



Chapter 1

Introduction of Urban Transportation Planning

by Assist. Prof. Thaned Satiennam





Challenge of Urban Transportation Planning



1.1 เมืองที่กำลังพัฒนา

การเปลี่ยนแปลงของเมือง 3 ด้านหลักๆ ที่กระทบต่อระบบขนส่ง คือ

- ความต้องการการขนส่ง (Demand for transportation) ที่เปลี่ยนแปลงไป
- เทคโนโลยี (Technology) ที่เปลี่ยนแปลงไป
- การพิจารณาผลประโยชน์ส่วนรวม (รวมทั้งสิ่งแวดล้อม) มากกว่าส่วนบุคคล (Value) ที่เปลี่ยนแปลงไป

การเปลี่ยนแปลงทั้งสามด้านนี้ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการใช้พัฒนาแนวคิดพื้นฐานของ การวางแผนการขนส่งในเขตเมือง



Challenge of Urban Transportation Planning



1.1 World of Change

Three critical dimensions of change relevant to transportation

- Change in Demand for transportation
- Change in Technology
- Change in Value

These three dimensions form background against which we shall develop the basic concepts of transportation systems analysis

Challenge of Urban Transportation Planning



1.2 ระบบขนส่งในเมืองทั้งระบบ (Total Urban Transport System)

ในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบขนส่ง ต้องเริ่มต้นจากการพิจารณา ระบบขนส่งทั้งระบบของพื้นที่ที่ศึกษานั้น:

- 1.รูปแบบของการเดินทางทั้งหมด (Modes)
- 2.ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบขนส่ง (Elements) เช่น ผู้เดินทาง สินค้า ยานพาหนะ และ โครงข่าย
- 3.การเคลื่อนที่ภายในระบบทั้งหมด ซึ่งรวมทั้งการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารและสินค้า
- 4.ในแต่ละการเดินทาง จะต้องพิจารณาถึง จำนวนการเดินทางทั้งหมด ประเภทการเดินทางทั้งหมด และ ระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องทั้งหมด



Challenge of Urban Transportation Planning



1.2 Total Urban Transport System

In approaching analysis of transportation systems problem, the total transportation system of the region must initially be considered

1. All modes
2. All elements of transportation system
(such as persons goods vehicles and network)
3. All movement through the system
4. For each specific flow, total trip (from origin to destination, over all modes and facilities)

Challenge of Urban Transportation Planning



1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบขนส่งในเมืองและระบบกิจกรรมด้านเศรษฐกิจและสังคม (Interrelation of Urban Transportation and Activity Systems)

- ความเกี่ยวข้องกันนี้ เป็นพื้นฐานของการพิจารณาเพื่อการวิเคราะห์
- ส่วนสำคัญของระบบสามารถพิจารณาให้เป็นตัวแปรพื้นฐาน 3 ตัวแปร ดังนี้:
 - T: ระบบขนส่งในเมือง (Urban transportation system)
 - A: ระบบกิจกรรม (Activity System) หรือ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองที่ศึกษา
 - F: รูปแบบของการไหล (Pattern of Flow) หรือ ลักษณะของการจราจรและขนส่ง (แสดงในรูป ปริมาณการจราจรและขนส่ง และระดับการบริการที่ได้รับ)



Challenge of Urban Transportation Planning



1.3 Interrelation of Urban Transportation System and Activity System

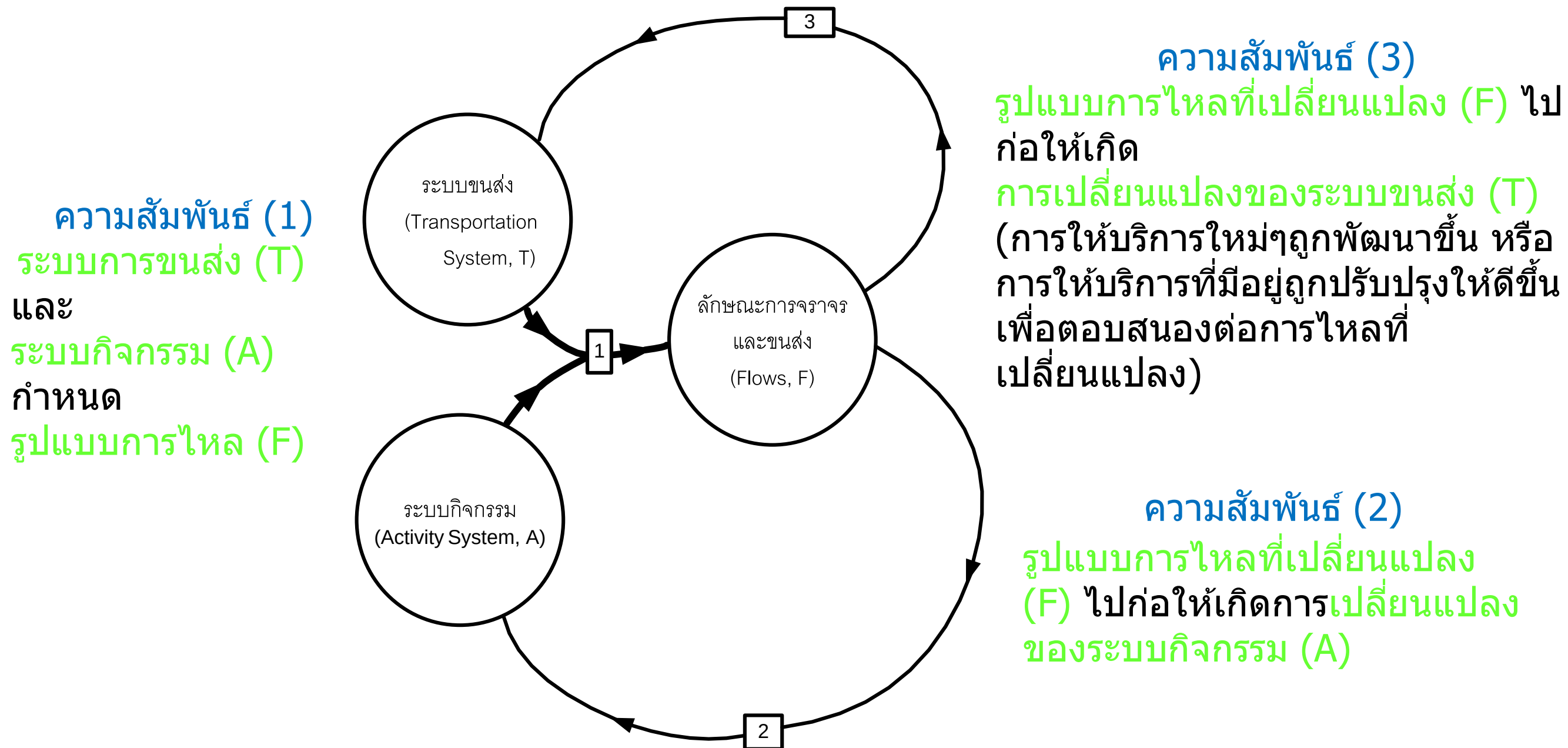
- This interrelationship is fundamental to our view of transportation system analysis
- System of interest can be defined by three basic variables:
 - T: Urban transportation system
 - A: Activity system (pattern of social and economic activities)
 - F: Pattern of flow in transportation system (represented volume and level of service)



Challenge of Urban Transportation Planning



ความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างระบบขนส่ง ระบบกิจกรรม และลักษณะการขนส่งและจราจร



รูปที่ 1.1 ความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างระบบขนส่ง ระบบกิจกรรม และกระแสการขนส่ง, ที่มา: Manheim, 1979

Source: Transportation System Analysis



Challenge of Urban Transportation Planning



Basic relations

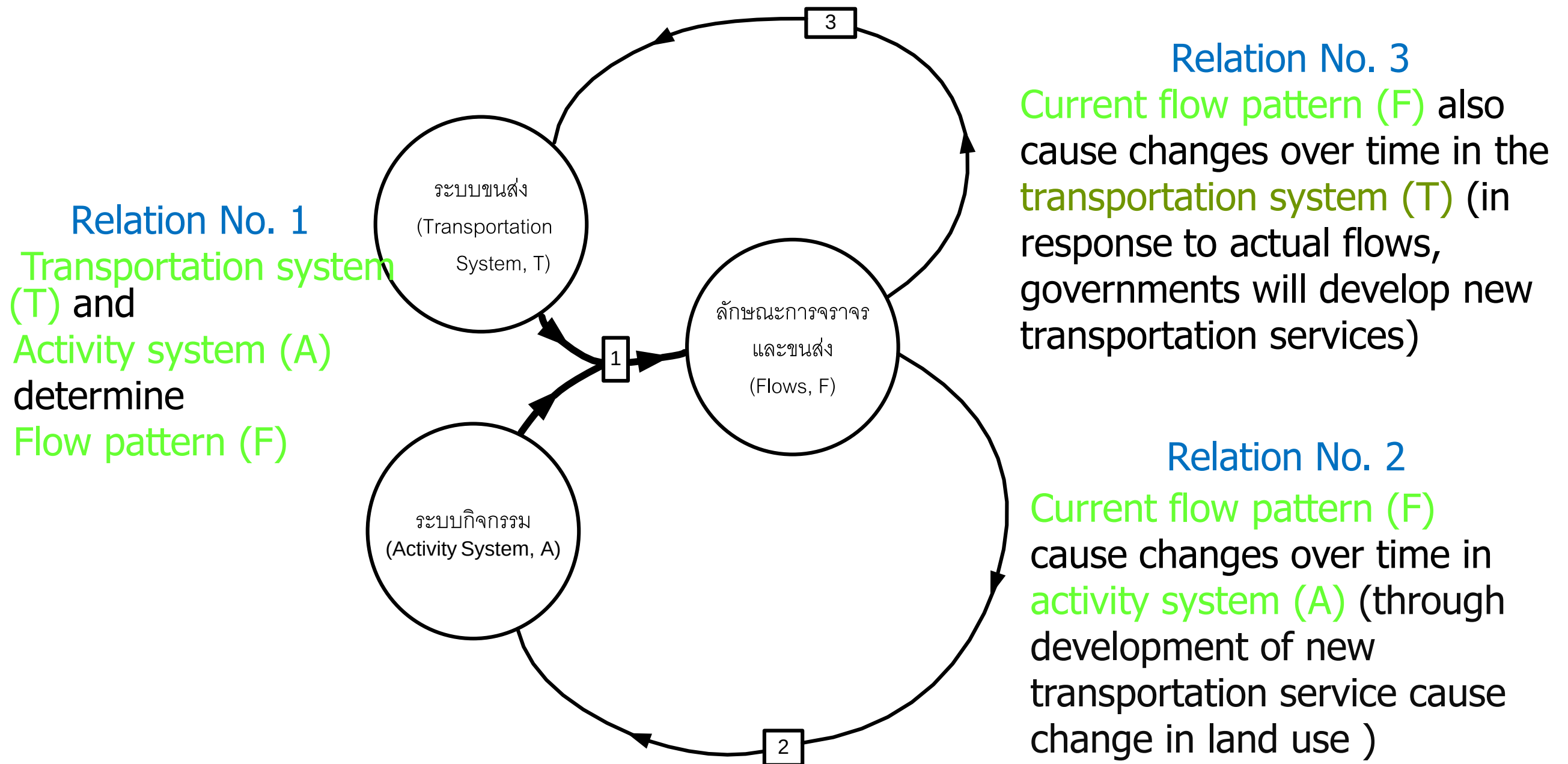


Figure 1.1 Basic relations (Manheim, 1979)

Source: *Transportation System Analysis*

Challenge of Urban Transportation Planning



การจัดการกับความท้าทายนี้ไม่ง่าย ซึ่งจะต้องเข้าใจ **"ระบบขนส่งในเมือง"** ในฐานะดังนี้

- เป็นเทคโนโลยี
- เป็นระบบของส่วนประกอบที่เป็นกายภาพที่ถูกจัดการโดยองค์กรของมนุษย์ เพื่อเคลื่อนย้ายคนและสินค้า
- เป็นระบบย่อยของระบบที่ซับซ้อนของสังคม เศรษฐกิจ การเมือง ของเมืองที่ศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็น **ระบบกิจกรรม (Activity system)**
- แต่สิ่งสำคัญที่สุด จะต้องรู้ว่าจะใช้ความเข้าใจนี้อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ



Challenge of Urban Transportation Planning



Responding to this challenge is not easy, “Transportation system” must be understood as

- A technology
- A system of physical elements managed by human organizations to move people and goods
- A subsystem of complex of social, economic, political and other forces, summarized as “the activity system”
- Most important of all, must know how to use this understanding effectively

Challenge of Urban Transportation Planning



ตัวแปรหลักในการวิเคราะห์ระบบขนส่ง (The Major Variables)

1. T: ระบบขนส่งในเมือง (Urban transportation system)
2. A: ระบบกิจกรรม (Activity System) หรือ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองที่ศึกษา
3. F: รูปแบบของการไหล (Pattern of Flow) หรือ ลักษณะของการจราจรและขนส่ง (แสดงในรูป ปริมาณการจราจรและขนส่ง และระดับการบริการที่ได้รับ)
4. O: ทางเลือก (Options) คือ ลักษณะต่างๆ ของระบบขนส่งและระบบกิจกรรมที่มีอิทธิพลต่อการขนส่ง
5. I: ผลกระทบ (Impacts) คือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขนส่งหลังจากดำเนินการตามเขตของทางเลือกไปแล้ว



Challenge of Urban Transportation Planning



The Major Variables

1. T: Urban transportation system
2. A: Activity System or pattern of social and economic activities of study area
3. F: Pattern of Flow (i.e. flow volume and level of service)
4. O: Options or decision variables (Intervening in system)
5. I: Impacts (Consequence of transportation)



Challenge of Urban Transportation Planning



ทางเลือก (Options)

- ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)
- คือ ระบบหรือมาตรการต่างๆทางด้านการขนส่งและกิจกรรม ที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ เช่น รัฐบาล เลือกดำเนินการต่อระบบขนส่งและระบบกิจกรรม ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อลักษณะของระบบขนส่ง ระบบกิจกรรม และส่งผลต่อลักษณะของการจราจรและขนส่ง
- ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม
 - ทางเลือกด้านการขนส่ง (Transportation Options)
 - ทางเลือกด้านกิจกรรม (Activity Options)



Challenge of Urban Transportation Planning



Options

- Or Decision Variables
- Defines as “aspects of transportation and activity systems, directly changed by decisions of one or several individual or institutions, intervening the system”
 - Any proposed change in a transportation system (or a completely new system) can be expressed in terms of options
- Available options can be divided into 2 groups
 - Transportation Options
 - Activity Options

Challenge of Urban Transportation Planning



ทางเลือกด้านการขนส่ง (Transportation Options)

- เทคโนโลยี

เช่น การขนส่งอัจฉริยะ (ITS) รถไฮบริด รถไฟใต้ดิน และอื่นๆ

- โครงข่าย

เช่น แบบกริด แบบรัศมี และ แบบวงรอบหนาแน่น (concentric circles)

- ลักษณะ link

เช่น ถนน หรือเส้นทางรถไฟ โดยลักษณะลิงค์จะรวมทั้งตำแหน่ง จำนวนเลน และอื่นๆ

- ยานพาหนะ (จำนวน และลักษณะของยานพาหนะ)

- นโยบายบริหารระบบ (ระบบการขนส่งจะถูกดำเนินการอย่างไร)

เช่น เส้นทางให้บริการ ตารางเดินรถ และนโยบายด้านราคา

- นโยบายองค์กร

- โดยชุดของทางเลือกด้านการขนส่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดแผนและนโยบายด้านการขนส่ง



Challenge of Urban Transportation Planning



Transportation Options

- Technology
 - e.g. ITS, HST
- Network
 - e.g. grid system, radial links and concentric circles
- Link characteristics
 - e.g. highways, rail lines, or urban streets
- Vehicles (number of vehicles and vehicle characteristics)
- System operating policies
 - e.g. service route, service schedule or pricing policy
- Organizational policies
- This set of transportation options fully defines the space of possible transportation plans and policies

Source: Transportation System Analysis

Challenge of Urban Transportation Planning



ทางเลือกด้านกิจกรรม (Activity-system Options)

- ทางเลือกด้านการเดินทาง
 - เช่น จะเดินทางจากไหนไปไหน จะเดินทางเมื่อไหร่ อย่างไร
 - โดยผลรวมของการตัดสินใจของผู้เดินทางแต่ละคน เป็น ความต้องการการขนส่งนั่นเอง
- ทางเลือกด้านกิจกรรมอื่นๆ
 - กิจกรรมด้านเศรษฐกิจและสังคม การเพิ่มจำนวนของประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของเมืองส่งผลต่อการเพิ่มความต้องการการเดินทางในระยะยาว
- ในระยะยาวแล้ว ทางเลือกเหล่านี้มีอิทธิพลต่อความต้องการด้านการขนส่ง



Challenge of Urban Transportation Planning



ทางเลือกด้านกิจกรรม (Activity-system Options)

- Travel options
 - options open to every potential **users of transportation system**
e.g. whether to make a trip at all, where to make it, when and how-by what mode and route
 - Aggregate result of all individual decisions about travel expressed as demand for transportation
- Other activity options
 - options about how, when and where they will conduct their activities
- Over the long term, these options profoundly influence demand for transportation



Challenge of Urban Transportation Planning



ผลกระทบของการขนส่ง (Impacts)

ผลกระทบสามารถแบ่งกลุ่ม (ตามกลุ่มที่ได้รับผลกระทบ) ได้ดังนี้:

1. ผลกระทบต่อผู้ใช้
2. ผลกระทบต่อผู้ดำเนินการ
3. ผลกระทบจากการก่อสร้างระบบขนส่ง
4. ผลกระทบต่อระบบกิจกรรม หรือการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง
5. ผลกระทบต่อการปกครอง



Challenge of Urban Transportation Planning



Impacts

Impacts can be broken down as follows (in term of groups on which impacts fall):

1. User impacts
2. Operator impacts
3. Physical impacts
4. Functional impacts
5. Governmental impacts

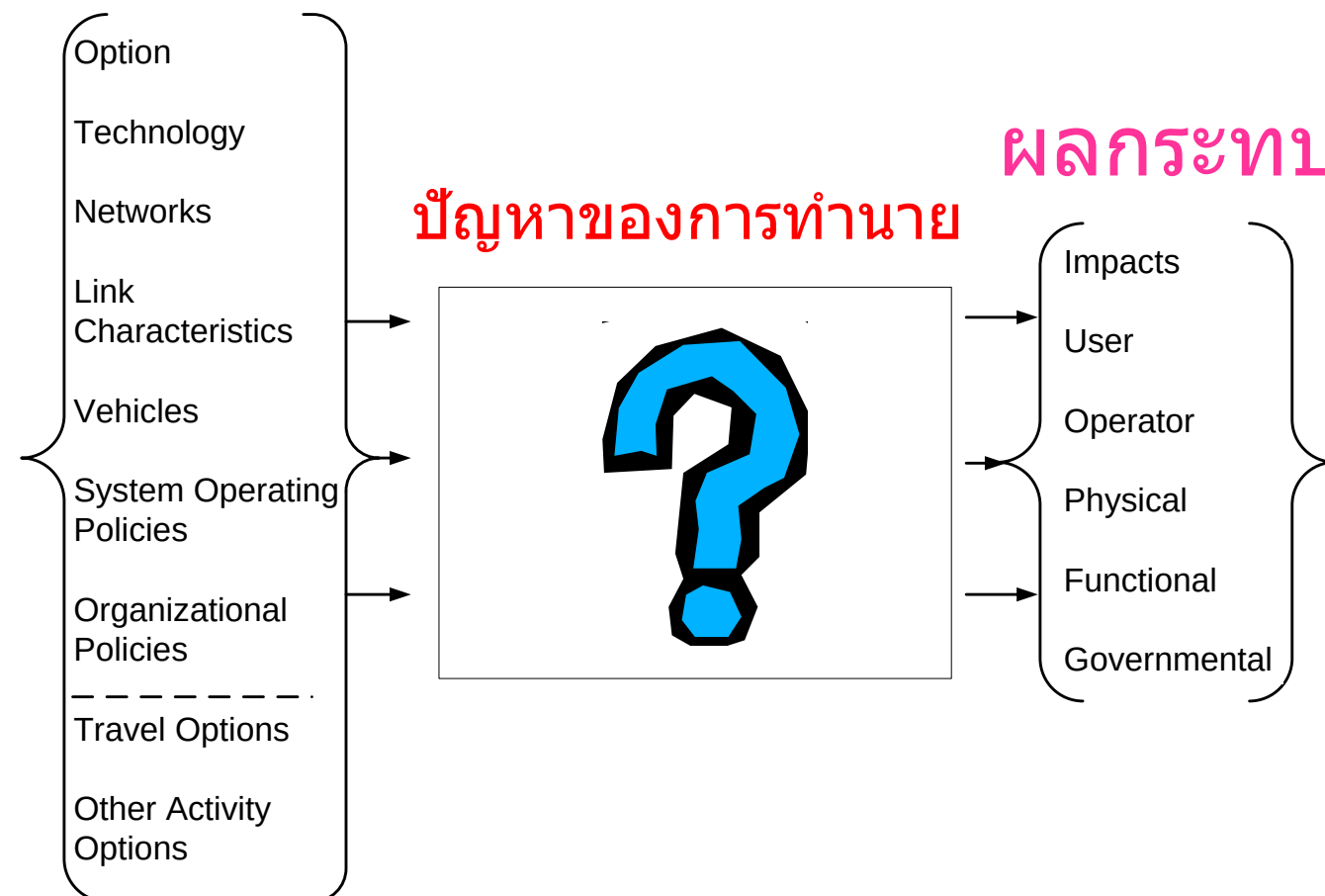
Challenge of Urban Transportation Planning



1.3 การประเมินกระแสการขนส่ง (Prediction of Flows)

- การวางแผนการขนส่งต้องการ**กระบวนการ**สำหรับทำนายผลกระทบที่เกิดจากเซตของทางเลือก
- ผลกระทบที่เกิดขึ้นเหล่านี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการไหลของกระแสการขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไป (ปริมาณจราจรและขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไป) (F) ซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินการชุดของทางเลือกที่เป็นไปได้ของการขนส่งแต่ละชุด

