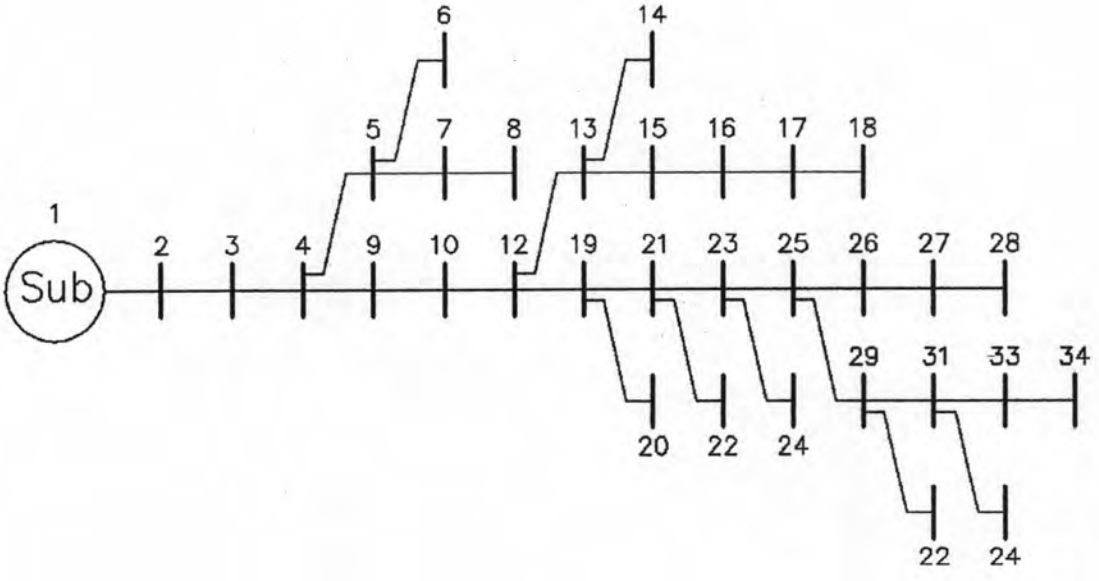
บทที่ 5

การทดสอบและผลการทดสอบ

ในบทนี้จะเป็นการแสดงผลการทดสอบผลการคำนวณการวางแผนระบบจำหน่ายโดยประยุกต์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยจะใช้ระบบจำหน่าย 34 bus ในการทดสอบ และมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายกับการติดตั้งหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าเดิม และมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการหาตำแหน่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจากการใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสีย กับการกำหนดตำแหน่งขึ้นเองโดยผู้วางแผน

ในการประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในการวางแผนระบบจำหน่ายนั้น เราจะกำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจ่ายโหลดในช่วง On Peak (9:00 น. - 22:00 น.) เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กนั้นมีค่าต่ำกว่าราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้า และในช่วง Off Peak (22:00 น. – 9:00 น.) นั้นจะรับไฟจากผู้ผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเนื่องจากราคาไฟฟ้าต่อหน่วยมีค่าถูกกว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

5.1 ระบบจำหน่ายขนาด 34 บัส



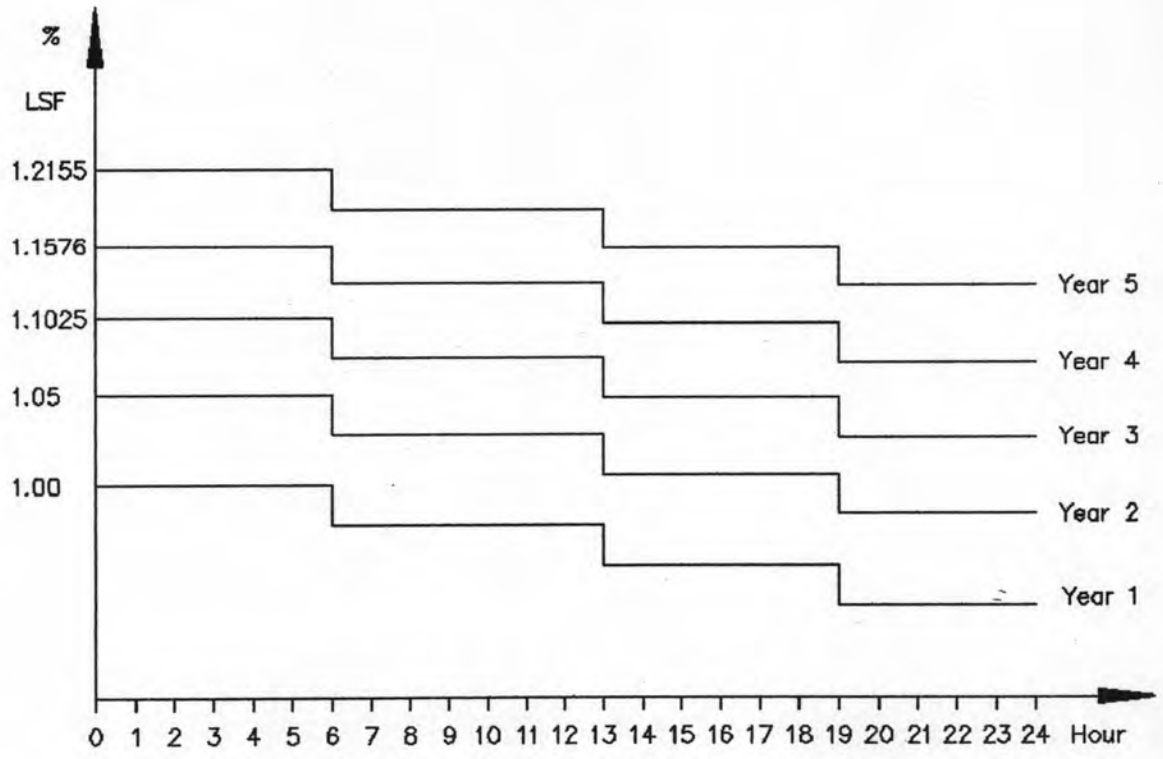
รูปที่ 5.1 แผนผังภาพเส้นเดียวของระบบจำหน่าย 34 บัส [22]

ระบบจำหน่ายที่ใช้ในการทดสอบนี้จำลองมาจากระบบจำหน่ายที่มีขนาดใหญ่โดยนำมาเพียงสายป้อนหลักเพียงหนึ่งวงจรซึ่งมีขนาด 34 บัส โดยระบบจำหน่ายนี้จะรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าที่ปลายสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าระดับแรงดัน 115 kV. และทำการลดระดับแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อยขนาด 22 kV. เพื่อป้อนเข้าสู่ระบบจำหน่ายต่อไป รายละเอียดข้อมูลของระบบจำหน่ายแสดงในภาคผนวก ก

ในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงและใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้เห็นความแตกต่างของเชื้อเพลิงที่เป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนและเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานหมุนเวียนในเรื่องของการลงทุน

5.2 แบบจำลองโหลดที่ใช้ในการทดสอบ

แบบจำลองโหลดนั้นเป็นโหลดรายวันโดยการทำการทดลองนั้นมีสมมติฐานว่าในแต่ละปีโหลดจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันตลอดทุกวัน รูปที่ 5.2 แสดงเส้นโค้งช่วงเวลาโหลดรายวันที่ใช้ในการทดสอบโดยสมมติว่าได้จากการพยากรณ์โหลด โดยโหลดในแต่ละวันจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ 4 ช่วงเวลาและมีการเพิ่มขึ้นทุกๆปี ปีละ 5 % ใช้เวลาในการทดสอบ 5 ปี โดยค่าในแกนตั้งนั้นแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ (Load Scaling Factor) ของโหลดในแต่ละบัส



รูปที่ 5.2 เส้นโค้งช่วงเวลาโหลดรายวันที่ใช้ในการทดสอบ

5.3 การทดสอบและผลการทดสอบ

ในการทดสอบได้พัฒนาโปรแกรมในการทดสอบคือ โปรแกรม MATLAB 6.5 ขึ้นมาใช้ในการทดสอบ โดยมีการประยุกต์ใช้โปรแกรม MATPOWER 3.0[13] ร่วมกับการพัฒนาโปรแกรมด้วย

ในการทดสอบนั้นเราจะสมมติให้พื้นที่จำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายเป็นระบบจำหน่าย 34 บัส โดยสมมติให้สถานีไฟฟ้าย่อยมีความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 9 เมกกะวัตต์ ซึ่งจากข้อมูลโหลดที่พยากรณ์นั้นในปีวางแผนที่ 1 มีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 8.879 เมกกะวัตต์ และปีที่ 2 ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 9.323 เมกกะวัตต์ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการวางแผนในการเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับระบบจำหน่ายเพื่อที่จะสามารถจ่ายโหลดได้ ในการวางแผนจะใช้ระยะเวลา 5 ปี โดยการเพิ่มกำลังไฟฟ้าที่สถานีไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้ามาช่วยเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับระบบจำหน่าย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ติดตั้งเข้าไปนั้นจะช่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าตอนช่วง On Peak ซึ่งมีระยะเวลาทั้งสิ้น 13 ชั่วโมงต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 5.3 ส่วนในช่วง Off Peak นั้น กำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะมาจากสานีไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งอาจเพิ่มกำลังไฟฟ้าโดยการติดตั้งหม้อแปลงเข้าไปใหม่ตามที่เคยกล่าวไว้ในบทที่ 4 โดยการทดสอบนี้จะกล่าวถึงในส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น โดยจะแสดงการตั้งสมมติฐานและการทดสอบดังต่อไปนี้

สมมติกำลังให้สูงสุดที่ 9 เมกกะวัตต์ที่สถานีไฟฟ้าสามารถจ่ายได้ โหลดเป็นไปตามรูปที่ 5.3 ทุกวัน ผู้วางแผนกำหนดตำแหน่งติดตั้งในการคำนวน 2 ตำแหน่ง กำหนดจำนวนปีในการวางแผน 5 ปี

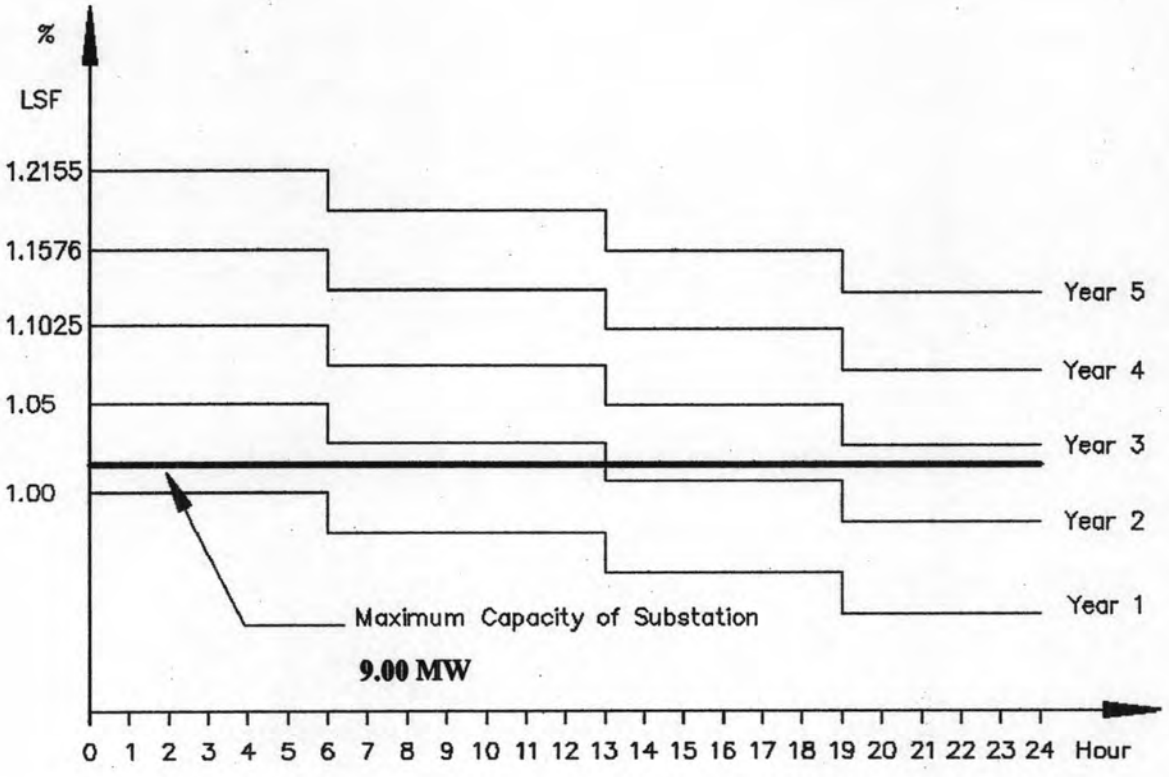
ในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบโปรแกรมโดยมีการเลือกประเภทของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ในการทดสอบ 2 ประเภทด้วยกันคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องยนต์แก๊สเป็นตัวต้นกำลัง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้พลังงานชีวมวลโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงให้กับระบบกังหันไอน้ำ โดมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างในด้านการลงทุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กทั้งสองประเภท โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบนั้นสามารถใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใดก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้วางแผนเองว่าจะเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กชนิดใดในการทดสอบ

5.3.1 การทดสอบโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทเครื่องยนต์แก๊ส

ในการคำนวณเมื่อกำหนดค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วก็จะคำนวณตำแหน่งที่จะใช้ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโดยใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสีย ซึ่งให้ผลออกมาดังนี้

ตารางที่ 5.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสีย

โครงการที่	ตำแหน่ง(บัส)	
1	12	18
2	17	18



รูปที่ 5.3 แบบจำลองโหลดที่ใช้ในการทดสอบและกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สถานีไฟฟ้าจ่ายได้

โดยเราจะกำหนดกลุ่มของตำแหน่งต่างๆที่คำนวนได้เป็นโครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กไปตามตำแหน่งนั้น ซึ่งจากการคำนวณจะได้คำตอบออกมา 2 โครงการ โดยโครงการที่ 1 จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่บัส 12 และบัส 18 และโครงการที่ 2 จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ขนาดเล็กที่บัส 17 และบัส 18 เมื่อพิจารณาที่โหลดสูงสุดในปีที่ 5 ในช่วงเวลา On Peak นั้นขนาดกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ติดตั้งที่ตำแหน่งต่างๆในแต่ละโครงการจะต้องสามารถจ่ายโหลดในช่วงนี้ได้ ดังนั้นขนาดกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจะพิจารณาจากโหลดในช่วงนี้นั้นเอง ซึ่งผลจากการคำนวณแสดงดังต่อไปนี้

ตาราที่ 5.2 กำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในแต่ละโครงการ

โครงการที่	กำลังผลิต(เมกกะวัตต์)	
1	0.000(บัส12)	1.958(บัส18)
2	1.155(บัส17)	0.802(บัส18)

เมื่อพิจารณาขนาดกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่คำนวณได้ในตำแหน่งต่างๆ สามารถกำหนดขนาดกำลังผลิตติดตั้งของของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่คำนวณได้ในตำแหน่งต่างๆได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 กำลังผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในแต่ละโครงการ

โครงการที่	กำลังผลิตติดตั้ง(เมกกะวัตต์)	
1	0.000(บัส12)	2.000(บัส18)
2	1.200(บัส17)	0.900 (บัส18)

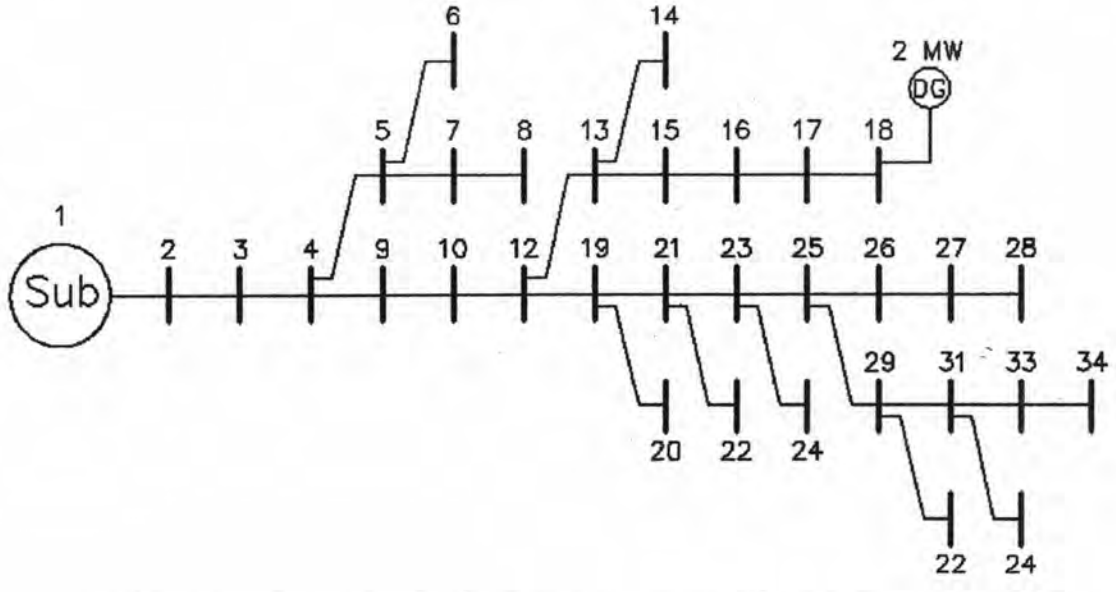
จากผลการคำนวนที่ได้ในโครงการที่ 1 ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในบัสที่ 18 เพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น เนื่องจากการคำนวนออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ให้คำตอบที่เหมาะสมที่บัสที่ 18 เพียงบัสเดียวเท่านั้น หลังจากนั้นเราจะเลือกคำนวนการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ละโครงการโดยเลือกโครงการที่ 1 ก่อน และโครงการที่ 2 ตามลำดับ จากการคำนวณจะได้ค่าของมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนของแต่ละโครงการดังนี้

จากตารางที่ 5.4 แสดงคำตอบของมูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสีย, มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการ, เงินลงทุนเริ่มต้นและมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนซึ่งอยู่ในช่วงเวลาดำเนินการทั้งหมด 5 ปี เมื่อพิจารณาจากโครงการที่ 2 จะเห็นได้ว่ามูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสียมีค่าน้อยกว่าโครงการที่ 1 แสดงว่าค่าพลังงานสูญเสียรวมในการติดตั้งเครื่องกำเนิดขนาดเล็กตามโครงการที่ 2 นั้นให้ค่าน้อยกว่าโครงการที่ 1 รวมถึงค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการในโครงการที่ 2 ก็ให้

ค่าที่น้อยกว่าโครงการที่ 1 ด้วย แต่ถ้าพิจารณาเงินลงทุนเริ่มต้นในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กของทั้งสองโครงการแล้วจะเห็นได้ว่าโครงการที่ 2 ใช้เงินลงทุนต่ำกว่าโครงการที่ 1 เนื่องจากมีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกกะวัตต์ แต่ในโครงการที่ 2 ต้องใช้เงินลงทุนที่มากกว่าในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 1.2 และ 0.9 เมกกะวัตต์ และเมื่อรวมมูลค่าต่างๆเข้าด้วยกันแล้วจะทำให้ทราบว่ามูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนในการดำเนินการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในช่วงเวลาวางแผน 5 ปี นั้น โครงการที่ 1 ให้มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับโครงการที่ 2 ดังนั้นจึงตัดสินใจเลือกโครงการที่ 1 เป็นคำตอบในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกกะวัตต์ ในบัสที่ 18 เพียงบัสเดียว

ตารางที่ 5.4 มูลค่าทางการเงินที่ได้จากการคำนวณการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	หน่วย
มูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสีย	6,624,300.82	6,600,525.89	บาท
มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการ	77,150,165.16	77,136,442.62	บาท
เงินลงทุนเริ่มต้น	82,241,154.00	86,353,211.70	บาท
มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน	166,015,619.98	170,090,180.21	บาท



รูปที่ 5.4 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสียในการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก เพื่อพิจารณาถึงตำแหน่งในการติดตั้งที่ให้ค่ากำลังสูญเสียรวมของระบบจำหน่ายให้มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งมีข้อดีคือมีความเร็วในการคำนวณแต่มีข้อเสียกว่าการคำนวณตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กด้วยวิธีอื่นๆ[3], [10], [11], [12] ที่ให้คำตอบที่เหมาะสมยิ่งกว่าการพิจารณาตำแหน่งด้วยการใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสีย แต่วิธีเหล่านั้นค่อนข้างยุ่งยากในการคำนวณและการพัฒนาโปรแกรมในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่มาจากการหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยดัชนีความไวของกำลังสูญเสีย นั้นก็เป็นคำตอบที่เพียงพอแล้วในการประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า และเมื่อเปรียบเทียบกับการพิจาณาตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจากการพิจารณาตำแหน่งที่มีปริมาณโหลดมากๆและอยู่ไกลจากสถานีไฟฟ้า การพิจาณาด้วยดัชนีความไวของกำลังสูญเสียจะให้คำตอบที่ดีกว่า ดังผลการทดสอบต่อไปนี้

เมื่อพิจาณาจากข้อมูลระบบแล้วบัสที่ 34 เป็นตำแหน่งที่อยู่ไกลที่สุดจากสถานีจ่ายไฟฟ้าและมีโหลดในปริมาณที่มากที่สุด ซึ่งน่าจะเป็นตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้าไปแล้วน่าจะให้ค่ากำลังสูญเสียรวมของระบบต่ำลงได้ดี โดยการพิจารณาการติดตั้งเพียงตำแหน่งเดียวและเมื่อทำการคำนวณแล้วผลออกมาเป็นดังนี้

ตารางที่ 5.5 กำลังผลิตและกำลังผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่บัส 34

กำลังผลิต(เมกกะวัตต์)	กำลังผลิตติดตั้ง(เมกกะวัตต์)
1.960	2.000

ตารางที่ 5.6 มูลค่าทางการเงินที่ได้จากการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่บัส 34

	ติดตั้งที่บัส 34	หน่วย
มูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสีย	6,740,904.87	บาท
มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการ	77,195,261.29	บาท
เงินลงทุนเริ่มต้น	82,241,154.00	บาท
มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน	166,177,320.16	บาท

เมื่อเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยการพิจารณาถึงระยะทางและขนาดของโหลดที่บัสต่างๆ โดยผู้วางแผนจะดูที่ระยะทางของโหลดที่อยู่ไกลจากสถานีไฟฟ้าและมีปริมาณโหลดสูง กับการพิจารณาโดยใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสียแล้ว ผลที่ได้ออกมาคือ การพิจารณาโดยใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสียให้คำตอบที่เหมาะสมกว่า คือมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนมีค่าน้อยกว่า ซึ่งการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโดยการพิจารณาถึงระยะทางและขนาดของโหลดที่บัสต่างๆนั้นจะมีความยากในการคาดเดาว่าตำแหน่งใดให้ค่าที่เหมาะสม ดังนั้นในการใช้ดัชนความไวของกำลังสูญเสียในการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจึงเป็นวิธีที่ดีในการคำนวณและเขียนโปรแกรม ของการประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ในการประยุกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าสิ่งที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายต้องคำนึงถึงคือ เมื่อมีการลงทุนติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้าไปในระบบแล้ว ผลตอบแทนทางด้านการเงินจะเป็นอย่างไร จะสามารถคืนทุนในระยะเวลากี่ปี โดยคำตอบที่ได้จากการคำนวณขนาดและตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่ได้คือ ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกกะวัตต์ ขนาดกำลังผลิต 1.958 เมกกะวัตต์ จะนำมาคำนวณทางการเงิน เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5.7

ในการคำนวณทางการเงินจะสมมติให้ราคาก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อคือ 3 % ต่อปี และอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 5 % ทุกๆ 5 ปี ในส่วนของรายได้ที่มาจากค่าไฟฟ้านั้นจะใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ประเภทกิจการขนาดเล็ก ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การลงทุนในตารางที่ ข.3 ในภาคผนวก ข เมื่อนำมาคำนวณ จะได้ระยะเวลาคืนทุนที่ 7 ปี ผลตอบแทนการลงทุน (IRR) 17.22% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 198,303,093.92 บาท ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหลังจากการคำนวณขนาดและตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อช่วยจ่ายโหลดในช่วง On Peak ในการวางแผนระบบจำหน่ายโดยประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุน

ตารางที่ 5.7 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

เงินลงทุนติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1x2 เมกกะวัตต์	82,241,154.00	บาท
ค่าท่อก๊าซเข้าสู่โครงการ(2 km.)	20,000,000.00	บาท
เงินลงทุนเริ่มต้นสุทธิ	102,241,154.00	บาท
อายุโครงการ	25	ปี
ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง	1 x 2	เมกกะวัตต์
ขนาดกำลังผลิตสุทธิ	1.96	เมกกะวัตต์
Heat Rate	9,553.60	BTU/kWh
ชั่วโมงเดินเครื่อง	4,745.00	ชั่วโมง/ปี
ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้า	88,850.00	ล้านBTU/ปี
ค่าไฟฟ้าขายปลีก(TOU 12-24 kV)กิจการขนาดเล็ก		
ค่าพลังงานไฟฟ้า(On Peak)	3.6246	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
ค่า Ft	0.5683	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
ค่าบริการรายเดือน	228.17	บาท
อัตราเงินเฟ้อต่อปี	3.00	%
อัตรดอกเบี้ย	7.25	%
ราคาก๊าซธรรมชาติเฉลี่ย(พ.ศ./2548)	161.09	บาท/ล้านBTU

ในการทดสอบที่ผ่านมาเป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแต่มีข้อเสียที่ในบางบริเวณไม่มีท่อก๊าซผ่าน เช่นบริเวณที่ห่างไกลจากแหล่งอุตสาหกรรมที่ไม่มีท่อก๊าซผ่านทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้ ซึ่งเป็นปัญหาอย่างหนึ่งของการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

5.3.2 การทดสอบโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังมีความสนใจในเรื่อง การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development) พลังงานหมุนเวียน ก็ถือเป็นหัวใจหลักของการพัฒนาดังกล่าวควบคู่กับการรีไซเคิลวัตถุ เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนจะไม่มีวันหมดไป แต่จะเกิดเวียนซ้ำ ดังนั้นความสำคัญของ พลังงานหมุนเวียนจึงมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างมาก สำหรับในประเทศไทยนั้น พลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตไฟฟ้ามีหลายประเภท ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากชีวมวล พลังงานน้ำ เชื้อเพลิงชีวภาพ

หรือชีวก๊าซ เป็นต้น โดยพลังงานที่ใช้ประโยชน์ในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะถูกพัฒนามากขึ้นในอนาคตหลัก ๆ ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากชีวมวล และพลังงานน้ำจากกังหันน้ำขนเล็ก

จากที่กล่าวมาข้างต้นเราจะทำการทดลองโดยการใช้พลังงานหมุนเวียนมาเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบแต่ข้อเสียของพลังงานเหล่านี้คือ การที่พลังงานหมุนเวียนนี้ ไม่สามารถทำการกำหนดการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการได้เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยปราศจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นปัจจัยที่อ้างอิงกับธรรมชาติ เป็นต้น จากการศึกษาใน[19] การใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยนั้นมีศักยภาพเพียงพอที่จะทำได้ จากรายงานการศึกษาของบริษัทแบล็คแอนด์วิชช์ (ประเทศไทย) จำกัด [Thailand Biomass-Based Power Generation and Gogeneration Within Small Rural Industries: Black & Veatch (Thailand): 2000] ได้ทำการศึกษาและประเมินแหล่งชีวมวลในประเทศไทย พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการนำชีวมวลซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรกรรม อันได้แก่ แกลบ กากปาล์ม กากอ้อย และเศษไม้ มาผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยพบว่าแกลบมีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด โดยแกลบมีปริมาณค่าความร้อนของการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงได้สูงที่สุด และมีความสามารถในการนำมาเป็นแหล่งเชื้อเพลิงได้ โดยมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชีวมวลจากกากอ้อย เศษไม้ และกากปาล์ม ที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงรองลงมาตามลำดับ

ในการทดสอบการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงนั้นคำตอบของตำแหน่งที่ได้จากการใช้ดัชนีความไวของกำลังสูญเสียนั้นยังเป็นคำตอบเดิมดังตารางที่ 5.1 รวมทั้งขนาดกำลังผลิตและกำลังผลิตติดตั้งด้วย ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงสามารถดูได้จากตารางที่ ก.4 ในภาคผนวก ก. เมื่อทำการคำนวณแล้วจะให้มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 มูลค่าทางการเงินที่ได้จากการคำนวณการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	หน่วย
มูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสีย	6,624,300.44	6,600,525.87	บาท
มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการ	77,100,976.72	77,087,262.95	บาท
เงินลงทุนเริ่มต้น	105,829,396.00	111,120,865.80	บาท
มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน	189,554,673.16	194,808,654.62	บาท

เมื่อพิจารณามูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนจากตารางที่ 5.8 โครงการที่จะเลือกเป็นคำตอบนั้นคือ โครงการที่ 1 โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงที่บัส 18 ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกกะวัตต์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การลงทุนในตารางที่ ข.4 ในภาคผนวก ข เมื่อนำมาคำนวณจะได้ระยะเวลาคืนทุนที่ 8 ปี ผลตอบแทนการลงทุน (IRR) 15.73% และมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนสุทธิ 170,050,285.6 บาท

ตารางที่ 5.9 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

เงินลงทุนเริ่มต้น	105,829,396.00	บาท
ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง	2x1	เมกกะวัตต์
ขนาดกำลังผลิตสุทธิ	1.96	เมกกะวัตต์
ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงาน	15.00	%
ชั่วโมงเดินเครื่อง	4,745.00	ชั่วโมง/ต่อปี
ปริมาณแกลบ	16,996.88	ตัน/ปี
ปริมาณขี้เถ้าแกลบ	3,399.38	ตัน/ปี
ราคาแกลบรวมค่าขนส่ง	1,000.00	บาท/ตัน
ราคาขายขี้เถ้าแกลบ	400.00	บาท/ตัน
ค่าไฟฟ้าขายปลีก(TOU 12-24 kV)กิจการขนาดเล็ก		
ค่าพลังงานไฟฟ้า(On Peak)	3.6246	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
ค่า Ft	0.5683	บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง
ค่าบริการรายเดือน	228.17	บาท
อัตราเงินเฟ้อต่อปี	3.00	%
อัตราดอกเบี้ย	7.25	%

ถ้าเราพิจารณามูลค่าการลงทุนติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงและใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง โดยเครื่องกำเนิดที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นประเภทเครื่องยนต์แก๊ส และที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงจะใช้ระบบกังหันไอน้ำ จะเห็นได้ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงจะมีราคาที่แพงกว่าประเภทใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงนั้นใช้ระบบกังหันไอน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สที่ขนาดกำลังผลิตที่เท่ากันแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ระบบกังหันไอน้ำจะมีราคาแพ

กว่า จากผลการคำนวณมูลค่าการลงทุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทใช้เครื่องยนต์แก๊สและประเภทที่ใช้ระบบกังหันไอน้ำโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง จากการทดสอบมูลค่าการลงทุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องยนต์แก๊สจะมีมูลค่าการลงทุนที่ต่ำกว่าประเภทที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งการเลือกเครื่องกำเนิดชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าบริเวณที่จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นเหมาะสมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใดในเรื่องของการนำเชื้อเพลิงเข้ามาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจากการทดสอบจะเห็นได้ว่าการใช้เครื่องกำเนิดที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้นจะต้องมีการก่อสร้างท่อนำก๊าซซึ่งในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ห่างแนวท่อก๊าซหลักมากเท่าไรก็ยิ่งต้องก่อสร้างท่อนำก๊าซไกลมากเท่านั้น และมูลค่าการก่อสร้างท่อนำก๊าซก็จะสูงตามจนอาจไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนตัวอย่าง เช่น ในบริเวณชนบทที่ไม่มีแนวท่อก๊าซหลักผ่านก็ไม่สามารถติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้หรือถ้าหากมีแนวท่อก๊าซหลักผ่านก็อาจอยู่ไกลจนไม่สามารถก่อสร้างแนวท่อนำก๊าซได้เนื่องจากไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน แต่เมื่อพิจารณาถึงเชื้อเพลิงแกลบนั้นในชนบทมีความสามารถในการป้อนเชื้อเพลิงให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงได้เพียงพอซึ่งจากการศึกษาใน[19] ในประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอในการที่จะนำแกลบมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งจากการทดสอบในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกกะวัตต์ จะต้องมีแกลบป้อนให้กับโรงไฟฟ้าประมาณ 47 ตันแกลบ/วัน ดังนั้นจะต้องคำนึงถึงความสามารถในการหาแกลบป้อนให้กับโรงไฟฟ้า ซึ่งโรงไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องอยู่ใกล้กับโรงสีข้าวให้มากที่สุดเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และโรงสีข้าวภายในบริเวณดังกล่าวต้องมีปริมาณแกลบเพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย

5.3.3 เหตุผลในการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทใช้แกลบและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ

ในการทดสอบนั้นเราจะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กชนิดที่ใช้ก๊าซธรรมชาติและใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบระบบทดสอบเดียวกัน โดยเหตุผลที่เลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดดังที่กล่าวมานั้น คือก๊าซธรรมชาติเมื่อเรานำมาใช้กับเครื่องยนต์แก๊สจะทำให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อมน้อยมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนชนิดอื่นๆ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่เป็นประเภทเครื่องยนต์แก๊สนั้นจะมีประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเล็กง่ายต่อการติดตั้ง ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงนั้นเหมาะกับพื้นที่จำหน่ายไฟฟ้าที่มีโรงสีข้าวอยู่บริเวณนั้นมากๆ โดยเป็นการใช้เศษวัสดุเหลือทางการเกษตรให้เป็นประโยชน์และยังให้ค่าความร้อนมากกว่าเชื้อเพลิงที่เป็นเศษวัสดุเหลือทางการเกษตรชนิดอื่น และยังสามารถแก้ปัญหาในเรื่องของเชื้อเพลิงที่จะใช้ในการผลิตไฟฟ้า กล่าวคือในพื้นที่จำหน่ายไฟฟ้าที่อยู่ตามชนบทนั้นไม่สามารถนำก๊าซ

ธรรมชาติหรือเชื้อเพลิงชนิดอื่นเข้าไปจ่ายให้ระบบผลิตไฟฟ้าได้ แต่ตามชนบทนั้นมีโรงสีอยู่มากเรา สามารถนำแกลบมาใช้แก้ปัญหาเรื่องเชื้อเพลิงได้ และยังเป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนอีกด้วย

5.3.4 การทดสอบโดยการติดตั้งหม้อแปลงเพิ่มในสถานีไฟฟ้า

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบโดยการติดตั้งหม้อแปลใหม่เพิ่มเข้าไปที่สถานีไฟฟ้าเพื่อจ่ายโหลดให้เพียงพอ โดยไม่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กกับการติดตั้งหม้อแปลงใหม่เข้าไปในสถานีไฟฟ้าเดิมในการวางแผนระบบจำหน่าย

จากการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในปีสุดท้ายซึ่งเป็นปีที่มีโหลดสูงสุดจะต้องมีการจ่ายกำลังไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจากสถานีไฟฟ้าในช่วงที่โหลดสูงสุดมีขนาด 11.023 เมกะวัตต์ แต่กำลังไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้ามีความสามารถจ่ายได้สูงสุด 9 เมกะวัตต์ ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่ต้องการเพิ่มคือ 2.023 เมกะวัตต์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจะทำการติดตั้งหม้อแปลงขนาด 5 MVA 115/22 kV ซึ่งมีราคาอุปกรณ์และค่าติดตั้งต่างๆรวม 30 ล้านบาท เข้าไปที่สถานีไฟฟ้า โดยได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 1 เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อจ่ายไฟในช่วง on peak เราจะสมมติให้หม้อแปลงลูกนี้จ่ายโหลดในช่วง on peak เช่นเดียวกัน

ผลที่ได้มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนจะมีค่ามากกว่าการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ถึงแม้ว่าเงินลงทุนเริ่มต้นของการติดตั้งหมอแปลงจะน้อยกว่าเงินลงทุนเริ่มต้นของการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากก็ตาม แต่เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสียและมูลค่าปัจจุบันของค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าจึงทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนในการติดตั้งหม้อแปลงมีค่าสูงกว่า

ตารางที่ 5.10 มูลค่าทางการเงินที่ได้จากการคำนวณการติดตั้งหม้อแปลงขนาด 5 MVA

	บาท
มูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสียของระบบและหม้อแปลง	10,373,760.00
มูลค่าปัจจุบันของค่าพลังงานไฟฟ้า	131,290,000.00
เงินลงทุนเริ่มต้น	30,000,000.00
มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน	171,663,760.00

ตารางที่ 5.11มูลค่าทางการเงินที่ได้จากการคำนวณการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 เมกะวัตต์

	บาท
มูลค่าปัจจุบันของพลังงานสูญเสีย	6,624,300.82
มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงและค่าดำเนินการ	77,150,165.16
เงินลงทุนเริ่มต้น	82,241,154.00
มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน	166,015,619.98