บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิทยานิพนธ์

ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนั้น จะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น ชุดเครื่องทำความเย็น, ปั๊มน้ำเย็น, เครื่องเป่าลมเย็น, ระบบท่อน้ำเย็น, อุปกรณ์ควบคุมระบบท่อน้ำเย็น, ท่อส่งลม, อุปกรณ์ควบคุมระบบท่อส่งลม เป็นต้น สำหรับระบบการปรับภาวะอากาศในพื้นที่ขนาดใหญ่ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบท่อส่งลม เพื่อให้การกระจายของลมเย็นเป็นไปอย่างทั่วถึง โดยการหาขนาดของท่อลมของวิศวกรผู้ออกแบบสามารถคำนวณโดยวิธีการต่าง ๆ กัน อาทิเช่น วิธีความเสียดทานเท่ากัน (Equal Friction Method), วิธีความดันสถิตได้คืน (Static Regain Method) และวิธีความเร็วคงที่ (Constant Velocity Method) เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวิธีที่ออกแบบนั้น ขนาดของท่อลมที่ได้จะมีขนาดไม่เท่ากัน โดยวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินใจเลือกวิธีในการออกแบบท่อลมที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานของการปรับภาวะอากาศในบริเวณนั้น ๆ ดังนั้น ระบบท่อลมจึงนับเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญมากในระบบปรับอากาศ

ในปัจจุบันนี้วัสดุที่นิยมใช้สร้างท่อลม คือ แผ่นสังกะสี ซึ่งวัสดุชนิดนี้มีความเหมาะสมทั้งในด้านความคงตัวของรูปร่างที่สามารถทนต่อแรงดันลมภายในท่อลม, ความสะดวกในการขึ้นรูปทำท่อลมได้ตามความต้องการ, ความเรียบของพื้นผิว ตลอดจนราคาที่เหมาะสม เพราะเป็นวัตถุดิบซึ่งหาได้ง่าย แผ่นสังกะสีขนาดมาตราฐานที่นิยมใช้ในประเทศไทยมีขนาด 8 ฟุต x 4 ฟุต และ ใช้มาตราฐานในการแบ่งความหนาของสังกะสีเป็นเบอร์สังกะสี คือ เบอร์ 26, 24, 22, 20, 18, 16 ซึ่งโดยทั่วไปแผ่นสังกะสีเบอร์เล็กจะมีความหนามากกว่าแผ่นสังกะสีเบอร์ใหญ่ ปัจจัยในการเลือกใช้เบอร์สังกะสีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ

1. ความยาวของด้านที่กว้างที่สุดของหน้าตัดท่อลม

2. ความดันของลมในระบบท่อลม

3. ชนิดการพับ, การต่อ และการสร้างความแข็งแรง (Reinforcement) ของท่อลม

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า แผ่นสังกะสีเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานที่สำคัญมากในการทำท่อลม แม้ว่าสังกะสีจะเป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุด แต่ในโครงการหนึ่ง ๆ วิศวกรผู้รับเหมามีความจำเป็นต้องใช้แผ่นสังกะสีเป็นจำนวนมากในการทำท่อลม การคำนวณหาปริมาณแผ่นสังกะสีที่เคยกระทำมานั้นมักจะทำโดยการวัดจากแบบของวิศวกรออกแบบและประมาณค่าเผื่อเหลือที่เกิดจากการเสียหายจากการตัดตามประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยมิได้มีหลักเกณฑ์ใด ๆ มากำหนดให้แน่นอนลงไป รวมถึงไม่มีการเขียนแบบแผ่นคลี่ของท่อลมเพื่อใช้ประกอบในการตัดสังกะสีเพื่อขึ้นรูปทำท่อลม วิศวกรผู้รับเหมามักจะดำเนินการโดยให้ช่างตัดสังกะสีเป็นผู้รับผิดชอบ การสร้างแผ่นคลี่เพื่อใช้ในการขึ้นรูปทำท่อลมในปัจจุบันจึงมักจะอาศัยความชำนาญและความสะดวกรวดเร็วเป็นหลัก ผลเสียที่ตามมา คือ ปริมาณเศษสังกะสีที่เหลือจากการตัด รวมถึงปริมาณของแผ่นสังกะสีที่ใช้จะเพิ่มมากเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านระบบท่อลมสูงขึ้น

ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาและคิดค้นถึงวิธีการสร้างแผ่นคลี่สำหรับระบบท่อลมอย่างมีหลักการและมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านระบบท่อลม รวมทั้งเป็นที่ยอมรับและเหมาะสมกับลักษณะการดำเนินการประกอบและติดตั้งระบบท่อลมในปัจจุบัน

<u>วัตถุประสงค์ของโครงการวิทยานิพนธ์</u>

1. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางตัวเลข เพื่อใช้คำนวณหารูปแบบแผ่นคลี่ทางตัวเลข และจำนวนแผ่นสังกะสีที่เหมาะสม ในการทำระบบท่อลมสังกะสีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม

2. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางกราฟฟิค เพื่อใช้แสดงรูปแบบแผ่นคลี่ท่อลมที่เหมาะสมในการตัดแผ่นสังกะสีของระบบท่อลมสังกะสีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมในระบบท่อลมทั้งหมด

3. สร้างหลักเกณฑ์ที่แน่นอน , สะดวกรวดเร็ว และ สอดคล้องกับวิธีการตัดแผ่นสังกะสีทำระบบท่อลมหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมในปัจจุบัน

<u>การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

เนื่องด้วยโครงการวิทยานิพนธ์นี้เป็นขั้นเริ่มต้นในการวิจัย จึงไม่สามารถอ้างอิงถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรง แต่สำหรับโครงงานวิจัยที่มีความคล้ายคลึง และ สอดคล้องตามจุดประสงค์และหลักการในลักษณะเดียวกัน คือ โครงงานวิจัยเกี่ยวกับการตัดแบ่งกระดาษ 2 หน้ากว้างที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมกระดาษ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้เศษเหลือที่เกิดจากการตัดกระดาษมีค่าน้อยที่สุดโดยอาศัยวิธีฮิวริสติก ซึ่งอาศัยการเขียนโปรแกรมปาสคาล (Pascal) เพื่อหารูปแบบการตัดที่ดีที่สุด และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lindo แก้ปัญหาโดยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เพื่อหาจำนวนแผ่นกระดาษที่ใช้

สมการฟังก์ชั่นจุดประสงค์ (Objective Function) และ สมการเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ ที่ใช้ในทฤษฎีการตัดกระดาษ 2 หน้ากว้าง มีรายละเอียดดังนี้

W คือ ความกว้างของกระดาษแผ่นใหญ่

L คือ ความยาวของกระดาษแผ่นใหญ่

n คือ รายการขนาดของกระดาษที่ต้องการ

w_i คือ ความกว้างของกระดาษที่ต้องการ

l_i คือ ความยาวของกระดาษที่ต้องการ

a_{ij} คือ จำนวนชิ้นการวางตามด้านกว้างของขนาดกระดาษแต่ละขนาดที่ต้องการต่อกระดาษแผ่นใหญ่

b_{ij} คือ จำนวนชิ้นการวางตามด้านยาวของขนาดกระดาษแต่ละขนาดที่ต้องการต่อกระดาษแผ่นใหญ่

c_{ij} คือ จำนวนชิ้นการวางของขนาดกระดาษที่ต้องการต่อกระดาษแผ่นใหญ่

X_k คือ จำนวนกระดาษแผ่นใหญ่ที่ใช้ตัดกระดาษขนาด n ขนาดที่ต้องการ

T_k คือ เศษเหลือที่เกิดจากการตัดกระดาษที่มีขนาดกระดาษ n ขนาดที่ต้องการ

Z คือ เศษเหลือทั้งหมดที่เกิดจากการตัดกระดาษ

A_n คือ จำนวนชิ้นของขนาดกระดาษที่ต้องการ

ขั้นตอนในการคำนวณ มีดังนี้

1. ป้อนข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ คือ ความกว้าง (w_i), ความยาว (l_i), จำนวนกระดาษที่ต้องการ (A_n), ความกว้าง (W_i) และ ความยาว (L_i) ของกระดาษแผ่นใหญ่
2. นำข้อมูลที่ได้มาจัดเรียงใหม่ตามความกว้างของกระดาษ โดยให้กระดาษที่มีความกว้างมากที่สุดเป็นข้อมูลที่หนึ่ง ในกรณีที่ความกว้างเท่ากันดูที่ความยาว
3. คำนวณหาเมตริก ซึ่งเกิดจากการจัดเรียงด้านกว้างของกระดาษแผ่นเล็กลงในด้านกว้างของกระดาษแผ่นใหญ่
4. คำนวณหาเมตริก ซึ่งเกิดจากการจัดเรียงด้านยาวของกระดาษแผ่นเล็กลงในด้านยาวของกระดาษแผ่นใหญ่
5. นำเมตริกซึ่งได้จากขั้นตอนที่ 3 และ 4 มาคำนวณหาเมตริกรูปแบบของการจัดเรียงกระดาษแผ่นเล็กลงในกระดาษแผ่นใหญ่
6. หาพื้นที่สูญเสียจากการจัดเรียงในแต่ละรูปแบบ และ นำไปเป็นสมการเชิงเส้น
7. นำสมการเชิงเส้นที่ได้มาเป็นข้อมูลในการคำนวณของโปรแกรม Lindo ผลลัพธ์ที่ได้ คือ รูปแบบต่าง ๆ ในการวางกระดาษ และ จำนวนกระดาษแผ่นใหญ่ที่ต้องใช้

รูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นมีดังนี้

สมการเมตริกเรียงตามความกว้าง

$$\begin{array}{lllll} w_1 x\, l_1 & a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1j} \\ w_2 x\, l_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots\cdots & a_{2j} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot \\ w_n x\, l_n & a_{i1} & a_{i2} & \cdots\cdots & aij \end{array} \qquad (1.1)$$

สมการเมตริกเรียงตามความยาว

$$\begin{array}{lllll} w_1 x\, l_1 & b_{11} & b_{12} & \cdots\cdots & b_{1j} \\ w_2 x\, l_2 & b_{21} & b_{22} & \cdots\cdots & b_{2j} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot \\ w_n x\, l_n & b_{i1} & b_{i2} & \cdots\cdots & b_{ij} \end{array} \qquad (1.2)$$

กำหนดให้ c_{ij} คือ จำนวนชิ้นการวางกระดาษบนาดที่ต้องการต่อกระดาษแผ่นใหญ่ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} c_{11} &= a_{11}b_{11} + a_{21}b_{12} + \ldots\ldots + a_{i1}b_{1j} \\ c_{21} &= a_{11}b_{21} + a_{21}b_{22} + \ldots\ldots + a_{i1}b_{2j} \\ &\vdots \\ c_{ij} &= a_{1j}b_{i1} + a_{2j}b_{i2} + \ldots\ldots + a_{ij}b_{ij} \end{aligned} \qquad (1.3)$$

นำผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนเป็นสมการฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) และสมการเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ ดังนี้

สมการฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) :

$$\text{Minimize} \quad Z = T_1X_1 + T_2X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + T_nX_n \qquad (1.4)$$

สมการเงื่อนไขบังคับ (Constrain Functions) :

$$\begin{aligned} c_{11}X_1 + c_{12}X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + c_{1j}X_k &\geq A_1 \\ c_{21}X_1 + c_{22}X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + c_{2j}X_k &\geq A_2 \\ &\vdots \\ c_{i1}X_1 + c_{i2}X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + c_{ij}X_k &\geq A_n \end{aligned} \qquad (1.5)$$

นำสมการเชิงเส้นที่ได้ป้อนเป็นข้อมูลการคำนวณให้โปรแกรมสำเร็จรูป Lindo ผลลัพธ์ที่ได้คือ รูปแบบการตัดที่เหมาะสม และ จำนวนกระดาษแผ่นใหญ่ที่ใช้

วิธีการดังกล่าวข้างต้น หากนำมาประยุกต์ใช้กับการหาแผ่นคลี่ท่อลมเพื่อใช้ในการตัดสังกะสีทำท่อลมจะต้องมีการปรับปรุงอีกมาก เนื่องจากขนาดของท่อลม และ ตะเข็บต่าง ๆ จะมีความซับซ้อนกว่ามาก รวมทั้งยังต้องคำนึงถึงการขึ้นรูปท่อลมจากแผ่นสังกะสีที่ตัดด้วย ซึ่งวิธีการดังกล่าวจบลงที่การ

ตัดเท่านั้น นอกจากนี้ ขั้นตอนการโปรแกรมตามวิธีดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ตัวแปรแบบ 3 มิติ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมาก และ รูปแบบการตัดที่ได้เป็นรูปแบบจำกัด ซึ่งในการหารูปแบบแผ่นคลี่ในระบบท่อลมข้อมูลของขนาดท่อลมมีจำนวนมาก และ มีความหลากหลายของชิ้นส่วนท่อลม ดังนั้น ลักษณะของโปรแกรมที่ใช้จึงควรมีประสิทธิภาพที่สามารถรองรับความจำเป็นในจุดนี้ได้

<u>ขอบเขตของโครงการวิทยานิพนธ์</u>

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์หลักทั้ง 3 ข้อ จึงจำเป็นจะต้องมีการศึกษา และ คิดค้นเพื่อเพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ในการสร้างรูปแบบแผ่นคลี่เพื่อใช้ในการตัดแผ่นสังกะสีทำท่อลมหน้าตัดสี่เหลี่ยมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจนแสดงผลลัพธ์ทางกราฟฟิคเพื่ออำนวยความสะดวกและสามารถเข้าใจได้โดยง่ายในการใช้งาน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวมีความต้องการโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณและแสดงผลออกมาอย่างถูกต้อง

ดังนั้น ขอบเขตของโครงการวิทยานิพนธ์นี้ คือ การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณหาจำนวนแผ่นสังกะสี และสร้างรูปแบบแผ่นคลี่ที่เหมาะสมของระบบท่อลมสังกะสีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมเพื่อใช้ในการตัดแผ่นสังกะสีให้มีประสิทธิภาพ และ เกิดประโยชน์สูงสุด

<u>ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย</u>

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเป็นมาตราฐานของการพับสังกะสีทำท่อลมหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันโดยทั่วไป

2. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ตลอดจนศึกษาเพิ่มเติม และ เปรียบเทียบกับการทำงานจริงถึงรูปแบบการตัด และการพับแผ่นสังกะสีทำท่อลมที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

3. สรุปข้อมูลที่ได้จากมาตราฐานต่าง ๆ และที่ได้จากการทำงานจริง เพื่อหาจุดที่เหมาะสม

4. คิดค้นหาสมการทางคณิตศาสตร์ (Objective Functions) และเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ (Constrain Functions) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้ให้ครอบคลุมและเหมาะสมที่สุด

5. นำสมการทางคณิตศาสตร์ (Objective Functions) ที่ได้มาและเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ (Constrain Functions) ที่กำหนดขึ้น เขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา C เพื่ออำนวยความสะดวกรวดเร็วในการคำนวณ โดยตัวโปรแกรมจะแยกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ โปรแกรมส่วนที่ 1 ทำหน้าที่ประมวลผลจากข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา และแสดงผลเป็นตัวเลขเพื่อบอกให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ คือ จำนวนแผ่นสังกะสีที่ใช้, รูปแบบแผ่นคลี่ทางตัวเลขและเบอร์สังกะสีที่ใช้ โปรแกรมส่วนที่ 2 ทำหน้าที่ในการนำผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนแรก มาแสดงผลในรูปของกราฟฟิคเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการนำไปดำเนินการตัดแผ่นสังกะสี

6. ทำการทดสอบโปรแกรมและสรุปผลขั้นสุดท้าย เพื่อดูความสามารถและประโยชน์ต่าง ๆ ที่จะได้รับจากการทำโครงการวิทยานิพนธ์นี้

<u>ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิทยานิพนธ์</u>

ถ้าหากเรามีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวณหาจำนวนแผ่นสังกะสี และสร้างรูปแบบแผ่นคลี่ที่เหมาะสมของระบบท่อลม เพื่อใช้ในการตัดแผ่นสังกะสีทำท่อลม จะเกิดประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. สามารถลดต้นทุน และประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทำท่อลม

2. ลดปริมาณวัตถุดิบ และนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่า

3. สามารถควบคุมปริมาณแผ่นสังกะสีได้อย่างถูกต้อง และลดเวลาที่ใช้ในการทำท่อลม

4. สร้างหลักเกณฑ์ที่ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับในการสร้างรูปแบบแผ่นคลี่ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการตัดสังกะสีทำท่อลมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากโครงการวิทยานิพนธ์นี้ เป็นประโยชน์ทั้งในด้านธุรกิจ, ด้านวิชาการ, ด้านเศรษฐศาสตร์ และเป็นจุดเริ่มต้นของรูปแบบแผ่นคลี่ที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการตัดแผ่นสังกะสีทำท่อลมหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมให้เกิดประโยชน์สูงสุด