บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการใช้พลังงานเป็นสิ่งสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนเราทุกคนบนโลกนี้ ดังนั้นการประหยัดพลังงานนั้นเป็นเรื่องสำคัญอย่างมากในยุคนี้ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน แก๊สฯลฯ แต่พลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่สิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายสูง และเป็นพลังงานที่สามารถหมดหรือลดน้อยลงได้ตามกาลเวลา

ปัจจุบันค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้นในกระบวนการผลิตของเรือหาปลาขนาดเล็กซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการประมงและการดำเนินชีวิตของคนในชุมชนชายทะเลที่ทำการประมงเพื่อการดำรงชีวิต หากสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานลงได้ คุณภาพของคนในชุมชนที่มีอาชีพประมงจะดีขึ้น

ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็ก ที่ใช้ระบบไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรมสำหรับการหาปลาและเพื่อลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองภายในเรือ และเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดการพลังงานในลำดับต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็ก
2. เพื่อศึกษาการจัดการพลังงานเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในเรือหาปลาขนาดเล็ก
3. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของระบบไฟฟ้าภายในเรือหาปลาขนาดเล็ก
4. เพื่อเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาความเป็นไปได้ของการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็ก
2. ศึกษาหามาตรการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3. ศึกษาหามาตรการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

4. คู่มือแนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็ก

1.4 ประโยชน์ของโครงงาน

1. ได้มาตรการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าแสงสว่างและมอเตอร์ในธุรกิจเรือหาปลาขนาดเล็ก

2. ลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับธุรกิจเรือหาปลาขนาดเล็ก

3. สามารถวิเคราะห์และประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยตนเองโดยใช้หลักการทางด้านวิศวกรรม

1.5 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับในระบบ 1 เฟส

2. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในเรือหาปลา

3. วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานด้านต่างๆภายในเรือหาปลาขนาดเล็ก

4. หามาตรการประหยัดพลังงานตามขอบเขตโครงงาน

5. คำนวณวิเคราะห์ผลประหยัดตามมาตรการที่นำเสนอ

6. แก้ไขและปรับปรุง

7. รวบรวมข้อมูลและเขียนรายงานเพื่อเตรียมสอบ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของการประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น ต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการคำนวณกำลังไฟฟ้ากระแสสลับในระบบ 1 เฟส และระบบไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อนำหลักการคำนวณวิเคราะห์ ไปใช้ในการศึกษาหาทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นในบทที่ 2 นี้จึงกล่าวถึงหลักการคำนวณกำลังไฟฟ้าทั้งระบบ 1 เฟส และระบบไฟฟ้า 3 เฟสรวมถึงแนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างและการจัดการการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

2.1 ทฤษฎีกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ [1]

2.1.1 ค่าสูงสุด (Maximum Value)

ค่าสูงสุด หมายถึง ค่าที่เกิดขึ้นแล้วมีค่ามากที่สุด ซึ่งอาจจะอยู่ในช่วงลบ หรือบวกก็ได้ ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าจะเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจะแทนด้วย U_m ถ้าเป็นกระแสไฟฟ้าจะเรียกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจะแทนด้วย I_m

2.1.2 ค่าเฉลี่ย (Average Value)

ค่าเฉลี่ย หมายถึง ค่าที่เกิดจากการนำเอาค่าชั่วขณะที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของไฟฟ้ากระแสสลับมาเฉลี่ยว่ามีค่าเท่าใด ในการคิดหาค่าเฉลี่ย จะคิดเพียงครึ่งไซเคิล เท่านั้น เพราะว่าถ้าคิดเต็มไซเคิล ค่าเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับมีทั้งค่าบวก และค่าลบ ค่าเฉลี่ยนี้ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้า จะเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย แทนด้วย U_{av} ถ้าเป็นกระแสไฟฟ้า จะเรียกว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย แทนด้วย I_{av} ค่าเฉลี่ยสามารถหาค่าได้จากสมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.2)

$$U_{av} = 0.636U_m \tag{2.1}$$

$$I_{av} = 0.636I_m \tag{2.2}$$

2.1.3 ค่าชั่วขณะ (Instantaneous Value)

ค่าชั่วขณะ หมายถึงค่าที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งต่างๆหรือเวลาต่างๆของไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะแทนด้วย u ถ้าเป็นกระแสไฟฟ้าเรียกว่ากระแสไฟฟ้าชั่วขณะแทนด้วย i ค่าชั่วขณะสามารถหาค่าได้จากสมการที่ (2.3) และสมการที่ (2.4)

$$u = U_m \sin\theta = U_m \sin\omega t \tag{2.3}$$

$$i = I_m \sin\theta = I_m \sin\omega t \tag{2.4}$$

2.1.4 ค่าที่ใช้งาน (Effective or Root Mean Square Value)

ค่าที่ใช้งาน หมายถึง ค่าที่นำไปเปรียบเทียบกับไฟฟ้ากระแสตรงแล้วจะเกิดกำลังไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งค่าๆ นี้สามารถนำมิเตอร์ (meter) ไปวัดได้ บางครั้งเรียกว่า ค่าที่วัดได้ ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าจะเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน หรือแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ แทนด้วย U_{eff}, U_{rms} และ U ถ้าเป็นกระแสไฟฟ้า จะเรียกว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน หรือกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ แทนด้วย I_{eff}, I_{rms} และ I ค่าที่วัดได้หรือค่าที่ใช้งานสามารถหาค่าได้จากสมการที่ (2.5) และสมการที่ (2.6)

$$U = 0.707U_m \tag{2.5}$$

$$I = 0.707I_m \tag{2.6}$$

2.1.5 กำลังไฟฟ้าและตัวประกอบระบบไฟฟ้า 1 เฟส

1. ค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

จากการพิจารณาหลักของวงจรไฟฟ้ากระแสตรงค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏที่เกิดขึ้นที่โหลดจะเป็นค่าของผลคูณระหว่างแรงดันกับกระแสโดยไม่พิจารณาชนิดของโหลด จะได้ $P = VI$ แต่ในเรื่องไฟสลับแล้วนั้น ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวข้องกับค่าของเพาเวอร์แฟกเตอร์ $\cos\theta$ ที่โหลด แต่ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดันและกระแสนั้นไม่ใช่กำลังที่ส่งจ่าย แต่เป็นอัตราส่วนของกำลังสูงสุดของวงจรหรือระบบเรียกว่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent power) โดยใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัว S ดังสมการที่ (2.7)

$$S = VI \text{ หน่วย } VA \tag{2.7}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยหาได้ดังสมการที่ (2.8)

$$P = VI\cos\theta \tag{2.8}$$

เมื่อ θ เป็นมุมต่างเฟสระหว่างกระแสและแรงดันดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าหาได้ดังสมการที่ (2.9)

$$P = S\cos\theta \tag{2.9}$$

ดังนั้นค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์หาได้ดังสมการที่ (2.10)

$$PF = \cos\theta = \frac{P}{S} \tag{2.10}$$

2. กำลังไร้งาน

กำลังไร้งาน (Reactive power) เป็นกำลังไฟฟ้ารูปหนึ่งที่ส่งออกมาจากตัวเก็บประจุหรือตัวเหนี่ยวนำ หรือเรียกว่ารีแอกทีฟเพาเวอร์หรือกำลังไร้งาน Q มีหน่วยเป็น VAR ค่ากำลังไร้งานเป็นขั้นตอนของแรงดันประกอบกับกระแสเป็นมุม 90° องศา ดังสมการที่ (2.11)

$$Q = VI\sin\theta \tag{2.11}$$

2.1.6 กำลังไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส

1. กำลังใช้งาน (Active power)

กำลังใช้งานสามารถหาได้โดยการคิดค่าแต่ละเฟสดังสมการที่ (2.12)

$$P_{\phi} = V_{\phi}I_{\phi}\cos\theta = I_{\phi}{}^{2}R_{\phi} = \frac{V_{\phi}{}^{2}}{R_{\phi}} \tag{2.12}$$

เมื่อ θ เป็นมุมต่างเฟสระหว่าง ($V_{\varnothing}$) และ($I_{\varnothing}$)ของผลรวมกำลังไฟฟ้าที่โหลดสมดุลดังสมการ (2.13)

$$P_T = 3P_\phi \tag{2.13}$$

$$V_\phi = \frac{E_L}{\sqrt{3}} \text{ และ } I_\phi = I_L \tag{2.14}$$

$$P_T = \frac{3E_L I_L \cos\theta}{\sqrt{3}} \tag{2.15}$$

$$P_T = \sqrt{3}E_L I_L \cos\theta \tag{2.16}$$

2. กำลังไร้งาน (Reactive power)

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \sin\theta = I_\phi{}^2 X_\phi = \frac{V_\phi{}^2}{X_\phi} \tag{2.17}$$

ค่ารีแอคทีพเพาว์เวอร์รวมของโหลดหาได้จากสมการที่(2.18) และสมการที่ (2.19)

$$Q_T = 3Q_\phi \tag{2.18}$$

$$Q_T = \sqrt{3}E_L I_L \sin\theta \tag{2.19}$$

3. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent power)

$$S_T = V_\phi I_\phi \tag{2.20}$$

$$S_T = 3V_\phi I_\phi \tag{2.21}$$

$$S_T = E_L I_L \tag{2.22}$$

4. ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power factor)

$$PF = \frac{P_T}{S_T} \tag{2.23}$$

2.2 ระบบการจัดการพลังงาน [2]

ระบบการจัดการพลังงาน หมายถึง การจัดสรรการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คุ้มค่า และสิ้นเปลืองให้น้อยที่สุด ระบบการจัดการพลังงานนั้นจะมีการจัดทำในหน่วยงาน องค์กร หรือในงานอุตสาหกรรม ซึ่งในหน่วยงานเหล่านี้มีการใช้พลังงานจำนวนมาก อาทิเช่น น้ำมัน ไฟฟ้า น้ำ เป็นต้น แต่สำหรับโครงงานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น

ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้านั้นเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากการได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้านั้นต้องสิ้นเปลืองพลังงานอย่างอื่นไปด้วย เช่น น้ำ น้ำมัน ถ่านหิน เป็นต้น และยังเป็นพลังงานเดียวเท่านั้นเมื่อผลิตมาใช้แล้วหมดไปทันทีทันใดไม่สามารถที่จะเก็บคงรูปเอาไว้ได้ เช่น พลังงานอื่น ด้วยเพราะเหตุผลเหล่านี้ดังนั้นหากไม่มีระบบการจัดการพลังงานให้เหมาะสม ก็จะเกิดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์

2.2.1 การจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง ผลิตและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะลดปริมาณการใช้พลังงานซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในกิจการ ยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งผลิตพลังงานลงด้วยโดยมีหลักการพิจารณาแบบง่ายๆ เช่น การใช้อย่างประหยัด ใช้เท่าที่จำเป็น และไม่ทำให้เสียงานหรือใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้พลังงานน้อยกว่าเมื่อทำงานเท่ากันโดยมีหลักการวางแผนดำเนินการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานดังนี้

1. พิจารณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องใดสามารถเปลี่ยนเวลาการใช้งานไปเป็นเวลาอื่นได้บ้างในขณะที่มีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดอันจะเป็นการลดขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงได้

2. ตามหลักการประหยัดพลังงานทั่วไปช่วงเวลาที่คาดว่าจะมีการใช้พลังไฟ ฟ้าสูงสุด ควรจะมีไฟสัญญาณบอกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องไหนที่จำเป็นหรืออาจมีความจำเป็นไม่มากก็ควรตัดหรือหยุดการใช้งานชั่วคราวจนกว่าช่วงเวลาดังกล่าวได้ผ่านไป จึงจะเปิดใช้ตามลำดับก่อนหลัง ซึ่งในการที่จะหยุดการใช้งานควรแจ้งช่วงเวลาที่จะหยุดและแจ้งช่วงเวลาที่อาจกลับมา ใช้งานได้โดยไม่ควรตั้งเป้ าหมายความต้องการใช้ไฟฟ้าไว้สูงเกินขอบเขตความจำเป็น

3. พิจารณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนขนาดให้ใช้พลังไฟฟ้า น้อยลงโดยยอมให้เดินเครื่องนานขึ้นได้หรือไม่ การลดขนาดของเครื่องให้เล็กลงโดยยอมให้ทำงานนานขึ้น นอกจากจะช่วยลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้ในช่วงเวลาโหลดสูงสุดแล้วยังช่วยลดพลังงาน สูญเสียในระบบลงได้ และจะทำให้ต้นทุนเฉลี่ยค่าไฟฟ้าต่อผลผลิตต่ำลงด้วย

4. พิจารณาเลือกสิ่งที่จะไม่ต้องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการทำงานให้สำเร็จได้ ในช่วงที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เช่น แรงงานคน พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ฯลฯ เป็นต้น

5. พิจารณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่ใช้มีขนาดใหญ่ไป หรือใช้เต็มกำลังหรือไม่ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าทางไฟฟ้าที่แผ่นป้ายประจำเครื่องกับค่าที่วัดได้จริง ถ้าค่าที่วัดได้จริงต่ำกว่าที่ระบุไว้ที่แผ่นป้ายมากจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องต่ำ ประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าสูง เมื่อใช้งานที่โหลด 80-100 % ถ้าพบว่ามีค่าต่ำควรพิจารณาลดขนาดลง

6. พิจารณาว่าในปัจจุบันมีอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง ในการประหยัดพลังงาน และสามารถนำมาใช้กับระบบการผลิตเดิมได้หรือไม่ เช่น Inverter สำหรับควบคุมความเร็วของมอเตอร์ Peak Demand Controller หลอดประหยัดพลังงาน สายพานแบบ Flat ฯลฯ เป็นต้น

7. หลีกเลี่ยงการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่และอุปกรณ์ให้ความร้อนต่าง ๆ เช่น เตาหลอดไฟฟ้า หรือเตาอบไฟฟ้า เป็นต้น ในเวลาเดียวกัน

2.2.2 ประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากการอนุรักษ์พลังงาน

การประหยัดพลังงานนั้นเป็นเรื่องสำคัญอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน แก๊ส ฯลฯ แต่พลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่สิ้นเปลืองและมีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นพลังงานที่หมดหรือลดน้อยลงไปได้ตามกาลเวลา ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานสำหรับเรือหาปลาขนาดเล็กที่ใช้ระบบไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรมสำหรับการหาปลาและเพื่อลดพลังงานที่สิ้นเปลืองภายในเรือโดยจะได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นและสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานลงได้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงอีกด้วย

2. การที่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงทำให้สายเมน และสายป้อนกระแสไฟฟ้าลดลง ทำให้มีความจุเหลือสามารถติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้อีก

3. ทำให้เสียค่าไฟฟ้าในส่วนที่เป็นค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) ภายในเรือลดลง

2.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าส่องสว่างเป็นระบบที่จำเป็นต่อการใช้งานของอาคารเป็นอย่างมาก ประกอบด้วย หลอดไฟ และ บัลลาสต์ จากการวิเคราะห์พบว่าสัดส่วนการใช้กำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่างสำหรับอาคารส่วนใหญ่ คือ อาคารสำนักงานจะอยู่ที่ 24.6 % ของสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด จึงจำเป็นอย่างมากในการศึกษาทฤษฎีการออกแบบเพื่อหากำลังไฟฟ้าในระบบ และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

2.3.1 แหล่งกำเนิดแสง

โดยทั่วไปแหล่งกำเนิดแสงอาจจะมีหลายขนาดหลายรูปร่าง แต่โดยส่วนมากที่นิยมใช้กันในการออกแบบ คือ หลอดชนิดมีไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดพวกที่เปล่งแสงความดันไอต่างๆ เช่น หลอดความดันไอปรอท โดยหลักการแล้วหลอดแบบมีไส้นั้นจะทำงานโดยอาศัยหลักการของกระแสไหลผ่านไส้หลอด ซึ่งไส้หลอดไฟฟ้านี้จะเป็นค่าความต้านทาน เมื่อมีกระแสไหลผ่านจะเกิดความร้อน เกิดเป็นแสงเปล่งออกจากไส้หลอด ส่วน หลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งนิยมใช้กันอย่างมากในการออกแบบระบบส่องสว่างภายใน จะมีข้อดีหลายอย่าง เช่น ค่าลูเมนต่อวัตต์สูงกว่าหลอดชนิดมีไส้ และการทำงานของหลอดชนิดนี้จะเกิดเนื่องจากมีกระแสไหล่ผ่านในไอปรอทซึ่งบันจุอยู่ในหลอด ทำให้เกิดการเรื่องแสงขึ้นรอบๆ หลอด โดยรอบๆ หลอดจะเคลือบไว้ด้วยสารพวกฟอสเฟอร์

2.3.2 บัลลาสต์

บัลลาสต์เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น และมีความสำคัญในวงจรแสงสว่างนอกจากจะช่วยเพิ่มแรงดันให้หลอดแล้วยังมีผลต่ออายุการใช้งานด้วย ในปัจจุบันบาลาสต์ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก เพื่อลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในวงจรแสงสว่าง ตามมาตรฐานแล้วนั้น IEC 60920 (**International Electrotechnical Comission**) เป็นการเปรียบเทียบค่าความสูญเสียของบาลาสต์แต่ละชนิดปรากฏในตารางที่ 2.1 ดังนี

ตารางที่ 2.1 ค่าความสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ

ชนิดบัลลาสต์	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟฟ้ารวมของหลอด (วัตต์)
แกนเหล็กธรรมดา	46-48	10-12	36
แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ	40-42	4-6	36
อิเล็กทรอนิกส์	36	2	32

2.3.3 ความเข้มของแสง

ความเข้มแสง (Illuminance) คือ อัตราส่วนฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบยังส่วนย่อยของพื้นผิวนั้น หารด้วยส่วนย่อยที่แสงตกกระทบนั้น โดยค่าฟลักซ์ส่องสว่างจะมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) และ ฟุตแคนเดิล (Foot candle) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดกับกำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกันไปเมื่อหาจำนวนหลอดที่ใช้ได้แล้วก็จะสามารถหากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบได้โดยสมการดังนี้

ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ติดตั้งในพื้นที่ i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของบริเวณพื้นที่ i

$$LPD_i = \frac{(LW_i + BW_i - NW_i)}{A_i} \tag{2.25}$$

โดยที่

LPD_i คือ กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ i มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

LW_i คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าทั้งหมดที่ติดตั้งในพื้นที่ i มีหน่วยเป็นวัตต์

BW_i คือ ผลรวมของกำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในพื้นที่ i มีหน่วยเป็นวัตต์

NW_i คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ I ที่ถูกทดแทนด้วยแสงธรรมชาติภายใต้เงื่อนไขการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคาร มีหน่วยเป็นวัตต์

A_i คือ พื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของบริเวณพื้นที่ i มีหน่วยเป็นตารางเมตร

การคำนวณค่า NW_i สามารถคำนวณได้โดยสมการต่อไปนี้

$$NW_i = (\text{พื้นที่ของผนังโปร่งแสง}) \times (SC_{eff}) \quad (2.26)$$

โดยที่

SC_{eff} คือ ประสิทธิผลของสัมประสิทธิ์การบังแดด

การหาค่า SC_{eff} สามารถคำนวณได้โดยสมการต่อไปนี้

$$SC_{eff} = (SC) \times (\tau_{vis}) \quad (2.27)$$

โดยที่

τ_{vis} คือ ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (visible transmittance) จากตารางที่ ก.7 ในภาคผนวก

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

2.4 ทฤษฎีการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ[2]

ในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารโดยส่วนใหญ่ จะมีการนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้งานในระบบการผลิตหรือกิจการจำนวนมากซึ่งค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ส่วนหนึ่งจะเกิดจากอุปกรณ์ประเภทนี้ซึ่งจะมีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ด้วยดังนั้นในการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารมอเตอร์ไฟฟ้าจึงเป็นอุปกรณ์ที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจะมีอยู่ด้วยกัน 2ชนิด คือแบบซิงโครนัสและแบบเหนี่ยวนำซึ่ง มอเตอร์ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการเลือกใช้งานคือถ้าเป็นมอเตอร์แบบซิงโครนัสจะมีราคาแพงใช้งานที่ต้องการความเร็วคงที่ส่วนแบบเหนี่ยวนำจะราคาถูก ดูแลรักษาง่ายความเร็วรอบก็ค่อนข้างจะคงที่เพราะฉะนั้นในโรงงานส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ

เหนี่ยวนำ (induction motor)มากกว่ามอเตอร์แบบซิงโครนัส ก่อนที่จะเข้าถึงประเด็นการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะทราบความหมายของกำลังสูญเสียต่างๆในมอเตอร์ก่อนดังนี้

2.4.1 กำลังสูญเสียในมอเตอร์ ประกอบด้วย

1. กำลังสูญเสียคงที่ (fix loss)
2. กำลังสูญเสียที่เกิดขึ้นในแกนเหล็ก (core loss)
3. กำลังสูญเสียจากการเสียดทานและลมระบายความร้อน (friction & windingloss)
4. กำลังสูญเสียเนื่องจากโหลด (load loss)
5. กำลังสูญเสียในขดลวดสเตเตอร์ (stator loss)
6. กำลังสูญเสียในขดลวดโรเตอร์ (rotor loss)
7. กำลังสูญเสียจากสเตรย์โหลด (strayload loss)

จากการสูญเสียของมอเตอร์ถ้าจะปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์คงต้องทำการ

1. ลดกำลังสูญเสียในแกนเหล็ก
2. ลดกำลังสูญเสียจากการเสียดทานและระบายความร้อน
3. ลดค่ากำลังสูญเสียในขดลวดสเตเตอร์
4. ลดกำลังสูญเสียในขดลวดโรเตอร์
5. ลดกำลังสูญเสียสเตรย์โหลด

เนื่องจากมีการสูญเสียในตัวมอเตอร์ค่อนข้างมากโดยเฉพาะเมื่อใช้งานไปนานๆโดยไม่ได้ดูแลรักษาในระยะหลังผู้ผลิตมอเตอร์ได้ทำการพัฒนามอเตอร์ให้มีกำลังสูญเสียลดลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรียกว่า มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor: HEM) และในระยะ 15–20 ปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีของการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์หรือ Variable Speed Control (VSD)ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้สอดคล้องกับความต้องการในงานต่างๆได้ยิ่งขึ้น โดยสามารถดูได้จากตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและมอเตอร์มาตรฐานดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและมอเตอร์มาตรฐาน [3]

ขนาด		ประสิทธิภาพ	
KW	**HP**	**มาตรฐาน**	**ประสิทธิภาพสูง**
5.6	7.5	84.4	89.9
7.5	10	85.6	89.5
11.2	15	87.4	91.0
14.9	20	88.3	91.0
18.7	25	88.9	92.4
22.4	30	89.8	92.4
29.8	40	90.4	93.0
37.3	50	91.0	93.0
44.8	60	91.5	93.6
56.0	75	92.0	94.1
74.6	100	92.0	94.5
93.3	125	92.2	94.5
111.9	150	92.8	95.0
149.2	200	93.3	95.0
186.5	250	93.5	95.0
223.8	300	93.5	95.4
298.4	400	93.8	95.4
373.0	500	94.0	95.8

นั่นแสดงว่าในกรณีที่จะเลือกซื้อมอเตอร์ใหม่เราควรพิจารณาเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมกับงานและเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแม้ราคาจะสูงกว่าแต่เทียบความสูญเสียในตัวมอเตอร์กับประสิทธิภาพที่ได้รับน่าจะคุ้มกว่าสำหรับกรณีมอเตอร์ที่ใช้งานอยู่แล้วเป็นมอเตอร์แบบธรรมดาส่วนใหญ่เมื่อมอเตอร์ไหม้ก็จะพันใหม่ เนื่องจากราคาถูกและยังใช้งานได้ปกติแต่ตอนนี้ปัญหาที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมโดยดูว่ามอเตอร์ที่พันใหม่กับมอเตอร์ที่ซื้อใหม่แบบไหนจะคุ้มกว่ากัน เนื่องจากพบว่าในทางทฤษฎีการพันขดลวดมอเตอร์ใหม่จะไม่ทำให้ประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงแต่

ในทางปฏิบัติแล้วมอเตอร์ที่พันลวดใหม่จะมีค่าความสูญเสียเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความร้อนเพิ่มขึ้นด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้

1. แกนเหล็กเสื่อมสภาพ
2. ฉนวนระหว่างแกนบกพร่อง
3. ช่างที่พันขดลวดใช้ลวดขนาดเล็กกว่าเดิม

ดังนั้นผู้ดูแลรักษาประจำจะต้องทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยมอเตอร์ที่พันมาใหม่ต้องมีการเก็บค่าเพื่อหากำลังสูญเสียและประสิทธิภาพโดยคิดออกมาเป็นค่าใช้จ่ายแล้วเปรียบเทียบกับราคามอเตอร์แบบใหม่ที่ประสิทธิภาพสูงว่าจะคืนทุนในระยะเวลาเท่าใดและข้อควรปฏิบัติในการใช้งานมอเตอร์มีดังนี้

1. หลีกเหลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า
2. ใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมกับโหลด
3. ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์โดยเฉพาะมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดใหญ่ที่ทำงานนานๆ
4. ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
5. บำรุงรักษาเป็นประจำ
6. ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์

การปรับความเร็วในระบบขับเคลื่อนในโรงงานในระบบผลิตบางระบบมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วดังนั้นการใช้อุปกรณ์ช่วยในการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสมกับโหลดเป็นอีกมาตรการที่จะได้ผลประหยัดเกิดขึ้นได้เหตุผลที่ต้องมีการปรับความเร็วของมอเตอร์มีดังนี้

1. ความจำเป็นในกระบวนการผลิต
2. การประหยัดพลังงาน
3. คุณภาพสินค้า
4 .ความคล่องตัวในการผลิต
5. เหตุผลทางเทคนิคและการปฏิบัติ

2.5 ข้อเปรียบเทียบระหว่างมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงกับมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 1 เฟส[4]

มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีกำลังม้า Output เท่าเดิมแต่ใช้กำลังไฟฟ้าInput(กิโลวัตต์) น้อยกว่ามอเตอร์ทั่วๆไป มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีประสิทธิภาพขณะที่โหลดเต็มพิกัดมากกว่ามาตรฐาน NEMA ที่กำหนดไว้

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วไปดังนี้

1. แผ่นเหล็กที่ประกอบเป็นสเตเตอร์จะใช้แผ่นเหล็กที่มีคุณภาพและบางกว่า
2. ขนาดของขดลวดที่พันในสเตเตอร์ใหญ่กว่า
3. ช่องว่างระหว่างแกนเหล็กสเตเตอร์และโรเตอร์จะน้อยกว่า
4. ลดการสูญเสียของพัดลมระบายอากาศ
5. ความยาวของมอเตอร์จะยาวกว่า
6. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงต้องการการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเหมือนกับมอเตอร์ทั่วๆไป
7. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีประสิทธิภาพสูงสุดที่การใช้งานที่75%ของพิกัดประสิทธิภาพยังคงที่ในช่วงลดการใช้งานจากพิกัดจนถึง 50% ของพิกัด
8. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีราคาสูงกว่ามอเตอร์ทั่วไปโดยเฉลี่ย 15–30%
9. ไม่ควรเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดเกินกว่าโหลดมากๆ หรือพอดีกับโหลดเนื่องจากบางครั้งมีการใช้มอเตอร์ต่ำกว่าพิกัดในระดับ 1ใน 4 หรือ 1 ใน 3 ของพิกัดโดยทั่วไปประสิทธิภาพของมอเตอร์จะออกแบบให้มีค่าสูงสุดเมื่อขับโหลดประมาณ 3 ใน 4 ของพิกัดจนถึง50% ของพิกัด ดังนั้นมอเตอร์ที่โหลดใช้งานต่ำกว่า 40% ของพิกัด ควรจะถูกเปลี่ยนใหม่การใช้มอเตอร์ที่มีพิกัดสูงกว่าโหลดมากๆจะทำให้มอเตอร์มีกระแสเริ่มเดินเครื่องสูงและทำงานที่ Power factor ต่ำกระแสจะไหลเข้ามอเตอร์สูง
10. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงเหมาะกับงานที่ต้องปรับความเร็วรอบกว่าการใช้มอเตอร์ทั่วๆไป โรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการประหยัดพลังงานไฟฟ้านิยมใช้ Inverter ปรับความถี่เพื่อเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ (adjust speed drives) และใช้ร่วมกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแบบปิดหมดโดยมีพัดลมระบาย

จากทฤษฎีการประหยัดพลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้น่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการเลือกใช้มอเตอร์ และใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าต่อไป

บทที่ 3

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาพที่ 3.1 เรือหาปลาขนาดเล็ก

นักศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าภายในเรือหาปลาขนาดเล็กโดยสามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

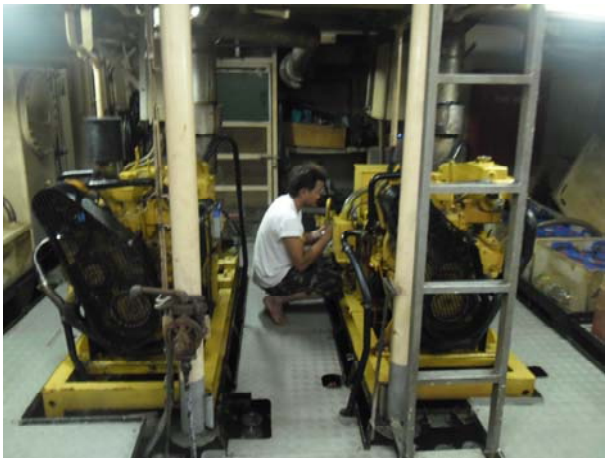
3.1 การสำรวจข้อมูลของระบบไฟฟ้าภายในเรือหาปลาขนาดเล็ก

3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.3 ข้อมูลการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ตารางที่ 2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

NO	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	V	A	W	VA	ช่วงเวลาการใช้ต่อวัน (hr)	หน้าที่
1	Generator	2 เครื่อง	220	125.9	-	48000	12	สลับกันจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ภายในเรือเครื่องละ 12 ชั่วโมง
2	Motor พัดลม	2 ตัว	220	-	4500	-	8	ระบายความร้อนเครื่องยนต์ภายในเรือ
3	Motor กว้าน	1 ตัว	220	-	5000	-	6-12	กว้านลากเดี่ยวเพื่อทำการลากอวนหาปลา
4	Motor ปั๊มน้ำ	1 ตัว	220	-	500	-	10	ทำการสูบน้ำ-จ่ายน้ำภายในเรือ
5	Motor ปั๊มน้ำมัน	1 ตัว	220	-	500	-	1-2	ทำหน้าที่สูบน้ำมันเข้าสู่ถังน้ำมันภายในเรือ



ภาพที่ 3.2 จดบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานของ Generator

ภาพที่ 3.3 Name Plate ของGenerator