

# Introduction

Surames Piriyawat, Ph.D.

Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Burapha University

## 1. Highway and Road Development

### 1.1 Ancient Roads

- o ทางเท้า (Traces)
- o 5,000 years before D.C.: ทางเกวียน
- o 3,500 years before D.C.: ทางสร้างด้วยหิน พบใน Mesopotamia
- o 1,900 years before D.C.: ยุคโรมัน--Appian way

### 1.2 European Road and Highway Development

- o Pierre Tresaguet (1716-1796): ความสำคัญของความชันที่มีผลต่อความแข็งแรงของถนน
- o Thomas Telford (1757-1834): การสร้างถนนโดยใช้หินเรียงเป็นชั้นๆ จากนั้นใช้ยานพาหนะบดทับ
- o John Loudor Macadam (1756-1836): Macadam Road

### 1.3 American Road and Highway Development

- o Turn Pike (1794-1830): ถนนสมัยแรก ลงทุนสร้างโดยรัฐ/เอกชนแล้วเก็บค่าผ่านทาง
- o 1830 D.C.: ยุครถจักรไอน้ำ การก่อสร้างทางรถไฟ
- o 1920 D.C.: ยุครถยนต์ การก่อสร้างถนนเจริญมากในช่วงนี้

### 1.4 Asian Highway

- o ถนนเชื่อมต่อระหว่างเมืองสำคัญของประเทศในทวีปเอเชีย 15 ประเทศ: อัฟกานิสถาน บังกลาเทศ พม่า อินเดีย อินโดนีเซีย อิหร่าน กัมพูชา ลาว มาเลเซีย เนปาล ปากีสถาน สิงคโปร์ ศรีลังกา เวียดนาม และไทย รวมระยะทางมากกว่า 66,000 กิโลเมตร
- o สายแรก (A-1) สร้างเสร็จปี 2503 รวมระยะทาง 10,800 กิโลเมตร
- o ผ่านประเทศไทย 6 สาย: สายประธาน ได้แก่ A-1, A-2 และ A-12 สายรองประธาน ได้แก่ A-14, A-15 และ A-18

## 2. องค์กรที่เกี่ยวข้องกับงานทาง

### 2.1 The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

- o ก่อตั้งปี 1914 ทำหน้าที่ศึกษา ค้นคว้า วิจัย และกำหนดมาตรฐานการออกแบบการทดสอบวัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างถนนโดยเฉพาะ

### 2.2 The Transportation Research Board (TRB)

- o ก่อตั้งปี 1920 เป็นสถาบันเอกชนที่ได้รับการสนับสนุนจาก AASHTO และหน่วยงานต่างๆ ทั้งของรัฐบาลและเอกชน จุดประสงค์หลักเพื่อทำการค้นคว้าวิจัยในด้านวิศวกรรมขนส่ง และเผยแพร่งานวิจัยผ่านวารสารวิชาการ

### 2.3 The Institute of Transportation Engineering (ITE)

- ทำหน้าที่ศึกษา ค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับงานด้านจราจรบนถนนโดยเฉพาะ และพิมพ์เผยแพร่ผ่านวารสารวิชาการ

### 2.4 The Transport and Road Research Laboratory

- เป็นหน่วยงานในประเทศสหราชอาณาจักร ทำหน้าที่ศึกษาปัญหาต่างๆ ด้านวิศวกรรมกรรมทาง

### 2.5 กรมทางหลวง

- ทำหน้าที่สำรวจ ออกแบบควบคุมงานก่อสร้าง บำรุงและบำรุงรักษาทางหลวงทั้งหมดทั่วราชอาณาจักร

### 2.6 กรมทางหลวงชนบท

- ทำหน้าที่สำรวจ ออกแบบควบคุมงานก่อสร้าง บำรุงและบำรุงรักษาทางหลวงท้องถิ่นที่อยู่นอกเหนือความรับผิดชอบของกรมทางหลวง

