บทที่ 2
การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางในการวิจัยนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก โดยส่วนที่หนึ่งเป็นการทบทวนทฤษฎีค่าความยืดหยุ่น ซึ่งมีเนื้อหาประกอบไปด้วย ทฤษฎีพื้นฐาน วิธีการที่นำมาใช้หาค่าความยืดหยุ่น รวมถึงการประยุกต์ใช้ค่าความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์ความต้องการในการเดินทาง และในส่วนที่สองจะเป็นการทบทวนผลงานการวิเคราะห์ค่าความยืดหยุ่นที่ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้ในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาหาแนวทาง และกำหนดระเบียบวิธีการวิจัยให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาต่อไป

2.1 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับค่าความยืดหยุ่น

เป็นที่ทราบกันดีว่า การเปลี่ยนแปลงระดับของการให้บริการในระบบขนส่งมวลชนนั้นจะส่งผลกระทบต่อระดับความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสาร การเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การปรับขึ้นราคาค่าโดยสาร การเปลี่ยนแปลงความถี่ในการให้บริการ มีอิทธิพลทำให้ผู้โดยสารมีการตอบสนองต่อระบบในรูปของความต้องการในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาและวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของความต้องการสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวัดการตอบสนองของผู้เดินทางเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการของระบบ และสามารถนำไปหาความต้องการในการเดินทางได้ในท้ายที่สุด

ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการ คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของความต้องการต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่สนใจ โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 2.1

$$\varepsilon_{Dx} = \frac{\partial D/\partial x}{D_0/x_0} = \frac{\partial D/D_0}{\partial x/x_0} \qquad (2.1)$$

โดยที่ ε_{Dx} = ความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปร x

D_0 = ความต้องการก่อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สนใจ

x_0 = ตัวแปรที่สนใจในสภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง

$\frac{\partial D}{\partial x}$ = อนุพันธ์ของ D เทียบกับ x

สมการที่ 2.1 เป็นรูปแบบของค่าความยืดหยุ่นแบบจุด (Point Elasticity) เนื่องจากเป็นการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากจุดที่กำหนด (D_0, x_0) ซึ่งเป็นจุด ๆ หนึ่งที่อยู่บนเส้นโค้งของความต้องการ (Demand Curve) ถ้าตำแหน่งของจุดดังกล่าวเปลี่ยนตำแหน่งไป ค่าความยืดหยุ่นที่ได้ก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย อนึ่งการใช้รูปแบบของค่าความยืดหยุ่นแบบจุดในการหาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทางนั้นจะต้องทราบฟังก์ชันของความต้องการเสียก่อน ไม่เช่นนั้นแล้วจะไม่สามารถหาอนุพันธ์ของความต้องการเทียบกับตัวแปรที่สนใจได้

รูปแบบต่อมาที่สามารถนำมาใช้ในการหาค่าความยืดหยุ่นได้แก่ การหาค่าความยืดหยุ่นแบบเส้นโค้ง (Arc Elasticity) ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลจากจุดสองจุดบนเส้นโค้งของความต้องการ ที่แสดงถึงสถานการณ์ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยสามารถเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 2.2

$$\varepsilon_{Dx} = \frac{\log D_1 - \log D_0}{\log x_1 - \log x_0} = \frac{\Delta \log D}{\Delta \log x} \qquad (2.2)$$

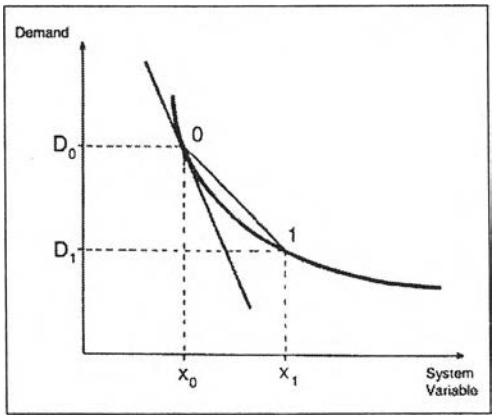
โดยที่ D_0 = ความต้องการในการเดินทางก่อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สนใจ

x_0 = ตัวแปรที่สนใจในสภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง

D_1 = ความต้องการในการเดินทางหลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สนใจ

x_1 = ตัวแปรที่สนใจในสภาพหลังการเปลี่ยนแปลง

การใช้รูปแบบความยืดหยุ่นแบบจุดและความยืดหยุ่นแบบเส้นโค้งนั้นค่าที่ได้จะแตกต่างกันถ้าฟังก์ชันของความต้องการมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง โดยค่าความยืดหยุ่นแบบจุดจะเป็นความชันของเส้นโค้ง ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่นแบบเส้นโค้งจะเป็นความชันของเส้นเชื่อมระหว่างจุดสองจุดบนเส้นโค้ง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างค่าความยืดหยุ่นแบบจุดและค่าความยืดหยุ่นแบบเส้นโค้ง

ที่มา: Mullen (1975)

นอกเหนือจากค่าความยืดหยุ่นทั้งสองรูปแบบข้างต้นแล้ว ยังมีวิธีที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความยืดหยุ่นได้อีก 2 รูปแบบได้แก่ การวัดค่าความยืดหยุ่นโดยใช้อัตราส่วนการลดลง (Shrinkage Ratio) ซึ่งเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 2.3

$$\varepsilon_{Dx} = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \div \frac{x_1 - x_0}{x_0} = \frac{\Delta D / D_0}{\Delta x / x_0} \qquad (2.3)$$

และการวัดค่าความยืดหยุ่นแบบจุดกึ่งกลาง (Midpoint Elasticity) ดังสมการที่ 2.4

$$\varepsilon_{Dx} = \frac{(D_1 - D_0)}{(D_1 + D_0)/2} \div \frac{(x_1 - x_0)}{(x_1 + x_0)/2} \qquad (2.4)$$

จากรูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น การจะนำค่าความยืดหยุ่นรูปแบบใดไปใช้งานนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อมูลที่มีอยู่ รวมถึงลักษณะของการนำไปใช้งาน

2.2 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทาง (Travel Demand Elasticity)

การศึกษาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางนั้น เป็นการวัดความอ่อนไหว (Sensitivity) ของความต้องการในการเดินทางเมื่อระบบหรือสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่นความต้องการของผู้โดยสารในการใช้ระบบขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปตามการปรับเปลี่ยนราคาค่าโดยสาร เป็นต้น ซึ่งค่าความยืดหยุ่นเป็นข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วางแผนระบบขนส่งในการทราบถึงแนวโน้มของจำนวนผู้โดยสารก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงระบบ

Kemp (1973) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทาง และได้แบ่งประเภทของค่าความยืดหยุ่นออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

- Income Elasticity ซึ่งเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับความต้องการเดินทางเมื่อรายได้ของผู้เดินทางมีการเปลี่ยนแปลง

- Direct Price Elasticity เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับความต้องการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง i เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในต้นทุนที่จะต้องเสียไปในการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง i โดยตัวแปรที่แสดงถึงต้นทุนที่ต้องเสียไปในการเดินทางนั้นสามารถจำแนกออกในรูปของตัวเงิน เช่น ราคาค่าโดยสาร เป็นต้น หรือในรูปของเวลา เช่น เวลาในการรอคอย เวลาในการเดินทาง เป็นต้น และในรูปที่เป็นความรู้สึกของผู้เดินทางซึ่งวัดได้ยาก เช่น ความสะดวกสบายในการเดินทาง เป็นต้น

- *Cross Elasticity* เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับความต้องการในการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง i เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในต้นทุนที่จะต้องเสียไปในการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง j ตัวอย่างในกรณีของ Cross Elasticity เช่น การศึกษาความต้องการที่เปลี่ยนไปของผู้ใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันซึ่งเป็นต้นทุนหลักของการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล เป็นต้น

การศึกษาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทางนั้น มีข้อพิจารณาหลักอยู่ด้วยกัน 3 ประการ (Meyer and Miller, 1984) ประการแรกคือ มีตัวแปรประเภทใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อความต้องการในการเลือกใช้บริการของผู้เดินทาง ประการที่สอง ตัวแปรประเภทดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความต้องการในลักษณะที่ทำให้ความต้องการมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลง และประการสุดท้าย ตัวแปรประเภทนั้นจะส่งผลกระทบต่อปริมาณของความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาผลงานที่ผ่านมาในอดีตพบว่า ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของระบบและนิยมนำมาใช้ในการศึกษาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทางนั้น สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม กลุ่มแรกได้แก่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับราคาค่าโดยสาร กลุ่มที่สองเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับการให้บริการ และกลุ่มที่สามเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง

2.2.1 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสาร (Fare Elasticity)

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับราคาค่าโดยสารเป็นตัวแปรที่สำคัญและมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการใช้ระบบขนส่ง รวมถึงเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการวางแผนของระบบ ในอดีตที่ผ่านมามีรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในเรื่องดังกล่าวมากมาย และผลงานส่วนใหญ่ให้ผลที่ตรงกันว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะมีผลทำให้ความต้องการในการเดินทางด้วยระบบขนส่งดังกล่าวลดลงร้อยละ 0.33 นั่นคือค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ −0.33 (Cervero, 1990) แต่ค่าดังกล่าวเป็นการศึกษาความต้องการในระดับรวม (Aggregate) เมื่อทำการศึกษาลึกลงไปในระดับย่อย (Disaggregate) พบว่าค่าความยืดหยุ่นที่ได้นั้นจะมีค่าแตกต่างกันตามสถานการณ์การเดินทาง เช่น ค่าความยืดหยุ่นของผู้เดินทางที่มีวัตถุประสงค์ในการเดินทางไปทำงาน (Work Trip) จะมีค่าสัมบูรณ์ที่น้อยกว่าผู้เดินทางที่เดินทางไปซื้อของ (Shopping Trip) เป็นต้น ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของการศึกษาค่าความยืดหยุ่นที่มีต่อตัวแปรราคาค่าโดยสารในระดับแยกย่อย

ตารางที่ 2.1 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารในระดับแยกย่อย

จุดมุ่งหมายในการเดินทาง	
ไปทำงาน	-0.10 ± 0.04
ไปซื้อของ	-0.23 ± 0.06
กลุ่มรายได้	
น้อยกว่า $5,000	-0.19 ± 0.10
$5,000-$14,999	-0.25 ± 0.11
มากกว่า $15,000	-0.28 ± 0.13
ช่วงเวลาของวัน	
ช่วงเวลาเร่งด่วน	-0.17 ± 0.09
นอกช่วงเวลาเร่งด่วน	-0.40 ± 0.26
ค่าเฉลี่ยตลอดวัน	-0.29 ± 0.19

ที่มา: Meyer and Miller (1984)

2.2.2 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการ (Service Elasticity)

ระดับการให้บริการของระบบเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้เดินทางนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ระบบขนส่ง Cervero (1990) ได้กล่าวว่าผู้เดินทางในระบบขนส่งจะมีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงต่อระดับการให้บริการมากกว่าการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารถึงประมาณสองเท่า นั่นคือนโยบายในการดึงดูดผู้เข้ามาใช้บริการด้วยการเพิ่มระดับการให้บริการจะมีผลดีมากกว่าการลดราคาค่าโดยสาร ระดับการให้บริการที่ดีจึงเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งซึ่งสามารถทำให้ระบบขนส่งสาธารณะสามารถแข่งขันกับรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลได้

โดยทั่วไปตัวแปรที่นิยมนำมาใช้เป็นตัววัดระดับของการให้บริการมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท ได้แก่ตัวแปรที่เกี่ยวกับความถี่ในการให้บริการ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปช่วงห่างของเวลาระหว่างรถโดยสารสองคัน (Headway) หรือระยะทางของการให้บริการ (Vehicle-miles) และตัวแปรที่เป็นต้นทุนการเดินทางที่อยู่ในรูปของเวลา ได้แก่เวลาที่เสียไปในการเดินทาง (Total Travel Time) ซึ่งสามารถจะแบ่งย่อยออกเป็นเวลาในการเดินทางเข้าสู่ระบบ (Access Time) เวลารอคอย (Waiting Time) และเวลาในการเดินทางขณะอยู่บนรถ (In-vehicle Time)

- **Headway Elasticity** เป็นค่าที่จะบ่งบอกถึงความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของการให้บริการที่อยู่ในรูปของช่วงเวลาที่ห่างกันระหว่างรถโดยสารที่จะเข้ามายังสถานี ซึ่งเป็นค่าความยืดหยุ่นที่มีความแปรผันค่อนข้างมาก โดยที่เหตุผลส่วนหนึ่งอาจจะมาจากในแต่ละเส้นทางจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันออกไป แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะมีค่าประมาณสำหรับทุกช่วงเวลาเท่ากับ -0.47 ± 0.17

(Lago, Mayworm and McEnroe, 1981) ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของ Headway Elasticity จำแนกตามระดับการให้บริการ (ซึ่งจำแนกโดย Headway ของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง) และช่วงเวลาของวัน

ตารางที่ 2.2 ค่า Headway Elasticity จำแนกตามระดับการให้บริการและช่วงเวลาของวัน

Original Service Level[a]	Peak Hours	Off-Peak Hours	Weekends	All Hours	Aggregate Values
High	-0.27 ± 0.14 (2 cases)	-0.27 ± 0.09 (3 cases)	-0.22 (1 cases)	-0.25 (1 cases)	-0.27 ± 0.10 (7 cases)
Medium	NA	-0.49 ± 0.20 (3 cases)	0.43 ± 0.16 (3 cases)	NA	-0.46 ± 0.18 (6 cases)
Low	-0.58 (1 cases)	-0.71 ± 0.11 (3 cases)	NA	-0.51 ± 0.20 (6 cases)	-0.58 ± 0.19 (10 cases)
Aggregate Value	-0.37 ± 0.19 (3 cases)	-0.46 ± 0.26 (9 cases)	-0.38 ± 0.17 (4 cases)	-0.47 ± 0.21 (7 cases)	-0.44 ± 0.22 (23 cases)

[a] ระดับการให้บริการจำแนกเป็น High: มี Headway น้อยกว่า 10 นาที; Medium: มี Headway เท่ากับ 10 ถึง 50 นาที; Low: มี Headway มากกว่า 50 นาที

ที่มา: Lago et al. (1981)

- **Vehicle-miles Elasticity** นอกเหนือจากความถี่ของการให้บริการแล้ว ความสามารถในการเข้าถึงระบบก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผู้โดยสารในการเดินทาง โดยตัวแปรที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวจะอยู่ในรูปความหนาแน่นของยานพาหนะต่อเส้นทาง (Route Density) พื้นที่บริการ (Area of Coverage) และช่วงเวลาที่ให้บริการ (Hours of Service) แต่เพื่อที่จะเป็นตัวแทนของระดับการให้บริการต่อผู้โดยสารของระบบได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงรวมความสามารถในการเข้าถึงระบบและความถี่ในการให้บริการ และวัดรวมโดยที่อยู่ในรูปของจำนวนคัน-ระยะทาง (Vehicle-miles) ของระบบ จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตพบว่า Vehicle-miles Elasticity จะมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 0.61 ± 0.31 แต่จะมีความผันแปรโดยขึ้นอยู่กับระดับการให้บริการของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงและระดับการให้บริการที่เพิ่มเข้าไป (Lago et al., 1981) ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ Vehicle-miles Elasticity จากการศึกษาในแต่ละเมืองของสหราชอาณาจักร

ตารางที่ 2.3 ค่า Vehicle-miles Elasticity ในเมืองต่าง ๆ ของสหราชอาณาจักร

เมือง	Vehicle-miles Elasticity
Coventry	+0.82
Leeds	+1.01
Derby	+0.52
Portsmouth	+0.63
Cardiff	+0.97
Northampton	+0.70
Plymouth	+1.19
Glasgow	+0.22
Bradford	+0.42
Sheffield	+0.35
Southampton	+0.27
Leicester	+0.30
All Town	+0.63

ที่มา: Mullen (1975)

- **Travel Time Elasticity** เวลาที่ใช้ในการเดินทางเป็นเป็นสิ่งที่ผู้โดยสารให้ความสำคัญในการเลือกรูปแบบของการเดินทาง และเป็นตัวแปรที่ใช้วัดระดับการให้บริการของระบบได้เป็นอย่างดี แต่ด้วยเหตุผลเนื่องจากข้อจำกัดในด้านการเก็บข้อมูล ซึ่งการเก็บข้อมูลที่เป็นเวลาในการเดินทางของผู้โดยสารนั้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากลำบาก การศึกษา Travel Time Elasticity ที่มีอยู่จึงมักจะมาจากการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบในการเดินทาง (Mode Choice Analysis) และตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เวลาในการเดินทางจะแบ่งออกเป็นเวลาในช่วงต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละช่วงจะมีอิทธิพลต่อความต้องการแตกต่างกัน เช่น ผู้โดยสารจะให้ความสำคัญกับเวลาในการรอคอยรถโดยสารมากกว่าเวลาในการเดินทางขณะที่อยู่บนรถ เป็นต้น ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางรวม และตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางช่วงต่าง ๆ

นอกจากการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการเดินทางจะมีผลต่อความต้องการใช้บริการในรูปแบบการเดินทางเดียวกันแล้ว ยังมีผลกระทบของเวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย ตารางที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของ Cross Elasticities ที่ได้รับอิทธิพลจากเวลาในการเดินทางสำหรับรูปแบบต่าง ๆ อันได้แก่ รถโดยสาร รถไฟ และรถยนต์ส่วนบุคคล

ตารางที่ 2.4 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางรวม (Total Time Elasticity)

Total Time Elasticity		
Bus (Non-Experimental)		
Peak	-1.03 ± 0.13	(2 cases)
All hours	-0.92 ± 0.37	(2 cases)
Bus and rapid rail (Non-Experimental)		
Off-peak	-0.59	(2 cases)

ที่มา: Meyer and Miller (1984)

ตารางที่ 2.5 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางช่วงต่าง ๆ

In-vehicle Time Elasticity		
Bus (Quasi-Experimental)		
Peak	-0.29 ± 0.13	(9 cases)
Off-peak	-0.83	(1 cases)
Bus (Non-Experimental)		
Peak	-0.68 ± 0.32	(7 cases)
Off-peak	-0.12	(1 cases)
Rapid rail (Non-Experimental)		
Peak	-0.70 ± 0.10	(2 cases)
Bus and rapid rail (Non-Experimental)		
Peak	-0.30 ± 0.10	(2 cases)
All hours	-0.27	(1 cases)
Commuter rail (Non-Experimental)		
All hours	-0.59 ± 0.28	(9 cases)

Walk Time Elasticity		
Bus (Non-Experimental)		
Peak	-0.26	(1 cases)
Off-peak	-0.14	(1 cases)
Bus and rapid rail (Non-Experimental)		
Peak	-0.20 ± 0.07	(4 cases)
Off-peak	-0.21	(1 cases)
All hours	-0.54	(1 cases)

ที่มา: Meyer and Miller (1984)

ตารางที่ 2.5 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางช่วงต่าง ๆ (ต่อ)

Total out-of-vehicle Time Elasticity		
Rapid rail (Non-Experimental)		
All hours	-0.59 ± 0.15	(3 cases)

ที่มา: Meyer and Miller (1984)

ตารางที่ 2.6 ค่า Cross Elasticities ที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทาง

Changes in	Demand for		
	Bus	Rail	Auto
Bus			
In-vehicle time			
(Peak)		0.23[b], 0.23[c]	0.15[a], 0.14[b]
(Off-peak)			0.05[e], 0.04[f], 0.10[d], 0.08[f]
Out-of-vehicle time (Peak)			0.37[d]
Walk time (Peak)			0.01[e]
Wait time		0.06[b]	
(Peak)			0.06[a], 0.05[b]
(Off-peak)			0.03[e], 0.01[e]
Transfer time (Peak)		0.09[b]	0.09[a], 0.07[b]
Rail			
In-vehicle time (Peak)	0.13[b]		0.10[b]
Out-of-vehicle time (Peak)	1.00[c]		
Wait time (Peak)	0.03[b]		0.02[b]
Transfer time (Peak)	0.16[b]		0.11[b]
Auto			
In-vehicle time			
(Peak)	0.39[a], 0.36[b]	0.84[c]	
(Off-peak)	0.27[f], 0.25[e], 0.06[e]		
Parking time			
(Peak)	0.82[e]		
(Off-peak)	1.40[e]		

[a] 2-mode-choice logit model using household cross-sectional data (1974)

[b] 3-mode-choice logit model using household cross-sectional data (1974)

[c] constrained least-squares regression using household cross-sectional data (1973)

[d] constrained least-squares regression using household cross-sectional data (1968)

[e] multinomial mode-choice logit model estimated from household cross-sectional data (1976)

[f] n-dimentional logit model estimated from household cross-sectional data (1972)

ที่มา: Lago et al. (1981)

จากตารางที่ 2.6 จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางของรถโดยสารและรถไฟ จะมีผลกระทบต่อความต้องการในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลน้อยมาก แต่ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงเวลาในการเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลจะมีผลกระทบต่อความต้องการในการใช้รถโดยสารมากกว่า เช่น ถ้าเวลาที่ใช้ในการจอดรถเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ความต้องการในการใช้รถโดยสารจะมีเพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 1.40 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการควบคุมและจำกัดปริมาณการจราจร (Traffic Demand Management) ในการส่งเสริมให้ผู้คนหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะกันมากขึ้น

- **ตัวแปรที่เกี่ยวกับระดับการให้บริการอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อความต้องการในการเดินทาง (Other Service Attributes)** นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางแล้วตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสะดวกสบาย (Comfort) ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability) หรือจำนวนครั้งในการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะ (Number of Transfer) ก็มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้ระบบขนส่งสาธารณะ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้เป็นปัจจัยหลักและการนำมาวิเคราะห์อาจจะทำได้ลำบาก แต่ก็เป็นสิ่งที่ผู้เดินทางจะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อเลือกรูปแบบการเดินทางที่เหมาะสม ตารางที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งและเวลาที่จะต้องใช้ไปในการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะ

ตารางที่ 2.7 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะ

Transfer Time Elasticity		
Bus and rapid rail (Non-Experimental)		
Peak	-0.40 ± 0.18	(3 cases)
Number of Transfers Elasticity		
Bus and rapid rail (Non-Experimental)		
Off-Peak	-0.59	(1 cases)

ที่มา: Meyer and Miller (1984)

2.2.3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของผู้เดินทาง (Characteristic of Traveler)

ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทางมีอิทธิพลต่ออัตราการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและค่าความยืดหยุ่น โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น

- **รายได้ (Income)** โดยทั่วไปถ้าคนมีรายได้เพิ่มขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะเดินทางถี่ขึ้น แต่แนวโน้มของการใช้ระบบขนส่งสาธารณะจะลดลง เนื่องจากคนมีรายได้สูงย่อมจะมี

โอกาสในการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลมากกว่าคนมีรายได้ต่ำ อัตราการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและค่าความยืดหยุ่นจึงมีแนวโน้มลดลงตามรายได้ของผู้เดินทาง

- **ลักษณะการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล (Automobile Ownership)** โดยส่วนใหญ่ ผู้ที่ใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะมักจะไม่มีรถยนต์ส่วนบุคคลในครอบครอง ผลการสำรวจใน New York โดย Nationwide Personal Transportation Survey (NTPS) ในปี 1990-1991 พบว่าในครัวเรือนที่ไม่มีรถยนต์ส่วนตัวจะใช้บริการขนส่งสาธารณะเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 81.9 ของจำนวนการเดินทางทั้งหมด ครัวเรือนที่มีรถยนต์ 1 คันจะใช้บริการขนส่งสาธารณะร้อยละ 28.6 และครอบครัวที่มีรถยนต์ 2 คันจะเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะเพียงร้อยละ 14.1 (Black, 1995) กลุ่มผู้เดินทางที่สามารถครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลจึงเป็นกลุ่มที่มีค่าความยืดหยุ่นในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีรถยนต์ แต่ลักษณะดังกล่าวอาจจะมีข้อยกเว้นในกรณีที่ผู้เดินทางซึ่งมีรถยนต์ส่วนตัวในครอบครองเลือกใช้ระบบขนส่งสาธารณะเนื่องจากได้รับความสะดวกมากกว่า เช่น จุดต้นทางและปลายทางอยู่ใกล้บริเวณสถานีขนส่ง เป็นต้น (Black, 1995) ลักษณะการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลถึงแม้จะมีความสัมพันธ์กันกับรายได้ แต่ตัวแปรทั้งสองดังกล่าวก็จะมีผลกระทบที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Effects) โดยผู้เดินทางที่มีระดับรายได้เท่ากัน ผู้ที่ไม่มีรถยนต์ส่วนบุคคลในครอบครองก็มีแนวโน้มจะใช้บริการขนส่งสาธารณะมากกว่า หรือผู้เดินทางที่มีจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลในครอบครองเท่ากัน ผู้ที่มีรายได้มากกว่าก็จะมีแนวโน้มใช้บริการขนส่งสาธารณะน้อยกว่า

- **เพศ (Gender)** ปัจจัยด้านเพศของผู้เดินทางส่งผลต่ออัตราการใช้ระบบขนส่งสาธารณะอาจจะด้วยลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันหรือเหตุผลในเรื่องค่านิยม โดยจากข้อมูลของ NTPS พบว่าผู้เดินทางที่เป็นเพศหญิงจะมีสัดส่วนในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะน้อยกว่าผู้เดินทางที่เป็นเพศชายในขณะช่วงเวลาเร่งด่วน ในทางกลับกันนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ผู้เดินทางที่เป็นเพศหญิงจะมีสัดส่วนในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากกว่า โดยอาจจะมีเหตุผลมาจากบทบาทของเพศชายที่จะเป็นฝ่ายออกไปทำงานหาเลี้ยงครอบครัวในขณะที่เพศหญิงเป็นแม่บ้าน ซึ่งการเดินทางที่เกิดขึ้นจะเป็นการเดินทางที่มีจุดมุ่งหมายในการไปซื้อของ (Shopping Trip) และจะเกิดขึ้นนอกช่วงเวลาเร่งด่วนระหว่างวัน (Black, 1995)

- **อายุ (Age)** ค่าความยืดหยุ่นมีแนวโน้มจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพร่างกายของผู้สูงอายุเริ่มไม่เอื้ออำนวยที่จะขับขี่ด้วยตนเอง ส่วนใหญ่จึงมักจะใช้บริการรถรับจ้างสาธารณะ ในขณะที่กลุ่มคนในวัยทำงานยังเป็นช่วงอายุที่ยังมีรายได้และสภาพร่างกายที่ยังสมบูรณ์ ทางเลือกในการเดินทางจึงมีมากกว่า ทำให้ค่าความยืดหยุ่นในกลุ่มดังกล่าวจึงมีสูงกว่ากลุ่มคนสูงอายุ ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของผู้เดินทาง

Submarket	Submarket Group	Price and service sensitivity	Comments
Age	Young	Highest	More discretion
	Middle age	Moderate	Higher incomes; more choices
	Senior	Lowest	Most captive
Income	Low	Lower	More captive
	High	Higher	High auto ownership; high premium on time
Auto access	No car	Lowest	No substitute options
	Has car	Higher	Higher incomes; more choice
Trip purpose	Work	Lowest	Least sensitive in large cities
	Shop	Higher	Most sensitive in suburban areas
	School	Lower	Young tends to be captive
	Medical	Lower	Especially low for low-income user
	Recreation	Highest	Most discretionary trip
Trip length	Short	Higher	Walk option; fare price high compared to time
	Long	Lower	Typically peak hour, work trips

ที่มา: Cervero (1990)

- **จุดมุ่งหมายในการเดินทาง (Trip Purpose)** ผู้เดินทางจะให้ความสำคัญกับจุดมุ่งหมายในการเดินทางที่มีความจำเป็น ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.8 การเดินทางที่มีลักษณะประจำ เช่น การเดินทางเพื่อไปทำงาน หรือการเดินทางเพื่อไปเรียน เป็นต้น จะมีความยืดหยุ่นต่ำกว่าการเดินทางที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะกิจ เช่น การเดินทางไปพักผ่อน หรือการไปซื้อของ

2.3 ประเภทของข้อมูลที่นำมาใช้ในการหาค่าความยืดหยุ่น

ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการหาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทางนั้น สามารถจำแนกออกตามวิธีการในการเก็บรวบรวมได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. **Quasi-Experimental** เป็นข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลองให้บริการโดยควบคุมการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความต้องการ แล้วรวบรวมข้อมูลการตอบสนองของผู้เดินทางต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น หรือทำการศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (Individual Change) ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาปัจจุบัน

2. **Non-Experimental** เป็นการใช้ข้อมูลที่ไม่ได้ทำการทดลองเปลี่ยนแปลงการให้บริการในสถานการณ์จริง แต่ใช้การรวบรวมข้อมูลจากผลการวิเคราะห์และสถิติจากการให้บริการที่ผ่านมา หรือการใช้แบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของผู้เดินทางเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองแล้วหาค่าความยืดหยุ่นจากการวิเคราะห์แบบจำลอง โดยสามารถจะจำแนกประเภทของข้อมูลที่ใช้ได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

   - ข้อมูลชนิด Time Series ซึ่งเป็นข้อมูลในแนวลึก โดยเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลเพียงแห่งเดียวตามช่วงเวลา

   - ข้อมูลชนิด Cross-Sectional ซึ่งเป็นข้อมูลในแนวขวาง และจะเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายๆ แห่ง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน

จากการศึกษาผลงานในอดีตที่ผ่านมาพบว่า การใช้ข้อมูลประเภท Quasi-Experimental เป็นที่นิยมกันมากในการนำมาศึกษาค่าความยืดหยุ่นในการเดินทาง ซึ่งข้อมูลประเภทดังกล่าวมีข้อดีเนื่องจากเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการให้บริการจริง ผลที่ได้จึงมีความถูกต้องค่อนข้างสูง แต่ข้อด้อยที่สำคัญคือความลำบากในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนไม่ให้เกิดผลกระทบต่อตัวแปรที่สนใจ และต้องเสียค่าใช้จ่ายมากในการทดลองให้บริการ หรือมีข้อจำกัดถ้าจะศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงจริงในส่วนที่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมักจะเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งนัก

ในส่วนของการใช้ข้อมูลลักษณะ Time-Series ข้อสำคัญที่ควรจะต้องระมัดระวังคือแนวโน้ม (Trend) ของปัจจัยภายนอกต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา เช่น จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น หรือค่าของเงินที่ลดลง เป็นต้น อีกทั้งยังมีข้อด้อยอยู่ที่ลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาอาจจะไม่มีความละเอียดตามที่ต้องการ เช่น ขาดข้อมูลในส่วนที่จะนำมาพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอก เป็นต้น

การเก็บข้อมูลลักษณะ Cross-Sectional จะป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแนวโน้ม ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลชนิดนี้ในการพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice Model) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความยืดหยุ่นจากแบบจำลอง โดยในขั้นตอนการเก็บข้อมูลมีเทคนิควิธีการที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เดินทางอยู่ 2 ลักษณะคือ Revealed Preference และ Stated Preference เทคนิคการเก็บข้อมูลในลักษณะ Revealed Preference เป็นการเก็บข้อมูลจากสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นกับผู้เดินทาง เช่น รูปแบบการเดินทางที่ผู้เดินทางเลือกใช้ในการเดินทางครั้งล่าสุด เป็นต้น ในขณะที่การเก็บข้อมูลในลักษณะ Stated Preference เป็นการเก็บข้อมูลโดยให้ผู้เดินทางตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์จำลองที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นกับผู้เดินทาง แต่ถูกสมมติขึ้นโดยผู้ทำการวิจัย

การเก็บข้อมูลในลักษณะ Revealed Preference เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแบบจำลอง (Kroes et al., 1988) โดยมีข้อได้เปรียบอยู่ที่ความน่า

เชื่อถือ (Reliability) ของข้อมูล แต่จะมีข้อด้อยกว่าการเก็บข้อมูลในลักษณะ Stated Preference ในส่วนของความสามารถในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ และเนื่องจากการเก็บข้อมูลในลักษณะ Stated Preference เป็นการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ ผู้ทำการวิจัยจึงมีอิสระในการกำหนดตัวแปรที่สนใจจะทำการศึกษา รวมถึงข้อมูลที่ได้จากผู้เดินทางหนึ่งคนมีได้มากกว่า 9 ถึง 16 สถานการณ์ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง และวิเคราะห์ค่าความยืดหยุ่นจากแบบจำลองได้หลากหลายกว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมในลักษณะ Reveal Preference

2.4 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะนั้น ได้มีผู้ทำการศึกษากันไว้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศในแถบยุโรป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Bly (1976) ได้เสนอบทความเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าโดยสารที่มีต่อจำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสาร โดยทำการรวบรวมข้อมูลที่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับค่าความยืดหยุ่นของความต้องการจากแหล่งต่าง ๆ และสรุปว่า ค่าความยืดหยุ่นที่เป็นผลมาจากค่าโดยสารนั้นมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ -0.3 โดยที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และระดับของค่าโดยสาร เมื่อวิเคราะห์ลงไปในระดับย่อย พบว่า

- ค่าความยืดหยุ่นนอกช่วงเวลาเร่งด่วน (Off-Peak) มีค่าสูงเป็นสองเท่าของค่าความยืดหยุ่นในช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Time) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางที่มีจุดมุ่งหมายในการไปทำงานนั้น จะมีค่าต่ำ
- การเดินทางที่มีระยะทางอยู่ในช่วงสั้น ๆ จะมีค่าความยืดหยุ่นที่สูงเป็นสองเท่าของค่าความยืดหยุ่นในการเดินทางที่มีระยะทางโดยทั่วไป
- สำหรับผู้โดยสารที่มีทางเลือกอื่นในการเดินทาง (Non-Captive Passenger) จะมีค่าความยืดหยุ่นเป็นสองเท่าของผู้เดินทางที่ไม่มีทางเลือกอื่น (Captive Passenger)
- การศึกษาในครั้งนี้ไม่พบหลักฐานที่จะแสดงว่า ค่าความยืดหยุ่นในการเพิ่มราคาค่าโดยสารสูงกว่าค่าความยืดหยุ่นในการลดราคาค่าโดยสาร

Cummings et al. (1989) ได้นำเสนอบทความที่กล่าวว่า การใช้ข้อมูลในแบบ Revealed Preference แต่เพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอในการวัดการตอบสนองของผู้โดยสารต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างราคาค่าโดยสารในระดับย่อย โดยเฉพาะข้อมูลที่ขาดความสมบูรณ์เช่น ข้อมูลที่ไม่ได้ระบุช่วงเวลาในการเดินทาง หรือรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บค่าโดยสารในลักษณะเพิ่ม

ขึ้นตามระยะทาง (Distance-Based Fare) เป็นต้น ซึ่งการสำรวจข้อมูลในแบบ Stated Preference จะสามารถรวบรวมข้อมูลในส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ได้

Urquhart และ Buchanan (1981) ได้ทำการศึกษาค่าความยืดหยุ่นของผู้โดยสารรถโดยสารในเมือง Telford โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะ Time-Series จากการตอบแบบสอบถามของผู้เดินทางสองครั้ง คือช่วงเวลาก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงการให้บริการของระบบรถรถโดยสาร แล้วสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นโดยแบ่งออกตามจุดมุ่งหมายในการเดินทาง (Shopping Trips, Work Trips และ Non-Shopping Trips) ตัวแปรที่นำเข้ามาพิจารณาในการศึกษาประกอบไปด้วยราคาค่าโดยสาร (Real Fare) และระดับการให้บริการซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ความถี่ในการให้บริการ และเวลาในการเดินทาง (เวลาในการเดินทางเป็นผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในการเดินทางเข้าสู่ระบบ เวลาในการรอคอย และเวลาในการเดินทางบนยานพาหนะ) โดยมีตัวแปรซึ่งเป็นตัวแทนของผลเนื่องจากการจ้างงาน การเป็นเจ้าของรถยนต์ รายได้ และผลกระทบเกี่ยวกับประชากรในด้านอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย

Cervero (1990) กล่าวว่า ผู้เดินทางในกลุ่มที่สามารถมีทางเลือกอื่นนอกเหนือจากการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ (Non-captive User) จะเป็นกลุ่มผู้เดินทางที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาค่าโดยสารมากกว่าผู้เดินทางในกลุ่มที่ไม่สามารถเลือกได้ (Captive User) การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับราคาค่าโดยสารจึงควรมีการแบ่งประเภทผู้เดินทางออกตามลักษณะของกลุ่มผู้เดินทาง เช่น จุดมุ่งหมายในการเดินทาง ช่วงเวลา หรือลักษณะการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นสามารถใช้ตัววัดระดับของทางเลือก (Degree of Captive) ของกลุ่มผู้โดยสารในการเดินทาง

de Rus (1990) ได้ทำการศึกษาค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะในประเทศสเปน โดยใช้ข้อมูลในลักษณะ Time-Series และพบว่า ค่าความยืดหยุ่นที่เป็นผลมาจากราคาค่าโดยสารในระดับรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -0.3 ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่นในระดับแยกย่อยซึ่งแบ่งประเภทของการจัดเก็บค่าโดยสารเป็นแบบตั๋วเดินทางเที่ยวเดียว (Ordinary Ticket) และแบบตั๋วสำหรับเดินทางหลายเที่ยว (Multiple-ride Ticket) มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ -0.16 โดยได้ให้เหตุผลที่การวิเคราะห์ในระดับรวมมีค่ามากกว่าในระดับย่อยว่า การเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารจะมีผลทำให้ผู้เดินทางเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยการหันไปใช้ตั๋วในแบบที่ให้ประโยชน์คุ้มค่ากว่า ทำให้สัดส่วนความต้องการของตั๋วทั้งสองแบบเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการวิเคราะห์ในระดับรวมจะไม่สามารถเห็นความแตกต่างนี้ได้

จากการศึกษาผลงานที่ผ่านมาสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มักจะนำมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความต้องการในระดับรวม ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสารและการเปลี่ยนแปลงระดับของการให้บริการ โดยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอื่น ๆ เช่น ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของผู้เดินทาง เป็นต้น จะใช้ในการวิเคราะห์ระดับแยกย่อย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.1 การเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสาร

เป็นประเด็นที่วิเคราะห์กันมาก อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างชัดเจนต่อจำนวนผู้โดยสาร มีผลโดยตรงกับผลประกอบการ และยังเป็นตัวแปรที่ง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์

- ปัญหาอย่างหนึ่งจากการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับค่าของเงินคือ ค่าของเงินนั้นจะไม่คงที่แต่จะเปลี่ยนไปตามระยะเวลา ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปราคาค่าโดยสารจะมีค่าลดลงตามภาวะเงินเฟ้อ การศึกษาเรื่องราคาค่าโดยสารในแบบ Time Series จึงต้องทำการปรับแก้ให้ราคาค่าโดยสารอยู่ในรูปของราคาจริง (Real Fare) เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากค่าของเงิน

- จากงานวิจัยที่ผ่านมาในชั้นได้แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของราคาค่าโดยสารที่มีการแบ่งประเภทของการเก็บค่าโดยสารแตกต่างกัน จะมีผลต่อค่าความยืดหยุ่นที่แตกต่างกัน เช่น ค่าโดยสารในประเภทธรรมดาที่จ่ายเป็นเงินสด (Cash Fare) ค่าโดยสารในประเภทเหมาจ่ายสำหรับการเดินทางหลายเที่ยว (Multiple-Ride Ticket) ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดการในแต่ละแห่งรวมถึงผู้ประกอบการ ในกรณีระบบที่จะทำการศึกษามีการแบ่งประเภทของการเก็บค่าโดยสารอย่างชัดเจน การศึกษาจึงควรจะต้องพิจารณาในระดับย่อย (Disaggregate) เพื่อที่จะสามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (de Rus, 1990)

- ในช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Time) ผู้เดินทางจะมีความอ่อนไหวต่อการขึ้นราคาค่าโดยสารน้อยกว่าผู้เดินทางนอกช่วงเวลาเร่งด่วน (Off-Peak Time) ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากผู้เดินทางที่เดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วน เวลาในการเดินทางจะมีค่ากว่าราคาค่าโดยสาร แต่กรณีดังกล่าวจะกลับกันสำหรับผู้เดินทางนอกช่วงเวลาเร่งด่วน (Bly, 1976)

- จุดมุ่งหมายในการเดินทางที่ต่างกัน จะมีค่าความยืดหยุ่นที่ต่างกัน โดยเฉพาะการเดินทางที่มีจุดประสงค์ในการไปทำกิจกรรมซึ่งเวลาเป็นส่วนสำคัญเช่น การเดินทางไปทำงาน การเดินทางไปเรียน จะมีค่าความยืดหยุ่นต่ำกว่าการเดินทางที่เวลาไม่ค่อยมีความสำคัญอย่างเช่นการเดินทางไปซื้อของหรือการเดินทางไปพักผ่อน (Urquhart and Buchanan, 1981)

- การศึกษาในบางแห่งพบว่า การขึ้นราคาค่าโดยสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากับการลดราคาค่าโดยสาร (Cervero, 1990) แต่ก็มีงานวิจัยบางแห่งที่ไม่สามารถสรุปถึงความแตกต่างดังกล่าวได้ (Bly, 1976)

- ระดับของราคาค่าโดยสารมีผลต่อค่าความยืดหยุ่นในการเดินทาง ค่าโดยสารที่มีระดับราคาสูง (เช่น เกิน 1 ดอลล่าร์ขึ้นไป) จะมีค่าความยืดหยุ่นมากกว่าค่าโดยสารที่มีระดับราคาต่ำ (Cervero, 1990; Bly,1976)

- งานวิจัยเกือบทุกงานกล่าวตรงกันว่าผู้โดยสารในกลุ่มที่มีทางเลือกอื่น (Non-Captive Passenger) จะเป็นกลุ่มผู้โดยสารที่มีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่ากลุ่มผู้เดินทางที่ไม่มีทางเลือก (Captive Passenger)

- ผลด้านอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นหลังจากการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ลักษณะของการเดินทางที่เปลี่ยนไป เช่น การย้ายที่อยู่เข้ามาใกล้สถานที่ในการทำกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงที่จะต้องพิจารณาในแบบระยะยาว (Long-Run) แต่ในบางกรณีเช่น กรณีการเปลี่ยนสถานที่ในการไปซื้อสินค้า (Shopping Trip) อาจเกิดขึ้นทันทีหลังจากที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าโดยสาร

2.4.2 การเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการ

ตัวแปรที่นิยมนำมาใช้เป็นตัวแทนของระดับการให้บริการได้แก่ ความถี่ของการบริการ หรืออาจจะอยู่ในรูปแบบ คัน-กิโลเมตร และต้นทุนของการเดินทางในรูปแบบ Generalized Cost ซึ่งประกอบไปด้วย เวลาในการเดินทางช่วงรอง เวลาในการรอคอย และเวลาในการเดินทางช่วงหลัก (Urquhart and Buchanan, 1981) จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระดับการให้บริการของระบบมักจะใช้วิธีการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม อาจจะยกเว้นในกรณีของความถี่ในการให้บริการซึ่งจะใช้ข้อมูลจากผู้ประกอบการโดยตรง กรณีเช่นนี้อาจจะมีเหตุผลเนื่องมาจากข้อมูลในด้านระดับการให้บริการในบางประเภทจะสามารถสอบถามและรวบรวมได้จากผู้เดินทางเท่านั้น

- ผู้เดินทางมักให้ความสำคัญกับปัจจัยในด้านการให้บริการมากกว่าปัจจัยในด้านราคาค่าโดยสารโดยที่ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการของระบบ จะมีค่าสูงเป็นสองเท่าของค่าความยืดหยุ่นที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงราคาค่าโดยสาร (Cervero, 1990)

- จากการสำรวจทัศนคติพบว่าผู้เดินทางจะให้ความสำคัญกับตารางการเดินรถที่มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) มากกว่าปัจจัยในด้านการให้บริการอย่างอื่นทั้งหมด

ตารางที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของค่าความยืดหยุ่นโดยเป็นการศึกษาในระดับแยกย่อย (Disaggregate) แบ่งตามลักษณะของการใช้ที่ดิน (Land Use) และลักษณะที่ตั้ง (Locational Setting)

ตารางที่ 2.9 ค่าความยืดหยุ่นในระดับแยกย่อยแบ่งตามลักษณะการใช้ที่ดินและลักษณะที่ตั้ง

Type	Submarket	Price and Service sensitivity	Service characteristics	Cost/Rider
Land use	Density:			
	Low	High	High speeds, long headways, circuity	High
	High	Low	Slower, more frequent, more crowed	Low
	Composition:			
	Single-use	High	Long headways, circuitous routing	High
	Mixed-use	Low	Slower, more frequent	Low
	Intrasuburban	Higher	High speeds, long headways, circuity	High
	Intraurban	Lowest	Slower, more frequent, most ubiquitous	Low
Locational	Intra-CBD	Highest	Slowest, most frequent, most congested	Low
setting/	Suburb-to-City	Varies	Express, radial, limited-stop, fast	High
corridors	City-to-Suburb	Varies	Less frequent, circuitous, cross-town	High

ที่มา: Cervero (1990)

นอกจากการศึกษาในเรื่องค่าความยืดหยุ่นที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายในตัวระบบเอง (Own Elasticity หรือ Direct Elasticity) แล้ว การศึกษาในเรื่องค่าความยืดหยุ่นที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายนอก (Cross Elasticity) ก็เป็นเรื่องที่สำคัญ มีงานวิจัยค่าความยืดหยุ่นส่วนหนึ่งที่ได้ให้ความสำคัญกับการพิจารณาผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรของระบบอื่นๆ ภายนอก เช่นศึกษาถึงความเกี่ยวพันธ์กันระหว่างการเพิ่มขึ้นของต้นทุนในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลกับการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารในระบบขนส่งสาธารณะ

- ต้นทุนในการใช้รถยนต์ที่สูงขึ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผู้เดินทางในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเข้ามาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากกว่าการส่งเสริมหรือปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะเองเพื่อเป็นการดึงดูดผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลให้เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้บริการ

- การพิจารณาในเรื่องค่าความยืดหยุ่นที่มีผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกจะชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภายนอกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงภายในที่กำลังศึกษา เช่น ราคาค่าน้ำมันที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ผู้เดินทางหันมาใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มมากขึ้น โดยจะเป็นการวิเคราะห์ที่สามารถลงลึกในระดับรายละเอียด (Disaggregate) ได้ดีกว่าการศึกษาแต่เพียงผลกระทบภายในเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้เห็นแต่เพียงภาพรวม (Aggregate) (de Rus, 1990)

สำหรับการศึกษาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะประเภทอื่นๆ นอกจากรถประจำทางแล้ว ได้แก่ การศึกษาในระบบรถไฟ ซึ่งพบว่าเป็นระบบที่มี

ค่าความยืดหยุ่นต่ำกว่าในระบบรถประจำทาง โดยนอกจากสองระบบดังกล่าวแล้วไม่พบการศึกษาในระบบอื่นๆ ตารางที่ 2.10 แสดงให้เห็นค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (Rapid Rail) และระบบขนส่งสาธารณะแบบรถโดยสาร (Bus)

ตารางที่ 2.10 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางด้วยระบบขนส่งแบบรางด่วนและรถโดยสาร

Mode	Peak	Off-peak	All hours	Aggregate values
Bus	0.33 ± 0.18	0.63 ± 0.11	0.69 ± 0.31	0.64 ± 0.30
	(3 case)	(3 case)	(17 case)	(23 case)
Rapid rail	0.10	0.25	0.55	0.31 ± 0.19
	(1 case)	(1 case)	(1 case)	(3 case)
Bus and rapid rail	NA	NA	0.77 ± 0.27	0.77 ± 0.27
			(2 case)	(2 case)
Aggregate values	0.27 ± 0.19	0.54 ± 0.20	0.69 ± 0.30	0.61 ± 0.31
	(4 case)	(4 case)	(20 case)	(28 case)

ที่มา: Lago et al. (1984)