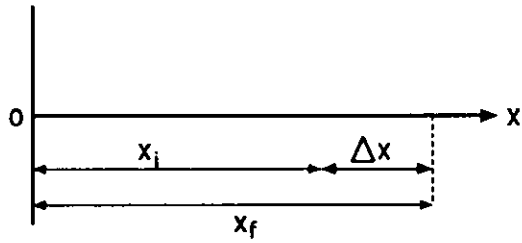
# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ทั่วไป

### 2.1.1 การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (Uniform Motion) (เฉลียว มณีเลิศ. 2540.)

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่เห็นได้เด่นชัดที่สุดคือการเคลื่อนที่ หรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุตามเวลา การศึกษาลักษณะนี้เรียกว่า จลนศาสตร์ (Kinematics) โดยเริ่มด้วยการพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรงที่เราแทนด้วยแกน x และวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ ตามรูปที่ 2.1 วัตถุเคลื่อนที่จากด้านซ้ายมือไปทางด้านขวามือ




**รูปที่ 2.1** เวกเตอร์บอกตำแหน่งวัตถุที่เคลื่อนที่ตามแนวแกน x

ตามเวลาเมื่อเป็น $t_i$ วินาที. วัตถุอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งมีเวกเตอร์บอกตำแหน่งเป็น $x_i$ หรือ $ix_i$
ต่อมาเมื่อเวลาเป็น $t_f$ วินาที. วัตถุย้ายไปอยู่ตำแหน่งซึ่งมีเวกเตอร์เป็น $x_f$ หรือ $ix_f$

การกระจัดหรือเวกเตอร์บอกการย้ายตำแหน่งคือ $\Delta x$ หรือ $i\Delta x$

$$\Delta x = x_f - x_i$$

ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา $\Delta t$ คือ $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ หรือ $i\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ซึ่งเป็นการกระจัดต่อหนึ่งหน่วยเวลาในช่วงเวลา $\Delta t$ ที่เรากำลังพิจารณา เราแทนความเร็วเฉลี่ยด้วย $\overline{V}$

$$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = i\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

สำหรับการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยอัตราเร็วคงที่) $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ มีค่าคงตัว ไม่ว่าจะเลือกค่า $\Delta x$ ในช่วงเวลา $\Delta t$ ใด
เรากำหนดให้ $V_0$ หรือ $v_0 i$ เป็นความเร็วของวัตถุตามแนวแกน x

ดังนั้น

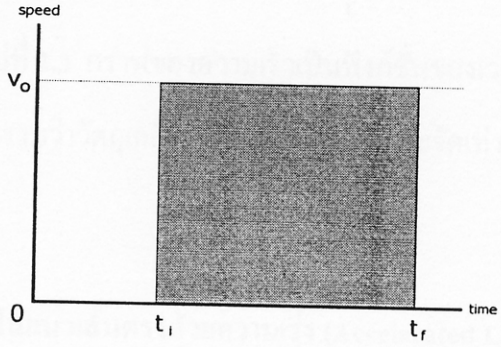
$$V = i\frac{\Delta x}{\Delta t} = i v_0$$

$$iv = iv_0$$

เนื่องจาก i ปรากฏทั้งสองข้างเราเขียนสมการในรูปที่ง่ายลงอีกขั้นหนึ่งได้

$$v = v_0$$

เราเขียนกราฟเป็นฟังก์ชั่นของเวลาจะได้เส้นกราฟดังที่ปรากฏในรูปที่ 2.2




**รูปที่ 2.2** กราฟของความเร็วเป็นฟังก์ชั่นของเวลา ($x = x_i$ เมื่อ $t = t_i$)

ถ้า $X_i$ เป็นตำแหน่งของวัตถุที่เวลา $t_i$ วินาที.

$X_f$ เป็นตำแหน่งของวัตถุที่เวลา $t_f$ วินาที.

$$\Delta x = x_f - x_i$$

$$\Delta t = t_f - t_i$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v_0$$

$$\frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = v_0$$

$$x_f - x_i = v_0(t_f - t_i)$$

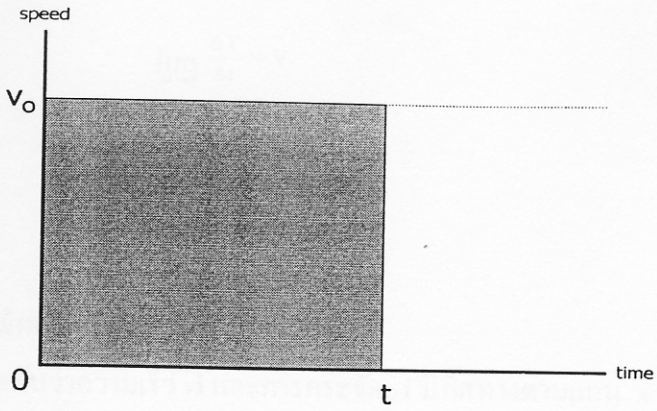
ถ้า $x_0$ เป็นตำแหน่งของวัตถุที่เวลา $t_i = 0$ และ x เป็นตำแหน่งวัตถุที่เวลา $t_f = t$ วินาที. หรือ $x_i = x_0$ , $x_f = x$ ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ

สมการ(2.1) จะทอนลงเป็น

$$x - x_0 = v_0 t$$

$$x = x_0 - v_0 t \qquad (2.1)$$

และถ้าวัตถุอยู่ที่จุดกำเนิดเมื่อ $t_i = 0$ หรือ $x_i = 0$ สมการ 2.2 จะทอนลงเป็น $x = v_0 t$ (2.2)



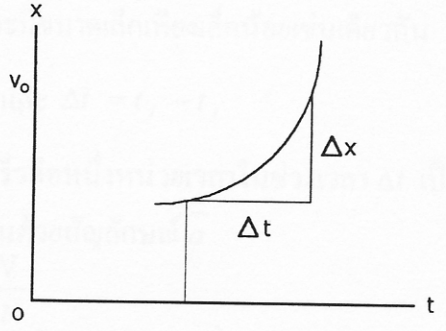

**รูปที่ 2.3** กราฟของความเร็วเป็นฟังก์ชั่นของเวลา ($x = x_0$ เมื่อ $t = 0$)

สมการ (2.1) บอกให้ทราบว่าวัตถุเคลื่อนที่ได้ปริมาณการกระจัดเท่ากับการกระจัดเดิมบวกด้วยการกระจัดช่วงเวลา t sec.

### 2.1.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่ง (Accelerated Linear Motion)

(เฉลียว มณีเลิศ. 2540.)

ความเร็วชั่วขณะ (Instantaneous Velocity) ในกรณีที่อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เปลี่ยนแปลง เรายังคงเขียนความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นๆ คือ $\Delta t$ ได้ในรูปที่ 2.4




**รูปที่ 2.4** กราฟของ x เป็นฟังก์ชั่นของเวลา t

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad \text{หรือ} \quad \bar{v}\mathbf{i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\mathbf{i}$$

ถ้าหากเราเลือกหาค่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาเมื่อ $\Delta t$ ที่มีค่าน้อยลงไปเรื่อยๆ กล่าวคือ เราเลือกค่า $\Delta t$ ให้มีค่าใกล้ 0 เข้าไปเรื่อยๆ ในกรณีเช่นนี้ค่า $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ก็จะมีค่าใกล้กับค่าจำกัดค่าหนึ่งซึ่งในที่นี้เราสมมติให้เป็น V

โดยที่ $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta X}{\Delta t} = V$

หรือ $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \mathbf{i} = v\mathbf{i}$

$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = v$

ในภาษาคณิตศาสตร์คือ $\frac{dx}{dt} = v$

เป็นที่เข้าใจกันว่าความเร็ว $v\mathbf{i}$ และการกระจัด $x\mathbf{i}$ มีทิศทางตามแกน x และเราละเวกเตอร์หนึ่งหน่วยออกจากสมการข้างบน ค่า v คือค่าความเร็วชั่วขณะที่จุดเวลา t. ในรูปที่ 2.4 ซึ่งมีค่าความชันของเส้นสัมผัสที่จุด t ที่เราพิจารณาโดยปกติเมื่อเราพูดถึงความเร็วของวัตถุ เราหมายความว่าเป็นความเร็วชั่วขณะของวัตถุที่เราพูดถึง ถ้าความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เปลี่ยนไปตามเวลา การเคลื่อนที่นั้นเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

### 2.1.3 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ (Linear Motion with Constant Acceleration)

(เฉลียว มณีเลิศ. 2540.)

กำหนดให้ $V_i$ เป็นความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงที่เวลาตั้งต้น $t_i$ วินาที.และ $V_f$ เป็นความเร็วที่เวลา $t_f$ วินาที.

$\Delta V$ เป็นค่าความเร็วที่เปลี่ยนไปและมีขนาดเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ $V_i$ หรือ $V_f$ ส่วน $\Delta t$ เป็นค่าเวลาที่เปลี่ยนไปและมีขนาดเล็กเพียงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน

ดังนั้น $\Delta V = V_f - V_i$ และ $\Delta t = t_f - t_i$

เราเรียกการเปลี่ยนแปลงของความเร็วต่อหนึ่งหน่วยเวลาในช่วงเวลา $\Delta t$ เป็นความเร่งเฉลี่ยของช่วงเวลา $\Delta t$ ที่เราเลือกซึ่งเราจะแทนด้วยสัญลักษณ์ $\bar{a}$

ดังนั้น $\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

สำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ ไม่ว่าเราจะเลือก $\Delta t$ จากช่วงใดหรือมีค่ามากน้อยเพียงใด $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ มีค่าเท่าเดิมซึ่งเราแทนด้วยสัญลักษณ์ $a$

ถ้าที่เวลา $t_i = 0$ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่มีความเร็วต้นเป็น $V_0$ และมีความเร็วที่เวลา t วินาทีเป็น V ดังนั้น $a = \frac{V - V_0}{t - 0}$

$$a(t - 0) = V - V_0$$
$$at = V - V^0$$
$$at\,\mathbf{i} = (v - v_0)\mathbf{i}$$

เป็นที่เข้าใจว่า $ai$ และ $vi$ เป็นองค์ประกอบเวกเตอร์ และถ้าเราละเวกเตอร์หนึ่งหน่วย i เราจะได้เป็นความเร็วที่เวลา t วินาที

$$v = v_0 + at \quad (2.3)$$

ในรูปที่ 2.5 ความชันของเส้นกราฟคือความเร่งซึ่งมีค่าคงที่ และพื้นที่ใต้เส้นกราฟคือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในช่วง 0 ถึง t วินาที

$x = x_0$ $v = v_0$ เมื่อ $t = 0$ วินาที.

**รูปที่ 2.5** กราฟของความเร็วเป็นฟังก์ชั่นของเวลา

ความเร็วเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลา 0 วินาที ถึง t วินาที

$$v_{AV} = \frac{v + v_0}{2} \quad (2.4)$$

ดังนั้นช่วงเวลา t วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ได้การกระจัดหรือวัตถุอยู่ห่างจากตำแหน่งเดิม ($x_0$) เป็นระยะทาง

$$x - x_0 = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t \quad (2.5)$$

แทนค่า v จากสมการ (2.3) ได้

$$x - x_0 = \left(\frac{2v_0 + at}{2}\right)t$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (2.6)$$

จาก (2.3) $$v - v_0 = at \quad (2.7)$$

จาก (2.4) $$\left(\frac{v + v_0}{2}\right)t = x - x_0$$

(2.6) x (2.7) ได้ $\left(\frac{v^2+v_0^{\ 2}}{2}\right)t = at(x-x_0)$ (2.8)

สมการ (2.3), (2.5), (2.6) ใช้สำหรับคำนวณปัญหาการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ทั่วๆไป แต่สมการทั้งสี่นี้เป็นการบรรยายการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร่งกล่าวคือ

สมการ (2.3) มีความหมายว่าความเร็วของวัตถุ (ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่) ที่เวลา t วินาที. มีค่าเท่ากับความเร็วของวัตถุที่เวลา 0 วินาทีบวกกับความเร็วที่เปลี่ยนไป ด้วยวัตถุมีค่าความเร่งคือ at

สมการ (2.5) มีความหมายว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลา t วินาที วัดจากตำแหน่งเดิม ($x_0$) มีค่าเท่ากับความเร็วเฉลี่ยคูณด้วยเวลาการเคลื่อนที่ซึ่งเท่ากับพื้นที่ใต้เส้นกราฟในช่วงเวลา 0 วินาที ถึง t วินาที

สมการ (2.6) มีความหมายว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลา t วินาที มีค่าเท่ากับระยะทางที่ตำแหน่งเดิมบวกกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ ถ้าวัตถุมีขนาดความเร็วคงที่ v บวกกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้เนื่องจากความเร็วที่เปลี่ยนไปเพราะวัตถุเดิมมีความเร่ง มีค่าเท่ากับ

$$\frac{1}{2}at^{\,2}$$

สรุปสูตร

$$v = v_0 + at$$

$$x - x_0 = (\frac{v + v_0}{2})t$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^{\,2}$$

โดยมีเงื่อนไขว่า $x = x_0, v = v_0$ เมื่อ $t = 0$ วินาที

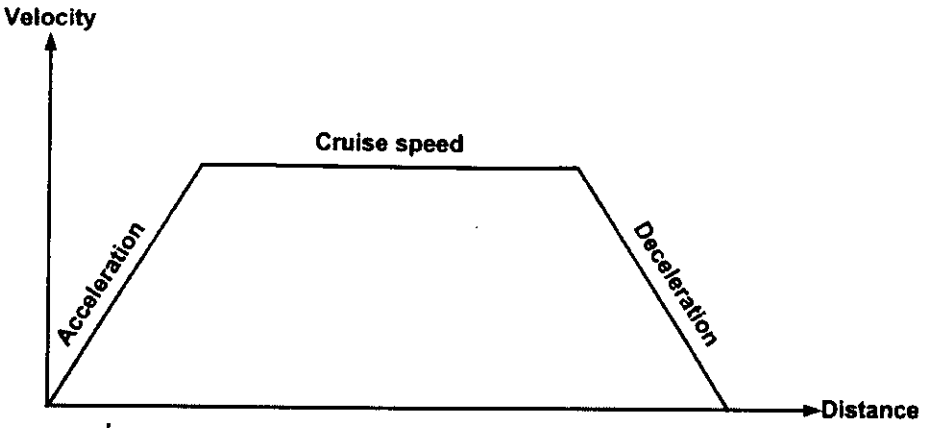
**2.2 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของรถจักร** (John W. Dickey. 1983.)