## 3. ความเป็นมาของทางหลวงในประเทศไทย

### 3.1 สุโขทัย (พ.ศ. 1780-1981)

- ทางเกวียนสำหรับล้อเลื่อนลากโดยโค กระบือ
- สมัยพญาลิไท: สร้างถนนนอกเมืองเป็นครั้งแรก (ดินคันทาง กว้าง 3 เมตร สูง 1-2 เมตร) มีชื่อว่า ถนนพระร่วง

### 3.2 กรุงเทพฯยุคยา (พ.ศ. 1983-2310)

- ใช้การสัญจรทางน้ำเป็นหลัก ถนนส่วนใหญ่สร้างเพื่อการเดินทางติดต่อภายในเมือง สำหรับเป็นทางเท้า ทางเกวียน ทางสำหรับรถม้าบ้างแต่ไม่มากนัก

### 3.3 สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น

- ขยายความกว้างเป็น 11 เมตร ความสูง 1.25 เมตร และเริ่มมีรถม้าออกวิ่งตามถนน
- เริ่มมีรถยนต์วิ่งมากขึ้น รถที่วิ่งมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และวิ่งด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น จึงได้เริ่มพัฒนาการก่อสร้างถนนให้มีมาตรฐานสูงขึ้น
- พ.ศ. 2498 เข้าสู่ยุคใหม่ของการก่อสร้างถนน ด้วยความช่วยเหลือของรัฐบาลอเมริกันในการออกแบบและก่อสร้างถนนมิตรภาพเชื่อมระหว่างจังหวัดสระบุรี และนครราชสีมา รวมเป็นระยะทาง 163 กิโลเมตร
- ฯลฯ

## 4. โครงข่ายถนน (Road Network)

เกิดจากองค์ประกอบสองส่วนของระบบถนน ได้แก่ Link และ Node

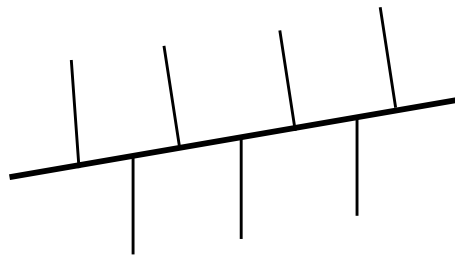
- Link ได้แก่ เส้นทางถนนที่เชื่อมระหว่าง Nodes ต่างๆ
- Nodes ได้แก่ ทางแยก หรือบริเวณที่เส้นทางถนนมาตัดกัน
- Links และ Nodes จะประกอบกันเป็นโครงข่ายถนนลักษณะต่างๆ กัน เช่น ตาราง วงแหวน หรือเป็นเส้นรัศมี

### 4.1 Rural Road System

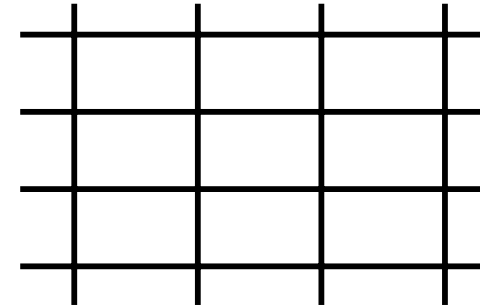
- มีถนนสายหลักเชื่อมระหว่างศูนย์กลางของตัวเมือง เมื่อเมืองมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือในเมืองขนาดใหญ่ที่มีประชากรจำนวนมาก (มากกว่า 300,000 ขึ้นไป) ควรจะมีถนนเลี่ยงเมือง (By Pass) เพื่อลดการจราจรแออัดภายในตัวเมือง

## 4.2 Urban Road System

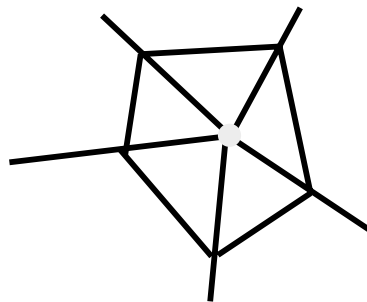
o Linear Network: ถนนที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านชุมชน มักใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นภูเขา หุบเขาเนินเขา หรือในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด การเจริญของเมืองจะขยายเป็นแนวตามสองฟากถนนสายหลัก และจะมีถนนแยกย่อยออกจากถนนสายหลัก การจราจรติดขัดจะเกิดขึ้นเมื่อเมืองขยายตัว เนื่องจากต้องรองรับปริมาณจราจรภายในชุมชนและการจราจรจากภายนอกซึ่งผ่านเมืองไปยังจุดปลายทางอื่นๆ



o Grid Network: ลักษณะคล้ายตารางหมากรุก แนวถนนตั้งฉากกัน เหมาะสำหรับภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ การเดินทางสามารถเลือกอ้อมผ่านจุดที่มีการจราจรติดขัดได้ และสะดวกต่อการเปลี่ยนระบบการเดินรถให้เป็นทิศทางเดียว ข้อเสียคือ ในกรณีที่มีทางแยกมาก ถ้าจัดระบบสัญญาณไฟจราจรไม่ดีจะทำให้เกิดการจราจรติดขัด และในกรณีที่ผู้เดินทางมีจุดต้นทาง-ปลายทางในลักษณะเป็นเส้นทแยงมุม จะต้องเสียเวลาเดินทางมาก



o Radial Network: มีเส้นถนนแยกจากใจกลางเมืองไปยังชานเมือง หรือเมืองบริวาร โดยรอบและมีถนนวงแหวนเชื่อมต่อระหว่างถนนรัศมีเป็นชั้นๆ ตั้งแต่ 1 ถึง 3 ชั้น ประชากรตั้งแต่ 20,000 คนขึ้นไป ควรมีถนนวงแหวน 1 วง 500,000 คนขึ้นไป ควรมีถนนวงแหวน 2 วง



## 5. ประเภทของทางหลวง

- 5.1 ทางหลวงพิเศษ
- 5.2 ทางหลวงแผ่นดิน
- 5.3 ทางหลวงจังหวัด
- 5.4 ทางหลวงชนบท
- 5.5 ทางหลวงเทศบาล
- 5.6 ทางหลวงสุขาภิบาล
- 5.7 ทางหลวงสัมปทาน

## 6. การจัดระบบทางหลวงของกรมทางหลวง

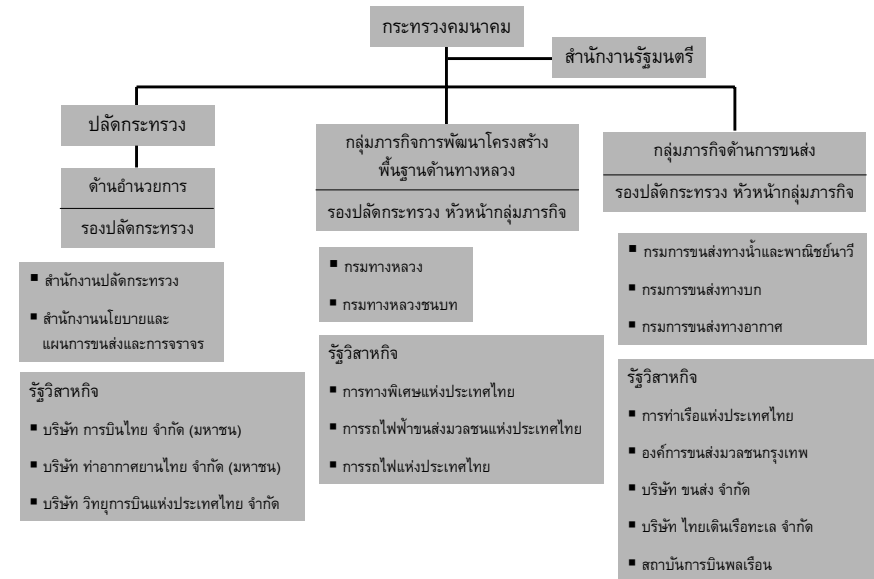
6.1 ทางหลวงพิเศษ (Special Highways)

6.2 ทางหลวงสายประธาน (Primary Highways)

6.3 ทางหลวงสายรอง (Secondary Highways)

6.4 ทางหลวงจังหวัด (Provincial Highways)

## โครงสร้างกระทรวงคมนาคมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง



## 520372 Highway Engineering

### Highway Planning



Surames Piriyawat, Ph.D.  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Burapha University

## Basic Elements of Transportation Planning

### 1. Inventory of Facilities:

Knowing what your transportation network consists of and the condition and performance of these facilities

### 2. Collect and Maintain Socioeconomic and Land Use Data:

Transportation and highway systems should provide facilities and services that meet existing or expected demand for travel

Types of Data: *level of income, number of members in household, number of autos in the household, number of children, age of head of household, the highest level of education achieved etc.*

Derived demand: *a trip is taken to accomplish some activities at the destination and that the trip itself is simply a means of reaching this activity*

### 3. Define Goals and Objectives:

Goals: *generalized statements that indicate the desire ultimate achievement of a transportation plan*

Objectives: *more specific statements that indicate the means by which of a goals will be achieved*

Measures of effectiveness: *the evaluation criteria that will be used later in the planning process to assess the relative impacts of alternative projects and strategies*

## 4. Identify System Deficiencies or Opportunities: Performance measures: *the targets of specific elements of the transportation system*

### Examples of performance measures (1)

#### Time-Related Measures:

*Average travel speed  
Average travel time  
Travel time contours  
Origin-destination travel time  
Percent travel time under delay conditions  
Percent of time average speed below threshold value*

#### Volume Measures:

*VMT/lane mile  
Traffic volume*

#### Delay Measures:

*Delay/trip  
Delay/VMT  
Minute-miles of delay  
Delay due to construction/incidents*

#### Congestion indices:

*Roadway congestion index  
Excess delay*

### Examples of performance measures (2)

#### Level-of-Service Measures:

*Lane-miles at/of LOS "X"  
VHT/VMT at/of LOS "X"  
Predominant intersection LOS  
Number of congested intersection*

#### Vehicle Occupancy/Ridership Measures:

*Average vehicle ridership  
Persons/vehicle*

## 5. Develop and Analyze Alternatives

## 6. Evaluate Alternatives

## 7. Implement Plan

## 8. Monitor System Performance

## Data Collection

### 1. Road-Use Studies:

To determine the relative use of various of a highway system

### 2. Pavement-Life Studies:

To determine the average rate of retirement and the estimated average service life for each type of pavement

### 3. Traffic Volume Studies:

Provide essential information on the number of vehicles using the highway system

The determination of design standard, the systematic classification of highways, and the development of programs for improvement and maintenance

Examples: *VMT, VKT, ADT etc.*

#### 4. Travel Surveys:

To identify: *where and when trips begin and end, the trip purpose, the mode of travel, and socioeconomic characteristics of the tripmaker*

General classification of travel surveys:

1. *household travel surveys*
2. *roadside surveys*
3. *modal surveys*
4. *goods movement surveys*
5. *parking surveys*

## Use of Data for Origin-Destination Analysis

Traffic analysis zone (TAZ):

*divided geographic units of study area which are representative of the types of land use found in each particular area*

O-D study:

*household travel surveys, roadside surveys, modal surveys, and good movement surveys*

O-D study (survey) consist of two parts:

1. *external survey: the collection of travel data on vehicles crossing the external cordon line*
2. *internal survey: the travel habits of persons who live within the area bounded by the external cordon line*

*Internal survey consist of four subdivisions: 1) home interviews, 2) truck studies, 3) taxi studies, and 4) public transit information*

Available basic records used for selecting sample:

*1) sanborn map, 2) city directories, 3) Bureau of the Census "Block Statistics", and 4) land-use maps*

Screen lines:

*natural barriers such as rivers or railroads; they usually have a limited number of crossing at which ground counts can be made at a minimum expense*

*The purpose of the screen line is to divide the area of the internal survey into two parts in order to determine the number of vehicles moving from one part to the other*

O-D data have traditionally been displayed in the form of

desired line maps:

*indicate the desires of vehicle users as direct lines of travel from one point to another within a given area, assuming that direct routes are available*

## Transportation Systems Modeling

The recognized components of future travel demand include:

- 1) *Existing traffic: traffic currently using an existing highway that is to be improved*
- 2) *Normal traffic growth: traffic that can be explained by anticipated growth in state or regional population or by areawide changes in land use*
- 3) *Diverted traffic: traffic that switches to a new facility from nearby roadways*
- 4) *Converted traffic: traffic changes resulting from change of mode*
- 5) *Change of destination traffic: traffic that has changes to different destinations, where such changes is attributable to the attractiveness of the improved transportation and not to change in land use*
- 6) *Development traffic: traffic due to improvements on adjacent land in addition to the development that would have taken place had the new or improved highway not been constructed*
- 7) *Induced traffic: traffic that did not previously exist in any form but results when new or improved transportation facilities are provided*

## Basic Concepts in Transportation Systems Modeling:

- 1) *Tripmaking is a function of land use*
- 2) *Trips are made for different purposes*
- 3) *Trip are made at different times of the day*
- 4) *Travelers often have different options available to them*
- 5) *Trips (and thus characteristics of travel) are made to minimize the level of convenience associated with reaching a destination*
- 6) *Transportation networks and traffic analysis zones are the basis of system modeling*

## Trip Generation:

The rate of tripmaking is related to three characteristics of land use:

- 1) *Intensity of land use: dwelling units per acre, employees per acre etc.*
- 2) *Character of land use: average family income, car ownership etc.*
- 3) *Location relative to major economic activities: closeness to downtown*

Analysis methods:

- 1) *Trip rates from national/local sources*
- 2) *Cross classification analysis*
- 3) *Regression analysis*

## Trip Distribution:

Analysis methods:

- 1) *The gravity Model*
- 2) *The Fratar method*

## Modal Split Models (individual choice models):

The factors that influence mode choice

- 1) *Type of trip: trip purpose, time of day etc.*
- 2) *Characteristics of the tripmaker: income, age, auto ownership etc.*
- 3) *Characteristics of the transportation system: relative travel times for the modes available to make the trip*

Analysis method:

*Logit model: binary logit model, multinomial logit model, nested logit model*

## Trip Assignment:

Analysis methods:

- 1) *All-or-nothing assignment*
- 2) *Capacity restraint assignment*
- 3) *Stochastic equilibrium assignment*

## 1. ขั้นตอนการวางแผน

- o *สำรวจความต้องการถนน*
- o *สำรวจข้อมูลและสถิติของถนนหรือผิวทางที่มีอยู่ในปัจจุบัน*
- o *สำรวจระบบขนส่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือใกล้เคียงซึ่งน่าจะมีอิทธิพลถึงกัน*
- o *สำรวจและคำนวณด้านการจราจร*
- o *ทำการคัดเลือกสายทางที่จะออกแบบปรับปรุงหรือก่อสร้างขั้นแรก*
- o *ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study)*
- o *จัดลำดับความสำคัญของโครงการ*
- o *หาแหล่งเงินทุน*

## 2. การเก็บข้อมูล

### 2.1 Socioeconomic Characteristics

- o จำนวนประชากร
- o อัตราการเพิ่มของประชากร
- o อัตราการเพิ่มของประชากรผลิตภัณฑ์มวลรวมของประชาชาติเบื้องต้น
- o การเกษตรกรรม
- o ป่าไม้ เหมืองแร่ อุตสาหกรรมและบริการต่างๆ

### 2.2 Traffic Data

- o ปริมาณการจราจรบนถนนในพื้นที่ศึกษา แยกตามประเภทยานพาหนะ

### 2.3 Road User Costs

- o ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับรถ มูลค่าของเวลาที่เสียไปหรือเวลาที่ลดลงจากการเดินทาง  
มูลค่าอุบัติเหตุ มูลค่าจากค่าน้ำมัน ค่าสึกหรอที่ลดลง

## 3. การสำรวจปริมาณการจราจร (Traffic Survey)

### 3.1 ประเภทของการจราจร

- o การจราจรปกติ (Normal Traffic): การจราจรที่ใช้เส้นทางที่พิจารณาอยู่เดิม ประกอบด้วย การจราจรในท้องถิ่น (Local Traffic) และการจราจรผ่านเขตท้องถิ่น (Through Traffic)
- o การจราจรเกิดใหม่ (Generated Traffic): การจราจรที่เกิดขึ้นอันเป็นผลมาจากการปรับปรุงถนนที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น
- o การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic): การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เพิ่มเติมจากการจราจรปกติอันเป็นผลมาจากการพัฒนาพื้นที่ในชุมชน
- o การจราจรเปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic): การจราจรที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ใช้ถนนเปลี่ยนจากการใช้ถนนเส้นเดิมมาใช้ถนนเส้นใหม่ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคที่สูงกว่า
- o การจราจรพิเศษ (Special Traffic): การจราจรที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามปกติดังกล่าวมาแล้วทั้งสี่ประเภทข้างต้น

## 4. Vehicle Classification

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| o Motorcycle       | <b>Required Traffic Data</b> |
| o Passenger car    |                              |
| o Taxi             |                              |
| o Four-wheel drive |                              |
| o Light truck      |                              |
| o Medium truck     |                              |
| o Heavy truck      |                              |
| o Semi-trailer     |                              |
| o Light bus        |                              |
| o Medium bus       |                              |
| o Heavy bus        |                              |
| o Tractor          |                              |
|                    | o Volume                     |
|                    | o Axle load                  |
|                    | o Origin and Destination     |
|                    | o Speed                      |
|                    | o Travel time and delay      |
|                    | o Accident                   |

## 5. การเก็บสำรวจข้อมูลการจราจร

- o Classified count
  - o Long-time count
  - o Automatic traffic count
  - o Short count
- Origin and destination surveys (O.D. surveys)**
- o ชนิดของยานพาหนะ
  - o จำนวนผู้โดยสารในยานพาหนะ
  - o จุดมุ่งหมายในการเดินทาง
  - o จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของผู้โดยสาร
  - o เส้นทางของรถโดยสาร
  - o จำนวนครั้งของการเดินทาง
  - o การหยุดแวะระหว่างการเดินทาง
  - o ชนิด ปริมาณและน้ำหนักบรรทุกของสินค้า



## 6. การวิเคราะห์ข้อมูลการจราจร

- o แผนที่การไหลของการจราจร (Traffic flow map)
- o เส้นทางที่ต้องการเดินทาง (Desire line)
- o แนวโน้มปริมาณการจราจร (Future traffic volume)
  - o อัตราการเพิ่มของพลเมือง
  - o อัตราการเพิ่มของการจดทะเบียนรถยนต์
  - o จากสถิติของรถที่นับได้เป็นระยะเวลาติดต่อกันเป็นเวลานาน

## การนำผลวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรมาใช้ประโยชน์

- o ใช้กำหนดความกว้างของผิวทาง ไหล่ทางและสะพาน
- o ใช้ออกแบบความหนาของโครงสร้างทาง
- o ใช้ศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ
- o ใช้กำหนดติดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจร
- o ใช้กำหนดความสำคัญของโครงการต่างๆ
- o ใช้ศึกษาหาแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจร
- o ใช้วางแผนระบบทางหลวง
- o ใช้ออกแบบทางแยกร่วม
- o ใช้แก้ไขและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

## 7. ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงถนน

- o ผลตอบแทนของผู้ใช้ถนน (Road user costs)
- o ผลกระทบด้านการพัฒนา (Development benefits)
- o ผลประโยชน์ทางด้านสังคม (Social benefits)
- o ผลประโยชน์ด้านอื่นๆ (Other benefits)

## 8. การวิเคราะห์โครงการ

- o วิธีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit cost ratio, BCR)
- o วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value, NPV)
- o วิธีอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return, IRR)