators in different locations over a year. The data set is being collected and studied to understand the working conditions of each machine.

The background of CM is presented in section 2. Besides, IoT-based condition monitoring and traditional condition monitoring will be discussed in section 3. The system description is provided in section 4. Data collection scheme and analysis has been carried out and presented in section 5.

## 2. CONDITION MONITORING OF GENERATORS

Usually, preventive maintenance can happen periodically or based on the operational data from the condition monitoring of the machine. The analysis of this data to predict when the machine should be maintained is referred to as predictive maintenance. Although predictive maintenance is no substitution for reliable periodic preventive maintenance, fully utilizing predictive maintenance alongside periodic maintenance can generate hundredfold returns on investments [13]. This opportunity provides strong incentives for optimizing preventive maintenance and thus condition monitoring.

With atypical faults excluded, in the case of engine-driven generators, there are two main categories of common faults that can occur requiring maintenance, which are faults that occur in the driving engine and faults that occur in the generating unit. Examples of the faults we observed during the operation of our self-developed biogas generators are shown in Fig. 1. The vibration of the machine resulted in broken blades of the cooling fan illustrated in Fig 1a. Fig 1b shows very high temperature at the exhaust pipe as the rich ratio gas was not consumed completely in the engine cylinder but escaped and was burned in the pipe.

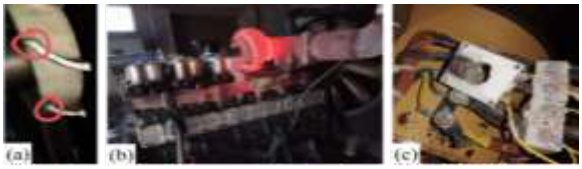



*Fig. 1. (a) Broken blades of the generator cooling fan, (b) overheating of the exhaust pipe and (c) corrosion of cable insulation.*

**Faults that occur in the driving engine (or prime mover).** As the engine driving the rotation in the generating unit is part of the generator itself, and faults occurring there can have negative impacts on the performance of the generator, fault analysis needs to be conducted on the driving engine of the generator as well. There have been many proposed methods of engine condition monitoring (ECM) for many faults to date. Jacobo Porteiro et al. (2011) conducted a study in which a multi-net system for fault diagnosis were utilized to identify 4 fault types including cylinders misfiring, shaft imbalance, clogged intake and leaking start plug using only vibration and exhaust temperature sensors [14]. The method was found to have a 90% accuracy rate in detecting the failure cause [14]. Similarly, G.O. Chandroth et al. (1999) studied the detection of four fault types (leaking exhaust valve and air inlet valve, blocked fuel injector, and poor fuel atomization) in an internal combustion engine using only sensory data on cylinder pressure and cylinder vibration and an application of an artificial neural net approach [15]. The neural network using pressure and vibration data in this study were successful in identifying fault 95.13% of the time [15]. Wear rate of engines can also be determined by monitoring and analyzing oil data of internal combustion engines [16].

**Faults that occur in the generating unit.** These are faults occurring in the main generating unit that excludes the prime mover, and they can be divided into two categories of internal faults and external faults. Internal faults are faults with the components of the generator, whereas external faults are resultant of conditions of operation that are aberrant. Some examples of internal faults are windings faults and insulation faults, field faults and excitation faults whereas examples of external faults include over-loading, voltage overload and unbalanced loading. Fig 1c is an example of insulation failure that we faced in our practical generation systems. Condition monitoring applied to this class of faults monitor different parameters from that to mechanical faults. B. Yang et al. (2019) used waveform data from strategically placed sensors and an algorithm to both detect short-circuit faults and the location of the faults [17]. However, this study lacks application data in real power network to prove viability. Ding Tan & Liu Hui (2011) devised a method using Petri-Net to connect generator symptoms detected by sensors, such as pressure and temperature, with potential faults being experienced by the generator at that moment [18]. This method also has not been tested with a large sample to prove its utility.

## 3. APPLICATIONS OF IOT AND BIG DATA IN PREVENTATIVE AND PREDICTIVE MAINTENANCE

Predictive maintenance has been established as a highly beneficial diagnostic addition to the conventional periodic maintenance in section 2 as well as in the

literature [13,19]. However, the average return on investment from predictive maintenance is only 1.13:1, which is more than 88 times less than what is possible from a fully optimized predictive maintenance program [13]. Inefficiency of this magnitude is extremely undesirable, especially in industry. Fortunately, there is much potential for improvement with the current pace of research into the technology of predictive maintenance. Most of the techniques used for the enhancement of predictive maintenance is beyond the scope of this study so will be considered in future works. IoT and Big Data optimization, however, is relevant, and thus their usage in predictive maintenance will be discussed.

IoT provides an important medium through which data collected from smart devices can be transmitted to either an edge processor, a central processing unit or a storage unit, where depending on the duration of previous data storage, big data technologies may be employed. The integration of IoT and Big Data in predictive maintenance offers many advantages.

As the communication of IoT-connected devices is not limited by geographical distance, the condition of assets over a region of unlimited area, assuming sufficient internet connection, can be monitored in real-time, enabling more comprehensive recording of operational data, better maintenance scheduling, and better resources management.

Moreover, Big Data usage is extremely valuable for making predictions about the state of a machine as the more rows of data available, the more accurate the predictions [20]. As a result, the accuracy of predictive maintenance is positively correlated with the amount of data available. Using Big Data technologies to analyze the large amount of operational data collected to make decision precisely can save money from unplanned downtime resulting from type II statistical errors.

Nonetheless, there are also challenges affecting the viability of IoT-based predictive maintenance.

With IoT predictive maintenance offering significant benefits for any devices and machines, there is great incentive to making it universally compatible. However, there is a mismatch between the protocols used by industrial equipment and those required for IoT compatibility, there is a need for an intermediary between them. P. Radu & I. Robert (2017) proposed the use of an IoT-ready Arduino board as a translator between industrial equipment protocols and IoT platform protocols [21]. However, little data was provided to evaluate the efficiency of using the Arduino as a translator instead of using other methods, so it is undetermined whether this is the optimal solution.

Traditional IoT-based predictive maintenance relies on centralized cloud computing, which means that for large scale operations, there may be bandwidth problems caused by large amounts of data being transferred to one location. To solve this problem, Y. Liu et al. proposed an AI-assisted distributed predictive maintenance system for plant-wide applications [22]. The method proposed use Artificial Intelligence (AI) to assist in selecting and organizing relevant fault features using MST-based clustering, effectively dividing the centralized computing load. Liu et al. tested the effectiveness of the feature selection method using the TE process benchmark dataset and found positive results, with the proposed method in this study having superior performance to prior methods.

## 4. SYSTEM DESCRIPTION

### 4.1. Overview of system architecture

Fig. 2 presents the whole system that we have built in this study. The main research objects of our work are biogas-based generation systems equipped with programmable logic

controllers (PLC) acting as field devices to acquire the systems' measured parameters and to control them. An edge computing unit is used as a local database and performs data preprocessing. The data is then forwarded over the Internet to a remote server on the cloud. Self-developed server applications are deployed there to perform different tasks such as data management, data analysis, and maintaining a web-based graphical interface. It enables authorized end-users to observe the system from anywhere at any time.

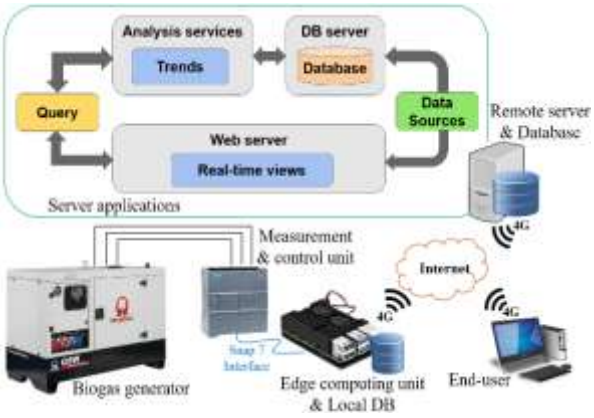



*Fig. 2. IoT data acquisition systems for condition monitoring of a biogas-based generator.*

### 4.2. The biogas power system

The biogas generators are either original one or a diesel electrical generator which have been modified to use biogas as fuel. They are thus customizable to match the customers' need on energy usage. A complete generation system is presented in Fig. 3. Livestock manure is stored in digester tank to produce raw biogas. The gas is filtered before being fed into a second tank, which is a gas holder for ready fuel. Valve V1 is controlled to adjust the amount of filtered gas in this second tank. The pressure and the hydrogen sulfide ($H_2S$) concentration in the tank are also measured to evaluate the gas quality. The mixer takes the responsibility of mingling fresh air and filtered biogas and then delivering the outcome into the generator engine. The amount of the mixture fed into the generator is regulated by the valve V2. A PID controller is used and plays a role of a governor which changes V2 position in such a way that power is generated as demand while output frequency is kept around 50 Hz. Parameters of the generator such as the cooling water temperature, engine oil pressure, oxygen concentration in the exhaust, and the alternator speed are monitored. A power meter (PM) is installed to get various electrical measurements of the output power supplied to the loads.

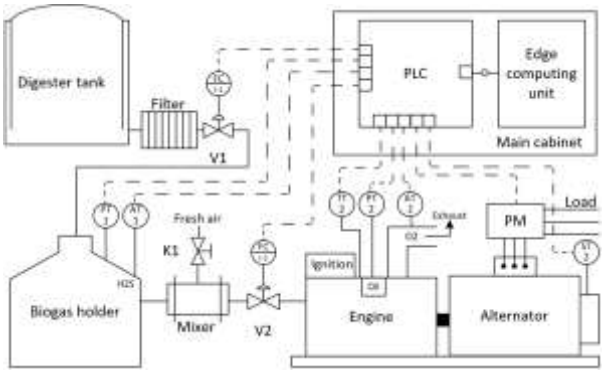



*Fig. 3. Biogas based electrical generation system.*

The main cabinet consists of two main units, which are a PLC and an edge computing device. The PLC is the main controller of the system, which obtains measurement values from all the available sensors. In this application, the PLC is a Siemens S7-1200 with a few I/O extension modules. A Raspberry Pi model 3 equipped with a 3G modem plays the role of the edge computing device. It connects to the PLC via an Ethernet cable. A Python application is built to communicate PLC data blocks with the Snap7 interface. An SQLite database is used in this device for on-site analysis and local backup. Raw data from the PLC is filtered and preprocessed before being used in subsequent tasks.

### 4.3. The remote server and its applications

As illustrated in Fig. 2, the entire data collection system includes a remote database (DB) server, a web server and analysis services.

Data is transferred amongst field devices, end-user interfaces, and the server with the support of an MQTT broker which is a widely used publishing subscription-based messaging protocol (ISO/IEC PRF 20922) for IoT devices as it is lightweight and flexible.

The applications are all installed in a cloud server. This offers various benefits for the supervisory system, such as flexibility in development and operation, high reliability, and low operating and maintenance costs. The cloud server offers simple and instantaneous upgrading or downgrading of resources. Moreover, the capacity for resource upgrading is larger for a Cloud Server than for a VPS server or a traditional physical server because of the sizable number of resources created by several primary servers.

The webserver and the analysis program are responsible for data analysis and the transfer of data to the database. Specifically, the webserver built with the Django framework handles real-time system monitoring data, whereas the analysis program processes and analyzes all the system data, from which it produces statistics and the evaluation of the operation of the object fundamentally necessary for machine learning. Processed data is subsequently stored in a database on a MySQL server, one of the most popular relational database management systems. The stored information includes time-series data of the measurements from different generators as well as their meta-data, like the users/operators, the identity (id) and location of the machine, etc.

## 5. DATA ANALYSIS AND DISCUSSION

More than 10 biogas-based generation systems have been developed and deployed in different hog farms distributed in the north of Vietnam for the last 2 years, one of which is shown in Fig. 4. The generators can supply power of up to 90 to 150 kW, which is sufficient for all the loads in the farm. Data have been collected for a few months and analyzed to assess the systems' operation.

*Fig. 4. A biogas-based generation system installed in a hog farm.*

Fig. 5 below shows the web-based GUI of a generator with its parameter readings displayed in near real-time. The generator with id g06 is located in a farm that has 5000 pigs. Comprehensive electrical parameters readings of the generators such as 3-phase currents, voltages, speed, frequency, power factor, machine on duration, water temperature, oil pressure, etc. are displayed. It helps the operators and developers to evaluate the current state of the system and take action in time if required.

*Fig. 5. Real-time data monitoring dashboard.*

The histogram of the energy produced by 4 selected generators with ids of g06, g09, g11, and g14 in different farms are shown in Fig. 6. The farms have the capacities ranging from 2000 to 20000 pigs during the period of observation. Electrical loads are mainly the lighting and ventilation systems in each hog barn, the pump and water treatment systems, and the auxiliary appliances in other areas of the farm. Due to the Covid pandemic and low production in wintertime, the farms did not operate at their full load. In the case of generators g06 and g09, the number of hours

that low energy production occurred is pretty high. Some components of the generator such as the spark plug, cooling oil and filter, etc. are recommended to be maintained or replaced based on hours of operation instead of their states. Thus, running the generator at low load results in the increment of operation fee per kWh. In the case of generators g11 and g14, the durations in which the generators produced energy of around 45 kWh are predominant, around 250 hours and 800 hours respectively. This means that these generators were used at full load most of the time. The durations in which they were under-utilized are much less.

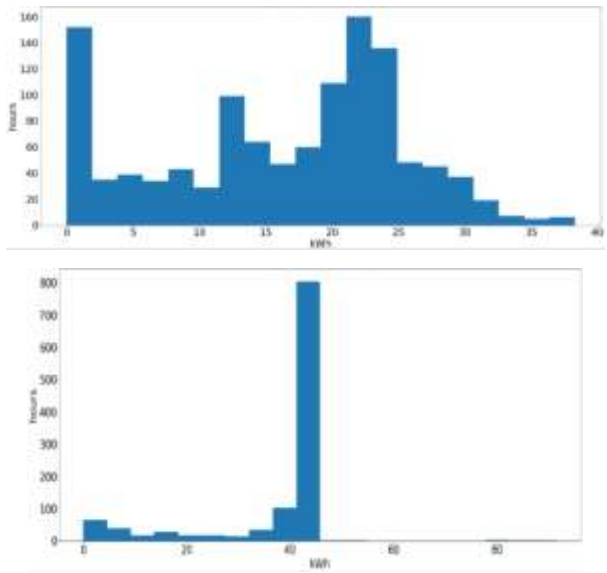


*Fig. 6. Histogram of energy produced by 4 selected generators over 4 – 6 months.*

Fig. 7 presents the power usage over 3 phases at the farm where generator g09 is placed. It can be observed that the power readings for the three phases are unbalanced. The generator can still maintain its speed as the values are still under rated power. However, high current may occur in one phase due to unbalanced load, and there are the risks of overheating or strong vibrations in the generator. Thus, this may result in the poor performance or the premature failure of the generators.

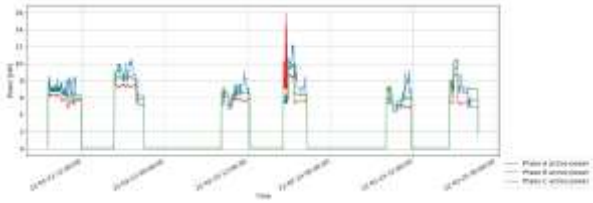


*Fig. 7. Three phase power consumption of the biogas power system with generator g09.*

As described in section 4.2, the speed of the generators must be kept around 1500 rpm so that the frequency can be maintained at 50Hz regardless of the variation in load power consumption. This can be done by using a PID controller to adjust the opening position of the fuel-feeding valve. The parameters of the controller are fine tuned for each generator. Ideally, the opening position should not vary too much for the same value of the load power consumption. On the other hand, when the load power increases or decreases, the fuel-feeding valve should open wider or narrower respectively. Four parameters of a generator in normal operation is shown in Fig. 8.

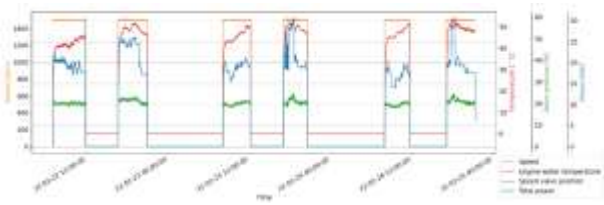


*Fig. 8. The speed, engine water temperature, fuel feeding (speed) valve opening position and total power consumption of a generator g09 in normal operation.*

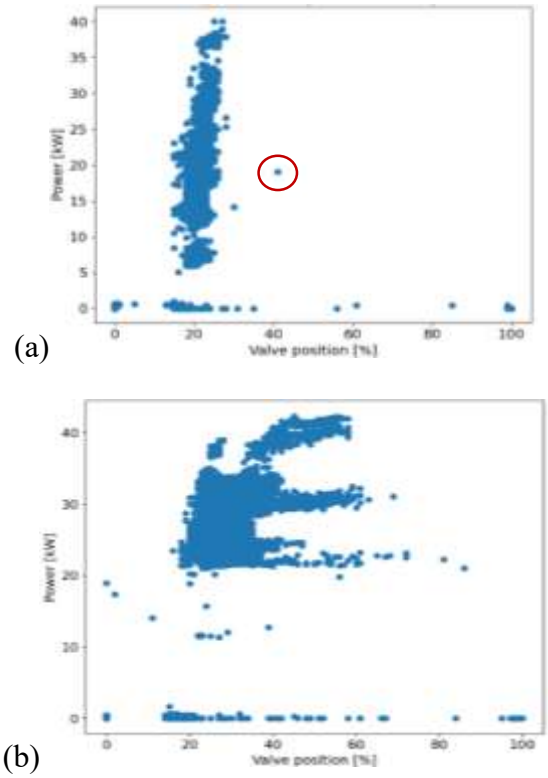



*Fig. 9. Valve position vs. total power of generator g09 in (a) normal operation and (b) fault operation.*

However, due to fault occurrences in the systems, the relationship between opening position may not be as expected. Fig. 9 shows two different cases, of which one is when the generator g09 operated under normal conditions over a one-month period and the other is when the fault happened over another month. It can be observed that in Fig. 9(a), the total power consumption is almost in linear proportion with the valve opening position, except for only one outlier point marked with the red circle. This outlier can be a sudden fault due to external conditions such as water presence in the air pipe, contaminated gas in the feeding pipe, or just the noise from the data acquisition system. In contrast, in Fig. 9(b), the relationship between these two parameters is uncertain, e.g., with the same value of total power, the valve opening position can vary significantly from 20% to 80%. Based on our expertise, this can occur due to the miss-firing of one or a few sparks plugs, or the unstable fuel-air ratio caused by changes in the actual pressure of the biogas tank or the biogas pipes blockage due to the presence of water.

## 6. CONCLUSIONS

In this work, the challenges and potential of the biogas-based generation system and condition monitoring system are discussed. There are difficulties in the installation, operation and maintenance of the systems as they are usually deployed in rural areas. The studies have been conducted with our generators, which we developed and delivered in several farms. Each farm, however, has unique characteristics in terms of geographical location, livestock capacity, electrical loads, and habits of usage. The remote monitoring services introduced and collected data set presented in this work are used to provide a better understanding of the biogas power system and assist the maintenance plan. Several faults have been observed during the system operation due to the inconsistency of the fuel quality, the mistakes during installation, harsh conditions in the deployed area, or the bad habits of the operators. Measurement data related to these faults have been identified and analysed. In the future, further data analysis and machine learning techniques will be applied to identify patterns of the faults, which will enable predictive maintenance for quick recovery, and to forecast energy generation for optimal management of the farm operation.

## 7. ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Nguyen Duy Hieu for his contribution to the study in Data Analysis and GUI work.

## REFERENCES


[1] IEA (2021), Electricity Market Report – July 2021, https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-july-2021, last accessed 2022/03/31.

[2] Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., and Skuce, A.: Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, Environmental Research Letters, 8(2), 024024 (2013).

[3] Anderson, J. O., Thundiyil, J. G., and Stolbach, A.: Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health, Journal of Medical Toxicology, 8(2), pp. 166 – 175 (2012).

[4] IEA (2021), Renewable Power, https://www.iea.org/reports/renewable-power, last accessed 2022/03/31.

[5] Rasi, S., Veijanen, A., and Rintala, J.: Trace compounds of biogas from different biogas production plants, Energy, 32(8), pp. 1375 – 1380 (2007).

[6] Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., Briseid, T.: The role of Anaerobic Digestion and Biogas in the Circular Economy, Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37 (2018).

[7] Urbini, G., and Raboni, M.: Production and use of biogas in Europe: a survey of current status and perspectives, Ambiente e Agua – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 9(2) (2014).

[8] Ross, C.C., Drake, T.J. and Walsh, J.L.: Handbook of Biogas Utilization, 2nd. SERBEP, c/o General Bioenergy, Florence, AL (2013).

[9] C. Paglinawan and E. E. Mojica: Electrical performance analysis of biogas fuelled generator with purifier, 2016 International SoC Design Conference (ISOCC), pp. 3 – 4 (2016).

[10] Dobre, Paul, Nicolae, Farcas and (Radoi) Matei, Florentina.: Main factors affecting biogas production-An overview, Romanian Biotechnological Letters, vol 19, pp. 9283-9296 (2014).

[11] Rao, P. V., Baral, S. S., Dey, R., & Mutnuri, S.: Biogas generation potential by anaerobic digestion for sustainable energy development in India. Renewable and Sustainable Energy Reviews, *14*(7), 2086 – 2094 (2010).

[12] Robichaud, J and Eng, P.: Reference Standards for Vibration Monitoring and Analysis, Bretech Eng. Ltd, (2009).

[13] Mobley, R. K.: Introduction to predictive maintenance, 2nd Edn, Butterworth-Heinemann, Boston, (2002).

[14] Porteiro, J., Collazo, J., Patiño, D., and Míguez, J.L.: Diesel engine condition monitoring using a multi-net neural network system with nonintrusive sensors, Applied Thermal Engineering, vol 31, pp. 4097 – 4105 (2011).

[15] Chandroth, G.O., Sharkey, A.J., and Sharkey, N.E.: Cylinder Pressures and Vibration in Internal Combustion Engine Condition Monitoring, Neural Computing and Applications, vol. 9, pp. 152 – 160 (1999).

[16] Macian V, et al.: Analytical approach to wear rate determination for internal combustion engine condition monitoring based on oil analysis, Tribol Int 2003;36(10):771–6 (2003).

[17] Yang, Bowen, Li, Fangyu, Ye, Jin and Song, Wenzhan: Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Generators in Power Networks, 2019 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), pp. 1 – 5 (2019).

[18] Ding Tan, and Liu Hui.: Research of biogas generator monitoring system model based on probability Petri nets. In: 2011 International Conference on Image Analysis and Signal Processing (2011).

[19] Mulders, M. and Haarman, M.: Predictive Maintenance 4.0, Beyond the hype: PdM 4.0 delivers results. PricewaterhouseCoopers, https://www.pwc.be/en/documents/20180926-pdm40-beyond-the-hype-report.pdf, last accessed 2022/03/31

[20] Lachenbruch, P. A., and Cohen, J.: Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd edn. Journal of the American Statistical Association, 84(408), 1096 (1988).

[21] Parpala, Radu and Iacob, Robert.: Application of IoT concept on predictive maintenance of industrial equipment, MATEC Web of Conferences, 121. 02008 (2017).

[22] Y. Liu, W. Yu, T. Dillon, W. Rahayu and M. Li: Empowering IoT Predictive Maintenance Solutions With AI: A Distributed System for Manufacturing Plant-Wide Monitoring. In IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 2, pp. 1345-1354, (2022).

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# TÊN ĐỀ TÀI: REMOTE CONDITION MONITORING OF BIOGAS POWER SYSTEMS: A CASE STUDY OF PRACTICAL DEPLOYMENT AND OPERATION

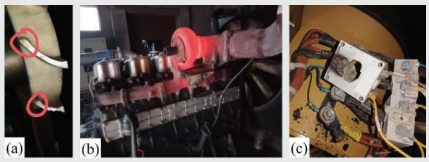

**Sinh viên:** Nguyễn Vĩnh Anh

**Giảng viên hướng dẫn:** TS. Hoàng Đức Chính

**Đơn vị công tác:** Đại Học Bách Khoa Hà Nội


## Introduction

In the context of the current growing demand for energy globally, biogas is one of the most suitable fuel for electricity generation as it is renewable, eco-friendly fuel source with high availability, especially in rural areas. However, in order to maintain the efficiency of biogas generators, the application of IoT and Big Data in the monitoring of their conditions is examined in this study.

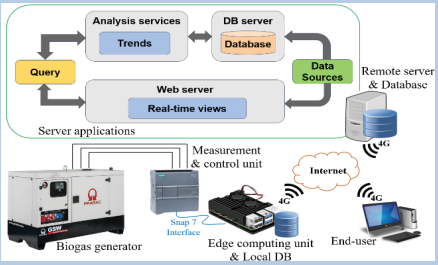



*Different kinds of faults occurred in the biogas power generator system*

## Overview of system architecture

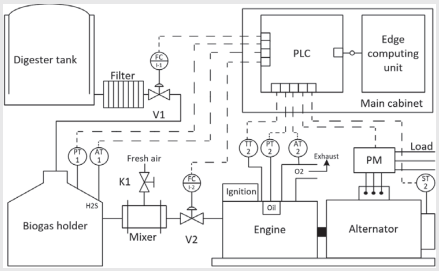
**Hardwares:** The project involves a biogas generator, programmable logic controllers, and an edge computing unit.

