บทที่ 4
การวิเคราะห์ปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุ

บทนี้จะกล่าวถึงฟังก์ชันเป้าหมายและการคำนวณฟังก์ชันเป้าหมายในการวางแผนการติดตั้งตัวเก็บประจุ โดยคำนึงถึงผลตอบแทนที่ได้รับและเงินลงทุนที่เกิดจากการติดตั้งตัวเก็บประจุ ซึ่งจะเป็นการหาขนาดที่เหมาะสมในการติดตั้งตัวเก็บประจุ แล้วใช้ดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเพื่อคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งตัวเก็บประจุ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ฟังก์ชันเป้าหมาย

ฟังก์ชันเป้าหมายที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการวางแผนการติดตั้งตัวเก็บประจุนั้น เป็นสิ่งสำคัญที่บ่งบอกถึงความต้องการของผู้วางแผนว่าต้องการได้สิ่งใด สำหรับในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้ฟังก์ชันเป้าหมายเพื่อคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุที่เหมาะสม ด้วยการหาค่าสูงสุดของผลตอบแทนสุทธิ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากผลรวมของผลตอบแทนที่เกิดจากการติดตั้งตัวเก็บประจุค่าต่างๆ แล้วหักออกด้วยเงินลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุ ดังสมการที่ (4.1)

$$\text{Max} \quad NP = \Delta B_{delay} + \Delta B_{loss} + \Delta B_{EIC} - C(Q) \tag{4.1}$$

โดยที่ NP คือ ผลตอบแทนสุทธิ (Baht/yr)

ΔB_{delay} คือ ผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่ง (Baht/yr)

ΔB_{loss} คือ ผลตอบแทนจากพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลง (Baht/yr)

ΔB_{EIC} คือ ผลตอบแทนจากความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (Baht/yr)

$C(Q)$ คือ เงินลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุต่อปี (Baht/yr)

ซึ่งการคำนวณค่าผลตอบแทน ΔB_{delay} , ΔB_{loss}, ΔB_{EIC} และเงินลงทุน $C(Q)$ ของฟังก์ชันเป้าหมายนี้สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

4.1.1 การคำนวณผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่ง

เมื่อทำการติดตั้งตัวเก็บประจุเข้าในระบบไฟฟ้ากำลังแล้ว ทำให้อุปกรณ์ในระบบมีการใช้งานน้อยลงหรือห่างไกลจากส่วนเผื่อมากขึ้น ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้จะพิจารณาเฉพาะการชะลอการลงทุนการก่อสร้างระบบส่งแรงดันต่ำ (115 kV) เท่านั้น การชะลอการลงทุนการสร้างระบบส่ง

แรงดันต่ำนั้นจะพิจารณาเฉพาะในสภาวะที่โหลดสูงสุด (Peak load) ซึ่งการลงทุนนี้จะครอบคลุมทุกระดับโหลดทั้งช่วงที่โหลดต่ำ (Light load) และช่วงที่โหลดสูงสุด โดยกำลังปรากฏที่ไหลในสายส่งนั้นได้จากการคำนวณการไหลกำลังไฟฟ้า การคำนวณผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างระบบส่งแรงดันต่ำจะมีการพิจารณาออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

1) กรณีกำลังปรากฏของสายส่งก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% ของกำลังปรากฏสูงสุดของสายเส้นนั้นๆ ($S_{ij}^{0} \leq 40\%\ S_{ij}^{limit}$)

2) กรณีกำลังปรากฏของสายส่งก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุมีค่าอยู่ระหว่าง 40%-70% ของกำลังปรากฏสูงสุดของสายเส้นนั้นๆ ($40\%\ S_{ij}^{limit} < S_{ij}^{0} < 70\%\ S_{ij}^{limit}$)

3) กรณีกำลังปรากฏของสายส่งก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุมีค่ามากว่าหรือเท่ากับ 70% ของกำลังปรากฏสูงสุดของสายเส้นนั้นๆ ($S_{ij}^{0} \geq 70\%\ S_{ij}^{limit}$)

การคำนวณผลตอบจากกรณีต่างๆเหล่านี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ($S_{ij}^{0} \leq 40\%\ S_{ij}^{limit}$)

การใช้งานในสายส่งไม่อยู่ในขอบเขตที่นักวางแผนขยายสายส่งจะพิจารณา ซึ่งกำหนดให้เป็นสายส่งที่ไม่จำเป็นต้องสร้าง ในกรณีนี้จะไม่คิดผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนสำหรับการก่อสร้างสายส่ง

กรณีที่ 2 ($40\%\ S_{ij}^{limit} < S_{ij}^{0} < 70\%\ S_{ij}^{limit}$)

การใช้งานในสายส่งอยู่ในขอบเขตที่นักวางแผนขยายสายส่งจะพิจารณา ซึ่งกำหนดให้เป็นสายส่งที่ควรจะสร้าง ในกรณีนี้จะคิดผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนสำหรับการก่อสร้างสายส่งดังนี้ ถ้าติดตั้งตัวเก็บประจุแล้วสามารถทำให้ $40\%\ S_{ij}^{limit} < S_{ij}(Q_i) < 70\%\ S_{ij}^{limit}$ ได้จะคิดผลตอบแทนที่ได้รับเฉพาะในช่วงนั้นๆ แต่ถ้าติดตั้งตัวเก็บประจุแล้วสามารถทำให้ $S_{ij}(Q_i) < 40\%\ S_{ij}^{limit}$ จะคิดผลตอบแทนที่ 40% ส่วนในกรณีอื่นๆ จะไม่คิดผลตอบแทน ซึ่งตัวอย่างการคำนวณผลตอบในกรณีนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่งในกรณีที่ 2

ก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุ	หลังการติดตั้งตัวเก็บประจุ	ช่วยชะลอการลงทุน
$S_{ij}^{0} = 63\%\ S_{ij}^{limit}$	$S_{ij}(Q_i) = 60\%\ S_{ij}^{limit}$	$\Delta S_{ij} = 3\%\ S_{ij}^{limit}$
$S_{ij}^{0} = 42\%\ S_{ij}^{limit}$	$S_{ij}(Q_i) = 37\%\ S_{ij}^{limit}$	$\Delta S_{ij} = 2\%\ S_{ij}^{limit}$

กรณีที่ 3 ($S_{ij}^{0} \geq 70\%\ S_{ij}^{limit}$)

การใช้งานในสายส่งอยู่ในขอบเขตที่นักวางแผนขยายสายส่งจะพิจารณา ซึ่งกำหนดให้เป็นสายส่งที่จำเป็นต้องสร้างเนื่องจากมีการใช้งานสายส่งเกินกว่าค่าที่นักวางแผนขยายสายส่งได้เผื่อไว้ ในกรณีนี้จะคิดผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนสำหรับการก่อสร้างสายส่งดังนี้ ถ้าติดตั้งตัวเก็บประจุแล้วสามารถทำให้ $S_{ij}(Q_i) < 70\%\ S_{ij}^{limit}$ ได้ จะคิดผลตอบแทนเฉพาะในช่วงนั้นๆที่ 70% แต่ถ้าติดตั้งตัวเก็บประจุแล้วสามารถทำให้ $S_{ij}(Q_i) < 40\%\ S_{ij}^{limit}$ จะคิดผลตอบแทนที่ 40% ส่วนในกรณีอื่นๆ จะไม่คิดผลตอบแทน ซึ่งตัวอย่างการคำนวณผลตอบในกรณีนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการคำนวณผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่งในกรณีที่ 3

ก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุ	หลังการติดตั้งตัวเก็บประจุ	ช่วยชะลอการลงทุน
$S_{ij}^{0} = 73\%\ S_{ij}^{limit}$	$S_{ij}(Q_i) = 68\%\ S_{ij}^{limit}$	$\Delta S_{ij} = 2\%\ S_{ij}^{limit}$
$S_{ij}^{0} = 73\%\ S_{ij}^{limit}$	$S_{ij}(Q_i) = 34\%\ S_{ij}^{limit}$	$\Delta S_{ij} = 30\%\ S_{ij}^{limit}$
$S_{ij}^{0} = 73\%\ S_{ij}^{limit}$	$S_{ij}(Q_i) = 71\%\ S_{ij}^{limit}$	$\Delta S_{ij} = 0\%\ S_{ij}^{limit}$

เนื่องจากการติดตั้งตัวเก็บประจุไม่สามารถทำให้การใช้งานสายส่งลดลงจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้มากจนกระทั่งไม่ต้องก่อสร้างสายส่งเพิ่มเติมเลย แต่การติดตั้งตัวเก็บประจุเป็นเพียงการช่วยชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่ง ดังนั้น การคำนวณผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่งจากกรณีต่างๆ จะใช้วิธีการแปลงกำลังปรากฏที่ลดลงเป็นผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากโอกาส (Opportunity) ที่ได้รับจากการชะลอการลงทุน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4.2)

$$\Delta B_{delay} = K_{d,ij} \Delta S_{ij} \tag{4.2}$$

โดยที่ ΔB_{delay} คือ ผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่ง (Baht/yr)

$K_{d,ij}$ คือ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการชะลอการลงทุน กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10% ของมูลค่าการก่อสร้างสายส่งที่เชื่อมต่อระหว่างบัส i กับบัส j (Baht/MVA-yr)

ΔS_{ij} คือ กำลังปรากฏที่ลดลงของสายส่งที่เชื่อมต่อระหว่างบัส i กับบัส j

4.1.2 การคำนวณผลตอบแทนจากพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลง

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าสูญเสียนั้นจะพิจารณาร่วมกับแบบจำลองของโหลดแบบเส้นโค้งรายวัน ซึ่งการคำนวณพลังงานไฟฟ้าสูญเสียนั้นจะใช้วิธีการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแต่ละช่วงเวลาด้วยการคำนวณการไหลกำลังไฟฟ้าแล้วนำพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่คำนวณได้ในแต่ละช่วงเวลามารวมกันจนครบ 1 ปี ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4.3)

$$\Delta B_{loss} = K_e \cdot \left(\sum_{t=1}^{T} t \cdot P^{0}_{loss,t} - \sum_{t=1}^{T} t \cdot P_{loss,t}(Q_i) \right) \tag{4.3}$$

โดยที่ ΔB_{loss} คือ ผลตอบแทนจากมูลค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลง (Baht/yr)

K_e คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/kWh)

$P^{0}_{loss,t}$ คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบ ก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุ (kW)

$P_{loss,t}(Q_i)$ คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบ หลังการติดตั้งตัวเก็บประจุ (kW)

t คือ ระยะเวลา ของเส้นโค้งโหลดรายวัน (hr)

T คือ ระยะเวลา กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 8760 ชั่วโมง

4.1.3 การคำนวณผลตอบแทนจากความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

การคำนวณความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้านั้น จะใช้วิธีการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งค่า EIC ที่ได้จากการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังนั้นเป็นค่าคาดหวัง (Expected value) เนื่องจากวิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลเป็นวิธีที่ใช้หลักการความน่าจะเป็น (Probability) ดังนั้นการเปลี่ยนค่าของความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจะใช้การคำนวณจากผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับแทน การคำนวณความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4.4)

$$\Delta B_{EIC} = K_{EIC}(EIC^{0} - EIC(Q_i)) \tag{4.4}$$

โดยที่ ΔB_{EIC} คือ ผลตอบแทนจากมูลค่าความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (Baht/yr)

K_{EIC} คือ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10%

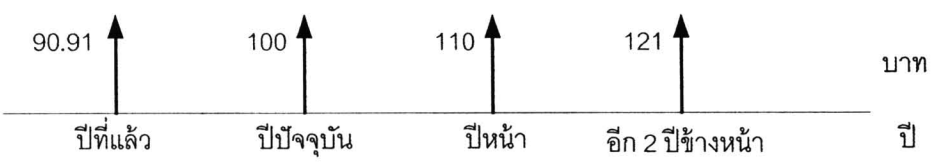
EIC^0 คือ ความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าก่อนการติดตั้งตัวเก็บประจุ (Baht/yr)

$EIC(Q_i)$ คือ ความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลังการติดตั้งตัวเก็บประจุ (Baht/yr)

4.1.4 การคำนวณเงินลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุ

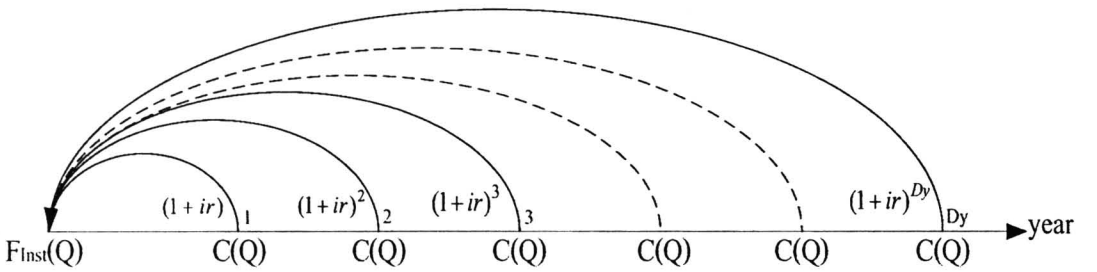
เงินลงทุนตัวเก็บประจุนั้นจะพิจารณาถึงค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time Value of Money) [25] หมายความว่า จำนวนเงินที่เท่ากันแต่อยู่ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ค่าของเงินก็จะต่างกันด้วย ทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะทางเศรษฐกิจและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เงินจำนวน 100 บาท เมื่อ 10 ปีที่แล้วสามารถซื้อเสื้อผ้าได้ 1 ชุด แต่มาถึงยุคปัจจุบัน เงินจำนวน 100 บาท นั้นซื้อได้แค่เสื้อตัวเดียว ไม่สามารถซื้อได้ทั้งชุด ถ้าจะซื้อทั้งชุดก็ต้องใช้เงินถึง 200 บาท ทั้งนี้มีผลมาจากการที่ค่าของเงินเปลี่ยนแปลงตามเวลานั่นเอง

หากพิจารณามูลค่าเทียบเท่าในรูปที่ 4.1 พบว่า ที่อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี เงิน 100 บาท ณ ปีปัจจุบัน จะมีมูลค่าเทียบเท่ากับเงิน 100/1.1=90.91 บาท ในปีที่แล้ว และมีมูลค่าเทียบเท่ากับเงิน 100*1.1=110 บาท ในปีที่ 1 และก็จะมีมูลค่าเทียบเท่ากับเงิน $100*1.1^2$=121 บาท ในปีที่ 2 นั่นหมายความว่า จำนวนเงินที่ต่างกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน สามารถมีมูลค่าเทียบเท่ากันได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งเราจะใช้วิธีนี้ในการคำนวณหาเงินลงทุนตัวเก็บประจุต่อไป



รูปที่ 4.1 มูลค่าเทียบเท่าของเงิน 100 บาทในแต่ละปี

การคิดมูลค่าเทียบเท่า ณ ช่วงเวลาต่างๆมีหลายวิธี เช่น การคิดดอกเบี้ยแบบระบบจ่ายครั้งเดียว (Single-Payment Factors) การคิดดอกเบี้ยแบบระบบจ่ายเป็นอนุกรมเท่ากันทุกๆช่วงเวลา (Uniform Annual Series) การคิดดอกเบี้ยแบบระบบที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงสม่ำเสมอ (Uniform Gradient System) เป็นต้น แต่ในวิทยานิพนธ์นี้จะคิดมูลค่าเทียบเท่า ณ ช่วงเวลาต่างๆของเงินลงทุนตัวเก็บประจุด้วยการคิดดอกเบี้ยแบบระบบจ่ายเป็นอนุกรมเท่ากันทุกๆช่วงเวลา นั่นคือ การกู้เงินมาลงทุน $F_{Inst}(Q)$ บาท ด้วยอัตราดอกเบี้ย ir % โดยผ่อนชำระเงินจำนวน $C(Q)$ บาท เท่าๆกันทุกปี ภายในระยะเวลา Dy ปี ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การคิดดอกเบี้ยแบบระบบจ่ายเป็นอนุกรมเท่ากันทุกๆช่วงเวลา

ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณหาเงินลงทุนตัวเก็บประจุได้ จากสมการที่ (4.5)

$$F_{Inst}(Q) = \frac{C(Q)}{(1+ir)} + \frac{C(Q)}{(1+ir)^2} + \frac{C(Q)}{(1+ir)^3} + \cdots + \frac{C(Q)}{(1+ir)^{Dy}} \tag{4.5}$$

$$= \frac{C(Q)}{(1+ir)}\left[\frac{1-\left[\frac{1}{1+ir}\right]^{Dy}}{1-\left[\frac{1}{1+ir}\right]}\right] \tag{4.6}$$

$$= C(Q)\left[\frac{\frac{(1+ir)^{Dy}-1}{(1+ir)^{Dy}}}{1+ir-1}\right] \tag{4.7}$$

$$= C(Q)\left[\frac{(1+ir)^{Dy}-1}{ir(1+ir)^{Dy}}\right] \tag{4.8}$$

ดังนั้น จำนวนเงินที่ต้องจ่ายทุกๆช่วงเวลา คำนวณได้จากสมการที่ (4.9)

$$C(Q) = \frac{ir(1+ir)^{Dy}}{(1+ir)^{Dy}-1} F_{Inst}(Q) \tag{4.9}$$

โดยที่ $F_{Inst}(Q)$ คือ เงินลงทุนตัวเก็บประจุ (Baht/MVAr)

$C(Q)$ คือ จำนวนเงินที่จ่ายทุกๆช่วงเวลาโดยจะมีค่าเท่ากันตลอดระยะเวลาที่กำหนด (Baht/yr)

ir คือ อัตราดอกเบี้ย

Dy คือ ช่วงอายุการทำงานเฉลี่ยของตัวเก็บประจุ (yr)

4.2 การหาตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสม

การหาตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสมนั้นจะอาศัยหลักการที่ว่าตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งตัวเก็บประจุนั้นควรจะส่งผลต่อการฟังก์ชันเป้าหมายมากที่สุด อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาจากฟังก์ชันเป้าหมายจะพบว่า ผลตอบแทนจากการลงทุนทั้งจากการชะลอการก่อสร้างสายส่งและการลดลงของความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายเป็นผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เท่านั้น หมายความว่าผู้ลงทุนไม่ได้รับผลตอบแทนที่เป็นเงินโดยตรง แต่ผลตอบแทนจากการลดกำลังสูญเสียรวมในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นผลตอบแทนทางการเงินโดยตรง ดังนั้น การหาตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสมในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะอาศัยหลักการที่ว่าตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งตัวเก็บประจุนั้นจะต้องทำให้กำลังสูญเสียรวมในระบบไฟฟ้ากำลังลดลงสูงสุด ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Loss Sensitivity Index) [2], [17] ดังสมการที่ (4.10) โดยสามารถพิสูจน์ได้จากสมการที่ (3.88) โดยกำหนดให้ $\Delta P = 0$ และ $\Delta a_{ij} = 0$

$$[\Delta P_{ls}] = [M_p][\Delta P_k] + [M_q][\Delta Q_k] + [M_a][\Delta a_{ij}] \tag{4.10}$$

$$= [M_p][0] + [M_q][\Delta Q_k] + [M_a][0] \tag{4.11}$$

$$= [M_q][\Delta Q_k] \tag{4.12}$$

ทั้งนี้โหลดบัสที่มีค่าดัชนีดังกล่าวน้อยที่สุดจะแสดงถึงตำแหน่งที่ทำการจ่ายกำลังรีแอคทีฟเข้าระบบ แล้วทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบลดลงได้สูงสุด อย่างไรก็ดีค่าดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่คำนวณได้เป็นดัชนีสำหรับโหลดช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น เพื่อให้การคำนวณดัชนีสอดคล้องกับแบบจำลองของโหลดแบบเส้นโค้งรายวัน จะใช้วิธีการนำค่าดัชนีในแต่ละช่วงเวลามาเฉลี่ยกันโดยจะใช้ระยะเวลาในแต่ละช่วงเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ซึ่งดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (4.13)

$$(\partial P_{ls}/\partial Q_i)_{average} = \sum_{t=1}^{T} \left(\frac{t}{T}\right) * (\partial P_{ls}/\partial Q_i) \tag{4.13}$$

โดยที่ $(\partial P_{ls}/\partial Q_i)_{average}$ คือ ดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเฉลี่ย

$\partial P_{ls}/\partial Q_i$ คือ ดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสีย

t คือ ระยะเวลา ของเส้นโค้งโหลดรายวัน (hr)

T คือ ระยะเวลา กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 8760 ชั่วโมง

บัสใดที่มีค่าดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเฉลี่ยติดลบมากที่สุดจะเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะติดตั้งตัวเก็บประจุมากที่สุด เนื่องจากเมื่อทำการจ่ายกำลังรีแอคทีฟเข้าระบบแล้วจะทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบลดลงได้สูงสุด

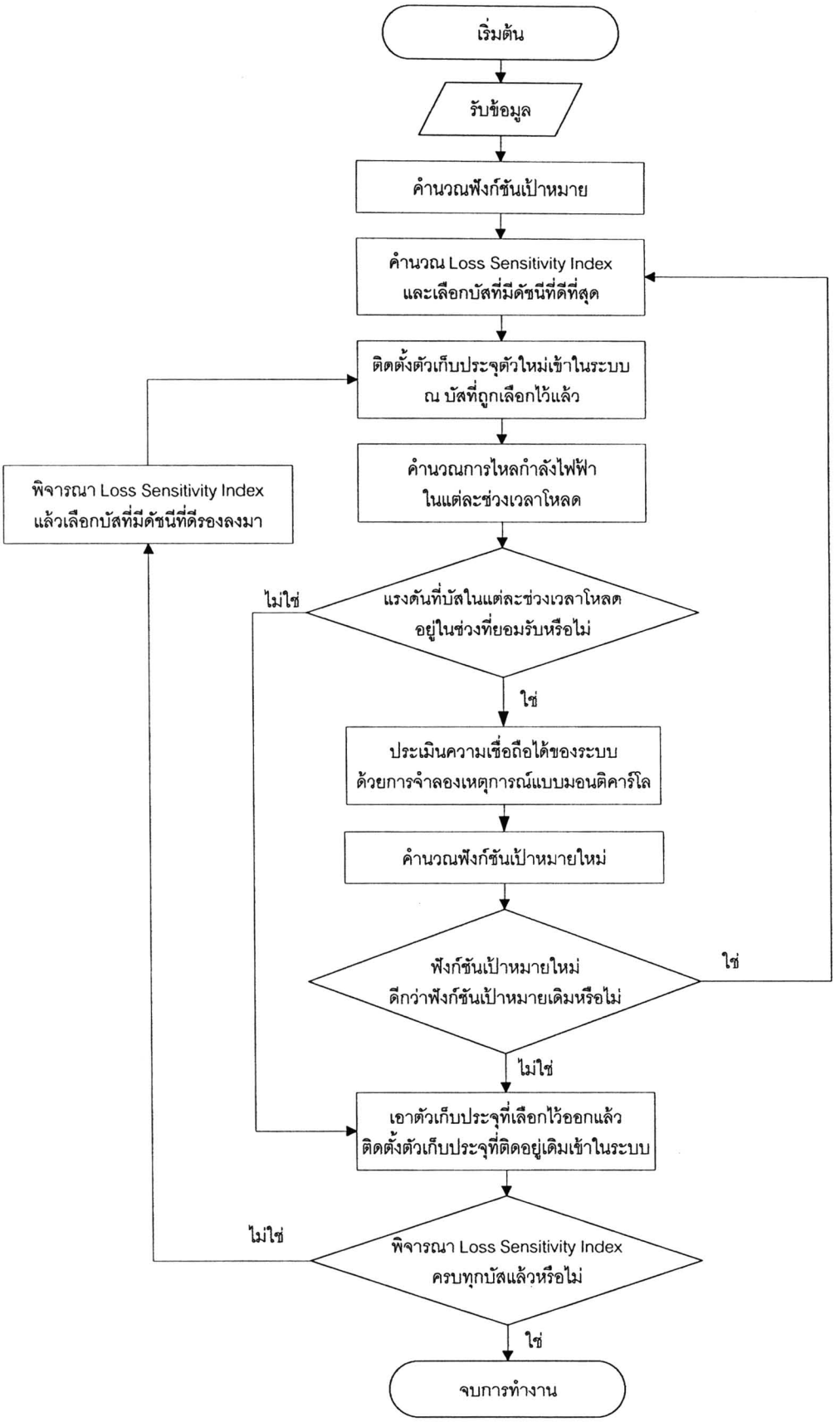
4.3 ขั้นตอนการเลือกขนาดและตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุด้วยวิธีที่นำเสนอ

การวางแผนการติดตั้งตัวเก็บประจุ มีขั้นตอนการเลือกขนาดและตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลของระบบ
2. คำนวณฟังก์ชันเป้าหมาย (มีค่าเป็นศูนย์)
3. คำนวณดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเฉลี่ย (Loss Sensitivity Index) และเลือกบัสที่มีค่าดัชนีติดลบมากที่สุด ซึ่งบัสนี้จะเป็นบัสที่ดีที่สุด
4. ติดตั้งตัวเก็บประจุตัวใหม่เข้าในระบบ ณ บัสที่ถูกเลือกไว้แล้ว
5. คำนวณการไหลกำลังไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาโหลด
6. พิจารณาว่า แรงดันที่บัสในแต่ละช่วงเวลาโหลดอยู่ในช่วงที่ยอมรับใช่หรือไม่ ถ้า “ใช่” ให้ทำตามขั้นตอนถัดไป แต่ถ้า “ไม่ใช่” ให้ข้ามไปทำตามขั้นตอนที่ 10
7. ประเมินความเชื่อถือได้ของระบบ ด้วยการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล
8. คำนวณฟังก์ชันเป้าหมายใหม่
9. พิจารณาว่า ฟังก์ชันเป้าหมายใหม่ดีกว่าฟังก์ชันเป้าหมายเดิมใช่หรือไม่ ถ้า “ใช่” ให้กลับไปทำตามขั้นตอนที่ 3 แต่ถ้า “ไม่ใช่” ให้ทำตามขั้นตอนถัดไป
10. เอาตัวเก็บประจุตัวใหม่ที่เพิ่งถูกติดตั้งจากขั้นตอนที่ 4 ออกจากระบบ
11. พิจารณาว่า ได้เลือกดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียครบทุกบัสแล้วหรือไม่ ถ้า “ใช่” ให้หยุดกระบวนการค้นหาคำตอบ แต่ถ้า “ไม่ใช่” ให้ทำตามขั้นตอนถัดไป
12. เลือกบัสที่มีค่าดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ดีรองลงมา ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนดังกล่าวสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 4.3

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการเลือกขนาดและตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุ