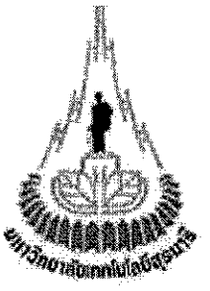


เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชา

434360 เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม (Petroleum Economics)

โดย

ดร.อัฆพรรค์ วรรณโกมล

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษายน 2550

คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา 434360 เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม(Petroleum Economics) เล่มนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน รายวิชา เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม ซึ่งเป็นวิชาเรียนในระดับปริญญาตรีของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีเนื้อหาครอบคลุมถึงหลักเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น หลักเศรษฐศาสตร์ทางปิโตรเลียม การวิเคราะห์ความเสี่ยง การวิเคราะห์การลงทุน การตัดสินใจในการลงทุน ระบบภาษีปิโตรเลียม และเศรษฐกิจปิโตรเลียม เอกสารประกอบการเรียนฯเล่มนี้อาจมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ผู้จัดทำขอน้อมรับคำติชมพร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อที่จะได้ทำการปรับปรุงให้มีเนื้อหาสมบูรณ์มากขึ้นในลำดับต่อไป

ผู้จัดทำ

ดร.อัฆพรรค์ วรรณโกมล

เมษายน 2550

เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม
Petroleum Economics 434360

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**บทนำ (Introduction)**	1-1
1.1	เนื้อหารายวิชา (Course description)	1-2
1.2	โครงร่างรายวิชา (Course outlines)	1-2
1.3	การให้ระดับคะแนน (Grading)	1-3
1.4	โครงงานรายวิชา (Course project)	1-3
บทที่ 2	**ตลาดน้ำมันโลก (World oil markets)**	2-1
2.1	ประวัติความเป็นมา (History)	2-2
2.2	ปริมาณสำรอง (World estimated proved reserve)	2-3
2.3	ความจำเป็นในการใช้น้ำมันดิบ (Need for crude)	2-5
2.4	อุปสงค์และอุปทาน (Demand & Supply of crude)	2-5
2.5	กลุ่มประเทศโอเปค (OPEC)	2-6
2.6	กลุ่มประเทศ Non-OPEC	2-7
2.7	สภาวะตลาดน้ำมันในอนาคต (Out look)	2-10
2.8	ปิโตรเลียมของประเทศไทย (Petroleum of Thailand)	2-10
บทที่ 3	**ข้อตกลงปิโตรเลียม (Petroleum agreements)**	3-1
3.1	ระบบสัมปทาน (Concession System)	3-2
3.2	ระบบสัญญา (Contract System)	3-3
	3.2.1 ระบบสัญญาบริการ (Service Contract)	3-3
	3.2.2 ระบบสัญญาบริการแบบมีความเสี่ยง (Risk Service Contract)	3-3
	3.2.3 ระบบสัญญาแบบแบ่งผลผลิต (Production Sharing Contract)	3-3
3.3	พื้นฐานและแง่มุมต่าง ๆ ในข้อตกลงปิโตรเลียม (Details of Petroleum Agreements)	3-4
3.4	กฎหมายปิโตรเลียมไทย (Petroleum Law of Thailand)	3-5

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**แนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ (Concepts of economics analysis)**	4-1
4.1	ธรรมชาติของธุรกิจเพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรณี (Nature of resources development business)	4-2
4.2	กิจกรรมขั้นตอนของการทำธุรกิจ และกระบวนการตัดสินใจ (Steps of business and investment decision making)	4-4
4.3	เทคนิคและกระบวนการประเมินผลโครงการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Techniques and methods of project evaluation)	4-6
4.4	การวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash flow analysis)	4-9
4.5	การศึกษา การพัฒนาโครงการลงทุน และรูปแบบของรายงานการศึกษา (Feasibility study of project development & report)	4-12
บทที่ 5	**ค่าใช้จ่ายต้นทุน และหลักการทางบัญชี (Cost concepts and accounting principles)**	5-1
5.1	แนวความคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต้นทุนและการคิดราคา (Cost concepts)	5-2
5.2	หลักทางบัญชี (Accounting principles)	5-8
5.3	การวิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วนทางการเงิน (Financial Ratio Analysis)	5-10
บทที่ 6	**มูลค่าเงินตามเวลา (Time value of money)**	6-1
6.1	มูลค่าของเงินตามเวลา (Time Value of Money)	6-2
6.2	อัตราดอกเบี้ยและสมการ (Interest Rate and formulas)	6-3
6.3	ดอกเบี้ยทบต้นคิดแบบต่อเนื่อง (Continuous Compounding and Continuous Interest Factor)	6-19
บทที่ 7	**ค่าเสื่อมราคา การสิ้นเปลืองทรัพย์สิน การถอนทุนคืน และการคิดภาษี (Depreciation, depletion, amortization and tax Consideration)**	7-1
7.1	ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	7-2
7.2	การสิ้นเปลืองของทรัพย์สิน (Depletion)	7-5
7.3	การถอนทุนคืน (Amortization)	7-6

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
7.4	เครดิตภาษี (Investment Tax Credit)	7-6
7.5	การคิดภาษี (Tax Consideration)	7-6
บทที่ 8	**ภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)**	8-1
8.1	สภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)	8-2
8.2	เทคนิคในการพิจารณากระแสเงินของโครงการเมื่อมีอัตราเงินเฟ้อ (Cash flow analysis under inflation)	8-3
บทที่ 9	**การเปรียบเทียบโครงการลงทุน (Comparison of investment alternatives)**	9-1
9.1	กระบวนการและขั้นตอนการพิจารณา (Systematic Approach)	9-2
9.2	การวิเคราะห์โครงการเฉพาะด้าน (Special Analysis)	9-12
บทที่ 10	**การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน (Decision making under risk and uncertainty)**	10-1
10.1	ทบทวนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความเป็นไปได้ (Review of Basic Probability)	10-2
10.2	ค่าตัวกลางและค่าความแปรปรวน (Expected Value and Variance)	10-5
10.3	การกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้ (Probability Distribution)	10-8
10.4	แบบจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation)	10-9
10.5	ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)	10-11
10.6	การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (Decision making under Uncertainty)	10-14

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก A ตารางดอกเบี้ย

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
7.4	เครดิตภาษี (Investment Tax Credit)	7-6
7.5	การคิดภาษี (Tax Consideration)	7-6
บทที่ 8	**ภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)**	8-1
8.1	สภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)	8-2
8.2	เทคนิคในการพิจารณากระแสเงินของโครงการเมื่อมีอัตราเงินเฟ้อ (Cash flow analysis under inflation)	8-3
บทที่ 9	**การเปรียบเทียบโครงการลงทุน (Comparison of investment alternatives)**	9-1
9.1	กระบวนการและขั้นตอนการพิจารณา (Systematic Approach)	9-2
9.2	การวิเคราะห์โครงการเฉพาะด้าน (Special Analysis)	9-12
บทที่ 10	**การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน (Decision making under risk and uncertainty)**	10-1
10.1	ทบทวนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความเป็นไปได้ (Review of Basic Probability)	10-2
10.2	ค่าตัวกลางและค่าความแปรปรวน (Expected Value and Variance)	10-5
10.3	การกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้ (Probability Distribution)	10-8
10.4	แบบจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation)	10-9
10.5	ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)	10-11
10.6	การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (Decision making under Uncertainty)	10-14

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก A ตารางดอกเบี้ย

Chapter 1
บทนำ
(Introduction)

1.1 เนื้อหารายวิชา (Course description)
1.2 โครงร่างรายวิชา (Course outlines)
1.3 การให้ระดับคะแนน (Grading)
1.4 โครงงานประจำรายวิชา (Course project)

1.1 เนื้อหารายวิชา

434360 เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม 3 (3-0-6)

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

หลักเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น หลักเศรษฐศาสตร์ทางปิโตรเลียม การวิเคราะห์ความเสี่ยง การวิเคราะห์การลงทุน การตัดสินใจในการลงทุน ระบบภาษีปิโตรเลียม และเศรษฐกิจปิโตรเลียม

1.2 โครงร่างรายวิชา (Course outlines)

รายวิชานี้จะประกอบด้วยบทเรียนทั้งสิ้น 10 บท ได้แก่

บทที่ 1	บทนำ Introduction
บทที่ 2	ตลาดน้ำมันโลก World oil markets
บทที่ 3	ข้อตกลงปิโตรเลียม Petroleum agreements
บทที่ 4	แนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ Concepts of economics analysis
บทที่ 5	ค่าใช้จ่ายต้นทุน และหลักการทางบัญชี Cost concepts and accounting principles
บทที่ 6	การคิดมูลค่าเงินและเวลา Time value of money
บทที่ 7	ค่าเสื่อมราคา การสิ้นเปลืองค่าทรัพย์สิน การถอนทุนคืน และการคิดภาษี Depreciation, depletion, amortization and tax consideration
บทที่ 8	เงินเฟ้อ Inflation
บทที่ 9	การเปรียบเทียบโครงการลงทุน Comparison of investment alternatives
บทที่ 10	การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน Decision making under risk and uncertainty

1.3 การให้ระดับคะแนน (Grading)

การบ้าน (Home work)	10%
ทดสอบย่อย (Quiz)	30%
สอบกลางภาค (Midterm Examination)	20%
สอบปลายภาค (Final Examination)	20%
โครงงานรายวิชา (Course Project)	20%

1.4 โครงงานประจำรายวิชา (Course project)

นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชานี้จะต้องทำโครงงานทางด้านการวิเคราะห์โครงการลงทุนในแหล่งปิโตรเลียมเพื่อศึกษาถึงการวางแผนการลงทุน การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ และผลตอบแทนการลงทุนจากโครงการลงทุนในแหล่งปิโตรเลียมที่สมมติขึ้นให้

Chapter 2
ตลาดน้ำมันโลก
(World oil market)

2.1 ประวัติความเป็นมา (History)

2.2 ปริมาณสำรองน้ำมันดิบของโลก (World estimated proved reserve)

2.3 ความจำเป็นในการใช้น้ำมันดิบ (Need for crude)

2.4 อุปสงค์และอุปทานของน้ำมันดิบ (Demand & Supply of crude)

2.5 กลุ่มประเทศโอเปค (OPEC)

2.6 กลุ่มประเทศ Non-OPEC

2.7 สภาวะตลาดน้ำมันในอนาคต (Out look)

2.8 ปิโตรเลียมของประเทศไทย (Petroleum of Thailand)

2.1 ประวัติความเป็นมา (History)

- เมื่อ 8,000 ปีก่อนเชื่อกันว่าน้ำมันดิบได้ถูกใช้ในการเคลือบผิวของเรือของโนอา (Noah's Ark) ในสมัยที่เชื่อกันว่ามีน้ำท่วมโลก
- ต่อมากลุ่มชนเผ่าอินเดียนแดง ใช้น้ำมันดิบเป็นสีทาหน้า และตามตัว เวลาออกรบ
- ในปี ค.ศ. 1498 ได้มีการค้นพบน้ำมันดิบในยุโรปที่ประเทศฝรั่งเศส
- ต่อมาในปี ค.ศ. 1506 ได้พบน้ำมันดิบในประเทศโปแลนด์
- ปี ค.ศ. 1632 ได้พบน้ำมันดิบในสหรัฐอเมริกาที่เมืองนิวยอร์ค
- ในปี ค.ศ. 1859 Colonel Drake ได้เริ่มต้นอุตสาหกรรมน้ำมัน โดยเริ่มการขุดเจาะน้ำมันในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อการค้าส่งผลทำให้น้ำมันดิบมีราคา $0.20/บาร์เรล
- ปี ค.ศ. 1893 ประเทศรัสเซียได้มีการส่งออกน้ำมันดิบไปยังยุโรปตะวันตก (Western Europe) และตะวันออกไกล (Far East) ทำให้ทั้งประเทศอเมริกาและรัสเซียเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมน้ำมัน
- ต้นศตวรรษที่ 19 โลกมีการใช้น้ำมันมากขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมรถยนต์ และการเติบโตทางเศรษฐกิจ
- ปี ค.ศ. 1901 ได้พบน้ำมันดิบในรัฐเทกซัส
- ปี ค.ศ. 1908 ได้พบน้ำมันดิบในประเทศอิหร่าน
- ปี ค.ศ. 1910 ได้พบน้ำมันดิบในประเทศเม็กซิโก
- ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 อุตสาหกรรมน้ำมันมีความสำคัญมากรัฐบาลแต่ละประเทศได้เข้ามาควบคุมดูแลมากขึ้นและน้ำมันเข้ามาแทนที่ถ่านหินในการทำอุตสาหกรรม
- ปี ค.ศ. 1927 มีการผลิตน้ำมันจากประเทศอิรัก
- ปี ค.ศ. 1938 มีการขุดพบน้ำมันในประเทศซาอุดิอาราเบีย
- หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 น้ำมันดิบราคาถูกจากตะวันออกกลาง (Middle East) เป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาฟื้นฟูเศรษฐกิจของยุโรปตะวันตกเพราะมีความต้องการสูงจึงมีการจัดตั้งบริษัทน้ำมันนานาชาติ (International Oil Companies) เข้ามาควบคุมตลาดน้ำมันโลกเพื่อควบคุมราคาและปริมาณการผลิต
- เนื่องจากความขัดแย้ง และความสับสนทางการเมือง ระหว่างบริษัทผู้เข้าทำการ และประเทศผู้เป็นเจ้าของจนเกิดการเข้ายึดกิจการต่าง ๆเอามาเป็นของรัฐ (Nationalization) เช่น ในประเทศอิหร่านในปี ค.ศ. 1951
- ปี ค.ศ. 1956 ในสงครามคลองซุเอซ (Suez War) ทั้งสหรัฐฯและอังกฤษเข้ายึดและคุมเส้นทางการลำเลียงน้ำมันดิบจากตะวันออกกลางไปยังยุโรปตะวันตกทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างประเทศเนื่องจากน้ำมันดิบมากขึ้น

บริษัทน้ำมันที่มีอิทธิพลมากในสมัยนี้ถูกเรียกว่ากลุ่ม Seven Sisters ประกอบด้วย

1. Standard oil of New Jersey (EXXON)
2. Royal Dutch (Shell)
3. Mobil
4. Texaco
5. Standard oil of California (Cheavron)
6. Gulf
7. British Petroleum (BP)

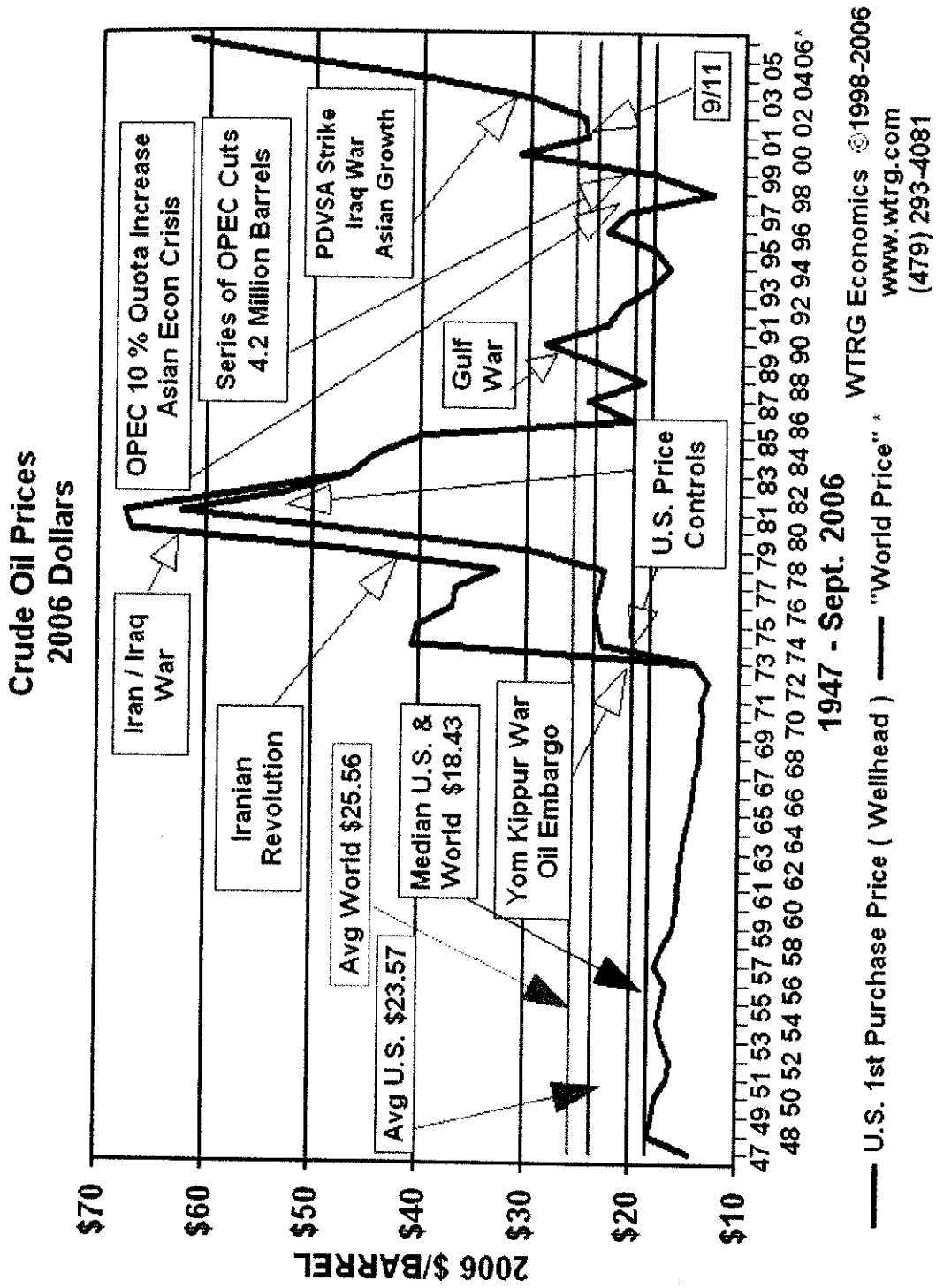
- ปี ค.ศ. 1960 เกิดการรวมกลุ่มประเทศผู้ส่งออกน้ำมัน (OPEC) เพื่อเข้าทำการควบคุมและต่อสู้กับบริษัทน้ำมันจากต่างชาติที่เข้ามากอบโกยผลประโยชน์จากชาติของตน
- ในปี ค.ศ. 1973 - 1974 กลุ่มประเทศ OPEC จึงประสบความสำเร็จในการเข้าควบคุมกลไกราคาน้ำมันดิบได้ และทำการขึ้นราคาน้ำมันเป็น 4 เท่า และไม่จัดส่งน้ำมันให้กับสหรัฐฯ และเนเธอร์แลนด์
- ปี ค.ศ. 1979 เกิดการปฏิวัติล้มล้างระบบกษัตริย์ (ซาร์) แห่งอิหร่านทำให้สหรัฐฯ ไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ในตะวันออกกลางได้ทำให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นอีกครั้ง ส่งผลให้ปริมาณการใช้และความต้องการลดลง มีการเก็บ Stock น้ำมันไว้ใช้มากมาย

ในช่วงเดียวกันก็มีการขุดพบน้ำมันในกลุ่มประเทศ Non-OPEC

- ปี ค.ศ. 1983 ความต้องการน้ำมันในตลาดโลกยังคงลดลง เกิดการขายตัดราคาในกลุ่มประเทศ OPEC ด้วยกันเอง และต่อมาก็ทำให้เกิด "Production Agreements" จำกัดการผลิตที่ 17.5 ล้านบาร์เรล/วัน และปรับลดราคาลงมาอยู่ที่ $29/บาร์เรล
- สงครามและความรุนแรงในประเทศกลุ่มอาหรับทำให้ต้องการเงินเพื่อนำไปใช้ในการทำสงครามจึงเกิดการขายตัดราคาน้ำมันดิบกันขึ้น การควบคุมการผลิตใช้ไม่ได้ผล มีการผลิตเกินโควตาที่ได้รับ เกิดสภาพน้ำมันล้นตลาด ทำให้ต้องปรับลดโควตาการผลิตลงมาเหลือ 16 ล้านบาร์เรล/วัน
- ในปี ค.ศ. 1985 เดือน พฤศจิกายน ราคาน้ำมันอยู่ที่ $30/บาร์เรล และในปี ค.ศ. 1986 เดือน มีนาคม ราคาน้ำมันอยู่ที่ $15/บาร์เรล เนื่องจากน้ำมันล้นตลาด รูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ต่าง ๆ

2.2 ปริมาณสำรองของน้ำมันดิบ (World estimated proved reserve)

จากปัญหาที่เกิดเนื่องจากการรวมกลุ่มประเทศ OPEC (ในช่วง ค.ศ. 1973-1974) และการปฏิวัติในอิหร่าน (ในช่วง ค.ศ. 1979-1980) ทำให้เกิดความวิตกว่าจะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันดิบทำให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นไปถึงระดับ $28-30/บาร์เรล ส่งผลทำให้มีการสำรวจและค้นหาแหล่งปิโตรเลียมอย่างมากมาย ทำให้ปริมาณสำรองน้ำมันดิบของโลกเพิ่มขึ้นจาก 661.8 พันล้านบาร์เรล ในปี ค.ศ. 1982 เพิ่มเป็น 689.7 พันล้านบาร์เรล ในปี 1985 โดยมีอัตราส่วนของปริมาณสำรองต่อปริมาณการผลิต (Reserve/Production Ratio, R/P) เป็น 35 ปี และ 57% ของปริมาณน้ำมันสำรองของโลกอยู่กับประเทศในตะวันออกกลาง



รูปที่ 2-1 กราฟแสดงข้อมูลชุด Crude Oil Prices 2006 Dollars (ดาวน์โหลดจาก WWW. wtrg.com)

2.3 ความจำเป็นในการใช้น้ำมันดิบ (Need for crude)

น้ำมันดิบยังคงมีความจำเป็นต่อผู้ใช้อยู่ด้วยเหตุผลหลาย ๆ ประการ ดังเช่น

- น้ำมันดิบเป็นแหล่งพลังงาน (Energy Source) ที่มีราคาถูก สามารถจัดหาและขนส่งได้อย่างปลอดภัย
- น้ำมันดิบเป็นพลังงานพื้นฐานในการดำรงชีวิต และการประกอบอุตสาหกรรม คิดเป็น 25-50% ของค่าใช้จ่ายในครัวเรือนและอุตสาหกรรม
- น้ำมันดิบยังคงความสำคัญในด้านเป็นพลังงานในการขนส่ง
- น้ำมันดิบถูกใช้เป็นเครื่องมือทางการเมืองระหว่างประเทศ การค้า และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยสภาพของเศรษฐกิจมักจะอ้างอิงและขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบ

2.4 อุปสงค์และอุปทานของน้ำมันดิบ (Demand & Supply of crude)

อุปสงค์และอุปทานของน้ำมันดิบในตลาดโลกนั้นเกี่ยวพันโดยตรงกับสภาวะทางเศรษฐกิจของโลก การเมืองระหว่างประเทศซึ่งรวมทั้งความขัดแย้งต่าง ๆที่เกิดขึ้นในกลุ่มประเทศ OPEC และ Non-OPEC และการดำเนินนโยบายพลังงานของประเทศยักษ์ใหญ่อย่างสหรัฐฯ อังกฤษ สหภาพยุโรป และญี่ปุ่น

การเคลื่อนไหวของตลาดโดยทั่วไปสังเกตได้จากตลาดค้าน้ำมัน BRENT ที่เมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ และที่ตลาด NYMEX ในเมืองนิวยอร์ค สหรัฐอเมริกา โดยมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ศึกษาและเก็บข้อมูลการใช้น้ำมันดิบเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก ได้แก่

1. BP Statistic Review
2. US Department of Energy
3. Platt's Oilgram
4. Merill Lynch
5. Oil and Energy Trend

เนื่องจากมีการผูกขาดตลาดและราคา จึงมีการพัฒนาวัสดุทดแทนโลหะ และลดความ สำคัญของน้ำมันในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่น้ำมันก็ยังคงมีความสำคัญอย่างมากกับภาคขนส่ง

2.5 กลุ่มประเทศโอเปค (OPEC)

OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) คือ กลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันดิบ และส่งออกน้ำมัน เกิดการรวมตัวกันและถูกก่อตั้งในปี ค.ศ. 1960 เพื่อรักษาผลประโยชน์ของกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันดิบ จากการค้าน้ำมันดิบในตลาดโลกเสรี และเพื่อต่อต้านการควบคุมตลาดน้ำมันจาก International oil companies ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริษัทน้ำมันของสหรัฐฯ และสหภาพยุโรป ประกอบด้วย

	ประเทศ	สถานที่ตั้ง
1.	Saudi Arabia	Gulf of Persian
2.	Iran	Gulf of Persian
3.	Iraq	Gulf of Persian
4.	UAE	Gulf of Persian
5.	Kuwait	Gulf of Persian
6.	Qatar	Gulf of Persian
7.	Nigeria	Africa
8.	Libya	Africa
9.	Algeria	Africa
10.	Gabon	Africa
	(ถอนตัวออกจากกลุ่ม OPEC ในปี ค.ศ.1995 ตาม Ecuador ไปเป็นกลุ่ม NON-OPEC แทน)	
11.	Venezuela	S. America
12.	Ecuador	S. America
	(ถอนตัวออกจากกลุ่ม OPEC ในปี ค.ศ. 1992 ไปเป็นกลุ่ม NON-OPEC แทน)	
13.	Indonesia	Far East

ในปี ค.ศ. 1983 กลุ่มประเทศ OPEC ได้มีมาตรตราการใช้ระบบควบคุมการผลิต (Quota System) เพื่อเข้าควบคุมราคาน้ำมันป้องกันน้ำมันล้นตลาด แต่ผลจากการควบคุมการผลิตทำให้เกิดความขัดแย้งและความตึงเครียดทางเศรษฐกิจของประเทศสมาชิก และมีการต้องการเงินมาใช้จ่ายในการพัฒนาประเทศ จึงมักมีการขาย/ผลิต น้ำมันเกินโควตาอยู่เรื่อย ๆ

ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 ประเทศซาอุดิอาราเบียตัดสินใจส่งออกและผลิตน้ำมันดิบอย่างมากมายเกินโควตาที่ได้รับจัดสรร ทำให้เกิดสภาวะน้ำมันล้นหรือท่วมตลาดน้ำมัน (Oil Flood) ทำให้ราคาน้ำมันลดราคาลงอย่างมากจากที่เคยอยู่ที่ประมาณ $26/บาร์เรล ลงมาเหลืออยู่ที่ระดับ $13-15/บาร์เรล เพื่อเป็นการเรียกร้องให้สมาชิกตัดกำลังการผลิตให้ลงมาอยู่ตามโควตาของตัวเอง

สงครามระหว่างประเทศอิรักและอิหร่านและกรณีที่ประเทศอิรักบุกเข้ายึดประเทศคูเวตทำให้การควบคุมราคาของกลุ่มประเทศ OPEC อ่อนแอลงและสูญเสียสัดส่วนการตลาดให้กับกลุ่มประเทศ Non-OPEC ไปมาก

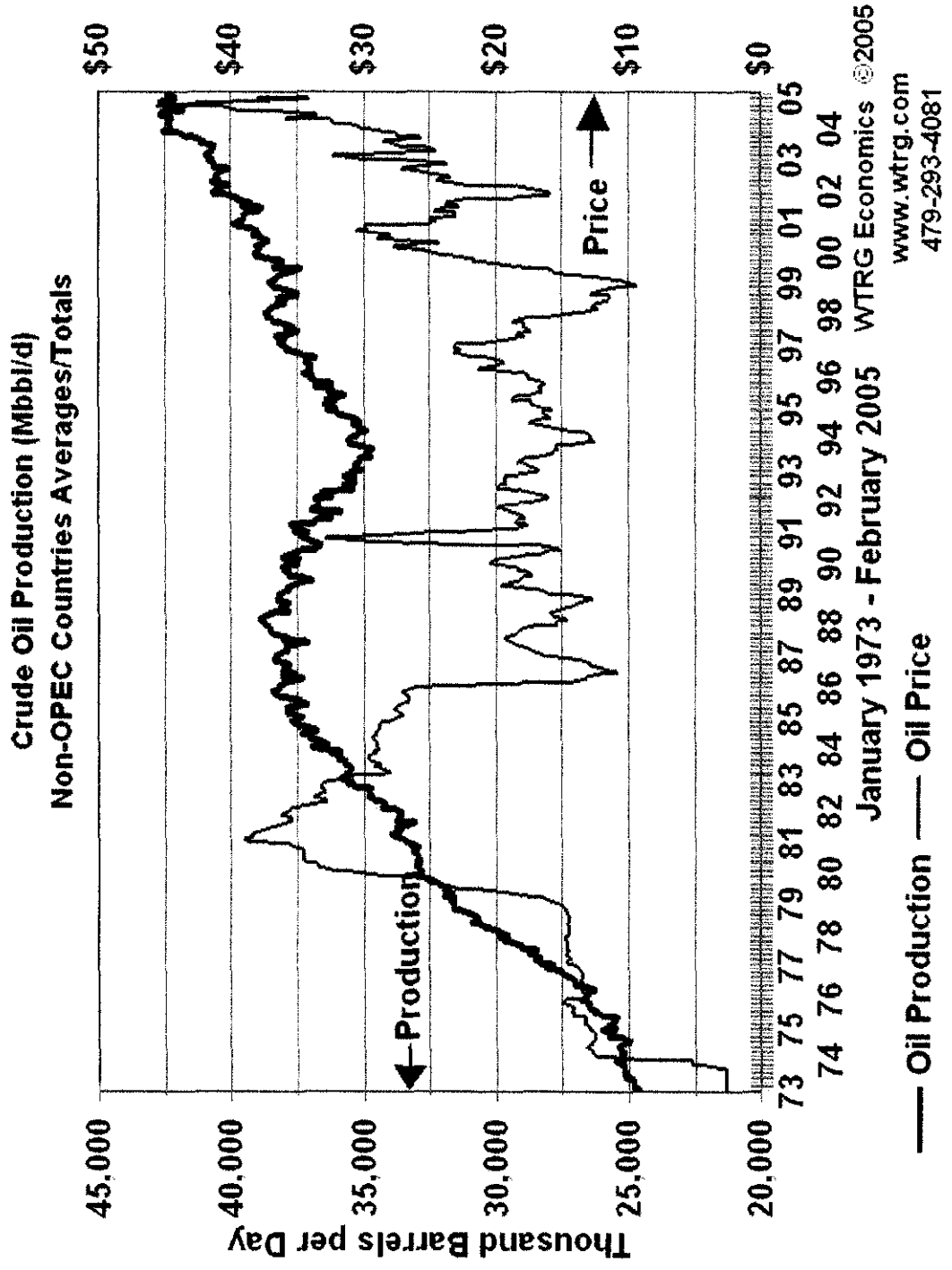
กลุ่มประเทศ OPEC มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ กรุงเจนิวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยมีรัฐมนตรีกระทรวงน้ำมัน ของกลุ่มประเทศสมาชิกเป็นตัวแทนในการประชุม รูปที่ 2-2 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตน้ำมันดิบของกลุ่มประเทศ OPEC และราคาน้ำมันในช่วงเวลาที่ผ่านมาในอดีต

2.6 กลุ่มประเทศ Non-OPEC

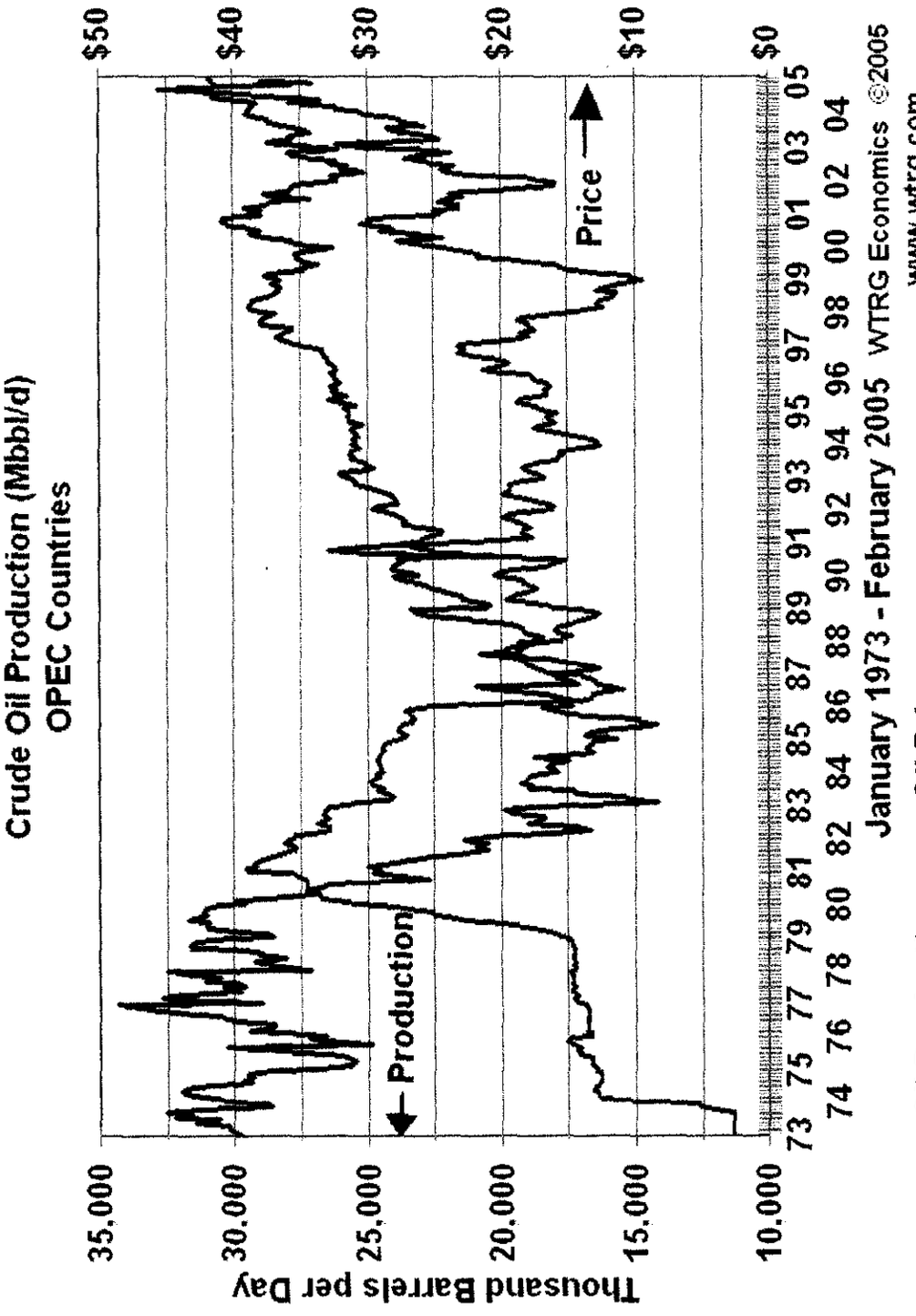
คือ กลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันดิบและส่งออกจำหน่าย ในตลาดโลกเสรี ได้แก่

1. USA	2. UK	3. Norway	4. China
5. Malaysia	6. Brazil	7. Angola	8. Russia
9. Kazakhstan	10. Chad	11. Guinea	12. Ecuador
13. Sudan	14. Vietnam	15. Syria	16. Australia

กลุ่มประเทศ Non-OPEC มีผู้ผลิตหลักในแต่ละประเทศเป็นบริษัทน้ำมันแห่งชาติหรือ National Oil Companies และบริษัทน้ำมันผู้ได้รับสัมปทานการผลิต ซึ่งไม่ได้รวมตัวกันเพื่อควบคุมราคา แต่จะทำหน้าที่เป็นองค์กรของรัฐบาลในการดำเนินนโยบายพลังงานปิโตรเลียมของแต่ละประเทศ ซึ่งจะมุ่งหวังเพื่อรักษาผลประโยชน์ของแต่ละประเทศไว้เป็นหลักมากกว่า รูปที่ 2-3 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตน้ำมันดิบของกลุ่มประเทศ Non-OPEC และราคาน้ำมันของประเทศในกลุ่มในช่วงเวลาที่ผ่านมาในอดีต



รูปที่ 2-2 กราฟแสดงข้อมูลชุด Crude Oil Production (M bbl/d) Non-OPEC Countries Average / Totals (ล้างมือจาก *www.wtrg.com*)



รูปที่ 2-3 กราฟแสดงข้อมูลชุด Crude Oil Production (M bbl/d) OPEC Countries (ล้างลิงจาก WWW. wtrg.com)

2.7 สภาวะตลาดน้ำมันในอนาคต (Out look)

ขึ้นอยู่กับผลการประชุมของกลุ่มประเทศ OPEC ซึ่งจะมีการตกลงการซื้อขายกันล่วงหน้าครั้งละ 3 เดือน แต่คาดหมายไว้ว่าราคาน้ำมันดิบจะแกว่งตัวเป็นวัฏจักร Cycle อยู่ที่ระดับ $35-15/บาร์เรล ในระดับปรกติหรืออาจจะสูงมากกว่านี้เมื่อเกิดเหตุการณ์วิกฤติ เช่น สงคราม หรือภัยพิบัติ เป็นต้น

องค์ประกอบที่ช่วยในการพิจารณาสภาวะของตลาดน้ำมัน คือ

1. สมมุติฐานพื้นฐานของสภาวะเศรษฐกิจโลก
   - Economics Growth
   - Energy Intensity
2. World Energy Consumption ในภูมิภาคต่าง ๆ
3. Price Trends ช่วงระดับการขึ้นลงของราคาในระยะยาว
4. ศักยภาพในการผลิตน้ำมันของประเทศต่าง ๆ
5. สภาวะแวดล้อมและการตื่นตัวของประชาชน
6. เหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น สงคราม ภัยพิบัติ ฯลฯ

2.8 ปิโตรเลียมของประเทศไทย (Petroleum of Thailand)

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งยังมีความต้องการปิโตรเลียมทั้งในรูปของน้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ มาโดยตลอด และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 เป็นต้นมา ได้มีการออกกฎหมายพระราชบัญญัติปิโตรเลียม ฉบับ พ.ศ. 2514 เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้มีการลงทุน และค้นหาพลังงานปิโตรเลียมภายในประเทศ โดยการดำเนินงานควบคุม และคิดค้น กิจกรรมการสำรวจ และขุดเจาะ เพื่อค้นหาปิโตรเลียม รวมทั้งการผลิต ซึ่งอดีตอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ “กองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม” แต่ปัจจุบันได้มีการโอนย้ายไปอยู่ภายใต้ความความรับผิดชอบของ “กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545

คำถามท้ายบท

1. ในยุโรปมีการพบน้ำดิบครั้งแรกที่ใด?
2. ต้นศตวรรษที่ 19 โลกใช้น้ำมันมากขึ้นเพราะสาเหตุใด?
3. International Oil Comapany เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุใด?
4. ปัจจุบันกลุ่มประเทศ OPEC ประกอบด้วยชาติสมาชิกใดบ้าง?
5. ประเทศ Saudi Arabia ได้ทำการ Oil Flood เพื่ออะไร?
6. ที่รัฐใด ประเทศใดเป็นผู้ริเริ่มให้มีการค้าขายน้ำมันดิบขึ้นเป็นครั้งแรก และน้ำมันดิบที่ขายมีราคาเท่าใด?
7. ในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่สองน้ำมันดิบจากที่ใดที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนา Western Europe
8. การทำ Nationalization ที่เกี่ยวข้องกับกิจการปิโตรเลียม เกิดขึ้นครั้งแรกที่ใด?
9. Seven Sisters ประกอบด้วยใครบ้าง?
10. ตลาดค้าน้ำมันที่สำคัญของโลกชื่ออะไร อยู่ที่ใด?

Chapter 3
ข้อตกลงปิโตรเลียม
(Petroleum Agreements)

3.1 ระบบสัมปทาน (Concession System)

3.2 ระบบสัญญา (Contract System)

3.2.1 ระบบสัญญาบริการ (Service Contract)

3.2.2 ระบบสัญญาบริการแบบมีความเสี่ยง (Risk Service Contract)

3.2.3 ระบบสัญญาแบบแบ่งผลผลิต (Production Sharing Contract)

3.3 พื้นฐานและแง่มุมต่าง ๆ ในข้อตกลงปิโตรเลียม (Details of Petroleum Agreements)

3.4 กฎหมายปิโตรเลียมไทย (Petroleum Law of Thailand)

ข้อตกลงปิโตรเลียม (Petroleum Agreements)

เป็นสัญญา หรือข้อผูกพัน ซึ่งเป็นการตกลงร่วมกันระหว่างรัฐ และผู้ประกอบการลงทุนเพื่อทำการค้นหา สำรวจ และขุดเจาะ และ/หรือผลิตปิโตรเลียม ภายใต้ระบบการจัดการปิโตรเลียม (Petroleum System) 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. ระบบสัมปทาน (Concession System)
2. ระบบสัญญา (Contract System) ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็น
   - 2.1 สัญญาบริการ (Service Contract)
   - 2.2 สัญญาบริการแบบมีความเสี่ยง (Risk Service Contract)
   - 2.3 สัญญาแบบแบ่งผลผลิต (Production Sharing Contract)

3.1 ระบบสัมปทาน (Concession System)

รัฐ จะให้สิทธิในการดำเนินการ การสำรวจ ขุดเจาะ และ/หรือ ผลิตปิโตรเลียม แก่ผู้ถือสัมปทาน (Concessionaire) ในพื้นที่ดำเนินการที่ระบุไว้ในสัมปทาน

รัฐ จะได้ผลประโยชน์ในรูปของ

- ค่าภาคหลวง (Royalty)
- ภาษีรายได้ (Petroleum Income Tax)
- และอื่นๆ เช่น ภาษีพิเศษ ค่าธรรมเนียมต่าง ๆ

ระบบสัมปทานเป็นระบบที่ใช้กันมานาน ประเทศที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร นอร์เวย์ และออสเตรเลีย

ข้อได้เปรียบที่สำคัญ คือ ความเก่า และใช้กันมานาน จึงเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรม

ข้อเสีย คือ การที่รัฐไม่ค่อยได้มีส่วนในการดำเนินงาน หรือมีส่วนในการจัดการทรัพยากรปิโตรเลียมของตนน้อยมาก โดยรัฐอาจจะมีส่วนร่วมได้บ้างในลักษณะของการเป็น Joint venture หรือแค่การได้เข้า Training Program กับผู้ถือสัมปทานเท่านั้น

เนื่องจากระบบสัมปทานอาจมีข้อผูกพันในระยะเวลานานตามข้อกำหนดของสัมปทาน ดังนั้นความหยุ่นตัว (Flexibility) ก็อาจทำได้โดยการออกกฎหมายพิเศษต่าง ๆ

ประเด็นสำคัญในระบบสัมปทานปิโตรเลียม คือ บริษัทผู้ถือสัมปทานมีสิทธิในการจัดการผลผลิตปิโตรเลียมที่ได้อย่างอิสระ เมื่อให้ผลตอบแทนเข้ารัฐ ตามข้อตกลงต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว

3.2 ระบบสัญญา (Contract System)

รัฐ หรือ องค์กรของรัฐ จะเข้าดำเนินการ และมีสิทธิในการสำรวจ ขุดเจาะ และ/หรือ ผลิตปิโตรเลียมด้วยตนเองและทำการเปิดประมูลหรือจ้างเหมาให้บริษัทน้ำมันนานาชาติเข้าดำเนินการในพื้นที่ต่างๆ ภายใต้การควบคุมดูแลของรัฐ หรือขององค์กรของรัฐ แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

- สัญญาบริการ (Service Contract)
- สัญญาบริการแบบมีความเสี่ยง (Risk Service Contract)
- สัญญาแบบแบ่งผลผลิต (Production Sharing Contract)

3.2.1 ระบบสัญญาบริการ (Service Contract)

บริษัทคู่สัญญา จะไม่ต้องรับภาระความเสี่ยงใดๆ โดยที่ความเสี่ยงทั้งหมดจะตกอยู่กับรัฐหรือองค์กรของรัฐ บริษัทคู่สัญญาจะได้รับผลตอบแทนตามปกติและแน่นอน เช่น รัฐจัดจ้างบริษัทขุดเจาะ (Drilling Companies) เพื่อให้มาขุดเจาะตามสัญญาจ้าง เป็นต้น

3.2.2 ระบบสัญญาบริการแบบมีความเสี่ยง (Risk Service Contract)

มีลักษณะทำนองเดียวกันหรือคล้ายคลึงกับแบบสัญญาบริการ แต่ผลตอบแทนที่ได้จากรัฐจะเพิ่มเงินชดเชยความเสี่ยงให้ รวมไปถึงค่าความชำนาญพิเศษด้วย

3.2.3 ระบบสัญญาแบบแบ่งผลิต (Production Sharing Contact, PSC)

เป็นข้อตกลงปิโตรเลียมแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันมาก ในช่วงหลัง โดยเฉพาะในบริเวณที่มีศักยภาพปิโตรเลียมสูงๆ

รัฐ หรือ องค์กรของรัฐ จะเป็นผู้มีสิทธิ์ในผลผลิต หรือในปิโตรเลียมที่ผลิตขึ้นมาได้ และจะทำการประมูล ทำสัญญาสำรวจ ขุดเจาะ และ/หรือผลิตปิโตรเลียม ให้กับผู้ดำเนินการ (Operator) โดยผลตอบแทนจะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตที่ได้

รัฐ จะอนุญาตให้บริษัทน้ำมัน (Operator) หักค่าใช้จ่ายออกได้ตามข้อตกลง (Cost Recovery) เช่น ค่าขุดเจาะ ค่าติดตั้งอุปกรณ์การผลิต ฯลฯ โดยผลผลิตที่ได้ภายหลังจากหัก Cost Recovery แล้วจะนำมาแบ่งผลผลิต (Production Split) กันตามสัดส่วนที่ได้ตกลงกันไว้ และภายหลังจากที่บริษัทได้รับส่วนแบ่งของตนแล้วจะต้องเสียภาษีรายได้นิติบุคคล (Income Tax) ต่ออีกด้วย

ระบบนี้เริ่มต้นใช้ในประเทศอินโดนีเซียและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศเปรู มาเลเซีย กัวเตมาลา ลิเบีย อียิปต์ ซีเรีย จอร์แดน บังคลาเทศ และฟิลิปปินส์

3.3 พื้นฐาน และแง่มุมต่าง ๆ ในข้อตกลงปิโตรเลียม

(Details of Petroleum Agreements) มักจะครอบคลุมถึง

- ความเสี่ยงและการเงิน (Risk and Financing)
- ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Return, Profit)
- การจัดการ (Management)
- การมีส่วนร่วมของรัฐ (Government participation)
- ความลับของข้อมูล (Confidentiality of Information)
- ความยืดหยุ่นของข้อตกลง (Flexibility)

เทอมต่าง ๆ ที่มักระบุในสัญญา ได้แก่

- ระยะเวลาของข้อตกลง (Duration of Agreement)
  1. ระยะเวลาในการสำรวจ (Exploration Period)
  2. ระยะเวลาในการผลิต (Production Period)
  3. การทำข้อตกลงใหม่ (Renewal of Agreement)
- ผู้ดำเนินการ (Operator)
- ภาระงานที่ต้องทำเป็นอย่างน้อย (Minimum Obligations)
  1. การสำรวจทางคลื่นไหวสะเทือน (Seismic)
  2. จำนวนของหลุมที่จะทำการเจาะ (Number of Well to drill)
  3. ค่าใช้จ่ายขั้นต่ำ (Minimum Expenditure)
- ค่าภาคหลวง (Royalty)
- ภาษี (Tax)
  1. ภาษีรายได้ (Income tax)
  2. ค่าลดหย่อนต่าง ๆ (Depletion Allowance)
- การจัดจำหน่าย (Disposition of Production)
  1. ภายในประเทศ (Domestic)
  2. ส่งออก (Export)
- ระดับราคา (Price)
  1. Discount Rate
  2. Basket Price/Posted Price/Marker Price
- กระแสเงิน (Currency)
- โบนัสจากการผลิต (Production Bonus)
- การแก้ปัญหากรณีมีความขัดแย้ง (Settlement of Disputes)
- ภาษีนำเข้าหรือส่งออก (Import/Export Duties)

3.4 กฎหมายปิโตรเลียมของไทย (Petroleum Law of Thailand)

ระบบการจัดการปิโตรเลียมของประเทศไทยเป็นแบบระบบสัมปทาน โดยเริ่มใช้พระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. 2514 และพระราชบัญญัติภาษีเงินได้ปิโตรเลียม พ.ศ. 2514 ตั้งแต่วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2514

ต่อมาได้มีการปรับปรุงแก้ไขรวม 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในปี พ.ศ. 2516 ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2522 และ ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2534 เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์และทันสมัย

เงื่อนไขและลักษณะของกฎหมายปิโตรเลียมไทย พอสรุปได้ ดังนี้

พื้นที่

- ผู้รับสัมปทานแต่ละรายจะรับสัมปทานได้ไม่เกิน 5 แปลง และรวมพื้นที่สำรวจทั้งหมดที่ขอจะต้องไม่เกิน 20,000 ตารางกิโลเมตร
- พื้นที่บนบกขอได้ไม่เกินแปลงละ 4,000 ตารางกิโลเมตร

ระยะเวลาสำรวจ

- กำหนดให้ 6 ปี และขอต่อได้อีกครั้งละไม่เกิน 3 ปี

การคืนพื้นที่

- เมื่อครบ 4 ปี ต้องคืน 50% ของพื้นที่
- เมื่อครบเวลาสำรวจ ถ้าไม่ได้รับต่อเวลาสำรวจ ให้คืนหมด
- ถ้าได้รับการต่อเวลาสำรวจ ต้องคืน 25% ของพื้นที่แปลงสำรวจนั้น

ขนาดพื้นที่ผลิต

- บริษัทเป็นผู้กำหนดพื้นที่ ประกอบกับหลักฐานทางธรณีวิทยา วิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม ที่สนับสนุนว่าสามารถผลิตปิโตรเลียมขึ้นมาคุ้มกับค่าใช้จ่ายลงทุน เพื่อขออนุมัติจากคณะรัฐมนตรี

ระยะเวลาการผลิต

- ผลิตได้ไม่เกิน 20 ปี นับจากวันสิ้นระยะเวลาการสำรวจ และต่อได้อีกไม่เกิน 10 ปี

การสงวนพื้นที่

- เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการสำรวจ และได้รับสิทธิในการผลิตปิโตรเลียม จะขอสงวนไม่คืนพื้นที่ในแปลงสำรวจได้ไม่เกิน 12.5% ของพื้นที่เดิม เป็นระยะเวลาไม่เกิน 5 ปี

ผลประโยชน์ที่รัฐจะได้รับ

- ได้แก่ ค่าภาคหลวง (Royalty) โดยใช้อัตราแบบขั้นบันได ตามระดับปริมาณการผลิตต่อเดือน

ปริมาณการผลิต (บาร์เรล/เดือน)	อัตราค่าภาคหลวง (%)
0 - 60,000	5.00
60,000 - 150,000	6.25
150,000 - 300,000	1.00
300,000 - 600,000	12.50
> 600,000	15.00

ภาษีเงินได้ปิโตรเลียม

- คิดเป็น 50% ของกำไรสุทธิเป็นภาษีรายได้

ผลประโยชน์ตอบแทนพิเศษ

- จะใช้เมื่อบริษัทหักค่าใช้จ่ายต้นทุนหมดแล้ว และหากมีกำไรเกินกว่าที่ควรได้รับปรกติ ให้บริษัทแบ่งผลประโยชน์ให้รัฐเพิ่มขึ้นจากผลกำไรนั้น

ผลประโยชน์พิเศษตามสัมปทาน

- ตามแต่กำหนด ในกรณีที่มีผู้แข่งขันกันหลายราย

คำถามท้ายบท

1. ระบบการจัดการปิโตรเลียม (Petroleum System) แบ่งได้เป็นอย่างไรบ้าง?
2. ระบบการจัดการปิโตรเลียมแบบใด ที่รัฐไม่ค่อยได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการ?
3. ประเทศมาเลเซียใช้ระบบการจัดการปิโตรเลียมแบบใด?
4. การขอสัมปทานพื้นที่เพื่อดำเนินกิจการปิโตรเลียมบนบกของประเทศไทยเป็นอย่างไร?
5. ระยะเวลาการผลิตตาม พ.ร.บ. กฎหมายปิโตรเลียมไทย ฉบับล่าสุด กำหนดไว้อย่างไร?

Chapter 4
แนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์
(Concepts of Economics Analysis)

4.1 ธรรมชาติของธุรกิจเพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรณี
(Nature of resources development business)

4.2 กิจกรรมขั้นตอนของการทำธุรกิจ และกระบวนการตัดสินใจ
(Steps of business and investment decision making)

4.3 เทคนิคและกระบวนการประเมินผลโครงการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์
(Techniques and methods of project evaluation)

4.4 การวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash flow analysis)

4.5 การศึกษา การพัฒนาโครงการลงทุน และรูปแบบของรายงาน
การศึกษา (Feasibility study of project development & report)

4.1 ธรรมชาติของธุรกิจเพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรณี

(Nature of resources development business)

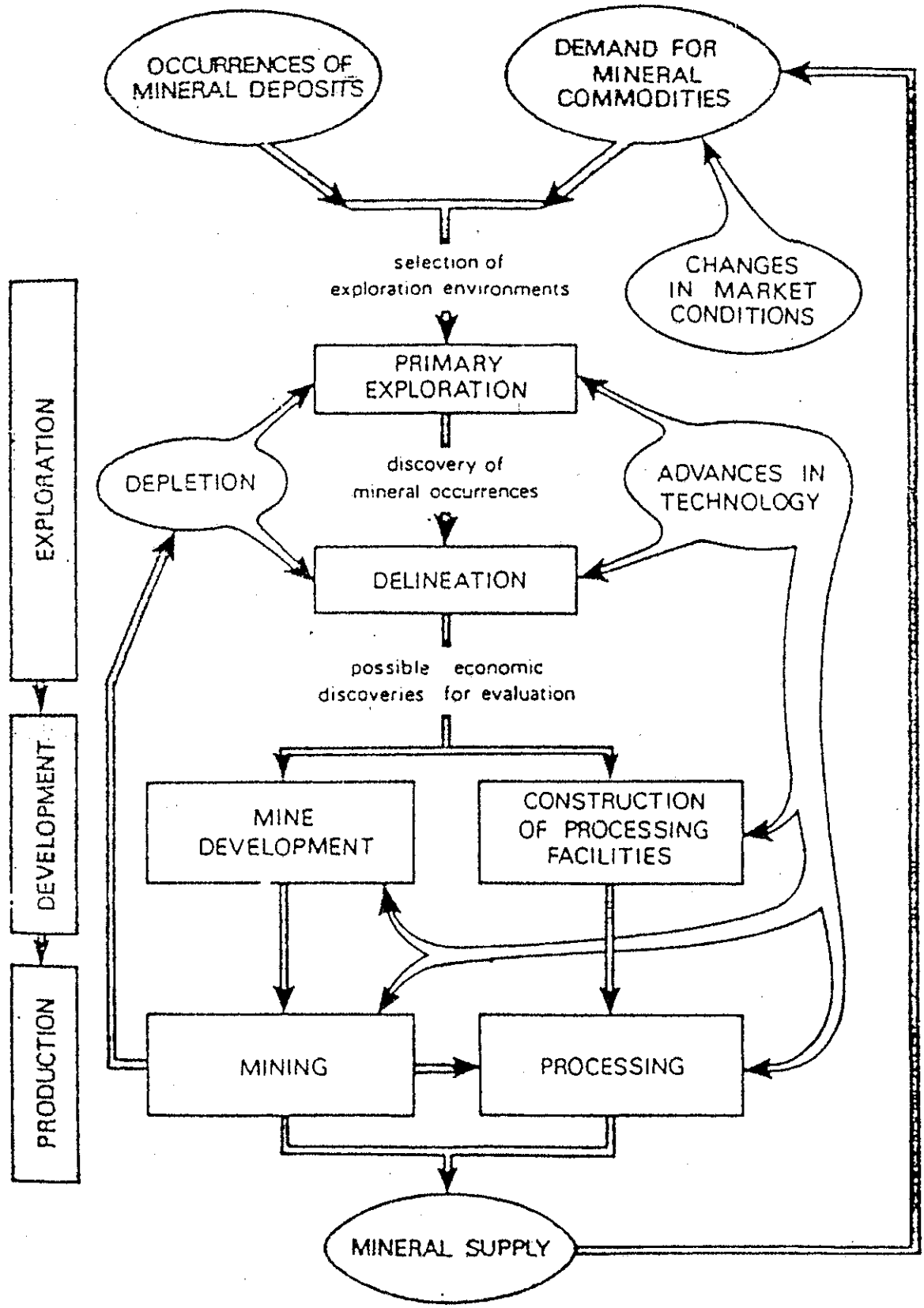
ทรัพยากรธรณี เช่น แร่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ จะมีการดำเนินธุรกิจตามศักยภาพของแหล่งแร่หรือแหล่งปิโตรเลียมนั้นๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ และสภาพการเกิดของทรัพยากรนั้นๆ โดยค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะใช้ไปทางด้านการสำรวจและการประเมินความสมบูรณ์ของแหล่งทรัพยากรนั้นๆ ทั้งทางด้านธรณีวิทยา และทางด้านวิศวกรรม

สิ่งที่ต้องดำเนินการ ได้แก่ การประเมินปริมาณสำรอง และปริมาณที่สามารถนำขึ้นมาได้ ความต้องการของตลาดต่อทรัพยากรนั้นๆ ราคา การขนส่ง คุณสมบัติของทรัพยากรนั้นๆ ตามที่ตลาดต้องการ ฯลฯ รวมไปถึงการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ขั้นตอนของการสำรวจและพัฒนาทรัพยากรธรณี

1. การสำรวจขั้นต้น
2. การทำการประเมินผล
3. การทำการผลิตและปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด
4. การปรับสภาพผิวดินและบริเวณที่ปฏิบัติการให้คืนสู่สภาพเดิม หรือแปรเปลี่ยนให้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้ต่อไป

ซึ่งกระบวนการพัฒนาทรัพยากรธรณี แสดงดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนภูมิแสดงกระบวนการพัฒนาทรัพยากรธรณี

4.2 กิจกรรมขั้นตอนของการทำธุรกิจ และกระบวนการตัดสินใจ (Steps of business and investment decision making)

ธุรกิจในการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม สามารถแสดงขั้นตอนรายละเอียดของงานได้ดังต่อไปนี้

- **Land Terms** : แสดงขนาดของพื้นที่ ค่าเช่าพื้นที่ หรือราคาซื้อขายพื้นที่และระยะเวลาในการทำการสำรวจ และผลประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคต

- **Petroleum Geology** : ทำการศึกษาธรณีวิทยาในอาณาบริเวณ ซึ่งรวมถึงศักยภาพ/โครงสร้าง/การกำเนิด/ทิศทางการเคลื่อนที่ไปสะสมตัวของปิโตรเลียม

- **Geophysical Surveys** : เพื่อระบุโครงสร้างที่มีศักยภาพในการสะสมตัวของปิโตรเลียม

- **Exploration Drilling** : ทำการขุดเจาะสำรวจ

- **Delineation Drilling** : ทำการขุดเจาะเพื่อประเมินขอบเขต และปริมาณสำรองของแหล่งปิโตรเลียมที่ขุดพบเพื่อพัฒนาต่อไป

- **Field Development** : ทำการขุดเจาะเพื่อการผลิต พร้อมทั้งพัฒนาถนน และติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ

- **Production Operations** : เป็นการปฏิบัติงาน มีการจดบันทึกปริมาณการผลิต (Production volume) และมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (Operating expenses) ต่าง ๆ เกิดขึ้น

- **Storage and Transportation** : ทำการจัดเก็บและขนส่ง มีการบันทึกปริมาณและค่าใช้จ่าย

- **Oil Price** : ราคาน้ำมันดิบ จดบันทึกร่วมกับผลผลิตที่ขายไป

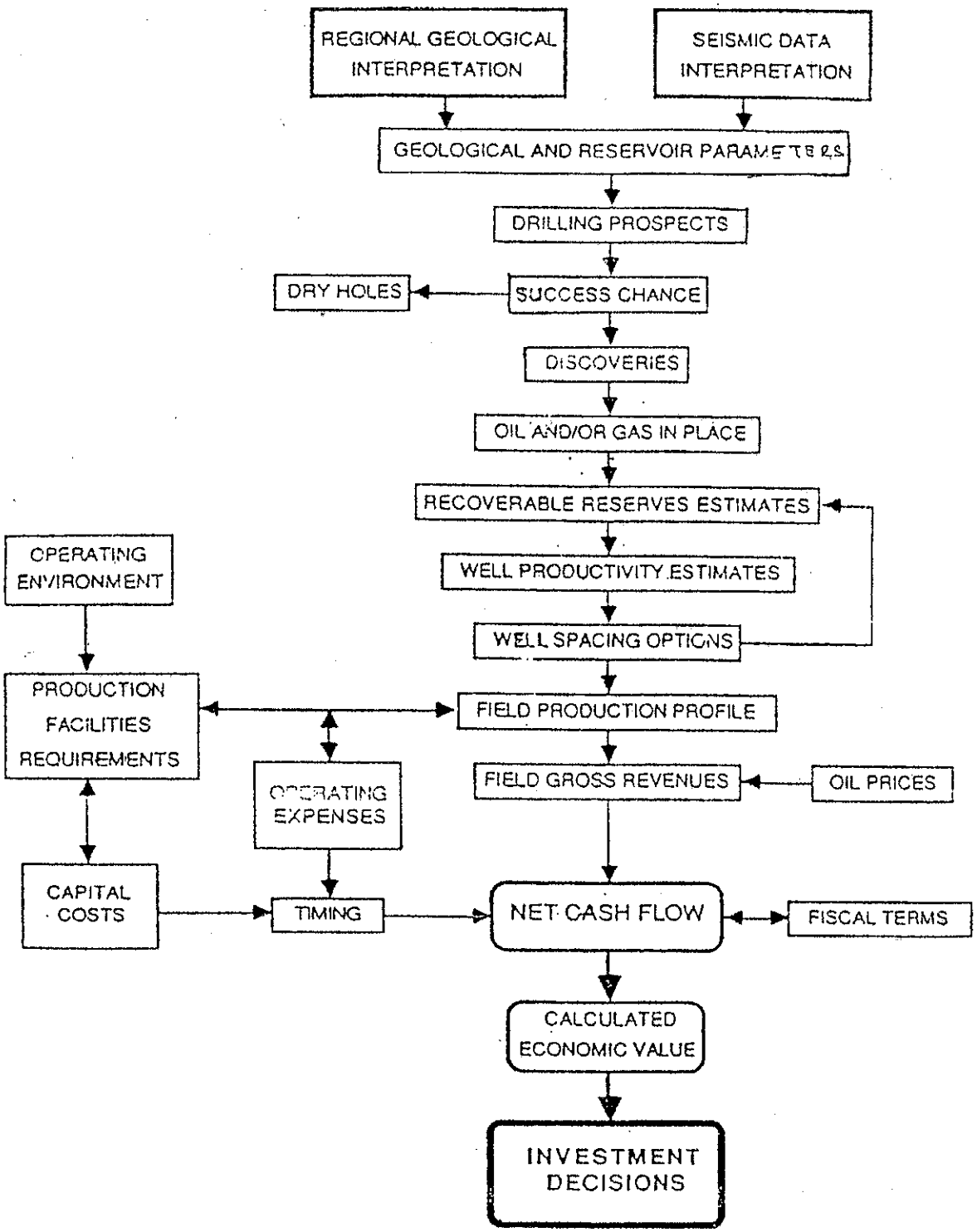
- **Fiscal Terms** : เงื่อนไขการหักกำไรและจัดทำบัญชี ต้องศึกษาทางด้านภาษี ข้อตกลง ค่าเสื่อมราคา และข้อลดหย่อนต่าง ๆ

- **Economics Analysis** : ทำการศึกษากระแสเงินสด (Cash Flow) และผลกำไร (Benefits)

- **Uncertainty** : ทำการศึกษาความยืดหยุ่น (Flexibility) ของโครงการทั้งทางด้านการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity) และความเป็นไปได้ (Probability) ต่าง ๆ

- **Other Considerations** : ได้แก่ การจัดการทางด้านต่าง ๆ เพื่อให้การทำงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยขั้นตอนของการทำธุรกิจการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม สามารถแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 แผนภูมิแสดง Evaluation Network

การวิเคราะห์การลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมจะต้องมีพื้นฐานของความจริง ความเป็นไปได้ และการคาดการณ์ในอนาคตที่สมเหตุสมผล ขั้นตอนการศึกษาเพื่อช่วยในกระบวนการตัดสินใจสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. Experiences and Information : เป็นการรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ที่ผ่านมาในกรณีศึกษาที่คล้ายคลึงกัน

2. Estimate of Future Conditions : เป็นการประเมินเงื่อนไขและพารามิเตอร์ทางธรณีวิทยา วิศวกรรม และทางการตลาด รวมทั้งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนโยบายของรัฐบาล

3. Economic Evaluation Techniques : การนำเอาเทคนิค การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์มาใช้กับข้อมูลนั้น

4. Investment Decision Measures : เป็นมาตรการในการตัดสินใจการลงทุน โดยนำเอาเทคนิคการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาช่วย โดยจะคำนวณความเป็นไปได้ของตัวแปรและข้อมูลต่างๆ แบ่งเป็นการศึกษาดังนี้

- ค่ากลาง (Expected Values)
- ความไว (Sensitivities)
- ความเสี่ยง (Risk)

5. Making a Decision : ตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน

ซึ่งกระบวนการตัดสินใจ แสดงดังรูปที่ 4-3

4.3 เทคนิคและกระบวนการประเมินผลโครงการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Techniques and methods of project evaluation)

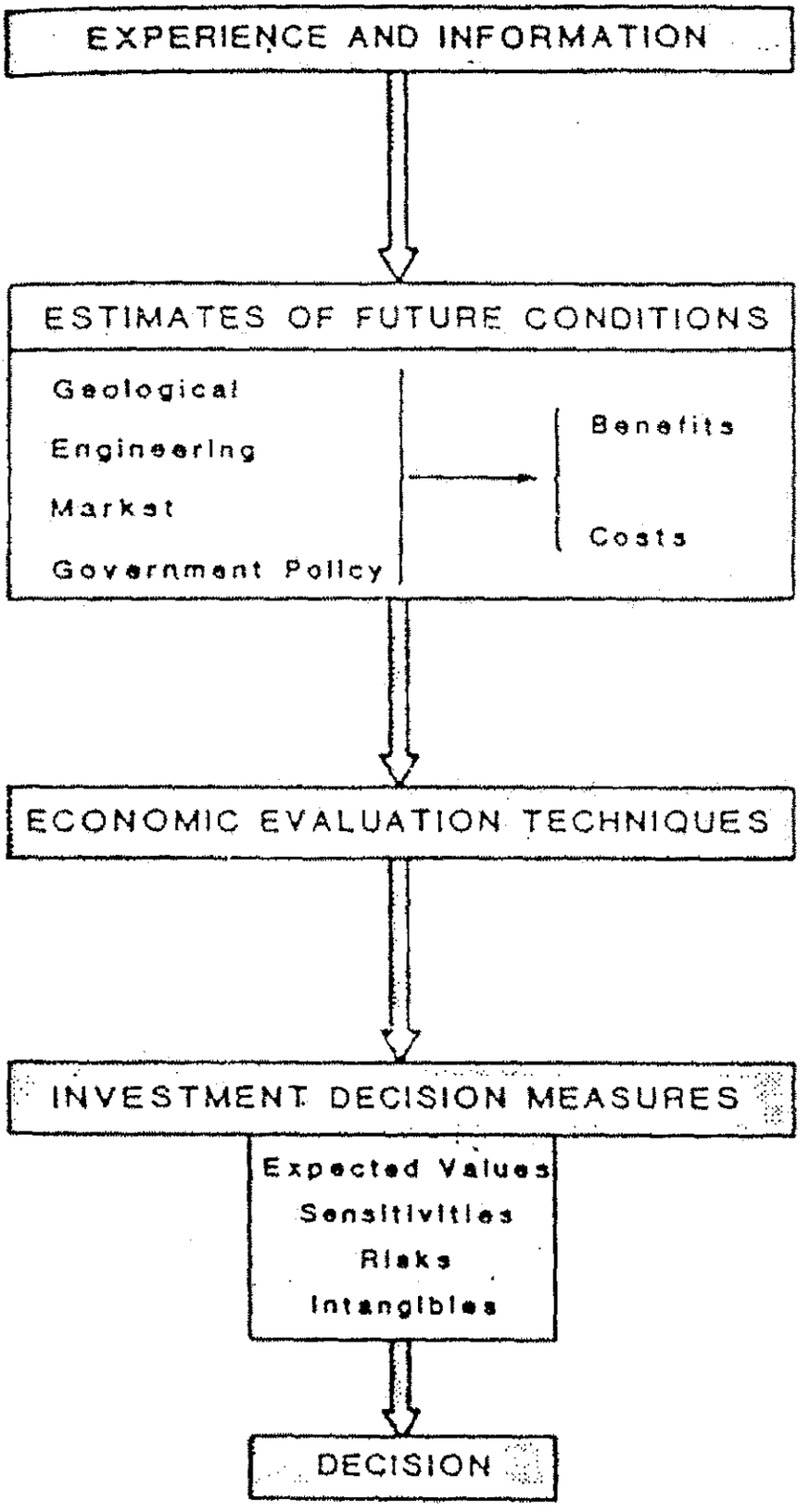
เทคนิคและกระบวนการประเมินผลโครงการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

- กระแสเงินเข้าและออก (Cash Flow)
- การคิดภาระภาษีที่จ่ายให้รัฐ (Tax Consideration)
- การคิดมูลค่าเงินตามเวลาและดอกเบี้ย (Time Values of Money)

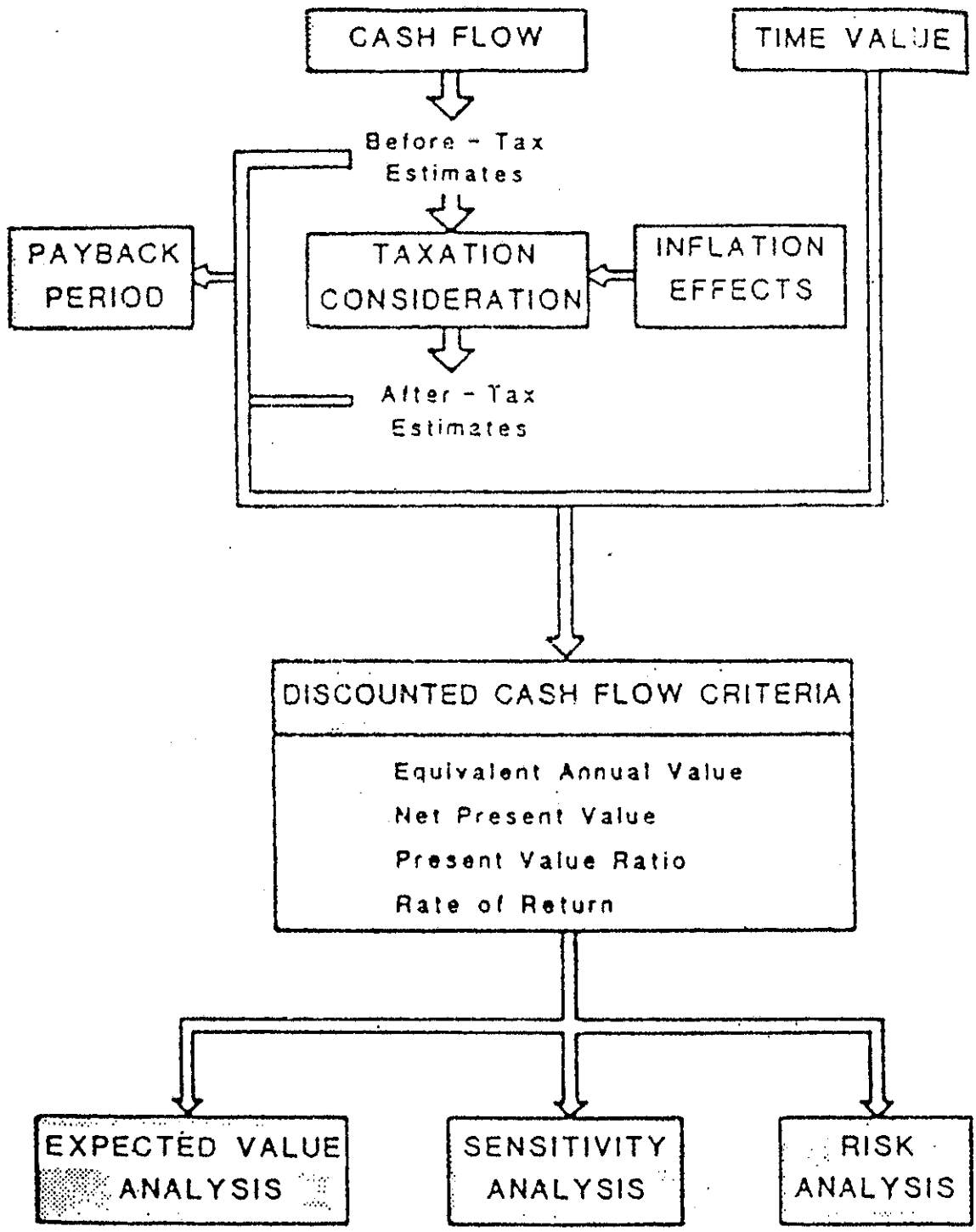
การวิเคราะห์จากขั้นตอนต่างๆ นี้ คิดเมื่อโครงการนั้นๆ ไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้น แต่ในความเป็นจริง ข้อมูลที่ใช้ในการนำมาคิดยังมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นอยู่ด้วยเสมอ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับ

- การวิเคราะห์ค่าตัวกลาง (Expected Value Analysis)
- การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)
- การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

โดยเทคนิคการประเมินผลโครงการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4-4



รูปที่ 4-3 แผนภูมิแสดงกระบวนการตัดสินใจ



รูปที่ 4-4 แผนภูมิแสดงเทคนิคการประเมินผลโครงการลงทุน

ความเสี่ยง (Risk) คือความผันแปรของเหตุการณ์ที่ผิดไปจากค่าตัวกลาง (Expected Value) ซึ่งความผันแปรของตัวกลางยิ่งสูง ก็จะทำให้ค่าความเสี่ยงยิ่งมาก

ความไม่แน่นอน (Uncertainly) คือลักษณะของเหตุการณ์ ซึ่งผันแปรผิดไปจากรูปแบบที่คิดว่าจะเป็น

4.4 การวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash flow analysis)

การวิเคราะห์กระแสเงินสด เป็นการจัดเรียงกระแสเงินที่เข้าและออกจากบริษัท ณ เวลาต่างๆ กัน ซึ่งมีสัญลักษณ์และแนวความคิดเกี่ยวกับกระแสเงิน คือ

สัญลักษณ์ (Symbols)

P = Present Worth หรือ จำนวนเงินหรือมูลค่าเงินปัจจุบัน ณ เวลาปัจจุบัน

F = Future Worth หรือ จำนวนเงินหรือมูลค่าเงินในอนาคต (น้อยกว่าปัจจุบัน)

A = Annual Worth หรือ จำนวนเงินหรือมูลค่าเงินที่จ่ายชำระเป็นงวดๆ นิยมใช้เป็นรายปี หรือรายเดือน

n = Interest Period หรือ จำนวนคาบเวลาของการคิดค่าเงิน

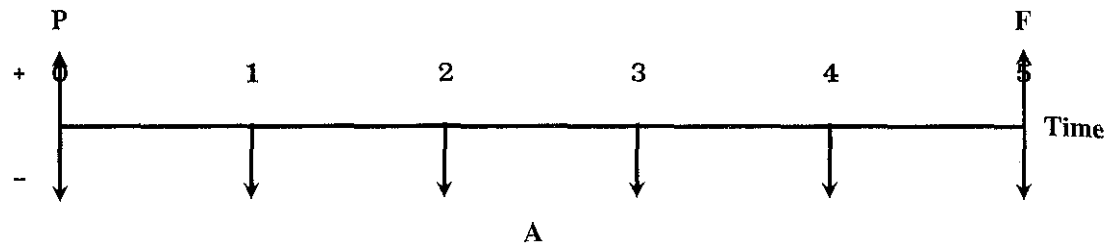
i = Interest Rate per Period หรือ อัตราดอกเบี้ย นิยมใช้เป็นอัตราดอกเบี้ยรายปี (Nominal Interest Rate)

End of Year Convention

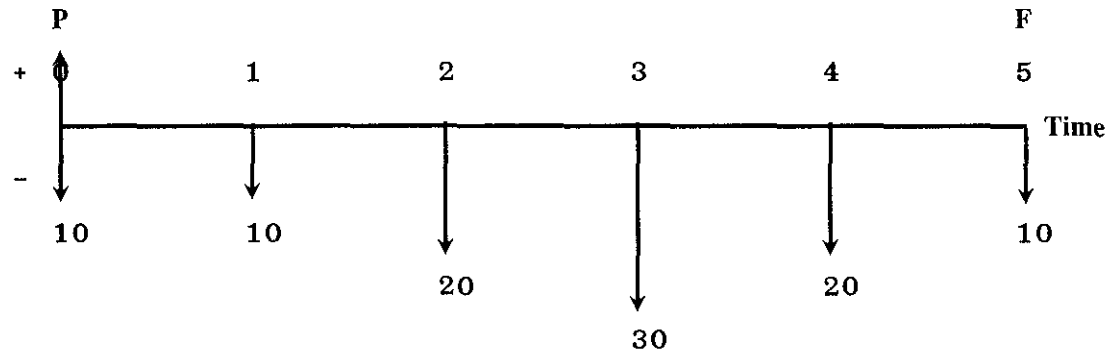
เป็นที่ตกลงร่วมกันว่าในแต่ละคาบเวลาที่มีการคิดกระแสเงินเข้า/ออก ให้การใช้จ่ายหรือรับเข้าของรายการต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่ท้ายสุดของงวดเวลา ถ้าคิดเป็นรายปี ก็ให้เกิดขึ้นที่สิ้นปี หรือถ้าคิดเป็นรายเดือนก็ให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดของเดือน ถึงแม้ว่าการเกิดขึ้นของรายการจะเกิดขึ้นระหว่างเดือนหรือปีก็ตาม เพื่อให้ง่ายต่อการคิดคำนวณ

Cash Flow Diagram

การแสดงการส่งเข้า/การจ่ายออกของเงิน ณ เวลาต่าง ๆ นิยมแสดงไว้ใน Diagram แบบง่าย ๆ โดยให้เวลาเป็นแกนนอน และมีลูกศร แสดงปริมาณเงินเข้า/ออก ณ เวลาต่างๆ กัน ความยาวของลูกศรจะแสดงปริมาณเงินซึ่งนิยมเขียนกำกับด้วยตัวเลขเพื่อให้อ่านง่ายและชัดเจนขึ้น



รูปที่ 4-5 แผนภูมิการไหลของเงิน



รูปที่ 4-6 ความยาวของลูกศรที่สัมพันธ์กับค่าของเงินในช่วงเวลา

Cash Flow Table

ตารางกระแสเงินสด มีได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสมของแต่ละโครงการ ยกตัวอย่างเช่น

รูปแบบที่ 1

Year	1	2	3
1. Revenue			
2. Return of Working Capital			
3. Capital Cost			
4. Operating Cost			
5. Taxation Payment			
6. Cash Flow (1+2-3-4-5)			

รูปแบบที่ 2 : คิด after-tax cash flow

Year	1	2	3
1. Revenue 2. Operating Cost			
3. Net Income Before Allowance			
4. Depreciation Allowance			
5. Taxable Income			
6. Taxation Payment (% of Taxable Income)			
7. Net Income after Tax			
8. Capital Expenditures Incurred in Year (x)			
9. After-tax Cash Flow = 1-2-6-8 = 7+4-8			

รูปแบบที่ 3

Year	1	2	3
Cash Inflow . Revenue . Loan . Equity/Capital			
Total Cash Inflow	*10*	*11*	*8*
Cash Outflow . Capital Expenditure . Operating Expense . Interest . Tax payment . Dividends . etc.			
Total Cash Outflow	*4*	*6*	*12*
Net Cash Flow	*6*	*5*	*-4*
Cum. Cash Flow	*6*	*11*	*7*

4.5 การศึกษา การพัฒนาโครงการลงทุน และรูปแบบของรายงานการศึกษา (Feasibility study of project development & report)

การนำเสนอความคิดและผลของการศึกษาจะต้องรวบรวมและประมวลความคิดจัดทำในรูปแบบของรายงานการศึกษาโครงการลงทุน เรียกว่า "รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study Report)"

วงจรการพัฒนาโครงการ (Project Development) ประกอบด้วย

1. ช่วงระยะเวลาก่อนการลงทุน (Pre-investment Phase)
2. ช่วงการลงทุน (Investment Phase)
3. ช่วงการดำเนินงาน (Operational Phase)

ในช่วงของการศึกษาก่อนทำการลงทุน จะต้องทำการศึกษาและจัดทำรายงานที่สำคัญ 3 ฉบับ คือ

1. Opportunity Studies
2. Pre-feasibility Studies
3. Feasibility Studies

1. Opportunity Studies

เป็นการศึกษาภาพรวมของการลงทุนโดยกว้าง เพื่อแสวงหาโอกาสของการลงทุน และคิดค้นโครงการที่น่าสนใจต่อการลงทุน เช่น การลงทุนในกิจการที่ยังไม่มีใครลงทุน หรือริเริ่มทำ หรือหนทางในการเปิดตลาดในสินค้าใหม่ ๆ เป็นต้น โดยดูจากบรรยากาศการลงทุนทั่ว ๆ ไป ในภูมิภาค แหล่งทรัพยากร หรือวัตถุดิบที่มีอยู่ ความเป็นไปได้ในการมีอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เงินลงทุน เงินสนับสนุนที่จะพอหาได้ ฯลฯ

2. Pre-feasibility Studies

เป็นการศึกษาก่อนการทำ Feasibility Study โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพิจารณาและกลั่นกรองขั้นต้นว่าโครงการลงทุนนั้น ๆ มีโอกาสประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงไร โดยต้องครอบคลุมข้อมูลพื้นฐานในทุก ๆ ด้านของการลงทุน เช่น

- ตลาด และความต้องการของตลาดต่อผลิตภัณฑ์
- วัตถุดิบ
- สถานที่ตั้งโรงงาน
- กระบวนการผลิต
- กระบวนการขนส่ง
- การจัดจำหน่าย

- การจัดการสินค้าคงคลัง
- การวิเคราะห์การเงิน ฯลฯ

3. Feasibility Studies

รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการซึ่งจะทำกันอย่างละเอียด เพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลการวิเคราะห์ในรายละเอียดทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ การค้า และการตลาด

ตัวอย่าง โครงสร้างของรายงาน **Feasibility Study** จึงมีได้ดังต่อไปนี้ (เป็นการยกตัวอย่างเท่านั้น)

Outline

I. Executive Summary

II. Project Background and History

III. Market and Plant Capacity

- Demand and Market Study
- Sale and Marketing
- Production Program
- Plant Capacity

IV. Material Inputs

- Material and Inputs
- Supply Program

V. Location and Site

- Location
- Plant Site and Local Condition
- Environmental Impact

VI. Project Engineering

- Layout and Physical Coverage of Project
- Technology and Equipment
- Civil Engineering

VII. Plant Organization and Overhead Costs

- Plant Organization
- Overhead Costs

VIII. Manpower

- Labor
- Staff

IX. Project Implementation

X. Financial and Economic Evaluation

- Total Investment Outlay
- Project Financing
- Production Cost
- Commercial Profitability
- Economic Evaluation

Annex

คำถามท้ายบท

1. Investment Decision Measures คืออะไร ทำได้อย่างไรบ้าง?
2. ความเสี่ยง (Risk) คืออะไร?
3. Project Development Cycle ประกอบด้วยอะไรบ้าง?
4. ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม การติดตั้งท่อส่งน้ำมันจัดอยู่ในช่วงใดของ Project Development?
5. Opportunity Studies คืออะไร?

Chapter 5
ค่าใช้จ่ายต้นทุน และหลักการทางบัญชี
(Cost Concepts and Accounting Principles)

5.1 แนวความคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต้นทุนและการคิดราคา(Cost concepts)

5.2 หลักการทางบัญชี (Accounting principles)

5.3 การวิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วนทางการเงิน (Financial Ratio Analysis)

5.1 แนวความคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต้นทุนและการคิดราคา (Cost concepts)

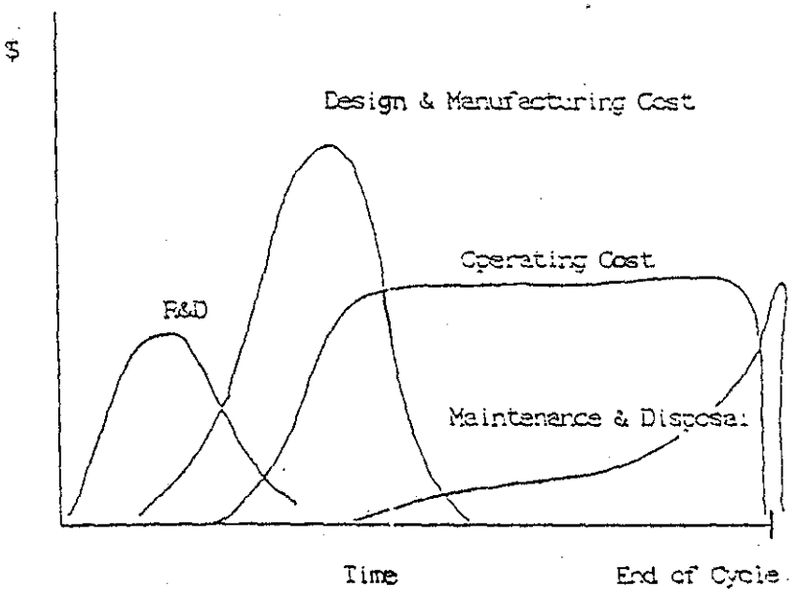
การคิดราคา และค่าใช้จ่ายต้นทุน อาจแบ่งออกได้หลายแบบ ตามลักษณะที่มาของค่าใช้จ่าย และการนำไปใช้ในรูปแบบบัญชีต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกได้ ดังนี้

- Life Cycle Cost
- Future and Opportunity Cost
- Past and Sunk Cost
- Direct & Indirect Cost and Overhead Cost
- Fixed & Variable Cost
- Average Cost and marginal Cost
- Ownership Cost and Operating Cost

Life Cycle Cost

ใช้กับงานระบบ หรือโครงการ หรือเครื่องจักรกล ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต้นทุนเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา (Phase) ของการทำงานจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย (รูปที่ 5-1) แบ่งได้เป็น

- First Cost (Initial Cost)
- Operating Cost and Maintenance Cost
- Disposal Cost



รูปที่ 5-1 แผนภูมิแสดง Life Cycle Cost

Future and Opportunity Cost

ต้นทุนอนาคต (Future cost)

เป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งมีความไม่แน่นอนรวมอยู่ด้วย เป็นค่าที่ต้องใช้การประมาณการ เช่น

- ต้นทุนการทดแทนทรัพย์สิน (Replacement cost) เช่น ค่าเครื่องจักรตัวใหม่ ค่าติดตั้งเครื่องจักรตัวใหม่นั้น ฯลฯ
- ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (Operating cost) ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
- ค่าบำรุงรักษาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Future maintenance cost)

ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost)

เป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนในลักษณะขาดทุนกำไรที่ควรจะได้จากการที่เลือกลงทุนในธุรกิจหนึ่งแทนที่จะเลือกทำอีกอย่างหนึ่ง เช่น เลือกทำธุรกิจอย่างหนึ่ง ได้กำไร 8% แต่ถ้านำเงินไปฝากธนาคารจะได้ดอกเบี้ย 12% ส่วนกำไรที่หายไป 4% อันเนื่องจากการเลือกทำธุรกิจนี้ คือ ต้นทุนเสียโอกาสนั่นเอง แต่ต้นทุนชนิดนี้จะไม่มีการนำมาคิดในการทำบัญชี เพราะไม่ได้เกิดขึ้นจริง ๆ

Past and Sunk Cost

ค่าใช้จ่ายต้นทุนในอดีต (Past cost)

เป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนซึ่งเกิดขึ้นแล้วในอดีตและลงบันทึกในบัญชีแล้ว

ต้นทุนจม (Sunk cost)

เป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนซึ่งเกิดขึ้นแล้วในอดีต ไม่สามารถเรียกกลับคืนมาได้ เช่น การซื้อรถใหม่ราคา 500,000 บาท เมื่อ 3 ปีผ่านไป ราคาเหลือแค่ 300,000 บาท ส่วนที่หายไป 200,000 บาท ถือว่าเป็น ต้นทุนจม (Sunk cost)

Direct and Indirect and Overhead Cost

ต้นทุนโดยตรง (Direct cost)

คือ ค่าใช้จ่ายต้นทุนที่คิดโดยตรงกับทรัพย์สินหรือผลิตภัณฑ์ เช่น ค่าแรง ค่าวัสดุ

ต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost)

เป็นต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณการผลิตสินค้าโดยตรง แต่เป็นต้นทุนที่ใช้สำหรับเป็นส่วนช่วยให้เกิดการผลิตสินค้า เช่น ค่ายาม ค่าใช้จ่ายในการบริหาร ค่าทำความสะอาด ค่าที่พักคนงาน ฯลฯ

ค่าโสหุ้ย (Overhead cost)

คือ ค่าใช้จ่ายทั่วไปที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน นอกเหนือจากต้นทุนโดยตรง ไม่สามารถจัดแบ่งแยกได้ ดังนั้นต้นทุนทางอ้อมจึงจัดรวมอยู่ในค่าโสหุ้ยนั่นเอง

Fixed and Variable Cost

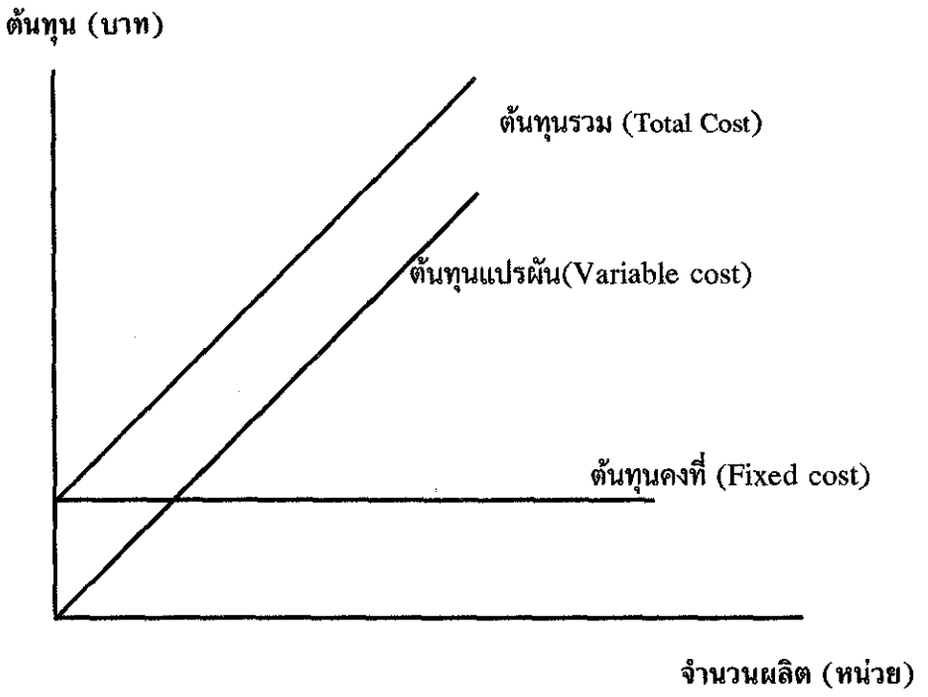
ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

คือ ค่าใช้จ่ายต้นทุนที่คงที่ ไม่เกี่ยวพันกับปริมาณการผลิต หรือกิจกรรมของการผลิต เช่น ค่าเช่าตึก ค่าประกันภัย เงินเดือนพนักงาน ฯลฯ

ต้นทุนแปรผัน (Variable cost)

คือ ค่าใช้จ่ายต้นทุนที่แปรผันไปตามปริมาณการผลิต หรือกิจกรรมของการผลิต เช่น ค่าวัสดุ ค่าวัตถุดิบ

ความแตกต่างของต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน ศึกษาได้จากรูปที่ 5.2



รูปที่ 5-2 แผนภูมิแสดงต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผันและต้นทุนรวม

Average Cost and Marginal Cost

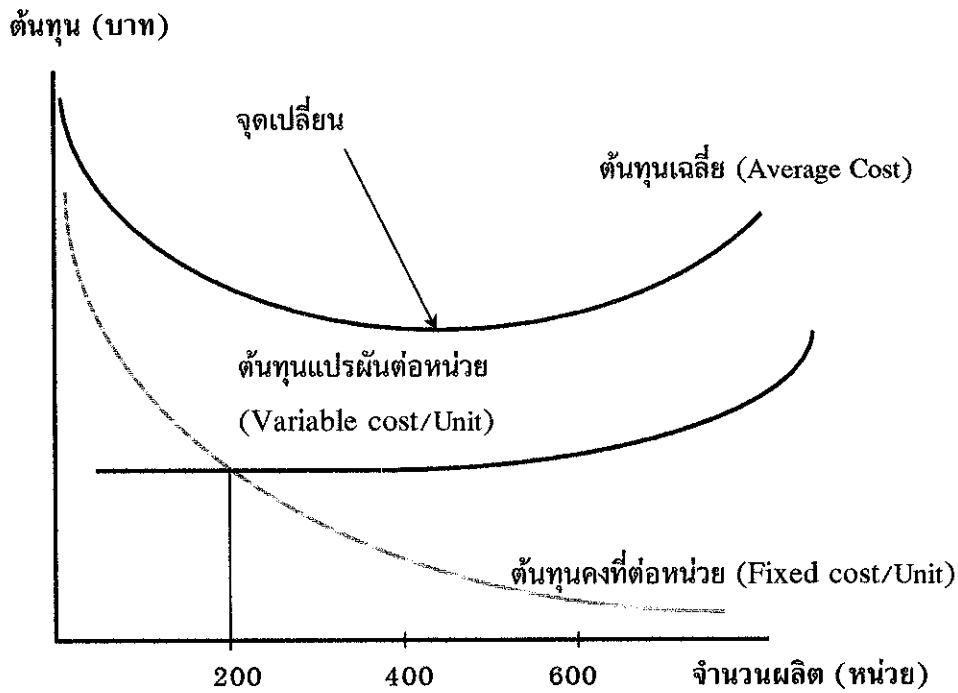
ต้นทุนโดยเฉลี่ย (Average cost)

คือ ต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อการผลิตสินค้า 1 หน่วย หาได้จากสมการ

$$Ac(X) = Tc(X) / X$$

เมื่อ $Ac(X)$ = ต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อหน่วยของการผลิต (บาท/หน่วย)
$Tc(X)$ = ต้นทุนรวม (บาท)
X = จำนวยหน่วยที่ผลิต (หน่วย)

โดยทั่วไป ต้นทุนโดยเฉลี่ยจะเป็นฟังก์ชันกับปริมาณการผลิตดังในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5-3 แผนภูมิแสดงต้นทุนเฉลี่ย

ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วย (Marginal cost)

ต้นทุนเพิ่มสำหรับการผลิตสินค้าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย หาได้จากสมการ

$$\text{Marginal cost} = dTc(X) / dX$$

เมื่อ $dTc(X)$ = ต้นทุนรวมที่เพิ่มขึ้นจากการที่ต้องการผลิตสินค้าเพิ่มขึ้น (บาท)
dX = จำนวนหน่วยที่ผลิตเพิ่มขึ้น (หน่วย)

ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่าง ต้นทุนโดยเฉลี่ย และต้นทุนเพิ่มต่อหน่วย เช่น ถ้าในปัจจุบันโรงงานผลิตสินค้า 200 หน่วย ใช้เงินลงทุนรวม 200 บาท ดังนั้น ต้นทุนโดยเฉลี่ยของสินค้าจะเป็น 1 บาท/หน่วย

ถ้าต้องการเพิ่มการผลิตเป็น 300 หน่วย โดยการนี้ต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มอีก 100 บาท ดังนั้น เงินลงทุนรวมจะเป็น 300 บาท ทำให้ต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อหน่วยเป็น 1 บาท/หน่วย และต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยเป็น 1 บาท/หน่วย เช่นเดียวกัน

แต่ถ้าต้องการเพิ่มการผลิตเป็น 400 หน่วย โดยใช้เงินลงทุนเพิ่มแค่ 150 บาท ดังนั้น เงินลงทุนรวมจึงเป็น 350 บาท ทำให้ต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อหน่วยเป็น 0.875 บาท/หน่วย แต่ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยจะเป็น 0.75 บาท/หน่วย

ผลการคำนวณแสดงได้ดังตาราง

จำนวนหน่วยผลิต (หน่วย)	ต้นทุนรวม (บาท)	Average Cost (บาท/หน่วย)	Marginal Cost (บาท/หน่วย)
ปัจจุบัน : 200	200	200/200 = 1.00	--
Case 1 : 300	300	300/300 = 1.00	100/100 = 1.00
Case 2 : 400	350	350/400 = 0.875	150/200 = 0.75

การคิดต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อหน่วย และต้นทุนเพิ่มต่อหน่วย อาจนำไปวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณการผลิตที่ให้กำไรสูงสุด ซึ่งได้ดังแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.3

Ownership Cost and Operating Cost

ค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของ (Ownership cost)

เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อการเป็นเจ้าของสินทรัพย์ เช่น ค่าภาษี ค่าประกันภัย เช่น ภาษีรถยนต์ ค่าประกันภัยรถ เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (Operating cost)

เป็นค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักร ได้แก่ ค่าวัสดุ ค่าสึกหรอ ค่าซ่อมบำรุง ค่าเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าแรงงาน เป็นต้น

5.2 หลักการทางบัญชี (Accounting principles)

การทำบัญชี (Accounting) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- บันทึก (Recording)
- จำแนกประเภท (Classifying)
- สรุปและรวบรวม (Summarizing)
- แปลความหมาย (Interpreting)

ข้อมูลทางธุรกิจ ได้แก่ รายรับ และรายจ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงาน

การจัดทำบัญชีในธุรกิจมีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานของข้อมูล ได้แก่

1. การทำบัญชีทั่วไป (General accounting)
    1.1 Management accounting
    1.2 Financial accounting
2. การทำบัญชีต้นทุน (Cost accounting)

1. การทำบัญชีทั่วไป (General Accounting)

1.1 Management accounting

เป็นบัญชีที่เน้นการสรุปข้อมูลมากกว่าการนำเสนอรายละเอียด เป็นการนำเสนอต่อฝ่ายจัดการของบริษัท เพื่อนำข้อมูลไปใช้งาน เช่น

- ควบคุมการทำงาน (Control)
- ประสานงานระหว่างฝ่ายต่าง ๆ (Coordinating)
- วางแผน (Planning & Budgeting)

1.2 Financial accounting

เป็นบัญชีที่มุ่งเน้นการนำเสนอฝ่ายบริหาร และบุคคลอื่น ๆ เช่น ผู้ถือหุ้น ผู้ให้เงินกู้ ธนาคาร รัฐบาล ฯลฯ เพื่อให้ทราบถึงผลการประกอบการของบริษัท และสถานะการเงินของบริษัท โดยจะอยู่ในรูปของ

- บัญชีงบดุล (Balance Sheet)
- บัญชีกำไรขาดทุน (Income Statement)

บัญชีงบดุล (Balance Sheet)

ใช้แสดงสถานทางการเงินของบริษัท ณ วันสุดท้ายของปีงบประมาณ เช่น 31 ธันวาคม หรือ 30 กันยายน ของทุกปี ประกอบด้วย

- ทรัพย์สิน (Asset) แบ่งเป็น

1. Current assets ได้แก่ เงินสด พันธบัตร
2. Fixed assets ได้แก่ อาคาร ที่ดิน เครื่องจักร

- หนี้สิน (Liabilities) แบ่งเป็น
  1. หนี้สินระยะสั้น (Current liabilities) เช่น เงินปันผล เงินกู้ระยะสั้น
  2. หนี้สินระยะยาว (Long term liabilities) เช่น พันธบัตร เงินกู้ระยะยาว

- เงินทุนเรือนหุ้น (Net Worth, Owner's Equity, Stock Holder Equity)

โดยที่

ทรัพย์สิน = **หนี้สิน** + **เงินทุนเรือนหุ้น**

บัญชีกำไรขาดทุน (Income Statement)

เป็นรายการแสดงผลการดำเนินงานในครบรอบเวลา 1 ปี ของบริษัท ว่าบริษัทมีผลการดำเนินงาน กำไร ขาดทุน เท่าไร โดยคิดจากรายได้ และรายจ่ายของบริษัทและภาษีที่จ่ายให้รัฐ โดยที่

รายได้ของบริษัท = **รายจ่าย** + **รายรับสุทธิ**

เมื่อ **รายได้ของบริษัท (Revenue)** ประกอบด้วย
- รายได้จากการขายสินค้า
- รายได้จากการกู้เงิน หรือฝากธนาคาร
- รายได้อื่น ๆ

รายจ่ายของบริษัท (Expenses) ได้แก่
- รายจ่ายต้นทุนในการผลิตสินค้า (Cost of Goods Sold)
- รายจ่ายในการขาย (Selling Expenses)
- ค่าใช้จ่ายในการบริหาร (Administrative Expenses)
- ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)
- ดอกเบี้ยเงินกู้ (Interest)
- ภาษีรายได้ (Income taxes)
- รายจ่ายอื่น ๆ

2. การทำบัญชีต้นทุน (Cost Accounting)

เป็นบัญชีที่ให้ข้อมูลเบื้องต้นในการคิดคำนวณราคาค่าใช้จ่ายต้นทุนของการผลิต ตลอดกระบวนการผลิต ซึ่งการกำหนดสัดส่วนของค่าใช้จ่ายต้นทุน จะมีความจำเป็นในการพิจารณาในรายละเอียดของแต่ละบริษัท ซึ่งจะมีผลต่อการควบคุมค่าใช้จ่ายของบริษัทในการผลิตสินค้าต่าง ๆ

บัญชีต้นทุนเป็นบัญชีที่ให้ข้อมูลในการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายต้นทุนของการผลิต เช่น

- ต้นทุนการผลิต (Production Cost)
- ต้นทุนวัตถุดิบ (Raw material Cost)
- ต้นทุนค่าแรง (Labor Cost)
- ต้นทุนการผลิตทางอ้อม (Indirect Production Cost)
- ค่าโสหุ้ยการผลิต (Production Overhead)

5.3 การวิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วนทางการเงิน (Financial Ratio Analysis)

เป็นการศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์ดำเนินการของบริษัทในด้านการลงทุน โดยการทำ

1. เปรียบเทียบ Financial Ratio ของบริษัทในอดีตกับปัจจุบัน
2. เปรียบเทียบ Financial Ratio ของบริษัทหนึ่งกับอีกบริษัทหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะการประกอบการคล้ายคลึงกันในเวลาเดียวกัน

โดย Financial Ratio Analysis อาจแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. Liquidity Ratio
2. Debt Ratio
3. Profitability Ratio

1. Liquidity Ratio

ใช้เพื่อพิจารณาความสามารถของบริษัทในการชดใช้ภาระหนี้สินในระยะสั้น เพื่อศึกษาสภาพคล่องทางการเงินของบริษัท อาจหาได้จากการศึกษา Current Ratio เมื่อ

Current Ratio = Current Assets / Current Liabilities

คำถามท้ายบท

1. Life Cycle Cost คืออะไร แบ่งได้เป็นอย่างไรบ้าง?
2. ต้นทุนการทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Cost) จัดเป็นต้นทุนแบบใด?
3. การทำบัญชีประกอบไปด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง?
4. สิ่งที่ต้องแสดงไว้ในบัญชีงบดุล (Balance Sheet) ต้องประกอบด้วยอะไรเป็นหลัก?
5. Liquidity Ratio ใช้พิจารณาสิ่งใด ดูได้จากสิ่งใด?

Chapter 6
การคิดมูลค่าเงินตามเวลา
(Time Value of Money)

6.1 มูลค่าของเงินตามเวลา (Time Value of Money)

1. Compounding Process
2. Discounting Process

6.2 อัตราดอกเบี้ยและสมการ (Interest Rate and formulas)

- ดอกเบี้ยธรรมดา (Simple Interest)
- ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest)
- สมการที่ใช้ในการคิดดอกเบี้ยทบต้น (Compound interest formulas and calculation)
- กระแสเงินที่มีการกระจายในลักษณะเพิ่ม หรือลดด้วยค่าคงที่ ตลอดระยะเวลาหนึ่ง ๆ (Arithmetic Gradient Series)
- กระแสเงินที่มีการกำหนดให้มีการเพิ่ม หรือลด ในลักษณะให้มีอัตราร้อยละที่คงที่ (Geometric Gradient Series)

6.3 ดอกเบี้ยทบต้นคิดแบบต่อเนื่อง (Continuous Compounding and Continuous Interest Factor)

6.1 มูลค่าของเงินตามเวลา (Time Value of Money)

ค่าของเงินจะมีการเปลี่ยนแปลงไปกับเวลา ในลักษณะของการลงทุน จะหมายถึง ค่าของเงินที่ลงทุนในปัจจุบัน จะมีมูลค่าเปลี่ยนไป เช่น ถ้าลงทุน 100 บาท ในปัจจุบัน และได้เงิน 120 บาท ที่ปลายปี หมายความว่าเงิน 100 บาท ในปัจจุบันนี้มีมูลค่าเท่ากับเงิน 120 บาท เมื่อสิ้นปี หรือมีความเทียบเท่ากันได้ทางการเงิน (Financial Equivalent) โดยค่าเงิน 100 บาท ในปัจจุบัน เรียกว่าเป็น Present Value (Present Worth) และค่าเงิน 120 บาท เมื่อสิ้นปี เรียกว่าเป็น Future Value (Future Worth)

กลไกของการเปลี่ยนแปลงค่าของเงิน (Value) ประกอบด้วย

1. จำนวนเงิน (Amount)
2. เวลา (Time)
3. อัตราดอกเบี้ย (Interest Rate)

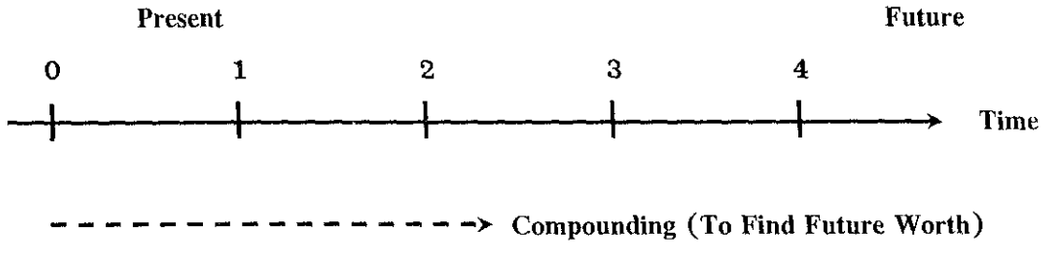
ในแง่ของการลงทุน อัตราดอกเบี้ยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกโครงการลงทุน เนื่องจากโครงการที่น่าลงทุนจะต้องมีอัตราผลตอบแทน (Rate of Return) มากกว่าอัตราดอกเบี้ย เนื่องจากบางโครงการอาจต้องมีการกู้ยืมเงินจากธนาคารมาเพื่อทำการลงทุน หรือถ้าอัตราผลตอบแทนต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ผู้ลงทุนก็จะเอาเงินไปฝากธนาคารจะดีกว่านำมาลงทุนแล้วได้ผลตอบแทนน้อยกว่า

ในการคิดมูลค่าของเงิน โดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องอาจคิดไปข้างหน้า หรือ คิดย้อนกลับมาก็ได้ จึงแบ่งกระบวนการคิดค่าเงินออกเป็น 2 แบบ คือ

1. Compounding Process
2. Discounting Process

1. Compounding Process

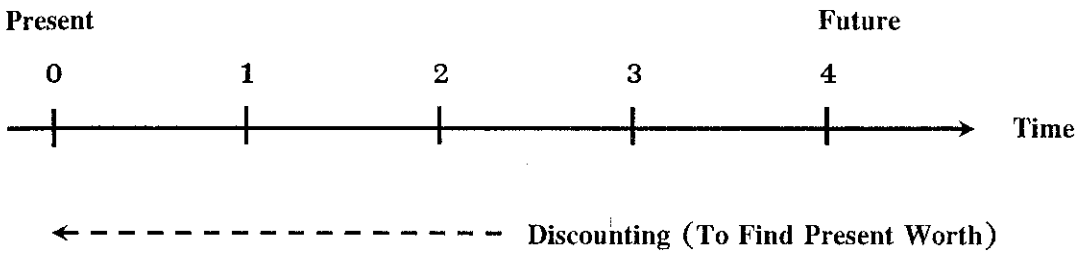
เป็นการคิดมูลค่าจากปีปัจจุบัน (Present Worth) ไปเป็นมูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth) ซึ่งเงินจะมีค่าเพิ่มขึ้นไปกับเวลา ในแง่ของเศรษฐศาสตร์ค่าของเงินที่เพิ่มขึ้นมานี้จะได้มาจากผลตอบแทนของการลงทุน เช่น จากดอกเบี้ยเงินฝาก เป็นต้น



รูปที่ 6-1 แผนภูมิแสดง Compounding Process (To Find Future Worth)

2. Discounting Process

เป็นการคิดย้อนกลับมาจากมูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth) กลับสู่มูลค่าเงินเทียบเท่าปีปัจจุบัน (Present Worth) โดยเงินในอนาคตนี้จะมีมูลค่าลดลง อัตราการลดลงของค่าของเงินในอนาคตสู่ปัจจุบันอาจเรียกว่าเป็น Discount Rate ซึ่งมักจะมีค่าเทียบเท่ากับอัตราดอกเบี้ยนั่นเอง



รูปที่ 6-2 แผนภูมิแสดง Discounting Process (To Find Present Worth)

6.2 อัตราดอกเบี้ยและสมการ (Interest Rate and formulas)

ดอกเบี้ย (Interest) คือ จำนวนเงินซึ่งต้องจ่ายตอบแทนให้เป็นผลประโยชน์ เมื่อมีการกู้ยืม

อัตราดอกเบี้ย (Interest Rate) คือ อัตราส่วนของดอกเบี้ยที่จ่ายเมื่อครบกำหนดเวลา ต่อจำนวนเงินต้นที่ให้ยืม

การคิดดอกเบี้ย แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. ดอกเบี้ยธรรมดา (Simple Interest)
2. ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest)

ดอกเบี้ยธรรมดา (Simple Interest)

เป็นการคิดดอกเบี้ยครั้งเดียวเมื่อสิ้นสุดของเวลา ไม่มีการสะสมของดอกเบี้ยและเงินต้นในแต่ละคาบเวลา (Period)

สมการดอกเบี้ยธรรมดา เขียนได้ว่า

$$I = P\,i\,N$$

เมื่อ I = ดอกเบี้ยที่ได้รับ (บาท)
P = เงินต้น (Present Worth) (บาท)
I = อัตราดอกเบี้ยต่อระยะเวลา (ต่อปี)
N = จำนวนระยะเวลา (Period) ที่คิดดอกเบี้ย (ปี)

การหาเงินรวมที่ได้รับเมื่อสิ้นสุดเวลาที่ n หรือ Future Worth, (F) หาได้จาก

$$F = P + I$$

หรือ

$$F = P * (1 + i\,N)$$

ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest)

เป็นการคิดดอกเบี้ย โดยคิดรวมกับเงินต้น เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาแต่ละคาบเวลา (Period) สมการดอกเบี้ยทบต้น เขียนได้ว่า

$$F = P * (1 + i)^N$$

เมื่อ F = เงินที่จะได้รับเมื่อครบกำหนดระยะเวลา (Future Worth) (บาท)

ในส่วนของเทอม $(1 + i)^N = F/P$ เรียกว่า "Single Payment Compound Amount Factor"

การคิดดอกเบี้ยที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไม่ค่อยได้คิดแบบดอกเบี้ยธรรมดา แต่ใช้ระบบดอกเบี้ยทบต้นเป็นส่วนใหญ่

สมการที่ใช้ในการคิดดอกเบี้ยทบต้น (Compound interest formulas and calculation)

สัญลักษณ์ (Symbols)

P = Present Worth คือ เงินต้น หรือ ค่าเงินปัจจุบัน ณ เวลาปัจจุบัน (เวลาที่กำลังพิจารณา)

F = Future Worth คือ เงินรวม หรือ ค่าเงินในอนาคต

A = Annual Worth (Annual Payment หรือ Annuity) หรือ ค่าเงินจ่ายชำระเป็นงวด ๆ นิยมใช้เป็นรายปี หรือ รายเดือน

N = Interest Period หรือ จำนวนคาบเวลาของการคิดค่าเงิน หรือ เวลาที่กำหนดในข้อตกลงการกู้ยืม (เป็นวัน เดือน ปี)

r = Nominal Interest Rate per Period หรือ อัตราดอกเบี้ย ที่คิดครั้งเดียวต่อปี

I = Effective Interest Rate per Period หรือ อัตราดอกเบี้ย ที่คิดหลายครั้งต่อปี

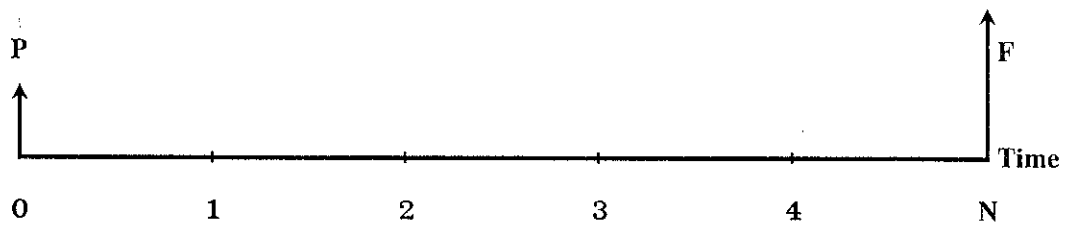
การคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นนั้น ยังสามารถแยกย่อยออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ได้อีก คือ

1. แบบจ่ายครั้งเดียว (Single Payment)
2. แบบจ่ายเป็นอนุกรม (Series Payment)

แบบจ่ายครั้งเดียว (Single Payment)

- Single Payment Compound Amount Factor (CAF)

หาค่าเงินรวม F เมื่อทราบค่าเงินต้น P



รูปที่ 6-3 แผนภูมิแสดง Single Payment Compound Amount Factor (CAF)

ใช้คำนวณหาค่าเงินในอนาคต F (Future Worth) เมื่อทราบค่าเงินต้น (Present Worth) โดยกำหนดค่า Effective Interest Rate, i% ต่อ Period ในช่วงเวลา N Periods

สำหรับ End of 1^{st} Period

$$F = P + (\text{Interest on } P)$$

$$F = P + Pi$$

$$F = P * (1 + i)$$

สำหรับ End of 2^{nd} Period

$$F = P(1 + i) + \text{Interest on } P(1 + i)$$

$$F = P(1 + i) + P(1 + i)\, i$$

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

$$F = P * (1 + i)^2$$

ดังนั้น สำหรับ End of N^{th} Period

$$F = P * (1 + i)^N$$

เพราะฉะนั้น $F/P = (1 + i)^N$

เขียนได้เป็น $F/P = (F/P, i\%, N)$ หรือ $(CAF, i\%, N)$

- Single Payment Present Worth Factor (PWF)

หาค่าเงินต้น P เมื่อทราบค่าเงินรวม F

รูปที่ 6-4 แผนภูมิแสดง Single Payment Present Worth Factor (PWF)

ใช้คำนวณหาค่าเงินต้น (Present Worth) เมื่อทราบค่าเงินในอนาคต (Future Worth) จากสมการ

$$F = P * (1 + i)^N$$

$$P = F * [1/(1 + i)^N]$$

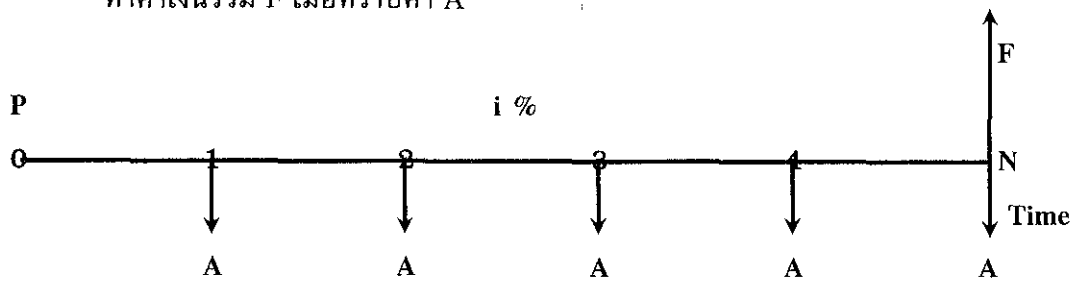
เพราะฉะนั้น $P/F = [1/(1 + i)^N]$

เขียนได้เป็น $P/F = (P/F, i\%, N)$ หรือ $(PWF, i\%, N)$

แบบจ่ายเป็นอนุกรม (Series Payment)

- Uniform Series Compound Amount Factor (SCAF)

หาค่าเงินรวม F เมื่อทราบค่า A



รูปที่ 6-5 แผนภูมิแสดง Uniform Series Compound Amount Worth Factor (SCAF)

เป็นการคำนวณหาค่าเงินรวม (Future Worth) ของเงินจ่ายเป็นงวด (Annuity) ซึ่งมีอัตราดอกเบี้ย (i%) ตลอดระยะเวลา N Periods

ในกรณีนี้ ค่าเงินรวม (F) จะได้จากการสะสมเงินจำนวน A ซึ่งจ่ายทุกๆ ช่วงระยะเวลาเริ่มจากช่วงที่ 1 จนถึง N อาจแยกพิจารณาเป็นเงินที่ได้รับจากผลรวมของเงินต้น A คิดอัตราดอกเบี้ย i% มีช่วงระยะเวลาของการสะสมสำหรับช่วงที่ 1 เป็น N-1 และช่วงที่ 2 เป็น N-2 และลดลงตามลำดับ จนถึงช่วงสุดท้าย คือที่ N ซึ่งไม่มีเวลาสะสมดอกเบี้ยเลย ดังนั้น เมื่อคิดจากงวดสุดท้ายรวมมาจนถึงงวดแรก

$$F = A + A(1 + i) + A(1 + i)^2 + \ldots + A(1 + i)^{N-2} + A(1 + i)^{N-1}$$

$$F * (1 + i) = A + A(1 + i) + A(1 + i)^2 + \ldots + A(1 + i)^{N-1} + A(1 + i)^N$$

$$F * (1 + i) = F + A(1 + i)^N + A$$

$$(F * (1 + i)) - F = A * (1 + i)^N + A$$

ดังนั้น $F = A * [((1 + i)^N - 1)/i]$

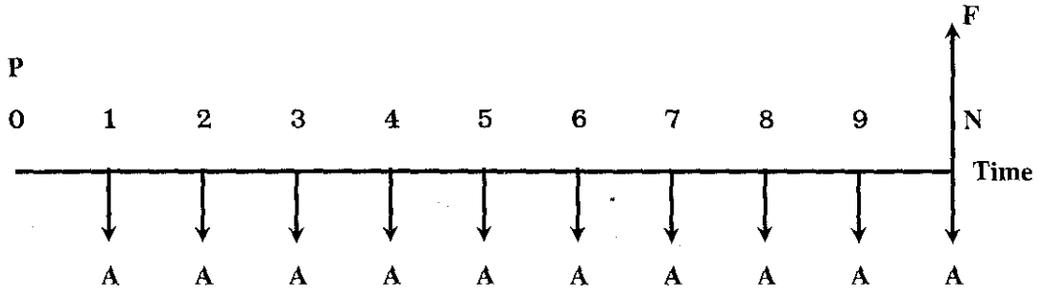
หรือ $F/A = ((1 + i)^N - 1)/i$

$$= (F/A, i\%, N)$$

$$= (SCAF, i\%, N)$$

- Uniform Series Sinking Fund Factor (SFF)

หาค่า A เมื่อทราบค่าเงินรวม F



รูปที่ 6-6 แผนภูมิแสดง Uniform Series Sinking Fund Factor (SFF)

เป็นการหาเงินค่างวด (Annuity) ที่ต้องเก็บเข้าหรือจ่ายออกไปตลอดระยะเวลา N Period ที่อัตรา i% ต่อ Period ให้มีมูลค่าเท่ากับเงินรวม (Future Worth) ในอนาคตที่ดอกเบี้ย i% ตลอดระยะเวลา N Period จากสมการ

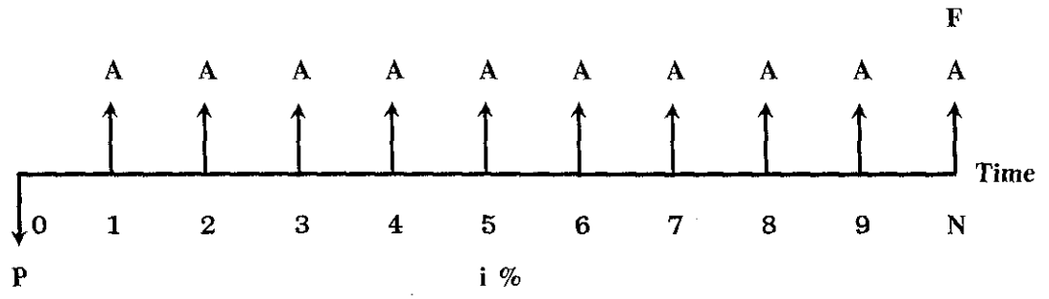
$$F = A * [((1 + i)^N - 1)/i]$$

ดังนั้น
$$A = F * [i/((1 + i)^N - 1)]$$

หรือเขียนได้ว่า
$$A/F = i/((1 + i)^N - 1)$$
$$= (A/F, i\%, N)$$
$$= (SFF, i\%, N)$$

- Uniform Series Present Worth Factor (SPWF)

หาค่าเงินต้น P เมื่อทราบค่า A



รูปที่ 6-7 แผนภูมิแสดง Uniform Series Worth Factor (SPWF)

ใช้สำหรับคำนวณหาค่าเงินปัจจุบัน หรือเงินต้น (Present Worth) ของเงินชำระจ่ายเป็นงวด (Annuity) จำนวน N งวด ที่อัตราดอกเบี้ย i% จากสมการ

$$F = P * (1 + i)^N$$

และ $$F = A * [((1 + i)^N - 1) / i]$$

ดังนั้น $$P * (1 + i)^N = A * [((1 + i)^N - 1) / i]$$

และ $$P = A * [((1 + i)^N - 1) / i] * [1/(1 + i)^N]$$

ดังนั้น $$P = A * [((1 + i)^N - 1) / (i (1 + i)^N)]$$

หรือเขียนได้ว่า $$P/A = ((1 + i)^N -1) / (i (1 + i)^N)$$

$$= (P/A, i\%, N)$$

$$= (SPWF, i\%, N)$$

- Uniform Series Capital Recovery Factor (CRF)

หาค่า A เมื่อทราบค่าเงินต้น P

ใช้สำหรับคำนวณเงินค่างวด (Annuity) ที่มีมูลค่าเท่ากับเงินต้นปัจจุบันตลอดระยะเวลา N Period ที่ดอกเบี้ย i% จากสมการ

$$P = A * [((1 + i)^N - 1) / (i (1 + i)^N)]$$

จะได้ว่า $$A = P * [(i(1 + i)^N) / ((1 + i)^N - 1)]$$

หรือเขียนได้ว่า $$A/P = [(i(1 + i)^N) / ((1 + i)^N-1)]$$

$$= (A/P, i\%, N)$$

$$= (CRF, i\%, N)$$

ตัวอย่าง การแก้ปัญหาดอกเบี้ย

ตัวอย่าง 6.1 ถ้าเงินจำนวน 1,000 บาท ถูกยืมไปเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2520 คิดอัตราดอกเบี้ย 6% ถามว่าควรได้รับเงินจำนวนเท่าใดในวันที่ 1 มกราคม 2530

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 10$

$P = 1,000$ $F = ?$

$$F = P(CAF, 6\%, 10)$$
$$= P * (1 + i)^N$$
$$= 1,000 * (1 + 0.06)^{10}$$
$$= 1,000 * (1.7908)$$
$$= 1,791 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 6.2 จะต้องลงทุนด้วยเงินจำนวนเท่าใด ในวันที่ 1 มกราคม 2524 เพื่อที่จะได้รับเงินจำนวน 1,791 บาท ในวันที่ 1 มกราคม 2530 โดยคิดอัตราดอกเบี้ย 6%

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 6$

$P = ?$ $F = 1,791$

$$P = F(PWF, 6\%, 6)$$
$$= F * [1/(1 + i)^N]$$
$$= 1,791 * [1/(1 + 0.06)^6]$$
$$= 1,263 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 6.3 จำนวนเงิน 1,263 บาท ในวันที่ 1 มกราคม 2524 จะมีค่าเทียบเป็นเงินต้น (Present worth) เท่าใดในวันที่ 1 มกราคม 2517 คิดอัตราดอกเบี้ย 6%

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 7$

$P = ?$ $F = 1,263$

$$P = F(PWF, 6\%, 7)$$
$$= F * [1/(1 + i)^N]$$
$$= 1,263 * [1/(1 + 0.06)^7]$$
$$= 840 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 6.4 ถ้าลงทุนด้วยเงิน 840 ที่อัตราดอกเบี้ย 6% ในวันที่ 1 มกราคม 2517 เราจะสามารถรับเงินจำนวนเท่า ๆ กัน ทุกปี (Annual payment) เริ่มจากปี 2518 เป็นเวลา 10 ได้เท่าไร?

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 10$

$P = 840$ $A = ?$

$$A = (CRF, 6\%, 10)$$
$$= P * [(i (1 + i)^N) / ((1 + i)^N - 1)]$$
$$= 840 * [(0.06 * (1 + 0.06)^{10}) / ((1 + i)^{10} - 1)]$$
$$= 114.1 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 6.5 ถ้าเริ่มฝากเงินปีละเท่า ๆ กัน 114.1 บาท ตั้งแต่ปลายปี 2517 เป็นเวลา 10 ปี คิดอัตราดอกเบี้ย 6% เราควรจะได้รับเงินจำนวนเท่าใดเมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 10$

$A = 114.1$ $F = ?$

$$F = (SCAF, 6\%, 10)$$
$$= A * [((1 + i)^N - 1) / i]$$
$$= 114.1 * [((1 + 0.06)^{10} - 1) / 0.06]$$
$$= 1{,}504 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 6.6 ในวันที่ 1 มกราคม 2521 จะเริ่มฝากเงินงวดแรกและจะฝากด้วยจำนวนเท่ากันนี้ตลอดไปทุก ๆ ปี คิดอัตราดอกเบี้ย 6% ถ้าต้องการรับเงินจำนวน 1,504 บาท ในวันที่ 1 มกราคม 2527 จะต้องฝากเงินทุก ๆ ปี จำนวนเท่าใด

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 7$

$F = 1{,}504$ $A = ?$

$$A = (SFF, 6\%, 7)$$
$$= F * [i/((1 + i)^N - 1)]$$
$$= 1{,}504 * [0.06/((1 + 0.06)^7 - 1)]$$
$$= 179.2 \text{ บาท}$$

หมายเหตุ ยังคงต้องมีการฝากอยู่จนถึง 1 มกราคม 2527 ดังนั้นจึงรวมเป็น 7 งวด

ตัวอย่างที่ 6.7 ถ้าต้องการรับเงินจำนวนเท่าๆ กันปีละ 179.20 บาท เริ่มจากปี 2520 เป็นเวลา 7 ปี คิดอัตราดอกเบี้ย 6% จะต้องฝากเงินจำนวนเท่าใดเมื่อต้นปี 2520?

วิธีทำ $i = 0.06$ $N = 7$

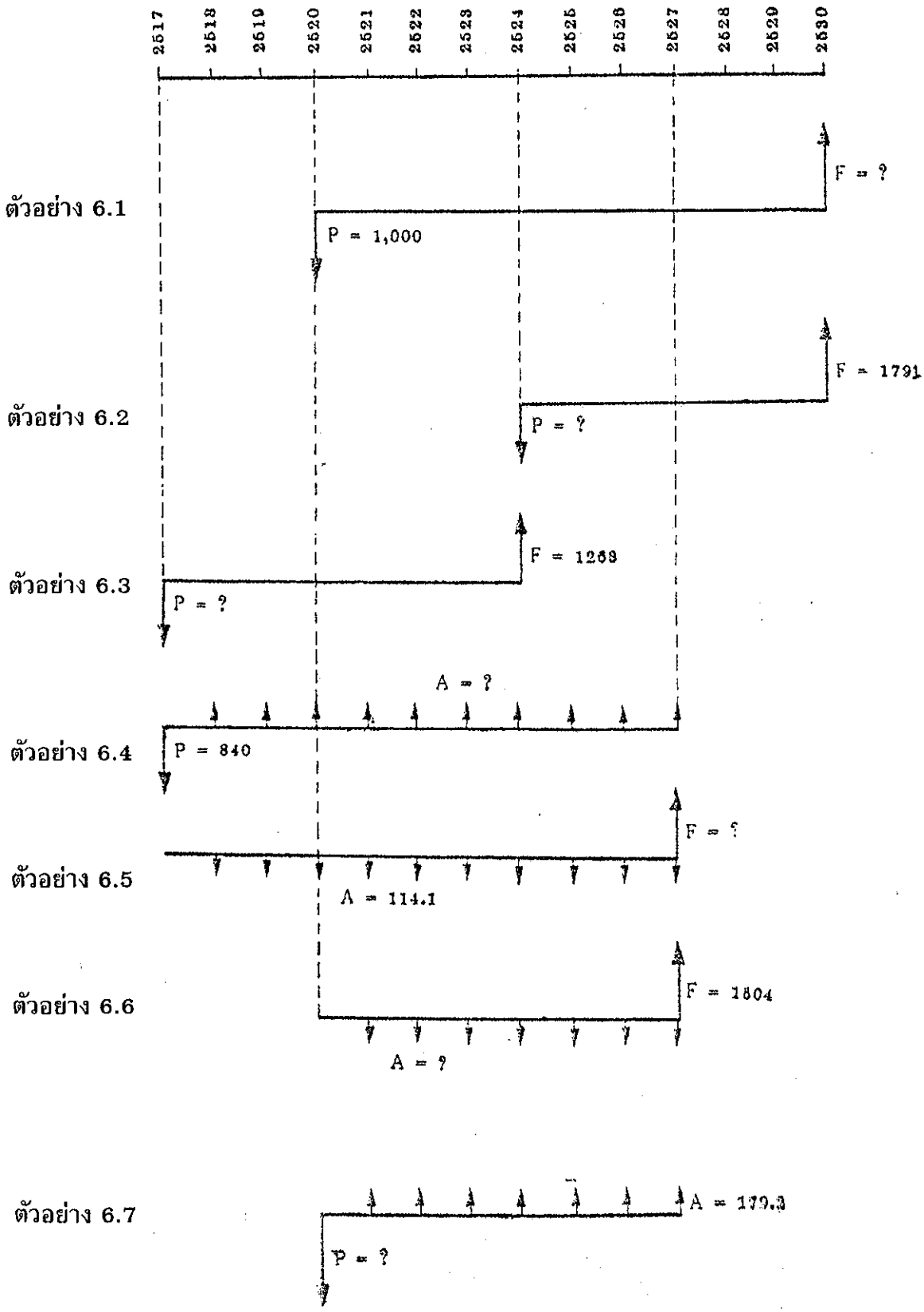
$A = 179.20$ $P = ?$

$P = (SPWF, 6\%, 7)$

$= A * [((1 + i)^N - 1) / (i (1 + i)^N)]$

$= 179.20* [((1 + 0.06)^7 - 1)/(0.06 (1 + 0.06)^7)]$

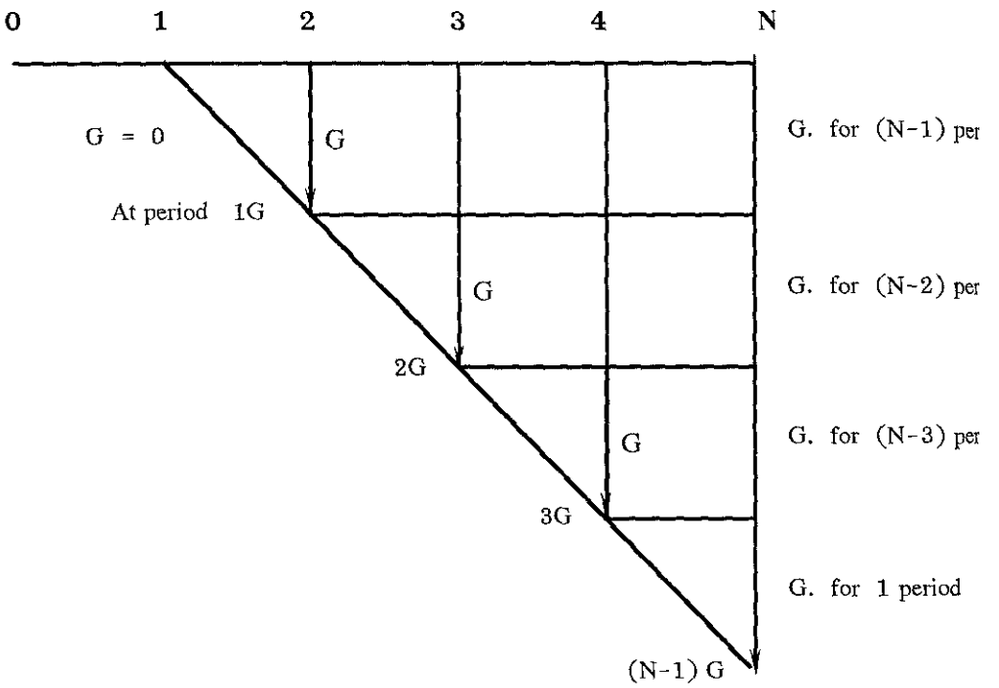
$= 1{,}000$ บาท



รูปที่ 6-7 แผนภูมิแสดง ตัวอย่างการแก้ปัญหาดอกเบี้ย

กระแสเงินที่มีการกระจายในลักษณะเพิ่ม หรือลดด้วยค่าคงที่ ตลอดระยะเวลาหนึ่ง ๆ (Arithmetic Gradient Series)

เป็นกระแสเงินที่มีการกระจายในลักษณะเพิ่ม หรือลดลงด้วยค่าคงที่ค่าหนึ่ง ตลอดระยะเวลาหนึ่ง ๆ

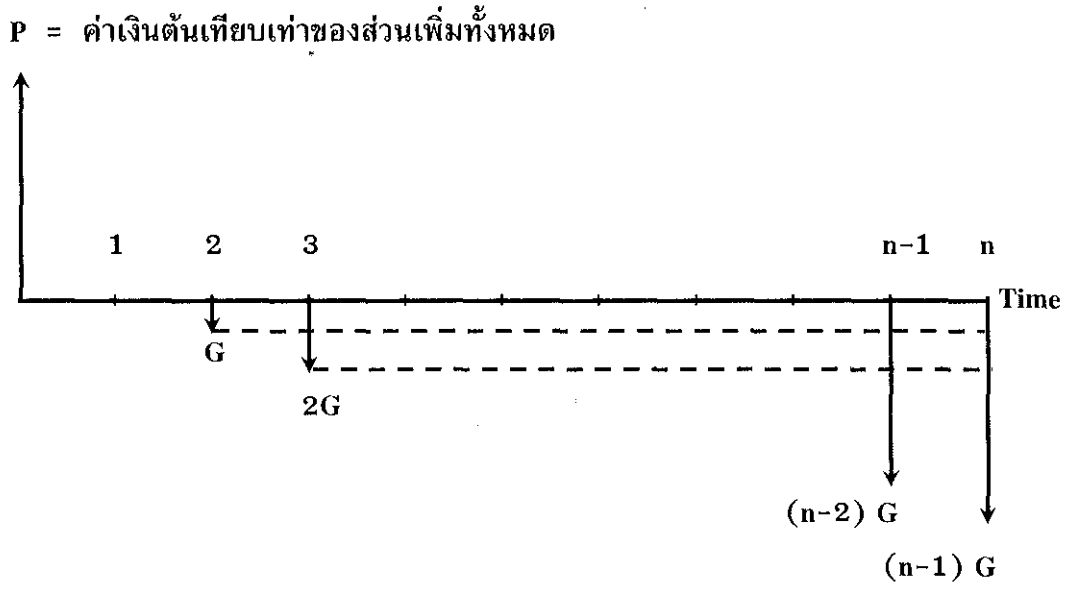


รูปที่ 6-8 แผนภูมิแสดง Arithmetic Gradient Series

การกระจายตัวของกระแสเงินแบบนี้มักจะเกี่ยวพันกับค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งาน เช่น ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งโดยปรกติจะเพิ่มขึ้นทุกปี โดยประมาณว่าเพิ่มขึ้นคงที่ด้วยทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงค่าซ่อมแซม บำรุงรักษาดังกล่าวอาจจะไม่ได้เพิ่มขึ้นในลักษณะคงที่จริง ๆ ก็ได้ ทั้งนี้ที่สมมุติให้เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ก็เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการเปรียบเทียบ และการคำนวณ

ค่าคงที่ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงนี้มีมูลค่าเป็น G ต่องวดเวลา (Period) เรียกว่า Uniform Arithmetic Gradient ทั้งนี้กำหนดให้ค่า G ที่งวดที่ 1 (Period 1) มีค่าเป็น 0

ถ้าพิจารณาเฉพาะส่วนที่เพิ่ม หรือ G นี้จะเป็นไปดังรูปด้านล่าง



จากรูปพบว่าส่วนที่เพิ่ม (G) จะเป็นอนุกรมเล็กๆ ซ้อนกันอยู่ เริ่มจากอนุกรมแรกค่าใช้จ่าย (G) จะเริ่มจากช่วงระยะเวลาที่ 2 จนถึง N

อนุกรมที่ 2 เริ่มจากช่วงระยะเวลาที่ 3 จนถึง N เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ

ถ้าต้องการหาค่าเงินรวม F เมื่อทราบค่า G

ค่าเงินรวมในปีที่ N หรือ

$$F = G(F/A, i\%, N-1) + G(F/A, i\%, N-2) + \ldots\ldots + G(F/A, i\%, N-(N-2)) + G(F/A, i\%, N-(N-1))$$

แทนค่า $(F/A, i\%, N) = ((1+i)^N - 1)/i$

ดังนั้น

$$F = G\left[((1+i)^{N-1} - 1)/i + ((1+i)^{N-2} - 1)/i + \ldots\ldots\ldots + ((1+i)^2 - 1)/i + ((1+i)^1 - 1)/i\right]$$

$$= [G/i]\left[(1+i)^{N-1} + (1+i)^{N-2} + \ldots\ldots\ldots + ((1+i)^2 + (1+i)^1 - (N-1)\right]$$

แต่เนื่องจาก

$$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \ldots\ldots + A(1+i)^{N-2} + A(1+i)^{N-1}$$

$$F/A = \left[(1+i)^{N-1} + (1+i)^{N-2} + \ldots\ldots + (1+i)^2 + (1+i)^1 + 1\right]$$

แทนในสมการจะได้

$$F = [G/i]\,[F/A - N]$$

แต่ $F/A = ((1+i)^N - 1)/i$

ดังนั้น $F = [G/i] [(((1 + i)^N - 1)/i) - N]$

หรือ $(F/G, i\%, N) = [(((1 + i)^N - 1)/i) - N]/i$

ถ้าต้องการหาค่าเงินต้น P เมื่อทราบค่า G

จากสมการ

$F = [G/i] [F/A - N]$

ดังนั้น $F/G = [F/A - N]/i$

คูณด้วย P/F ; $(P/F)(F/G) = [(P/F)(F/A) - N(P/F)]/i$

$P/G = [(P/A) - N(P/F)]/i$

หรือ $P/G = [((1 + i)^N - 1)/(i(1 + i)^N) - N/(1 + i)^N]/i$

$= (P/G, i\%, N)$

หรือ $P = [G/i] [(((1 + i)^N - 1) / (i(1 + i)^N)) - N/(1 + i)^N]$

ถ้าต้องการหาค่า A เมื่อทราบค่า G

จากสมการ

$F/G = [F/A - N]/i$

คูณด้วย (A/F) ; $(A/F)(F/G) = [(A/F)(F/A) - N (A/F)]/i$

$A/G = [1 - N(A/F)]/i$

ดังนั้น $A/G = [(1/i) - N/((1 + i)^N - 1)]$

$= (A/G, i\%, N)$

หรือ $A = G [(1/i) - N/((1 + i)^N - 1)]$

ตัวอย่างที่ 6.8 สมมติว่าค่าซ่อมบำรุงของเครื่องจักรตัวหนึ่งในปลายปีที่ 2 เป็นเงิน 100 บาท ปลายปีที่ 3 เป็นเงิน 200 บาท และปลายปีที่ 4 เป็นเงิน 300 บาท และเพิ่มขึ้นในลักษณะนี้จนมีค่าเท่ากับ 900 บาท ในปลายปีที่สิบ ต้องการเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงเหล่านี้ ให้เป็นค่าเทียบเท่ารายปีเท่าๆ กัน ตลอดเวลา 10 ปี ด้วยอัตราดอกเบี้ย 9% จงหาค่าเฉลี่ยนี้?

วิธีทำ $i = 9\%$ $N = 10$ ปี

$G = 100$ บาท $A = ?$

$$A = G * [(1/i) - N/((1 + i)^N - 1)]$$
$$= 100 * [(1/0.09) - 10/((1 + 0.09)^{10} - 1)]$$
$$= 379.7 \text{ บาท}$$

กระแสเงินที่มีการกำหนดให้มีการเพิ่ม หรือลด ในลักษณะให้มีอัตราร้อยละที่คงที่ (Geometric Gradient Series)

ในบางกรณีการกระจายตัวของค่าใช้จ่าย อาจมีการกำหนดให้มีการเพิ่ม หรือลดลงในลักษณะเป็นอัตราร้อยละที่คงที่ (Constant Percentage) เช่น ค่าซ่อมบำรุงบางรายการ การเพิ่มของค่าจ้างแรงงาน ค่าวัสดุ ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน เป็นต้น ลักษณะของ Geometric Gradient Series สามารถอธิบายได้ดัง cash flow diagram (รูปที่ 6-9) ด้านล่าง

การหาค่า Present Worth ของกรณี Geometric Gradient Series แบ่งออกได้เป็น 3 กรณีด้วยกัน

เมื่อ g = อัตราร้อยละที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างคงที่ (Constant percentage)

A = รายรับ/จ่าย ต่องวดเวลา

กรณีที่ 1 เมื่อ $g > i$;

ถ้าให้ $i^* = (1 + g)/(1 + i)$

= Special Interest Rate

$$P = [A1/(1 + i)] * [((1 + i^*)^N - 1)/i^*]$$

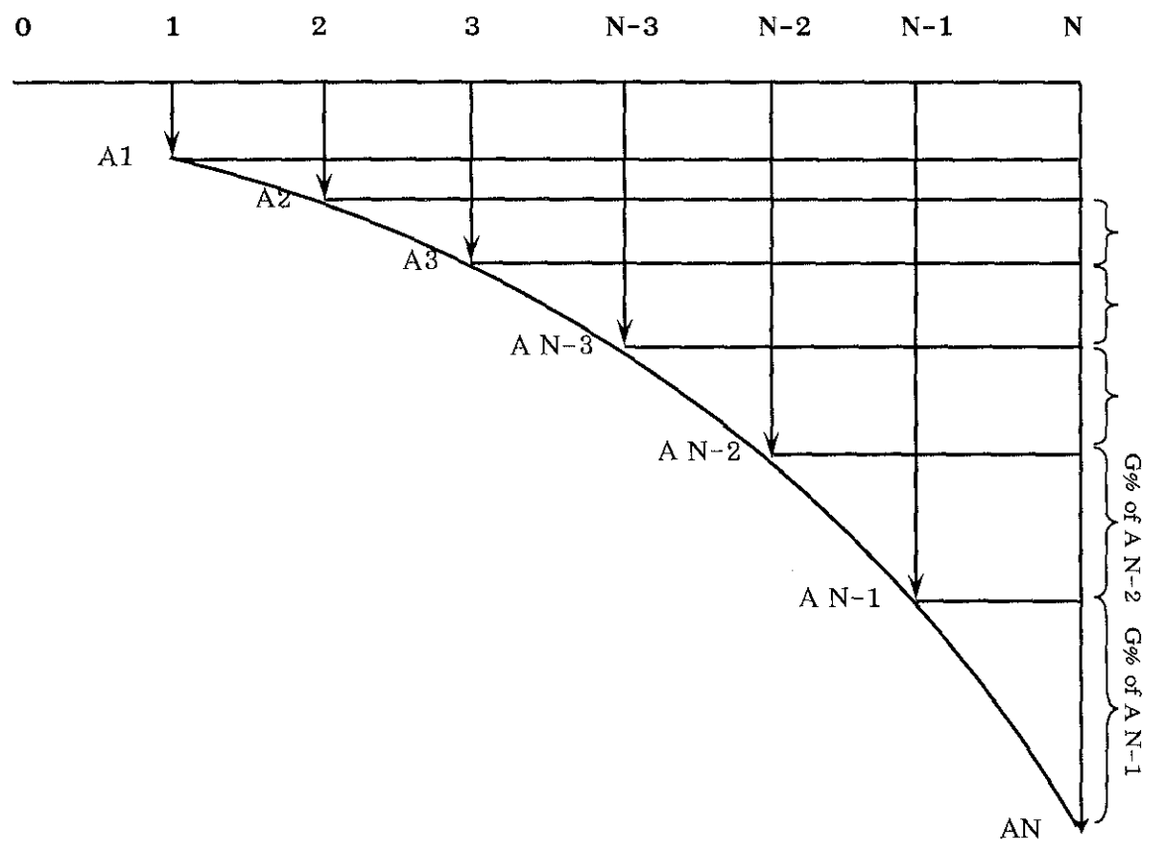
กรณีที่ 2 เมื่อ $g < i$;

ถ้าให้ $i^* = (1 + i)/(1 + g)$

$$P = [A1/(1 + g)] * [((1 + i^*)^N - 1)/ (i^*(1 + i^*)^N)]$$

กรณีที่ 3 เมื่อ $g = i$;

$$P = [A1/(1 + g)] * [N]$$



รูปที่ 6-9 แผนภูมิแสดง Geometric Gradient Series

6.3 ดอกเบี้ยทบต้นคิดแบบต่อเนื่อง (Continuous Compounding and Continuous Interest Factor)

ในชีวิตประจำวันการซื้อขายสินค้าโดยเฉพาะสินค้าเงินผ่อน เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า มักจะมีการคิดดอกเบี้ยในลักษณะที่มีการคิดดอกเบี้ยมากกว่า 1 ครั้งในรอบ 1 ปี โดยอาจคิดเป็นแบบ

- Semiannual Interest หรือ มี N = 2 (2 ครั้งต่อปี)
- Quarterly Interest หรือ มี N = 4 (เช่นราย 3 เดือน)
- Continuous Interest หรือ มี N เป็น ∞
- Monthly Interest หรือ มี N = 12

สมมติว่า มีการกู้ยืมเงินกัน 1,000 บาท คิดอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี เมื่อเทียบกันกับเปลี่ยนเป็นคิดดอกเบี้ย 1% ต่อเดือน จะพบว่า

กรณีที่คิด 12% ต่อปี เมื่อครบ 1 ปี จะต้องจ่ายเงินคิดเป็น $1,000 * (1 + 0.12)^1$ ซึ่งเท่ากับ 1,120 บาท

กรณีที่คิด 1% ต่อเดือน เมื่อครบ 1 ปี จะต้องจ่ายเงินคิดเป็น $1,000 * (1 + 0.01)^{12}$ ซึ่งเท่ากับ 1,126.80 บาท

จะเห็นว่าในกรณีของการคิดดอกเบี้ยแบบที่ 2 หรือคิดมากครั้งต่อปี จะได้รับดอกเบี้ยมากกว่าคิดแบบครั้งเดียวต่อปี

อัตราดอกเบี้ยที่คิดเพียงครั้งเดียวต่อปี เรียกว่า "Nominal interest rate" ในขณะที่อัตราดอกเบี้ยที่คิดหลายครั้งต่อปีจะเรียกว่า "Effective interest rate" และยิ่งมีการคิดดอกเบี้ยเป็นจำนวนมากๆ ครั้งต่อปี เช่น 365 ครั้ง (ตามจำนวนวัน) ถือว่าเป็นการคิดอัตราดอกเบี้ยแบบ "Continuous interest rate"

สมการที่ใช้ในการคิดอัตราดอกเบี้ยที่คิดหลายครั้งใน 1 ปี

$$\textbf{Effective Interest Rate} = (1 + r/m)^m - 1$$

เมื่อ r = Nominal Interest Rate (% ต่อ ปี)

M = จำนวนครั้งที่มีการคิดดอกเบี้ยใน 1 ปี

ในกรณีที่ m มีค่ามากๆ เช่น 365 (วัน) หรือเป็น ∞ จะถือได้ว่ามีการคิดดอกเบี้ยเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous compounding) จะคิดอัตราดอกเบี้ยได้จาก

$$\textbf{Effective Interest Rate}_{\text{(Continuous compounding)}} = e^r - 1$$

คำถามท้ายบท

1. การคิดมูลค่าของเงินตามเวลา (Time Value of Money) แบ่งเป็นอย่างไรได้บ้าง?
2. การคิดดอกเบี้ยแบ่งเป็นอย่างไรได้บ้าง?
3. กลไกของการเปลี่ยนค่าเงินประกอบไปด้วยอะไรบ้าง?
4. จะต้องคิดอัตราดอกเบี้ยต่อปีเป็นเท่าไร จึงจะได้ค่าของเงินรวมเป็น 6 เท่าของเงินต้นในเวลา 10 ปี?
5. กำหนดอัตราดอกเบี้ย 8% ต่อปี (จากการคิดดอกเบี้ยจำนวน 4 ครั้งต่อปี) เงินต้นที่จะได้รับเมื่อครบกำหนดให้จ่ายคืนงวดละ 500 บาท ทุก ๆ 3 เดือน เป็นเวลา 8 ปี จะเป็นเท่าใด?
6. จะต้องลงทุนที่ปลายปี ทุก ๆ ปี ตลอดระยะเวลา 30 ปี ด้วยจำนวนที่เท่า ๆ กันเท่าใด จึงจะสามารถสะสมทุนได้จำนวน 200,000 บาท เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว คิดอัตราดอกเบี้ย 4%
7. ในโจทย์ข้อ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 18 ปี แล้วจำนวนเงินที่สะสมไว้จะมีค่าเท่าใด?
8. ถ้าฝากเงิน10,000 บาท เวลานี้ที่อัตราดอกเบี้ย 6 % จะสามารถถอนเงินเป็นรายปีทุก ๆ สิ้นปี ตลอดระยะเวลา 10 ปี ได้จำนวนเท่าใด?
9. จากการกู้ยืมในโจทย์ข้อ 8 หลังจากชำระงวดที่ 4 แล้ว ถามว่ายอดเงินที่ยังเป็นหนี้อยู่มีค่าเท่าใด?

Chapter 7
ค่าเสื่อมราคา การสิ้นเปลืองของทรัพย์สิน การถอนทุนคืน และการคิดภาษี
(Depreciation, Depletion, Amortization and Tax Consideration)

7.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

- การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight-Line Method)
- ตราเสื่อมราคาต่อปี (Depreciation Rate)
- มูลค่าตามบัญชี เมื่อสิ้นปีที่ x

7.2 การสิ้นเปลืองของทรัพย์สิน (Depletion)

- Cost Depletion
- Percentage Depletion

7.3 การถอนทุนคืน (Amortization)

7.4 เครดิตภาษี (Investment Tax Credit)

7.5 การคิดภาษี (Tax Consideration)

Depreciation Depletion และ Amortization เป็นวิธีการคิดค่าใช้จ่ายต้นทุนทางบัญชี เพื่อที่จะถอนเงินทุนที่ลงไปในด้านเครื่องจักรกลและทรัพย์สินต่าง ๆ จากโครงการลงทุนที่ได้ดำเนินการไปแล้ว โดยนำออกไปหักออกจากรายได้ของบริษัทก่อนเอาไปเสียภาษีรายได้

Depreciation Depletion และ Amortization นี้เป็น Non cash items ในการคิดกระแสเงิน

ในหลาย ๆ กรณีรัฐบาลได้กระตุ้นให้มีการลงทุนเพิ่มเติมในโครงการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาในทิศทางซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ การดำเนินการดังกล่าวอาจทำได้โดยอนุญาตให้เงินลงทุนส่วนหนึ่งในด้านเครื่องจักรหรือค่าใช้จ่ายประเภททุน สามารถนำไปเครดิตภาษีได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือนำไปหักลดออกจากภาษีรายได้ที่จะต้องเสียให้รัฐ

7.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

เป็นการเสื่อมมูลค่าของเครื่องจักรและทรัพย์สิน เช่น อาคาร โรงเรือน เมื่อมีการใช้งานและเมื่อเวลาผ่านไป หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการลดคุณค่าของทรัพย์สินตามกาลเวลาที่ผ่านไปหรือเป็นเพราะว่าผ่านการใช้งาน

ค่าเสื่อมราคาเป็น Non Cash Item ซึ่งนำไปหักออกจากรายได้ของบริษัทก่อนคิดภาษีรายได้นิติบุคคล (Corporate Income Tax) ค่าเสื่อมราคามักจะใช้กับทรัพย์สินที่

- มีการสึกหรอเนื่องจากการใช้งาน
- การล้าสมัย และเสื่อมราคาของทรัพย์สิน เช่น เครื่องจักร รถยนต์ อาคาร สิ่งก่อสร้าง
- ทรัพย์สินที่ได้มีการพัฒนาและปรับปรุง และของเก่าที่ถูกทดแทนไป

ในกรณีที่หักค่าเสื่อมราคาไปแล้ว และยังคงเหลือมูลค่าอยู่ เรียกมูลค่านั้นว่า ราคาซาก (Salvage Value) ซึ่งเป็นมูลค่าซึ่งได้จากการขายทิ้งหรือกำจัดทรัพย์สินนั้น

การหักค่าเสื่อมราคาสามารถหักออกได้ตามชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร หรือหักออกเป็นรายไปก็ได้ มูลค่าคงเหลือตามบัญชีจากการหักค่าเสื่อมราคาออกไปแล้วเรียกว่า มูลค่าตามบัญชี (Book Value) เมื่อ

Book Value = First cost – Cum. Depreciation Charge

วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาที่นิยมใช้กัน คือ วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight – Line Method)

การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight-Line Method)

วิธีการนี้สมมุติฐานให้การลดลงของมูลค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอายุของทรัพย์สิน เป็นระบบที่จัดสรรค่าเสื่อมราคาไว้เท่า ๆ กันตลอดอายุการใช้งาน หาได้จากสมการ

$$D = (P - S) / N$$

เมื่อ
- D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (Depreciation Charge/year)
- P = ราคาทรัพย์สิน (Cost of Asset)
- S = ราคาซาก (Salvage value)
- N = อายุการใช้งาน (Estimated Asset Life, Year)

อัตราเสื่อมราคาต่อปี (Depreciation Rate)

หาได้จากสมการ $D_r = [(1-(S/P))/N] \times 100\%$

หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์

มูลค่าตามบัญชี เมื่อสิ้นปีที่ x

หาได้จากสมการ $D_{affer\ x} = P - [(P-S)/N]\ X$

ตัวอย่าง เครื่องจักรเครื่องหนึ่งมีราคา 5,000 บาท มันจะถูกใช้ได้เป็นเวลา 10 ปี แล้วจะมีมูลค่าซากเท่ากับ 2,000 บาท ใช้การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง คำนวณ

ก) ค่าเสื่อมราคาต่อปี (Annual depreciation charge)

ข) อัตราค่าเสื่อมราคาเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับราคาของปีแรก

ค) มูลค่าตามบัญชีของเครื่องจักรหลังจาก 5 ปี ผ่านไป

วิธีทำ ก) จากสมการ $D = (P-S)/N$

$= (5000 - 2000)/10$

$= 300$ บาท/ปี

ข) จากสมการ $Dr = [(1-(S/P))/N] \times 100\%$

$= [(1-(2000/5000))/10] \times 100\%$

$= 6\%$

ค) จากคำตอบในข้อ ก) พบว่าราคาของเครื่องจักรจะลดลงเป็นเงิน 300 บาท ทุกๆ ปี ดังแสดงได้ในตารางด้านล่างนี้

มูลค่าตามบัญชี (Book Value) ของเครื่องจักรนี้

Year	Book Value (บาท)	Depreciation (บาท)
1	5,000	300
2	4,700	300
3	4,400	300
4	4,100	300
5	3,800	300
	3,500	300

หรือจากสมการ $D_{\text{after 5th year}} = P - [(P-S)/N] \times$

$= 5000 - [(5,000 - 2,000)/10] 5$

$= 3500$ บาท

7.2 การสิ้นเปลืองของทรัพย์สิน (Depletion)

เป็นการลดมูลค่าของทรัพย์สิน ซึ่งมักใช้กับธุรกิจพัฒนาทรัพยากรธรณี ซึ่งมีมูลค่าแหล่งแร่สำรอง หรือปริมาณสำรองลดลงเมื่อถูกผลิตแร่ และปิโตรเลียมเอาไปใช้ประโยชน์ ในการนี้รัฐอนุญาตให้มีการหักค่า Depletion Allowance ก่อนนำไปคิดภาษีรายได้ (เช่นเดียวกับการคิด Depreciation) การคิด Depletion Allowance แบ่งเป็น

- Cost Depletion
- Percentage Depletion

Cost Depletion

คิดได้จากสัดส่วนของผลผลิตที่ได้แต่ละปี

Cost Depletion = [Cost/Unit] × Production Unit

โดยที่ Cost/Unit = (มูลค่าลงทุนของแหล่ง)/(ปริมาณสำรองที่คาดว่าจะผลิตได้)
Production Unit = ปริมาณที่ผลิตได้ในแต่ละปี

Percentage Depletion

รัฐอาจกำหนดให้คิด Depletion ในลักษณะ Fixed Percentage ของรายได้รวม (Gross Income) ของบริษัทผู้ผลิตแร่ ในระหว่างปีที่ผลิต และไม่มากกว่า 50% ของรายได้สุทธิ (Taxable Income) จากแหล่งแร่ อาจคิดเป็น 5, 15, 20% ตามแต่กฎหมายจะระบุ

7.3 การถอนทุนคืน (Amortization)

รายจ่ายบางประการ อาจถูกจัดให้เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุน ซึ่งสามารถถอนทุนคืนได้ ตามเงื่อนไขกฎหมาย เช่น

- เงินลงทุนในการก่อตั้งและจัดรูป Organization ของบริษัท
- ค่าใช้จ่าย Research & Development
- ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องหมายการค้า การสร้างภาพพจน์ และสิทธิทางการค้า เช่น ค่าลิขสิทธิ์
- ค่าเงินประกัน (Premium) ของพันธบัตรรัฐบาล

การถอนทุนคืนจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการหักค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน มักจะใช้วิธีการคิดแบบ Straight Line และนำไปหักลดหย่อนจากรายได้ของบริษัท ก่อนนำไปเสียภาษีรายได้

7.4 เครดิตภาษี (Investment Tax Credit)

เป็นเครดิตภาษี ซึ่งสามารถนำไปหักออกจากภาษีรายได้ โดยความหมายที่ว่ารัฐบาลต้องการให้มีการส่งเสริมหรือกระตุ้นการลงทุนบางประการ เช่น การลงทุนเพื่อประหยัดพลังงาน การรักษาสิ่งแวดล้อม การกระตุ้นดังกล่าวเสมือนว่ารัฐบาลจะออกค่าใช้จ่ายให้ส่วนหนึ่งของเงินลงทุนนั้น (แต่ไม่ได้ออกให้จริง เช่น 10% ของเงินลงทุนเป็นต้น) โดยถือว่าเงินจำนวนนั้นบริษัทสามารถนำไปหักออกจากภาษีรายได้ที่บริษัทจะต้องเสียให้กับรัฐ

7.5 การคิดภาษี (Tax Consideration)

การคำนวณภาษีจะต้องพิจารณาโดยละเอียดถึงอัตราภาษีอากรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนในแต่ละประเทศ ภาษีที่เกี่ยวข้องอาจแบ่งได้เป็น

- ภาษีรายได้ (Income Tax)
- ภาษีโรงเรือน ภาษีที่ดิน (Property Tax)
- ภาษีการค้า (Sale Tax)
- ภาษีสรรพสามิต (Excise Tax)
- ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Value Added Tax)

ตัวอย่างการคิดภาษีรายได้นิติบุคคล (Corporate Income Tax)

มีรูปแบบกว้างๆ ดังนี้

+ Revenue

- Royalties
- Expenses (ยกเว้น Capital Expenses) ได้แก่
  - Materials
  - Energy
  - Wages
  - Interest
  - Etc.
- Depreciation, Depletion, Amortization

= Taxable Income

- Income Tax (= Tax rate X Taxable Income)

= Income After Tax

ในกรณีที่คิด Cash flow อาจพิจารณาได้ในลักษณะ

- Before Tax Cash Flow
  (= Taxable Income + Depreciation + Depletion + Amortization)
- After Tax Cash Flow
  (= Before Tax cash Flow – Income Tax)

คำถามท้ายบท

1. รถยนต์คันหนึ่งซื้อมาใหม่ราคา 1,000,000 บาท คาดว่าจะใช้งานประมาณ 5 ปี แล้วจะนำไปขายต่อเป็นรถยนต์มือสองได้ในราคา 400,000 บาท ถ้าใช้การคำนวณการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเป็นเส้นตรง คำนวณ

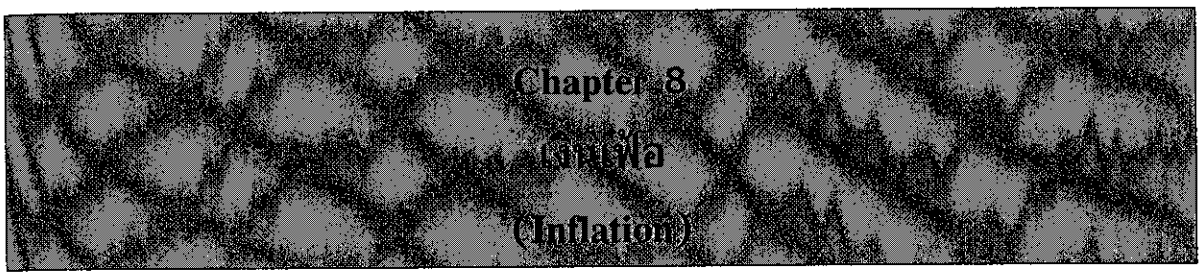
1.1 ค่าเสื่อมราคาต่อปี (Annual Depriciation Charge)ของรถยนต์คันนี้

1.2 อัตราค่าเสื่อมราคาเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับราคาของปีแรก

1.3 มูลค่าตามบัญชีของรถยนต์คันนี้ภายหลังจาก 3 ปีผ่านไป

2. รายจ่ายใดบ้างที่สามารถถอนทุนคืน (Amortized) ได้ตามเงื่อนไขกฎหมาย?

3. ภาษีที่เกี่ยวข้องกับการคิดภาษีตามกฎหมายมีอะไรบ้าง?



8.1 สภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)

8.2 เทคนิคในการพิจารณากระแสเงินของโครงการเมื่อมีอัตราเงินเฟ้อ (Cash flow analysis under inflation)

8.1 สภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)

สภาวะเงินเฟ้อเป็นภาวะซึ่งมีการเพิ่มของราคาเงินสินค้า และองค์ประกอบต่างๆ ในการผลิตสินค้า ภาวะเงินเฟ้อนั้นยากที่จะคาดการ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ซึ่งจำแนกได้

- **Inflation** เป็นการเพิ่มขึ้นของราคาสินค้า เนื่องจากผู้ซื้อมีอำนาจในการซื้อ (มีเงิน) มากขึ้น ทำให้ราคาสินค้าโดยทั่วไปสูงขึ้น

- **Deflation** เป็นการลดลงของราคาของสินค้า เนื่องจากผู้ซื้อมีอำนาจในการซื้อลดลง (มีเงินสำหรับใช้จ่ายน้อย)

- **Escalation** เป็นการเพิ่มของราคาสินค้าเฉพาะอย่าง เช่น เครื่องมือเฉพาะทางบางอย่าง ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับอำนาจในการซื้อสินค้าของผู้ซื้อ ในกรณีนี้ราคาสินค้าจะเปลี่ยนแปลงเพียงบางประการเท่านั้น

การเพิ่ม หรือ ลดลงของราคาสินค้า หรือกลุ่มของราคาสินค้านิยมแสดงด้วยดัชนีราคา (Price Index) หรือ PI

ดัชนีราคา (PI) = ราคาเฉลี่ย/ราคากลาง

โดยดัชนีราคานี้เป็นค่าเฉลี่ยของราคาสินค้ารวมในกลุ่มเทียบกับราคาสินค้าซึ่งกำหนดไว้ในช่วงระยะเวลาพื้นฐาน ดังนั้นการเพิ่มของดัชนีราคาสินค้ากลุ่มหนึ่งย่อมจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าในกลุ่มนั้นได้เป็นอย่างดี เช่น ราคาที่ดิน ราคาพืชผลที่ซื้อขายกันในภูมิภาคต่าง ๆลๆ

ตัวอย่าง ราคาที่ดินบริเวณตัวจังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ 500 ตร.วา มีราคากลาง (ราคาประเมิน) 2.5 ล้านบาท มีเจ้าของที่ดินอยู่ 3 ราย ในปีที่ผ่านมา รายที่ 1 ขายราคา 2.6 ล้านบาท รายที่ 2 ขายราคา 2.8 ล้านบาท และรายที่ 3 ขาย 2.5 ล้านบาท แต่ในปีนี้เจ้าของที่ดินรายที่ 1 ขายราคา 2.8 ล้านบาท รายที่ 2 ขายราคา 2.9 ล้านบาท และรายที่ 3 ขายราคา 2.6 ล้านบาท จงหาดัชนีราคาของที่ดินนี้

วิธีทำ ราคาที่ดินเฉลี่ย/ราคากลาง

ปีนี้ $((2.8 + 2.9 + 2.6)/3)/2.5 = 1.106$

ปีที่ผ่านมา $((2.6 + 28 + 2.5)/3)/2.5 = 1.05$

ดังนั้น ดัชนีราคาที่เปลี่ยนแปลงไปคิดเป็น

$(1.106 - 1.05)/(1.05) = 0.05$ หรือ 5%

หมายความว่า ราคาที่ดินนี้มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะมีราคาเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

อัตราการเพิ่มของราคาสินค้า หรือ Inflation rate จึงอาจคำนวณได้จากอัตราการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาในรอบ 1 ปี นั่นเอง หรือได้จากสมการ

$$\text{Inflation Rate}_{(t)} = (PI_{(t)} - PI_{(t-1)}) / PI_{(t-1)}$$

โดยที่ $PI_{(t)}$ = ดัชนีราคาสินค้าสำหรับปีที่ t
$PI_{(t-1)}$ = ดัชนีราคาสินค้าสำหรับปีที่ t-1
$\text{Inflation Rate}_{(t)}$ = อัตราเงินเฟ้อสำหรับปีที่ t

8.2 เทคนิคในการพิจารณากระแสเงินของโครงการเมื่อมีอัตราเงินเฟ้อ (Cash flow analysis under inflation)

จะทำได้โดยแสดงค่าเงิน Cash flow ในลักษณะของค่าเงินอนาคต และใช้อัตราดอกเบี้ยซึ่งรวมกับอัตราเงินเฟ้อเข้าไปด้วย (Inflated Interest Rate)

การคิดผลรวมของอัตราดอกเบี้ย และอัตราเงินเฟ้อเข้าด้วยกัน

จาก $F = P(1 + i_C)^N$

เมื่อ $i_C = i_r + i_f$

โดยที่ i_c = Combined Interest-Inflation Rate

i_r = Interest Rate (หรือมีค่าเท่ากับ Annual rate of return after Inflation)

i_f = Inflation Rate

ในกรณีที่เป็นเงินฝืด (Deflation) ก็สามารถแทนค่าในสมการได้โดยใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับ กรณีเงินเฟ้อ

ตัวอย่าง กู้เงินจากธนาคารมาลงทุนทำธุรกิจอย่างหนึ่ง 1,000,000 บาท ดอกเบี้ย 12% ต่อปี และมีอัตราเงินเฟ้อ 5% ต่อปี ถ้าผ่อนชำระเงินจำนวนดังกล่าว 10 ปี จะต้องเสียเงินรวมเท่าใด?

วิธีทำ จาก $F = P(1 + i_C)^N$

$= 1{,}000{,}000 * (1 + (0.12 + 0.05))^{10}$

$= 4{,}806{,}828$ บาท

คำถามท้ายบท

1. ให้คำนิยามของคำต่อไปนี้ Inflation, Deflation และ Escalation
2. กะหล่ำปลีที่ตลาดแม่กิมเฮงโคราช ขายโดยแม่ค้า 3 ราย รายที่ 1 ขาย กก. ละ 8 บาท รายที่ 2 ขาย กก. ละ 7 บาท และรายที่ 3 ขาย กก. ละ 6 บาท แต่ราคากลางที่กรมการค้า กระทรวงพาณิชย์ประกาศสำหรับกะหล่ำปลี เป็น กก. ละ 7.5 บาท ดัชนีราคาของกะหล่ำปลีที่ตลาดแม่กิมเฮงนี้จะมีค่าเท่าใด?
3. จากโจทย์ในข้อที่ 2 เมื่อปีที่แล้ว ณ เวลาเดียวกัน กะหล่ำปลีที่ขายโดยแม่ค้า 3 รายนี้จะมีราคา กก. ละ 6 บาท 5 บาท และ 6 บาท ตามลำดับ โดยที่ราคากลางของกะหล่ำปลีในขณะนั้นมีราคา กก. ละ 5 บาท ถามว่าดัชนีราคาของกะหล่ำปลีของปีที่แล้ว ณ เวลาเดียวกันนี้แตกต่างจากดัชนีราคาของกะหล่ำปลีของปีนี้อย่างไร?
4. ชายผู้หนึ่งกู้เงินจากธนาคาร จำนวน 100,000 บาท ด้วยอัตราดอกเบี้ย 7% ต่อปี ซึ่งขณะนั้นมีอัตราเงินเฟ้ออยู่ 5% ถ้าผ่อนชำระเงินจำนวนดังกล่าวในระยะเวลา 2 ปี เขาจะเสียเงินรวมเท่าใด?

Chapter 9
การเปรียบเทียบโครงการลงทุน
(Comparison of Investment Alternatives)

9.1 กระบวนการและขั้นตอนการพิจารณา (Systematic Approach)
- ผลตอบแทนขั้นต่ำ (Minimum Attractive Rate of Return)
- เกณฑ์และวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบโครงการลงทุน (Criteria/ Methods for Comparing Investment Alternatives)
- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)
- การวิเคราะห์ค่าเงินปัจจุบัน (Present Worth Analysis)
- การวิเคราะห์เงินรายปี (Annual Worth Analysis)
- การวิเคราะห์มูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth Analysis)
- การวิเคราะห์อัตราตอบแทน (Rate of Return Analysis)
- การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Ratio Analysis)

9.2 การวิเคราะห์โครงการเฉพาะด้าน (Special Analysis)
- การวิเคราะห์ทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Analysis)
- การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Analysis)
- การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

9.1 กระบวนการและขั้นตอนการพิจารณา (Systematic Approach)

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบโครงการลงทุนต่างๆ ต้องนำมาพิจารณาเพราะบริษัทผู้ลงทุนจะมีเงินลงทุนจำกัด ไม่สามารถจะลงทุนในโครงการต่างๆ ได้หมดพร้อมๆ กัน จึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบและเลือกโครงการลงทุนที่เหมาะสมมากที่สุด ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เหมาะสมกับเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดไว้มากที่สุด

การเปรียบเทียบอาจจะทำได้ในลักษณะวิธีคัดเลือก (Screening) และจัดอันดับ (Ranking) โครงการลงทุนต่างๆ โดยกำหนดพื้นฐานในการพิจารณาเดียวกัน

ขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบโครงการลงทุนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9-1

ผลตอบแทนขั้นต่ำ (Minimum Attractive Rate of Return)

ผลตอบแทนขั้นต่ำ (MARR) เป็นอัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนยอมรับได้ มักจะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคาร ถ้าผลตอบแทนขั้นต่ำน้อยกว่าอัตราดอกเบี้ยของธนาคารโครงการนั้นๆ ก็ไม่น่าลงทุน เพราะว่าไม่มีกำไรที่ได้จากการกู้เงินไปลงทุนเกิดขึ้น

โดยทั่วไป MARR จะถูกกำหนดให้มีค่าสูงกว่าเงินลงทุนและรวมค่าความเสี่ยงเข้าไปด้วย

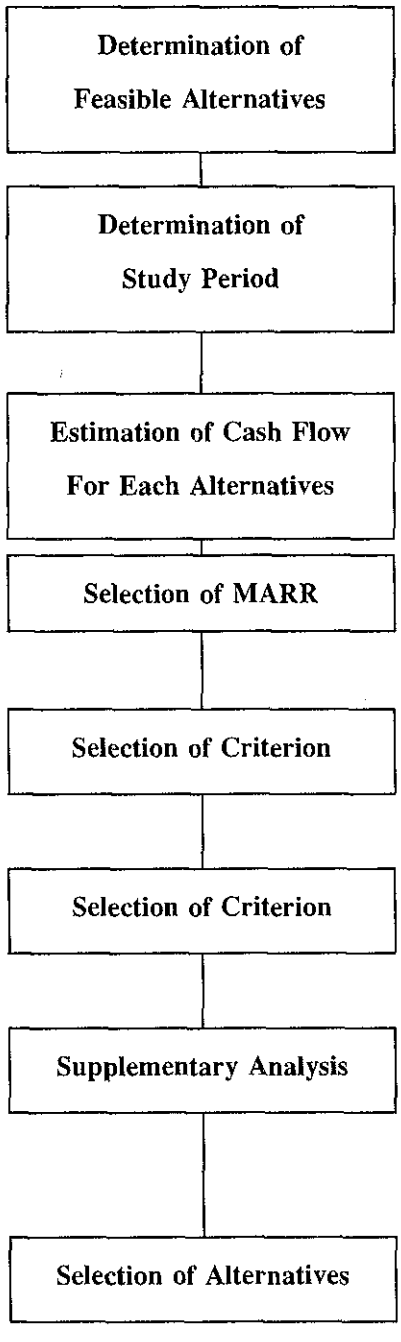
เกณฑ์และวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบโครงการลงทุน

(Criteria/ Methods for Comparing Investment Alternatives)

ที่นิยมใช้กันอยู่ประกอบด้วย

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)
- การวิเคราะห์มูลค่าเงินปัจจุบัน (Present Worth Analysis)
- การวิเคราะห์มูลค่าเงินรายปี (Annual Worth Analysis)
- การวิเคราะห์มูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth Analysis)
- การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return หรือ ROR Analysis หรือ Discounted Cash Flow Rate of Return
- Benefit/Cost Ratio Analysis แบ่งได้เป็น
  1. Discounted Profit-to-Investment Ratio
  2. Profit-to-Investment ratio

1. กำหนดโครงการเลือกลงทุนที่เป็นไปได้
2. กำหนดระยะเวลาศึกษาโครงต่าง ๆ
3. คำนวณ Cash Flow แต่ละโครงการ
4. กำหนดค่าผลตอบแทนขั้นต่ำ (MARR)
5. กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ
6. เปรียบเทียบโครงการเลือกลงทุน
7. ทำการวิเคราะห์ความไหวตัวของโครงการ และวิเคราะห์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
8. เลือกโครงการลงทุนที่เหมาะสม



รูปที่ 9-1 แผนภูมิแสดงกระบวนการและขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบโครงการลงทุน

โดยทั่วไปทางวิศวกรรมจะนิยมวิธีการ

- Payback Period
- Present Worth Analysis
- Discounted Cash Flow Rate to Return (DCF)
- Discounted Profit/Investment Ratio

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

เป็นระยะเวลาที่โครงการจะมีผลตอบแทน (รายรับ) เท่ากับเงินลงทุน (รายจ่าย) โดยไม่คิดอัตราดอกเบี้ย (i = 0) นั่นคือ วิธีการนี้จะไม่ใช้ Time Value of Money มาพิจารณาทำได้สะดวก และเหมาะกับการพิจารณาโครงการที่มีการลงทุนในระยะสั้น

โดยที่ ระยะเวลาคืนทุนหาได้จาก

$$P = C / R$$

เมื่อ P = ระยะเวลาคืนทุน, ปี
C = จำนวนเงินลงทุน
R = กระแสเงินสดรับสุทธิต่อปี

กรณีที่ 1 กระแสเงินสดรับสุทธิต่อปีมีจำนวนเท่ากันทุกปีตลอดอายุของโครงการ

ตัวอย่าง โครงการลงทุนในห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง ใช้เงินลงทุน 10 ล้านบาท และคาดว่าจะทำให้เกิดกระแสเงินสดรับสุทธิต่อปีจำนวน 2.5 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ จะมีระยะเวลาคืนทุนกี่ปี?

วิธีทำ จาก $P = C/R$
$= 10,000,000/2,500,000$
$= 4$ ปี

การเปรียบเทียบโครงการลงทุนโดยใช้ Annual Worth Method ทำได้โดยการจัดลำดับ AW ของโครงการต่างๆ ค่า AW ที่มากที่สุด (รายรับเฉลี่ยเท่าๆ กันต่อปีสูงสุด) คือ ค่าที่ดีที่สุด แต่ในทางกลับกันในกรณีที่ AW เป็นรายจ่าย (Equivalent Uniform Annual Cost) ค่า AW ที่น้อยที่สุดจะกลับดีสุดแทน

การวิเคราะห์มูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth Analysis)

วิธีนี้จะทำได้โดยเปลี่ยนค่ากระแสเงินสด (Cash flow) ไปสู่ Equivalent Future Worth หาได้จากสมการ

$$FW = \sum_{t=0}^{N} A_t (1+i)^{N-t} \qquad \text{โดย} \quad i = MARR$$

ตัวอย่างการคำนวณ ค่า PW, AW และ FW เมื่อ discounted rate = 12%

Year	ANNUAL CASH FLOW (A_t) MM US$	Present Worth (PW@12%) MM US$	PWF FACTOR $1/(1+i)^t$	CRF FACTOR $(i(1+i)^t/(1+i)t-1)$	CAF FACTOR $(1+i)^t$	Future Worth At x $(1+i)^{N-t}$	Annual Worth	N	t	(1+
2000	-13.00	-13.000	1.0000	-	1.0000	-45.22	-2.19	0	0	3.4
2001	-12.24	-10.929	0.8929	1.1200	1.1200	-38.01	-1.84	1	1	3.1
2002	-18.73	-14.929	0.7972	0.5917	1.2544	-51.93	-2.51	2	2	2.7
2003	-45.10	-32.103	0.7118	0.4164	1.4049	-111.67	-5.41	3	3	2.4
2004	-9.20	-5.847	0.6355	0.3292	1.5735	-20.34	-0.98	4	4	2.2
2005	48.20	27.348	0.5674	0.2774	1.7623	95.14	4.61	5	5	1.9
2006	48.06	24.348	0.5066	0.2432	1.9738	84.70	4.10	6	6	1.
2007	26.79	12.118	0.4523	0.2191	2.2107	42.16	2.04	7	7	1.
2008	25.64	10.356	0.4039	0.2013	2.4760	36.02	1.74	8	8	1.
2009	24.89	8.975	0.3606	0.1877	2.7731	31.22	1.51	9	9	1.
2010	23.76	7.650	0.3220	0.1770	3.1058	26.61	1.29	10	10	1.
2011	22.63	6.507	0.2875	0.1684	3.4785	22.63	1.10	11	11	1.
TOTAL		20.494				71.30	3.45			

การวิเคราะห์เงินรายปี (Annual Worth Analysis)

เมื่อ t = 11 = N = อายุโครงการ

Cum. PW = 20.494 MM US$ = NPW

i = 12%

จาก $AW = PW\,[i\,(1+i)^N/(1+i)^N-1]$

$= 20.494 * [0.12 * (1 + 0.12)^{11}/(1 + 0.12)^{11} - 1]$

$= 3.45$ MM US$

การวิเคราะห์มูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth Analysis)

หาได้จากสมการ $FW = \sum_{t=0}^{N} At(1+i)^{N-t}$

ค่า FW ดังแสดงในตาราง

การวิเคราะห์อัตราตอบแทน (Rate of Return Analysis)

อัตราผลตอบแทน (Rate of Return หรือ ROR) เป็นอัตราผลตอบแทนโดยเฉลี่ย (เป็น % หรือร้อยละ) ของโครงการลงทุน ซึ่งทำให้ผลรวมของ Net Present Worth หรือ NPW (บางแห่งใช้ NPV หรือ Net Present Value) ซึ่งได้มาจากผลบวกของกระแสเงินสดออก (Cash outflow) กับกระแสเงินสดเข้า (Cash inflow) ของโครงการมีค่าเป็นศูนย์ (0) พอดี

วิธีการนี้ยังเรียกอีกชื่อได้ว่า "Internal Rate of Return" หรือ IRR หรือบางครั้งก็เรียกว่า "Discounted Cash Flow Method" โดยจะหา Rate of Return ได้จาก

$$NPW = \sum_{t=0}^{N} At\,(1+i^*)^{-t} = 0$$

เมื่อ I^* = ROR ของโครงการ

N = อายุของโครงการ,ปี

A_t = Cash flow ในปีที่ t

ROR หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ Discounted Rate ที่ทำให้ NPW มีค่า เป็น 0 พอดี

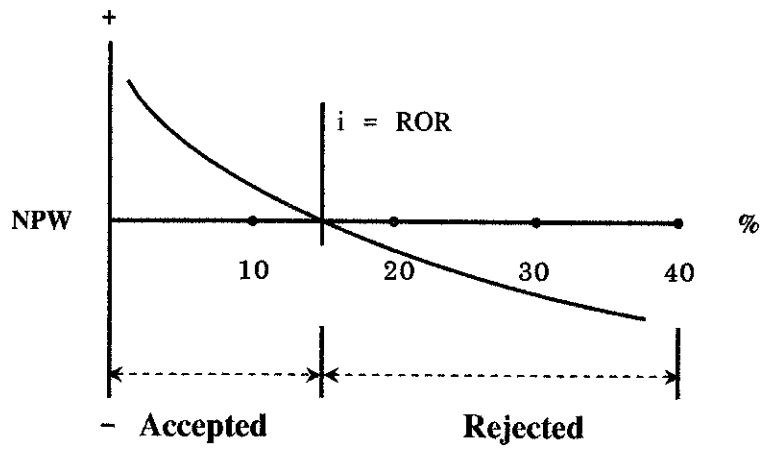
ดังนั้น

ถ้า ROR > MARR แสดงว่าเป็นโครงการที่สมควรลงทุน

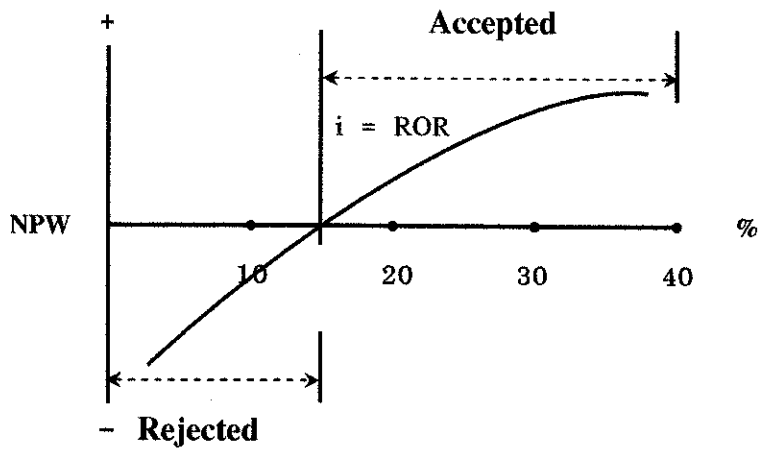
ROR > MARR แสดงว่าเป็นโครงการที่ไม่น่าลงทุน

การพิจารณาอาจพิจารณาจาก Before Tax ROR (BTROR) หรือจาก After Tax ROR (ATROR) ก็ได้ รูปที่ 9-2 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของ ROR กับ NPW

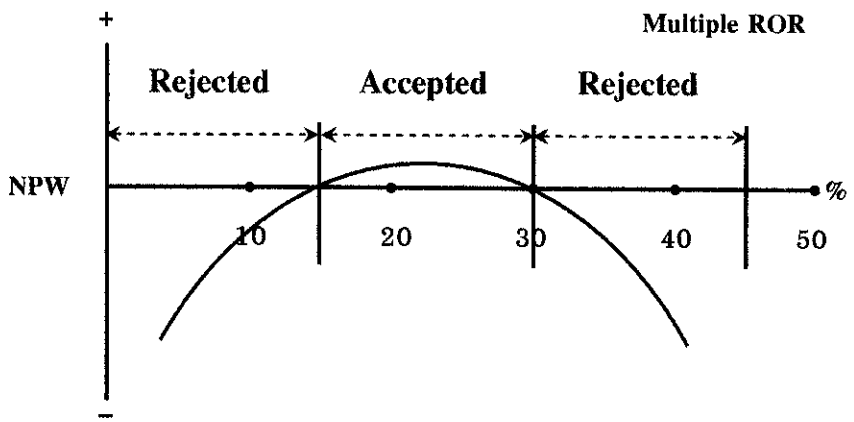
CASE I



CASE II

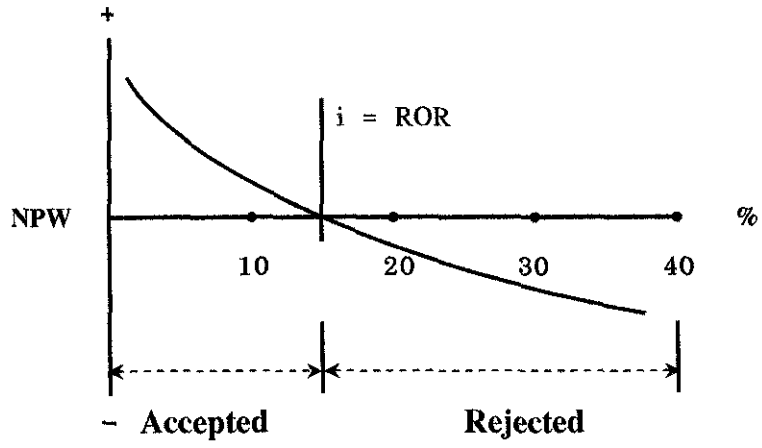


CASE III

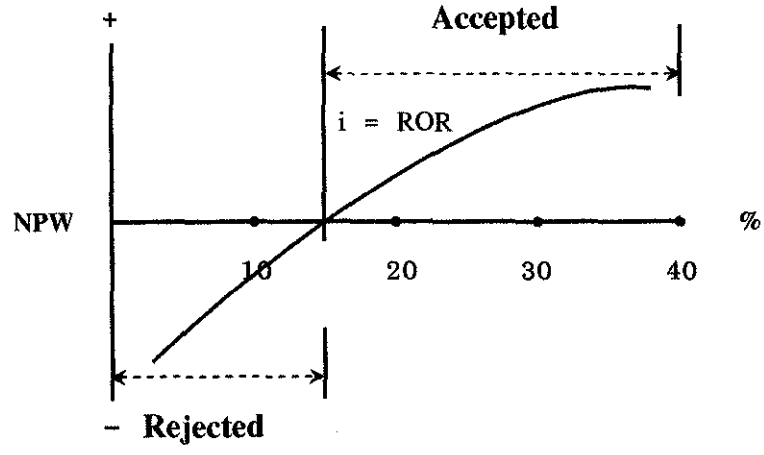


รูปที่ 9-2 กราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์ของ ROR กับ NPW

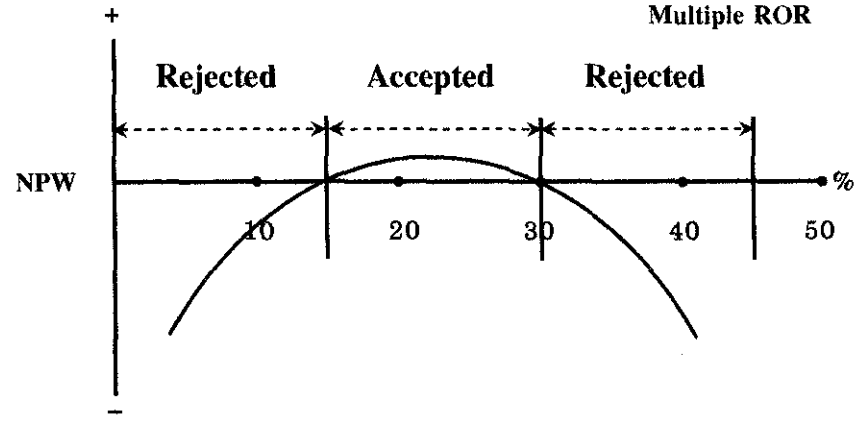
CASE I



CASE II



CASE III



รูปที่ 9-2 กราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์ของ ROR กับ NPW

9.2 การวิเคราะห์โครงการเฉพาะด้าน (Special Analysis)

ยังมีเทคนิคในการวิเคราะห์โครงการลงทุน เพื่อใช้เสริมการตัดสินใจการลงทุนและ/หรือเพื่อใช้วิเคราะห์ปัญหาเฉพาะด้านในโครงการดำเนินการต่างๆ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวไปแล้ว เช่น

- การวิเคราะห์การทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Analysis)
- การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Analysis)
- การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์การทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Analysis)

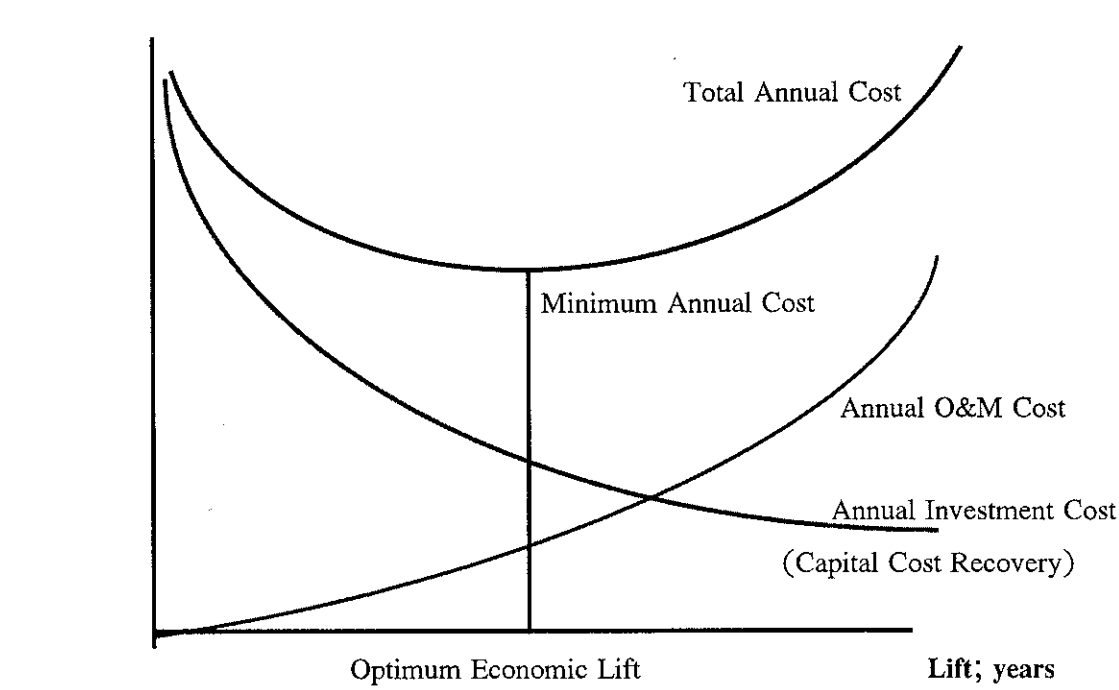
เครื่องมือ เครื่องจักร และทรัพย์สินต่างๆ ที่นำมาใช้งานหรือใช้ในการผลิตสินค้า จะมีค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงและดำเนินการต่างๆ สูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อใช้งานไปนานๆ และมีมูลค่าของทรัพย์สินต้นทุนน้อยลงเรื่อยๆ ทรัพย์สินและเครื่องจักรนั้นจะยังใช้งานได้อยู่ต่อไปแต่ก็ไม่สามารถผลิตสินค้าให้มี ประสิทธิภาพได้อีกต่อไปจึงจำเป็นต้องมีการหาเครื่องมือเครื่องจักรตัวใหม่มาทดแทน

การพิจารณา Replacement analysis จะใช้วิเคราะห์ทดแทนเครื่องจักรโดยการจัดซื้อเข้ามาใหม่ เช่าซื้อ หรือเช่าอันสืบเนื่องมาจาก

- ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่สูงมากขึ้น ไม่คุ้มต่อการใช้ต่อไป
- อัตราผลผลิตและการให้บริการของเครื่องจักรลดลงหรือไม่เพียงพอ
- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง
- ล้าสมัย

ระยะเวลาที่ใช้งานที่เหมาะสมของเครื่องจักร (Optimum Economic Life) เพื่อพิจารณาทดแทนเครื่องจักรนั้นสามารถหาได้โดยวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต้นทุนรวมของเครื่องจักร (Annual Investment Cost + Annual Operating and Maintenance Cost) กับอายุการใช้งานเครื่องจักร

Optimum Economic Life คือ อายุการใช้งานของเครื่องจักรที่ให้ค่าใช้จ่ายรายปีรวม (Total Annual Cost) ต่ำที่สุด



Annual Investment Cost คำนวณได้จาก Capital Cost Recovery P(A/P, i%, N) ภายหลังจากหักค่า Salvage Value แล้ว F(A/F, i%,N)
ส่วนค่า O&M Cost นั้น สามารถคำนวณได้จาก (A/G, i%, N)

รูปที่ 9-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Annual Cost กับ Lift; years

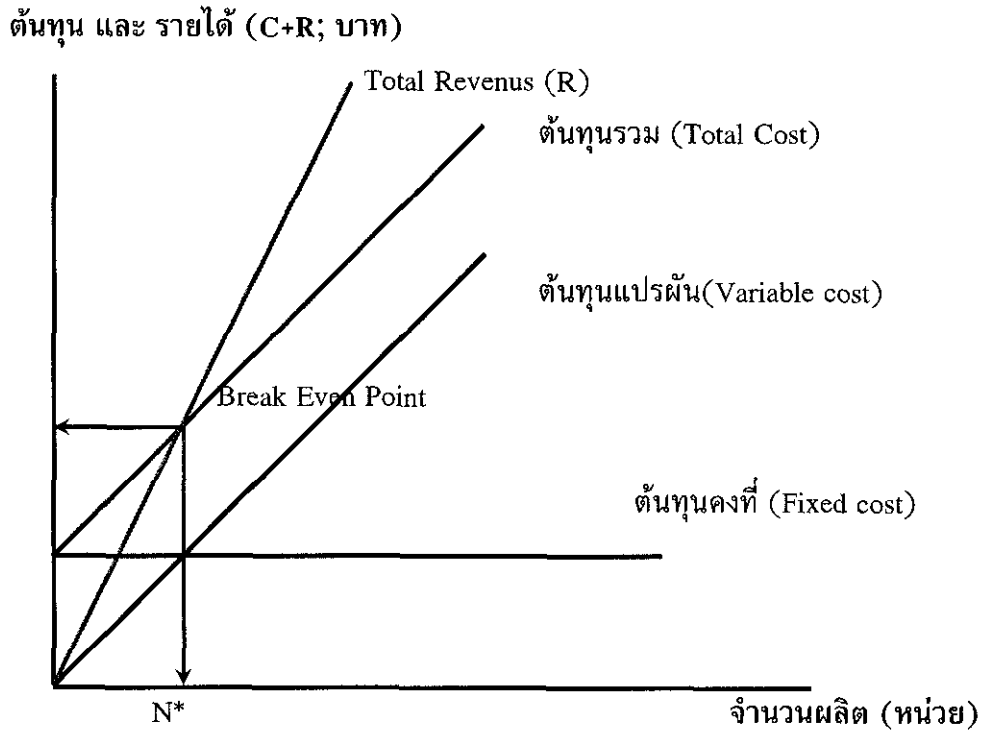
การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Analysis)

เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อหาจุดคุ้มทุนของการลงทุนอาจจะพิจารณาเป็นระยะเวลาซึ่งเรียกเป็นช่วงเวลาคุ้มทุน (Break Even Period หรือ Pay Back Period หรือ Pay-out Period) หรืออาจเรียกรวมกันว่าเป็น Break Even Point หรือ Stand Off เขียนเป็นสมการได้ว่า

Break Even Period = Investment cost/Uniform Annual Revenue

หรือเป็นจุดที่ Total Cost = Total Revenue พอดี

ในกรณีของการคิดค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้า (ต้นทุนในการผลิต) ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) พร้อมทั้งมีรายได้จากการขายสินค้า การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทำได้โดยศึกษาความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและรายรับ ณ. ปริมาณการผลิตต่างๆ กัน ดังแสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 9-4 กราฟแสดงการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

โดยที่ Fixed Cost = ค่าใช้จ่ายคงที่ ไม่แปรผันตามจำนวนการผลิต

Variable Cost = ค่าใช้จ่ายทีแปรผันตามจำนวนการผลิต

= Unit Variable Cost × Unit Produced

Total Revenue = Unit Selling Price × Variable Cost

และ Break Even Production Unit จะเกิดขึ้นเมื่อ

Total Cost = Total Revenue

Break Even Unit = (Fixed Cost / (Selling Price/Unit – Variable Cost/Unit)

หรือ $$N^* = F/(P - V)$$

เมื่อ N^* = จำนวนการผลิตที่คุ้มทุน
F = ต้นทุนคงที่
P = ราคาขายต่อหน่วย
V = ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

หลักการนี้ซึ่งเป็นการหาจุดตัดของกราฟสามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ เช่น คำนวณจุดที่ Cash Inflow = Cash Outflow

ถ้าต้องการผลกำไรในระดับหนึ่งๆ ก็สามารถคำนวณหาจุดปริมาณการผลิตที่จะให้กำไรตามที่ต้องการ (Benefit, B) นั้นๆ ได้จากสมการ

$$B = N(P-V) - F$$

ดังนั้น $$N = (B + F)/P - V$$

ตัวอย่าง โรงงานแห่งหนึ่งผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง สามารถขายได้ 200,000 หน่วยต่อเดือน ในราคา 16 บาทต่อหน่วย ปริมาณการผลิตเต็มสมรรถภาพในขณะนี้คือ 250,000 หน่วยต่อเดือน การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตพบว่าต้นทุนในส่วนที่คงที่และแปรผันตามจำนวนการผลิตมีค่าค่อนข้างแน่นอนดังนี้

1. ค่าไฟฟ้า 100,000 บาท แบ่งเป็นส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ 20,000 บาท และส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายแปรผันตามปริมาณการผลิตอีก 80,000 บาท
2. ค่าวัสดุโดยตรงซึ่งแปรฝันตามปริมาณการผลิต 180,000 บาท
3. ค่าใช้จ่ายโรงงานแบ่งเป็นส่วนของต้นทุนคงที่ 920,000 บาท และส่วนของต้นทุนที่แปรผันตามปริมาณการผลิตอีก 1,080,000 บาท
4. ค่าใช้จ่ายดำเนินงานแบ่งเป็นส่วนที่คงที่ 840,000 บาท และส่วนที่แปรผัน 140,000 บาท

ให้คำนวณหาจุดคุ้มทุนและผลกำไร ถ้าปริมารการผลิตเป็น 90% ของปริมารการผลิตเต็มสมรรถภาพ และปริมาณการผลิตที่เพื่อจะให้ได้กำไร 300,000 บาท

วิธีทำ หาต้นทุนส่วนที่คงที่ (F)

- ค่าไฟฟ้า		=	20,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายโรงงาน		=	920,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน		=	840,000	บาท
รวมค่าใช้จ่าย		=	1,780,000	บาท
ดังนั้น	F	=	1,780,000	บาท

หาต้นทุนที่แปรผันรวมที่ปริมาณการผลิต 200,000 หน่วย

- ค่าไฟฟ้า		=	20,000	บาท
- ค่าวัสดุโดยตรง		=	180,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายโรงงาน		=	1,780,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน		=	140,000	บาท
รวมค่าใช้จ่าย		=	1,480,000	บาท
ดังนั้น	NV	=	1,480,000	บาท

สำหรับ	N	=	200,000	หน่วย
จะมีต้นทุนแปรผันต่อหน่วย : V		=	1,480,000 / 200,000	
		=	7.40	บาท/หน่วย

เมื่อราคาขาย	P	=	16	บาท/หน่วย
Break Even Point =	N	=	F / (P-V)	
		=	1,780,000 / (16-7.4)	
		=	207,000	หน่วย

ปริมาณการผลิต 90% ของปริมาณการผลิตเต็มตามสมรรถภาพ คือ

90/100 (250,000) = 225,000 หน่วย

ดังนั้น ผลกำไรจากปริมารการผลิต 90% ของอัตราการผลิตเต็มตามสมรรถภาพจะหาได้จาก

	B	=	N (P-V)-F	
		=	225,000 (16-7.40) - 1,780,000	
		=	155,000	บาท

ปริมารการผลิตเพื่อจะได้กำไร 300,000 บาท หาได้จาก

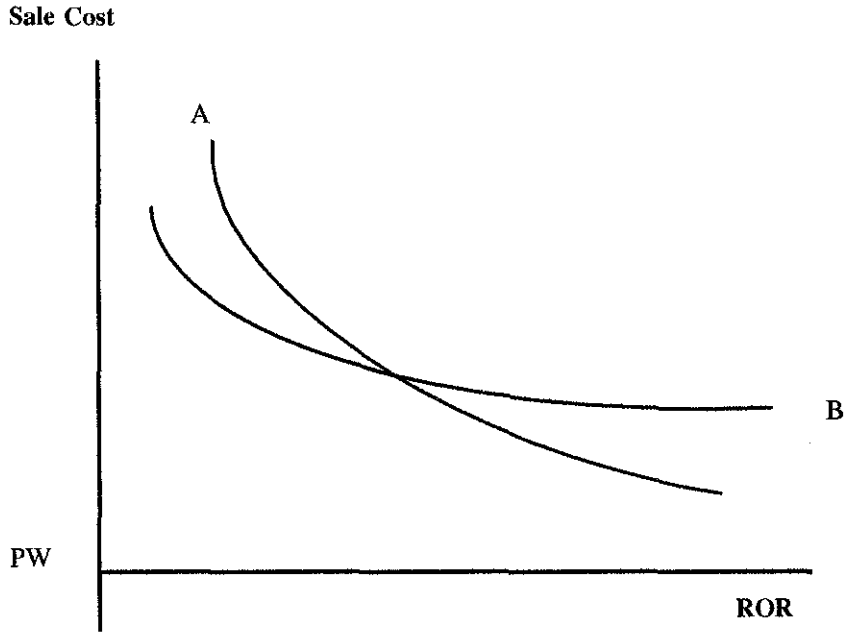
$$N = (B+F)/(P-V)$$
$$= (300,000 + 1,780,000)/(16-7.40)$$
$$= 242,000 \text{ บาท}$$

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

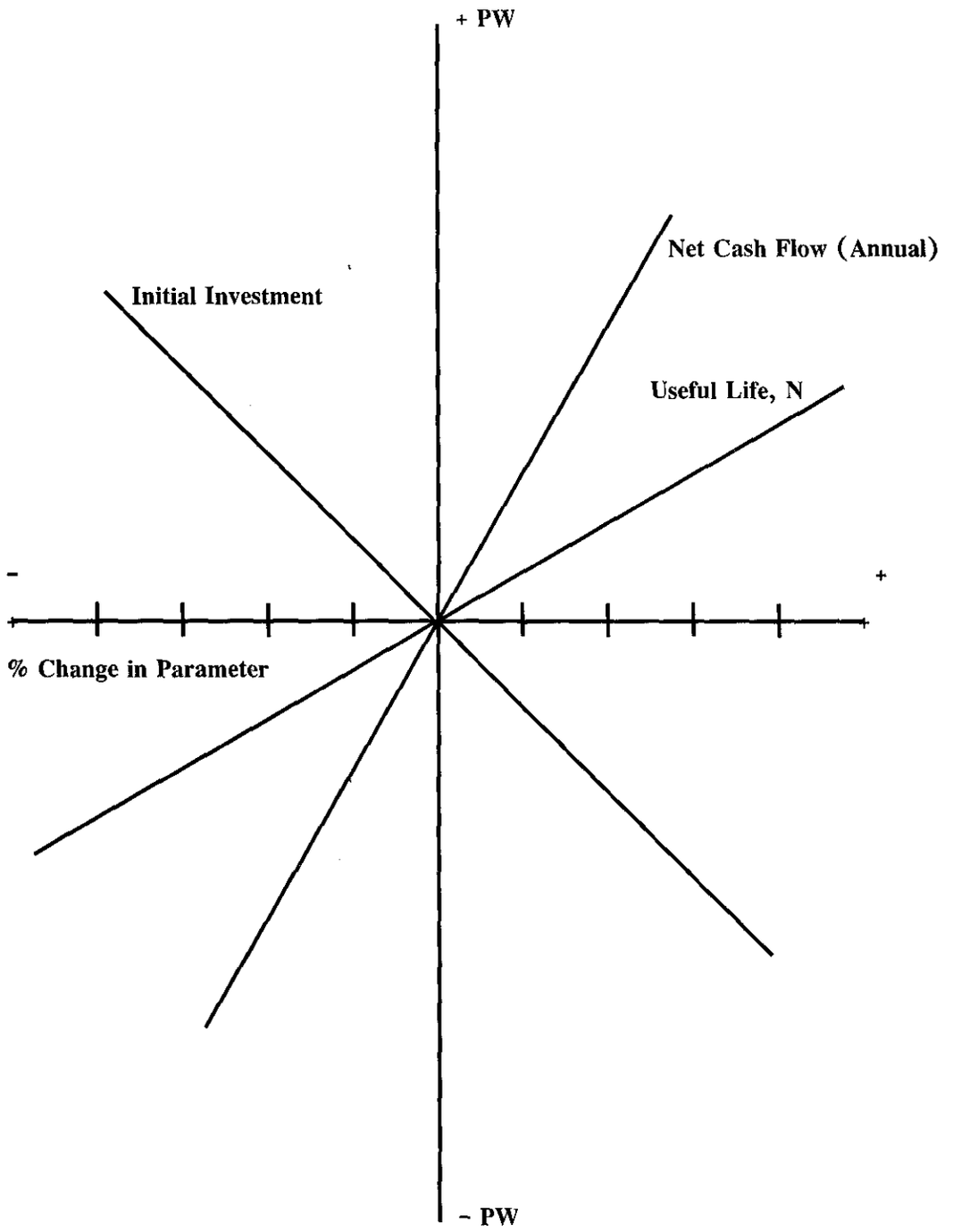
เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ความไวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การ

- ศึกษาผลกระทบของราคาขายต่อ ROR ของโครงการฯ
- ศึกษาผลกระทบของราคาเครื่องจักรหรือทรัพย์สิน ต่อ ROR ของโครงการฯ
- ศึกษาผลกระทบของอัตราภาษี (Tax Rate) ต่อ ROR ของโครงการฯ เป็นต้น

การศึกษา Sensitivity Analysis นิยมทำกันโดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรือ ตัวแปร (Variable) ตัวใดตัวหนึ่งทีละตัว แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น โดยตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดจะมีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจมากที่สุดเช่นกัน ตัวอย่างของกการทำ Sensitivity Analysis ดังแสดงไว้ในรูปด้านล่าง



รูปที่ 9-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Sale Cost กับ ROR



รูปที่ 9-6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Initial investment, Useful life, Net Cash Flow กับ Present Worth

คำถามท้ายบท

1. การเปรียบเทียบโครงการลงทุนที่ทางวิศวกรรมนิยมใช้ คือวิธีการใดบ้าง?
2. โครงการหนึ่งใช้เงินลงทุน 20 ล้านบาท และจะได้รับกระแสเงินสดรับสุทธิทุก ๆ ปี เท่า ๆ กัน จำนวน 3 ล้านบาท โครงการลงทุนนี้จะมีระยะเวลาคืนทุนเท่าใด?
3. Discount Rate ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าเงินปัจจุบัน (Present Worth Analysis) จะมีค่าเท่ากับอะไร?
4. การวิเคราะห์โครงการโดยใช้การวิเคราะห์เงินรายปี (Annual Worth Analysis) จะเลือกโครงการที่มีลักษณะเช่นไร?
5. การศึกษา Sensitivity Analysis นิยมทำกันแบบใด?

Chapter 10
การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน
(Decision Making under Risk and Uncertainty)

10.1 ทบทวนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความเป็นไปได้ (Review of Basic Probability)
10.2 ค่าตัวกลางและค่าความแปรปรวน (Expected Value and Variance)
10.3 การกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้ (Probability Distribution)
10.4 แบบจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation)
10.5 ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)
10.6 การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (Decision making under Uncertainty)

10.1 ทบทวนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความเป็นไปได้

(Review of Basic Probability)

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นการวิเคราะห์โดยสมมติฐานว่ามีความเป็นไปได้ในอนาคตที่แน่นอน (Certainty) และสามารถคาดหมายผลของการคำนวณว่ามีความแม่นยำพอสมควร ทำให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจลงทุนในโครงนั้นได้อย่างถูกต้อง

แต่เนื่องจากว่าในสภาพความเป็นจริงปัจจัยบางอย่างมีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ตลอดเวลา เช่น ราคาสินค้า ราคาวัตถุดิบ ราคาค่าขนส่ง ทำให้ผลวิเคราะห์โครงการมีความผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนไปจากผลที่คำนวณไว้ ดังนั้นในกรณีที่โครงการลงทุนนั้น ๆ มีมูลค่ามากก็อาจส่งผลให้การตัดสินใจเกิดการผิดพลาด ส่งผลเสียหายได้

ความเสี่ยง (Risk) ในการลงทุนและวิเคราะห์โครงการจึงเกิดขึ้นเมื่อตัวแปรที่นำมาใช้คำนวณนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงและคาดเดาได้ยากจะทำให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) เกิดตามมาในการวิเคราะห์โครงการลงทุนนั้น ๆ

ระดับของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร คือ

- **Certainty** คือ สภาพเงื่อนไขที่แน่ใจว่าจะเกิดขึ้นจริง (Probability of Success หรือ $P = 1.0$)
- **Risk** เป็นความเสี่ยงซึ่งเกิดขึ้นในสภาพที่รู้ค่าความเป็นไปได้ของกิจกรรมนั้น ($1.0 \geq P \geq 0.0$)
- **Uncertainty** เป็นความไม่แน่นอนซึ่งเป็นสภาพที่เกิดขึ้นเมื่อไม่รู้ว่าที่ความเป็นไปได้อยู่เท่าใด ($P = ?$)

ทางด้านเศรษฐศาสตร์ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการ เช่น

- สภาพการแข่งขันในตลาด
- การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภค
- การพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น
- ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง/ดำเนินการ
- รายได้จากการขาย
- อายุการใช้งานของโครงการ

ตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่เปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต จึงทำให้เกิดความไม่แน่นอนขึ้นในการวิเคราะห์โครงการ ดังนั้นเมื่อมีการพิจารณาความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของโครงการเพื่อให้การตัดสินใจมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นจึงต้องนำเอาหลักทฤษฎีของความเป็นไปได้และสถิติ (Probability and Statistics) มาใช้ในการตัดสินใจโครงการลงทุน

ความเป็นไปได้ (Probability) คือ ความถี่ของเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการกระทำซ้ำๆ กัน หลายๆ ครั้ง เป็นระยะเวลาหนึ่ง

โดยที่

$P(X)$ = ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ X

$= (1.0 \geq P \geq 0.0)$

หรือ

$P(X) = h / n$

เมื่อ

h = จำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ X

n = จำนวนครั้งที่มีการทำการซ้ำ ๆ กัน

กฎของความเป็นไปได้

$P(A) + P(A') = 1.0$

$P(A + B) = P(A) + P(B)$

$P(AB) = P(A) * P(B)$

$P(B/A) = P(A \text{ and } B)/P(A)$ เมื่อ $(P(A) \neq 0$

$= P(AB) / P(A)$

$= P(A) * P(B)/P(A)$

ในกรณีของ **Random Variable** (เหตุการณ์เกิดขึ้นได้โดยเป็นอิสระต่อกัน เช่น ทอดลูกเต๋าหลายๆ ลูก) ให้นิยามว่าเป็นฟังก์ชันที่ทำให้ค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดอิสระต่อกันได้

เมื่อ Xj เป็น Random Variable จะได้ว่า $0 \geq P(Xj) \geq 1.0$

และ $\sum_{j=1}^{N} P(xj) = 1$

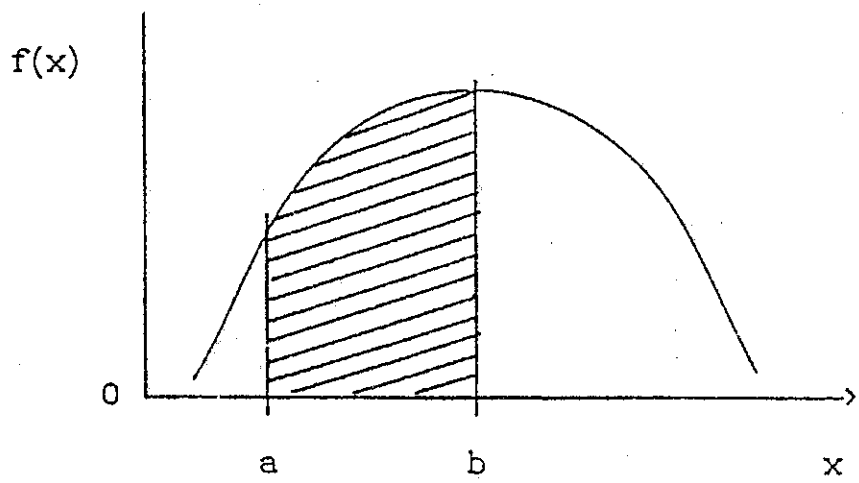
ในกรณีที่เป็น **Continuous function** (เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไป เช่น จุดบนเส้น) จะได้

$f(X)$ = Probability Density of Function X ซึ่ง $0 \geq f(x) \geq \infty$

และ $\int_{-\infty}^{\infty} (x)\, dx = 1$

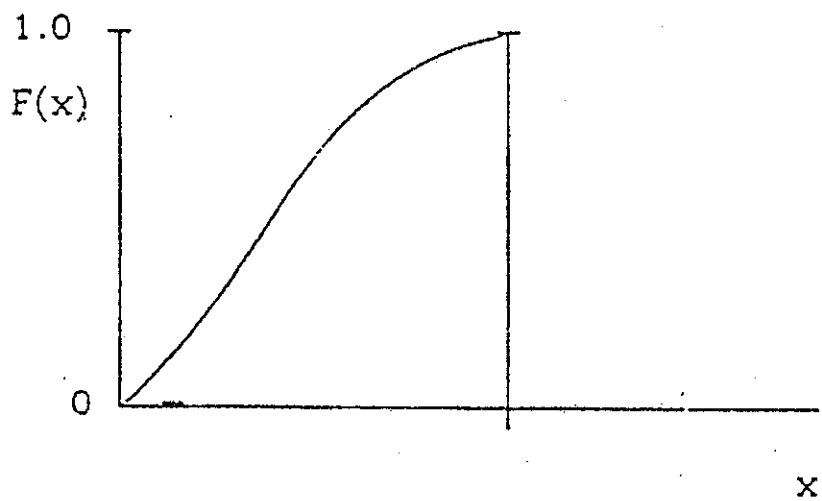
เพราะฉะนั้น Probability ของเหตุการณ์ซึ่งมีพิสัยจาก a ไป b จะได้

$$\mathbf{P\,(a \le x \le b)} = \int_{b}^{b} \mathbf{f\,(x)\,dx}$$



ถ้า F (x) = Cumulative Probability Function of Random Variable X จะได้

$$\mathbf{0 \le F(x) \le 1}$$



10.2 ค่าตัวกลางและค่าความแปรปรวน

(Expected Value and Variance)

เมื่อมีความเสี่ยงเกิดขึ้นในโครงการและมีค่าความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้น จะส่งผลให้ค่าตัวแปรที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงการเปลี่ยนแปลงไป

ในกรณีของ Random Event

ถ้า $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n$ เป็นผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (Possible Discrete Outcome) ของสมการ และ

$P_1, P_2, P_3, \ldots, P_n$ เป็นความเป็นไปได้ของการเกิดผลลัพธ์ (Outcome) ตามลำดับ

ค่าตัวกลาง (Expected Value) หรือ E [x] หรือ μ

หรือค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มของผลที่จะเกิดขึ้น จะมีค่าเป็น

$$E[x] = \sum_{j=1}^{N} XjPj$$

$$\mu = (X_1P_1) + (X_2P_2) + \ldots + (X_nP_n)$$

เมื่อ

$E[X] = \mu$ = Mean ของผลลัพธ์ (Outcome) ที่จะเกิดขึ้น

ในกรณีของ Continuous Function

ผลลัพธ์ (Outcome) จะเกิดเป็น Outcome Function แบบ Continuos Function

$$E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

หรือ

$$E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xP(x)dx$$

ตัวอย่าง บริษัทแห่งหนึ่ง มีแผนงาน 2 แผน ในการเพิ่มผลกำไรของบริษัท โดยจะใช้เงินลงทุน 100 ล้านบาท จำแนกเป็น

หน่วย : ล้านบาท

แผน	สถานการณ์เงื่อนไข			E [X]
	N1	N2	N3	
S1	40	20	40	30
S2	80	20	0	30
Prob.	0.25	0.5	0.25	

Expected Value ของแผนที่ 1 = (40 x 0.25) + (20 x 0.5) + (40 x 0.25) = 30

Expected Value ของแผนที่ 2 = (80 x 0.25) + (20 x 0.5) + (0 x 0.25) = 30

จากตัวอย่างพบว่าทั้ง 2 แผนต่างก็ให้ค่ากลางเท่ากันในกรณีที่แผนมีค่ากลางไม่เท่ากัน ให้เลือกโครงการหรือแผนที่มีค่ากลางมากที่สุด

ในกรณีนี้ถ้าใช้เพียงค่ากลางพิจารณาเลือกลงทุนหรือเลือกแผนจะไม่เพียงพอจะต้องอาศัยการศึกษาค่าความแปรปรวน (Variance) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

ค่าความแปรปรวน (Variance) หรือ σ^2 หรือ V [x]

หาได้จากสมการ

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^{N} Pj\,(Xj - \mu)^2$$

เมื่อ

σ = Standard Deviation
= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
= $[\sum_{j=1}^{N} Pj\,(Xj - \mu)^2]^{1/2}$

และ C = Coefficient of Variation หรือ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
= σ / μ

ซึ่งให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ย

ตัวอย่าง บริษัทแห่งหนึ่ง มีแผนงาน 2 แผน ในการเพิ่มผลกำไรของบริษัท โดยจะใช้เงินลงทุน 100 ล้านบาท จำแนกเป็น

หน่วย : ล้านบาท

แผน	สถานการณ์เงื่อนไข			E [X]
	N1	N2	N3	
S1	40	20	40	30
S2	80	20	0	30
Prob.	0.25	0.5	0.25	

Expected Value ของแผนที่ 1 = (40 x 0.25) + (20 x 0.5) + (40 x 0.25) = 30

Expected Value ของแผนที่ 2 = (80 x 0.25) + (20 x 0.5) + (0 x 0.25) = 30

จากตัวอย่างพบว่าทั้ง 2 แผนต่างก็ให้ค่ากลางเท่ากันในกรณีที่แผนมีค่ากลางไม่เท่ากัน ให้เลือกโครงการหรือแผนที่มีค่ากลางมากที่สุด

ในกรณีนี้ถ้าใช้เพียงค่ากลางพิจารณาเลือกลงทุนหรือเลือกแผนจะไม่เพียงพอจะต้องอาศัยการศึกษาค่าความแปรปรวน (Variance) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

ค่าความแปรปรวน (Variance) หรือ σ^2 หรือ V [x]

หาได้จากสมการ

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^{N} Pj\,(Xj - \mu)^2$$

เมื่อ

σ = Standard Deviation

= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$= [\sum_{j=1}^{N} Pj\,(Xj - \mu)^2]^{1/2}$$

และ C = Coefficient of Variation หรือ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

$= \sigma / \mu$

ซึ่งให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ย

ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่แล้ว พบว่าค่ากลางของทั้งสองโครงการมีค่าเท่ากัน ดังนั้นเราจะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานมาช่วยในการพิจารณาตัดสินใจ

วิธีทำ เมื่อ $E[X] = \mu = 30$ ล้านบาท ทั้งสองแผน

โครงการ	Xj	$Xj - \mu$	$(Xj - \mu)^2$	Pj	$Pj\ (Xj - \mu)^2$
S1	40	10	100	0.25	25
	20	-10	100	0.5	50
	40	10	100	0.25	25
รวม					100

ดังนั้น $\sigma 1 = [\sum_{j=1}^{N} Pj\ (Xj - \mu)^2]^{1/2} = 100^{1/2} = 10$ ล้านบาท

โครงการ	Xj	$Xj - \mu$	$(Xj - \mu)^2$	Pj	$Pj\ (Xj - \mu)^2$
S2	80	50	2500	0.25	625
	20	-10	100	0.5	50
	0	-30	900	0.25	225
รวม					900

ดังนั้น $\sigma 2 = [\sum_{j=1}^{N} Pj\ (Xj - \mu)^2]^{1/2} = 900^{1/2} = 30$ ล้านบาท

ดังนั้น แผน S1 มีค่า S.D. ต่ำกว่า จึงมีความเสี่ยงในการลงทุนต่ำกว่า จึงเลือกแผนที่ 1

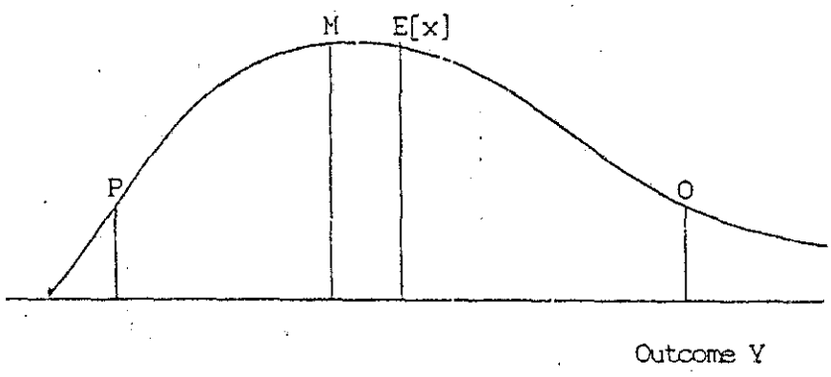
10.3 การกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้

(Probability Distribution)

การกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้แบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบ **Beta Distribution** และ **Normal Distribution**

Beta Distribution จะประเมินค่าใน 3 กรณีคือ

- Pessimistic Estimate (P)
- Optimistic Estimate (O)
- Most Likely Estimate (M)



รูปที่ 10-1 กราฟแสดงคุณสมบัติของ Typical Beta Distribution

โดยทั่วไปการกระจายตัวแบบ Beta จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Normal Distribution อาจเบ้ไปทางซ้าย หรือ ทางขวา

ค่ากลาง E [Y] และค่าความแปรปรวน V [Y] หาได้จากกสมการ

$E[Y] = (P + 4M + O) / 6$

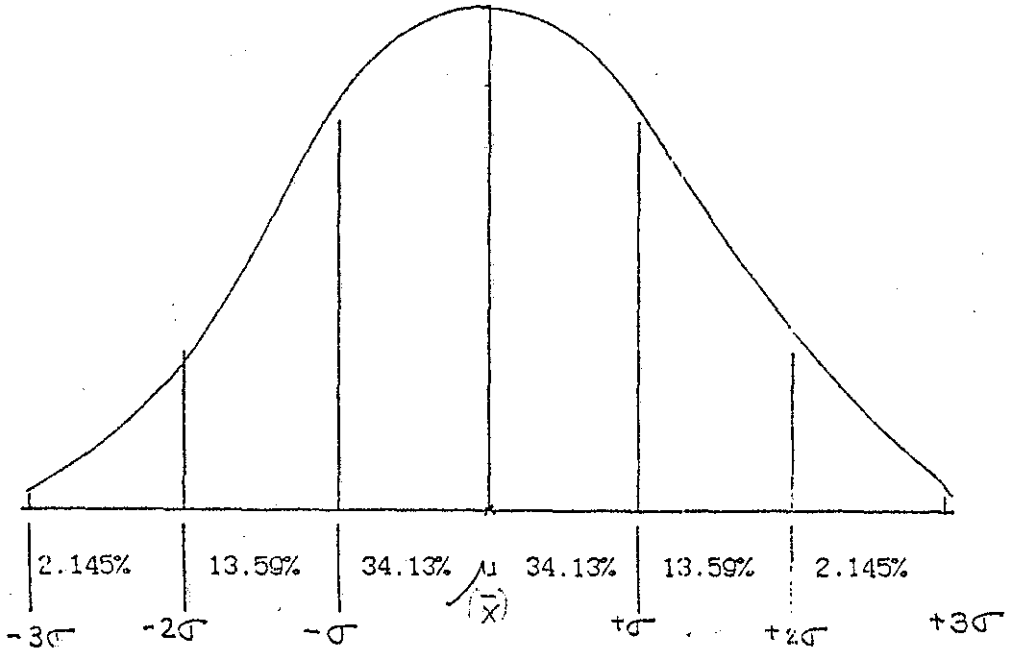
$V[Y] = [(O - P)/6]^2$

Normal Distribution

นิยมใช้กันมาก และแพร่หลายโดยที่รูปทรงของการกระจายจะเป็นรูประฆังคว่ำ มีความเท่ากันทั้งด้านซ้ายและขวาของแกน ดังสมการ

$$f(X) = [1/\sigma\sqrt{2\pi})]\exp[(-1/2)((x-\mu)/\sigma)^2]$$

เมื่อ $f(x)$ = ความสูงของ curve ที่ X ใด ๆ (ค่าแกน y)



รูปที่ 10-2 กราฟแสดงคุณสมบัติของ Standard Score ของค่า Normal Distribution

ค่าคะแนนมาตรฐาน (Standard Score, Z)

คือ ค่าที่ใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนดิบไปยังคะแนนมาตราฐาน หาได้จาก

$$Z = (X-\mu) / \sigma$$

และ

$$f(Z) = [1/(\sqrt{2\pi})] \exp[-Z^2/2]$$

10.4 แบบจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation)

เป็นกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำเอา Probability Distribution ของตัวแปรต่าง ๆ ในการลงทุนมาช่วยในการตัดสินใจ

Monte Carlo Simulation ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการลงทุนเมื่อมีความเสี่ยงครั้งแรก โดย Hess and Quigley ซึ่งนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยคำนวณค่ากลาง (Expected Value) ของผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return) ของโครงการลงทุน

วิธีการ Monte Carlo Simulation สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนด/สร้าง Probability Distribution Function ของค่าตัวแปรในโครงการลงทุน ค่า Probability Distribution ของตัวแปรต่างๆ อาจจะสมมติให้มีรูปแบบการกระจายตัวของผลแบบ Normal Distribution หรืออาจใช้แบบ Beta Distribution ก็ได้ โดยลักษณะของ Probability Distribution นี้ จะถูกเลือกให้แสดงถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงและโอกาสที่เกิดขึ้นของค่าตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการ เช่น

- Market Size
- Selling Price
- Growth rate
- Operating Cost
- Market Share
- Recovery factor
- Reserve

2. ทำการสุ่ม Random Number และหา Outcome ของค่าตัวแปรต่างๆ จาก Probability Distribution Function ที่สร้างขึ้น การสุ่มเลือก Random Number นี้ อาจทำได้โดยใช้ computer หรือใช้ตาราง Random Number ที่มีอยู่

3. นำค่าตัวแปรในการลงทุนซึ่งสุ่มมาได้ในข้อ 2. มาคำนวณ เพื่อหาค่า ROR ของโครงการ

4. ทำซ้ำข้อ 2. และข้อ 3. หลายๆ ครั้ง ให้ได้ค่า ROR หลายๆ ค่าต่างๆ กัน

5. นำค่า ROR ที่ได้ มาคำนวณ Expected ROR และ Standard Deviation ของ ROR

การทำ Monte Carlo Simulation นี้ ให้ความสำคัญอยู่ที่การทำซ้ำกันหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลลัพธ์ Expected ROR และ Standard Deviation เข้าสู่เสถียร (Steady Sate Condition)

ข้อได้เปรียบสำคัญของ Monte Carlo Simulation คือ

1. สามารถใช้ในกรณีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิธี Analytical Method

2. ไม่จำเป็นต้องสร้าง Model ทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะซับซ้อนเกินไป หรือบางที่ไม่จำเป็นต้องใช้

3. สามารถทำ Simulation ได้หลายๆ ครั้ง โดยไม่รบกวนการปฏิบัติการของบริษัทหรือโครงการ

4. สามารถใช้ได้ดีในกรณีที่การทดลองปฏิบัติเป็นไปได้ยาก ไม่สามารถสร้างสถานการณ์ให้เกิดขึ้นได้ในการทำงานจริง

5. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากในการทดสอบโดยคอมพิวเตอร์

10.5 ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)

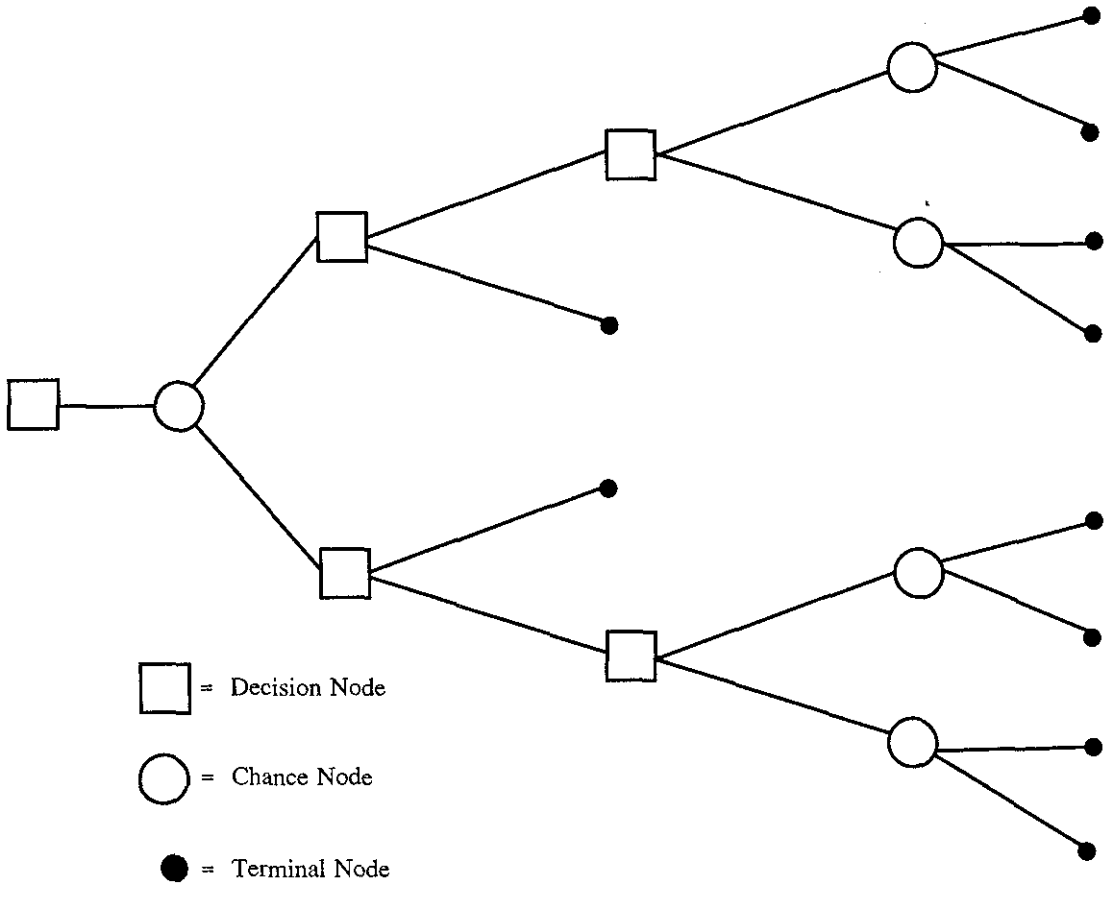
เป็นเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายการตัดสินใจ เมื่อมีความเสี่ยงเกิดขึ้นในโครงการโดยการประมวลเอาค่าความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเข้ามาหาค่ากลาง (Expected Value) ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละโครงข่าย การเลือกตัดสินในที่จุดใด ๆ ในโครงข่ายจะตัดสินใจในทางเลือกที่มีค่ากลาง (Expected Value) มากที่สุด

Decision Tree นิยมเขียนจากซ้ายไปขวา ตามระยะเวลาและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโครงข่ายของการตัดสินใจ

สัญลักษณ์

- จุดตัดสินใจ (Decision Node) จะเขียนแทนด้วย □
- จุดแบ่งความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ (Chance Node) จะเขียนแทนด้วย O
- จุดสุดท้ายของทางเลือกตัดสินใจ จะเขียนแทนด้วย ●

ตัวอย่าง รูปแบบของต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)



รูปที่ 10-3 รูปแบบของต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)

จากตัวอย่างจะเห็นว่า Expected Value ของ Outcome ต่างๆ จะหาได้ ดังนี้

1. = [(400,000) (0.85) - 100,000] (0.6) - 30,000
   = $ 114,000
2. = [(0) (0.15) - 100,000] (0.6) - 30,000
   = -$ 90,000
3. = [(0) (0.6) - 30,000]
   = -$ 30,000
4. = [(400,000) (0.1) - 100,000] (0.4) - 30,000
   = -$ 54,000
5. = [(0) (0.9) - 100,000] (0.4) - 30,000
   = -$ 70,000
6. = (0-0) (0.4) - 30,000
   = -$ 30,000
7. = (400,000) (0.35) - 100,000
   = $ 40,000
8. = (0)(0.65) - 100,000
   = -$ 100,000
9. = 0

จากผลของ Outcome ต่างๆ ทางเลือก (Alternative) ที่ 1 จะได้ผลตอบแทนสูงสุด ดังนั้น จึงเลือกทางเลือกที่ 1

จะเห็นว่าสามารถรวมค่าเป็นไปได้ของทางเลือกการตัดสินใจ ดังนี้

ในกรณีที่พบน้ำมัน

- เลือกทำ Seismic = (0.6) (0.85) = 0.51
- ไม่ทำ Seismic = 0.35

ค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- ทำ Seismic = 30,000 + 0.6 (100,000) = $ 90,000
- ไม่ทำ Seismic = $ 100,000

ผลของการตัดสินใจทำได้ดังนี้

1. ทำ Seismic และถ้าทดสอบว่ามีแนวโน้มดี ก็ควรเจาะ
2. ถ้าทำ Seismic และค่าทดสอบไม่ดี ก็ไม่เจาะ
3. ถ้าไม่ทำ Seismic ก็ควรเจาะ
4. ควรทำ Seismic ($ 114,000 และ $ 40,000)

10.6 การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน

(Decision making under Uncertainty)

การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน จะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่ทราบค่าความเป็นไปได้ของทางเลือกของการตัดสินใจ จึงนิยมกำหนดภาวะในอนาคตขึ้นภายใต้สมมติฐานที่กำหนดโดยไม่ทราบค่า Probability ของผลที่เกิดขึ้น

ทำได้โดยใช้วิธีการพิจารณา 2 ลักษณะ คือ

1. The Best of the Worst (Pessimistic Method)
2. The Best of the Best (Optimistic Method)

ตัวอย่าง สมมติให้การลงทุนในโครงการ A, B และ C คาดว่าจะก่อให้เกิดกระแสเงินรับสุทธิตามสถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไข ดังตาราง

หน่วย : ล้านบาท

กลยุทธ์ (โครงการ)	สถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไข			ผลได้สูงสุด	ผลได้ต่ำสุด
	N1	N2	N3	(MAX)	(MIN)
A	-40	70	100	100*	-40
B	30	-50	70	70	-50
C	40	-20	50	50	-20*

ถ้าเลือกใช้วิธีการแบบ Pessimistic Method

- โครงการ C จะน่าลงทุนมากที่สุด เพราะ มีโอกาสขาดทุนน้อยกว่า

ถ้าเลือกใช้วิธีการแบบ Optimistic Method

- โครงการ A จะน่าลงทุนมากที่สุด เพราะ ให้ผลตอบแทนสูงสุด

คำถามท้ายบท

1. ในการวิเคราะห์โครงการลงทุน สิ่งใดบ้างที่ต้องนำมาวิเคราะห์หรือนำมาศึกษาบ้าง?
2. แผนการดำเนินงาน 2 แผน ด้านล่าง แผนใดเหมาะสมในการลงทุนมากกว่ากัน เพราะเหตุใด?

แผน	สภาพเงื่อนไข		
	N1	N2	N3
S1	30	40	30
S2	50	20	30
Probability	0.30	0.40	0.30

3. รูปแบบของการกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้จัดแบ่งได้เป็นอย่างไรบ้าง?
4. ขนาดของแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม จัดเป็นตัวแปรลักษณะใด?
5. การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนจะพิจารณาในลักษณะใดได้บ้าง?

10.6 การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน

(Decision making under Uncertainty)

การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน จะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่ทราบค่าความเป็นไปได้ของทางเลือกของการตัดสินใจ จึงนิยมกำหนดภาวะในอนาคตขึ้นภายใต้สมมติฐานที่กำหนดโดยไม่ทราบค่า Probability ของผลที่เกิดขึ้น

ทำได้โดยใช้วิธีการพิจารณา 2 ลักษณะ คือ

1. The Best of the Worst (Pessimistic Method)
2. The Best of the Best (Optimistic Method)

ตัวอย่าง สมมติให้การลงทุนในโครงการ A, B และ C คาดว่าจะก่อให้เกิดกระแสเงินรับสุทธิตามสถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไข ดังตาราง

หน่วย : ล้านบาท

กลยุทธ์ (โครงการ)	สถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไข			ผลได้สูงสุด	ผลได้ต่ำสุด
	N1	N2	N3	(MAX)	(MIN)
A	-40	70	100	100*	-40
B	30	-50	70	70	-50
C	40	-20	50	50	-20*

ถ้าเลือกใช้วิธีการแบบ Pessimistic Method

- โครงการ C จะน่าลงทุนมากที่สุด เพราะ มีโอกาสขาดทุนน้อยกว่า

ถ้าเลือกใช้วิธีการแบบ Optimistic Method

- โครงการ A จะน่าลงทุนมากที่สุด เพราะ ให้ผลตอบแทนสูงสุด

คำถามท้ายบท

1. ในการวิเคราะห์โครงการลงทุน สิ่งใดบ้างที่ต้องนำมาวิเคราะห์หรือนำมาศึกษาบ้าง?
2. แผนการดำเนินงาน 2 แผน ด้านล่าง แผนใดเหมาะสมในการลงทุนมากกว่ากัน เพราะเหตุใด?

แผน	สภาพเงื่อนไข		
	N1	N2	N3
S1	30	40	30
S2	50	20	30
Probability	0.30	0.40	0.30

3. รูปแบบของการกระจายตัวของค่าความเป็นไปได้จัดแบ่งได้เป็นอย่างไรบ้าง?
4. ขนาดของแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม จัดเป็นตัวแปรลักษณะใด?
5. การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนจะพิจารณาในลักษณะใดได้บ้าง?

เอกสารอ้างอิง
References

1. ชูเวช ชาญสง่าเวช, "การจัดการทางวิศวกรรม", โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2539, 259 หน้า
2. วันชัย ริจิรวินิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า, "เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม", โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2541, 351 หน้า
3. รัตนา สายคณิต, "เศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการ", โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2539, 452 หน้า
4. ARTHUR W. MCCRAY, "PETROLEUM EVALUATIONS AND ECONOMIC DECISIONS", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.
5. Petro Canada, "INTERNATIONAL PETROLEUM EXPLORATION ECONOMICS', PTT.EP. Training, BANGKOK, 1988.
6. M. A. MIAN,"PETROLEUM ENGINEERING Handbook for the Practicing Engineer", Volume I, PennWell Books , 1992.

เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม

Petroleum Economics 434360

ภาคผนวก A ตารางดอกเบี้ย

เศรษฐศาสตร์ปิโตรเลียม
Petroleum Economics 434360

ภาคผนวก A ตารางดอกเบี้ย

อัตราดอกเบี้ย 8 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0300	0.9709	1.000 00	1.030 00	1.000	0.971	1
2	1.0609	0.9426	0.492 61	0.522 61	2.030	1.913	2
3	1.0927	0.9151	0.323 53	0.353 53	3.091	2.829	3
4	1.1255	0.8885	0.239 03	0.269 03	4.184	3.717	4
5	1.1593	0.8626	0.188 35	0.218 35	5.309	4.580	5
6	1.1941	0.8375	0.154 60	0.184 60	6.468	5.417	6
7	1.2299	0.8131	0.130 51	0.160 51	7.662	6.230	7
8	1.2668	0.7894	0.112 46	0.142 46	8.892	7.020	8
9	1.3048	0.7664	0.098 43	0.128 43	10.159	7.786	9
10	1.3439	0.7441	0.087 23	0.117 23	11.464	8.530	10
11	1.3842	0.7224	0.078 08	0.108 08	12.808	9.253	11
12	1.4258	0.7014	0.070 46	0.100 46	14.192	9.954	12
13	1.4685	0.6810	0.064 03	0.094 03	15.618	10.635	13
14	1.5126	0.6611	0.058 53	0.088 53	17.086	11.296	14
15	1.5580	0.6419	0.053 77	0.083 77	18.599	11.938	15
16	1.6047	0.6232	0.049 61	0.079 61	20.157	12.561	16
17	1.6528	0.6050	0.045 95	0.075 95	21.762	13.166	17
18	1.7024	0.5874	0.042 71	0.072 71	23.414	13.754	18
19	1.7535	0.5703	0.039 81	0.069 81	25.117	14.324	19
20	1.8061	0.5537	0.037 22	0.067 22	26.870	14.877	20
21	1.8603	0.5375	0.034 87	0.064 87	28.676	15.415	21
22	1.9161	0.5219	0.032 75	0.062 75	30.537	15.937	22
23	1.9736	0.5067	0.030 81	0.060 81	32.453	16.444	23
24	2.0328	0.4919	0.029 05	0.059 05	34.426	16.936	24
25	2.0938	0.4776	0.027 43	0.057 43	36.459	17.413	25
26	2.1566	0.4637	0.025 94	0.055 94	38.553	17.877	26
27	2.2213	0.4502	0.024 56	0.054 56	40.710	18.327	27
28	2.2879	0.4371	0.023 29	0.053 29	42.931	18.764	28
29	2.3566	0.4243	0.022 11	0.052 11	45.219	19.188	29
30	2.4273	0.4120	0.021 02	0.051 02	47.575	19.600	30
31	2.5001	0.4000	0.020 00	0.050 00	50.003	20.000	31
32	2.5751	0.3883	0.019 05	0.049 05	52.503	20.389	32
33	2.6523	0.3770	0.018 16	0.048 16	55.078	20.766	33
34	2.7319	0.3660	0.017 32	0.047 32	57.730	21.132	34
35	2.8139	0.3554	0.016 54	0.046 54	60.462	21.487	35
40	3.2620	0.3066	0.013 26	0.043 26	75.401	23.115	40
45	3.7816	0.2644	0.010 79	0.040 79	92.720	24.519	45
50	4.3839	0.2281	0.008 87	0.038 87	112.797	25.730	50
55	5.0821	0.1968	0.007 35	0.037 35	136.072	26.774	55
60	5.8916	0.1697	0.006 13	0.036 13	163.053	27.676	60
65	6.8300	0.1464	0.005 15	0.035 15	194.333	28.453	65
70	7.9178	0.1263	0.004 34	0.034 34	230.594	29.123	70
75	9.1789	0.1089	0.003 67	0.033 67	272.631	29.702	75
80	10.6409	0.0940	0.003 11	0.033 11	321.363	30.201	80
85	12.3357	0.0811	0.002 65	0.032 65	377.857	30.631	85
90	14.3005	0.0699	0.002 26	0.032 26	443.349	31.002	90
95	16.5782	0.0603	0.001 93	0.031 93	519.272	31.323	95
100	19.2186	0.0520	0.001 65	0.031 65	607.288	31.599	100

อัตราดอกเบี้ย 4 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0400	0.9615	1.000 00	1.040 00	1.000	0.962	1
2	1.0816	0.9246	0.490 20	0.530 20	2.040	1.886	2
3	1.1249	0.8890	0.320 35	0.360 35	3.122	2.775	3
4	1.1699	0.8548	0.235 49	0.275 49	4.246	3.630	4
5	1.2167	0.8219	0.184 63	0.224 63	5.416	4.452	5
6	1.2653	0.7903	0.150 76	0.190 76	6.633	5.242	6
7	1.3159	0.7599	0.126 61	0.166 61	7.898	6.002	7
8	1.3686	0.7307	0.108 53	0.148 53	9.214	6.733	8
9	1.4233	0.7026	0.094 49	0.134 49	10.583	7.435	9
10	1.4802	0.6756	0.083 29	0.123 29	12.006	8.111	10
11	1.5395	0.6496	0.074 15	0.114 15	13.486	8.760	11
12	1.6010	0.6246	0.066 55	0.106 55	15.026	9.385	12
13	1.6651	0.6006	0.060 14	0.100 14	16.627	9.986	13
14	1.7317	0.5775	0.054 67	0.094 67	18.292	10.563	14
15	1.8009	0.5553	0.049 94	0.089 94	20.024	11.118	15
16	1.8730	0.5339	0.045 82	0.085 82	21.825	11.652	16
17	1.9479	0.5134	0.042 20	0.082 20	23.698	12.166	17
18	2.0258	0.4936	0.038 99	0.078 99	25.645	12.659	18
19	2.1068	0.4746	0.036 14	0.076 14	27.671	13.134	19
20	2.1911	0.4564	0.033 58	0.073 58	29.778	13.590	20
21	2.2788	0.4388	0.031 28	0.071 28	31.969	14.029	21
22	2.3699	0.4220	0.029 20	0.069 20	34.248	14.451	22
23	2.4647	0.4057	0.027 31	0.067 31	36.618	14.857	23
24	2.5633	0.3901	0.025 59	0.065 59	39.083	15.247	24
25	2.6658	0.3751	0.024 01	0.064 01	41.646	15.622	25
26	2.7725	0.3607	0.022 57	0.062 57	44.312	15.983	26
27	2.8834	0.3468	0.021 24	0.061 24	47.084	16.330	27
28	2.9987	0.3335	0.020 01	0.060 01	49.968	16.663	28
29	3.1187	0.3207	0.018 88	0.058 88	52.966	16.984	29
30	3.2434	0.3083	0.017 83	0.057 83	56.085	17.292	30
31	3.3731	0.2965	0.016 86	0.056 86	59.328	17.588	31
32	3.5081	0.2851	0.015 95	0.055 95	62.701	17.874	32
33	3.6484	0.2741	0.015 10	0.055 10	66.210	18.148	33
34	3.7943	0.2636	0.014 31	0.054 31	69.858	18.411	34
35	3.9461	0.2534	0.013 58	0.053 58	73.652	18.665	35
40	4.8010	0.2083	0.010 52	0.050 52	95.026	19.793	40
45	5.8412	0.1712	0.008 26	0.048 26	121.029	20.720	45
50	7.1067	0.1407	0.006 55	0.046 55	152.667	21.482	50
55	8.6464	0.1157	0.005 23	0.045 23	191.159	22.109	55
60	10.5196	0.0951	0.004 20	0.044 20	237.991	22.623	60
65	12.7987	0.0781	0.003 39	0.043 39	294.968	23.047	65
70	15.5716	0.0642	0.002 75	0.042 75	364.290	23.395	70
75	18.9453	0.0528	0.002 23	0.042 23	448.631	23.680	75
80	23.0500	0.0434	0.001 81	0.041 81	551.245	23.915	80
85	28.0436	0.0357	0.001 48	0.041 48	676.090	24.109	85
90	34.1193	0.0293	0.001 21	0.041 21	827.983	24.267	90
95	41.5114	0.0241	0.000 99	0.040 99	1 012.785	24.398	95
100	50.5049	0.0198	0.000 81	0.040 81	1 237.624	24.505	100

อัตราดอกเบี้ย 5 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0500	0.9524	1.000 00	1.050 00	1.000	0.952	1
2	1.1025	0.9070	0.487 80	0.537 80	2.050	1.859	2
3	1.1576	0.8638	0.317 21	0.367 21	3.153	2.723	3
4	1.2155	0.8227	0.232 01	0.282 01	4.310	3.546	4
5	1.2763	0.7835	0.180 97	0.230 97	5.526	4.329	5
6	1.3401	0.7462	0.147 02	0.197 02	6.802	5.076	6
7	1.4071	0.7107	0.122 82	0.172 82	8.142	5.786	7
8	1.4775	0.6768	0.104 72	0.154 72	9.549	6.463	8
9	1.5513	0.6446	0.090 69	0.140 69	11.027	7.108	9
10	1.6289	0.6139	0.079 50	0.129 50	12.578	7.722	10
11	1.7103	0.5847	0.070 39	0.120 39	14.207	8.306	11
12	1.7959	0.5568	0.062 83	0.112 83	15.917	8.863	12
13	1.8856	0.5303	0.056 46	0.106 46	17.713	9.394	13
14	1.9800	0.5051	0.051 02	0.101 02	19.599	9.899	14
15	2.0789	0.4810	0.046 34	0.096 34	21.579	10.380	15
16	2.1829	0.4581	0.042 27	0.092 27	23.657	10.838	16
17	2.2920	0.4363	0.038 70	0.088 70	25.840	11.274	17
18	2.4066	0.4155	0.035 55	0.085 55	28.132	11.690	18
19	2.5270	0.3957	0.032 75	0.082 75	30.539	12.085	19
20	2.6533	0.3769	0.030 24	0.080 24	33.066	12.462	20
21	2.7860	0.3589	0.028 00	0.078 00	35.719	12.821	21
22	2.9253	0.3418	0.025 97	0.075 97	38.505	13.163	22
23	3.0715	0.3256	0.024 14	0.074 14	41.430	13.489	23
24	3.2251	0.3101	0.022 47	0.072 47	44.502	13.799	24
25	3.3864	0.2953	0.020 95	0.070 95	47.727	14.094	25
26	3.5557	0.2812	0.019 56	0.069 56	51.113	14.375	26
27	3.7335	0.2678	0.018 29	0.068 29	54.669	14.643	27
28	3.9201	0.2551	0.017 12	0.067 12	58.403	14.898	28
29	4.1161	0.2429	0.016 05	0.066 05	62.323	15.141	29
30	4.3219	0.2314	0.015 05	0.065 05	66.439	15.372	30
31	4.5380	0.2204	0.014 13	0.064 13	70.761	15.593	31
32	4.7649	0.2099	0.013 28	0.063 28	75.299	15.803	32
33	5.0032	0.1999	0.012 49	0.062 49	80.064	16.003	33
34	5.2533	0.1904	0.011 76	0.061 76	85.067	16.193	34
35	5.5160	0.1813	0.011 07	0.061 07	90.320	16.374	35
40	7.0400	0.1420	0.008 28	0.058 28	120.800	17.159	40
45	8.9850	0.1113	0.006 26	0.056 26	159.700	17.774	45
50	11.4674	0.0872	0.004 78	0.054 78	209.348	18.256	50
55	14.6356	0.0683	0.003 67	0.053 67	272.713	18.633	55
60	18.6792	0.0535	0.002 83	0.052 83	353.584	18.929	60
65	23.8399	0.0419	0.002 19	0.052 19	456.798	19.161	65
70	30.4264	0.0329	0.001 70	0.051 70	588.529	19.343	70
75	38.8327	0.0258	0.001 32	0.051 32	756.654	19.485	75
80	49.5614	0.0202	0.001 03	0.051 03	971.229	19.596	80
85	63.2544	0.0158	0.000 80	0.050 80	1 245.087	19.684	85
90	80.7304	0.0124	0.000 63	0.050 63	1 594.607	19.752	90
95	103.0357	0.0097	0.000 49	0.050 49	2 040.694	19.806	95
100	131.5013	0.0076	0.000 38	0.050 38	2 610.025	19.848	100

อัตราดอกเบี้ย 6 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0600	0.9434	1.000 00	1.060 00	1.000	0.943	1
2	1.1236	0.8900	0.485 44	0.545 44	2.060	1.833	2
3	1.1910	0.8396	0.314 11	0.374 11	3.184	2.673	3
4	1.2625	0.7921	0.228 59	0.288 59	4.375	3.465	4
5	1.3382	0.7473	0.177 40	0.237 40	5.637	4.212	5
6	1.4185	0.7050	0.143 36	0.203 36	6.975	4.917	6
7	1.5036	0.6651	0.119 14	0.179 14	8.394	5.582	7
8	1.5938	0.6274	0.101 04	0.161 04	9.897	6.210	8
9	1.6895	0.5919	0.087 02	0.147 02	11.491	6.802	9
10	1.7908	0.5584	0.075 87	0.135 87	13.181	7.360	10
11	1.8983	0.5268	0.066 79	0.126 79	14.972	7.887	11
12	2.0122	0.4970	0.059 28	0.119 28	16.870	8.384	12
13	2.1329	0.4688	0.052 96	0.112 96	18.882	8.853	13
14	2.2609	0.4423	0.047 58	0.107 58	21.015	9.295	14
15	2.3966	0.4173	0.042 96	0.102 96	23.276	9.712	15
16	2.5404	0.3936	0.038 95	0.098 95	25.673	10.106	16
17	2.6928	0.3714	0.035 44	0.095 44	28.213	10.477	17
18	2.8543	0.3503	0.032 36	0.092 36	30.906	10.828	18
19	3.0256	0.3305	0.029 62	0.089 62	33.760	11.158	19
20	3.2071	0.3118	0.027 18	0.087 18	36.786	11.470	20
21	3.3996	0.2942	0.025 00	0.085 00	39.993	11.764	21
22	3.6035	0.2775	0.023 05	0.083 05	43.392	12.042	22
23	3.8197	0.2618	0.021 28	0.081 28	46.996	12.303	23
24	4.0489	0.2470	0.019 68	0.079 68	50.816	12.550	24
25	4.2919	0.2330	0.018 23	0.078 23	54.865	12.783	25
26	4.5494	0.2198	0.016 90	0.076 90	59.156	13.003	26
27	4.8223	0.2074	0.015 70	0.075 70	63.706	13.211	27
28	5.1117	0.1956	0.014 59	0.074 59	68.528	13.406	28
29	5.4184	0.1846	0.013 58	0.073 58	73.640	13.591	29
30	5.7435	0.1741	0.012 65	0.072 65	79.058	13.765	30
31	6.0881	0.1643	0.011 79	0.071 79	84.802	13.929	31
32	6.4534	0.1550	0.011 00	0.071 00	90.890	14.084	32
33	6.8406	0.1462	0.010 27	0.070 27	97.343	14.230	33
34	7.2510	0.1379	0.009 60	0.069 60	104.184	14.368	34
35	7.6861	0.1301	0.008 97	0.068 97	111.435	14.498	35
40	10.2857	0.0972	0.006 46	0.066 46	154.762	15.046	40
45	13.7646	0.0727	0.004 70	0.064 70	212.744	15.456	45
50	18.4202	0.0543	0.003 44	0.063 44	290.336	15.762	50
55	24.6503	0.0406	0.002 54	0.062 54	394.172	15.991	55
60	32.9877	0.0303	0.001 88	0.061 88	533.128	16.161	60
65	44.1450	0.0227	0.001 39	0.061 39	719.083	16.289	65
70	59.0759	0.0169	0.001 03	0.061 03	967.932	16.385	70
75	79.0569	0.0126	0.000 77	0.060 77	1 300.949	16.456	75
80	105.7960	0.0095	0.000 57	0.060 57	1 746.600	16.509	80
85	141.5789	0.0071	0.000 43	0.060 43	2 342.982	16.549	85
90	189.4645	0.0053	0.000 32	0.060 32	3 141.075	16.579	90
95	253.5463	0.0039	0.000 24	0.060 24	4 209.104	16.601	95
100	339.3021	0.0029	0.000 18	0.060 18	5 638.368	16.618	100

อัตราดอกเบี้ย 7 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0700	0.9346	1.000 00	1.070 00	1.000	0.935	1
2	1.1449	0.8734	0.483 09	0.553 09	2.070	1.808	2
3	1.2250	0.8163	0.311 05	0.381 05	3.215	2.624	3
4	1.3108	0.7629	0.225 23	0.295 23	4.440	3.387	4
5	1.4026	0.7130	0.173 89	0.243 89	5.751	4.100	5
6	1.5007	0.6663	0.139 80	0.209 80	7.153	4.767	6
7	1.6058	0.6227	0.115,55	0.185 55	8.654	5.389	7
8	1,7182	0.5820	0.097 47	0.167 47	10.260	5.971	8
9	1.8385	0.5439	0.083 49	0.153 49	11.978	6.515	9
10	1.9672	0.5083	0.072 38	0.142 38	13.816	7.024	10
11	2.1049	0.4751	0.063 36	0.133 36	15.784	7.499	11
12	2.2522	0.4440	0.055 90	0.125 90	17.888	7.943	12
13	2.4098	0.4150	0.049 65	0.119 65	20.141	8.358	13
14	2.5785	0.3878	0.044 34	0.114 34	22.550	8.745	14
15	2.7590	0.3624	0.039 79	0.109 79	25.129	9.108	15
16	2.9522	0.3387	0.035 86	0.105 86	27.888	9.447	16
17	3.1588	0.3166	0.032 43	0.102 43	30.840	9.763	17
18	3.3799	0.2959	0.029 41	0.099 41	33.999	10.059	18
19	3.6165	0.2765	0.026 75	0.096 75	37.379	10.336	19
20	3.8697	0.2584	0.024 39	0.094 39	40.995	10.594	20
21	4.1406	0.2415	0.022 29	0.092 29	44.865	10.836	21
22	4.4304	0.2257	0.020 41	0.090 41	49.006	11.061	22
23	4.7405	0.2109	0.018 71	0.088 71	53.436	11.272	23
24	5.0724	0.1971	0.017 19	0.087 19	58.177	11.469	24
25	5.4274	0.1842	0.015 81	0.085 81	63.249	11.654	25
26	5.8074	0.1722	0.014 56	0.084 56	68.676	11.826	26
27	6.2139	0.1609	0.013 43	0.083 43	74.484	11.987	27
28	6.6488	0.1504	0.012 39	0.082 39	80.698	12.137	28
29	7.1143	0.1406	0.011 45	0.081 45	87.347	12.278	29
30	7.6123	0.1314	0.010 59	0.080 59	94.461	12.409	30
31	8.1451	0.1228	0.009 80	0.079 80	102.073	12.532	31
32	8.7153	0.1147	0.009 07	0.079 07	110.218	12.647	32
33	9.3253	0.1072	0.008 41	0.078 41	118.933	12.754	33
34	9.9781	0.1002	0.007 80	0.077 80	128.259	12.854	34
35	10.6766	0.0937	0.007 23	0.077 23	138.237	12.948	35
40	14.9745	0.0668	0.005 01	0.075 01	199.635	13.332	40
45	21.0025	0.0476	0.003 50	0.073 50	285.749	13.606	45
50	29.4570	0.0339	0.002 46	0.072 46	406.529	13.801	50
55	41.3150	0.0242	0.001 74	0.071 74	575.929	13.940	55
60	57.9464	0.0173	0.001 23	0.071 23	813.520	14.039	60
65	81.2729	0.0123	0.000 87	0.070 87	1 146.755	14.110	65
70	113.9894	0.0088	0.000 62	0.070 62	1 614.134	14.160	70
75	159.8760	0.0063	0.000 44	0.070 44	2 269.657	14.196	75
80	224.2344	0.0045	0.000 31	0.070 31	3 189.063	14.222	80
85	314.5003	0.0032	0.000 22	0.070 22	4 478.576	14.240	85
90	441.1030	0.0023	0.000 16	0.070 16	6 287.185	14.253	90
95	618.6697	0.0016	0.000 11	0.070 11	8 823.854	14.263	95
100	867.7163	0.0012	0.000 08	0.070 08	12 381.662	14.269	100

อัตราดอกเบี้ย 8 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นงวด				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.0800	0.9259	1.000 00	1.080 00	1.000	0.926	1
2	1.1664	0.8573	0.480 77	0.560 77	2.080	1.783	2
3	1.2597	0.7938	0.308 03	0.388 03	3.246	2.577	3
4	1.3605	0.7350	0.221 92	0.301 92	4.506	3.312	4
5	1.4693	0.6806	0.170 46	0.250 46	5.867	3.993	5
6	1.5869	0.6302	0.136 32	0.216 32	7.336	4.623	6
7	1.7138	0.5835	0.112 07	0.192 07	8.923	5.206	7
8	1.8509	0.5403	0.094 01	0.174 01	10.637	5.747	8
9	1.9990	0.5002	0.080 08	0.160 08	12.488	6.247	9
10	2.1589	0.4632	0.069 03	0.149 03	14.487	6.710	10
11	2.3316	0.4289	0.060 08	0.140 08	16.645	7.139	11
12	2.5182	0.3971	0.052 70	0.132 70	18.977	7.536	12
13	2.7196	0.3677	0.046 52	0.126 52	21.495	7.904	13
14	2.9372	0.3405	0.041 30	0.121 30	24.215	8.244	14
15	3.1722	0.3152	0.036 83	0.116 83	27.152	8.559	15
16	3.4259	0.2919	0.032 98	0.112 98	30.324	8.851	16
17	3.7000	0.2703	0.029 63	0.109 63	33.750	9.122	17
18	3.9960	0.2502	0.026 70	0.106 70	37.450	9.372	18
19	4.3157	0.2317	0.024 13	0.104 13	41.446	9.604	19
20	4.6610	0.2145	0.021 85	0.101 85	45.762	9.818	20
21	5.0338	0.1987	0.019 83	0.099 83	50.423	10.017	21
22	5.4365	0.1839	0.018 03	0.098 03	55.457	10.201	22
23	5.8715	0.1703	0.016 42	0.096 42	60.893	10.371	23
24	6.3412	0.1577	0.014 98	0.094 98	66.765	10.529	24
25	6.8485	0.1460	0.013 68	0.093 68	73.106	10.675	25
26	7.3964	0.1352	0.012 51	0.092 51	79.954	10.810	26
27	7.9881	0.1252	0.011 45	0.091 45	87.351	10.935	27
28	8.6271	0.1159	0.010 49	0.090 49	95.339	11.051	28
29	9.3173	0.1073	0.009 62	0.089 62	103.966	11.158	29
30	10.0627	0.0994	0.008 83	0.088 83	113.283	11.258	30
31	10.8677	0.0920	0.008 11	0.088 11	123.346	11.350	31
32	11.7371	0.0852	0.007 45	0.087 45	134.214	11.435	32
33	12.6760	0.0789	0.006 85	0.086 85	145.951	11.514	33
34	13.6901	0.0730	0.006 30	0.086 30	158.627	11.587	34
35	14.7853	0.0676	0.005 80	0.085 80	172.317	11.655	35
40	21.7245	0.0460	0.003 86	0.083 86	259.057	11.925	40
45	31.9204	0.0313	0.002 59	0.082 59	386.506	12.108	45
50	46.9016	0.0213	0.001 74	0.081 74	573.770	12.233	50
55	68.9139	0.0145	0.001 18	0.081 18	848.923	12.319	55
60	101.2571	0.0099	0.000 80	0.080 80	1 253.213	12.377	60
65	148.7798	0.0067	0.000 54	0.080 54	1 847.248	12.416	65
70	218.6064	0.0046	0.000 37	0.080 37	2 720.080	12.443	70
75	321.2045	0.0031	0.000 25	0.080 25	4 002.557	12.461	75
80	471.9548	0.0021	0.000 17	0.080 17	5 886.935	12.474	80
85	693.4565	0.0014	0.000 12	0.080 12	8 655.706	12.482	85
90	1 018.9151	0.0010	0.000 08	0.080 08	12 723.939	12.488	90
95	1 497.1205	0.0007	0.000 05	0.080 05	18 701.507	12.492	95
100	2 199.7613	0.0005	0.000 04	0.080 04	27 484.516	12.494	100

อัตราดอกเบี้ย 10 %

	ระบบจ่ายครั้งเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.1000	0.9091	1.000 00	1.100 00	1.000	0.909	1
2	1.2100	0.8264	0.476 19	0.576 19	2.100	1.736	2
3	1.3310	0.7513	0.302 11	0.402 11	3.310	2.487	3
4	1.4641	0.6830	0.215 47	0.315 47	4.641	3.170	4
5	1.6105	0.6209	0.163 80	0.263 80	6.105	3.791	5
6	1.7716	0.5645	0.129 61	0.229 61	7.716	4.355	6
7	1.9487	0.5132	0.105 41	0.205 41	9.487	4.868	7
8	2.1436	0.4665	0.087 44	0.187 44	11.436	5.335	8
9	2.3579	0.4241	0.073 64	0.173 64	13.579	5.759	9
10	2.5937	0.3855	0.062 75	0.162 75	15.937	6.144	10
11	2.8531	0.3505	0.053 96	0.153 96	18.531	6.495	11
12	3.1384	0.3186	0.046 76	0.146 76	21.384	6.814	12
13	3.4523	0.2897	0.040 78	0.140 78	24.523	7.103	13
14	3.7975	0.2633	0.035 75	0.135 75	27.975	7.367	14
15	4.1772	0.2394	0.031 47	0.131 47	31.772	7.606	15
16	4.5950	0.2176	0.027 82	0.127 82	35.950	7.824	16
17	5.0545	0.1978	0.024 66	0.124 66	40.545	8.022	17
18	5.5599	0.1799	0.021 93	0.121 93	45.599	8.201	18
19	6.1159	0.1635	0.019 55	0.119 55	51.159	8.365	19
20	6.7275	0.1486	0.017 46	0.117 46	57.275	8.514	20
21	7.4002	0.1351	0.015 62	0.115 62	64.002	8.649	21
22	8.1403	0.1228	0.014 01	0.114 01	71.403	8.772	22
23	8.9543	0.1117	0.012 57	0.112 57	79.543	8.883	23
24	9.8497	0.1015	0.011 30	0.111 30	88.497	8.985	24
25	10.8347	0.0923	0.010 17	0.110 17	98.347	9.077	25
26	11.9182	0.0839	0.009 16	0.109 16	109.182	9.161	26
27	13.1100	0.0763	0.008 26	0.108 26	121.100	9.237	27
28	14.4210	0.0693	0.007 45	0.107 45	134.210	9.307	28
29	15.8631	0.0630	0.006 73	0.106 73	148.631	9.370	29
30	17.4494	0.0573	0.006 08	0.106 08	164.494	9.427	30
31	19.1943	0.0521	0.005 50	0.105 50	181.943	9.479	31
32	21.1138	0.0474	0.004 97	0.104 97	201.138	9.526	32
33	23.2252	0.0431	0.004 50	0.104 50	222.252	9.569	33
34	25.5477	0.0391	0.004 07	0.104 07	245.477	9.609	34
35	28.1024	0.0356	0.003 69	0.103 69	271.024	9.644	35
40	45.2593	0.0221	0.002 26	0.102 26	442.593	9.779	40
45	72.8905	0.0137	0.001 39	0.101 39	718.905	9.863	45
50	117.3909	0.0085	0.000 86	0.100 86	1 163.909	9.915	50
55	189.0591	0.0053	0.000 53	0.100 53	1 880.591	9.947	55
60	304.4816	0.0033	0.000 33	0.100 33	3 034.816	9.967	60
65	490.3707	0.0020	0.000 20	0.100 20	4 893.707	9.980	65
70	789.7470	0.0013	0.000 13	0.100 13	7 887.470	9.987	70
75	1 271.8952	0.0008	0.000 08	0.100 08	12 708.954	9.992	75
80	2 048.4002	0.0005	0.000 05	0.100 05	20 474.002	9.995	80
85	3 298.9690	0.0003	0.000 03	0.100 03	32 979.690	9.997	85
90	5 313.0226	0.0002	0.000 02	0.100 02	53 120.226	9.998	90
95	8 556.6760	0.0001	0.000 01	0.100 01	85 556.760	9.999	95
100	13 780.6123	0.0001	0.000 01	0.100 01	137 796.123	9.999	100

อัตราดอกเบี้ย 15 %

	ระบบจ่ายทีเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.1500	0.8696	1.000 00	1.150 00	1.000	0.870	1
2	1.3225	0.7561	0.465 12	0.615 12	2.150	1.626	2
3	1.5209	0.6575	0.287 98	0.437 98	3.472	2.283	3
4	1.7490	0.5718	0.200 26	0.350 27	4.993	2.855	4
5	2.0114	0.4972	0.148 32	0.298 32	6.742	3.352	5
6	2.3131	0.4323	0.114 24	0.264 24	8.754	3.784	6
7	2.6600	0.3759	0.090 36	0.240 36	11.067	4.160	7
8	3.0590	0.3269	0.072 85	0.222 85	13.727	4.487	8
9	3.5179	0.2843	0.059 57	0.209 57	16.786	4.772	9
10	4.0456	0.2472	0.049 25	0.199 25	20.304	5.019	10
11	4.6524	0.2149	0.041 07	0.191 07	24.349	5.234	11
12	5.3503	0.1869	0.034 48	0.184 48	29.002	5.421	12
13	6.1528	0.1625	0.029 11	0.179 11	34.352	5.583	13
14	7.0757	0.1413	0.024 69	0.174 69	40.505	5.724	14
15	8.1371	0.1229	0.021 02	0.171 02	47.580	5.847	15
16	9.3576	0.1069	0.017 95	0.167 95	55.717	5.954	16
17	10.7613	0.0929	0.015 37	0.165 37	65.075	6.047	17
18	12.3755	0.0808	0.013 19	0.163 19	75.836	6.128	18
19	14.2318	0.0703	0.011 34	0.161 34	88.212	6.198	19
20	16.3665	0.0611	0.009 76	0.159 76	102.444	6.259	20
21	18.8215	0.0531	0.008 42	0.158 42	118.810	6.312	21
22	21.6447	0.0462	0.007 27	0.157 27	137.632	6.359	22
23	24.8915	0.0402	0.006 28	0.156 28	159.276	6.399	23
24	28.6252	0.0349	0.005 43	0.155 43	184.168	6.434	24
25	32.9190	0.0304	0.004 70	0.154 70	212.793	6.464	25
26	37.8568	0.0264	0.004 07	0.154 07	245.712	6.491	26
27	43.5353	0.0230	0.003 53	0.153 53	283.569	6.514	27
28	50.0656	0.0200	0.003 06	0.153 06	327.104	6.534	28
29	57.5755	0.0174	0.002 65	0.152 65	377.170	6.551	29
30	66.2118	0.0151	0.002 30	0.152 30	434.745	6.566	30
31	76.1435	0.0131	0.002 00	0.152 00	500.957	6.579	31
32	87.5651	0.0114	0.001 73	0.151 73	577.100	6.591	32
33	100.6998	0.0099	0.001 50	0.151 50	664.666	6.600	33
34	115.8048	0.0086	0.001 31	0.151 31	765.365	6.609	34
35	133.1755	0.0075	0.001 13	0.151 13	881.170	6.617	35
40	267.8635	0.0037	0.000 56	0.150 56	1 779.090	6.642	40
45	538.7693	0.0019	0.000 28	0.150 28	3 585.128	6.654	45
50	1 083.6574	0.0009	0.000 14	0.150 14	7 217.716	6.661	50
∞				0.150 00		6.667	∞

อัตราดอกเบี้ย 20 %

	ระบบจ่ายทีเดียว		ระบบจ่ายเป็นงวด				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.2000	0.8333	1.000 00	1.200 00	1.000	0.833	1
2	1.4400	0.6944	0.454 55	0.654 55	2.200	1.528	2
3	1.7280	0.5787	0.274 73	0.474 73	3.640	2.106	3
4	2.0736	0.4823	0.186 29	0.386 29	5.368	2.589	4
5	2.4883	0.4019	0.134 38	0.334 38	7.442	2.991	5
6	2.9860	0.3349	0.100 71	0.300 71	9.930	3.326	6
7	3.5832	0.2791	0.077 42	0.277 42	12.916	3.605	7
8	4.2998	0.2326	0.060 61	0.260 61	16.499	3.837	8
9	5.1598	0.1938	0.048 08	0.248 08	20.799	4.031	9
10	6.1917	0.1615	0.038 52	0.238 52	25.959	4.192	10
11	7.4301	0.1346	0.031 10	0.231 10	32.150	4.327	11
12	8.9161	0.1122	0.025 26	0.225 26	39.581	4.439	12
13	10.6993	0.0935	0.020 62	0.220 62	48.497	4.533	13
14	12.8392	0.0779	0.016 89	0.216 89	59.196	4.611	14
15	15.4070	0.0649	0.013 88	0.213 88	72.035	4.675	15
16	18.4884	0.0541	0.011 44	0.211 44	87.442	4.730	16
17	22.1861	0.0451	0.009 44	0.209 44	105.931	4.775	17
18	26.6233	0.0376	0.007 81	0.207 81	128.117	4.812	18
19	31.9480	0.0313	0.006 46	0.206 46	154.740	4.844	19
20	38.3376	0.0261	0.005 36	0.205 36	186.688	4.870	20
21	46.0051	0.0217	0.004 44	0.204 44	225.026	4.891	21
22	55.2061	0.0181	0.003 69	0.203 69	271.031	4.909	22
23	66.2474	0.0151	0.003 07	0.203 07	326.237	4.925	23
24	79.4968	0.0126	0.002 55	0.202 55	392.484	4.937	24
25	95.3962	0.0105	0.002 12	0.202 12	471.981	4.948	25
26	114.4755	0.0087	0.001 76	0.201 76	567.377	4.956	26
27	137.3706	0.0073	0.001 47	0.201 47	681.853	4.964	27
28	164.8447	0.0061	0.001 22	0.201 22	819.223	4.970	28
29	197.8136	0.0051	0.001 02	0.201 02	984.068	4.975	29
30	237.3763	0.0042	0.000 85	0.200 85	1 181.882	4.979	30
31	284.8516	0.0035	0.000 70	0.200 70	1 419.258	4.982	31
32	341.8219	0.0029	0.000 59	0.200 59	1 704.109	4.985	32
33	410.1863	0.0024	0.000 49	0.200 49	2 045.931	4.988	33
34	492.2235	0.0020	0.000 41	0.200 41	2 456.118	4.990	34
35	590.6682	0.0017	0.000 34	0.200 34	2 948.341	4.992	35
40	1 469.7716	0.0007	0.000 14	0.200 14	7 343.858	4.997	40
45	3 657.2620	0.0003	0.000 05	0.200 05	18 281.310	4.999	45
50	9 100.4382	0.0001	0.000 02	0.200 02	45 497.191	4.999	50
∞				0.200 00		5.000	∞

Gradient to Present Worth Factor (GPWF) ของอัตราดอกเบี้ย 1%-50%

n	1%	2%	3%	4%	5%	6%	n
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1
2	0.9803	0.9612	0.9426	0.9246	0.9070	0.8900	2
3	2.9215	2.8458	2.7729	2.7025	2.6347	2.5692	3
4	5.8044	5.6173	5.4383	5.2670	5.1028	4.9455	4
5	9.6103	9.2403	8.8888	8.5547	8.2369	7.9345	5
6	14.3205	13.6801	13.0762	12.5062	11.9680	11.4594	6
7	19.9168	18.9035	17.9547	17.0657	16.2321	15.4497	7
8	26.3812	24.8779	23.4806	22.1806	20.9700	19.8416	8
9	33.6959	31.5720	29.6119	27.8013	26.1268	24.5768	9
10	41.8435	38.9551	36.3088	33.8814	31.6520	29.6023	10
11	50.8067	46.9977	43.5330	40.3772	37.4988	34.8702	11
12	60.5687	55.6712	51.2482	47.2477	43.6241	40.3369	12
13	71.1126	64.9475	59.4196	54.4546	49.9879	45.9629	13
14	82.4221	74.7999	68.0741	61.9618	56.5538	51.7128	14
15	94.4810	85.2021	77.0002	69.7355	63.2880	57.5546	15
16	107.2734	96.1288	86.3477	77.7441	70.1597	63.4592	16
17	120.7834	107.5554	96.0280	85.9581	77.1405	69.4011	17
18	134.9957	119.4581	106.0137	94.3498	84.2043	75.3569	18
19	149.8950	131.8139	116.2788	102.8933	91.3275	81.3062	19
20	165.4664	144.6003	126.7987	111.5647	98.4884	87.2304	20
21	181.6950	157.7959	137.5496	120.3414	105.6673	93.1136	21
22	198.5663	171.3795	148.5094	129.2024	112.8461	98.9412	22
23	216.0660	185.3309	159.6566	138.1284	120.0087	104.7007	23
24	234.1800	199.6305	170.9711	147.1012	127.1402	110.3812	24
25	252.8945	214.2592	182.4336	156.1040	134.2275	115.9732	25
30	355.0021	291.7164	241.3613	201.0618	168.6226	142.3588	30
35	470.1583	374.8826	301.6267	244.8768	200.5807	165.7427	35
40	596.8561	461.9931	361.7500	286.5303	229.5452	185.9568	40
45	733.7038	551.5652	420.6325	325.4028	255.3146	203.1097	45
50	879.4177	642.3606	477.4804	361.1639	277.9148	217.4574	50

n	7%	8%	10%	12%	15%	20%	n
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1
2	0.8734	0.8573	0.8264	0.7972	0.7561	0.6944	2
3	2.5060	2.4450	2.3291	2.2208	2.0712	1.8519	3
4	4.7947	4.6501	4.3781	4.1273	3.7864	3.2986	4
5	7.6467	7.3724	6.8618	6.3970	5.7751	4.9061	5
6	10.9784	10.5233	9.6842	8.9302	7.9368	6.5806	6
7	14.7149	14.0242	12.7631	11.6443	10.1924	8.2551	7
8	18.7889	17.8061	16.0287	14.4715	12.4807	9.8831	8
9	23.1404	21.8081	19.4215	17.3563	14.7548	11.4335	9
10	27.7156	25.9768	22.8913	20.2541	16.9795	12.8871	10
11	32.4665	30.2657	26.3963	23.1289	19.1289	14.2330	11
12	37.3506	34.6339	29.9012	25.9523	21.1849	15.4667	12
13	42.3302	39.0463	33.3772	28.7024	23.1352	16.5883	13
14	47.3718	43.4723	36.8005	31.3624	24.9725	17.6008	14
15	52.4461	47.8857	40.1520	33.9202	26.6930	18.5095	15

Gradient to Present Worth Factor (GPWF)ของอัตราดอกเบี้ย 1%–50%

n	7%	8%	10%	12%	15%	20%	n
16	57.5271	52.2640	43.4164	36.3670	28.2960	19.3208	16
17	62.5923	56.5883	46.5820	38.6973	29.7828	20.0419	17
18	67.6220	60.8426	49.6396	40.9080	31.1565	20.6805	18
19	72.5991	65.0134	52.5827	42.9979	32.4213	21.2439	19
20	77.5091	69.0898	55.4069	44.9676	33.5822	21.7395	20
21	82.3393	73.0629	58.1095	46.8188	34.6448	22.1742	21
22	87.0793	76.9257	60.6893	48.5543	35.6150	22.5546	22
23	91.7201	80.6726	63.1462	50.1776	36.4988	22.8867	23
24	96.2545	84.2997	65.4813	51.6929	37.3023	23.1760	24
25	100.6765	87.8041	67.6964	53.1047	38.0314	23.4276	25
30	120.9718	103.4558	77.0766	58.7821	40.7526	24.2628	30
35	138.1353	116.0920	83.9872	62.6052	42.3587	24.6614	35
40	152.2928	126.0422	88.9526	65.1159	43.2830	24.8469	40
45	163.7559	133.7331	92.4545	66.7343	43.8051	24.9316	45
50	172.9051	139.5928	94.8889	67.7625	44.0958	24.9698	50

n	25%	30%	35%	40%	45%	50%	n
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1
2	0.6400	0.5917	0.5487	0.5102	0.4756	0.4444	2
3	1.6640	1.5020	1.3616	1.2391	1.1317	1.0370	3
4	2.8928	2.5524	2.2648	2.0200	1.8103	1.6296	4
5	4.2035	3.6297	3.1568	2.7637	2.4344	2.1564	5
6	5.5142	4.6656	3.9828	3.4278	2.9723	2.5953	6
7	6.7725	5.6218	4.7170	3.9970	3.4176	2.9465	7
8	7.9469	6.4800	5.3515	4.4713	3.7758	3.2196	8
9	9.0207	7.2344	5.8887	4.8585	4.0581	3.4277	9
10	9.9870	7.8872	6.3363	5.1696	4.2772	3.5838	10
11	10.8460	8.4452	6.7047	5.4166	4.4450	3.6994	11
12	11.6020	8.9173	7.0049	5.6106	4.5724	3.7842	12
13	12.2617	9.3135	7.2474	5.7618	4.6682	3.8459	13
14	12.8334	9.6437	7.4421	5.8788	4.7398	3.8904	14
15	13.3260	9.9172	7.5974	5.9688	4.7929	3.9224	15
16	13.7482	10.1426	7.7206	6.0376	4.8322	3.9452	16
17	14.1085	10.3276	7.8180	6.0901	4.8611	3.9614	17
18	14.4147	10.4788	7.8946	6.1299	4.8823	3.9729	18
19	14.6741	10.6019	7.9547	6.1601	4.8978	3.9811	19
20	14.8932	10.7019	8.0017	6.1828	4.9090	3.9868	20
21	15.0777	10.7828	8.0384	6.1998	4.9172	3.9908	21
22	15.2326	10.8482	8.0669	6.2127	4.9231	3.9936	22
23	15.3625	10.9009	8.0890	6.2222	4.9274	3.9955	23
24	15.4711	10.9433	8.1061	6.2294	4.9305	3.9969	24
25	15.5618	10.9773	8.1194	6.2347	4.9327	3.9979	25
30	15.8316	11.0687	8.1517	6.2466	4.9372	3.9997	30
35	15.9367	11.0980	8.1603	6.2493	4.9381		35
40	15.9766	11.1071	8.1625	6.2498			40
45	15.9915	11.1099	8.1631				45
50	15.9969	11.1108					50

Gradient to Uniform Scries Conversion Factor (GUSF)

n	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	10%	n
2	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	2
3	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94	3
4	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.40	1.38	4
5	1.98	1.96	1.94	1.92	1.90	1.88	1.86	1.85	1.81	5
6	2.47	2.44	2.41	2.39	2.36	2.33	2.30	2.28	2.22	6
7	2.96	2.92	2.88	2.84	2.81	2.77	2.73	2.69	2.62	7
8	3.45	3.40	3.34	3.29	3.24	3.20	3.15	3.10	3.00	8
9	3.93	3.87	3.80	3.74	3.68	3.61	3.55	3.49	3.37	9
10	4.42	4.34	4.26	4.18	4.10	4.02	3.95	3.87	3.73	10
11	4.90	4.80	4.70	4.61	4.51	4.42	4.33	4.24	4.06	11
12	5.38	5.26	5.15	5.03	4.92	4.81	4.70	4.60	4.39	12
13	5.86	5.72	5.59	5.45	5.32	5.19	5.06	4.94	4.70	13
14	6.34	6.18	6.02	5.87	5.71	5.56	5.42	5.27	5.00	14
15	6.81	6.63	6.45	6.27	6.10	5.93	5.76	5.59	5.28	15
16	7.29	7.08	6.87	6.67	6.47	6.28	6.09	5.90	5.55	16
17	7.76	7.52	7.29	7.07	6.84	6.62	6.41	6.20	5.81	17
18	8.23	7.97	7.71	7.45	7.20	6.96	6.72	6.49	6.05	18
19	8.70	8.41	8.12	7.83	7.56	7.29	7.02	6.77	6.29	19
20	9.17	8.84	8.52	8.21	7.90	7.61	7.32	7.04	6.51	20
21	9.63	9.28	8.92	8.58	8.24	7.92	7.60	7.29	6.72	21
22	10.10	9.70	9.32	8.94	8.57	8.22	7.87	7.54	6.92	22
23	10.56	10.13	9.71	9.30	8.90	8.51	8.14	7.78	7.11	23
24	11.02	10.55	10.10	9.65	9.21	8.80	8.39	8.01	7.29	24
25	11.48	10.97	10.48	9.99	9.52	9.07	8.64	8.23	7.46	25
26	11.94	11.39	10.85	10.33	9.83	9.34	8.88	8.44	7.62	26
27	12.39	11.80	11.23	10.66	10.12	9.60	9.11	8.64	7.77	27
28	12.85	12.21	11.59	10.99	10.41	9.86	9.33	8.83	7.91	28
29	13.30	12.62	11.96	11.31	10.69	10.10	9.54	9.01	8.05	29
30	13.75	13.02	12.31	11.63	10.97	10.34	9.75	9.19	8.18	30
31	14.20	13.42	12.67	11.94	11.24	10.57	9.95	9.36	8.30	31
32	14.65	13.82	13.02	12.24	11.50	10.80	10.14	9.52	8.41	32
33	15.10	14.22	13.36	12.54	11.76	11.02	10.32	9.67	8.52	33
34	15.54	14.61	13.70	12.83	12.01	11.23	10.50	9.82	8.61	34
35	15.98	15.00	14.04	13.12	12.25	11.43	10.67	9.96	8.71	35
40	18.18	16.89	15.65	14.48	13.38	12.36	11.42	10.57	9.10	40
45	20.33	18.70	17.16	15.70	14.36	13.14	12.04	11.04	9.37	45
50	22.44	20.44	18.56	16.81	15.22	13.80	12.53	11.41	9.57	50
60	26.53	23.70	21.07	18.70	16.61	14.79	13.23	11.90	9.80	60
70	30.47	26.66	23.21	20.20	17.62	15.46	13.67	12.18	9.91	70
80	34.25	29.36	25.04	21.37	18.35	15.90	13.93	12.33	9.96	80
90	37.87	31.79	26.57	22.28	18.87	16.19	14.08	12.41	9.98	90
100	41.34	33.99	27.84	22.98	19.23	16.37	14.17	12.45	9.99	100

Gradient to Uniform Scries Conversion Factor (GUSF)

n	12%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	n
2	0.47	0.47	0.45	0.44	0.43	0.43	0.42	0.41	0.40	2
3	0.92	0.91	0.88	0.85	0.83	0.80	0.78	0.76	0.74	3
4	1.36	1.33	1.27	1.22	1.18	1.13	1.09	1.05	1.02	4
5	1.77	1.72	1.64	1.56	1.49	1.42	1.36	1.30	1.24	5
6	2.17	2.10	1.98	1.87	1.77	1.67	1.58	1.50	1.42	6
7	2.55	2.45	2.29	2.14	2.01	1.88	1.77	1.66	1.56	7
8	2.91	2.78	2.58	2.39	2.22	2.06	1.92	1.79	1.68	8
9	3.26	3.09	2.84	2.60	2.40	2.21	2.04	1.89	1.76	9
10	3.58	3.38	3.07	2.80	2.55	2.33	2.14	1.97	1.82	10
11	3.90	3.65	3.29	2.97	2.68	2.44	2.22	2.03	1.87	11
12	4.19	3.91	3.48	3.11	2.80	2.52	2.28	2.08	1.91	12
13	4.47	4.14	3.66	3.24	2.89	2.59	2.33	2.12	1.93	13
14	4.73	4.36	3.82	3.36	2.97	2.64	2.37	2.14	1.95	14
15	4.98	4.56	3.96	3.45	3.03	2.69	2.40	2.17	1.97	15
16	5.21	4.75	4.09	3.54	3.09	2.72	2.43	2.18	1.98	16
17	5.44	4.93	4.20	3.61	3.13	2.75	2.44	2.19	1.98	17
18	5.64	5.08	4.30	3.67	3.17	2.78	2.46	2.20	1.99	18
19	5.84	5.23	4.39	3.72	3.20	2.79	2.47	2.21	1.99	19
20	6.02	5.37	4.46	3.77	3.23	2.81	2.48	2.21	1.99	20
21	6.19	5.49	4.53	3.80	3.25	2.82	2.48	2.21	2.00	21
22	6.35	5.60	4.59	3.84	3.26	2.83	2.49	2.22	2.00	22
23	6.50	5.70	4.65	3.86	3.28	2.83	2.49	2.22	2.00	23
24	6.64	5.80	4.69	3.89	3.29	2.84	2.49	2.22	2.00	24
25	6.77	5.88	4.74	3.91	3.30	2.84	2.49	2.22	2.00	25
26	6.89	5.96	4.77	3.92	3.30	2.85	2.50	2.22	2.00	26
27	7.00	6.03	4.80	3.94	3.31	2.85	2.50	2.22	2.00	27
28	7.11	6.10	4.83	3.95	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	28
29	7.21	6.15	4.85	3.96	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	29
30	7.30	6.21	4.87	3.96	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	30
31	7.38	6.25	4.89	3.97	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	31
32	7.46	6.30	4.91	3.97	3.33	2.85	2.50	2.22	2.00	32
33	7.53	6.34	4.92	3.98	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	33
34	7.60	6.37	4.93	3.98	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	34
35	7.66	6.40	4.94	3.99	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	35
40	7.90	6.52	4.97	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	40
45	8.06	6.58	4.99	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	45
50	8.16	6.62	4.99	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	50
60	8.27	6.65	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	60
70	8.31	6.66	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	70
80	8.32	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	80
90	8.33	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	90
100	8.33	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	100