บทที่ 4

หลักการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

ในบทนี้นำเสนอหลักการที่จะนำไปใช้ในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้า โดยจะกล่าวถึงการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค และการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิคเกี่ยวข้องกับขนาดของเครื่องจักรและปริมาณก๊าซชีวภาพ ส่วนการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เกี่ยวข้องกับข้อมูลทางด้านการเงิน ได้แก่ เงินลงทุน ค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นต้น โดยมีดัชนีชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ซึ่งดัชนีชี้วัดดังกล่าวข้างต้นสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการผลิตไฟฟ้าได้

4.1 นิยามตัวแปร

ก่อนที่จะกล่าวถึงหลักการในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้า ในที่นี้ได้กำหนดนิยามตัวแปรไว้ดังนี้

4.1.1 ตัวแปรด้านเทคนิค

ตัวแปรด้านเทคนิคที่จะนำไปใช้อ้างอิงในการคำนวณหาขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ได้แก่

B คือ เวกเตอร์อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายชั่วโมงสำหรับ 1 สัปดาห์

b_{OP} คือ อัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Off peak หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

b_P คือ อัตราค่าไฟฟ้าในช่วง On peak หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

En_{wk} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อสัปดาห์ หน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง

F_c คือ อัตราการใช้ความร้อนของเครื่องต้นกำลัง หน่วยเป็นเมกกะจูลต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

F_t คือ ค่าไฟฟ้าผันแปร หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

H_s คือ ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรต่อร้อยละของมีเทนของก๊าซชีวภาพ หน่วยเป็นบีทียูต่อลูกบาศก์ฟุต-ร้อยละของมีเทน

H_u คือ ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรของก๊าซชีวภาพ หน่วยเป็นเมกกะจูลต่อ ลบ.ม.

Q'_{in} คือ อัตราการไหลเข้าของก๊าซชีวภาพสู่ถังเก็บหน่วยเป็น ลบ.ม. ต่อชั่วโมง

Q'_{out} คือ อัตราการไหลออกของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บหน่วยเป็น ลบ.ม. ต่อชั่วโมง

Q_{max} คือ ขนาดความจุสูงสุดของถังเก็บก๊าซชีวภาพหน่วยเป็น ลบ.ม.

Q_{ini} คือ ปริมาตรก๊าซชีวภาพภายในถังเก็บในชั่วโมงเริ่มต้น หน่วยเป็น ลบ.ม.

S คือ เวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึง ชั่วโมงที่ 168

$S(n)$ คือ สมาชิกของเวกเตอร์ S แสดงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชั่วโมงที่ n โดยมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน และเท่ากับ 0 เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน

f_c คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลัง หน่วยเป็น ลบ.ม./ชั่วโมง

gv คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ในแต่ละวัน หน่วยเป็น ลบ.ม./วัน

h_{wk} คือ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องต่อสัปดาห์

kW_{inst} คือ ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

k_1 คือ ค่าคงที่ใช้ในการแปลงหน่วยลูกบาศก์ฟุตให้เป็นลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 2.8317×10^{-2}

k_2 คือ ค่าคงที่ใช้ในการแปลงหน่วยบีทียูให้เป็นเมกกะจูล มีค่าเท่ากับ 1.0551×10^{-3}

k_3 คือ ค่าคงที่ใช้ในการแปลงหน่วยกิโลจูลให้เป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 2.7778×10^{-4}

η_p คือ ร้อยละของประสิทธิภาพของเครื่องต้นกำลัง

η_g คือ ร้อยละของประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.1.2 ตัวแปรด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

ตัวแปรที่จะนำไปใช้อ้างอิงในการคำนวณในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงิน ได้กำหนดไว้ดังนี้

B-C Ratio คือ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน

B_t คือ รายได้สุทธิของโครงการในปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

B_{wk} คือ รายได้จากการผลิตไฟฟ้ารายสัปดาห์ หน่วยเป็นบาทต่อสัปดาห์

C_t คือ รายจ่ายสุทธิของโครงการในปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_B$ คือ เงินลงทุนก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง หน่วยเป็นบาท

$Cost_C$ คือ ค่าเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า หน่วยเป็นบาท

$Cost_D(t)$ คือ ค่าเสื่อมราคา หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_F(t)$ คือ ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_I$ คือ ค่าดำเนินการติดตั้งเครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ หน่วยเป็นบาท

$Cost_L(t)$ คือ ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_M$ คือ เงินลงทุนซื้อเครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ หน่วยเป็นบาท

$Cost_{Ma}(t)$ คือ ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_{ut}(t)$ คือ ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_{cap}$ คือ เงินลงทุนเริ่มแรก หน่วยเป็นบาท

$Cost_{fix}(t)$ คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

$Cost_{var}(t)$ คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรปีที่ t หน่วยเป็นบาทต่อปี

IRR คือ ร้อยละของอัตราผลตอบแทนภายใน

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุของโครงการ

$PV.Benefit$ คือ มูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ

$PV.Cost$ คือ มูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ

i คือ ร้อยละของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้

n คือ ระยะเวลาดำเนินงานหรืออายุของโครงการ หน่วยเป็นปี

4.2 ขนาดกำลังการผลิต

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงสมการที่ใช้ในการกำหนดขนาดกำลังการผลิตติดตั้งของเครื่องต้นกำลังที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสัมพันธ์กับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ร้อยละของมีเทนในก๊าซชีวภาพ ปริมาณก๊าซชีวภาพ และอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บ เพื่อจะนำไปใช้ในการประเมินหาขนาดกำลังการผลิต รวมถึงเวลาในการเดินเครื่องที่เหมาะสม ซึ่งขนาดกำลังการผลิตต้องสอดคล้องกับจากสมการที่ 4.1

$$kW_{inst} \leq \frac{\left(\eta_p/100\right)\cdot\left(\eta_g/100\right)\cdot H_u \cdot Q'_{out}}{F_c(kW_{inst})} \tag{4.1}$$

โดยที่

$$H_u = \frac{H_s}{k_1} \times k_2 \times (\%methane) \tag{4.2}$$

การกำหนดขนาดกำลังการผลิตที่สอดคล้องกับสมการที่ 4.1 จำเป็นต้องทราบข้อมูลจำเพาะของเครื่องต้นกำลังของผู้ผลิต เพื่อให้สามารถเลือกขนาดกำลังการผลิตจากข้อมูลจำเพาะของเครื่องต้นกำลังที่มีอยู่ได้รวมถึงสามารถคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลังได้จากสมการที่ 4.3

$$f_c = \frac{F_c(kW_{inst}) \times kW_{inst}}{H_u} \tag{4.3}$$

จากสมการที่ 4.2 ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพต่อหน่วยปริมาตรที่คำนวณได้มีหน่วยเป็นเมกกะจูลต่อลบ.ม. และจากสมการที่ 4.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลัง(f_c) ที่คำนวณได้มีหน่วยเป็นลบ.ม.ต่อชั่วโมง นำสมการที่ 4.1-4.3 ไปใช้เป็นเงื่อนไขในการกำหนดเวลาในการเดินเครื่อง ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.3 การกำหนดเวลาในการเดินเครื่องและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

การคำนวณการกำหนดเวลาในการเดินเครื่องนั้น จะใช้วิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic Programming : DP) ในการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ขนาดกำลังการผลิตต่างๆ กันในรอบระยะเวลาหนึ่งสัปดาห์ ทำให้ทราบถึงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายสัปดาห์ ซึ่งทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตไฟฟ้าต่อไป

ในการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงพลวัตแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบคำนวณถอยหลังจากชั่วโมงสุดท้ายไปยังชั่วโมงแรกของปัญหาตามช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งเรียกว่า โปรแกรมเชิงพลวัตแบบย้อนกลับ(Backward Dynamic Programming) และแบบคำนวณเดินหน้าจากชั่วโมงแรกไปยังชั่วโมงสุดท้ายของปัญหาตามช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งเรียกว่า โปรแกรมเชิงพลวัตแบบเดินหน้า (Forward Dynamic Programming) ซึ่งทั้ง 2 วิธีการข้างต้นมีหลักการคำนวณเช่นเดียวกัน ในการศึกษานี้จะใช้วิธีการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเชิงพลวัตแบบเดินหน้า รายละเอียดดังจะกล่าวต่อไป

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีรูปแบบการศึกษา แสดงในภาพรวมได้ดังรูปที่ 4.1

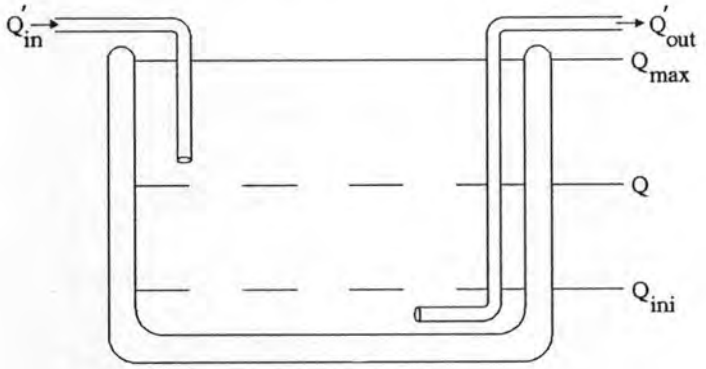
รูปที่ 4.1 ภาพรวมแนวทางการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพ

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าแนวทางการศึกษาข้างต้นฯ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของแหล่งกำเนิดก๊าซชีวภาพ เช่น ก๊าซชีวภาพจากการหมักตะกอนน้ำเสีย ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกส่งต่อไปยังส่วนที่สองซึ่งเป็นส่วนของถังเก็บก๊าซชีวภาพโดยมีอัตราการไหลเข้าสู่ถังเก็บเท่ากับ Q'_{in} ลบ.ม./ชั่วโมง และอัตราการไหล

ออกจากถังเก็บเท่ากับ Q'_{out} ลบ.ม./ชั่วโมง สู่เครื่องต้นกำลังในส่วนที่สามซึ่งทำหน้าที่ในการผลิตไฟฟ้า ตัวอย่างของเครื่องต้นกำลัง เช่น กังหันแก๊ส กังหันแก๊สขนาดเล็ก เครื่องยนต์สันดาปภายในและเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น ผลการศึกษาในส่วนที่สามทำให้ทราบถึงขนาดกำลังการผลิต จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งจะถูกนำไปใช้กับส่วนที่สี่ซึ่งเป็นส่วนของการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ดัชนีชี้วัดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ดัชนีดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าที่ขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมต่อไป รายละเอียดการคำนวณในแต่ละส่วนจะกล่าวในลำดับถัดไป

4.3.1 แบบจำลองของถังเก็บก๊าซชีวภาพ

ถังเก็บก๊าซชีวภาพที่จะนำมาใช้ในการคำนวณการกำหนดเวลาในการเดินเครื่องมีปริมาณก๊าซชีวภาพบรรจุอยู่ ณ เวลาใดๆ เท่ากับ $Q(t)$ ลบ.ม. ขนาดความจุของถังเก็บเท่ากับ Q_{max} ลบ.ม. มีปริมาณก๊าซชีวภาพบรรจุอยู่เริ่มต้นภายในถังเก็บเท่ากับ Q_{ini} ลบ.ม. ปริมาณก๊าซชีวภาพไหลเข้าสู่ถังเก็บด้วยอัตราเท่ากับ Q'_{in} ลบ.ม./ชั่วโมง และปริมาณก๊าซชีวภาพไหลออกจากถังเก็บด้วยอัตราเท่ากับ Q'_{out} ลบ.ม./ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลัง แบบจำลองของถังเก็บก๊าซชีวภาพสามารถนำมาแสดงเป็นองค์ประกอบได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แบบจำลองของถังเก็บก๊าซชีวภาพ

จากรูปที่ 4.2 อัตราการไหลเข้าของก๊าซชีวภาพสู่ถังเก็บมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดก๊าซชีวภาพ ส่วนอัตราการไหลออกของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บและปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ ชั่วโมงที่ n ใดๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.4-4.6

$$Q'_{out}(n)=\begin{cases} 0 & : \text{หากเครื่องต้นกำลังไม่ทำงาน} \\ f_c\left(kW_{inst}\right) & : \text{หากเครื่องต้นกำลังทำงาน} \end{cases} \quad (4.4)$$

$$y(n)=Q(n-1)+Q'_{in}(n)-Q'_{out}(n) \quad (4.5)$$

$$Q(n)=\begin{cases} y(n) & : \text{หาก} \quad y(n)\le Q_{\max} \\ Q_{\max} & : \text{หาก} \quad y(n)>Q_{\max} \end{cases} \quad (4.6)$$

เมื่อ $y(n)$ คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ ชั่วโมงที่ n

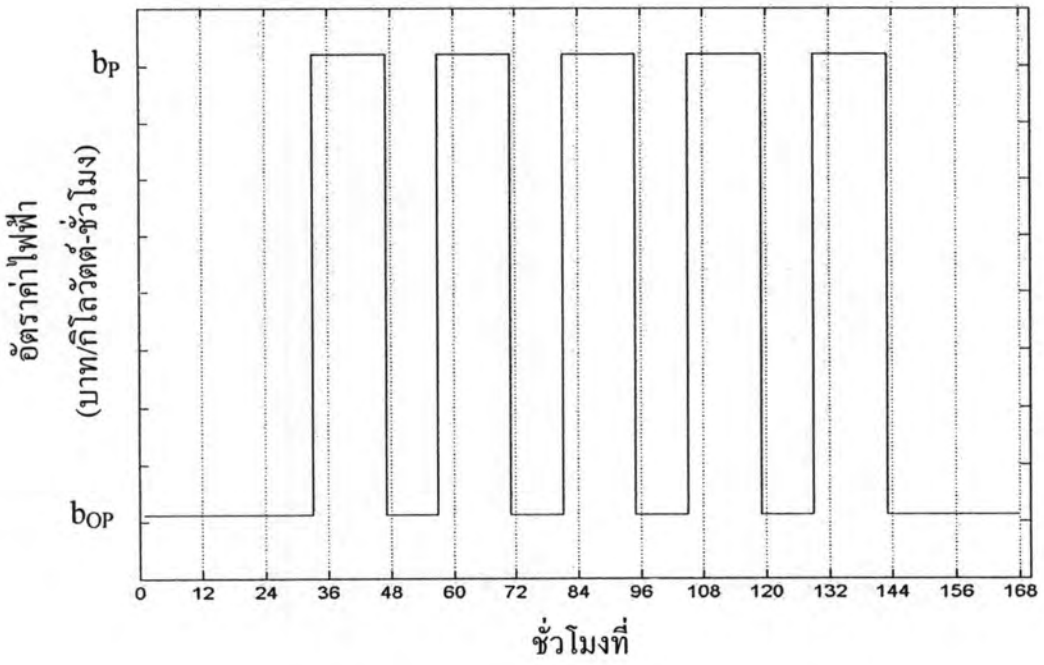
$Q(n)$ คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ ชั่วโมงที่ n ซึ่งมีปริมาณจำกัดเท่ากับ Q_{max}

4.3.2 มูลค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

การคิดมูลค่าของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากน้ำเสียเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหารายได้จากการผลิตไฟฟ้าจะคิดจากอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งาน(Time of Use : TOU) และค่าไฟฟ้าผันแปร ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้[34]

- ช่วงเวลา On peak : เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์
  มีค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ b_P บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- ช่วงเวลา Off peak : เวลา 22.00-09.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์
  : เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์-วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ
  มีค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ b_{OP} บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- ค่าไฟฟ้าผันแปร มีค่าเท่ากับ F_t บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานข้างต้น สอดคล้องกับระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก(VSPP) ของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เดือนตุลาคม 2547[35] ในกรณีที่จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมากขายให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายขายให้ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมากในแต่ละเดือน ทั้งนี้หากนำอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์มาเขียนเป็นกราฟโดยกำหนดให้ชั่วโมงที่ 1 เป็นเวลา 01.00 น. ของวันอาทิตย์ และละเลยวันหยุดราชการที่ไม่ใช่วันเสาร์อาทิตย์ จะได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์

จากรูปที่ 4.3 อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้นสามารถเขียนในรูปของเวกเตอร์อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์เป็นดังสมการที่ 4.7

$$B=\left[B(1)\ ,\ B(2)\ ,\ B(3)\ ,\ \ldots\ ,\ B(168)\right] \tag{4.7}$$

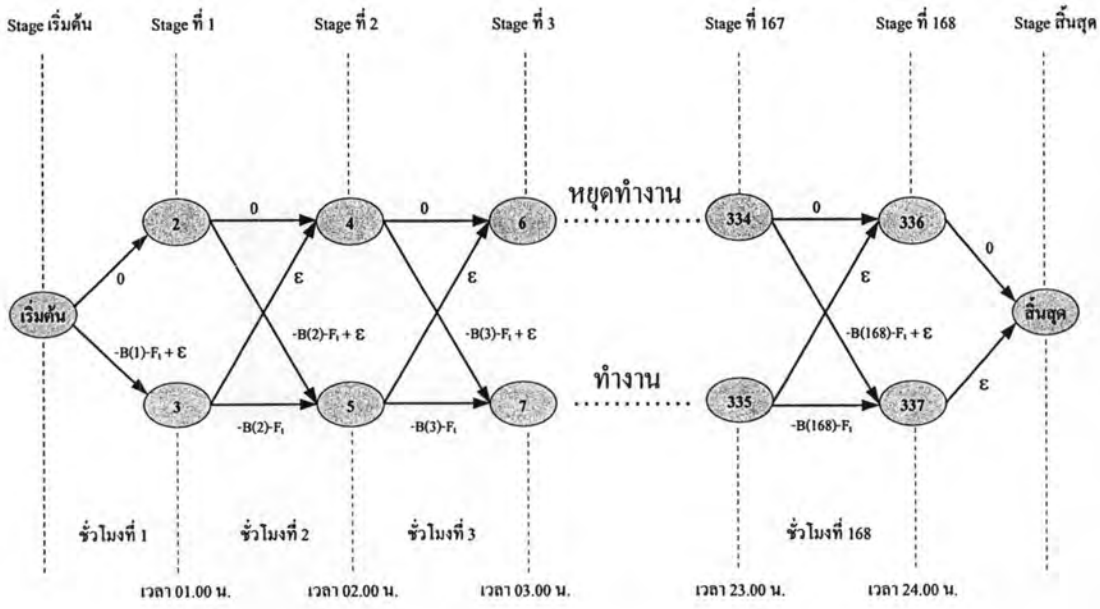
โดยที่ $$B(n)=\begin{cases} b_P\ : \textit{สำหรับช่วงเวลา On peak} \\ b_{OP}\ : \textit{สำหรับช่วงเวลา Off peak} \end{cases} \Bigg| \ n=1,2,3,\ldots,168 \tag{4.8}$$

เวกเตอร์อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์ข้างต้นจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณหามูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงของโปรแกรมเชิงพลวัตดังจะกล่าวในข้อถัดไป

4.3.3 การพัฒนาโปรแกรมเชิงพลวัต

โปรแกรมเชิงพลวัตจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาช่วงเวลาเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยช่วงเวลาที่นำมาพิจารณาได้กำหนดไว้ทั้งสิ้น 168 ชั่วโมง ผลการศึกษาโดยใช้โปรแกรมเชิงพลวัตทำให้ทราบถึงสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงว่าทำงานหรือไม่ และรวมทั้งสิ้น 168

ชั่วโมงแล้วเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอย่างไร โปรแกรมเชิงพลวัตที่นำมาใช้ในการคำนวณหาช่วงเวลาเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีแผนผังแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนผังโปรแกรมเชิงพลวัตของการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายใน 168 ชั่วโมง

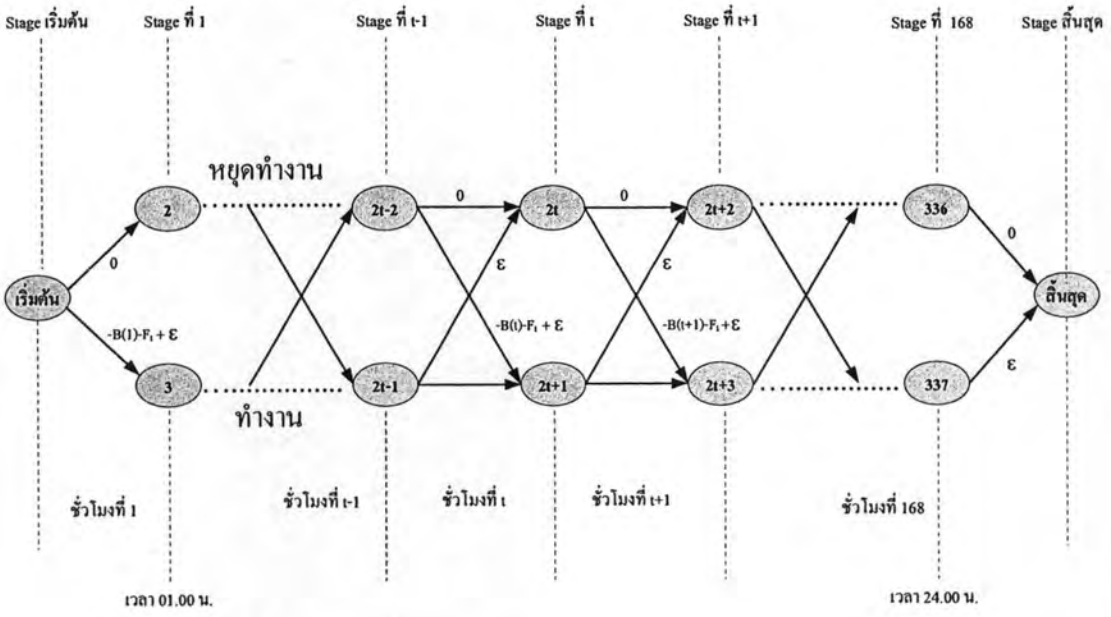
จากรูปที่ 4.4 ในที่นี้ได้กำหนดให้โนดหมายเลขคู่แทนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน(OFF) ส่วนโนดหมายเลขคี่แทนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน(ON) และกำหนดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดใดๆ ในชั่วโมงหนึ่งไปโนดใดๆ ในชั่วโมงถัดไป โดยคิดจากรายได้จากการผลิตไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงตามอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์ และค่าไฟฟ้าผันแปร รวมกับค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่องคิดในอัตราต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง(ε) ซึ่งกำหนดให้มีอัตราคงที่เท่ากับร้อยละ 1 ของอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งานรายสัปดาห์ต่ำที่สุด ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสการเปิด-ปิด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบ่อยครั้งเกินจำเป็น

ในการคำนวณหารายได้จากการผลิตไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงได้กำหนดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเป็นลบเพื่อสะดวกในการใช้อัลกอริทึมมาตรฐานในการหาค่าต่ำที่สุด หากคูณกลับด้วยเครื่องหมายลบ ผลที่ได้คือ รายได้จากการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดนั่นเอง จากแผนผังโปรแกรมเชิงพลวัตข้างต้นได้แบ่งการคิดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกเป็น 3 ช่วง คือ

1) ช่วงที่ 1 จากโนดเริ่มต้น(โนดที่ 1) ถึงสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 กำหนดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในสถานะ ดังนี้

- หากสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฯ มีค่าเท่ากับ 0 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- หากสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฯ มีค่าเท่ากับ $-B(1)-F_t+\varepsilon$ หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

2) ช่วงที่ 2 จากโนดที่ 2 และ 3 ถึงโนดที่ 336 และ 337 สมมติว่า เมื่อพิจารณา ณ ชั่วโมงที่ t ใดๆ ได้กำหนดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในแต่ละชั่วโมง เป็นดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนผังโปรแกรมเชิงพลวัตของการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในช่วงเวลาที่พิจารณา

พิจารณาในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปเป็นสถานะทำงานหรือหยุดทำงาน สามารถอธิบายได้ดังนี้

- หากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในโนดที่ $2t$-2 (หยุดทำงาน) ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 และในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t เปลี่ยนสถานะมาอยู่ในโนดที่ $2t$ (หยุดทำงาน) ดังนั้นมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- หากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในโนดที่ $2t$-2(หยุดทำงาน) ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 และในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t เปลี่ยนสถานะมาอยู่ในโนดที่ $2t$+1 (ทำงาน) ดังนั้นมูลค่าการ

เปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ $-B(t)-F_t+\varepsilon$ บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

- หากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในโนดที่ $2t$-1 (ทำงาน) ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 และในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t เปลี่ยนสถานะมาอยู่ในโนดที่ $2t$ (หยุดทำงาน) ดังนั้นมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ ε บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- หากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในโนดที่ $2t$-1 (ทำงาน) ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 และในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t เปลี่ยนสถานะมาอยู่ในโนดที่ $2t$+1 (ทำงาน) ดังนั้นมูลค่าการเปลี่ยนสถานะ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ $-B(t)-F_t$ บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

3) ช่วงที่ 3 จากโนดที่ 336 และ 337 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 ถึงโนดสิ้นสุด(โนดที่ 338) ได้กำหนดมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในสถานะ ดังนี้

- หากสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง
- หากสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ ε บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงจะถูกคำนวณโดยใช้โปรแกรมเชิงพลวัตแบบเดินหน้า ขั้นตอนการคำนวณในแต่ละโนดของแต่ละชั่วโมง จะต้องคำนวณหารายได้สุทธิสะสม(F) และปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ(Q) โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขจำกัด ตามสมการที่ 4.9-4.12

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ : $\min F$

เงื่อนไขจำกัด : $Q(\textit{Stage เริ่มต้น}, j=1)=Q(\textit{Stage สิ้นสุด}, j=338)$ (4.9)

$$Q(t,j)=\min\left(Q_{\max}, Q(t-1,i)+Q'_{in}(t)-Q'_{out}(t,j)\right) \quad (4.10)$$

$$F(t,j)=F(t-1,i)+\left(C_{ij}\cdot kW_{inst}\right)+G(t,j) \quad (4.11)$$

$$G(t,j)=\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(t-1,i)-Q(t,j)\right)\cdot\left(b_g(t)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right] \quad (4.12)$$

$$b_g(t)=\begin{cases} b_P & : \textit{สำหรับช่วงเวลา Off peak} \\ b_{OP} & : \textit{สำหรับช่วงเวลา On peak} \end{cases} \quad (4.13)$$

$$Q'_{out}(t,j)=\begin{cases} 0 & : \text{หากเครื่องต้นกำลังหยุดทำงาน} \\ f_c\left(kW_{inst}\right) & : \text{หากเครื่องต้นกำลังทำงาน} \end{cases} \quad (4.14)$$

$$Q(t,j) \geq Q'_{out}(t,j) \quad (4.15)$$

$$t = 1,2,3,\ldots,168$$

เมื่อ C_{ij} คือ มูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงจากโนดที่ i ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 ไปยังโนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t

$F(t,j)$ คือ รายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t

$G(t,j)$ คือ ค่าเสียโอกาสในการนำปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บที่เปลี่ยนแปลงไปๆ ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t

$b_g(t)$ คือ มูลค่าการเสียโอกาสในการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลาอื่น หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

$Q(t,j)$ คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t

$Q'_{out}(t,j)$ คือ อัตราการไหลออกของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ข้างต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเวลาการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรอบ 1 สัปดาห์ โดยมีข้อจำกัดขึ้นอยู่กับอัตราการไหลออกของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บซึ่งเป็นฟังก์ชันของขนาดกำลังการผลิต สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t ใดๆ จุดเริ่มต้นซึ่งแทนจุดเริ่มต้นของสัปดาห์กับจุดสิ้นสุดซึ่งแทนจุดสิ้นสุดของสัปดาห์ต้องเป็นจุดเดียวกัน ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของโปรแกรมเชิงพลวัตต้องมีค่าเท่ากัน

จากสมการที่ 4.10 ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t จะถูกจำกัดด้วยขนาดความจุของถังเก็บ ในส่วนของการคำนวณรายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t ในสมการที่ 4.11 คิดจากผลรวมของรายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ i ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t-1 กับผลคูณของมูลค่าการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับขนาดกำลังการผลิต หักออกด้วยค่าเสียโอกาสในการนำปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บที่เปลี่ยนแปลงไปๆ ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลาอื่นที่มูลค่าแตกต่างกัน

ในการคำนวณหารายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง ผลที่ได้คือ รายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดสิ้นสุดมี

ค่าต่ำที่สุด จากแผนผังโปรแกรมเชิงพลวัตฯ ข้างต้น มีหลักการในการคำนวณรายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

1) คำนวณหารายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดสิ้นสุดที่มีค่าต่ำที่สุด และคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย่อย ในสิ้นสุดแต่ละชั่วโมง เพื่อความสะดวกในการคำนวณหารายได้สะสมสุทธิจากการผลิตไฟฟ้าในสิ้นสุดชั่วโมงแต่ละชั่วโมง จึงได้กำหนดตัวแปรเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการเก็บค่าเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ สิ้นสุดชั่วโมงใดๆ แสดงไว้ดังนี้

$P_1(t,j)$ คือ เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดต้นทางการคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t ใดๆ

$P_2(t,j)$ คือ เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดปลายทางการคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t ใดๆ

การคำนวณหารายได้สะสมสุทธิจากการผลิตไฟฟ้าในสิ้นสุดชั่วโมงแต่ละชั่วโมง สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

<u>Stage เริ่มต้น จนถึงชั่วโมงที่ 1</u>

- การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดเริ่มต้น ไปเป็นโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(1,2) = \min\left(Q_{\max}, Q_{ini} + Q_{in}^{'}(1) - Q_{out}^{'}(1,2)\right)$$

$$F(1,2) = \left(kW_{inst} \cdot C_{start,2}\right) + \left[\frac{H_u \cdot Q(1,2) \cdot \left(b_g(1) + F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดเริ่มต้น ไปยังโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ดังนี้

$$P_1(1,2) = 1$$

$$P_2(1,2) = 2$$

- การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดเริ่มต้นไปเป็นโนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(1,3) = \min\left(Q_{\max}, Q_{ini} + Q_{in}^{'}(1) - Q_{out}^{'}(1,3)\right)$$

$$F(1,3) = \left(kW_{inst} \cdot C_{start,3}\right) + \left[\frac{H_u \cdot Q(1,3) \cdot \left(b_g(1) + F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดเริ่มต้น ไปยังโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ดังนี้

$$P_1(1,3)=1$$

$$P_2(1,3)=3$$

ค่ารายได้สะสมสุทธิ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 และ ณ โนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 จะถูกเก็บค่าและนำไปใช้ในคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ต่อไป

<u>ชั่วโมงที่ 2 จนถึงชั่วโมงที่ 168</u>

- <u>กรณีที่ 1</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(2,4)=\min\left(Q_{\max},Q(1,2)+Q_{in}^{'}(2)-Q_{out}^{'}(2,4)\right)$$

$$F(2,4)=F(1,2)+\left(kW_{inst}\cdot C_{24}\right)+\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(1,2)-Q(2,4)\right)\cdot\left(b_g(2)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากจากโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ดังนี้

$$P_1(2,4)=2$$

$$P_2(2,4)=4$$

ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ รายได้สุทธิสะสม และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณข้างต้นจะถูกเก็บค่าไว้ก่อน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสมของกรณีที่ 2 ดังจะกล่าวถัดไป

- <u>กรณีที่ 2</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(2,4)=\min\left(Q_{\max},Q(1,3)+Q_{in}^{'}(2)-Q_{out}^{'}(2,4)\right)$$

$$F(2,4)=F(1,3)+\left(kW_{inst}\cdot C_{34}\right)+\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(1,3)-Q(2,4)\right)\cdot\left(b_g(2)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ดังนี้

$P_1(2,4)=3$

$P_2(2,4)=4$

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขจำกัด ดังสมการที่ 4.9-4.15 ข้างต้น และอาศัยหลักการของโปรแกรมเชิงพลวัตในการเลือกรายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t ใดๆ จะต้องมีค่าต่ำที่สุดด้วย โดยที่ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t มีค่ามากกว่าอัตราการไหลออกของก๊าซชีวภาพจากถังเก็บ ณ โนดที่ j ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ t นำมาเปรียบเทียบกรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 2 สามารถแสดงวิธีการในการเลือกได้ดังนี้

$$F(2,4)=\min\begin{cases} F(2,4) \mid P_1(2,4)=2 \text{ และ } P_2(2,4)=4 \Rightarrow \text{สำหรับกรณีที่1} \\ F(2,4) \mid P_1(2,4)=3 \text{ และ } P_2(2,4)=4 \Rightarrow \text{สำหรับกรณีที่2} \end{cases}$$

$$Q(F(2,4))\geq 0 \qquad \text{และ} \quad Q(2,4)=Q(F(2,4))$$

วิธีการในการเลือกข้างต้น จะทำการเปรียบเทียบรายได้สุทธิสะสมเป็นลำดับแรกโดยมีวิธีการ คือ รายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ซึ่งคิดมาจากรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 และรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 หากรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 จากโนดที่ 2 หรือโนดที่ 3 ใดในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ทำให้รายได้สุทธิสะสมต่ำที่สุด จะเลือกรายได้สุทธิสะสมค่านั้นพร้อมกับนำค่าปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาใช้ในการคำนวณในชั่วโมงถัดไป แต่หากเมื่อเลือกโดยวิธีการข้างต้นแล้วพบว่า ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บมีค่าน้อยกว่าศูนย์ก็จะเลือกรายได้สุทธิสะสมอีกค่าหนึ่งพร้อมกับนำค่าปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น มาใช้ในการคำนวณในชั่วโมงถัดไป

ค่ารายได้สะสมสุทธิ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โนดที่ 4 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ซึ่งได้จากวิธีการในการเลือกข้างต้นจะถูกเก็บค่าและนำไปใช้ในคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 3 ต่อไป

- <u>กรณีที่ 3</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บและรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(2,5)=\min\left(Q_{\max}, Q(1,2)+Q'_{in}(2)-Q'_{out}(2,5)\right)$$

$$F(2,5)=F(1,2)+\left(kW_{inst}\cdot C_{25}\right)+\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(1,2)-Q(2,5)\right)\cdot\left(b_g(2)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากจากโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ดังนี้

$$P_1(2,5)=2$$

$$P_2(2,5)=5$$

ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ รายได้สุทธิสะสม และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณข้างต้นจะถูกเก็บค่าไว้ก่อน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสมของกรณีที่ 4 ดังจะกล่าวถัดไป

- <u>กรณีที่ 4</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(2,5)=\min\left(Q_{\max,}Q(1,3)+Q_{in}^{'}(2)-Q_{out}^{'}(2,5)\right)$$

$$F(2,5)=F(1,3)+\left(kW_{inst}\cdot C_{35}\right)+\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(1,3)-Q(2,5)\right)\cdot\left(b_g(2)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 3 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ไปเป็นโนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ดังนี้

$$P_1(2,5)=3$$

$$P_2(2,5)=5$$

วิธีการในการเลือกรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 มีหลักการในการเลือกเช่นเดียวกับดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนี้

$$F(2,5)=\min\begin{cases}F(2,5)\ \middle|\ P_1(2,5)=2 \text{ และ } P_2(2,5)=5\Rightarrow \textit{สำหรับกรณีที่}3\\ F(2,5)\ \middle|\ P_1(2,5)=3 \text{ และ } P_2(2,5)=5\Rightarrow \textit{สำหรับกรณีที่}4\end{cases}$$

$$Q\left(F(2,5)\right)\geq 0 \qquad \text{และ} \quad Q(2,5)=Q\left(F(2,5)\right)$$

ค่ารายได้สะสมสุทธิ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โนดที่ 5 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ซึ่งได้จากวิธีการในการเลือกข้างต้น จะถูกเก็บค่าและนำไปใช้ในคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 3 ต่อไป

จากวิธีการในการเลือกข้างต้นในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ผลที่ได้จากการเลือก คือ รายได้สะสมสุทธิ ได้แก่ $F(2,4)$ และ $F(2,5)$ ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ได้แก่ $Q(2,4)$ และ $Q(2,5)$ และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่ $P_1(2,4)$, $P_1(2,5)$, $P_2(2,4)$ และ $P_2(2,5)$ ตามลำดับ ซึ่งจะถูกเก็บค่าและนำไปใช้ในคำนวณในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 3 ต่อไป

วิธีการคำนวณหารายได้สะสมสุทธิจากการผลิตไฟฟ้าในชั่วโมงที่ 3 จนถึงสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 ของโปรแกรมเชิงพลวัต จะใช้หลักการเช่นเดียวกับการคำนวณรายได้สะสมสุทธิจากการผลิตไฟฟ้าในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 2 ข้างต้น

<u>ชั่วโมงที่ 168 จนถึง Stage สิ้นสุด</u>

- <u>กรณีที่ 1</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 336 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 ไปเป็นโนดที่ 338 ใน Stage สิ้นสุด ในที่นี้เพื่อความสะดวกในการเขียน จึงได้กำหนดให้ Stage สิ้นสุดเขียนแทนด้วย ชั่วโมงที่ 169 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(169,338) = \min\left(Q_{\max}, Q(168,336) + Q_{in}^{'}(169) - Q_{out}^{'}(169,338)\right)$$

$$F(169,338) = \left(kW_{inst} \cdot C_{336,338}\right) + \left[\frac{H_u \cdot \left(Q(168,336) - Q(169,338)\right) \cdot \left(b_g(168) + F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 336 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 ไปเป็นโนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 ดังนี้

$$P_1(169,338) = 336$$

$$P_2(169,338) = 338$$

ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ รายได้สุทธิสะสม และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณข้างต้นจะถูกเก็บค่าไว้ก่อน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสมของกรณีที่ 2 ดังจะกล่าวถัดไป

- <u>กรณีที่ 2</u> : การเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดที่ 337 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 ไปเป็นโนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 สามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ และรายได้สุทธิสะสม ได้ดังนี้

$$Q(169,338) = \min\left(Q_{\max}, Q(168,337) + Q_{in}^{'}(169) - Q_{out}^{'}(169,338)\right)$$

$$F(169,338)=\left(kW_{inst}\cdot C_{337,338}\right)+\left[\frac{H_u\cdot\left(Q(168,337)-Q(169,338)\right)\cdot\left(b_g(168)+F_t\right)}{F_c\left(kW_{inst}\right)}\right]$$

จะได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโนดเริ่มต้น ไปยังโนดที่ 2 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 1 ดังนี้

$$P_1(169,338)=337$$

$$P_2(169,338)=338$$

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขจำกัด ดังสมการที่ 4.9-4.15 ข้างต้น และอาศัยหลักการของโปรแกรมเชิงพลวัตในการเลือกรายได้สุทธิสะสมจากการผลิตไฟฟ้า ณ โนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 จะต้องมีค่าต่ำที่สุด โดยที่ปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 มีค่าเท่ากับปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บ ณ โนดที่ 1 ใน Stage เริ่มต้น ซึ่งวิธีการในการเลือกข้างต้น จะต้องนำมาเปรียบเทียบ กรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 2 สามารถแสดงวิธีการในการเลือกได้ดังนี้

$$F(169,338)=\min\begin{cases}F(169,338)\;\middle|\;P_1(169,338)=336\ \text{และ}\ P_2(169,338)=338\Rightarrow \text{สำหรับกรณีที่1}\\ F(169,338)\;\middle|\;P_1(169,338)=337\ \text{และ}\ P_2(169,338)=338\Rightarrow \text{สำหรับกรณีที่2}\end{cases}$$

$$Q\left(F(169,338)\right)=Q_{ini}$$

วิธีการในการเลือกข้างต้น จะทำการเปรียบเทียบรายได้สุทธิสะสมเป็นลำดับแรกโดยมีวิธีการ คือ รายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 ซึ่งคิดมาจากรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 336 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 และรายได้สุทธิสะสม ณ โนดที่ 337 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 หากกรณีใดทำให้รายได้สุทธิสะสมต่ำที่สุด จะเลือกรายได้สุทธิสะสมค่านั้นพร้อมกับนำค่าปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาใช้ในการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะย้อนกลับจากสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 ไปจนถึง Stage เริ่มต้นต่อไป

ผลการคำนวณข้างต้นจะทำให้ทราบเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง(P_1 และ P_2) จากโนดเริ่มต้นไปยังโนดสิ้นสุด ซึ่งจะถูกเก็บค่าไว้ในเมตริกซ์ P_1 , P_2 และ P ตามสมการที่ 4.16-4.18 ตามลำดับ

- เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดต้นทาง

$$P_1=\begin{bmatrix} P_1(1,2) & P_1(2,4) & P_1(3,5) & P_1(4,7) & \dots & P_1(168,336) & P_1(169,338) \\ P_1(1,3) & P_1(2,5) & P_1(3,6) & P_1(4,8) & \dots & P_1(168,337) & - \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

- เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดปลายทาง

$$P_2=\begin{bmatrix} P_2(1,2) & P_2(2,4) & P_2(3,5) & P_2(4,7) & \dots & P_2(168,336) & P_2(169,338) \\ P_2(1,3) & P_2(2,5) & P_2(3,6) & P_2(4,8) & \dots & P_2(168.337) & - \end{bmatrix} \quad (4.17)$$

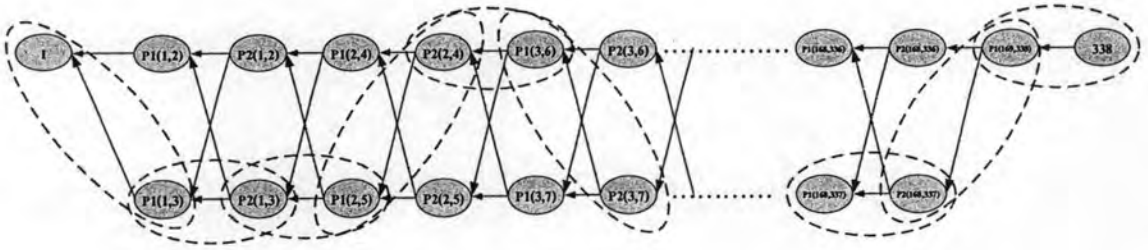
เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดต้นทาง และปลายทางข้างต้น จะถูกนำมาเรียงต่อกันเพื่อคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย้อนกลับจากโนดสิ้นสุดไปยังโนดเริ่มต้น ตามสมการที่ 4.18 เพื่อหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แท้จริง ดังจะกล่าวในข้อถัดไป

$$P=\begin{bmatrix} P_1(1,2) & P_2(1,2) & P_1(2,4) & P_2(2,4) & \dots & P_2(168,336) & P_1(169,338) & P_2(169,338) \\ P(1,3) & P_2(1,3) & P_1(2,5) & P_2(2,5) & \dots & P_2(168,337) & - & - \end{bmatrix} (4.18)$$

ในส่วนของรายได้สุทธิสะสม และปริมาณก๊าซชีวภาพในถังเก็บซึ่งคำนวณได้ในแต่ละโนดในสิ้นสุดแต่ละชั่วโมงจะไม่ถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย้อนกลับจากโนดสิ้นสุดไปยังโนดเริ่มต้น

2) คำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยย้อนกลับจากโนดสิ้นสุดตามเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย่อยไปยังโนดเริ่มต้น โดยใช้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดต้นทาง-ปลายทาง(P_1 และ P_2) จากข้อที่ 1

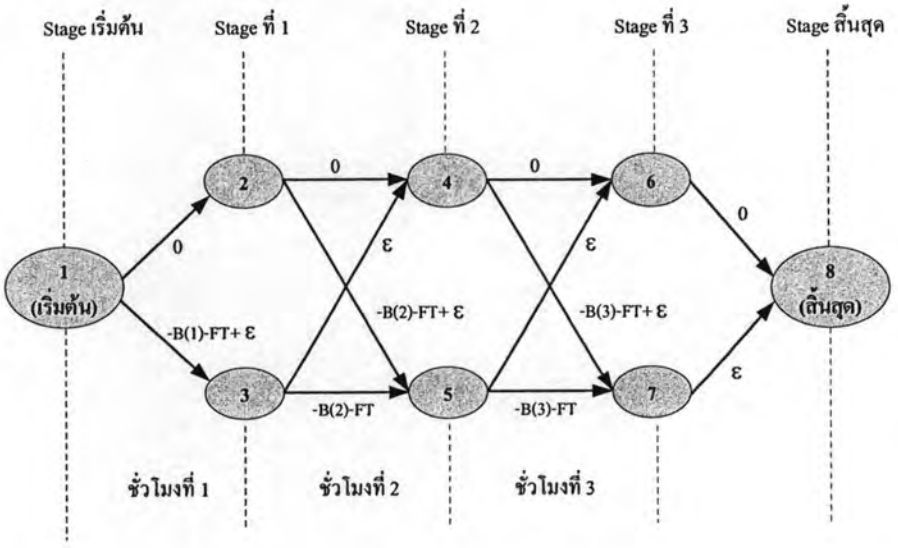
ในการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น เพื่อความสะดวกในการอธิบาย จะนำมาเขียนแสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่โนดเริ่มต้นจนถึงโนดสิ้นสุด

จากรูปที่ 4.6 เครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการคำนวณย้อนกลับจากโนดที่ 338 ไปยังโนดที่ 1 ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ส่วนวงรีแสดงการเชื่อมต่อระหว่างโนดใดๆ ในต้นชั่วโมงหนึ่งกับโนดใดๆ ในสิ้นสุดชั่วโมงก่อนหน้าที่มีหมายเลขเดียวกัน เช่น $P_1(169,338) = P_2(168,337)$ กับการเชื่อมต่อระหว่างโนดใดๆ ในสิ้นสุดชั่วโมงนั้นกับโนดเริ่มต้นในชั่วโมงที่สัมพันธ์กัน เช่น $P_1(168,337)$ กับ $P_2(168,337)$ เป็นต้น เพื่อให้ได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป

ในการคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย้อนกลับจากโนดที่ 338 ไปโนดที่ 1 จะเริ่มจากโนดที่ 338 ในสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 ซึ่งมีหมายเลขโนดปลายทาง คือ โนดที่ 338 จากนั้นเชื่อมต่อไปยังโนดต้นทางของสิ้นสุดชั่วโมงที่ 169 ต่อจากนั้นจึงเชื่อมต่อไปยังโนดปลายทางของสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 และเชื่อมต่อไปยังโนดต้นทางของสิ้นสุดชั่วโมงที่ 168 กระทำเช่นนี้ไปจนถึงโนดเริ่มต้น จะได้เป็นเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่โนดเริ่มต้นจนถึงโนดสิ้นสุด ยกตัวอย่างเช่น การคำนวณเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 3 ชั่วโมง โดยมีแผนผังโปรแกรมเชิงพลวัต แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การคำนวณเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 3 ชั่วโมง

ผลการศึกษา สมมติว่า ได้เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแทนด้วยหมายเลขโนดที่เป็นโนดต้นทาง และปลายทาง ดังนี้

$$P_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 1 & 3 & 5 & - \end{bmatrix} \text{ และ } P_2 = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 3 & 5 & 7 & - \end{bmatrix}$$

ดังนั้น จะได้เมตริกซ์ P_{12} คือ

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 1 & 3 & 3 & 5 & 5 & 7 & - & - \end{bmatrix}$$

เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าข้างต้นจะถูกนำเรียงต่อกันในรูปของเวกเตอร์ คือ

$$P_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

ในการกำหนดสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้กำหนดให้หมายเลขของโนดที่เป็นเลขคู่แทนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน และเลขคี่แทนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในสถานะทำงานจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 แต่หากอยู่สถานะหยุดทำงานกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 นำเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าข้างต้นมาเรียงต่อกันนำมาเขียนในรูปของเวกเตอร์ตั้งแต่ Stage ที่ 1 ถึง Stage ที่ 170 โดยใช้สมการที่ 4.19

$$P_{12} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & P(1) & P(2) & P(3) & \cdots & P(168) & 338 \end{bmatrix}}_{\text{มิติขนาด } 1\times170} \qquad (4.19)$$

เวกเตอร์เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าข้างต้น จะถูกนำมาตัดองค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบสุดท้ายของเวกเตอร์ออก ทั้งนี้เนื่องจากแทนจุดเริ่มต้นด้วยโนดที่ 1 จุดสิ้นสุดแทนด้วยโนดที่ 338 และจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดเป็นจุดเดียวกันจึงเหลือ 168 Stage ซึ่งเท่ากับช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ 168 ชั่วโมง จากนั้นนำเวกเตอร์เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(P_{12}) มาหารด้วยสอง เศษจากการหารจะแทนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง จะได้เวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 168 ของสัปดาห์ เป็นดังสมการที่ 4.20

$$S = \begin{bmatrix} \text{mod}\left(\frac{P(1)}{2}\right) & \text{mod}\left(\frac{P(2)}{2}\right) & \cdots & \cdots & \text{mod}\left(\frac{P(168)}{2}\right) \end{bmatrix} \qquad (4.20)$$

จากตัวอย่างที่นำเสนอ ผลการคำนวณหาเวกเตอร์เส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าข้างต้น จะได้เป็นเวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 3 คือ

$$S = \left[\text{mod}\left(\frac{3}{2}\right) \quad \text{mod}\left(\frac{5}{2}\right) \quad \text{mod}\left(\frac{7}{2}\right) \right]$$
$$= \left[1 \quad 1 \quad 1 \right]$$

เวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 168 ของสัปดาห์ข้างต้นจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาจำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อสัปดาห์ ตามสมการที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ

$$h_{wk} = \sum_{n=1}^{168} \left(S(n) \right) \tag{4.21}$$

$$En_{wk} = kW_{inst} \times \sum_{n=1}^{168} \left(S(n) \right) \tag{4.22}$$

ขนาดกำลังการผลิต จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และเวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 168 ของสัปดาห์ ที่ได้จากการคำนวณข้างต้น จะถูกนำไปใช้ในการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.4 การประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

ข้อมูลทางด้านการเงิน ได้แก่ เงินลงทุน ค่าใช้จ่ายระหว่างดำเนินการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวมถึงรายได้จากมูลค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยคิดจากขนาดกำลังการผลิต อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งาน และเวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 168 ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะถูกนำไปใช้คำนวณหาดัชนีชี้วัดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(Net Present Value) อัตราผลตอบแทนภายใน(Internal Rate of Return) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(Benefit to Cost Ratio) เพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการที่กำลังพิจารณาต่อไป รายละเอียดการคำนวณดัชนีชี้วัดข้างต้นเป็นดังนี้

4.4.1 รายได้

รายได้จากการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า ในที่นี้คิดเฉพาะรายได้จากการผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว โดยคิดจากมูลค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากข้อมูลขนาดกำลังการผลิต เวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาใช้งาน และค่าไฟฟ้าผันแปร ส่วนของรายได้จากการนำพลังงานความร้อนของระบบผลิตไฟฟ้าที่เป็นระบบผลิตพลังงานร่วมมาใช้งาน ในที่นี้มิได้นำมาคำนวณ ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้ในการอุ่นตะกอนในถังหมัก เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายภายในถังหมัก รายได้จากการผลิตไฟฟ้ารายสัปดาห์หาได้จากสมการที่ 4.23

$$B_{wk} = \left(kW_{inst} \cdot \sum_{n=1}^{168} \left(S(n) \cdot \left(B(n) + FT \right) \right) \right) \tag{4.23}$$

จากสมการที่ 4.23 จะเห็นว่า รายได้จากการผลิตไฟฟ้ารายสัปดาห์ข้างต้น มิได้นำผลของตัวประกอบการผลิตไฟฟ้า(Plant Factor) มาคิด ทั้งนี้เนื่องจากในองค์ประกอบเวกเตอร์สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีบางชั่วโมงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงานอยู่แล้ว ซึ่งขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่พิจารณา ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ดังนั้นรายได้จากการผลิตไฟฟ้ารายสัปดาห์จึงเป็นไปตามสมการที่ 4.23

รายได้จากการผลิตไฟฟ้ารายสัปดาห์ข้างต้นนำมาคำนวณเป็นรายได้ต่อปีได้โดยคูณด้วยจำนวนสัปดาห์เดินเครื่อง 52 สัปดาห์ต่อปี ดังสมการที่ 4.24

$$B_t = 52 \cdot B_{wk} \tag{4.24}$$

4.4.2 รายจ่าย

รายจ่ายจากการผลิตไฟฟ้า เป็นรายจ่ายที่เกิดจากการลงทุนติดตั้งและเดินเครื่องระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสีย ในที่นี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) เงินลงทุนเริ่มแรก เป็นเงินลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจนสามารถผลิตไฟฟ้าได้ ประกอบด้วย เงินลงทุนซื้อเครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ เงินลงทุนก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง และค่าเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ คำนวณโดยใช้สมการที่ 4.25

$$CC = Cost_M + Cost_B + Cost_C \tag{4.25}$$

2) ค่าใช้จ่ายคงที่ในการดำเนินการ ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังนี้

- ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร อาคารและสิ่งปลูกสร้างรายปี ได้กำหนดไว้โดยคิดเท่ากับร้อยละ 5 ของมูลค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมกับร้อยละ 4 ของมูลค่าของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง[36] คำนวณโดยใช้สมการที่ 4.26

$$Cost_D(t) = (0.05 \cdot Cost_M) + (0.04 \cdot Cost_B) \quad (4.26)$$

- ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานรายปี เป็นค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานที่เกิดขึ้นในโครงการในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด คำนวณโดยใช้สมการที่ 4.27

$$Cost_L(t) = 12 \times N_m \times Salary \quad (4.27)$$

โดยที่ N_m คือ จำนวนคนทำงาน

$Salary$ คือ เงินเดือนต่อคน หน่วยเป็นบาท

- ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภครายปี ได้แก่ ค่าการใช้ไฟฟ้า ค่าน้ำประปา และค่าโทรศัพท์ ในการผลิตไฟฟ้าของโครงการ คำนวณโดยใช้สมการที่ 4.28

$$Cost_U(t) = 52 \times Cost_{Uwk} \quad (4.28)$$

โดยที่ $Cost_{Uwk}$ คือ ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภครายสัปดาห์ หน่วยเป็นบาท

ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี สามารถคำนวณได้จากผลรวมของค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร อาคารและสิ่งปลูกสร้างรายปี ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานรายปี และค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภครายปี เป็นดังสมการที่ 4.29

$$Cost_{fix}(t) = Cost_D(t) + Cost_L(t) + Cost_U(t) \quad (4.29)$$

3) ค่าใช้จ่ายผันแปรตามปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังนี้

- ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรรายปี ในการคำนวณหาค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรรายปีนั้นคิดจากขนาดกำลังการผลิต และจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องต่อสัปดาห์ที่ได้จากการคำนวณข้างต้นตามสมการที่ 4.30

$$Cost_{Ma}(t) = 52 \times k \times kW_{inst} \times h_{wk} \quad (4.30)$$

โดยที่ k คือ ค่าซ่อมบำรุง หน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงที่ผลิตได้

- ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงรายปีที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ในกรณีที่นำเชื้อเพลิงชนิดอื่นร่วมกับก๊าซชีวภาพในการผลิตไฟฟ้าก็จะคิดค่าใช้จ่ายในส่วนของเชื้อเพลิงที่เพิ่มเข้ามา คำนวณโดยใช้สมการที่ 4.31

$$Cost_F(t) = 52 \times f_c\left(kW_{inst}\right) \times h_{wk} \times c_2 \qquad (4.31)$$

โดยที่ c_2 คือ ราคาก๊าซหมัก หน่วยเป็นบาทต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าใช้จ่ายผันแปรรายปี สามารถคำนวณได้จากผลรวมของค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภค เป็นดังสมการที่ 4.32

$$Cost_{\text{var}}(t) = Cost_{Ma}(t) + Cost_F(t) \qquad (4.32)$$

ผลรวมของค่าใช้จ่ายคงที่รายปี และค่าใช้จ่ายผันแปรรายปีดังกล่าวข้างต้น นำมาคิดเป็นรายจ่ายสุทธิต่อปี ได้ดังสมการที่ 4.33 ในส่วนของเงินลงทุนเริ่มแรกเป็นค่าใช้จ่ายที่จ่ายเพียงครั้งเดียวในตอนเริ่มต้นของโครงการมิได้นำมาคิดเป็นต่อปี

$$C_t = Cost_{fix}(t) + Cost_{\text{var}}(t) \qquad (4.33)$$

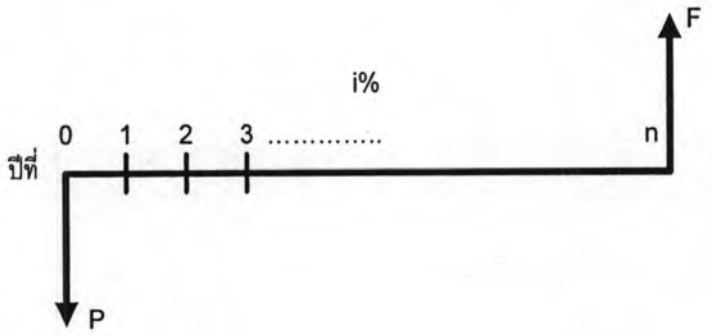
รายได้สุทธิต่อปีและรายจ่ายสุทธิต่อปีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นเพียงค่าประมาณการ ซึ่งค่าประมาณการดังกล่าวจะถูกนำมาคำนวณให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน และนำมาใช้ในการคำนวณดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินความคุ้มค่าจากการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.4.3 มูลค่าปัจจุบัน

มูลค่าปัจจุบัน(Present Value : PV) คือ มูลค่าของเงินรายได้หรือรายจ่ายในอนาคตที่คำนวณเทียบกลับมาเป็นมูลค่าของเงินในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น เงิน 100 บาท ถูกนำไปลงทุนโดยมีอัตราผลตอบแทนเท่ากับร้อยละ 9 ต่อปี ดังนั้นเงิน 100 บาท ที่ลงทุนในวันนี้จะได้กลับคืนมา 109 บาท เมื่อสิ้นปี ในทางกลับกันเพื่อให้ได้รับเงิน 100 บาท เมื่อครบ 1 ปี จะใช้เงินลงทุนในวันนี้เพียง 100/1.09 = 91.7 บาท จะเห็นว่า เงิน 100 บาท ที่ได้รับเมื่อครบ 1 ปี นับตั้งแต่วันนี้มีค่าเท่ากับ 91.7

บาทในวันนี้เท่านั้น หลักการคิดดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า การคิดมูลค่าปัจจุบัน(Present Value) มีหลักการในการคำนวณ ดังนี้

กำหนดให้จำนวนเงินเริ่มต้น P บาท อัตราผลตอบแทนร้อยละ i ต่อปี กำหนดระยะเวลา n ปี จะได้จำนวนเงินรวมในอนาคตเท่ากับ F บาท หลักการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสามารถแสดงในรูปของแผนผังกระแสเงินสด(Cash Flow Diagram) ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนผังกระแสเงินสดของการคิดมูลค่าปัจจุบัน

จากรูปที่ 4.8 สามารถคำนวณจำนวนเงินรวมในอนาคตในแต่ละปลายปี ได้ดังนี้

เงินรวมปลายปีที่ *1* หรือ เงินต้นปีที่ *2* $= P+Pi = P(1+i)$

เงินรวมปลายปีที่ *2* หรือ เงินต้นปีที่ *3* $= P(1+i)+P(1+i)i = P(1+i)^2$

เงินรวมปลายปีที่ *3* หรือ เงินต้นปีที่ *4* $= P(1+i)^2+P(1+i)^2 i = P(1+i)^3$

ดังนั้นจะได้ว่า เงินรวมปลายปีที่ n $= P(1+i)^n$

เราสามารถคำนวณหาค่าของ F หรือ P ได้จากสมการที่ 4.34 และ 4.35 ตามลำดับ

$$F = P(1+i)^n \tag{4.34}$$

$$P = F\frac{1}{(1+i)^n} \tag{4.35}$$

ค่าตัวประกอบ $(1+i)^n$ เรียกว่า "*Single Payment Compound Amount Factor*" ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย $(F/P,i\%,n)$ และค่าตัวประกอบ $1/(1+i)^n$ เรียกว่า "*Single Payment Present Worth Factor*" ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย $(P/F,i\%,n)$ ตามลำดับ

จากสมการที่ 4.34 และ 4.35 จะเห็นว่า จำนวนเงิน P ในปัจจุบันจะถูกคูณด้วยค่าตัวประกอบ $(F/P,i\%,n)$ เพื่อให้ได้จำนวนเงิน F ในอนาคต ส่วนจำนวนเงิน F ในอนาคตจะถูกคูณ

ด้วยค่าตัวประกอบ $(P/F,i\%,n)$ เพื่อให้ได้จำนวนเงิน P ในปัจจุบัน จากหลักการคำนวณดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ต่อไป

4.4.4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(Net Present Value) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ ณ ร้อยละของอัตราผลตอบแทนที่กำหนด มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นดัชนีชี้วัดในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ทำให้ทราบว่าตลอดระยะเวลาดำเนินงานของโครงการมีกำไรหรือขาดทุนเป็นจำนวนเงินเท่าใด

หลักการในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ การเปลี่ยนรายได้ต่อปี(B_t) และรายจ่ายต่อปี(C_t) ที่จะได้รับในอนาคตแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการ n ปี ณ ร้อยละของอัตราผลตอบแทน i ต่อปีที่กำหนด ให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา จากนั้นรวมรายได้ต่อปีที่ได้เปลี่ยนเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการ พร้อมกับรวมรายจ่ายต่อปีที่ได้เปลี่ยนเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วในแต่ละปี บวกกับเงินลงทุนเริ่มแรก ได้เป็นมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายรวมตลอดอายุของโครงการ จากนั้นนำมาหักลบกัน จะได้เป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งมีสูตรการคำนวณแสดงดังสมการที่ 4.36

$$NPV = PV.Benefit - PV.Cost \tag{4.36}$$
$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = B_0 - C_0 + \frac{B_1 - C_1}{(1+i)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{B_n - C_n}{(1+i)^n}$$

โดยที่

$$PV.Benefit = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t} = B_0 + \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \ldots\ldots\ldots + \frac{B_n}{(1+i)^n} \tag{4.37}$$

$$PV.Cost = \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t} = C_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \ldots\ldots\ldots + \frac{C_n}{(1+i)^n} \tag{4.38}$$

เมื่อ B_0 คือ รายได้สุทธิของโครงการปีที่ 0 มีค่าเท่ากับศูนย์

C_0 คือ รายจ่ายของโครงการปีที่ 0 หรือเงินลงทุนเริ่มแรก

ในการศึกษาหากประมาณให้รายได้ต่อปีและรายจ่ายต่อปีที่เกิดขึ้นในอนาคตจากปีที่ 1 จนถึงสิ้นสุดอายุของโครงการมีค่าเท่ากันทุกปีแล้ว การคำนวณมูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวม

และมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวม ตลอดอายุของโครงการ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.39 และ 4.40 ตามลำดับ

$$PV.Benefit = \sum_{t=1}^{n}\left[\frac{B_t}{(1+i)^t}\right] \tag{4.39}$$

$$PV.Cost = CC + \sum_{t=1}^{n}\left[\frac{C_t - Cost_D}{(1+i)^t}\right] \tag{4.40}$$

จากสมการที่ 4.40 จะเห็นว่าได้นำค่าเสื่อมราคามาลบออกจากรายจ่ายต่อปีดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้ เนื่องจากในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันจะคิดเฉพาะในส่วนของเงินสดที่จ่ายออกไปเท่านั้น

การใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิในการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่จะได้รับจากการลงทุนโครงการ ทำให้เห็นผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายได้และรายจ่ายของโครงการ โครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก นั่นคือ โครงการมีรายได้มากกว่ารายจ่าย จึงเป็นโครงการที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ ซึ่งก็คือ โครงการที่มีรายจ่ายมากกว่ารายได้ จึงเป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

ดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ นอกเหนือจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ยังมีดัชนีชี้วัดอีก 2 ตัว คือ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.4.5 อัตราผลตอบแทนภายใน

อัตราผลตอบแทนภายใน(Internal Rate of Return) คือ อัตราผลตอบแทนที่มีผลทำให้มูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ ค่าอัตราผลตอบแทนภายในทำให้ทราบว่าตลอดอายุของโครงการมีกำไรเมื่อเทียบเป็นร้อยละคิดเป็นเท่าไรของเงินลงทุนเริ่มแรก

จากการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่า ในการคำนวณจะต้องกำหนดอัตราผลตอบแทนซึ่งอาจจะกำหนดได้จากร้อยละของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ เป็นต้น แต่ในการคำนวณอัตราผลตอบแทนภายใน เราจะต้องคำนวณหาอัตราผลตอบแทนจากสมการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ สามารถนำมาเขียนได้ดังสมการที่ 4.41

$$B_0 + \frac{B_1 - C_1 + Cost_D}{(1+IRR)} + \frac{B_2 - C_2 + Cost_D}{(1+IRR)^2} + \ldots\ldots + \frac{B_n - C_n + Cost_D}{(1+IRR)^n} = CC \tag{4.41}$$

ในการคำนวณหาค่า *IRR* จากสมการที่ 4.41 ค่อนข้างยุ่งยากมากกว่าการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยเริ่มต้นจะสมมติค่าอัตราผลตอบแทนภายใน(*IRR*) ขึ้นมา 1 ค่า จากนั้นแทนค่าลงในสมการที่ 4.41 หากค่าด้านซ้ายมีค่าน้อยกว่าด้านขวาของสมการจะลดค่า *IRR* ลงทีละ 1 แต่หากมีค่ามากกว่าจะเพิ่มค่า *IRR* ให้มากขึ้นทีละ1 ทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งได้ค่า IRR_1 มากที่สุดที่ทำให้ค่าด้านซ้ายมีค่ามากกว่าค่าด้านขวาของสมการ และค่า IRR_2 น้อยที่สุดที่ทำให้ค่าด้านซ้ายมีค่าน้อยกว่าค่าด้านขวาของสมการ จะได้ค่า IRR_2 และ ค่า IRR_1 ที่มีค่าแตกต่างกันเท่ากับ 1 จากนั้นใช้วิธี Interpolation method เพื่อประมาณค่า *IRR* ที่มีค่าอยู่ระหว่างค่า IRR_1 และค่า IRR_2 ผลการคำนวณจะได้ค่า *IRR* ที่ทำให้ค่าด้านซ้ายมีค่าประมาณเท่ากับด้านขวาของสมการ

การใช้อัตราผลตอบแทนภายในวิเคราะห์ผลตอบแทนที่จะได้รับจากการลงทุนโครงการ ถ้าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าสูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ เช่น สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ อาจถือว่าเป็นโครงการที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ไว้

4.4.6 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(Benefit-Cost Ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวมตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ กับเงินลงทุนเริ่มแรก อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนเป็นดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ทำให้ทราบว่าตลอดระยะเวลาดำเนินการของโครงการมีรายได้คิดเป็นจำนวนกี่เท่าของรายจ่าย

การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$B-C\ Ratio = \frac{PV.Benefit}{PV.Cost} \qquad (4.42)$$

จากสมการที่ 4.42 ตัวเศษคือ มูลค่าปัจจุบันของรายได้ต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ ตัวส่วนคือ มูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายต่อปีรวมตลอดอายุของโครงการ คำนวณได้จากสมการที่ 4.39 และ 4.40 ตามลำดับ

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เป็นวิธีที่มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ถ้าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนมีค่ามากกว่าหนึ่ง ถือว่าเป็นโครงการที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุน และหากมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง เป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุน

จากดัชนีชี้วัดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบัน อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่า ดัชนีแต่ละตัวมี

ความสัมพันธ์กับการคำนวณมูลค่าปัจจุบันทั้งสิ้น หากนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชี้วัดทั้ง 3 ดัชนี เพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุน สามารถเขียนสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์และการตัดสินใจลงทุน

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)	อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return)	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio)	การตัดสินใจลงทุน
> 0	> อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	> 1	ลงทุน
< 0	< อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	< 1	ไม่ลงทุน
= 0	= อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	= 1	ไม่ลงทุน

ในบทนี้เราได้ทราบถึงหลักการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ทั้งทางด้านเทคนิคและการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในส่วนของการกำหนดเวลาในการเดินเครื่องได้นำหลักการคำนวณของโปรแกรมเชิงพลวัตเข้ามาใช้ในการศึกษาขนาดกำลังการผลิต การกำหนดเวลาในการเดินเครื่องและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่คำนวณได้ถูกนำไปใช้ในการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งได้กล่าวถึงดัชนีชี้วัดที่นำมาใช้ในการประเมินความคุ้มค่าจากการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เพื่อนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพต่อไป

ในบทต่อไปจะกล่าวถึงการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากการบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร โดยกรุงเทพมหานครมีระบบบำบัดตะกอนที่สามารถผลิตก๊าซหมัก ซึ่งเป็นก๊าซชีวภาพชนิดหนึ่ง ปัจจุบันก๊าซหมักที่เกิดขึ้นนำไปใช้ในการกวนผสมตะกอนและเผาไหม้ทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นจึงได้ศึกษาการนำก๊าซหมักมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้า รายละเอียดจะกล่าวต่อไป