บทที่ 4
กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

1. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย SAATY(1977) เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจพหุเกณฑ์ วิธีทำนั้นจะต้องจัดเกณฑ์ของเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็นลำดับชั้น โดยกำหนดให้จุดประสงค์ในการตัดสินใจ อยู่บนสุดของโครงสร้างลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลงมาจะเป็นเกณฑ์ เกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) ตามลำดับ จนถึงทางเลือก ซึ่งจะเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับชั้น

การวิเคราะห์จะใช้หลักการเปรียบเทียบ ในแต่ละคู่ (Pair-wise Comparison) ของเกณฑ์ ซึ่งค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง (มีความสำคัญเท่ากัน มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง) ซึ่งสามารถแปลงมาเป็นตัวเลขช่วงระหว่าง 1 ถึง 9

ผลจากการเปรียบเทียบในแต่ละคู่เรียบร้อยแล้ว จะสามารถคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อแสดงให้ผู้บริหารได้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจน

การคำนวณหาน้ำหนัก ของแต่ละเกณฑ์ ในเมตริกซ์เราสามารถหาค่าได้ โดยใช้วิธีคำนวณไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของแต่ละเมตริกซ์ และเวคเตอร์นี้จะถูกน้ำหนัก ด้วยน้ำหนักของเกณฑ์ ในระดับที่สูงกว่า ขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จากบนลงไปล่างตามโครงสร้างลำดับชั้น จนในที่สุดเราจะได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด สำหรับเกณฑ์เหล่านี้ จะเป็นทางเลือกที่มีน้ำหนักสะสมสูงที่สุด

SAATY (1977) ชี้ให้เห็นว่าในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อนโครงข่ายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ ค่อนข้างจะเข้าใจยาก และไม่สามารถที่จะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ได้อย่างเด่นชัด การใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะช่วยทำให้ความซับซ้อนของปัญหาสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นและนำข้อมูลที่ได้

จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจ มาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสมกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนระบบการขนส่ง การวางแผนการตลาด การวางแผนการดำเนินงานของบริษัท และอื่น ๆ

การดำเนินการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วย หลักการสำคัญสามประการ ดังนี้

1. หลักการสร้างรูปแบบปัญหา

เป็นการสร้างรูปแบบของปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างระดับชั้น โดยแต่ละปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันจะเป็นอิสระต่อกัน องค์ประกอบหลักของโครงสร้างลำดับชั้นประกอบด้วย ระดับชั้นของวัตถุประสงค์ ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจและแนวทางเลือกต่าง ๆ ของปัญหาตามลำดับ

2. หลักการใช้ดุลยพินิจเชิงเปรียบเทียบ

เป็นส่วนของการเปรียบเทียบ ความสำคัญของปัจจัย ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผู้ตัดสินใจจะต้องเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันเป็นคู่ ๆ โดยจะคำนึงถึงความสำคัญของปัจจัย ภายใต้ปัจจัยในระดับชั้นที่สูงกว่า และประยุกต์ให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ รวมทั้งใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ มาช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

