

การศึกษาและวิเคราะห์ระบบอัดอากาศเพื่อเติมออกซิเจนสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยพลังงาน
แสงอาทิตย์ชนิดทุ่นลอยน้ำ
Studying and Analyzing of Air Compress System for adding Oxygen in Aquaculture
Farm using Energy from PV Floating System

สิริศักดิ์ ปางวุฒิวณิช¹ วิรัชย์ ไรยนรินทร์^{2*} วรเชษฐ์ แสงสีดา¹ นิมา อาซารี¹ และสุเทพ สิมาลา¹
Sirisak Pangvuthivanich¹ Wirachai Roynarin^{2*} Worachate Sangsida¹ Nima Azhari¹ and Suthep Simala¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมพลังงานและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

²ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

¹Department of Energy Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Pathum Thani 12110

²Research and Service Energy Center RMUTT, Faculty of Engineering, Rajamangala University of
Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110

*Corresponding author: Tel.: 02-5493433. E-mail address: wirachair.en@rmutt.ac.th

Received: 16 September 2022, Revised: 11 September 2023, Accepted: 17 November 2023, Published online: 30 December 2023

Abstract

This paper presents the design of a compressed air production system utilizing floating solar cells with a 3-kilowatt capacity, installed and tested in the Khlong Si area of Pathum Thani Province. The article outlines the design process and analysis of energy derived from solar measurements. The aim is to conduct an initial assessment of power generation potential. This involves comparing electricity generation between the PVsyst-Simulation in Solar Energy Analysis program and the actual power generation from the system. From the installation and system commissioning, it was observed that the solar energy generated was approximately 11 units per day. Comparative analysis with program calculations revealed a 10% difference. This variation, however, proved sufficient to power the air compressor, producing compressed air at 8 bars, with a capacity of 500 liters per minute.

Keywords: floating solar cell, Air compressor, PVsyst – Simulation

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบการผลิตอากาศอัดโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ชนิดโซลาร์เซลล์ลอยน้ำ โดยระบบผลิตไฟฟ้าชนิดทุ่นลอยน้ำขนาด 3 กิโลวัตต์ ซึ่งทำการติดตั้งในการใช้งานในพื้นที่ทดสอบบริเวณคลองสี จังหวัดปทุมธานี โดยในบทความนี้จะแสดงให้เห็นกระบวนการตั้งแต่มีการออกแบบและวิเคราะห์พลังงานที่ได้จากการวัดพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อทำการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเบื้องต้นและทำการเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าจากโปรแกรม PVsyst-Simulation ในการวิเคราะห์พลังงานแสงอาทิตย์ จากนั้นนำผลการผลิตไฟฟ้าจริงที่ระบบผลิตได้นำมาเทียบกับการผลิตไฟฟ้า จากผลการติดตั้งใช้งานพบว่าในช่วงเวลาที่มีการติดตั้งและทดสอบระบบมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นจำนวน 11 หน่วยไฟฟ้าต่อวันและเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมและการคำนวณพบว่า มีความแตกต่างกันร้อยละ 10 เพียงพอต่อการขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศเพื่อผลิตอากาศอัดขนาดกำลังอัด 8 บาร์ ที่สามารถผลิตอากาศอัดได้ปริมาณ 500 ลิตร ต่อนาที

คำสำคัญ: โซลาร์เซลล์ลอยน้ำ เครื่องอัดอากาศ โปรแกรมจำลองการคำนวณ

บทนำ

การเติบโตของชุมชนเมืองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานปัจจุบันส่วนใหญ่ก่อให้เกิดมลพิษทั้งในแง่ก๊าซเรือนกระจก และฝุ่น PM 2.5 ที่ก่อให้เกิดปัญหาในปัจจุบัน ดังนั้นในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเช่นพลังงานลมและแสงอาทิตย์ เพื่อลดมลพิษที่เป็นสาเหตุหนึ่งของสภาวะโลกร้อน เป็นพลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นตัวอย่างของชุมชนสีเขียวให้กับประเทศ และเป็นต้นแบบในการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป ดังนั้นเทคนิคการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ลอยน้ำเพื่อผลิตอากาศที่เข้าบำบัดน้ำเสีย จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง และเป็นตัวอย่างการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นตัวอย่างของชุมชนสีเขียวให้กับประเทศและเป็นต้นแบบการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป ในงานวิจัยนี้จะนำพลังงานหมุนเวียน ได้แก่พลังงานแสงอาทิตย์ มาทำการผลิตไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นต้นกำเนิดกระแสไฟฟ้าป้อนให้กับเครื่องอัดอากาศสำหรับผลิตอากาศในการบำบัดน้ำเสีย และสามารถใช้เป็นโครงการต้นแบบเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้แก่บุคคลทั่วไป หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่สนใจได้เข้ามาศึกษาดูงานได้ต่อไป

ทฤษฎีของระบบการทำงานของ Solar Cell

แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีกำลังการผลิตรวม 3 กิโลวัตต์ โดยจะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly Crystalline และทำการเชื่อมต่อสายไฟเข้าด้วยกัน โดยมี JUNCTION BOX ทำหน้าที่รวมเอาแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นชุดเดียวกัน รวมถึงทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันและกระแส(ฟิวส์) จากนั้นก็จะส่งต่อแรงดันกระแสตรงที่ได้จากชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ไปยังเครื่องแปลง(อินเวอร์เตอร์) เพื่อทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ เพื่อต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า โดยเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบบนชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรงส่งไปยังชุด MPPT Module ที่อยู่ภายในเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า โดยแรงดันไฟฟ้าจะถูกควบคุมอยู่ระหว่าง 400-800 โวลต์ ซึ่งเป็นระดับที่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถทำงานได้ โดยจะดึงพลังงานจากชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่จุดทำงานสูงสุดในเวลานั้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะแปลงไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับเครื่องอัดอากาศสำหรับผลิตอากาศอัดเพื่อบำบัดน้ำเสีย ทุนลอยสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและแรงลมได้ตามชนิดของทุนที่นำมาใช้ ประโยชน์ของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า บนน้ำยังสามารถช่วยลดการระเหยของน้ำได้ ซึ่งเหมาะกับบ่อเก็บน้ำที่ต้องการกักเก็บน้ำให้ได้ตลอดทั้งปี และการระเหยของน้ำยังช่วยลดอุณหภูมิใต้แผงโซลาร์เซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ดีขึ้นด้วย เป็นการนำพื้นที่เหนือแหล่งน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และลดการใช้ที่ดินที่สามารถนำมาพัฒนา อย่างอื่นได้อีกทางหนึ่ง

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ(The floating PV system)

การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำถูกมองว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากระบบเดิมคือการติดตั้งบนพื้นดิน ช่วงหลายปีที่ผ่านมาการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนพื้นดินมีประสิทธิภาพและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นทุกวันแต่ในปัจจุบันระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำกำลังเป็นที่นิยมสำหรับติดตั้งโดยเฉพาะในต่างประเทศ โดยพบว่าการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็นสามประเภท

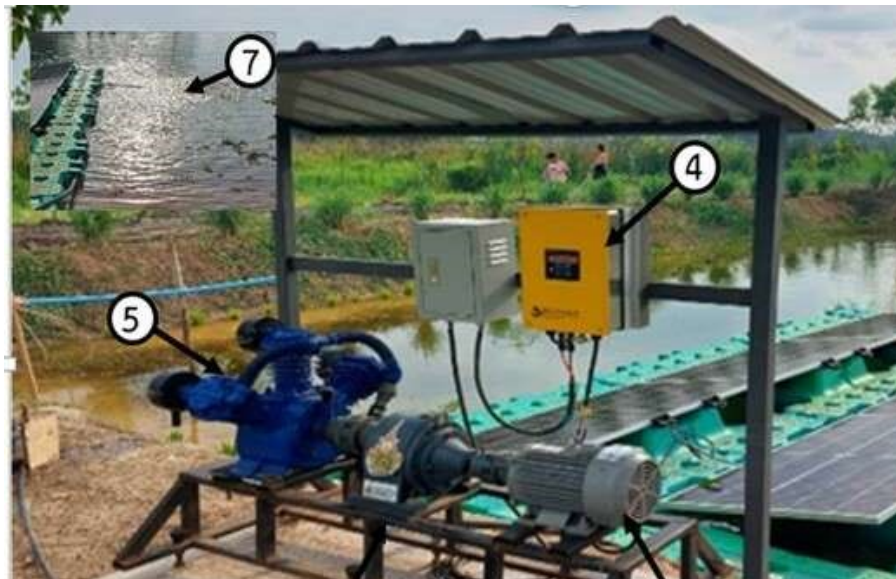
1. การติดตั้งแบบทุนลอยน้ำ
2. การติดตั้งบนแพลตฟอร์มติดกับโครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี
3. การติดตั้งบนแพลตฟอร์มพลาสติก

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นทางเลือกที่สำคัญในการผลิตไฟฟ้าเนื่องจากในการผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิด มลพิษจึงเป็นพลังงานทางเลือกที่มีการส่งเสริมให้มี การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยโดยโครงการโรงไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนใหม่ในช่วงปี2561 – 2580 ได้ตั้ง เป้าหมายการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทุนลอยน้ำ ร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ จำ นวน 2,725 เมกะวัตต์ [1] เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าแบบลอยน้ำ เป็นเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งมีการใช้ทุนลอยน้ำ ที่ทำ จากพลาสติกโพลีเอทรีนความหนาแน่นสูง (high density thermoplastic polyethylene : HDPE) เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ลอยบน ผิวน้ำ ที่มีอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่าบนบกจึงส่งผลให้ ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สูงขึ้น [2] การศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสง อาทิตย์ลอยน้ำ แบบเซลล์แสงอาทิตย์อยู่กับที่และ แบบเซลล์แสงอาทิตย์ติดตามดวงอาทิตย์ใน

ประเทศ อินเดียพบว่านอกจากประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่ดี ขึ้นยังทำให้ลดการระเหยของน้ำ ในอ่างเก็บน้ำ ได้ทั้งยังช่วยลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย [3] การจำลองแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรีใช้โปรแกรม PVsyst - Simulation จากนั้นนำผลจากการจำลองมาเปรียบเทียบวิเคราะห์ทางวิศวกรรมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าระบบและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุน [4]

คุณลักษณะเฉพาะระบบเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 3 กิโลวัตต์

1. แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด PV mono crystalline ขนาด 350 วัตต์ ต่อแผง
2. ทุ่นโซลาร์เซลล์ลอยน้ำ พื้นที่โดยประมาณ 20 ตารางเมตร พร้อมทุ่นประคองทำด้วยพลาสติกคุณภาพสูงผสมไฟเบอร์กลาส
3. มอเตอร์ส่งกำลังชนิดกระแสสลับ ขนาด 3 แรงม้า
4. ระบบควบคุมและแปลงกระแสไฟฟ้าควบคุม (Inverter) ขนาด 2.5 กิโลวัตต์ แบบ hybrid พร้อมระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ แปรผันตามสภาพแสงแดด
5. หัวอัดอากาศ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 แรงม้า ชนิด Piston air compressor ความดันไม่น้อยกว่า 4 บาร์ มีอัตราการไหลอากาศที่รอบการทำงานสูงสุด ไม่น้อยกว่า 800 ลิตรต่อนาที.
6. โครงสร้างระบบพร้อมชุดเกียร์ มีความเร็วรอบ 1: 5 ในระบบส่งกำลัง.
7. หัวท่อเติมอากาศลงน้ำและระบบท่อทางเดิน ระยะทางรวม ไม่เกินกว่า 50 เมตร



ภาพที่ 1 ภาพระบบการทำงานและวัสดุอุปกรณ์ของระบบเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 3 กิโลวัตต์

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้นำเอาโซลาร์เซลล์ลอยน้ำขนาด 3 กิโลวัตต์ โดยติดตั้งจริงในพื้นที่ทดสอบบริเวณคลองสี่ จังหวัดปทุมธานี เปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากโปรแกรม PVsyst - Simulation ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่คำนวณได้จากโปรแกรม PVsyst - Simulation พบว่าผลิตไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 4000 หน่วยไฟฟ้าต่อปี หรือประมาณ 11 หน่วยไฟฟ้าต่อวัน เพื่อนำมาเป็นแหล่งพลังงานให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าและผ่านชุดเกียร์ที่มีอัตราทด 1:5 ขับคอมเพรสเซอร์อัดอากาศเพื่อผลิตอากาศได้ปริมาณ 500 ลิตรต่อนาที เพื่อใช้บำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 1 แสดงค่าพลังงานที่ผลิตได้จากโปรแกรม PVsyst – Simulation

	GlobHor กิโลวัตต์ห /m ³	DiffHor กิโลวัตต์ห /m ³	T_Amb °C	GlobInc กิโลวัตต์ห /m ³	GlobEff กิโลวัตต์ห /m ³	EArray กิโลวัตต์ห	E_Grid กิโลวัตต์ห	PR ratio
January	134.9	66.54	27.13	153.0	145.2	372.0	362.6	0.790
February	133.5	75.49	28.59	144.2	136.9	348.5	339.9	0.785
March	158.8	87.68	29.95	163.6	155.2	391.2	381.5	0.777
April	166.9	91.74	30.40	163.7	155.2	391.6	381.9	0.778
May	157.7	85.71	30.30	149.1	140.7	356.7	347.0	0.776
June	143.0	85.64	29.37	133.0	125.1	320.9	312.0	0.782
July	141.2	82.64	29.46	132.2	124.4	319.2	310.1	0.782
August	136.1	84.54	29.29	132.2	124.8	319.6	310.7	0.783
September	125.1	75.61	28.36	126.0	119.1	305.5	296.9	0.785
October	127.0	77.04	28.68	133.7	126.9	324.1	315.1	0.786
November	124.01	68.24	28.01	136.9	130.1	333.0	324.4	0.790
December	132.0	64.30	27.32	150.4	143.0	365.4	356.3	0.790
Year	1680.3	945.19	28.91	1718.1	1626.7	4147.7	4038.5	0.784



ภาพที่ 2 ภาพระบบการทำงานและวัสดุอุปกรณ์ของระบบเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 3 กิโลวัตต์

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบเก็บข้อมูลของระบบแสงอาทิตย์ที่บ่อน้ำในกระบวนการผลิตพลังงานสูงสุดในสภาวะทางไฟฟ้าที่ปกติทำให้ได้ค่าเฉลี่ยในการผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ลอยน้ำ 4 เดือนได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณวันละ 12 หน่วยไฟฟ้าต่อวัน คิดเป็นการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปีๆละประมาณ 4,300 หน่วยไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการออกแบบในส่วนของพลังงานจากโซลาร์เซลล์ลอยน้ำได้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่ได้จากจากคำนวณด้วยโปรแกรมอาจเนื่องจากว่าโปรแกรมที่ใช้ ออกแบบเป็นการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา แต่ระบบติดตั้งจริงเป็นโซลาร์เซลล์ลอยน้ำซึ่งมีการระบายความร้อนที่ดีกว่าการติดตั้งบนหลังคาทำให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นและได้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วย

สรุปผลการวิจัย

โซลาร์เซลล์ลอยน้ำสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายให้กับระบบอัตโนมัติทำงานได้ถึงแม้ในเวลาที่ความเข้มของแสงน้อย เนื่องจากอินเวอร์เตอร์มีระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ แปรผันตามสภาพแสงแดดมีการปรับความถี่และแรงดันเพื่อจ่ายให้กับระบบและระบบสามารถทำการอัตโนมัติได้อย่างต่อเนื่อง จากผลการเก็บข้อมูลจะเห็นว่าได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 12 หน่วยไฟฟ้าต่อวันซึ่งเพียงพอต่อการจ่ายกำลังงานให้กับคอมพิวเตอร์อัตโนมัติทำการอัตโนมัติได้ปริมาณอากาศ 500 ลิตรต่ออนาที

สำหรับผลจากศึกษาจากจะลดการใช้กำลังไฟฟ้าและช่วยในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องอัตโนมัติยังส่งผลที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย โดยจะสามารถช่วยลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าต่างๆ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตลงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ Emission} &= 4,300 \text{ หน่วยไฟฟ้าต่อปี} \times 0.54 \text{ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้า} \\ &= 2,322 \text{ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี} \end{aligned}$$

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท เอพี เอนเนอร์จี จำกัด ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และคณะทำงานทุกท่านที่ให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงการนี้ ทีมผู้วิจัย ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ (2559). **แผนงานพัฒนาเศรษฐกิจ ภาคตะวันออก (พ.ศ. 2560-2564)**
- [2] Yadav N., Gupta M. and Sudhakar K. (2016). Energy Assessment of Floating Photovoltaic System. **International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES), Maulana Azad National Institute of Technology, Bhopal, India, 264-269.**
- [3] Mittal D., Saxena B.K. and Rao K.V.S. (2017). Floating Solar Photovoltaic Systems: An Overview and their Feasibility at Kota in Rajasthan. **International Conference on Circuits Power and Computing Technologies (ICPCT), Baslios Mathew II College of Engineering, Sasthancotta, Kollam district, India.**
- [4] ชัยฤกษ์ จักรพัฒนจิต (2563). **การจำลองแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี**, วิทยานิพนธ์ วศ.บ. (ไฟฟ้า), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตศรีราชา.