

ศึกษาหาตำแหน่งที่เหมาะสมของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคนม

โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

Optimal Placement of Biogas Plant from Cow Dung by Geographic Information System

นิจอพร อินทสร^{1*} วรรัตน์ ปัตตประกร¹ และ พระพรพีพัฒน์ ภาสบุตร²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12121

โทร 0-2564-3001 ต่อ 3053 โทรสาร 0-2987-6800 *อีเมลล์ s5010036233@std.tu.ac.th

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12121

โทร 0-2564-3001 ต่อ 3053 โทรสาร 0-2987-6800 อีเมลล์ bporr@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

ในการศึกษาจะหาตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมสำหรับสมาชิกสหกรณ์โคนม เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ทั้งนี้พิจารณาจากปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) มาใช้ประกอบการวิเคราะห์ สำหรับตำแหน่งที่นำมาพิจารณา ได้แก่ ตำแหน่งที่มีครัวเรือนอยู่มากที่สุด, ตำแหน่งที่มีจำนวนโคนมมากที่สุด, ตำแหน่งที่ตั้งของสหกรณ์โคนม และตำแหน่งที่ตั้งของผู้นำชุมชนสำหรับขอบเขตของการศึกษานี้ครอบคลุมผู้เลี้ยงโคนม 15 หลังคาเรือน ซึ่งมีโคนมจำนวน 150 ตัว ในบริเวณพื้นที่สหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพญากลาง ตำบลลำพญากลาง จังหวัดสระบุรี จากผลการศึกษาพบว่าตำแหน่งที่มีความคุ้มค่าที่สุดที่ควรสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพคือตำแหน่งที่ตั้งของสหกรณ์โคนม ถึงแม้ว่าในตำแหน่งดังกล่าวจะมีปริมาณโคมน้อยกว่าตำแหน่งอื่นแต่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งต่ำที่สุด โดยมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ 111,189 บาทต่อปี และยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 262 ตัน-CO₂/ปีอีกด้วย

Abstract

In this study, the optimal placement of biogas plant from cow dung for members of co-operative was studied to maximize the benefit of plant with consideration of transportation costs, biogas production and environmental effects. Geographic information system (GIS) was applied to evaluate the interested locations of biogas plants where are high household density area, high cow density area, dairy co-operative, and location of local community leader. The scope of this study covered 15 households with 150

cows around the dairy co-operative, located in Lamprayaklang Reform Land, Saraburi Province. According to the result, the dairy co-operative is the optimal placement of biogas plant. The quantity of cows at the dairy co-operative is lower than that of cows at the other locations but the transportation cost at the dairy co-operative is the lowest. The profit at the selected site is 111,189 baht per year and the greenhouse gas can be reduced up to 262 tons CO₂ equivalent per year.

1. บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันภายใต้ภาวะราคาน้ำมันที่ผันผวน ทำให้ความต้องการพลังงานทดแทนซึ่งมีแนวโน้มราคาต่ำกว่าเกิดการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น โดยตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา ธุรกิจพลังงานทดแทนมีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง พลังงานก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์นับเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีต้นทุนต่ำและมีศักยภาพสูงสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ผลิตพลังงานความร้อนในรูปไอน้ำ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานที่ได้จากฟอสซิล เช่น น้ำมัน และถ่านหิน อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ด้วย ทำให้มีการประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพในฟาร์มปศุสัตว์มากยิ่งขึ้น รวมถึงก๊าซชีวภาพจากมูลโคนม เนื่องจากมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยในต่างประเทศได้มีการศึกษากันอย่างจริงจังตั้งแต่ปี 2542 [1] ซึ่งในการก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์นั้นจำเป็นต้องศึกษาความเหมาะสมในทุกด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์ [2] เนื่องจากมีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน

ปัจจุบันต้นทุนด้านการขนส่งเป็นต้นทุนหลักต้นทุนหนึ่งของต้นทุนรวม [3] อันเนื่องมาจากราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการศึกษาต้นทุนในการเก็บรวบรวมและการขนส่งต่อหน่วย โดยต้นทุนการขนส่งจะลดลงเมื่อมีการเพิ่มความจุต่อหน่วยของการขนส่ง [4] การพิจารณาปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการก่อสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพ และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการพิจารณาเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด [5]

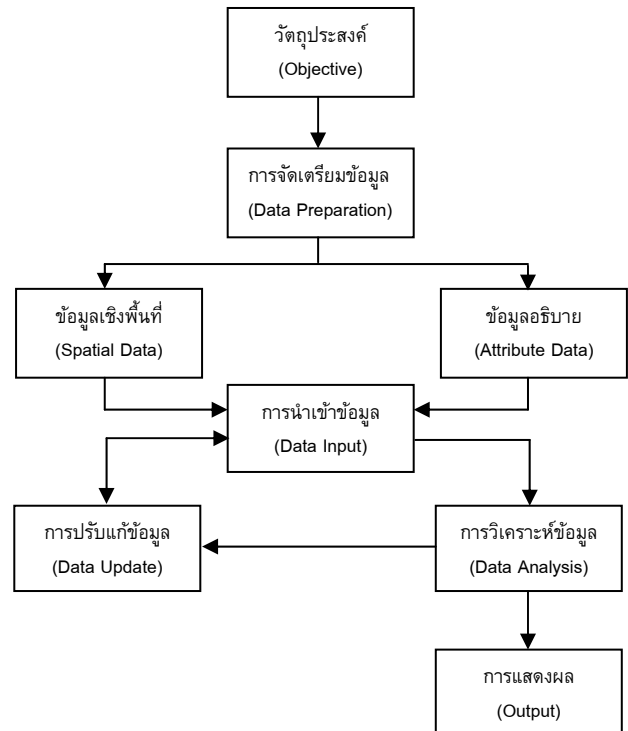
2. วิธีการศึกษา

2.1 ขอบเขตการศึกษา

จากการสำรวจพื้นที่สหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พบว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากในรัศมี 20 กิโลเมตร มีเกษตรกรเลี้ยงโคนมจำนวน 19,856 ตัว ซึ่งเมื่อนำมูลโคนมทั้งหมดมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพจะมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ 3,551,246 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ดังนั้นการศึกษานี้จึงนำเสนอวิธีการพิจารณาหาตำแหน่งที่เหมาะสมของการสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ภายใต้เงื่อนไขที่พิจารณาจำนวนผู้เลี้ยงโคนมจำนวน 15 หลังคาเรือน และมีจำนวนโคนมรวมกันทั้งหมด 150 ตัว โดยมีระยะทางจากหลังคาเรือนกับสหกรณ์โคนมไม่เกิน 10 กิโลเมตร ทำการกำหนดตำแหน่งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพสี่ตำแหน่งจากตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้ คือ ตำแหน่งที่หนึ่ง (1) เป็นตำแหน่งบริเวณที่มีหลังคาเรือนมากที่สุด, ตำแหน่งที่สอง (2) เป็นตำแหน่งบริเวณที่มีจำนวนโคนมมากที่สุด, ตำแหน่งที่สาม (3) เป็นตำแหน่งที่ตั้งของสหกรณ์โคนม และตำแหน่งที่สี่ (4) เป็นตำแหน่งที่ตั้งของผู้นำชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 2

2.2 การวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีการและเครื่องมือที่นำเอาระบบกราฟิกแผนที่ มาทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล ให้กลายเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลแต่ละชนิดมีการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งและอยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลซึ่งเป็นการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับระบบข้อมูลแผนที่ [6] ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำระบบฐานข้อมูลจากการศึกษาพื้นที่จริงของสหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพญากลาง ตำบลลำพญากลาง จังหวัดสระบุรี โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังแสดงรูปที่ 1

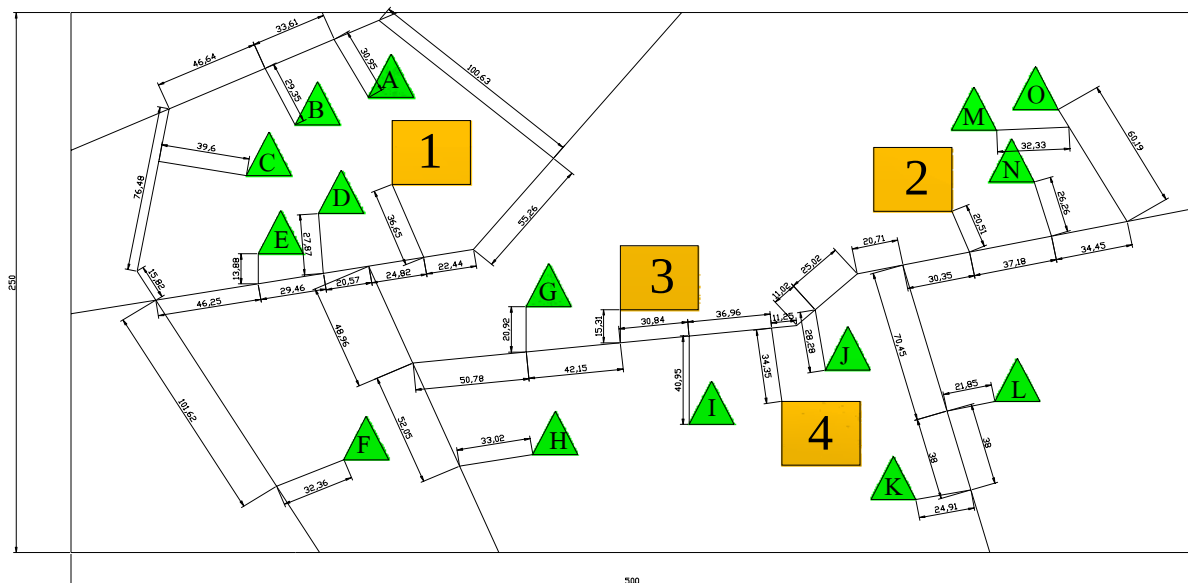


รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน GIS

2.3 การวัดพิกัดเพื่อหาระยะทาง

ทำการวัดพิกัดในตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้ของโรงผลิตก๊าซชีวภาพ และตำแหน่งครัวเรือนทั้งหมด เพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งบนแผนที่ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System : GPS) ซึ่งใช้ในการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ภาคสนาม โดยทำการบันทึกค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด

นำข้อมูลพิกัดที่วัดได้ป้อนเข้าโปรแกรมจัดทำเป็นแผนที่แบบจุดซึ่งใช้เป็นแผนที่ต้นแบบใช้ในการอ้างอิงค่าพิกัดตำแหน่งพื้นที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาตำแหน่งและระยะทางระหว่างครัวเรือนกับตำแหน่งที่ตั้งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)



รูปที่ 2 ตำแหน่งของหลักรถและโรงผลิตก๊าซชีวภาพโดยที่ A-O แสดงตำแหน่งของหลักรถ และ 1-4 แสดงตำแหน่งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพ

2.4 การคำนวณต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนค่าขนส่งของระยะทางระหว่างครัวเรือนกับตำแหน่งโรงผลิตก๊าซชีวภาพทั้งสิ้น สามารถคำนวณจากสมการที่ 1 โดยกำหนดราคาค่าขนส่งมูลโคนมต่อกิโลเมตรต่อกิโลกรัมคือ 0.04 บาท ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจริงจากค่าขนส่งน้ำมันดิบของกลุ่มเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินลำพูนกลาง และปริมาณมูลโคตต่อตัวต่อวันมีปริมาณเท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน [7]

$$TC_j = \sum_{i=1}^N (0.4d_{ij} \times C_i) \quad (1)$$

TC_j = ต้นทุนรวมของราคาค่าขนส่งมูลโคนมจากครัวเรือนไปยังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ j

d_{ij} = ระยะทางระหว่างครัวเรือนกับโรงผลิตก๊าซชีวภาพ j (กิโลเมตร)

C_i = จำนวนโคนมของครัวเรือน i

N = จำนวนครัวเรือน

ทั้งนี้ d_{ij} เป็นค่าที่ได้จากโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งเป็นวิธีการและเครื่องมือที่นำเอาระบบกราฟิกแผนที่มาทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล ให้กลายเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และสามารถวัดระยะทางได้

2.5 การคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพ

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ในแต่ละครัวเรือน (BG_i) คำนวณได้จากสมการที่ 2 นำมาเทียบเท่าปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลวโดยที่พิจารณาจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลโคนมคือ 0.49

ลูกบาศก์เมตรต่อตัว จากนั้นจะนำปริมาณก๊าซชีวภาพแปลงเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลวโดยก๊าซชีวภาพปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตรจะให้พลังงานความร้อน 21.5 MJ หรือเท่ากับก๊าซปิโตรเลียมเหลว 0.46 kg [8] เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาการนำก๊าซชีวภาพไปใช้สำหรับภาคครัวเรือนแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว

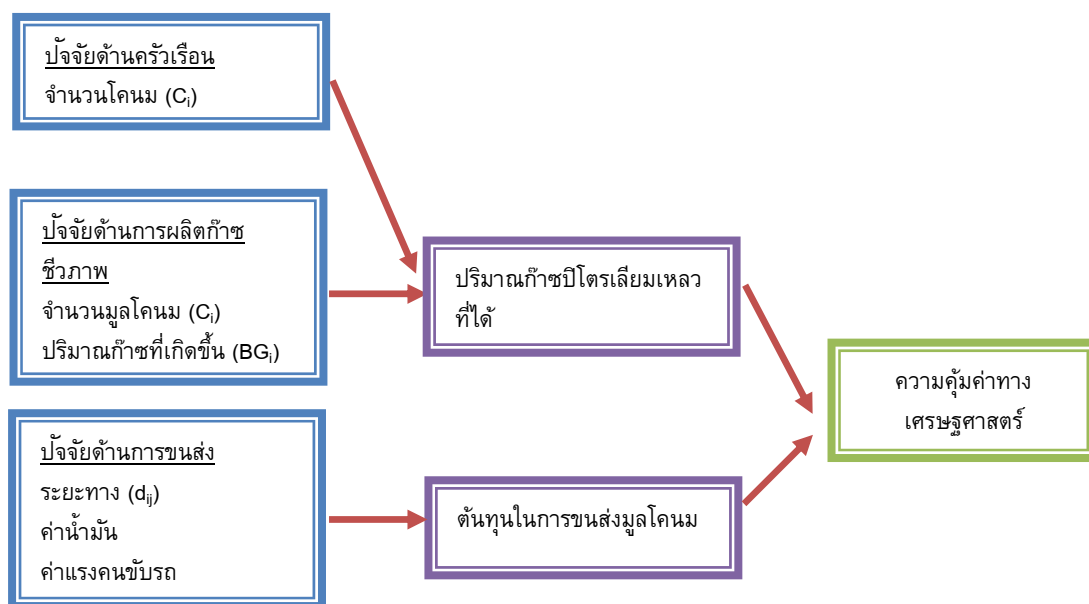
$$BG_i = 0.49 \times C_i \quad (2)$$

2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินคือ ปัจจัยด้านครัวเรือน ปัจจัยด้านผลผลิตก๊าซชีวภาพ และปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง โดยปัจจัยต่างๆสามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงผลิตก๊าซชีวภาพจะเป็นตำแหน่งที่เป็นไปตามสมการที่ 3

$$\text{Max}(\sum_{i=1}^N 18.13BG_i - TC_j) \quad (3)$$

ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าโรงผลิตก๊าซชีวภาพต้องมีผลตอบแทนมากกว่าต้นทุนในการขนส่งมูลโคนม



รูปที่ 3 ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการประเมินความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์

3. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนการขนส่งและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อปีของโรงผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าตำแหน่งที่ 3 ซึ่งเป็นที่ตั้งของสหกรณ์โคนมซึ่งมีต้นทุนการขนส่งต่อปีต่ำที่สุด ส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดด้วย เนื่องจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้ในแต่ละตำแหน่งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพมีปริมาณเท่ากัน และเมื่อเปลี่ยนเป็นผลประหยัคเมื่อนำมาใช้ทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะได้มูลค่าเป็น 223,735 บาทต่อปี อย่างไรก็ตามถ้ามีการขยายขอบเขตการศึกษาเป็นครัวเรือนทั้งหมด จะทำให้เกิดความแตกต่างที่ชัดเจนในประเด็นของต้นทุนการขนส่งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพแต่ละตำแหน่ง นอกจากผลด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์แล้ว การสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพยังเป็นการควบคุมการปล่อยก๊าซชีวภาพจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์โดยจะพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงโคนมมีปริมาณสูงถึง 262 ตัน-CO₂/ปี ซึ่งหากมีการจัดการก๊าซในส่วนนี้ก็สามารถที่จะนำไปซื้อขายกันในรูปแบบของคาร์บอนเครดิตได้ ซึ่งมูลค่าในส่วนนี้จะอยู่นอกเหนือจากผลประโยชน์ด้านมูลค่าพลังงานที่ได้จากการใช้ก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ 2 ต้นทุนการขนส่งและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อปีของโรงผลิตก๊าซชีวภาพทั้งสี่ตำแหน่ง

ตำแหน่งที่	ต้นทุนการขนส่งต่อปี (บาท)	ค่าความคุ้มค่าต่อปี (บาท)
1	152,222	71,513
2	119,496	104,239
3	112,546	111,189
4	115,521	108,214

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคนม ซึ่งผลการศึกษาพบว่าตำแหน่งของโรงผลิตก๊าซชีวภาพมีผลต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือ ณ ตำแหน่งที่เหมาะสมจะทำให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มีค่าสูงที่สุดที่ 111,189 บาทต่อปี ซึ่งการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการพิจารณาต้นทุนการขนส่งยังทำให้เกิดความแม่นยำในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 262 ตัน-CO₂/ปี โดยงานวิจัยต่อไปจะเป็นการพิจารณาครัวเรือนทั้งหมดของสหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพูนกลาง ตำบลลำพูนกลาง จังหวัดสระบุรี ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงผลิตก๊าซชีวภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพูนกลาง ตำบลลำพูนกลาง จังหวัดสระบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนในเรื่องของสถานที่ในการเก็บข้อมูลและการอำนวยความสะดวกต่างๆ งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Maeng H., Lund H., and Hvelplund F., 1999. Biogas plants in Denmark : technological and economic developments. *Applied Energy*, Vol. 64, pp. 195-206.
2. Yilmaz I., 2008. A case study for mapping of spatial distribution of free surface heave in alluvial soils (alvo, Turkey) by using GIS software. *Computer and Geosciences*, Vol. 34, pp. 993-1004.
3. Gunnarsson C., Vagstrom L., Hansson P.A., 2008. Logistics for forage harvest to biogas production- Timeliness, capacities and costs in a Swedish case study. *Biomass and Bioenergy*, In journal homepage: www.elsevier.com, Accepted 17 March 2008.
4. Singh J., Panesar, B.S., and Sharma, S.K., 2007. Energy potential through agricultural biomass using geographical information system-A case study of Punjab. *Biomass and Bioenergy*, In journal homepage: www.elsevier.com, Accepted 1 October 2007.
5. Voivontas D., Assimacopoulos D., Koukios E.G., 2001. Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 20, No. 2, pp.101-112.
6. อุทัย สุขสิงห์, 2549, การจัดการระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS), สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
7. Omer A.M., and Fadalla Y., 2003. Biogas energy technology in Sudan. *Renewable Energy*, Vol. 44, No. 28, pp. 499-507.
8. เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และ วัฒนา กสิกุล, การวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรเป็นเชื้อเพลิง, ในการสัมมนาเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, พัทยา,ชลบุรี, 11-13 พฤษภาคม 2548, หน้า 1-6.