**Softwares:** A cloud server, server applications for data analysis, and a web-based GUI.




*IoT data acquisition systems for condition monitoring of a biogas-based generator*

## The biogas power system

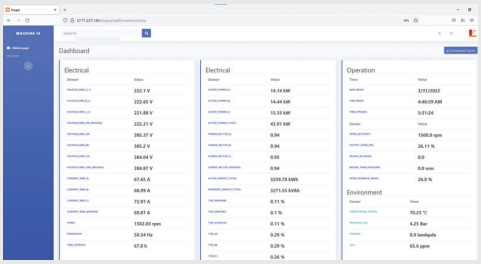



*Biogas based power generator system diagram*

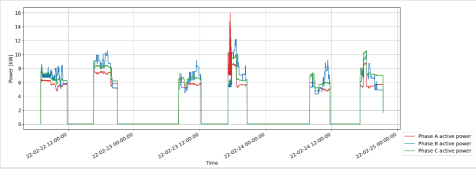
**Digester tank:** Stores animal manure
**Main cabinet:** Includes processing components for control and transmission
**Biogas holder:** Holds ready fuel
**Mixer:** Mixes biogas with fresh air and deliver it to generator
**Generator:** Includes an engine and an alternator working together to generate electricity from biogas

## Data Analysis Results

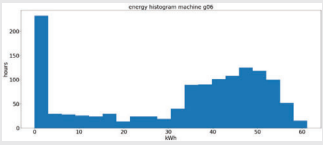
- GUI for real-time monitoring

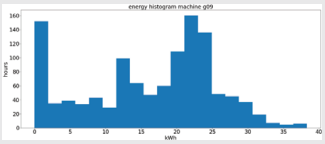


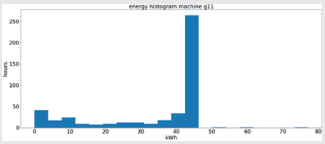
- Three phase power consumption



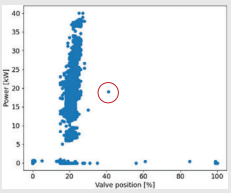
- Histogram of energy produced by selected generators



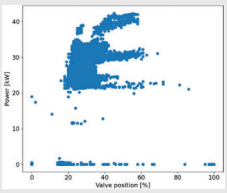




- Valve position vs total power for fault detection



*Normal operation*



*Fault occurs*

## Conclusions

The challenges and potential of the biogas-based generation system and condition monitoring system are discussed. Several faults have been observed during the system operation attributable to the inconsistency of the fuel quality, the mistakes during installation, harsh conditions in the deployed area, or the bad habits of the operators. Measurement data related to these faults have been identified and analyzed.

## Future works

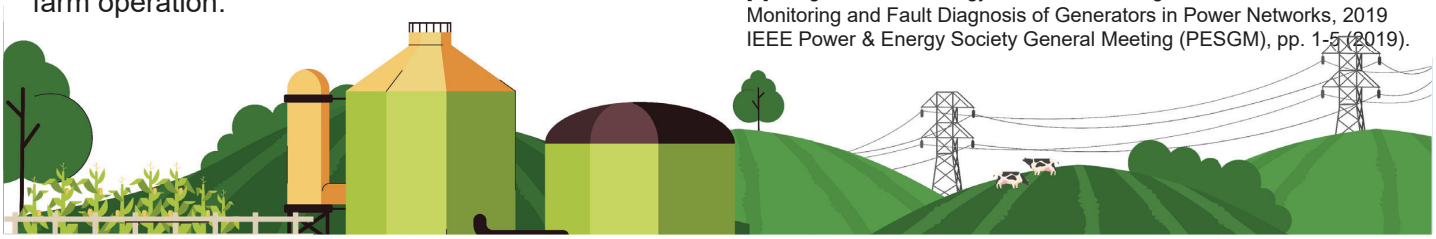
In the future, further data analysis and machine learning techniques will be applied to identify patterns of the faults, which will enable predictive maintenance for quick recovery, and to forecast energy generation for optimal management of the farm operation.

## Tài liệu tham khảo


[1] IEA (2021), Electricity Market Report - July 2021, https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-july-2021, last accessed 2022/03/31.

[2] Dobre, Paul, Nicolae, Farcas and (Radoi) Matei, Florentina.: Main factors affecting biogas production-An overview, Romanian Biotechnological Letters, vol 19, pp. 9283-9296 (2014).

[3] Yang, Bowen, Li, Fangyu, Ye, Jin and Song, Wenzhan: Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Generators in Power Networks, 2019 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), pp. 1-5 (2019).

# ID10.
# USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

***Nguyen Le Minh Dat[(1)], Nguyen Nhat Minh[(1)], Nguyen Duong Truong Giang[(1)], Tran Hai Dang[(1)], Nguyen Minh Thanh[(1)]***

*[(1)]Hanoi – Amsterdam High School for the Gifted, nlmdat1204@gmail.com, nguyenduongtruonggiang.hn@gmail.com, nnminh2006@gmail.com, tranhaidang1909@gmail.com, minhthanh.turtle@gmail.com*

*PhD. Thanh Nguyen Vu, Hanoi University of Science and Technology, thanh.nguyenvu@hust.edu.vn*

**Corresponding author: nlmdat1204@gmail.com*

## ABSTRACT

One of the renewable energy technologies is anaerobic digestion which is used to produce methane-rich biogas. High concentrations of methane produce greenhouse gas emissions that have a strong impact on the climate, but the methane component of biogas isconsidered an Energy-carrying gas. Because of that, the use of biogas for electricity generation has been extensively researched before. With many based experiences and difficulties in supplying electricity from biogas under very different conditions have been researched over the world. However, in Vietnam it has not been studied comprehensively yet. And this has promotedus to put forward the idea of using biogas efficiently for electricity generation and environmental protection. In the paper the research team comes up with a comprehensive solution for a large-scale biogas electric generation system. The content of the article also introduces solutions to improve the quality of the purification system, control and monitor the operation of the generator sets.

**TỪ KHÓA:** *Anaerobic digestion, biogas generator, biogas engine, desulfurization methods, Biogas purificationsystem.*

## 1. INTRODUCTION

In nature, biogas is released into the atmosphere,with its main component being $CH_4$ (methane content) contributing to global warming. In the early 20th century,the standard biogas process from sewage sludge was usedin household and livestock farms. Since the beginning of the twenty-first century, many studies have shown that biogas production can solve a number of problems related to the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions especially methane from sludge and waste treatment. Basically, biogas is considered as one of the renewable energy sources. This has led to the rapid development of the biogas fields and has been promoted through regulatory framework forward various targets around the world on renewable energy and reducing greenhouse gas emissions. Although biogas becomes an important energy source for a sustainable transition, the total amount of biogas produced is still relatively low compared to other renewable energies such as solar and wind energy. Both developed and developing countries face a number of barriers, including technical, economic, market, institutional, socio-cultural and environmental, that hinderthe wider adoption of biogas. learning as a new source ofenergy [1, 3, 16].

The number of biogas plants is estimated at morethan 35 million, most of which are small-scale plants in China and India. In contrast, in Europe and North America there are large livestock farms, and industrial facilities with medium and large biogas resources. It is estimated that methane production in 2020 will reach 250 billion standard cubic meters (Matheri et al. 2017). Nowadays, the methane content in biogas has become one of the most used biofuels for electricity generation and heating purposes in society. One of the renewable energy technologies is anaerobic digestion (AD) which is used to produce methane-rich biogas (Rana et al. 2020). Therefore, a biogas production facility with a fully optimized, controlled, suitable biogas process that forward to industrial production would be commercially viable [14].

Anaerobic digestion (AD) is a microbial process in which the breakdown of organic matter in the absence of oxygen. This process is common to many natural environments such as swamps or the stomachs of ruminants. Using a controlled design and design approach, the AD process is applied to treat biodegradable organics in air reactor tanks, commonly named digesters to produce biogas. Many different groups of microorganisms take part in anaerobic digestion to produce two main products: biogas, which are energy-rich, and digestated nutrients [1,13, 14, 22].

The conversion of organic matter to biogas is accomplished by a group of microorganisms through a series of metabolic stages (namely hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis, and methanogenesis) (shown in figure 1).

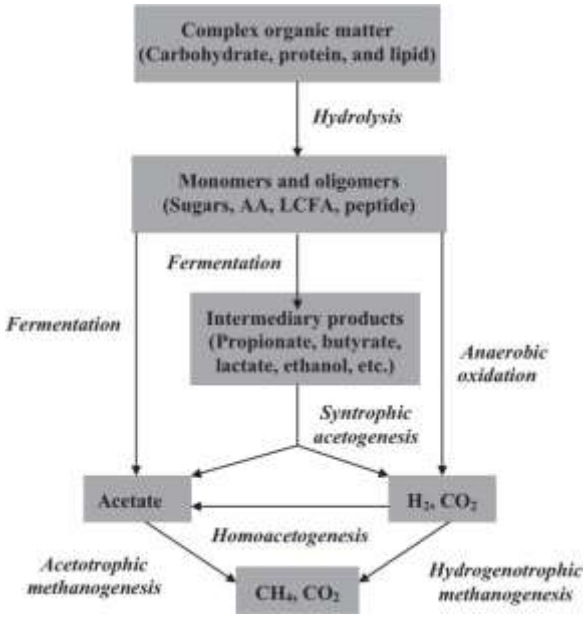



*Figure 1: Metabolic stage [13].*

Decomposition can occur under anoxic (nitrate) and anaerobic conditions: Bacteria break down organic matter into their components, and these components are "rearranged"; other bacteria are derived from biochemicaldegradation. Metabolism is a multi-stage process involving hydrolysis, acidogenesis and acetone production, and methanation is carried out by various bacteria and microorganisms. In low-tech biogas systems,different digestion reactions take place in one or twodigester(s) or digestion chambers. The decomposition process begins with the hydrolysis of the input material preferred and required by anaerobic bacterial exoenzymes to break down insoluble organic polymers such as cellulose, proteins and fats. The acidogenic bacteria then convert the sugars and amino acids into carbon dioxide, hydrogen, ammonia, and organic acids, followed by the acetogenic bacteria which convert the organic acids to acetic acid, along with the ammonia, hydrogen and carbondioxide supplements. fig. At the end of the process, methanogens convert these products into methane and carbon dioxide [13].

In summary, the anaerobic digestion process includes the following steps:

1) Hydrolysis: (a) Organic matter is hydrolyzed by extracellular enzymes. (b) Bacteria break down long chains of complex substances into simpler, for example, polysaccharides into monosaccharides.

2) Acidification: (a) Acid-forming bacteria convert intermediate fermentation products into acetic acid, H2 and CO2. (b) Acidogenic bacteria create anaerobic conditions for CH4 (methane) producing bacteria.

3) Methanogens: Methanogens, i.e., bacteria that produce methane, acetic acid and/or hydrogen are used to make methane. The reduction of sulfate leads to the formation of hydrogen sulfide.

The result of anaerobic digestion is biogas. The term "biogas" refers to a gas produced from the anaerobic decomposition or fermentation of organic matter including manure, sewage sludge, municipal solid waste, biodegradable waste, or any other source of readily biodegradable material under anaerobic conditions. In conventional septic tanks, biogas from the Imhoff tank (a combination of sludge treatment and sedimentation) and anaerobic lagoons is released, creating GHG emissions that have a strong impact on the climate due to high concentrations of methane. The rate of methane production depends on the ratio of chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD) removed and its temperature. In fact, most anaerobic digestion processes stabilize organic waste formed from a mixture of fats, proteins, and simple carbohydrates, and this often results in changed component of biogas depending on the type of material and the operating conditions of the digesters. In general, biogas consists of 50 – 75% $CH_4$ and 25 – 50% $CO_2$ along with other trace components such as water vapor ($H_2O$), hydrogen sulfide ($H_2S$), and ammonia ($NH_3$). The typical component of raw biogas and the properties of the components are summarized in table 1. $CH_4$ is the only gaseous content that carries energy. For example, 1 $m^3$ of raw biogas at standard temperature and pressure containing 60% $CH_4$ has a heating value of 21,5 MJ (5,97 kWh of electricity) compared to 35,8 MJ (equivalent to 9,94 kWh).

*Table 1: Chemical component of biogas and properties of components [13]*

| ***Component*** | ***Concentration*** | ***Properties*** |
|---|---|---|
| $CH_4$ | 50% – 75% | Energy-carrying gas |
| $CO_2$ | 25% – 50% | Reduced heating value, causing corrosion, especially in the presence of moisture |
| $H_2S$ | 0 – 5000 ppm | Corrosion, emission of sulfur dioxide during combustion |
| $NH_3$ | 0 – 500 ppm | NOx – Emissions during combustion |
| $N_2$ | 0 – 5% | Reduced heating value |
| Water vapor | 1 – 5% | Create favorable conditions for corrosion in the presence of $CO_2$ and sulfur dioxide ($SO_2$). Monomers and oligomers (Sugars, peptides) Intermediate products |

## 2. PURPOSE, STUDY OBJECTS

The article focuses on generating electricity by biogas towards efficiency and environmental protection. The object of study here is the properties of the biogas source, the biogas purification system, and the generator sets.

## 3. RESEARCH METHODS

Theoretical research combined with practical statistical data from reference sources in the world and in Vietnam

## 4. RESEARCH CONTENT

### 4.1. Biogas production and its potential in Vietnam

In the first section, the important component of biogas resources has been presented. In this section how to produce biogas and the potential of biogas in Vietnam will be presented in more detail.

The United Nations Commission on Sustainable Development (CSD) identifies access to basic energy services as an essential element of sustainable development. According to the CSD, "to implement the goal accepted by the international community to halve the proportion of people living on less than US$ 1 per day by 2015, access to affordable energy services is a prerequisite". There is a strong correlation between energy availability and education, health, urban migration, empowerment, employment and local income generation, and overall improvement in quality of life. Given the status of developing countries, biogas technology has the potential to improve waste management, produce clean energy, reduce workloads (especially for women and children), and create employment opportunities for the community at the local level. A substantial number of renewable resources in the form of livestock manure, crop by-products, food and food processing waste, and organic fractions of municipal solid waste are available in developing countries and can be used economically for biogas production. In addition, the resources currently used in the management of these wastes could be diverted to establishing biogas plants and harnessing clean energy in the form of biogas. The question of whether a biomass source can be used for biogas production is answered by its anaerobic decomposition. For applications aimed at biogas production, the ruminant stomach has to be more or less simulated so that the process is mainly carried out in an airtight digester and is mainly equipped with several stirring device. In addition, the resources currently being used in the management of these wastes could be diverted to establishing biogas plants and harnessing clean energy in the form of biogas. Anaerobically digested animal manure and biological wastes offers several environmental, agricultural, and socioeconomic benefits by enriching fertilizer values, controlling odor, deactivating pathogens, and finally, supplying biogas – a clean and renewable fuel for many applications in life. In addition, as previously mentioned, the wider adoption of biogas technology in developing countries has great potential for reducing greenhouse gas emissions, thereby creating carbon trading possibilities. new in the global market. Revenue generated through carbon trading can be deployed for further research, development, and dissemination of biogas technologies in the country [1, 5, 7, 13, 14, 22].

Many AD technologies for biological waste treatment have been developed around the world. Digester technologies vary in complexity from simple cylindrical tanks with no moving parts to fully automated biogas plants. Biogas systems can be classified according to important operational parameters and factors of the lagoon design. The following sections discuss the main distinguishing features of selected biogas installations. The key to optimal operation of chemical reactor tank selection and design is to understand bacteria: how dense they are, how active they are, how well they can withstand sudden loads. In the following paragraph, the research team introduces some anaerobic digester-based biogas production technologies.

***a) Fixed Dome Digesters***

China's model biogas plant has a constructed underground compartment (fermentation chamber), protecting the digester from low temperatures at night and during cold

seasons with a dome above it to store gas. In this design, the fermentation chamber and the gas space are combined into one unit. The gas produced in the digester is stored in the upper part of the reactor. With a closed outlet gas valve, increasing gas production elevatesthe gas pressure inside the digester thereby pushing the digestate into the compensation tank. When the gas valveis open for gas utilization, gas pressure drops, and aproportional amount of slurry flows back from the compensation tank into the digester. Given this design, gaspressure varies continuously depending on gas productionand use. In a special design, called a biogas settler (BS), to obtain a longer sludge retention time (SRT) than the hydraulic retention time (HRT), a baffle or baffle should be added when operating it as a standalone sanitary system. The accumulated sludge must be removed from the bottom of the biogas clarifier (BS) periodically [13, 14].

***b) Floating Drum Digesters***

In the digester, a floating drum (bell-shaped) is placed on top of the digester to collect the biogas generated from the digester and a movable, floating gasholder (drum). Thus, there are two separate structures for gas production and gas collection. The digester is generally constructed underground whereas the floating gasholder is above ground. The digester section of the reactor is usually constructed with bricks, concrete or quarry-stone masonry and then plastered. The gas-holder is typically made of metal and is coated with oil paints, synthetic paints or bitumen paints to protect it against corrosion [13, 22].

***c) Covered Lagoon Digester***

A large, closed tank works for manure stabilization, anaerobic and equipped with an impermeable coating (polyvinyl chloride (PVC), ethylene propylene diene monomer rubber (EPDM) or high-density polyethylene (HDPE)) for collected biogas is generated as waste stabilization product. The gas is stored in the upperpart of the lagoon digester. The outlet is attached directlyto the skin of the digester. The downside is the amount ofland required for large anaerobic tanks and the problems of sedimentation, if the digester is not agitated [9, 14, 15].

***d) Plug-Flow Biogas Digester***

Plug-flow digesters consist of a horizontal, rectangular tank that is heated but no mechanic mixing applied. The tank is sealed with a hard (i.e., concrete) or flexible (i.e., polypropylene) cover. Plug-flow digesters mostly operate at a mesophilic temperature (35 – 37 °C). Various forms of construction are known, forexample, fixed-dome tunnel plants, floating gas storage biogas installations. holder tunnel plant), “sausage” tubular digester with PVC or PE bag (PVC or PE-plastic bag “sausage” tubular digester), composite material tank, covered sedimentation channel biogas plant (covered sedimentation channel lagoons). The digester is a long, rectangular tank or tank (1/5: length 5 times the width), with a tight-fitting lid. New waste added to the tank at oneend pushes the old waste to the other end. Plug-flow digesters are simple and economical to build and operate and are often used to digest ruminant animal wastes. They are not as consistent and efficient as complete-mix digesters and tend to fail at shock loadings of wastes [9, 14, 15, 22].

***e) Anaerobic Baffled Reactor***

One type of high-rate reactor is the anaerobic baffled reactor (ABR). Developed by McCarty and co-workers at Stanford University, the ABR was described as a series of up-flow anaerobic sludge blanket reactors (UASBS) because it is divided into several compartments. A typical ABR consists of a series of vertical baffles that direct the wastewater under and over the baffles as it passes from the inlet to the outlet. The over and underflow of the liquid reduces bacteria washout, which enable the ABR to retain active biological mass without

the use of any fixed media. The bacteria within the reactor tend to rise and settle with gas production in each compartment, but they move down the reactor horizontally at a relatively slow rate, giving rise to a SRT of 100 days at an HRT of 20 hours. The slow horizontal movement allows wastewater to come into intimate contact with the active biomass as it passes through the ABR with short HRTs (6 – 20 hours) [9, 14, 22].

***f) Anaerobic Filter***

An anaerobic filter is a fixed-bed biological reactor with one or more filtration chambers in series. Anaerobic filters (AF) are suitable for wastewaters with low suspended solids content and small COD/BOD ratios, for example, from biogas clarifiers or biogas septic tanks or anaerobic reactors baffled as the original handling unit. As wastewater flows through the filter, particles are trapped, and organic matter is degraded by the active biomass that is attached to the surface of the filter material. The bacteria in the filter are immobile and usually fix them to solid particles (carrier material) or to the reactor wall. Filter media such as rocks, sediment, plastic, or gravel provide additional surface area for bacteria to colonize. The larger surface area for bacterial growth helps to rapidly break down waste. Good filter media provide a surface area of 90 – 300 $m^2$ of reactor volume. The anaerobic filter is a reaction tank consisting of a support material layer. On the surface of these layers of material or the immobilized layer of microorganisms, the growth of biofilm takes place. In the case of concentrated raw waste, the risk of clogging of the filter media increases with the concentration of suspended solids. So, it is best suited for post-processing. With this technology, suspended solids and BOD removal can be as high as 90%, but is typically between 50% and 80%. Nitrogen removal is limited and normally does not exceed 15% in terms of total nitrogen [9, 14, 22].

***g) Up-flow Anaerobic Sludge Blanket Reactor***

The UASB reactor is an adequate alternative for developing countries situated in tropical zones, since the process is simple, the equipment and operation are not too expensive, and the process works better at higher temperatures. The upstream anaerobic sludge coating reactor (UASB) is a tank filled with granular anaerobic sludge or flocculants with good settling properties. Affected wastewater is distributed at the bottom of the UASB reactor and moves in an up-flow mode through the sludge bed. Anaerobic decomposition of organic matter occurs in this sludge layer, where biogas is generated and used to mix the substances in the reactor as they rise to the surface. The UASB cellar has the potential to produce higher quality wastewater than a biogas septic tank and can do so with a smaller cellar volume. The design of a UASB reactor must provide an adequate sludge storage area as most of the biomass is retained there. The granular sludge zone is fully mixed as the wastewater is fed into the reactor through a number of equally spaced inlet ports. The UASB also features a much longer SRT time than the HRT [9, 14, 15].

With its geographical location as well as its rich natural flora, Vietnam is considered one of the countries rich in renewable energy potential, especially biomass energy and biogas. However, as with other forms of renewable energy, the development of renewable energy is very difficult. AD technologies utilized mainly in Vietnam are of the following types [15].

a. High-density polyethylene (HDPE) covered biogas lagoons.

b. Plug flow biogas digesters.

c. Upflow anaerobic sludge blanket (UASB).

***h) Biogas potential in Vietnam***

According to a report of the Ministry of Agriculture and Rural Development, after 10 years of implementing the “Livestock Sector

Development Strategy to 2020", the livestock sector has primarily achieved a stable growth rate averaging 5 – 6% per annum,reaching 4.5 – 5% per year during the period from 2011 to 2015 and 6% per year in the period to 2016 to 2018. Thisshowcases a sharp expansion in the size of herds over thelast 10 years. However, the industry growth rate between 2011 and 2015 is still far below the target set at 6 – 7%, although later reached the target of 5 – 6% between 2016 and 2018 (Figure 2) [19].

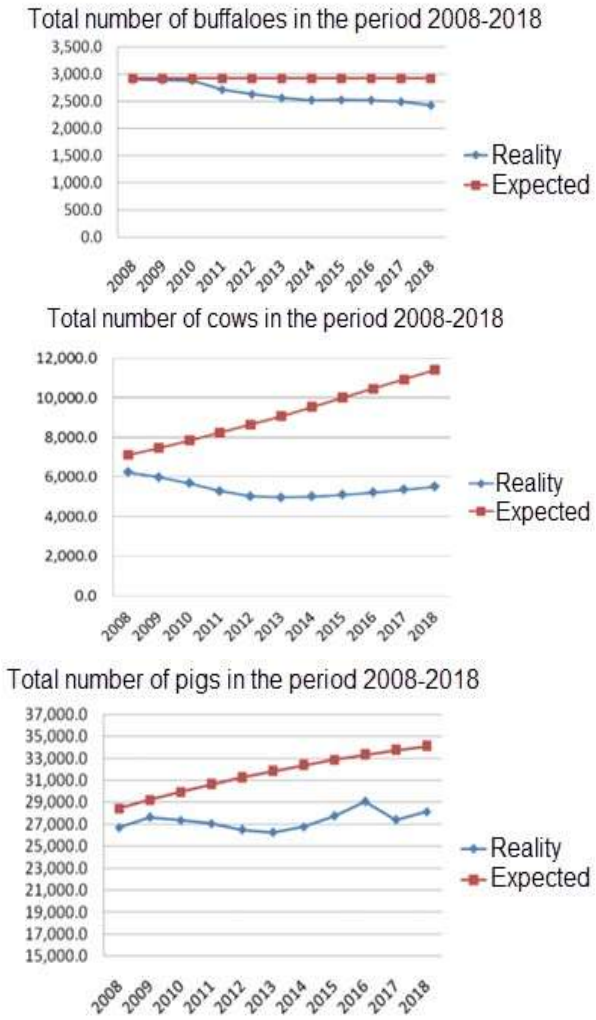



*Figure 2: Growth rate of livestock industry.*

With the increasing population of cattle and poultry emerges the problem of treating livestock waste. According to the estimation of the Department of Livestock Production, Ministry of Agriculture and Rural Development, the livestock industry annually emits 73 million tons of solid waste and 23 – 30 million $m^3$ ofwastewater, including urine, pig bathing water and barn cleaning water. Of these, about 50% of solid waste and 80% of wastewater is discharged directly into the environment without treatment. In 2019, there is estimated 241.37 million tons of solid waste, of which only 40% were treated, while the remainder was directly disposed into the environment [18, 19] (As shown intable 2).

*Table 2. The number of animals and the amount of livestock waste and biogas potential productivity in 2019*

| ***Animal*** | ***Number*** | ***Amount of manure*** | ***Total amount ofsolid waste*** | ***Vaporized solids*** | ***Methane gaspotential*** | ***Biogas potential productivity*** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1000 | kg/day/animal | millions/tons/ year | kg/animal/day | $m^3$ $CH_4$/kg | $m^3$/year |
| Pig | 19,615.5 | 2.5 | 49 | 0.3 | 0.29 | 15,572.3 |
| Buffalo | 2,387.9 | 15 | 35.8 | 3.9 | 0.1 | 8,498 |
| Cow | 6,063 | 10 | 60.6 | 2.8 | 0.13 | 20,128.3 |
| Poultry | 481,079 | 0.2 | 96.2 | 2.3 | 0.1 | 1,009,664.5 |
| **Total** | | | | | | **1,053,861.3** |

Table 2 shows that the theoretical potential biogas productivity totals at more than 1 million $m^3$ of gas. Meanwhile, every cubic meter of biogas can produce 2.14 kWh of power,

meaning that a million $m^3$ of biogas can produce 225.5 GWh, contributing to nearly 10% of the country's total electricity demand in 2020. However, in practice, the number of households applying AD technology to process livestock waste is very modest. According to the report of the Ministry of Agriculture and Rural development, as of 2018, 53% out of a total of about 8.2 million livestock households have adopted at least one waste treatment measures, while the remaining 47.0% have not applied any waste treatment measures. These figures represent the barriers that still exist in promoting the development of biogas technology in Vietnam.

