บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีระบบการขนส่งสาธารณะ(ผศ. ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห, 2545)

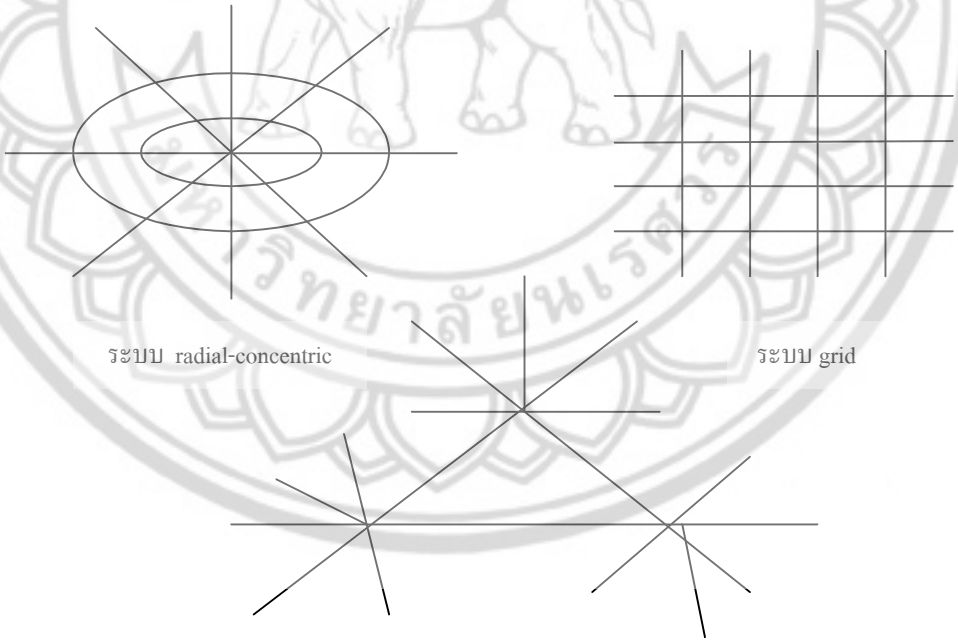
2.1.1 การวางแผนแนวเส้นทาง (route planning)

การวางแผนแนวเส้นทางสำหรับระบบการขนส่งสาธารณะนั้นจะต้องคำนึงถึงระบบการขนส่งสาธารณะ (transit network) ระยะห่างของแต่ละเส้นทาง (the spacing of routes) และรายละเอียดในแต่ละเส้นทาง (detailed route location) โดยทั่วไปแล้ว ระบบการขนส่งสาธารณะดังแสดงในรูป 2.1 แบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1.1.1 ระบบ radial-concentric

2.1.1.2 ระบบ grid

2.1.1.3 ระบบ multicentered



ระบบ radial-concentric

ระบบ grid

ระบบ multicentered

รูปที่ 2.1 ลักษณะของระบบขนส่ง

เส้นทางของระบบการขนส่งสาธารณะในแต่ละเส้นทาง ควรกำหนดให้ผ่านพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้โดยสารสูง สถานที่ที่สำคัญที่ระบบการขนส่งสาธารณะควรกำหนดเส้นทางผ่าน ได้แก่ บริเวณที่เป็นที่พักอาศัย (โดยเฉพาะบริเวณที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ต่ำถึงปานกลาง) บริเวณที่มีจำนวนของผู้สูงอายุอาศัยอยู่มาก โรงเรียน สนามกีฬา บริเวณที่เป็นแหล่งธุรกิจ และย่านห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

สำหรับการกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสารนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงสถานที่สำคัญที่รถโดยสารควรเดินทางผ่านแล้ว ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงสภาพความเหมาะสมของถนน (the suitability of street) ที่รถโดยสารนั้นจะผ่านไปด้วย โดยทั่วไปแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของถนน ดังนี้

ลักษณะทางเรขาคณิต (geometric conditions)

ลักษณะทางเรขาคณิตที่สำคัญต่อการกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสาร คือ โค้งในแนวราบ (Horizontal Curves) ความกว้างของถนน (street width) และลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยก (intersection geometry)

ลักษณะโครงสร้างและความแข็งแรง (structural characteristics)

ลักษณะโครงสร้างและความแข็งแรงของผิวทางเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ผู้ออกแบบต้องนำมาพิจารณาในการกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสาร โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นที่พักอาศัยที่มีความจำเป็นต้องกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสารให้ผ่านเข้าไปในบริเวณดังกล่าว ผู้ออกแบบควรออกแบบมีแผ่นคอนกรีต (port and cement concrete pad) ในบริเวณที่เป็นสถานีหยุดรถ (stop location) เพื่อช่วยในการรองรับรถโดยสารขณะจอดบริเวณสถานีหยุดรถ

ลักษณะทางการจราจร (traffic conditions)

ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงลักษณะทางการจราจรในการกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสาร โดยเฉพาะบริเวณที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น ผู้ออกแบบต้องกำหนดมาตรการเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่รถโดยสาร (bus preference) หากมีความจำเป็นต้องเดินรถในบริเวณถนนเหล่านั้น นอกจากนั้น ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงบริเวณที่ห้ามเลี้ยวและห้ามจอดรถด้วย

2.1.2 จุดหยุดรับส่ง (stop location)

การกำหนดจุดหยดรับส่งเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแนวเส้นทางการเดินรถโดยสารโดยทั่วไปแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงระยะห่างโยประมาณของจุดหยุดรับส่ง ตำแหน่งของจุดหยุดรับส่ง ขนาด และจำนวนของท่าจอดรถ เป็นต้น

ระยะห่างระหว่างจุดหยุดรับส่งผู้โดยสารสามารถกำหนดได้โดยมีค่าขึ้นอยู่กับระยะทางที่ผู้โดยสารจะต้องเดินเพื่อมาใช้บริการรถโดยสาร (walking distance for passengers) โดยทั่วไปแล้วระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจะมีค่ามากขึ้นเมื่อรถโดยสารต้องหยุดบ่อยครั้งขึ้น ระยะเวลาที่เสียไปในการหยุดรถโดยสารบริเวณจุดหยุดรับส่งประกอบด้วยระยะเวลาที่ใช้ไปในการเร่งและชะลอรถ รวมถึงการเปิดและปิดประตู (clearance time) และระยะเวลาที่ผู้โดยสารขึ้นและลงจารถโดยสาร ระหยะห่างระหว่างจุดหยุดรับส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 แห่งในช่วงระยะทาง 1 กิโลเมตร

ตำแหน่งของจุดหยุดรับส่งผู้โดยสารของรถโดยสารบริเวณทางแยก มีอยู่ 3 ตำแหน่ง คือ

2.1.2.1 บริเวณจุดที่ถึงก่อนทางแยก

2.1.2.2 บริเวณจุดที่เลยทางแยกไปแล้ว และ

2.1.2.3 บริเวณช่วงกึ่งกลางของทางแยก

จุดหยุดรับส่งบริเวณกึ่งกลางทางแยกนั้นจะไม่ค่อยนิยมใช้เนื่องจากจะมีผลกระทบกับการเคลื่อนตัวของจราจรมาก โดยทั่วไปแล้วจุดหยุดรับส่งผู้โดยสารที่ถึงก่อนทางแยกจะนิยมใช้กันมาก เนื่องจากสามารถใช้ช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยวซ้ายได้เมื่อไม่มีรถโดยสารจอดรับส่งผู้โดยสาร การออกแบบตำแหน่งของจุดหยุดรับส่งผู้โดยสารที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงผู้โดยสารที่พิการด้วย เช่น ผู้โดยสารที่มีความพิการทางสายตา

ค่าความจุของท่าจอดรถ(Berth Capacity) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.1

$$C_v = \frac{(g/c)3600R}{t_c + (g/c)D} \qquad (2.1)$$

เมื่อ C_v = ค่าความจุของท่าจอดรถ (คัน/ชั่วโมง)

g / C = อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาไฟเขียว(Green Time) ต่อระยะเวลาของสัญญาณไฟใน 1 รอบ(Cycle Length)

R = อัตราส่วนลดตอบแทน Dwelltime และการเปลี่ยนแปลงของการมาถึงของรถโดยสาร(มีค่าระหว่าง 0.4 ถึง 0.833)

t_c = ระยะเวลา Clearance Time (วินาที)

D = ระยะเวลา Dwell Time (วินาที)

ระยะเวลาที่ผู้โดยสารใช้ในการขึ้นรถ (Boarding) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 – 3.0 วินาที/คน และระยะเวลาที่ผู้โดยสารใช้ในการลงรถ(Alighting, Unloading) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 - 2.5 วินาที/คน ในกรณีที่จุดหยุดรับส่งรถโดยสารมีท่าจอดรถหลายท่าอยู่ในบริเวณเดียวกันนั้น ค่าความจุของท่าจอดรถจะมีค่าลดลง เนื่องจากรถโดยสารจะแซงเพื่อมาจอดยังบริเวณท่าจอดที่ว่าง ดังนั้น ท่าจอดรถที่สองและสามจะมีค่าความจุของท่าจอดรถเท่ากับ 85 และ 75 เปอร์เซ็นต์ของท่าจอดรถแรกตามลำดับ

2.1.3 กำหนดการเดินรถ (Route Schedules)

โดยทั่วไปแล้ว กำหนดการเดินรถจะแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาของการเดินทางในแต่ละวัน เช่น ในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้าและตอนเย็น จะมีกำหนดการเดินรถที่มีความถี่สูงกว่าในช่วงเวลากลางวันที่ไม่ใช่ชั่วโมงเร่งด่วน นอกจากนี้ กำหนดการเดินรถอาจแตกต่างไปในช่วงวันทำงานและวันหยุดด้วยกำหนดการเดินรถมีความสำคัญต่อการกำหนดความต้องการของจำนวนรถโดยสารและจำนวนคนขับรถการกำหนดการเดินรถสามารถกำหนดค่าระยะห่างของเวลา(Headway) ได้ดังสมการ

$$h_1 = \frac{ML}{rP} \qquad (2.2)$$

เมื่อ h_1 = ระยะห่างของเวลาของรถที่วิ่งตามกันมาน้อยที่สุด(Capacity Headway)

M = จำนวนที่นั่งทั้งหมดของรถโดยสาร(Bus Seating Capacity)

L = อัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้โดยสารต่อจำนวนที่นั่งทั้งหมด

r = อัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้โดยสารต่อจำนวนผู้โดยสารที่รถโดยสารสามารถ ให้บริการได้(รวมผู้โดยสารยืนด้วย)

P = จำนวนผู้โดยสารที่ต้องการขึ้นรถทั้งหมดตลอดเส้นทางใน 1 ชั่วโมง

$$h_2 = \sqrt{\frac{2\gamma_o\theta}{\gamma_w P}} \qquad (2.3)$$

เมื่อ h_2 = ระยะห่างขงเวลาที่คำนึงถึงค่าต่ำสุดของผลรวมระหว่างค่าดำเนินการกับระยะเวลาที่ผู้โดยสารรอคอยรถโดยสาร

γ_o = ค่าดำเนินการต่อรถโดยสารต่อชั่วโมง(Vehicle - Hour)

θ = ระยะเวลาที่รถโดยสารวิ่งครบ 1 รอบ (Cycle Time)

γ_w = มูลค่าที่ผู้โดยสารรอคอยรถโดยสาร(บาท/ชั่วโมง)

P = จำนวนผู้โดยสารที่ต้องการขึ้นรถทั้งหมดตลอดเส้นทางใน 1 ชั่วโมง

2.1.4 ค่าโดยสาร(Transit Fare)

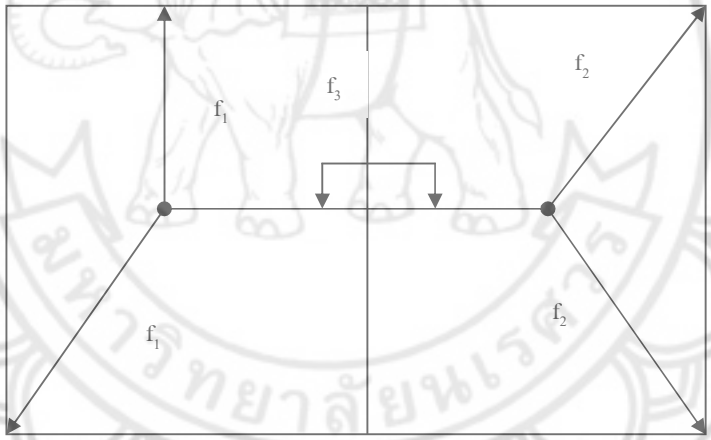
โครงสร้างค่าโดยสารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1.4.1 โครงสร้างค่าโดยสารที่มีค่าโดยสารขึ้นอยู่กับระยะทางการเดินทาง

โครงสร้างค่าโดยสารประเภทนี้จะมีค่าโดยสารเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่ผู้โดยสารเดินทาง(Graduate Fare) หรือเมื่อผู้โดยสารเดินทางข้ามโซน(Zone Fare)

2.1.4.1.1 Graduate Fare Structure คือ โครงสร้างค่าโดยสารที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผู้โดยสารเดินทางผ่านป้ายหยุดรถโดยสารที่เพิ่มขึ้น โครงสร้างค่าโดยสารประเภทนี้ โครงสร้างค่าโดยสารประเภทนี้จะมีความยุ่งยากในการคิดคำนวณและการจัดเก็บเป็นอย่างมาก แต่จะมีความเป็นธรรมต่อผู้ใช้บริการเนื่องจากผู้โดยสารจะจ่ายค่าโดยสารตามระยะทางที่เดินทาง

2.1.4.1.2 Zone Fare Structure คือ โครงสร้างค่าโดยสารที่จัดเก็บตามโซนที่ผู้โดยสารเดินทางและหากผู้โดยสารเดินทางข้ามโซนจะต้องเสียค่าโดยสารอีกอัตราหนึ่งดังในรูป



รูปที่ 2.2 แสดงอัตราค่าโดยสารประเภท Zone Fare

อัตราค่าโดยสาร f_1 สำหรับการเดินทางภายในบริเวณโซน 1

อัตราค่าโดยสาร f_2 สำหรับการเดินทางภายในบริเวณโซน 2

อัตราค่าโดยสาร f_3 สำหรับการเดินทางภายในบริเวณโซน 3

โครงสร้างค่าโดยสารประเภท zone fare นี้ จะจัดเก็บและคิดคำนวณง่ายกว่าโครงสร้างค่าโดยสารประเภท graduate fare แต่จะมีความเป็นธรรมน้อยกว่า เนื่องจากค่าโดยสารไม่ได้แปรเปลี่ยนไปตามระยะทางที่ผู้โดยสารเดินทาง

2.1.4.2 โครงสร้างค่าโดยสารที่ไม่ขึ้นอยู่กับระยะทางการเดินทาง

โครงสร้างค่าโดยสารประเภทนี้ จะมีค่าโดยสารคงที่ตลอดการเดินทาง (Flat fare) โดยไม่ขึ้นอยู่กับระยะทาง นอกจากนี้ ยังมีค่าโดยสารชนิดพิเศษที่ค่าโดยสารไม่ขึ้นอยู่กับระยะการเดินทาง เช่น บัตรผ่านตลอด 1 วัน 3 วัน เป็นต้น นอกจากนี้ ผู้โดยสารบางส่วนยังได้รับการยกเว้นการค่าโดยสารด้วย เช่น พระภิกษุ สามเณร บุรุษไปรษณีย์ในเครื่องแบบ

ตารางแสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างค่าโดยสารประเภท Graduate Fare Structure, Zone Fare Structure, Flat fare

ตาราง 2.1 การเปรียบเทียบโครงสร้างค่าโดยสาร

ลักษณะ	โครงสร้างค่าโดยสาร		
	Flat	Zone	Graduate
ความยุติธรรม	ไม่ดี	ดี	ดีมาก
ดึงดูดความสนใจของผู้โดยสาร	ไม่ดี	ดี	ดีมาก
รายได้	ไม่แน่นอน	ดี	ดีมาก
ง่ายต่อการจัดเก็บ	ดีมาก	ค่อนข้างดี	ไม่ดี
ง่ายต่อการควบคุม	ดีมาก	ปานกลาง	ไม่ดี
ง่ายสำหรับผู้โดยสาร	ดีมาก	ค่อนข้างดี	ไม่ดี

2.1.4.3 วิธีการจัดเจ็บค่าโดยสารสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.4.3.1 ระบบ Exect Fare : เป็นวิธีการจัดเก็บค่าโดยสารที่ผู้โดยสารต้องเตรียมจำนวนเงินให้พอดีกับค่าโดยสาร ถึงแม้ว่าวิธีการจัดเก็บค่าโดยสารประเภทนี้จะสร้างความยุ่งยากให้กับผู้โดยสารเนื่องจากต้องเตรียมจำนวนเงินให้พอดีกับค่าโดยาสาร แต่วิธีการจัดเก็บปะเภทนี้สามารถลดปัญหาการถูกปล้นเงินค่าโดยสาร และสามารถลดระยะเวลาที่ผู้โดยสารใช้ในการขึ้นรถ (Bording Time) ได้

2.1.4.3.2 ระบบ Prepaid Fare: เป็นวิธีการจัดเก็บค่าโดยสารที่ผู้โดยสารต้องจ่ายค่าโดยสารก่อนการเดินทาง โดยทั่วไปแล้ว ผู้โดยสารจะได้รับเหรียญค่าโดยสาร (T0ken) แผ่นเจาะรู (punch card) สมุดตั๋วโดยสาร (Ticket Book) หรือบัตรผ่าน (pass) เมื่อผู้โดยสารจ่ายเงินค่าโดยสารล่วงหน้าก่อนการเดินทาง วิธีการจัดเก็บค่าโดยสารประเภทนี้เอื้ออำนวยให้ทางบริษัทผู้ดำเนินการขนส่งสามารถมีเงินสดไว้เพื่อใช้หมุนเวียนในการดำเนินกิจการได้ด้วย

2.1.4.3.3 ระบบ Postpaid Fare : เป็นวิธีการจัดเก็บค่าโดยสารที่ผู้โดยสารสามารถใช้บริการโดยสารก่อนแล้วจึงจ่ายค่าโดยสารในภายหลัง วิธีการนี้อยู่ในขั้นการพัฒนาและเริ่มนำมาใช้งาน โดยผู้สารสามารถใช้บัตรเครดิตเพื่อบันทึกการเดินทาง และสามารถจ่ายค่าโดยสารหลังจากได้รับใบแจ้งหนี้ ระบบ Postpaid Fare นี้สามารถลดปัญหาการถูกปล้นเงินค่าโดยสารได้

2.1.4.3.4 ระบบ No – Barrier Fare Collection : เป็นวิธีการจัดเก็บค่าโดยสาร โดยอาศัยความซื่อสัตย์ของผู้โดยสารเป็นหลัก กล่าวคือ ผู้โดยสารจะซื้อบัตรผ่านในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ เช่น 1 เดือนหรือ 1 ปี และสามารถขึ้นรถโดยสารไปที่แห่งใดก็ได้ตราบที่บัตรผ่านยังไม่หมดอายุ สถานีรถโดยสารจะไม่มีเครื่องกั้นใดๆ เนื่องจากสันนิษฐานว่าผู้โดยสารทุกคนควรจะแสดงบัตรผ่าน แต่จะมีการสุ่มตรวจเพื่อทำการปรับหากพบว่าผู้โดยสารไม่มีบัตรผ่าน

2.2 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเรียกรูปแบบการเดินทาง

จาก(http://www.sut.ac.th/e-texts/Eng/urbansite%201/Note/lesson5.doc)

ก่อนที่เราจะคาดการว่าการเดินทางจะแบ่งกระจายระหว่างรูปแบบที่มีอยู่ (modes available) เราจะต้องวิเคราะห์บรรดาปัจจัยที่จะมีผลกระทบต่อการเลือกของรูปแบบของการเดินทาง ปัจจัย 2 ตัวแรกที่เกิดขึ้นในใจคือ ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและเวลา-การเดินทางของรูปแบบที่มีอยู่ในการให้บริการเป็นที่ชัดเจนว่ารูปแบบที่มีความรวดเร็วและค่าใช้จ่ายไม่สูงจะดึงดูดผู้เดินทางมากกว่ารูปแบบที่ล่าช้าและค่าใช้จ่ายสูง แต่ยังมีปัจจัยอื่นที่อาจจะสำคัญที่ควรจะมีความได้พิจารณาในการวิเคราะห์ถึงการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง ปัจจัยเหล่านี้ จะรวมทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย สามารถจัดเป็นกลุ่มไว้ได้เป็นใน 3 หลักเกณฑ์กว้าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ลักษณะของผู้เดินทาง

ลักษณะแบบไหนของคนเดินทางที่อาจจะมีผลกระทบต่อการเลือกวิธีการาเดินทางของคนเดินทาง จำนวนรถยนต์ในครัวเรือนและจำนวนคนจะช่วงชิงการใช้รถยนต์เหล่านั้นจะเป็นสิ่งสำคัญ อาชีพและรายได้ก็สามารถที่จะมีผลกระทบต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทาง ผู้คนอยู่ในกลุ่มฐานะการงานและรายได้สูงโดยทั่วไปจะใช้รถประจำทางน้อยมากอายุและเพศของคนเดินทางอาจจะ

มีผลต่อการตัดสินใจต่อการรูปแบบการเดินทางเฉพาะ ดังนั้นจึงมีลักษณะของผู้เดินทางจำนวนหนึ่งที่จะควรพิจารณาในกลุ่มนี้ที่สำคัญคือ

- รายได้ของครอบครัว

- จำนวนรถยนต์ที่มีอยู่ในครัวเรือน
- ระดับการศึกษา
- ขนาดของครอบครัว
- การกระจายอายุของครอบครัว
- ประเภทของที่พำนัก
- ความหนาแน่นของถิ่นที่อยู่
- ระยะทางจากที่พำนักของคนเดินทางถึงศูนย์กลางย่านธุรกิจ

ค่อนข้างแน่นอนว่าในลักษณะเหล่านี้หลายตัวที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน; ตัวอย่างเช่น ผู้คนที่อาศัยอยู่ในย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นโดยทั่วไปจะมีจำนวนรถยนต์น้อยและจำนวนคนในแต่ละครอบครัวจะมีผู้คนน้อยกว่าผู้คนแถวที่อาศัยอยู่ชานเมือง

การใช้ลักษณะจำนวนมากเพื่อประเมินการใช้รูปแบบจะเป็นไปได้ยากในการดำเนินงาน ดังนั้น การค้นหาลักษณะเฉพาะที่อธิบายการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ดีที่สุดพฤติกรรมเป็นสิ่งสำคัญ รายได้และรถยนต์ที่มีอยู่ในครัวเรือนได้มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อจำแนกผู้เดินทาง

2.2.2 ลักษณะเฉพาะของการเดินทาง

การเดินทางสามารถทำได้ในหลายวัตถุประสงค์ เช่นไปทำงานไปซื้อของไปโรงเรียนและไป พักผ่อน คนที่นั่งรถไปทำงานทุกวันอาจจะไม่ต้องการนั่งรถประจำทางไปดูภาพยนตร์ที่ได้นัดกันไว้ในคืนวันศุกร์ระยะการเดินทาง ช่วงเวลาของวันในการเดินทางและทิศทางของการเดินทางภายในย่านชุมชนเมืองก็อาจจะช่วยอธิบายถึงเหตุผลสำหรับการเดินทางเลือกวิธีการหนึ่งต่อวิธีการอื่น ลักษณะการเดินทางที่นำมาได้ใช้อย่างกว้างขวางที่สุดเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์การเลือกใช้รูปแบบการเดินทางคือวัตถุประสงค์การเดินทาง

2.2.3 ลักษณะของระบบการขนส่ง

เป็นที่แน่ชัดว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการพิจารณาว่ารูปแบบการเดินทางที่มีอยู่ ในแต่ละแบบจะดีแค่ไหนในแต่ละระบบการขนส่งที่มีอยู่ตอบสนองต่อความต้องการในการเดินทางของผู้คนทั่วไปอย่างไร หากไม่มีรถประจำทางเดินทางไปตามจุดหมายที่ต้องการ ก็จะต้องมีการเลือกรูปแบบอื่นแทนรถยนต์นั่งมีลักษณะเฉพาะ ขณะที่รถประจำทางและรถไฟมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป คำถามคือ แล้วลักษณะไหนที่มีความสำคัญ เวลาของการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้มีการกล่าวไว้เบื้องต้นจากนี้เราจะทำการพิจารณาเวลาของการเดินทางอย่างละเอียด เวลาของการเดินทางโดยปกติจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

- เวลาขณะอยู่ในรถเป็นจำนวนของเวลาที่ใช้ไปในการเดินทางขณะอยู่ในรถและ
- เวลาส่วนเกินเป็นจำนวนของเวลาที่ใช้ไปภายนอกเวลา (เดิน, เวลาจอดรถ, เวลารอ และเวลาในการเปลี่ยนถ่ายขณะเดินทาง)

การแยกห่างได้รับการตรวจสอบเพื่อ เพราะผู้คนไม่ชอบเวลาที่ใช้ไป และไม่เกี่ยวข้องกว่าการเดินทางกับเวลาที่ใช้ไปในขณะอยู่ในยานพาหนะ นั่นคือเวลาที่เกินไปมีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทางมากกว่าเวลาในการอยู่ในยานพาหนะ

ยังมีลักษณะเฉพาะอื่นของระบบขนส่งที่อาจจะมีผลกระทบต่อรูปแบบการเลือกใช้ความน่าเชื่อถือเป็นสิ่งที่สำคัญ คำถามก็คือคุณมีความมั่นในขนาดไหนว่าจะไปถึงจุดหมายตรงเวลา ระบบจะมีความสะดวกสบายไหมในการให้บริการ ความสะดวกอาจจะรวมถึงการมีที่นั่ง มีการควบคุมอุณหภูมิได้เหมาะสมหรือไม่ หรือมีที่พักสำหรับผู้โดยสารไหม ความเข้าใจในในการเลือกใช้ระบบเดินทางอาจจะเป็นเรื่องสำคัญ หากตารางการเดินรถและเส้นทางประจำทางทำให้นักศึกษา สับสน นักศึกษาอาจจะเลือกนั่งแท็กซี่ การใช้ระบบโดยปราศจากความกลัวต่ออุบัติเหตุหรือห่วงใยต่อความปลอดภัยต่อตนเองก็มีผลกระทบต่อการเลือก บางคนอาจจะวางแนวทาง ให้การเลือกใช้รูปแบบการเดินทางในด้านชื่อเสียงและมีความรู้สึกว่าบางรูปแบบในการเดินทางจะมีความโอ่อ่าน้อยกว่าอีกกลุ่ม

ความจริงแล้วอาจจะยิ่งมีลักษณะของรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ อีกมากที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทางของผู้คน แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ลักษณะต่างๆ เป็นจำนวนมากเพื่อจะประเมินการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง (Modes) จะเป็นการยากในการดำเนินการจริงเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นลักษณะที่กันอย่างกว้างขวางเพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะของการบริการที่จัดให้ไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีอยู่

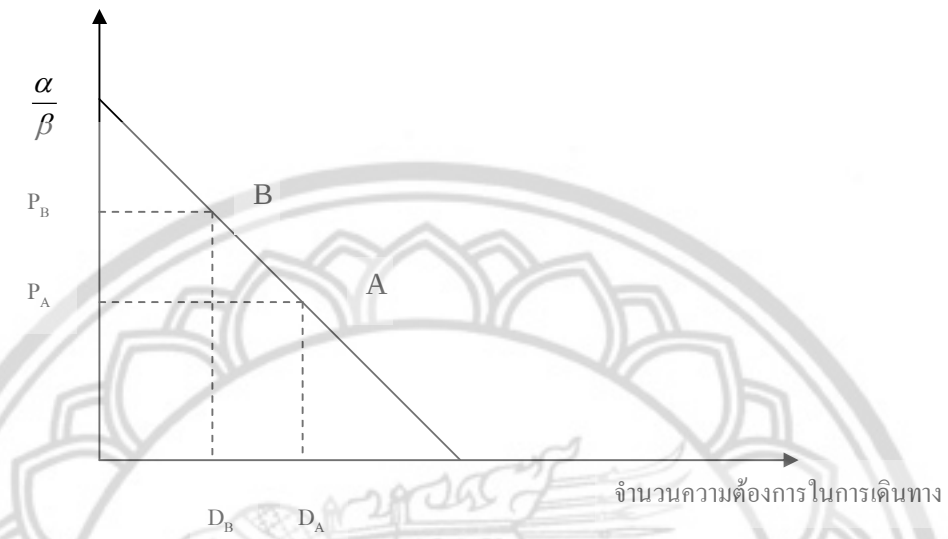
ดังนั้นเราจะทำการวิเคราะห์ว่าผู้คนเลือกรูปแบบการเดินทางหนึ่งจาก ทางเลือกต่าง ๆ ที่มีอยู่โดยจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาคุณลักษณะของคนเดินทาง ของการเดินทางและของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ที่มีอยู่เพื่อใช้บริการ ผู้วางแผนจะต้องตัดสินใจว่าลักษณะเฉพาะอันไหนจะเลือกเพื่อเป็นตัวแทนของรูปแบบที่ทำการตัดสินใจในการเลือกใช้ การเลือกจะดำเนินการภายหลังจากการวิเคราะห์อย่างละเอียดจากข้อมูลรวมของลักษณะต่าง ๆ ที่ประกอบกัน

2.3 หลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมขนส่ง(ผศ. ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห, 2545)

หลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมขนส่ง คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์ในการเดินทาง (ความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสาร) และอุปทานในการเดินทาง (ความสามารถของผู้ประกอบการในการตอบสนองความต้องการในการเดินทาง) ซึ่งในบทนี้ จะกล่าวถึงสมการอุปสงค์และอุปทาน อันเป็นพื้นฐานสำคัญของหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมขนส่งได้แบ่งเนื้อหาสารเกี่ยวกับหลักเศรษฐศาสตร์ดังนี้

2.3.1 อุปสงค์ในการเดินทาง

อุปสงค์ในการเดินทางคือ ความต้องการเดินทางของผู้โดยสาร ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรายได้ของผู้โดยสารและราคาของค่าโดยสาร ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ผู้โดยสารมีรายได้สูงย่อมมีความต้องการที่จะต้องเดินทางมากเพื่อให้ได้มาซึ่งรายได้หรือเพื่อจับจ่ายใช้สอยซึ่งตรงข้ามกับผู้โดยสารที่มีรายได้น้อยย่อมมีความต้องการในการเดินทางน้อยหรือเพื่อจับจ่ายใช้สอยน้อยกว่า ราคาค่าโดยสารก็มีส่วนในการเดินทางด้วยผู้โดยสารจะเดินทางน้อยถ้าค่าโดยสารแพงขึ้น



รูปที่ 2.3 รูปแบบอุปสงค์ในการเดินทาง

จากรูป 1 ความต้องการเดินทางของผู้โดยสารในตำแหน่ง A (D_A) ย่อมมีมากกว่าความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสารที่ตำแหน่ง B (D_B) เนื่องมาจากราคาค่าโดยสารที่ตำแหน่ง A (P_A) มีค่าน้อยกว่าที่ตำแหน่ง B (P_B) ($D_A > D_B$ เพราะ $P_A < P_B$) ดังนั้นสมการอุปสงค์ในการเดินทางสามารถเขียนได้ดังสมการที่1

$$D = \alpha - \beta P \qquad (1)$$

เมื่อ D = จำนวนความต้องการในการเดินทาง

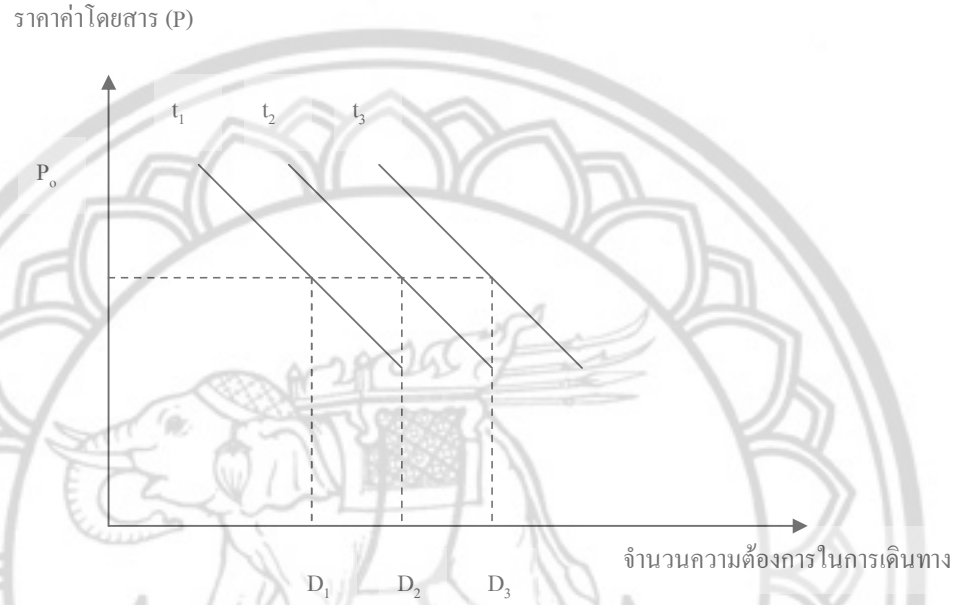
α และ β = ค่าคงที่

P = ราคาค่าโดยสาร

สมการที่ 1 มีค่าความชันเป็นลบ โดยมีค่าเท่ากับ

$$\text{ความชัน} = \frac{D_A - D_B}{P_A - P_B}$$

ค่าความชันที่เป็นลบเป็นตัวบ่งชี้ว่า ราคาค่าโดยสารและปริมาณความต้องการการเดินทางแปรผกผันกัน กล่าวคือ เมื่อราคาค่าโดยสารเพิ่มขึ้น ความต้องการในการเดินทางจะลดลง และเมื่อค่าโดยสารลดลงความต้องการการเดินทางก็จะมากขึ้น

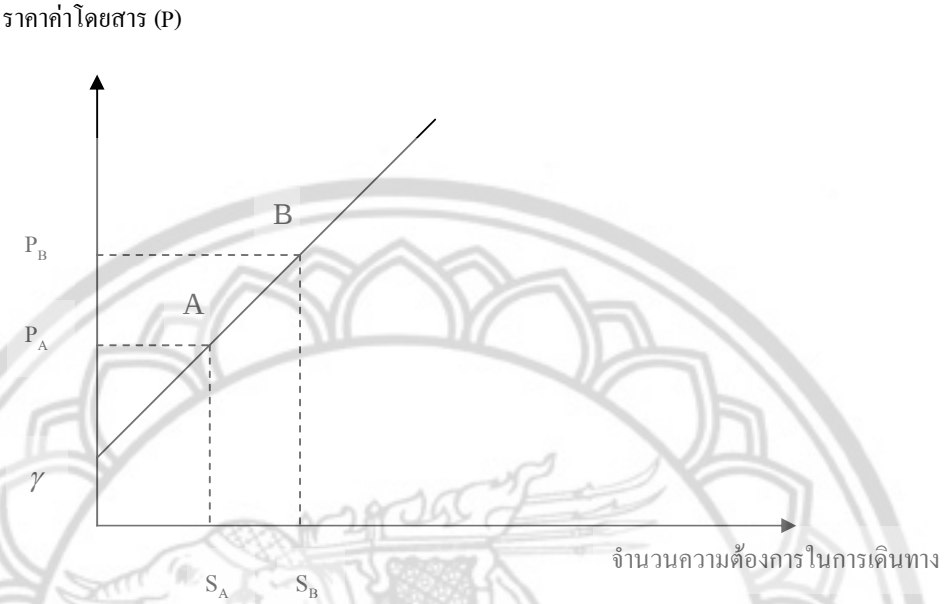


รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเดินทางในช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป

รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโดยสารและปริมาณความต้องการในการเดินทางในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ในราคาค่าโดยสารหนึ่งๆ อาจจะมีความต้องการในการเดินทางเปลี่ยนแปลงได้ ตัวอย่างเช่น ในยุคฟองสบู่ที่ธุรกิจรุ่งเรืองก็จะมีความต้องการเดินทางมากขึ้น ส่วนยุคฟองสบู่แตก คนไม่ต้องการเดินทางถึงแม้จะมีราคาค่าโดยสารเท่าเดิม

2.3.2 อุปทานในการเดินทาง

อุปทานในการเดินทาง คือ ความต้องการในการให้บริการของผู้ดำเนินกิจการด้านขนส่งที่เสนอต่อผู้โดยสารในราคาหนึ่งๆ โดยปกติแล้ว ผู้ดำเนินกิจการด้านขนส่งย่อมมีความต้องการที่จะเสนอการให้บริการแก่ผู้โดยสารในราคาค่าโดยสารในอัตราที่สูงมากกว่าในราคาค่าโดยสารในอัตราที่ต่ำ



รูปที่ 2.5 รูปแบบอุปทานในการเดินทาง

จากรูปที่ 2.5 ปริมาณความต้องการในการให้บริการของผู้ดำเนินการด้านการขนส่งแก่ผู้โดยสาร(S_B) มีค่ามากกว่าที่ตำแหน่ง A(S_A) เนื่องมาจากราคาค่าโดยสารที่ตำแหน่ง B(P_B) มีค่ามากกว่าตรงตำแหน่ง A(P_A) ($S_B > S_A$ เพราะ $P_B > P_A$) สมการอุปทานในการเดินทางสามารถเขียนได้ดังสมการ 2

$$P = \gamma + \theta S \tag{2}$$

เมื่อ P = ราคาค่าโดยสาร

γ และ θ = ค่าคงที่

S = ปริมาณความต้องการในการให้บริการด้านการเดินทาง

สมการที่ 2 มีค่าความเป็นบวก โดยมีค่าเท่ากับ

ความชัน = $\dfrac{S_B - S_A}{P_B - P_A}$

ค่าความชันที่เป็นบวกเป็นตัวบ่งชี้ว่า ราคาค่าโดยสารและปริมาณความต้องการในการให้บริการด้านการขนส่งนั้นแปรผันตามกัน กล่าวคือ เมื่อราคาค่าโดยสารมีค่าเพิ่มขึ้นปริมาณความต้องการในการให้บริการด้านขนส่งจะมีค่ามากขึ้นด้วยและเมื่อราคาค่าโดยสารมีค่าลดลง ผู้ดำเนินกิจการด้านการขนส่งจะมีความต้องการในการบริการน้อยลงด้วย

2.3.3 ความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานในการเดินทาง

การเดินทางจะเกิดขึ้นได้ถ้าผู้โดยสารพอใจในการให้บริการ ทฤษฎีสมดุลยภาพระหว่างอุปสงค์และอุปทานในการเดินทางสามารถนำมาใช้เพื่อกำหนดการให้บริการด้านการขนส่งได้ กล่าวคือ ปริมาณความต้องการเดินทางของผู้โดยสาร (D) จะมีค่าเท่ากับปริมาณความต้องการในการให้บริการของผู้ดำเนินการ (s) ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าปริมาณการเดินทาง (Q) ณ ราคาค่าโดยสารหนึ่ง แสดงความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานในการเดินทาง

2.3.4 การวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ จำนวนเงินที่จะนำมาบวกลบคูณ หาร นั้นจะต้องมีมูลค่า ณ เวลาปัจจุบัน กล่าวคือ จำนวนเงินในอดีตไม่สามารถนำมาบวก ลบ คูณ หาร กับจำนวนเงินในปัจจุบันได้ จำนวนเงินในอดีตจะต้องแปลงค่าเงินให้มีมูลค่าปัจจุบันหรืออนาคตก่อนจึงจะนำมาบวก ลบ คูณ หาร กันได้ หรือในทางตรงข้าม จำนวนเงินในปัจจุบันและอนาคตต้องแปลงมูลค่า ให้มีมูลค่า ณ เวลาปัจจุบัน เพื่อนำมา บวก ลบ คูณ หาร ในปัจจุบันได้

2.4 การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (สุธรรม อรุณ)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุดกระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย

ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่างๆมากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ฯลฯ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ฯลฯ ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ มีดังนี้

- ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม

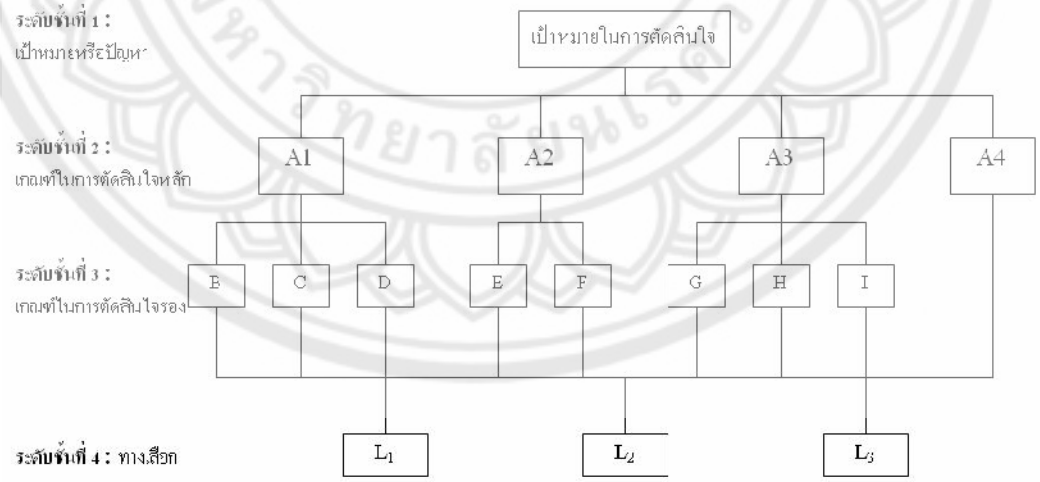
- มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้นเลียนแบบกระบวนความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ

- ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้
- สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
- ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
- ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
- ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

AHP (Analysis Hierarchy Process) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ “ความสำคัญ” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา “น้ำหนัก” ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ “ทางเลือก” ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมี
ขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

2.4.1 สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

แผนภูมิที่ 1 เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้นของ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์”ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้นจำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

2.4.1. การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน

เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราจะต้องหาน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอนดังนี้

สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์การตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

โดยที่ a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย A_i และ Aj มีความสำคัญเท่ากัน
ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย
ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง
ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า a_{ij} =9 หมายถึง ปัจจัย A_i มี ความสำคัญมากกว่า A_j อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างเกินไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น ให้ a_{ij} =2 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญ A_j เล็กน้อย และ a_{ij} = 3 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง เป็นต้น

- คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน
- วัดค่าอคติของเกณฑ์การประเมิน

2.4.3 นำทางเลือก ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน " เกณฑ์ " ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ผมขอยกตัวอย่างการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังนี้

ตัวอย่าง โรงงานแห่งหนึ่งต้องการสั่งซื้อวัตถุดิบจำนวนมากเพื่อใช้ในการผลิต มีร้านค้าเข้ามาเสนอขายวัตถุดิบจำนวน 3 ร้าน คือ ร้าน A B C แต่ละร้านก็มีจุดเด่นที่แตกต่างกันไป ดังนั้นเพื่อให้สามารถตัดสินใจเลือกร้านค้าได้ตรงตามความต้องการในการผลิตมากที่สุด ทางโรงงานจึงได้นำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาช่วยในการตัดสินใจ โดยตั้งเกณฑ์ในการตัดสินใจคือ ราคา คุณภาพของวัตถุดิบ ความตรงต่อเวลาและความน่าเชื่อถือของร้านค้า จากนั้นก็ดำเนินการตัดสินใจตามขั้นตอนดังนี้

2.4.3.1 สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

2.4.3.2. สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ โดยกำหนดมาตราส่วนในการเปรียบเทียบดังนี้

ถ้า a_{ij} =1/3 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญน้อยกว่า A_j

ถ้า a_{ij} = 1 หมายถึง ปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่ากัน

ถ้า a_{ij} =3 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j

จากการกำหนดมาตราส่วนดังกล่าว โรงงานสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆได้ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ

เกณฑ์	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ
ราคา	1	1/3	1	3
คุณภาพ	3	1	3	3
ความตรงต่อเวลา	1	1/3	1	1
ความน่าเชื่อถือ	1/3	1/3	1	1
ผลรวมแนวตั้ง	5.33	2.00	6.00	8.00

โดยค่าตัวเลขต่างๆที่เติมลงไปในตาราง มีความหมายดังนี้

- แถวทแยงมุมของตารางมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบของเกณฑ์ที่

เหมือนกันทำให้มีความสำคัญเท่ากัน เช่น ราคาขายกับราคาขาย หรือคุณภาพวัตถุดิบกับคุณภาพวัตถุดิบเป็นต้น

- แถวที่1 คอลัมน์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1/3 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุดิบ " น้อยกว่า" คุณภาพของวัตถุดิบ
- แถวที่1 คอลัมน์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุ " เท่ากับ " การตรงต่อเวลาของร้านค้า
- แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 3 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุดิบ " มากกว่า" ความน่าเชื่อถือของร้านค้า เป็นต้น

2.4.3.3 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์การประเมิน สามารถทำได้โดยการปรับ "ผลรวม" ของแต่ละคอลัมน์ให้เท่ากับ 1 จากนั้นก็คำนวณผลรวมของแต่ละแถว และหารผลรวมดังกล่าวด้วย " จำนวน" ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งในกรณีนี้คือ 4 (ราคา,คุณภาพ,ความตรงต่อเวลาและความน่าเชื่อถือ)

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ

เกณฑ์	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ	{(ผลรวมแนวนอน)/4} x 100%
ราคา	0.19	0.17	0.17	0.38	23%
คุณภาพ	0.56	0.49	0.49	0.38	48%
ความตรงต่อเวลา	0.19	0.17	0.17	0.12	16%
ความน่าเชื่อถือ	0.06	0.17	0.17	0.12	13%
ผลรวมแนวตั้ง	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

จากผลการคำนวณสรุปได้ว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับ " คุณภาพของสินค้า " มากที่สุด (48.4%) รองลงมาคือ ราคาขายของสินค้า (22.4%) ความตรงต่อเวลา (16.2%) และความน่าเชื่อถือ (13%) ตามลำดับ

นำทางเลือกที่กำหนดไว้ในตอนแรก ซึ่งก็คือร้าน A,B และ C มาเปรียบเทียบผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทีละเกณฑ์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ดังนี้

คุณภาพ	ร้าน A	ร้าน B	ร้าน C
ร้าน A	1	1/3	3
ร้าน B	3	1	3
ร้าน C	1/3	1/3	1
ผลรวมแนวตั้ง	4.33	1.67	7

วัตถุดิบจากร้าน A มีคุณภาพมากกว่าวัตถุดิบจากร้าน C แต่น้อยกว่าร้าน B

ปรับให้ผลรวมของแต่ละคอลัมน์เท่ากับ 1 และหาผลรวมแนวนอน หารด้วยจำนวนตัวเลือกซึ่งในกรณีนี้ คือ 3 (ร้านA,ร้านB,และร้านC)

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์คุณภาพสินค้า

คุณภาพ	ร้าน A	ร้าน B	ร้าน C	{(ผลรวมแนวนอน)/3} x 100%
ร้าน A	0.23	0.20	0.43	29%
ร้าน B	0.69	0.60	0.43	57%
ร้าน C	0.08	0.20	0.14	14%
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	100%

จากผลการคำนวณพบว่า ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจเรื่อง “คุณภาพของสินค้า” ร้านB มาเป็นอันดับหนึ่ง (57%) ร้านA มาเป็นอันดับสอง (29%) และร้าน C มาเป็นอันดับสาม (14 %) จากนั้นทำการเปรียบเทียบในทำนองเดียวกันนี้กับเกณฑ์การตัดสินใจอื่นๆ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบระดับคะแนนของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ

ทางเลือก	ระดับคะแนนของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ			
	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ
ร้าน A	33%	29%	32%	43%
ร้าน B	10%	57%	22%	47%
ร้าน C	57%	14%	46%	10%

จากผลการวิเคราะห์เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทั้งหมด พบว่า แต่ละร้านมีจุดเด่นแตกต่างกันไปกล่าวคือ ร้าน B มีจุดเด่นในเรื่องคุณภาพของวัตถุดิบและความน่าเชื่อถือของร้าน (เช่น การมีชื่อเสียงในทางที่ดี มายาวนาน มีความมั่นคงหรือความซื่อสัตย์ เป็นต้น) แต่ในทางกลับกันก็มีราคาขายสูงที่สุดด้วย ทางด้านร้าน C มาเป็นอันดับ หนึ่งของความตรงต่อเวลาและราคาของวัตถุดิบที่ค่อนข้างถูก แต่คุณภาพต่ำกว่าทั้งสามร้านส่วนร้าน A มีระดับเกณฑ์การตัดสินใจทุกเกณฑ์อยู่กลางๆระหว่างร้าน B และร้าน C ซึ่งขั้นตอนที่ทางโรงงานจะดำเนินการต่อไปคือ การคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือในภาพรวม ดังนี้

ตารางที่ 2.7 ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ทางเลือก	ราคา (22%)	คุณภาพ (48%)	ความตรงต่อเวลา (16%)	ความน่าเชื่อถือ (13%)	ลำดับความสำคัญรวม
ร้าน A	(0.33)(0.22) + (0.29)(0.48) + (0.32)(0.16) + (0.43)(0.13) = 32%				
ร้าน B	(0.10)(0.22) + (0.57)(0.48) + (0.22)(0.16) + (0.47)(0.13) = 39%				
ร้าน C	(0.57)(0.22) + (0.14)(0.48) + (0.46)(0.16) + (0.10)(0.13) = 28%				

ผลลัพธ์จากการคำนวณ ปรากฏว่า ร้าน B มีความน่าสนใจมากที่สุด ตามด้วยร้าน A และร้าน C ตามลำดับ ดังนั้น ทางโรงงานจึงมีเหตุผลสนับสนุนเพียงพอที่จะเลือกร้าน B ในการสั่งซื้อวัตถุดิบ ถึงแม้ว่าวัตถุดิบที่ได้จากร้าน B จะมีราคาสูงกว่าร้านอื่นก็ตาม

2.4 หลักการสุ่มตัวอย่าง (รศ. ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

2.4.1 ข้อมูลประชากร (Population)

หมายถึง กลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาทั้งหมด ซึ่งอาจจะเป็น คน สัตว์ พืช วัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ในการศึกษาความรู้ในการประกอบอาชีพด้านหม่อนไหมของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในเขตภาคอีสานตอนบน ประชากรในที่นี้คือ เกษตรกร ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตจังหวัดต่างๆ ของภาคอีสานต**อนบนใน**การวิจัยเชิงสังคมศาสตร์ ประชากรแบ่งออกได้ 2 ประเภทดังนี้

2.4.1.1 ประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population)

หมายถึงประชากรที่มีปริมาณซึ่งสามารถนับออกมาเป็นตัวเลขได้ครบถ้วนเช่น ประชากร**นิสิต หรือ**นักศึกษา ของมหาวิทยาลัยทุกแห่ง ประชากรของเกษตรกรในภาคกลาง ฯลฯ

2.4.2.1 ประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite population)

หมายถึงประชากรที่มีปริมาณซึ่งไม่สามารถนับจำนวนออกมาเป็นตัวเลขได้ครบถ้วน เช่น **ประชากร**เมล็ดถั่วเหลืองที่จำหน่ายในจังหวัดขอนแก่น ฯลฯ

2.4.2 ขนาดตัวอย่าง (Sample size)

ขนาดตัวอย่างต้องมากพอที่จะเป็นตัวแทนได้ วิธีการประมาณขนาดตัวอย่าง
โดยใช้สูตรของ **TARO YAMANE** ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Nd^2}$$

เมื่อ **n** = ขนาดของหน่วยตัวอย่างกลุ่มเป้าหมาย

N = ประชากรทั้งหมด

D = ระดับความมีนัยสำคัญ

ตัวอย่างเช่น **N = 1,000** คน

D = 0.05

แทนค่า $$n = \frac{1,000}{1+1,000(0.05)^2}$$

$$n = 285.7$$

$$n = 286$$

2.4.3 ประเภทของวิธีการสุ่มตัวอย่าง(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

วิธีการสุ่มตัวอย่างประชากร จำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.4.3.1 การสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยคำนึงถึงความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยประชากรที่จะได้รับการเลือก ซึ่งจะเป็นไปในแบบสุ่มไม่เฉพาะเจาะจง เพื่อนำผลไปใช้สรุปอ้างอิง (Inference) ถึงประชากรเป้าหมาย

2.4.3.2 การเลือกตัวอย่างประชากรโดยไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นของประชากรแต่ละหน่วยที่จะได้รับการเลือก จึงเป็นการเลือกตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง (Purposive sampling) หรือการเลือกตัวอย่างประชากรแบบมีเจตนา ส่วนมากใช้ในการศึกษาที่ไม่สามารถจะกำหนดขอบเขตของประชากรได้แน่นอน มีเวลาและสิ่งอำนวยความสะดวกจำกัด อาศัยการตัดสินใจตามความสะดวกของผู้วิจัยเป็นหลัก เช่น การศึกษาผู้ติดยาเสพติด คนป่วยทางโรคจิตประสาท การเลือกศึกษาเฉพาะนักเรียนโรงเรียน ก. ห้อง ข. เป็นต้น จึงไม่คำนึงถึงการนำผลไปใช้อ้างอิงถึงประชากรเป้าหมาย

2.4.4 วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น

ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะวิธีสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) อันเป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในงานวิจัยซึ่งนิยมใช้กัน 5 วิธี ดังต่อไปนี้

2.4.4.1 วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยของประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยเปิดโอกาสให้หน่วยย่อยของประชากรทุกหน่วยมีสิทธิ์ได้รับการเลือกเท่า ๆ กัน อาจมีบัญชีรายชื่อของประชากรทุกหน่วยแล้วทำการจับสลากหรือใช้ตารางเลขสุ่ม (Random number table) หรือใช้คอมพิวเตอร์สร้างเลขสุ่มจนได้กลุ่มตัวอย่างประชากรครบตามต้องการ

- วิธีจับสลาก นิยมใช้กับประชากรขนาดเล็ก โดยนำสลากแบบเดียวกันมีหลายเลขกำกับ

- วิธีใช้ตารางเลขสุ่ม นิยมใช้รับประชากรขนาดใหญ่ ที่มีบัญชีรายชื่อทุกหน่วยย่อยของประชากรไว้แล้ว มีวิธีการดังนี้

