บทที่ 3

ทฤษฎี

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับสถิติทางอุทกวิทยา

3.1.1 นิยาม

3.1.1.1 ค่าเฉลี่ย (MEAN) : เป็นค่าแสดงคุณสมบัติส่วนกลางของข้อมูล

$$\bar{X} = \Sigma X_i/N \quad \text{.....(3.1)}$$

เมื่อ $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล

X_i เป็นขนาดของข้อมูลแต่ละค่า

N เป็นจำนวนข้อมูล

3.1.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (STANDARD DIVIATION) : เป็นค่าแสดงคุณสมบัติความแปรปรวนของข้อมูล

$$\sigma = \sqrt{\Sigma (X_i-\bar{X})^2/N} \quad \text{.....(3.2)}$$

$$s = \sqrt{\Sigma (X_i-\bar{X})^2/(N-1)} \quad \text{.....(3.3)}$$

เมื่อ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด

s เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลบางส่วนที่นำมาวิจัย

3.1.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (COEFFICIENT OF VARIATION) : เป็นอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$$C_v = \sigma/\bar{X} \simeq s/\bar{X} \quad \text{.....(3.4)}$$

C_v เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

3.1.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ (COEFFICIENT OF SKEWNESS) : เป็นค่าแสดงความเบ้ของโค้งแห่งความถี่ (FREQUENCY CURVE)

$$C_s = \Sigma (X_i-\bar{X})^3/(N-1)S^3 \quad \ldots\ldots(3.5)$$

เมื่อ C_s เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้

3.1.1.5 PROBABILITY DENSITY FUNCTION : เป็นสมการบอกความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเหตุการณ์กับความน่าจะเป็นไปได้ที่เหตุการณ์ขนาดนั้นจะเกิดขึ้น ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ P(X)

3.1.1.6 CUMULATIVE PROBABILITY : CUMULATIVE PROBABILITY ของเหตุการณ์ใด ๆ คือค่า PROBABILITY ที่อาจเกิดเหตุการณ์ ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่กว่าหรือเท่ากับขนาดของเหตุการณ์นั้น ๆ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $P(X < x)$

3.1.1.7 RETURN PERIOD : เป็นช่วงเวลาที่เหตุการณ์ ๆ หนึ่งอาจย้อนกลับมาเกิดอีกครั้งโดยมีขนาดของเหตุการณ์ไม่เล็กกว่าขนาดของเหตุการณ์เดิม ในการศึกษาเกี่ยวกับสถิติทางอุทกวิทยามีค่าเป็นปี

$$T = 1/P(X \geq x) \quad \ldots\ldots\ldots(3.6)$$

หรือ $$T = 1/\ 1-P(X < x) \quad \ldots\ldots(3.7)$$

เมื่อ T เป็นค่า RETURN PERIOD

3.1.2 การแจกแจงความถี่ของสถิติทางอุทกวิทยา

การแจกแจงความถี่ที่นำมาใช้ศึกษาสถิติทางอุทกวิทยา โดยทั่วไปมีดังนี้

3.1.2.1 PEARSON DISTRIBUTION : เป็นการแจกแจงความถี่โดยยึดหลักการหาค่า PROBABILITY DENSITY ตามสมการ (3.8)

$$P(x) = e^{\int_{-\infty}^{x} (a+x)/b_0+b_1x+b_2x^2)dx} \quad \ldots\ldots(3.8)$$

เมื่อ a, b_0, b_1 และ b_2 เป็นค่าคงที่ ส่วนการแบ่งชนิดของการแจกแจงความถี่ขึ้นอยู่กับค่า β_1, β_2 และค่า K ซึ่งหาได้จากสมการข้างล่าง

$$\beta_1 \equiv \mu_3^2 / \mu_2^3$$

$$\beta_2 = \mu_4 / \mu_2^2$$

$$K = \frac{\beta_1(\beta_2+3)^2}{4(4\beta_2-3\beta_1)(2\beta_2-3\beta_1-6)}$$

ค่า μ_2, μ_3 และ μ_4 เป็นค่าโมเมนต์รอบค่าเฉลี่ยอันดับที่ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ ซึ่งถ้าค่า $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 3$ และ $K = 0$ จะให้ผลการแจกแจงความถี่เช่นเดียวกับการแจกแจงความถี่เป็นแบบ MORMAL DISTRIBUTION

การแจกแจงความถี่แบบ PEARSON DISTRIBUTION ที่ใช้ในงานอุทกวิทยาเป็นแบบ TYPE I และ TYPE III

<u>TYPE I</u> เป็นการแจกแจงความถี่ที่มีค่า $K \leq 0$ ส่วนค่า PROBABILITY DENSITY ที่จุดกำเนิด (ORIGIN) อยู่ที่ค่ามัธยฐาน (MODE) สามารถหาได้จากสมการ (3.9)

$$P(x) = P_0 (1+X/a_1)^{m_1} \cdot (1-X/a_2)^{m_2}$$

ในเมื่อ $m_1/a_1 = m_2/a_2$

$$m_1 \quad m_2 = \frac{1}{2}\left[(\gamma-2) \pm \gamma\,(\gamma-2)\frac{\sqrt{\mu_2\,\beta_1}}{2(a_1+a_2)}\right]$$

$$= \frac{6(\beta_2-\beta_1-1)}{6+3\beta_1-2\beta_2}$$

$$a_1+a_2 = \frac{1}{2}\sqrt{\mu_2\,\beta_1(\gamma+2)^2+16(\gamma+1)}$$

$$P_0 = \frac{N}{a_1+a_2} \times \frac{m_1^{m_1}\, m_2^{m_2}}{(m_1+m_2)^{(m_1+m_2)}} \times \frac{\Gamma(m_1+m_2+2)}{\Gamma(m_1+1)\Gamma(m_2+1)}$$

N = ผลรวมของความถี่

ถ้าค่า μ_3 เป็นบวก ค่า m_2 จะต้องเป็นบวกและ m_1 จะต้องมีค่าเป็นลบ ส่วนคุณสมบัติของกลุ่มข้อมูลหาได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย (MEAN) = ฐานนิยม (MODE)-$(\mu_3/2\mu_2)[(\gamma+2)/(\gamma-2)]$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = $\sqrt{\mu_2}$

PEARSION'S SKEWNESS = $(\sqrt{\beta_1}/2)[(\gamma+2)/(\gamma-2)]$

<u>TYPE III</u> เป็นการแจกแจงความถี่ที่มีค่า K = ∞ หรืออีกนัยหนึ่งค่า $2\beta_2 = 3\beta_1+6$ ค่า PROBABILITY DENSITY ที่จุดกำเนิด (ORIGIN) อยู่ที่ค่าฐานนิยม (MODE) สามารถหาได้ดังนี้

$$P(x) = P_0(1+x/a)^c \cdot e^{-cx/2} \quad \ldots\ldots(3.10)$$

ในเมื่อ $c = 4/\beta_1 - 1$

$a = c\mu_3/2\mu_2$

$P_0 = N \cdot c^{c+1}/a.e^c\Gamma(c+1)$

ค่าเฉลี่ย (MEAN) = ฐานนิยม (MODE) - $\mu_3/2\mu_2$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = $\sqrt{\mu_2}$

PEARSON'S SKEWNESS = $\sqrt{\beta_1/2}$

3.1.2.2 EXTREMAL DISTRIBUTIONS : การแจกแจงความถี่ที่ใช้ในงานทางอุทกวิทยาส่วนมากจะเป็นแบบ TYPE I ซึ่งสามารถหาค่า PROBABILITY DENSITY ได้ดังนี้.-

$$P(x) = \frac{1}{c} e^{-(a+x)/c - e^{-(a+x)/c}} \quad \ldots\ldots(3.11)$$

$$P(x \leq x) = e^{-e^{-(a+x)/c}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3.12)$$

ในเมื่อ $a = \gamma c - \mu$

$c = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma$

ค่า γ เป็นค่า EULER'S CONSTANT = 0.57721.....

μ เป็นค่าเฉลี่ย

การแจกแจงความถี่แบบนี้มีค่า COEFFICIENT OF SKEWNESS เท่ากับ 1.139 คงที่ตลอด

3.1.2.3 LOGNORMAL DISTRIBUTION : เป็นการแจกแจงความถี่ที่นำเอาค่า log ฐาน e ของขนาดข้อมูลมาใช้แทนค่าขนาดของข้อมูล ค่า PROBABILITY DENSITY ของการแจกแจงความถี่แบบนี้สามารถหาได้ดังนี้

$$P(x) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-(y-\mu_y)^2/2\sigma_y^2} \quad \ldots\ldots(3.13)$$

ในเมื่อ x = ขนาดของข้อมูล

Y = $\ln x$

μ_y = ค่าเฉลี่ยของ Y

σ_y = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Y

3.2 <u>ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายน้ำ</u>

3.2.1 ปริมาณน้ำผิวดิน (SURFACE RUNOFF)

ปริมาณน้ำผิวดินที่ไหลลงท่อระบาย เป็นปริมาณน้ำที่นำมาใช้คำนวณหาขนาดของท่อระบายรวมทั้งขนาดของเครื่องสูบน้ำ การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำผิวดินในท่อระบายน้ำแต่ละจุดจากสถิติปริมาณฝนสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

3.2.1.1 UNIT-HYDROGRAPH METHOD เป็นการนำเอา UNIT HYDROGRAPH ของ DRAINAGE AREA แต่ละพื้นที่มาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลออกจากท่อระบาย ค่าที่ได้สามารถนำไปเขียน HYDROGRAPH แสดงปริมาณน้ำที่ไหลออกจากท่อระบายที่เวลาต่าง ๆ หลังฝนตกได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับ DRAINAGE AREA ขนาดใหญ่ หรือระบบการระบายน้ำที่จำเป็นจะต้องทราบลักษณะ HYDROGRAPH ของปริมาณน้ำที่ไหลออกจากท่อระบายน้ำ

3.2.1.2 OVERLAND-FLOW METHOD เป็นการนำเอาทฤษฎีการไหลของน้ำบนผิวดินมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลในท่อระบาย จาก DIMENSIONLESS HYDROGRAPH ที่ได้จากการทดลองของ IZZARD สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลในท่อระบายขณะที่ฝนกำลังตกและหลังจากฝนหยุด สำหรับปริมาณฝนและช่วงเวลาฝนตก (DURATION) ต่าง ๆ ได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับ DRAINAGE AREA ที่มีลักษณะสม่ำเสมอ

หรือมีขนาดเล็ก เช่น หลังคา ถนน สนามหญ้า

3.2.1.3 CONCENTRATION TIME METHOD เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป โดยนำเอา RATIONAL FORMULA มาคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ไหลในท่อระบายแต่ละจุดได้ดังนี้

$$Q_p = C_p I_{av} A/2250 \quad \text{.....(3.14)}$$

ในเมื่อ Q_p = ปริมาณน้ำสูงสุด (ลบ. เมตร/วินาที)

C_p = COEFFICIENT OF RUNOFF

I_{av} = ปริมาณฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

A = พื้นที่ (ไร่)

ปริมาณฝน (I_{av}) เป็นค่าเฉลี่ยของฝนที่มีช่วงเวลาตก (DURATION) เท่ากับ TIME OF CONCENTRATION ส่วนค่า RETURN PERIOD ของสถิติ ปริมาณฝนที่นำมาใช้ในการคำนวณระบบการระบายน้ำสำหรับพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ (CAMP, DRESSER & McKEE 1968) มีแสดงไว้ใน

ตารางที่ 4 ค่า RETURN PERIOD ของปริมาณฝนกับลักษณะพื้นที่

ปี	ลักษณะพื้นที่
1	สวนสาธารณะ, สถานที่พักผ่อน
2	เขตที่อยู่อาศัย
5	เขตอุตสาหกรรม, ย่านการค้าหนาแน่น

ส่วนค่า COEFFICIENT OF RUNOFF (C_p) ในสมการ 3.14 เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำผิวดินสูงสุดในหนึ่งหน่วยพื้นที่ต่อปริมาณฝนเฉลี่ยสำหรับพื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครค่า COEFFICIENT OF RUNOFF จะมีค่าแตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่แต่ละประเภทดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 (CAMP, DRESSER & McKEE, 1968)

ตารางที่ 5 ค่า COEFFICIENT OF RUNOFF

ลักษณะพื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)				
	0–0.2	0.2–0.5	0.5–1.0	1.0–5.0	5.0–20.0
ย่านการค้า	0.60	0.50	0.40	0.30	0.25
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	0.55	0.45	0.35	0.30	0.25
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25
ที่อยู่อาศัยไม่ค่อยหนาแน่น	0.45	0.35	0.30	0.25	0.20
ย่านประกอบการผลิต, สถาบัน	0.40	0.35	0.25	0.20	0.20
สวนสาธารณะ, เขตกสิกรรม	0.30	0.25	0.20	0.15	0.15

3.2.2 ขนาดท่อหรือรางระบายน้ำ

ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำเป็นทฤษฎีการไหลในท่อเปิด (OPEN-CHANNEL FLOW) สูตรที่ใช้หาขนาดท่อหรือรางระบายโดยทั่วไปคือ สูตรของ MANNING

$$Q' = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S_O^{\frac{1}{2}} A'$$

ในเมื่อ Q' = ปริมาณน้ำ (ลบ. เมตร/วินาที)

R = HYDRUALIC RADIUS (เมตร)

S_O = ความชันของท้องท่อหรือรางระบาย

A' = พื้นที่หน้าตัดของท่อหรือรางระบาย (ตร. เมตร)

n = MANNING COEFFICIENT มีค่า 0.015 สำหรับท่อหรือรางระบายคอนกรีตผิวเรียบ

โดยที่ความเร็วสูงสุดของน้ำที่ไหลในท่อจะต้องไม่ต่ำกว่า 0.9 เมตรต่อวินาที ทั้งนี้เพื่อให้น้ำไหลพัดพาเอาตะกอนออกจากท่อหรือรางระบาย

3.2.3 สถานีสูบน้ำ (PUMPING STATION)

เครื่องสูบน้ำในโครงการจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะสูบน้ำที่เกิดจากปริมาณฝนสูงสุดให้ออกจากคลองกักเก็บได้หมดภายใน 24 ชม. จำนวนและขนาดของเครื่องสูบน้ำสำหรับคลองกักเก็บน้ำขนาดต่าง ๆ ในแต่ละโครงการ สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

$$Q = CIA/15 \quad \text{.....(3.16)}$$

$$Q' = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}} A' \quad \text{.....(3.17)}$$

$$G = \frac{Q}{3600Q'} \quad \text{.....(3.18)}$$

ในเมื่อ Q = CAPACITY ของเครื่องสูบน้ำทั้งหมดในโครงการ (ลบ.เมตร/ชั่วโมง)

Q' = CAPACITY ของคลอง (ลบ.เมตร/วินาที)

G = จำนวน PUMPING STATION

A = พื้นที่โครงการ (ไร่)

C = COEFFICIENT OF RUNOFF

I = ปริมาณฝนรายวันสูงสุด (มิลลิเมตร/วัน)

สำหรับคลองกักเก็บน้ำที่ขุดในกรุงเทพใช้ค่า $n = 0.035$ และค่า $S_0 = 0.0002$ (NAVA NAKORN REPORT, 1974)

3.3 <u>ทฤษฎีทางด้านเศรษฐศาสตร์</u>

3.3.1 นิยาม

3.3.1.1 ต้นทุนแรกเริ่ม (CAPITAL COST) คือค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการลงทุนของธุระกิจ เป็นส่วนที่เราเรียกว่าต้นทุนของธุรกิจ เช่น ต้นทุนของทรัพย์สินต่าง ๆ เพื่อการผลิตหรือการให้บริการ

3.3.1.2 ต้นทุนการดำเนินงาน (OPERATING COST) คือค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อการดำเนินการทรัพย์สินที่ลงทุนไป เพื่อให้สามารถเกิดผลผลิตหรือ

บริการได้ เช่น ต้องมีค่าแรง, ค่าวัสดุ, ค่าซ่อมเครื่องจักรและอื่น ๆ

3.3.1.3 ดอกเบี้ย คือจำนวนเงินซึ่งจ่ายตอบแทนให้เป็นผลประโยชน์เมื่อมีการกู้ยืมในแง่ของการลงทุนอาจพิจารณาได้ว่า ดอกเบี้ยคือผลประโยชน์หรือผลกำไรที่จะได้รับหลังจากผลิตสินค้าออกสู่ท้องตลาด

3.3.1.4 อัตราดอกเบี้ย คืออัตราส่วนของดอกเบี้ยที่จ่าย เมื่อครบกำหนดเวลาต่อจำนวนเงินต้นหรือเงินลงทุน ปกติจะคิดเป็นร้อยละต่อปี

3.3.1.5 ค่าเทียบเท่า (EQUIVALENCE) ปกติค่าของเงินย่อมเปลี่ยนไปตามกาลเวลา ค่าเทียบเท่าของเงินจำนวนหนึ่งหมายถึงจำนวนเงินในเวลาใด ๆ ก็ตามที่มีคุณค่าเท่ากับค่าของเงินจำนวนนั้นในขณะนั้น

3.3.1.6 ผังแสดงการรับและจ่ายเงิน (CASH-FLOW DIAGRAM) เป็นผังแสดงรายละเอียดของการรับและจ่ายเงิน ซึ่งช่วยให้เห็นได้ชัดและเข้าใจได้ดีกว่าระบุเป็นลายลักษณ์อักษร เครื่องหมายที่มีลูกศรขึ้นจะใช้แทนรายการที่มีรายรับและเครื่องหมายลูกศรชี้ลงจะแทนรายการที่มีรายจ่าย ความยาวของเส้นตามแกนนอนใช้แทนระยะเวลา

3.3.1.7 ระบบจ่ายที่เดียว (SINGLE PAYMENT SYSTEM) สามารถหาจำนวนเงินที่จะต้องจ่ายดังนี้

$$F = P(1+i)^J$$

หรือ

$$P = F\ 1/(1+i)^J$$

เมื่อ F เป็นค่าเงินรวม

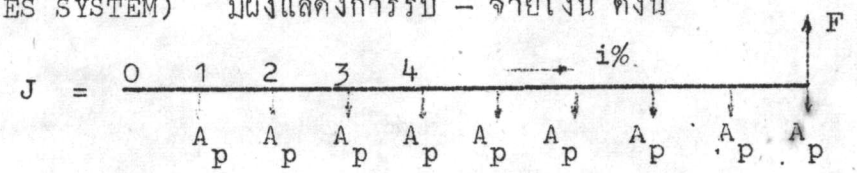
P เป็นจำนวนเงินต้น

i เป็นค่าอัตราดอกเบี้ย

J เป็นระยะเวลา

ค่าแฟคเตอร์ $(1+i)^J$ เรียกว่า "SINGLE PAYMENT COMPOUND AMOUNT FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (CAF, i%, J) และค่าแฟคเตอร์ $1/(1+i)^J$ เรียกว่า "SINGLE PAYMENT PRESENT WORTH FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (PWF, i%, J)

3.3.1.8 ระบบจ่ายเป็นอนุกรมและมีค่าเท่ากันตลอด (UNIFORM ANNUAL SERIES SYSTEM) มีผังแสดงการรับ – จ่ายเงิน ดังนี้



ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเงินต้น, เงินรวม, อัตราดอกเบี้ย, ช่วงระยะเวลา และเงินสะสมที่ต้องจ่ายทุก ๆ ช่วงระยะเวลาสามารถหาได้ดังนี้

$$F = A_p \frac{(1+i)^J-1}{i}$$

หรือ $$A_p = F \frac{i}{(1+i)^J-1}$$

$$P = A_p \frac{(1+i)^J-1}{i(1+i)^J}$$

หรือ $$A_p = P \frac{i(1+i)^J}{(1+i)^J-1}$$

เมื่อ A_p เป็นจำนวนเงินที่จะต้องจ่ายในแต่ละช่วงเวลา

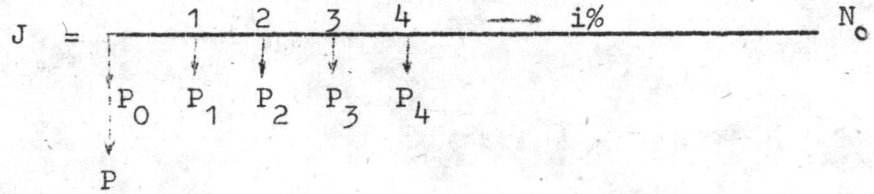
ค่าแฟคเตอร์ $(1+i)^J-1 / i$ เรียกว่า "UNIFORM SERIES COMPOUND AMOUNT FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (SCAF, i%, J) ค่าแฟคเตอร์ $i/ (1+i)^J-1$ เรียกว่า "SINKING FUND FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (SFF, i%, J) ค่าแฟคเตอร์ $(1+i)^J-1 / i(1+i)^J$ เรียกว่า "UNIFORM SERIES PRESENT WORTH FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (SPWF, i%, J) และค่าแฟคเตอร์ $i(1+i)^J / (1+i)^J-1$ เรียกว่า "CAPITAL RECOVERY FACTOR" ใช้สัญญลักษณ์ (CRF, i%, J)

3.3.2 การเปรียบเทียบโครงการที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานแตกต่างกัน

การตัดสินใจในปัญหาวิศวกรรมบางชนิด ต้องอาศัยการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น การเปรียบเทียบโครงการต่าง ๆ ที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานต่าง

กัน หรือเครื่องจักรหลายชนิดที่มีคุณสมบัติต่างกัน การตัดสินใจเลือกโครงการหรือเครื่องจักรที่เหมาะสมที่สุด นับเป็นพื้นฐานที่ดีในการดำเนินกิจการนั้น ต่อไปอย่างราบรื่น วิธีการเปรียบเทียบที่นิยมใช้กันทั่วไปมีดังนี้.-

3.3.2.1 การเปรียบเทียบโดยค่าเงินต้นเทียบเท่าปัจจุบัน (PRESENT WORTH) แผนการต่าง ๆ ที่ถูกนำเสนอเพื่อการเปรียบเทียบ จะต้องมีรายละเอียดของค่าใช้จ่ายประจำปี รวมทั้งอายุการใช้งานของแต่ละแผนงาน การคำนวณค่าเงินต้นเทียบเท่าปัจจุบันของแต่ละแผนการโดยที่ถือว่าอัตราดอกเบี้ยมีค่าคงที่ สามารถหาได้จากสมการ (3.19)



$$P = P_0 + \sum_{J=1}^{N_0} P_J(PWF, i\%, J) \quad \ldots\ldots\ldots(3.19)$$

P = ค่าเงินต้นเทียบเท่าปัจจุบัน

P_0 = เป็นเงินทุนแรกเริ่ม

P_J = ต้นทุนการดำเนินงานในแต่ละปี

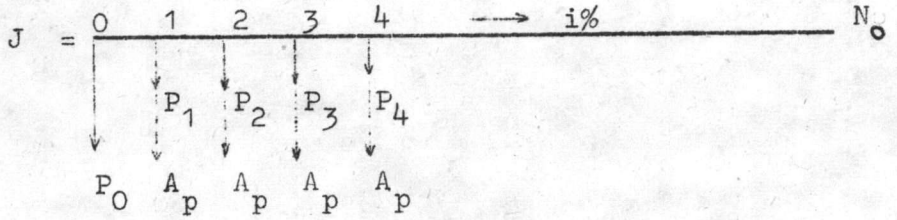
i = อัตราดอกเบี้ย

J = ระยะเวลานับตั้งแต่เริ่มลงทุนดำเนินกิจการ

N_0 = อายุการใช้งานของโครงการ

กรณีที่อายุการใช้งานของแต่ละแผนการมีค่าเท่ากัน อายุการใช้งานที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะมีค่าเท่ากับอายุการใช้งานของแต่ละแผนงาน แต่กรณีที่อายุการใช้งานของแต่ละแผนการไม่เท่ากัน อายุการใช้งานที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะต้องมีค่าเท่ากับค่าคูณร่วมน้อยของอายุการใช้งานของแต่ละแผนการ แผนการที่ให้ค่าเงินต้นเทียบเท่าต่ำสุด ถือว่าเป็นแผนการที่ควรจะเลือกใช้ดำเนินการ

3.3.2.2 การเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนเป็นค่าเทียบเท่าเงินจ่ายเท่ากันรายปี (EQUIVALENT UNIFORM ANNUAL CASH FLOW) เงื่อนไขที่ถูกกำหนดขึ้นสำหรับการเปรียบเทียบโดยวิธีคิดเป็นค่าเทียบเท่าเงินจ่ายเท่ากันรายปีก็คือ ค่าอัตราดอกเบี้ย (i) ถือว่ามีค่าคงที่ตลอดเวลาของการเปรียบเทียบ ส่วนระยะเวลาที่จะทำการเปรียบเทียบไม่จำเป็นต้องคำนวณหาจากค่าคูณร่วมน้อยของอายุการใช้งานของแต่ละแผนงานหาก แต่สามารถคิดค่าเทียบเท่าจากอายุการใช้งานของแต่ละแผนงานได้เลย สำหรับค่าเทียบเท่าเงินจ่ายเท่ากันรายปีสามารถคำนวณได้จากสมการ (3.20)



$$A_p = (CRF, i\%\ N_O)\left[P_O + \sum_{J=1}^{N_O} P_J(PWF, i\%, J)\right] \quad ..(3.20)$$

A_p = ค่าเทียบเท่าเงินจ่ายเท่ากันรายปี

P_O = ค่าเงินทุนแรกเริ่ม

P_J = ต้นทุนการดำเนินงานในแต่ละปี

i = อัตราดอกเบี้ย

J = ระยะเวลานับจากเริ่มลงทุนดำเนินการ

N_O = อายุการใช้งานของแต่ละแผนงาน

ทั้งนี้โดยถือว่าแผนงานที่ให้ค่าเทียบเท่าเงินจ่ายเท่ากันรายปีต่ำสุด เป็นแผนงานที่ควรจะเลือกใช้ดำเนินการ

3.3.2.3 การเปรียบเทียบโดยการหาค่าอัตราผลตอบแทน (RATE OF RETURN) อัตราผลตอบแทนเป็นค่าผลได้จากการลงทุนคิดเป็นอัตราร้อยละเมื่อเทียบต่อเวลาการลงทุนหนึ่งปี ซึ่งสามารถหาค่าจากจำนวนเงินทุนแรกเริ่ม ระยะเวลาดำเนินกิจการและกำไรสุทธิที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตามสมการ (3.21)

$$P = \sum_{J=1}^{N_o} B_J \, (PWF, i\%, J) \quad \ldots\ldots\ldots (3.21)$$

ในเมื่อ P = เงินทุนแรกเริ่ม

B_J = กำไรสุทธิที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี

i = ค่าอัตราผลตอบแทน

J = ระยะเวลานับจากเริ่มลงทุน

N_O = ระยะเวลาในการดำเนินกิจการ

โครงการที่ควรจะดำเนินการลงทุนจะต้องเป็นโครงการที่ให้ค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ส่วนการที่จะเปรียบเทียบว่าโครงการใดเป็นโครงการที่เหมาะสมมากกว่ากัน จะต้องพิจารณาจากค่าอัตราผลตอบแทนและค่าเงินลงทุนของแต่ละโครงการ กรณีที่เงินลงทุนเท่ากันถือว่าโครงการที่ให้ค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าเป็นโครงการที่เหมาะสมกว่า ส่วนกรณีที่เงินลงทุนไม่เท่ากัน ให้ถือว่าโครงการที่ใช้เงินลงทุนมากกว่าและให้ค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าเป็นโครงการที่เหมาะสมกว่า แต่ถ้าโครงการที่ใช้เงินลงทุนน้อย ให้ค่าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าจะต้องนำค่าอัตราผลตอบแทนของเงินลงทุนส่วนเกินมาพิจารณาอีกครั้ง ซึ่งถ้ามีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ก็แสดงว่าโครงการที่ใช้เงินลงทุนมากเป็นโครงการที่เหมาะสมกว่า ตรงกันข้ามถ้าให้ค่าต่ำกว่าก็ถือว่าโครงการที่ใช้เงินลงทุนน้อยเป็นโครงการที่เหมาะสมกว่า