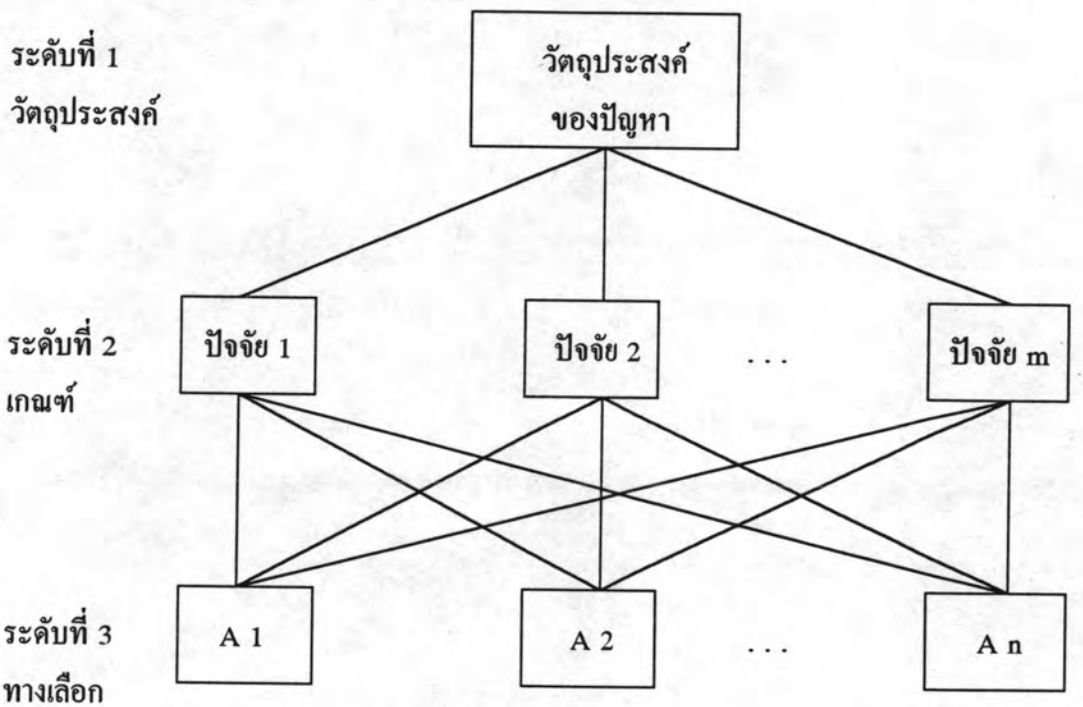
3. หลักการวิเคราะห์ความสำคัญก่อนหลัง

หลังจากได้ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ ๆ ในระดับชั้นเดียวกัน ค่าน้ำหนักของปัจจัยในแต่ละระดับชั้น จะถูกวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัย โดยคำนึงถึงปัจจัยในระดับที่เหนือกว่า และการวิเคราะห์จะเริ่มต้นจากระดับที่หนึ่งซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของปัญหา ลงไปสู่ระดับต่ำสุดซึ่งเป็นแนวทางเลือกของปัญหา

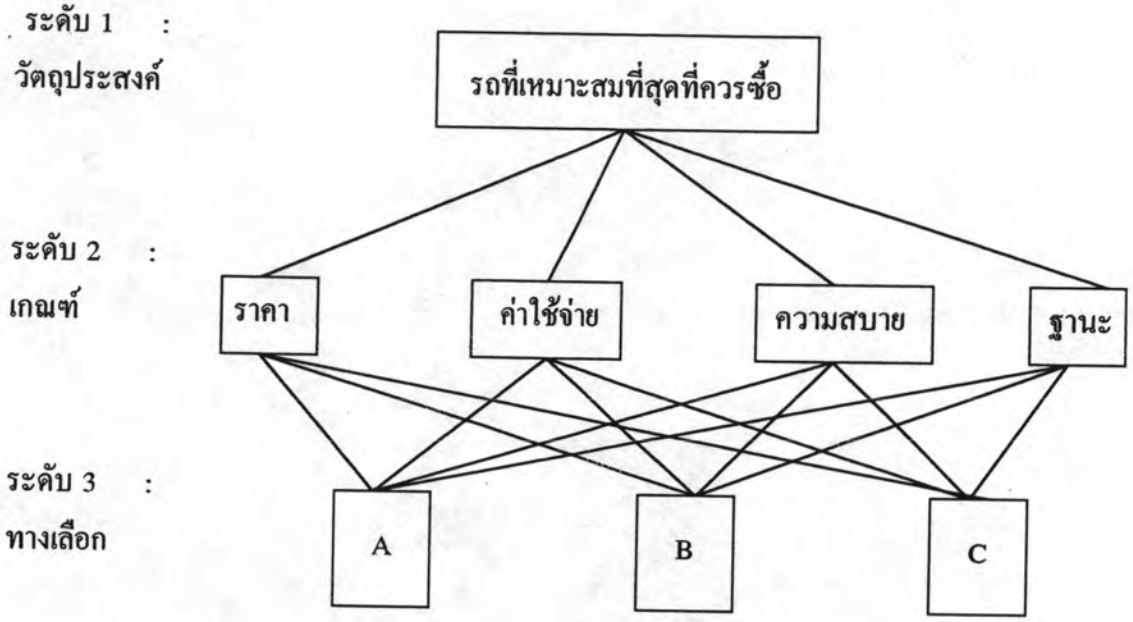
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนในการดำเนินการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ
2. กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ สำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่
3. สร้างรูปแบบปัญหาเป็นโครงสร้างลำดับชั้น โดยพิจารณาปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจให้เป็นลำดับชั้น ซึ่งปัจจัยที่อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำกว่า จะเป็นส่วนย่อยของปัจจัยที่อยู่ในเกณฑ์ระดับสูงกว่า ดังในรูปที่ 4.1 แสดงรูปแบบทั่วไปของโครงสร้างลำดับชั้น และรูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบการตัดสินใจเลือกซื้อรถใหม่



รูปที่ 4.1 รูปแบบทั่วไปของโครงสร้างลำดับชั้น



รูปที่ 4.2 รูปแบบการตัดสินใจเลือกซื้อรถใหม่

4. หลังจากนั้นเปรียบเทียบ หาค่าความสำคัญของปัจจัยในระดับที่สอง ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาเป็นคู่ ๆ โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ปัจจัย	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2 ...	ปัจจัย m	น้ำหนัก
ปัจจัย 1	1	a_{12}	a_{1m}	w_1^o
ปัจจัย 2	a_{21}	1	a_{2m}	w_2^o
.				
.				
ปัจจัย m	a_{m1}	a_{m2}	1	w_m^o

หมายเหตุ 1) a_{ij} เป็นค่าความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัย j ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

2) $a_{ji} = 1/a_{ij}$

3) w_i^o เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัย i ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

ค่าความสำคัญ	นิยาม	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ปัจจัยหรือทางเลือกทั้งสองที่กำลังพิจารณา มีความสำคัญเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	ปัจจัยหรือทางเลือกที่กำลังพิจารณามีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหรือทางเลือก อีกตัวหนึ่งพอประมาณ เมื่อเปรียบเทียบ ภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยหรือทางเลือกที่กำลังพิจารณามีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหรือทางเลือก อีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก	ปัจจัยหรือทางเลือกที่กำลังพิจารณามีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหรือทางเลือก อีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก เมื่อเปรียบเทียบภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	ค่าความสำคัญสูงสุดที่จะเป็นไปได้ ในการเปรียบเทียบปัจจัย หรือทางเลือกทั้งสองภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัย หรือทางเลือกถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่า ระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อปัจจัยหรือทางเลือกทั้งสองที่เปรียบเทียบกันต้องการค่าความสำคัญที่ละเอียดมากกว่าค่าความสำคัญมาตรฐานที่แสดงไว้ข้างต้น อาจนำค่าความสำคัญที่เป็น ค่า 1.1, 1.2, ...มาใช้ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบเหมาะสมยิ่งขึ้น

5. วิเคราะห์หา ค่าน้ำหนักของปัจจัย ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, C.I.) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, C.R.)ในระดับที่สอง โดยการใช้ทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ มาช่วยในการวิเคราะห์ ค่าน้ำหนักของปัจจัยหาได้จาก การหารค่าความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้งด้วย ผลรวมของค่าความสำคัญในแถวแนวตั้งเดียวกันของเมตริกซ์นั้นและค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแนวนอนของเมตริกซ์ที่ได้จากผลข้างต้น คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยในแถวนั้น สำหรับค่าดัชนีความสอดคล้อง และอัตราส่วนความสอดคล้อง จากทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ จะได้ว่า

$$C.I. = (\lambda_{max} - 1) / (n-1)$$

$$C.R. = C.I. / R.I.$$

ทั้งนี้ วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าอัตราส่วนความสอดคล้องจะมีกล่าวไว้ภายหลังในหัวข้อพื้นฐานทางทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของค่าความสำคัญ ที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ว่าจะสามารถใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจได้หรือไม่

6. เปรียบเทียบหาค่าความสำคัญของปัจจัย หรือทางเลือกของระดับต่อมา ภายใต้ปัจจัยตัวเดียวกันในระดับถัดขึ้นมาก่อนหน้านี้และวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยค่าดัชนีความสอดคล้องและค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูลในระดับชั้นนี้ด้วยวิธีแบบเดียวกับข้างต้น

7. วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของทางเลือกต่าง ๆ ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา โดยการพิจารณาหาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยจากระดับที่หนึ่ง ลงไปสู่ระดับต่ำสุด ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักของทางเลือก ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา ทั้งนี้ค่าน้ำหนักรวมของปัจจัย เป็นผลรวมจากผลคูณค่าน้ำหนักแต่ละตัวของปัจจัย ภายใต้ปัจจัยหนึ่ง ๆ ในระดับถัดขึ้นมาด้วย ค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยตัวเดียวกันในระดับถัดขึ้นมา ตัวอย่างปัญหาลำดับชั้นสามระดับ แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างปัญหาลำดับชั้นสามระดับ

เกณฑ์การตัดสินใจ	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2	ปัจจัย 3	น้ำหนักรวม
ทางเลือก	w_1^o	w_2^o	w_3^o	
A_1	$w_1^f 1$	$w_1^f 2$	$w_1^f 3$	$\sum_{j=1}^{3} w_j^o * w_1^f j$
A_2	$w_2^f 1$	$w_2^f 2$	$w_2^f 3$	$\sum_{j=1}^{3} w_j^o * w_2^f j$
A_3	$w_3^f 1$	$w_3^f 2$	$w_3^f 3$	$\sum_{j=1}^{3} w_j^o * w_3^f j$

2. พื้นฐานทางทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์

สมมติให้

$C_1, C_2, ..., C_n$ เป็นปัจจัยหรือทางเลือกต่าง ๆ ที่กำลังพิจารณาในระดับชั้นใดชั้นหนึ่ง

ค่า a_{ij} จะเป็นค่าความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเทียบกับปัจจัย j ภายใต้ปัจจัยหนึ่งที่กำลังพิจารณาในระดับถัดขึ้นมา ซึ่งเราสามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ได้โดยที่

$$A = (a_{ij})$$

และ

$$a_{ij} = 1/a_{ji}$$

ค่าความสำคัญที่อยู่ในเมตริกซ์ (a_{ij}) สามารถที่จะใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจได้ก็ต่อเมื่อ

$$a_{ik} = a_{ij} * a_{jk} \quad \text{สำหรับ i, j และ k ทั้งหมด}$$

โดยเรียกรูปแบบของเมตริกซ์นี้ว่า เมตริกซ์สอดคล้อง (Consistency Matrix) และจากที่เมตริกซ์ของค่าความสำคัญเป็นเมตริกซ์สอดคล้องเราจะได้ว่า ค่า a_{ij} เป็นผลมาจากค่าน้ำหนักของปัจจัยที่นำมาเปรียบเทียบกัน นั่นคือ

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad \text{โดยที่ } i, j = 1, 2, ..., n \qquad (1)$$

$$a_{ij} * a_{jk} = (w_i / w_j) * (w_j / w_k)$$

$$= w_i / w_k = a_{ik}$$

และ

$$a_{ji} = w_j / w_i = 1 / (w_i / w_j) = 1 / a_{ij}$$

พิจารณาในกรณีที่ A เป็นเมตริกซ์สอดคล้อง

$$A * x = y \qquad \text{โดยที่ } x = (x_1, x_2, ..., x_n)$$

$$y = (y_1, y_2, ..., y_n)$$

นั่นคือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_i = y_i \qquad \text{โดยที่ } i = 1, 2, ..., n$$

และจากสมการ (1)

$$a_{ij} * w_j / w_i = 1 \qquad \text{โดยที่ } i, j = 1, 2, ..., n$$

ดังนั้น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j / w_i = n \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, ..., n$$

หรือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j = n * w_i \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, ..., n$$

นั่นคือ

$$A * W = n * W \qquad (2)$$

จากสมการ (2) ตามทฤษฎีเมตริกซ์แสดงให้เห็นได้ว่า n และ W เป็นค่าไอเกน (Eigenvalue) และไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของเมตริกซ์ตามลำดับ เราสามารถเขียนสมการ (2) อยู่ในรูปแบบเต็มได้เป็น

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 \dots w_1/w_n \\ & \vdots \\ w_2/w_1 & \cdots \\ \vdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 \dots w_n/w_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

ในทางปฏิบัติ ค่า a_{ij} เป็นค่าความสำคัญที่ได้จากการใช้วิจารณญาณของผู้ตัดสินใจ เปรียบเทียบปัจจัยหรือทางเลือก i กับ j ภายใต้ปัจจัยหนึ่งในระดับถัดไป ดังนั้นค่า a_{ij} ที่ได้อาจเบี่ยงเบนไปจากค่าที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี มีผลทำให้สมการ (2) ไม่เป็นจริง ในกรณีดังกล่าวนี้เราสามารถนำหลักการของทฤษฎีเมตริกซ์ มาช่วยในการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของข้อมูลในเมตริกซ์ที่พิจารณา กล่าวคือ

1. จากความจริงที่ว่า ถ้า $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ เป็นค่าที่เหมาะสมของสมการ

$$A * X = \lambda * X$$

นั่นคือ λ_n จะเป็นค่าไอเกนของเมตริกซ์ A และถ้า $a_{ii} = 1$ สำหรับทุก ๆ i เราจะได้ว่า

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n$$

ดังนั้นสมการ (2) จะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อ ทุก ๆ ค่าไอเกนเป็นศูนย์ ยกเว้นค่าหนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับ $n(\lambda_{max})$

2. ในกรณีที่ ค่า a_{ij} ของเมตริกซ์ A ซึ่งเป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ (Reciprocal Matrix) มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่าไอเกนของเมตริกซ์ A ก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยด้วยเช่นกัน

ดังนั้นจากความจริงดังกล่าวข้างต้น ถ้า a_{ii} ของเมตริกซ์ A เท่ากับ 1 สำหรับทุก ๆ i และเมตริกซ์ A เป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ ค่า a_{ij} ที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย จะไม่มีผลทำให้ค่า λ_{max} เปลี่ยนแปลงจากค่า n มากนัก และค่าไอเกนที่เหลือก็ยังคงมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ สำหรับการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยหรือทางเลือกจากเมตริกซ์ ที่ได้จากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหรือทางเลือกต่าง ๆ ในระดับเดียวกัน จะได้จาก

$$A * W = \lambda_{max} * W$$

และค่าที่เป็นตัวชี้ค่าความเบี่ยงเบนของ λ_{max} ไปจาก n จะเท่ากับ

ดัชนีความสอดคล้อง (C.I.) = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

ค่าความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ในระดับเดียวกัน สามารถนำไปเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินปัญหาได้ ก็ต่อเมื่อ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง มีค่าน้อยกว่า 0.1 ทั้งนี้

อัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) = C.I. / R.I.

โดยที่ดัชนีเชิงสุ่ม (Random Index, R.I.) เป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างของเมตริกซ์ส่วนกลับ ที่ใช้เกณฑ์มาตรฐานของค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 1-9 สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนีเชิงสุ่ม ที่ได้จากการทดลองในแต่ละมิติของเมตริกซ์ n = 1 ถึง 10 แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของดัชนีเชิงสุ่มในแต่ละเมตริกซ์ n*n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

3. ตัวอย่าง การตัดสินใจโดยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

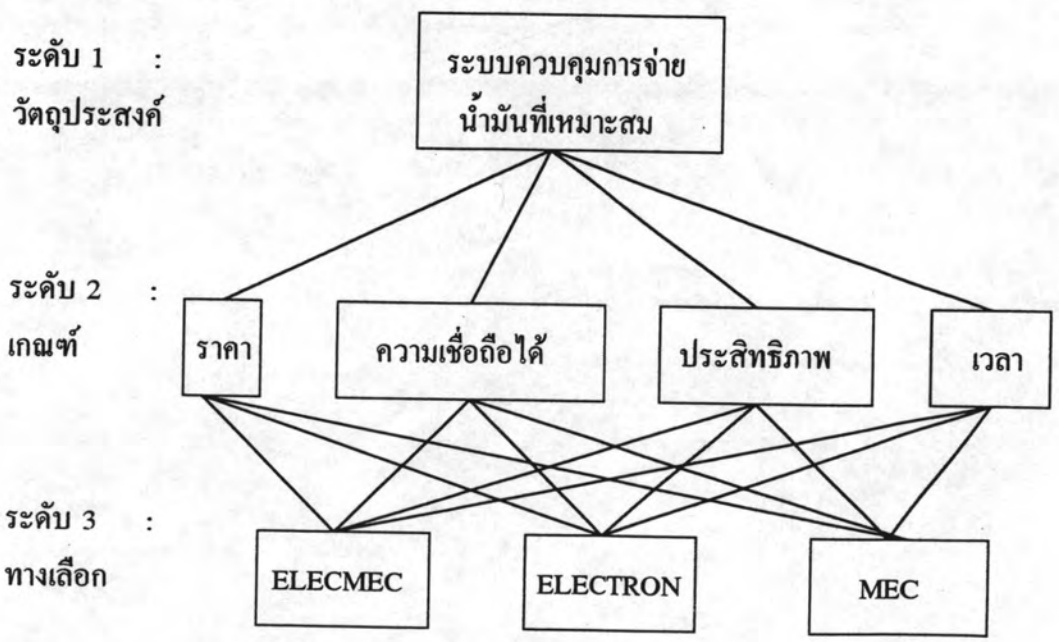
<u>ตัวอย่าง</u> วิศวกรต้องการเลือกระบบควบคุมการจ่ายน้ำมัน สำหรับเครื่องยนต์เครื่องบิน โดยมีทางเลือกให้เลือก 3 แนวทาง คือ

1. Mechanical (MEC)
2. Electromechanical (ELECMEC)
3. Electronic (ELECTRON)

สำหรับเกณฑ์ที่จะใช้พิจารณา ประกอบด้วย 4 เกณฑ์ คือ

1. ราคา
2. เวลา
3. ความเชื่อถือได้
4. ประสิทธิภาพ

เราสามารถเขียนโครงสร้างลำดับชั้นได้ ดังนี้



สำหรับในการประเมินผล เพื่อน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัวอื่น จะใช้คำถามในลักษณะเชิงเปรียบเทียบ เช่น คุณคิดว่าความสำคัญของการที่ได้ราคาต่ำเป็นเท่าไร เมื่อเปรียบเทียบกับการที่จะเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบให้สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่จนครบ (คะแนนความสำคัญดูได้จากตารางที่ 4.2) ก็นำมาสร้างเป็นตารางเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ได้ ดังนี้

	ราคา	ความเชื่อถือได้	ประสิทธิภาพ	เวลา
ราคา	1	1/4	1/3	4
ความเชื่อถือได้	4	1	3	6
ประสิทธิภาพ	3	1/3	1	4
เวลา	1/4	1/4	1/6	1

จากตารางเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เราจะสามารถหาน้ำหนัก (จาก ไอเกนเวคเตอร์) และอัตราส่วนความสอดคล้อง ได้ คือ

$$W = \begin{bmatrix} 0.143 \\ 0.535 \\ 0.263 \\ 0.059 \end{bmatrix}, \quad CR = 0.078$$ (สำหรับอัตราส่วนความสอดคล้องที่จะยอมรับได้จะต้องต่ำกว่า 0.1 ลงมา)

ขั้นต่อมา คือ การทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ของระบบควบคุมเชื้อเพลิงตามเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กำหนด

<u>พิจารณาความเชื่อถือได้</u>

	MEC	ELECMEX	ELECTRON
MEC	1	1	1/3
ELECMEC	1	1	1/2
ELECTRON	3	2	1

ได้ CR = 0.016 W = $\begin{bmatrix} 0.210 \\ 0.240 \\ 0.550 \end{bmatrix}$

ในทำนองเดียวกับความเชื่อถือได้ เมื่อทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ต่อเกณฑ์ที่เหลืออีก 3 เกณฑ์แล้ว เราสามารถสร้างเมตริกซ์ ได้ดังนี้

	MEC	ELECMEC	ELECTRON
ราคา	0.544	0.278	0.178
ความเชื่อถือได้	0.210	0.240	0.550
ประสิทธิภาพ	0.075	0.183	0.742
เวลา	0.458	0.416	0.216

ในที่สุด ทางเลือกที่ดีที่สุด จะได้จากการพิจารณาจากลำดับความสำคัญของเกณฑ์ และน้ำหนักของแต่ละทางเลือก ดังนี้

	ราคา		ความเชื่อถือได้		ประสิทธิภาพ		เวลา
MEC	0.544		0.210		0.075		0.458
ELECMEC = (0.143)	0.278	+ (0.535)	0.240	+ (0.263)	0.183	+ (0.059)	0.416
ELECTRON	0.178		0.550		0.740		0.126

$$= \begin{bmatrix} 0.237 \\ 0.241 \\ 0.522 \end{bmatrix}$$

จากคะแนนที่ได้ จะเห็นว่า ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ระบบควบคุมแบบอิเลคทรอนิค

4. การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์กับงานในด้านต่าง ๆ

จากการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ส่งผลให้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจแบบอเนกวัตถุประสงค์ (Multiple Objective Decision Problem) จากผลการศึกษาของ SHIM (1989) พบว่า จำนวนของการศึกษาการนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ จนถึงปี ค.ศ.1988 แสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ จนถึงปี ค.ศ.1988

	ก่อน ค.ศ.1980	1981-1985	1986-1988
จำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ	21	53	49

และจากจำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ ในวารสารต่าง ๆ ที่แสดงในตารางที่ 4.5 เป็นรูปแบบปัญหาที่ศึกษาเพื่อนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนประเภทของงานที่ได้ศึกษาการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ

รูปแบบของปัญหา	จำนวนประเภทของงาน
1. การวิเคราะห์การตัดสินใจ (Decision Analysis)	9
2. การเงิน (Finance)	9
3. การทำนาย (Forecasting)	4
4. การวิจัยพัฒนาและการเลือกโครงการ (R&D And Project Selection)	3
5. การตลาด (Marketing)	3
6. การวางแผน (Planning)	2
รวม	31

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างบทความที่ได้ศึกษาการนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ

SAATY (1979) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะช่วยผู้ตัดสินใจในการแก้ปัญหาอันซับซ้อน ทางด้านเศรษฐศาสตร์ การเมือง ธรรมชาติ และอื่น ๆ โดยอาศัยกระบวนการวัดภายใต้การจัดลำดับชั้น โครงสร้าง และแบบจำลองเชิงป้อนกลับ และความผสมผสานของกลวิธีทางคณิตศาสตร์เข้ากับการตัดสินใจ

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นทฤษฎีทั่วไปของการวัด ซึ่งใช้เพื่อคิดหาอัตราส่วนจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ (Pair Comparison) ทั้งในเชิง Discrete และ Continuous การเปรียบเทียบดังกล่าว อาจมาจากการวัดจริง หรือจากมาตราส่วนพื้นฐาน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงระดับความเข้มของความสัมพันธ์ของความรู้สึกกับความชื่นชอบ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มีคุณสมบัติพิเศษในเรื่องการวัดความสอดคล้อง ในแต่ละกลุ่มในโครงสร้างกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นวิธีที่มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง ในการแก้ปัญหาทางด้านการตัดสินใจพหุเกณฑ์ การวางแผน และในปัญหาขัดแย้งต่าง ๆ

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ถูกแสดงว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสม และได้ผลให้เกิดมุมมองปัญหาในแง่มุมใหม่ ๆ อาทิเช่น ปัญหาทางสังคม การเมือง การเงิน การตลาด และการพยากรณ์ทางด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค

WIND และ SAATY (1980) ศึกษาการประยุกต์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาใช้ในงานด้านการตลาด เนื้อหาของการศึกษากล่าวถึง กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์โดยย่อ รวมทั้งสรุปความในการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ออกเป็น แปดส่วน ทั้งนี้มีเหตุผลที่ได้ทำการศึกษาเนื่องจากจะใช้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในงานด้านต่าง ๆ เนื้อหาของการศึกษาครอบคลุมถึง

1. การตัดสินใจของผู้บริหาร ในการวางนโยบายเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมาย
2. กำหนดทิศทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่
3. ก่อกำเนิดและประเมินผลกลยุทธ์ที่ใช้ในการตลาด

RAMANUJAM และ SAATY (1981) นำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ในฐานะที่เป็นเทคนิครูปแบบใหม่มาใช้ในงานทางด้านวางแผนและประเมินค่า โดยศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในประเทศกำลังพัฒนา ที่กำลังเผชิญกับ ระบบเศรษฐกิจ สังคมและการเมืองในปัจจุบัน ซึ่งเทคนิคนี้สามารถช่วยประเมิน และเลือกเทคโนโลยีที่จะนำเข้ามา อย่างเหมาะสมสำหรับประเทศนั้น ๆ

EMSHOFF และ SAATY (1982) กล่าวถึง แนวทางในการวางแผนระยะยาว โดยพิจารณาทั้งภายใต้ สถานภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะไปสู่สถานภาพที่ต้องการเป็นในอนาคต และสถานภาพที่ต้องการเป็นในอนาคตแล้วพิจารณาย้อนกลับลงมา การพิจารณาจะกระทำซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งทั้งสองกรณีมีความสอดคล้องกัน วิธีการที่กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ ช่วยให้การวิเคราะห์ทำได้ง่ายขึ้น

ARBEL (1984) เสนอวิธีการใหม่ ในการเลือกระบบไมโครคอมพิวเตอร์ โดยที่วิธีการใหม่นี้ มีพื้นฐานมาจากการนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ในการจัดรูปแบบโครงสร้าง และวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนนี้

VALERIC (1986) ศึกษาการนำวิธีการแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับ ปัญหาการตัดสินใจพหุเกณฑ์ เพื่อที่จะเลือกแนวทางที่เหมาะสมสำหรับปัญหา และลงความเห็นว่า วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และวิธี Simple Multi-attributed Value Function เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ปัญหาในรูปแบบนี้ ทั้งยังชี้ให้เห็นถึง แง่คิดต่าง ๆ ในทางทฤษฎี และทางปฏิบัติของทั้งสองวิธี

VARGAS (1986) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ พัฒนาขึ้นมา โดย SAATY T.L เพื่อใช้ในการวางแผน ในเรื่องกำลังพลทางการทหาร การวางแผนจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่หายาก และในการเจรจาทางการเมือง เรื่องข้อตกลงในการลดอาวุธ ซึ่งในเรื่องเหล่านี้ต้องอาศัยเกณฑ์การตัดสินใจ ที่จับต้องไม่ได้ ภายใต้กระบวนการพหุเกณฑ์ตามที่ได้กล่าวไว้ในทฤษฎีนี้

ARBEL (1987) ได้ตัดสินใจนำผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งซึ่งเป็นเทคโนโลยีชั้นสูงเข้าสู่ตลาดที่มีการแข่งขันกันทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการตัดสินใจในขั้นนโยบายหลักของบริษัท เพราะจะมี

ผลกระทบต่อบริษัทในระยะยาว ทั้งนี้ในการวิเคราะห์เลือกแนวทางการตัดสิน ได้นำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ เพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสม

HARKER (1987) ได้เสนอให้เพิ่ม ไอเกนเวคเตอร์ เข้าไปอีก 2 ตัว ในขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อที่จะทำให้ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกคำตอบ "ไม่รู้" หรือ "ไม่แน่ใจ" ได้ ในบางคำถาม และสามารถประมาณออกมาเป็นน้ำหนักได้ ซึ่งในวิธีนี้ ขั้นตอนในการถามปัญหาจะสั้นลง และการนำเสนอก็จะดีขึ้นด้วย

PENIWATI & HSIAO (1987) ใช้คุณภาพชีวิต (Quality of life) เป็นตัววัดระดับการพัฒนาของประเทศต่าง ๆ โดยเกณฑ์เหล่านั้นประกอบด้วย รายได้ประชาชาติ คุณภาพชีวิตทางด้านกายภาพ เปอร์เซนต์ของรายได้ประชาชาติ ความหนาแน่นของประชากรในเขตเกษตรกรรม สิทธิและเสรีทางการเมือง จำนวนโทรศัพท์/จำนวนประชากร และการละเมิดกฎหมายเกี่ยวกับยาเสพติด โดยเขาจะใช้การวัดเหล่านี้ในการประเมินทั้งหมดเกือบ 24 ประเทศ ซึ่งงานของเขาคล่องตัวขึ้นมาก เมื่อได้นำเอาทฤษฎี กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดย SAATY มาใช้ คือ ใช้ทั้งปัจจัยที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ ร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่ และ ในการจัดระดับประเทศต่าง ๆ

SAATY (1987) ได้เสนองานวิจัย ในเรื่องว่าคนเราเข้าไปเกี่ยวข้องกับความเสี่ยง และความไม่แน่นอนได้อย่างไร โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดลงไปถึงการตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

SAATY and KATZ (1989) ได้เสนอการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์อย่างคร่าว ๆ ทั้งในด้านภาครัฐบาล และภาคเอกชน 7 ตัวอย่างด้วยกัน คือ "ใครจะได้เป็นประธานาธิบดีสหรัฐฯ คนต่อไป" "สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง Superconducting Supercollider" "สายการบินเท็กซัส ควรจะทำอย่างไรกับสายการบินอีสเทิร์น" "ใครควรจะเป็นคนต่อไปที่ได้รับการเปลี่ยนตับที่โรงพยาบาลพิชเบริกต์" "สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจหาน้ำมันในทะเล" "จะทำอย่างไร เพื่อให้เกิดการแข่งขันในอุตสาหกรรมรถยนต์ขึ้น ในประเทศจีน" และ "การเลือกนโยบายที่เหมาะสมในการปรับปรุงงานของสำนักงานจดทะเบียนของที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่"

I 16894571

LIBERATORE (1987) ศึกษาการวิเคราะห์เลือกโครงการ และวิธีในการจัดสรรทรัพยากร ในฐานะปัญหาการตัดสินใจพหุเกณฑ์ ภายใต้การวางแผนระยะยาวของบริษัท ในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ สำหรับการพิจารณาตัดสินใจเลือกโครงการและการจัดอันดับความสำคัญของทางเลือกในโครงการ ในขณะที่การวิเคราะห์ผลประโยชน์ และต้นทุน นำมาใช้วิเคราะห์การตัดสินใจทางด้านการจัดสรรทรัพยากรในโรงงานอุตสาหกรรม

NAM IN-SUK (1990) นำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ หาแนวทางเลือกของเทคโนโลยี ในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลของประเทศเกาหลี รูปแบบของการวิเคราะห์จะพิจารณาถึงการประเมินค่าของปัจจัยต่าง ๆ ภายใต้ปัจจัยในระดับที่สูงกว่า ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึง แนวทางที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศกำลังพัฒนา

THANAPHOL VIRASA (1991) ศึกษาแผนกลยุทธ์ต่าง ๆ ทางด้านการตลาด ที่มีความเป็นไปได้ของบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศไทย ภายใต้ปัจจัยทางด้านความเจริญก้าวหน้า ผลกำไร การผลิต และความรับผิดชอบต่อสังคมของบริษัท ในการศึกษานี้ ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อเลือกแผนกลยุทธ์ทางด้านการตลาดที่เหมาะสมของบริษัท นอกจากนี้ยังนำความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ทั้งทางด้านบวกและลบที่มีผลกระทบต่อปัจจัยมาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย เพื่อความเชื่อถือได้ในการเลือกแผนกลยุทธ์ทางด้านการตลาด

เกษมศักดิ์ มิตรเกษม (2536) กล่าวถึง การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน ช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถแยกแยะความสำคัญของปัจจัย ที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ และความเหมาะสมของทำเลที่เป็นแนวทางเลือกภายใต้ปัจจัยหนึ่ง ๆ ได้อย่างเด่นชัด โดยพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัย หรือแนวทางเลือกเป็นคู่ ๆ นอกจากนี้แล้ว เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ยังสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล โดยใช้หลักการของค่าไอเกนมาช่วยในการวิเคราะห์ทำให้ผลที่ได้เป็นข้อสรุปที่สะท้อนแนวความคิดที่แท้จริงของผู้ตัดสินใจ

5. สรุป

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์หาแนวทางเลือกที่เหมาะสม ในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้น และนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจมาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสม การดำเนินการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ประกอบด้วยหลักการสำคัญสามประการคือ หลักการสร้างรูปแบบปัญหา หลักการใช้ดุลพินิจเชิงเปรียบเทียบ และหลักการวิเคราะห์ความสำคัญก่อนหลัง นอกจากนี้เพื่อประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหา กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้นำทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ มาช่วยตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ โดยใช้คุณสมบัติของเมตริกซ์สอดคล้องและเมตริกซ์ส่วนกลับ วิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง ซึ่งเป็นค่าที่ชี้ให้เห็นความสอดคล้องของข้อมูล

จากการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ส่งผลให้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง และมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจทางด้านต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนระบบขนส่ง การวางแผนการตลาด การวางแผนการดำเนินการของบริษัท และอื่น ๆ