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วยดังนี้

**2.2.1 หลักการการเคลื่อนที่ของรถจักร**

การเคลื่อนที่ของรถจักรมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

**2.2.1.1 การเพิ่มความเร็วด้วยอัตราเร่งคงที่ (Acceleration)** ดูรูปที่ 2.6




**รูปที่ 2.6** ความสัมพันธ์ของความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของรถจักร

$$S_{ac} = \frac{1}{2} a_{ac} t_{ac}^{2}$$

โดยที่ $a_{ac}$ = อัตราเร่งที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วจากศูนย์ถึงความเร็วเดินทาง

$S_{ac}$ = ระยะทางที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วจากศูนย์ถึงความเร็วเดินทาง

$t_{ac}$ = ระยะเวลาที่ใช้ในการเร่งความเร็ว

**2.2.1.2 ความเร็วเดินทาง (Cruise Speed)** ดูรูปที่ 2.6

$$t_{cr} = \frac{S_{cr}}{u}$$

โดยที่ $S_{cr}$ = ระยะทางของความเร็วเดินทาง

$t_{cr}$ = ระยะเวลาของความเร็วเดินทาง

$u$ = ความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง

**2.2.1.3 อัตราหน่วงคงที่ (Deceleration)** ดูรูปที่ 2.6

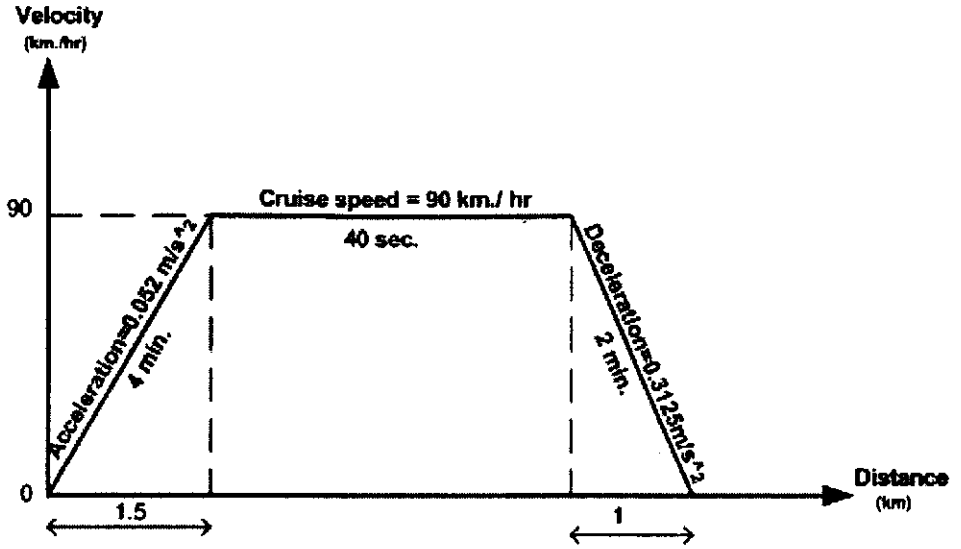
$$S_{dc} = \frac{1}{2} \frac{u^2}{a_{dc}}$$

โดยที่ $a_{dc}$ = อัตราหน่วงที่ใช้ลดความเร็วจากความเร็วเดินทางถึงความเร็วศูนย์

$S_{dc}$ = ระยะทางที่ใช้ลดความเร็วจากความเร็วเดินทางถึงความเร็วศูนย์

$u$ = ความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง

- ยกตัวอย่างการคำนวณรถท้องถิ่น (โดยใช้ข้อมูลการเดินรถจริง)
  การเคลื่อนที่ของรถจักรมีดังนี้
- การเพิ่มความเร็วด้วยอัตราเร่งคงที่ (Acceleration) ดูรูปที่ 2.7




**รูปที่ 2.7** ความสัมพันธ์ของความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของรถจักรของขบวนรถท้องถิ่น

$$S_{ac} = \frac{1}{2} a_{ac} t_{ac}^{2}$$

โดยที่ $S_{ac}$ = 1500 m $t_{ac}$ = 4 min

แทนในสมการข้างต้นจะได้ $a_{ac}$ = 0.052 m/s$^2$

- ความเร็วเดินทาง(Cruise Speed) ดูรูปที่ 2.7

$$t_{cr} = \frac{S_{cr}}{u}$$

โดยที่ $S_{cr}$ = 1000 m. u = 90 km/h

แทนในสมการข้างต้นจะได้ $t_{cr}$ = 40 sec

- การลดความเร็วด้วยอัตราหน่วงคงที่(Deceleration) ดูรูปที่ 2.7

$$S_{dc} = \frac{1}{2} \frac{u^2}{a_{dc}}$$

โดยที่ $S_{dc}$ = 1000 m. u = 90 km/h $t_{dc}$= 2 min

แทนในสมการข้างต้นจะได้ $a_{dc}$ = 0.3125 m/s$^2$

**2.3 การจัดทำประกาศเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย** (ฝ่ายการเดินรถ. 2545.)

**2.3.1 ความเป็นมาในการจัดทำประกาศเดินรถ**

การจัดทำประกาศเดินรถในอดีต จะคำนวณเวลารถวิ่งระหว่างสถานีและระยะทางและอัตราความเร็ว เมื่อได้เวลาวิ่งแล้วจึงนำมาตีเส้นลงในแผนผังการเดินรถ เพื่อจัดหลีกเพราะเป็นการเดินรถในระบบทางเดี่ยว และจัดทำกำหนดเวลาเดินรถ จากต้นทางถึงปลายทางซึ่ง

เป็นการจัดทำด้วยมือ ต่อมาในปี 2526 ญี่ปุ่นได้ให้ความช่วยเหลือจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาช่วยอบรมการจัดทำกำหนดเวลาเดินรถมาตรฐาน การรถไฟฯได้จัดตั้งคณะทำงานขึ้นมาอันประกอบด้วยตัวแทนจากหน่วยงานภายในที่เกี่ยวข้องในการจัดทำกำหนดเวลาเดินรถ ในปี 2528 ได้รับความช่วยเหลือด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ในการทำเวลาเดินรถไฟให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้นซึ่งจะช่วยทำให้การคำนวณเวลาวิ่งระหว่างสถานีให้ถูกต้องตรงตามข้อเท็จจริงและสะดวกรวดเร็วขึ้น ในปัจจุบันการรถไฟฯได้ว่าจ้างเอกชนในการจัดทำตารางเวลาเดินรถไฟ และการจัดขบวนรถในทางปัจจุบันให้มีความทันสมัยรวดเร็ว และเชื่อมต่อกันทั้งโครงข่ายสามารถจัดเวลาได้ทั้งระบบซึ่งจะทำให้การจัดทำกำหนดเวลาเดินรถมีประสิทธิภาพและสะดวกยิ่งขึ้น

**2.3.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเวลาเดินรถไฟ**

**2.3.2.1 ชนิดรถจักร ที่ใช้ลากจูงขบวนรถและรายละเอียดต่างๆของสมรรถนะประกอบด้วย**

- การปฏิบัติการของกำลังขับเคลื่อน (Tractive Force-Performance)
- ความต้านทานที่มีต่อขบวนรถ (Train Resistance) ประกอบด้วยแรงต้านทานที่จุดเริ่มเคลื่อนตัวขบวนรถ, ความต้านทานของขบวนรถวิ่ง, ความต้านทานทานในทางลาดชันและความต้านทานในทางโค้ง
- การทำงานของเบรค (Brake Performance)

**2.3.2.2 ชนิดของรถพ่วง ที่ใช้ทำขบวนซึ่งมีรายละเอียดดังนี้**

- รถพ่วงเป็นโบกี้, ดีเซลราง, สปรินเตอร์หรือรถสินค้า
- พิกัดความเร็วของรถพ่วงแต่ละชนิด
- น้ำหนักของรถพ่วงแต่ละคัน
- จำนวนรถพ่วงแต่ละคัน, จำนวนรถพ่วงสูงสุดของแต่ละขบวน

**2.3.2.3 สภาพทางรถไฟทั่วประเทศ ที่ขบวนรถต้องวิ่งผ่านจำเป็นต้องระบุข้อมูลต่างๆโดยละเอียดซึ่งข้อมูลที่ต้องการมีดังนี้**

- พิกัดความเร็วสูงสุดของทางแต่ละตอน
- พิกัดความเร็วสูงสุดขณะผ่านประแจสวน, ประแจตาม
- จุดที่ขบวนรถต้องลดความเร็ว(เนื่องจากการเบาทาง, สะพานและอัตราความเร็วที่กำหนดให้รถวิ่งได้)
- ค่าของความลาดชัน

**2.3.2.4 ประเภทของขบวนรถ เป็นส่วนสำคัญเพราะเป็นตัวกำหนดความเร็วสูงสุดของขบวนรถประเภทต่างๆ**

- ขบวนรถโดยสาร ใช้ความเร็วได้สูงสุด 70-105 กม./ชม. ใช้งานจริงอยู่ที่ 85-90 กม./ชม.
- ขบวนรถรวมใช้ความเร็วได้สูงสุด 55 กม./ชม.
- ขบวนรถสินค้า ใช้ความเร็วได้สูงสุด 55-70 กม./ชม.

**2.3.2.5 ระบบอาณัติสัญญาณ อาณัติสัญญาประจำที่ทันสมัยจะส่งผลให้การเดินรถคล่องตัวและรวดเร็ว มีผลต่อการจัดทำกำหนดเวลาเดินรถมากด้วย**

- สัญญาณประจำที่ชนิดไฟสี หรือหางปลาที่ไม่ต้องรับห่วงตราสะดวก ขบวนรถสามารถวิ่งผ่านได้ด้วยความเร็วปกติ
- สัญญาณประจำที่ชนิดที่ต้องรับห่วงตราสะดวกขบวนรถต้องลดความเร็วลงเพื่อรับห่วงตราสะดวก
- สัญญาณ Sighting Board เมื่อมีการหลีกขบวนรถ ณ สถานีที่มีเครื่องหมายนี้ปักแสดงไว้ ขบวนรถต้องลดความเร็วลงตามที่กำหนด

**2.3.2.6 สภาพการโดยสารหรือการบรรทุก**

- ขบวนรถโดยสาร คิดน้ำหนักบรรทุกตามจำนวนผู้โดยสารสูงสุดของรถ
- ขบวนรถสินค้า คิดน้ำหนักตามพิกัดบรรทุก แต่ถ้าเป็นขบวนรถสินค้าเปล่าคิดเฉพาะน้ำหนักของรถ

**2.3.2.7 ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ เป็นระเบียบปฏิบัติที่มีส่วนเกี่ยวกับการจัดทำกำหนดเวลาเดินรถโดยต้องเพิ่มเวลาไว้ให้**

การหลีกขบวนรถมีหลักเกณฑ์จัดอยู่ 2 อย่างคือ

ก. การหลีกขบวนรถตามลำดับความสำคัญมากไปน้อย ดังนี้ ขบวนรถด่วนพิเศษ, ขบวนรถด่วน, ขบวนรถเร็ว, ขบวนรถธรรมดา, รถชานเมือง, รถท้องถิ่นและขบวนรถสินค้า

ข. การหลีกขบวนรถตามเวลาที่ถึงสถานีก่อน ขบวนรถชนิดเดียวกัน รถคันหนึ่งวิ่งถึงสถานีก่อนคันที่สองจะวิ่งเข้ามาที่สถานีอีกสถานีหนึ่ง เราจะให้รถที่ถึงก่อนไปก่อน หลักการจัดหลีกจะดูที่ความสำคัญของขบวนรถมาก่อนแล้วจึงไปดูที่เวลารถถึงสถานีอีกครั้งเป็นการยืดหยุ่นได้ในตัวเอง

**2.4 หลักเกณฑ์การเลือกแนวทางเส้นทางเดินรถไฟใหม่และหลักเกณฑ์ในการออกแบบเส้นทาง** (ฝ่ายก่อสร้าง. 2544.)

หลักเกณฑ์กว้างๆในการเลือกแนวทางใหม่ดูตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดข้างล่างนี้

- แนวเส้นทางต้องมีทางโค้งทางราบและความลาดชันน้อยที่สุด
- ทำเลที่ตั้งอยู่ใกล้ศูนย์กลางของทั้งเมือง และนครใหญ่มากที่สุดแต่ต้องอยู่ในพื้นที่ที่ได้วางแผนไว้ให้เป็นเขตชนบทและเกษตรกรรมหรือเขตที่อยู่อาศัยที่มีพลเมืองหนาแน่นน้อยที่สุด มีงานดินน้อยที่สุด และมีปริมาณดินที่ขุดและถมใกล้เคียงกันที่สุด
- หลีกเลี่ยงพื้นที่เหล่านี้ สถาบันการศึกษาและศาสนา อุทยานแห่งชาติ อ่างเก็บน้ำ เขตสงวนและเพาะพันธุ์สัตว์ป่า สถานที่มีผู้คนพลุกพล่าน
- มีการรื้อถอนและเคลื่อนย้ายสถานที่ประกอบธุรกิจและที่อยู่อาศัยน้อยที่สุด
- ใช้พื้นที่เหล่านี้น้อยที่สุด ที่ลุ่ม พื้นที่น้ำท่วมขังชายฝั่งทะเล ป่า และพื้นที่ซึ่งอยู่ในที่ต่ำ
- มีจุดตัดกับถนนหรือแม่น้ำลำคลองที่ต้องสร้างทางข้ามหรือสะพานน้อยที่สุดโดยเฉพาะประเภทต้องใช้ตอม่อสูงหรือตัวสะพานที่มีความยาวมาก
- พิจารณาด้านเงินลงทุนค่าใช้จ่ายระยะยาวและข้อสำคัญหลีกเลี่ยงปัญหาสิ่งแวดล้อม

**2.5 บทบาทของการขนส่งโดยรถไฟ** (แผนหลักการขนส่ง. 2542 - 2549.)

แนวคิดในการกำหนดนโยบายการขนส่งของประเทศใดประเทศหนึ่งย่อมแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในการพัฒนาระบบการขนส่งในประเทศ ย่อมมีจุดมุ่งหมายสูงสุดที่จะพยามยามลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนของประเทศในการขนส่งให้ต่ำที่สุดโดยต้องลดการใช้พลังงานโดยรวม, ควรพึ่งพาการใช้เทคโนโลยีภายในประเทศ, ประหยัดการใช้ที่ดินในการขนส่ง, ลดอุบัติเหตุการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน, ลดการก่อมลภาวะและเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนในทางปฏิบัติเป็นการยากในการที่จะเลือกว่าประเทศควรพึ่งพาระบบการขนส่งระบบใดระบบหนึ่งเป็นหลัก เนื่องจากแต่ละระบบมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน แนวทางที่เหมาะสมคือ การกำหนดบทบาทของระบบขนส่งแต่ละประเภทให้ประสานกันเพื่อสร้างประสิทธิภาพสูงสุดของระบบขนส่ง เช่น การขนส่งโดยรถไฟใช้พลังงานน้อย ใช้ที่ดินน้อยควรมีบทบาทในการขนส่งระยะไกล และใช้ระบบขนส่งทางรถยนต์เข้าแก้ไขจุดอ่อนเรื่อง Door to Door โดยรับช่วงการขนส่งในระยะใกล้

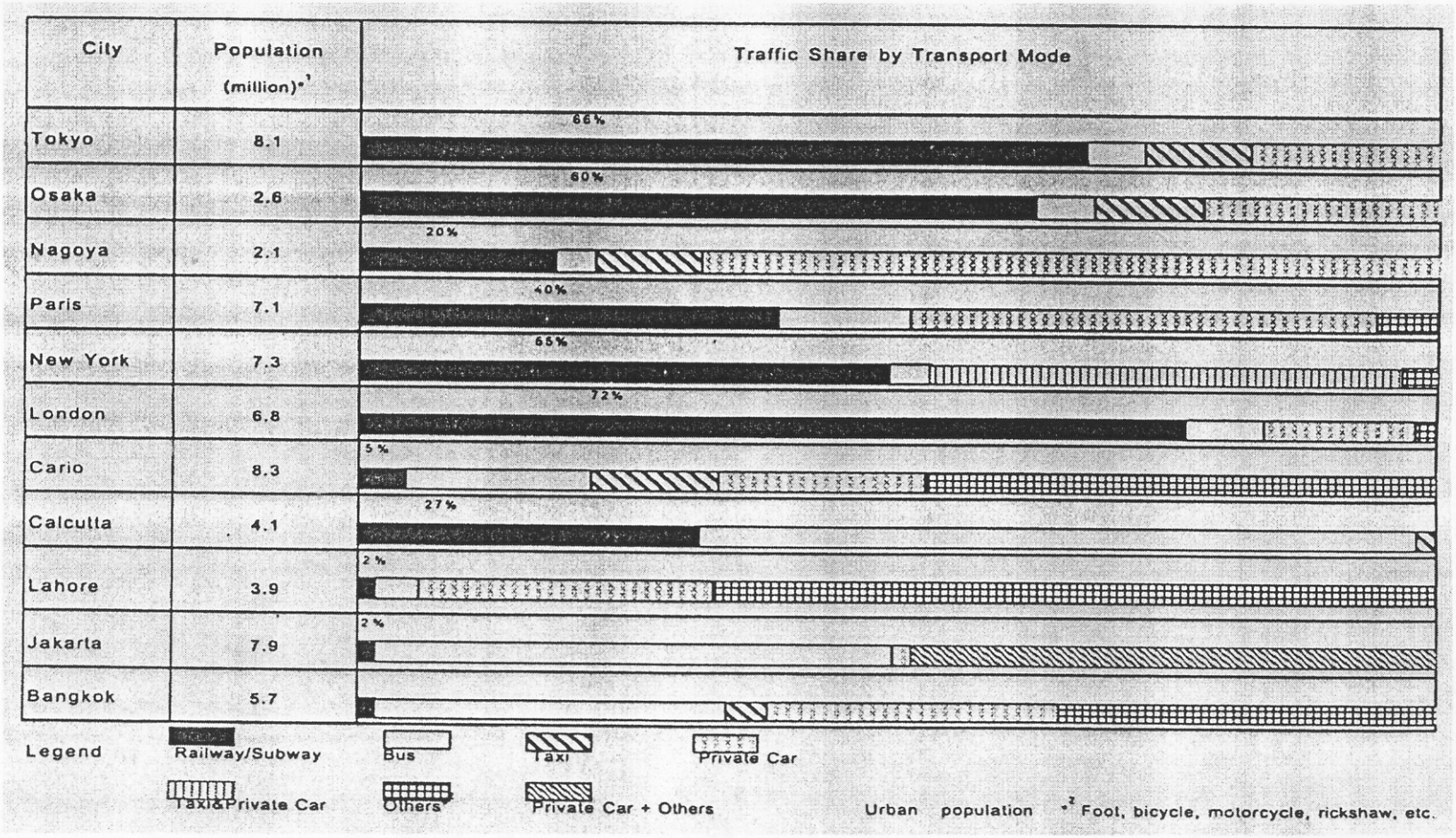
การขนส่งผู้โดยสารในเมืองใหญ่ จะขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรในเมืองดูจากตารางที่ 2.2 ประกอบ

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ในการออกแบบเส้นทางใหม่

| รายการทั่วไป | ค่า | หมายเหตุ |
|---|---|---|
| ความกว้างของขนาดราง | 1000 mm. | - |
| น้ำหนักเพลาสูงสุด | 200 kN/axle และ 64 kN/m. | - |
| | Uniformly distributed load | - |
| ความเร็วในการออกแบบสูงสุด | 100 km/h | รถโดยสาร |
| | 90 km/h | ใช้งานจริงของรถโดยสาร |
| | 80 km/h | รถสินค้า |
| | 55 km/h | ใช้งานจริงของรถสินค้า |
| ความชันสูงสุด | 10 mm./1000 mm. | กรณีทั่วไป |
| | 12 mm./1000 mm. | กรณีพิเศษ |
| | 1.1 /1000 mm. | ในเขตสถานี |
| รัศมีโค้งทางราบต่ำสุด | 400 m. | สำหรับทางหลัก |
| | 180 m. | ในกรณีจำเป็นฉุกเฉิน Side Tracks |
| รัศมีโค้งดิ่งต่ำสุด | 5000 m. | - |
| ระยะห่างระหว่างกึ่งกลางราง | 4 m. | บริเวณภายนอกย่านสถานี |
| | 5 m. | ระหว่างทางหลักและ Side Tracks |
| | 4.5 m. | ระหว่าง Side Tracks |
| **รายการของรางและส่วนประกอบ** | **ค่า** | **หมายเหตุ** |
| ราง | 80 - 70 lb/yd | สำหรับทางหลัก |
| | 70 - 50 lb/yd | สำหรับ Side Tracksและในย่านสถานี |
| หมอนคอนกรีต,หมอนไม้ | 60, 65 cm. | ระยะห่างสำหรับทางหลัก |
| (หมอนไม้) | 15 cm. | ความลึกน้อยที่สุดของหินโรยทาง Side Tracks |
| (ความหนาของหินใต้ท้องหมอน) | 25 cm. | ความลึกน้อยที่สุดของหินโรยทางหมอนคอนกรีต |
| ประแจทางหลีก | 1:12 | สำหรับทางหลัก |
| (มุมตัดประแจ) | 1:10, 1:8, 1:6 | สำหรับ Side Tracks และภายในย่านสถานี |
| ระยะ Overhead Clearance | 5.1 m. | เหนือระดับราง |
| | 5.0 m. | ใต้โครงสร้างรางที่ตัดกับถนน |
| Cant ( C ) | | |
| Cant Maximum | 90 mm. | - |
| Cant Deficiency | 50 mm. | - |
| Cant Excess | 65 mm. | - |

ที่มา : ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย. 2530.

**ตารางที่ 2.2** จำนวนประชากรในเมืองใหญ่ในโลกกับการใช้การขนส่งแบบต่างๆ




ที่มา : Urban Transportation in Asian Countries, Misao Sugawara. 1995.

