



## การเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟuzzy

### THE SELECTION OF FACTORS FOR MACHINING CENTER USING THE FUZZY AHP

#### APPROACH

จันจิรา คงชื่นใจ

กลุ่มวิจัยการจัดการการผลิตและอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

Corresponding author: janjira\_k@eng.src.ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ซึ่งเป็นการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (MCDM) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟuzzy (FAHP) ซึ่งพิจารณาเกณฑ์ที่สำคัญ 7 เกณฑ์ คือ กำลังการผลิต พื้นที่ การบำรุงรักษา ความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ ต้นทุน และความเที่ยงตรง เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักแต่ละเกณฑ์ทำให้ทราบว่าเกณฑ์ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ กำลังการผลิต ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลให้แก่ฝ่ายผลิตในการตัดสินใจติดตั้งเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์

**คำสำคัญ:** เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์, การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟuzzy

#### ABSTRACT

*This paper proposes a methodology of machining center selection, which is based on Multi-Criteria Decision Making approach. This research aims to study the weight of decision criteria to select the factors of machining center by using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process. The seven main criteria of machining center, which are capacity, space, maintenance, safety, reliability, cost and precision, are considered. The result shows that the most important factor is the capacity of the machining center. The advantage of the research is to provide information to the manufacturing department in the decision to install the machining center.*

**KEYWORD:** Machining center, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

#### 1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมต่างๆ มีการแข่งขันทางการตลาดค่อนข้างสูง ทำให้หลายธุรกิจต้องมีการปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน การคัดเลือกเครื่องจักรส่งผลกระทบต่อกระบวนการติดตั้งและกระบวนการผลิตในสายการผลิต ซึ่งมีผลกระทบต่อทรัพยากร และการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า ซึ่งทุกธุรกิจจะต้องคำนึงถึงปัจจัย

ต่างๆที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ก่อนการลงทุน เพื่อนำสู่ความสำเร็จของธุรกิจ โดยบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นผู้ผลิตแม่พิมพ์ การคัดเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเช่นเตอร์ที่เหมาะสมให้แก่ฝ่ายผลิตจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญซึ่งไม่อาจมองข้ามไปได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบในการศึกษาของ [1] บทความนี้เลือกใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบฟัชซี (FAHP) ในการประเมินและพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระบบควบคุมเครื่องมือตัด ซึ่งประเมินโดยผู้ปฏิบัติงานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร จากนั้นจึงสร้างตัวชี้วัดที่เหมาะสมและทำการบูรณาการการประเมินความน่าเชื่อถือในระบบควบคุมของเครื่องจักร [2] ในบทความนี้ได้เสนอ KM-based การตัดสินใจด้วยวิธี AHP เพื่อให้เป็นแนวทางหรือการอ้างอิงแก่ผู้ออกแบบแบบสอบถาม พัฒนาระบบแบบสอบถามและเว็บสนับสนุนการตัดสินใจบนพื้นฐานของโมเดลห่วงโซ่ความรู้ โดยใช้กรณีศึกษาเป็นการเลือกเครื่องมือตัดสำหรับเครื่องจักรสี่แกน แสดงให้เห็นถึงการนำวิธีที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ [3] แนวทางที่นำเสนอในบทความนี้เป็นการประเมินระบบความปลอดภัยของเครื่องซีเอ็นซีตามกระบวนการลำดับชั้นการวิเคราะห์ (AHP) การวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นหกเกณฑ์หลักและทำการเปรียบเทียบรายการวิเคราะห์พบว่าระบบความปลอดภัยที่ได้รับการพิจารณานั้นเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและได้มีการวิเคราะห์ความไวเพื่อทดสอบความเสถียรของ AHP [4] บทความนี้ทำการแก้ปัญหาการเลือกเครื่องมือตัดในกระบวนการแมชชีนนิ่ง ซึ่งทำการประเมินโดยใช้แบบจำลองความสามารถในการขึ้นรูปของเครื่องมือตัดด้วยวิธีพีชคณิตเชิงสัมพัทธ์ ในขั้นแรกทุกปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจจะถูกนำไปสร้างในแบบจำลอง ชั้นที่สองปัจจัยจะถูกวัดประมวลผลเปรียบเทียบน้ำหนัก ขั้นสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบของแบบจำลอง [5] บทความนี้นำเสนอวิธีการเลือกใช้เครื่องมือตัดในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นที่มีเกณฑ์ในการตัดสินใจหลายเกณฑ์และช่วยให้สามารถเลือกชุดเครื่องมือตัดในระดับความยืดหยุ่นที่ต้องการของปัญหาการผลิต ซึ่งเกณฑ์ในการตัดสินใจจะเกี่ยวข้องกับการเลือกใช้เครื่องมือตัดให้มีความเหมาะสมกับการผลิตที่กำหนดและให้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ระบุ นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจโดยคำนึงถึงการลดต้นทุนทั้งจากการลงทุนและเวลาจากกระบวนการผลิต [6] งานวิจัยนี้ทำการแก้ปัญหา multi-attribute optimization สำหรับอุตสาหกรรมกลึง CNC ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ 4 ตัว 3 ระดับ นำมาพิจารณาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของความหยาบผิวและการสึกหรอของเครื่องมือ เป็นต้น โดยใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบฟัชซี (FAHP) ซึ่งน้ำหนักของแต่ละแอตทริบิวต์จะถูกประเมินจากเมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบรายการที่สร้างขึ้น โดยการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ และใช้เทคนิคเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) เพื่อรวมและประเมินคุณลักษณะการตัดสินใจหลายรูปแบบในการทดลอง Taguchi ทำให้ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดได้ แสดงถึงการพัฒนาในการปรับตั้งพารามิเตอร์ให้เหมาะสมมากขึ้น [7] บทความนี้นำเสนอแบบจำลองฟัชซีสำหรับการประเมินคุณภาพอีเลิร์นนิ่ง โดยคุณภาพของกระบวนการอีเลิร์นนิ่ง CNC จะใช้กฎ IF-THEN ฟัชซีลอจิก วิธีการที่เสนอมีการประเมินค่าความพึงพอใจโดยรวมทั้งจากผู้เข้าร่วมอบรมและผู้สอน เพื่อประมาณการของผลกระทบ E-learning ต่อคุณภาพของการฝึกอบรม งานวิจัยที่พัฒนาขึ้นใช้ข้อมูลจากโรงเรียนมัธยมในด้านเทคโนโลยีของเซอร์เบีย [8] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุน โดยใช้วิธีฟัชซีภายใต้ข้อจำกัดของ MTBF ของเครื่องมือเจาะ ในช่วงเวลาการเสียบแบบสุ่ม โดยใช้วิธีสร้างแบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ซึ่งวิธีที่นำเสนอสามารถช่วยทำให้ต้นทุนต่ำลง โดยมีดัชนีความน่าเชื่อถือเช่นอัตราการเสียบเฉลี่ยหรือความถี่ในการเสียบของเครื่องมือเจาะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเช่นเตอร์ในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ โดยพิจารณาเกณฑ์หลัก 7 ด้าน คือกำลังการผลิต พื้นที่ การบำรุงรักษา ความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ ต้นทุน และความเที่ยงตรง โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัชซี เพื่อให้ทราบถึงเกณฑ์ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด และนำเกณฑ์การประเมินที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการติดตั้งเครื่องแมชชีนนิ่งเช่นเตอร์ให้แก่ฝ่ายผลิตของบริษัท

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

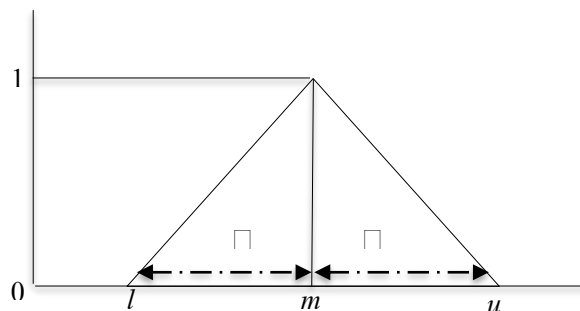
### 2.1 ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy logic)

ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ Fuzzy logic มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely true) กับเท็จ (Completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น [9]

### 2.2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function)

เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องใช้งาน เริ่มจากการแทนที่กับตัวแทนที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอนและคลุมเครือ ส่วนที่สำคัญต่อการดำเนินการของพีชคณิตเพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการแก้ปัญหา ในการหา  $\mu_m$  เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ของ M ดังสมการที่ (1) โดยให้ l(lower), u (upper) เป็นค่าขอบเขตล่างและขอบเขตบนตามลำดับ และ m เป็นค่ากลาง (mode) ของ M ซึ่งเป็นค่าความคลุมเครือรูปสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Number) โดยแสดงด้วย (l,m,u) [9]

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 0; & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}; & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}; & m \leq x \leq u \\ 0; & x > u \end{cases} \quad (1)$$



รูปที่ 1 เลขพีชคณิตแบบสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Number)

### 2.3 การหาค่าอัตราความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR)

ตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผลในการประเมินคะแนนทั้งในเกณฑ์ตัดสินใจรองและทางเลือก โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ที่กำหนดขึ้น[10] ก่อนนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป จากสมการที่ (2) และ (3)

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} \quad (2)$$

$$\text{เมื่อ } CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

$CR$  : ค่าอัตราความสอดคล้อง (Consistency Ratio),  $CI$  : ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index),  $RI$  : ค่าเฉลี่ยดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Average Random Index),  $\lambda_{max}$  : ผลรวมของผลหารด้วยจำนวนหลักเกณฑ์ตัดสินใจ,  $n$  : จำนวนหลักเกณฑ์ตัดสินใจ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Average Random Index: RI) [8]

n	5	6	7	8	9
RI	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

#### 2.4 การวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ

กำหนดให้  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  เป็นเซตของวัตถุหรือ ทางเลือก (Object Set) และ  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  เป็นเซตของเป้าหมายหรือ หลักเกณฑ์ตัดสินใจ (Goal Set) โดยแต่ละทางเลือกจะถูกนำมาวิเคราะห์สำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ตัดสินใจตามลำดับ ดังนั้น ค่า  $m$  Extent Analysis สำหรับแต่ละทางเลือก สามารถกำหนดได้เป็น  $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m$ , สำหรับ  $i = 1, 2, \dots, n$  เมื่อ  $M_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, m)$  เป็นตัวเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม และ  $M_{gi}^j$  เป็นค่าการวิเคราะห์ขอบเขตของทางเลือกที่  $i$  สำหรับหลักเกณฑ์ตัดสินใจ ซึ่งขั้นตอนการคำนวณดังต่อไปนี้ [10]

##### 2.4.1 การคำนวณค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี่ สำหรับ วัตถุที่ $i$ ในสมการที่ (4)–(7)

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (4)$$

$$\text{โดยที่ } \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left[ \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right]^{-1} \quad (5)$$

$$\text{และ } \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (6)$$

$$\text{เมื่อ } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (7)$$

##### 2.4.2 การคำนวณหาระดับของความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $S_i = (l_i, m_i, u_i), S_j = (l_j, m_j, u_j); i \neq j$ ในสมการที่ (8)

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} 1 & m_i \geq m_j \\ 0 & l_j \geq u_i \\ \frac{(l_i - u_i)}{(m_i - u_i) - (m_i - l_i)} & \text{other} \end{cases} \quad (8)$$

### 3. วิธีการวิจัย

#### 3.1 การกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ

ในการกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม งานวิจัยนี้มีมีเกณฑ์ที่จะทำการวิเคราะห์ปัจจัย 7 เกณฑ์หลัก คือ 1) กำลังการผลิต 2) พื้นที่ 3) การบำรุงรักษา 4) ความปลอดภัย 5) ความน่าเชื่อถือ 6) ต้นทุน และ 7) ความเที่ยงตรง ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ถูกนำมาพัฒนาสำหรับการประเมินน้ำหนักของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์

ลำดับ	เกณฑ์หลัก	คำอธิบาย
1	กำลังการผลิต	1.1 ประสิทธิภาพการผลิต 1.2 ความยืดหยุ่นในการติดตั้งมีดกัด 1.3 การประยุกต์ใช้งานของเครื่องจักร
2	พื้นที่	2.1 พื้นที่จัดวางเครื่องจักร 2.2 ซิดจำกัดความสูงของเครื่องจักร 2.3 พื้นที่ใช้สอย
3	การบำรุงรักษา	3.1 มีการอบรมการใช้งาน 3.2 การบริการงานซ่อม 3.3 การบำรุงรักษาทั่วไป
4	ความปลอดภัย	4.1 เครื่องดักจับละอองไอน้ำ 4.2 ประตูแห่งความปลอดภัย 4.3 เครื่องดับเพลิง
5	ความน่าเชื่อถือ	5.1 ความถี่ของการขัดข้องระหว่างใช้งาน 5.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ 5.3 ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต
6	ต้นทุน	6.1 เงินลงทุนเริ่มแรก 6.2 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน 6.3 ต้นทุนแฝง
7	ความเที่ยงตรง	7.1 คุณภาพของโปรแกรมประมวลผล 7.2 ใช้โครงสร้างตัวยึดที่เหมาะสม 7.3 ต้นทุนการตรวจเช็คการทำงานของระบบ

#### 3.2 การเปรียบเทียบเกณฑ์แบบฟัซซีเป็นรายคู่และตัวอย่างการคำนวณ

งานวิจัยนี้รวบรวมข้อมูลจากผู้ให้สัมภาษณ์ 10 ราย ซึ่งเป็นฝ่ายผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์แห่งหนึ่ง เพื่อศึกษาเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อ การเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ โดยผู้ให้สัมภาษณ์มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินความสำคัญรายคู่ของเกณฑ์หลักได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าความสำคัญรายคู่ของเกณฑ์หลัก (Pairwise Comparison)

เกณฑ์หลัก	ค่าความสำคัญรายคู่						
	A	B	C	D	E	F	G
A	(1,1,1)	(1/9,1/7,2)	(1/2,3,7)	(1/9,1/5,5)	(1/9,1,3)	(1,2,9)	(1/2,1,5)
B	(1/2,7,9)	(1,1,1)	(5,8,9)	(1/4,2,9)	(1/3,7,8)	(6,8,9)	(5,6,9)
C	(1/7,1/3,2)	(1/9,1/8,1/5)	(1,1,1)	(1/9,1/8,2)	(1/9,1/3,1)	(1/4,1/2,6)	(1/5,1/4,2)
D	(1/5,5,9)	1/9,1/2,4)	(1/2,8,9)	(1,1,1)	(1/5,5,7)	(4,6,9)	(3,4,9)
E	(1/3,1,9)	(1/8,1/7,3)	(1,3,9)	(1/7,1/5,5)	(1,1,1)	(1/2,1,8)	(1/3,1/2,4)
F	(1/9,1/2,1)	(1/9,1/8,1/6)	(1/6,2,4)	(1/9,1/6,1/4)	(1/8,1,2)	(1,1,1)	(1/4,1/3,3)
G	(1/5,1,2)	(1/9,1/6,1/5)	(1/2,4,5)	(1/9,1/4,1/3)	(1/4,2,3)	(1/3,3,4)	(1,1,1)

ในแต่ละลำดับชั้นของการพิจารณาจะเน้นความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินความสำคัญด้วยวิธีการเปรียบเทียบเกณฑ์ทางเลือกแต่ละคู่ (Pair wise Comparison) ระดับของการให้น้ำหนักความสำคัญตามหลัก AHP Measuring Scale แบ่งเป็น 9 ระดับ ตามความเข้มข้นของความสำคัญ จะได้ดังตารางที่ 3 ข้างต้น ในการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ที่ละคู่ การใส่ค่าความสำคัญลงในตารางโดยตัวเลขที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุมคือส่วน Judgment และตัวเลขที่อยู่ใต้เส้นทแยงมุมเป็นค่าส่วนกลับในการเปรียบเทียบ Reciprocal แล้วจึงคำนวณเพื่อแปลงค่า Fuzzy Number ให้เป็นตัวเลขความเป็นสมาชิก Membership Function แบบสามเหลี่ยมเพื่อนำลงไปใส่ในตารางเมทริกซ์ ซึ่งการหาค่าน้ำหนักจะเน้นความสำคัญของเกณฑ์หลักสำหรับการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ โดยใช้กระบวนการตัดสินใจเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ โดยที่ A แทนด้านกำลังการผลิต B แทนด้านพื้นที่ C แทนด้านการบำรุงรักษา D แทนด้านความปลอดภัย E แทนด้านความน่าเชื่อถือ F แทนด้านต้นทุน และ G แทนด้านความเที่ยงตรง จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความสำคัญรายคู่ของเกณฑ์หลัก ตามหลัก Triangular Fuzzy Number ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าความสำคัญรายคู่ของเกณฑ์หลัก ตามหลัก Triangular Fuzzy Number

เกณฑ์หลัก	A			B			C			D			E			F			G		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A	1	1	1	1/9	1/7	2	1/2	3	7	1/9	1/5	5	1/9	1	3	1	2	9	1/2	1	5
B	1/2	7	9	1	1	1	5	8	9	1/4	2	9	1/3	7	8	6	8	9	5	6	9
C	1/7	1/3	2	1/9	1/8	1/5	1	1	1	1/9	1/8	2	1/9	1/3	1	1/4	1/2	6	1/5	1/4	2
D	1/5	5	9	1/9	1/2	4	1/2	8	9	1	1	1	1/5	5	7	4	6	9	3	4	9
E	1/3	1	9	1/8	1/7	3	1	3	9	1/7	1/5	5	1	1	1	1/2	1	8	1/3	1/2	4
F	1/9	1/2	1	1/9	1/8	1/6	1/6	2	4	1/9	1/6	1/4	1/8	1	2	1	1	1	1/4	1/3	3
G	1/5	1	2	1/9	1/6	1/5	1/2	4	5	1/9	1/4	1/3	1/4	2	3	1/3	3	4	1	1	1
รวม	2.5	15.4	33	1.7	2.2	10.6	8.7	29	44	1.8	3.9	22.6	2.1	17.3	25	13.1	21.5	46	10.3	13.1	33

นำผลการเปรียบเทียบค่าความสำคัญของเกณฑ์หลักจากตารางที่ 4 มาคำนวณหาค่าความสอดคล้องของการให้คะแนนของแต่ละปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ ตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักแรกคือ กำลังการผลิต ดังนี้

$$= \left[ \begin{array}{c} \left( \frac{1.000}{33.000} + \frac{0.111}{10.570} + \frac{0.500}{44.000} + \frac{0.111}{22.500} + \frac{0.111}{25.000} + \frac{1.000}{46.000} + \frac{1.000}{33.000} \right) \\ 7 \\ \left( \frac{1.000}{15.830} + \frac{0.143}{2.200} + \frac{3.000}{29.000} + \frac{0.500}{3.94} + \frac{1.000}{17.330} + \frac{2.000}{21.500} + \frac{1.000}{13.080} \right) \\ 7 \\ \left( \frac{1.000}{2.490} + \frac{2.000}{1.680} + \frac{7.000}{8.670} + \frac{5.000}{1.840} + \frac{3.000}{2.130} + \frac{9.000}{13.080} + \frac{5.000}{10.280} \right) \\ 7 \end{array} \right]$$

$$= (0.014, 0.073, 0.100)$$

จากนั้นทำการสร้างเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย (Normalized) หาค่าฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) โดยให้ l (lower), u (Upper) เป็นค่าขอบเขตล่างและขอบเขตบนตามลำดับ และ m เป็นค่ากลาง (mode) ซึ่งเป็นค่าความคลุมเครือรูปสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Number) โดยแสดงด้วย (l, m, u) และทำการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยได้ดังตารางที่ 5 โดยตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแรก คือกำลังการผลิต ดังนี้

$$\text{ในระดัปล} = \frac{0.014}{0.171} = 0.082, m = \frac{0.073}{1.000} = 0.073, u = \frac{1.100}{7.912} = 0.139 \text{ ตามลำดับ}$$

แล้วทำการ Defuzzy Fication Process หรือการแปลงค่าความคลุมเครือให้เป็นตัวเลข โดยการแปลงค่าจาก Triangular Membership Number เป็นค่าตัวแปรตัวเลขจำนวนจริง ได้ค่าดังตารางที่ 5 ซึ่งมีวิธีคำนวณดังตัวอย่างนี้

$$\text{Defuzzy Fication Process ของปัจจัยหลักแรกคือ กำลังการผลิต} = \frac{0.082 + (2 \times 0.073) + 0.139}{4} = 0.092$$

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์หลักแต่ละปัจจัยในรูปแบบ Triangular Fuzzy Number, คะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักแต่ละเกณฑ์ตามรูปแบบ Triangular Fuzzy Number และค่า Defuzzy Fication Process

เกณฑ์หลัก	คะแนนก่อน Normalized			ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักแต่ละปัจจัย	ค่า Defuzzy Fication Process
	l	m	u		
A	0.014	0.073	1.100	(0.082, 0.073, 0.139)	0.092
B	0.076	0.416	2.210	(0.444, 0.416, 0.279)	0.389
C	0.008	0.029	0.464	(0.049, 0.029, 0.059)	0.042
D	0.037	0.278	1.776	(0.216, 0.278, 0.224)	0.249
E	0.016	0.061	1.519	(0.094, 0.061, 0.192)	0.102
F	0.008	0.047	0.344	(0.048, 0.047, 0.043)	0.046
G	0.011	0.096	0.499	(0.067, 0.096, 0.063)	0.081
รวม	0.171	1.000	7.912	(0.082, 0.073, 0.139)	0.092

เมื่อทราบ Defuzzy Fication Process ของแต่ละปัจจัยหลักแล้ว ต้องทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการกำหนดค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบค่าความสำคัญรายคู่ โดยการคำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) ดังนี้

คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) จากสมการที่ (2) และหาดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency: R.I.) โดยค่า R.I. ได้จากตารางที่ 1 และคำนวณหา  $\lambda_{max}$  ดังแสดงตัวอย่าง จากนั้นทำการคำนวณหาค่าความสอดคล้องกัน (Consistency Ratio, C.R.) คือ การหาอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่า C.I. กับค่า R.I. จากสมการที่ (3) ได้ดังนี้

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1} = \frac{7.685 - 7}{6} = 0.114, CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.114}{1.32} = 0.087$$

ค่าความสอดคล้องจากค่า C.R. ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่ามีความสอดคล้องกันของเหตุผล จึงยอมรับเมทริกซ์นี้ได้ สามารถนำไปหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยหลักได้

$$\lambda_{max} = [0.092] \begin{bmatrix} (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.500, 7.000, 9.000) \\ (0.143, 0.333, 2.000) \\ (0.200, 5.000, 9.000) \\ (0.333, 1.000, 9.000) \\ (0.111, 0.500, 1.000) \\ (0.200, 1.000, 2.000) \end{bmatrix} + [0.389] \begin{bmatrix} (0.111, 0.143, 2.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.111, 0.125, 0.200) \\ (0.111, 0.500, 4.000) \\ (0.125, 0.143, 3.000) \\ (0.111, 0.125, 0.167) \\ (0.111, 0.167, 0.200) \end{bmatrix} + [0.042] \begin{bmatrix} (0.500, 3.000, 7.000) \\ (5.000, 8.000, 9.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.500, 8.000, 9.000) \\ (1.000, 3.000, 9.000) \\ (0.167, 2.000, 4.000) \\ (0.500, 4.000, 5.000) \end{bmatrix}$$

$$+ [0.249] \begin{bmatrix} (0.111, 0.200, 5.000) \\ (0.250, 2.000, 9.000) \\ (0.111, 0.125, 2.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.143, 0.200, 5.000) \\ (0.111, 0.167, 0.250) \\ (0.111, 0.250, 0.333) \end{bmatrix} + [0.102] \begin{bmatrix} (0.111, 1.000, 3.000) \\ (0.333, 7.000, 8.000) \\ (0.111, 0.333, 1.000) \\ (0.200, 5.000, 7.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.125, 1.000, 2.000) \\ (0.250, 2.000, 3.000) \end{bmatrix} + [0.046] \begin{bmatrix} (1.000, 2.000, 9.000) \\ (6.000, 8.000, 9.000) \\ (0.250, 0.500, 6.000) \\ (4.000, 6.000, 9.000) \\ (0.500, 1.000, 8.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \\ (0.333, 3.000, 4.000) \end{bmatrix}$$

$$+ [0.081] \begin{bmatrix} (0.500, 1.000, 5.000) \\ (5.000, 6.000, 9.000) \\ (0.200, 0.250, 2.000) \\ (3.000, 4.000, 9.000) \\ (0.333, 0.500, 4.000) \\ (0.250, 0.333, 3.000) \\ (1.000, 1.000, 1.000) \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = \left[ \begin{array}{l} \left( \frac{0.281}{0.092} + \frac{1.420}{0.389} + \frac{0.165}{0.042} + \frac{0.779}{0.249} + \frac{0.308}{0.102} + \frac{0.167}{0.046} + \frac{0.231}{0.081} \right) / 7, \\ \left( \frac{0.579}{0.092} + \frac{3.428}{0.389} + \frac{0.229}{0.042} + \frac{2.344}{0.249} + \frac{0.510}{0.102} + \frac{0.394}{0.046} + \frac{0.808}{0.081} \right) / 7, \\ \left( \frac{3.531}{0.092} + \frac{5.878}{0.389} + \frac{1.342}{0.042} + \frac{4.859}{0.249} + \frac{4.407}{0.102} + \frac{0.877}{0.046} + \frac{1.123}{0.081} \right) / 7 \end{array} \right]$$

$$\lambda_{max} = (3.330, 7.685, 25.902) = 7.685$$



#### 4. ผลการดำเนินการวิจัย

การสังเคราะห์ผลของกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้นแสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญต่อเกณฑ์ต่างๆในระดับที่ต่างกันจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด โดยผลของการทดลองผ่านการคำนวณสามารถประมวลผลโดยใช้ Microsoft Excel ซึ่งหลังจากทำการ Normalized จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย คือ (0.150, 0.212, 0.092, 0.196, 0.157, 0.080, 0.133) เมื่อนำค่าน้ำหนักของเกณฑ์หลักที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธีเปรียบเทียบเกณฑ์เป็นรายคู่เพื่อใช้ในการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นแบบวิเคราะห์แบบพีชชีพบว่าผู้ให้สัมภาษณ์ให้ค่าน้ำหนักเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ (1) กำลังการผลิต (2) พื้นที่ (3) ต้นทุน (4) ความน่าเชื่อถือ (5) ความเที่ยงตรง (6) ความปลอดภัย และ (7) การบำรุงรักษา การที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับด้านกำลังการผลิตมากที่สุด เนื่องจากทางฝ่ายผลิตต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต ดังนั้น การพิจารณาตัดสินใจติดตั้งเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ให้แก่ฝ่ายผลิตของบริษัทควรพิจารณาตามเกณฑ์ดังกล่าวเพื่อส่งผลให้ธุรกิจสำเร็จ

#### 5. สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินผลค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ด้วยวิธี Fuzzy AHP จะเห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบมากที่สุดได้แก่ กำลังการผลิต รองลงมาคือ พื้นที่ และต้นทุน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทได้สังเกตเห็นความสำคัญของกำลังการผลิตในสายการผลิต โดยเป็นผลมาจากนโยบายของบริษัทที่ต้องการเพิ่มความสามารถในการผลิต นั่นหมายถึงเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ที่ใช้ในสายการผลิตจะต้องสามารถเพิ่มผลผลิตได้ตามเป้าหมายของฝ่ายผลิต ดังนั้นปัจจัยด้านกำลังการผลิตจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งผลประเมินคะแนนจากทีมงานของบริษัทผู้ผลิตแม่พิมพ์กรณีศึกษาส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์รวมถึงผลกระทบต่อลูกค้าและบริษัทกรณีศึกษา แม้ด้านพื้นที่และต้นทุนจะมีค่าน้ำหนักความสำคัญรองลงมา ซึ่งบริษัทกรณีศึกษามีพื้นที่ค่อนข้างจำกัดจึงต้องให้ความสำคัญกับพื้นที่ในการจัดวางเครื่องจักรและพื้นที่ใช้สอย ส่วนด้านต้นทุนก็ไม่อาจปฏิเสธได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการดำเนินธุรกิจเช่นกัน เพราะหากบริษัทมีต้นทุนในการดำเนินการที่ต่ำลง ย่อมส่งผลให้บริษัทมีกำไรเพิ่มขึ้นด้วย งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ของบริษัทผู้ผลิตแม่พิมพ์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่มีความสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบของปัจจัยด้วยวิธี Fuzzy AHP ซึ่งการศึกษาเพิ่มเติมครั้งต่อไปสามารถประยุกต์กับผลิตภัณฑ์หมวดอื่นๆและเกณฑ์การตัดสินใจอื่นๆ เพื่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] Zhao, Y. Research on Machine Tool Electronic Control System Based On Multi-Attribute Decision Making. *Journal of Convergence Information Technology (JCIT)*, 2013, 18(8.41), pp. 333-340.
- [2] Tsai, J-P. et al. Development of KM-Based Multi-Criteria Decision-Making Method for Evaluation of 4-axis CNC Machine Tool. *Applied Mechanics and Materials*, 2012, 163, pp. 143-150.
- [3] Racz, S-G. et al. Evaluating Safety Systems for Machine Tools with Computer Numerical Control using Analytic Hierarchy Process. *safety*, 2019, 5(14), pp. 1-11. DOI: 10.3390/safety5010014.
- [4] Ma, W. et al. Modeling and Evaluation of Milling Cutter Processing Capacity Based on Relational Algebra. *Advances in Computer Science Research*, 2016, 64, pp. 101-106.

- [5] Gola, A. et al. A multiple-criteria approach to machine-tool selection for focused flexibility manufacturing systems. *Management and Production Engineering Review*, 2011, 2(4), pp. 21-32.
- [6] Lan, T-S. et al. Fuzzy Linguistic Optimization on Multi-Attribute Machining. *Journal of information and organizational sciences*, 2010, 34(1), pp. 101-116.
- [7] Milojevic, Z. et al. New Fuzzy Model For quality evaluation of e-Training of CNC Operators. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2016, 5(5), pp. 84-97.
- [8] Ji-Li, W. et al. Minimum effort Reliability allocation method considering fuzzy cost of punching machine tools. *Journal of applied sciences*, 2013, 13(20), pp. 4107-4113. DOI: 10.3923/jas.2013.4107.4113.
- [9] ดิยอภิสิทธิ์ ชันยรัตน์ และ สมุทกุลดี อรรถพล. ตัวแบบในการคัดเลือกผู้ให้บริการการบำรุงรักษายานพาหนะโดยอาศัยเทคนิคฟัซซี่ เอเอชพี . *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2560, 24(3), หน้า 127-141.
- [10] อินหันทน์ ขวัญใจ และ เหล่าศิริหงส์ทอง ศรีทิศ. การจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่: กรณีศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ . *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 26*, 2559, 3, หน้า 427-436.