According to a report by the Ministry of Agriculture and Rural Development, up to 2018, 53% of 8,2 million livestock households have applied one of the waste treatment methods and still 47,0% of livestockhouseholds does not utilize any waste treatment measures. These figures represent barriers that still exist in promoting biogas technology development in Vietnam.

Narrow sector research to analyze the potential of bioenergy for power and heat generation in swine farming within the framework of the project Climate Protection through Sustainable Bioenergy Markets in Viet Nam (BEM) by the German Agency for International

Cooperation (GIZ) in collaboration with the Electricity and Renewable Energy Authority, Ministry of Industry and Trade, conducted a survey on more than 21,800 farms, has shown that 41% of farms have an anaerobic treatment with or without the biogas recovery system, however, onlya very small number of farms use biogas; 32.4% have recovered and annealed solid waste as fertilizer or aerobic treatment wastewater in ponds; 21.9% have adopted one of the other treatment methods such as fish feeding, cinnamon worms feeding, drying,… [20].

Data from a livestock farm in Quang Tri province show that if biogas generators are used, the ratio of net profit to total investment costs is high and the payback period is short. Specifically, the average cost of electricity production before tax (LCOE) is estimated at 1,234VND/kWh; Payback period in just 2 years [20].

Besides biogas from livestock farms, organic waste is also a resource that can be converted into electricity and clean gas energy, contributing to saving electricity and optimizing production and business efficiency for people and businesses. According to the Ministry of Natural Resources and Environment, it is estimated that each year there are 47 million tons of wastefrom the livestock sector and about 13 million tons of domestic (organic) waste from rural areas, most of which are untreated, resulting in environmental pollution. This quantity of organic waste, if annealed, can generate large amounts of biogas. In Vietnam, biogas technology has already been applied in production, albeit not popular. Some enterprises implementing this technology include: Tuy Hoa Sugar Cane company (Phu Yen), which replaced FO oil with biogas for boilers, or Tinh Phong and Son Hai Starch Processing plant (under Quang Ngai Agro-Food Joint Stock Company) with projects on leveraging the useof biogas in production [8].

### 4.2. The solution for the biogas generator sets

As shown above, the biogas consists of about 50% – 70% methane which could be used easily as a fuel. Various engines have been developed in the past to generate electricity. However, biogas contains many harmful gaseous components for biogas generator sets, such as hydroxy sulfur $H_2S$, carbon dioxide $CO_2$, water vapor.

The hydroxy sulfur $H_2S$, carbon dioxide $CO_2$, water vapor and must be filtered out of the biogas, and the biogas also depends on the substrate-siloxane. $H_2S$, which can create

sulfuric acid and increase corrosive action, must be removed at between 150 ppm and 400 ppm depending on the requirements of the biogas generator supplier. Theoretically, the biogas generator always suggests the level of $H_2S$ in the fuel gas be as low as possible in order to minimize the work of maintenance in the engines and lengthen the oil change intervals. For example, the level of $H_2S$ at 100 ppm and below could decrease the maintenance cost considerably, in many instances, ultimately leading to the improved economic efficiency of the whole biogas project [14, 22, 23].

Also in many instances, with a low content of $H_2S$, it can be enough to use the internal biological sulfur-removal method. Here, the $H_2S$ content is reduced by desulfurization bacteria (sulfobacter oxidants) living in the gas space of the fermenter. The $H_2S$ is converted into sulfur by them, which is then removed along with the digested substrate. Such sulfur removal requires on one side enough space for desulfurization bacterial settling (e.g., a layer of wood or nets) and on the other side, a constant amount of oxygen must be provided continuously (from approximately 3% to a maximum of 6% compared to the biogas production ratio)

For the biogas with the higher $H_2S$ content, additional equipment for extra biological, physical, or chemical desulfurization methods could be:

- External biological desulfurization, in which, inside the washing tank, biological desulfurization as described above takes place under controlled conditions.
- Biochemical reduction, in which $H_2S$ is chemically reacted in the first tank with, for example, soda lye, and separated from the substance in a second tank without supplying oxygen into the gas system.
- Sulfide precipitation in the fermenter, where sulfide binding chemicals ($FeCl_3$, $FeCl_2$, $FeSO_4$) are delivered with the substrate in the fermenter.
- Charcoal adsorption, in which, the charcoal is placed in separated tanks, and the raw gas is led through the charcoal tanks allowing the highest degree of gaspurification.

Water vapor is also an agent that accelerates the corrosion processes in internal combustion engines. In order to reduce the water vapor in biogas, at least the condensation of water in the raw gas pipelines must be implemented under the ground. To improve the drying ofraw gas, it is recommended to apply technical dryers. They must have resistance again the formation of sulfuric acid in the condensate. It is noted that the gas will be saturated with water at the temperature of the fermentation and a significant amount of condensate will need to be treated. Siloxanes are predominantly related to the gas formed from the decomposition of sewage sludge and municipal solid waste as well as from landfill gas. They can cause silicate deposition in the engine. They can be the reason for major technical issues. For maximum reduction, the charcoal filters can be used [22].

With the removal of harmful gaseous components from the biogas before being sucked into theinternal combustion engine. This leads to the efficient utilization of biogas as well as increasing the life cycle ofthe generator sets.

In this section, the research team comes up with a comprehensive solution for a large-scale biogas electricgeneration system (As shown in figure 3).

Biogas → Purification system → Generator set

***a) The purification system***

The purification system for biogas cleaning requirements is very important for the combustion engine. The research team proposes to use a biogas purification system as described below.

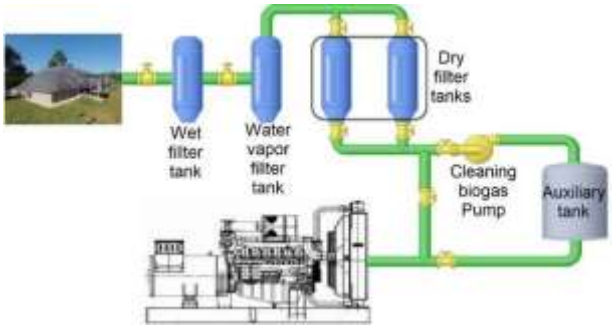



*Figure 3: The proposed biogas purification system.*

To get purified biogas, firstly, the biogas is passed through a wet filter tank to pre-filter the biogas inlet (basically filtered components are $H_2S$ and $CO_2$), making the dry filter tanks more efficient, increasing the operating time of the dry filter tanks. After passing through the wet filter tank, the amount of water vapor in the biogas will increase. The biogas mixed with water vapor will be passed through the dehumidification filter tank, which has the effect of separating moisture, making the biogas into a dry gas with low humidity. After that, the biogas will go into the dry filter dual tower, the dry filter tower uses filter particles containing iron elements to absorb the remaining $H_2S$ components after passing the wet filter tank, ensuring the lowest level of $H_2S$, before entering the engine. In the dry filter tower, the biogas will be sucked from the top to down with this direction the biogas will be evenly distributed around filter particles, increasing the filter efficiency of the tower. This dual filtration system increases reliability and flexibility in the $H_2S$ process. The biogas coming out of this dual filter system is already a clean biogas that is qualified to be burned as a fuel for biogas engines. However, to ensure stability during the biogas supply process, biogas is also passed through a pump and an auxiliary container. This system is responsible for stabilizing the input biogas pressure for the combustion engine, helping the engine to operate stably in all cases.

***b) The engine***

When the engine shaft rotates, the alternator converts the mechanical energy of the engine shaft into electrical energy at the terminal of alternator.

Different types of biogas generators show differences in their technical and operational performance. Essentially, it must be distinguished between generator sets using internal combustion engine (i.e. Gas engine (Otto principle), Pilot injection engine (Diesel principle)), generator sets with ignition-oil units, and small gas turbines being used in practice economy and commerce (As shown in table 3).

*Table 3. Comparison of some drive engines for generators*

| ***Parameters*** | ***Otto engines*** | ***Starting oil engines*** | ***Small gas turbines*** |
|---|---|---|---|
| Power capacity | 300 kW – 3 MW | 5 kW – 500 kW | 10 kW – 600 kW |
| Electrical efficiency | 35 – 43% | 35 – 42% | 21 – 33% |
| Heat efficiency | 40 – 44% | 40 – 44% | 50 – 60% |

- The Otto-engines only use biogas as fuel. They are operated on the principle of otto engines with residual air and are equipped with a turbocharger. The methane content in the biogas should be above 45%.
- Ignition-oil engines use biogas, but always be supplied to add 7% to 10% oil for starting (diesel, vegetable oil, biodiesel). The engines use the same principle as a diesel engine and are operated by residual air. Depending on the quality and availability of the gas, the starting oil ratio could be increased up to 100% so that it is not necessary to shut down the engine during maintenance at the biogas plant.

- Small gas turbines use only biogas as fuel. They are fast rotating gas turbines with small electrical output (today 600 kW maximum) with preheated air in the heat recovery unit and gas-powered generators that expand after combustion. The methane concentration in the fuel must be above 35% and the turbines withstand higher concentrations of $H_2S$ than other generators. Frequent high noise can be easily attenuated, and waste heat can be distributed at a muchhigher rate than other generators.

From all practical applications, it is found that most plants do not operate continuously throughout the year due to maintenance but also errors and problems at the factory. For routine maintenance, approximately 150 – 200 h/year (less than 10 days) must be calculated.

### 4.3. Effective energy utilization of the biogas generatorsets

The second section introduces the solution of using generators with biogas fuel. In this section, the research team analyzes in depth solutions to use biogas forelectric production in livestock farms.

Empirical evidence shows that electricity production by biogas generators is highly attractive. The research team contends that the key challenges of concurrent biogas projects are not simply finance, but also the lack of technologies and consumer trust in the service. Some barriers that impend the dissemination of biogas as a source of energy on farms in Vietnam include: Lack of regulatory frameworks to support feed-in tariff (FIT) for biogas electricity (FIT biogas); Inefficiency in biofiltration design and control of hydrogen sulfide ($H_2S$), which leads to lower efficiency and shorter life cycle of generator sets; High upfront capital investment and maintenance cost (common biogas generators are often converted from used diesel generators); Lack of quality and professional technology suppliers; Unavailability of high-quality warranty and after-sales service,... Therefore, to promote the diffusion of biogas electricity, it is highly recommended to start utilizing the generator sets on reputed livestock farms of sufficiently large scale, which have a production capacity of more than 1000 $m^3$ and a great influence on the farming industry, and gradually overcome the named barriers [13, 14, 15].

To improve the effective utilization of biogas generator sets in livestock farms and biogas production plants in general, the research team proposes four solutions as follows:

***a) Maintain a high-quality biogas supply***

- Install a biogas pipeline of suitable size for the capacity of the generator sets. Arrange water trappoints along the pipes to filter the condensed water vapor mixed in the biogas.
- Stabilize the inlet biogas pressure at a suitable level for the internal combustion engines. To this end, the research team proposes the use of exhaust fans or blowers in combination with an automatic control system.
- Enhance the ability to produce biogas in the digesters to increase the electricity generation capacity and increase total power of generators supplied over a time interval. To achieve this, the team proposes adding anaerobic microorganisms to enhance biogas production in the digesters.
- Improve the quality of biogas:
  - Maximize the concentration of methane ($CH_4$) in biogas.
  - Minimize the content of harmful gases such as $H_2S$ and $CO_2$ for internal combustion engines. $H_2S$ is especially harmful due to its corrosive effect, which can lead to reduced life cycle and durabilityof the generator sets. Harmful gas content can be reduced by applying biofiltration, changing livestock feed,

and undertaking an adsorption chemical process to remove contaminants from anaerobically produced biogas using cafeteria (food), vegetable, fruit, and cattle manure wastes [22].

***b) Improve the quality of the internal combustion engine control system***

Internal combustion engine run on biogas is potential solution in Vietnam, however, technology currently being applied in Vietnam mainly uses bobbin and spark plugs in spark ignition engines. There are three methods proposed by our research team as follows:

- Optimized ignition timing control of the biogas generator sets, so that the internal combustion engine can achieve the most performance [12].
- It is necessary to stabilize the engine speed in accordance with the required frequency of the generator sets. The more stable the speed, the better the frequency quality. This results in improved power quality of grid [11].
- Closely monitor the mixing ratio between air and biogas in air-biogas mixer. This ratio is optimally controlled to ensure that the mixture passing the mixer is burned thoroughly, especially without excess biogas.

***c) Closely monitor the performance of biogas generator sets***

To increase the life cycle as well as maintain the service reliability of the generator sets, it is necessary to develop a solution on the Internet-of-Things (IoT) to monitor the status and parameters of the generator sets during pre-operational, operational, and post-operational phrases. These parameters are separated into three groups as follows:

- Group related to biogas engines:
  - Engine coolant temperature
  - Oil pressure of the diesel engine
  - Crankshaft speed
- Group related to biofiltration system:
  - Inlet biogas pressure after passing the dry filtertanks
  - Concentration of corrosive H2S content
  - Filter chemical level indicator in the wet filter tank.
- Group related to alternator:
  - Three-phase voltage at terminals of alternator
  - Three-phase load current.
  - Electricity frequency
  - Power of alternator

Monitoring the operational parameters does not only contribute to the efficient use of biogas resources, but also generate real-time data (Big Data) that would benefit the future development of predictive maintenance tools. Collected data can be used in data science and predictive analytics to estimate the downtime duration of a piece of generator set, allowing to plan for predictive maintenance and repair before the generator experiences downtime. The goal is to schedule maintenance at the most convenient time and cost savings, allowing for the optimization of the life cycle of the generator sets (engines, filters, and alternators) before breakdown. The tools give early warnings to the operator about potential problems that may happen to the generator sets through the HMI interface located at the control cabinet or send a warning signal to the operators via mobile phones.

Furthermore, users can also set a flexible operating schedule for the generator sets to maximize the economic benefits and adapt to the changing conditions in the biogas supply during the lifetime of the machine.

***d) Parallel operation of biogas generator sets in large and super large-scale biogas plants***

To utilize the distributed biogas supply in large or very large livestock farms, it is

necessary to develop an auto-synchronizing system and operate generator sets simultaneously to produce enough power for the whole site. At the times when electricity is generated in excess, the plants can put the extra power back into the national grid. In addition, since farms are often located far away from local transformer stations, the grid power supplied atthe farms is often low voltage. This phenomenon could be significantly improved when farms switch to biogas electricity produced by generator sets, which might outperform the grid in terms of frequency and voltage stability.

## 4. CONCLUSIONS AND FUTURE RECOMMENDATIONS

This paper has given an overview of the advantages and disadvantages of utilizing biogas generator sets. Technical solutions to complete and improve the quality of the filtration system are proposed by the research team. In addition, the research team also proposes solutions to optimize the control, operation, and monitoring of the generator sets.

In the future, the research team will conduct experimental studies and propose the implementation on biogas generator models in large-scale and super-large livestock farms.

## REFERENCES

[1] Abdeen Omer, "Biogas technology for sustainable energy generation: development and perspectives", *MOJ App Bio Biomech*, 2017,1(4): 137 – 148.

[2] Ali Kasap, Ramazan Aktas, Emre Dulger, "Economicand environmental impacts of Biogas", *Journal ofAgricultural machinery Science*, 2012.

[3] Aslan B, Tasmaganbetov, Zhumabay Ataniyazov, Zhangul Basshieva1, Abu U. Muhammedov, Anar Yessengeldina, "World Practice of Using Biogas as Alternative Energy", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020, 10(5), 348-352.

[4] Christoph strauß, armin vetter, a, von felde, "Biogas Production and Energy Crops", *Thuringian State Institutefor Agriculture, Dornburg, Germany.*

[5] "Design, construction and maintenance of a biogas generator", *Oxfam Technical Briefs.*

[6] Frank Scholwin, Michael Nelles, "Biogas for Electricity Generation, Hi-tech Applications", *Department Waste Management, University of Rostock, Rostock, Germany.*

[7] Gudina Terefe Tucho, Henri C.Moll, Anton J. M. Schoot Uiterkamp and Sanderine Nonhebel, "Problems with Biogas Implementation in Developing Countries from the Perspective of Labor Requirements", *Energies 2016, 9, 750, doi:10,3390/en9090750.*

[8] Hải Minh, "Đầu tư năng lượng tái tạo: Tiềm năng và thách thức", *Đầu tư chứng khoán, chuyên trang của Báo Đầu tư*, 5-2019.

[9] Heinz-peter mang, zifu li, martina de mantopi, porres lebofa, elisabeth-maria huba, dishna schwarz, roland schnell, nguyen gia, luong, christopher kellner, johannes selke, "Biogas Production, Developing Countries, German Society for sustainable Biogas and Bioenergy Utilization", *Freudenberg-Boxtal, BadenWuerttemberg, Germany*.

[10] Hoàng Anh, Nguyễn Vũ Thanh, Tống Đức Phong, Nguyễn Xuân Sang, Trần Hậu Quốc, Trịnh Văn Cường, "Thiết kế hệ thống ổn định áp suất nhiên liệu khí nghèo đầu vào cho máy phát điện dùng động cơ đốt trong", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường ĐHCN Hà Nội*, 5-2022.

[11] Hoàng Anh, Nguyễn Vũ Thanh, Nguyễn Xuân Sang,Trần Hậu Quốc, Trịnh Văn Cường, "Thiết kế bộ ổn định góc mở van cánh bướm sử dụng bộ điều khiển PID để cấp nhiên liệu cho máy phát điện biogas", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường ĐHCN Hà Nội*, 5-2022.

[12] J. Zareei & A. H. Kakaee, "Study and the effects of ignition timing on gasoline engine performance and emissions", *SpringerLink.com*, 25 April 2013.

[13] K.C. Surendra, Devin Takara, Andrew G. Hashimoto, Samir Kumar Khanal, "Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews31* (2014) 846 – 859.

[14] Lay Makara, Lor Lytour, and Mean Chanmakara, "Practical biogas plant development handbook, Potential Biogas resources, Legal Review, and Good Practice of Biogas Construction in Cambodia", *The United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)*, 06 September 2021.

[15] Le Thi Thoa, "Lack of overall strategy on the expansion of biogas production", *BIOGAS*

*JOURNAL 2020.*

[16] Ludwig Sasse, Christopher Kellner & Ainea Kimaro, "Improved Biogas Unit for Developing Countries", *A Publication of the Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien – GATE in: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH – 1991.*

[17] Muhammad Rashed Al Mamun and Shuichi Torii, "Enhancement of Methane Concentration by Removing Contaminants from Biogas Mixtures Using Combined Method of Absorption and Adsorption", *International Journal of Chemical Engineering*, 2017.

[18] Nguyễn Thị Bích Ngọc, "Đánh giá tiềm năng khai thác nguồn năng lượng khí sinh học từ các hoạt động chăn nuôi tại huyện Thanh Liêm, tỉnh Hà Nam", *Luận văn Thạc sỹ, Trường ĐHBK Hà Nội* – 2017.

[19] Lê Thị Thoa, Đỗ Thu Nga, Đinh Đức Trường, "Phân tích tiềm năng và rào cản trong phát triển công nghệ khí sinh học xử lý chất thải chăn nuôi lợn tại Việt Nam", *Tạp chí Môi trường*, 3/2021.

[20] "Sử dụng năng lượng sinh học trong chăn nuôi lợn cho phát điện", *Petrotimes*, 9/10/2021.

[21] Ulrike seyfert, daniela thra, "Biogas Substrates from Municipalities and Industries", *Helmholtz-Centre for Environmental Research (UFZ)*, Leipzig, Germany.

[22] Yvonne Vögeli, Christian Riu Lohri, Amalia Gallardo, Stefan Diener, Christian Zurbrügg, "Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries", *Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science andTechnology*, 2014.

[23] Yonghua Yang & Eric R, Allen, "Biofiltration Control of Hydrogen Sulfide 1, Design and Operational Parameters", *Air & Waste Management Association* 1994.

My name is Minh Dat (12/04/2006) and I am currently studying as a 11th grade student in a physics specialization class. Also, I'm working in GreenAms 6520 Robotics Team asa head of electrical engineering and have participated in several events hosted by my club. I am anenergetic person and love playing sports.

My name is Nguyen Minh Thanh – a Grade 11 student in Physics 2 Class at Hanoi-Amsterdam High School for the gifted. During the 2020 – 21 academic year, I won the third prize in the city competition for students in Physics. I am interested in applying Physics to understand day-to-day phenomenon, especially using solid mechanics, thermodynamics, and electromagnetism.

My name is Tran Hai Dang, date of birth is 19/09/2006. I love playing football and I am a fan of the Arsenal football club. For the past year, I have worked as a volunteer in many events hosted by a variety of clubs and I am also a member of the Hanoi Ams Material Art Club.

My name is Nhat Minh (born in 2006) and I have been a student at Hanoi – Amsterdam High school for the gifted since September 2021. During the past year, I have worked as a Member of the Expertise Department of the events Science Tornado 2021: Paragon and Science Camp. Both eventsabove are hosted by the Society of Open Science – a science club from my high school.

My name is Truong Giang – a member of the Physics specialized class at Hanoi – Amsterdam High School (for the Gifted). I was a volunteer at Science Camp 2021 and Science Tornado 2021 – a camp and a science experiments exhibition both organized by the Society of Open Science club. Later, I became the leader of expertise in those following events. Currently, I am the Vice president of the Societyof Open Science club – the biggest science club in my school).

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# USING BIOGAS EFFICIENTLY FOR ELECTRICITY GENERATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION


**High school for the gifted:** Dat Nguyen Le Minh, Dang Tran Hai, Giang Nguyen Duong Truong, Minh Nguyen Nhat, Thanh Nguyen Minh

**Instructor:** PhD. Thanh Nguyen Vu

Hanoi University of Science and Technology


## Introduction

One of the renewable energy technologies is anaerobic digestion which is used to produce methane-rich biogas. High concentrations of methane produce greenhouse gas emissions that have a strong impact on the climate, but the methane component of biogas is considered an Energy-carrying gas. Because of that, the use of biogas for electricity generation has been extensively researched before. With many based experiences and difficulties in supplying electricity from biogas under very different conditions have been researched over the world. However, in VietNam it has not been studied comprehensively yet. And this has promoted us to put forward **the idea of using biogas efficiently for electricity generation and environmental protection.** In the paper the research team comes up with a comprehensive solution for a large-scale biogas electric generation system. The content of the article also introduces solutions to improve the quality of the purification system, control and monitor the operation of the generator sets.

| Component | Concentration | Properties |
|---|---|---|
| $CH_4$ | 50% - 75% | Energy-carrying gas |
| $CO_2$ | 25% - 50% | Reduced heating value, causing corrosion, especially in the presence of moisture |
| $H_2S$ | 0 - 5000 ppm | Corrosion, emission of sulfur dioxide during combustion |
| $NH_3$ | 0 - 500 ppm | NOx – Emissions during combustion |
| $N_2$ | 0 - 5% | Reduced heating value |
| Water vapor | 1 - 5% | Create favorable conditions for corrosion in the presence of CO2 and sulfur dioxide (SO2). Monomers and oligomers (Sugars, AAs, LCFAs, peptides) Intermediate products |

Figure 1: Chemical component of biogas and properties of components

## Purposes, study objects

The article focuses on generating electricity by biogas towards efficiency and environmental protection.

The object of study here is the properties of the biogas source, the biogas purification system and the generator sets.

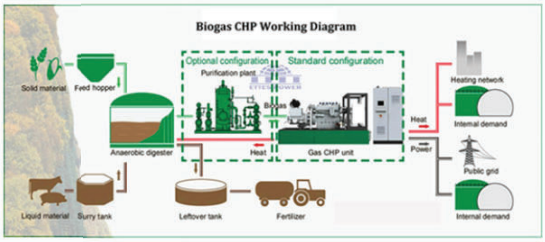



*Figure 2: Overview picture of biogas electric generation system including biogas source, the biogas purification system and the generator sets*

## Research methods/ research content

Theoretical research combined with practical statistical data from reference sources in the world and in Vietnam

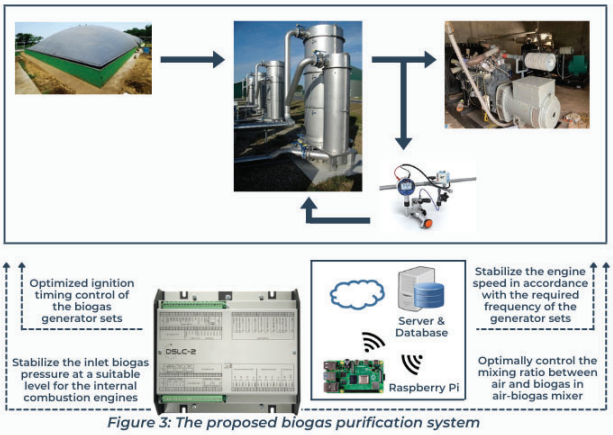



*Figure 3: The proposed biogas purification system*

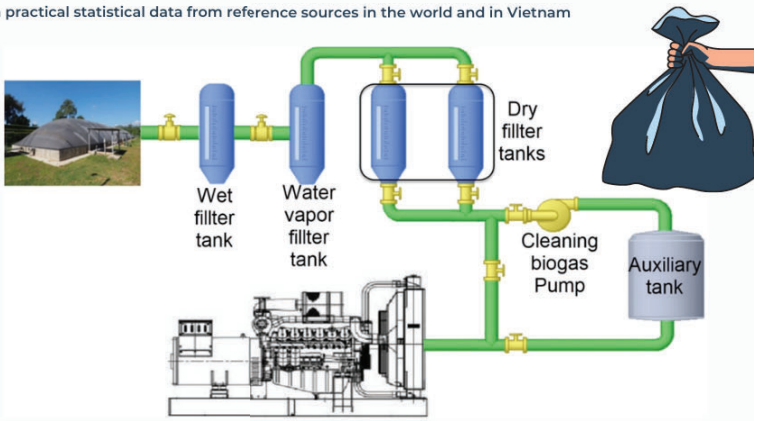



Figure 4: Improve the quality of the internal combustion engine control system

## Research methods/ research content

Results & discussion

**Environmental impacts:**
1/ Reducing greenhouse gas emission (especially carbon dioxide) that contribute to global warming
2/ Enforcing "Carbon pricing mechanism" (CPM) as an incentive for industries to adopt anaerobic digestion technology for waste treatment
3/ Removing odors and harmful gases from the decomposition of wastes.

**Economic benefits:**
1/ Cutting down energy cost by switching over to self-produced biogas energy
2/ Profiting through resales of energy produced in excess by multiple biogas generators
3/ For investors, biogas is considered one of the best sources of renewable energy.

**High-quality energy:**
1/ Stabilizing the power supply's frequency and voltage in remote areas
2/ Automating and improving the reliability of power supply through simultaneous uses of multiple generators and by leveraging biological resources.

## Conclusion and future recommendations

This paper has given an overview of the advantages and disadvantages of utilizing a biogas generator system in reality. Technical solutions to complete and improve the quality of the filtration system are proposed by the research team. In addition, the research team also proposes solutions to optimize the control, operation and monitoring of the generator sets.

In the future, the research team will conduct experimental studies and propose implementation on biogas generator models in large-scale and super-large livestock farms.

## References


[1] "Design, construction and maintenance of a biogas generator", Oxfam Technical Briefs.

[2] Frank scholwin, Michael Nelles, "Biogas for Electricity Generation, Hi-tech Applications", Department Waste Management, University of Rostock, Rostock, Germany.

# ID11.
# ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SULFATE (SRB) ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP

***Phạm Thị Duyên[(1)], Trần Đức Long[(1)], Nguyễn Xuân Tùng[(2)]***
*[(1)] Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội*
*[(2)] Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội, VNLNTVN, Km32, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*
*Email liên hệ: nguyenxuantung_t60@hus.edu.vn*

**TÓM TẮT**

Khí tự nhiên $H_2S$ và các sản phẩm phụ như $H_2$, $S_2$ có nhiều vai trò ứng dụng quan trọng trong công nghiệp. Tuy nhiên, hiện nay, sự giải phóng tự do $H_2S$ không được kiểm soát trong tự nhiên gây ra rất nhiều tác hại đối với con người, hệ sinh thái và không khí đô thị. Sông Tô Lịch là một con sông lớn huyết mạch của Hà Nội đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, bốc mùi hôi thối, một phần nguyên nhân do sự phát tán $H_2S$ từ bùn đáy và nước sông. Vi khuẩn khử sulfate là nhóm vi khuẩn có khả năng tạo $H_2S$ từ quá trình hô hấp kỵ khí sử dụng các hợp chất lưu huỳnh ($SO_4^{2-}$). Trong báo cáo này, chúng tôi đề xuất một mô hình phân lập và sử dụng vi khuẩn khử sulfate từ sông Tô Lịch để xử lý ô nhiễm hữu cơ và sản xuất khí tự nhiên $H_2S$ sinh học từ bùn đáy sông Tô Lịch, từ đó thu hồi và chuyển hóa $H_2S$ thành các sản phẩm cho công nghiệp theo hướng "Green cycle".

**TỪ KHÓA:** *Green cycle, vi khuẩn khử sulfate, sông Tô Lịch, $H_2S$, khí tự nhiên.*

## 1. GIỚI THIỆU

Một trong những đặc trưng của nước thải nội đô là quá trình phân giải chất hữu cơ chứa hợp chất lưu huỳnh dẫn đến hình thành hydrosunfua ($H_2S$) trong môi trường kỵ khí bởi vi khuẩn, sự giải phóng khí $H_2S$ ra ngoài không khí gây mùi hôi thối khó chịu (mùi trứng thối). Hydrogen sunfua độc hại là sản phẩm thải của vi khuẩn khử sunfat; Bùn đáy sông có màu đen của sunfua kim loại thường là một dấu hiệu cho sự hiện diện của các vi khuẩn khử sulfate trong tự nhiên.

Nước sông Tô Lịch hiện nay đang bị ô nhiễm trầm trọng do tiếp nhận trực tiếp một lượng lớn nước thải từ quá trình sinh hoạt và sản xuất, bốc mùi hôi thối, gây ảnh hưởng trực tiếp tới vệ sinh môi trường, cảnh quan đô thị cũng như sức khoẻ của con người. Theo báo cáo của các nhà khoa học từ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên vào năm 2016, mức độ phát thải khí $H_2S$ từ nước sông Tô Lịch dao động từ 0,254 $gS/m^2/h$ đến 0,660 $gS/m^2/h$, giá trị trung bình là 0,430 $gS/m^2/h$. Thời gian tồn lưu trung bình của $H_2S$ trong tầng nước mặt trên sông Tô Lịch được xác định là 8,7 h. Thời gian tồn lưu trung bình của $H_2S$ trong môi trường không khí ven sông Tô Lịch được xác định là 12,16 h. Độ cao ảnh hưởng của khí $H_2S$ xấp xỉ 136 m [1].

$H_2S$ là một khí thiên nhiên có tính độc đối với sức khỏe con người và sinh vật nếu hít phải trực tiếp với nồng độ đủ lớn, tuy nhiên $H_2S$ và các sản phẩm từ $H_2S$ có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp, chế xuất hóa học, công nghiệp sản xuất giấy, gia công kim loại, v.v.. Việc tận dụng được nguồn khí $H_2S$ được tạo ra từ chất thải hữu cơ trên sông Tô Lịch có thể ứng dụng trong sản xuất axit sunfuric, lưu huỳnh hay hydrogen [4].

Từ đây chúng ta có thể thấy được tiềm năng sử dụng vi khuẩn khử sulfate nội sinh sông Tô Lịch để kết hợp xử lý ô nhiễm hữu cơ và sản xuất khí tự nhiên $H_2S$ theo hướng thân thiện với môi trường. Trong nghiên cứu này chúng tôi cũng đề xuất phương án sử dụng $H_2S$ hiệu quả.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Mục đích

Các vi khuẩn khử sulfate (SRB) phổ biến trong môi trường yếm khí, nơi chúng hỗ trợ quá trình phân hủy vật liệu hữu cơ. Từ chất thải sẵn có trên sông Tô Lịch, nghiên cứu tạo ra công nghệ sản xuất khí sinh học xanh, cụ thể là khí $H_2S$ bằng việc ứng dụng các vi khuẩn khử Sulfate. Lượng khí $H_2S$ được tạo ra trong quá trình này sẽ là nguyên liệu phục vụ cho các ngành sản xuất công nghiệp khác. Đồng thời, giúp giải quyết vấn đề về ô nhiễm hữu cơ trong môi trường.

### 2.2. Đối tượng nghiên cứu

Các vi khuẩn khử sulfate có sẵn trong bùn đáy được khai thác từ đáy sông Tô Lịch.

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1. Phương pháp làm giàu và phân lập vi khuẩn khử sulfate từ bùn đáy sông Tô Lịch

#### *3.1.1. Phương pháp làm giàu và phân lập vi khuẩn khử sulfate từ mẫu bùn đáy sông Tô Lịch*

Mẫu sau khi lấy về được rửa bằng nước muối sinh lý, lọc qua giấy lọc, bỏ cặn thu dịch.

Mẫu dịch thu được sau đó được đem đi làm giàu kỵ khí bằng phương pháp nuôi cấy lỏng, sau đó cấy trải trên môi trường rắn đặc trưng (đảm bảo điều kiện kỵ khí). Từ các khuẩn lạc thu được trên đĩa petri cấy trải, thực hiện tách các loại khuẩn lạc khác nhau, tinh sạch ra các chủng thuần bằng phương pháp cấy ria 3 pha.

#### *3.1.2. Phương pháp khảo sát hiệu quả tạo $H_2S$ của các chủng vi khuẩn*

Xác định lượng $H_2S$ tạo ra bằng cách xác định lượng $SO_2$ phản ứng theo phương trình:

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$$

#### *3.1.3. Phương pháp định danh các chủng vi khuẩn khử sulfate*

*3.1.3.1. Phương pháp định danh bằng nhuộm gram xét hình thái*

Nhuộm gram quan sát hình thái tế bào vi khuẩn dựa vào sự bắt màu đặc trưng của các thành tế bào vi khuẩn gram âm và gram dương.

*3.1.3.2. Phương pháp định danh bằng kiểm tra hóa sinh*

3.1.3.2.1. Khảo sát hiệu quả sử dụng nguồn cacbon

3.1.3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ

3.1.3.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của pH

*3.1.3.3. Phương pháp khảo sát tính động của vi khuẩn*

Thử nghiệm tính động của vi khuẩn bằng môi trường bán rắn trong ống nghiệm. Chọc sâu vi khuẩn tạo thành 1 đường thẳng từ trên xuống dưới theo chiều dọc và quan sát tính động của vi khuẩn.

*3.1.3.4. Phương pháp định danh bằng sinh học phân tử*

Giải trình tự gen (có thể cân đối về chi phí, nếu thực hiện giải trình tự gen thì có thể không cần thực hiện những phương pháp định danh trên)

### 3.2. Xử lý bùn đáy bằng hỗn hợp chủng vi khuẩn khử sulfate đã phân lập được tạo $H_2S$

Sau khi đã định danh được các chủng vi khuẩn thu được trong bùn đáy sông Tô Lịch, lựa chọn ra các chủng vi khuẩn khử sulfate.

Dựa vào kết quả khảo sát hiệu quả tạo $H_2S$ để lựa chọn các chủng vi khuẩn khử sulfate tiềm năng. Sau đó làm giàu các chủng vi khuẩn khử sulfate đã chọn, tiến hành trộn với bùn đáy sông Tô Lịch (đã được khử trùng ở 110 độ trong 20 phút), thí nghiệm thực hiện trong một hệ thống bình kỵ khí có ống dẫn, có sự đảo trộn liên tục, sau một thời gian nuôi cấy tiến hành thu dịch thông qua ống dẫn chuyển sang hệ thống thu nhận $H_2S$ và thực hiện các phản ứng hóa học tiếp theo.

### 3.3. Khảo sát hiệu quả xử lý $SO_4^{2-}$ bằng phương pháp đo độ đục

Đo và so sánh $SO_4^{2-}$ trước và sau khi xử lý bằng vi khuẩn khử sulfate.

### 3.4. Phương pháp thu khí $H_2S$ từ hỗn hợp bùn lắng

Khi đưa dung dịch thu được khỏi bùn lắng, hạ pH của dung dịch xuống khoảng pH xấp xỉ 4, ta có thể hấp phụ $H_2S$ bằng cacbon hoạt tính. Phần dung dịch thu được sẽ được đi qua một lớp than hoạt tính để hấp phụ $H_2S$, sau đó được giải hấp bằng dung dịch NaOH.

Sau khi được giải hấp khỏi cacbon hoạt tính, dung dịch ($HS^-$ và NaOH) sẽ được cho vào máy hoá hơi (làm bay hơi bớt dung môi) để làm tăng nồng độ trong dung dịch, trước khi cho vào thiết bị điện phân [3].

#### *3.4.1. Khảo sát điều kiện pH*

#### *3.4.2. Khảo sát chất hoạt hoá để làm tăng diện tích bề mặt, độ xốp của cacbon hoạt tính*

### 3.5. Phương pháp điện phân dung dịch sử dụng thiết bị điện phân màng ngăn polyme (PEM)

Điện phân trực tiếp $HS^-$ có mặt trong dung dịch kiềm. Sử dụng màng ngăn để ngăn cách điện cực cathode khỏi các ion polysulfide được tạo ra từ điện cực anode. Các ion sulfur có thể bị oxy hoá thành lưu huỳnh, polysulfides, sulfites tuỳ thuộc vào những điều kiện điện phân khác nhau như quá thế, pH và nhiệt độ. Một vài nghiên cứu đã đưa ra điều kiện tối ưu cho quá trình điện phân là T = 89 ºC, pH = 13 – 14, quá thế E < 0,6 V [3].

#### *3.5.1. Khảo sát điều kiện pH*

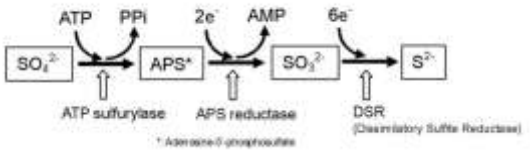
#### *3.5.2. Khảo sát điều kiện nhiệt độ*

#### *3.5.3. Khảo sát điều kiện quá thế*

## 4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Sử dụng vi khuẩn để xử lý hiệu quả Sulfate khỏi mẫu bùn lắng sông Tô Lịch

Vi khuẩn khử sulfate (SRB) là các vi khuẩn sinh trưởng kỵ khí, sử dụng sulfate làm chất nhận điện tử cuối cùng để oxy hóa hydro hay các hợp chất hữu cơ và tận thu năng lượng cho mục đích sinh trưởng [2]. SRB thực hiện trao đổi chất oxy hóa các cơ chất hữu cơ sử dụng sulfate làm chất nhận điện tử cuối cùng (Postgate, 1984). Sự khử sulfate thành sulfide tiêu thụ 8 điện tử và các quá trình sinh hóa thông qua nhiều bước trung gian với sự tham gia của nhiều enzyme (hình 1) (Fauque và cs, 1990; Kremer, Hansen, 1988).




*Hình 1. Các bước khử sulfate ở SRB và các enzyme tham gia.*

Phản ứng có thể được tóm tắt như sau (Peck và Lissolo, 1988):

$$SO_4^{2-} \rightarrow SO_3^{2-} \rightarrow HSO_3^- \rightarrow HS^- \rightarrow S^{2-}$$

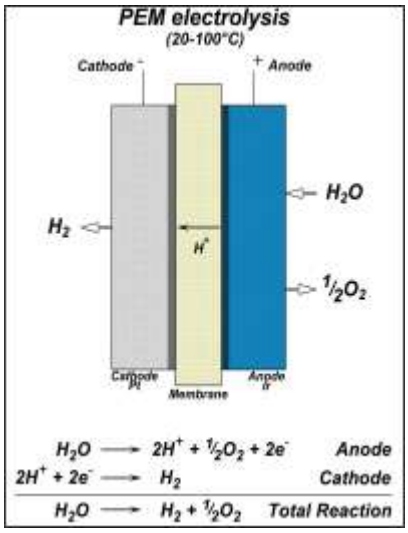
Dựa vào đặc tính này của vi khuẩn cùng với sự có mặt của vi khuẩn khử sulfate trong bùn đáy sông Tô Lịch, chúng tôi đề xuất một nghiên cứu sử dụng chính vi khuẩn khử sulfate sẵn có trong lòng sông để giải quyết vấn đề ô nhiễm hữu cơ và tạo khí tự nhiên $H_2S$.

Bước đầu tiên, chúng tôi tiến hành thu mẫu bùn thải, phân lập và định danh để lựa chọn ra các chủng vi khuẩn khử sulfate phù hợp với các điều kiện nhiệt độ, pH, độ mặn, v.v. của sông Tô Lịch, sau đó làm giàu và đem trở lại để xử lý bùn thải bằng một hệ thống nuôi cấy kín với môi trường là bùn thải tự nhiên có sự đảo trộn liên tục tạo điều kiện cho $H_2S$ giải phóng ra phần dung dịch. Sau một thời gian sẽ thu phần dịch chứa $H_2S$ và chuyển sang hệ thống xử lý hóa học.

Tại đây, phần dung dịch thu được sẽ được hấp phụ bằng cacbon hoạt tính, sau đó được giải hấp khỏi cacbon hoạt tính bằng dung dịch NaOH. Phần dung dịch NaOH và $HS^-$ sẽ được làm bay hơi bớt dung môi nước để chuẩn bị đưa vào thiết bị điện phân màng ngăn polyme.

Phản ứng giải hấp:

$H_2S\text{-}C_{(dung\ dịch)} + NaOH_{(rắn)} \rightarrow NaHS_{(dung\ dịch)} + C + H_2O$




*Hình 2. Sơ đồ thiết bị điện phân PEM.*

**4.2. Sử dụng nguồn khí $H_2S$ sinh ra áp dụng trong ngành công nghiệp hydrogen và sản phẩm thương mại lưu huỳnh**

Khí $H_2S$ có lưu lượng dòng cố định đi vào bình điện phân (thiết bị PEM), được tách thành khí hydrogen ($H_2$) và lưu huỳnh dưới dạng dimer ($S_2$) thông qua phương pháp điện hoá. Phản ứng điện hoá tổng quát như sau:

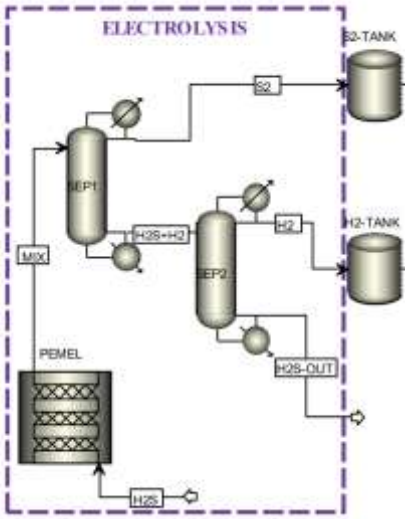
$$H_2S_{(khí)} \rightarrow H_{2(khí)} + 1/2S_{2(khí)}$$

Bán phản ứng oxy hóa:

$H_2S \rightarrow 1/2S_2 + 2H^+ + 2e^-$

Bán phản ứng khử: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Như trong mô hình dưới đây, PEMEL thuận lợi cho việc miêu tả quá trình phân tách $H_2S$ thông qua phản ứng điện hoá tổng quát $H_2S_{(khí)} \rightarrow H_{2(khí)} + 1/2S_{2(khí)}$. Khối SEP1 được sử dụng để tách khí lưu huỳnh khỏi dòng MIX, trong khi đó S2-TANK được sử dụng để lưu trữ khí lưu huỳnh. Mặt khác, khối SEP2 tách $H_2$ ra khỏi $H_2S$ còn lại và chuyển $H_2$ đến $H_2$-TANK để lưu trữ.




*Hình 3. Mô hình thiết bị PEMEL.*

Dòng khí hydrogen được lưu trữ có thể trộn với khí tự nhiên ($CH_4$) với tỷ lệ hợp thức là 1:4 để ứng dụng trong phản ứng cháy sau:

$$0{,}8CH_4 + 0{,}2H_2 + 2O_2 \rightarrow 0{,}8CO_2 + 1{,}8H_2O + 0{,}3O_2$$

Nhiệt độ của phản ứng cháy có thể đạt tới 1000 °C, sự giảm áp suất trong quá trình diễn ra phản ứng được coi là không xảy ra (áp suất được giữ không đổi trong quá trình phản ứng).

Hiệu suất của quá trình phân tách $H_2S$ được tính theo công thức sau:

$$\eta_{overall} = \frac{\dot{Q}_{comb} + \dot{m}_{S_2} \times h_{S_2}}{\dot{W}_{elec} + \dot{m}_{NG} \times LHV_{NG} + \dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2} + \dot{m}_{O_2} \times h_{O_2}}$$

Trong đó, h là enthalpy (kJ/kg), LHV: lower heating value (kJ/kg), m là vận tốc khối lượng dòng (kg/s), Q là lượng nhiệt thu được từ phản ứng đốt cháy (kJ), $W_{elec}$ là lượng điện năng tiêu thụ cho một máy điện phân.

Ngoài ra, dòng khí $H_2$ được lưu trữ có thể ứng dụng trong ngành sản xuất phân bón, đặc biệt là sản xuất amoniac ($NH_3$) theo phản ứng tổng quát sau đây:

$$N_{2(khí)} + 3/2H_{2(khí)} \rightarrow NH_{3(khí)}$$

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

Từ nghiên cứu này, chúng tôi có thể phân lập được các chủng vi khuẩn khử sufate có khả năng xử lý ô nhiễm hữu cơ để tạo ra $H_2S$, đây là một hướng sản xuất khí tự nhiên theo chu trình xanh "Green cycle".

Việc sử dụng nguồn cung cấp khí tự nhiên mới được tìm thấy và các nguồn $H_2S$ ở các mẫu nước sông, hồ, nước thải công nghiệp, v.v. được sử dụng làm nguồn cấp cho hệ thống xử lý nhiên liệu tích hợp hiệu quả và sạch hơn.

Quá trình sản xuất khí $H_2$ từ $H_2S$ có thể đáp ứng ngành công nghiệp năng lượng (cung cấp cho dân cư và nền công nghiệp sản xuất) khi trộn $H_2$ và $CH_4$ trong một tỷ lệ hợp thức 1/4.

Ở điều kiện thường, năng lượng cần thiết để điện phân nước là 237,1 kJ/mol, trong khi đó, năng lượng cần thiết để điện phân $H_2S$ là 73,28 kJ/mol (có lợi về mặt năng lượng). Vì vậy, lợi nhuận thu được khi sản xuất $H_2$ từ điện phân $H_2S$ cao hơn gấp 3 lần so với điện phân nước. Khí $S_2$ thu được trong quá trình điện phân cũng được sử dụng trong các ngành công nghiệp sản xuất chất bán dẫn, cao su lưu hóa, v.v..

Việc đưa khí $H_2$ vào khí tự nhiên sẽ làm thời gian lưu trữ của khí tự nhiên trong các bình thép lâu hơn. Với quá trình đốt cháy hỗn hợp $H_2/CH_4$ sẽ xanh và sạch với môi trường hơn vì sinh ra ít khí thải $CO_2$ ra ngoài môi trường.

Với hiệu quả về mặt kinh tế tương tự trên, lợi nhuận khi sản xuất $NH_3$ cũng được tăng lên đáng kể khi phải sử dụng nguồn $H_2$ để tổng hợp amoniac từ quá trình điện phân nước.

Nghiên cứu này cũng cho thấy tiềm năng xử lý ô nhiễm bùn đáy sông Tô Lịch một cách hiệu quả.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Nguyễn Hữu Huấn, Nguyễn Xuân Hải, Nghiên cứu các thông số đặc trưng liên quan đến mức độ phát thải khí $H_2S$ trên sông Tô Lịch, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 1S (2016) 186 – 191.

[2] Nguyễn Thị Hải, Phân lập vi khuẩn khử sulphate (SRB) để ứng dụng trong xử lý nước thải axit từ hoạt động khai thác khoáng sản, 2012.

[3] Petrov K, Baykara SZ, Gulin M, Veziroglu A. An assessment of electrolytic hydrogen production from H2S in Black Sea, Int J Hydrogen Energy 2011; 36:8936-42, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.04.022

[4] Merve Ozturk, Adnan Midilli, Ibrahim Dincer. Effective use of hydrogen sulfide and natural gas resources available in the Black Sea for hydrogen economy, Int J Hydrogen Energy 2011, 46: 10697 – 10707, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.186

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# ỨNG DỤNG VI KHUẨN KHỬ SUNLFATE ĐỂ XỬ LÝ BÙN THẢI SÔNG TÔ LỊCH NHẰM SẢN XUẤT KHÍ TỰ NHIÊN $H_2S$ PHỤC VỤ CHO CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP


Phạm Thị Duyên [1], Trần Đức Long [1], Nguyễn Xuân Tùng [2]

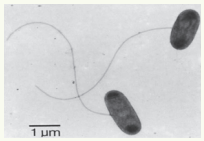
[1]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội

[2] Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội, Viện Năng lượng nguyên tử VN, Km32, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

Email liên hệ: nguyenxuantung_t60@hus.edu.vn


## GIỚI THIỆU

Nước và bùn đáy chứa lượng lớn chất hữu cơ $SO_4^{2-}$ dư thừa gây ô nhiễm, $H_2S$ giải phóng tự do gây mùi trứng thối

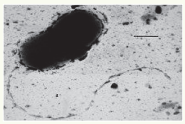



Bùn đáy màu đen (màu của S vô cơ) → dấu hiệu của vi khuẩn khử sulfate

Đề xuất mô hình phân lập và ứng dụng vi khuẩn khử sulfate từ sông Tô Lịch để xử lý ô nhiễm hữu cơ và sản xuất khí tự nhiên $H_2S$ sinh học theo hướng "Green cycle".

$H_2S$ và các sản phẩm phụ như $H_2$, $S_2$ có nhiều vai trò ứng dụng quan trọng trong công nghiệp

## ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU



Vi khuẩn khử sulfate (SRB):
- Kỵ khí
- Sử dụng $SO_4^{2-}$ làm chất nhận điện tử cuối, khử thành $H_2S$

## MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Làm giàu và phân lập tập hợp chủng vi khuẩn khử sulfate có sẵn trong bùn đáy Tô Lịch

Xử lý ô nhiễm $SO_4^{2-}$ trong bùn đáy sông Tô Lịch bằng các chủng vi khuẩn khử sulfate đã chọn lọc được để tạo $H_2S$

Xử lý nguồn khí $H_2S$ sinh ra bằng PEM, áp dụng trong ngành công nghiệp hydrogen và sản phẩm thương mại lưu huỳnh

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

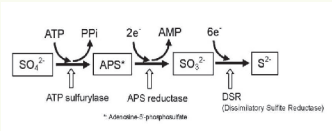
**Làm giàu, phân lập, định danh và chọn lọc SRB**
- Làm giàu: Thu mẫu, lọc, làm giàu kỵ khí (môi trường lỏng/rắn)
- Phân lập: Cấy ria và tinh sạch các chủng vi khuẩn trên môi trường rắn
- Định danh: Nhuộm gram quan sát hình thái, kiểm tra hóa sinh, khảo sát tính động, giải trình tự gene,…

**Xử lý ô nhiễm $SO_4^{2-}$ bùn đáy sông Tô Lịch tạo $H_2S$**
- Thiết kế hệ thống kỵ khí xử lý bùn đáy sông Tô Lịch
- Khảo sát hiệu quả xử lý $SO_4^{2-}$ bằng phương pháp đo độ đục

**Thu hồi và xử lý $H_2S$**
- Thu khí $H_2S$: Đo pH, khảo sát chất hoạt hóa để tăng diện tích bề mặt, độ xốp của cacbon hoạt tính
- Xử lý $H_2S$ bằng hệ thống PEM: Đo pH, điều kiện nhiệt độ, điều kiện quá thế

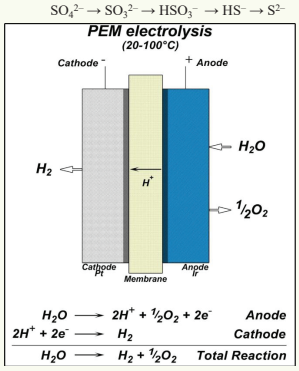
## NỘI DUNG THỰC HIỆN

Sử dụng vi khuẩn để xử lý hiệu quả Sulfate khỏi mẫu bùn lắng sông Tô Lịch




Hình 1: Các bước khử sulfate ở SRB và các enzyme tham gia

$$SO_4^{2-} \rightarrow SO_3^{2-} \rightarrow HSO_3^{-} \rightarrow HS^{-} \rightarrow S^{2-}$$

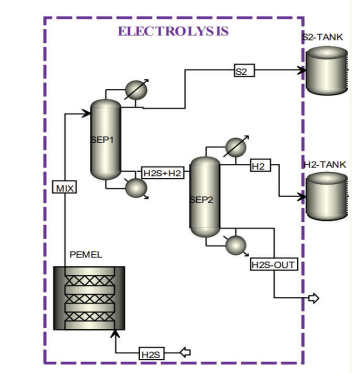



Hình 2. Mô hình hệ điện phân màng ngăn polyme

Phản ứng tổng quát cho quá trình điện phân:

$$H_2S_{(khí)} \rightarrow H_{2(khí)} + ½\ S_{2(khí)}$$

Sau khi lấy phần dung dịch đã được lọc khỏi bùn lắng, tiến hành hấp phụ $H_2S$ bằng cacbon hoạt tính và giải hấp bằng dung dịch NaOH trước khi đưa vào hệ thống điện phân




Hình 3. Mô hình hệ thống điện phân và tách và lưu trữ khí

Khối SEP1 được sử dụng để tách khí lưu huỳnh khỏi dòng MIX, trong khi đó S2-TANK được sử dụng để lưu trữ khí lưu huỳnh. Mặt khác, khối SEP2 tách $H_2$ ra khỏi $H_2S$ còn lại và chuyển $H_2$ đến H2–TANK để lưu trữ.

## KẾT LUẬN

- ✓ Chọn lọc được các chủng vi khuẩn khử Sulfate trong bùn đáy sông Tô Lịch
- ✓ Xử lý ô nhiễm hữu cơ $SO_4^{2-}$ trong bùn đáy sông Tô Lịch
- ✓ Tạo khí tự nhiên $H_2S$ bằng phương pháp xanh
- ✓ Xây dựng được hệ thống thu hồi và xử lý $H_2S$
- ✓ So sánh được hiệu quả xử lý $SO_4^{2-}$ của các chủng vi khuẩn khử sulfate

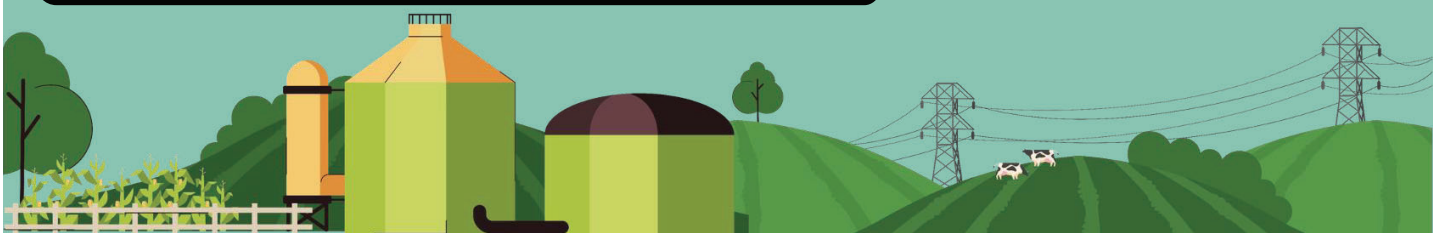
## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Nguyễn Hữu Huấn, Nguyễn Xuân Hải, Nghiên cứu các thông số đặc trưng liên quan đến mức độ phát thải khí H2S trên sông Tô Lịch, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 1S (2016) 186-191

[2] Nguyễn Thị Hải, Phân lập vi khuẩn khử sulphate (SRB) để ứng dụng trong xử lý nước thải axit từ hoạt động khai thác khoáng sản, 2012

[3] Petrov K, Baykara SZ, Gulin M, Veziroglu A. An assessment of electrolytic hydrogen production from $H_2S$ in Black Sea, Int J Hydrogen Energy 2011; 36:8936-42.https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.04.022.

[4] Merve Ozturk, Adnan Midilli, Ibrahim Dincer. Effective use of hydrogen sulfide and natural gas resources available in the Black Sea for hydrogen economy, Int J Hydrogen Energy 2011, 46: 10697-10707, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.186.

# ID12.
# IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS

***Phan Thi Mai*** *(1)*, ***Duong Thi Yen*** *(2)*
*(1) Faculty of Electrical Engineering – University of Science and Technology – The University of Danang, khoadien@dut.udn.vn*
*(2) Faculty of Chemical Engineering – University of Science and Technology – The University of Danang, k.hoa@dut.udn.vn*
*Email: phanthimaiqxqsqn@gmail.com*

**ABSTRACT**

Currently, biogas production technology in Vietnam is mostly small and household models and is mainly done manually. From that situation, the project proposes a solution to apply Internet of Things – IoTs technology to incorporate automation into the closed biogas production process for small-scale and household biogas cellars, to optimize performance and monitor the entire system remotely.

**TỪ KHÓA:** *IoTs, WiFi.*

## 1. INTRODUCTION

Anaerobic biogas technology from biomass has been researched, developed and used around the world. In addition to using biogas for direct cooking in daily life, the trend of using biogas to produce electricity is a research and development target in advanced countries such as Germany, Japan and other industrialized countries.

In Vietnam, the biogas model in animal husbandry has been present for a long time. However, most of them just stop at the scale of households, small farms and providing heating for cooking. With the strong development of the Fourth Industrial Revolution, IoTs technology (Internet of Things) application in Biogas production is extremely important and practical.

## 2. RESEARCH PURPOSE AND OBJECT

- **Purpose:** Integrating IoTs system including ESP-8266 NodeMCU central processor and sensor system, solenoid valve, temperature controller; Information and data of the biogas cellar will be posted on the Internet, from there through software to monitor and control the biogas production process automatically.
- **Objects:** Biogas production model for households, small and medium farms.

## 3. METHODOLOGY

Theoretical research related to the topic: Automatic control theory, electronic circuit theory, Industrial communication network & Internet of Things.

Research solutions to use microcontrollers to control actuators through power control circuits (mosfet, relay)

Programming for microcontrollers, and for designing monitoring and control software.

Analysis, theoretical calculations combined with simulation of mechanical models, PCB circuits by software.

## 4. RESEARCH CONTENT

### 4.1. Proposed Model

The block diagram of the system is shown in Figure 1.

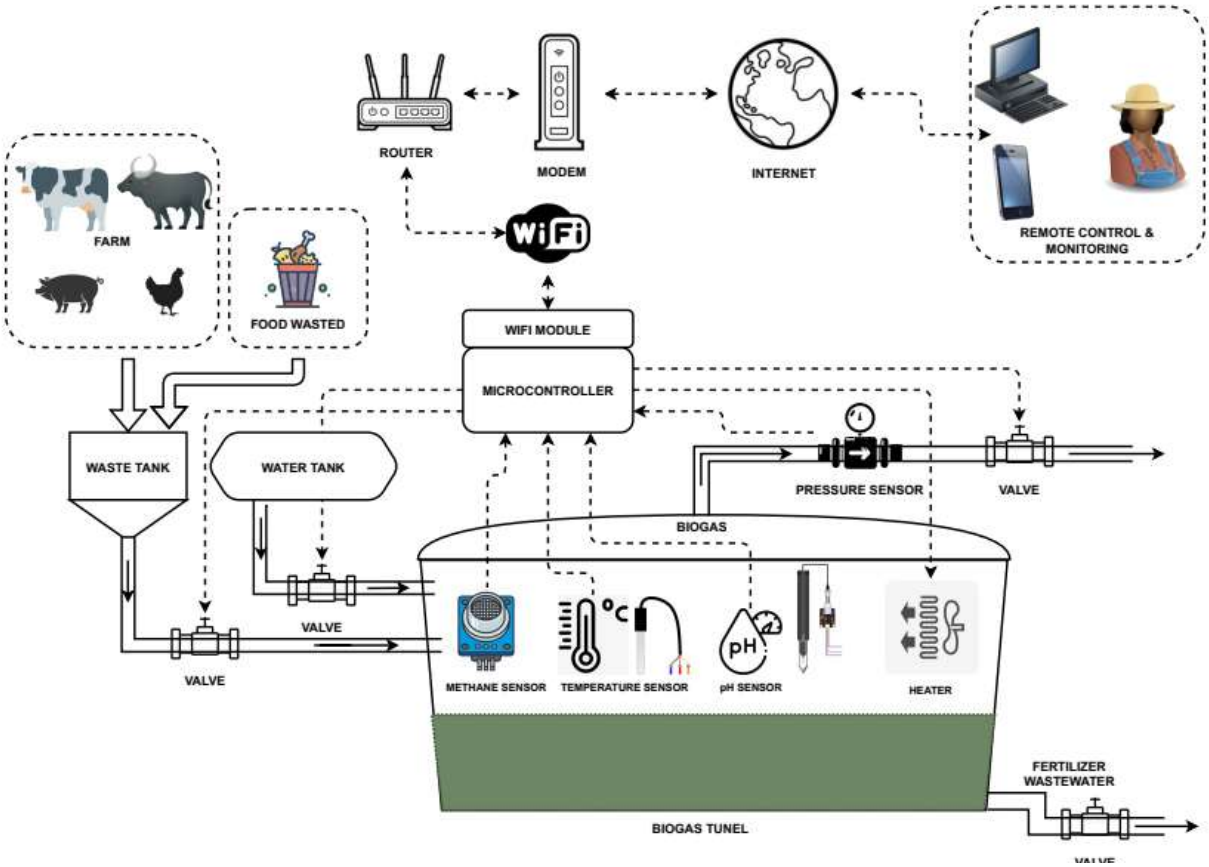



*Figure 1. Block diagram of the system.*

The project proposes solutions to apply IoTs technology to Biogas production cellars for the purpose of increasing efficiency, optimizing gas generation time, ensuring safety and managing remotely via the Internet. Includes features like:

- Controlling temperature stability in the cellars
- Monitor parameters of the cellars such as temperature, pH, methane CH4 concentration, gas pressure.
- Functions are included in the web-based software such as automatic operation of biogas production or setting limit values to parameters (eg temperature, gas pressure,...) for alarming when problems occur. In addition, there is also a manual mode so that users can perform remote control switching.

According to the diagram above, with the input of animal waste, we propose a solution to regulate the automatic water addition to increase the efficiency of gas generation. The best ratio of water for decomposition is usually in the range of 1/4 to 1/7. If it is too dilute, there will not be enough material for the decomposition process. On the contrary, if it is too thick, it will become scum and hinder the process of air release.

### 4.2. Technique

The detailed technical diagram and components and equipment in the proposed system are shown in Figure 2.

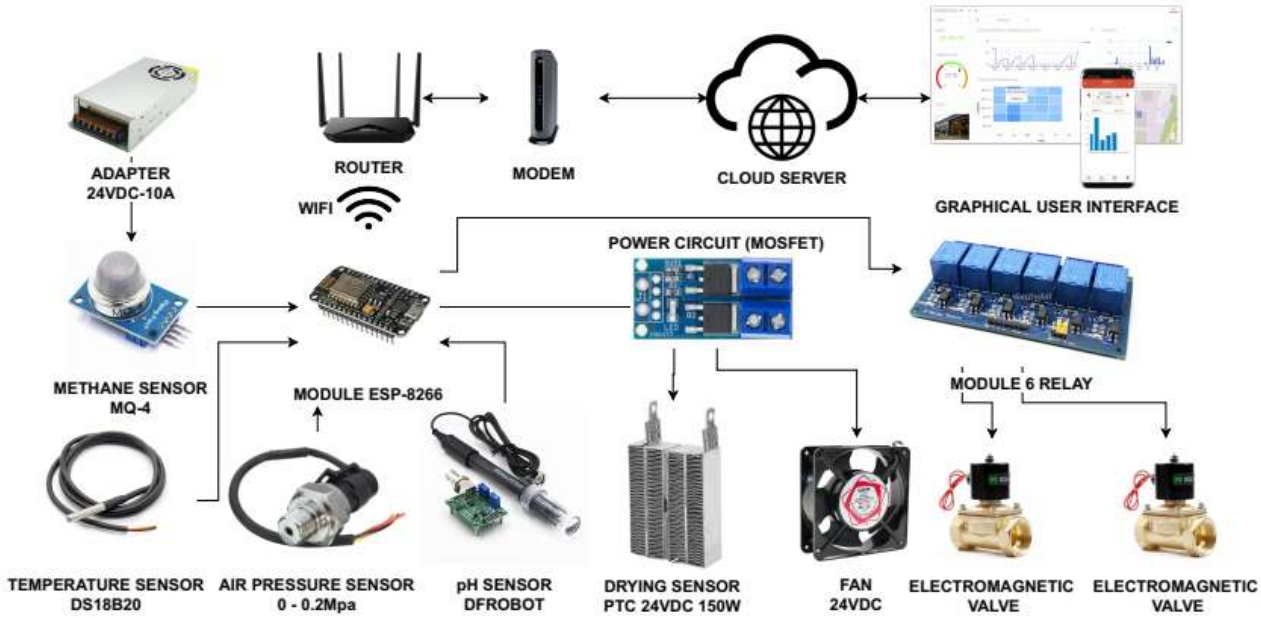



*Figure 2. Detailed Technical Diagram.*

- Central controller: ESP-8266 microcontroller board integrated with 2.4 GHz WiFi transceiver module has the following specifications:
  - Compatible with wifi standard: 802.11 b/g/n
  - Support: Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
  - Integrated TCP/IP protocol stack
  - Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
  - Integrated frequency multiplier, voltage stabilizer, DCXO and power management units
  - +25.dBm output power in 802.11b mode
  - Power down leakage current of < 10 uA
  - Integrated low power 32-bit CPU could be used as application processor
  - SDIO 1.1/2.0, SPI, UART
  - STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
  - A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4 ms guard interval
  - Wake up and transmit packets in < 2 ms
  - Power consumption at Standby Mode < 1.0 mW (DTIM3)
- Input:
  - Methane concentration $CH_4$ sensor.
  - Temperature sensor.
  - Gas pressure sensor.
  - pH sensor.
- Output:
  - Power circuit: Controlling drying resistor and fan → Controlling temperature.
  - Relay circuit: switching solenoid valves

❖ **Maintain a stable temperature in the biogas cellar**

The optimal temperature for the treatment process in the biogas cellar is from 30 to 35 degrees Celsius. If the temperature is lower, the processing time may be prolonged, slowing down the ability to generate gas or produce less gas. For example, when the temperature in the cellar is only 15 – 20 degrees Celsius, the processing time can be up to 55 days.

There are 2 options to control the temperature to increase the productivity of biogas treatment as follows:

- Using resistors to warm the input water source, then it will be mixed with materials to put into the cellar.
- Installing a drying resistor + radiator fan to heat the environment right in the biogas cellar.

Depending on each specific case, a suitable and feasible plan will be selected according to actual conditions.

With the proposed system, the temperature control will be through the heater (drying resistor + radiator fan). The program for the ESP-8266 microcontroller will apply automatic control algorithms such as PID (Proportional Integral Derivative) or open control – Fuzzy Logic. The input of the algorithm model is taken from the signal of the temperature sensor DS18B20, the output will be sent to the power circuit using a MOSFET (PWM) then to the heater. The whole cycle is completely closed, users only need to set the desired temperature through the software.

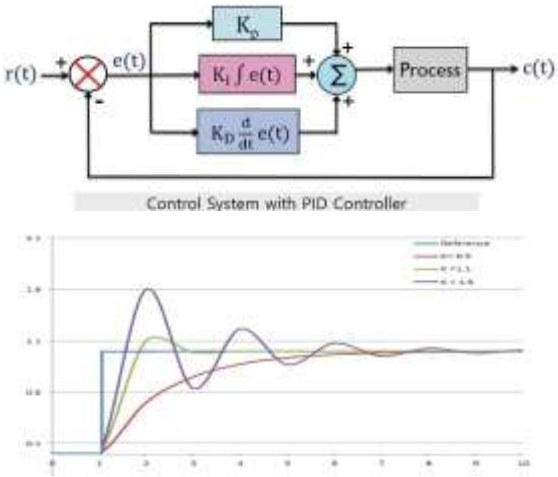



*Figure 3. PID algorithm.*

❖ **Measurement of biogas cellar parameters**

Monitoring and observing the status of the biogas cellar is necessary and important, helping us to manage and operate the biogas production efficiently and smoothly.

**Monitoring parameters include:**

➢ **Temperature, pH in the cellar:**

Temperature plays a role in promoting gas generation, the change in temperature leads to a change in the amount of gas formed.

DS18B20's parametters:

– Water and moisture resistance;
– Operating voltage: 3 – 5.5 VDC;
– Temperature mesurement range: –55 ºC to 125 ºC;
– Mean: 0.5 ºC (khi đo ở dải –10 ºC to 85 ºC);
– Standard communication: 1-Wire;
– Heat warning when the allowed threshold is exceeded.

*Figure 4. Temperature sensor DS18B20.*

pH is also a very important component. The pH in the biogas cellar should be kept between 6.8 – 7.5. This is the optimal pH for microorganisms to grow and develop, contributing to the increased efficiency of the cellar.

The recommended pH measurement sensor is the sensor with the following specifications:

- Operating voltage: 5 V
- pH measurement range: 0 – 14 pH
- Output data: Analog
- Operating temperature: 0 – 60 °C
- Accuracy: ± 0.1 pH (25 °C)
- Response time: ≤ 1 phút
- Using industrial electrodes with BNC standard connection

*Figure 5. pH measurement sensor.*

➢ **Gas pressure in the cellar:**

The economic and environmental benefits brought by biogas cellars are very practical. However, the use of biogas cellars also has many potential risks if the safety rules are not followed properly when operating, especially gas leakage incidents with potential risk of fatal accidents. The culprit of gas poisoning is carbon oxide (CO) and its characteristic is colorless, odorless, it is the product of the decomposition of organic substances such as feces and garbage.

*Percentage of gases in the cellar*

| Components | Percent |
|---|---|
| Carbon dioxide ($CO_2$) | 30.7 |
| Hydrogen Sulphide ($H_2S$) | 2.1 |
| Carbon monoxide (CO) | 9.9 |
| Methane & water Vapour | 52.3 |

In addition, too much biogas in the cellar causes the pressure to increase. If the cellar's tolerance threshold is exceeded, an extremely dangerous biogas cell explosion accident can occur, with unpredictable consequences. Therefore, continuous pressure monitoring of the cellar is necessary. The system selects a pressure sensor with a measuring range of 0 – 0.2 MPa, suitable for the actual gas pressure range in today's biogas cellars (with a gas pressure of about 12 – 25 kPa).

*Figure 6. Pressure sensor.*

➢ **Methane $CH_4$ concentration:**

Methane is the predominant gas in the biogas mixture with the rate of 50 – 60%. They are the primary fuel for heating, cooking, and running generators.

Monitoring the concentration of methane produced during the biogas production process helps us to assess the current status of the biogas cellar, thereby taking measures to regulate input materials, as well as adding probiotics to promote the process of decomposition and gas generation, increasing the efficiency of biogas treatment.

Methane sensor MQ-4 is used to detect gas in the environment. The sensor has high sensitivity and fast response. Sensitivity can be adjusted by rheostat.

*Figure 7. Methane $CH_4$ concentration.*

Sensor specification:

- Operating voltage: 5 VDC
- Data type: Analog, Digital
- Wide detection range
- Fast response time and high sensitivity
- High sensitivity with methane, natural gas
- Quick response restore feature

**Mornitoring and controlling software:**

Currently, there are many platforms that support building software that runs on both personal computers (PCs) or smartphones. For the prototype version, we chose Grafana, which is a cross-platform open-source analytics and interactive visualization web application. It provides charts, graphs and alerts for the web when connected to supported data sources

Combined with the database platform (Database) InfluxDB and Server Mosquitto.

InfluxDB is an open source, time series database developed by InfluxData company. It is written in the Go programming language to store and retrieve time series data in areas such as activity monitoring, application metrics, Internet of Things sensor data, and real-time analytics.

Mosquitto is an open source MQTT Broker that allows devices to transmit and receive data according to MQTT versions 3.1 and 3.1.1.

*Figure 8. Monitoring and control software.*

## 5. RECOMMENDATIONS AND DEVELOPMENT ORIENTATION

It is necessary to promote the application of technology in the biogas production process in small and medium-sized models and households.

IoTs integrated biogas models have the ability to link together to create a common ecosystem, developing together.

## REFERENCES

[1] Anh, H., 2022. *Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators.* Hanoi.

[2] https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[3] https://www.ansys.com/

[4] Anon., November 2013. *ANSYS Fluent Theory Guide.*

[5] Bairstow, J., 2022. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Loss Prevention in.* Available at:

https://www.energylivenews.com/2017/05/16/eu-food-waste-produces-170m-tonnes-of-co2-a-year/

[6] Matevž Zupanˇciˇc, V. M. M. M. F. C. a. I. G., 2022, 14, 1823. *Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide.*

[7] Yvonne Vögeli, C. R. L. A. G. S. D. C. Z., *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).* Dübendorf.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE

# PROJECT: IOT & AUTOMATION APPLICATION IN THE BIOGAS PRODUCTION PROCESS


**Student:** Phan Thi Mai, Duong Thi Yen

**Instructor:** PhD. Nguyen Hoang Mai, PhD. Nguyen Ho Si Hung

**Faculty of Electrical Engineering – University of Science and Technology – The University of Danang**


## Introduction

Anaerobic biogas technology from biomass has been researched, developed and used around the world. In addition to using biogas for direct cooking in daily life, the trend of using biogas to produce electricity is a research and development target in advanced countries such as Germany, Japan and other industrialized countries.

In Vietnam, the biogas model in animal husbandry has been present for a long time. However, most of them just stop at the scale of households, small farms and providing heating for cooking. With the strong development of the Fourth Industrial Revolution, IoTs technology (Internet of Things) application in Biogas production is extremely important and practical.

## Research purpose and object

- **Purpose**: Integrating IoTs system including ESP-8266 NodeMCU central processor and sensor system, solenoid valve, temperature controller; Information and data of the biogas cellar will be posted on the Internet, from there through software to monitor and control the biogas production process automatically.
- **Object**: Biogas production model for households, small and medium farms.

## Research Content

- Proposing a solution model to integrate IoTs into Biogas tunnels.
- Selecting equipment and components.
- Writing programs for microcontrollers & monitoring software on computers and phones.
- Using control algorithms such as PID, Fuzzy logic to stabilize temperature and humidity for biogas cellar.
- Monitoring temperature, pH, the concentration of methane CH4 in the tunnel.
- Warning exceeding threshold of gas pressure.
- Integration into Biogas cellar & run actual tests.

*1.ESP-8266 NodeMCU* *2.MQ-4 Sensor* *3. DS18B20 Sensor*

*4. Pressure sensor* *5. Drying resistor* *6. pH Sensor*

*7. Solenoid valve* *8.Module relay* *9.Power Circuit*

*Devices used in the design*

## Result & Discussion

- The block diagram of the system (Figure 1)
- Device components in the system (Figure 2)
- Estimated cost of the design:

| Device name | Unit price (VND) | Quantity | Total (VND) |
|---|---|---|---|
| ESP-8266 | 90 000 | 1 | 90 000 |
| *MQ-4 Sensor* | 40 000 | 1 | 40 000 |
| *DS18B20 Sensor* | 40 000 | 1 | 40 000 |
| *pH Sensor* | 1 450 000 | 1 | 1 450 000 |
| *Pressure sensor 0 – 0.2Mpa* | 400 000 | 1 | 400 000 |
| *Drying resistor 24VDC-150W* | 100 000 | 1 | 100 000 |
| Radiator fan 24VDC | 85 000 | 1 | 85 000 |
| Solenoid valve 24VDC | 180 000 | 4 | 720 000 |
| Module 6 Relay | 75 000 | 1 | 75 000 |
| Power circuit MOSFET | 30 000 | 1 | 30 000 |
| Swiching mode Power Suppy 24VDC-10A | 270 000 | 1 | 270 000 |
| Estimated total cost (construction & installation costs not included) | | | 1 850 000 |

*Estimated cost table*

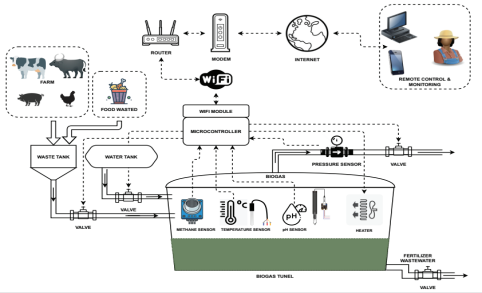



*Figure 1*

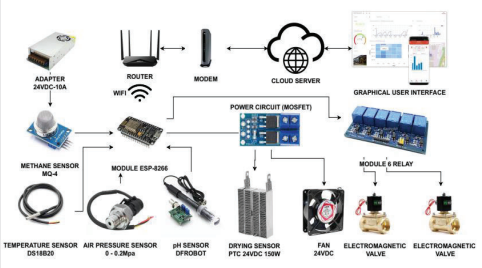



*Figure 2*

## Conclusion

Gas production efficiency is increased and optimized as well as an automatically closed process is built thanks to the application of IoTs to the Biogas production process.

The cost to build and integrate this IoTs system is reasonable and can bring very satisfactory results, meeting the needs of many small and medium Biogas models today.

