

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้วิเคราะห์ถึงศักยภาพของฟาร์มสุกรในการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพและนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ภายในฟาร์ม โดยทำการเก็บข้อมูลจากฟาร์มสุกร 4 แห่งประกอบด้วยกิตติวัฒน์ฟาร์ม อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ (ขนาดบ่อหมักก๊าซ 1,000 m³ ขนาดระบบผลิตไฟฟ้า 37 kW) ต.ประสพผลฟาร์ม อ.บางไทร จ.อยุธยา (ขนาดบ่อหมักก๊าซ 1,000 m³ ขนาดระบบผลิตไฟฟ้า 75 kW) เอส.พี.เอ็ม.ฟาร์ม 1 (ขนาดบ่อหมักก๊าซ 2,000 m³ ขนาดระบบผลิตไฟฟ้า 112 kW) และเอส.พี.เอ็ม.ฟาร์ม 2 อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี (ขนาดบ่อหมักก๊าซ 5,000 m³ ขนาดระบบผลิตไฟฟ้า 138 kW) ซึ่งทุกฟาร์มมีบ่อหมักเป็นแบบราง (Channel Digester) และมีระบบผลิตไฟฟ้าต่างกันโดยกิตติวัฒน์ฟาร์มและต.ประสพผลฟาร์มใช้เครื่องยนต์เบนซิน แต่เอส.พี.เอ็ม.ฟาร์ม 1 และฟาร์ม 2 ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์มีดังต่อไปนี้

4.1 การประเมินศักยภาพทางด้านเทคนิค

จากข้อมูลฟาร์มสุกรทั้ง 4 แห่งซึ่งแต่ละฟาร์มใช้เวลาเก็บข้อมูลอย่างต่ำ 3 วันๆละ 10 ค่าคงแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข. เมื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์สามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยได้ดังตาราง 4.1 ดังนี้

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มต่างๆ

ฟาร์มสุกร	%CO ₂ in bg	%RH in bg	T _g (°C)	P _g (bar)	T _g (°C)	V _{bg} (m ³ /h)	Output KW _g	T _{fg} (°C)	% X air	%CO in fg
1. กิตติวัฒน์ฟาร์ม	30.8	73.1	37.2	0.002	34.4	23.00	22.76	248.6	55	0.34
2. ต.ประสพผลฟาร์ม	28.3	57.5	36.9	0.005	27.3	45.60	45.87	281.2	27	0.18
3. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 1	28.0	79.2	39.2	0.006	30.2	61.92	60.04	219.3	37	0.05
4. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 2	26.1	79.4	36.7	0.009	29.8	90.67	89.93	286.8	77	0.04

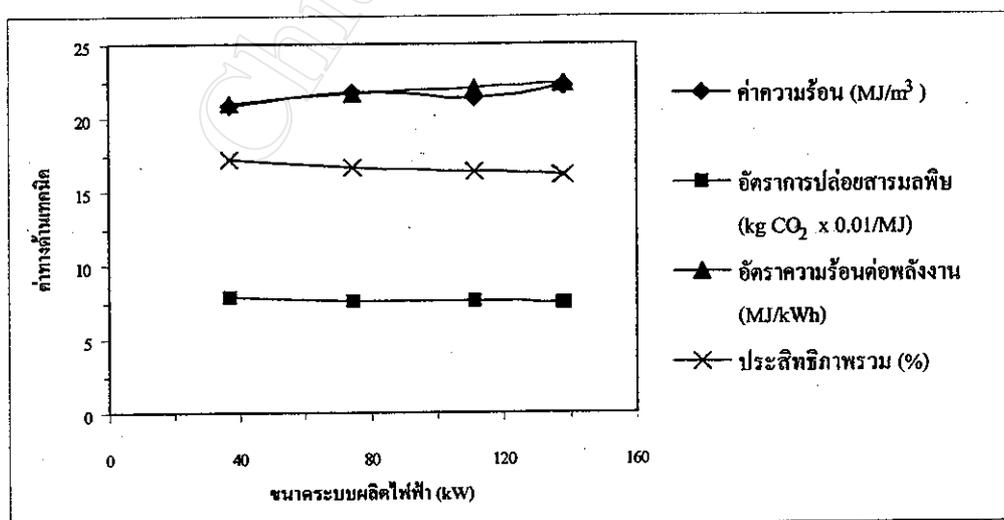
หมายเหตุ bg = Biogas, fg = Flue Gas, X air = Excess Air

จากค่าเฉลี่ยระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มต่างๆในตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าสัดส่วนก๊าซ CO_2 ในก๊าซชีวภาพจะอยู่ในช่วง 26-31% โดยปริมาตรหรือคิดเป็นปริมาณก๊าซ CH_4 ในช่วง 69-74% โดยปริมาตร สำหรับอุณหภูมิและความดันของบ่อหมักก๊าซค่าที่ได้ไม่ต่างกันมากนักซึ่งอยู่ในช่วง $36-39^\circ\text{C}$ และ 2-9 mbar ตามลำดับ อันจะส่งผลให้ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์มมีค่าที่ไม่ต่างกันมากนัก ดังที่ได้สรุปผลการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าประเมินทางด้านเทคนิคของฟาร์มต่างๆ

ฟาร์มสุกร	Maximum Capacity (kW)	Maximum Biogas (m^3/day)	Hu (MJ/m^3)	EF ($\text{kg CO}_2/\text{MJ}$)	HR (MJ/kWh)	η (%)
1. กิดคิ้วตันฟาร์ม	37	326	20.778	0.079	20.997	17.15
2. ด.ประสพผลฟาร์ม	75	690	21.729	0.076	21.601	16.67
3. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 1	112	1,039	21.346	0.076	22.015	16.35
4. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 2	138	3,600	22.149	0.074	22.321	16.13

และเมื่อนำข้อมูลจากตาราง 4.2 มาแสดงในรูปกราฟสามารถแสดงได้ดังรูป 4.1 ดังนี้



รูป 4.1 ค่าประเมินทางด้านเทคนิคของฟาร์มต่างๆ

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าทางด้านเทคนิคของฟาร์มต่างๆ ทั้งค่าความร้อน ก๊าซชีวภาพ (Hu) อัตราการปล่อยสารมลพิษ CO₂ (EF) อัตราความร้อนต่อพลังงาน (HR) และ ประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้า (η) ของแต่ละฟาร์มมีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากระบบผลิต ไฟฟ้าที่ใช้เป็นระบบแบบเดียวกันซึ่งต่างก็เป็นการใช้เครื่องยนต์ตัดแปลงส่งกำลังผ่านเพลาชับ มอเตอร์สร้างกระแสไฟฟ้าและจากการที่ก๊าซชีวภาพมีค่าความร้อนมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากสัดส่วน ของก๊าซ CH₄ ที่มีอยู่ในก๊าซชีวภาพมีค่าไม่ต่างกันคืออยู่ในช่วง 69-74%

4.2 การประเมินต้นทุนราคาไฟฟ้าโดยวิธี Exergy Costing

การประเมินต้นทุนราคาไฟฟ้าในงานวิจัยนี้แยกเป็น 3 กรณีคือ กรณีไม่รวมผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียวและกรณีรวมผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และก๊าซ CH₄ รวมกัน และเนื่องจากฟาร์มสุกรที่ทำการเก็บข้อมูลมีชั่วโมง ในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันต่างกันอันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิต ได้ในแต่ละวันของแต่ละฟาร์มไม่เท่ากัน ในงานวิจัยนี้มีเพียง ต.ประสพผลฟาร์มเท่านั้นที่เดินเครื่อง ผลิตไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง สำหรับเอส.พี.เอ็ม.ฟาร์ม 2 ถึงแม้จะมีปริมาณก๊าซชีวภาพที่มากพอที่จะ เดินเครื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมงแต่ในปัจจุบันนี้กลับเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าเพียง 10 ชั่วโมงเท่านั้นเนื่อง จากได้แบ่งก๊าซชีวภาพประมาณ 60% ไปเป็นเชื้อเพลิงให้กับ boiler ส่วนฟาร์มที่เหลืออีก 2 ฟาร์ม คือ กิตติวัฒน์ฟาร์มและเอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 1 มีปริมาณก๊าซชีวภาพสำหรับเดินเครื่องเพียง 14 และ 16 ชั่วโมงต่อวันตามลำดับ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการคำนวณเวลาเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าสำหรับทุกฟาร์ม ที่ 10 14 16 และ 24 ชั่วโมงเพื่อตรวจสอบว่าจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันที่ต่างกัน (ซึ่ง ขึ้นกับปริมาณก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตได้สูงสุดต่อวัน) มีผลต่อการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นอย่างไร และได้กำหนดอัตราส่วนขนาดของระบบผลิตไฟฟ้าต่อขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพของ แต่ละฟาร์มเพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยอีกปัจจัยหนึ่งดังแสดงค่าในตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

ตาราง 4.3 อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์ม

สถานที่	ขนาดระบบผลิตไฟฟ้า (kW)	ขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (m ³)	อัตราส่วนระบบผลิตไฟฟ้าต่อก๊าซชีวภาพ (W/m ³)
1. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 2	138	5,000	27.6
2. กิตติวัฒน์ฟาร์ม	37	1,000	37.0
3. เอส.พี.เอ็ม. ฟาร์ม 1	112	2,000	56.0
4. ต.ประสพผลฟาร์ม	75	1,000	75.0

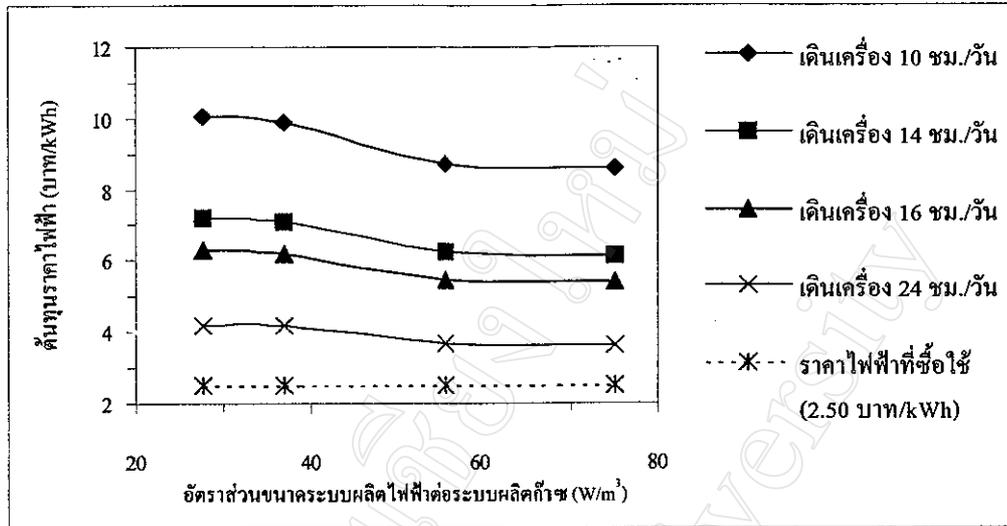
4.2.1 การประเมินต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการคำนวณโดยวิธี Exergy Costing สามารถสรุปต้นทุนราคาไฟฟ้าในกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.4 และรายละเอียดการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ตาราง 4.4 ต้นทุนราคาไฟฟ้าแบบ Exergy Costing กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ชั่วโมงทำงานต่างๆ							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	2.788	10.04	1.994	7.18	1.746	6.29	1.167	4.20
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	2.736	9.85	1.965	7.07	1.724	6.21	1.163	4.19
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	2.418	8.71	1.732	6.23	1.517	5.46	1.016	3.66
4. ต.ประสพผล (75.0)	2.386	8.59	1.710	6.15	1.498	5.39	1.005	3.62

ข้อมูลจากตาราง 4.4 แสดงว่าต้นทุนราคาไฟฟ้าจะต่ำเมื่ออัตราส่วนขนาดของระบบผลิตไฟฟ้าต่อขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพและชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันมีค่ามาก และเมื่อนำมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ สามารถแสดงได้ดังรูป 4.2 ดังนี้



รูป 4.2 ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของฟาร์มต่างๆ

จากกราฟในรูป 4.2 พบว่าต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในลักษณะชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันยิ่งมากต้นทุนยิ่งต่ำลงและฟาร์มที่มีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพมากต้นทุนจะต่ำกว่าฟาร์มที่มีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพน้อยที่ชั่วโมงเดินเครื่องเท่ากัน และเมื่อเปรียบเทียบกับราคาไฟฟ้าที่ซื้อใช้ (2.50 บาท/kWh) พบว่าไม่มีฟาร์มใดมีต้นทุนที่ต่ำกว่าราคาไฟฟ้าที่ซื้อมา ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพและชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันสามารถแสดงได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

$$\begin{aligned}
 Z = & (16.56 - 1.59Y + 5.91 \times 10^{-2} Y^2 - 8.07 \times 10^{-4} Y^3) + (0.91 - 0.10Y + 4.83 \times 10^{-3} Y^2 - 8.39 \times 10^{-5} Y^3)X \\
 & - (2.63 \times 10^{-2} - 3.10 \times 10^{-3} Y + 1.62 \times 10^{-4} Y^2 - 2.92 \times 10^{-6} Y^3)X^2 \\
 & - (1.0 \times 10^{-4} - 3.71 \times 10^{-5} Y + 2.67 \times 10^{-6} Y^2 - 5.65 \times 10^{-8} Y^3)X^3
 \end{aligned} \quad (4.1)$$

เมื่อ $Z =$ ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (บาท/kWh)

$X =$ อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (W/m³); $27.6 \leq X \leq 75$

$Y =$ ชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวัน (hr); $10 \leq Y \leq 24$

4.2.2 การประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้ได้ประเมินถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแยกเป็น 2 กรณีคือ กรณีคิดผลกระทบที่เกิดจากก๊าซ CO₂ เพียงอย่างเดียวและกรณีคิดผลกระทบที่เกิดจากทั้งก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน ซึ่งการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะใช้ค่าใช้จ่ายในการกำจัดก๊าซ SO₂ โดยเครื่อง FGD เป็นฐานในการคำนวณ และใช้วิธี NETS เปรียบเทียบความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ เทียบกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซ SO₂ เพื่อที่จะคำนวณออกมาในรูปตัวเลข ดังที่สรุปในตาราง 4.5 และ 4.6 ต่อไปนี้

ตาราง 4.5 ผลการเปรียบเทียบความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างก๊าซ SO₂ CH₄ และ CO₂ โดยวิธี NETS

Item	Unit	SO ₂	CO ₂	CH ₄
Maximum value	NETS/Pop.	100	100	100
Population	Pop.	779,215	6.0 x 10 ⁹	6.0 x 10 ⁹
MEV	NETS	7.8 x 10 ⁷	6.0 x 10 ¹¹	6.0 x 10 ¹¹
Maximum load in case acid rain	Ton	3.93 x 10 ⁶	-	-
Maximum load in case global warming	Ton	-	2.05 x 10 ¹²	1.06 x 10 ¹¹
Maximum load in case fuel depletion	Ton	-	-	1.01 x 10 ¹¹
Total ELM	NETS/ton	19.85	0.29	6.04

จากตาราง 4.5 จะเห็นว่าความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ SO₂ มีค่ามากที่สุดและระหว่างก๊าซ CH₄ กับก๊าซ CO₂ ก๊าซ CH₄ จะมีค่าผลกระทบที่มากกว่าถึง 20.8 เท่าตัว เนื่องจากมีผลกระทบทั้งทางด้าน global warming และ fuel depletion 2 กรณีรวมกัน ส่วนก๊าซ CO₂ มีผลกระทบด้าน global warming เพียงอย่างเดียว ผลการประเมินค่าใช้จ่ายในการกำจัดก๊าซ CH₄ และก๊าซ CO₂ เมื่อเทียบกับการใช้เครื่อง FGD กำจัดก๊าซ SO₂ สามารถสรุปได้ดังตาราง 4.6 และรายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.

ตาราง 4.6 ผลการประเมินค่าใช้จ่ายในการกำจัดก๊าซ CH₄ และก๊าซ CO₂ เทียบกับก๊าซ SO₂ โดยวิธี NETS

Item	SO ₂	CO ₂	CH ₄
Total ELM (NETS/ton)	19.85	0.29	6.04
Cost (บาท/ton)	2,768	40	842

ผลจากตาราง 4.6 เมื่อนำมาเทียบกับค่า VED ที่รวบรวมโดย Jonathan Koomey และ Florentin Krause (ดูบทที่ 1 และตาราง 1.5 ประกอบ) สามารถสรุปเป็นอัตราส่วนที่ใช้ SO₂ เป็นฐาน ได้ดังตาราง 4.7 ต่อไปนี้

ตาราง 4.7 ผลการเปรียบเทียบอัตราค่า VED เมื่อใช้ SO₂ เป็นฐาน

Source	Chemick and Caverhill	Schilberg et al.	MA DPU	งานวิจัยนี้
VED SO ₂ / VED CO ₂	80.35	67.57	68.18	69.20
VED SO ₂ / VED CH ₄	2.49	2.63	6.82	3.29

ผลจากตาราง 4.7 แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ค่า VED ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะต่างจากแหล่งข้อมูลอื่น แต่เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างค่า VED ของก๊าซ SO₂ ต่อค่า VED ของก๊าซ CO₂ และ CH₄ แล้วจะเห็นว่าไม่ได้ต่างจากแหล่งข้อมูลอื่นมาก

4.2.2.1 กรณีคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

เมื่อนำค่าใช้จ่ายที่ประเมินได้ในตารางที่ 4.6 มาคำนวณโดยวิธี Externality Cost สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8 (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.8 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกรณีเกิดจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ชั่วโมงทำงานต่างๆ							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07
4. ต.ประสพผล (75.0)	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07	0.019	0.07

จากตาราง 4.8 พบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ มีค่าเท่ากับ 0.07 บาท/kWh เหมือนกันทุกฟาร์มเนื่องจากค่า Heat Rate และ Emission Factor ของแต่ละฟาร์มมีค่าไม่ต่างกันมาก และมีค่าเท่ากับค่าอัตราภาษีจากแบบจำลองของ Frank Muller *et. al* (คูบทที่ 1 ประกอบ) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.16 cents/kWh เทียบเป็นเงินไทยเท่ากับ 0.07 บาท/kWh (ใช้อัตราแลกเปลี่ยน 44 บาท/US\$) ด้วยเช่นกัน

4.2.2.2 กรณีเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CH₄ อย่างเดียว

เนื่องจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพช่วยลดปัญหาการแพร่กระจายก๊าซ CH₄ และช่วยลดปัญหาการหมักสั่นของก๊าซธรรมชาติ ค่าใช้จ่ายในกรณีนี้จึงมีค่าเป็นลบ (หรือถือว่าเป็นรายได้ของฟาร์มนั่นเอง) และมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องต่อวัน โดยมีค่าเป็น -0.38 -0.35 -0.37 และ -0.36 บาท/kWh หรือ -0.104 -0.098 -0.103 และ -0.101 บาท/MJ สำหรับฟาร์มที่มีอัตราส่วน 27.6 37.0 56.0 และ 75.0 W/m³ ตามลำดับ

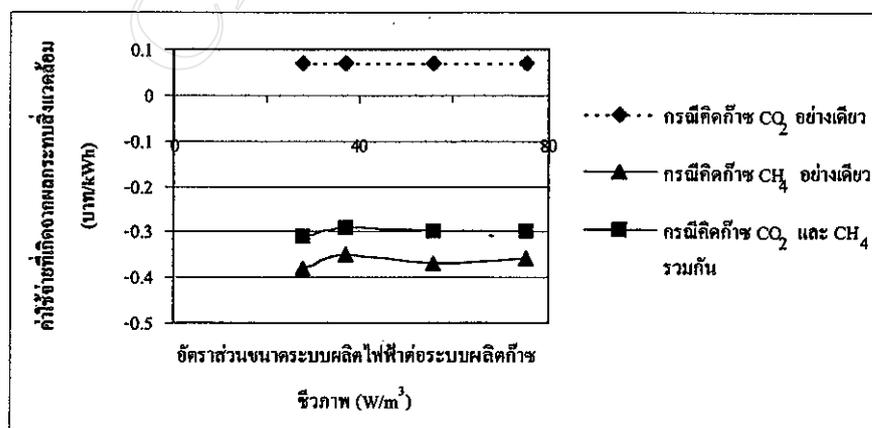
4.2.2.3 กรณีคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

ค่าใช้จ่ายกรณีนี้มีค่าเป็นลบ เนื่องจากการช่วยลดปัญหาการแพร่กระจายของก๊าซ CH₄ และลดปัญหาการหมักสั่นของก๊าซธรรมชาติมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ สู่สิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกรณีคิดจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ชั่วโมงทำงานต่างๆ							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	-0.086	-0.31	-0.086	-0.31	-0.086	-0.31	-0.086	-0.31
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	-0.081	-0.29	-0.081	-0.29	-0.081	-0.29	-0.081	-0.29
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30
4. ต.ประสพผล (75.0)	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30	-0.083	-0.30

ค่าใช้จ่ายแต่ละฟาร์มจากตาราง 4.9 จะมีค่าไม่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.30 บาท/kWh หรือคิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้นของฟาร์มเท่ากับ 0.30 บาท/kWh ซึ่งไม่ขึ้นกับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์ม และค่าใช้จ่ายทั้ง 3 กรณีสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟได้ดังรูป 4.3 ดังนี้



รูป 4.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 กรณี

4.2.3 การประเมินต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

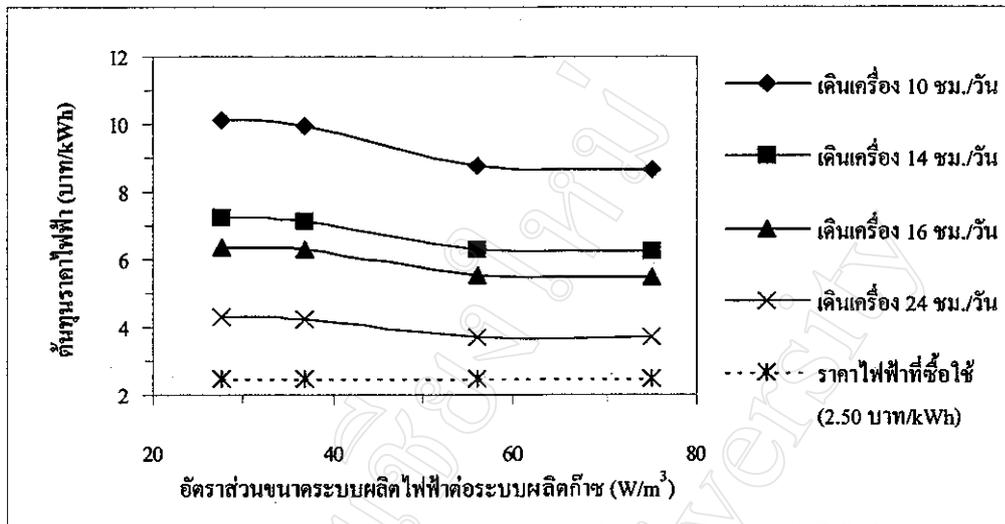
4.2.3.1 กรณีคิดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

กรณีนี้ต้นทุนมีราคาสูงกว่ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ เพิ่มเข้ามา ดังแสดงในตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ต้นทุนราคาไฟฟ้าแบบ Exergy Costing กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ชั่วโมงทำงานต่างๆ							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	2.806	10.10	2.013	7.25	1.765	6.35	1.186	4.27
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	2.754	9.92	1.984	7.14	1.743	6.28	1.181	4.25
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	2.437	8.77	1.750	6.30	1.536	5.53	1.035	3.73
4. ต.ประสพผล (75.0)	2.404	8.66	1.728	6.22	1.517	5.46	1.024	3.69

ข้อมูลจากตาราง 4.10 จะเห็นว่าทุกฟาร์มมีต้นทุนที่สูงกว่าราคาไฟฟ้าที่ซื้อมาใช้ภายในฟาร์มทั้งสิ้นโดยมีค่าต้นทุนที่ต่ำสุดเพียง 3.69 บาท/kWh หรือ 1.024 บาท/MJ และสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนราคาไฟฟ้ากับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพในรูปกราฟได้ดังรูป 4.4



รูป 4.4 ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

จากตาราง 4.10 และรูป 4.4 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของก๊าซ CO₂ ที่เพิ่มเข้ามาทำให้ต้นทุนราคาไฟฟ้ามีค่าสูงเพิ่มขึ้นอีก 0.07 บาท/kWh และไม่มีฟาร์มใดที่มีต้นทุนราคาไฟฟ้าถูกกว่าราคาไฟฟ้าที่ซื้อ (2.50 บาท/kWh) ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีนี้ยังคงขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในลักษณะชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันยิ่งมากต้นทุนยิ่งต่ำลงและฟาร์มที่มีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพมากต้นทุนจะต่ำกว่าฟาร์มที่มีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพน้อยที่ชั่วโมงเดินเครื่องเท่ากัน และแสดงความสัมพันธ์ได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

$$\begin{aligned}
 Z = & (8.83 - 3.78 \times 10^{-2} Y - 4.02 \times 10^{-2} Y^2 + 1.21 \times 10^{-3} Y^3) + (1.39 - 0.19 Y + 1.09 \times 10^{-2} Y^2 - 2.06 \times 10^{-4} Y^3) X \\
 & - (3.36 \times 10^{-2} - 4.55 \times 10^{-3} Y + 2.55 \times 10^{-4} Y^2 - 4.82 \times 10^{-6} Y^3) X^2 \\
 & - (1.0 \times 10^{-4} - 3.71 \times 10^{-5} Y + 2.67 \times 10^{-6} Y^2 - 5.65 \times 10^{-8} Y^3) X^3
 \end{aligned} \quad (4.2)$$

เมื่อ $Z =$ ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว (บาท/kWh)

$X =$ อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (W/m³); $27.6 \leq X \leq 75$

$Y =$ ชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวัน (hr); $10 \leq Y \leq 24$

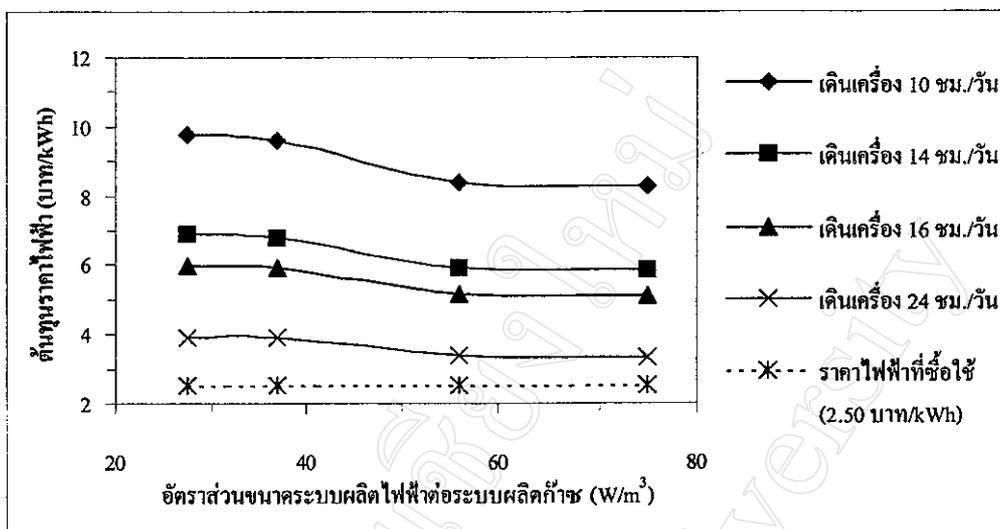
4.2.3.2 กรณีคิดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

กรณีนี้ต้นทุนราคาไฟฟ้าจะมีค่าลดลง เนื่องจากระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มช่วยลดปัญหาที่เกิดจากก๊าซ CH₄ ทำให้มีรายได้ที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ต้นทุนราคาไฟฟ้าแบบ Exergy Costing กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ชั่วโมงทำงานต่างๆ							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh	บาท/MJ	บาท/kWh
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	2.702	9.73	1.908	6.87	1.660	5.98	1.081	3.89
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	2.656	9.56	1.886	6.79	1.645	5.92	1.073	3.86
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	2.334	8.40	1.647	5.93	1.433	5.16	0.932	3.36
4. ต.ประสพผล (75.0)	2.303	8.29	1.627	5.86	1.416	5.10	0.923	3.32

ข้อมูลจากตาราง 4.11 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกันกับขนาดระบบผลิตไฟฟ้าที่มีชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันในช่วงต่างๆ ในรูปกราฟได้ดังรูป 4.5



รูป 4.5 ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คิดทั้งก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

จากตาราง 4.11 และรูป 4.5 จะเห็นว่าต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คิดทั้งก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกันนั้นขึ้นอยู่กับ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์ม โดยมีค่าต้นทุนต่ำสุดเพียง 3.32 บาท/kWh และไม่มีฟาร์มใดที่มีต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ต่ำกว่าราคาไฟฟ้าที่ซื้อมาใช้ภายในฟาร์ม ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนราคาไฟฟ้ากับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพแสดงได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

$$\begin{aligned}
 Z = & (23.19 - 3.09Y + 0.16Y^2 - 2.75 \times 10^{-3}Y^3) + (0.45 + 3.53 \times 10^{-3}Y - 1.61 \times 10^{-3}Y^2 + 4.59 \times 10^{-5}Y^3)X \\
 & - (1.41 \times 10^{-2} - 4.91 \times 10^{-4}Y - 5.36 \times 10^{-6}Y^2 + 4.46 \times 10^{-7}Y^3)X^2 \\
 & + (2.3 \times 10^{-4} - 3.27 \times 10^{-5}Y + 1.96 \times 10^{-6}Y^2 - 3.86 \times 10^{-8}Y^3)X^3
 \end{aligned} \quad (4.3)$$

เมื่อ $Z =$ ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คิดทั้งก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน (บาท/kWh)

$X =$ อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (W/m³); $27.6 \leq X \leq 75$

$Y =$ ชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละวัน (hr); $10 \leq Y \leq 24$

4.2.4 การประเมินอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยนี้จะใช้อัตราผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาคืนทุนเป็นตัวชี้วัดว่าฟาร์มสุกรที่มีระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพขนาดต่างๆ นั้นมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพียงใด และได้แยกออกเป็น 3 กรณีคือ กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียวและกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน ซึ่งแต่ละกรณีจะแยกเป็น กิจต่อเงินส่วนที่เข้าของฟาร์มลงทุนเอง (เนื่องจากการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพนั้นได้รับการสนับสนุนค่าก่อสร้างจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติในอัตราเท่ากับ 1,128,000 บาทต่อต่อขนาดบ่อหมักก๊าซชีวภาพ 1,000 ลูกบาศก์เมตร) และกิตต่อเงินลงทุนทั้งหมด (กรณีไม่ได้รับเงินสนับสนุน) และการคำนวณรายได้จากการผลิตไฟฟ้าจะไม่มีรายได้จากการขายไฟฟ้าเนื่องจากไม่มีฟาร์มใดที่มีไฟฟ้าเหลือจากการใช้ภายในฟาร์ม การประเมินอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สามารถสรุปได้ดังนี้

4.2.4.1 กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4.2.4.1.1 อัตราผลตอบแทนการลงทุน

จากการคำนวณโดยใช้สมการ 2.47 และ 2.48 สามารถสรุปค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.12

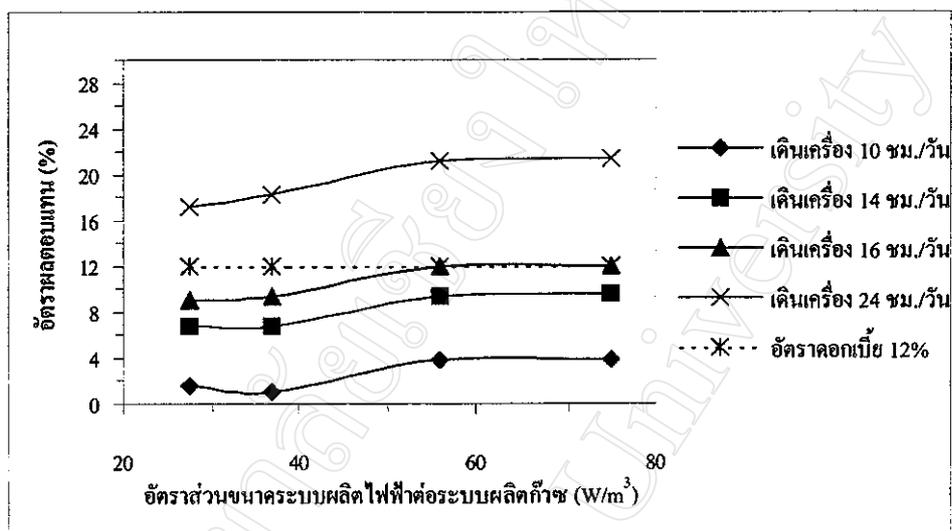
ตาราง 4.12 อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์ม (%)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	1.53	5.84	6.70	11.90	9.00	14.66	17.17	24.72
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	1.06	4.71	6.80	11.30	9.32	14.25	18.23	24.95
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	3.79	6.84	9.43	13.16	11.97	16.05	21.12	26.66
4. ต.ประสพผล (75.0)	3.76	5.73	9.48	11.88	12.05	14.67	21.31	24.86

หมายเหตุ IRR₁ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมด (ไม่ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพข.)

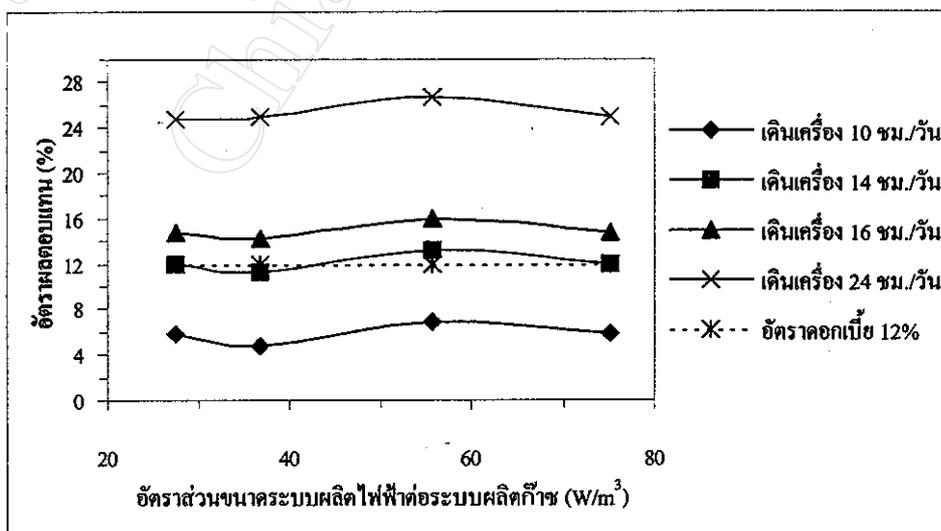
IRR₂ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง (ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพข.)

จากข้อมูลในตาราง 4.12 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนกับ ชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ของแต่ละฟาร์ม ได้ดังกราฟรูป 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ



รูป 4.6 อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมดกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากรูป 4.6 อัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีเพียงฟาร์มที่อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพตั้งแต่ 56 W/m^3 ขึ้นไปที่มีชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวัน 16 ชั่วโมงขึ้นไปเท่านั้นที่มีความน่าลงทุน (มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้เปรียบเทียบที่ 12%)



รูป 4.7 อัตราผลตอบแทนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเองกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รูป 4.7 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวัน โดยขนาดอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะไม่มีผลต่อค่าอัตราผลตอบแทน และฟาร์มที่มีชั่วโมงในการเดินเครื่องต่อวันตั้งแต่ 16 ชั่วโมงขึ้นไปทุกฟาร์มสมควรที่จะลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่า 12%

4.2.4.1.2 ระยะเวลาคืนทุน

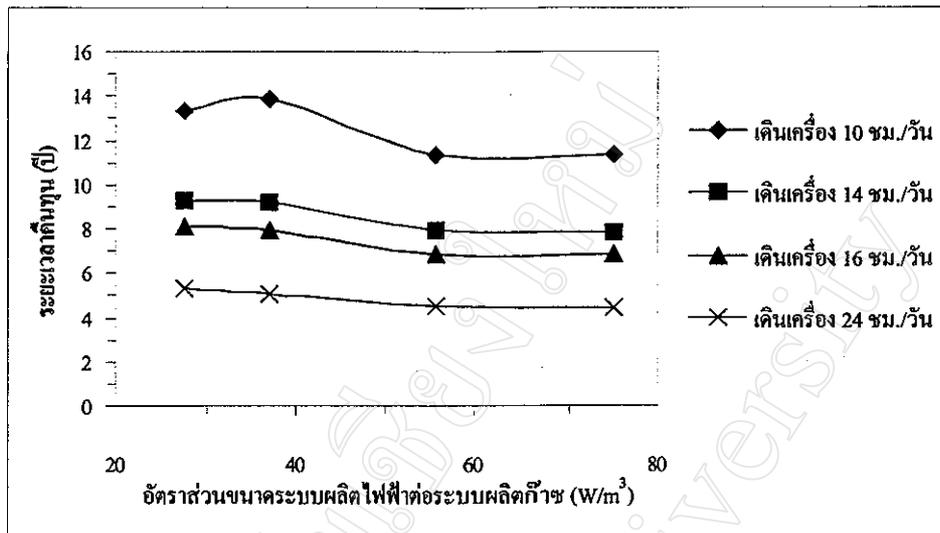
จากการคำนวณโดยใช้สมการ 2.49 ถึงสมการ 2.53 สามารถสรุปค่าระยะเวลาคืนทุนในกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ระยะเวลาคืนทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	PP ₁	PP ₂						
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	13.3	9.8	9.3	6.8	8.1	5.9	5.3	3.9
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	13.8	10.6	9.2	7.1	7.9	6.1	5.0	3.9
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	11.3	9.2	7.9	6.4	6.8	5.6	4.5	3.6
4. ต.ประสพผล (75.0)	11.3	9.9	7.8	6.9	6.8	5.9	4.4	3.9

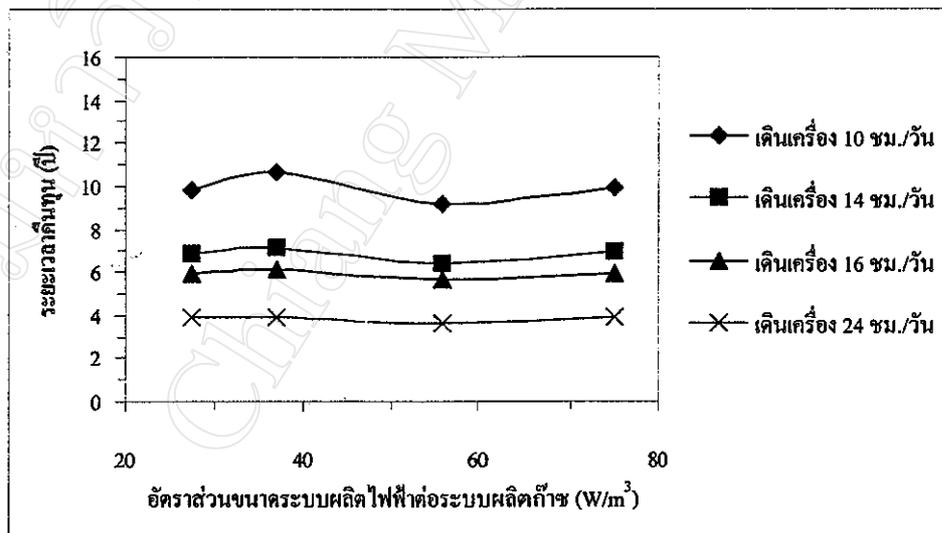
หมายเหตุ PP₁ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด, PP₂ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินที่ลงทุนเอง

จากข้อมูลในตาราง 4.13 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ได้ดังกราฟรูป 4.8 และ 4.9 ดังต่อไปนี้



รูป 4.8 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด

รูป 4.8 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมดจะมีค่าน้อยลงหากฟาร์มมีค่า ชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มาก ในฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดประมาณ 14 ปี และสั้นที่สุดประมาณ 4 ปีครึ่ง



รูป 4.9 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง

รูป 4.9 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินส่วนลงทุนเองจะมีค่าน้อยลงหากชั่วโมงเดิน เครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันมีค่ามากในขณะที่อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ไม่มีผล โดยฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะคืนทุนนานที่สุดประมาณ 10 ปีครึ่งและสั้นที่สุดประมาณ 3 ปีครึ่ง

4.2.4.2 กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

4.2.4.2.1 อัตราผลตอบแทนการลงทุน

จากการที่มีรายจ่ายเพิ่มขึ้นอีก 0.07 บาท/kWh เมื่อคำนวณค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ ของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.14

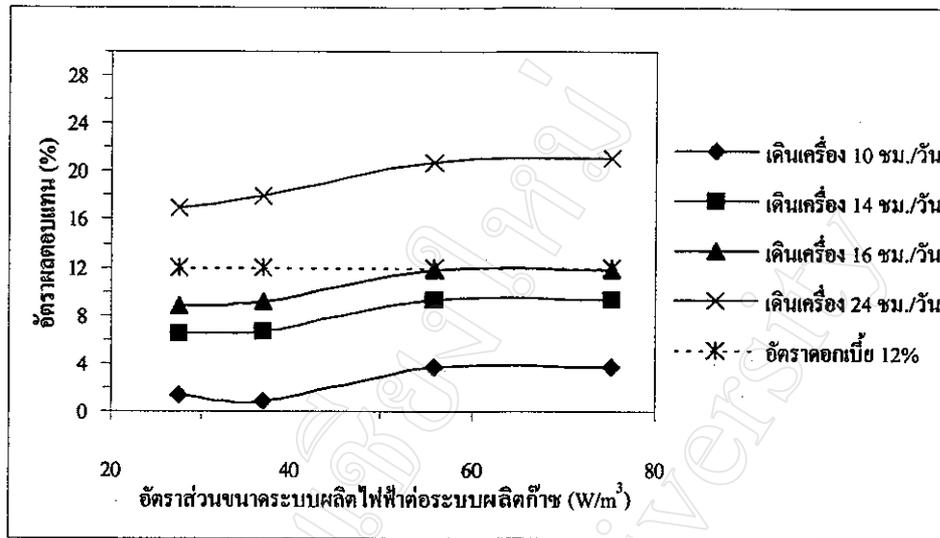
ตาราง 4.14 อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์ม (%)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	1.36	5.63	6.50	11.66	8.78	14.39	16.88	24.37
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	0.85	4.48	6.57	11.03	9.07	13.96	17.92	24.57
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	3.59	6.62	9.21	12.91	11.72	15.77	20.80	26.28
4. ต.ประสพผล (75.0)	3.57	5.52	9.25	11.63	11.80	14.40	20.98	24.50

หมายเหตุ IRR₁ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมด (ไม่ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพข.)

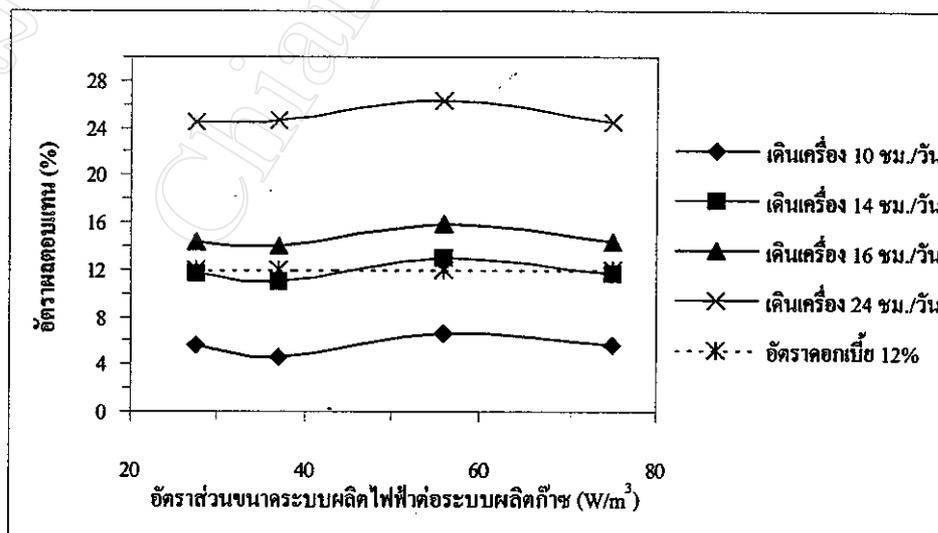
IRR₂ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง (ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพข.)

จากข้อมูลในตาราง 4.14 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนมีส่วนสัมพันธ์กับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์ม ดังแสดงในรูป 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ



รูป 4.10 อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมดกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

รูป 4.10 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และฟาร์มที่มีชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวัน 24 ชั่วโมงเท่านั้นที่มีความน่าลงทุน (มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้เปรียบเทียบกับที่ 12%)



รูป 4.11 อัตราผลตอบแทนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเองกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

รูป 4.11 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าแต่ขนาดอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะไม่มีผลต่อค่าอัตราผลตอบแทน และฟาร์มที่มีชั่วโมงในการเดินเครื่องต่อวันตั้งแต่ 16 ชั่วโมงขึ้นไปทุกฟาร์มมีความนำลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่า 12%

4.2.4.2.2 ระยะเวลาคืนทุน

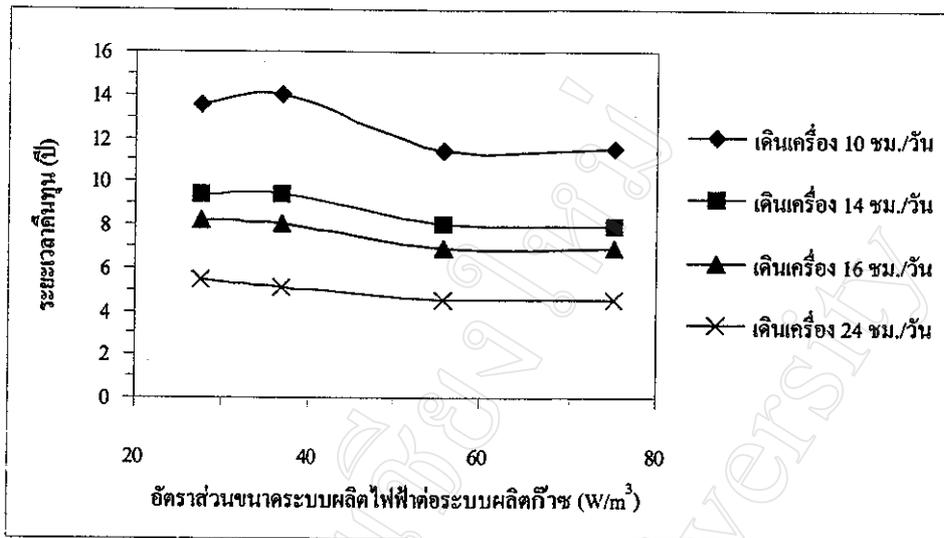
เมื่อทำการคำนวณโดยใช้สมการ 2.49 ถึงสมการ 2.53 ค่าระยะเวลาคืนทุนในกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ ของฟาร์มต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตาราง 4.15

ตาราง 4.15 ระยะเวลาคืนทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ อย่างเดียว

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	PP ₁	PP ₂						
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	13.5	9.9	9.4	6.9	8.2	6.0	5.4	3.9
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	14.0	10.8	9.4	7.2	8.0	6.2	5.1	3.9
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	11.4	9.3	8.0	6.5	6.9	5.6	4.5	3.7
4. ค.ประสพผล (75.0)	11.5	10.0	7.9	6.9	6.9	6.0	4.5	3.9

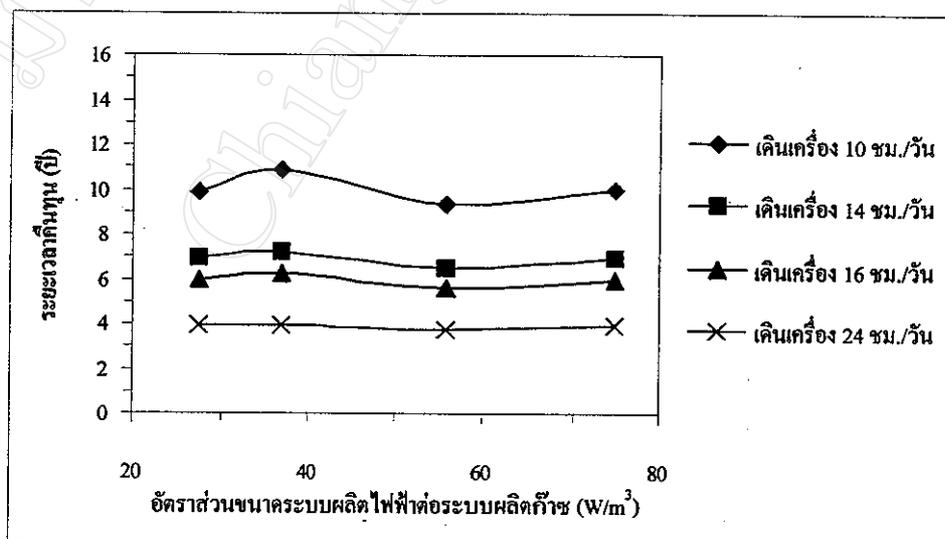
หมายเหตุ PP₁ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด, PP₂ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินที่ลงทุนเอง

จากข้อมูลในตาราง 4.15 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนขึ้นกับชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ดังแสดงความสัมพันธ์ในกราฟรูป 4.12 และ 4.13



รูป 4.12 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด

รูป 4.12 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมดจะมีค่าน้อยลงหากชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีค่ามากขึ้น ในฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดประมาณ 14 ปี และสั้นที่สุดประมาณ 4 ปีครึ่ง ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ ส่งผลต่อรายรับรายจ่ายไม่มากจึงทำให้ค่าที่ได้ไม่ต่างจากกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



รูป 4.13 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง

รูป 4.13 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนเองจะมีค่าน้อยลงหากชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันมีค่ามาก ส่วนอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะไม่มีผล ในฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดประมาณ 11 ปีและสั้นที่สุดประมาณ 4 ปีและค่าระยะเวลาคืนทุนก็ไม่ต่างจากกรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน

4.2.4.3 กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

4.2.4.3.1 อัตราผลตอบแทนการลงทุน

จากการคำนวณโดยใช้สมการ 2.47 และ 2.48 สามารถสรุปค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนในกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกันของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.16

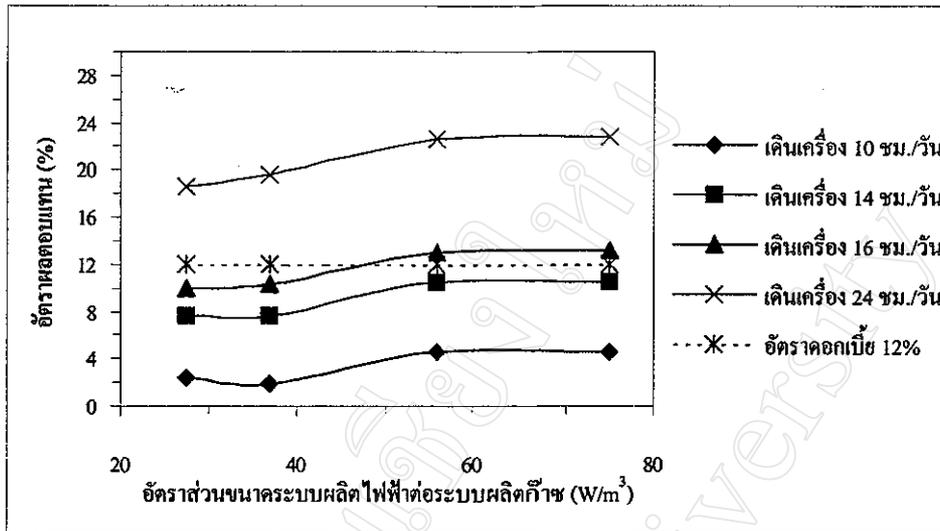
ตาราง 4.16 อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

ฟาร์มสุกร (W/m ³)	อัตราผลตอบแทนการลงทุนของฟาร์ม (%)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂	IRR ₁	IRR ₂
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	2.34	6.77	7.64	13.02	10.00	15.87	18.47	26.36
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	1.91	5.67	7.61	12.43	10.36	15.47	19.57	26.59
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	4.63	7.78	10.43	14.30	13.05	17.29	22.55	28.34
4. ศ.ประสพผล (75.0)	4.62	6.65	10.50	12.99	13.07	15.87	22.76	26.47

หมายเหตุ IRR₁ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมด (ไม่ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพช.)

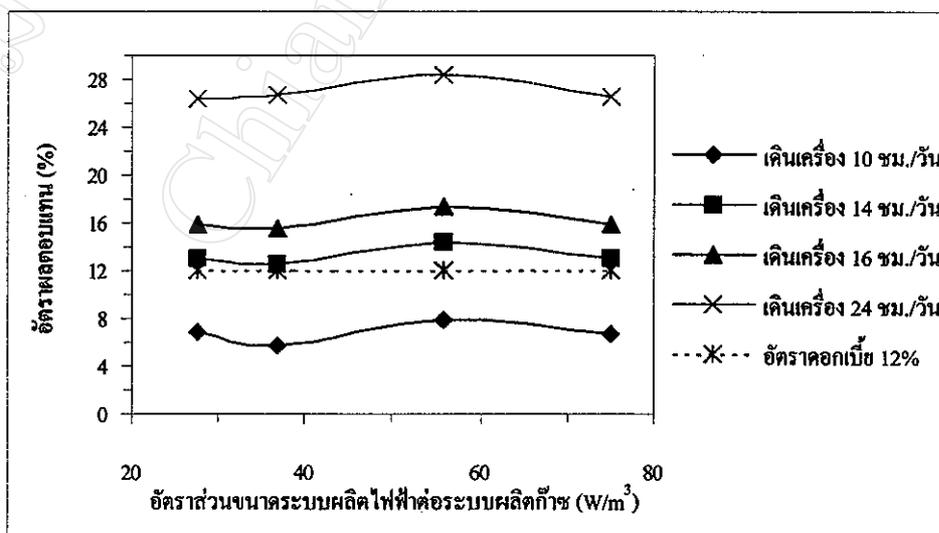
IRR₂ = อัตราผลตอบแทนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง (ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพช.)

จากข้อมูลในตาราง 4.16 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนกับชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพของแต่ละฟาร์ม ได้ดังกราฟรูป 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ



รูป 4.14 อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนทั้งหมดกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

รูป 4.14 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีเพียงฟาร์มที่อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพตั้งแต่ 56 W/m³ ขึ้นไปที่มีชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันตั้งแต่ 16 ชั่วโมงเท่านั้นที่มีความน่าลงทุน (มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้เปรียบเทียบกับที่ 12%) เช่นเดียวกับกรณี ไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



รูป 4.15 อัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนที่ลงทุนเองกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO₂ และ CH₄ รวมกัน

รูป 4.15 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นหากชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันมีค่ามาก ส่วนขนาดอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะไม่มีผลต่อค่าอัตราผลตอบแทน และฟาร์มที่มีชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันตั้งแต่ 14 ชั่วโมงขึ้นไปทุกฟาร์มมีความน่าลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพเนื่องจากมีค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่า 12%

4.2.4.3.2 ระยะเวลาคืนทุน

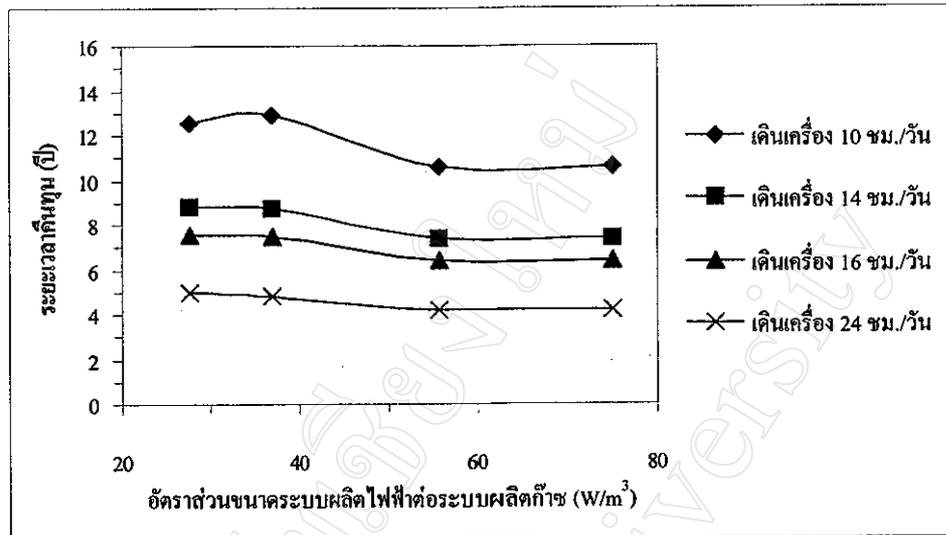
จากการคำนวณโดยใช้สมการ 2.49 ถึงสมการ 2.53 สามารถสรุปค่าระยะเวลาคืนทุนกรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO_2 และ CH_4 รวมกันของฟาร์มต่างๆ ได้ดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 ระยะเวลาคืนทุนของฟาร์มต่างๆ กรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากก๊าซ CO_2 และ CH_4 รวมกัน

ฟาร์มสุกร (W/m^3)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)							
	3,600 ชม. (10 ชม./วัน)		5,040 ชม. (14 ชม./วัน)		5,760 ชม. (16 ชม./วัน)		8,640 ชม. (24 ชม./วัน)	
	PP ₁	PP ₂						
1. เอส.พี.เอ็ม. 2 (27.6)	12.5	9.2	8.8	6.5	7.6	5.6	5.0	3.7
2. กิตติวัฒน์ (37.0)	12.9	9.9	8.7	6.7	7.5	5.7	4.8	3.7
3. เอส.พี.เอ็ม. 1 (56.0)	10.6	8.7	7.4	6.1	6.4	5.3	4.2	3.4
4. ต.ประสพผล (75.0)	10.6	9.3	7.4	6.5	6.4	5.6	4.2	3.7

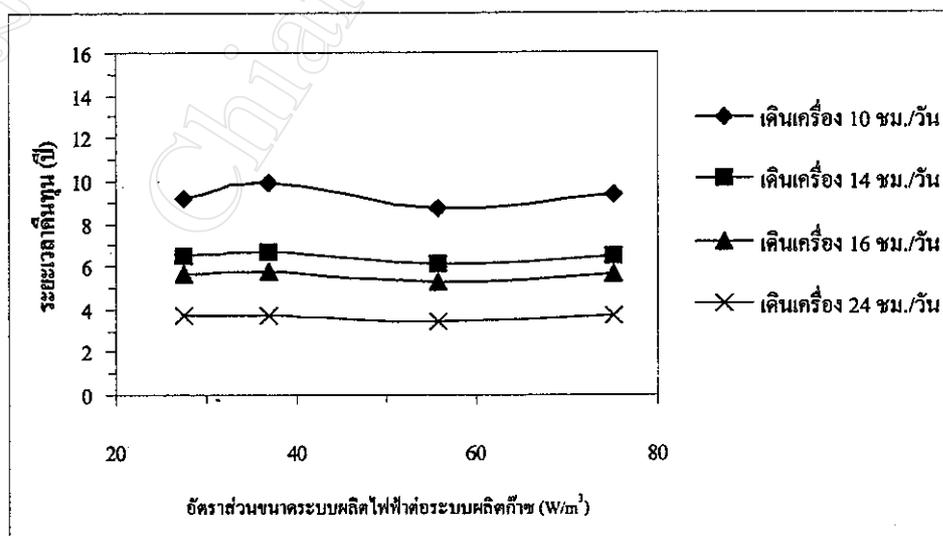
หมายเหตุ PP₁ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด, PP₂ = ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินที่ลงทุนเอง

ข้อมูลในตาราง 4.17 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนขึ้นกับชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูป 4.16 และ 4.17



รูป 4.16 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมด

รูป 4.16 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินลงทุนทั้งหมดจะมีค่าน้อยลงหากชั่วโมงในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีค่ามากขึ้น ในฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดประมาณ 13 ปี และสั้นที่สุดประมาณ 4 ปีซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบของก๊าซ CO_2 และ CH_4 จะส่งผลต่อให้ฟาร์มมีรายรับมากขึ้นส่งผลให้ค่าระยะคืนทุนโดยรวมมีระยะเวลาที่สั้นกว่ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประมาณครึ่งปี



รูป 4.17 ระยะเวลาคืนทุนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเอง

รูป 4.17 แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนต่อเงินส่วนที่ลงทุนเองจะมีค่าน้อยลงหากชั่วโมงเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อวันมีค่ามาก ส่วนอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะไม่มีผล ในฟาร์มทั้ง 4 จะมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดประมาณ 10 ปีและสั้นที่สุดประมาณ 3 ปีครั้ง ซึ่งเงินสนับสนุนค่าก่อสร้างจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) จะส่งผลให้รายจ่ายของฟาร์มลดลงเป็นอย่างมากทำให้มีผลต่อค่าระยะเวลาคืนทุนมากกว่ารายรับที่เพิ่มขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยภาพรวมมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประมาณครึ่งปี