1. กำหนดหมายเลขประจำหน่วยย่อยของประชากรจาก 1 ถึง N

2. กำหนดกฎเกณฑ์การใช้ตารางเลขสุ่ม เช่น สุ่มหลัก (Column) และ แถว (Row) ของตัวเลขเริ่มต้น แล้วอ่านจากซ้ายไปขวา เมื่อจบแถวให้ขึ้นแถวใหม่ต่อไปตามลำดับ เป็นต้น

3. ทำการสุ่มหมายเลขกลุ่มตัวอย่างตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าได้หมายเลขซ้ำก็ตัดออก จนได้จำนวนตัวอย่างครบตามที่ต้องการ

- วิธีใช้คอมพิวเตอร์ วิธีการนี้ใช้คอมพิวเตอร์สร้างเลขสุ่มขึ้นมาโดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งระหว่างหมายเลข 1 ถึง N ให้ได้หมายเลขสุ่มตามจำนวนที่ต้องการ

2.4.4.2 วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยของประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แบบสุ่มเป็นช่วง ๆ โดยดำเนินการดังนี้

- กำหนดหมายเลขประจำหน่วยตามบัญชีรายชื่อของประชากร (Sampling frame)
- คำนวณช่วงของการสุ่ม (n/N)
- ทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้น (Random start)
- นับหน่วยของตัวอย่างนับไปตามช่วงของการสุ่ม (Random interval)

2.4.4.3 วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบจัดประชากรออกเป็นพวกหรือชั้น (Stratum) การแบ่งประชากรเป็นพวกหรือชั้น ยึดหลักให้มีลักษณะภายในคล้ายกันหรือเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) มากที่สุด แต่จะแตกต่างกันระหว่างชั้นมากที่สุด จากนั้นจึงทำการสุ่มจากแต่ละชั้นขึ้นมาทำการศึกษา โดยใช้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่สุ่มขึ้นมาเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

2.4.4.4 วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบที่ประชากรอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ (Cluster) โดยแต่ละกลุ่มมีลักษณะภายในกลุ่มที่หลากหลายหรือมีความแตกต่างในทำนองเดียวกันแต่ระหว่างกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน เช่น กลุ่มเกษตรในหมู่บ้าน กลุ่มนักเรียนในห้องเรียน เป็นต้น จำนวนของกลุ่มต่าง ๆ จะถูกสุ่มขึ้นมาทำการศึกษา เมื่อสุ่มได้กลุ่มใดก็จะนำสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มนั้น ๆ ทั้งหมดมาทำการศึกษา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับครัวเรือนในประเทศไทย เราอาจแบ่งครัวเรือนออกเป็นกลุ่มโดยใช้ตำบลเป็นหลัก แล้วทำการสุ่มตำบล เมื่อสุ่มตำบลแล้ว ก็ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกครัวเรือนที่อยู่ในตำบลที่สุ่มได้นั้น ๆ เป็นต้น ถ้าการจัดกลุ่มของประชากรเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยใช้ท้องที่ทางภูมิศาสตร์ (Geographic subdivision) เป็นหลักการสุ่มตัวอย่างประชากรโดยวิธีนี้ ก็มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Area sampling

2.4.4.5 วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรโดยแบ่งประชากรออกเป็นลำดับชั้นต่าง ๆ แบบลดหลั่น เช่น ภาค จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน เป็นต้น โดยทำการสุ่มประชากรจากหน่วยหรือลำดับชั้นที่ใหญ่ก่อน จากหน่วยที่สุ่มได้ก็ทำการสุ่มหน่วยที่มีลำดับใหญ่รองลงไปทีละชั้น ๆ จนถึงกลุ่มตัวอย่างในชั้นที่ต้องการ การสุ่มแบบนี้จึงมีลักษณะการกระจายเป็นร่างแหที่ขยายออกไปเรื่อย ๆ จนถึงหน่วยที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล ถ้าใช้การสุ่ม 2 ครั้ง ก็เรียก Two-stage sampling ถ้า 3 ครั้ง ก็เป็น Three-stage sampling เป็นต้น

วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยน้ำหนักความน่าจะเป็นทั้ง 5 วิธีที่กล่าวมานี้ มีข้อดีและข้อจำกัดพอสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.8 การปรียบเทียบวิธีการสุ่ม

วิธีการสุ่ม	ลักษณะการสุ่ม	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. วิธีสุ่มแบบง่าย	• สุ่มจากหน่วยย่อยของประชากร • ทำการสุ่มโดยการจับสลาก ใช้ตารางเลขสุ่ม หรือใช้คอมพิวเตอร์	• วิธีการไม่สลับซับซ้อน • ปฏิบัติได้ง่าย	• ต้องมีบัญชีรายชื่อสมาชิกทุกหน่วยของประชากร • ถ้าประชากรขนาดใหญ่ใช้เวลาดำเนินการมาก และมีค่าใช้จ่ายสูง • อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก
2. วิธีสุ่มแบบเป็นระบบ	• สุ่มจากหน่วยย่อยของประชากร • ทำการสุ่มตัวเริ่มต้น และสุ่มตัวอย่างถัดไปตามช่วงของการสุ่ม	• วิธีการไม่สลับซับซ้อน • ปฏิบัติได้ง่าย และสะดวกแม้จะไม่มีรายชื่อสมาชิกทุกหน่วยของประชากร • ถ้าประชากรจัดเรียงไว้อย่างสุ่มวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีสุ่มแบบง่าย	• ถ้าบัญชีรายชื่อของประชากรจัดเรียงอย่างเป็นระบบ อาจทำให้เกิดความลำเอียงในการสุ่ม • ถ้าหน่วยของประชากรมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเป็นวงจรหรือช่วง อาจได้ตัวอย่างที่ลำเอียง
3. วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น	• มีการแบ่งประชากรเป็นชั้น/พวก หรือประชากรย่อยที่มีลักษณะภายในชั้นคล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชั้น • สุ่มตัวอย่างจากแต่ละชั้นหรือประชากรย่อย	• วิธีนี้ช่วยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ • กลุ่มตัวอย่างที่ได้มีความเป็นตัวแทนประชากรย่อย • สามารถเลือกใช้วิธีการสุ่มที่แตกต่างกันในแต่ละชั้น • **มีประสิทธิภาพสูงในเชิงการวิเคราะห์ทางสถิติ**	• การแบ่งประชากรเป็นประชากรย่อยอาจปฏิบัติได้ยาก ขาดขอบเขตที่ชัดเจน • การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความสลับซับซ้อน ถ้าแต่ละชั้นใช้วิธีสุ่มแตกต่างกัน

4. วิธีสุ่มแบบกลุ่ม	• หน่วยย่อยของประชากรอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งมีความหลากหลายภายในกลุ่ม แต่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่ม • สุ่มกลุ่มขึ้นมาทำการศึกษาทั้งกลุ่ม	• ปฏิบัติได้ง่ายและสะดวก แม้จะไม่มีรายชื่อสมาชิกทุกหน่วยของประชากร • สามารถสุ่มโดยใช้พื้นที่เป็นหน่วยของการสุ่ม • ประหยัดค่าใช้จ่ายในการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่อยู่รวมกัน	• ยากที่จะหากลุ่มที่มีลักษณะความหลากหลายภายใน และมีความเท่าเทียมกันระหว่างกลุ่ม • ประสิทธิภาพจะต่ำ ถ้าระหว่างกลุ่มมีความแตกต่างกันมาก
5. วิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน	• ประชากรแบ่งเป็นลำดับชั้นแบบลดหลั่น • สุ่มตามลำดับชั้น จนถึงหน่วยย่อยของประชากรที่ต้องการศึกษา	• ใช้ได้ดีกับประชากรขนาดใหญ่ที่แบ่งเป็นลำดับชั้นลดหลั่น • สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ตามลำดับชั้นจนเป็นภาพรวมได้	• มีค่าใช้จ่ายสูงในการติดตามกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย • การประมาฯ ค่าพารามิเตอร์จะสลับซับซ้อนถ้ามีจำนวนชั้นของการสุ่มมาก