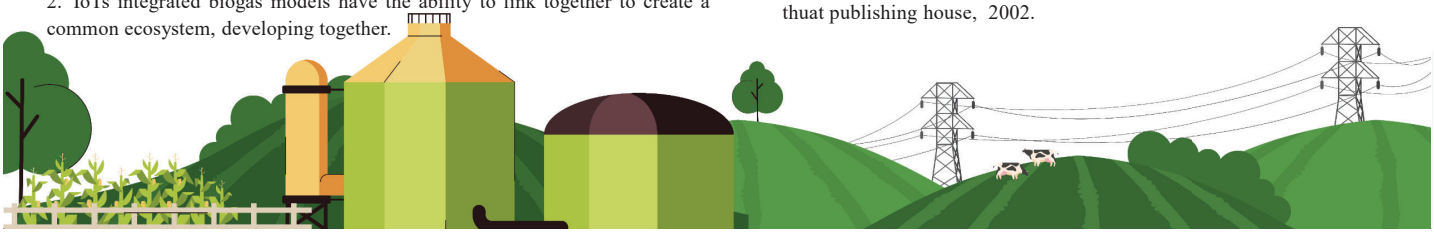
## Recommendations and development orientation

1. It is necessary to promote the application of technology in the biogas production process in small and medium-sized models and households.

2. IoTs integrated biogas models have the ability to link together to create a common ecosystem, developing together.

## References


1. PhD. Nguyen Hoang Mai, "Giao trinh mach dien tu tuong tu va so", Xay Dung Ha Noi publishing house, 2016.
2. Nguyen Van Hoa, "Co so ly thuyet dieu khien tu dong", Khoa hoc ky thuat publishing house, 2002.

ID13.

# SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM

*Lê Trần Kim Ngọc[(1)], Nguyễn Ánh Mai Thy[(2)], Đinh Gia Bội[(3)], Đặng Nhân Ái[(4)], *Nguyễn Trường Thành[(1)]*

*[(1)]Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ*
*[(2)]Lớp 10D5 Trường THPT An Khánh, Cần Thơ*
*[(3)]Lớp 11A4 Trường THPT Châu Văn Liêm, Cần Thơ*
*[(4)]Lớp 11D3 Trường THPT Châu Văn Liêm, Cần Thơ*
**Tác giả liên hệ: ntthanh@ctu.edu.vn*

## TÓM TẮT

Bùn thải từ đáy ao nuôi cá tra thâm canh và phụ phẩm rơm sau ủ nấm là những nguồn thải gây ô nhiễm trong hoạt động nông nghiệp. Tuy nhiên, chúng có thể được tận dụng để sản xuất khí biogas tạo ra năng lượng sạch thông qua quá trình ủ yếm khí. Nghiên cứu này được tiến hành với năm nghiệm thức phối trộn hai loại nguyên liệu theo tỷ lệ COD:N:P phù hợp cho hệ vi khuẩn yếm khí hoạt động và một mẫu đối chứng ủ yếm khí theo mẻ trong phòng thí nghiệm với bình lên men 20 lít. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ như nhiệt độ, pH, độ kiềm được ghi nhận, thể tích khí và phần trăm khí thành phần được đo đạc 4 ngày/lần trong suốt 60 ngày thí nghiệm. Kết quả cho thấy, khả năng sinh khí biogas tăng tỷ lệ thuận theo tỷ lệ C/N của mẻ ủ. So với nghiệm thức đối chứng, thể tích sinh khí tăng lần lượt là 126,59%, 151,31%, 171,79%, 213,48% và 298,63% tương ứng với các nghiệm thức có tỷ lệ COD:N:P là 350:27:2, 350:29:3, 350:32:5, 350:37:8 và 350:43:12. Bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh kết hợp với rơm sau ủ nấm là hai nguyên liệu sản xuất khí biogas với hàm lượng khí $CH_4$ từ 52,89 – 54,29% và khí $CO_2$ từ 35,11 – 39,07%. Thời gian tồn lưu nguyên liệu tối đa của mẻ ủ là 40 ngày.

**TỪ KHÓA:** *Sản xuất khí biogas, bùn đáy ao cá tra thâm canh, rơm sau ủ nấm, ủ yếm khí theo mẻ.*

## 1. GIỚI THIỆU

Việc nuôi cá da trơn thâm canh trong bè hoặc trong ao với việc sử dụng hoàn toàn thức ăn chế biến sẽ thải ra lượng thức ăn thừa (dưới dạng bùn) trực tiếp vào môi trường sông rạch hoặc ao nuôi [1]. Trong hệ thống nuôi cá tra thâm canh, tải lượng N và P dư thừa tăng theo sự tăng khối lượng bình quân của cá. Dinh dưỡng tích lũy trong cá lần lượt là 65,4% N, 16,8% P và thải ra môi trường là 34,6% N và 83,2% P. Bình quân để sản xuất được 1 kg cá tra cần 69,9 g N và 11,3 g P đồng thời thải ra môi trường 23,2 g N và 8,66 g P. Theo quy hoạch phát triển đến năm 2020, sản lượng cá tra nuôi trồng tại đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) sẽ là 1.850.000 tấn thì lượng chất thải tương ứng 42.920 tấn N và 16.021 tấn P [2].

Hằng năm, mỗi ha đất lúa cao sản ở ĐBSCL đã cho ra một lượng rơm rạ rất lớn từ 10 đến 15 tấn/ha (trung bình mỗi tấn lúa có 1 tấn rơm rạ) [3]. Theo quy hoạch của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, năm 2015 sản lượng lúa ở vùng ĐBSCL sẽ tăng lên 20.800 nghìn tấn, dự kiến năm 2030 là 21.000 nghìn tấn. Với sản lượng lúa năm 2015 là 20.800 tấn thì đồng thời rơm rạ cũng tương ứng sản sinh ra một khối lượng rất lớn là 20.800 tấn.

Như vậy, bùn thải từ đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm sẽ: i/ nguồn gây ô nhiễm cho môi trường nếu vứt bỏ chúng bừa bãi sau thu hoạch; ii/ nguồn nguyên liệu với nguồn dưỡng chất dồi dào và số lượng lớn; iii/ tận dụng ủ yếm khí theo mẻ để sản xuất khí biogas.

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Mục đích nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng sinh khí biogas từ nguồn bùn thải đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm với các tỷ lệ phối trộn C/N khác nhau, xác định thời gian tồn lưu của hỗn hợp mẻ ủ thích hợp và năng suất sinh khí biogas trên lượng hợp chất hữu cơ có trong nguyên liệu.

Đối tượng nghiên cứu là bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh của vùng Đồng bằng sông Cửu Long và rơm sau ủ nấm rơm của người dân.

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1. Vật liệu

Bùn thải từ đáy ao nuôi cá tra thâm canh được thu tại xã Tân Lộc, quận Thốt Nốt, thành phố Cần Thơ được bảo quản trong bồn 500 L, bùn được khuấy đều để có hỗn hợp đồng nhất trước khi phân tích các dưỡng chất. Rơm sau ủ nấm thu gom từ các hộ dân trồng nấm rơm tại quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ được phơi khô và cắt ngắn khoảng 1 – 2 cm và trộn đều để được hỗn hợp đồng nhất trước khi phân tích các dưỡng chất.

Bộ thí nghiệm ủ yếm khí theo mẻ được chế tạo từ thùng nhựa dung tích 20 L nối với túi nhôm thu khí biogas. Các khớp nối của bộ thí nghiệm đều được bố trí đệm cao su nhằm đảm bảo tính kín nước và kín khí của hệ thống (Hình 1). Các thí nghiệm bố trí tại Phòng thí nghiệm Xử lý chất thải rắn, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ.

*Hình 1. Bộ thí nghiệm ủ yếm khí theo mẻ.*

### 3.2. Phương pháp

Tiến hành phân tích các chỉ tiêu đầu vào của từng loại nguyên liệu (bùn và rơm), sau đó kiểm tra tỷ lệ C/N của từng loại nguyên liệu và tiến hành phối trộn hai nguyên liệu để đạt được tỷ lệ C/N của hỗn hợp thích hợp cho mẻ ủ. Từ các tỷ lệ C/N của hỗn hợp nguyên liệu, kiểm tra lại tỷ lệ COD:N:P của hỗn hợp nguyên liệu sao cho nằm trong khoảng thích hợp cho mẻ ủ. Thí nghiệm được bố trí với năm nghiệm thức khác nhau và ba lần lặp lại, đồng thời bố trí nghiệm thức đối chứng chỉ phân hủy bùn (Bảng 1).

*Bảng 1. Tỷ lệ phối trộn giữa rơm sau ủ nấm và bùn đáy ao cá tra*

| Nghiệm thức | Tỷ lệ C:N | Tỷ lệ COD:N:P | Rơm (g) | Bùn (lít) |
|---|---|---|---|---|
| NTĐC | 9:1 | 350:26:2 | 0 | 18 |
| NT1 | 20:1 | 350:27:2 | 65,27 | 18 |
| NT2 | 25:1 | 350:29:3 | 106,86 | 18 |
| NT3 | 30:1 | 350:32:5 | 160,01 | 18 |
| NT4 | 35:1 | 350:37:8 | 229,95 | 18 |
| NT5 | 40:1 | 350:43:12 | 326,12 | 18 |

Các thùng ủ được bao bọc bên ngoài bằng nilon đen nhằm hạn chế ánh sáng đi vào trong lòng mẻ ủ có thể sinh ra tảo quang hợp tạo ra oxy, ảnh hưởng đến môi trường yếm khí của mẻ ủ. Các nghiệm thức được sắp đặt ngẫu nhiên trong nhà thí nghiệm để đảm bảo tính khách quan trong bố trí thí nghiệm. Các mẻ ủ được lắc

đảo bình ủ hằng ngày để nguyên liệu được trộn đều, tránh tạo váng nổi và cặn lắng, đồng thời tăng khả năng phân hủy.

Thể tích khí biogas sinh ra chứa trong túi nhôm được đo bằng đồng hồ Ritter có độ phân vạch nhỏ nhất là 2 mL. Thành phần khí biogas ($CH_4$, $CO_2$, khí khác) được đo bằng máy đo thành phần khí GA94 với sai số ± 0,5 ÷ 3% (Hình 2).

Kiểm tra định kỳ các yếu tố pH, độ kiềm, nhiệt độ môi trường để đánh giá điều kiện vận hành của mẻ ủ. Các nghiệm thức ủ yếm khí theo mẻ được theo dõi liên tục trong vòng 60 ngày. Thể tích khí biogas sinh ra và thành phần khí được ghi nhận mỗi 04 ngày/lần trong suốt thời gian thí nghiệm.

*Hình 2. Thiết bị đo và phân tích khí.*

## 4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến mẻ ủ yếm khí

Độ pH thấp sẽ ảnh hưởng mạnh đến toàn bộ quá trình ủ, có thể làm tê liệt, thậm chí hủy diệt tất cả vi khuẩn trung tính. Điều kiện tối ưu để chúng hoạt động là 7,2 – 7,5, trong khi ngưỡng hoạt động tốt là 6,6 – 7,6 [4]. Các giá trị pH đầu vào của các nghiệm thức từ 6,65 – 6,84 nằm trong ngưỡng hoạt động tốt của vi khuẩn yếm khí và đạt gần giá trị tối ưu nên không cần điều chỉnh các giá trị pH này. Các giá trị pH đầu ra của các nghiệm thức dao động từ 6,67 đến 6,98. Như vậy, không có sự chênh lệch lớn so với các giá trị pH đầu vào và gần khoảng pH trung tính. Điều này cho thấy trong suốt quá trình ủ, các nghiệm thức hoạt động ổn định và hệ thống đạt được trạng thái cân bằng.

*Bảng 2. Giá trị độ kiềm của các nghiệm thức*

| Nghiệm thức | Đơn vị | NTĐC | NT1 | NT2 | NT3 | NT4 | NT5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Độ kiềm $_{HCO_3^-}$ | mg/L | 1.766,67 | 1.833,33 | 1.900,00 | 2.066,67 | 2.165,80 | 2.266,67 |
| Độ kiềm $_{CaCO_3}$ | mg/L | 1.866,67 | 1.933,33 | 2.069,33 | 2.200,00 | 2.366,67 | 2.663,33 |

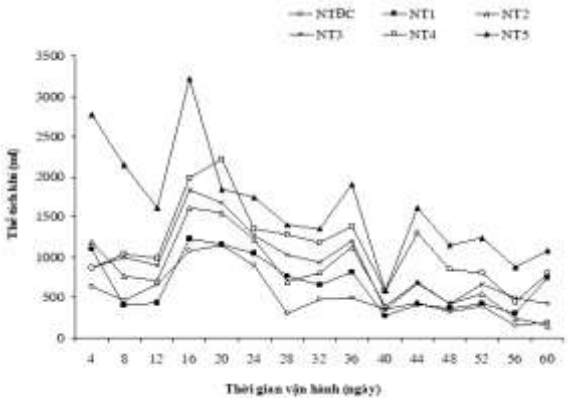
Quá trình yếm khí xảy ra ba giai đoạn, trong đó giai đoạn hai là sự chuyển hóa các hợp chất hữu cơ đơn giản sản xuất được ở giai đoạn một thành axit axetic ($CH_3COOH$), khí hydro ($H_2$) và khí cacbonic ($CO_2$) [4 và 5]. Khí $CO_2$ là một loại khí dễ hòa tan trong nước và $CO_2$ kết hợp với nước phụ thuộc vào giá trị pH của nước [6]. Như vậy, khí $CO_2$ sinh ra từ việc chuyển hóa các hợp chất hữa cơ đơn giản trong giai đoạn hai được hòa tan trong nước (chứa trong lòng mẻ ủ) có một phần bị vi khuẩn yếm khí khử thành $CH_4$, một phần tạo độ kiềm cho mẻ ủ và khí $CO_2$ sinh ra tiếp tục lặp lại quá trình này và phần thừa thoát ra khỏi lòng mẻ ủ đi vào túi nhôm chứa khí. Độ kiềm cần phải được giữ ở khoảng 1.000 – 5.000 mg/L để tạo khả năng đệm tốt cho nguyên liệu nạp. Từ kết quả Bảng 2 cho thấy mẻ ủ có được độ kiềm ổn định trong suốt quá trình ủ [7].

Hoạt động của vi khuẩn sinh $CH_4$ chịu ảnh hưởng rất mạnh của nhiệt độ môi trường. Trong điều kiện tự nhiên, nhiệt độ thích hợp của chúng từ 30 – 40 °C, nhiệt độ thấp hoặc thay đổi đột ngột đều làm cho quá trình sinh $CH_4$ yếu đi [8]. Vi sinh vật ưa ấm từ 25 – 40 °C [5], như vậy nhiệt độ môi trường của các nghiệm thức dao động từ 25 – 28 °C phù hợp cho các vi sinh vật ưa ấm phân hủy các hợp chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí.

### 4.2. Thể tích khí biogas sinh ra

Hình 3 cho thấy, thể tích khí biogas biến thiên không ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm, nhìn chung ở 12 ngày đầu thể tích biogas sinh ra còn thấp, sau đó tăng cao và đạt cực đại ở ngày thứ 16 (riêng NTĐC và NT4 đạt cực đại ở ngày thứ 20). Sau đó, thể tích biogas ở các nghiệm thức có xu hướng giảm và lại tăng cao ở ngày thứ 36 rồi tiếp tục giảm thấp ở ngày thứ 40.

Đến ngày thứ 44 thì lại tăng và sau đó lại giảm ở ngày thứ 48. Đến ngày thứ 52 thì thể tích biogas lại tăng trở lại nhưng tăng ít rồi giảm về sau. Thể tích biogas sinh ra ở các nghiệm thức có xu hướng giảm theo thời gian, do lượng rơm sau ủ nấm được sử dụng khác nhau giữa các nghiệm thức nên chất hữu cơ đã bị phân hủy không đồng đều, do đó lượng khí sinh ra khác biệt giữa các nghiệm thức.

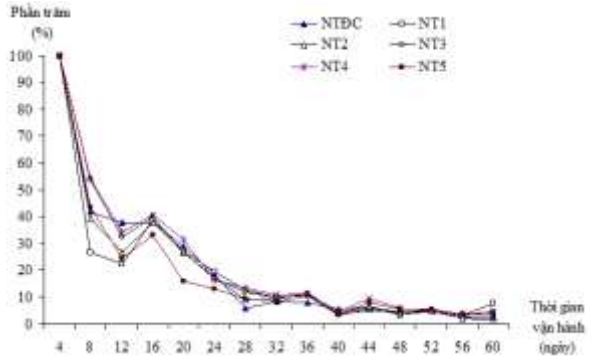



*Hình 3. Thể tích khí biogas sinh ra.*

Thể tích khí biogas sinh ra được đo tích lũy cộng dồn trong 60 ngày thí nghiệm. Kết quả ghi nhận cho thấy, khả năng sinh khí biogas của bùn thải đáy ao nuôi cá tra thâm canh (NTĐC) vẫn đạt được một thể tích khí nhất định nhưng với thể tích sinh ra ít so với các nghiệm thức khác. Ở NT1 đến NT5 có sự phối trộn giữa bùn đáy ao cá tra với rơm sau ủ nấm, thì thể tích khí biogas sinh ra được tăng lên đáng kể. Từ đó cho thấy việc kết hợp hai loại chất thải là bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh và phụ phẩm rơm sau ủ nấm rơm là có hiệu quả hơn về mặt sinh khí biogas.

### 4.3. Thời gian tồn lưu của mẻ ủ

Thời gian tồn lưu của mẻ ủ là thời gian nguyên liệu nằm trong thùng ủ yếm khí. Chính trong thời gian này nguyên liệu bị phân hủy yếm khí và sinh khí biogas. Với chế độ nạp theo từng mẻ thì thời gian tồn lưu chính là thời gian từ lúc nạp nguyên liệu đến lúc lấy nguyên liệu ra [8]. Thời gian tồn lưu ngắn, các vi khuẩn không phân hủy kịp nguyên liệu, còn thời gian tồn lưu dài thì tích lũy nhiều cặn lắng. Thời gian tồn lưu tối ưu biến thiên từ 10 – 60 ngày [5].




*Hình 4. Phần trăm thể tích khí biogas sinh ra.*

Qua Hình 4 cho thấy phần trăm sinh khí còn lại theo chu kỳ đo của các nghiệm thức so với tổng thể tích khí tích lũy trong 60 ngày thí nghiệm có khuynh hướng giảm dần, điều này cho thấy rằng các hợp chất hữu cơ trong nguyên liệu của các nghiệm thức phân hủy giảm dần. Tuy nhiên, sự phân hủy này có sự dao động giữa các chu kỳ đo trong cùng một nghiệm thức và sự phân hủy cũng không đồng đều giữa các nghiệm thức. Đến ngày 40, tất cả các nghiệm thức có phần trăm thể tích khí sinh khí còn lại so với tổng thể tích khí tích lũy giảm đồng loạt dưới 10%. Từ ngày 44 đến ngày 60 thì các nghiệm thức có phần trăm sinh khí so với tổng thể tích khí tích lũy tăng trở lại nhưng không đáng kể so với ngày 40 và cũng dưới 10%. Cũng theo hình 4 thì hầu hết thể tích khí sinh ra ở các nghiệm thức giảm thấp nhất ở ngày 40 và thể tích khí thu được trong ngày 40 cũng không đáng kể, từ ngày 44 đến ngày 60 thì thể tích sinh khí có sự tăng trở lại so với ngày 40 nhưng cũng giảm dần và cũng không đáng kể. Từ việc so sánh phần trăm thể tích khí sinh ra so với tổng thể tích khí tích luỹ và thể tích khí sinh ra trong ngày thì cho thấy thời gian tồn lưu hợp lý của mẻ ủ là tối đa 40 ngày. Việc này cho thấy nếu kéo dài thời gian tồn lưu đến 60 ngày thì tổng thể tích khí sinh ra nhận được trong 20 ngày tăng thêm là không nhiều, đồng thời phần trăm sinh khí cũng không lớn (< 10%).

### 4.4. Thời gian sinh khí cực đại của mẻ ủ

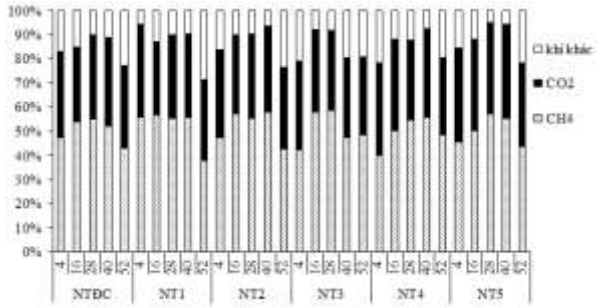
Ban đầu mẻ ủ trong điều kiện thiếu oxy, các vi khuẩn yếm khí xuất hiện và sau đó phát triển [5]. Mẻ ủ trong thời gian khoảng 07 ngày đầu

thì lượng khí sinh ra ít do các vi khuẩn cần có thời gian "thích nghi" và phát triển mạnh. Mẻ ủ chỉ hoạt động ổn định sau khi vận hành khoảng 14 ngày.

Kết quả trình bày ở Hình 4 cho thấy các nghiệm thức có thể tích sinh khí cực đại ở chu kỳ đo là ngày 16, riêng NTĐC và NT4 có thể tích sinh khí đạt cực đại ở ngày thứ 20, điều này phù hợp với nghiên cứu trên.

### 4.5. Thành phần khí biogas

Thành phần % của khí biogas (từ nguyên liệu bùn, phế phẩm nông nghiệp...) có khí $CH_4$ chiếm 55 – 65%, khí $CO_2$ chiếm 35 – 45%, khí $N_2$ khoảng 3%, khí $H_2$ khoảng 1% và khí $H_2S$ khoảng 1% [5]. Mặt khác theo [8] thì hàm lượng $CH_4$ chiếm 50 – 70%, khí $CO_2$ chiếm 35 – 45%, khí $N_2$ khoảng 3%, khí $H_2$ khoảng 3%, khí $H_2S$ khoảng 3% và khí $O_2$ khoảng 3%. Trong điều kiện vi sinh vật hoạt động kém thì thành phần phần trăm khí $CH_4$ bị giảm còn 40 – 50%. Ngoài ra, thành phần khí biogas phụ thuộc vào loại nguyên liệu, diễn biến các quá trình sinh học, thời gian phân huỷ và nhiệt độ môi trường.




*Hình 5. Phần trăm thành phần khí biogas.*

Kết quả đo đạc khí thành phần của các nghiệm thức cho thấy, khí $CH_4$ của các nghiệm thức dao động từ 52,89 – 54,29%, khí $CO_2$ của các nghiệm thức dao động từ 35,11 – 39,07% và các khí còn lại từ 6,64 – 12%.

Phần trăm khí $CH_4$ khá thấp so với các tài liệu tham khảo [9] do hàm lượng lignin khoảng 14% trong rơm rạ, lượng lignin cao cũng ảnh hưởng tới quá trình sinh khí biogas [4]. Ngoài ra, trong thời gian thí nghiệm, có những ngày nhiệt độ môi trường thấp (do trời mưa) nên hoạt động của vi sinh vật ít nhiều cũng bị ảnh hưởng.

### 4.6. Năng suất sinh khí biogas

Năng suất sinh khí của mẻ ủ biến thiên theo chế độ nạp, loại nguyên liệu nạp, điều kiện môi trường trong mẻ ủ… Người ta ước tính có khoảng 0,2 – 1,11 $m^3$ khí biogas được sinh ra từ một kg vật chất khô của nguyên liệu nạp [5]. Mặt khác, khả năng sinh khí của lá cây tính trên tổng các chất rắn là 0,5 $m^3$/kg*ngày [5] và năng suất sinh khí của rơm rạ khô là 0,0015 – 0,002 $m^3$/kg nguyên liệu tươi*ngày [8].

*Bảng 3. Năng suất khí biogas ($m^3$/ngày*kgODM$_{phânhủy}$) của các nghiệm thức*

| Nghiệm thức | NTĐC | NT1 | NT2 | NT3 | NT4 | NT5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tổng thể tích khí biogas ($m^3$*$10^{-3}$/ngày) | 0,13 | 0,17 | 0,20 | 0,23 | 0,28 | 0,40 |
| ODM$_{phân\ hủy}$ (kg*$10^{-3}$/ngày) | 0,85 | 0,97 | 1,04 | 1,14 | 1,27 | 1,44 |
| Năng suất sinh khí biogas ($m^3$/ngày*kgODM$_{phân\ hủy}$) | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,28 |

Kết quả Bảng 3 cho thấy năng suất sinh khí biogas của hỗn hợp bùn đáy ao cá tra thâm canh kết hợp rơm sau ủ nấm dao động từ 0,17 – 0,28 $m^3$/ngày * kgODM$_{phân\ hủy}$. Kết quả này cho thấy sự phối trộn hai nguyên liệu rơm sau ủ nấm và bùn đáy ao cá tra thâm canh cho năng suất sinh khí đáng kể so với không phối trộn.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

Khả năng sinh khí biogas của hỗn hợp bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm được cải thiện đáng kể nếu gia tăng tỷ lệ phối trộn của rơm sau ủ nấm vào hỗn hợp ủ.

Thành phần phần trăm khí biogas dao động với hàm lượng khí $CH_4$ từ 52,89 – 54,29% và khí $CO_2$ từ 35,11 – 39,07%. Năng suất sinh khí biogas dao động từ 0,17 – 0,28 $m^3$/kgODM$_{phân\ hủy}$*ngày.

Thời gian phân hủy các hợp chất hữu cơ cho lượng khí biogas cực đại là 16 ngày, có thể kéo dài đến 20 ngày. Khi thiết kế hệ thống ủ thực tế, thông số này nên chọn từ 16 ngày trở xuống để đảm bảo tính kinh tế của dự án. Thời gian tồn lưu tối đa của mẻ ủ phối trộn rơm sau

ủ nấm và bùn đáy ao cá tra thâm canh nạp trong điều kiện ủ yếm khí hoạt động theo mẻ là 40 ngày.

Kiến nghị phát triển kết quả nghiên cứu, cần thí nghiệm trên mô hình lớn hơn để thể tích khí sinh ra trong ngày cao hơn nhằm rút ngắn chu kỳ đo, hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khi trữ khí dài ngày. Bố trí thêm thí nghiệm nạp theo bán liên tục, hoặc liên tục để có kết luận tổng quát hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Nguyễn Thanh Phương, 1998. Cage culture of Pangasius catfish in Mekong delta, Viet Nam. Luận văn Tiến sĩ. National Isstitute Polytechnique of Toulouse, France.

[2] Lê Bảo Ngọc, 2004. Đánh giá chất lượng môi trường ao nuôi cá Tra (Pangasius hypophthalmus) thâm canh ở xã Tân Lộc, huyện Thốt Nốt, Thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi trường, Đại học Cần Thơ.

[3] Nguyễn Bảo Vệ và Nguyễn Thành Hối, 2008. Vì sao rơm rạ gây ngộ độc hữu cơ cho cây lúa. http://www.agpps.com.vn/index.php?option=com_content& task=view&id=359.

[4] Ngô Kế Sương và Nguyễn Lân Dũng, 1997. Sản xuất khí đốt (Biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí. Nhà xuất bản Nông nghiệp, trang 60 – 75.

[5] Lê Hoàng Việt, 2005. Quản lý và xử lý chất thải hữu cơ. Giáo trình Đại học Cần Thơ, trang 55 – 66.

[6] Nguyễn Văn Bảo, 2002. Hóa nước. Nhà xuất bản Xây dựng, trang 32.

[7] Lê Hoàng Việt, 2000. Nguyên lý các quy trình xử lý nước thải. Giáo trình Đại học Cần Thơ, trang 156.

[8] Nguyễn Quang Khải, 2009. Công nghệ khí sinh học. Nhà xuất bản Lao động Xã hội, trang 13 – 20.

[9] Nguyễn Lân Dũng, 2011. Nông dân đốt rơm rạ sau thu hoạch: Thiếu hiểu biết và lãng phí lớn. http://haiphongonline.net/blog/2011/07/10/nong-dan-

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# SẢN SUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ BÙN ĐÁY AO NUÔI CÁ TRA (PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS) THÂM CANH KẾT HỢP VỚI RƠM SAU Ủ NẤM

**Sinh viên:** Lê Trần Kim Ngọc, Nguyễn Ánh Mai Thy, Đinh Gia Bội, Đặng Nhân Ái

**Giảng viên hướng dẫn:** Nguyễn Trường Thành

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Cần Thơ

## Giới thiệu

Việc nuôi cá da trơn thâm canh trong bè hoặc trong ao với việc sử dụng hoàn toàn thức ăn chế biến sẽ thải ra lượng thức ăn thừa (dưới dạng bùn) trực tiếp vào môi trường sông rạch hoặc ao nuôi. Hằng năm, mỗi ha đất lúa cao sản ở ĐBSCL đã cho ra một lượng rơm rạ rất lớn từ 10 đến 15 tấn/ha (trung bình mỗi tấn lúa có 1 tấn rơm rạ).

Như vậy, bùn thải từ đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm sẽ:

i/ Nguồn gây ô nhiễm cho môi trường nếu vứt bỏ chúng bừa bãi sau thu hoạch;

ii/ Nguồn nguyên liệu với nguồn dưỡng chất dồi dào và số lượng lớn;

iii/ Tận dụng ủ yếm khí theo mẻ để sản xuất khí biogas.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

**Mục đích:** Mục đích nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng sinh khí biogas từ nguồn bùn thải đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm với các tỷ lệ phối trộn C/N khác nhau, xác định thời gian tồn lưu của hỗn hợp mẻ ủ thích hợp và năng suất sinh khí biogas trên lượng hợp chất hữu cơ có trong nguyên liệu.

**Đối tượng nghiên cứu**: Đối tượng nghiên cứu là bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh của vùng Đồng bằng sông Cửu Long và rơm sau ủ nấm rơm của người dân.

## Phương pháp/Nội dung

Nghiên cứu này được tiến hành với 5 nghiệm thức phối trộn hai loại nguyên liệu theo tỷ lệ COD:N:P phù hợp cho hệ vi khuẩn yếm khí hoạt động và một mẫu đối chứng ủ yếm khí theo mẻ trong phòng thí nghiệm với bình lên men 20 lít.

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ như nhiệt độ, pH, độ kiềm được ghi nhận, thể tích khí và phần trăm khí thành phần được đo đạc 4 ngày/lần trong suốt 60 ngày thí nghiệm.

**Hình 1. Bộ thí nghiệm ủ yếm khí theo mẻ**

***Xác định các thông số sau:***

- Các yếu tố ảnh hưởng đến mẻ ủ yếm khí
- Thể tích khí biogas sinh ra
- Thời gian tồn lưu của mẻ ủ
- Thời gian sinh khí cực đại của mẻ ủ
- Thành phần khí biogas
- Năng suất sinh khí biogas

## Kết quả & bàn luận

- Các yếu tố ảnh hưởng như pH, độ kiềm cho thấy trong suốt quá trình ủ, các nghiệm thức hoạt động ổn định và hệ thống đạt được trạng thái cân bằng.
- Thể tích biogas sinh ra ở các nghiệm thức có xu hướng giảm theo thời gian, do lượng rơm sau ủ nấm được sử dụng khác nhau giữa các nghiệm thức nên chất hữu cơ đã bị phân hủy không đồng đều, do đó lượng khí sinh ra khác biệt giữa các nghiệm thức. Kết quả cho thấy việc kết hợp hai loại chất thải là bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh và phụ phẩm rơm sau ủ nấm rơm là có hiệu quả về mặt sinh khí biogas.
- Từ việc so sánh phần trăm thể tích khí sinh ra so với tổng thể tích khí tích lũy và thể tích khí sinh ra trong ngày cho thấy thời gian tồn lưu hợp lý của mẻ ủ là tối đa 40 ngày. Việc này cho thấy nếu kéo dài thời gian tồn lưu đến 60 ngày thì tổng thể tích khí sinh ra nhận được trong 20 ngày tăng thêm là không nhiều, đồng thời phần trăm sinh khí cũng không lớn (< 10%).
- Thể tích sinh khí cực đại ở chu kỳ đo là ngày 16, riêng NTĐC và NT4 có thể tích sinh khí đạt cực đại ở ngày thứ 20.
- Thành phần khí của các nghiệm thức cho thấy, khí $CH_4$ của các nghiệm thức dao động từ 52,89 - 54,29%, khí $CO_2$ của các nghiệm thức dao động từ 35,11 - 39,07% và các khí còn lại từ 6,64 - 12%.
- Năng suất sinh khí biogas của hỗn hợp bùn đáy ao cá tra thâm canh kết hợp rơm sau ủ nấm dao động từ 0,17 - 0,28 $m^3$/ngày*$kgODM_{phân\ hủy}$.

## Kết luận

Khả năng sinh khí biogas của hỗn hợp bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh và rơm sau ủ nấm được cải thiện đáng kể nếu gia tăng tỷ lệ phối trộn của rơm sau ủ nấm vào hỗn hợp ủ.

Thành phần phần trăm khí biogas dao động với hàm lượng khí $CH_4$ từ 52,89 - 54,29% và khí $CO_2$ từ 35,11 - 39,07%. Năng suất sinh khí biogas dao động từ 0,17 - 0,28 $m^3$/kg $ODM_{phânhủy}$*ngày.

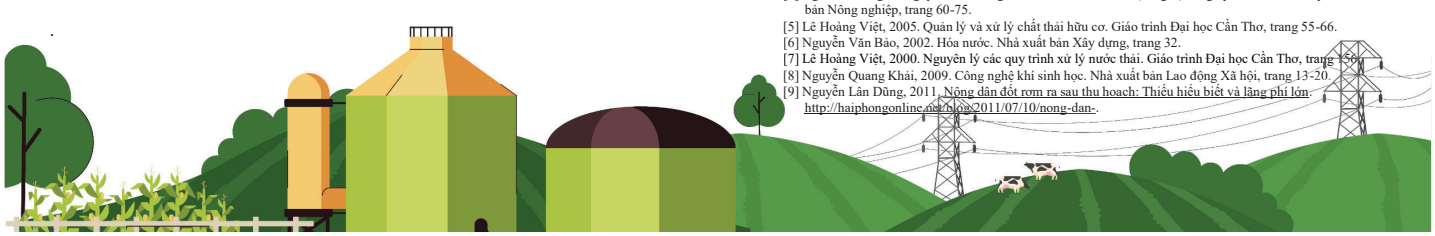
Thời gian phân hủy các hợp chất hữu cơ cho lượng khí biogas cực đại là 16 ngày, có thể kéo dài đến 20 ngày. Khi thiết kế hệ thống ủ thực tế, thông số này nên chọn từ 16 ngày trở xuống để đảm bảo tính kinh tế của dự án. Thời gian tồn lưu tối đa của mẻ ủ phối trộn rơm sau ủ nấm và bùn đáy ao cá tra thâm canh nạp trong điều kiện ủ yếm khí hoạt động theo mẻ là 40 ngày.

## Kiến nghị, hướng phát triển

Cần thí nghiệm trên mô hình lớn hơn để thể tích khí sinh ra trong ngày cao hơn nhằm rút ngắn chu kỳ đo, hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khi trữ khí dài ngày. Bố trí thêm thí nghiệm nạp theo bán liên tục, hoặc liên tục để có kết luận tổng quát hơn.

## Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Thanh Phương, 1998. Cage culture of Pangasius catfish in Mekong delta, Viet Nam. Luận văn Tiến sĩ. National Isstitute Polytechnique of Toulouse, France.
[2] Lê Bảo Ngọc, 2004. Đánh giá chất lượng môi trường ao nuôi cá Tra (Pangasius hypophthalmus) thâm canh ở xã Tân Lộc, huyện Thốt Nốt, Thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi trường, Đại học Cần Thơ.
[3] Nguyễn Bảo Vệ và Nguyễn Thành Hối, 2008. Vì sao rơm rạ gây ngộ độc hữu cơ cho cây lúa. http://www.agpps.com.vn/index.php?option=com_content& task=view&id=359.
[4] Ngô Kế Sương và Nguyễn Lân Dũng, 1997. Sản xuất khí đốt (Biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí. Nhà xuất bản Nông nghiệp, trang 60-75.
[5] Lê Hoàng Việt, 2005. Quản lý và xử lý chất thải hữu cơ. Giáo trình Đại học Cần Thơ, trang 55-66.
[6] Nguyễn Văn Bảo, 2002. Hóa nước. Nhà xuất bản Xây dựng, trang 32.
[7] Lê Hoàng Việt, 2000. Nguyên lý các quy trình xử lý nước thải. Giáo trình Đại học Cần Thơ, trang 5-9.
[8] Nguyễn Quang Khải, 2009. Công nghệ khí sinh học. Nhà xuất bản Lao động Xã hội, trang 13-20.
[9] Nguyễn Lân Dũng, 2011. Nông dân đốt rơm ra sau thu hoạch: Thiếu hiểu biết và lãng phí lớn. http://haiphongonline.net/hoa/2011/07/10/nong-dan-.



# ID14
# HỆ THỐNG LỌC KHÍ $H_2S$ TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP

***Vũ Minh Quang*[(1)], **Đinh Ngọc Linh*[(2)]**

*[(1)]Lớp 10A5 THCS và THPT Newton; quangbb25@gmail.com*

*[(2)]Lớp 11A6 THPT Chuyên Ngoại ngữ; linhdinhngoc24@gmail.com*

*Người hướng dẫn: Phạm Nguyệt Ánh, Trường Đại học Thủy lợi; anhpn@tlu.edu.vn*

## TÓM TẮT

Hệ thống lọc khí $H_2S$ trong biogas bằng bụi thải của lò luyện thép là một mô hình phụ trợ cho các công trình khí sinh học. Nó có vai trò nâng cao hiệu quả của khí sinh học bằng cách loại bỏ khí $H_2S$ trong hỗn hợp khí biogas nhằm nâng cao tuổi thọ của các thiết bị trong hệ thống. Hơn thế nữa, giải pháp này còn sử dụng bụi lò luyện thép (chất thải) để xử lý sẽ làm giảm chi phí. Hiệu quả xử lý $H_2S$ đạt 80 – 96,5% ở nhiệt độ phòng.

**TỪ KHÓA:** *Xử lý $H_2S$; lọc $H_2S$, hấp phụ, bụi lò luyện thép.*

## 1. GIỚI THIỆU

Khí sinh học là một loại khí hữu cơ được tạo ra từ sự phân hủy của nhiều chất hữu cơ khác nhau như phế phụ phẩm nông nghiệp nông nghiệp, công nghiệp chế biến thực phẩm, chất thải bãi chôn lấp, nước thải công nghiệp, nước thải chăn nuôi. Khí sinh học thô bao gồm chủ yếu là methane ($CH_4$ khoảng 40 – 75% thể tích) và carbon dioxide ($CO_2$, 15 – 60%) cùng các thành phần khác như hơi nước ($H_2O$ 5 – 1%), hydrogen sulfide ($H_2S$, nồng độ từ vài trăm đếm hàng nghìn phần triệu – ppm) [1, 4, 5].

Theo đánh giá của Tổng cục Thống kê, năm 2020, tình hình sản xuất chăn nuôi của cả nước được duy trì tốt, hầu hết các đối tượng vật nuôi đều tăng trưởng và phát triển.

Sử dụng các hầm yếm khí để xử lý chất thải chăn nuôi là là một giải pháp tránh gây ô nhiễm môi trường xung quanh và đồng thời chuyển đổi chất thải thành nguồn năng lượng khí hữu ích. Theo thống kê đến năm 2014, với trên 500.000 công trình yếm khí thu biogas hiện có trên cả nước, khoảng 450 triệu $m^3$ khí sinh học đã được tạo ra mỗi năm, trong đó có hơn 2.000 công trình khí sinh học quy mô vừa (trên 50 $m^3$) và lớn (trên 500 $m^3$). Khí sinh học này bao gồm khí $CH_4$ (50,60%); $CO_2$ (> 30%) và $H_2S$ (> 7%) còn lại là các chất khác như hơi nước $N_2$, $O_2$, CO,… [3] Các khí sinh học này hiện tại đang được sử dụng làm chất đốt cho các hộ gia đình và cấp nhiệt cho nồi hơi của các trang trại lớn, một phần không thu gom được thải ra ngoài bầu khí quyển và gây hiệu ứng nhà kính, một phần lớn đang được nghiên cứu tối ưu hóa trong sản xuất điện từ khí sinh học. Tuy nhiên, một nhược điểm của khí sinh học từ các hầm yếm khí là nhiệt trị thấp do khí $CO_2$ cao (> 30%) và khí $H_2S$ (> 7%), hai khí này có bản chất mang tính axit, là một trong những thành phần gây nên hiện tượng ăn mòn trong các thiết bị khi vận hành. Hơn thế nữa, những khí này khi tiếp xúc với $O_2$ trong không khí, ngay cả một lượng nhỏ cũng có thể gây ăn mòn và lắng đọng lưu huỳnh nguyên tố ($2H_2S + O_2 \rightarrow 1/4S_8 + 2H_2O$) [2]. Vì vậy, khí sinh học đang gặp rất nhiều trở ngại trong quá trình sử dụng, dẫn đến việc thải trực tiếp ra môi trường, gây ra các vấn đề ô nhiễm nghiêm trọng và gây lãng phí tài nguyên.

Có một số giải pháp nhằm nâng cao chất lượng của khí sinh học như nghiên cứu Đại học

Đà Nẵng đã sử dụng phoi sắt để xử lý $H_2S$, nghiên cứu của Trung tâm Lọc hóa dầu Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh thực hiện hấp phụ dựa trên bùn đỏ. Tuy nhiên, đây chỉ là các nghiên cứu sơ bộ và chưa có kết quả cụ thể có thể ứng dụng và có giá trị thương mại. Các nghiên cứu này chỉ dừng lại ở quy mô nhỏ hoặc phòng thí nghiệm.

Mặt khác, quá trình sản xuất luyện gang thép phát sinh lượng lớn chất thải bao gồm khí thải, tro bụi thải, các loại chất thải rắn, chất thải nguy hại và nước thải. Ước tính để sản xuất 1 tấn thép sẽ thải ra từ 0,5 đến 1 tấn xỉ, 10.000 $m^3$ khí thải, 100 kg bụi, thành phần chủ yếu là các oxit kim loại, các loại oxit khác (FeO, MnO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, CaO, MgO). Chỉ tính riêng cho 1 nhà máy luyện thép thuộc Công ty CP Gang thép Thái Nguyên với sản lượng sản xuất 35.000 tấn/tháng, lượng bụi lò phát sinh ước tính từ khoảng 300 – 400 tấn bụi/tháng tương đương 4.000 – 5.000 tấn bụi/năm. Khối lượng bụi thải luyện thép phát sinh tại các nhà máy, công ty sản xuất trong nước là rất lớn. Bụi thải này là một vật liệu xử lý khí $H_2S$ vô cùng hiệu quả.

Một giải pháp cho vận hành nhóm đưa ra nhằm nâng cao chất lượng khí sinh học và hướng tới nền kinh tế tuần hoàn và giảm thiểu chi phí là "**Hệ thống lọc khí $H_2S$ trong biogas bằng bụi thải của lò luyện thép**". Hệ thống này sẽ đi cùng với các công trình xử lý yếm khí và các công trình sử dụng khí sinh học phía sau như phát điện, đốt cháy cấp nhiệt lò hơi, v.v.. Hệ thống bao gồm: một bơm áp lực (1); một hệ thống hấp phụ quay (2); hệ thống gia nhiệt cho lò quay (3) và cảm biến nhiệt độ (4).

## 2. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Mục đích: Thiết lập hệ xử lý $H_2S$ nhằm nâng cao chất lượng khí sinh học.

Đối tượng: Khí sinh học (biogas trong các công trình xử lý yếm khí) và bụi thải lò luyện thép ($Fe_2O_3$; FeO, MnO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, CaO, MgO…).

## 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG/NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Một hệ kín được xây dựng trong phòng thí nghiệm, đưa vật liệu ống dạng tĩnh là lắc, khí sinh học (biogas) được đưa vào qua vật liệu hấp phụ (bụi lò luyện thép) ở hai trạng thái phản ứng tĩnh và quay. Khí $H_2S$ được phân tích trước và sau mỗi lần thí nghiệm theo nguyên lý sau: Hơi $H_2S$ được hấp thụ vào dung dịch cadimi sulfat cho tác dụng với dung dịch p – amino.

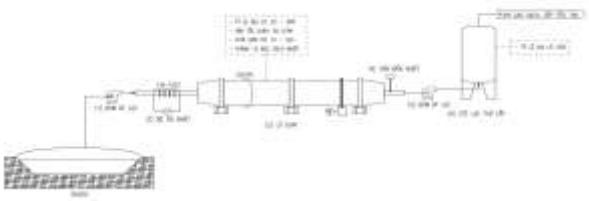
$$HgCl_4^{2-} + SO_2 + H_2O = [HgCl_2SO_3]^{2-} + 2H^+ + 2Cl^-$$

Sản phẩm tạo thành pararosanilin đã axit hoá với sự có mặt của formaldehit tạo thành hợp chất màu tím đỏ pararosanilin metyl sunfonic axit. Sau đó dùng phương pháp so màu để xác định nồng độ.

Thí nghiệm được thực hiện trong chế độ hấp phụ ở các điều kiện về nhiệt độ, có khuấy trộn, phản ứng tĩnh, thay đổi thể tích vật liệu hấp phụ.

## 4. KẾT QUẢ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 4.1. Mô hình đề xuất và nguyên lý hoạt động



*Hình 1. Mô hình miêu tả.*

Khí sinh học (biogas) được sinh ra từ quá trình xử lý yếm khí trong các chuồng trại được bơm áp lực (1) bơm vào lò quay (2) tại lò quay bụi thải của nhà máy luyện thép được đưa vào với tỷ lệ khác nhau thể tích của lò, lò có vận tốc quay liên tục với vận tốc từ 0 – 50 vòng/phút để quá trình tiếp xúc của bụi lò với khí biogas một cách tốt nhất. Tại đây, một thanh nhiệt (3) cấp nhiệt độ cho lò ở nhiệt độ 20 – 50 ºC nhằm tăng cao hiệu suất hấp phụ hóa học của sắt và khí $H_2S$. Nhiệt độ trong lò luôn được giữ ổn định bởi cảm biến đo nhiệt độ (4). Quá trình hấp phụ

giữa sắt với khí $H_2S$ được diễn ra, thời gian lưu của khí trong lò quay là 15 – 40 giây. Sau đó, hỗn hợp khí được đưa qua bơm (5) qua cột lọc hấp phụ thứ cấp (6). Thời gian lưu của khí được điều khiển bởi bơm áp lực. Sau thời gian hấp phụ khí sinh học sẽ có hiệu quả cao hơn để đưa vào các công trình sử dụng khí cấp nhiệt hoặc sản xuất điện sinh học (Hình 1).

### 4.2. Kết quả nghiên cứu

Một mô hình xử lý khí $H_2S$ được sử dụng công nghệ lò quay và bụi thải của nhà máy luyện thép góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng của khí sinh học với chi phí thấp. Kết quả nghiên cứu ban đầu của nhóm nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý khí $H_2S$ tốt nhất ở điều kiện như sau: vật liệu hấp phụ nằm trong khoảng 1/8 – 1/4 thể tích bình phản ứng; Thời gian khí tối ưu là 20 – 25 s. Nhiệt độ hấp phụ hiệu quả cao ở nhiệt độ 28 – 30 $^oC$, tốc độ khuấy trộn 12 – 15 vòng/phút, hiệu quả xử lý đạt từ 92,8 – 96,5%.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ PHÁT TRIỂN

Đề xuất được mô hình xử lý khí $H_2S$ trong khí sinh học. Tuy nhiên, nghiên cứu đang thực hiện với quy mô nhỏ. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý khí $H_2S$ của bụi lò khá cao và hệ thống vận hành đơn giản, chi phí đầu tư và xử lý thấp. Kết quả này có thể nghiên cứu kỹ với quy mô pilot để khẳng định được khả năng áp dụng vào thực tế nhằm nâng cao chất lượng biogas.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] Ullah Khan, I., Hafiz Dzarfan Othman, M., Hashim, H., Matsuura, T., Ismail, A. F., Rezaei DashtArzhandi, M., & Wan Azelee, I. (2017). Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage. Energy Conversion and Management.

[2] Almenglo, F., Ramírez, M., Gómez, J. M., & Cantero, D. (2016). Operational conditions for start-up and nitrate-feeding in an anoxic biotrickling filtration process at pilot scale. Chemical Engineering Journal.

[3] Soreanu, G., Béland, M., Falletta, P., Edmonson, K., & Seto, P. (2008). Laboratory pilot scale study for H2S removal from biogas in an anoxic biotrickling filter. Water Science and Technology, 57(2).

[4] Almenglo, F., Bezerra, T., Lafuente, J., Gabriel, D., Ramírez, M., & Cantero, D. (2016). Effect of gas-liquid flow pattern and microbial diversity analysis of a pilot-scale biotrickling filter for anoxic biogas desulfurization. Chemosphere.

[5] Fernández, M., Ramírez, M., Gómez, J. M., & Cantero, D. (2014). Biogas biodesulfurization in an anoxic biotrickling filter packed with open-pore polyurethane foam. Journal of Hazardous Materials, 264, 529 – 535.

[6] Anh, H., 2022. *Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators.* Hanoi, s.n.

[7] Anon., n.d. [Online] Available at: https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[8] Anon., n.d. [Online] Available at: https://www.ansys.com/

[9] Anon., November 2013. *ANSYS Fluent Theory Guide.* s.l.:ANSYS, Inc..

[10] Bairstow, J., 2022. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Loss Prevention in.* [Online] Available at: https://www.energylivenews.com/2017/05/16/eu-food-waste-produces-170m-tonnes-of-co2-a-year/

[11] Matevž Zupanˇciˇc, V. M. M. M. F. C. a. I. G., 2022, 14, 1823.. *Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide.* s.l.:s.n.

[12] Yvonne Vögeli, C. R. L. A. G. S. D. C. Z., n.d. *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).* Dübendorf: s.n.

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE School of Electrical and Electronic Engineering

# TÊN ĐỀ TÀI: HỆ THỐNG LỌC KHÍ $H_2S$ TRONG BIOGAS BẰNG BỤI THẢI CỦA LÒ LUYỆN THÉP


**Sinh viên:** Vũ Minh Quang, Đinh Ngọc Linh

**Giảng viên hướng dẫn:** Phạm Nguyệt Ánh

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Thủy lợi


## Giới thiệu

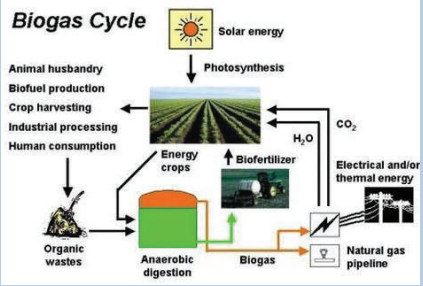
Theo thống kê đến năm 2014, với trên 500.000 công trình yếm khí thu biogas hiện có trên cả nước và khoảng 450 triệu $m^3$ khí sinh học đã được tạo ra mỗi năm.

Khí sinh học này bao gồm khí $CH_4$ (50 - 60%); $CO_2$ (> 30%) và $H_2S$ (> 7%) còn lại là các chất khác như hơi nước $N_2$, $O_2$, CO,… Hiện nay, tận dụng nguồn biogas làm nhiên liệu đốt hay dùng để phát điện là một nhu cầu thực tế tại đơn vị sản xuất, đặc biệt là các trang trại chăn nuôi. Tuy nhiên, trở ngại lớn nhất trong việc ứng dụng này là nhiệt trị thấp và gây ăn mòn các thiết bị vận hành.

Do vậy, xử lý $H_2S$ (làm sạch biogas) với chi phí thấp và tận dụng các vật liệu sẵn có trong nước vừa giúp tạo ra nhiên liệu chất đốt giá rẻ và sạch, vừa giảm chất ô nhiễm môi trường.

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

- **Mục đích:** Thiết lập hệ xử lý $H_2S$ nhằm nâng cao chất lượng khí sinh học bằng vật liệu sẵn có.
- **Đối tượng nghiên cứu**: Khí sinh học (Biogas), bụi thải của lò luyện thép, hầm Biogas quy mô vừa và nhỏ.



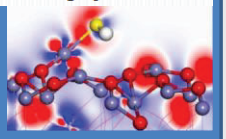

*Hình 1: Quy trình sản xuất và tiêu thụ khí sinh học (Biogas)*

## Phương pháp/Nội dung thực hiện ý tưởng

- **Cơ sở lý thuyết:** Khí $H_2S$ sẽ kết hợp với oxit sắt theo phản ứng: **$Fe_2O_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 3H_2O$ (1); $2Fe_2S_3 + 3O_2 = 2Fe_2O_3 + 6S$ (2)**. Quá trình xử lý khí $H_2S$ bằng phương pháp hấp phụ $Fe_2O_3$ - Sau bão hòa, oxit sẽ được hoàn nguyên bằng oxy không khí để thu lưu huỳnh.

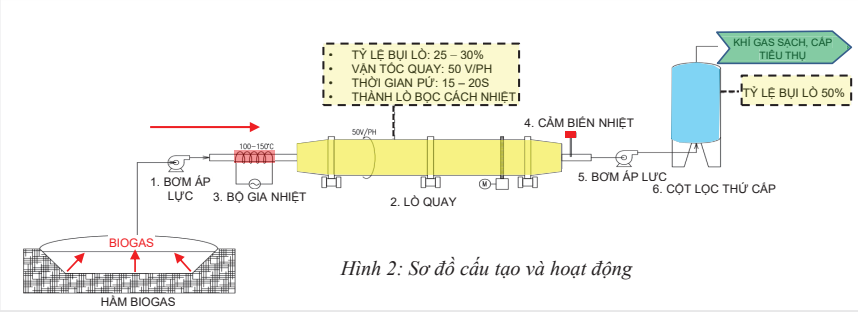
*Các phản ứng hóa học*

$$Fe_2O_3 + 3\,H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 3\,H_2O \quad (1)$$
$$2\,Fe_2S_3 + 3O_2 \rightarrow 2\,Fe_2O_3 + 6S \quad (2)$$



**Nguyên lý của phương pháp: hơi và khí độc đi qua lớp chất hấp phụ bị giữ lại nhờ hiện tượng hấp phụ.**

## Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của hệ thống




*Hình 2: Sơ đồ cấu tạo và hoạt động*

### Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý khí thải $H_2S$ bằng phương pháp hấp phụ

- Vật liệu hấp phụ: 1/8 – 1/4 thể tích bình.
- Nhiệt độ tối ưu: 28 – 30 °C.
- Tốc độ khuấy trộn: 12 -15 v/ph
- Hiệu quả xử lý: 92,8 – 96,5%

*Hình 3: Tác hại của khí $H_2S$*

## Tác hại của khí $H_2S$

- **Khái niệm:** Khí $H_2S$ là khí độc hại, không mầu sắc nhưng có mùi khó chịu (mùi trứng thối). Khí $H_2S$ ít tan trong nước.
- **Nguồn gốc:** Trong sản xuất công nghiệp và trong tự nhiên.
- **Tác hại đối với con người và động vật:** khí rất độc, chỉ cần nồng độ 5 ppm đã gây ngộ độc, chóng mặt, nhức đầu. Nồng độ lớn (700 - 900 ppm) gây tử vong.
- **Tác hại đối với thực vật:** thương tổn lá cây, rụng lá, giảm sinh trưởng…

## Bụi thải lò luyện thép

- **Khái niệm:** là chất thải rắn, độc hại sinh ra trong quá trình luyện thép.
- **Thành phần chủ yếu:** FeO, MnO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, CaO, MgO.

## Kết luận và kiến nghị

- Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý khí $H_2S$ của bụi lò khá cao, hệ thống vận hành đơn giản, chi phí đầu tư và xử lý thấp. Tuy nhiên, nghiên cứu đang thực hiện với quy mô nhỏ.
- Phương pháp này có thể đầu tư, nghiên cứu kỹ hơn với quy mô thử nghiệm (pilot) để khẳng định được khả năng áp dụng vào thực tế nhằm nâng cao chất lượng khí sinh học.

## Tài liệu tham khảo


H. Anh, "Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators," in Springer, Singapore, Hanoi, 2022.

# ID16.
# NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI

***Nguyễn Văn Đức[1], Đoàn Trịnh Hoàng Long[2]***

*[1]Đại học Bách khoa Hà Nội, duc.nv191468@sis.hust.edu.vn*

*[2]Đại học Bách khoa Hà Nội, long.dth191553@sis.hust.edu.vn*

**Tác giả liên hệ: duc.nv191468@sis.hust.edu.vn*

**TÓM TẮT**

Các nhà máy nước thải được thiết kế để xử lý nguồn nước trong khu vực. Tuy nhiên, việc xử lý nước thải lại tốn nhiều năng lượng và chưa được tối ưu. Bài báo này nghiên cứu nhằm tối ưu việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo biogas kết hợp với nguồn năng lượng mặt trời để tự cung cấp năng lượng cho nhà máy hoạt động, hướng đến mục tiêu tự vận hành độc lập của nhà máy (net-zero energy).

## 1. GIỚI THIỆU

Hầm Biogas là công nghệ sản xuất khí sinh học từ các chất thải trong nông nghiệp và chăn nuôi, công nghệ này đã được sử dụng nhiều năm ở Việt Nam. Tuy nhiên, do hiệu quả sử dụng của các hầm Biogas chưa cao, nên những năm gần đây rất ít hộ gia đình và trang trại xây dựng các hầm mới.

Hiệu quả năng lượng trong ngành nước và nước thải ngày càng trở nên quan trọng trong những năm gần đây, các nhà máy xử lý nước thải chiếm gần 35% về mức tiêu thụ năng lượng của tất cả các cơ sở của thành phố. Xả nước thải đã qua xử lý vào các cơ quan tiếp nhận cần tuân thủ các yêu cầu pháp lý hiện hành, đòi hỏi phải sử dụng các công nghệ loại bỏ ô nhiễm hiệu quả và các quy trình xử lý bùn. Hoạt động tối ưu của các nhà máy xử lý nước thải yêu cầu cung cấp điện, cần thiết cho tiến hành các quy trình công nghệ cũng như vận chuyển nước thải. Nhu cầu về điện liên quan đến xử lý nước thải sinh học, ví dụ, trong các hệ thống với bùn hoạt tính, nơi tiêu thụ điện năng cho các lò phản ứng sinh học sục khí là mức 50 – 70%. Tiếp theo, khoảng 35% là điện năng tiêu thụ cho bùn thải quy trình xử lý, phụ thuộc vào công nghệ được áp dụng và thiết bị được sử dụng. Nhu cầu năng lượng của nhà máy xử lý nước thải cũng phụ thuộc vào quy mô của việc lắp đặt (Bảng 1) và công nghệ được sử dụng cho một đặc tính nước thải nhất định cũng như chất lượng nước thải yêu cầu.

*Bảng 1. Mức tiêu thụ năng lượng cụ thể phụ thuộc vào công suất của nhà máy xử lý theo quy mô dân số thực tế*

| ***Dân số*** | ***Số lượng nhà máy*** | ***Năng lượng tiêu thụ (kWh/y)*** |
|---|---|---|
| < 20.000 | 99 | 96 |
| 20.000 – 50.000 | 26 | 48 |
| > 50.000 | 52 | 37 |

Một nhà máy xử lý nước thải đô thị thường bao gồm các giai đoạn sơ cấp, thứ cấp và giai đoạn nâng cao. Thông thường, yêu cầu năng lượng cho các nhà máy xử lý nước thải hoạt tính thông thường dao động từ 0,30 kWh/m$^3$ đến 1,2 kWh/m$^3$, với các giá trị cao nhất đạt được với quá trình nitrat hóa do yêu cầu vận hành hệ thống sục khí. Vận hành quy trình xử lý nước thải bằng các phương pháp hóa học hoặc hóa lý tăng mức tiêu thụ điện lên 1,3 và thậm chí 2,8 kWh/m$^3$, tương ứng. bên trong EU, mức tiêu thụ điện nằm trong khoảng 0,3 – 2,1 kWh/m$^3$ nước thải đã qua xử lý, và 0,41 đến 0,87 kWh/m$^3$ ở

Hoa Kỳ. Các cấp độ công nghệ hiện tại chỉ ra rằng sức mạnh cụ thể mức tiêu thụ nên nằm trong khoảng từ 20 đến 45 kWh mỗi PE mỗi năm. Với một số nhà máy xử lý nước thải chưa được hiện đại hóa, việc vận hành theo công nghệ cũ có thể tăng gấp đôi năng lượng này. Chi phí tạo ra chuyển đổi thành giá thu gom và xử lý nước thải. Do đó, có thể tối ưu hóa các quy trình xử lý nước thải về mặt kỹ thuật bằng cách giảm tỷ lệ tiêu thụ điện. Tuy nhiên, việc giảm cường độ năng lượng của các quá trình này chỉ có thể trong giới hạn nhất định. Vì vậy, ngoài việc hợp lý hóa tiêu dùng, cần phải tìm kiếm các phương pháp khác để thu được năng lượng. Một trong những cách giải quyết vấn đề này và đồng thời giảm thải các sản phẩm đốt có hại và làm chậm tốc độ tiêu thụ tài nguyên nhiên liệu hóa thạch là việc sử dụng các công nghệ sản xuất năng lượng "sạch", cụ thể là cái gọi là các nguồn năng lượng "tái tạo". Chúng tôi nhận thấy tiềm năng của năng lượng biogas sẽ trở thành năng lượng tương lai của toàn thế giới. Hiện nay, lượng nước thải sản xuất trên toàn thế giới đạt 380 tỷ $m^3$. Trong số các khu vực trên thế giới, châu Á tạo ra lượng nước thải lớn nhất (159 tỷ $m^3$, 42% tổng lượng toàn cầu), Bắc Mỹ (67 tỷ $m^3$) và châu Âu (68 tỷ $m^3$). Dự kiến lượng nước thải phát sinh lên tới 574 tỷ $m^3$ (tăng 51% trên mức hiện tại) vào năm 2050. Yêu cầu năng lượng cho mục đích này cũng nên tăng lên. Các chiến lược quản lý năng lượng trong các nhà máy xử lý nước thải đô thị thường bao gồm sản xuất năng lượng tái tạo tại chỗ. Nước thải và bùn thải tốt nguyên liệu cho các quá trình phân hủy kỵ khí, thu hồi nhiệt và thủy điện. Vậy nên nguồn năng lượng biogas đã trở thành một nguồn năng lượng cho tương lai của thế giới.

## 2. NỘI DUNG THỰC HIỆN Ý TƯỞNG

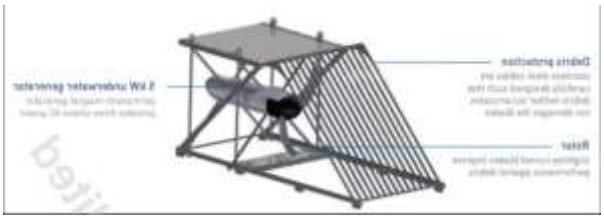
Ba bước quan trọng cần được thực hiện để đạt được một cơ sở NZE chính là sử dụng năng lượng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng, thu hồi năng lượng và sản xuất năng lượng tái tạo.

Điều cần thiết để giảm mức tiêu thụ năng lượng của cơ sở là bước đầu tiên trước khi đề xuất sản xuất năng lượng tái tạo. Chúng ta có thể đạt được chúng bằng cách tập trung vào hoạt động của cơ sở và nghiên cứu dòng năng lượng cho từng thiết bị, điều đó dẫn đến việc nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Ngoài ra, yếu tố quan trọng khác để giảm mức tiêu thụ năng lượng là thu hồi năng lượng lãng phí trong quá trình vận hành của nhà máy. Các bước tiết kiệm nêu trên sẽ giúp giảm thiểu năng lượng hao phí và giảm vốn đầu tư ban đầu vào việc sản xuất năng lượng tái tạo. Do đó, việc lắp đặt các hệ thống được trình bày dưới đây sẽ giúp hệ thống đạt được mục tiêu nhà máy xử lý NZE.

Dựa trên hệ thống vận hành trong cơ sở phân thành bốn loại chính: (1) Động cơ; (2) Khí nén; (3) Thu hồi nhiệt; (4) Hệ thống sưởi, Thông gió và Điều hòa không khí.

Đầu tiên là thay thế các dây curoa thông thường bằng dây curoa chữ V tiết kiệm năng lượng hơn, giúp giảm 2% năng lượng tiêu thụ của động cơ. Thứ hai, chất bôi trơn tổng hợp cho động cơ và hộp số, thay vì chất bôi trơn thông thường, tiết kiệm đến 4% năng lượng. Hệ thống khí nén EEO bao gồm giảm áp suất đặt của máy nén xuống mức tối thiểu theo yêu cầu của mạng lưới, giúp tiết kiệm đáng kể. Ngoài ra, sửa chữa rò rỉ khí trong toàn bộ hệ thống đường ống khí nén. Thu hồi nhiệt được khuyến nghị trong các thiết bị và quy trình cụ thể trong đó nhiệt tạo ra như một sản phẩm phụ có thể được sử dụng để làm nóng trước không khí và nước. Trong trường hợp này, nhiệt thải trong khí thải của lò hơi được thu hồi để sưởi ấm các tòa nhà khác vào mùa đông. Việc tiết kiệm hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí bao gồm việc lắp đặt bản lề lò xo trên cửa bảo trì để ngăn không khí lạnh xâm nhập vào mùa nóng.

Lắp các microturbin ở các bể sục khí biogas: Thu hồi năng lượng từ động năng của dòng nước di chuyển từ dưới lên trên của các bể sục khí, sử dụng lắp đặt bộ máy trộn siêu nhỏ, được đề xuất để tạo ra điện. Chúng được thiết kết nối với máy phát tốc độ thấp để tạo ra điện. các turbine sẽ được thiết kế theo dạng kéo ra để có thể dễ dàng tiến hành bảo dưỡng và bảo trì



*Turbine configuration*

Lượng nhiệt dư thừa tỏa ra ở các thiết bị và của lò hơi được thu hồi lại như một sản phẩm phụ để làm nóng nước hay sưởi ấm cho các tòa nhà vào mùa đông.

Năng lượng mặt trời: Là một nguồn năng lượng khá dồi dào. Đây sẽ là nguồn cung cấp năng lượng chính của nhà máy. Các tấm pin mặt trời chất lượng cao gần như không cần bảo trì, không tạo ra ô nhiễm và hoạt động không gây tiếng ồn. Những khu vực được chọn để lắp các tấm pin bao gồm mái nhà và những khu vực để xe. Các địa điểm được chọn để có thể dễ dàng mở rộng trong tương lai.

*PV panels places (illustrating images)*

## 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Theo số liệu tham khảo, việc thực hiện các nguồn năng lượng tái tạo góp phần tiết kiệm tổng thể 44%, 29% cho điện mặt trời và 15% cho hydrokinetic. Tiết kiệm năng lượng phục hồi 45% chủ yếu là thông qua việc tiết kiệm vi sinh vật khí sinh học là 42% và 3% đối với các vi thủ thuật sục khí. Chúng đã góp phần tiết kiệm 11% năng lượng.

Nhà máy sẽ sử dụng trực tiếp nguồn năng lượng mặt trời và biogas vào ban ngày và chỉ sử dụng năng lượng biogas vào ban đêm. Tuy nhiên, do thời tiết ở Việt Nam thay đổi theo mùa khá rõ rệt nên vào mùa hè nắng gắt, nhà máy sẽ hoạt động ở công suất lớn nhất và phần điện dư thừa sẽ được bán lên lưới điện và ngược lại vào ngày đông hay vào những mùa mưa, nhu cầu về điện lớn hơn nên sản xuất nhà máy sẽ cần mua điện từ lưới điện.

## 4. KẾT QUẢ MONG ĐỢI

Khả năng hình thành nhà máy xử lý nước thải net-zero energy là hoàn toàn khả thi. Với việc sử dụng các hệ thống nguồn năng lượng tái tạo và tận dụng tối đa các nguồn năng lượng trên đã giúp nhà máy tiết kiệm được nhiều nguồn năng lượng lãng phí. Hệ thống sẽ trở thành một khoản đầu tư sinh lời cho một nhà máy net-zero energy.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Anh, H., 2022. *Developed Programmable Logic Controllers with PI-Iterative Learning Control Algorithm a Case Study for BioGas-Based Generators.* Hanoi.

[2] Anon., [Trực tuyến] Available at: https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/

[3] Anon., [Trực tuyến] Available at: https://www.ansys.com/

[4] Anon., November 2013. *ANSYS Fluent Theory Guide.* ANSYS, Inc..

[5] Bairstow, J., 2022. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Loss Prevention in.* [Trực tuyến] Available at: https://www.energylivenews.com/2017/05/16/eu-food-waste-produces-170m-tonnes-of-co2-a-year/

[6] Matevž Zupanˇciˇc, V. M. M. M. F. C. a. I. G., 2022, 14, 1823.. *Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide.*

[7] Yvonne Vögeli, C. R. L. A. G. S. D. C. Z., *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries, Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).* Dübendorf.

**NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN**

Họ và tên: Đoàn Trịnh Hoàng Long
Sinh viên khóa K64
Đại học Bách Khoa Hà Nội
Chuyên ngành định hướng:
Thiết bị điện – điện tử

Họ và tên: Nguyễn Văn Đức
Sinh viên khóa K64
Đại học Bách Khoa Hà Nội
Chuyên ngành định hướng:
Thiết bị điện – điện tử

Bộ Công Thương

Thực hiện bởi giz

Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

SEEE

# TÊN ĐỀ TÀI: NĂNG LƯỢNG BIOGAS, NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI, HƯỚNG ĐẾN NET-ZERO ENERGY CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI


**Sinh viên:** Đoàn Trịnh Hoàng Long & Nguyễn Văn Đức

**Giảng viên hướng dẫn:** Hoàng Anh

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Bách khoa Hà Nội


## Giới thiệu

Việc xử lý nước thải tốn nhiều năng lượng và chưa được tối ưu. Chúng tôi nghiên cứu đến tính khả thi của việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo biogas kết hợp với nguồn năng lượng mặt trời để tự cung cấp năng lượng cho nhà máy hoạt động hướng đến mục tiêu tự vận hành độc lập của nhà máy (net-zero energy).

## Mục đích, đối tượng nghiên cứu

- **Mục đích:** Nghiên cứu hiệu quả năng lượng trong ngành nước và nước thải.
- **Đối tượng nghiên cứu**: Nhà máy xử lý nước thải đô thị.

*Hình 1: Nhà máy xử lý nước thải kết hợp PV*

## Nội dung thực hiện ý tưởng

Ba nội dung quan trọng:

- Sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lương
- Thu hồi năng lượng
- Sản xuất năng lượng tái tạo

*Hình 2: Nhà máy xử lý nước thải kết hợp PV (netzero)*

## Kết quả & bàn luận

- Nhà máy sử dụng kết hợp năng lượng biogas và PV vào ban ngày và chỉ sử dụng năng lượng biogas vào ban đêm
- Do thời tiết thay đổi theo mùa nên mùa nóng sẽ có công suất lớn và có thể bán cho lưới điện quốc gia và mùa đông có thể mua điện từ lưới điện do công suất không đủ đáp ứng

| Tiết kiệm | Điện mặt trời | Hydroki netic | Ghi chú |
|---|---|---|---|
| Tổng thể: 45% | 29% | 15% | |
| Năng lượng hồi phục: 45% | | | |
| Vi sinh vật khí sinh học: 42% | | | |
| Vi thủ thuật sục khí: 3% | | | |

*Bảng số liệu về tiết kiệm năng lượng*

*Hình 3*

## Kết luận

- Nhà máy xử lý nước thải netzero hoàn toàn có thể đưa vào thực tế tại Việt Nam
- Tận dụng và tránh lãng phí các nguồn năng lượng tái tạo
- Có thể trở thành khoản đầu tư sinh lời

## Kiến nghị, hướng phát triển

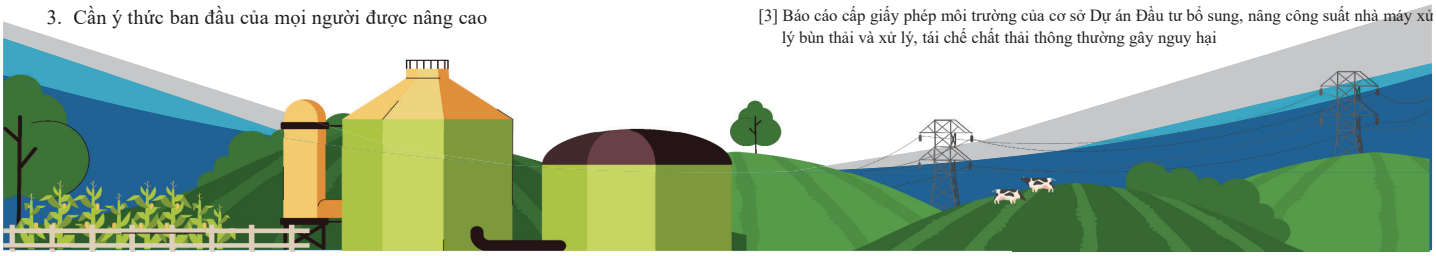
1. Cần kinh phí đầu tư ban đầu lớn
2. Cần sự hỗ trợ nhiệt tình từ các cơ quan có thẩm quyền
3. Cần ý thức ban đầu của mọi người được nâng cao

## Tài liệu tham khảo


[1] Net-Zero-Energy Model for Sustainable Wastewater Treatment. Environ. Sci. Technol.

[2] Biogas, Solar and Geothermal Energy - The Way to a Net-Zero Energy Wastewater Treatment Plant

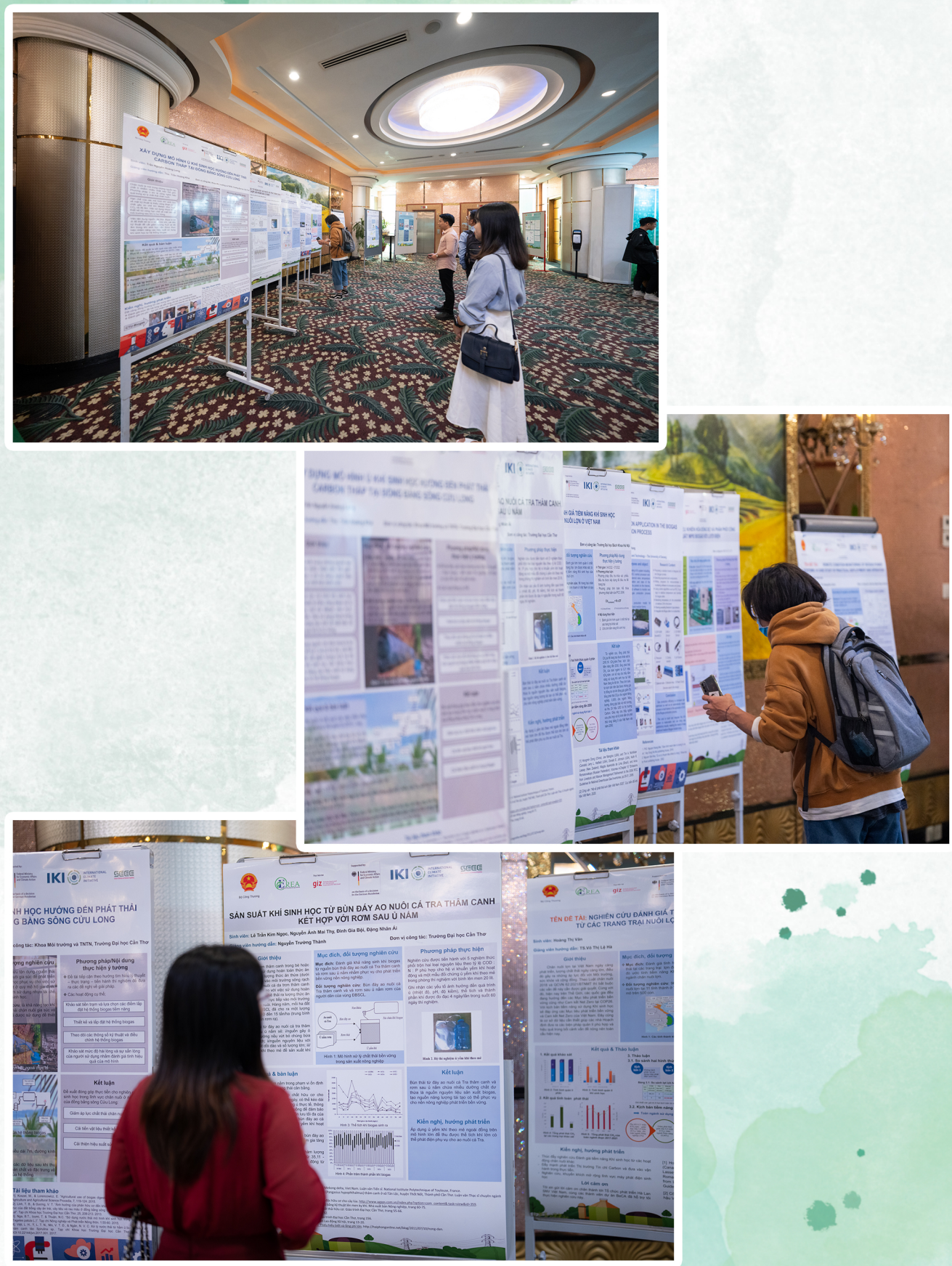
[3] Báo cáo cấp giấy phép môi trường của cơ sở Dự án Đầu tư bổ sung, nâng công suất nhà máy xử lý bùn thải và xử lý, tái chế chất thải thông thường gây nguy hại

# MỘT SỐ HÌNH ẢNH NỔI BẬT

Hình 1: Toàn cảnh hội thảo quốc tế chuyên đề khí sinh học

Hình 2: Học sinh/sinh viên đạt giải chụp hình lưu niệm cùng Ban giám khảo và Ban tổ chức




Hình 3: Toàn cảnh trưng bày các sáng kiến dự thi đạt giải

Hình 4: Phần trình bày của học sinh/sinh viên có bài dự thi xuất sắc

Hình 5: Giám khảo cuộc thi Sáng kiến
nghiên cứu khoa học về "Giải pháp khí sinh học" năm 2022

Hình 6: Giao lưu của học sinh/sinh viên với Ban giám khảo chuyên gia trong nước và quốc tế tại hội thảo chuyên đề khí sinh học