ทางเลือก



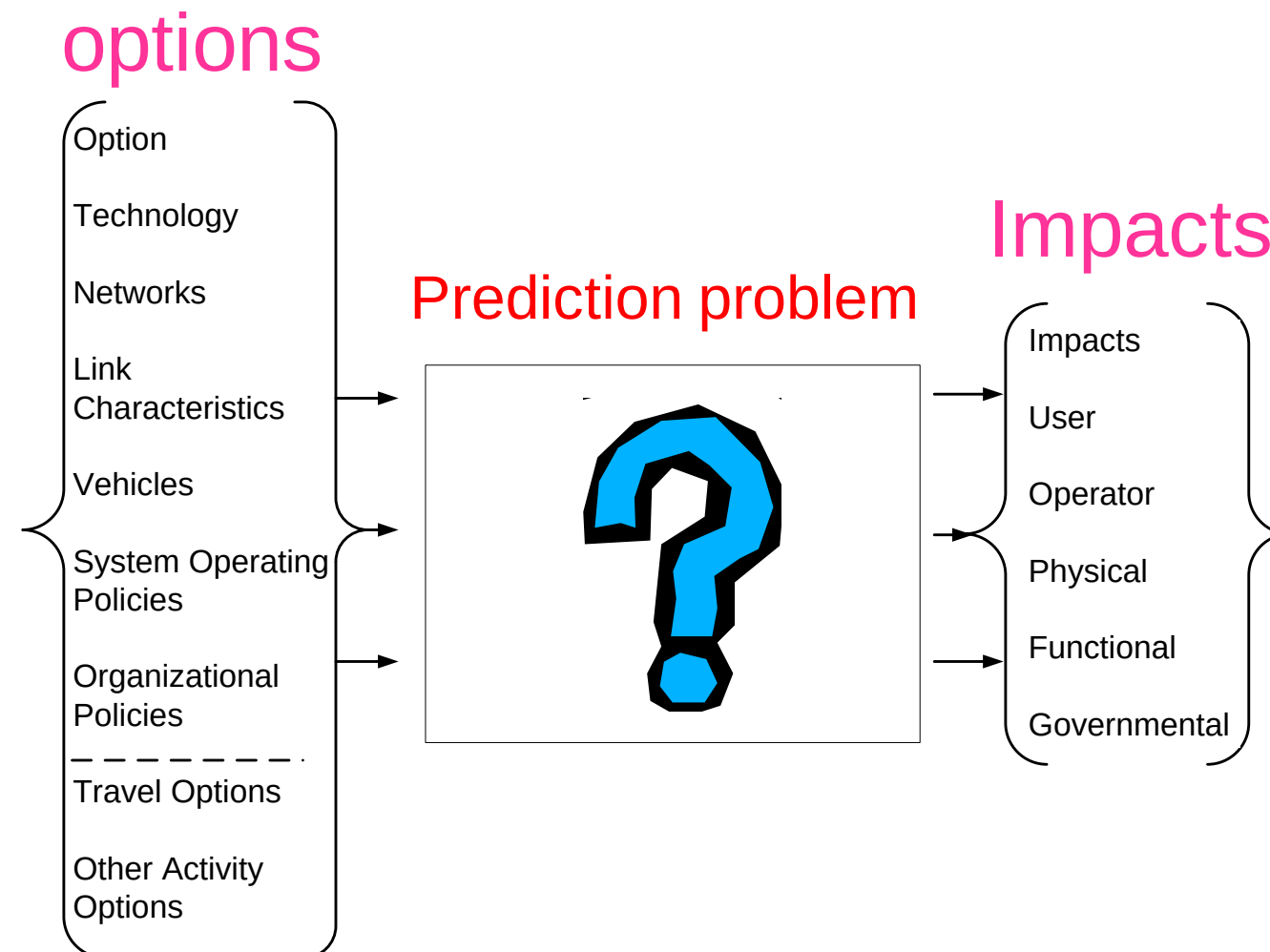


Challenge of Urban Transportation Planning



1.3 Prediction of Flows

- In transportation system analysis, we need a **procedure** for predicting impacts associated with any set of options
- In transportation, impacts depend upon pattern of flows (F) resulting from particular set of options



Source: Transportation System Analysis



Challenge of Urban Transportation Planning



กำหนดตัวแปรในการวิเคราะห์

- ระบบขนส่งในปัจจุบัน (T)
- ระบบกิจกรรมในปัจจุบัน (A)
- การเปลี่ยนแปลงทางเลือกด้านระบบการขนส่ง (ΔT)
- การเปลี่ยนแปลงทางเลือกด้านระบบกิจกรรม (ΔA)
- ระบบขนส่งในอนาคต (T')
- ระบบกิจกรรมในอนาคต (A')
- (ΔF) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการจราจรและขนส่งปัจจุบัน (F) เป็น อนาคต (F')

Source: Transportation System Analysis



Challenge of Urban Transportation Planning



Identifying variables for prediction of flow

- Present transportation system (T)
- Present activity system (A)
- Changes in transportation options (ΔT)
- Changes in activity-system options (ΔA)
- Future transportation system (T')
- Future activity-system options (A')
- Changes in pattern of flows (ΔF)



Challenge of Urban Transportation Planning



สมมุติฐานของการทำนายกระแสการขนส่ง

1. ระบบขนส่งใดๆ (T) มี **ฟังก์ชันการให้บริการ (Service Function, J)** โดยฟังก์ชันการให้บริการเหล่านี้เป็นตัวกำหนดระดับการให้บริการ (Level of Service, S)
 - ฟังก์ชันการให้บริการ (J) เป็นฟังก์ชันของ **ทางเลือกด้านการขนส่ง (T)** และ **ปริมาณการขนส่ง (V)**
 - ตัวอย่าง สำหรับระบบขนส่งใดๆ (T) ระดับการให้บริการ (S) ที่ผู้เดินทางจะได้รับคือ **ฟังก์ชันของปริมาณผู้เดินทางที่กำลังใช้ระบบอยู่ (V)**

$$S = J(T, V)$$



Challenge of Urban Transportation Planning



Hypothesis for prediction of flow

1. Transportation system (T) establishes **Service Function (J)** indicating how level of service (S) varies
 - Service function (J) is a function of **transportation options (T)** and **volume of flows (V)**
 - Example, for particular transportation system (T), level of service (S) that traveler will experience is **function of volume (V) of travelers using system**

$$S = J(T, V)$$



Challenge of Urban Transportation Planning



สมมุติฐานของการทำนายกระแสการขนส่ง

2. ระบบกิจกรรม (A) ก่อให้เกิด ฟังก์ชันความต้องการการขนส่ง หรือ ฟังก์ชันอุปสงค์ด้านการขนส่ง (Demand Function, D) โดยฟังก์ชันความต้องการการขนส่งเหล่านี้ กำหนดให้ ปริมาณการขนส่ง (V) เป็นสมการของ ทางเลือกด้านระบบกิจกรรม (A) และ ระดับการให้บริการ (S)

$$V = D(A, S)$$

3. ลักษณะการจราจรและขนส่ง (F) ประกอบด้วย ปริมาณการใช้ระบบ (V) และ ระดับการให้บริการ (S) ที่ผู้เดินทางได้รับ

$$F = (V, S)$$



Challenge of Urban Transportation Planning



Hypothesis for prediction of flow

2. Activity-system options (A) establish Demand Function (D).
These demand functions give volume of flows (V) as a function of activity-system options (A) and level of service (S)

$$V = D(A, S)$$

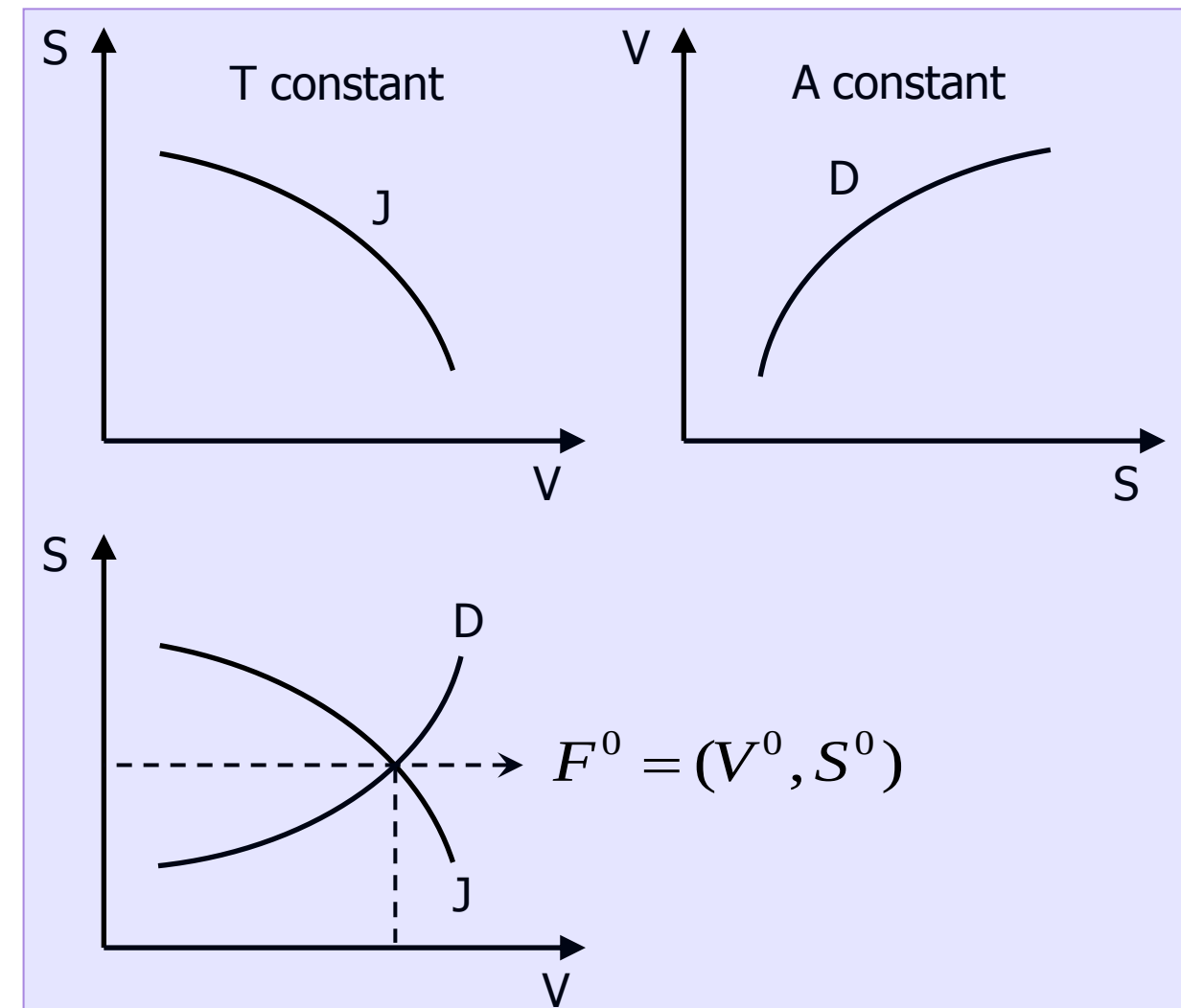
3. Flow pattern (F) consists of Volume (V) using system and Level of service (S) experienced by those travelers

$$F = (V, S)$$

สภาวะสมดุลอย่างง่าย (Simple Equilibrium)



- สำหรับระบบขนส่งและระบบกิจกรรมใดๆ ทำให้เกิดลักษณะการจราจรและขนส่ง (F^0) คือ ปริมาณการจราจรและขนส่ง (V^0) และ ระดับการให้บริการ (S^0) ซึ่งถูกระบุในสภาวะสมดุล **equilibrium**
- ดังนั้น สภาพเงื่อนไขของ T และ A สะท้อนถึงค่าเฉพาะเจาะจงของปริมาณการขนส่ง V^0 และระดับการให้บริการ S^0 ที่สภาวะสมดุล



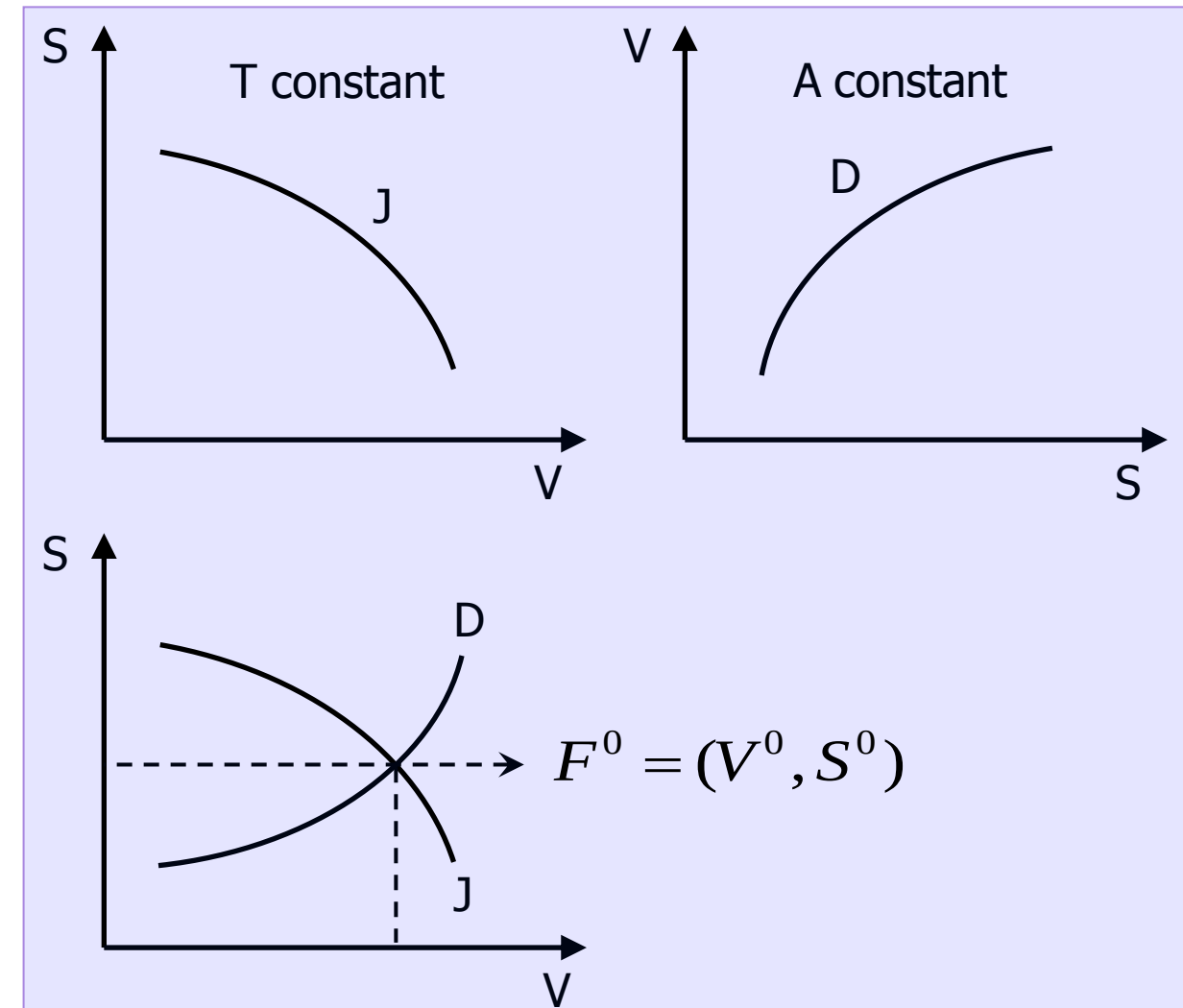
$$(T, A) \rightarrow (J, D) \rightarrow [F(T, A) = (V^0, S^0)]$$



Simple Equilibrium



- Particular transportation system (T) and activity system (A) produce flow pattern (F^0), is volume (V^0) and level of service (S^0) determined as the **equilibrium solution** to service and demand relations
- Thus specification of T and A implies particular values of equilibrium volume (V^0) and level of service (S^0)



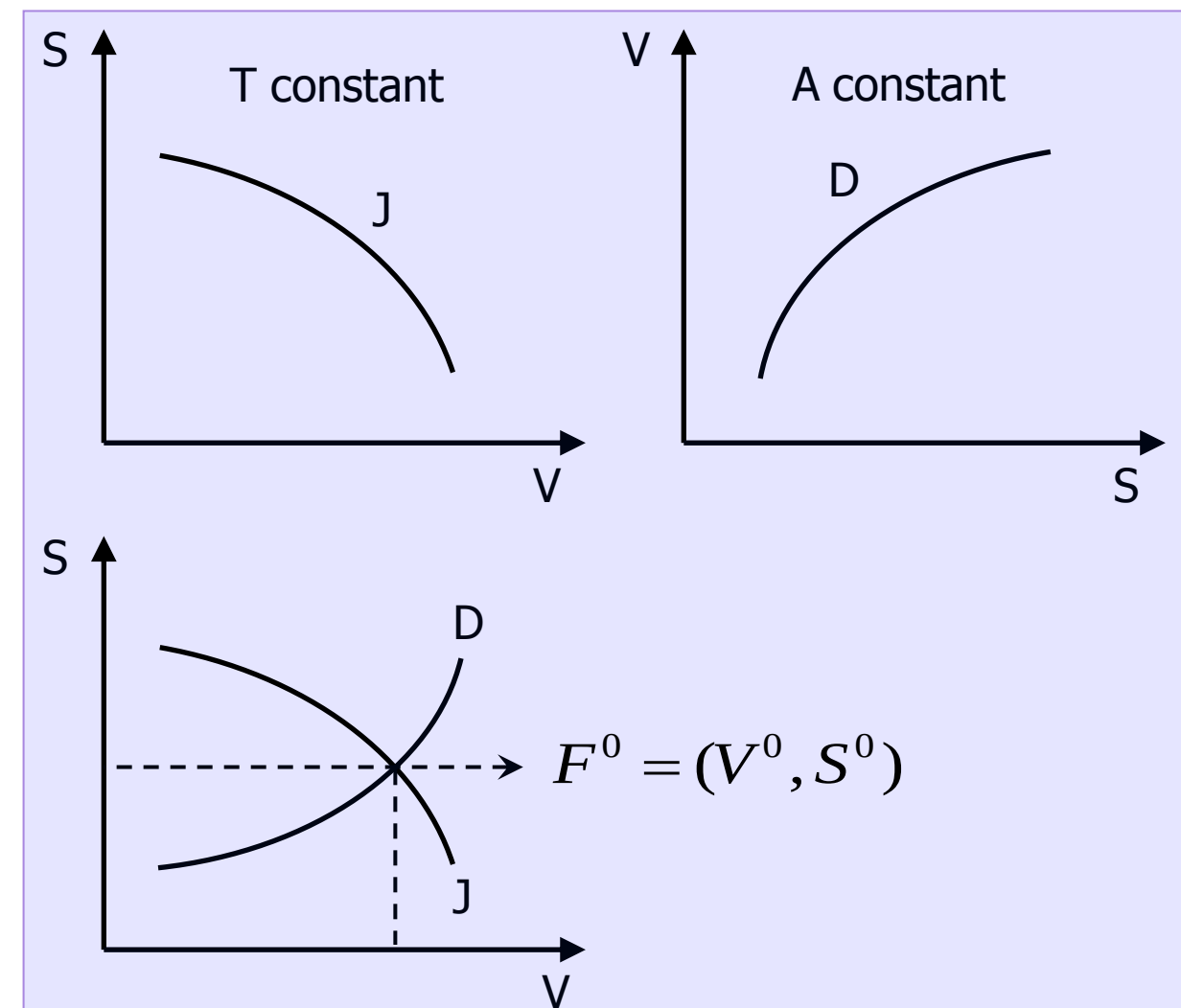
$$(T, A) \rightarrow (J, D) \rightarrow [F(T, A) = (V^0, S^0)]$$

สภาวะสมดุลอย่างง่าย (Simple Equilibrium)



- หรือ สามารถหาค่ารูปแบบกระแสการขนส่งและจราจรที่สภาวะสมดุล (Equilibrium Flows, V_E) จากค่าที่น้อยกว่าระหว่างความจุของระบบขนส่ง (V_C) และปริมาณความต้องการการขนส่ง (V_D) หรือตามสมการ

$$V_E = \min(V_C, V_D)$$



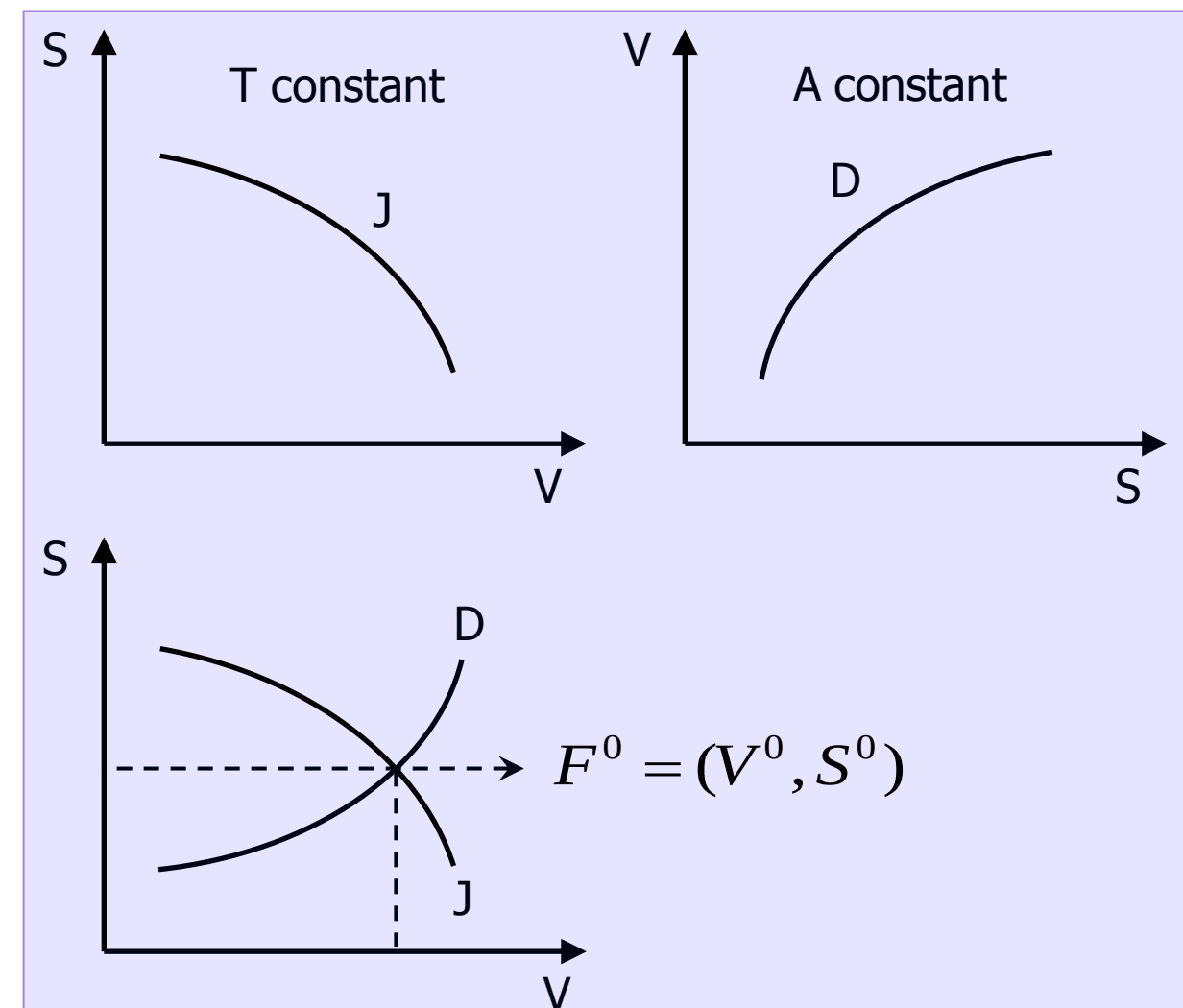


Simple Equilibrium



- or determine Equilibrium Flows (V_E) from minimum value between capacity volume (V_C) and demand volume (V_D)

$$V_E = \min(V_C, V_D)$$

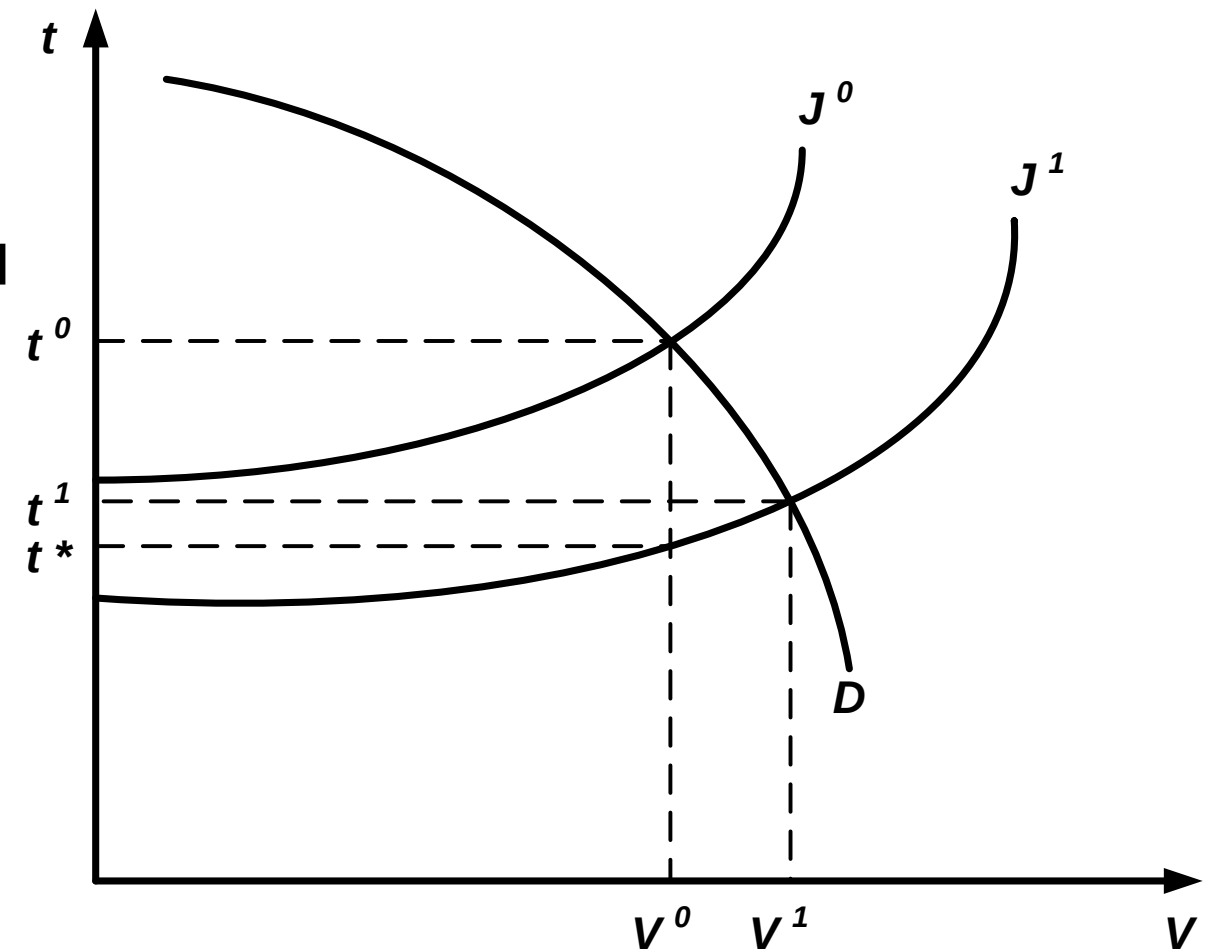


สภาวะสมดุลอย่างง่าย (1)

ตัวอย่างการนำหลักสมดุลมาใช้

สมมติว่ามีการพิจารณาทางเลือกระบบขนส่ง 2 ระบบ (T_0 และ T_1) เมื่อ T_0 เป็นระบบขนส่งปัจจุบัน เช่น ถนนทางหลวงระหว่างสองเมือง โดยทางรัฐบาลมีแผนจะปรับปรุงถนนเส้นนี้โดยทำช่องจราจรเพิ่ม (T_1)

รูปที่ 1.4 แสดงสมการการให้บริการ 2 สมการ J^0 และ J^1 ซึ่งเป็นของระบบขนส่ง T_0 และ T_1 กำหนดระดับการให้บริการคือ เวลาการเดินทาง (t)



รูปที่ แสดงการเปรียบเทียบ 2 ระบบ

(เมื่อระดับการให้บริการดีขึ้น เวลาในการเดินทางจะลดลง ดังนั้นกราฟในรูปนี้จะตรงกันข้ามกับกราฟในรูปที่ 1.3)



Simple Equilibrium (1)

Implication of simple equilibrium

It supposes that considering 2 alternative transportation systems, T^0 and T^1

T_0 : Existing transportation system, ex. a highway between two towns

T_1 : New facility, ex. An improved highway by increasing number of lanes

This figure displays two service functions, J^0 and J^1 corresponding to T_0 and T_1 , service attribute is travel time (t)

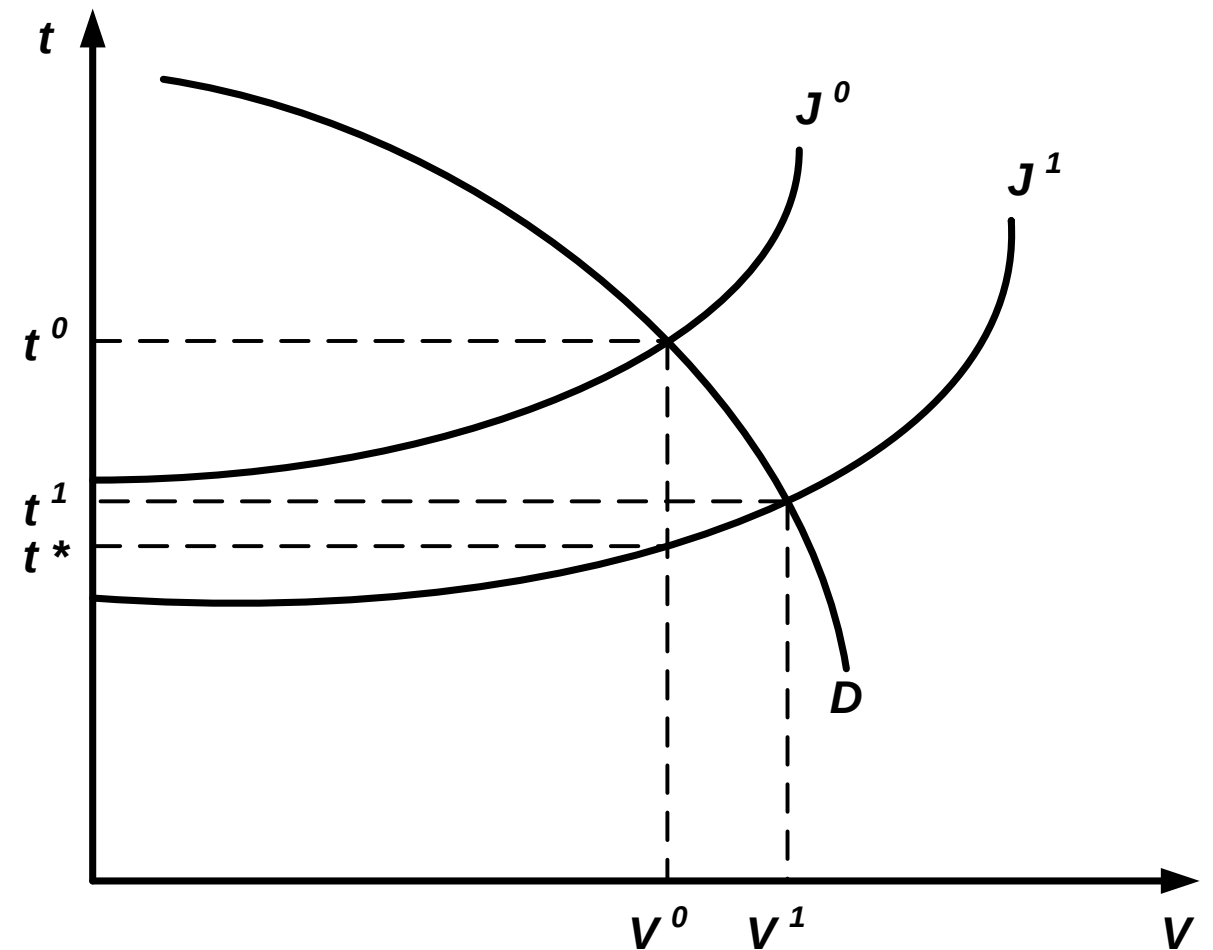


Figure Comparing two systems

(Since improvement in S corresponding to reduction in t , the curves in this figure are opposite in shape to those of previous figure)

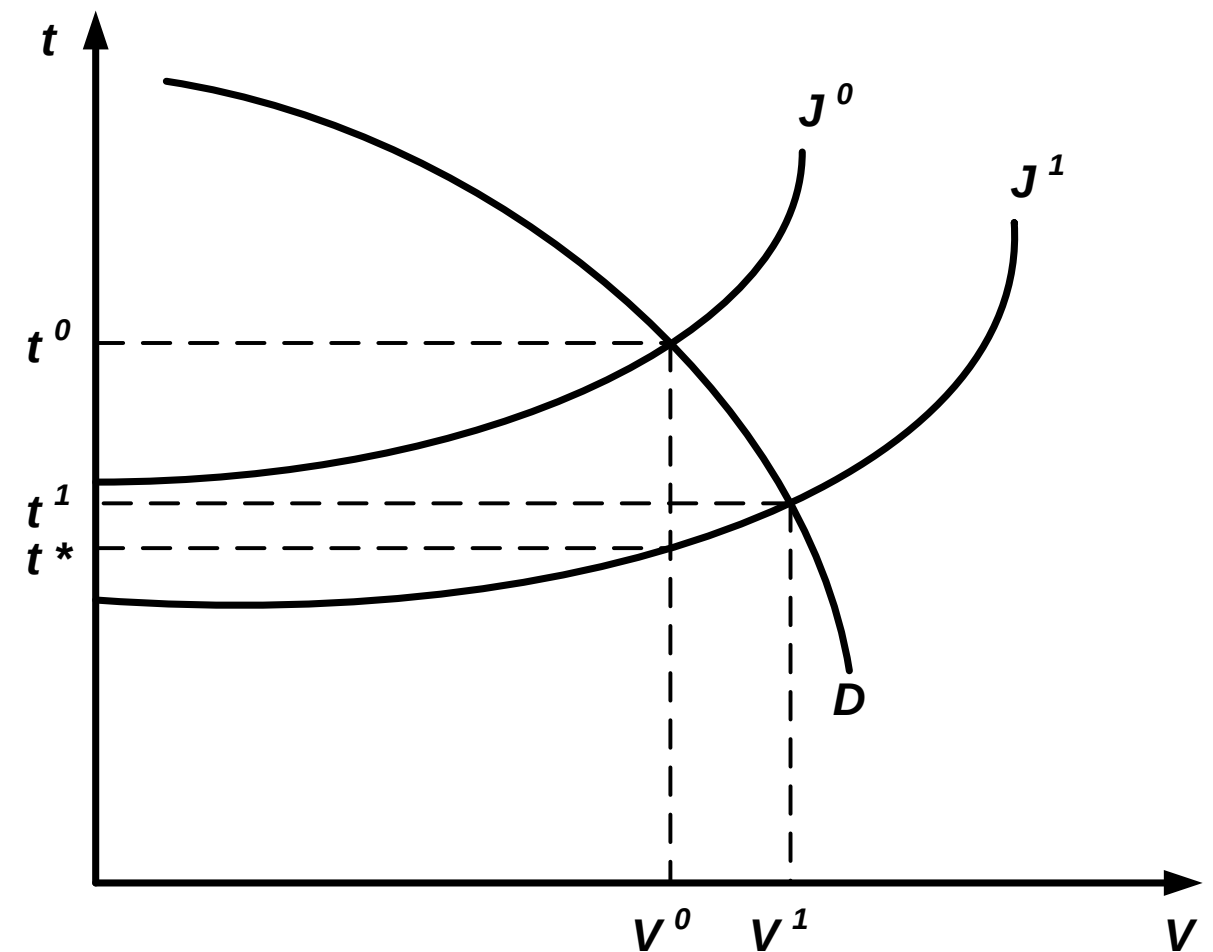
Source: Transportation System Analysis



สภาวะสมดุลอย่างง่าย (2)

ตัวอย่างการนำหลักสมดุลมาใช้

- รูปแบบกระแสการจราจรที่สภาวะสมดุล
เบื้องต้น F_0 คือจุดตัด (V_0, t_0) ระหว่างกราฟ
การให้บริการ J_0 และกราฟความต้องการใช้
ถนน D
- เมื่อพิจารณาระบบขนส่งที่ปรับปรุงใหม่ (T_1)
ซึ่งมีสมการให้บริการ (J_1) ถ้าสมมติปริมาณ
จราจรไม่เปลี่ยนแปลง (V_0) บนถนนเส้นใหม่
เวลาในการเดินทางจะลดลงเป็น (t^*) ดังนั้น ถ้า
ปริมาณจราจรไม่เปลี่ยนแปลง เวลาในการ
เดินทางจะลดลง เนื่องจากการปรับปรุงถนน
ใหม่

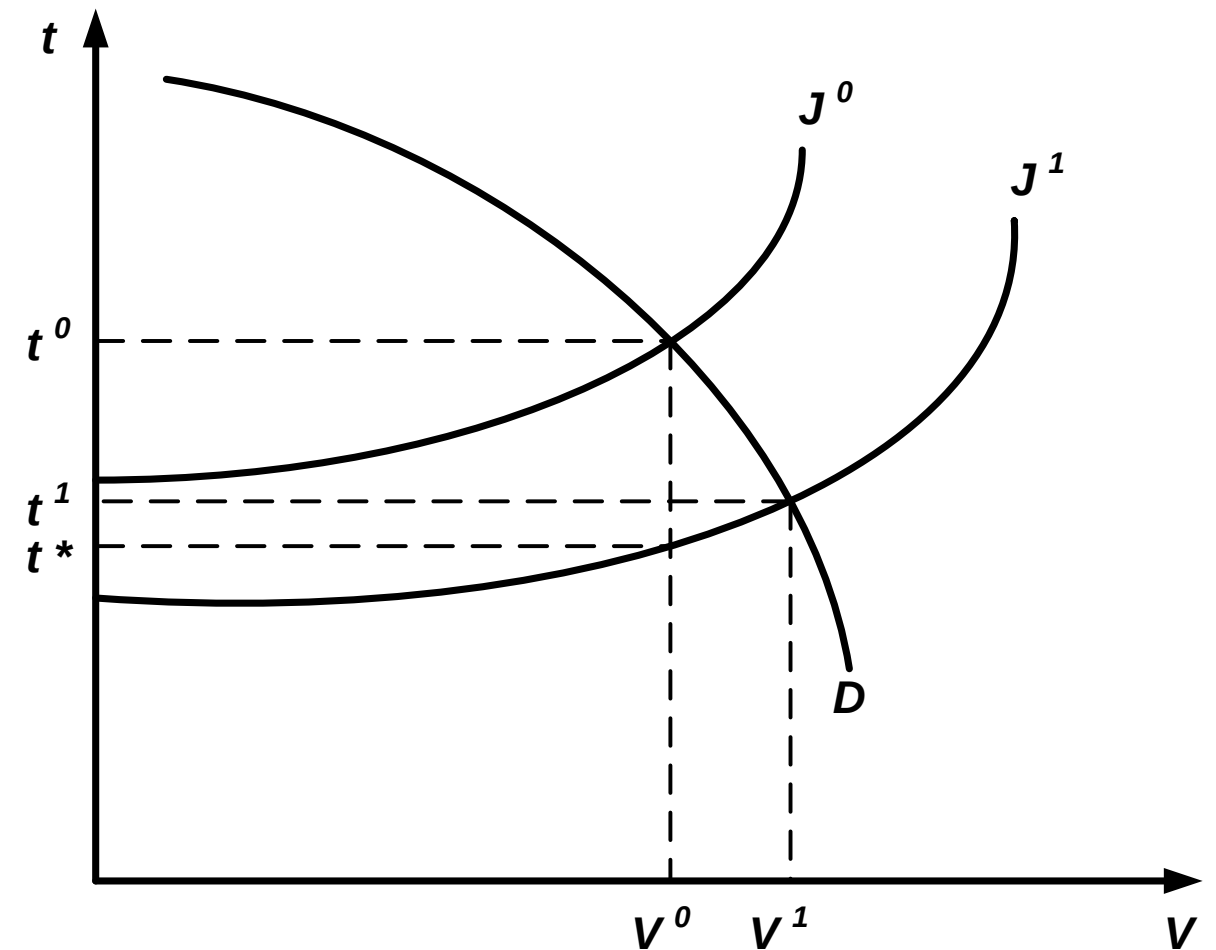




Simple Equilibrium (2)

Implication of simple equilibrium

- Equilibrium flow over T^0 is flow $F0 = (V0, t0)$ determined by intersection of $J0$ and D , Demand curve
- Now consider improved system, T_1 , represented by, J_1 , If assumes that same volume of travel, $V0$, will occur on new system as on the old, we would anticipate a service level, t^*



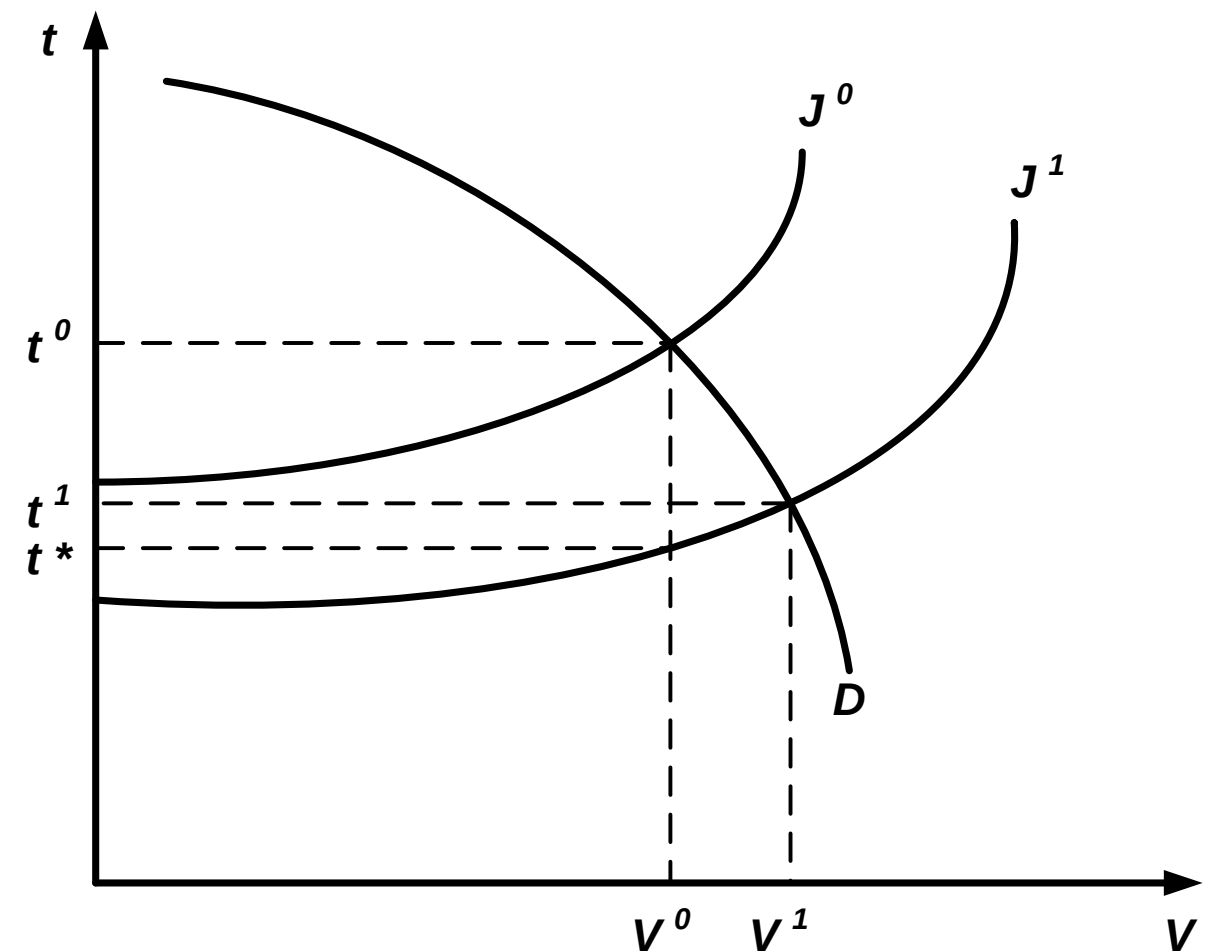


สภาวะสมดุลอย่างง่าย (3)

ตัวอย่างการนำหลักสมดุลมาใช้

- แต่ในความเป็นจริง การสมมติปริมาณจราจรคงที่ไม่ถูกต้องในระยะยาว เนื่องจากการปรับปรุงระดับการให้บริการของถนน (เวลาในการเดินทางลดลง) จะดึงดูดให้มีผู้เดินทางหันมาใช้ถนนเส้นนี้มากขึ้น ทำให้ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น

- โดยการเพิ่มของปริมาณจราจรแสดงจากสมการอุปสงค์ D ดังนั้น รูปแบบกระแสจราจรที่ถูกต้อง F1 คือ จุดตัดกัน (V^1, t^1) ระหว่างกราฟการให้บริการ J^1 และกราฟความต้องการใช้ถนน D นั่นคือ ปริมาณจราจรจะเพิ่มขึ้น เวลาเดินทางอยู่ระหว่าง t^0 และ t^1 (ถนนปรับปรุงใหม่จะรองรับปริมาณจราจรมากขึ้นโดยมีระดับการให้บริการที่ดีขึ้นกว่าถนนก่อนปรับปรุง (เวลาในการเดินทางลดลง) แต่ไม่ดีเท่ากรณีที่ปริมาณจราจรไม่เปลี่ยนแปลง (ซึ่งไม่ตรงกับความเป็นจริง))

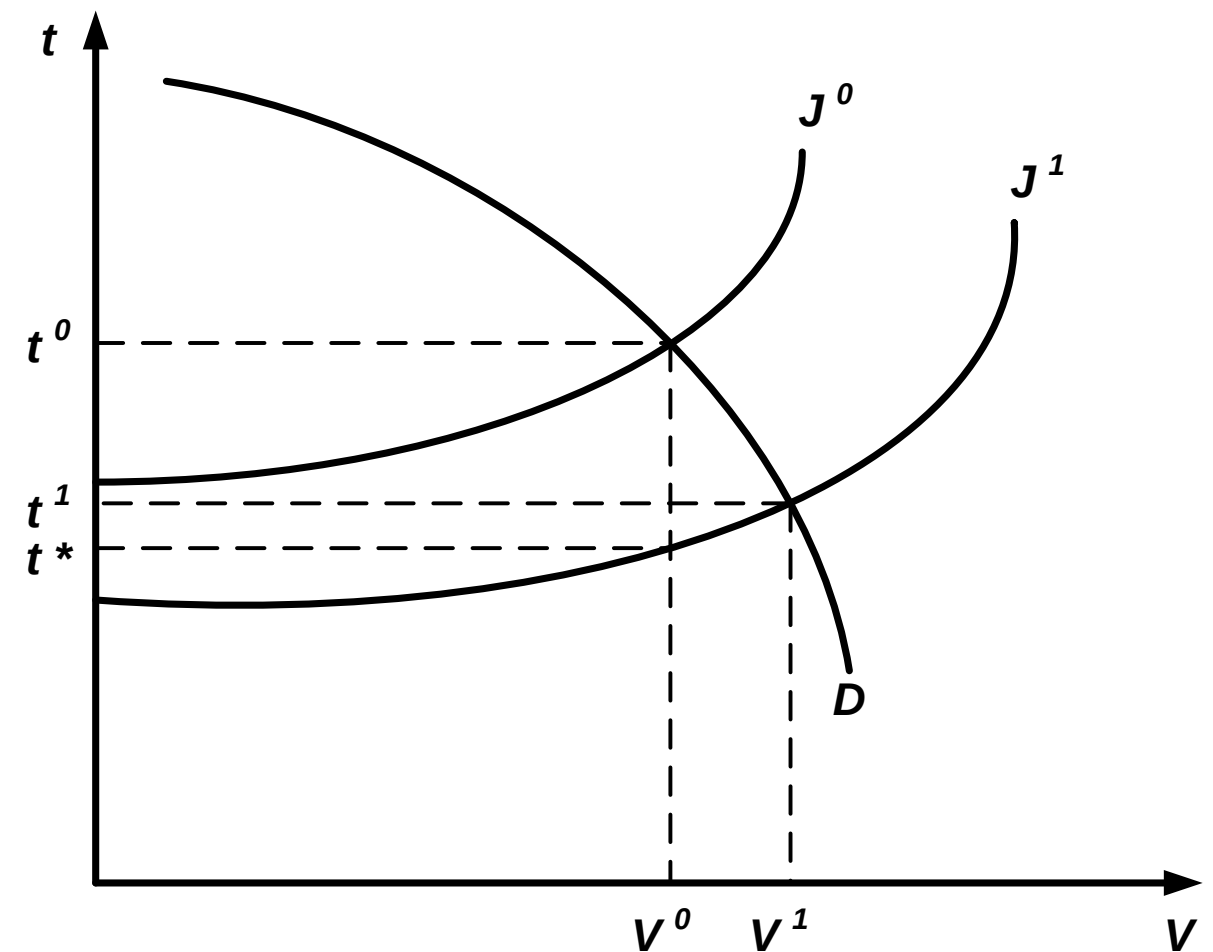




Simple Equilibrium (3)

Implication of simple equilibrium

- However, constant-volume assumption is erroneous, for travel volume will increase because increased level of service – decreased trip time – will attract more users
- Extent of this increase in volume is given by demand function, D . Thus actual flow pattern resulting will be that given by equilibrium of D and J^1 , $F^1 = (V^1, t^1)$
- That is, traffic volume will increase, and level of service will be intermediate between t^0 and t^* : new facility will serve more users at a level of service that is better, but not as good as it would be if no new users were attracted





ตัวอย่าง1: การนำหลักการสมมูลมาประยุกต์ใช้ (1)



พิจารณาถนนที่เชื่อมต่อระหว่างเมือง 2 เมือง (suburb and city)

- ระดับการให้บริการ (S): ระบุโดย เวลาเดินทาง (t)
- ระบบขนส่ง (T): ถนน 2 ช่องจราจร (1 ช่องจราจรต่อ 1 ทิศทาง)
- ฟังก์ชันการให้บริการ (J): พิจารณาแยกแต่ละช่องจราจร

- รูปแบบทั่วไปของฟังก์ชันการให้บริการ: $S = J(T, V)$

- ในกรณีตัวอย่างนี้: $t = m + nV$

(โดยระบบขนส่ง (T) ถูกแสดงในรูปค่าของพารามิเตอร์ m และ n , $T = (m, n)$)

- สำหรับถนนสายนี้ มีค่าพารามิเตอร์เป็น $m = 10$ นาที, $n = 0.01$ นาทีต่อจำนวนยานพาหนะต่อชั่วโมง
- ดังนั้น $t = 10 + 0.01V$



Example 1: Applying concepts (1)



Considering a highway connecting two towns (suburb and city)

- Level of service (S): expressed by travel time (t)
- Transportation system (T): two-lane highway (one lane per one direction)
- Service function (J): considering roadways separately
 - General form of service function: $S = J(T, V)$
 - in this example: $t = m + nV$

(where options T are reflected in values of parameters m and n, $T = (m, n)$)

- For this particular highway, parameter values are $m = 10$ min. and $n = 0.01$ min per veh/hr
- That is $t = 10 + 0.01V$



ตัวอย่าง 1: การนำหลักการสมมูลมาประยุกต์ใช้ (2)



- ระบบกิจกรรม (A): ลักษณะเมืองทั้งสองถูกพิจารณาจาก ประชากร ระดับการจ้างงาน และระดับรายได้ ซึ่งสามารถสะท้อนพฤติกรรมการเดินทางของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่
- ฟังก์ชันความต้องการการขนส่ง (D): พิจารณาความต้องการการเดินทางจากเมืองไปชานเมืองเท่านั้น
- รูปแบบทั่วไปของฟังก์ชันความต้องการการขนส่ง: $V = D(A, S)$ หรือ $V = a + bt$ โดยทางเลือก A ถูกแสดงในค่าพารามิเตอร์ a และ b: $A = (a, b)$
- สำหรับการเดินทางระหว่างสองเมือง ค่าพารามิเตอร์คือ $a = 5000$ จำนวนยานพาหนะ/ชั่วโมง (veh/hr), $b = -100$ จำนวนยานพาหนะ/ชั่วโมง (veh/hr) ต่อ นาที
- ดังนั้น $V = 5000 - 100t$
- รูปแบบของกระแสการขนส่ง (F): ถูกระบุโดยปริมาณการเดินทางของผู้เดินทางจากเมืองไปชานเมือง (V) (veh/hr) และระดับการให้บริการที่ผู้เดินทางได้รับสามารถแสดงโดย ระยะเวลาเดินทาง (t) (นาที): $F = (V, t)$



Example 1: Applying concepts (2)



- Activity System (A): two towns characterized by their populations, employment levels, and income levels. Trip-making behavior of residents reflects these variables
- Demand function (D): considering one-way demand for travel from City to suburb only
- General form of demand function: $V = D(A, S)$ and $V = a + bt$
Where options, A are reflected in parameters, a and b: $A = (a, b)$
- For travel between two towns, parameter values are $a = 5000$ veh/hr and $b = -100$ veh/hr/min
 - Thus $V = 5000 - 100t$
- Flow pattern (F): defined by volume (V) (veh/hr) of travelers from City to Suburb, and level of service they experience, expressed by travel time (t) (min): $F = (V, t)$



ตัวอย่าง 1: การนำหลักการสมดุมาประยุกต์ใช้ (3)



- สถานะสมดุล: รูปแบบของกระแสการขนส่งในสถานะสมดุล (V^0, t^0) ที่สัมพันธ์กับทางเลือก (T, A) จะอยู่ในสถานะที่ความสัมพันธ์ทั้งการให้บริการการขนส่ง และความต้องการการขนส่งเป็นที่พอใจทั้งสองฝ่าย:

$$t^0 = m + nV^0 = 10 + 0.01V^0$$

$$V^0 = a + bt^0 = 5000 - 100t^0$$

- จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สถานะสมดุล $F1 = (V1, t1)$?



Example 1: Applying concepts (3)



- Equilibrium: equilibrium flow pattern (V^0 , t^0) corresponding to options (T, A) will be such that both service and demand relations are satisfied:

$$t^0 = m + nV^0 = 10 + 0.01V^0$$

$$V^0 = a + bt^0 = 5000 - 100t^0$$

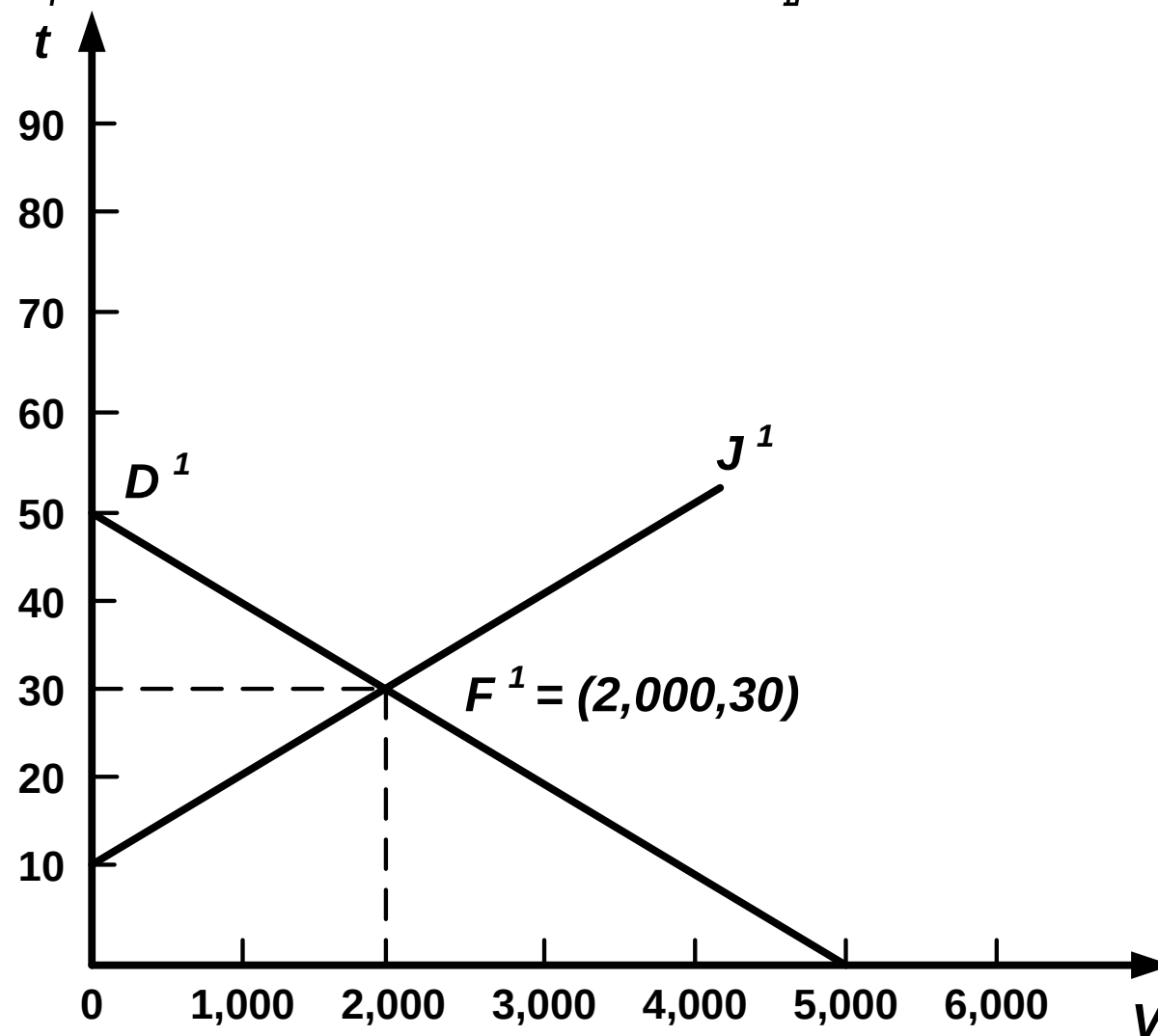
- Determine equilibrium flow pattern $F1 = (V1, t1)$?



ตัวอย่าง1: การนำหลักการสมดุลมาประยุกต์ใช้ (4)



วิธีทำ: แก้สมการหาจุดตัดของกราฟทั้งสอง J^1 และ D^1 เพื่อหา ลักษณะกระแสจราจร และขนส่งที่สภาวะสมดุล $F^1 = (V^1, t^1)$ ซึ่งแสดงดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 1.5 การคำนวณหาจุดสมดุลของลักษณะจราจรและขนส่ง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

Source: *Transportation System Analysis*



Example 1: Applying concepts (4)



Solution:

- 1. Graphically plotting service and demand functions on same set of axes. Determine equilibrium flow pattern F_1 from intersection of two functions or*
- 2. Solving equations for $F_1 = (V^1, t^1)$*

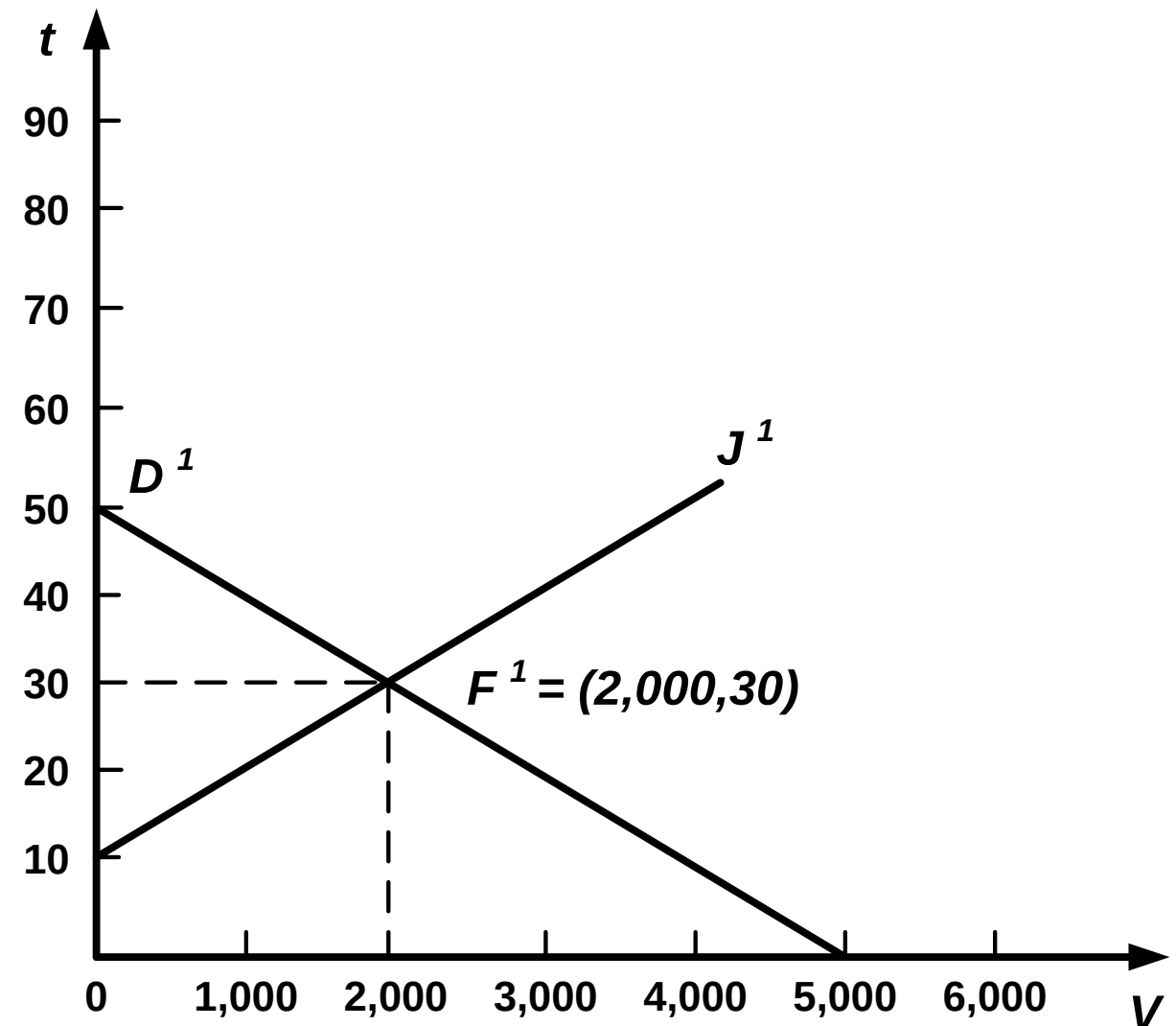


Figure ... Graphical calculation of an equilibrium flow pattern

ที่มา: คัดแปลงจาก Mannheim, 1979



ตัวอย่าง 2: การนำหลักการสมดุลมาประยุกต์ใช้ (1)



จากตัวอย่าง 1 ในเวลาต่อมากรมทางหลวงพิจารณาปรับปรุงโดยขยายช่องทางจราจร ทำให้ได้สมการการให้บริการใหม่ คือ $t = 10 + 0.005V$ จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุลใหม่ (F_2)?



Example 2: Applying concepts (1)



From Example 1, Department of Highway is considering improving a highway by increasing number of lane. The new service function is:

$$t = 10 + 0.005V$$

Find the new equilibrium volume and travel time (F_2)?



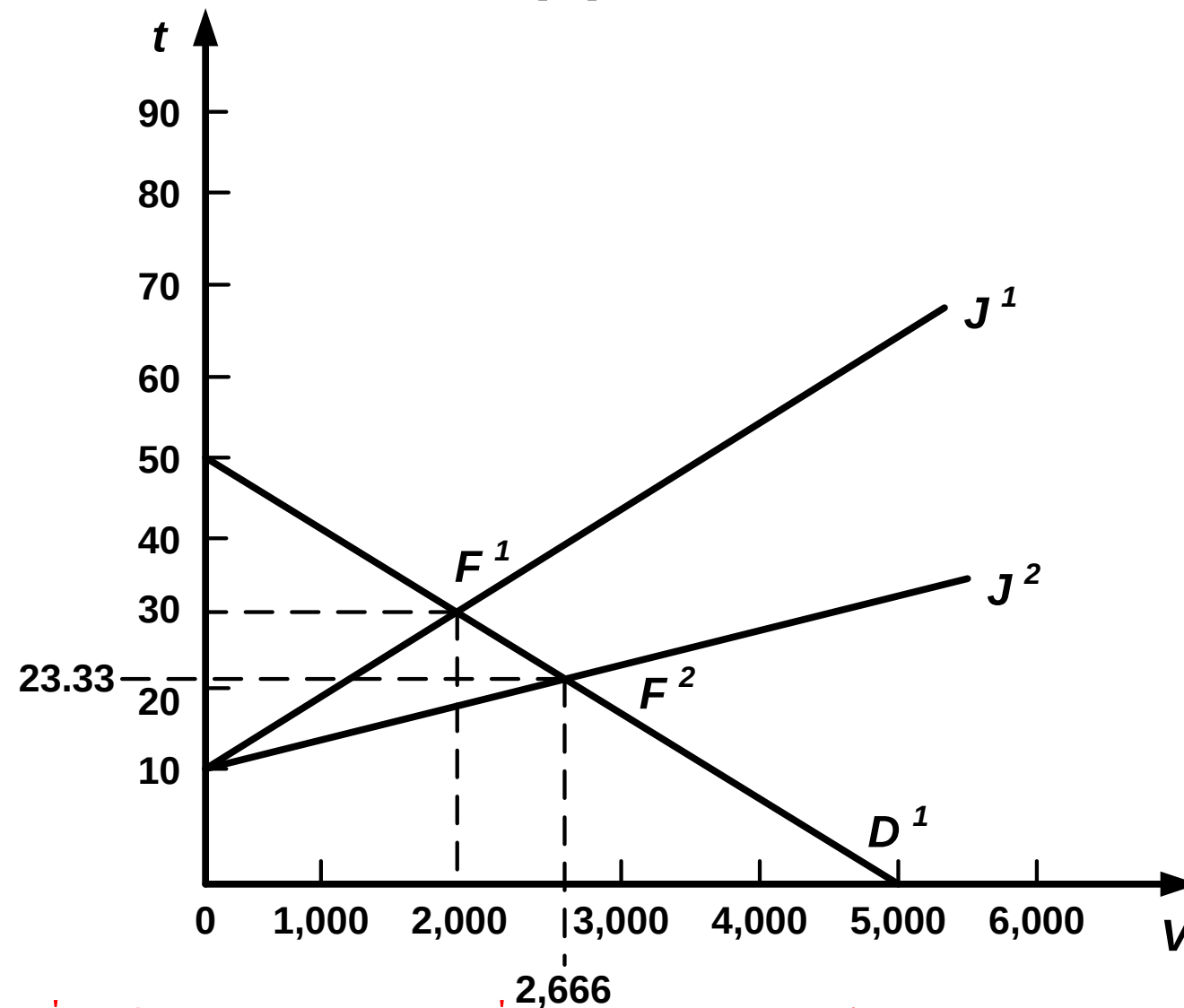
ตัวอย่าง 2: การนำหลักการสมดุลมาประยุกต์ใช้ (2)



วิธีทำ:

1. เมื่อมีการปรับปรุงถนน ทำให้เกิดฟังก์ชันการให้บริการใหม่ J^2

2. จุดตัดของกราฟ J^2 และ D^1 คือลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุล $F^2 = (V^2, t^2)$ ซึ่งแสดงดังรูปด้านล่าง ซึ่งหลังจากปรับปรุงถนนแล้ว เวลาในการเดินทางลดลงจาก 30 นาที เหลือ 23.33 นาที ทำให้ดึงดูดผู้เดินทางมาใช้ถนนเส้นนี้มากขึ้น ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นเป็น 2,666 คัน/ชั่วโมง (Induced Traffic)



รูปที่ 1.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสมการการให้บริการใหม่ต่อจุดสมดุล
ที่มา: คัดแปลงจาก Manheim, 1979

Source:
Transportation
System Analysis



Example 2: Applying concepts (2)



Solution:

- 1. New improved highway establish new service function (J^2)*
- 2. Intersection of J^2 and D^1 is the new equilibrium flow pattern, $F^2 = (2,666, 23.33)$ Notice that new link results in decreased travel time and increased volume. Thus improved facility has “induced” or “generated”, 666 new users on the link*

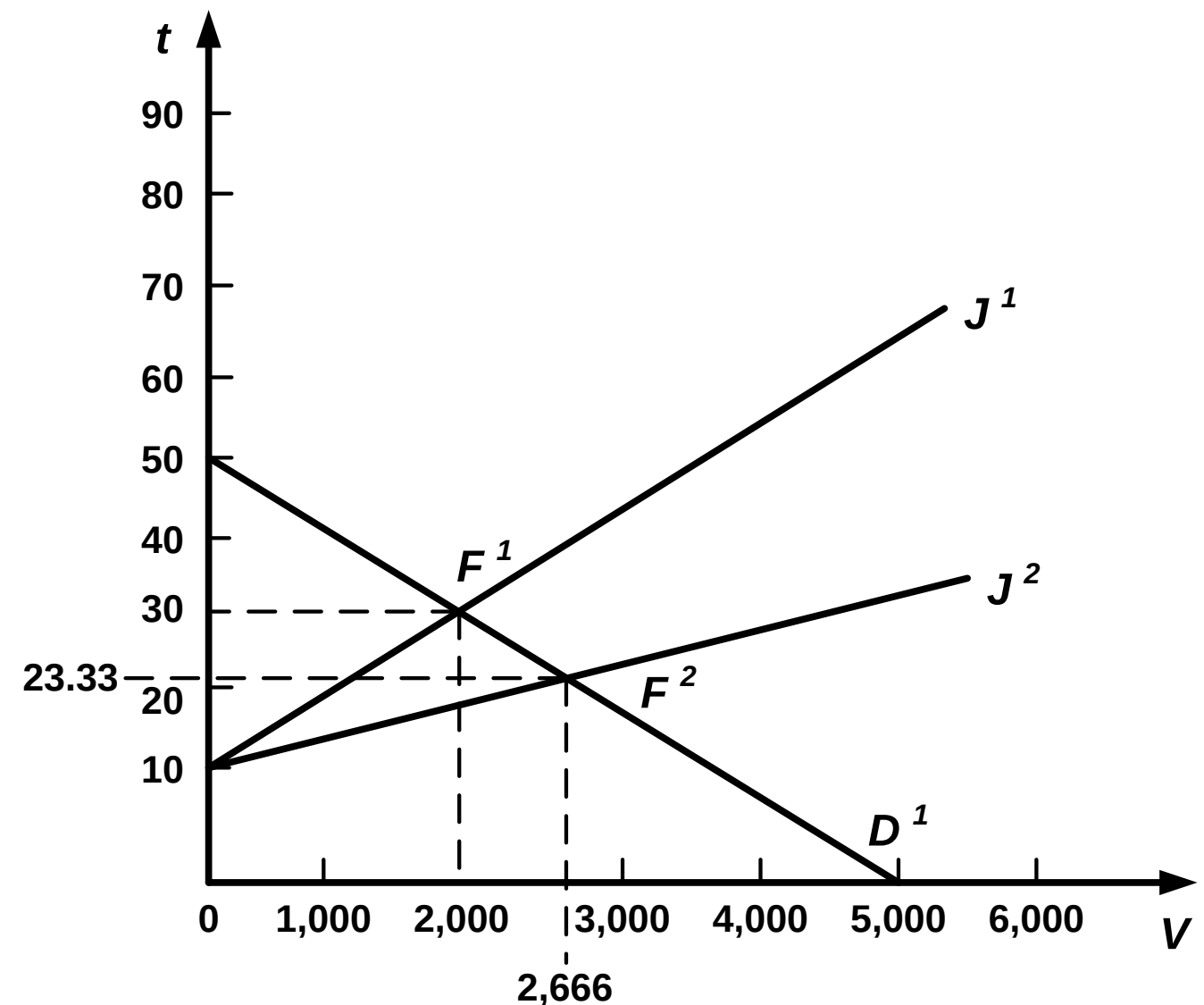


Figure ... Effect of a change in service function on an equilibrium flow pattern

ที่มา: คัดแปลงจาก Manheim, 1979



ตัวอย่าง 3: การนำหลักการสมมูลมาประยุกต์ใช้ (1)



จากตัวอย่างที่ 2 ถ้าขณะที่ระบบขนส่งใหม่กำลังถูกวางแผนและก่อสร้างซึ่งใช้เวลายาวนาน (มากกว่า 10 ปี) ระบบกิจกรรมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปดังนี้

- ประชากรและระดับการจ้างงานได้เพิ่มขึ้น
- ประชากรให้ความสำคัญกับเวลาในการเดินทางมาก (Time Value) ขึ้น (จ่ายค่าเดินทางแพงขึ้น เพื่อแลกกับเวลาการเดินทางที่ลดลงเท่าเดิม)
- ค่าพารามิเตอร์ของ Demand function ใหม่ คือ $a' = 7,500$ คัน/ชั่วโมง (veh/hr), $b = -150$ คัน/ชั่วโมง (veh/hr)

3.1 จงอภิปรายเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของ Demand Function

- ระบบเดิม ($V = 5000 - 100t$)
- ระบบใหม่ ($V = 7,500 - 150t$) ?



Example 3: Applying concepts (1)



As Example 2, if the planning and construction of new facility takes a long time, over 10 years, the activity system changes as follow.

- Population and number of employee increases
- Travelers consider more on “Time Value”
(Paying more expensive cost for decreasing same amount of travel time)
- Parameters of new demand function is $a' = 7,500$ veh/hr, $b' = -150$ veh/hr

Example 3.1: Examine parameters of Demand Functions, discuss briefly physical significance of these values.

- Existing system ($V = 5000 - 100t$)
- New system ($V = 7,500 - 150t$) ?



ตัวอย่าง 3.1: การนำหลักการสมดุมาประยุกต์ใช้ (1)



วิธีทำ

- การเพิ่มประชากรและการจ้างงาน ส่งผลให้ปริมาณจราจรมีแนวโน้มมากขึ้น แสดงจากค่า พารามิเตอร์ a เพิ่มขึ้นจาก 5,000 เป็น 7,500
- ค่าของเวลาที่มากขึ้น (*Time Value*) ทำให้เวลาเดินทางที่เพิ่มขึ้นเท่าเดิม ส่งผลให้มีผู้เดินทางเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางจากเส้นนี้มากขึ้น แสดงจากค่า พารามิเตอร์ b ซึ่งติดลบมากขึ้นจาก -100 เป็น -150
(ค่าพารามิเตอร์ b วัดความอ่อนไหวของความต้องการเดินทางต่อเวลาเดินทาง (*Sensitivity of demand with respect to travel time*))



Example 3.1 : Applying concepts (1)



Solution:

- *Increase of population and employment, it results in increasing of traffic, expressing by parameter a , increasing from 5,000 to 7,500*
- *Increase of “Time Value”, resulting in travelers changes to use other routes to travel although increase of travel time still be same, expressing by parameter b , higher magnitude of minus sign, -100 to -150 (Parameter b examine the sensitivity of demand with respect to travel time)*



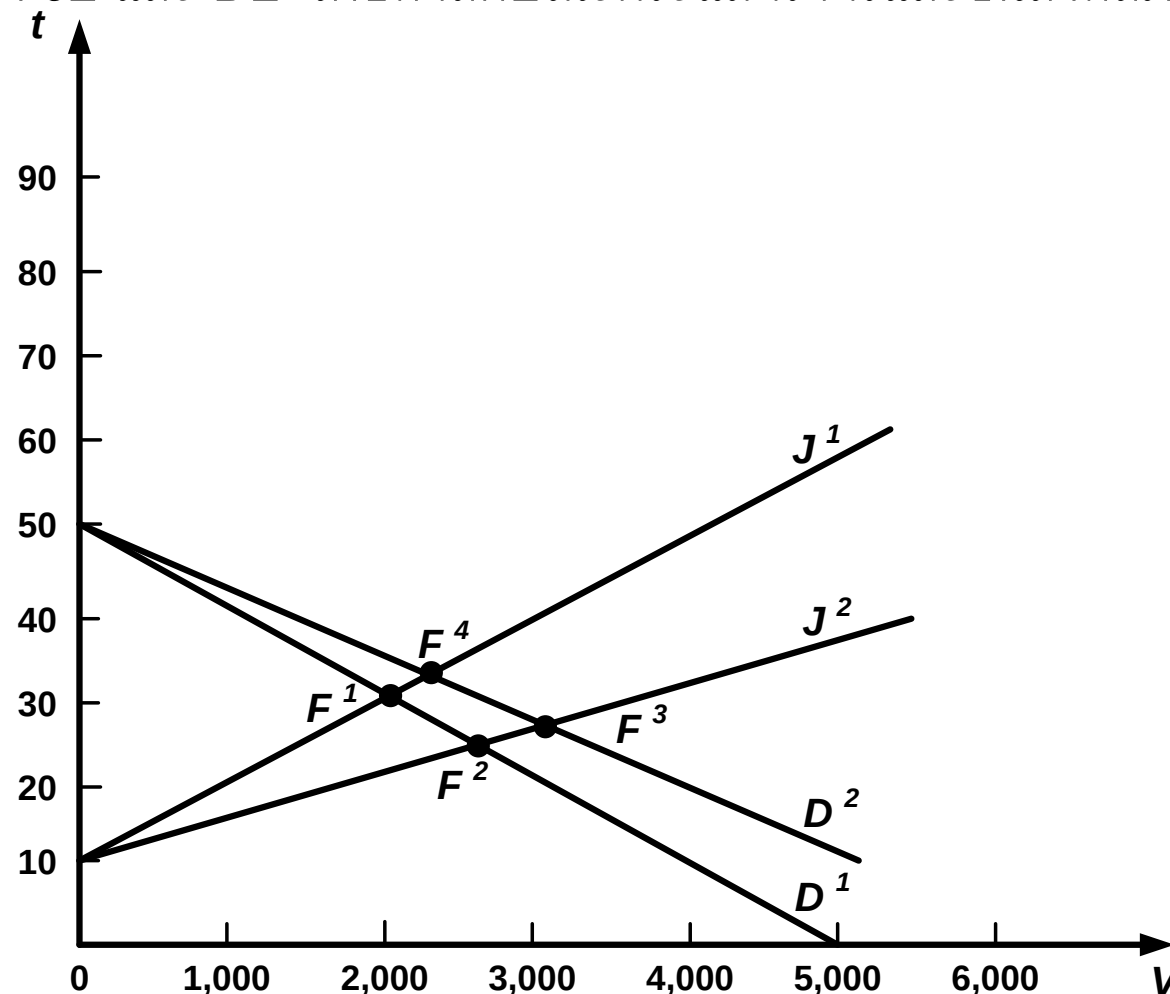
ตัวอย่าง 3.2 : การนำหลักการสมดุลมาประยุกต์ใช้ (1)



3.2 จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุลใหม่ $F3$?
วิธีทำ:

1. เขียนกราฟ $D2$

2. แก้สมการหาจุดตัดของกราฟทั้งสอง $J2$ และ $D2$ เพื่อหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุล $F3 = (V3, t3)$



รูปที่ 1.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม

ที่มา: ดัดแปลงจาก Mannheim, 1979

Source: *Transportation System Analysis*



Example 3.2 : Applying concepts (1)



3.2 Determine new equilibrium pattern of flow, F^3 ?

Solution:

1. Plot D^2

2. Solve equations to find intersection of J^2 and D^2 , new equilibrium pattern of flow, $F^3 = (3,430, 27.15)$

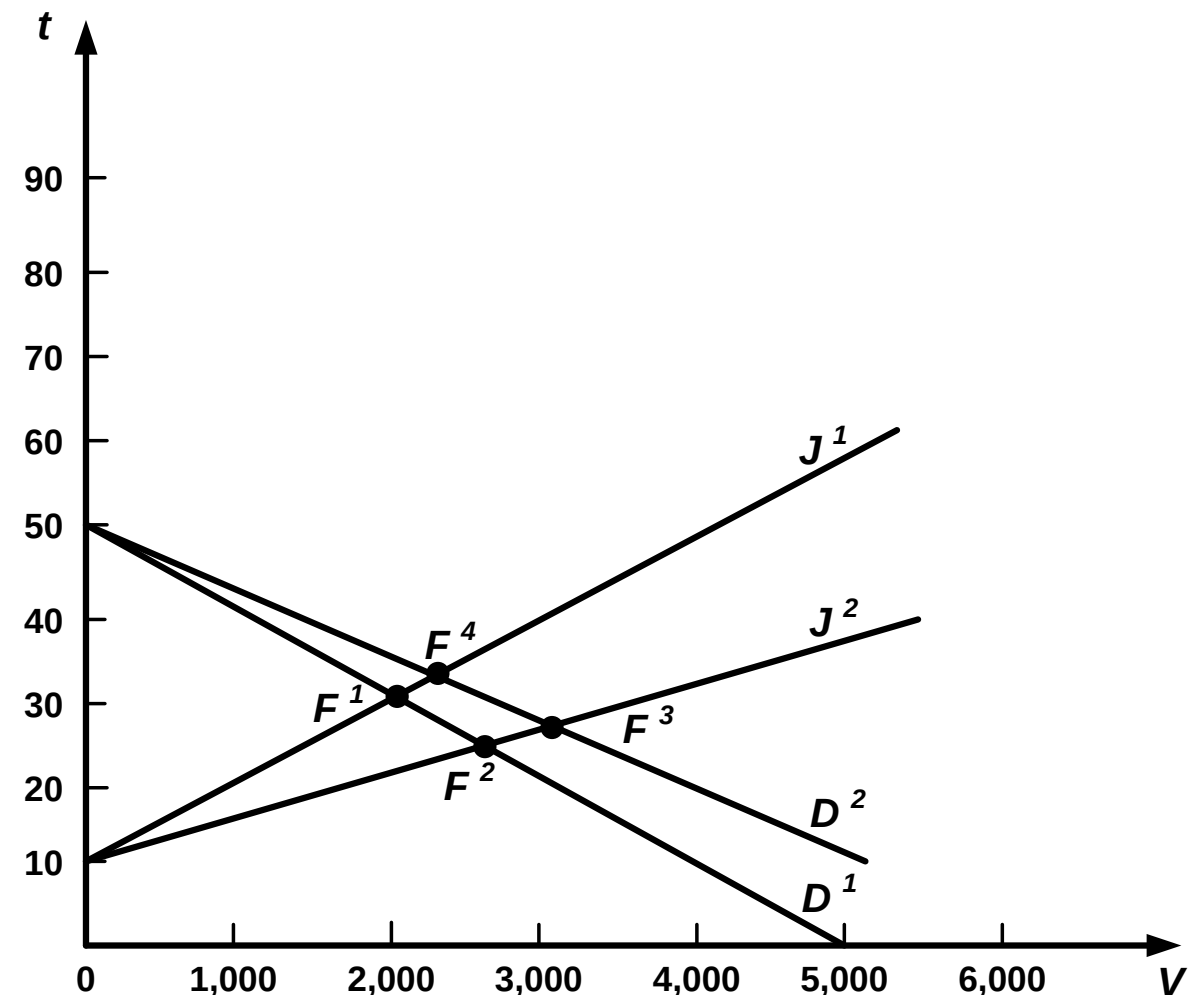


Figure ... Effect of activity-system changes

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

Source: *Transportation System Analysis*



ตัวอย่าง 3.2: การนำหลักการสมดุลมาประยุกต์ใช้ (2)



อภิปรายผล:

- จุดตัดของกราฟทั้งสอง $J2$ และ $D2$ คือ ลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุล $F3=(V3, t3)$ ซึ่งพบว่าค่าปริมาณการขนส่งและเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นทั้งคู่ (เทียบกับ $F2$) เนื่องจาก การเจริญเติบโตของระบบกิจกรรม (*Shift in Demand*)
- แต่ถ้าในอนาคตระยะยาวไม่ทำการปรับปรุงถนนเลย (สมการการให้บริการยังเป็น $J1$) ลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุล จะเป็น $F4$ นั้นหมายถึง เวลาในการเดินทางมากขึ้นและปริมาณจราจรลดลง



Example 3.2 : Applying concepts (2)



Discussion:

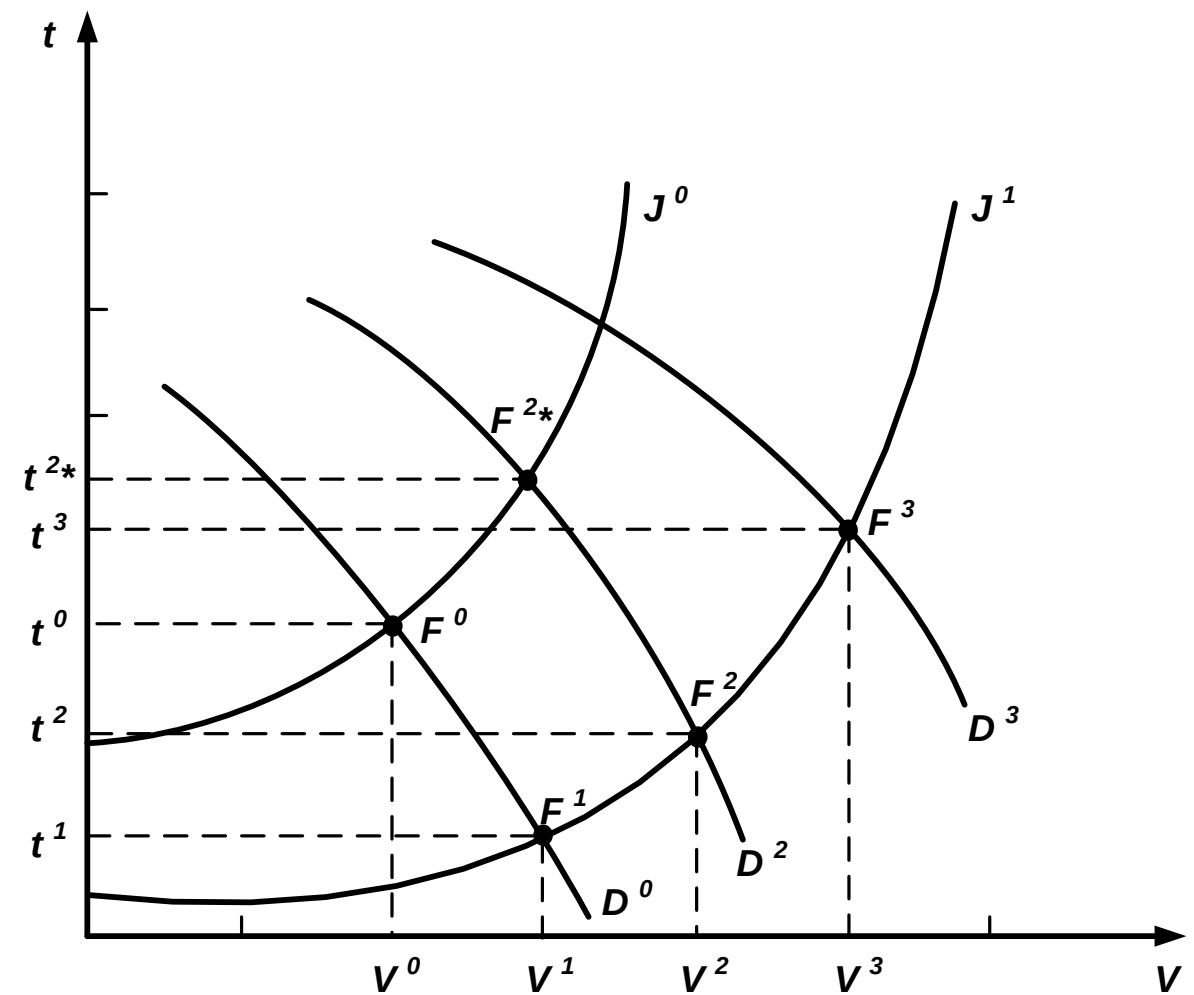
- *Intersection of J_2 and D_2 is equilibrium pattern of flow, $F_3=(3,430, 27.15)$, both values increases when comparing with $F_2=(2,666, 23,33)$ due to growth in activity system (Shift in Demand)*
- *However, if no improvement on a highway in the future, remaining to use (J_1), the equilibrium of flow is $F_4=(2,400, 34)$, meaning travel time increase and volume decrease*



การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม (Activity Shifts)



- ความสัมพันธ์ (2) ในรูปที่ 1.1 คืออิทธิพลของรูปแบบของกระแสการขนส่งในปัจจุบัน (Current Flow Pattern) จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบกิจกรรม (Activity Shifts)
- ในการปรับปรุงหรือก่อสร้างระบบขนส่งใหม่ (T1) เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยระยะเวลาพอสมควรในขณะที่ประชากร (Population) และเวลาในการเดินทาง (Travel Time) จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงทำให้ฟังก์ชันอุปสงค์ด้านการขนส่งเดิม (Demand Function, D^0) เปลี่ยนไปเป็น D^2 คือเลื่อนขึ้นไปทางขวาของ D^0 ดังแสดงในรูปที่ 1.9
- โดย J^1 คือ ลักษณะการให้บริการต่อผู้ใช้บริการระบบขนส่งใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น (T1) เพราะฉะนั้นจาก D^2 และ J^1 จะได้รูปแบบของกระแสการขนส่ง $F^2=(v^2,t^2)$



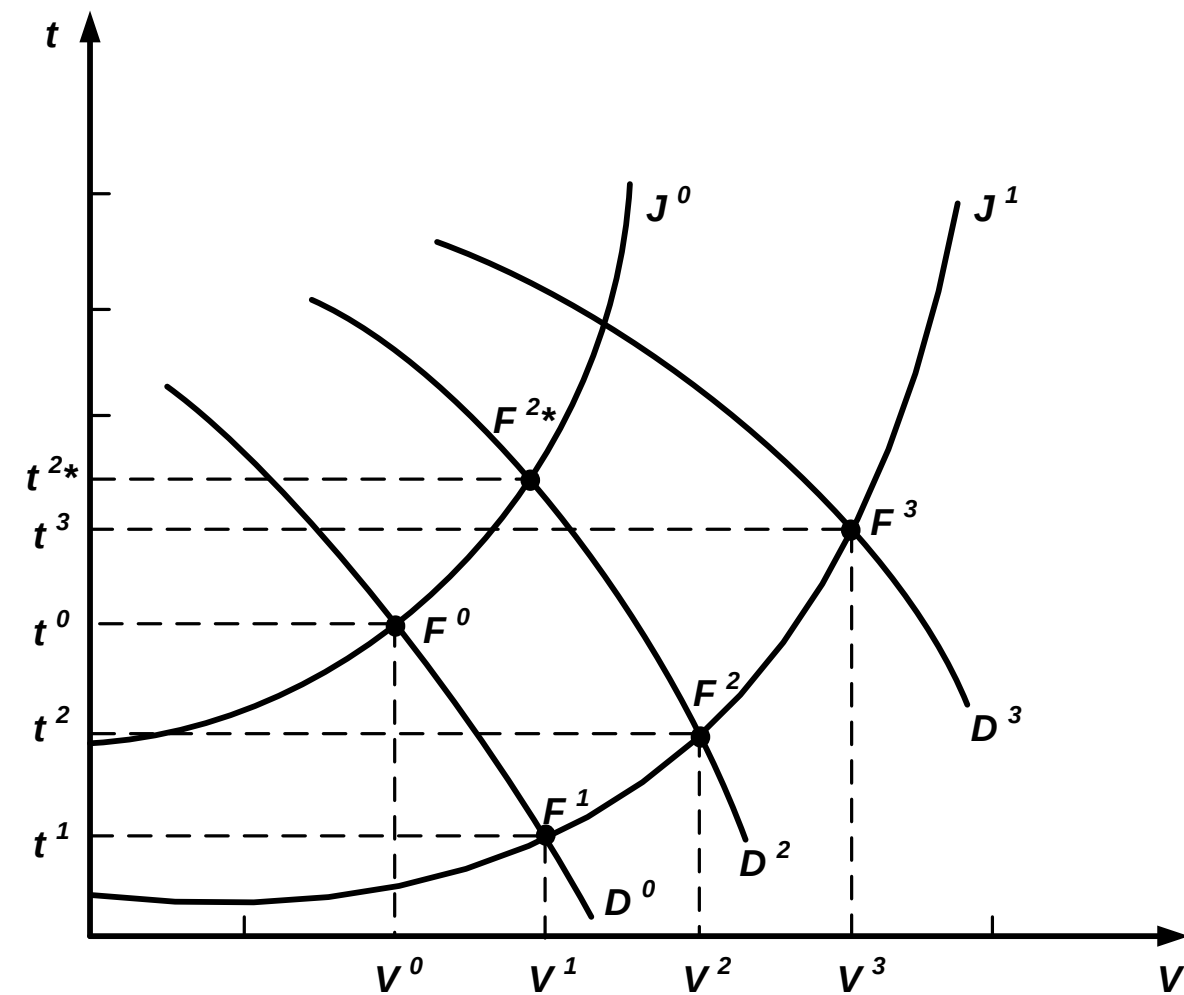
รูปที่ 1.9 การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม
ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979



การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม (Activity Shifts)



- การเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งแสดงความต้องการการขนส่ง หรือเส้นโค้งอุปสงค์ด้านการขนส่ง (Demand Curve) ถือว่าเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงในระบบการขนส่ง (T) เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ เป็นเหตุการณ์จากภายนอก (Exogenous Events, E) เช่น การเพิ่มขึ้นของประชากร (Population Growth) หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Changes) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งอุปสงค์ด้านการขนส่ง (Demand Curve) จะขึ้นอยู่กับ เหตุการณ์จากภายนอก (E)
- เมื่อการก่อสร้างระบบขนส่งใหม่ (T1) เสร็จสิ้นลง และมีการดำเนินการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการระบบขนส่ง (Users) ก็จะมีผลทำให้เส้นโค้งอุปสงค์ด้านการขนส่ง (Demand Curve) ถูกยกขึ้นอีกหรือเปลี่ยนต่อไปอีกเป็น D3 เช่น การก่อสร้างถนนใหม่ทำให้เกิดการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินข้างถนน ทำให้มีความต้องการการเดินทางบนถนนมากขึ้น ดังนั้น รูปแบบของกระแสดการขนส่งที่สถานะสมดุลใหม่ คือ $F^3=(v^3,t^3)$ ซึ่งเวลาการเดินทาง t^3 ทางมากกว่า t^0 ซึ่งระดับการให้บริการของระบบใหม่จะแย่กว่าของระบบเดิมที่เวลาเริ่มต้น อย่างไรก็ตาม t^3 ยังน้อยกว่า t^{2*} ซึ่งเป็นผลจากระบบเก่า (T0) และการเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม D2 หรือการไม่ปรับปรุงถนนเลยในอนาคต (Do Nothing)



รูปที่ 1.9 การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม
ที่มา: ดัดแปลงจาก Mannheim, 1979



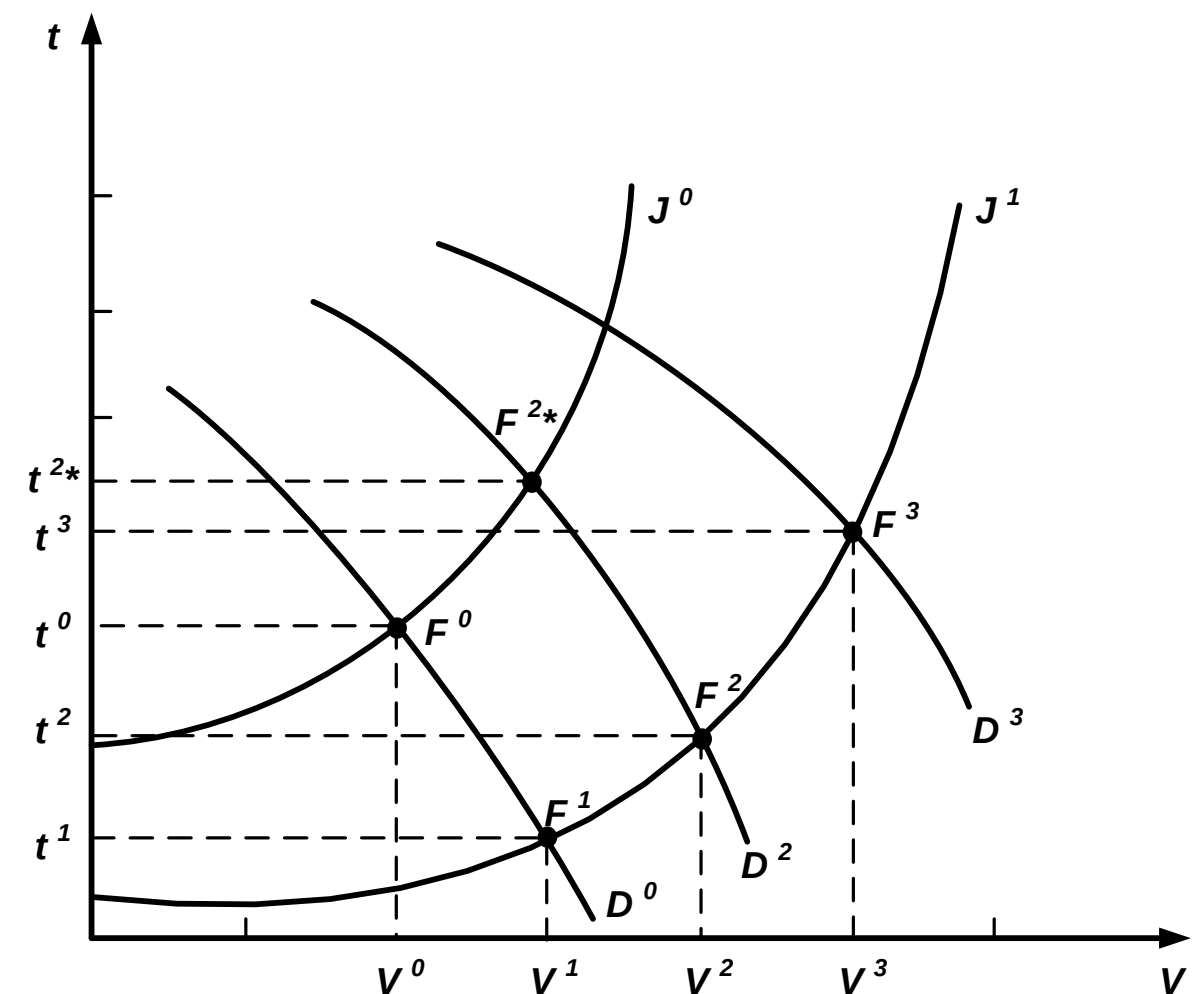
การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม (Activity Shifts)



โดยทั่วไป ยังมีความนิยามแบ่งความแตกต่างระหว่าง
ความสัมพันธ์ (1) และความสัมพันธ์ (2) ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ (1) เกี่ยวกับ สภาวะสมดุลระยะสั้น
(Short-run Equilibrium) โดยระบบกิจกรรมกระทบ
ต่อรูปแบบกระแสการจราจรและขนส่ง ดังนั้นเรียก
ความสัมพันธ์นี้ว่า **Travel-market Equilibration**

2. ความสัมพันธ์ (2) เกี่ยวกับ สภาวะสมดุลระยะยาว
(Long-run Equilibrium) โดยการเปลี่ยนแปลงระบบ
กิจกรรมกระทบต่อรูปแบบกระแสการจราจรและขนส่ง
ดังนั้นเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า **Activity-system
Equilibration**



รูปที่ 1.9 การเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม
ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979



การใช้ทรัพยากรเพื่อระบบขนส่ง (Resource Consumption)



การสร้างระบบขนส่งขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากร เช่น พลังงาน ทรัพยากรมนุษย์ วัสดุก่อสร้าง น้ำมันเชื้อเพลิง จำนวนมหาศาล ระบบขนส่งยังคงจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรเพื่อให้บริการ เช่นกัน เช่น พลังงาน น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น ดังนั้น การวางแผนการขนส่ง นอกจากการประเมินรูปแบบกระแสการจราจรและขนส่งแล้ว จำเป็นต้องประเมินปริมาณทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ด้วย



Resource Consumption



- Transportation systems consume resources, such as energy, labor, materials and supplies, and land.
- Even if no change is made to a system, resources are consumed simply to provide service.
- If changes are made, especially involving major acquisitions of new vehicles or new guideway facility, then resources consumed can be quite substantial.
- Thus, in addition to predicting flows, we should also predict resources consumed in providing and operating a particular transportation system



ระบบของแบบจำลอง



เพื่อทำนายผลกระทบทั้งหมด มีความต้องการแบบจำลอง 5 ประเภทด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.5:

1. แบบจำลองประเมินระดับการให้บริการ (Service Models): เพื่อทำนายระดับการให้บริการที่ระดับปริมาณการใช้ระบบขนส่งแตกต่างกัน (V) ของระบบขนส่งที่มีเซตทางเลือก (set of options) แตกต่างกันไป
2. แบบจำลองประเมินการใช้ทรัพยากร (Resource Models): เพื่อประเมินปริมาณทรัพยากรที่จะถูกใช้ เพื่อจัดหาระดับการบริการที่ถูกกำหนดของโครงการระบบขนส่ง
3. แบบจำลองประเมินอุปสงค์ด้านการขนส่ง (Demand Models): เพื่อทำนายปริมาณความต้องการการขนส่ง ที่ระดับการให้บริการต่างๆ
4. แบบจำลองสภาวะสมดุล (Equilibrium Models): เพื่อทำนายปริมาณและลักษณะกระแสการจราจรบนระบบขนส่ง (F) ที่เข้าสู่สภาวะสมดุล (Short-term equilibrium)
5. แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงระบบกิจกรรม (Activity-shift Models): เพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมด้านสังคมและเศรษฐกิจในระยะยาว



Systems of Models



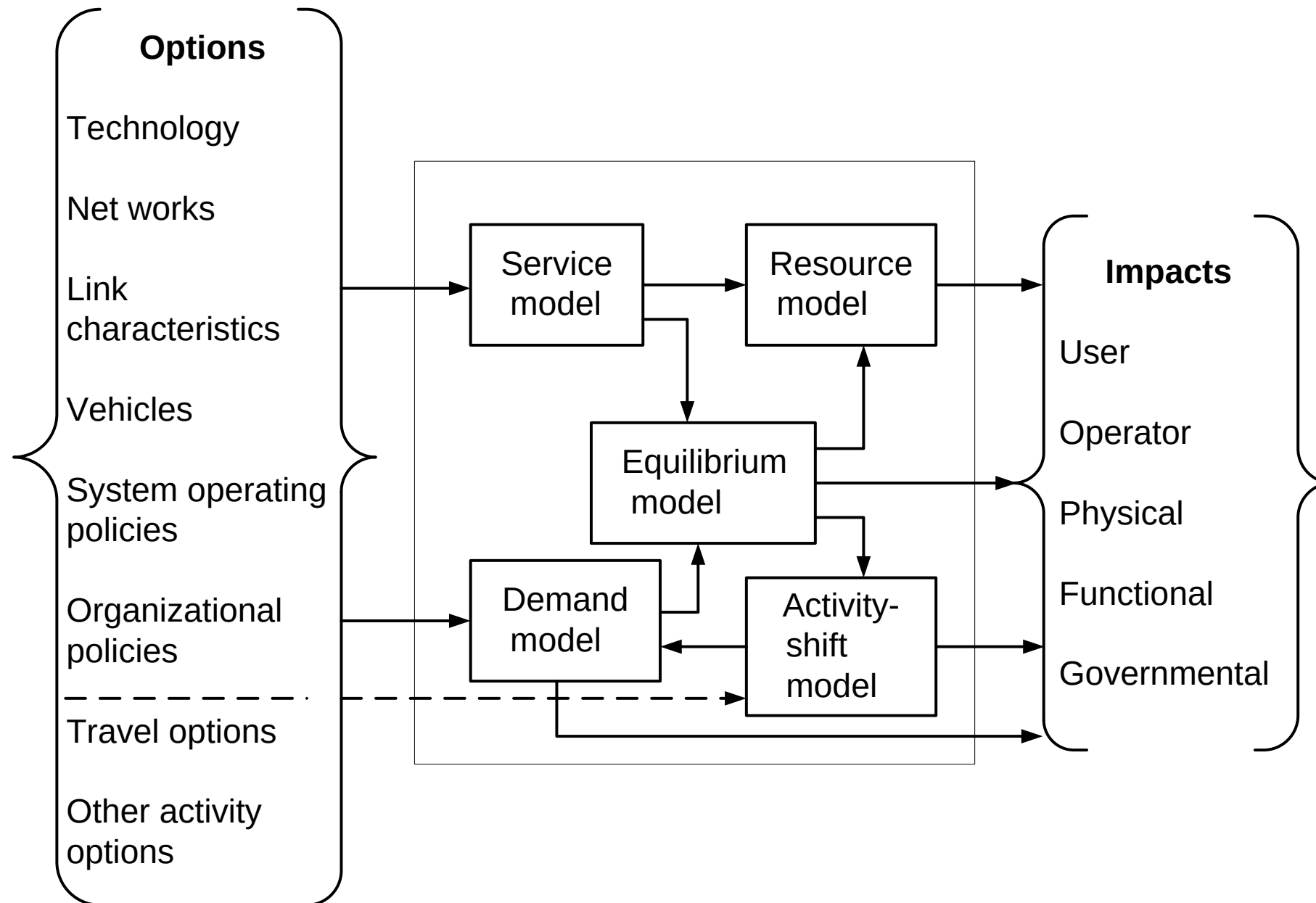
To predict all significant impacts, five major types of models are required:

1. Service Models: to determine level of service at various flow volume for any specified set of options
2. Resource Models: to determine resources consumed in providing a particular level of service with specified options
3. Demand Models: to determine volume of travel demanded at various levels of service
4. Equilibrium Models: needed to predict volumes that will actually flow in transportation system for particular set of service and demand functions (Short-term equilibrium in travel market)
5. Activity-shift Models: needed to predict long-term changes in spatial distribution and structure of activity system as consequence of short-run equilibrium pattern of flows, i.e. feedback effect of transportation on land use (activity-system equilibration)

Source: Transportation System Analysis



แบบจำลองการทำนายพื้นฐานและความสัมพันธ์ภายใน แบบจำลอง



รูปที่ 1.10 แบบจำลองการทำนายพื้นฐานและความสัมพันธ์ภายในแบบจำลอง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

Source: Transportation Engineering: An Introduction



Basic prediction models and their interrelationships (1)

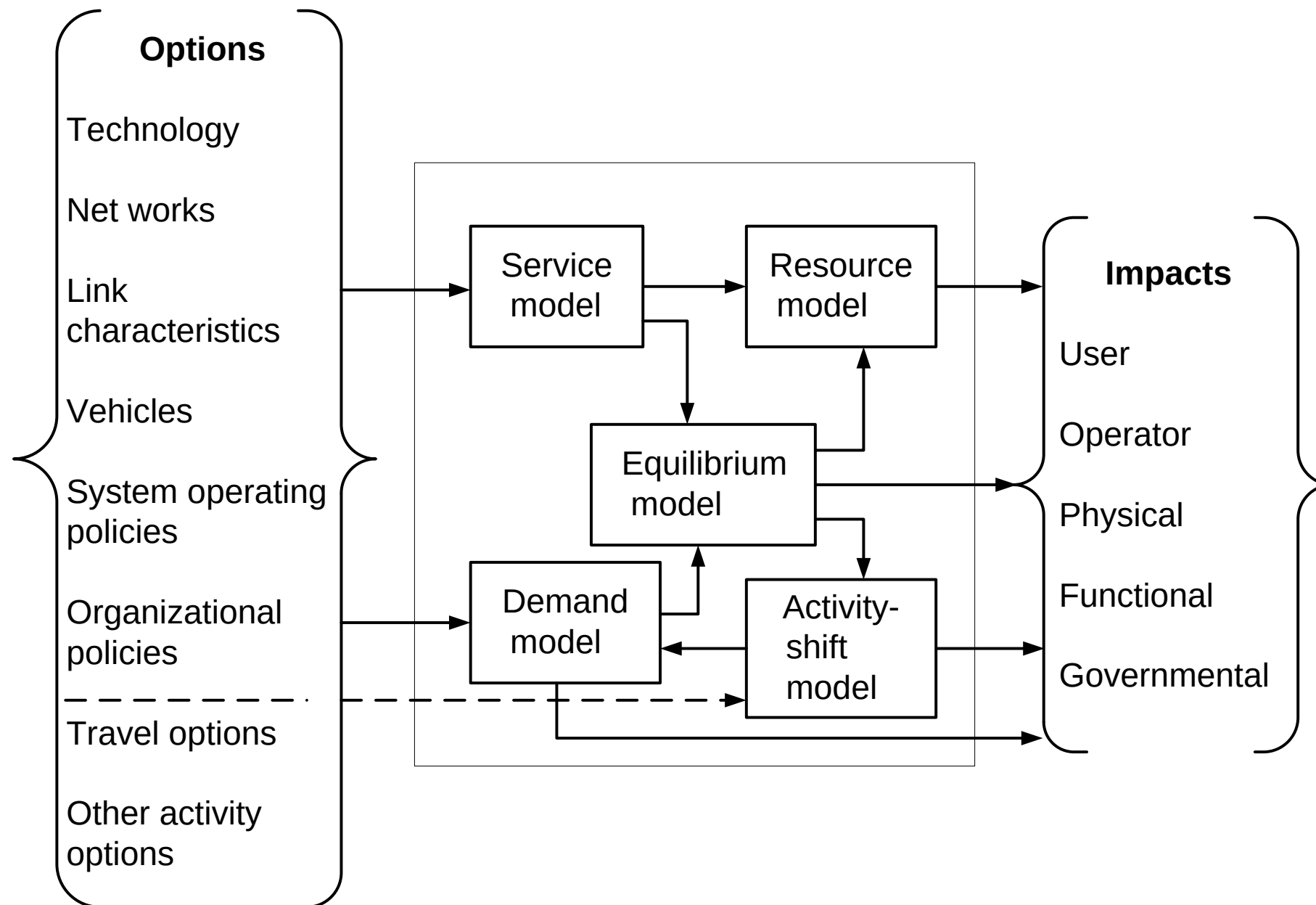


Figure ... Basic prediction models and their interrelationships

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979



แบบจำลองการทำนายพื้นฐานและความสัมพันธ์ภายใน แบบจำลอง (2)



จากรูปที่ 1.10 สามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการประเมินจากแบบจำลองได้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การสรุปทางเลือก (options) และผลกระทบ (impacts) ได้ครบถ้วนชัดเจน
2. การประเมินระบบขนส่งใน 2 ประเด็น คือ ระดับการบริการของผู้ใช้ระบบขนส่งที่ได้รับ ซึ่งแสดงจาก สมการการให้บริการ (service function) และ ทรัพยากรที่ถูกใช้ไปเพื่อก่อสร้างและให้บริการระบบขนส่ง ซึ่งแสดงจาก สมการประเมินการใช้ทรัพยากร (resource function)
3. การพิจารณาแยกสมดุลในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งสมดุลในระยะสั้นพิจารณาผู้ใช้ระบบขนส่งในตลาดการขนส่งเมื่อระบบกิจกรรมไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงจาก สมการอุปสงค์การขนส่ง (demand function) (ความสัมพันธ์ประเภทที่ (1)) สมดุลระยะยาวพิจารณาผู้ใช้ระบบขนส่งในตลาดที่ใหญ่ขึ้น (ระบบเศรษฐกิจทั้งหมด) ซึ่งแสดงจากการเจริญเติบโตของระบบกิจกรรม (activity shifts)
4. การคำนวณหาจุดสมดุลของแต่ละระบบขนส่ง



Basic prediction models and their interrelationships (2)



This structuring of transportation systems analysis problem incorporates 3 hypotheses

1. Complete summary of types of options and impacts
2. Modeling transportation technology from two perspectives
 - Service perceived by users, reflected in the service functions
 - Resource consumed in providing transportation service, reflected in resource functions
3. Separating short-term and long-term equilibrium:
 - Short-term responses of transportation users, in transportation market with fixed activity system, as represented by demand functions (type 1 relation)
 - Long-term responses of users and others in larger market and total economy, as represented by activity shifts (type 2 relation)



การประยุกต์ใช้หลักการสมดุลเพื่อประเมินระบบขนส่ง (The Variety of Applications)



- สมการการให้บริการ **service function** ถูกแสดงในรูป สมการความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการใช้ระบบขนส่ง V และ เวลาในการเดินทาง หรือ ความจุถนน และ เวลาในการเดินทาง
- สมการอุปสงค์การเดินทาง **demand function** ถูกแสดงในรูป การประเมินการเกิดการเดินทาง (Trip Generation) การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) และการเลือกประเภทการเดินทาง (Modal split)
- แบบจำลองสมดุลของระบบขนส่ง (travel-market equilibrium model) คือกระบวนการการแจกแจงการเดินทาง **Traffic Assignment**
- แบบจำลองประเมินการใช้ทรัพยากร (Resource model) คือ การประเมินค่าก่อสร้างและบำรุงรักษา
- แบบจำลองการเจริญเติบโตของกิจกรรม (Activity-shift model) คือ แบบจำลองประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use Model) เพื่อประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการเข้าถึงพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของประชากรและเศรษฐกิจ
- โดยสรุป กระบวนการวางแผนการขนส่ง 4 ขั้นตอน **Four-step model** และ **Land use model** ถูกประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อหาจุดสมดุลของระบบขนส่ง

Source: Transportation System Analysis



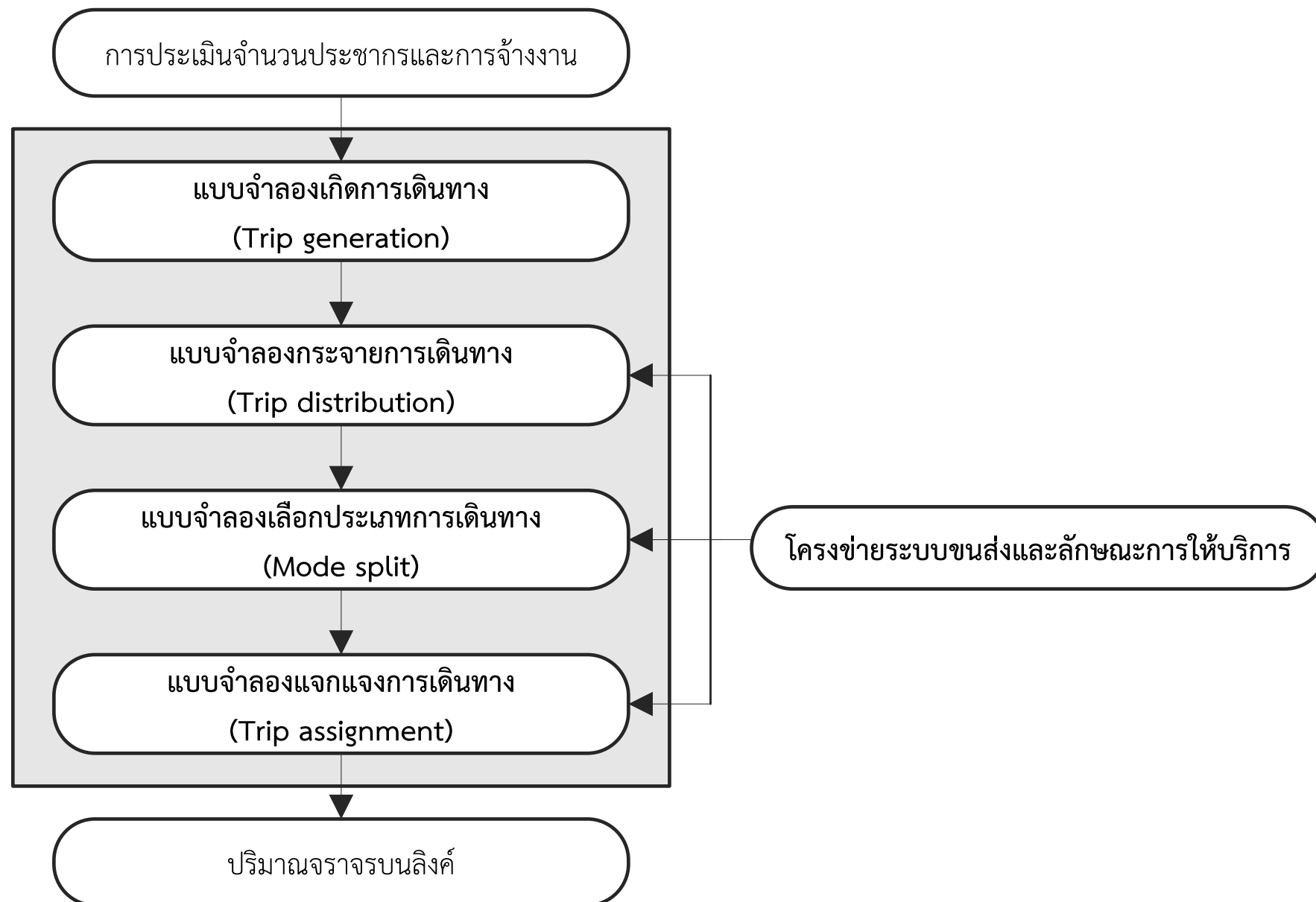
The Variety of Applications



- Service functions represents as volume VS travel time functions, or simply link capacities and travel times.
- Demand functions represented by Trip Generation Model, Trip Distribution Model and Modal split Model
- Travel-market equilibrium model is Traffic Assignment
- Resource models represented by a variety of ad hoc calculations involving such factors as construction and operating costs
- Activity-shift models represented by Land –use models used to predict effects of differential changes in accessibilities on location of population and economic activities
- In conclusion, the Urban Transportation Modeling System (UTMS), or the four-step model and land use model are applied together to determine the equilibrium pattern of flow for short-term and long-term.



ระบบจำลองการขนส่งในเมือง (Urban Transportation Modeling System)



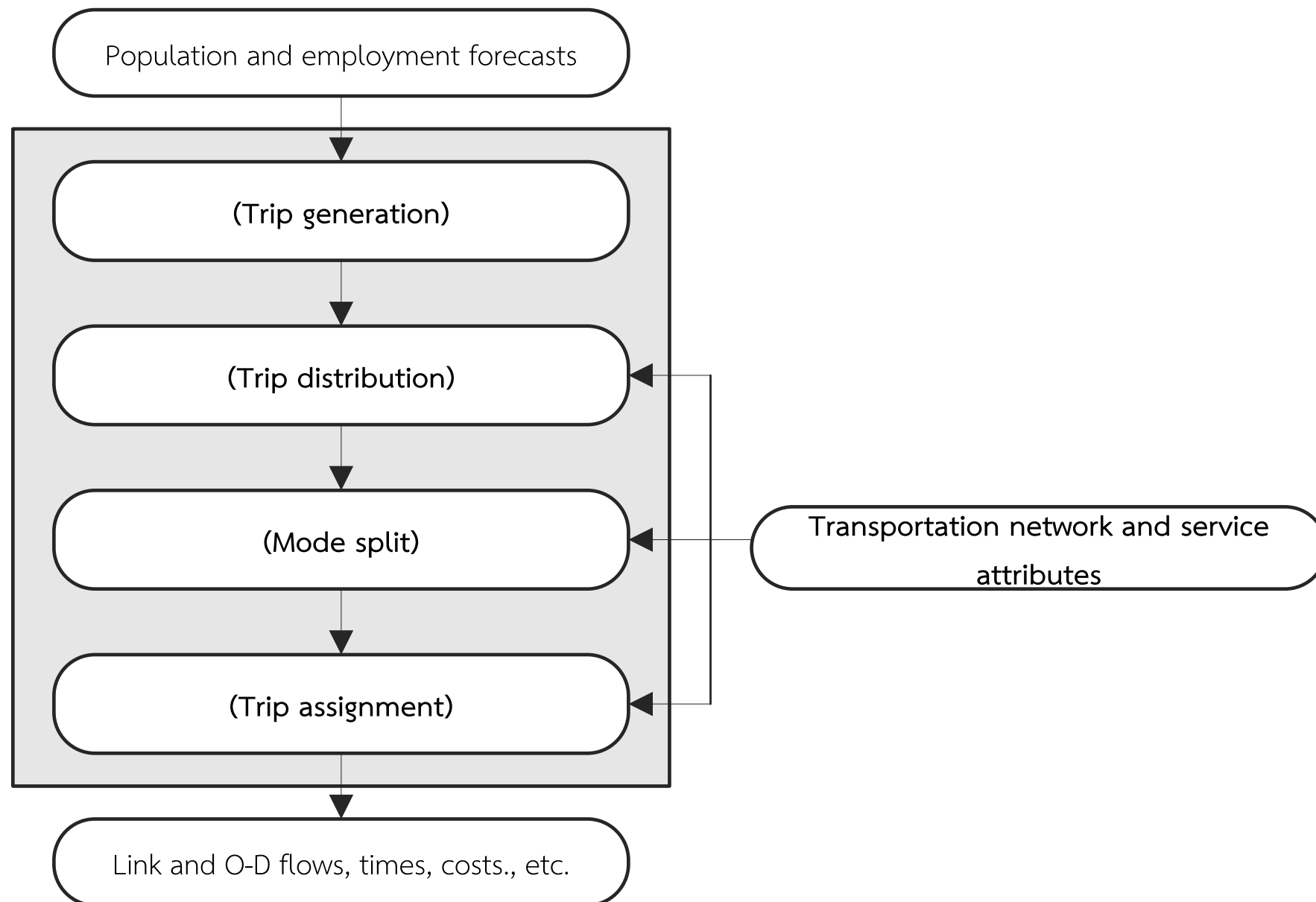
แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก Urban Transportation Planning (Meyer and Miller, 2001)

รูปที่ 1 แบบจำลองวิเคราะห์การเดินทางในเขตเมือง

Source: Urban Transportation Planning



Urban Transportation Modeling System (UTMS)



แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก *Urban Transportation Planning* (Meyer and Miller, 2001)

Figure ... Urban Transportation Modeling System

Source: Urban Transportation Planning



ระบบจำลองการขนส่งในเมือง (Urban Transportation Modeling System)



1. แบบจำลองเกิดการเดินทาง (Trip Generation) คือ การประเมินจำนวนการเดินทาง (Trip) ที่แต่ละโซนสร้างขึ้น และ ที่แต่ละโซนดึงดูดเข้ามาภายในโซน หรืออีกนัยหนึ่ง คือ การประเมินจำนวนการเดินทางทั้งหมดที่เข้าสู่หรือออกจากแต่ละโซนในพื้นที่ศึกษา
2. แบบจำลองกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) คือ การประเมินจำนวนการเดินทางระหว่างคู่โซน หรือ จำนวนการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทาง (O-D Pair)
3. แบบจำลองเลือกประเภทการเดินทาง (Mode Split) คือ การประเมินเปอร์เซ็นต์การเลือกประเภทการเดินทาง (เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล หรือ ระบบขนส่งสาธารณะ) ของการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทาง (O-D Pair)
4. แบบจำลองแจกแจงการเดินทาง (Trip Assignment) คือ การแจกแจงตารางการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทาง (O-D Flows) ของแต่ละประเภทการเดินทางตามเส้นทางการเดินทางลงบนโครงข่ายถนน



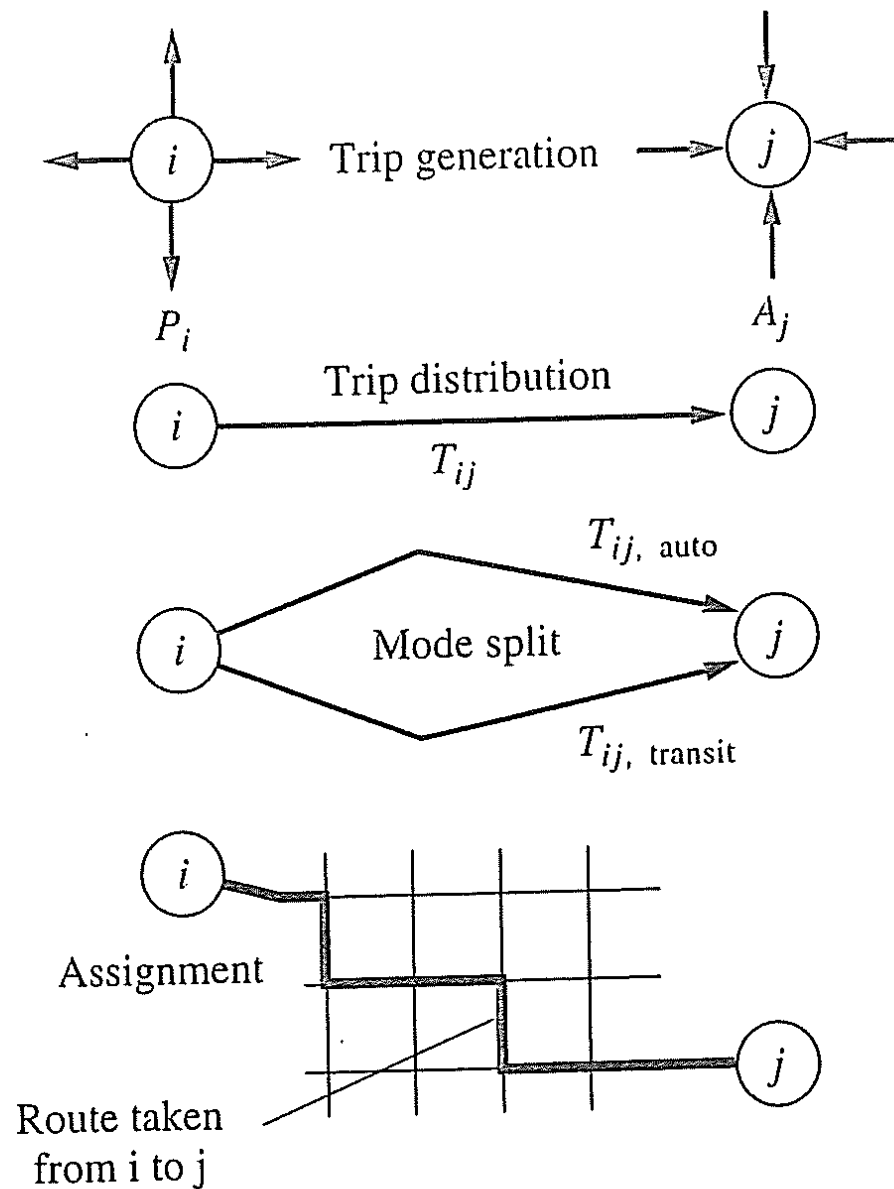
Urban Transportation Modeling System, UTMS



1. Trip Generation is prediction of number of trips produced by and attracted to each zone, i.e. number of trip ends “generated” within urban area
2. Trip Distribution is prediction of origin-destination (O-D) flows, i.e. linking of trip ends predicted by trip generation model together to form trip interchanges or flows
3. Mode Split is prediction of percentages of travel flow that will use each of available modes (Auto and transit) between each origin-destination pair
4. Trip Assignment places the O-D Flows for each mode on specific routes of travel through respective modal networks



ขั้นตอนต่อเนื่องในระบบจำลองการขนส่งในเมือง

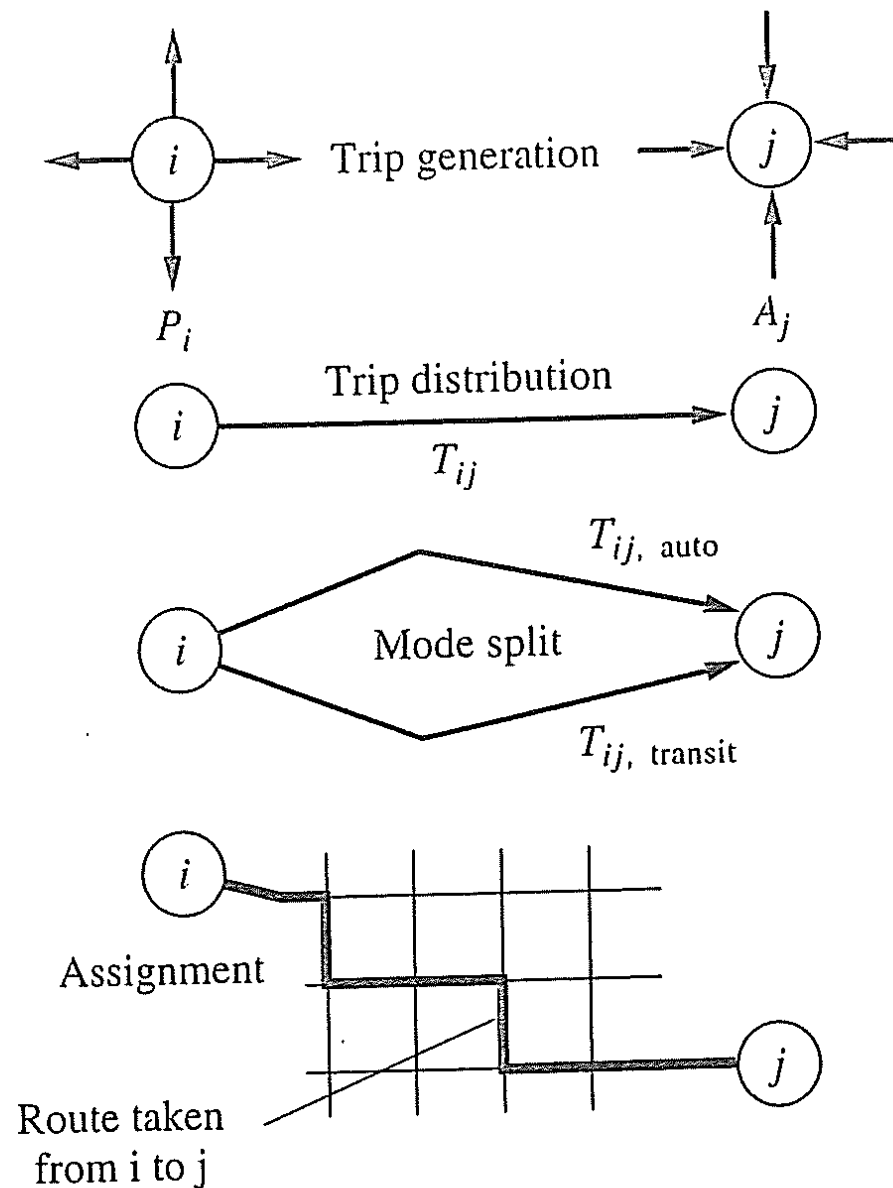


- 4 ขั้นตอนของแบบจำลองการขนส่งในเขตเมือง คือ กระบวนการต่อเนื่องที่เกี่ยวกับ คนตัดสินใจเดินทาง (Generation) ตัดสินใจจุดหมายปลายทาง (Distribution) ตัดสินใจเลือกประเภทการเดินทาง (Modal split) และตัดสินใจเลือกเส้นทาง (assignment)

Figure 5.8 Steps in the sequential modeling of transportation demand



Steps in Sequential Modeling of Transportation Demand



- Four stages of UTMS thus correspond to a sequential decision process in which people decide to make a trip (generation), decide where to go (distribution), decide what mode to take (modal split), and decide what route to use (assignment)

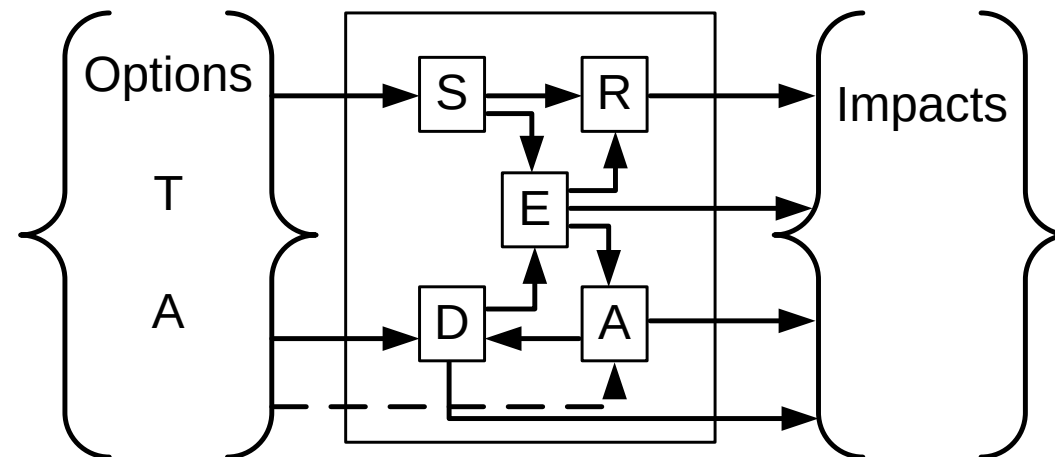
Figure 5.8 Steps in the sequential modeling of transportation demand



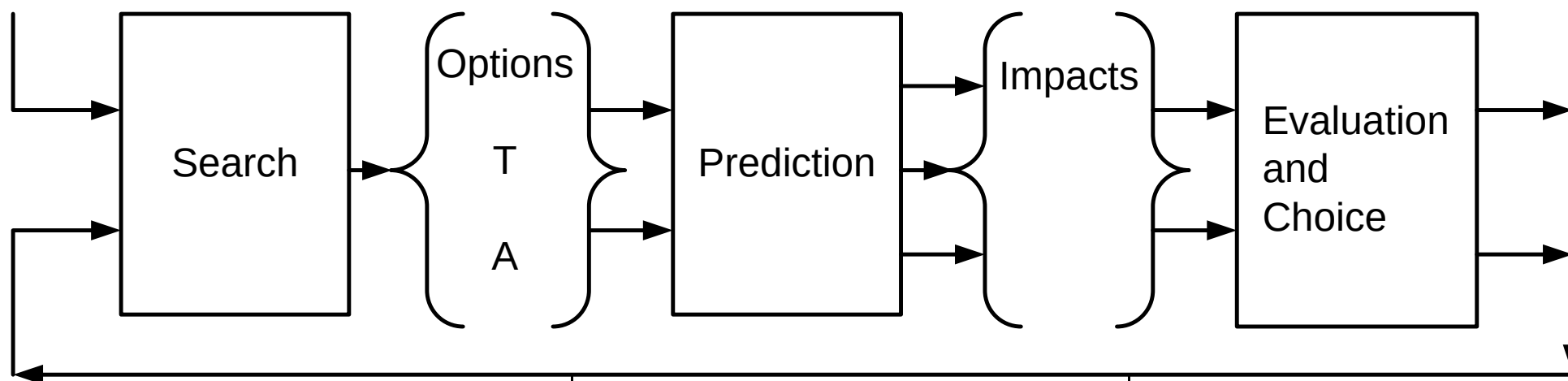
การใส่การทำนายในการวงรอบการวิเคราะห์



a Prediction



b Analysis cycle



รูปที่ 1.11 การทำนายในกระบวนการที่ใหญ่กว่า

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

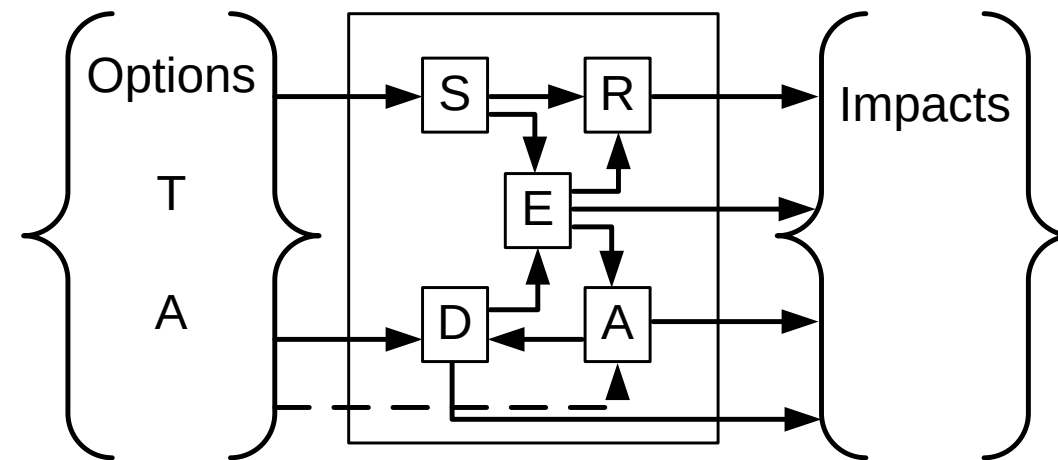
Source: *Transportation Engineering: An Introduction*



Putting prediction in analysis cycle



a Prediction



b Analysis cycle

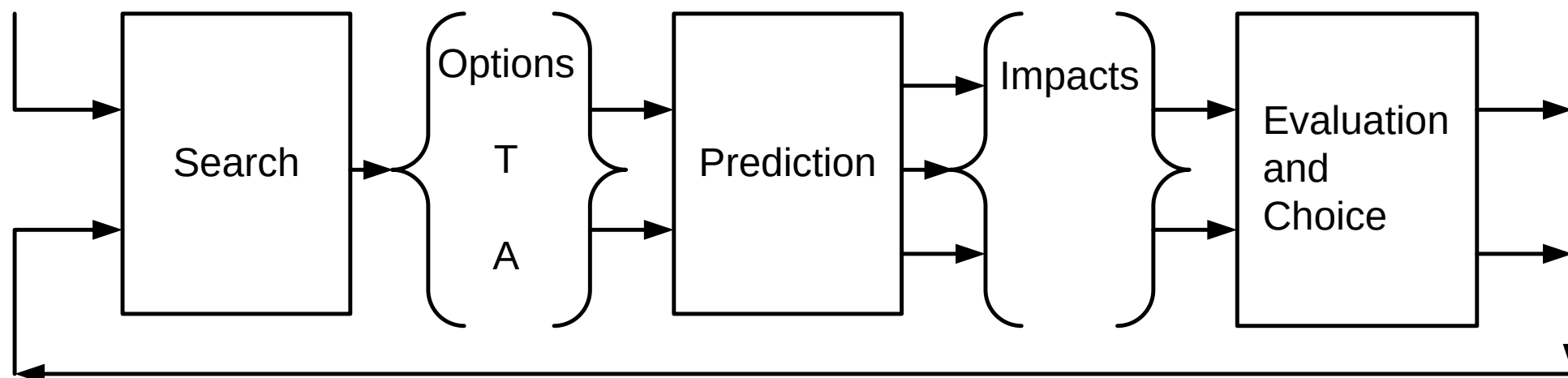


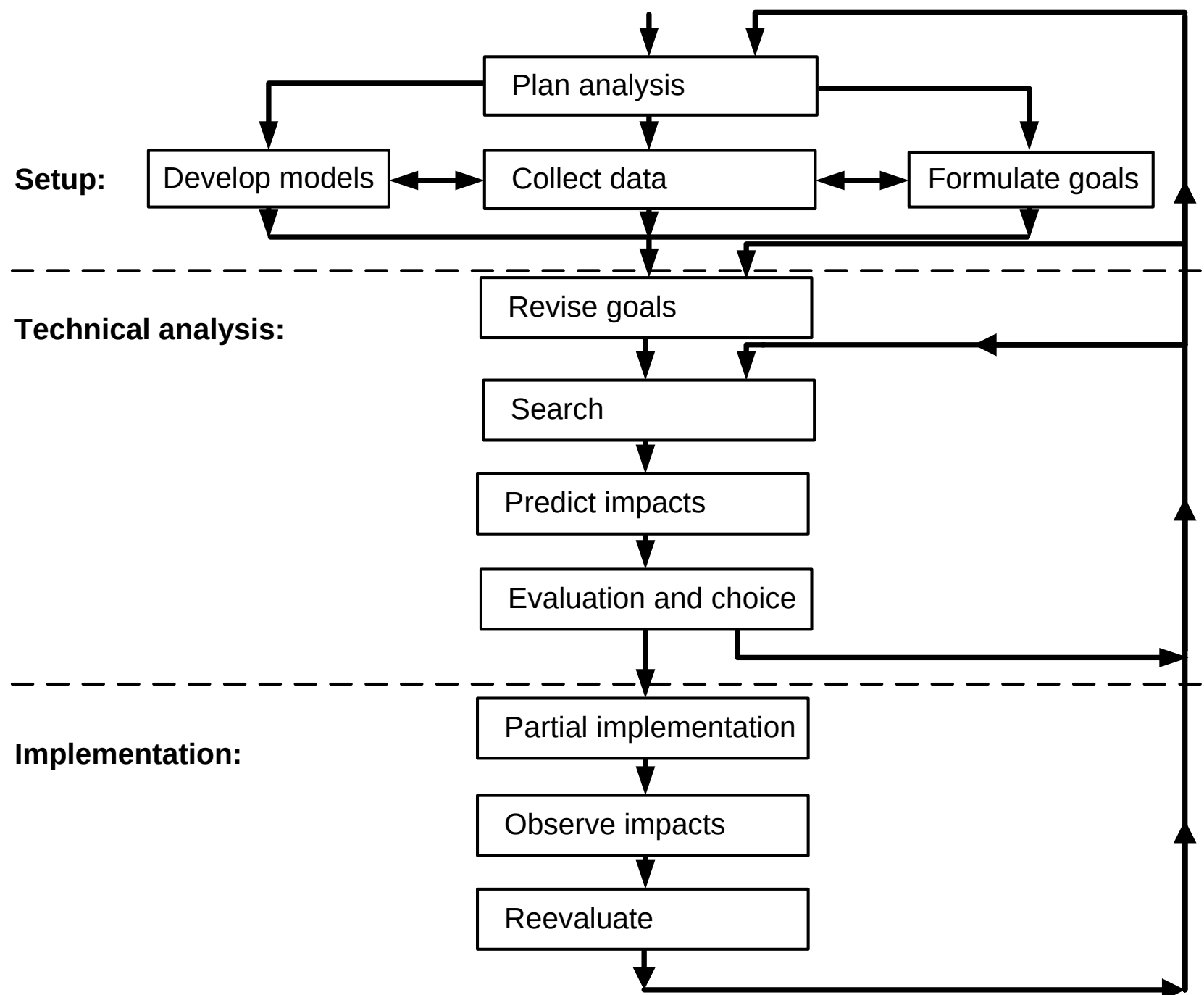
Figure ... Prediction in larger process

ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

Source: Transportation Engineering: An Introduction



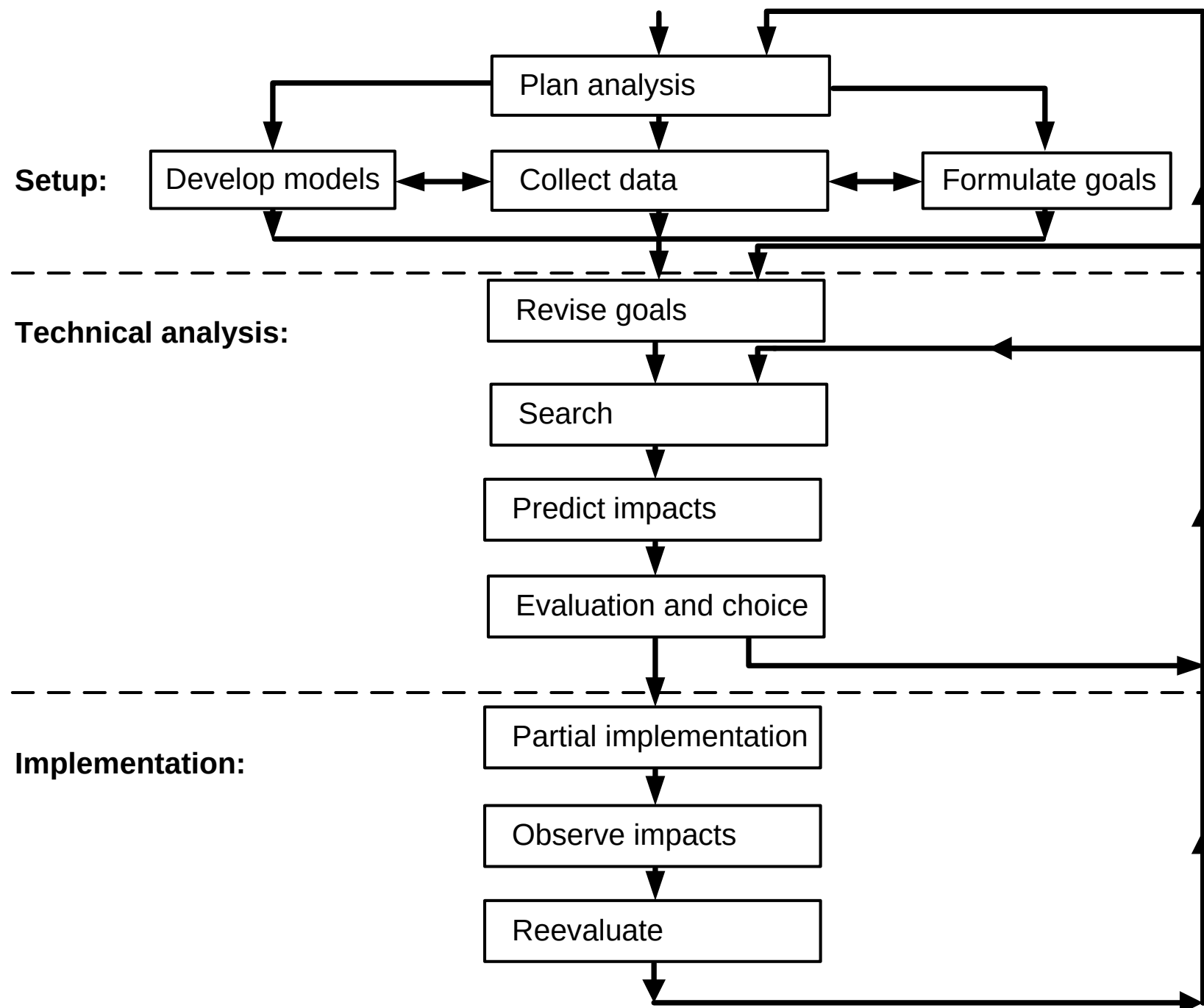
การวิเคราะห์และการดำเนินการที่ต่อเนื่อง



Source: Transportation System Analysis



Analysis and Implementation



Source: Transportation System Analysis



การบ้านบทที่ 1



1.1 พิจารณาถนนที่เชื่อมต่อระหว่างเมือง 2 เมือง (suburb and city) มีสมการการให้บริการ (J_1) คือ $t = 100 + 0.05V$ เมื่อ t = เวลาเดินทาง (min) และ V = ปริมาณจราจร (veh/hr) ความต้องการการเดินทางระหว่างสองเมือง สร้างฟังก์ชันความต้องการการเดินทาง (D_1) คือ $V = 7500 - 200t$ เมื่อ V = ปริมาณจราจรเดินทางระหว่างเมือง (veh/hr) และ t = ระยะเวลาเดินทาง (min)

1.1.1 จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุล $F_1 = (V_1, t_1)$?

1.1.2 ในเวลาต่อมา ถนนถูกปรับปรุงโดยเพิ่มจำนวนช่องจราจร ทำให้ได้สมการการให้บริการใหม่ (J_2) คือ $t = 100 + 0.002V$ จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุลใหม่ (F_2)?

1.1.3 ถ้าขณะที่ถนนกำลังถูกวางแผนและก่อสร้างซึ่งใช้เวลายาวนาน ทำให้ระบบกิจกรรมของเมืองทั้งสองเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สมการความต้องการการเดินทางเปลี่ยนเป็น (D_2) $V = 9000 - 350t$ จงหาลักษณะกระแสจราจรและขนส่งที่สภาวะสมดุลใหม่ (F_3)?



Chapter 1 Assignment



1.1 A Road connects 2 cities (suburb and city) has a service function (J_1): $t = 100 + 0.05V$ where is t = travel time (min) and V = traffic volume (veh/hr) , travel demand between two cities provides a demand function (D_1): $V = 7500 - 200t$ where is V = traffic volume (veh/hr) and t = travel time (min)

1.1.1 Determine equilibrium pattern of flow, $F_1 = (V_1, t_1)$?

1.1.2 Next years, a road improved by increasing number of lanes, give a service function (J_2): $t = 100 + 0.002V$, Determine new equilibrium pattern of flow (F_2)?

1.1.3 If a plan and construction of improving road takes a long time than usual, causing change in activity system of two cities, demand function changes to (D_2): $V = 9000 - 350t$, Determine new equilibrium pattern of flow (F_3)?



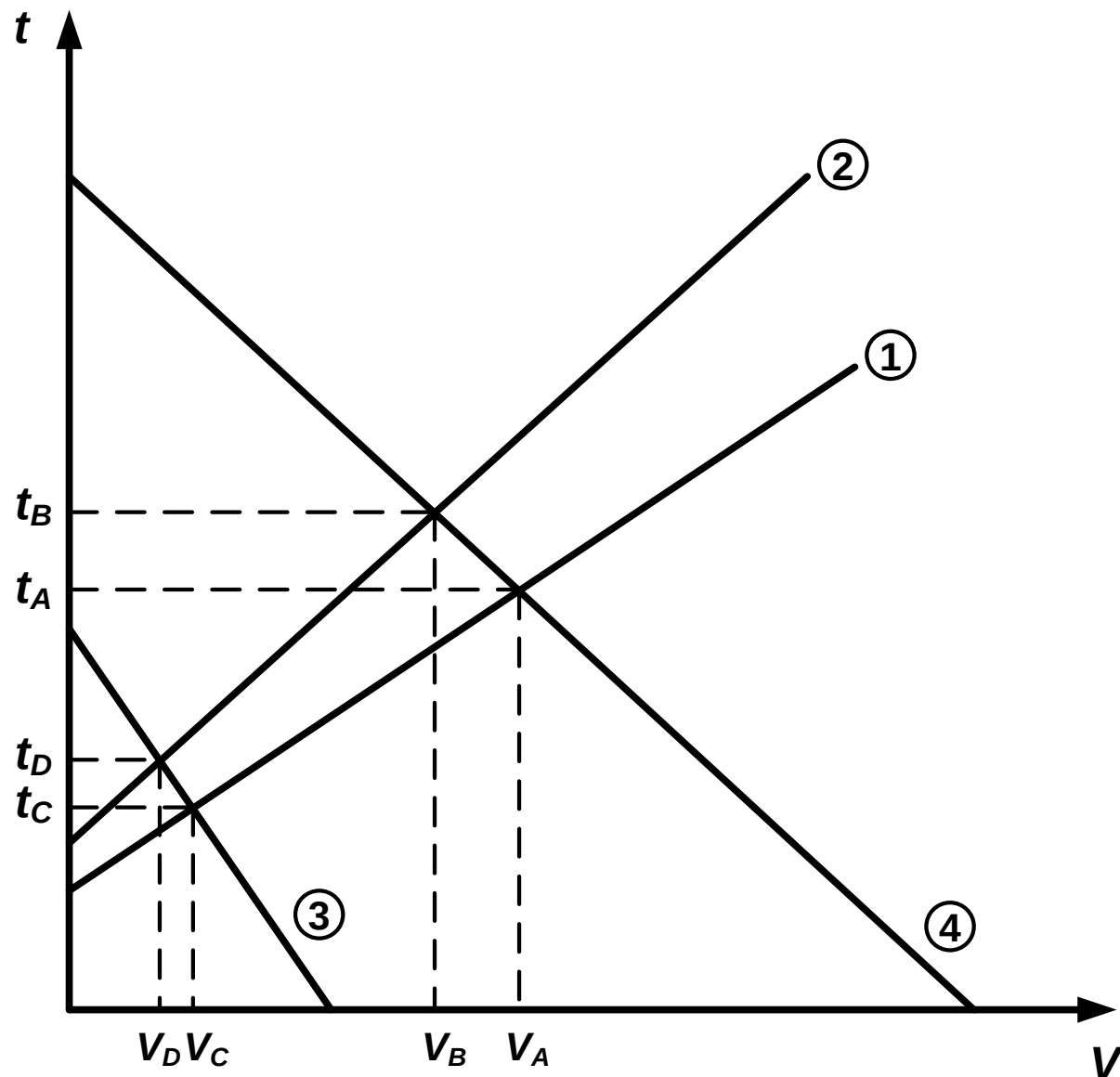
การบ้านบทที่ 1



1.2. การก่อสร้างถนนหลายๆ โครงการเป็นประเด็นโต้แย้ง คือหลังจากเปิดให้บริการ การจราจรเพิ่มรถติดขัดในระยะเวลาไม่นาน โดยในความเป็นจริงถนนที่ก่อสร้างใหม่เวลาการเดินทางอาจเพิ่มขึ้นตามรูปสภาวะสมมูลด้านล่าง จงอธิบายว่าเห็นด้วยกับประเด็นโต้แย้งนี้หรือไม่ โดยให้ผลเหตุประกอบ



การบ้านบทที่ 1



รูปที่ 1.8 ผลกระทบของการก่อสร้างถนนทางหลวงใหม่
ที่มา: ดัดแปลงจาก Manheim, 1979

- จุดสมดุลของถนนเดิมคือจุด $D (V_D, t_D)$ และเมื่อก่อสร้างถนนเสร็จแล้ว จุดสมดุลของถนนใหม่ คือ $A (V_A, t_A)$ โดยจุดสมดุล A มีปริมาณจราจรและเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นอย่างมาก (แทนที่จะเป็นจุด $C (V_C, t_C)$ ซึ่งเวลาในการเดินทางลดลงทำให้ปริมาณจราจรมาใช้ถนนเส้นนี้มากขึ้น)
- สาเหตุเกิดจาก มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) ตามแนวถนนอย่างรวดเร็วหลังจากก่อสร้างถนนเสร็จ ทำให้กราฟ D เคลื่อนขึ้นจาก $D(3)$ เป็น $D(4)$ ในระยะเวลาไม่นานนัก (ซึ่งโดยปกติ การเคลื่อนขึ้นของกราฟ D (Activity Shifts) ต้องใช้ระยะเวลายาวนาน)
- ดังนั้น มีผู้ใช้ถนนเส้นนี้หลายคน ตั้งข้อสังเกตว่าการสร้างถนนใหม่ทำให้เวลาการเดินทางเพิ่มขึ้นจึงไม่ได้รับประโยชน์อะไรจากโครงการสร้างถนนใหม่นี้เลย การสร้างถนนใหม่เส้นนี้ส่งผลให้ผลประโยชน์ต่อสังคมแย่ลงหรือไม่?



Chapter 1 Assignment



1.2. There are many examples of facilities being out dated from their very first day of service. For example, one expressway was congested soon after it was opened, In fact, it is observed that travel times can increase on supposedly new, improved facilities. Discuss this phenomenon with reference to following figure ?



Chapter 1 Assignment

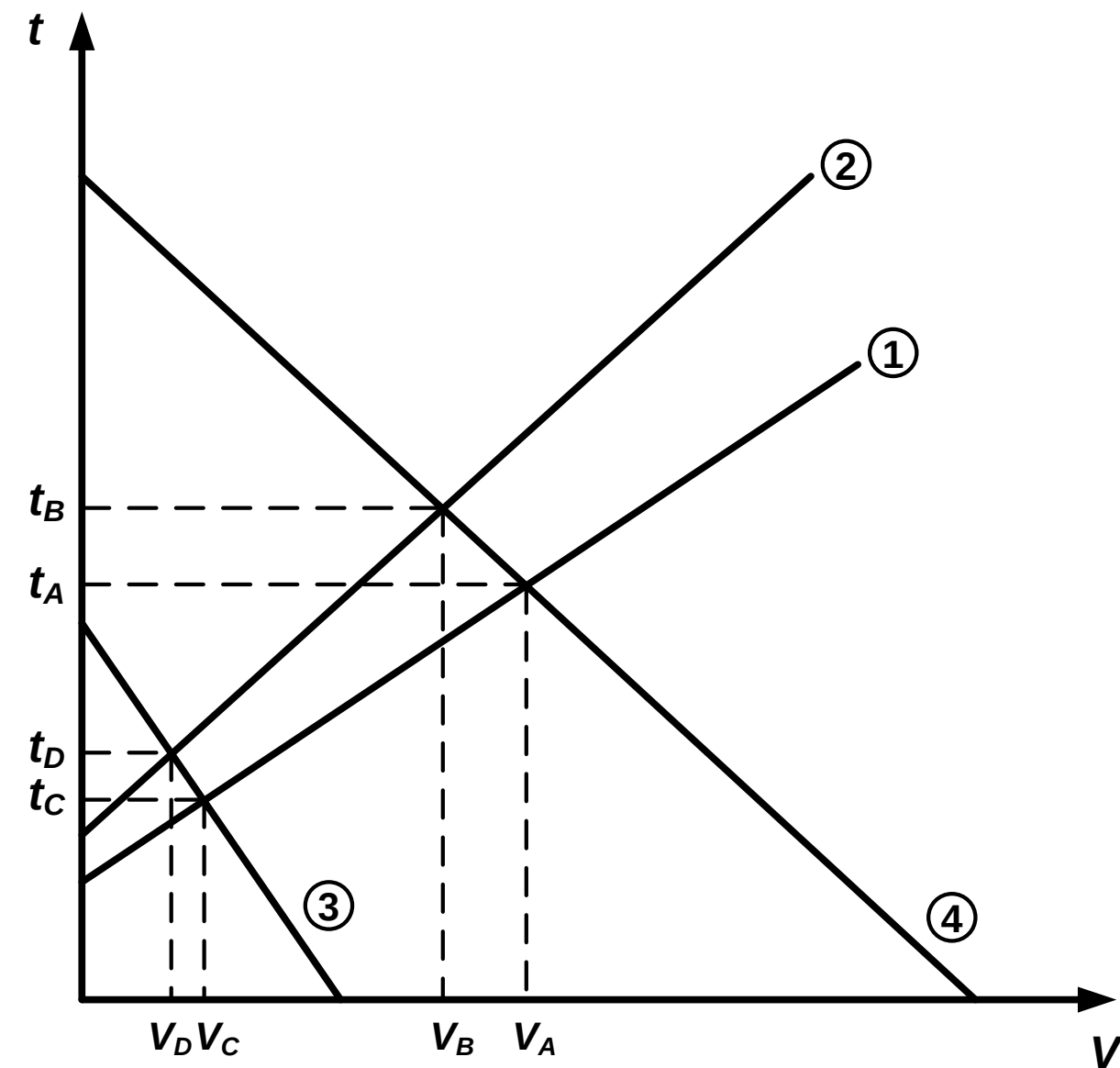


Figure ... Effect of Introduction of New Highway
ที่มา: คัดแปลงจาก Manheim, 1979

- Old equilibrium flow pattern is D (V_D, t_D) when a road improved, new equilibrium flow pattern is A (V_A, t_A). Both travel time and volume are greater than old equilibrium flow pattern.
- Due to land use changes rapidly along improved road, causing Graph D shifting D(3) to D(4) during a non-long term (**Generally, Shift of Graph D (Activity Shifts) takes a long time**)
- Thus, some travelers notice that an improved road causes increase of travel time. It is no benefit from this improved road? Who benefited and who was hurt by this improved road? What would have occurred if the road was not improved?



Thank you!

Contact Address:
Prof. Somchai Doe
Tel:
Email:
www.kku.ac.th