เมืองใหญ่ที่มีประชากรมาก จะขนส่งด้วยรถไฟสูง นิวยอร์คในสหรัฐอเมริกาซึ่งมีประชากร 7.3 ล้านคน ขนส่งด้วยรถไฟถึงร้อยละ 55, เมืองใหญ่ เช่น ลอนดอน ปารีส โตเกียว จะมีสัดส่วนการขนส่งผู้โดยสารด้วยรถไฟสูงถึงร้อยละ 72, 40 และ 66 ตามลำดับ

ในส่วนของประเทศไทยมีการขนส่งด้วยระบบสาธารณะที่ใช้รางค่อนข้างต่ำ ทั้งในภาพรวมและในเมืองใหญ่ ประเทศไทยมีความหนาแน่นประชากรใกล้เคียงยุโรป และมีสภาพทางภูมิศาสตร์ติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านเหมือนกับฝรั่งเศส เยอรมัน แต่การขนส่งในกรุงเทพฯ แทบจะไม่ได้ใช้ระบบรางเลย ดังนั้นการใช้พลังงานในภาคขนส่งจึงค่อนข้างสูง เพราะระบบขนส่งอาศัยการพึ่งพารถยนต์ส่วนบุคคลซึ่งใช้พลังงานมากกว่าเป็นหลัก

### 2.5.1 จุดเด่นของการขนส่งโดยรถไฟ

- สามารถให้บริการขนส่งผู้โดยสารได้ครั้งละมากๆ
- ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่ำกว่าการขนส่งทางถนน จากการศึกษาในประเทศต่างๆพบว่าการขนส่งทางถนนมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการขนส่งทางรถไฟ 2.3-2.5 เท่า
- มีความปลอดภัยมากกว่า จากการศึกษาการขนส่งทางถนนมีอุบัติเหตุถึงขั้นบาดเจ็บหรือเสียชีวิตต่อหน่วยการขนส่งสูงกว่าการขนส่งทางรถไฟถึง 3.9 เท่า

### 2.5.2 จุดด้อยของการขนส่งโดยรถไฟ

- เสียเปรียบในการให้บริการแบบถึงประตูบ้าน (door to door)
- ใช้งบประมาณสูงในการลงทุนขยายบริการและปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี
- ความสามารถในการแข่งขันให้บริการขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายประการ เช่น สภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศ การตั้งถิ่นฐานของประชากร แบบแผนการขนส่งและนโยบายภาครัฐที่มักจะสร้างความลำเอียงในทางที่จะสนับสนุนการขนส่งอื่นยกเว้นทางถนน

### 2.5.3 นโยบายการขนส่งของประเทศ

- เน้นการเพิ่มความปลอดภัยในระบบขนส่ง
- เน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากระบบการขนส่ง

- ขยายโครงสร้างพื้นฐานและปรับปรุงบริการขนส่งในภูมิภาค และในชนบท ให้เพียงพอกับความต้องการ
- ให้ความสำคัญและการสนับสนุนระบบการขนส่งในเชิง Mass transportation มากขึ้น ทั้งในการขนส่งคนและการขนส่งสินค้า
- พัฒนาประสิทธิภาพและปรับบทบาทขององค์กรของรัฐทางด้านการขนส่ง
- เพิ่มการแข่งขันในระบบขนส่ง เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้บริการ และช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง อย่างไรก็ตามการแข่งขันเสรีในระบบการขนส่งอาจทำให้ผู้ประกอบการเน้นเฉพาะการให้บริการ ในตลาดของผู้มีรายได้สูงภาครัฐอาจยังจำเป็นต้องมีมาตรการในการช่วยรับภาระต้นทุนการขนส่งของผู้มีรายได้น้อย โดยมีมาตรการที่เหมาะสม
- การตั้งภาษีอากรค่าธรรมเนียมและอัตราค่าขนส่ง (Pricing) ให้เป็นไปในแนวทางที่สอดคล้องกัน เนื่องจากภาษีอากรค่าธรรมเนียม และอัตราค่าขนส่งเป็นกลไกที่มีผลกระทบต่อการแข่งขันของระบบขนส่งต่างๆ

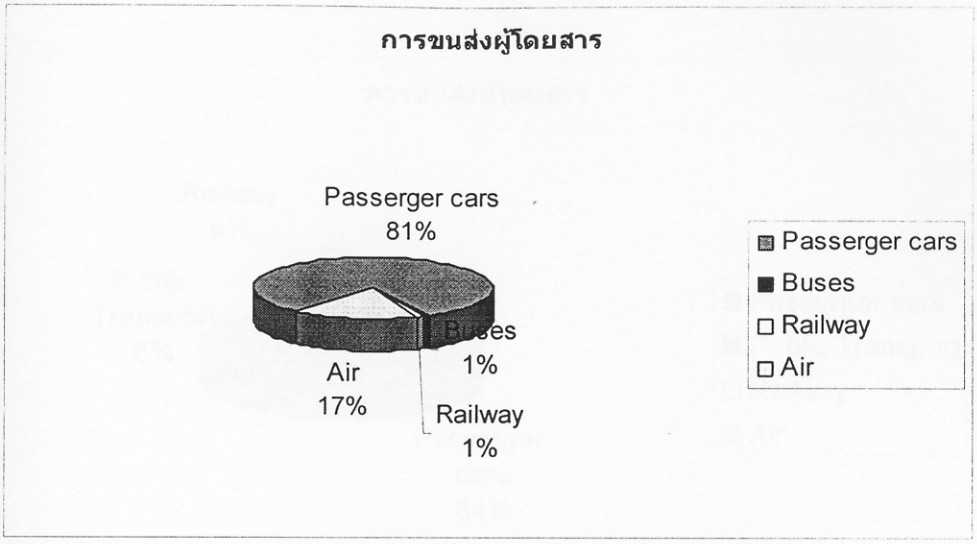
### 2.5.4 การจัดสรรบทบาทของระบบขนส่งแต่ละ Mode ของประเทศต่างๆ ตัวอย่างระบบขนส่งแต่ละ Modeในประเทศสหรัฐอเมริกา, ฝรั่งเศส, สหราชอาณาจักร และญี่ปุ่น (ปี ค.ศ. 1990)

ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นประเทศที่ใหญ่ พื้นที่กว้าง การตั้งที่อยู่อาศัยเบาบางมีประชากรเพียง 50 คนต่อตารางกิโลเมตร (เฉพาะพื้นที่ซึ่งอยู่อาศัยได้) มีการใช้รถไฟในการขนส่งผู้โดยสารเพียงร้อยละ 1 แต่ใช้รถไฟขนสินค้าถึงร้อยละ 37 ดูรูปที่ 2.8 ก และรูปที่ 2.8 ข ประกอบ

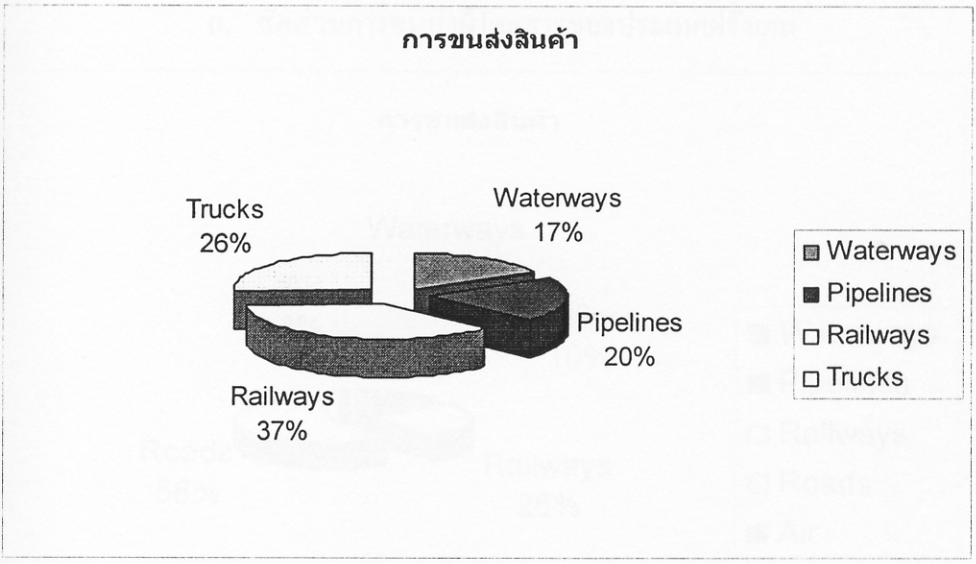
ประเทศฝรั่งเศส มีที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางประมาณ 200 ถึง 250 คนต่อตารางกิโลเมตร ใช้รถไฟขนส่งผู้โดยสารประมาณร้อยละ 9 ใช้รถไฟขนส่งสินค้าร้อยละ 26 เนื่องจากเป็นประเทศบนพื้นทวีป มีทางออกทะเลจำกัด และมีชายแดนติดต่อประเทศอื่นโดยรอบดูรูปที่ 2.9 ก และรูปที่ 2.9 ข ประกอบ

ประเทศสหราชอาณาจักร มีการตั้งถิ่นฐานประชากรแบบยุโรป ใช้รถไฟขนส่งผู้โดยสารร้อยละ 6 ใช้รถไฟขนส่งสินค้าร้อยละ 7 หลังการก่อสร้างอุโมงค์ลอดช่องแคบอังกฤษเสร็จ ได้ตั้งเป้าหมายให้รถไฟขนส่งสินค้ามากกว่าร้อยละ 20 เนื่องจากประเทศเกาะจึงขนส่งสินค้าทางทะเลสูงถึงร้อยละ 24 ดูรูปที่ 2.10 ก และรูปที่ 2.10 ข ประกอบ

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร




**ก.** สัดส่วนการขนส่งผู้โดยสารของประเทศสหรัฐอเมริกา

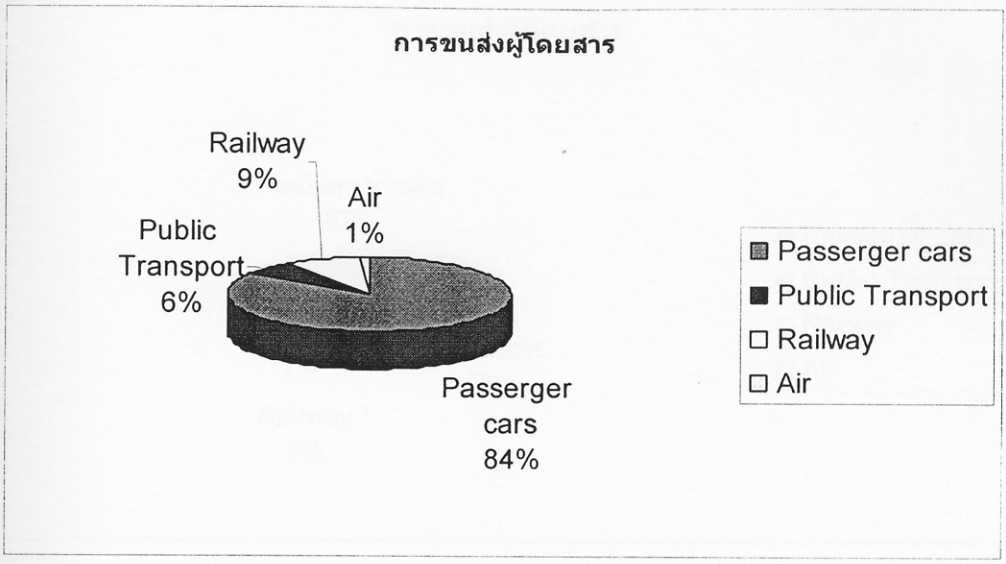



**ข.** สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศสหรัฐอเมริกา

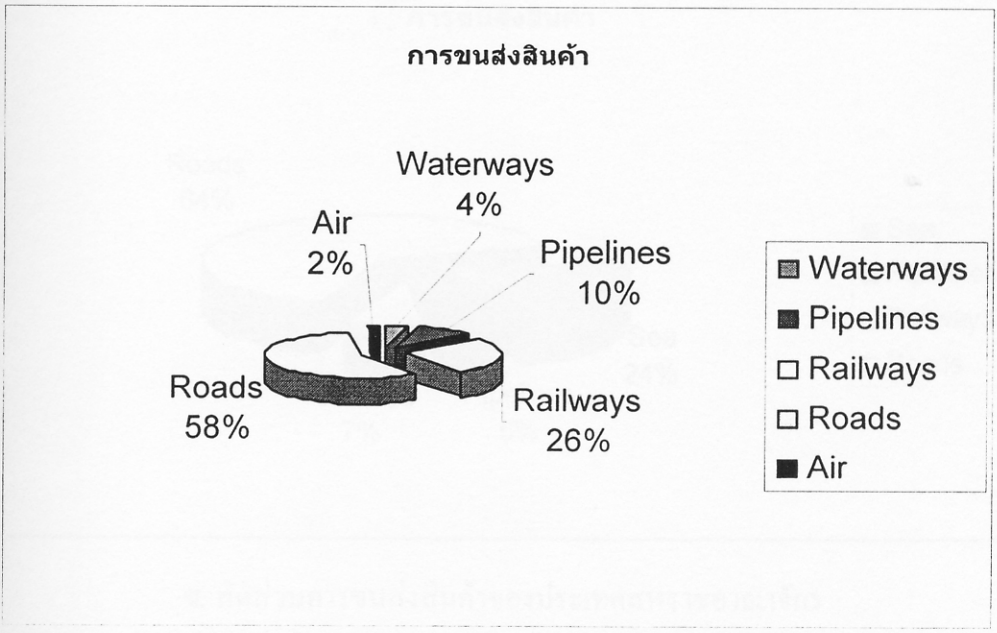
## สหรัฐอเมริกา

**รูปที่ 2.8** สัดส่วนการขนส่งของประเทศสหรัฐอเมริกา

ที่มา : Yataro Fujii, JRTR, March 1994




ก. สัดส่วนการขนส่งผู้โดยสารของประเทศฝรั่งเศส

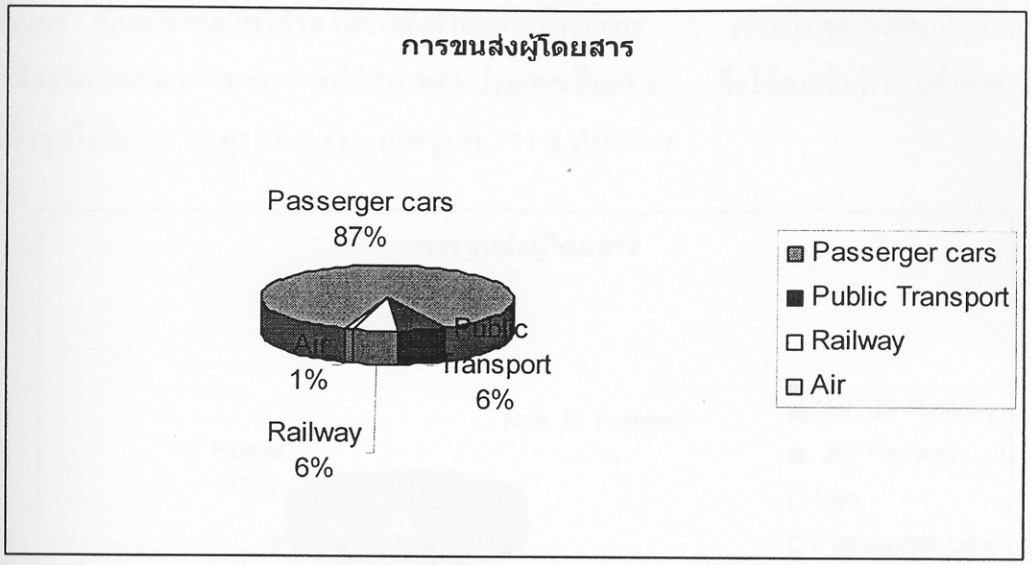



ข. สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศฝรั่งเศส

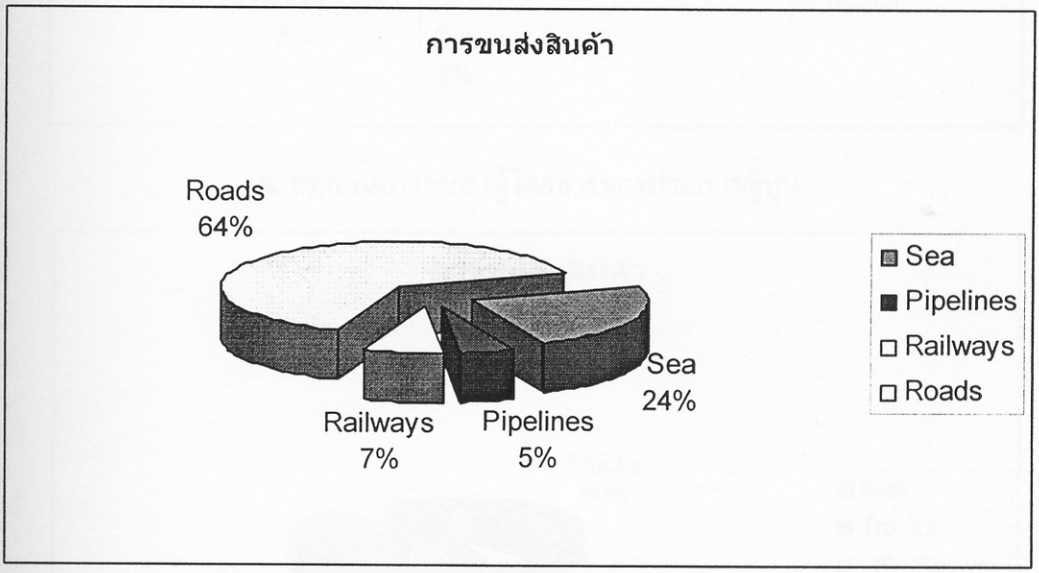
## ฝรั่งเศส

**รูปที่ 2.9** สัดส่วนการขนส่งของประเทศฝรั่งเศส

ที่มา : Yataro Fujii, JRTR, March 1994




**ก.** สัดส่วนการขนส่งผู้โดยสารของประเทศสหราชอาณาจักร



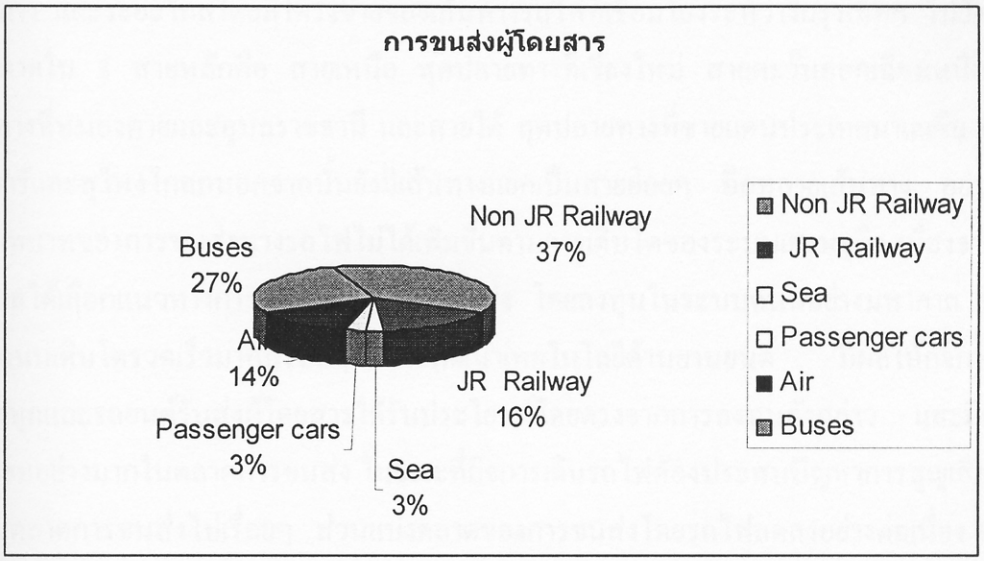

**ข.** สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศสหราชอาณาจักร

## สหราชอาณาจักร

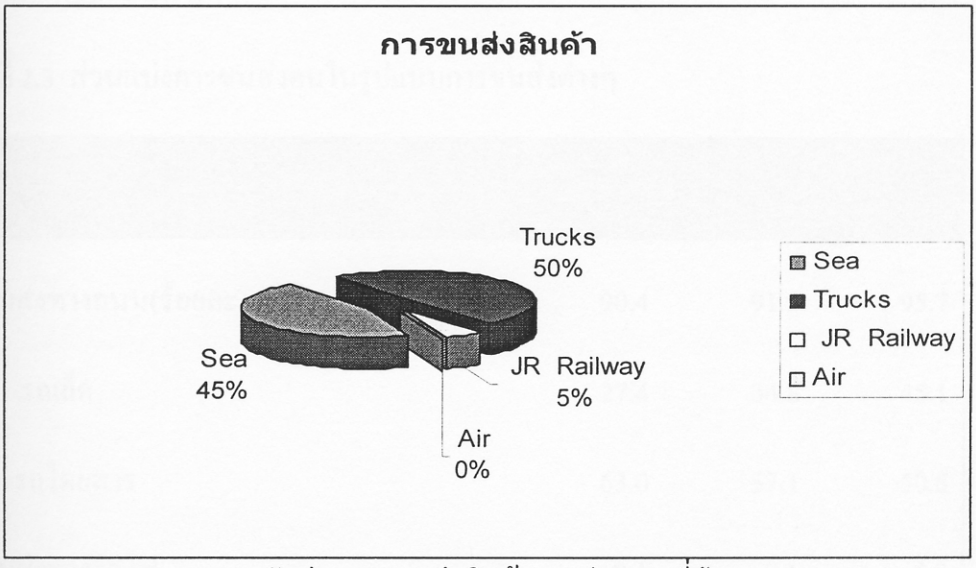
**รูปที่ 2.10** สัดส่วนการขนส่งของประเทศสหราชอาณาจักร

ที่มา : Yataro Fujii, JRTR, March 1994

ประเทศญี่ปุ่น มีการตั้งถิ่นฐานประชากรหนาแน่นมากประมาณ 1,500 คน ต่อตารางกิโลเมตร เป็นเมืองรถไฟใช้รถไฟขนส่งผู้โดยสารถึงร้อยละ 35 ใช้รถไฟขนส่งสินค้าร้อยละ 5 เช่นเดียวกันกับสหราชอาณาจักรที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเกาะ จึงใช้การขนส่งสินค้าด้วยท่าเรือชายฝั่งสูงถึงร้อยละ 45 ดูรูปที่ 2.11 ก และรูปที่ 2.11 ข ประกอบ




**ก.** สัดส่วนการขนส่งผู้โดยสารของประเทศญี่ปุ่น




**ข.** สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศญี่ปุ่น

**ญี่ปุ่น**

**รูปที่ 2.11** สัดส่วนการขนส่งของประเทศญี่ปุ่น

ที่มา : Yataro Fujii, JRTR, March 1994

**2.6 บทบาทของรถไฟไทยในระบบขนส่งและการพัฒนาประเทศ**(แผนหลักการขนส่ง. 2542-2549.)

**2.6.1 บทบาทของรถไฟในระบบขนส่งของไทยในอดีตถึงปัจจุบัน**

ในอดีตรถไฟมีบทบาทสำคัญในการขนส่งผู้โดยสาร และสินค้าในระยะทางปานกลาง และระยะไกลโดยมีโครงข่ายของเส้นทางรถไฟที่เชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพฯ ไปยังพื้นที่ในภูมิภาคใน 3 สายหลักคือ สายเหนือ สุดปลายทางที่เชียงใหม่ สายตะวันออกเฉียงเหนือ สุดปลายทางที่หนองคายและอุบลราชธานี และสายใต้ สุดปลายทางที่ชายแดนประเทศมาเลเซีย คือปาดังเบซาร์และสุไหงโกลกนอกจากนั้นยังมีเส้นทางแยกเป็นสายย่อยๆ อีกหลายเส้นทาง อย่างไรก็ตาม บทบาทของการขนส่งทางรถไฟไม่ได้เพิ่มขึ้นตามการเติบโตของระบบเศรษฐกิจ เนื่องจากการที่รัฐบาลได้เลือกแนวทางการพัฒนาระบบการขนส่ง โดยลงทุนในระบบถนนอย่างมหาศาล ทำให้ระบบถนนเติบโตรวดเร็วมากพร้อมๆกับการพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์ มีผลให้กิจการเดินรถบรรทุกและรถยนต์รับส่งผู้โดยสารได้รับประโยชน์โดยตรงจากการลงทุนดังกล่าว และมีความได้เปรียบอย่างมากในตลาดการขนส่ง ในขณะที่กิจการเดินรถไฟต้องประสบปัญหาการสูญเสียส่วนแบ่งในตลาดการขนส่งไปเรื่อยๆ ส่วนแบ่งตลาดของการขนส่งโดยรถไฟลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งในการขนส่งผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า ดูจากตารางที่ 2.3 และ 2.4 แสดงส่วนแบ่งการขนส่งคนและสินค้าในรูปแบบต่างๆ

**ตารางที่ 2.3** ส่วนแบ่งการขนส่งคนในรูปแบบการขนส่งต่างๆ

| | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| การขนส่งทางถนน(ร้อยละ) | 90.4 | 91.9 | 95.7 |
| รถเล็ก | 27.4 | 34.8 | 45.1 |
| รถโดยสาร | 63.0 | 57.1 | 50.6 |
| การขนส่งทางรถไฟ | 9.1 | 7.1 | 5.8 |
| การขนส่งทางอากาศ(ในประเทศ) | 0.5 | 1.0 | 1.6 |

ที่มา : แผนหลักการขนส่ง กระทรวงคมนาคม 2542 - 2549

**ตารางที่ 2.4** ส่วนแบ่งการขนส่งสินค้าในประเทศ(คิดตามจำนวนตัน-กิโลเมตร) หน่วย : ร้อยละ

| | 2529 | 2534 | 2539 |
|---|---|---|---|
| ทางถนน | 91.16 | 92.11 | 93.23 |
| ทางรถไฟ | 5.85 | 5.35 | 3.5 |
| ทางแม่น้ำลำคลองและชายฝั่ง | 3.99 | 2.53 | 2.68 |
| ทางอากาศ | 0.0 | 0.01 | 0.04 |
| ทางท่อ | 0.0 | 0.0 | 0.54 |

ที่มา : แผนหลักการขนส่ง กระทรวงคมนาคม 2542 - 2549

### 2.6.2 ประวัติของการรถไฟแห่งประเทศไทย

ปีรัตนโกสินทร์ศก 105 ตรงกับปี พ.ศ. 2429 กิจการรถไฟได้ถือกำเนิดขึ้นเป็นครั้งแรก เมื่อรัฐบาลได้อนุมัติสัมปทานแก่บริษัทชาวเดนมาร์กสร้างทางรถไฟ จากกรุงเทพฯ ถึงสมุทรปราการระยะทาง 21 กิโลเมตรหลังจากนั้น ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2433 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตั้งกรมรถไฟหลวงขึ้นสังกัดกระทรวงโยธาธิการครั้นเมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2439 พระองค์จึงเสด็จทรงประกอบพระราชพิธีเปิดการเดินรถไฟระหว่างกรุงเทพฯ- อยุธยา ระยะทาง 71 กิโลเมตร ซึ่งทางการได้ถือเอาวันนี้เป็นวันสถาปนากิจการรถไฟหลวง ความกว้างของรางเมื่อแรกสร้างทางฝั่งตะวันออก ของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นรางกว้าง 1.435 เมตร ระยะทางทั้งหมด 1,076 กิโลเมตร ส่วนทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเป็นรางกว้าง 1.00 เมตร ที่สร้างเป็นรางขนาด 1.00 เมตรก็เพื่อให้มีขนาด เท่ากับของประเทศเพื่อนบ้านทั้งหลาย คือ มาเลเซีย พม่า เขมร ต่อจากนั้นพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวจึงทรงให้เปลี่ยนรางขนาด 1.435 เมตร ทางฝั่งตะวันออกที่สร้างไปแล้วทั้งหมดเป็นขนาด 1.00 เมตรโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 10 ปี แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2469 และต่อมาในปี 2504 ได้เริ่มโครงการ Dieselization โดยทยอยจัดหา รถจักรดีเซลมาใช้แทนรถจักรไอน้ำ ซึ่งใช้เวลา 14 ปี จึงแล้วเสร็จในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 กิจการรถไฟประสบภัย สงครามอย่างหนักทรัพย์สิน ทั้งทางอาคาร และรถจักรล้อเลื่อนได้รับความเสียหายมาก จำต้องเร่งบูรณะฟื้นฟูให้กลับสู่สภาพเดิม โดยเร็วถ้าจะอาศัยเงินลงทุนจากงบประมาณของรัฐ แหล่งเดียวจะไม่ทันการณ์ รัฐบาลจึงต้องขอกู้เงินจากธนาคารโลกมา สมทบในระหว่างการเจรจากู้เงินนั้นธนาคารโลกได้เสนอให้รัฐปรับปรุงองค์กรของกรมรถไฟหลวง

ให้มีอิสระกว่าที่เป็นอยู่เพื่อให้เกิดความคล่องตัวใน การบริหารกิจการในเชิงธุรกิจกรมรถไฟหลวงจึงเปลี่ยนฐานะมาเป็นรัฐวิสาหกิจประเภทสาธารณูปการ ภายใต้ชื่อว่า การรถไฟแห่งประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2494 เป็นต้นมาโดยดำเนินการอยู่ภายใต้ พ.ร.บ.การรถไฟฯ ฉบับ พ.ศ. 2494 ซึ่งในหลักการรัฐคุมการแต่งตั้ง และปลดผู้บริหารคุมอัตราเงินเดือนพนักงานคุมอัตราค่าโดยสาร และค่าระวาง คุมการปิดเปิดเส้นทางและการบริการ และคุมการลงทุนทั้งหมดแต่หากดำเนินงานขาดทุนรัฐจะชดเชยให้เท่าจำนวนที่ขาด

### 2.6.3 เส้นทางรถไฟปัจจุบันและโครงการขยายในอนาคต

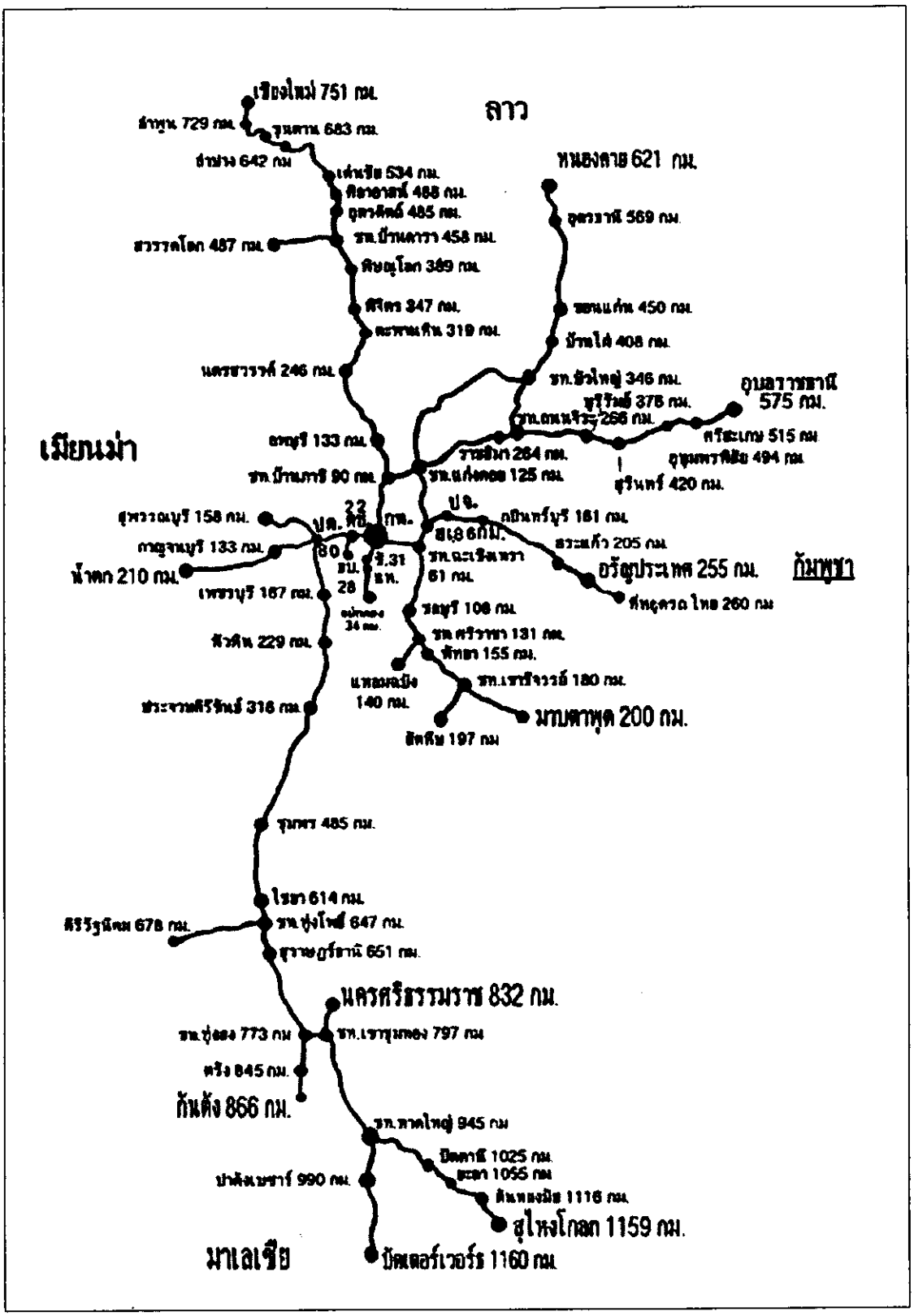
ปัจจุบันมีเส้นทางเดินรถทุกสายมีระยะทางรวมกันถึง 4,044 กิโลเมตร ดูรูปที่ 2.12 จากแผนวิสาหกิจ เส้นทางส่วนมาก มีรัศมีกระจายออกไปจาก กรุงเทพฯในทุกทิศทาง และยังมีบางสายที่เชื่อมต่อกับการรถไฟของมาเลเซีย และการรถไฟของกัมพูชา ความกว้างของรางรถไฟมีขนาด 1.00 เมตรโดยรางส่วนมากขนาด 70 ปอนด์ต่อหลา และมีรางขนาด 80 ปอนด์ต่อหลาอยู่เป็นระยะทางประมาณ 1,000 กิโลเมตรเท่านั้น โดยรางรถไฟของเส้นทางสายหลักในอนาคตได้วางแผนจะใช้รางขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา, ประมาณร้อยละ 80 ของรางใช้หมอนรองรับทำด้วยไม้ที่เหลือเป็นหมอนคอนกรีต ส่วนแผนงานในอนาคตนั้น จะได้นำเอาหมอนคอนกรีตอัดแรง (mono-block pre-stressed concrete) มาใช้ตลอดเส้นทาง เส้นทางรถไฟมีสะพานจำนวน 2,629 แห่ง หรือคิดเป็นระยะทางความยาวรวมกันประมาณ 63.5 กิโลเมตรตลอดทุกเส้นทาง

### 2.6.4 บริการหลักของการรถไฟแห่งประเทศไทย

ภารกิจหลักของการรถไฟฯ คือการให้บริการเดินรถขนส่งผู้โดยสารและสินค้าดูจากตารางที่ 2.5 ประกอบ โดยแยกการให้บริการออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มขบวนรถบริการเชิงพาณิชย์ (Commercial Service) และกลุ่มขบวนรถบริการเชิงสังคม (Public Obligation Service : PSO)

**2.6.4.1 กลุ่มขบวนรถบริการเชิงพาณิชย์** คือการบริการเดินขบวนรถที่การรถไฟฯ รับภาระในผลการดำเนินงานเอง ประกอบด้วย ขบวนรถด่วนพิเศษ, รถด่วน, รถเร็ว, รถวิ่งระหว่างเมืองใหญ่, รถท่องเที่ยว, รถสินค้า ประเภทของขบวนรถชนิดนี้ได้แก่

<u>ขบวนรถด่วนพิเศษ</u> จอดรับส่งผู้โดยสาร เฉพาะสถานีในเขตจังหวัด และสถานีใหญ่ ๆ ที่มีความสำคัญและชุมชนหนาแน่นเท่านั้น ความเร็ว 90 - 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถด่วนพิเศษนี้จะไม่มีรถชั้น 3 พ่วงในขบวนรถจะมีรถนอนชั้น 1 ปรับอากาศร้อยละ 10, ชั้น 2 นอนปรับอากาศร้อยละ 60, รถนอนธรรมดาร้อยละ 30




รูปที่ 2.12 เส้นทางเดินรถไฟทั่วประเทศในปัจจุบันของการรถไฟแห่งประเทศไทย

**ตารางที่ 2.5** สถิติการรถไฟแห่งประเทศไทยปีงบประมาณ 2541- 2546

| รายการ | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 | 2545 | 2546 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ระยะทางที่เปิดเดินรถ (กม.) | 4,044 | 4,044 | 4,044 | 4,044 | 4,044 | 4,044 |
| ความยาวของทางรถไฟ (กม.) | 4,822 | 4,822 | 4,880 | 4,880 | 4,880 | 5,382 |
| **สถานีรถไฟ** | | | | | | |
| สถานี | 452 | 453 | 454 | 454 | 454 | 454 |
| ที่หยุดรถ | 164 | 161 | 165 | 165 | 165 | 163 |
| **จำนวนรถ(คัน)** | | | | | | |
| รถจักรไอน้ำ | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 5 |
| รถดีเซล | 328 | 309 | 296 | 281 | 279 | 279 |
| รถดีเซลราง | 263 | 285 | 285 | 285 | 249 | 248 |
| รถโดยสาร | 1,236 | 1,233 | 1,241 | 1,238 | 1,241 | 1,239 |
| รถสินค้า | 8,251 | 8,141 | 8,016 | 7,901 | 7,426 | 7,312 |
| **รวมรายได้(พันบาท)** | **6,101,711** | **6,283,807** | **6,759,385** | **7,827,904** | **8,076,912** | **8,655,688** |
| รายได้จากการโดยสาร | 3,653,136 | 3,746,716 | 3,828,830 | 3,826,890 | 3,895,935 | 4,025,748 |
| รายได้จากการบรรทุกสินค้า | 1,545,890 | 1,639,905 | 1,752,931 | 1,872,041 | 1,932,592 | 2,074,837 |
| รายได้อื่นๆ | 902,685 | 897,186 | 1,177,624 | 2,128,973 | 2,248,385 | 2,555,083 |
| **จำนวนผู้โดยสาร(พันคน)** | **56,557** | **55,198** | **55,461** | **56,325** | **55,748** | **54,130** |
| ชั้นที่ 1 | 105 | 102 | 110 | 119 | 130 | 129 |
| ชั้นที่ 2 | 5,396 | 4,389 | 4,585 | 4,650 | 4,866 | 4,633 |
| ชั้นที่ 3 | 51,056 | 50,707 | 50,766 | 51,556 | 50,752 | 49,368 |
| **สินค้าที่บรรทุก(พันตัน)** | **8,710** | **9,163** | **9,765** | **9,607** | **9,917** | **11,356** |
| ประเภทเหมาคัน | 8,698 | 9,149 | 9,750 | 9,590 | 9,898 | 11,335 |
| หีบห่อ | 12 | 14 | 15 | 17 | 19 | 21 |

ที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย. 2546.

ขบวนรถด่วน มีบริการคือกรุงเทพ-อุบลราชธานี, กรุงเทพ-หนองคาย, กรุงเทพ-เชียงใหม่ และกรุงเทพ-นครศรีธรรมราชเป็นที่จอดรับส่งในอำเภอ จังหวัดและสถานีที่เป็นชุมชน ความเร็วเฉลี่ย 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามเป้าหมายของการรถไฟ ฯ ไม่ให้มีชั้น 3 พ่วงในขบวนรถด่วนนี้ คือจะให้บริการรถชั้น 2 นอนปรับอากาศร้อยละ 50, ชั้น 2 มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้โดยสาร บางขบวนจึงต้องพ่วงชั้น 3 เข้าไปด้วย

รถด่วนดีเซลราง มีบริการในสายใต้ระหว่างกรุงเทพ-สุราษฎร์ธานี-ยะลาและในสายอีสานระหว่าง กรุงเทพ-อุดรธานีพ่วงรถดีเซลรางชั้น 3, กรุงเทพ-อุบลราชธานี และชั้น 2 ปรับอากาศ

ขบวนรถเร็ว มีเดินประจำทุกสายเป็นขบวนรถที่จัดบริการรถนั่งชั้น 2 และชั้น 3 เป็นส่วนใหญ่ รถเร็วนี้จะจอดตามสถานีที่เป็นชุมชนเป็นอำเภอและจังหวัดเท่านั้น

**2.6.4.2 กลุ่มขบวนรถบริการเชิงสังคม** คือการบริการซึ่งเป็นพันธะกรณีที่การรถไฟฯถูกกำหนดให้ดำเนินการโดยรัฐบาลเพื่ออำนวยประโยชน์ให้แก่สาธารณชน ประกอบด้วยขบวนรถธรรมดา, รถชานเมือง, รถท้องถิ่น, รถรวมประเภทของขบวนรถชนิดนี้ได้แก่

ขบวนรถดีเซลราง มีบริการชั้น 3 ทั้งหมด การรถไฟ ฯ ได้จัดรถดีเซลรางเป็นขบวนรถชานเมืองใช้วิ่งในระยะสั้น และในปัจจุบันได้มีการจัดขบวนรถดีเซลรางปรับอากาศโดยให้บริการที่นั่งชั้น 2 ปรับอากาศ และชั้น 3 ธรรมดาใช้วิ่งระหว่างกรุงเทพ-ดอนเมือง-กรุงเทพ

ขบวนรถธรรมดา มีบริการทุกสายไม่เก็บค่าธรรมเนียม มีรถโดยสารชั้น 2 และชั้น 3 แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นชั้น 3 ถึงร้อยละ 90, ขบวนรถธรรมดานี้จะจอดรับส่งผู้โดยสารทุกสถานีและป้ายหยุดรถ การรถไฟฯ ได้จัดรถธรรมดาบางขบวนให้เป็นรถชานเมือง เพื่อรับส่งผู้โดยสารเดินทางระหว่างเมืองถึงเมืองเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่เดินทางเพื่อเข้ามาทำงาน, เรียนและปฏิบัติภารกิจในแหล่งงานและแหล่งชุมชนธุรกิจ

ปัจจุบันการรถไฟฯได้จัดเดินขบวนรถโดยสารและสินค้าวันละ 373 ขบวน (รวมสายสมุทรสาคร) แยกได้ดังนี้

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ขบวนรถโดยสาร | 283 | ขบวน | ขบวนรถด่วนพิเศษ | 8 | ขบวน |
| ขบวนรถด่วน | 8 | ขบวน | ขบวนรถเร็ว | 28 | ขบวน |
| ขบวนรถวิ่งระหว่างเมืองใหญ่ | 24 | ขบวน | ขบวนรถชานเมือง | 95 | ขบวน |
| ขบวนรถท้องถิ่น | 64 | ขบวน | ขบวนรถธรรมดา | 42 | ขบวน |
| ขบวนรถรวม | 8 | ขบวน | ขบวนรถท่องเที่ยว | 6 | ขบวน |
| ขบวนรถสินค้า | 90 | ขบวน | ขบวนรถคอนเทนเนอร์ | 22 | ขบวน |
| ขบวนรถน้ำมันสำเร็จรูป | 18 | ขบวน | ขบวนรถน้ำมันดิบ | 8 | ขบวน |

**2.6.5 โครงการก่อสร้างทางรถไฟสายใหม่เพื่อการขยายเครือข่ายเส้นทางรถไฟสู่ภูมิภาค**

รายละเอียดแบ่งได้ดังนี้

ก. โครงการที่ออกแบบรายละเอียดแล้วเสร็จ

- เด่นชัย - เชียงราย ระยะทาง 246 กิโลเมตร
- มาบตาพุด - ระยอง ระยะทาง 24 กิโลเมตร
- สุราษฎร์ธานี - พังงา (ท่านุ่น) ระยะทาง 163 กิโลเมตร ดูรูปที่ 2.13 ประกอบ

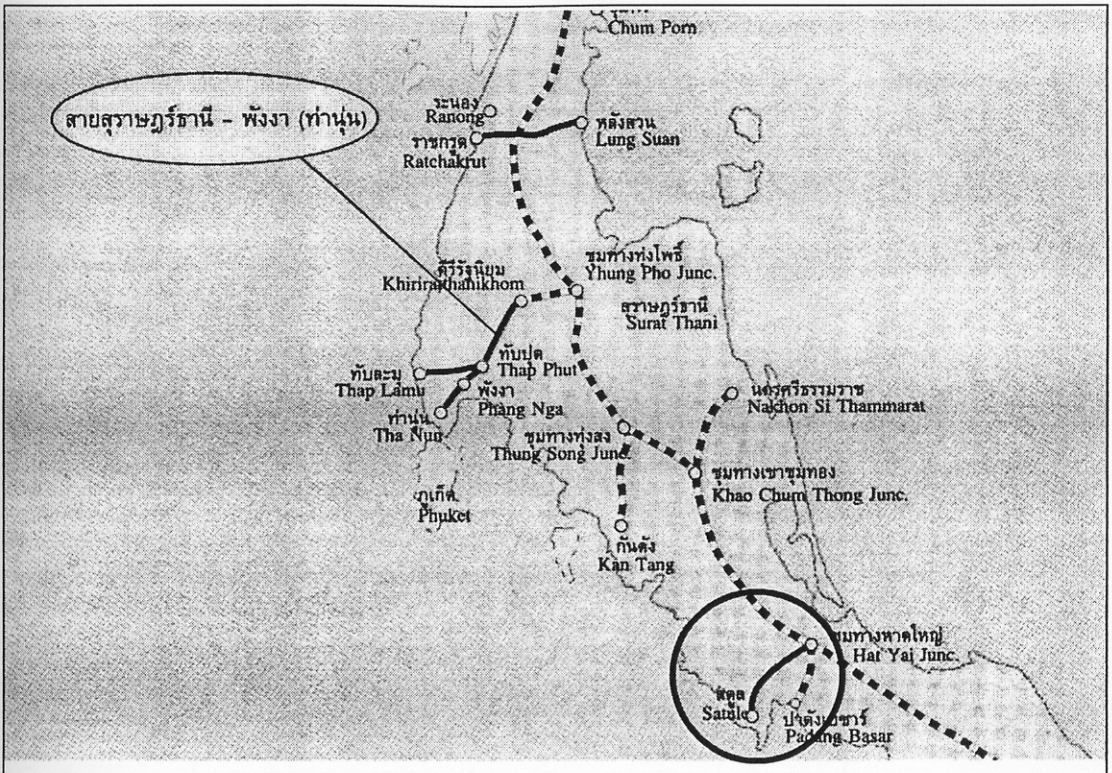
ข. โครงการที่ทำการศึกษาความเหมาะสมแล้ว

- บัวใหญ่ - นครพนม ระยะทาง 368 กิโลเมตร
- ระยอง - ตราด ระยะทาง 160 กิโลเมตร
- แหลมฉบัง - ระยอง ระยะทาง 76 กิโลเมตร
- อรัญประเทศ - ปอยเปต - ศรีโสภณ - พนมเปญ ระยะทาง 391 กิโลเมตร

ค. โครงการที่วางแผนจะศึกษาความเหมาะสม

- ทางรถไฟเชื่อมต่อประเทศจีนตอนใต้
- ทางรถไฟเชื่อมประเทศพม่า
  - พิษณุโลก - แม่สอด ระยะทาง 200 กิโลเมตร
  - พิจิตร- แม่สอด ระยะทาง 260 กิโลเมตร
  - นครสวรรค์ - แม่สอด ระยะทาง 280 กิโลเมตร
  - น้ำตก - ด่านเจดีย์สามองค์ระยะทาง 153 กิโลเมตร
  - ไทรโยค - ด่านบองตี้
- ทางรถไฟต่อขยาย สู่จังหวัดเลย
  - ลำนารายณ์ - เชียงคาน (ผ่านเพชรบูรณ์) ระยะทาง 346 กิโลเมตร
  - จัตุรัส - เชียงคาน (ผ่านชัยภูมิ) ระยะทาง 312 กิโลเมตร
  - ทางรถไฟสายอุบลราชธานี - ช่องเม็ก ระยะทาง 70 กิโลเมตร
- ทางรถไฟเชื่อมฝั่งทะเลอันดามันกับสายสุราษฎร์ธานี – พังงา (ช่วงทับละมุ - ทับปุด)
- ทางรถไฟผ่าน จังหวัดสตูล

จะเห็นได้ว่ารถไฟมีโครงการต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติมากมาย ผู้ศึกษาจึงขอเสนอแนวคิดในการเชื่อมโยงภาคใต้ตอนล่าง (จังหวัด สตูล โดยรถไฟ) เพื่อเป็นแนวทางให้รัฐหันมาสนใจและใส่ใจกับระบบการขนส่งทางรางให้มากขึ้นกว่าเดิม




**โครงการก่อสร้างทางรถไฟสายสุราษฎร์ธานี - พังงา (ท่านุ่น) ระยะทาง 163 กิโลเมตร**

เพื่อขยายเครือข่ายเส้นทางคมนาคมทางรถไฟในภาคใต้ ตอบสนองความต้องการด้านการขนส่งของประชาชนในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อรองรับ และสนับสนุนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของภูมิภาคและของประเทศ โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2539 และ 2540 ได้รับการจัดสรรเงินงบประมาณแผ่นดินเป็นค่าใช้จ่ายการสำรวจการออกแบบ รายละเอียดทางด้านวิศวกรรม และการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ และได้ว่าจ้างที่ปรึกษาเมื่อเดือนกันยายน 2539 งานแล้วเสร็จเมื่อ เดือนสิงหาคม 2541 ปัจจุบันคณะกรรมการรถไฟฯ ได้พิจารณาทบทวนโครงการการลงทุนอีกครั้ง ในรูปนี้จะแสดงเส้นทางเชื่อมต่อไปยังจังหวัดสตูลอีกหนึ่งเส้นซึ่งอยู่ในแผนของการศึกษาโครงการ ในอนาคตของการรถไฟแห่งประเทศไทย จึงเป็นหลักสำคัญอีกประการที่ทำให้ ผู้ศึกษาสนใจทำโครงการเชื่อมจังหวัดสตูลด้วยรถไฟ

**รูปที่ 2.13** แนวเส้นทางก่อสร้างทางรถไฟสายสุราษฎร์ธานี - พังงา ระยะทาง 163 กิโลเมตร

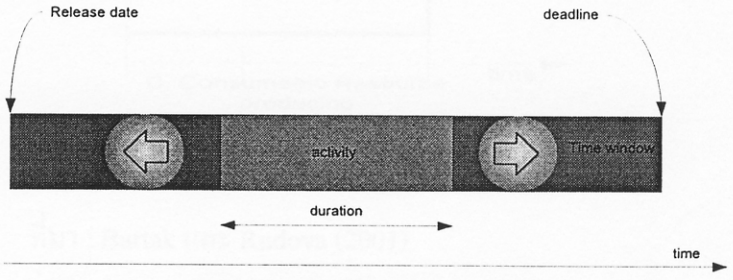
**ที่มา** : รายงานประจำปี การรถไฟแห่งประเทศไทย. 2541.

## 2. 7 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานการจัดตารางเวลาการดำเนินงาน

Pinedo(1995) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดตารางเวลาการดำเนินงาน (Scheduling) คือการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ได้งานในในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เพื่อให้ตอบสนองตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้สูงสุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการจัดตารางเวลาการดำเนินงานประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ กิจกรรม งาน ทรัพยากร และวัตถุประสงค์ โดยส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.7.1 กิจกรรม (Activities)

หมายถึง ขั้นตอนหรือการดำเนินการที่ประกอบกันขึ้นเป็นงาน (Tasks) หนึ่งๆ ลักษณะสำคัญของกิจกรรมประกอบไปด้วย ระยะเวลาของกิจกรรม (Duration) และกรอบเวลาของกิจกรรม (Time Window) ซึ่งแสดงขอบเขตของช่วงเวลาที่กิจกรรมนั้นสามารถทำได้ดังรูปที่ 2.14




**รูปที่ 2.14** ลักษณะของกิจกรรม

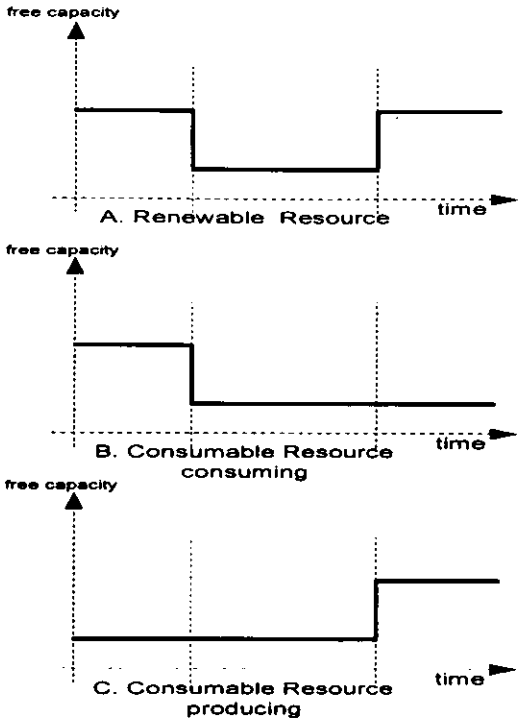
ที่มา : Bartak และ Rudova (2001)

### 2.7.2 ทรัพยากร (Resources)

หมายถึง สิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทรัพยากรนั้นมีได้ หลายรูปแบบ อาจหมายถึง เครื่องจักรในโรงงาน คนงานในสถานที่ก่อสร้าง หน่วยงานประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือรถบรรทุกสินค้า เป็นต้น โดยอาจจำแนกออกเป็นได้เป็น 2 ประเภทคือ

- ทรัพยากรที่สามารถใช้ได้ใหม่ (Renewable Resource) ทรัพยากรแบบนี้เมื่อถูกใช้โดยกิจกรรม จะทำให้ความจุ (Capacity) ลดลง เมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นความจุ (Capacity) ก็จะกลับมาสู่สภาพเดิม
- ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมด (Consumable Resource) เมื่อถูกใช้โดยกิจกรรมความจุ (Capacity) ของทรัพยากรแบบนี้จะหายไปโดยไม่เพิ่มกลับมาใหม่อีก เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง หรือในกรณีที่กิจกรรมช่วยเพิ่มความจุ (Capacity) เช่น การเติม

น้ำมันเชื้อเพลิง ความจุ (Capacity) ของทรัพยากรจะเพิ่มขึ้นเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมดังรูปที่ 2.15



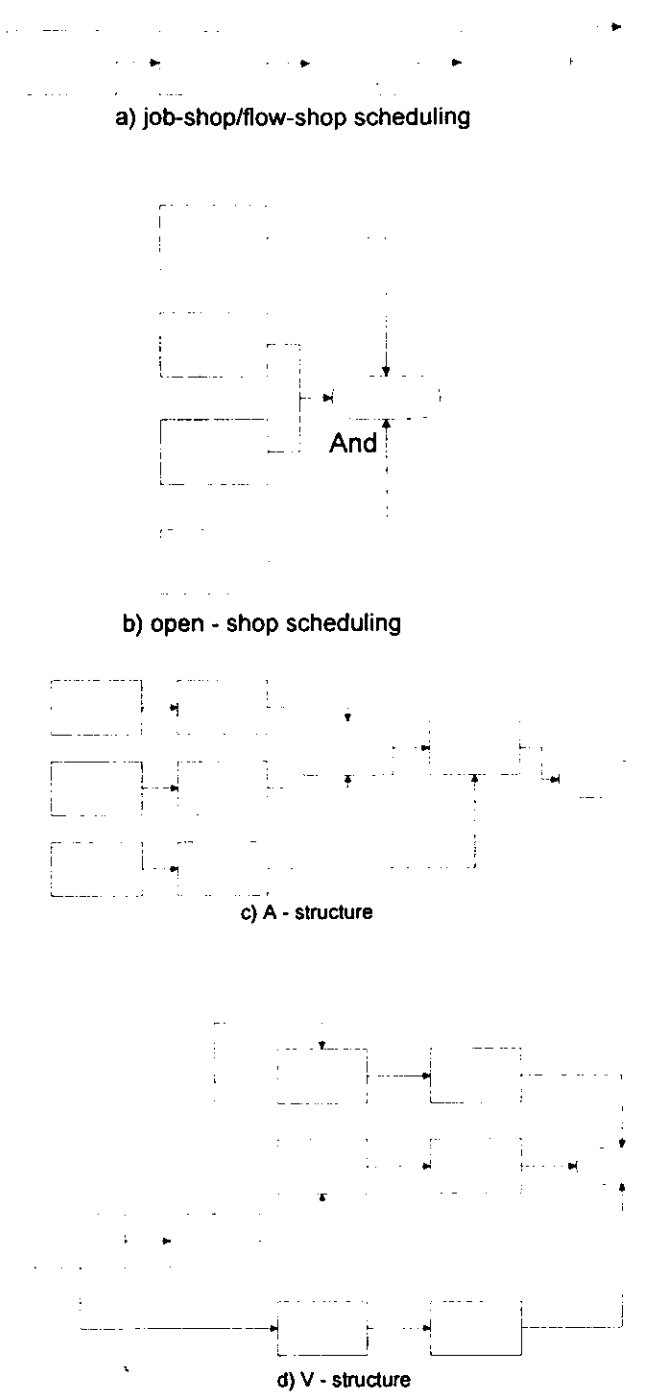

**รูปที่ 2.15** รูปแบบต่างๆของทรัพยากร

ที่มา : Bartak และ Rudova (2001)

**2.7.3 งาน (Tasks)**

งาน (Tasks) งานประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันตามลักษณะของ ปัญหา เช่น การดำเนินงานในกระบวนการผลิต ขั้นตอนในโครงการก่อสร้าง การดำเนินการในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การขนส่งสินค้า เป็นต้น โครงสร้างของงานสามารถแบ่งออกตามลักษณะของปัญหาที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ ปัญหาแบบ Job-shop หรือ Flow-shop รูปที่ 2.16 (a) งานจะประกอบด้วยลำดับของกิจกรรมที่ต้องกระทำต่อเนื่องกันในขณะที่ปัญหาแบบ Open-shop ดูรูปที่ 2.16 (b) จะไม่มีเงื่อนไขของกิจกรรมที่ต้องกระทำก่อน แต่ละกิจกรรมสามารถกระทำพร้อมกันไปได้ดังนั้น งานจะไม่มีลำดับของแต่ละกิจกรรม นอกจากโครงสร้างพื้นฐานของงานที่ได้กล่าวไป ยังมีกลุ่มของกิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้น ประกอบไปด้วยกิจกรรมที่ขนานกัน และเรียงลำดับผสมกันอยู่ได้แก่ รูปแบบ A-structure รูปที่ 2.16 (c) เป็นรูปแบบโครงสร้างของงานที่ใช้แสดงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่ง จากวัตถุดิบหลายประเภท เช่น ในกรณีของการประกอบชิ้นส่วนชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นต้น งานในลักษณะนี้หลายกิจกรรมจำเป็นต้องกระทำก่อน รูปแบบ V-structure

รูปที่ 2.16 (d) เป็นรูปแบบที่ใช้แสดงกระบวนการซึ่งใช้วัตถุดิบชนิดหนึ่งกับหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ในโรงกลั่นปิโตรเลียม เป็นต้น งานรูปแบบหลายกิจกรรมเริ่มต้นจากกิจกรรมหนึ่ง




**รูปที่ 2.16** โครงสร้างพื้นฐานของงาน

ที่มา : Bartak และ Rudova (2001)

**2.7.4 วัตถุประสงค์ (Objectives)**

วัตถุประสงค์ (Objectives)วัตถุประสงค์ของการจัดตารางเวลาการดำเนินงานอาจแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

ก. วัตถุประสงค์ที่ต้องการหาตารางเวลาที่ดีที่สุด (Optimization) เช่น เพื่อให้งานสุดท้ายเสร็จโดยใช้เวลาน้อยที่สุด หรือให้งานที่เสร็จไม่ทันวันที่กำหนดเหลือจำนวนน้อยที่สุด

ข. วัตถุประสงค์เพื่อหาตารางเวลาการดำเนินงานที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง (Feasibility) ในกรณีที่ดำเนินการภายใต้ข้อจำกัดของงานหรือทรัพยากรที่มีความซับซ้อน

การจัดตารางเวลาการดำเนินงานยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบ Deterministic ที่ทราบปริมาณและลักษณะทั้งของทรัพยากรและของงานแน่นอน เช่น เครื่องจักรหรือทรัพยากรขัดข้อง งานเร่งด่วนที่ไม่คาดคิด เป็นต้น โดยนำทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้ามาประยุกต์ใช้งาน

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศและภายในประเทศ

### 2.8.1 ตัวอย่างการจัดตารางเวลาการเดินรถในต่างประเทศ

- **Shen และ Kwan (2000)** ทำการจัดตารางเวลาการดำเนินงานของคนขับรถประจำทางในสหราชอาณาจักรโดยใช้วิธี Tabu Search ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้จำนวนงานและค่าจ้างรวมน้อยที่สุด เริ่มสร้างตารางเวลาการดำเนินงานด้วยจำนวนงานต่ำไว้ก่อน แล้วค้นหากลุ่มผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (Neighborhood) ด้วย 4 ขั้นตอน คือ Swap Link, Swap Spell, Insert Spell และ Recutting Block ขนาดของ Tabu List ให้เท่ากับจำนวน Link ในตารางเวลาการดำเนินงานปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวิธี Branch and Bound และวิธี Genetic Algorithm พบว่าแตกต่างกันเล็กน้อย

- **Weintraub (1996)** ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางการตัดสินใจโดยใช้การจำลอง สภาพจริง (Simulation) จาก Heuristics Rules เพื่อใช้ในการจัดตารางเวลาการเดินรถบรรทุก ขนส่งไม้ ซึ่งแต่เดิมใช้วิธีการจับคู่ต้นทางปลายทางแล้วจัดกลุ่มให้กับคนขับรถตัดสินใจเอง การขนส่งไม้ขึ้นรถแต่ละครั้งจะใช้เครนยกไม้ขึ้นรถ แบบจำลองนี้ใช้กฎที่ได้จากการทดสอบปัญหาจริงใน หลายบริษัทเป็นเวลา 1 ปี จนสามารถสรุปเป็นกฎนำไปใช้ งานจะถูกกำหนดระดับความสำคัญด้วย ค่าใช้จ่าย ซึ่งประกอบด้วยค่า

น้ำมัน ค่าดูแลรักษารถ ค่าจ้างคนขับรถ เป็นต้น และความล่าช้า ซึ่งประมาณจากความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกจะใช้เครนพร้อมกัน รถบรรทุกคันอื่นที่หาได้ และเที่ยวงานที่มีเส้นทางขัดแย้งกัน ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมได้ร้อยละ 18-26 ใช้จำนวนรถบรรทุกน้อยลงอัตราการเข้ามาใช้เครนของคนขับสม่ำเสมอขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพด้วย

**2.8.2 ตัวอย่างการจัดตารางเวลาการเดินรถในประเทศไทย**

- **Suchada (1992)** ได้ทำการศึกษาการจัดตารางเวลาการเดินรถขนส่งน้ำมัน จากคลังแห่งหนึ่งไปยังสถานีบริการต่างๆ ที่มีอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ด้วยรถ 2 ชนิด คือ รถพ่วง และรถบรรทุก ได้แบ่งช่วงเวลาในการจัดส่งออกเป็น 6 ช่วง ตามข้อจำกัดด้านเวลาการอนุญาตให้รถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าเมืองและช่วงเวลาที่สถานีบริการยอมรับ เพื่อความสะดวกในการจัดส่งน้ำมัน ให้กับสถานีบริการซึ่งมีทั้งที่สามารถนำรถพ่วงเข้าไปได้ และไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับรถพ่วง แบบจำลองที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การจับคู่ 2 สถานีบริการที่อยู่ในเส้นทางใกล้กัน เพื่อให้ประหยัดค่าขนส่ง ด้วยวิธี Greedy Algorithm และTemporary Prohibition และการจัดตารางการเดินทางให้กับรถขนส่ง ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristics) วัตถุประสงค์ของแบบจำลองคือเพื่อใช้เวลาการขนส่งให้น้อยที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยสามารถช่วยให้การจัดตารางเดินรถมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย