

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า

การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า (Demand Side Management หรือ DSM) เป็นการปฏิบัติด้วยวิธีการต่าง ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณ ช่วงเวลาใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมไปถึงระยะเวลาในการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (Robert J. Gilleskie, 1993) สาเหตุที่ต้องมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าเนื่องมาจากทั่วโลกมีแนวโน้มในการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น และเพื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ถูกนำมาใช้อย่างคุ้มค่าและเพียงพอ วิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้คือการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า

สถาบัน Electric Power Research Institute (EPRI) ได้แบ่งระเบียบวิธีในการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าออกเป็น 6 รูปแบบย่อย หรือแบ่งได้เป็น 4 มาตรการใหญ่ ๆ ดังนี้

1. มาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกช่วงเวลาลง ดังแสดงในรูป 2.1ก เน้นการจัดการกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานตลอดเวลาหรือเกือบตลอดเวลา เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ทำโดยปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ หรือเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าเดิม ทั้งนี้อุปกรณ์ดังกล่าวยังคงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เช่นเดิม ในขณะเดียวกันก็มีความต้องการไฟฟ้าลดลง ตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การใช้หลอดประหยัดพลังงานสำหรับบริเวณที่มีการใช้งานตลอดทั้งวัน เป็นต้น

2. มาตรการปรับปรุงตัวประกอบโหลด การที่ผู้ใช้ไฟมีความต้องการไฟฟ้าในเฉพาะบางช่วงสูงมาก ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ในแต่ละวัน ทำให้สถานีผลิตกระแสไฟฟ้ามีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น เพื่อให้มีศักยภาพเพียงพอที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้า ในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง ๆ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนมาก มาตรการที่นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาทำได้โดยปรับปรุงลักษณะภาระไฟฟ้าให้มีรูปแบบที่เหมาะสม เรียกว่าเป็นการปรับปรุงตัวประกอบโหลด

$$\text{ตัวประกอบโหลด (Load factor, \%)} = \left[\frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ต่อเดือน}}{(\text{กิโลวัตต์สูงสุด} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น})} \right] \times 100 \quad (2.1)$$

จะเห็นว่าตัวประกอบโหลดมีค่าสูงสุดคือ 100% หรือ 1 นั้นหมายถึงมีการใช้ไฟฟ้าคงที่ตลอดเวลา หากพิจารณาให้ทุกวันมีลักษณะภาระไฟฟ้าเหมือนกันหมด การปรับปรุงให้ค่าตัวประกอบโหลดสูงขึ้นทำได้หลายวิธี เช่น การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าเพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้าปรับปรุงลักษณะภาระไฟฟ้าหรืออีกนัยหนึ่งคือปรับตัวประกอบโหลดของตนเอง อันจะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเสียค่าไฟฟ้าน้อยลง และยังทำให้สถานีไฟฟ้ามีขนาดเหมาะสมและไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนเกินความจำเป็น

มาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงตัวประกอบโหลดแบ่งได้ดังนี้

2.1 มาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง ๆ ลง (Peak clipping measure) ดังแสดงในรูป 2.1ข ทำให้ค่าตัวประกอบโหลดสูงขึ้น ยกตัวอย่างมาตรการนี้ เช่น การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งาน (Time of use rate) ให้มีค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าโดยรวมต่ำ (Off peak) ถูกกว่าช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าโดยรวมสูง (On peak)

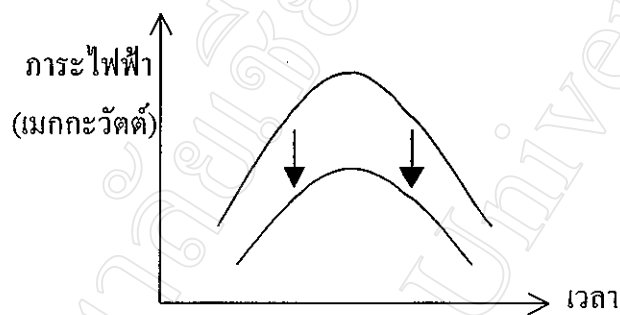
2.2 มาตรการจัดให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำ ๆ ให้มากขึ้น (Valley filling measure) ดังแสดงในรูป 2.1ค เป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลด โดยจัดให้มีการใช้ไฟฟ้าในช่วง Off peak มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การติดตั้งโคมส่องสว่างไว้ในช่วงเวลากลางคืนซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ

2.3 มาตรการปรับให้มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าจากเดิมที่ใช้ในช่วง On peak มาใช้ในช่วงเวลา Off peak ดังแสดงในรูป 2.1ง สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่สามารถเลื่อนช่วงการใช้งานไปใช้ในช่วงเวลาอื่นได้ มาตรการนี้เป็นการผสมผสานระหว่างมาตรการที่ 2.1 และ 2.2 ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลดลง และทำให้ความแตกต่างของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันน้อยลง ยกตัวอย่างเช่น ธุรกิจโรงแรมซึ่งต้องมีการปั้มน้ำเก็บสำรองไว้ใช้เดิมมีการปั้มน้ำในช่วงเวลากลางวัน ก็ให้เปลี่ยนมาเดินเครื่องปั้มน้ำในช่วงเวลากลางคืนซึ่งมีความต้องการไฟฟ้าต่ำแทน

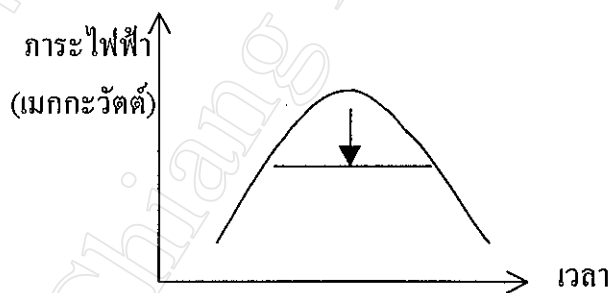
3. มาตรการสนับสนุนให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นในรูปแบบที่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าต่ำกว่าเดิม (Load growth strategy) ดังแสดงในรูป 2.1จ เหมาะสำหรับธุรกิจที่อาจมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอนาคต ผู้ใช้ไฟฟ้าควรมีการวางแผนลักษณะการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีการใช้งานในช่วงเวลาที่เหมาะสม ประกอบกับจัดให้มีการอุปกรณ์ประหยัดพลังงานร่วมด้วย แม้ว่ามาตรการนี้จะยังไม่แพร่หลายนัก และต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น แต่สำหรับธุรกิจที่มีการเจริญเติบโต มาตรการนี้ทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นด้วยต้นทุนที่ต่ำ

4. มาตรการปรับลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการร้องขอ ดังแสดงในรูป 2.1ฉ การไฟฟ้าอาจมีการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้ (Interruptible rate) สำหรับเป็น

อัตราเลือกให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยที่ผู้ใช้ไฟฟ้ายินยอมให้การไฟฟ้าจ่ายไฟในบางช่วง หรือจ่ายไฟฟ้าปริมาณหนึ่งตามที่ตกลงกันได้ไว้ (เช่น กำหนดปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถจ่ายไฟฟ้าในแต่ละครั้ง) หากมีช่วงเวลาไหนที่ความต้องการไฟฟ้าโดยรวมสูงเกินความสามารถของสถานีไฟฟ้าจะผลิตได้ การไฟฟ้าก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ไฟฟ้าลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นลง มาตรการเช่นนี้ทำให้การไฟฟ้าสามารถควบคุมหรือปรับลักษณะภาระไฟฟ้าโดยรวมได้ ลักษณะภาระไฟฟ้าจึงเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์และความเหมาะสม

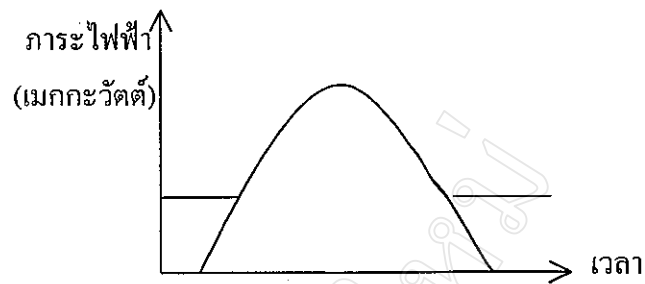


รูป 2.1ก ลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกช่วงเวลาลง

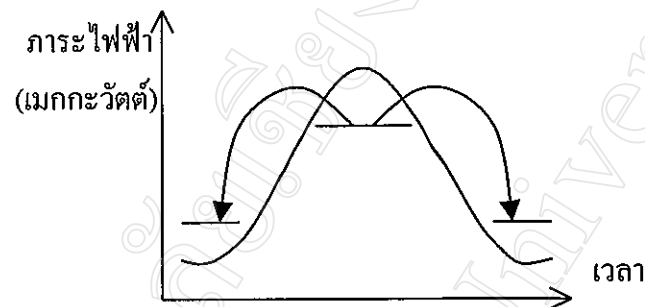


รูป 2.1ข ลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง ๆ ลง

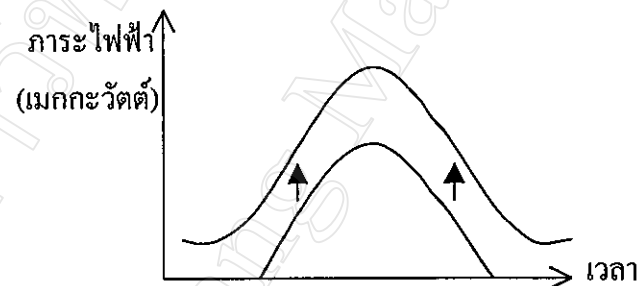
รูป 2.1 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า
มาตรการต่าง ๆ



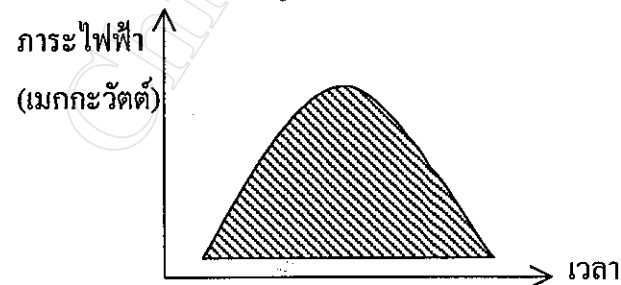
รูป 2.1ค ลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำ ๆ ให้มากขึ้น



รูป 2.1ง ลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อการปรับให้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าจากเดิมที่ใช้ในช่วง On peak มาใช้ในช่วงเวลา Off peak



รูป 2.1จ ลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ามีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นในรูปแบบที่เหมาะสม



รูป 2.1ฉ ลักษณะภาระไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนได้เมื่อมีการร้องขอ

รูป 2.1 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะภาระไฟฟ้าเมื่อมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า
มาตรการต่าง ๆ (ต่อ)

2.2 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) คือหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยสามารถใช้แทนหลอดไส้ซึ่งใช้กันมาแต่เดิม แสงที่ได้มีทั้งชนิดสีส้มใกล้เคียงกับหลอดไส้และแสงขาวนวลเหมือนกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ปัจจุบันหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์มี 2 ชนิด คือ หลอดคอมแพคต์บัลลาสต์ภายใน และ หลอดคอมแพคต์บัลลาสต์ภายนอก ตาราง 2.1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบขนาด พลังการส่องสว่าง ประสิทธิภาพแสง ของหลอดชนิดต่าง ๆ

หลอดคอมแพคต์บัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ผลิตขึ้นด้วยเทคโนโลยีล่าสุดในการทำบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ มีรูปแบบและขนาดกะทัดรัดกว่าชนิดแกนเหล็ก และประหยัดกว่า ตัวหลอดเป็นแท่งแก้วโค้งเป็นรูปตัวยูหลายชุด และใช้เทคนิคพิเศษเชื่อมกัน หลอดชนิดนี้สามารถจุดติดได้ทันทีโดยไม่มีการกระพริบ

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบขนาด พลังการส่องสว่าง ประสิทธิภาพแสง ของหลอดชนิดต่าง ๆ

ชนิด	ขนาด กำลังไฟฟ้า	รวม บัลลาสต์	พลังการส่อง สว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)	ราคากลาง * (บาท)
หลอดคอมแพคต์ บัลลาสต์ภายในชนิด แกนเหล็ก	9 วัตต์	9 วัตต์	450	50	304.95
	13 วัตต์	13 วัตต์	650	50	304.95
	18 วัตต์	18 วัตต์	900	50	315.65
	25 วัตต์	25 วัตต์	1200	48	315.65
หลอดคอมแพคต์ บัลลาสต์ภายในชนิด อิเล็กทรอนิกส์	7 วัตต์	7 วัตต์	400	57.14	234.33
	11 วัตต์	11 วัตต์	600	54.54	234.33
	15 วัตต์	15 วัตต์	900	60	500.76
	20 วัตต์	20 วัตต์	1200	60	500.76
หลอดคอมแพคต์ บัลลาสต์ภายนอก	7 วัตต์	12.7 วัตต์	400	31.50	109.14
	9 วัตต์	13.5 วัตต์	600	44.44	109.14
	11 วัตต์	16 วัตต์	900	56.25	109.14
หลอดไส้	40 วัตต์	-	430	10.75	20-45**
	60 วัตต์	-	730	12.16	20-45**
	100 วัตต์	-	1380	13.80	20**

ที่มา: คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน. เล่ม 1. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม .2543.

(*) : ราคารวม VAT 7%

(**) : ราคารวม VAT 7% ถ้าวางจากท้องตลาด ราคาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสีของแสงจากหลอดไส้

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์มีราคาแพงกว่าหลอดไส้ แต่ถ้าเทียบตลอดอายุการใช้งานที่เท่ากันแล้วหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์จะประหยัดหลอดและกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า และหากเปรียบเทียบกับหลอดไส้ที่ให้ปริมาณแสงเท่ากันแล้ว หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์จะใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 1 ใน 4 ของหลอดไส้เท่านั้น มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่าหรือ 8,000 ชั่วโมง ขณะใช้งานหลอดจะมีความร้อนออกมาน้อยกว่าหลอดไส้มาก นอกจากนี้หลอดคอมแพคต์บัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนหลอดได้ง่ายเมื่อหลอดชำรุด รวมถึงการเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ไปด้วย เพราะสตาร์ทเตอร์จะอยู่ภายในขั้วของหลอด ส่วนหลอดคอมแพคต์บัลลาสต์ภายในมีบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ปิดผนึกรวมเป็นชุดเดียวกันทำให้สามารถเปลี่ยนใส่แทนหลอดไส้ได้ทันที แต่เวลาหลอดหรือสตาร์ทเตอร์เสียจะต้องเปลี่ยนทั้งชุด

2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าประเภทต่างๆ

2.3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

เป็นระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ โดยมีชุดควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Load) โรงจักรไฟฟ้าดีเซลสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 10 กิโลวัตต์ จนถึง 5,000 กิโลวัตต์ สามารถจ่ายโหลดได้สูงสุดประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของกำลังพิกัด ขนาดเครื่องที่ใช้ทั่วไป คือ 10 25 60 120 250 และ 1,000 กิโลวัตต์ การนำไปใช้งานจะเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเฉพาะในช่วงเวลาที่ต้องการใช้พลังงาน

ข้อดี ของการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล คือ

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจัดหาได้ง่าย ราคาถูก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนถูก
2. สามารถออกแบบกำหนดขนาดและจำนวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ทำงาน

ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้า เพื่อความมั่นคงในการจ่ายไฟ

ข้อเสีย คือ

1. ค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าสูง (ประมาณ 0.35-0.40 ลิตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง) หากอยู่ในพื้นที่ห่างไกลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นอีก

2. ค่าปฏิบัติการและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1. มีเสียงรบกวนจากเครื่องจักร
2. มีคราบน้ำมันหลงเหลือจากเครื่องยนต์

2.3.2 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและแบตเตอรี่

เป็นระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่นำแบตเตอรี่มาร่วมทำงานด้วย โดยแบตเตอรี่ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้และยังไม่ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าในขณะที่ผลิต มีอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องใช้กระแสสลับ (diesel/battery/inverter) ระบบประเภทนี้มีข้อดี-ข้อเสีย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล แต่มีข้อดีอีกข้อตรงที่สามารถเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พิกัดกำลังหรือใกล้เคียงเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า แล้วเก็บสะสมพลังงานที่ผลิตเกิดไว้จ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาอื่นได้ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีกว่า อีกทั้งช่วยลดจำนวนครั้งในการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเทียบกับระบบที่มีเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างเดียว

2.3.3 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Power Generation)

เป็นการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ทำจากสารประกอบของสารกึ่งตัวนำจำพวก Si Cd Ge เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์จะเกิดกระแสไหลในวงจรเป็นพลังงานไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์เมื่อนำมาต่อรวมกันเป็นแผงหลาย ๆ แผง จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงพอ ส่งไปกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรี่เพื่อสำรองพลังงานไว้จ่ายในเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ เมื่อผ่านอินเวอร์เตอร์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับก็สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานให้แก่กระแสไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งใช้ตามบ้านที่อยู่อาศัยได้

ข้อดี ของโรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์คือ

1. ประหยัดค่าพลังงานในการผลิต ไม่ต้องเสียค่าเชื้อเพลิงในการผลิตและค่าบำรุงรักษา
2. ไม่มีเสียงดังรบกวนเพราะไม่มีส่วนเคลื่อนที่

ข้อเสีย คือ

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเบื้องต้นสูง ประมาณ 23 ล้านบาท สำหรับสถานีไฟฟ้าขนาด 40 กิโลวัตต์ (รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนแบบผสม, มีนาคม พ.ศ. 2543)

2. อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องจัดซื้อจากต่างประเทศ หากอุปกรณ์ชำรุดต้องใช้เวลาในการจัดซื้อนาน

3. ต้องมีการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณแสงอาทิตย์เพื่อเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม และใช้ในการกำหนดขนาดของแบตเตอรี่สำรองพลังงาน

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากการผลิตกระแสไฟฟ้าประเภทนี้ใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานในการผลิต จึงไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เว้นแต่ในส่วนที่ใช้เก็บพลังงานไฟฟ้าที่เป็นแบตเตอรี่ ซึ่งหากชำรุดหรือหมดอายุการใช้งาน ต้องนำมาทำลายให้ถูกวิธี

2.3.4 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานทดแทนแบบผสมระหว่างพลังแสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าโดยนำเอาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และระบบผลิตไฟฟ้าดีเซล มาจ่ายไฟร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายไฟและลดภาระค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาค่อนข้างแพงและธรรมชาติของแสงอาทิตย์มีความไม่แน่นอน ในขณะที่การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลมีค่าลงทุนที่ต่ำกว่า ติดตั้งง่าย และควบคุมการผลิตได้ง่ายกว่า แต่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่ค่อนข้างสูง ระบบประเภทนี้มักใช้แบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์ร่วมด้วย เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เกินความต้องการไว้ใช้ในช่วเวลาอื่น

2.4 ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ประเมินมูลค่าการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน เป็นค่าใช้จ่ายซึ่งมีความสำคัญต่อการตัดสินใจลงทุนและมีผลตลอดอายุโครงการ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนมีมูลค่ามากขึ้นอยู่กับขนาดระบบและไม่สามารถย้อนกลับมาในรูปแบบเดิมได้เมื่อมีการลงทุนไป โดยอาจอยู่ในรูปการจ่ายครั้งเดียว เช่น ค่าซื้อเครื่องจักร หรือเป็นค่าใช้จ่ายในช่วงระยะเวลาหนึ่งของการดำเนินโครงการ เช่น ค่าออกแบบระบบ ค่าก่อสร้าง เป็นต้น โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายในการลงทุนประกอบด้วย

- ค่าลงทุนเริ่มต้น (Initial cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมระบบหรือโครงการ เช่น ค่าเครื่องจักร ค่าออกแบบและก่อสร้าง

- รายจ่ายและรายรับรายปี (Annual expenses and revenues) เป็นค่าใช้จ่ายรายปี และผลตอบแทนรายปีที่สามารถคืนกลับมาภายในช่วงอายุโครงการ

- ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์และการบำรุงรักษาในแต่ละช่วงของโครงการ (Periodic replacement and maintenance) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในทุก ๆ ช่วงอายุใช้งานของอุปกรณ์ มีลักษณะเหมือนรายจ่ายและรายรับรายปี เพียงแต่ช่วงเวลาไม่ใช่รายปี เช่น ค่าติดตั้งและซื้อแบตเตอรี่เปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี

- มูลค่าซาก (Savage value or residual) เป็นมูลค่าที่เหลือของอุปกรณ์ ณ เวลาที่หมดอายุโครงการ หรือเมื่อนำไปขาย/แลกเปลี่ยนเป็นเงิน

การปรับค่าเงินตามเวลา ตามปกติตลอดอายุของโครงการย่อมมีค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งมูลค่าจริงของเงินจำนวนเท่ากันแต่ต่างช่วงเวลากัน ย่อมมีค่าต่างกัน เงิน 500 บาทขณะนี้ ย่อมมีค่าต่างกับเงิน 500 บาทในอนาคต เนื่องจากผลของอัตราเงินเฟ้อและอัตราดอกเบี้ย การคำนวณมูลค่าเงินในช่วงเวลาต่าง ๆ จึงต้องพิจารณา ณ เวลาเดียวกัน โดยทั่วไปนิยมปรับค่าโดยใช้วิธีคิดแบบดอกเบี้ยทบต้น (Compound interest)

เมื่อ P คือ มูลค่าของเงินปัจจุบัน (Present worth)

F คือ มูลค่าของเงินในอนาคต

A คือ มูลค่ารายปี ซึ่งมีค่าเท่ากันในแต่ละปี

n คือ ระยะเวลาที่ต้องการปรับมูลค่า มีหน่วยเป็น ปี

i คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี

จะสามารถปรับมูลค่าเงิน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเทียบกับค่าของเงิน ณ อีกเวลาหนึ่งโดยใช้หลักการดอกเบี้ยทบต้น ดังนี้

1) มูลค่าเงินในอนาคตที่มีการจ่ายครั้งเดียว คำนวณได้จาก

$$F = P \times (1 + i)^n \quad (2.2)$$

ยกตัวอย่างเช่น ฝากเงินธนาคาร 1,000 บาท โดยได้รับดอกเบี้ยในอัตรา 5% ต่อปี เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี เงินนั้นจะมีมูลค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} F &= 1,000 \times (1+0.05)^5 \\ &= 1,000 \times 1.276 \\ &= 1,276.28 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

2) มูลค่าเงินปัจจุบันของรายรับ/จ่าย เป็นงวด ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีจำนวน n ปี
คำนวณได้จาก

$$P = A \times [(1+i)^n - 1] / [i(1+i)^n] \quad (2.3)$$

หรือ

$$\begin{aligned} A &= P \times [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] \\ &= P \times CRF \end{aligned} \quad (2.4)$$

เรียก $[i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$ ว่า Capital Recovery Factor (CRF)

ยกตัวอย่างเช่น ทำสัญญาผ่อนชำระเงินกู้ทุก ๆ ปี ปีละ 500 บาท เป็นเวลา 8 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินที่ผ่อนชำระทั้งหมดเท่ากับเท่าไร

$$\begin{aligned} CRF &= [0.1(1+0.1)^8] / [(1+0.1)^8 - 1] \\ &= 0.187 \\ \therefore P &= 500 / 0.187 \\ &= 2,673.80 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

3) ค่าเงินรายปีที่จ่าย/รับ เป็นจำนวนเท่ากันทุก ๆ งวด เป็นระยะเวลา n ปี ที่เทียบเท่ากับค่าเงินในอนาคต ณ ปีที่ n คำนวณได้จาก

$$A = F \times i / [(1+i)^n - 1] \quad (2.5)$$

ยกตัวอย่าง ต้องการมีเงินสะสมในธนาคารจำนวน 10,000 บาทในอีก 10 ปีข้างหน้า โดยฝากเงินเข้าบัญชีธนาคารทุก ๆ ปี ปีละเท่า ๆ กัน จะต้องฝากเงินปีละเท่าไร อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

$$\begin{aligned} A &= 10,000 \times 0.15 / [(1+0.15)^{10} - 1] \\ &= 10,000 \times 0.049 \\ &= 492.52 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายการลงทุนตลอดอายุโครงการ ในกรณีพิจารณาค่าใช้จ่ายการลงทุนตลอดอายุโครงการ เมื่อพิจารณาเป็นมูลค่าปัจจุบันจะได้

$$LCC = IC + O\&M + Fu + R - S \quad (2.6)$$

เมื่อ LCC คือ ค่าใช้จ่ายการลงทุนตลอดอายุโครงการ (Present value of Life - cycle cost) ในที่นี้เรียกสั้น ๆ ว่า Life Cycle Cost หรือ LCC

IC คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่จ่ายเมื่อเริ่มโครงการ (Present value of initial capital cost) ได้แก่ ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ค่าติดตั้ง ค่าหล่อไฟ ค่าออกแบบทางวิศวกรรม เป็นต้น

O&M คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าบำรุงรักษาและดำเนินการตลอดอายุโครงการ (Present value of total operating and maintenance cost) รวมทั้งค่าตรวจสอบ เงินเดือนพนักงาน เงินประกัน(ถ้ามี)

Fu คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้ทั้งหมดตลอดอายุโครงการ (Present value of total fuel cost)

R คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบตามอายุใช้งาน ตลอดอายุโครงการ (Present value of total replacement cost) เช่น แบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์ หลอดไฟ ซึ่งส่วนใหญ่บริษัทผู้ผลิตจะระบุอายุการใช้งานมา

S คือ มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซาก (Present value of salvage value) ถือเป็นรายรับจากการขายคืนอุปกรณ์ของระบบเมื่อหมดอายุโครงการ มูลค่าซากของอุปกรณ์มักคิดเป็นสัดส่วนของราคาอุปกรณ์นั้น ๆ

การคิดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหรือต้นทุนพลังงาน (Cost of Energy หรือ COE) มีหน่วยเป็น บาท/หน่วย เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ดังแสดงในสมการ 2.7

$$COE = LCC / \left(\sum_{i=1}^n E_i \right) \quad (2.7)$$

เมื่อ E_i คือ พลังงานไฟฟ้าที่ระบบจ่ายภาระไฟฟ้าในปีที่ i มีหน่วยเป็น หน่วย/ปี
 i คือ ปีที่ผลิต
 n คือ จำนวนปี หรืออายุโครงการ

$$\text{หรือคำนวณจาก} \quad COE = A_{LCC} / E_{ann} \quad (2.8)$$

เมื่อ A_{LCC} คือ มูลค่ารายปีของค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการ มีหน่วยเป็น บาท/ปี
 E_{ann} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี มีหน่วยเป็น หน่วย/ปี

ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ได้ ระบบที่มีค่าใช้จ่ายการลงทุนตลอดอายุโครงการสูง อาจไม่ได้หมายความว่าต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต้องสูงด้วย เนื่องจากระบบนั้นอาจผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณมาก หรือในทางกลับกันระบบที่มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยสูง ไม่จำเป็นต้องเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนตลอดอายุโครงการสูง ดังนั้น ในการตัดสินใจเลือกระบบใดต้องพิจารณาทั้งค่าใช้จ่ายการลงทุนตลอดอายุโครงการ และต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยควบคู่ไปด้วย เพื่อดูความเป็นไปได้ในการลงทุน