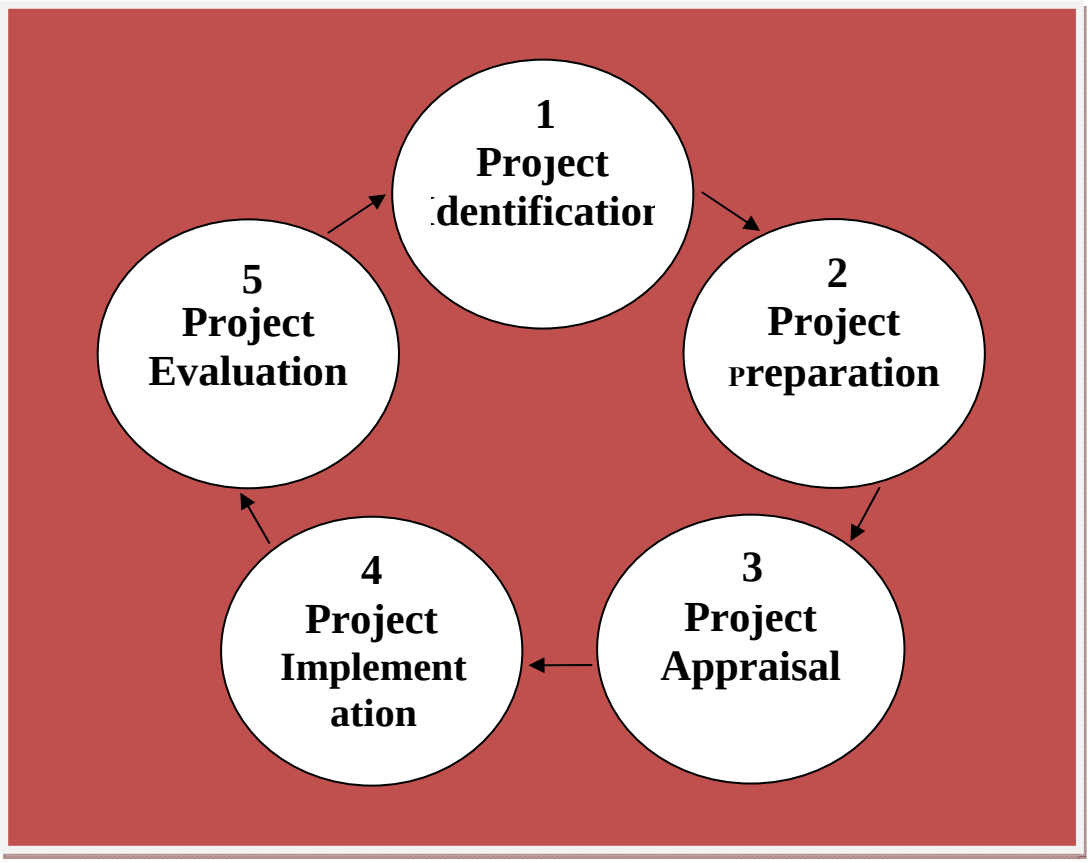
การวางแผนและ
การประเมินโครงการ
Project Planning and Appraisal



รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พฤษภาคม 2550

คำนำ

ผู้เขียนได้เรียบเรียงตำรา “การวางแผนและการประเมินโครงการ” เล่มนี้ขึ้น เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชา 207531 (การวางแผนและการประเมินโครงการ) ซึ่งเป็นวิชาระดับปริญญาโทของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน จากประสบการณ์ในการสอนวิชานี้กว่า 15 ปี

เนื้อหาสาระของตำราเล่มนี้ประกอบด้วยแนวความคิด ขั้นตอน และวิธีการในการวางโครงการชลประทานหรือโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการ ตลอดจนการพิจารณาวางโครงการเอกประสงค์ และโครงการเอนกประสงค์

ผู้เขียนเชื่อมั่นว่าตำราเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนิสิตที่เรียนวิชานี้ และคาดว่าตำราเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ทำหน้าที่ในการวางแผนและการประเมินโครงการชลประทานและโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ

รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พฤษภาคม 2550

สารบัญ

เนื้อหา			หน้า
คำนำ			i
สารบัญ			ii
บทที่ 1	การวางโครงการเบื้องต้น		1
	1.1	ความสำคัญของการวางแผน	1
	1.2	ประเภทของการวางแผน	1
		1.2.1 ถ้าแบ่งตามขอบเขตของการวางแผน	2
		1.2.2 ถ้าแบ่งตามระดับของการวางแผน	2
	1.3	องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการวางแผน	3
	1.4	นิยามเกี่ยวกับการวางโครงการ	4
	1.5	ขั้นตอนการวางโครงการ	5
	1.6	การกำหนดโครงการ	6
		1.6.1 ขั้นตอนในการกำหนดโครงการ	6
		1.6.2 ขั้นที่ 1 : การหาวัตถุประสงค์ของผู้บริหาร	7
		1.6.3 ขั้นที่ 2 : การหาความจำเป็นที่ต้องมีโครงการ	7
		1.6.4 ขั้นที่ 3 : การทำรายการทรัพยากรที่มีอยู่	8
		1.6.5 ขั้นที่ 4 : การพัฒนาแผนเผื่อเลือก	8
		1.6.6 ขั้นที่ 5 : การประเมินแผนเผื่อเลือก	8
		1.6.7 ขั้นที่ 6 : การเลือกแผน	9
	1.7	ระดับของการศึกษา	10
		1.7.1 ระดับที่ 1 : การศึกษาเบื้องต้น	10
		1.7.2 ระดับที่ 2 : การศึกษาความเหมาะสม	10
		1.7.3 ระดับที่ 3 : การศึกษาระดับแผนดำเนินการ	11
	1.8	การมีส่วนร่วมของประชาชน	11
	1.9	เอกสารอ้างอิง	13
บทที่ 2	วัตถุประสงค์สำหรับผู้บริหารและความจำเป็นของโครงการ		14
	2.1	คำนำ	14
	2.2	วัตถุประสงค์สำหรับผู้บริหาร	15
		2.2.1 การปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น	15
		2.2.2 การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ	17
		2.2.3 การรักษาดุลการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	18

2.2.4 การกระจายของประชากร 18
2.2.5 การป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ 18
2.3 การตัดสินใจดำเนินการโครงการ 19
2.4 ความจำเป็นสำหรับโครงการชลประทาน 20
2.5 ความจำเป็นสำหรับการระบายน้ำ 21
2.6 ความจำเป็นสำหรับจุดมุ่งหมายอื่นๆ ของโครงการ 22
2.6.1 การควบคุมน้ำท่วม 22
2.6.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ 23
2.6.3 การหาน้ำเพื่อการประปาและอุตสาหกรรม 24
2.6.4 การสัญจรทางน้ำ 24
2.6.5 การพักผ่อนหย่อนใจ 24
2.7 เอกสารอ้างอิง 26
บทที่ 3 การประเมินทรัพยากรสำหรับการวางโครงการ 27
3.1 ทรัพยากรสำหรับการวางโครงการ 27
3.2 ทรัพยากรทางกายภาพ 27
3.2.1 ภูมิอากาศ 29
3.2.2 ที่ดิน 30
3.2.3 ดิน 31
3.2.4 น้ำ 32
3.2.5 พืชและสัตว์ 32
3.2.6 คุณภาพอากาศ 33
3.2.7 พลังงาน 33
3.2.8 การขนส่ง 33
3.2.9 พืชและสัตว์น้ำ 34
3.2.10 สิ่งก่อสร้าง 34
3.2.11 ทรัพยากรทางโบราณคดีหรือประวัติศาสตร์ 34
3.2.12 ทัศนียภาพ 34
3.3 ทรัพยากรทางการเงิน 35
3.3.1 แหล่งเงินรายได้ 35
3.3.2 ความสามารถและความเต็มใจที่จะจ่าย 37
3.3.3 อำนาจในการเก็บภาษี 38
3.3.4 ขีดความสามารถในการยืมเงิน 38

3.3.5 โปรแกรมความช่วยเหลือทางการเงิน 39
3.4 ทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน 39
3.4.1 ทรัพยากรมนุษย์ 43
3.4.2 ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร 44
3.4.3 ทรัพยากรสถาบัน 45
3.4.4 การจัดสรรน้ำ 46
3.4.5 จำนวนฟาร์ม 46
3.4.6 ขนาดฟาร์มและการโอนกรรมสิทธิ์ 46
3.5 เอกสารอ้างอิง 48
บทที่ 4 การกำหนดแผนเผื่อเลือก 49
4.1 บทนำ 49
4.1.1 ความจำเป็นที่ต้องมีแผนเผื่อเลือก 49
4.1.2 กระบวนการทำซ้ำ 49
4.1.3 สถานการณ์การวางแผน 49
4.1.4 พารามิเตอร์ในการประเมิน 50
4.2 การกำหนดแผน 50
4.2.1 การมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำหนดแผน 50
4.2.2 บทบาทของการสร้างสรรค์และการคิดสิ่งใหม่ 50
4.2.3 การวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน 51
4.2.4 การกำหนดส่วนประกอบของโครงการ 52
4.2.5 ผลประโยชน์และค่าลงทุน 52
4.2.6 Phasing, Staging and Timing 52
4.2.7 การระบุข้อจำกัด 53
4.2.8 การพัฒนาทางเลือกขั้นต้น 54
4.2.9 การ Formulate แผนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา 55
4.2.10 การเลือกทางเลือกเพื่อการประเมิน 55
4.3 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดและการพิจารณาเกี่ยวกับพลังงาน 57
4.3.1 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด 57
4.3.2 Marginal Analysis 57
4.3.3 Incremental Analysis 58
4.3.4 เทคนิคทาง Operations Research 60
4.3.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว 61

4.3.6 การวิเคราะห์ความเสี่ยง 62
4.3.7 การพิจารณาเกี่ยวกับพลังงาน 63
4.4 เอกสารอ้างอิง 64
บทที่ 5 การวิเคราะห์ Cash Flow 65
5.1 นิยาม 65
5.2 แผนการชำระหนี้ 65
5.3 สูตรดอกเบี้ยทบต้น 69
5.4 ตัวอย่างการคำนวณ 73
5.5 Nominal และ Effective Interest Rate 78
5.6 เอกสารอ้างอิง 80
5.7 แบบฝึกหัด 81
บทที่ 6 เกณฑ์การประเมินโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์ 85
6.1 เกณฑ์การตัดสินใจ 85
6.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 86
6.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการ 87
6.4 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน 91
6.5 อัตราส่วนผลประโยชน์สุทธิต่อค่าลงทุน 94
6.6 เกณฑ์การตัดสินโครงการแบบ Mutually Exclusive 94
6.6.1 การเลือกโครงการแบบ Mutually Exclusive ตามเกณฑ์ของ IRR 96
6.6.2 การเลือกโครงการแบบ Mutually Exclusive ตามเกณฑ์ของ B/C 98
6.7 การวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนภายใต้ความไม่แน่นอน 100
6.7.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว 101
6.7.2 Expected Value 104
6.8 เอกสารอ้างอิง 110
บทที่ 7 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน 111
7.1 ข้อแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน 111
7.2 การวัดค่าลงทุนและผลประโยชน์ 112
7.2.1 การวัดค่าลงทุน 112
7.2.2 การวัดผลประโยชน์ 115
7.3 การประเมินค่าลงทุน 117
7.3.1 ค่าก่อสร้าง 117
7.3.2 ค่าใช้จ่ายประจำปี 118

7.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ 118
7.4.1 ขั้นตอนในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ 119
7.4.2 เกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ 120
7.5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านการเงิน 120
7.5.1 นโยบายการชำระหนี้ 120
7.5.2 รายได้และค่าลงทุนที่ต้องเรียกเก็บจากผู้ใช้ประโยชน์ 121
7.5.3 ตารางการชำระหนี้ 121
7.5.4 การสนับสนุนทางด้านการเงินระหว่างประเทศ 122
7.6 การจัดสรรค่าลงทุน 122
7.6.1 นิยาม 123
7.6.2 หลักการแบ่งค่าลงทุน 123
7.6.3 วิธีการแบ่งค่าใช้จ่าย 124
7.6.4 ขั้นตอนการแบ่งค่าลงทุน 124
7.6.5 ตัวอย่างการแบ่งค่าลงทุนตามวิธี Separable Costs- Remaining Benefits 125
7.7 เอกสารอ้างอิง 131
บทที่ 8 การตีราคาสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ 132
8.1 ราคาเงา 132
8.2 Ideal Market Conditions 132
8.3 การปรับราคาตลาด 133
8.4 Economic Transfers 133
8.4.1 Economic Transfers ไปยังรัฐบาล 134
8.4.2 Economic Transfers ไปยังผู้ผลิต 136
8.4.3 Economic Transfers ไปยังประชาชนส่วนใหญ่ 136
8.4.4 ข้อสรุปที่สำคัญเกี่ยวกับ Economic Transfers 137
8.5 การปรับราคาปัจจัยการผลิต 138
8.5.1 แรงงานกรรมกร 138
8.5.2 Foreign Exchange 139
8.5.3 เงินทุนภายในประเทศ 140
8.5.4 ช่างผู้ชำนาญการ 140
8.6 การประยุกต์ใช้ราคาเงา 140
8.7 ปัญหาเกี่ยวกับการใช้ราคาเงา 144

8.8 เอกสารอ้างอิง 145
บทที่ 9 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการ 146
9.1 บทนำ 146
9.2 การระบุรายการค่าใช้จ่ายของโครงการ 146
9.2.1 ค่าใช้จ่ายทางตรงและค่าใช้จ่ายทางอ้อม 147
9.2.2 แนวทางในการระบุค่าใช้จ่ายของโครงการ 147
9.2.3 รายการที่ไม่คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจของโครงการ 148
9.3 การตีราคาค่าใช้จ่ายของโครงการ 149
9.3.1 ราคาตลาดและราคาเงา 149
9.3.2 การตีราคาค่าที่ดิน 150
9.3.3 การตีราคาค่าจ้างแรงงาน 150
9.3.4 การตีราคาปัจจัยการผลิตในประเทศ 151
9.3.5 การตีราคาสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ 151
9.3.6 การหาอัตราการแลกเปลี่ยนที่แท้จริง 151
9.4 การระบุรายการผลประโยชน์ของโครงการ 154
9.4.1 ผลประโยชน์ทางตรง 154
9.4.2 ผลประโยชน์ทางอ้อม 155
9.5 การตีราคาผลประโยชน์ของโครงการ 155
9.5.1 การตีราคาผลผลิตที่ส่งไปขายต่างประเทศ 156
9.5.2 การตีราคาผลผลิตที่ทดแทนการนำเข้า 157
9.5.3 การตีราคาผลผลิตที่ใช้บริโภคภายในประเทศ 157
9.6 เอกสารอ้างอิง 161
บทที่ 10 การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน 162
10.1 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ 162
10.2 นิยามเทอมต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงิน 163
10.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ทางการเงิน 164
10.4 เอกสารอ้างอิง 172
บทที่ 11 ตัวอย่างกรณีศึกษาการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ
ในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงิน 173
11.1 โครงการชลประทานเสริมในประเทศที่กำลังพัฒนา 173
11.1.1 พื้นที่โครงการ 174
11.1.2 แผนการชลประทาน 175

11.1.3 ค่าลงทุน 177
11.1.4 การปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซมระบบชลประทาน 177
11.1.5 การเงินของค่าลงทุน 178
11.1.6 การเงินของค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซม 178
11.1.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจและราคาเงาของประเทศ 179
11.2 การวิเคราะห์ 179
11.2.1 การคำนวณเบื้องต้น 179
11.2.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View 184
11.2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จาก Private Point of View 190
11.2.4 ความเหมาะสมทางด้านการเงินจาก Farmers' Point of View 192
11.3 สรุป 194
11.4 เอกสารอ้างอิง 196
บทที่ 12 การประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม 197
12.1 ประวัติความเป็นมา 197
12.2 รายงานผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม 197
12.3 วิธีการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม 198
12.3.1 Checklists หรือ Scoring 199
12.3.2 Matrix 201
12.4 เอกสารอ้างอิง 205
บทที่ 13 การวางแผนโครงการเอกประสงค์ 206
13.1 โครงการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม 206
13.1.1 คุณภาพและการบริการ 206
13.1.2 หลักการเบื้องต้นในการวางแผน 206
13.1.3 วิธีการสำหรับการวางแผนเบื้องต้น 207
13.1.4 ราคาน้ำ 208
13.1.5 การจัดหาน้ำเพิ่มเติม 208
13.1.6 การกำจัดความเค็มในน้ำ 209
13.2 โครงการป้องกันน้ำท่วม 209
13.2.1 บทนำ 209
13.2.2 เกณฑ์การควบคุมน้ำท่วม 210
13.2.3 การป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ที่เป็นปากแม่น้ำ 212
13.2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ 213

13.3 โครงการชลประทาน 213
13.3.1 การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุน 213
13.3.2 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน 214
13.3.3 ชนิดดินและการใช้ที่ดินในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ 215
13.3.4 การคำนวณหาผลประโยชน์ของโครงการ 216
13.4 โครงการเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า 217
13.4.1 การศึกษาเกี่ยวกับสภาพทางอุทกวิทยา 217
13.4.2 การวางแผนโครงการ 217
13.4.3 การจัดทำรายงานการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ 218
13.4.4 การสูบน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า 218
13.5 เอกสารอ้างอิง 219
บทที่ 14 การวางโครงการเอนกประสงค์ 220
14.1 การกำหนดโครงการ 220
14.1.1 หลักการพิจารณา 220
14.1.2 การกำหนดและจัดเตรียมโครงการ 221
14.1.3 การใช้หลัก System Approach ในการวางโครงการ 222
14.1.4 การกลั่นกรองและการทบทวนโครงการ 223
14.2 การศึกษาเกี่ยวกับแหล่งน้ำ 224
14.2.1 การพัฒนาแหล่งน้ำ 224
14.2.2 การจัดแบ่งทรัพยากร 224
14.2.3 การวางแผน 224
14.2.4 ความจำเป็นในการที่จะต้องมีการออกกฎหมาย 225
14.2.5 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำใต้ดิน 225
14.3 การวางโครงการแบบเอนกประสงค์ 227
14.3.1 เพื่อการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม 227
14.3.2 เพื่อการควบคุมน้ำท่วม 227
14.3.3 เพื่อการเกษตร 227
14.3.4 เพื่อการคมนาคม 228
14.3.5 เพื่อผลิตพลังงาน 228
14.3.6 เพื่อการประมง 229
14.3.7 เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ 231
14.4 เอกสารอ้างอิง 232

ภาคผนวก ตาราง Discount Factor 233

บทที่ 1
การวางโครงการเบื้องต้น
(Introduction to Project Planning)

1.1 ความสำคัญของการวางแผน (Importance of Planning)

การวางแผน (Planning) คือ การวางแนวทางปฏิบัติในอนาคตอย่างมีหลักเกณฑ์เพื่อเลือกแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในอันที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ การวางแผนประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ การสร้างแผน และการปฏิบัติตามแผน ซึ่งจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและสอดคล้อง

การวางแผนมุ่งที่การใช้ประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนั้น การวางแผนจะเกี่ยวกับการประเมินความต้องการระยะสั้นและระยะยาว และหาวิธีที่จะให้บรรลุความต้องการเหล่านั้น การวางแผนจะเกี่ยวกับการประเมินเปรียบเทียบทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ การเงิน สังคม และสิ่งแวดล้อมของทางเลือกต่างๆ การวางแผน หมายถึง การมองไปในอนาคตโดยมองอย่างกว้างๆ จากพื้นฐานต่างๆ (United Nations, 1972)

Comprehensive planning เริ่มจากการร่าง Framework สำหรับการพัฒนาทางด้านกายภาพ และตามด้วยการ Formulate แผนของโครงการแต่ละอัน แต่ละโครงการจะถูกประเมินจากคุณค่าทางด้านสังคมและเศรษฐกิจเพื่อหามาตราส่วนในการพัฒนา การศึกษารวมๆ ของโครงการย่อยจะถูกทำเพื่อให้ได้แผนที่ดีที่สุดสำหรับการใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ ซึ่งจะนำไปสู่ขอบเขตของการพัฒนาทั้งหมด

การวิเคราะห์ทางด้านการเงินของ Comprehensive plan ได้ถูกทำขึ้นเพื่อจัดทำงบประมาณ และวางโปรแกรมสำหรับการจัดหาเงินในการลงทุน

ต้องศึกษาความต้องการกำลังคนและกำลังคนที่มีอยู่ เพื่อให้แน่ใจว่ามีอัตรากำลังเพียงพอสำหรับการดำเนินการ การปฏิบัติงาน และการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

ประเทศที่กำลังพัฒนา โดยทั่วไปจะมีแผนพัฒนาของตัวเองเพื่อให้การพัฒนาประเทศตอบสนองต่อความต้องการของประชากรที่กำลังเพิ่มขึ้น และเพื่อการปรับปรุงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมให้ดีขึ้น การวางแผน เช่น การวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำต้องสอดคล้องกับแผนของ Sectors อื่นๆ เพื่อให้การขยายตัวสมดุลกัน ดังนั้นการวางแผนจึงต้องใช้ความรู้จากหลายสาขาผสมผสานกัน

1.2 ประเภทของการวางแผน (Types of Planning)

การวางแผนมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับว่าจะมองอะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่ง ในที่นี้จะได้กล่าวถึงประเภทของการวางแผน ซึ่งแบ่งตามขอบเขตของการวางแผน (Planning Scope) และตามขั้นตอนของการวางแผน (Planning Stage) ดังนี้

1.2.1 ถ้าแบ่งตามขอบเขตของการวางแผน (Planning Scope)

สามารถแบ่งการวางแผนออกได้เป็น 3 ประเภท (Koelzer, V.A., 1983) คือ

1. ***Multi-sectorial planning*** เป็นการวางแผนประสานงานของ Sector ต่างๆ ในการพัฒนา เช่น แหล่งน้ำ ขนส่ง และ Sector อื่นๆ
2. ***Sectorial planning*** เป็นการวางแผนรวมสำหรับ Function ต่างๆ ใน Sector เช่น แหล่งน้ำ
3. ***Functional planning*** เป็นการวางแผนเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งใน Sector เช่น การชลประทาน หรือการควบคุมน้ำท่วม เป็นต้น

การวางแผนซึ่งแบ่งตามขอบเขตของการวางแผนมีลักษณะโครงสร้างของความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 1.1

1.2.2 ถ้าแบ่งตามระดับของการวางแผน (Planning Stage or Level)

International Institute for Aerial Survey and Earth Science แบ่งการวางแผนออกเป็น 3 ระดับ (Van de Putte, R.A., 1983) คือ

1. ***ระดับนโยบาย (Policy level)*** ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์รวมๆ ในการพัฒนา การกำหนดเป้าหมาย (Goals) ของแต่ละ Sector และ Region การกำหนด Means เช่น ทรัพยากรธรรมชาติและบุคคล เงินทุน กฎหมาย องค์กร และการกำหนดวัตถุประสงค์ต่างๆ ควรจะแจ่มชัดแต่ปกติจะไม่
2. ***ระดับโปรแกรม (Program level)*** คือ การจัดสรรงบประมาณให้กับกระทรวงต่างๆ (Subnational level) และการขยายวัตถุประสงค์สำหรับกิจกรรมเฉพาะอย่าง
3. ***ระดับโครงการ (Project level)*** คือ การ Organize และจัดการทรัพยากรที่มีอยู่หรือที่ถูกจัดสรรให้

การตัดสินใจในแต่ละระดับจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยมีแนวทางหรือคำสั่งจาก Topdown และโดย Feedback จาก Bottom up แนวทางหรือคำสั่งปกติจะกำหนดจาก Framework หรือแผน ดังนั้นการวางแผนจะมีประสิทธิผลดีกว่า ถ้าสอดคล้องกับความต้องการของแผนระดับสูงกว่า (Higher level plan)

ตารางที่ 1.1 โครงสร้างความสัมพันธ์ของการวางแผนโดยขอบเขตของการวางแผน

Multi-Sectorial	Sectorial Planning	Functional Planning	
		Functions	Elements
All Sectors	Transportation	Highway	Roadways
			Interchanges
			Aircraft
		Air Transport	Airport
			Airways
			Aircraft
		Mass Transit	Elements comparable to above
		Ports and Waterways	Elements comparable to above
	Water Resources	Wastewater Disposal	Sewer System
			Treatment Plant
			Outfall
			Sledge Disposal
		Municipal Water Supply	Reservoir Treatment Plant Distribution System
		Irrigation	Other comparable Elements
	Other comparable sectors	Other comparable Functions	Other comparable Elements
		Other comparable Functions	Other comparable Elements

1.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการวางแผน (Factors Effecting Planning)

การวางแผนเป็นทั้งศิลปะและวิทยาศาสตร์ แต่ส่วนใหญ่เป็นศิลปะ ในการวางแผนที่เกี่ยวกับน้ำ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการวางแผน ซึ่งเรียงตามลำดับของความสำคัญ (Grigg, N.S., 1985) คือ

1. การเมือง
2. การเงิน
3. วิธีการจัดการ
4. เทคนิค
5. การประเมินผล

ในขั้นสุดท้าย การวางแผนที่เกี่ยวกับน้ำจะถูกตัดสินใจโดยฝ่ายบริหาร ซึ่งเป็นเรื่องของ *การเมือง* จำเป็นจะต้องมีการสนับสนุนแผนที่วางไว้ มิฉะนั้นแผนเหล่านั้นจะถูกเก็บเข้าลิ้นชักโดยไม่มีการดำเนินการตามแผน เพื่อให้การวางแผนมีประสิทธิผล (Effectiveness) ผู้จัดการและผู้วางแผนจำเป็นต้องรู้เรื่องการเมืองที่เกี่ยวข้อง ต้องมีบทบาทในการกำหนดนโยบาย และจำเป็นจะต้องมีความ

เข้าใจอย่างแจ่มชัด เกี่ยวกับเป้าหมายและการคาดการณ์ นั่นไม่ได้หมายความว่านักวางแผนจะต้องเป็นนักการเมือง แต่นักวางแผนต้องมีการพิจารณาที่มีประสิทธิผลในด้านการเมืองของโครงการ

ปกติ *การเงิน* เป็นอุปสรรคที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในการดำเนินการ (Implementation) ตามแผนที่วางไว้ ด้วยเหตุผลนี้จึงจัดว่าการเงินเป็นความสำคัญอันดับสองรองจากการเมืองในการวางแผน

ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับ *ขบวนการวางแผน* ที่มีประสิทธิผล ผู้จัดการที่ประสบความสำเร็จมักจะมีใจชอบการวางแผน เมื่อเล็งเห็น (Perceive) ว่ามีความจำเป็น การวางแผน คือ การจัดการข้อมูลและตัดสินว่าควรจะทำอะไร ถือว่าเป็นงานที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งในการจัดการ (Management) ขั้นตอนในการวางแผนต้องการความเข้าใจในระบบราชการ (Bureaucratic Process) และความเข้าใจถึงวิธีที่ดีที่สุดในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่สำหรับการวางแผน

ด้าน *เทคนิค* ในการวางแผนจะมุ่งไปที่ความจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลในการตัดสินใจที่ดีที่สุด (Best Decision Information) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของการทำโมเดล การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาต่างๆ

การประเมินผลอย่างมีประสิทธิผล (Effective evaluations) คือ การศึกษาการวางแผน ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม อะไรคือค่าลงทุน-กำไร อะไรคือผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นคำถามที่สำคัญ และนักวางแผนต้องมีคำตอบที่สมเหตุสมผลและข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับผู้บริหาร (Decision Maker) เทคนิคในการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์นับว่าก้าวหน้ามากในการวางแผนทรัพยากรน้ำ และคำถามบ่อยครั้งจะยุ่งยากและซับซ้อนมากสำหรับ คำตอบอย่างง่ายๆ ถ้าสามารถตอบคำถามทางด้านเศรษฐศาสตร์ได้อย่างชัดเจนแล้ว การเมืองคงจะไม่มีบทบาทมากนักในการตัดสินใจเกี่ยวกับโครงการ แต่จริงๆ แล้วปัญหาเกี่ยวกับ Distributional Unknown Value Judgement, Fussy Goals และกลยุทธ์ที่ไม่ค่อยจะแจ่มชัด ถูกรวมๆ กันเข้าเป็นองค์ประกอบทาง ด้านการเมืองในการตัดสินใจโครงการ ด้วยเหตุผลดังกล่าวถึงแม้ว่าการประเมินผลจะมีความสำคัญมากในการประเมินและการคัดเลือกโครงการ แต่ประเด็นที่สำคัญในการคัดเลือกโครงการยังคงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางด้านการเมือง

1.4 นิยามเกี่ยวกับการวางโครงการ (Definition of Project Planning)

โครงการ (Project) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรเพื่อหวังผลตอบแทนทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีคุณสมบัติที่สำคัญคือมีวัตถุประสงค์ สามารถวางแผน วิเคราะห์ และบริหารงานได้โดยอิสระ มีขอบเขต มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด

การวางโครงการ (Project Planning) คือ การวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่

หรือที่ได้รับจัดสรรมาอย่างมีระบบ เพื่อให้การใช้ทรัพยากรเกิดประโยชน์สูงสุดตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้ หรือเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดในอันที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

1.5 ขั้นตอนการวางโครงการ

การวางโครงการทั่วๆ ไป ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ (ประสิทธิ์, 2527) คือ

1. การกำหนดโครงการ (Project Formulation)

ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเลือกว่าจะทำอะไรจากบรรดาหนทางเลือกต่างๆ ที่มีให้เลือก และเมื่อเลือกได้แล้ว จะทำได้อย่างไร จะทำเมื่อไร ที่ไหน และมีขนาด หรือขอบเขตการดำเนินงานอย่างไร

2. การวิเคราะห์และการประเมินโครงการ (Project Analysis and Evaluation)

เป็นการวิเคราะห์ว่าโครงการที่กำลังจะพิจารณานั้น จะเป็นโครงการที่ดีหรือไม่ โครงการที่ดีคือโครงการที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และเมื่อปฏิบัติแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนดไว้

3. การดำเนินงานตามโครงการ (Implementation)

เป็นเรื่องของการนำโครงการที่ได้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบแล้วไปปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ เช่น การติดต่อหาแหล่งเกินกู้ ผู้รับเหมา การทำสัญญา จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์การก่อสร้าง การติดตั้งเครื่องจักรเครื่องมือ และเมื่อโครงการได้ดำเนินงานไปแล้ว จะต้องมีการประเมินผล และรายงานผลการปฏิบัติงาน เป็นต้น

ขั้นตอนในการวางโครงการอาจแบ่งย่อยออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นหลักการ (Conception)
2. ขั้นกำหนดโครงการ (Formulation)
3. ขั้นการวิเคราะห์และประเมินโครงการ (Analysis and Evaluation)
4. ขั้นอนุมัติโครงการ (Approval)
5. ขั้นปฏิบัติการ (Implementation)
6. ขั้นติดตามและรายงานผลการปฏิบัติงาน (Monitoring and Reporting)
7. ขั้นเปลี่ยนเป็นงานบริหารตามปกติ (Transition to Normal Administration)
8. ขั้นประเมินผลงาน (Evaluation of Results)

อย่างไรก็ตาม โดยปกติการวางโครงการ จะหมายถึง การศึกษารายละเอียดและการจัด

ทำรายงานความเหมาะสม (Feasibility Study) ของโครงการ ซึ่งจะเน้นเฉพาะขั้นการกำหนดโครงการและการวิเคราะห์และประเมินโครงการ ส่วนขั้นการดำเนินงานตามโครงการนั้น เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นภายหลังการทำรายงานความเหมาะสม

ต่อไปจะได้กล่าวถึงเรื่องการกำหนดโครงการโดยละเอียด ส่วนการวิเคราะห์และการประเมินโครงการจะได้กล่าวโดยละเอียดในบทที่ 6-12

1.6 การกำหนดโครงการ (Project Formulation)

ถึงแม้ว่าโครงการแต่ละโครงการจะมีลักษณะเป็นเอกเทศ แต่ก็มีองค์ประกอบหลายๆ อย่างที่คล้ายคลึงกัน ประสบการณ์ที่ได้รับจากโครงการหนึ่ง สามารถที่จะนำเอาไปใช้กับโครงการอื่นได้ไม่มากก็น้อย

ขั้นตอนทั่วๆ ไปในการกำหนดโครงการ อาจพูดได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพ เวลา เศรษฐศาสตร์ และการเงินของโครงการที่กำลังพิจารณา

ลักษณะทางกายภาพของโครงการชลประทานประกอบด้วย ตัวเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ หรือเขื่อนทดน้ำ หรือสถานีสูบน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบกระจายน้ำในไร่นา และระบบระบายน้ำที่เหลือใช้กลับไปสู่ลำน้ำเดิมเพื่อการใช้ประโยชน์อื่นๆ ทางด้านท้ายน้ำต่อไป น้ำใต้ดินอาจนำมาใช้ร่วมกับน้ำผิวดินได้ในบางพื้นที่ ระบบระบายน้ำอาจประกอบไปด้วยท่อรับน้ำซึ่งฝังไว้ใต้ดินหรือคูระบายน้ำ มักมีการใช้เครื่องสูบน้ำเสมอๆ ทั้งในการสูบน้ำเพื่อการชลประทาน และในการสูบน้ำที่ไม่ต้องการทิ้ง

ข้อมูลการวางแผนโครงการในอดีต ไม่ว่าจะเป็นโครงการที่ประสบความสำเร็จหรือประสบความล้มเหลวจะเป็นตัวอย่างที่ดี ถึงแม้ว่าในบางครั้งอาจจะไม่มีการบันทึกเป็นหลักฐานเอกสารที่แน่นอน แต่ข้อมูลความสำเร็จและความล้มเหลวที่ผู้วางแผนได้รับรู้ อาจเป็นเพียงข้อมูลเดียวที่หาได้และจะต้องใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างฉลาดในการประยุกต์ใช้กับโครงการที่กำลังพิจารณาวางแผนอยู่ อย่างไรก็ตาม ขณะที่ทรัพยากรเริ่มขาดแคลนและความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างมาก จำเป็นต้องปรับปรุงขีดความสามารถในการวางแผนให้มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับ

1.6.1 ขั้นตอนในการกำหนดโครงการ

(Step of the Project Formulation Process)

การกำหนดโครงการ มี 6 ขั้นตอน (American Society of Civil Engineers, 1982) คือ

1. การหาวัตถุประสงค์ของผู้บริหาร
2. การหาจำเป็น (Need) ที่ต้องมีโครงการ
3. การสำรวจและบันทึกรวบรวมข้อมูลทรัพยากรที่มีอยู่
4. การกำหนดแผนเผื่อเลือก

5. การประเมินและเปรียบเทียบแผนเผื่อเลือก
6. การเลือกและการดำเนินการตามแผน

จะเห็นได้ว่า ASCE ได้วางขั้นตอนในการกำหนดโครงการชลประทานและระบายน้ำในลักษณะใกล้เคียงกับขั้นตอนการวางโครงการตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 1.5 โดยรวมถึงขั้นการประเมิน และการดำเนินการตามแผนเข้าไว้ในการกำหนดโครงการด้วย

1.6.2 ขั้นที่ 1 : การหาวัตถุประสงค์ของผู้บริหาร (Determine Objectives of the Decision Makers)

การกำหนดโครงการชลประทานและระบายน้ำ ทำได้หลายแบบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ซึ่งต่างกันออกไป ผู้บริหารเป็นผู้กำหนดว่าควรกำหนด สร้าง และดำเนินงานโครงการอย่างไร ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับความสมเหตุสมผลของวัตถุประสงค์ของโครงการและทรัพยากรที่มีอยู่ สำหรับการกำหนด การก่อสร้าง การดำเนินงาน และการบำรุงรักษาโครงการ โครงการชลประทานและระบายน้ำ อาจมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นโดยการเพิ่มการจ้างงาน
2. เพิ่มรายได้ส่วนบุคคล
3. เพื่อปรับปรุงสภาพสังคมให้ดีขึ้น
4. เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ (National Economic Efficiency)
5. เพื่อรักษาสมดุลของการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ (Foreign Exchange Balances)
6. เพื่อปรับปรุงการกระจายของประชากรให้ดีขึ้น

1.6.3 ขั้นที่ 2 : การหาความจำเป็นที่ต้องมีโครงการ (Determine Need for Project)

ความจำเป็นของโครงการชลประทานและระบายน้ำ ควรมองจากขอบเขตที่กว้างออกไปอีกถึงความจำเป็นของอาหารและเส้นใย (Fiber) ความจำเป็นในเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการโครงการหนึ่ง ตามปกติจะดูจากความต้องการของตลาดของผลผลิต หรือบริการซึ่งเกิดจากโครงการ โครงการชลประทานเอนกประสงค์อาจมีจุดประสงค์หนึ่งมากกว่า จากจุดประสงค์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การระบายน้ำ
2. การควบคุมน้ำท่วม
3. การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ
4. การประปาและการอุตสาหกรรม
5. การคมนาคมทางน้ำ
6. การพักผ่อนหย่อนใจ

1.6.4 ขั้นที่ 3 : การทำรายการทรัพยากรที่มีอยู่ (Inventory Available Resources)

ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับการทำรายการและการวิเคราะห์ทรัพยากรทางกายภาพ ทางการเงิน คน และสถาบัน การประเมินถึงปริมาณ คุณภาพ และขีดจำกัดของทรัพยากร จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นในการพัฒนาแผนเผื่อเลือก ทรัพยากรกายภาพที่ต้องถูกประเมิน ได้แก่ ภูมิอากาศ พื้นที่ ดิน น้ำ พืชและสัตว์ พลังงาน การขนส่ง พืชและสัตว์น้ำ สิ่งก่อสร้าง โบราณสถาน โบราณวัตถุ และสถานที่ทางประวัติศาสตร์ และความสวยงาม (Aesthetics) นอกเหนือจากทรัพยากรทางกายภาพตามที่กล่าวมาแล้ว จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงเงินซึ่งเป็นทรัพย์สินที่สามารถนับได้ (Tangible Assets) และเป็นสิ่งจำเป็นในการวางแผน การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินงาน และการบำรุงรักษาโครงการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.6.5 ขั้นที่ 4 : การพัฒนาแผนเผื่อเลือก (Development Alternative Plans)

การสร้างแผนเผื่อเลือกเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าได้มีการพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหานั้นๆ แผนเผื่อเลือกในการปรับปรุงโครงการชลประทานที่มีอยู่แล้วให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในรูปแบบของไร้โครงสร้าง (Non-Structural) เช่น การเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินงานและการบำรุงรักษาโครงการชลประทาน ควรได้รับการพิจารณาควบคู่กันไปกับชแผนเผื่อเลือกซึ่งเกี่ยวกับการสร้างสิ่งก่อสร้างใหม่ โดยทั่วๆ ไปจะมีความขัดแย้งระหว่างวัตถุประสงค์ ในลักษณะที่การบรรลุวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งจะลดระดับการบรรลุวัตถุประสงค์อื่นๆ องค์ประกอบอื่นๆ ที่มีส่วนทำให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาแผนเผื่อเลือกคือทรัพยากรที่จำกัด ขีดจำกัดในการวางแผนทางเทคนิค การยอมรับ ข้อกฎหมาย สถาบัน และการบริหารงาน และกลยุทธ์ที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินงาน ขั้นแรกของการพัฒนาแผนเผื่อเลือกคือการจัดทำรายการเบื้องต้นของแผนเผื่อเลือกที่เป็นไปได้ โดยไม่ต้องมีการคัดเลือกหรือเรียงลำดับตามค่าลงทุนหรือขีดจำกัดใดๆ หรือโดยการรวบรวมข้อเสนอที่เป็นได้ได้ทั้งหมด (Viable Proposals) เข้าไว้ในแผนเผื่อเลือกถ้าประชาชนสนใจและให้การสนับสนุน ขั้นสองต้องมีการบันทึกเป็นหลักฐานว่าได้มีการพิจารณาแผนเผื่อเลือกเหล่านี้ และให้เหตุผลว่าทำไมจึงไม่เลือกแผนนั้นๆ สำหรับการวิเคราะห์ลำดับต่อไป และขั้นสุดท้ายคือการประเมินค่าลงทุนและผลตอบแทนในทางเศรษฐศาสตร์ ผลต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของแต่ละแผนเผื่อเลือก โดยใช้หลักเกณฑ์อันเดียวกัน

1.6.6 ขั้นที่ 5 : การประเมินแผนเผื่อเลือก (Evaluate Alternative Plans)

ต้องมีการประเมินแผนเผื่อเลือกต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อดูว่าแผนเหล่านั้นจะสามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้มากน้อยเพียงใด และต้องมีการวิเคราะห์ถึงข้อแตกต่างของแผนเผื่อเลือกต่างๆ แสดงเปรียบเทียบให้เห็นในแต่ละส่วนของวัตถุประสงค์ที่เลือก ต้องมีการประเมินผลประโยชน์

และผลทางลบ (Adverse Effects) ของแต่ละแผนในเทอมของประสิทธิผล (Effectiveness) ความสมบูรณ์ (Completeness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และการยอมรับ (Acceptability)

ขั้นที่ 4 และ 5 เป็นขบวนการทำซ้ำ (Iterative Process) ซึ่งอาจจำเป็นต้องทำซ้ำแล้วซ้ำอีก

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การเงิน และสภาพแวดล้อมและสังคม เป็นองค์ประกอบที่วิกฤตในการประเมินแผน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และการเงิน มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ทั้งสองแบบนี้แตกต่างกันอย่างสำคัญ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทำไปเพื่อประเมินผลตอบแทนความสามารถในการผลิต หรือความสามารถทำให้เกิดผลกำไร (Profitability) แก่สังคมส่วนรวม โดยพิจารณาจากความจำเป็นในการลงทุน การวิเคราะห์ทางด้านการเงินเพื่อวัดความสามารถของผู้ได้รับประโยชน์ว่าจะสามารถรับภาระทางการเงิน (Financial Obligations) ของโครงการได้หรือไม่ และเมื่อมีความเหมาะสมจะประเมินผลตอบแทนต่อ Equity Capital แรงงานและการจัดการการวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและทางด้านสังคมก็เพื่อหาผลประโยชน์ ผลกระทบทางลบของโครงการ ต่อสภาพแวดล้อมและสังคม เพื่อเป็นพื้นฐานในการเลือกแผนซึ่งมีผลกระทบน้อยที่สุด และเป็นพื้นฐานในการหามาตรารที่จะบรรเทาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถจะหลักเลี่ยงได้ องค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดจะถูกวิเคราะห์ร่วมกัน (Collectively Analyzed) เพื่อหาแผนที่ดีที่สุด หรือโครงการที่เหมาะสม

1.6.7 ขั้นที่ 6 : การเลือกแผน (Select Plan)

แผนที่เลือกควรเป็นแผนที่สามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่วางไว้ เป็นที่ยอมรับของประชาชน มีความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อความต้องการที่อาจเปลี่ยน และมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด การเลือกแผนดังกล่าวไม่ใช่ว่าใช้แต่เพียงเกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ว่าโครงการใดให้ผลกำไรมากที่สุดเท่านั้น การตัดสินเลือกโครงการควรดูจากผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ทางสภาพแวดล้อม และทางสังคมทั้งหมดว่ามากกว่าค่าลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ ทางสภาพแวดล้อม และทางด้านสังคมทั้งหมด และในแต่ละจุดประสงค์ที่สามารถแยกออกได้ (Separable Purpose) ควรมีผลประโยชน์อย่างน้อยที่สุดเท่ากับค่าลงทุนของจุดประสงค์นั้น เว้นแต่ว่ามีการำกำหนดเป็นข้อยกเว้น ในบางกรณีอาจไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติที่จะให้เป็นไปตามความต้องการเหล่านี้ แต่จำเป็นต้องมีเป้าหมายดังกล่าวเพื่อให้เกิดความพยายามที่จะทำ

การปฏิบัติตามทั้ง 6 ขั้นตอนในกระบวนการกำหนดโครงการ จะพบว่ามีรายละเอียดเพิ่มขึ้นในการศึกษาแต่ละระดับ

1.7 ระดับของการศึกษา (Levels of Study)

การวางโครงการเป็นกระบวนการทำซ้ำ (Iterative Process) นั่นคือจะแบ่งกระบวนการออกเป็นหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะมีข้อมูลและการวิเคราะห์ในรายละเอียดเพิ่มขึ้นกว่าขั้นตอนที่ผ่านมา ขั้นตอนหรือระดับของการศึกษาจะดำเนินไปจนกระทั่งบรรลุระดับที่ต้องการ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และทรัพยากรที่มีอยู่ ในบางกรณีเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและงบประมาณ อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะศึกษาในแต่ละระดับให้สมบูรณ์ ซึ่งรวมทั้งการรายงาน ก่อนที่จะเริ่มระดับต่อไป

การตัดสินใจที่จะศึกษาโครงการในรายละเอียดยิ่งๆ ขึ้นไป หรือการเข้าไปศึกษาในระดับที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะขึ้นอยู่กับผลการศึกษาในระดับก่อนนั้น ยกตัวอย่าง ถ้าการประเมินผลในระดับเบื้องต้น (Reconnaissance) แสดงว่าโครงการที่เสนอจะประสบผลปกติจะมีการศึกษาในรายละเอียดมากขึ้น ถ้าไม่แสดงว่าจะเกิดผลก็จะยกเลิกโครงการไป

ต่อไปจะกล่าวอย่างรวบรัดถึงระดับต่างๆ ในการศึกษาซึ่งใช้ปฏิบัติกันโดยทั่วๆ ไปในโครงการ ชลประทานและระบายน้ำ

1.7.1 ระดับที่ 1 : การศึกษาเบื้องต้น

(Reconnaissance or Preliminary Project Investigation or Pre-Feasibility Study)

ถือเป็นระดับแรกของการศึกษา ประกอบด้วยการประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรน้ำและที่ดิน แนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ เพื่อดูว่าควรมีการศึกษาในระดับต่อไปหรือไม่ และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการศึกษารายละเอียดเท่าใด โดยพิจารณาจากสภาพปัจจุบัน ต้องพยายามให้มีงานสนาม งานวิจัย และการศึกษาในสำนักงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ข้อมูลสนับสนุนทางด้านเศรษฐศาสตร์จะต้องเป็นข้อมูลเบื้องต้น แต่เพียงพอที่จะช่วยให้สามารถเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุด การวิเคราะห์ผลประโยชน์ค่าลงทุนและการเงินเบื้องต้น และการประเมินสภาพแวดล้อมและสังคมจะรวมอยู่ในการศึกษาระดับนี้ด้วย ถ้าผลเป็นที่น่าพอใจจะมีการหาแผนที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาระดับที่สองต่อไป

1.7.2 ระดับที่ 2 : การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility or Survey)

จุดมุ่งหมายของการศึกษาระดับนี้คือการหาความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์และการเงิน ของโครงการที่ถูกเสนอขึ้นมา และเพื่อให้รู้ถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสังคม รายงานความเหมาะสมซึ่งขึ้นอยู่กับการศึกษาในสำนักงานและในสนามอย่างละเอียดจะรวมถึงการจำกัดความ รูปร่าง และการดำเนินงานของโครงการ และแผนเผื่อเลือกต่างๆ อย่างเพียงพอ เพื่อให้สามารถคิดราคา ค่าลงทุนโครงการโดยประมาณ และเพื่อให้สามารถชี้ถึงความสำเร็จ ตลอดจนเพื่อให้รู้ถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสังคม การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินจะต้องมีรายละเอียด

เพียงพอที่จะชี้ให้เห็นถึงผู้ที่จะได้รับประโยชน์จากโครงการ และเพื่อหาราคาค่าลงทุนทั้งหมด ตลอดจนระบุแหล่งเงินทุนทั้งหมด รายงานความเหมาะสมประกอบกับการรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามปกติ จะเป็นพื้นฐานในการตัดสินที่จะใช้ทรัพยากรที่จำเป็นในการดำเนินโครงการ หลังจากที่โครงการได้รับการอนุมัติแล้ว การศึกษาจะเข้าสู่ระดับที่สาม

1.7.3 ระดับที่ 3 : การศึกษาระดับแผนดำเนินงาน (Implementation Plan)

บางครั้งเรียกว่า Work Plan หรือ Definite Plan หรือ General Design Memorandum หรือ Advance Planning จุดมุ่งหมายของการศึกษาระดับนี้เพื่อระบุโครงร่างของแผนงานที่เลือกไว้ให้มีรายละเอียดพอสำหรับการหาราคาเฉพาะของงานแต่ละอย่าง และแนวทางในการทำงานให้ประสบผล ยิ่งกว่านั้นอาจต้องใช้เวลาหลายปีหรือหลายทศวรรษหลังจากเสร็จการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ ดังนั้นการแก้ไขย่อมมีขึ้นเพื่อให้การศึกษาโครงการทันต่อเหตุการณ์อยู่เสมอ การปรับแผนย่อมมีตามความจำเป็นทางด้านการเงินเพื่อให้เกิดความแน่ใจในแหล่งเงินทุน ผลของการดำเนินงานจะเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบ ก่อสร้าง และการปฏิบัติงานของโครงการ

1.8 การมีส่วนร่วมของประชาชน (Public Participation)

ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการวางโครงการ และแต่ละระดับของการศึกษา จำเป็นต้องพิจารณาการมีส่วนร่วมของประชาชน ประเทศที่พัฒนาแล้วประชาชนจะมีส่วนร่วมในการวางโครงการ ชลประทานและระบายน้ำมากกว่าประเทศที่ไม่พัฒนา ในประเทศที่กำลังพัฒนาการมีส่วนร่วมของประชาชนอาจมีอยู่ในวงจำกัด

วัตถุประสงค์หลักของการมีส่วนร่วมในการวางโครงการชลประทานและระบายน้ำ คือ เพื่อระบุแผนเผื่อเลือก และระบุผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสังคม และการกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ โปรแกรมการมีส่วนร่วมจะทำให้เกิดความแน่ใจว่าเจ้าหน้าที่รัฐบาล (ทั้งท้องถิ่น ภูมิภาค และประเทศ) ผู้มีอิทธิพล ผู้นำทางด้านความคิด และประชาชนทั่วๆ ไปได้รู้และเกี่ยวข้องในกระบวนการตัดสินใจ โปรแกรมการมีส่วนร่วมควรจะจัดให้มีกระบวนการ ซึ่งประชาชนสามารถมีส่วนร่วมในลักษณะที่มองเห็นได้ชัดในทุกขั้นตอน ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผู้ที่สนใจในการศึกษาโครงการ และควรเริ่มการมีส่วนตั้งแต่ระยะเริ่มแรกในการวางโครงการ และให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่างๆ ตลอดการศึกษา

การมีส่วนร่วมของประชาชนจะมีลักษณะเป็นการติดต่อสื่อสาร 3 ทาง คือ

- เพื่อการแจ้งให้ประชาชนรู้สภาพและกระบวนการของการศึกษา ผล และเรื่องที่เกี่ยวข้องในการวางโครงการ

- เพื่อให้ได้รับข้อมูลจากกลุ่มผู้สนใจเกี่ยวกับความคิดเห็นของพวกเขา และปัญหาหัวเรื่องที่ ถกเถียงกันอยู่ ความเกี่ยวข้อง และความจำเป็น ความต้องการเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากร และการพัฒนาแผนเผื่อเลือก และข้อมูลอื่นๆ ตลอดจนความช่วยเหลือที่เกี่ยวข้องกับการวางโครงการ
- เพื่อใช้ข้อมูลจากประชาชนในการวางโครงการ และเพื่อให้แน่ใจว่าแผนเผื่อเลือกทั้งหมดได้รับการพิจารณา

จะต้องใช้ความพยายามในการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการศึกษาวางโครงการ โดยเฉพาะในกรณีที่มีความขัดแย้งในความต้องการของประชาชน การรู้สถานการณ์ตั้งแต่เริ่มแรกจะทำให้มีเวลาพอสำหรับการจัดรูปแบบการวางแผนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และทำให้สามารถจัดโปรแกรมการมีส่วนร่วมของประชาชนให้มีแนวโน้มว่าจะประสบผลสำเร็จในการจัดการเกี่ยวกับสถานกาณ์ที่ขัดแย้งได้ ควรระมัดระวังหลีกเลี่ยงการรวมกลุ่มของประชาชนที่มีจุดมุ่งหมายร่วมแต่ขาดจุดมุ่งหมายที่แท้จริง การจัดประชุมให้ประชาชนมีส่วนร่วมควรจัดให้มีขึ้นในลักษณะที่สัมพันธ์กับ 6 ขั้นตอนในกระบวนการกำหนดโครงการ อย่างไรก็ตาม โครงการที่เห็นได้ชัดเจนหรือโครงการที่มีความขัดแย้งที่สำคัญควรมีการประชุมมากขึ้น

มักมีการแข่งขันกันในด้านการใช้น้ำและเพื่อให้เข้าถึงปัญหานี้ โครงการควรจะมีการวางแผนที่ตอบสนองต่อปัญหา ความต้องการ และการมีส่วนร่วมของประชาชนผู้เกี่ยวข้อง การวางโครงการเพื่อให้มีการเปรียบเทียบและ Trade-off ระหว่างแผนเผื่อเลือก และการเปรียบเทียบระหว่างผลประโยชน์และผลกระทบในรูปที่ไม่ใช่ตัวเงิน ควรสร้างแผนเผื่อเลือกให้เน้นวัตถุประสงค์แต่ละอัน ควรมีการพิจารณา โครงการประเภทไร้การก่อสร้าง (Non-Structural) เช่น การควรคุมน้ำท่วม หรือการกัดเซาะและเพื่ออธิบายถึงสภาพในอนาคต โดยปราศจากแผนการพัฒนา ในการพิจารณาแผนเผื่อเลือกซึ่งสะท้อนถึง Trade-off ที่สำคัญระหว่างวัตถุประสงค์ที่ขัดแย้งกัน ควรมีการกระทำที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ ซึ่งอาจจะช่วยผลักดันโครงการได้เป็นอย่างมาก

ไม่มีความแน่นอนเกี่ยวกับประชามติที่เกี่ยวกับ Trade-off และทำให้ไม่สามารถตัดสินใจได้จนกระทั่งประชาชนรู้เกี่ยวกับการ Trade-off และมีข้อมูล Feedback พอ ดั้งนั้นอาจจำเป็นต้องสร้างแผนเผื่อเลือกตั้งแต่เริ่มแรก และควรจะเป็นตัวแทนความต้องการของกลุ่มชนผู้สนใจต่างๆ ในระหว่างขบวนการทำซ้ำ แผนเผื่อเลือกจะถูกคัดเลือก และแผนที่ไม่มีผู้สนับสนุนจะถูกตัดทิ้ง จำนวนแผนเผื่อเลือกซึ่งจะถูกพิจารณาจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการกำหนดโครงการขึ้นอยู่กับความต้องการต่างๆ ของประชาชนและความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และลักษณะของแผนการที่เป็นไปได้จะถูกพัฒนาขึ้นมาให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวางโครงการ

1.9 เอกสารอ้างอิง

1. ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2527. การวิเคราะห์และการประเมินโครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์ ร่วมกับสำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
2. American Society of Civil Engineers (1982), Principles of Project Formulation for Irrigation and Drainage Projects, George R., Baumli (Ed.)
3. Van de Putte, R.A. (1983), Project Planning, International Institute for Aerial Survey And Earth Science.
4. Grigg, N.S. (1985), Water Resources Planning, McGraw-Hill Book Company.
5. Koelzer, V.A. (1983), Handout for CE. 544: Water Resources Planning, Colorado State University, Ft. Collins, Co., USA.
6. United Nations (1972), Water Resource Project Planning, Water Resources Series No. 41, Economic Commission for Asia and the Far East, Bangkok, Thailand.

บทที่ 2
วัตถุประสงค์สำหรับผู้บริหารและความจำเป็นของโครงการ
(Objective of Decision Makers and Need for Project)

2.1 คำนำ

โครงการชลประทานและระบายน้ำมีวัตถุประสงค์พื้นฐานเพื่อการจัดหาอาหารและเส้นใยให้เพียงพอ ซึ่งวัตถุประสงค์ขั้นพื้นฐานดังกล่าวสามารถนำไปพิจารณาถึงความจำเป็นของโครงการได้

ความต้องการอาหารจะถูกกำหนดจากจำนวนประชากรของโลก รายได้ รสนิยมส่วนบุคคล และวัฒนธรรม องค์ประกอบเหล่านี้ประกอบกับอุปทาน (Supply) จะเป็นตัวกำหนดราคาและปริมาณอาหารที่ประชากรของโลกจะบริโภค

การเพิ่มการผลิตอาหารจำนวนมากเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโลก ซึ่งมีการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว การเพิ่มการผลิตสามารถทำได้โดยการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน และการจัดการโครงการชลประทานที่มีอยู่ หรือโดยการเพิ่มพื้นที่ชลประทาน ในประเทศที่กำลังพัฒนานับว่ามีโอกาสที่จะเพิ่มพื้นที่ชลประทานมาก ส่วนในบริเวณพื้นที่ที่มีการชลประทานแล้วทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาก็มีโอกาสที่จะปรับปรุงระบบชลประทานได้เช่นกัน

การศึกษาโครงการที่สร้างแล้วไม่เพียงพอแต่จะช่วยทำให้มีโอกาสมากขึ้นในการปรับปรุงการปฏิบัติงานของโครงการที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปใช้วางแผนออกแบบ ก่อสร้าง และกำหนดวิธีปฏิบัติงานของโครงการชลประทานและระบายน้ำใหม่ให้ประสบผลสำเร็จได้อีกด้วย ตัวอย่างปัญหาสำคัญบางประการในโครงการชลประทานที่สร้างแล้วคือ

ประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ชลประทานในโลกประสบปัญหาเรื่องเกลือแนะน้ำใต้ดินในประเทศอินเดีย ประมาณ 6 ล้านเฮกแตร์ ไม่สามารถใช้ทำการเกษตรได้ต่อไป เพราะการสะสมตัวของเกลือและโซเดียมในดิน อิหร่านมีพื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องเกลือประมาณ 24 ล้านเฮกแตร์ ปากีสถานตะวันตกสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 40,000 เฮกแตร์ต่อปี เพราะปัญหาเรื่องเกลือ 17 มลรัฐตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชลประทานมีปัญหาผลผลิตลดลง เนื่องจากการสะสมตัวของเกลือ

ปัญหานี้เป็นผลจากองค์ประกอบหลายอย่าง ซึ่งกระทำตามลำพังหรือกระทำร่วมกัน เช่น การชลประทานที่ใช้น้ำที่มีปริมาณเกลือสูง ดินมีปริมาณเกลือสูง การระบายน้ำเลว การจัดการเรื่องน้ำและการใช้น้ำไม่มีประสิทธิภาพ การใช้ปุ๋ยเกินขนาด

ขอบเขตในการแก้ปัญหาในระบบชลประทานที่สร้างแล้ว และการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์มีหลายวิธี เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ในการวางโครงการชลประทานใหม่ๆ

2.2 วัตถุประสงค์สำหรับผู้บริหาร (Objectives of Decision Makers)

การ Formulate โครงการชลประทานและระบายน้ำสามารถทำได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ซึ่งแตกต่างกัน ผู้บริหารจะเป็นผู้กำหนดแนวทางในการ Formulate การก่อสร้าง และการ Operate โครงการ ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับความสมเหตุสมผลของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการตกลงใจเกี่ยวกับทรัพยากรที่ต้องใช้ในการ Formulate การก่อสร้าง และการ Operate โครงการ สมมติว่าผู้บริหารเป็นผู้กำหนดวัตถุประสงค์และควบคุมทรัพยากรในฐานะเป็นเจ้าของทรัพยากร หรือผู้ดูแล หรือผู้นำการเมือง

โครงการชลประทานและระบายน้ำโดยทั่วๆ ไปมีวัตถุประสงค์ที่นอกเหนือจากการเพิ่มอาหาร ดังนี้

1. เพื่อการปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการเพิ่มการจ้างงาน การเพิ่มรายได้ การปรับปรุงสภาพทางสังคมให้ดีขึ้น
2. เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้น
3. เพื่อรักษาดุลการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ
4. เพื่อการกระจายของประชากร
5. เพื่อการป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ

2.2.1 การปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น (Improving Living Conditions)

(1) การเพิ่มการจ้างงาน (Increasing Employment)

ถ้าการพัฒนาชลประทานเป็นผลให้เพิ่มการจ้างงานหรือใช้แรงงานที่ยังว่างอยู่ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น ย่อมจะทำให้เกิดผลประโยชน์ต่อภูมิภาคที่กำลังมีการพัฒนาอยู่ ผลประโยชน์ดังกล่าวอาจจะเกิดเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ (Short-Term) ระหว่างช่วงการก่อสร้าง หรืออาจจะเป็นผลระยะยาว (Long-Term) ส่วนใหญ่แล้วโครงการชลประทานจะก่อให้เกิดมีการจ้างงานระยะยาว ซึ่งรวมทั้งงานที่เกี่ยวกับการ Operate และการบำรุงรักษาโครงการ การปฏิบัติงานในไร่นา และงานที่เกี่ยวกับการผลิตและการตลาดของผลผลิตจากฟาร์ม

ในการประเมินผลของโครงการต่อการจ้างงานจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมาย (Purposes) ของโครงการในทุกๆ ด้าน การควบคุมอุทกภัยจะทำให้เกิดการใช้ที่ดินอย่างเข้มข้นมากขึ้น การพักผ่อนหย่อนใจ (Recreation) ไม่เพียงแต่ใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว แต่ยังทำให้เกิดธุรกิจและบริการใหม่ๆ แก่นักท่องเที่ยวด้วย

ถ้าอุปทานทั้งหมดของสินค้าและบริการที่จำเป็นสำหรับผู้ใช้แรงงานและเกษตรกรเพิ่มขึ้นไม่เป็นสัดส่วนกับการเพิ่มรายได้ การจ้างงานส่วนที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลทำให้ราคาสินค้าและบริการเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เจ้าของที่ดินและนายทุนเท่านั้นที่เป็นผู้ได้รับผลประโยชน์จากการมีโครงการ

(2) การเพิ่มรายได้ส่วนบุคคล (Increasing Personal Income)

การเพิ่มรายได้ส่วนบุคคลอาจเป็นผลจากการก่อสร้างโครงการชลประทานและระบายน้ำ การเปลี่ยนจากการเกษตรน้ำฝนเป็นการชลประทานสามารถเพิ่มผลผลิต และทำให้สามารถปลูกพืชที่ให้ผลผลิตสูงได้ ผลประโยชน์จากรายได้ประกอบด้วยมูลค่าเพิ่มของสินค้าและบริการ (Increased Value of Goods and Services) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนการเพิ่มรายได้สุทธิเนื่องจากการมีโครงการ

การพัฒนาโครงการอาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการกระจายรายได้ การพัฒนาในชนบทที่มีอุตสาหกรรมหลักเพียงอันเดียว จะมีผลกระทบรุนแรงกว่าการพัฒนาในชุมชนที่ใหญ่โต และเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท ถ้ามีน้ำเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ยังไม่ได้พัฒนาเพิ่มขึ้น และยังเป็นตัวกระตุ้นกิจกรรมทางเศรษฐกิจในรูปแบบใหม่อีกด้วย

การกระจายรายได้ซึ่งเป็นผลจากโครงการชลประทานขึ้นอยู่กับ

1. การใช้น้ำ
2. พื้นฐานทางเศรษฐกิจที่เป็นอยู่เดิม
3. กรรมสิทธิ์ที่ดิน
4. บริเวณที่จะใช้น้ำ
5. ราคา

การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการจ่ายคืนเงิน (Payment Capacity) สามารถใช้ประเมินรายได้เพิ่ม (Additional Incomes) และรายได้เพิ่มที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมที่รองรับสามารถจะหาได้จากเงินเดือนและค่าจ้าง และการเปลี่ยนแปลงระดับการจ้างงาน รายได้ในส่วนของภาคเกษตรสามารถที่จะนำไปเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจได้

การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการจ่ายน้ำตามด้วยการเปลี่ยนแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินจะทำให้เพิ่มอีกมิติหนึ่งในการวิเคราะห์ ยิ่งกว่านั้นแนะนำว่าควรมีการกระจายรายได้อีกรอบหนึ่งสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก ไม่จำเป็นต้องหมายความว่าเป็นการเพิ่มในรายได้ของฟาร์มทั้งหมด หรือการกระจายรายได้อีกรอบหนึ่งในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ผลของการกระจายรายได้อาจจะรุนแรงในภาคเกษตรมากกว่าอุตสาหกรรมอื่นๆ หรือในชุมชน จึงเป็นเรื่องที่จะต้องมีการตรวจวัดเป็นรายๆ ไป

ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอาจจะถูกแบ่งไปให้ประชาชนอย่างทั่วถึง หรือแบ่งกันระหว่างคนไม่กี่คน ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่อยู่รอบการเงิน การปฏิบัติการ และแวดวงของการบริการของโครงการ จำเป็นต้องมีการรวมกิจกรรมทางด้านวิศวกรรม และการเกษตรกับนโยบายทางธุรกิจอย่างระมัดระวัง ถ้าต้องให้ผลประโยชน์ของโครงการตกอยู่กับผู้ที่ควรได้รับ

ในกรณีโครงการรัฐบาล การกระจายรายได้สามารถที่จะกำหนดจากกิจกรรมด้านการบริหารงาน แต่ในกรณีโครงการของเอกชน การกระจายรายได้กำหนดจากขบวนการการตลาด

(3) การปรับปรุงสภาพทางสังคม (Improving Social Conditions)

วัตถุประสงค์ของโครงการชลประทานและระบายน้ำ สามารถใช้เปลี่ยนสภาพทางสังคมของคนในชนบท เกษตรกรจะถูกแนะนำให้รู้จักกับการเกษตรกรรมแบบใหม่ในรูปแบบที่แปลกใหม่ออกไป อย่างไรก็ตาม ถ้าปราศจากการฝึกอบรมแล้วสิ่งนี้จะเกิดขึ้นได้ช้ามาก เพราะความสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แปลก และวิธีการเกษตรแบบใหม่เป็นเรื่องที่ยากสำหรับเกษตรกร ขนบธรรมเนียมประเพณีทางสังคมอาจถูกทำลายเนื่องจากการเกษตรกรรมแบบใหม่

ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งของโครงการชลประทานจะอยู่ในรูปของการบริการ เช่น การมีน้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภค ระบบสุขาภิบาล ที่อยู่อาศัย ไฟฟ้า การสื่อสาร และการขนส่ง อย่างไรก็ตาม ในหลายๆ โครงการ ผลประโยชน์ส่วนใหญ่เกิดจากโครงการทางสังคม

ในกรณีที่มีโครงการชลประทานในเขตกึ่งแห้งแล้ง การมีแหล่งน้ำถือเป็นสิ่งดึงดูดความ สนใจของคนจากบริเวณที่มีขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมแตกต่างออกไปอย่างช่วยไม่ได้ รวมทั้งพวกที่ไม่มีที่อยู่เป็นหลักแหล่ง และไม่รู้จักการอยู่และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ควรได้มีการพิจารณาอย่างพิเศษ รวมทั้งการฝึกอบรม ความอดทน และความเข้าใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมที่แตกต่างออกไป เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเปลี่ยนพื้นที่ชลประทานใหม่และคนงานใหม่ ให้เป็นการพัฒนาทางด้านการเกษตรที่ให้ผลผลิตอย่างถาวรต่อไป

องค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งอาจมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตอบสนองของสังคมอันหนึ่ง คือรูปแบบการทำงานซึ่งเป็นผลจากกิจกรรมที่ต่อเนื่องตลอดปี เมื่อมีการปลูกพืช 2 ถึง 4 ครั้งต่อปี เมื่อมีการชลประทาน การมีเวลาว่างน้อยลงและการเปลี่ยนช่วงเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ประจำวัน เดือน และปี จะเปลี่ยนรูปแบบของชีวิต การรวมตัวเป็นสหกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวกับการใช้น้ำ เครื่องจักร เครื่องมือ การตลาด และการช่วยเหลือทางด้านการเงินจะเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ

2.2.2 การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ (Improving National Economic Efficiency)

สามารถกำหนดแผนของโครงการชลประทานและระบายน้ำให้เป็นไปตามความต้องการ ปัญหา และโอกาสของประเทศทั้งในปัจจุบันและในอนาคตได้ องค์ประกอบในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ปกติจะเกี่ยวกับคุณค่าที่มีต่อผู้ใช้สินค้าและบริการซึ่งเป็นผลจากจุดมุ่งหมายของโครงการ

โครงการชลประทานขนาดใหญ่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยทาง

(1) แหล่งเงินทุน

(2) การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายสำหรับสินค้า

(3) ผลของสภาวะเงินเฟ้อ (Inflationary) และเงินฝืด (Deflationary) ที่ถูกคาดไว้

หลังจากที่มีการดำเนินงานตามโครงการจะเกิด Multiplier Effects เนื่องจากความต้องการปัจจัยทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้น และจากการเก็บ การขนส่ง และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร

2.2.3 การรักษาดุลการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ (Improving Foreign Exchange Balances)

วัตถุประสงค์ของโครงการอาจเพื่อสนับสนุนการส่งออกเพื่อรักษาดุลการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ ซึ่งกลไกตลาดนับว่ามีความสำคัญมากในระบบเศรษฐกิจ และรายได้มีกระจายอย่างสม่ำเสมอ การผลิตพืชส่งออกอาจให้ผลกำไรสูงกว่าการผลิตพืชสำหรับตลาดภายในประเทศ เป็นไปได้ว่าผู้ใช้แรงงานส่วนใหญ่จะได้ผลประโยชน์จากการส่งออก แต่ผลประโยชน์นั้นจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อความต้องการแรงงานที่เพิ่มขึ้นนั้นทำให้ราคาค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นเช่นนั้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับมาตรการการดำเนินงานของรัฐบาล และกลไกตลาด

2.2.4 การกระจายของประชากร (Improving Distribution of Population)

โครงการใหม่มักจะช่วยเร่งให้เมืองมีการขยายตัวเจริญเติบโตขึ้น และทำให้ความหนาแน่นของประชากรในชนบทเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ยิ่งกว่านั้นสมาชิกใหม่มักจะค่อนข้างเยาว์วัย และเป็นผู้ที่กำลังสร้างหลักฐานและดูแลครอบครัว การเพิ่มอาหาร เพิ่มโอกาสในการทำงาน ลดอันตรายเนื่องจากอุทกภัยและมีน้ำใช้ สุขาภิบาล ไฟฟ้าที่ดีขึ้น สิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงผลักดันทำให้เกิดการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว แรงผลักดันเหล่านี้อาจมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนครอบครัวจากการที่โครงการให้บ้านใหม่หรือให้งานทำ ความหนาแน่นของประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดโอกาสใหม่ๆ แต่ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุขและความปลอดภัย ซึ่งทั้งหมดนี้ควรได้รับการพิจารณาในการประเมินโครงการ

ถ้ามีโครงการเกิดขึ้นในพื้นที่ที่เต็มไปด้วยพวกที่ไม่ชอบอยู่เป็นที่เป็นทาง ผลประโยชน์ด้านอื่นๆ อาจนำมาร่วมพิจารณาได้ เช่น การเพิ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการจัดหาเมล็ดพันธุ์พืช ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาปราบวัชพืช เครื่องจักรเครื่องมือ เชื้อเพลิง และแรงงาน และเพื่อให้บรรลุกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจอื่นๆ ควรได้พิจารณาถึงความต้องการในการสร้างเมืองใหม่ หมู่บ้านใหม่ด้วย

2.2.5 การป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (Protecting and Enhancing the National Environment)

ผู้ตัดสินใจโครงการควรพิจารณาถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโครงการที่เสนอ

และควรเลือกโครงการที่มีผลทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น (ผลทางบวก) หรือโครงการที่มีผลกระทบทางลบให้น้อยที่สุด

ตัวอย่างผลกระทบทางลบของโครงการชลประทานและระบายน้ำ

1. การมีน้ำสะอาดสำหรับการอุปโภคบริโภค และมีน้ำเพียงพอต่อการเพาะปลูก
2. การเพิ่มอาหาร การจ้างงาน และสภาพความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น
3. การมีไฟฟ้าสำหรับบ้าน และอุตสาหกรรม
4. การลดความสูญเสียจากอุทกภัย
5. การลดการกัดเซาะดิน
6. การเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยในปลาและสัตว์น้ำ
7. การเพิ่มพื้นที่ตกปลา ว่ายน้ำ เล่นเรือ

ตัวอย่างผลกระทบทางลบของโครงการชลประทานและระบายน้ำ

1. อ่างเก็บน้ำทำให้น้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูก ถิ่นที่อยู่อาศัย หรือสถานที่ทางประวัติศาสตร์ และโบราณคดี
2. ทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์ป่า
3. ทำให้คุณภาพน้ำทางด้านท้ายน้ำเลวลง
4. เพิ่มแหล่งที่มีน้ำขัง เกลือ การกัดเซาะในพื้นที่เพาะปลูก
5. ลดปริมาณการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ ลดตะกอนและความอุดมสมบูรณ์ที่ปากอ่าว ซึ่งทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (Aquatic life)

ความเข้าใจในโอกาส และความเกี่ยวพันธ์ทางสภาพแวดล้อมที่เกิดจากโครงการชลประทานและระบายน้ำในวงกว้างขึ้นอยู่กับการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การตัดสินใจของผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ ผู้จัดการโครงการ ผู้บริหาร วิศวกร นักเศรษฐศาสตร์ นักอนุรักษ์สภาพแวดล้อม และเกษตรกรต่างก็มีผลต่อโครงการทั้งหมด ประสิทธิผลรวมในการตัดสินใจโครงการขึ้นอยู่กับการประสานงานระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วม

2.3 การตัดสินใจดำเนินการโครงการ (The Decision to Proceed)

ในการตัดสินใจที่จะดำเนินโครงการชลประทานและระบายน้ำต่อไปหรือไม่ ขึ้นอยู่กับ

1. โครงการนี้เป็นวิธีการที่ดีที่สุดทางเศรษฐศาสตร์ในการเพิ่มอาหารและเส้นใย หรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เมล็ดพันธุ์ที่ดีกว่า หรือการปรับปรุงวิธีการเพาะปลูกในพื้นที่ที่เคยทำการเพาะปลูกอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่แห้งแล้งหรือพื้นที่ชลประทาน หรือการส่งผลผลิตไปยังอีกภูมิภาคหนึ่ง
2. โครงการที่มีอยู่สามารถปรับปรุงได้ง่ายกว่าการสร้างโครงการใหม่หรือไม่
3. ในสภาพที่มีเงินทุนจำกัดโครงการชลประทานจะทำให้สังคมมีสภาพดีกว่าหรือไม่

เมื่อเปรียบเทียบกับการมีโรงเรียน ที่พักอาศัย การอนามัย ถนน หรือการลงทุนด้านอื่นๆ

4. โครงการนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ที่ดินโดยพิจารณาจากสมรรถนะที่ดินหรือไม่

5. โครงการนี้สอดคล้องกับเป้าหมายทางสภาพแวดล้อมและสังคมหรือไม่

เมื่อพิจารณาว่าโครงการมีความเหมาะสมทั้งทางด้านนโยบายและงบประมาณ การ Formulate โครงการจะเข้าสู่ระดับที่มีรายละเอียดมากขึ้น ซึ่งได้แก่

1. การหาความต้องการทางเศรษฐกิจของโครงการ
2. การหาจุดมุ่งหมายของโครงการ
3. การประเมินด้านกายภาพ การเงิน และทรัพยากรที่มีอยู่สำหรับโครงการ
4. การกำหนดทางเลือก
5. การประเมินผลกำไรและค่าลงทุน

2.4 ความจำเป็นสำหรับโครงการชลประทาน (Need for Irrigation Project)

ความจำเป็นของโครงการชลประทานใดๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดสำหรับผลผลิตทางการเกษตรหรืออาหาร ซึ่งความต้องการดังกล่าวจะกำหนดในรูปของปริมาณผลผลิต หรือบริการที่สามารถขายได้ในราคาที่กำหนดและภายใต้สภาวะตลาด

ความต้องการของตลาดที่คาดไว้สำหรับผลผลิตและบริการของโครงการ ปกติจะเป็นตัวกำหนดเพดานในการผลิตของโครงการหรือขนาดของโครงการ อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำต้นทุนที่หาได้และพื้นที่ที่สามารถทำการชลประทานได้จะเป็นตัวจำกัดขนาดของโครงการ หรืออาจพูดได้ว่าการกำหนดพื้นที่ชลประทานขึ้นอยู่กับความต้องการอาหารและเส้นใย และขีดความสามารถของภูมิภาคที่พิจารณาในการบรรลุความต้องการทั้งหมดหรือบางส่วน ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการสำหรับโครงการชลประทานขึ้นอยู่กับจำนวนพื้นที่ที่สามารถทำการชลประทานได้ ดิน ภูมิอากาศ ฤดูการเพาะปลูก ชนิดและการกระจายของพืช และรูปแบบของการจัดการชลประทาน

ความต้องการน้ำสำหรับพืชในพื้นที่ที่ศึกษา ขึ้นอยู่กับรูปแบบการปลูกพืชทั้งในอดีตและปัจจุบัน ประเภทที่ดิน ชนิดและลักษณะของดิน ภูมิอากาศ ส่วนแบ่งของโครงการต่อผลผลิตของทั้งภูมิภาค รายได้และปริมาณน้ำที่มีอยู่และราคาค่าน้ำ การคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการปลูกพืชในอดีตของพื้นที่ที่กำลังศึกษาและรูปแบบการปลูกพืชของภูมิภาคจะทำให้สามารถประมาณเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปแบบการปลูกพืชและจำนวนพื้นที่ที่จะปลูกได้ และการคาดคะเนอาจถูกปรับแก้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่เป็นอยู่ คุณภาพดินและขีดจำกัดทางภูมิอากาศ ปริมาณและราคาน้ำ ได้ ในกรณีพื้นที่ที่ศึกษาเป็นพื้นที่ใหม่ไม่เคยถูกพัฒนามาก่อน ความสัมพันธ์ในอดีตถือว่าไม่สำคัญ ในกรณีนี้รูปแบบการปลูกพืชของพื้นที่ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันอาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ การปลูกพืชหมุนเวียนที่จำเป็น

พื้นที่ที่ต้องปลูกพืชประจำปี และการเพาะปลูกที่ทำกันเป็นเวลานานแล้วจะต้องได้รับการพิจารณาในการเลือกรูปแบบการปลูกพืชของโครงการ ผลกำไรของการปลูกพืช 2 ครั้ง จะมีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในการปลูกพืช และขนาดพื้นที่ชลประทาน และควรได้รับการพิจารณา

การคาดคะเนพื้นที่ชลประทานควรคำนึงถึงการขยายตัวของเมืองซึ่งจะทำให้ลดพื้นที่เพาะปลูกลง หรือทำให้ที่ดินมีราคาสูงจนกระทั่งเกษตรกรต้องหันไปปลูกพืชที่มีผลตอบแทนสูง หรือหยุดการทำการเกษตร

เมื่อกำหนดพื้นที่ชลประทานแล้วจะต้องคำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการขึ้นอยู่กับการใช้น้ำของพืช การชะล้างเกลือในดิน การสูญเสียน้ำขณะส่งน้ำ โดยจะต้องคำนึงว่าพืชจะได้รับน้ำส่วนหนึ่งจากฝน ความต้องการน้ำอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาค ขึ้นอยู่กับดินและภูมิอากาศ ความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดจะหาได้โดยการคูณพื้นที่ด้วยความลึกของน้ำที่ต้องการ

ในกรณีที่เกษตรกรต้องจ่ายค่าน้ำ ขีดความสามารถในการจ่ายค่าน้ำของเกษตรกรควรจะต้องได้รับการพิจารณา ซึ่งจะหาได้จากค่าใช้จ่ายสูงสุดที่เกษตรกรส่วนใหญ่สามารถจ่ายค่าลงทุนในการ จัดหาน้ำที่ท่อส่งน้ำเข้าแปลงเฉลี่ยประจำปี โดยคิดตามปริมาตรในช่วงระยะเวลาการใช้งานที่กำหนดไว้ ค่าน้ำจะคิดจากผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดจากการขายผลผลิตของเกษตรกร และค่าลงทุนในการผลิต ซึ่งรวมทั้งค่าแรงของเกษตรกร การจัดการและค่าเสี่ยง ยกเว้นค่าน้ำ

การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการจ่ายคืน (Payment Capacity Analysis) สามารถใช้เป็นตัวกำหนดเพดานของความต้องการน้ำของผู้ใช้น้ำเพื่อการเกษตรสำหรับโครงการได้ และปกติจะใช้เป็นองค์ประกอบตัวหนึ่งในการวิเคราะห์ความต้องการ (Demand Analysis) สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ความสามารถในการจ่ายคืนยังเป็นตัวกำหนดขีดต่ำสุดว่าพื้นที่ดินดังกล่าวเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการชลประทานหรือไม่

ผลกำไรจากน้ำชลประทานจะคำนวณจากผลตอบแทนสุทธิที่เพิ่มขึ้น (Increased Net Returns) ซึ่งเป็นผลจากการลดค่าลงทุนในการผลิต การผลิตพืชที่ให้ผลกำไรมากกว่า และการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก ผลกำไรหาได้จากผลต่างระหว่างรายได้สุทธิในการมีโครงการ และไม่มีโครงการ

2.5 ความจำเป็นสำหรับการระบายน้ำ (Need for Drainage)

การชลประทานและการระบายน้ำเป็นขบวนการที่เสริมซึ่งกันและกัน เพื่อควบคุมความชื้นให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช การระบายน้ำเป็นกิจกรรมที่ลดความความชื้นในดิน การระบายน้ำปกติมักจะทำรวมไปกับการชลประทานตั้งแต่เริ่มแรกสร้างโครงการชลประทาน แต่ก็มีหลายกรณีที่ติดตั้งระบบระบายน้ำหลักจากที่มีการชลประทานแล้วเป็นเวลาหลายปี ส่วนใหญ่แล้วในโครงการจำเป็นต้องมีการระบายน้ำ ความจำเป็นในการระบายน้ำควรได้รับการพิจารณาตั้งแต่เริ่มแรก และราคาค่าลงทุนควรจำรวมอยู่ในการ Formulate โครงการ

การระบายน้ำจะป้องกันไม่ให้ระดับน้ำใต้ดินสูงและมีน้ำขัง และช่วยควบคุมการสะสมตัวของเกลือในเขตแห้งแล้ง และป้องกันการกัดเซาะดินเนื่องจากน้ำทิ้ง การระบายน้ำเป็นสิ่งจำเป็นมาก ถ้ามีปัญหาเรื่องเกลือ จะต้องควบคุมการสะสมตัวของเกลือในเขตรากให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดอันตราย โดยการหมั่นชะล้างเกลือในดินอยู่เสมอ ซึ่งทำได้โดยการให้น้ำที่มากเกิดความต้องการของพืช โดยให้ส่วนที่มากเกินความต้องการไหลซึมผ่านชั้นดินเพื่อชะล้างเกลือ และมีระบบระบายน้ำเพื่อนำน้ำส่วนเกินไปทิ้ง

ความต้องการระบบระบายน้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพดิน ชนิดของพืชที่ปลูก คุณภาพน้ำ และองค์ประกอบอื่นๆ ความต้องการระบายน้ำในพื้นที่ชลประทานขึ้นอยู่กับรายได้ฟาร์มสุทธิ ความต้องการมีแน่ๆ ถ้าการไม่มีระบบระบายน้ำจะทำให้การปฏิบัติงานเกษตรกรรมไม่คุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์ หรือผลตอบแทนของการลงทุนในระบบระบายน้ำคุ้มค่าลงทุน การวิเคราะห์งบประมาณฟาร์ม (Farm Budget Analysis) อาจจะใช้หาผลของระบบระบายน้ำต่อรายได้ และหาว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่การปฏิบัติงานฟาร์มนั้นคุ้มค่าลงทุนสร้างระบบระบายน้ำ รูปแบบการปลูกพืช ผลผลิต และค่าลงทุนฟาร์มจะถูกประเมินจากพื้นฐานของสภาพการระบายน้ำที่คาดว่าจะเกิดถ้ามีโครงการ และถ้าไม่มีโครงการ

ผลกำไรจากโครงการระบายน้ำจะถูกคำนวณจากรายได้สุทธิเพิ่มซึ่งเป็นผลจากการลดค่าลงทุนในการผลิตพืช หรือผลกำไรโดยตรงจากการเพิ่มผลผลิต และการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก ผลกำไรโดยตรง (Intensification Benefits) จะคำนวณจากผลต่างของรายได้สุทธิถ้ามีโครงการ และถ้าไม่มีโครงการ

การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกจะถูกประเมินจากประสิทธิภาพเพิ่มในเขตโครงการ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั่วๆ ไป

2.6 ความจำเป็นสำหรับจุดมุ่งหมายอื่นๆ ของโครงการ (Need for Other Project Services)

การหาความจำเป็นต้องทำจากกรณีทั่วๆ ไป ไม่ว่าจะเป็นโครงการชลประทานเอกประสงค์ (Single Purpose Irrigation Project) ซึ่งบรรลุวัตถุประสงค์หลายประการ หรือกรณีที่ต้องการโครงการอเนกประสงค์ (Multiple Purpose Projects) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่างดังต่อไปนี้ คือ ควบคุมน้ำท่วม ผลิตไฟฟ้า จัดหาน้ำเพื่อเมืองและอุตสาหกรรม การสัญจรทางน้ำ และพักผ่อนหย่อนใจ

2.6.1 การควบคุมน้ำท่วม

จุดมุ่งหมายในการควบคุมน้ำท่วมอาจรวมเข้าไว้ในโครงการชลประทานและระบายน้ำได้ การป้องกันน้ำท่วมสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมและเมืองเป็นสิ่งสำคัญ อย่างไรก็ตาม ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะพูดถึงเฉพาะทางด้านเกษตรกรรมเท่านั้น

ปริมาตรของอ่างเก็บน้ำที่แบ่งไว้สำหรับควบคุมน้ำท่วมขึ้นอยู่กับผลกำไรจากการใช้ปริมาตรอ่างเพื่อการควบคุมน้ำท่วม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปริมาตรอ่างนั้นเพื่อการเก็บกัก (Conservation) สำหรับการชลประทาน ควรมีการพิจารณาทางเลือกในการบรรเทาความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วม เช่น การกำหนดโซนที่จะเกิดน้ำท่วม และการป้องกันน้ำท่วม (Water Proofing)

ดินที่อุดมสมบูรณ์ปกติจะอยู่ในเขตพื้นที่ถูกน้ำท่วม (Flood Plain) และจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันจากอุทกภัยที่จะก่อความสูญเสียแก่ผลผลิตในเขตนั้น

ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วมทางการเกษตรปกติจะวัดจากมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้น (Increased Value of Agricultural Output) หรือการลดค่าลงทุนในการรักษาระดับการผลิตที่กำหนด ผลกำไรจะรวมแต่ไม่จำกัดเฉพาะค่าลงทุนในการผลิตที่ลดลง ค่าลงทุนที่เกี่ยวข้อง และค่าความสูญเสียเนื่องจากน้ำท่วม การกัดเซาะ หรือการตกตะกอน มูลค่าของการเพิ่มผลผลิต และประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ของการเพิ่มผลผลิตของพืชชนิดใหม่ในเขตโครงการ ผลประโยชน์จะวัดจากรายได้ทางการเกษตรสุทธิถ้ามีโครงการ และไม่มีโครงการ

2.6.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectric Power)

โดยทั่วๆ ไปการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำนับเป็นจุดมุ่งหมายอันหนึ่งของโครงการชลประทาน ซึ่งขนาดและการกำหนดการติดตั้งขึ้นอยู่กับเฮดของน้ำที่มี (Available Head) ปริมาณน้ำและความต้องการพลังงาน

โรงจักรผลิตไฟฟ้าพลังน้ำสามารถปฏิบัติงานได้ที่ความเร็วค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับโรงจักรไอน้ำ และสามารถที่จะจ่ายไฟฟ้าที่อัตราเต็มที่ (Full Load) ได้ในเวลาอันรวดเร็ว เพื่อให้เป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงโลดไฟฟ้า (Electrical Loads) สามารถเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และใช้ประโยชน์จากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเทอร์ไบน์เพื่อให้จ่ายไฟฟ้าที่ขีดสูงสุด (Maximum Utility System Load) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ภายใต้ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมและเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางชลประทาน ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้ง (Installed Capacity) ที่แต่ละแห่งควรเท่ากับความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของตลาด ทั้งนี้ต้องพิจารณาร่วมกับพลังงานแหล่งอื่นๆ ด้วย

พลังงานปกติจะขยายตามราคาตลาด หลักในการหามูลค่าตลาดที่โรงไฟฟ้าของโครงการคือใช้ค่าลงทุนในการผลิตและส่งถึงตลาดของพลังงานอื่นๆ ที่เปรียบเทียบกันได้ (Equivalent Alternative Power Cost) ซึ่งจะต้องมีการปรับด้วยค่าที่เหมาะสมสำหรับค่าใช้จ่ายในการส่งกระแสไฟฟ้าจากโครงการไปสู่ตลาดด้วย

2.6.3 การหาน้ำเพื่อการประปาและอุตสาหกรรม (Municipal and Industrial Water Supply)

ความต้องการน้ำเพื่อการประปาและอุตสาหกรรม ปกติแล้วจะน้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีการจัดหาน้ำให้เพียงพอสำหรับการประปาและอุตสาหกรรมทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ โดยผนวกเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ ชลประทาน อาจจะเป็นสิ่งจำเป็นหรืออย่างน้อยที่สุดก็เป็นสิ่งที่ต้องการ ความต้องการน้ำสำหรับการประปาในเมืองและอุตสาหกรรมจะหาได้จากการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร แล้วคูณด้วยด้วยอัตราการใช้น้ำต่อคนในปัจจุบัน ในพื้นที่ที่พิจารณาว่ามีการใช้น้ำจำนวนมากเพื่อการอุตสาหกรรม ความต้องการน้ำสำหรับอุตสาหกรรมเหล่านั้นสามารถประเมินได้จากข้อมูลการใช้น้ำสำหรับ อุตสาหกรรมที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำกับหน่วยการผลิต การจ้างงาน พื้นที่โรงงานหรือตัวแปรอื่นๆ ไว้แล้ว การหาความต้องการน้ำสำหรับการประปาในเมืองและอุตสาหกรรมควรจะต้องคำนึงถึงมาตรการประหยัดน้ำไว้ด้วยผลประโยชน์ของการจัดหาน้ำสำหรับการประปาเมืองและอุตสาหกรรม ปกติจะขึ้นอยู่กับค่าลงทุนของทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุด (The Most Likely Alternative Cost)

2.6.4 การสัญจรทางน้ำ (Navigation)

การสัญจรทางน้ำปกติจะพิจารณาแยกต่างหาก แต่ก็สามารถพิจารณารวมเข้าไปในโครงการชลประทานและระบายน้ำได้ การประมาณความต้องการสำหรับยวดยานทางน้ำ ขึ้นอยู่กับการคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างการค้าขายทางน้ำกับแหล่งชุมชน การขนส่งสินค้าในอดีตและปัจจุบัน กิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรม ขีดจำกัด และโอกาสที่กำหนดโดยสภาพโครงการ การแข่งขันในการขนส่ง ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของการสัญจรทางน้ำคือการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า (Reduction in Costs Requited to Transport Commodities)

2.6.5 การพักผ่อนหย่อนใจ (Recreation)

น้ำเป็นสิ่งดึงดูดคน และอ่างเก็บน้ำหรือทางน้ำใหม่ๆ มักจะถูกใช้ประโยชน์เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจไปในตัวด้วย สามารถที่จะวางแผนเพื่อรวมเข้าเป็นจุดมุ่งหมายหนึ่งของโครงการได้ ความต้องการสำหรับการพักผ่อนหย่อนใจจะหาได้ในเทอมของ คน-วัน (User-days) การประเมินนี้จะแปลเป็นความต้องการพื้นที่สำหรับการบริการ ชนิด และปริมาตรของการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ อุปกรณ์และบริการที่จำเป็น และความต้องการถนนหนทาง

แนวโน้มของการใช้ประโยชน์ทางด้านการพักผ่อนหย่อนใจของโครงการแหล่งน้ำที่เสนอขึ้นมาจะขึ้นอยู่กับประชากรและความต้องการต่อคน การประเมินอย่างง่ายๆ อาจจะทำได้โดยการหาจำนวนประชากรทั้งหมดในพื้นที่ ความต้องการต่อคนเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ของการมีส่วนร่วมซึ่งขึ้นอยู่ กับระยะเวลาในการเดินทางจากแหล่งชุมชนไปยังบริเวณโครงการ

คูณจำนวนประชากรด้วยความต้องการต่อคนจะได้ความต้องการทั้งหมด (Participation Days) ที่สามารถคาดได้จากจำนวนประชากรกลุ่มนั้น การมีส่วนร่วมจริงในกิจกรรมที่เกี่ยวกับการพักผ่อนหย่อนใจที่บริเวณโครงการขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเดินทาง โดยทั่วๆ ไปถ้าระยะเวลาในการเดินทางนาน จำนวนผู้ร่วมจะน้อยลง ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจจะแสดงได้ในรูปของ

จำนวนวันที่ใช้ประโยชน์ (Participation Days)

= จำนวนประชากร x ความต้องการต่อคน x เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ ซึ่งแบ่งตามเขตเวลา

ความต้องการสำหรับการตกปลาและล่าสัตว์ซึ่งเป็นกิจกรรมด้านการพักผ่อนหย่อนใจอาจจะหาได้ในลักษณะคล้ายๆ กับการพักผ่อนหย่อนใจโดยทั่วๆ ไป

หลักในการประเมินทรัพยากรทางกายภาพ การเงิน และมนุษย์ที่มีอยู่สำหรับโครงการ การกำหนดทางเลือก การประเมินค่าลงทุนและผลประโยชน์ และการคัดเลือกแผนที่เหมาะสมจะได้พูดถึงในบทต่อๆ ไป

2.7 เอกสารอ้างอิง

1. American Society of Civil Engineers (1982), Principles of Project Formulation for Irrigation and Drainage Projects, George R. Baumli (Ed.)

บทที่ 3
การประเมินทรัพยากรสำหรับการวางโครงการ
(Resources Evaluation for Project Planning)

3.1 ทรัพยากรสำหรับการวางโครงการ (Resources for Project Planning)

ในการวางโครงการจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้วางแผนใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และวางโครงการให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด ทรัพยากรที่สำคัญในการวางโครงการพอจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ทรัพยากรทางกายภาพ (Physical Resources)
2. ทรัพยากรทางการเงิน (Financial Resources)
3. ทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน (Human and Institutional Resources)

ต่อไปจะได้กล่าวถึงรายละเอียดการประเมินทรัพยากรแต่ละกลุ่มตามลำดับ เพื่อประโยชน์ในการวางโครงการ

3.2 ทรัพยากรทางกายภาพ (Physical Resources)

ทรัพยากรทางกายภาพที่สำคัญ ได้แก่

- ภูมิอากาศ
- ที่ดิน
- ดิน
- น้ำ
- พืชและสัตว์
- คุณภาพอากาศ
- ทัศนียภาพ (Visual Quality)
- พลังงาน
- การขนส่ง
- พืชและสัตว์น้ำ (Aquaculture)
- สิ่งก่อสร้าง (Manmade Facilities)
- ทรัพยากรทางโบราณคดีและประวัติศาสตร์ (Archeological and Historical Resources)

แนวทางการประเมินทรัพยากรจะพัฒนาจากวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการจะ

ต้องมีการระบุว่าทรัพยากรไหนสำคัญกว่ากัน ความเกี่ยวกันของทรัพยากรแต่ละชนิด ขนาดของพื้นที่โครงการ และระดับรายละเอียดที่ต้องการทราบ และควรได้มีการรายงานผลการประเมินทรัพยากรแต่ละตัวไว้

ทรัพยากรทางกายภาพหลายตัวที่ต้องมีการประเมินซ้ำแล้วซ้ำอีกในแต่ละระดับของการศึกษา [การศึกษาเบื้องต้น (Reconnaissance), การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility), การศึกษาการดำเนินงาน (Implementation)] การศึกษาในระดับหลังๆ จะมีรายละเอียดมากขึ้น ส่วนการศึกษาในระดับแรกจะเป็นเพียงการสำรวจเบื้องต้น การค้นคว้าทางเอกสารและข้อมูล และการพบปะพูดคุยกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นประโยชน์จากพวกเขา ควรหลีกเลี่ยงการศึกษางานที่เคยมีคนทำแล้ว การประเมินและ ข้อมูลทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับของการศึกษาควรจะต้องมีการบันทึกไว้เป็นลายลักษณ์อักษร

ในการประเมินทรัพยากรทางกายภาพจะต้องมีทีมสหวิทยาการ (Interdisciplinary Team) โดยเฉพาะในขั้นการศึกษาเบื้องต้น เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (Specialists) สามารถบอกลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการได้ในการไปดูโครงการครั้งแรก ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อการกำหนดขอบเขตของการศึกษาครั้งต่อไปหรือต่อการศึกษาโครงการทั้งหมด และที่สำคัญคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาจะต้องทำงานเป็นทีมโดยไม่ยึดข้อสรุปส่วนตัว โดยปราศจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญด้านอื่นๆ เนื่องจากการศึกษาทรัพยากรทางกายภาพ หรือแม้แต่การศึกษาโครงการอาจเปลี่ยนแปลงได้ทุกเวลาตามข้อมูลที่ได้เพิ่ม

ในการศึกษาทรัพยากรทางกายภาพต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านสาขาต่างๆ ดังต่อไปนี้

- วิศวกรวางแผน
- วิศวกรคุณภาพน้ำ
- นักปฐพีวิทยา
- นักธรณีวิทยา
- นักเกษตร
- นักอุทกวิทยา
- นักพืชศาสตร์
- นักการป่าไม้
- นักโบราณคดี
- นักอนุรักษ์
- นักสังคมศาสตร์
- นักเศรษฐศาสตร์

อย่างไรก็ตาม บางครั้งผู้เชี่ยวชาญบางคนอาจมีความเชี่ยวชาญมากกว่าหนึ่งสาขาได้ แต่การศึกษาที่ใช้คนเพียงหนึ่งหรือสองคนเพื่อศึกษาครอบคลุมทุกสาขาอาจเป็นการไม่เพียงพอ

ควรพัฒนาระบบประเมินผล (Evaluation System) พร้อมๆ กับการกำหนดแผนการศึกษาการวิเคราะห์โดยระบบโครงข่าย (Network Analysis) อาจจำเป็นสำหรับการหาเหตุและผลความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามธรรมชาติ และความสัมพันธ์ที่เกิดจากโครงการ ซึ่งส่วนใหญ่ความสัมพันธ์ประการแรกมีส่วนเกี่ยวกับการประเมินทรัพยากรทางกายภาพมากกว่า อนาคตโดยไม่มีโครงการเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา

ควรมีการพัฒนาแบ่งประเภทที่ดิน (Land Classification) ของโครงการซึ่งในการนี้ต้องการข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับเป้าหมายของโครงการ เพื่อให้การแบ่งประเภทที่ดินมีประสิทธิผล

และเป็นประโยชน์สำหรับนักวางแผน องค์ประกอบหลักในการแบ่งประเภทที่ดิน คือ ดิน ภูมิประเทศ การระบายน้ำ สมรรถนะในการผลิต ค่าลงทุนในการผลิต และการพัฒนาที่ดิน ความเกี่ยวพันระหว่างเศรษฐศาสตร์ ปฐพีวิทยา และวิศวกรรมศาสตร์จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการแบ่งประเภทที่ดิน

ต้องมีการพัฒนารายละเอียดจำเพาะในการแบ่งประเภทที่ดินสำหรับแต่ละโครงการ รายละเอียดจำเพาะที่ใช้สำหรับโครงการหนึ่ง ไม่ควรนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการอื่น ยกเว้นการพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์แสดงว่าเหมาะสม ผลของการแบ่งประเภทที่ดินขั้นสุดท้ายขึ้นอยู่กับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ต่อไปจะได้กล่าวถึงองค์ประกอบต่างๆ ของทรัพยากรทางกายภาพ

3.2.1 ภูมิอากาศ (Climate)

ภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อดินเป็นอย่างมาก และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลักษณะดิน การระบายน้ำ พืชผักตามธรรมชาติ และการปรับตัวของพืช ยกเว้นในสภาพอากาศที่แย่มากๆ เราสามารถควบคุมสภาพภูมิอากาศให้มีความเหมาะสมได้ โดยการจัดการอย่างจริงจัง เช่น การควบคุม Frost ภูมิอากาศที่เหมาะสม จะช่วยลดความยุ่งยากและความเสี่ยงในการออกแบบและการปฏิบัติงานของโครงการได้ นักวางแผนจำเป็นต้องรู้ลักษณะภูมิอากาศและผลของภูมิอากาศในเขตโครงการ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญคือ

1. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวันตลอดฤดูกาล
2. จำนวนวันที่ไม่มี Frost
3. อุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวที่หนาวจัด
4. ความเร็วและทิศทางลม
5. ความชื้น รังสีอาทิตย์ และการระเหย
6. การเกิดลูกเห็บ หิมะ และลมแรง
7. ลักษณะฝน การเปลี่ยนแปลงประจำชั่วโมง ฤดูกาล และปี ปริมาณสารเคมีในน้ำฝน
8. การระบายอากาศสำหรับระบบการปลูกพืชบางชนิด

โดยทั่วๆ ไป ลักษณะภูมิอากาศมีผลต่อการพิจารณาวางโครงการชลประทานและระบายน้ำ ซึ่งเป็นไปได้ว่าฝนที่เข้ามาผิดเวลา หรือลักษณะดินไม่เหมาะกับฝนที่ตกอาจเป็นปัญหาที่สำคัญ

ภูมิอากาศเป็นองค์ประกอบที่ยากที่สุดในการประเมิน เนื่องจากจำเป็นต้องมีข้อมูลระยะยาวและปกติอาจหาไม่ได้ กรณีนี้อาจใช้ข้อมูลระยะสั้นที่เก็บรวบรวมไว้ แต่ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ผู้เชี่ยวชาญอาจใช้ข้อมูลระยะสั้นที่มีอยู่ในการคาดคะนข้อมูลระยะยาวได้อย่างเหมาะสม โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับการสังเกตอื่นๆ เช่น วงแหวนต้นไม้ เป็นต้น

3.2.2 ที่ดิน (Land)

ที่ดินในที่นี้หมายรวมถึง ภูมิประเทศ ธรณีวิทยา สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน และลักษณะผิวดินโดยทั่วๆ ไป

แผนที่ภูมิประเทศที่มีรายละเอียดของพื้นที่โครงการ รวมทั้งกราฟและข้อมูลที่ทำเป็นตารางอื่นๆ เกี่ยวกับทรัพยากรทางกายภาพเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผน จึงควรได้ประเมินข้อมูลต่างๆ เหล่านี้

1) ภูมิประเทศทั่วๆ ไป ภูมิประเทศทั่วๆ ไปของพื้นที่ระบายน้ำทั้งหมดควรจัดทำเป็นแผนที่แสดงบริเวณทางด้านท้ายน้ำซึ่งคาดว่าโครงการจะมีผลไปถึง ควรแสดงความลาดเทของพื้นที่ ระดับ ร่องน้ำ การใช้ที่ดินในปัจจุบัน การคุมดินของพืชผักทั่วๆ ไป ตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำ และควรจะแสดงสิ่งก่อสร้าง เช่น ถนน สะพาน และทางรถไฟไว้ด้วย

2) รายละเอียดภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศหลัก ซึ่งกำหนดความเหมาะสมของที่ดิน คือ ความลาดเท การปกคลุมผิวดิน และตำแหน่งโครงการ ควรบันทึกลักษณะการระบายน้ำตามธรรมชาติ เช่น แหล่งที่มีน้ำขัง ความเพียงพอของทางออก (Outlets) และแนวโน้มของการผันน้ำ แผนที่รายละเอียดซึ่งรวมตำแหน่งของสิ่งก่อสร้าง และรูปร่างทางกายภาพที่สำคัญ และการปกคลุมดินของพืชเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับตำแหน่งที่ตั้งโครงการ อาจกำหนดระดับสมมติ (Datum) ที่ระดับน้ำทะเล ขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการและความสัมพันธ์กับสิ่งภายนอกแผนที่ซึ่งมีเส้นระดับ 1 ฟุต เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพื้นที่เพาะปลูกสำหรับโครงการระบายน้ำและชลประทานส่วนใหญ่ (ระยะเส้นระดับมากกว่านี้ใช้ได้สำหรับระบบ ชลประทานแบบฉีดฝอยและหยดน้ำ) มาตราส่วนของแผนที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวางแผน แต่จะอยู่ระหว่าง 1:1,200 ถึง 1:6,000

3) ธรณีวิทยา เพื่อให้รู้กำเนิดและขอบเขตทางธรณีวิทยาของพื้นที่ระบายน้ำทั้งหมด ซึ่งที่สำคัญ คือ
   - ลักษณะทางธรณีวิทยาและเคมีธรณีวิทยา
   - ชั้นน้ำใต้ดินและบริเวณที่จะรีชาร์จน้ำใต้ดิน (Recharge Areas)
   - ระดับน้ำใต้ดิน น้ำพุ และตาน้ำ
   - รอยแตกของหิน
   - ความง่ายต่อการเกิดแผ่นดินไหว
   - ทรัพยากรพวกแร่ธาตุ เช่น ถ่านหิน และแร่ธาตุที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอื่นๆ
   - พื้นที่ที่เป็นถ้ำหิน
   - แหล่งวัสดุก่อสร้าง
   - ขีดความสามารถอุ้มน้ำของดินบริเวณที่จะทำอ่างเก็บน้ำ

- ความมั่นคงของร่องน้ำ
- ลมแรงและการกัดเซาะของน้ำ
- เหมืองใต้ดินที่กำลังใช้และที่เลิกแล้ว

หินโผล่ (Rock Outcrops)รอยแยก บ่อน้ำ หรือเหมือง เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อนักธรณีวิทยา การเจาะสำรวจอาจจำเป็นในช่วงแรกของการสำรวจ และจะต้องมีการเจาะสำรวจเป็นจำนวนมากก่อนการสำรวจจะสำเร็จลง ควรเก็บชั้นหินทางธรณีวิทยาที่มีการเจาะสำรวจไว้ และควรเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมไว้สำหรับการวิเคราะห์

การถ่ายภาพทางอากาศแบบกล้องถ่ายรูปสองตาระดับต่ำ และการสำรวจด้วย Seismic และแม่เหล็ก (Magnetic) และเทคนิค Photogrammetric จะทำให้ผลสำรวจสมบูรณ์ขึ้น การปกคลุมดินของพืชและระดับรายละเอียดที่ต้องการจะเป็นตัวกำหนดความเหมาะสม รูปถ่ายจาก LANDSAT จะมีประโยชน์ในช่วงแรกของการสำรวจ

3.2.3 ดิน (Soils)

ไม่ควรมองข้ามความสำคัญของดินที่เหมาะสมสำหรับโครงการชลประทานและระบายน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจเพื่อหาขีดจำกัดของดินในพื้นที่โครงการ การสำรวจจะรวมทั้งการเจาะด้วยมือและเครื่องจักร การขุดบ่อสำหรับการตรวจสอบชั้นดิน และการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์

ตามทฤษฎีแล้วจะประเมินดินในแง่ความเหมาะสม และความง่ายในการจัดรูปแปลงเพื่อการเพาะปลูก ผลผลิตระยะสั้นและระยะยาว และค่าลงทุนสำหรับการบำรุงรักษาดินให้มีขีดความสามารถในการผลิตสูง องค์ประกอบที่ต้องประเมิน ซึ่งบางตัวก็สัมพันธ์กันคือ

- ขีดความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน
- การซึมของน้ำลงไปในดินและความสามารถของดินที่จะยอมให้น้ำซึมผ่านได้
- การขึ้นๆ ลงๆ ของอุณหภูมิ
- ลักษณะการระบายน้ำตามธรรมชาติและความง่ายของการระบายน้ำที่สร้างขึ้น (ระดับน้ำใต้ดิน แรงดันของชั้นน้ำบาดาล และการเปลี่ยนแปลงที่คาดไว้)
- หินแข็ง
- ความง่ายต่อการเกิดน้ำท่วม การกัดเซาะของน้ำและการกัดเซาะของลม
- ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ
- ลักษณะทางกายภาพและเคมีของชั้นดินในเขตราก (การยืดตัว หดตัว ส่วนประกอบทางแร่ธาตุและอินทรีย์วัสดุ ความหนาแน่นทั้งหมด การกระจายของเมล็ดดิน pH)
- ระดับความลึกดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

- ลักษณะการระบายน้ำของชั้นดินใต้เขตราก

ดินในเขตโครงการปกติจะไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีแผนที่ดินให้ถูกต้องของพื้นที่สำหรับการประเมินที่สมบูรณ์แบบ เพื่อแสดงตำแหน่งขอบเขตของดินแต่ละชนิด ควรมีการบรรยายลักษณะของดินแต่ละชนิดสำหรับกิจกรรมการวางแผนในอนาคต

3.2.4 น้ำ (Water)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช น้ำมากหรือน้อยเกินไปจะก่อให้เกิดความเสียหาย อย่างไรก็ตาม สามารถที่จะจัดการเรื่องน้ำได้เพื่อขจัดปัญหาน้ำที่มากเกินไป และการใช้ประโยชน์ของน้ำที่มีอยู่ในเขตโครงการหรือได้มาจากนอกเขตโครงการ ทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำมีความสำคัญยิ่ง การประเมินต้องพิจารณาทั้งแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดินและสิทธิของน้ำด้วย ทะเลสาบ บ่อ หนอง น้ำพุ แม่น้ำ และน้ำบาดาลต้องได้รับการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นจะแปรเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับว่าโครงการเป็น การชลประทานหรือระบายน้ำ ปริมาณน้ำปกติจะได้รับความสนใจมากที่สุด แต่คุณภาพน้ำก็นับเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการตัดสินใจสำหรับความสำเร็จระยะยาวของโครงการ

ปริมาณน้ำและความสามารถในการหาน้ำมาได้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการชลประทาน ปริมาณน้ำที่สามารถหามาได้ต้องมาจากแหล่งน้ำที่เชื่อถือได้ การประเมินต้องอยู่ในรูปแบบของปริมาณน้ำรายปี รายเดือน และรายวัน สำหรับปีปีกติและปีที่แห้งแล้ง ถ้าจำเป็นต้องมีการเก็บกักน้ำบนผิวดินเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ จะต้องมีการระบุ การพิจารณาควรขึ้นอยู่กับขนาดและความถี่ของน้ำท่วม น้ำใต้ดินที่หามาได้เป็นสิ่งที่ยากจะประเมิน ถ้าไม่มีบ่อน้ำในพื้นที่ที่จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินจำเป็นต้องขุดบ่อทดสอบและทำการสูบน้ำทดสอบ การระบายน้ำอาจจำเป็นถึงแม้ไม่มีการชลประทาน ต้องรู้ปริมาณน้ำที่จะต้องระบายและขีดความสามารถของทางออกที่จะระบายน้ำ การใช้น้ำร่วมกันระหว่างน้ำผิวดินและใต้ดินควรได้รับการพิจารณา

คุณภาพน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สภาพดิน องค์ประกอบของโครงสร้างโครงการ การใช้น้ำทางด้านท้ายน้ำ ควรทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางเคมีเกี่ยวกับน้ำทั้งหมดที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการ คุณสมบัติน้ำบางประการที่เกี่ยวข้อง คือ ตะกอน เคมี อินทรีวัสดุ เมล็ด สปอร์ แบคทีเรีย ความอุดมสมบูรณ์ BOD Coliforms สารพิษ และเกลือ การทำบัญชีรายละเอียดจะได้พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้เกี่ยวกับคุณภาพที่จุดตรวจที่เวลาหนึ่งกับเวลาอื่นๆ และเหตุผลสำหรับการระบุการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น

3.2.5 พืชและสัตว์ (Plants and animals)

ในหัวข้อดินได้แนะนำว่าควรจัดทำบัญชีรายละเอียดการใช้ที่ดินและพืชคลุมดินไว้ อย่างไรก็ตาม การประเมินเพิ่มเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอและทราบไปถึงผลกระทบที่เป็นไป

ได้กับชีวิตพืชและสัตว์ นักการเกษตร นักพืชศาสตร์ และนักชีวะวิทยาสามารถช่วยในการประเมินองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาและสิ่งที่จะได้รับ คือ

- ผลกระทบที่เป็นไปได้ของโครงการกับถิ่นที่อยู่ของพันธุ์พืชและสัตว์ที่หายาก และกำลังจะสูญพันธุ์ และพันธุ์ที่สำคัญอื่นๆ
- ชนิดและประชากรของปลาและสัตว์น้ำในเขตโครงการ
- ลักษณะการเจริญเติบโต ชนิด และผลผลิตของพืช
- ความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตพืชและสัตว์ในโครงการและบริเวณใกล้เคียง
- พืช และป่าไม้
- ปริมาณ คุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของน้ำในลำน้ำ

วัตถุประสงค์ของโครงการที่ต้องการคือเพิ่มผลผลิตของพืชและสัตว์ มีหลายสิ่งหลายอย่างที่ต้องเรียนจากสภาพที่เป็นอยู่ (Existing Conditions) ของทรัพยากรกายภาพซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักวางแผนที่เห็นการไกล (Perceptive Planner)

ถ้าพื้นที่ได้ถูกพัฒนาบ้างแล้วต้องมีการประเมินสมรรถนะในการผลิตของพืชที่ปลูกและสัตว์ที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมในปัจจุบันด้วย

3.2.6 คุณภาพอากาศ (Air Quality)

ถึงแม้ว่าคุณภาพอากาศเป็นตัวแปรทางสภาพแวดล้อมพื้นฐาน ส่วนใหญ่มีความสำคัญน้อยมากในการประเมินผลทางชลประทานและระบายน้ำ ยกเว้นโครงการที่อยู่ในเขตแหล่งมลภาวะ เขตเมือง หรือเขตอุตสาหกรรม องค์ประกอบทางคุณภาพอากาศสำหรับการพิจารณา คือ ละอองเกษร (Pollen) ควัน ฝุ่นละออง กลิ่น ก๊าซเสีย เช่น คาร์บอนมอนอ๊อกไซด์ ซัลเฟอร์ไดอ๊อกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไพน์ ฯลฯ

3.2.7 พลังงาน (Energy Resources)

การดำเนินโครงการใหม่หรือการบูรณะโครงการเก่าต้องการพลังงานสำหรับการก่อสร้าง ปฏิบัติงาน และบำรุงรักษา พลังงานที่หามาได้ (ปริมาณ คุณภาพ และลักษณะ) ควรเป็นส่วนหนึ่งของบัญชีรายการทรัพยากรกายภาพ การออกแบบโครงการจะต้องมีการพิจารณาพลังงานที่มีอยู่ค่าลงทุน ความเหมาะสมในการใช้ และลักษณะทางสังคมและวัฒนธรรมของพื้นที่โครงการ

3.2.8 การขนส่ง (Transportation)

อุปกรณ์การขนส่งไปยังโครงการและจากพื้นที่โครงการที่ต้องมีการประเมิน คือ

- ความสามารถในการนำเครื่องมือที่จำเป็น วัสดุ และคน สำหรับการก่อสร้าง

- แหล่งคนงาน วัสดุและอุปกรณ์ ระหว่างการปฏิบัติงานฟาร์ม
- ความสามารถที่จะขนส่งผลผลิตสู่ตลาดอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3.2.9 พืชและสัตว์น้ำ (Aquaculture)

องค์ประกอบต่างๆ ของโครงการชลประทานและระบายน้ำทำให้มีโอกาสสำหรับการผลิตอาหารเพิ่มจากการปฏิบัติงานเกี่ยวกับพืชและสัตว์น้ำ ทางระบายน้ำ คลองชลประทาน อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ ฯลฯ เป็นส่วนที่สามารถดัดแปลงเพื่อการผลิตปลาเป็นอาหาร บัญชีทรัพยากรกายภาพ ควรพิจารณาความเป็นไปได้ขององค์ประกอบต่างๆ ที่ควรเพิ่ม ถ้าเป็นดังนั้น บัญชีรายการของ น้ำ ดิน และภูมิอากาศควรต้องกล่าวถึงกว้างขึ้นเพื่อพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อพืชและสัตว์น้ำที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่โครงการ

3.2.10 สิ่งก่อสร้าง (Manmade Facilities)

หลายต่อหลายโครงการมีสิ่งก่อสร้าง เช่น บ้าน ป่าช้า (Cemeteries) ถนน คลอง ทางระบายน้ำ อ่างเก็บน้ำ แนวท่อและแนวสายไฟ และสถานีสูบน้ำ บัญชีรายการทรัพยากรกายภาพที่สมบูรณ์ควรประกอบด้วยสิ่งก่อสร้างที่อาจได้รับผลกระทบกระเทือนจากโครงการ หรือที่สามารถรวมเข้าไว้ในโครงการ ผู้ออกแบบโครงการต้องรู้อายุใช้งานของสิ่งก่อสร้างเหล่านั้น ในการที่จะรวมเข้าไปในโครงการและสามารถหาค่าลงทุนและความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสิ่งก่อสร้างเหล่านั้นให้เข้ากับมาตรฐานของโครงการ ประชาชนต้องช่วยด้านแรงงาน และการจัดการที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานของโครงการต้องมีการจัดหาที่พักและสถานที่อยู่อาศัยที่ถูกสุขอนามัยอย่างเพียงพอ

3.2.11 ทรัพยากรทางโบราณคดีหรือประวัติศาสตร์ (Archeological or Historical Resources)

การป้องกัน และ/หรือ เก็บรักษาซากของของแหล่งโบราณคดีและประวัติศาสตร์ได้รับความสนใจมากขึ้น การพัฒนาในอดีตได้ทำลายสิ่งเหล่านี้ไปอย่างมากมายทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ มีเพียงไม่กี่โครงการที่จะไม่กระทบกระเทือนต่อสิ่งเหล่านี้ ถ้ามีการประเมินตั้งแต่ตอนต้น การจัดการเก็บรักษาซาก การสงวนคุ้มครอง (Preservation) หรือการละทิ้ง ปกติสามารถทำได้ถ้าเป็นที่ยอมรับของผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาต้องเข้ามาเกี่ยวข้องในการประเมินสถานการณ์ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่อง ในอันที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งมีค่าเหล่านี้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะมีได้ อาจเป็นการเหมาะสมที่จะทิ้งบางส่วนและเก็บรักษาบางส่วน หรือคุ้มครองรักษาทั้งหมด

3.2.12 ทัศนียภาพ (Visual Quality)

ทัศนียภาพประกอบด้วย ภูมิประเทศ วัสดุทางธรณีวิทยาแบบต่างๆ ชนิดและความหนา

แน่นของพืชชนิดต่างๆ การกระจาย และสภาพที่มองเห็นได้ของน้ำในทะเลสาบและลำธาร และการใช้ที่ดินที่เหมาะสมซึ่งรวมทั้งการทำฟาร์ม ป่าไม้ และพื้นที่เมือง พื้นที่มีคุณภาพที่มองเห็นได้สูงควรประกอบด้วยสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด พื้นที่ที่มีคุณภาพที่มองเห็นได้ต่ำ มักเป็นแบบที่มีเพียงสิ่งปกคลุมชนิดเดียว วัสดุทางธรณีวิทยาชนิดเดียว มีน้ำน้อย และการใช้ที่ดินไม่สอดคล้องกัน

ถึงแม้ว่าโครงการชลประทานและระบายน้ำมักไม่ได้มีการวางแผนไปพร้อมกับทัศนียภาพ แต่อาจจะมีโอกาสบางอย่างไม่ควรมองข้าม สถานที่ที่คนชอบอาศัยและทำงานเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จระยะยาวของโครงการ

3.3 ทรัพยากรทางการเงิน (Financial Resources)

ทรัพยากรทางการเงิน หมายรวมถึงทรัพย์สินที่นับได้ (Tangible) และนับไม่ได้ ที่ใช้ในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง ปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ทรัพย์สินสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้หลัก Four “C’s” ตามที่สถาบันทางการเงินนิยมใช้ในการประเมินทรัพยากรทางเศรษฐศาสตร์ของหน่วยงาน Four “C’s” หมายถึง

1. Character or moral quality of the agency’s executive staff
2. Capacity of the agency’s ability to meet payments on time
3. Capital or net equity of the operations
4. Conditions of the money market and the total economy

ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

ค่าลงทุนโครงการแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ long-term, short-term และ recurring ค่าลงทุนสำหรับสิ่งก่อสร้าง เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ โดยปกติจะมีมูลค่ามาก และต้องการการสนับสนุนทางการเงินแบบระยะยาว ส่วนเงินกู้ระยะสั้นอาจใช้สำหรับรายการเล็กๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องจักรเครื่องมือ และค่าพัฒนาไร่นา เงินทุนสำรอง (Reserve Funds) ปกติจะใช้สำหรับการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรเครื่องมือ รายได้ประจำปี (Annual Revenues) เช่น ค่าภาษี ค่าธรรมเนียม (Fees) ค่า Charges และค่าประเมิน (Assessments) ปกติจะใช้เป็นค่า O&M ประจำปี

3.3.1 แหล่งเงินรายได้ (Sources of Revenue)

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา นโยบายทั่วๆ ไปในการวางโครงการแหล่งน้ำ คือ เพื่อเกิดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการพิจารณาให้โครงการมีหลายวัตถุประสงค์เท่าที่ทำได้ โดยแต่ละวัตถุประสงค์จะต้องก่อให้เกิดผลประโยชน์มากกว่าค่าลงทุนเฉพาะ (Specific Costs) สำหรับวัตถุประสงค์นั้น ค่าลงทุนโครงการที่เรียกเก็บคืนได้ (Reimbursable Project Costs) ที่แบ่งออกสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์จะสามารถเรียกเก็บได้หลายทาง โดยใช้ Fees และ Assessments ซึ่ง Fees คิด

จากผลผลิตโครงการที่สามารถขายได้ (Saleable Products) เช่น น้ำ พลังงาน ส่วน Assessments คิดจากค่าบริการของโครงการ (Project Services) เช่น การระบายน้ำ คุณภาพน้ำ และจุดมุ่งหมายที่มีผลประโยชน์อื่นๆ บ่อยครั้งจะใช้ Fees และ Assessments ร่วมกันเพื่อกำหนดรายได้ทั้งหมดของโครงการ

(1) ทรัพยากรที่สามารถขายได้ (Saleable Resources)

ทรัพยากรที่สามารถขายได้ของโครงการ คือ ผลผลิตและบริการที่สามารถวัดได้และตีราคาได้ เช่น น้ำ และพลังงาน

กฎหมายหลักซึ่งมีผลต่อการกำหนดราคาและนโยบายเก็บภาษีจะเป็นตัวจำกัดว่ารายได้ทั้งหมดจะเท่ากับค่า O&M บวกค่า Allowance ซึ่งเท่ากับผลตอบแทนเงินลงทุนซึ่งกฎเกณฑ์ที่จะช่วยทำให้มีค่าลงทุนมากพอสำหรับการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์ และขณะเดียวกันก็ปกป้องผู้บริโภคไม่ให้ถูกเรียกเก็บค่า Fees และ Assessments สูงเกินไป

จากข้อจำกัดนี้ จึงต้องตั้งอัตราค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และค่าบริการอื่นๆ ด้วยวัตถุประสงค์ในการมุ่งรักษาทรัพยากร และขณะเดียวกันก็ให้บริการที่เพียงพอและมีความเหมาะสมในทางการเงินต่อผู้บริโภค ควรใช้ภาษี หรือ Capacity Charges ซึ่งเป็นทางเลือกในการหารายได้เสริมตามความจำเป็น เพื่อให้โครงการมีรายรับเพียงพอสำหรับรายจ่าย และขณะเดียวกันก็มุ่งส่งเสริมการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

(2) บริการของโครงการ (Project Services)

บริการของโครงการ เช่น การระบายน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ควบคุมน้ำท่วม เป็นผลจากการปฏิบัติงานโครงการ และปกติจะมีผลต่อเศรษฐกิจของพื้นที่นอกเหนือจากการก่อให้เกิดผลประโยชน์เฉพาะด้าน จึงควรได้รับการสนับสนุนทางด้านการเงินจาก Tax หรือ Assessments เพื่อแชร์ค่าลงทุนตามสัดส่วนในการเพิ่มมูลค่าทรัพย์สิน โครงการรัฐบาลขนาดใหญ่ซึ่งมีบริการดังกล่าว ปกติจะได้รับการสนับสนุนทางด้านการเงินจาก General Taxes เนื่องจากบริการดังกล่าวเป็นที่ต้องการของสาธารณชน

(3) เงินสดสำรอง (Cash Reserves)

กองทุนเงินสดสำรองเป็นส่วนสำคัญในการทำงบประมาณของหน่วยงานใดๆ ถ้าผู้บริหารโครงการต้องการให้การปฏิบัติงานโครงการในระยะยาวประสบผลสำเร็จ กองทุนสำรองที่มีการจัดการที่ดีนอกจากจะทำให้ภาพพจน์ของ Character ของหน่วยงานดีขึ้นแล้ว ยังช่วยทำให้มี Capacity ในการจ่ายคืนหนี้ตามกำหนด และมี Capacity ในการลงทุนด้วย

กองทุนสำรองมีจุดมุ่งหมายหลัก 2 ประการ คือ

1) เพื่อให้มีเงินพอจ่ายหนี้ประจำปีได้ตามกำหนดเวลา

2) เพื่อให้มีเงินสำหรับค่าใช้จ่ายฉุกเฉิน และค่า Variable O&M ซึ่งไม่สามารถคาดคะเนอย่างแม่นยำได้ในตอนเริ่มตั้งงบประมาณ

ในบัญชีเงินสำรองแต่ละบัญชีจะมีการกำหนดจำนวนเงินที่ต้องเก็บเข้ากองทุนสำรองในแต่ละงวดเพื่อให้มีเงินทุนจำนวนที่ต้องการในวันที่ต้องการใช้เงินทุนนั้น

กองทุนเงินสำรองต่ำสุดสำหรับค่า O&M ฉุกเฉินจะขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีตเกี่ยวกับโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือ Variable Cost ที่เปลี่ยนไป กฎโดยทั่วๆ ไปกำหนดว่าเงินสำรองมากที่สุดจะต้องไม่มากกว่าค่า O&M ประจำปี กองทุนสำหรับการจ่ายคืนหนี้ หรือค่าใช้จ่ายที่แน่นอนจะมีการกำหนดตารางการเก็บสะสมเงินเพื่อให้ได้เงินจำนวนที่ต้องการในวันที่ต้องการ

เงินสดสำรองยกเว้นส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานจะเก็บไว้ในบัญชีที่ได้ดอกเบี้ย โดยทั่วๆ ไปหน่วยงานของรัฐในสหรัฐอเมริกามีกฎหมายกำหนดว่าจะต้องเก็บเงินในธนาคารหรือสถาบันรับฝากเงินซึ่งมีการประกันบัญชีเงินฝาก

3.3.2 ความสามารถและความเต็มใจที่จะจ่าย (Ability and Willingness to Pay)

เนื่องจากการสนับสนุนทางการเงินของโครงการขึ้นอยู่กับการขายผลผลิตและบริการ ความสามารถในการจ่ายและความเต็มใจจ่ายสำหรับผลผลิตที่ขายได้ และบริการของโครงการจึงเป็นตัวกำหนดความต้องการผลผลิตและบริการของโครงการ ผู้บริโภคแต่ละคนต้องมีทั้งความสามารถในการจ่าย และมีความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับสินค้าและบริการของโครงการ ถึงจะเป็นความต้องการที่แท้จริง

ความต้องการที่แท้จริงจะกำหนดเป็นจำนวนผลผลิตหรือบริการ ซึ่งสามารถขายด้วยราคาที่กำหนดและภายใต้สภาพตลาดที่เป็นอยู่ ซึ่งความต้องการที่แท้จริงจะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว เช่น

- ราคา คุณภาพ และความเชื่อถือได้ของอุปทาน
- แหล่งสินค้าและบริการทดแทน
- สัญญา
- สภาพทางเศรษฐกิจในอนาคต
- รายได้
- ขีดความสามารถในการจ่ายของการเกษตร

การวางแผนและการศึกษาความเหมาะสมที่ทำในการ Formulate โครงการได้รวมการ

วิเคราะห์ตัวแปรเหล่านี้ในแต่ละวัตถุประสงค์และการวิเคราะห์โครงการทั้งหมด เพื่อหาความเหมาะสมในทางการเงินสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ และสำหรับโครงการ จะพิจารณาว่าวัตถุประสงค์และโครงการมีความเหมาะสมทางการเงิน ถ้ารายได้รวมจากการขายผลผลิตและบริการมากกว่ารายจ่ายรวม

3.3.3 อำนาจในการเก็บภาษี (Taxing Authority)

อำนาจในการเรียกเก็บภาษีเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการให้การสนับสนุนทางการเงินของรัฐบาลต่อโครงการ ซึ่งไม่เพียงประกันว่าเงินกู้จะได้รับการจ่ายคืน แต่เป็นตัวกำหนดภาระทางการเงินสำหรับรัฐบาลกลาง ในประเทศอื่นๆ นอกจากสหรัฐอเมริกา การสนับสนุนทางการเงินแก่โครงการส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับภาษีของรัฐบาล

โปรแกรมการเงินที่มีอิสระมากกว่านี้ของรัฐบาลในสหรัฐอเมริกามีความอ่อนไหวต่อความกินดีอยู่ดีของสังคมมากกว่าความอ่อนไหวต่อการไม่สามารถจ่ายคืนหนี้ ถึงแม้ว่าอำนาจในการเก็บภาษีจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญ แต่ในปัจจุบันโปรแกรมเงินกู้หลายโปรแกรมในสหรัฐอเมริกาไม่ถือว่าจำเป็นต้องมีอำนาจในการเก็บภาษีจึงให้กู้ได้

3.3.4 ขีดความสามารถในการยืมเงิน (Borrowing Capacity)

ขีดความสามารถในการยืมเงินเป็นดรรชนีที่แสดงว่าหน่วยงานนั้นๆ จะสามารถหาเงินทุนได้มากน้อยเท่าใด ซึ่งแนวทางการประเมินโดยทั่วๆ ไป มีดังนี้

- มูลค่าทางทรัพย์สินโดยประเมินเมื่อเปรียบเทียบกับหนี้
- ขีดความสามารถในการจ่ายหนี้ตามกำหนดเวลา
- สภาพทางเศรษฐกิจและสภาวะการจ่ายเงินโดยทั่วๆ ไป
- Moral Character ของเจ้าของกิจการหรือผู้บริหาร (สำหรับหน่วยงานเอกชน) ซึ่งตามแนวทางที่กล่าวความจริงแล้วถึงขีดความสามารถในการยืมเงินของหน่วยงานใดจะขึ้นอยู่กับนโยบายและกฎเกณฑ์ของสถาบันที่ให้กู้เงินเป็นสำคัญ

ยกตัวอย่าง สถาบันให้กู้เงินของเอกชนในสหรัฐอเมริกายินดีจะให้การสนับสนุนทางการเงินแก่โครงการของหน่วยงานเก่าแก่ โดยใช้ General Obligation Bonds ถ้าหนี้มากกว่า 15% ของมูลค่าทรัพย์สินประเมิน หรือโดยใช้ Revenue Bonds ถ้ารายได้ (หักค่าใช้จ่ายสำหรับ O&M) ไม่มากกว่า 125% ของรายจ่าย

ปกติจะไม่อนุญาตให้ทำ Public Financing ถ้าโครงการหา Private Financing ได้ในราคาที่เหมาะสม เป็นนโยบายโดยทั่วๆ ไปในสหรัฐอเมริกาว่าทุกหน่วยงานที่ร้องขอ Public Loans จะต้องมีหลักฐานเป็นลายลักษณ์อักษรว่าไม่สามารถยืมเงินจากสถาบันทางการเงินเอกชนได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันหน่วยงานเอกชน และเพื่อให้ทราบถึงตลาดการเงินด้วย

3.3.5 โปรแกรมความช่วยเหลือทางการเงิน (Financial Assistance Program)

ในสหรัฐอเมริกา รัฐบาลกลางอาจจะมีโปรแกรมให้ความช่วยเหลือทางการเงินต่อหน่วยงานของรัฐสำหรับการวางแผน ก่อสร้าง หรือการปฏิบัติงานโครงการเหล่านี้ เช่นเดียวกัน รัฐบาลของมลรัฐอาจมีโปรแกรมความช่วยเหลือทางการเงินแก่หน่วยงานของรัฐในท้องถิ่น

(1) รัฐบาลกลาง

หน่วยงานรัฐบาลกลางหลายหน่วยงานมีโปรแกรมให้ความช่วยเหลือทางการเงินหลายรูปแบบสำหรับโครงการชลประทานและระบายน้ำ ซึ่งความช่วยเหลือจะสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ต่างๆ ของโครงการ เช่น น้ำเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ การอนุรักษ์ดินและน้ำ อาคารเก็บน้ำของชุมชน การพัฒนาการประปา การปรับปรุงพื้นที่ดิน การป้องกันน้ำท่วม การ ชลประทาน การระบายน้ำ การจัดการคุณภาพน้ำ และการควบคุมการตกตะกอน

ตาราง 3.1 แสดงรายชื่อหน่วยงานของรัฐบาลกลางของสหรัฐอเมริกาที่มีโปรแกรมการให้ความช่วยเหลือทางการเงินสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ

(2) รัฐบาลของรัฐ

ข้อมูลเกี่ยวกับความช่วยเหลือของรัฐบาลของรัฐจะหาได้จาก State Legislature หรือจากกระทรวงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความช่วยเหลือทางการเงินหรือการเกษตร

(3) ความช่วยเหลือระดับนานาชาติ

ตารางที่ 3.2 แสดงรายชื่อหน่วยงานและโปรแกรมความช่วยเหลือในระดับนาๆ ชาติ

3.4 ทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน (Human and Institution Resources)

ในทุกขั้นตอนของการพัฒนาโครงการชลประทานและระบายน้ำต้องมีการพิจารณาทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน ในช่วงเริ่มต้นโครงการต้องพยายามเข้าถึงทรัพยากรดังกล่าว เพื่อให้แน่ใจว่าโครงการเป็นที่ยอมรับและแน่ใจว่าโครงการดังกล่าวจะประสบผลสำเร็จ ในช่วงหลังของโครงการต้องพยายามใช้ประโยชน์จากทรัพยากรดังกล่าวเพื่อการก่อสร้าง การปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาโครงการ

เช่นเดียวกับทรัพยากรกายภาพและการเงิน ควรทำบัญชีรายการทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน พร้อมทั้งวิเคราะห์และสังเคราะห์ในระหว่างการ Formulate โครงการ และควรได้มีการพิจารณาในสิ่งที่เกี่ยวข้อง เช่น ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ คุณสมบัติที่เป็นอยู่ และการยอมรับต่อการเปลี่ยนแปลงและต่อการพัฒนา แนวทางการศึกษาจะเน้นที่กิจกรรมต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับระยะในการพัฒนาโครงการ เช่น ก่อนการก่อสร้าง ก่อสร้าง และหลังการก่อสร้าง (หรือช่วงปฏิบัติงาน) ทรัพยากรสถาบันที่ไม่เพียงพอในทุกช่วงของการพัฒนาจะมีผลต่อความสำเร็จของโครงการ

ต้องมีการใช้ทรัพยากรมนุษย์และสถาบันอย่างดีเพื่อให้โครงการชลประทานและระบายน้ำบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในช่วงการ Formulate โครงการ ต้องมีการพิจารณาทั้งปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรดังกล่าวที่ต้องการสำหรับการปฏิบัติงานโครงการ

ทรัพยากรที่มนุษย์ต้องพิจารณา ได้แก่

1) จำนวนคนที่โครงการมีผลอย่างสำคัญต่อการดำรงชีวิต
2) คุณสมบัติของคนเหล่านั้นในการทำการเกษตรในโครงการและในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ

ทรัพยากรที่สถาบันต้องพิจารณา ได้แก่

1) องค์กรที่ต้องการเพื่อจัดหาปัจจัยสำหรับการเกษตรในโครงการ และเพื่อการแปรรูป การเก็บ และการขนส่งผลผลิตของโครงการ
2) กฎหมาย กฎระเบียบ และขนบธรรมเนียมประเพณี ซึ่งประกอบเป็นโครงการและที่เป็นข้อจำกัดในการบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

ตารางที่ 3.1 U.S. Federal Agencies Providing Financial Assistance

1. Agricultural Stabilization and Conservation Service
   U.S. Department of Agriculture
   Washington, D.C. 20250
   Programs: Soil, Water, Woodland and Wildlife Conservation Practices
2. Farmers Home Administration
   U.S. Department of Agriculture
   Washington, D.C. 20250
   Programs: Flood Prevention, Water Storage, Land Treatment, Irrigation, Drainage, Water Quality Management, Control, Fish and Wildlife Development, Public Water-Based Recreation and Water Storage
3. Soil Conservation Service
   U.S. Department of Agriculture
   Post Office Box 2890
   Washington, D.C. 20013
   Programs: Flood Prevention, Sedimentation and Erosion Control, Public Water-Based Recreation and Fish and Wildlife Development, Agricultural Water Management, Rural Community Water Supply, Water Quality Management, Pollution Control, Disposal of Solid
   Wastes and Rural Fire Protection
4. Director of Civil Works
   Office of the Chief of Engineers
   Department of the Army
   Washington, D.C. 20314
   Programs: Flood Control Works, Water-Based Recreation, Water Supply Storage
5. Division of Trust Facilitation
   Office of Trust Responsibilities
   Bureau of Indian Affairs
   1951 Constitution Avenue, NW
   Washington, D.C. 20245
   Programs: Water Supply and Irrigation Facilities to Deliver Water to Indian Reservations
6. Bureau of Reclamation
   U.S. Department of the Interior
   Washington, D.C. 20240
   Programs: (Applicable to the 17 Western States)
   Irrigation or Drainage, or Multipurpose Projects Including Municipal and Industrial Water Supplies, Food Control, Fish and Wildlife, Recreation Development and Hydroelectric Power.

ตารางที่ 3.2 International Agencies Providing Assistance Primarily Involved in Planning, Research, Demonstrations and Special Studies.

United Nations (Headquarters)
Economic Commission for Europe (ECE)
Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)
Economic Commission for Latin America (ECLA)
Economic Commission for Africa (ECA)
Economic Commission for Western Asia (ECWA)
United Nations Environment Programme (UNEP)
United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)
United Nations Development Programme (UNDP)
United Nations Children's Fund (UNICEF)
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
World Food Programme (WFP)
World Health Organization (WHO)
World Meteorological Organization (WMO)
International Labor Office (ILO)
International Atomic Energy Agency (IAEA)
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
Organization of American States (OAS)
International Bank for Reconstruction and Development (World Bank) (or, IBRD)
Inter-American Development Bank (IDB)
Asian Development Bank
African Development Bank
Arab Fund for Economic and Social Development
Islamic Development Bank
Kuwait Fund
Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)
European Investment Bank (EIB)
Also, many Bi-lateral Programs with Various Countries

3.4.1 ทรัพยากรมนุษย์ (Human Resources)

การ Formulate โครงการชลประทานและระบายน้ำ เพื่อให้เป็นไปตามความจำเป็น (Needs) และความต้องการ (Wants) ของคน ซึ่งจะก่อให้เกิดการจ้างงาน และก่อให้เกิดสินค้าและบริการเพิ่ม ผลที่ได้คือการพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

(1) จำนวนคนที่ได้รับประโยชน์ (Number of People Served)

ผู้ได้รับผลประโยชน์จากโครงการ แบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ

- ผู้ที่ทำการเกษตรและผู้ที่เป็นเจ้าของที่ดิน
- ผู้ที่ทำหน้าที่ปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ
- พ่อค้าผู้ขายปัจจัยทางการเกษตร และปัจจัยสำหรับการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ
- ผู้แปรรูป เก็บ และขนส่งผลผลิตของโครงการ
- ผู้บริโภคผลผลิตของโครงการ

ปกติโครงการจะมีวัตถุประสงค์จำเพาะ ดังต่อไปนี้

- พัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาคซึ่งโครงการตั้งอยู่
- พัฒนามาตรฐานการครองชีพของเกษตรกร
- ทำให้มีจำนวนเกษตรกรในโครงการมากที่สุด
- พัฒนาชนิดและคุณภาพของอาหารและเส้นใยสำหรับผู้บริโภค
- รักษาดุลการค้ากับต่างประเทศโดยการเพิ่มการส่งออกหรือลดการนำเข้า

ในระยะแรกของการวางโครงการ ควรได้มีการเลือกวัตถุประสงค์จำเพาะที่เหมาะสม ซึ่งในการเลือกควรได้มีการพบปะพูดคุยกับผู้มีอำนาจในการตัดสินใจโครงการ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถระบุวัตถุประสงค์ออกมาเป็นข้อความที่แน่นอนได้ก็ตาม ผลกระทบที่สำคัญของวัตถุประสงค์ของโครงการต่อการวางโครงการอาจไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะแรกของการวางแผน ดังนั้นนักวางแผนควรเตรียมการทบทวนและแก้ไขสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในระยะหลังของการวางโครงการ

การกำหนดวัตถุประสงค์จะเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์และจำนวน และคุณสมบัติของคนที่ได้รับผลจากโครงการ ในระยะแรกของกระบวนการวางโครงการต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับ Farm Organization ซึ่งการตัดสินใจดังกล่าวจะเกี่ยวกับขนาดฟาร์มที่เหมาะสม พืชที่จะปลูก และการจัดการองค์กรของทางสังคมของเกษตรกร

การพิจารณาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และพืชที่ควรนำมาปลูก จะทำให้ได้รูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสม การวิเคราะห์ทางการเกษตรและเศรษฐศาสตร์ของระบบการปลูกพืช จะทำให้ทราบรายได้สุทธิต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ต่อจากนั้นจะนำเอาวัตถุประสงค์เกี่ยวกับรายได้เกษตรกรมา

พิจารณาเพื่อกำหนดขนาดพื้นที่เพาะปลูกสำหรับเกษตกรแต่ละราย ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่เพาะปลูกของโครงการจะทำให้ทราบว่าจะมีเกษตรกรกี่รายได้รับผลประโยชน์ จำนวนเกษตรกรในโครงการเป็นฟังก์ชันของขนาดสังคม ซึ่งจะได้กล่าวในเรื่องทรัพยากรสถาบัน

จำนวนคนที่ต้องการในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ จะหาได้จากการวิเคราะห์ความต้องการกำลังคนของแต่ละงาน จะต้องมีการ Trade-offs ระหว่างจำนวนคน สำหรับ O&M ความเชื่อถือได้ในการปฏิบัติงานภายใต้สภาพโครงการ และค่าลงทุนในการกำหนดว่าจะใช้เครื่องอัตโนมัติ (Automatic) มากน้อยเท่าใด แนวทางในการประเมินจำนวนคนที่เกี่ยวข้องในโครงการจะดูได้จาก ASCE Manual of Engineering Practice, “Operation and Maintenance of Irrigation and Drainage Projects”

ส่วนใหญ่แล้วนักวางโครงการชลประทานและระบายน้ำไม่จำเป็นต้องประเมินค่าในรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนคนผู้เกี่ยวข้องในโครงการว่าใครเป็นผู้แปรรูป เก็บ และขนส่งผลผลิต และใครบริโภคผลผลิตของโครงการ อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการค่าประเมินดังกล่าว อาจหาได้จากโครงการในลักษณะเดียวกับที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันหรือภูมิภาคที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

(2) คุณสมบัติของคนที่ได้รับผลประโยชน์จากโครงการ (Qualifications of People Served)

ในการวางโครงการนอกจากจะต้องรู้จำนวนเกษตรกรในโครงการแล้ว ยังต้องรู้คุณสมบัติของเกษตรกรด้วย เพื่อจะได้นำไปวิเคราะห์หาความจำเป็นสำหรับการฝึกอบรม (Training Needs) ซึ่งความจำเป็นสำหรับการฝึกอบรมดังกล่าว นอกจากจะต้องระบุความชำนาญพิเศษและความรู้ที่ต้องการถ่ายทอดแล้ว ยังต้องระบุสถาบันที่จะให้การฝึกอบรมอีกด้วย ปกติจะมีการพิจารณาการฝึกอบรมหลายระดับ เช่น ระดับนักส่งเสริม โรงเรียนอาชีวะ เทคนิค และวิทยาลัย ในสหรัฐอเมริกาเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมีประสิทธิผลมากในการฝึกอบรมเกษตรกร แนวทางการส่งเสริมความรู้การเกษตรที่ใช้อย่างได้ผลในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย ได้แก่ “The Training and Visiting System”

3.4.2 ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร (Efficiency of Resources Use)

ในการวางโครงการชลประทานและระบายน้ำ ปกติจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำ ทางเลือกเกี่ยวกับการส่งน้ำและการให้น้ำจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพต่างกันออกไป ซึ่งความคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพก็นับว่าเกี่ยวข้องกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรมนุษย์และสถาบัน เช่นเดียวกันในการกำหนดทางเลือกของโครงการควรได้หาความสัมพันธ์ในทางทฤษฎีระหว่างจำนวนคนและคุณสมบัติของคนที่โครงการต้องการกับจำนวนคนและคุณสมบัติที่โครงการจะได้รับ จากนิยามดังกล่าว ถ้าอัตราส่วนสูงแสดงว่ามีการใช้ทรัพยากรมนุษย์อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าวัตถุประสงค์จำเพาะของ

โครงการคือการเพิ่มการจ้างงาน จะต้องการอัตราส่วนต่ำ แนวความคิดเช่นเดียวกันนี้สามารถนำไปประเมินความเหมาะสมของทรัพยากรสถาบันที่มีอยู่และที่เสนอไว้ในโครงการ

3.4.3 ทรัพยากรสถาบัน (Institutional Resources)

วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับสถาบัน คือ

(1) ทำบัญชีรายการสถาบันที่มีอยู่

(2) การประยุกต์ใช้งานของสถาบันที่มีอยู่ต่อโครงการที่กำลังวางแผน

(3) เสนอสถาบันใหม่หรือปรับปรุงสถาบันที่มีอยู่ถ้าจำเป็นเพื่อให้สามารถช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

ถ้าจำเป็นต้องมีการจัดตั้งสถาบันใหม่หรือปรับปรุงของเดิม สิ่งสำคัญคือสถาบันนั้นต้องสอดคล้องกับความต้องการ วัฒนธรรม และความต้องการของคนที่อยู่ในโครงการ

ถ้าโครงการชลประทานและระบายน้ำประสบความสำเร็จ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างใหญ่หลวงต่อชุมชน ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะหมายความว่า โครงการยังไม่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ หรือเกิดผลประโยชน์น้อยกว่าที่คาดไว้ ยิ่งกว่านั้น ถ้าอัตราส่วนลด (Discount Rate) สูง จำเป็นที่โครงการจะเพิ่มผลผลิตอย่างรวดเร็ว เพื่อให้โครงการได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจตามที่คาดไว้ จากประสบการณ์พบว่าจำเป็นที่คนในโครงการต้องมีความกระตือรือร้นหรือตื่นตัวจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากและรวดเร็ว ซึ่งองค์ประกอบที่มีผลต่อความกระตือรือร้น ได้แก่ ศาสนา การปฏิบัติ และความรักชาติ

เพื่อที่โครงการชลประทานและระบายน้ำจะพัฒนาอย่างประสบผลสำเร็จ สถาบันต่างๆ ต้องร่วมกันให้บริการในสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) มีการจัดองค์กรสำหรับการวางแผน ออกแบบ และก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยสาขาต่างๆ คือ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

(2) การจัดองค์กรสำหรับการวิจัยประยุกต์ และการให้การศึกษา

(3) มีผู้จำหน่ายปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ย่าฆ่าแมลง เครื่องจักร เชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่น

(4) มีแหล่งเงินทุนที่มีระยะการกู้ยืมเงินแบบต่างๆ เช่น เงินกู้ระยะยาวสำหรับบ้านและที่ดิน ระยะยาวสำหรับบ้านและที่ดิน ระยะกลางสำหรับเครื่องจักร และระยะสั้นสำหรับค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน

(5) มีการบริการด้านการตลาด เช่น มาตรฐานการคัดขนาดผลผลิต (Grading Standards) และการตรวจสอบ มีตลาด มีข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด และการขนส่ง

(6) มีการแปรรูปและแหล่งเก็บผลผลิตทางการเกษตร และ

(7) มีกฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดฟาร์ม การโอนกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Adequacy) และการจัดสรรน้ำ

ในระหว่างการวางโครงการต้องมีการระบุสถาบันซึ่งจะดำเนินการตามฟังก์ชันเหล่านี้ ถ้ามีสถาบันอยู่แล้วต้องวิเคราะห์เพื่อหาว่าสถาบันนั้นมีความเพียงพอ (Adequacy) ที่จะตอบสนองความต้องการของโครงการใหม่หรือไม่ ในบางกรณีจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสถาบันที่มีอยู่ แต่บางกรณีก็ตั้งสถาบันใหม่ขึ้นมา

3.4.4 การจัดสรรน้ำ (Water Allocation)

เนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนมีจำกัด ในการวางแผนโครงการจึงต้องพิจารณาถึงการจัดสรรน้ำที่มีอยู่ด้วย การจัดสรรน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาความขัดแย้ง ทั้งระหว่างผู้ใช้น้ำในโครงการ และระหว่างการใช้น้ำของโครงการ และการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่น

เกษตรกรมองกฎเกณฑ์การจัดสรรน้ำเป็นข้อจำกัดในการใช้น้ำ จึงต้องนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับการใช้น้ำซึ่งเข้ากับข้อจำกัดทางสถาบัน ผู้วางโครงการจึงมีหน้าที่ทบทวนกฎเกณฑ์การจัดสรรน้ำ (Allocation Rule) ที่ใช้กันอยู่เพื่อหาว่าจะมีผลกระทบต่อความเหมาะสมของโครงการหรือไม่ อาจต้องเสนอเปลี่ยนกฎเกณฑ์การจัดสรรน้ำ (Allocation Rule) ที่ใช้กันอยู่เพื่อหาว่าจะมีผลกระทบต่อความเหมาะสมของโครงการหรือไม่ อาจต้องเสนอเปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์การจัดสรรน้ำ เพื่อเพิ่มโอกาสที่โครงการจะได้ผลประโยชน์ตามที่ตั้งไว้ หรือเพื่อให้ผลประโยชน์ของโครงการในการวิเคราะห์สูงขึ้น

3.4.5 จำนวนฟาร์ม (Number of Farms)

องค์กรทางสังคมของชุมชนเกษตรกรมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการทำงานฟาร์ม ในพื้นที่โครงการอาจประกอบไปด้วยหน่วยปฏิบัติการ (Operating Units) ขนาดเล็กจำนวนมาก หรือหน่วยปฏิบัติการขนาดใหญ่ไม่กี่หน่วย แต่ละหน่วยปฏิบัติการต้องการใช้คนงานหนึ่งหรือหลายคน ต้องหาคำตอบสำหรับคำถามทั้งสองคำถามในระหว่างการวางโครงการโดยการพิจารณาเศรษฐศาสตร์ของการผลิต และวัตถุประสงค์จำเพาะของโครงการ เมื่อเลือกขนาดฟาร์มได้แล้วจะสามารถหาจำนวนฟาร์มได้จากพื้นที่โครงการ

3.4.6 ขนาดฟาร์มและการโอนกรรมสิทธิ์ (Farm Size and Transfer)

ขนาดฟาร์มหาได้จากองค์ประกอบต่อไปนี้

(1) กรรมสิทธิ์การครอบครองในอดีตและรูปแบบของหน่วยปฏิบัติงานในพื้นที่โครงการและบริเวณใกล้เคียง

(2) เศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์

(3) อัตราการใช้แรงงาน (Labor Intensity) และการใช้เครื่องจักรกลของรูปแบบการปลูกพืชของโครงการ

(4) วัตถุประสงค์ทางสังคมและการเมืองของผู้บริหาร

ข้อจำกัดทางสถาบันอาจมีอิทธิพลต่อขนาดฟาร์ม ยกตัวอย่างระบบการสำรวจพื้นที่สาธารณะของสหรัฐมีผลต่อขนาดฟาร์มที่ทำการชลประทาน ส่วนใหญ่ขนาดฟาร์มในสหรัฐอเมริกาจะมีขนาด 160 เอเคอร์ หรือหลายเท่าของขนาดนี้ หรือเป็นเศษส่วนของขนาดนี้ ส่วนขนาดฟาร์มเฉลี่ยในประเทศไทย คือ 26 ไร่ (Office of Agricultural Economics, 1988)

กรณีที่โครงการใหม่ครอบคลุมพื้นที่ดอน กรรมสิทธิ์ที่ดินมักจะเป็นไปตามรูปแบบที่เคยเป็นในอดีต และขนาดฟาร์มจะถูกเลือกเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทางสังคม/การเมือง

ควรมองว่าขนาดฟาร์มสามารถเปลี่ยนแปลงได้ การใช้ที่ดินอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การใช้ที่ดินแบบใหม่อาจเข้มข้นมากกว่าหรือน้อยกว่า (Intensive or Extensive) แบบเก่า ซึ่งเกี่ยวกับการลดขนาดหรือการเพิ่มขนาดฟาร์ม อาจพัฒนาการใช้เครื่องจักรใหม่ ซึ่งทำให้ได้ผลตอบแทนสุทธิต่อหน่วยพื้นที่มากขึ้นสำหรับฟาร์มขนาดใหญ่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การใช้ที่ดินแบบเข้มข้นและใช้คนงานมากขึ้น ขนาดฟาร์มที่เล็กลงจะเหมาะสมว่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ การมองแบบคล่องตัว (Flexible) จะนำไปสู่การโอนกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือสิทธิในการทำฟาร์ม อาจมีผลถึงข้อจำกัดทางสถาบันเกี่ยวกับการแบ่งหรือการโอนฟาร์มได้ก็ต่อเมื่อเจ้าของตายหรือเกษียณ เพื่อว่าขนาดฟาร์มที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์จะคงอยู่ต่อไป

3.5 เอกสารอ้างอิง

1. American Society of Civil Engineers (1982), Principles of Project Formulation for Irrigation and Drainage Projects, George R. Baumli (Ed.).
2. Office of Agricultural Economics (1988), Agriculture Statistics of Thailand Crop Year 1987/1988, Ministry of Agriculture & Co-Operatives, Bangkok.

บทที่ 4
การกำหนดแผนเผื่อเลือก
(Formulation of Alternative Plans)

4.1 บทนำ

4.1.1 ความจำเป็นที่ต้องมีแผนเผื่อเลือก (Need for Alternative Plan)

ลำดับที่ 4 ในกระบวนการวางโครงการคือการกำหนดแผนเผื่อเลือกเพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการและปัญหาที่เป็นอยู่ โดยวิธีการพัฒนาและจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ การกำหนดแผนเพียงอันเดียวอาจจะเป็นการเพียงพอ ถ้ามีข้อจำกัดเพียงสองสามอย่าง และวัตถุประสงค์ของโครงการเป็นแบบเสริมซึ่งกันและกัน ไม่ใช่แบบแข่งขันกันเอง (ตัวอย่างการบรรลุวัตถุประสงค์อันหนึ่งจะมีส่วนช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์อีกอันหนึ่งด้วย หรือไม่ขัดขวางการบรรลุวัตถุประสงค์อื่นๆ) อย่างไรก็ตาม ในหลายๆ กรณีต้องมีการพัฒนาแผนเผื่อเลือก เพราะวัตถุประสงค์ต่างๆ ของโครงการ ปกติมักมีการแข่งขันหรือขัดแย้งกัน ในลักษณะที่การบรรลุวัตถุประสงค์อันหนึ่งจะลดระดับของการบรรลุวัตถุประสงค์อื่นๆ ยิ่งกว่านั้น ระดับการบรรลุวัตถุประสงค์เพียงอันเดียวสำหรับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อาจไม่เป็นที่ยอมรับ เมื่อเวลาเปลี่ยนไปเนื่องจากความไม่แน่นอนของสภาพในอนาคต องค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งมีส่วนช่วย ในการกำหนดแผนเผื่อเลือกได้แก่ทรัพยากรที่จำกัด ขีดจำกัดในการวางแผนทางเทคนิค ขีดจำกัดทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน การยอมรับและกฎหมาย สถาบัน และการบริหาร

4.1.2 กระบวนการทำซ้ำ (Iterative Process)

การกำหนดแผนเป็นกระบวนการทำซ้ำ ในช่วงแรกควรพิจารณาแผนที่เป็นไปได้ทั้งหมด แต่ไม่จำเป็นต้องมีรายละเอียดมากนัก ในแต่ละรอบของการทำซ้ำ จำนวนแผนที่พิจารณาจะลดลง และมีระดับรายละเอียดของการศึกษาเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเหลือแผนสุดท้ายเพียงหนึ่ง สอง หรือสามแผน สำหรับการวิเคราะห์ในรอบสุดท้าย ระดับรายละเอียดของการวิเคราะห์แผนในรอบสุดท้าย (Final List) จะต้องเพียงพอที่จะใช้ตัดสินใจเลือกแผนอันใดอันหนึ่งไปดำเนินการได้

4.1.3 สถานการณ์การวางแผน (Planning Situation)

แผนต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ในการวางแผนของพื้นที่ ทรัพยากรกายภาพ การเงิน สถาบัน และมนุษย์ที่กล่าวถึงในบทที่ 3 ซึ่งต่างกันในแต่ละพื้นที่ แผนที่มีความเป็นไปได้สูงในบางท้องที่อาจจะไม่เหมาะสมเลยกับพื้นที่อื่น จึงต้องมีการพิจารณาสภาพในอนาคตเช่นเดียวกับสภาพปัจจุบัน

4.1.4 พารามิเตอร์ในการประเมิน (Evaluation Parameters)

แผนที่เลือกใช้สำหรับการประเมินในรายละเอียดควรมีแนวโน้มที่จะผ่านการทดสอบประสิทธิผล ความสมบูรณ์ ประสิทธิภาพ และการยอมรับ (Effectiveness, Completeness, Efficiency and Acceptability) ตามที่จะได้กล่าวต่อไป ถึงแม้ว่าไม่รู้จนกระทั่งได้มีการวิเคราะห์รายละเอียดว่าแผนอันนั้นผ่านการทดสอบทั้ง 4 ข้อหรือไม่ แต่อย่างไรก็ตาม แผนที่ไม่ผ่านการทดสอบอันใดอันหนึ่งไม่ควรจะนำไปวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป

4.2 การกำหนดแผน (Formulation of Plans)

4.2.1 การมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำหนดแผน (Public Participation in Plan Formulation)

ในการกำหนดแผนสำหรับการพัฒนาโครงการชลประทานและระบายน้ำ ควรได้มีการติดต่อพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับข้อจำกัด ลำดับความสำคัญ และความเกี่ยวพันที่เป็นไปได้ซึ่งจะทำให้แผนเผื่อเลือกที่จะพิจารณากว้างออกไป และจะทำให้เกิดความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ สังคม และการเมือง

4.2.2 บทบาทของการสร้างสรรค์และการคิดสิ่งใหม่ (Role of Creativity and Innovation)

การสร้างสรรค์และการคิดสิ่งใหม่ๆ นับเป็นสิ่งสำคัญในการวางโครงการโดยเฉพาะในกรณีที่ราคาก่อสร้างกำลังสูงขึ้นเรื่อยๆ และในประเทศที่พัฒนาแล้วบางประเทศมีการคัดค้านจากกลุ่มชนต่อการสร้างโครงการขนาดใหญ่ใหม่ จึงควรได้มีการพิจารณาถึงการใช้เทคนิคการจัดการเรื่องน้ำตั้งแต่เริ่มการวางแผนการสำรวจ ในการกำหนดแผนเผื่อเลือกของโครงการที่เป็นไปได้ มีราคาถูก มีประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับ

การจัดการเรื่องน้ำ ได้แก่ การศึกษาและประเมินผลอย่างเป็นระบบของการใช้น้ำที่เป็นอยู่ และที่น่าจะเป็นในเขตของโครงการเพื่อหาว่าบรรลุความต้องการเรื่องน้ำ การระบายน้ำ และการใช้ที่ดินทั้งในปัจจุบัน และอนาคตได้อย่างไร

ควรนำเอาเทคนิคการจัดการเรื่องน้ำมาใช้ตั้งแต่เริ่มต้นของการวางแผนศึกษา โดยไม่คำนึงถึงรูปแบบของแผนเผื่อเลือกที่กำหนดว่าเป็นแบบ Structural หรือ Nonstructural

นอกเหนือจากการพัฒนาน้ำผิวดินแล้ว ควรพิจารณาแหล่งน้ำอื่นๆ เช่น น้ำใต้ดิน น้ำเสียจากเมือง (Municipal Waste Water) น้ำที่เหลือจากการเกษตร (Agricultural Return Flow) ด้วย การทำน้ำเค็มให้เป็นน้ำดี เช่น การถางพง จะช่วยลดการระเหยและการคายน้ำ และจะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การเปลี่ยนสภาพอากาศชั่วคราว (Weather Modification) เช่น การทำฝนเทียม (Cloud Seeding) อาจจะเพิ่มปริมาณน้ำภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เทคนิคการจัดการน้ำ

ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ได้แก่ การใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ร่วมกัน การอนุรักษ์น้ำในเมือง การใช้น้ำที่ใช้แล้วในการอุตสาหกรรม และการอนุรักษ์น้ำในการเกษตรโดยการเปลี่ยนรูปแบบการปลูกพืช การนำน้ำที่เหลือใช้จากการเกษตรกลับมาใช้ใหม่ (Recycling or Reuse of Agricultural Return Flow) การพัฒนาไร่นา และการกำหนดการให้น้ำชลประทานที่ถูกวิธี การแลกเปลี่ยนน้ำ (Water Exchange) และการขาดน้ำในช่วงปีที่แล้ง สามารถขยายผลของโครงการที่มีอยู่แล้ว และที่มีแนวโน้มว่าจะมีใหม่ ทางเลือกราคาถูก เช่น เขื่อนผันน้ำชั่วคราวที่ออกแบบไว้สำหรับน้ำท่วมที่มีความถี่ต่ำ ควรได้รับการพิจารณาเป็นทางเลือกแทนสิ่งก่อสร้างถาวรและมีราคาแพง ทางเลือกที่ใช้แรงงาน (Labor Intensive Alternative) ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลงทุน (Cost Effective) ก็ควรได้รับการพิจารณาถ้าวัตถุประสงค์ที่สำคัญของโครงการคือการจ้างงาน และการปรับปรุงสภาพสังคมให้ดีขึ้น

4.2.3 การวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน (Post Analysis)

การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของโครงการชลประทานและระบายน้ำจริง กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น ทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อนักวางแผนโครงการ วิธีการนี้เรียกว่า การวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน ซึ่งจะเกี่ยวกับการเปรียบเทียบราคาค่าลงทุน ผลประโยชน์และการคาดคะเนอื่นๆ ของโครงการที่เป็นจริง กับการประเมินในตอนแรก (Original Estimates) ยกเว้นโครงการของธนาคารโลก การวิเคราะห์หลังการดำเนินงานได้รับความสนใจน้อยมากในโครงการของรัฐบล และเกือบไม่ได้รับความในใจเลยจากเอกชน

ในการวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน ต้องระวังว่าการประเมินโครงการอยู่ในรูปของเป้าหมายทางสังคมและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในตอนวางโครงการ ไม่ใช่ที่เกิดจากโครงการ การกำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์เป็นงานขั้นแรกในการวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน

ขั้นที่สอง คือการรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลที่ได้คาดไว้ และที่เกิดขึ้นจริง ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ อุทกวิทยา ธรณีวิทยา ดิน ภูมิประเทศ สภาพแวดล้อม และภูมิอากาศ ข้อมูลทางการเงิน ได้แก่ การประเมินราคาค่าลงทุน โปรแกรมการแชร์ค่าลงทุน (Cost Sharing Program) แผนการชำระหนี้ และการจัดการทางการเงิน ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ผลประโยชน์ที่คดว่าจะได้รับจากโครงการ ข้อมูลเกี่ยวกับสถาบัน ได้แก่ สถาบันที่ตั้งขึ้นเพื่อดำเนินและจัดการโครงการ และสถาบันเหล่านี้จะทำหน้าที่ได้ดีแค่ไหน ข้อมูลกฎหมาย ได้แก่ กฎหมายที่มีผลบังคับ และที่เปลี่ยนระหว่างการวางแผน การก่อสร้าง และการปฏิบัติงานของโครงการ นิติบัญญัติที่ต้องการเพื่อดำเนินงานโครงการ ข้อมูลทางด้านเทคนิค ได้แก่ ข้อมูลสิ่งก่อสร้างของโครงการ และแผนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา ข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ การคาดคะเนประชากร การใช้น้ำ และการพัฒนาพื้นที่

ขั้นที่สาม และเป็นขั้นที่ยากที่สุดในการวิเคราะห์หลังการดำเนินงาน คือ การประเมินข้อมูล เพื่อหาความแตกต่างระหว่างการพยากรณ์และข้อมูลจริง และเพื่อหาสาเหตุของความแตกต่าง

สภาพที่คาดไว้ และสภาพเป็นจริงต้องมีการเปรียบเทียบและประเมินในเทอมของจุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นเมื่อตอนวางโครงการ

บทเรียนสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์หลังการวางแผน คือ อนาคตจะแตกต่างจากที่คาดไว้ เป้าหมายของนักวางแผนไม่ควรแต่เพียงลดความแตกต่างระหว่างที่คาดว่าจะเกิดกับความเป็นจริง แต่ต้องมีการวางแผนสำหรับข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นด้วย โดยการวิเคราะห์หลังการดำเนินงานของโครงการชลประทานและระบายน้ำที่มีอยู่ นักวางแผนสามารถเรียกว่านักวางแผนคนก่อนทำผิดตรงไหน และอย่างไร และหวังว่าสามารถเลี่ยงการทำผิดในสิ่งเดียวกัน

4.2.4 การกำหนดส่วนประกอบของโครงการ (Define Project Elements)

เมื่อมีบัญชีรายการแผนเผื่อเลือกแล้ว จะต้องกำหนดเค้าโครงของแผนเผื่อเลือกแต่ละแผนขึ้น เพื่อการคัดเลือกเบื้องต้นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ในรายละเอียด ตำแหน่ง ขนาด และประเภทโครงสร้างต้องถูกกำหนดเพื่อการประเมินราคาอย่างหยาบๆ โค้งราคา (Cost Curves) สำหรับการก่อสร้าง การปฏิบัติงานและบำรุงรักษา และการเปลี่ยนชิ้นส่วนสามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากค่าลงทุนเพิ่ม (Incremental Costs) ระหว่างแผนแต่ละแผนเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าค่าลงทุนทั้งหมดของทางเลือก ขั้นตอนและกำหนดการก่อสร้างควรจะถูกทำขึ้นมา เช่นเดียวกับความต้องการ (เทคนิค เครื่องมือ และบุคลากร) สำหรับการปฏิบัติงานโครงการ การบำรุงรักษาและการเปลี่ยนชิ้นส่วน (Replacement) ต้องมีการพัฒนาข้อมูลในทำนองเดียวกันขึ้นมาสำหรับองค์ประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้างของโครงการ ต้องกำหนดรูปแบบกฎหมาย สถาบันและสังคม และข้อจำกัดของแผนเผื่อเลือก เค้าโครงของทางเลือกต้องถูกกำหนดและจัดในลักษณะที่จะทำให้การเปรียบเทียบทางเลือกทำได้ง่าย

4.2.5 ผลประโยชน์และค่าลงทุน (Benefits and Costs)

ในขั้นตอนการกำหนดแผน ควรประเมินผลประโยชน์ของโครงการอย่างหยาบๆ เพื่อเปรียบกับค่าลงทุนโครงการของแผนนั้น วิธีการในการเปรียบเทียบค่าลงทุนและผลประโยชน์ ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 6 ได้แก่ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (B/C Ratio) อัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) การประเมินผลประโยชน์และค่าลงทุนเป็นส่วนสำคัญในการประเมินในรายละเอียดเพื่อการคัดเลือกแผนที่ดีที่สุด

4.2.6 Phasing, Staging and Timing

ต้องพิจารณา Phasing, Staging and Timing ของแต่ละแผนเผื่อเลือกอย่างระมัดระวัง เพื่อให้สอดคล้องกับการบรรลุตามความต้องการและวัตถุประสงค์ของแผน ขณะเดียวกันก็หลีกเลี่ยงการลงทุนทรัพยากรจำนวนมากก่อนความจำเป็น หลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตเร็วเกินไป และหลีกเลี่ยงการปิด

กั้นทางเลือกในอนาคต (Foreclosure of Future Options) ต้องพิจารณาว่ารายได้และผลประโยชน์อื่นของโครงการจะเกิดเมื่อใด เพื่อหาผลกระทบต่อเศรษฐกิจของโครงการ เช่น ผลประโยชน์หรือผลตอบแทนต้องเกิน 4 ล้านในปีที่ 20 ถึงจะคุ้มค่าลงทุน 1 ล้าน เมื่อคิดอัตราดอกเบี้ย (Discount Rate) $7\,^{3}/_{8}$ %

การจัดให้มีน้ำใช้เร็วเกินไปจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตที่เร็วเกินไป หรือทำให้มีการใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือย ตัวอย่างเช่น การพัฒนาแหล่งน้ำชลประทานก่อนที่ต้องการ อาจจะก่อให้เกิดการเจริญเติบโตเป็นเมืองในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งขัดกับวัตถุประสงค์ของโครงการ ในอีกทางหนึ่งต้องมีการดำเนินโครงการให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อบรรลุการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ การทำให้เกิดความมั่นคงในการจ้างงาน และบรรลุเป้าหมายทางสังคม

เพื่อป้องกันการปิดกั้นทางเลือกสำหรับอนาคต ควรนำแนวความคิดเกี่ยวกับการวางแผนสำหรับทางเลือกในอนาคตมาใช้ แนวความคิดนี้มุ่งที่จะปกป้องและเผื่อทางเลือกสำหรับอนาคตโดยการระบุการตัดสินใจที่มีราคาแพง ซึ่งปิดกั้นทางเลือกที่ต้องการในอนาคต ตัวอย่างของการตัดสินใจที่มีราคาแพงคือการตัดสินใจที่จะนำน้ำเสียมาใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตร ขณะที่น้ำเสียอาจเพียงพอสำหรับใช้ในการเกษตร แต่อาจปิดกั้นอนาคตที่จะนำน้ำเสียมาใช้ในเมืองซึ่งมีความต้องการน้ำมากกว่าการเกษตรกรรมในอนาคต บางครั้งการตัดสินใจที่ดูเหมือนว่าเหมาะสมแล้วกลับกลายเป็นการตัดสินใจที่มีราคาแพงไปในการวิเคราะห์ในรายละเอียด อย่างไรก็ตาม สามารถออกแบบแผนเผื่อเลือกให้บรรลุความต้องการ ขณะเดียวกันก็ลด หรือหลีกเลี่ยงการตัดสินใจที่มีราคาแพงได้

สิ่งสำคัญในกระบวนการ Phasing and Timing สำหรับแผนเผื่อเลือก เพื่อระบุการตัดสินใจซึ่งอาจมีราคาแพง ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อ Staging การตัดสินใจออกไปในอนาคตให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้

นอกเหนือเหตุผลที่กล่าวมาแล้วสำหรับการ Staging และการหน่วงแผนเผื่อเลือก ต้องมีการให้น้ำหนักอย่างระมัดระวังเทียบกับเหตุผลสำหรับการดำเนินการตามแผนอย่างรีบด่วน ซึ่งรวมทั้งบรรยากาศทางการเมืองที่ต้องการ การยอมรับของประชาชน แหล่งเงินทุนและทรัพยากรอื่นๆ และอัตราเงินเฟ้อ กระบวนการ Phasing, Staging and Timing อาจสร้างแผนเผื่อเลือกเพิ่มขึ้นได้

4.2.7 การระบุข้อจำกัด (Identify Constraints)

การระบุข้อจำกัดควรทำตั้งแต่เริ่มต้นการวางแผนเพื่อหลีกเลี่ยงการทำโครงการที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพ เศรษฐศาสตร์ การเงิน สถาบัน หรือมนุษย์ ข้อจำกัดเหล่านี้สามารถระบุจากการตรวจสอบทรัพยากรที่มีอยู่ตั้งแต่เริ่มต้น ทรัพยากรเหล่านี้ต้องถูกทำบัญชีไว้ก่อนการ Formulate โครงการ ตัวอย่างการตรวจสอบทรัพยากรทางกายภาพอาจระบุขีดจำกัดของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช ขีดจำกัดของคุณภาพน้ำสำหรับการปลูกพืชบางชนิด และขีดจำกัดของภูมิอากาศ เช่น ฤดูกาลเพาะปลูกสั้นมาก

ข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อมต้องได้รับการพิจารณา โดยเฉพาะตามที่ระบุในกฎหมายต่างๆ ต้องพิจารณาถึงการกระทำเพื่อบรรเทาผลกระทบทางลบต่อ ปลา สัตว์ป่า และสิ่งแวดล้อมอื่นที่จำเป็น ราคาค่าลงทุนของการบรรเทาผลกระทบต้องรวมอยู่ในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของแผนโครงการ

ข้อจำกัดเกี่ยวกับมนุษย์ ซึ่งจำเป็นสำหรับการย้ายถิ่นที่อยู่ และตั้งถิ่นฐานใหม่ของคน (Relocation and Resettlement) ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก ค่าใช้จ่ายในการตั้งถิ่นฐานใหม่ 10,000 เหรียญสหรัฐฯ ต่อครอบครัวถือว่าเป็นเรื่องธรรมดา ถึงแม้ว่าจะเป็นถิ่นทุรกันดารในชนบท ค่าลงทุนอันนี้ต้องรวมอยู่ในราคาโครงการ และต้องมีการจัดเงินส่วนหนึ่งสำหรับการนี้ การตั้งถิ่นฐานใหม่โดยไม่เต็มใจมักจะเกิดขึ้น และมักจะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น เป็นองค์ประกอบที่อ่อนไหวมากในทางการเมือง และมักก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมและทางด้านเทคนิค สิ่งสำคัญคือต้องมีการศึกษาแผนการตั้งถิ่นฐานใหม่ในรายละเอียดระหว่างการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility) แผนดังกล่าวควรมีการชดเชยถึงระดับหนึ่ง และควรระบุตำแหน่งของสถานที่ สถานที่เผื่อเลือก และสิ่งก่อสร้างเพื่อช่วยทำให้แน่ใจว่าผู้ที่ต้องย้ายถิ่นได้รับการเสนอโอกาสที่จะตั้งถิ่นฐาน และมีความมั่นคงทางเศรษฐกิจภายในระยะเวลาอันสั้น และมีมาตรฐานความเป็นอยู่อย่างน้อยก็เท่ากับก่อนที่จะย้ายถิ่น

เวลาเป็นข้อจำกัดตัวสำคัญ เวลาที่ต้องการในการวางแผน ออกแบบ การตัดสินให้ทำ หาแหล่งเงิน และก่อสร้างโครงการที่มีโครงสร้างมากมายและซับซ้อนอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้บรรลุความต้องการในช่วงระยะเวลาอันสั้น อาจเลือกโครงการที่สามารถดำเนินการได้เร็วกว่าและซับซ้อนน้อยกว่าเพื่อสนองความต้องการระยะสั้น Timing ต้องได้รับการพิจารณาเนื่องจากสัมพันธ์กับข้อจำกัดอื่นๆ เช่น ฤดูกาลก่อสร้างที่สั้น หรือช่วงฤดูแล้งสำหรับการก่อสร้างอาคารผันน้ำ

ทันทีที่ได้ระบุข้อจำกัดจะต้องมีการจัดหรือแสดงในลักษณะที่ใช้ง่าย เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับการวางแผนเผื่อเลือกได้ทันที ขณะที่กำหนดโครงการและตรวจสอบกับข้อจำกัดที่มีอยู่ อาจมีการระบุข้อจำกัดเพิ่มและรวมเข้าในบัญชี การเปลี่ยนแปลงแผนเพื่อให้เข้ากับข้อจำกัดเป็นสิ่งธรรมดาเพื่อสร้างแผนที่ดีและเหมาะสมยิ่งขึ้น

4.2.8 การพัฒนาทางเลือกขั้นต้น (Develop Initial Alternatives)

ควรทำบัญชีขั้นต้นของแผนเผื่อเลือกโดยไม่ต้องมีการคัดหรือลำดับความสำคัญตามราคาค่าลงทุน หรือข้อจำกัดอื่นๆ จำเป็นต้องทำบัญชีที่สมบูรณ์ เนื่องจากข้อเสนอที่ไม่เหมาะสมเป็นจำนวนมากอาจได้รับความสนใจและสนับสนุนจากประชาชน ควรจะมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรว่าแผนเหล่านี้ได้รับการพิจารณา และเหตุผลที่ไม่เลือกแผนนั้นๆ สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

อาจระบุทางเลือกย่อยของส่วนประกอบของแผน ถ้าพื้นที่วางแผนกว้างขวางมาก หรือถ้ามีวัตถุประสงค์ที่กำลังพิจารณามากกว่าหนึ่ง อาจรวมส่วนประกอบต่างๆ เพื่อทำเป็นแผนเผื่อเลือกที่บริการพื้นที่ทั้งหมด ถ้าสามารถระบุส่วนประกอบต่างๆ ได้ควรรวมในหลายๆ รูปแบบ เพื่อทำเป็นแผน

เผื่อเลือกจำนวนมาก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวางแผนต่างๆ กัน ในขั้นนี้ไม่ควรทำแผนในรายละเอียด แต่ควรเป็นแบบทั่วๆ ไป

การมีส่วนร่วมของประชาชนจะสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิผลในการพัฒนาส่วนประกอบของแผนและแผนเผื่อเลือกทั้งหมด การรวมความคิด (Brain Storming) จะช่วยทำให้เกิดบัญชีความคิดเบื้องต้น บัญชีนี้สามารถที่จะกลั่นกรองให้เป็นส่วนประกอบแผนสำหรับการแสดง และการพูดคุยในโอกาสต่อๆ ไป ความคิดใหม่และการทบทวนส่วนประกอบต่างๆ สามารถถูกพัฒนาในช่วงนี้ สามารถรวมส่วนประกอบเพื่อทำแผนขั้นต้นได้หลายๆ แผน เพื่อให้บริการแก่พื้นที่ที่กำลังศึกษาทั้งหมด ควร Formulate แผนเพื่อเน้นวัตถุประสงค์แต่ละอัน และควร Formulate แผนอีกหนึ่งแผนหรือมากกว่านั้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หลายๆ อย่าง สามารถทบทวน วิจารณ์ และเปลี่ยนแปลงแผนได้ในช่วงที่ 3 ของการมีส่วนร่วมของประชาชน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแผนเผื่อเลือกจำนวนมาก พร้อมทั้งความคิดที่สะท้อนถึงวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน และคุณค่าที่ต่างกันออกไปของส่วนต่างๆ ของสังคม ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันกลุ่มผลประโยชน์ในท้องที่ในการดึงเอาหน่วยงานหรือสถาบันอันหนึ่งขึ้นมาต่อต้านอันอื่นๆ เพื่อผลประโยชน์ส่วนตัวมากกว่า เพื่อให้ได้แผนที่เหมาะสมที่สุดทางด้านเศรษฐศาสตร์และสภาพแวดล้อม

4.2.9 การ Formulate แผนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา (Formulation of Operation and Maintenance Plans)

ในขั้น Formulate โครงการ ควร Formulate แผนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาในหลักการ เพื่อดูว่ามีปัญหาพิเศษ หรือค่าลงทุนพิเศษเกี่ยวกับการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาหรือไม่ จำเป็นต้องพิจารณารูปแบบการบริหาร ซึ่งจะควบคุมการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการ และเจ้าหน้าที่จำเป็นอย่างใคร่ครวญ ถ้าต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือการฝึกอบรม จะได้หาว่าจะหามาได้อย่างไร ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานที่มีราคาสูง เช่น ค่าพลังงาน ต้องได้รับการพิจารณาด้วย ปัญหาพิเศษ เช่น ความปลอดภัยและคุณภาพน้ำ ซึ่งต้องการขบวนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาที่แพงและยากกฎหมายอาจมีผลต่อการปฏิบัติงานด้วยเหมือนกัน

ข้อแนะนำที่ดีที่สุดเกี่ยวกับแผนการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา จะได้จากการวิเคราะห์ประสบการณ์ทางด้านการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

4.2.10 การเลือกทางเลือกเพื่อการประเมิน (Selection of Alternatives to be Evaluated)

จะต้องลดแผนเผื่อเลือกของโครงการที่เป็นไปได้ลงให้เหลือจำนวนที่เหมาะสมสำหรับการประเมินการเลือก และการคัดแผนที่ดีที่สุดในรายละเอียด กระบวนการคัดเลือก (Screening Process)

ควรนำมาใช้เพื่อระบุแผนซึ่งเหมาะกับปัญหาและความต้องการ ต้องมีการพูดถึงอนาคตโดยไม่มีโครงการสำหรับการเปรียบเทียบกับแผนที่เลือกไว้

แผนเผื่อเลือกแต่ละอันต้องถูกนำไปเปรียบเทียบกับบัญชีรายการข้อจำกัดปัญหาที่ระบุไว้และความต้องการ การบรรลุความสำเร็จและองค์ประกอบของแผน ตาราง Phasing and Staging ตัดทิ้งแผนเผื่อเลือกที่ซ้ำซ้อน ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นที่ยอมรับ แผนเผื่อเลือกที่คัดไว้สำหรับการประเมินควรจะต้องผ่านการทดสอบ ความมีประสิทธิผล ความสมบูรณ์ ความมีประสิทธิภาพ และการเป็นที่ยอมรับ

ผลประโยชน์และผลกระทบต้องถูกนำมาเปรียบเทียบกันเมื่อมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างแผนเรื่องน้ำและการใช้ที่ดิน บางกรณีแผนที่ไม่ได้ถูกแนะนำไว้ในขั้นต้นถูกเลือกสำหรับการดำเนินการ ดังนั้นแผนเผื่อเลือกทุกแผนที่ถูกแสดงจึงควรผ่านการทดสอบทั้ง 4 แบบ บางกรณีต้องการการ Trade offs แบบยากระหว่างแผนเผื่อเลือก แต่จะเป็นการยากในการหาว่าเกณฑ์การพิจารณานั้นเหมาะสมหรือไม่

ในการบรรยายอนาคตโดยปราศจากแผน ควรระบุการพัฒนาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพื้น ที่โดยไม่มีโครงการชลประทานและระบายน้ำ การพัฒนาเหล่านี้ ได้แก่ การพัฒนาน้ำเพื่อเมืองและอุตสาหกรรม พลังงาน การชลประทานเพื่อการเกษตร การระบายน้ำ การพักผ่อนหย่อนใจ การพัฒนาแหล่งปลาและสัตว์ป่า และการจัดการที่เกี่ยวกับการอุทกภัย การลดมลภาวะ และสิ่งจำเป็นอื่นๆ ควรรู้ถึงการพัฒนา หรือการเสื่อมโทรมทางสภาพแวดล้อมและสังคมที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่ศึกษา ต้องระวังว่าปราศจากแผนจะไม่มีการพัฒนาตามที่คาดไว้ในโครงการ ซึ่งสิ่งนี้จะลดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ แต่ขณะเดียวกันก็จะลดความต้องการที่จะบรรเทาผลกระทบด้วยเหมือนกัน ถึงแม้ว่าสภาพในอนาคตโดยปราศจากแผนเป็นสิ่งสำคัญในการหาผลกระทบสุทธิของแผนเผื่อเลือกต่างๆ แต่ไม่จำเป็นต้องพัฒนาและแสดงอนาคตที่ปราศจากในฐานะแผนเผื่อเลือกเสมอไป กรณีพิเศษซึ่งประชาชนต้องการให้ไม่มีการพัฒนาจำเป็นต้องได้รับการวิเคราะห์ ถึงแม้ว่าไม่ใช่แผนและไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการทดสอบซึ่งเกี่ยวกับการคาดคะเนความต้องการ เช่น การจัดหาน้ำสำหรับการชลประทานนี้เป็นสิ่งจำเป็น เมื่อต้องมีการวิเคราะห์ข้อเสนอไม่ให้มีการพัฒนาอย่างระมัดระวัง เพื่อแสดงค่าสัมพัทธ์หรือประโยชน์ของโครงการพัฒนา

ต้องมีการพิจารณาอย่างมากในการเลือกอนาคตโดยปราศจากโครงการ เพื่อตัดสินว่าควรหรือไม่ที่จะมีการพัฒนาในอนาคตโดยปราศจากโครงการ ควรต้องมีข้อมูลอย่างมากที่สนับสนุนว่าการพัฒนาเหล่านี้ควรจะถูกดำเนินการ การสนับสนุนอย่างจริงจังของชุมชน ข้อได้เปรียบทางเศรษฐกิจและการเงิน เป็นข้อกำหนดบางตัวที่ควรพิจารณาในการตัดสินใจว่าควรทำอะไรบ้างในอนาคตที่ปราศจากโครงการ

การเลือกแผนเผื่อเลือกเพื่อนำไปประเมินเป็นขบวนการทำซ้ำ และจะต้องมีการทำซ้ำหลายต่อหลายรอบ เพื่อพิจารณาแผนเผื่อเลือกทุกแผนอย่างสมบูรณ์ และเพื่อการเลือกครั้งสุดท้ายสำหรับการประเมินอย่างละเอียด การเปรียบเทียบ และการเลือกแผนที่ดีที่สุด

นักวางแผนควรพยายามจำกัดบัญชีแผนเผื่อเลือกเฉพาะแผนที่เป็นจริงเป็นจัง การเพิ่มบัญชีโดยแผนเผื่อเลือกที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ไม่เพียงแต่เพิ่มปริมาณงานในการวิเคราะห์แต่ยังเพิ่มความยุ่งยากที่ไม่จำเป็นแก่ผู้บริหารในการทำความเข้าใจและการตัดสินใจ

4.3 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดและการพิจารณาเกี่ยวกับพลังงาน (Optimization and Energy Considerations)

4.3.1 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization)

เป้าหมายหลักของการกำหนดโครงการคือการเลือกโครงการที่ดีที่สุด จากพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สภาพแวดล้อม และสังคม เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำและที่ดินให้บรรลุวัตถุประสงค์และความต้องการที่วางไว้ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ สามารถนำเอาทฤษฎีการผลิต (Production Theory) เทคนิคทาง Operations Research และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) มาใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากองค์ประกอบทางด้านสภาพแวดล้อมและทางสังคมของโครงการไม่ได้อยู่ในรูปของตัวเงิน และต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Subjective จึงไม่มีวิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือเศรษฐศาสตร์สำหรับนักวางแผนเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคมที่ไม่สามารถรวมกันได้ของโครงการได้ วิธีการที่สำคัญที่สามารถนำเอามาใช้เพื่อหาข้อสรุป หรือการยอมรับคือการทดสอบความยอมรับ (Acceptability Test) ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

4.3.2 Marginal Analysis

หลักการที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการผลิตสามารถนำมาใช้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากองค์ประกอบทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ทฤษฎีการผลิตเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตของโครงการและผลผลิตของโครงการ และใช้หลักการที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์หน่วยสุดท้าย (Marginal Analysis)

การวิเคราะห์หน่วยสุดท้ายมาจากทฤษฎีที่ว่า การพัฒนาที่ดีที่สุดจะเกิดเมื่อค่าลงทุนหนึ่งบาทสุดท้ายจะยังผลให้เกิดผลประโยชน์มีมูลค่าหนึ่งบาท ถ้าค่าลงทุนหนึ่งบาทสุดท้ายยังผลให้เกิดประโยชน์เกินหนึ่งบาท รายได้สุทธิจะยังคงเพิ่มขึ้นได้อีกโดยการเพิ่มค่าลงทุน ผลกำไรมากที่สุดจะเกิดเมื่อค่าลงทุนบาทสุดท้าย (Marginal Cost) เท่ากับผลประโยชน์หน่วยสุดท้าย (Marginal Benefit) ตัวอย่าง

ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นความเป็นจริงของหลักการที่ได้กล่าวไว้ รูปที่ 4.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลงทุนทั้งหมดและผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการ

สเกลการพัฒนา 4 ระดับได้ถูกแสดงไว้ด้วยจุด 1, 2, 3 และ 4 จุด 1 แสดงสเกลของการพัฒนาที่ระดับซึ่งอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนเพิ่มจากน้อยกว่าหนึ่งเป็นมากกว่าหนึ่ง จุด 2 แสดงสเกลของการพัฒนาที่ระดับซึ่งอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนมีค่ามากที่สุด จุด 3 แสดงสเกลของการพัฒนาที่จุดซึ่งผลประโยชน์มากกว่าค่าลงทุนมากที่สุด จุด 4 แสดงสเกลที่จุดซึ่งผลประโยชน์ลดลงเท่ากับค่าลงทุนอีกครั้งหนึ่ง

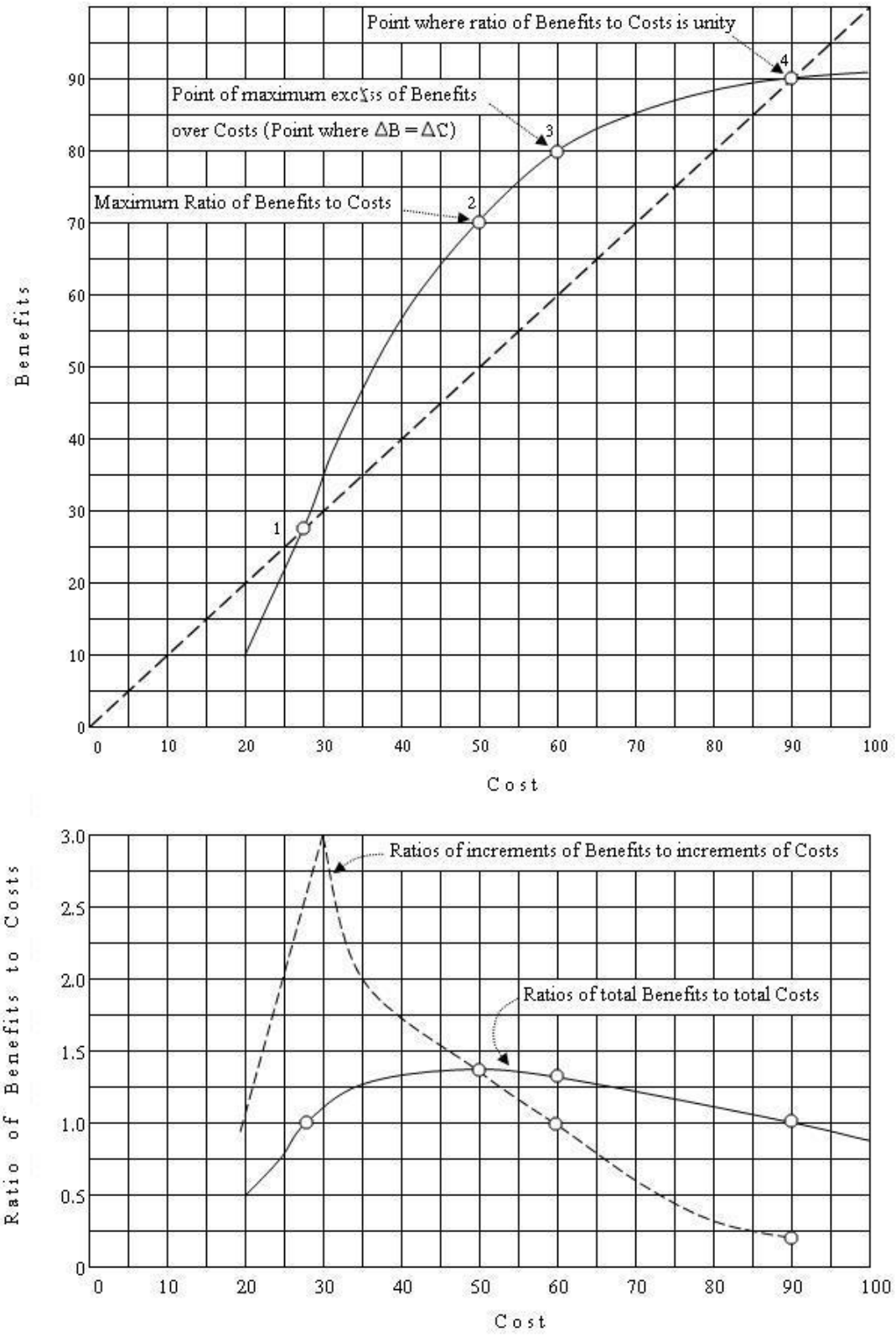
ถ้าสเกลของการพัฒนาอยู่ที่ จุด 2 อัตราส่วนผลประโยชน์ที่เกิดต่อหนึ่งหน่วยค่าลงทุนจะมีค่ามากที่สุด แต่ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการยังไม่ได้ถูกใช้อย่างเต็มที่ ยังมีส่วนของการพัฒนาซึ่งผลประโยชน์มากกว่าค่าลงทุนเหลืออยู่ ซึ่งน่าที่จะลงทุนเพิ่ม คือ ระหว่างจุด 2 และ 3

จุดที่ 3 ค่าลงทุนหน่วยสุดท้ายในสเกลของการพัฒนาเท่ากับผลประโยชน์ที่จะได้รับเพิ่มจากการเพิ่มค่าลงทุนหน่วยสุดท้าย ที่จุดนี้ผลต่างระหว่างผลประโยชน์และค่าลงทุนจะมีค่ามากที่สุดหรือผลกำไรมากที่สุด ระหว่างจุด 3 และ 4 ถึงแม้ว่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนรวมจะมากกว่าหรือเท่ากับ 1 แต่ผลประโยชน์เพิ่มน้อยค่าลงทุนเพิ่มการขยายสเกลของการพัฒนาเข้าไปในโซนนี้เป็นสิ่งที่ไม่น่าทำในเชิงเศรษฐศาสตร์

4.3.3 Incremental Analysis

การวิเคราะห์หน่วยสุดท้ายคือการวิเคราะห์การเพิ่มอย่างต่อเนื่องของสเกลการพัฒนาที่สามารถแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ จำนวนนับไม่ถ้วนได้ แต่โครงการทางชลประทานและการระบายน้ำ ปกติไม่สามารถจะแทนด้วยฟังก์ชันต่อเนื่องได้ วิธีการนี้จึงไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงมีการดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์หน่วยสุดท้าย เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดโครงการ วิธีการนี้เรียกว่า การวิเคราะห์ส่วนเพิ่ม (Incremental Analysis) การวิเคราะห์ส่วนเพิ่มเป็นวิธีที่เกี่ยวกับส่วนเพิ่มที่ไม่ต่อเนื่องขนาดใหญ่ของขนาด ขอบเขต หรือวิธีการพัฒนาซึ่งเป็นทางเลือกในทางปฏิบัติที่จะรวมหรือไม่รวมอยู่ในแผน

ส่วนเพิ่มของสเกลของการพัฒนาที่ถูกพิจารณาคือส่วนที่เล็กที่สุดซึ่งเป็นทางเลือกในทางปฏิบัติที่จะรวมหรือไม่รวมในแผนการ ส่วนเพิ่มอาจเป็นกลุ่มของโครงการกลุ่มหนึ่งในลุ่มน้ำหรือเป็นแผนของลุ่มน้ำย่อย หรืออาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ เช่น วัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มเข้าไปในโครงการใช้น้ำเอกประสงค์หรือเอนกประสงค์ ความแตกต่างในสเกลหรือความเข้มข้นของการใช้น้ำสำหรับวัตถุประสงค์เดียวหรือเอนกประสงค์ หรือความแตกต่างในระดับของการขาดน้ำที่ยอมให้เกิดขึ้นในแผนพัฒนา หรือความแตกต่างในขนาดของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร ส่วนเพิ่มทั่วๆ ไปในการวิเคราะห์ ได้แก่ ผลต่างของขนาดความจุอ่างเก็บน้ำ ขนาดพื้นที่ชลประทาน ขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า ปริมาณน้ำที่จะพัฒนา ระบบระบายน้ำ



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลประโยชน์และค่าลงทุน สำหรับสเกลการพัฒนาต่างๆ กัน

ในการประเมินส่วนเพิ่มในสเกลของการพัฒนา ผลต่างในผลประโยชน์ และผลต่างในค่าลงทุนของโครงการที่รวมส่วนเพิ่มและไม่รวมส่วนเพิ่มในโครงการคือผลประโยชน์ และค่าลงทุนที่เกิดจากส่วนเพิ่มนั้น

หลักการและกฎเกณฑ์ตามที่กล่าวมาสามารถนำเอาไปใช้ได้กับการกำหนดแผนสำหรับภูมิภาค ลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำย่อย โครงการ หรือส่วนของโครงการได้ เพื่อตัดสินว่าควรรวมอยู่ในแผนหรือไม่ แต่ละโครงการในกลุ่มของโครงการและแต่ละส่วนของโครงการควรจะให้ผลประโยชน์เพิ่มมากกว่า ค่าลงทุนเพิ่ม และไม่ควรมีส่วนของการพัฒนาที่ยังคงให้ผลประโยชน์ในเชิงเศรษฐศาสตร์เหลืออยู่โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นการพิจารณาทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ในการกำหนดโครงการ และการวิเคราะห์ที่แท้จริงแล้วก็เป็นเพียงการประเมินผลประโยชน์และค่าลงทุนของแผนเผื่อเลือก และการเปรียบเทียบผลต่างของผลประโยชน์และค่าลงทุนเท่านั้นเอง ผลต่างของแผนเผื่อเลือกก็คือสเกลและความเข้มข้น (Intensity) ของการพัฒนาและแนวทางทางกายภาพของการพัฒนา หลักการที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ส่วนเพิ่มเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการหาวิธีการที่ดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ และสเกลในการพัฒนาของแผนเผื่อเลือกต่างๆ

4.3.4 เทคนิคทาง Operations Research

ถึงแม้ว่าวิธีการวิเคราะห์หน่วยสุดท้าย และการวิเคราะห์ส่วนเพิ่มคือเทคนิคเบื้องต้นที่ใช้ในการ Formulate โครงการชลประทานและการระบายน้ำ ในปัจจุบันความสนใจส่วนใหญ่มุ่งไปที่การประยุกต์เทคนิคทางด้าน Operations Research ในการวางแผนทรัพยากรน้ำ

เทคนิค Linear Programming, Dynamic Programming, Simulation Analysis, Non-Linear Programming, Integer Programming, Queuing Theory, Network Theory, Gradient Search Techniques และวิธีการที่ผสมเทคนิคดังกล่าวข้างต้นได้ถูกนำมาประยุกต์ในการวิเคราะห์โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ

รายละเอียดของวิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะไม่นำมากล่าวในที่นี้ แต่พอจะกล่าวได้ว่าหลักการพื้นฐานของเทคนิคต่างๆ เหล่านี้เหมือนกัน

ขั้นต้นนักวางแผนต้องตรวจสอบดูว่าจะสามารถใช้โมเดลเพื่อเป็นตัวแทนปัญหาทรัพยากรน้ำได้หรือไม่ ถ้าได้โมเดลที่มีแนวโน้มว่าจะใช้ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ และคัดเลือกโมเดลหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเพื่อนำมาทดลองใช้ ขั้นต่อไปคือการเลือกตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ขีดจำกัดและสมการที่จำเป็นเพื่อกำหนดระบบ (System) ท้ายที่สุดคือการพัฒนาข้อมูลพื้นฐานและกฎเกณฑ์การปฏิบัติงานที่จำเป็นเพื่อกำหนดระบบในเชิงปริมาณ ข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูลปกติจะเป็นตัวจำกัดความมีประสิทธิผลของโมเดล

4.3.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

เทคนิคที่สำคัญที่ใช่ร่วมกับการวิเคราะห์ส่วนเพิ่มและเทคนิคทาง Operations Research คือ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยวิธีนี้นักวางแผนสามารถทดสอบตัวแปรหลักเพื่อหาว่าผล (Output) ของทางเลือกอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรมากน้อยเท่าใด การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะมีประโยชน์เมื่อเกี่ยวกับความเห็นที่ขัดแย้งกัน หรือมีความไม่แน่นอนเป็นอย่างมาก เช่น ปริมาณน้ำต้นทุน และการคาดคะเนความต้องการในอนาคต ค่าที่ได้จากการมองทางด้านบวกและลบ ซึ่งอยู่ในช่วงที่เป็นจริงได้ควรต้องถูกนำมาใช้ในการทดสอบตัวแปรหลัก (Key Parameters)

การทดสอบความอ่อนไหวสามารถนำมาใช้ระบุค่ารายการลงทุนและผลประโยชน์ ซึ่งมีผลอย่างใหญ่หลวงต่อความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจและการเงินของโครงการ เมื่อรายการค่าลงทุนและผลประโยชน์เปลี่ยนไป และตลอดจนใช้หาขอบเขตของผลกระทบ วิธีนี้จะช่วยในการระบุองค์ประกอบในการออกแบบและการวิเคราะห์ ซึ่งบางทีควรจะต้องให้ความสนใจมากขึ้น วิธีนี้เป็นวิธีที่ดูเหมือนจะมีประสิทธิผลมากที่สุดในการ Formulate โครงการ การทดสอบความอ่อนไหวไม่ได้นำเอาความไม่แน่นอนเข้ามาพิจารณา แต่ปกติควรจะทำก่อนการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) ตารางที่ 4.1 แสดงถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยทั่วๆ ไป การใช้คอมพิวเตอร์จะช่วยในการวิเคราะห์ได้เป็นอย่างมาก

ตารางที่ 4.1 การทดสอบความอ่อนไหวของอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ราคาผลผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์	อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ				
	-20%	-10%	Base Case	+10%	+20%
Costs:					
Base Case	9.7	13.5	17.0	20.0	22.9
Capital Costs down 10%	11.2	15.3	18.9	22.1	25.1
Capital Costs up 10%	8.3	12.0	15.3	18.3	21.0
Operating Costs down 10%	11.4	15.1	18.4	21.3	24.1
Operating Costs up 10%	7.8	11.9	15.5	18.8	21.7
Capacity Utilization down 10%	7.5	11.3	14.6	17.6	20.4
Delay of Completion (1/2 year)	9.1	12.6	15.8	18.6	21.1
Base case without Shadow Exchange rate	5.0	8.7	12.2	15.3	18.1
Growth Rate of Output Demand in the Northeast down 50%	9.2	13.0	16.5	19.6	22.4

ในปัจจุบัน นักเศรษฐศาสตร์จำนวนมากแนะนำให้ใช้มูลค่าเปลี่ยน (Switching Values) แทนวิธีการดังกล่าวข้างต้น มูลค่าเปลี่ยนของตัวแปรคือมูลค่าซึ่งโครงการยังคงอยู่ได้ ยกตัวอย่าง มูลค่าเปลี่ยนของผลผลิตต่อเฮกแตร์ของพื้นที่ที่สำคัญในการพัฒนาการเกษตรคือมูลค่าต่ำสุดที่ (ถ้าตัวอื่นเหมือนเดิม) โครงการยังคงเป็นที่ยอมรับ ในตารางที่ 4.2 มูลค่าเปลี่ยนในรูปของ % การเปลี่ยนซึ่งลดมูลค่าปัจจุบันสุทธิเหลือศูนย์ เมื่อการสูญเสียโอกาสของเงินทุนเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ตัวแปร	ตามที่ประเมิน	มูลค่าเปลี่ยน	% เปลี่ยน
ผลผลิต (ต้น/เฮกแตร์)	4	3	-25
ราคาค่าก่อสร้าง ($/เฮกแตร์)	4,250	5,950	+40
พื้นที่ชลประทานต่อเครื่องสูบน้ำ (เฮกแตร์)	50	25	-50
Standard Conversion Factor	0.85	1.36	+60

ในตัวอย่าง ผลผลิตเป็นตัวแปรที่วิกฤตที่สุด เนื่องจากมูลค่าเปลี่ยนให้ค่า % เปลี่ยนน้อยที่สุด ถ้าจากประสบการณ์พบว่าผลผลิตจะลดลงถึงมูลค่าเปลี่ยนได้อย่างง่ายดาย โครงการดังกล่าวถือว่าค่อนข้างเสี่ยง ยกเว้นจะมีโครงการส่งเสริมการเกษตรอย่างเข้มข้น ราคาค่าก่อสร้างก็ถือว่าอ่อนไหวด้วยเหมือนกัน แต่การเพิ่มราคาค่าก่อสร้างถึง 40% เป็นสิ่งที่ไม่น่าจะเกิดขึ้น ถ้ามีการศึกษาและออกแบบโครงการ ทางวิศวกรรมล่วงหน้า ถ้าตัวแปรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ตัวแปรที่สัมพันธ์กันจะแปรผันตามกัน

4.3.6 การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

ได้มีการกล่าวถึงความเสี่ยงในบางส่วนของรายงานความเป็นไปได้ของโครงการที่เกี่ยวกับโครงการชลประทานและการระบายน้ำกันมานานพอประมาณ และองค์ประกอบของความเสี่ยงได้ถูกนำเอามาใช้ในการออกแบบทางระบายน้ำล้น และผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วมเสมอๆ แต่เพิ่ง จะมีการเรียกร้องให้มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการทั้งหมด

ความเสี่ยงคือผลที่อาจเกิดขึ้นได้ที่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งเป็นที่ยอมรับ เช่น ความน่าจะเป็นไปได้ของเหตุการณ์น้ำท่วมอันใดอันหนึ่ง ความไม่แน่นอน (Uncertainly) คือผลที่อาจเกิดขึ้นได้ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็น

ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเกิดจากการวัดข้อมูล และจากความแปรผันของสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม และธรรมชาติที่ยุ่งยากซับซ้อน

วิธีการที่ควรใช้เกี่ยวกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ได้แก่

- การรวบรวมข้อมูลในรายละเอียด เพื่อลดความผิดพลาดเนื่องจากการวัดหรือการเก็บข้อมูล
- ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ละเอียดอ่อนยิ่งขึ้น
- เพิ่มเกณฑ์ความปลอดภัย (Safety Factors) ในการออกแบบ
- เลือกวิธีการที่ให้ผลดีกว่าเดิม
- ลดความตั้งใจที่ใช้ทรัพยากรที่เรียกกลับคืนไม่ได้
- ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลประโยชน์ และค่าลงทุนที่ประเมินได้ของแผนเผื่อเลือก

การลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจะเพิ่มค่าลงทุนและลดผลกำไร ดังนั้น จะต้องพิจารณาถึงข้อดีและราคาค่าใช้จ่ายในการลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการวางโครงการ

บทบาทหลักของนักวางแผนที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอน คือ เพื่อระบุส่วนที่อ่อนไหว และอธิบายให้ชัดเจนเพื่อว่าจะได้สามารถตัดสินใจ โดยรู้ถึงระดับความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่มีอยู่

4.3.7 การพิจารณาเกี่ยวกับพลังงาน (Energy Considerations)

ถึงแม้ว่าจะมีการคิดค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานที่ใช้ในโครงการในการวางแผนโครงการและในการออกแบบอาคารของโครงการ ในรูปของค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน แต่ค่าพลังงานมีราคาสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงควรที่ผู้เกี่ยวข้องกับการวางแผนโครงการแหล่งน้ำจะได้ตระหนักถึงค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานเป็นอย่างมาก

ในปัจจุบัน การ Formulate โครงการที่เกี่ยวกับการก่อสร้างโครงการที่ผลิตพลังงานหรือใช้พลังงาน จะใช้มูลค่าตลาดในการตีราคาค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์เกี่ยวกับพลังงาน อย่างไรก็ตาม จากการที่แต่ละประเทศมุ่งเป็นที่การประหยัดพลังงานและราคาพลังงานที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ นักวางแผนควรพิจารณา Formulate โครงการที่เกี่ยวกับการผลิตและใช้พลังงานของแต่ละโครงการเป็นกรณีไป ควรได้พิจารณาถึงการปรับค่าใช้จ่ายในอนาคตสำหรับเงินเฟ้อที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หรือการจัดทำงบประมาณเกี่ยวกับพลังงานโดยเฉพาะ และอย่างน้อยที่สุดนักวางแผนควรตรวจสอบความอ่อนไหวของทางเลือกแต่ละทางต่อค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงาน

4.4 เอกสารอ้างอิง

1. American Society of Civil Engineers (1982), Principles of Project Formulation for Irrigation and Drainage Projects, George R. Baumli (Ed.).

บทที่ 5

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

(Engineering Economy)

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ หรือใช้ประเมินทางเลือกของโครงการ หลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่จะกล่าวถึงในบทนี้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ Cash Flow โดยอาศัยหลักการที่ว่ามูลค่าของเงินเปลี่ยนไปตามเวลาและอัตราดอกเบี้ยที่กำหนด การแปลงมูลค่าของเงินตามเวลาจะทำให้มูลค่าของผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการอยู่ในบรรทัดฐานอันเดียวกัน และสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เพื่อประเมินว่าโครงการนั้นคุ้นค่าการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือไม่ หรือเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าลงทุนและผลประโยชน์ของทางเลือกต่างๆ เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด

5.1 นิยาม

Equivalence คือหลักการที่ว่าเงินสองจำนวนที่มีจำนวนไม่เท่ากัน แต่ถูกสั่งจ่ายที่ต่างเวลากันอาจมีมูลค่าเทียบเท่ากันได้ หลักการอันนี้ถือว่าเป็นหลักการที่สำคัญในทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ดอกเบี้ย คือเงินที่ถูกจ่ายเป็นค่าเงินยืม หรือโดยทั่วๆ ไป หมายถึงค่าตอบแทนในการลงทุน

อัตราส่วนระหว่างเงินที่จ่ายเป็นค่าดอกเบี้ย (ค่าตอบแทน) เมื่อสิ้นระยะเวลายืมเงิน (หรือระยะเวลาลงทุน) ซึ่งปกติจะเป็น 1 ปี หรือน้อยกว่า ต่อเงินยืมหรือเงินลงทุนที่ตอนต้นของระยะเวลาดังกล่าว เรียกว่า อัตราดอกเบี้ย

เช่น หนี้ (Debt) = 100 บาท

ดอกเบี้ย = 9 บาท จ่ายทุกปี

อัตราดอกเบี้ย = $\frac{9}{100}$ = 0.09 ต่อปี

ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest) หมายถึงดอกเบี้ยในแต่ละปีที่คิดจากหนี้ทั้งหมดเมื่อสิ้นปีที่แล้ว ซึ่งเท่ากับเงินต้นรวมดอกเบี้ยสะสมที่ยังไม่ได้จ่ายเมื่อถึงเวลา

5.2 แผนการชำระหนี้

เงินกู้ (Loan) 10,000 บาท ต้องจ่ายคืนภายใน 10 ปี ด้วยอัตราดอกเบี้ย 9% ต่อปี จะมีวิธีการชำระหนี้ 4 แบบ ดังตารางที่ 5.1-5.4 สมมติว่าหนี้เกิดในปีที่ศูนย์

ตารางที่ 5.1 ชำระหนี้แบบที่ 1 จ่ายดอกเบี้ยแต่ละปี และจ่ายคืนเงินต้นปีสุดท้าย

สิ้นปี	ดอกเบี้ย 9% ของหนี้ที่ต้นปี	จำนวนหนี้ทั้งหมด ก่อนชำระหนี้ตอนสิ้นปี	เงินชำระหนี้ ตอนสิ้นปี	หนี้หลังจากการ ชำระหนี้ตอนสิ้นปี
0				10,000
1	900	10,900	900	10,000
2	900	10,900	900	10,000
3	900	10,900	900	10,000
4	900	10,900	900	10,000
5	900	10,900	900	10,000
6	900	10,900	900	10,000
7	900	10,900	900	10,000
8	900	10,900	900	10,000
9	900	10,900	900	10,000
10	900	10,900	10,900	0

ตารางที่ 5.2 ชำระหนี้แบบที่ 2 จ่ายดอกเบี้ยแต่ละปี และจ่ายคืนเงินต้น 1,000 บาท ทุกปี

สิ้นปี	ดอกเบี้ย 9% ของหนี้ที่ต้นปี	จำนวนหนี้ทั้งหมด ก่อนชำระหนี้ตอนสิ้นปี	เงินชำระหนี้ ตอนสิ้นปี	หนี้หลังจากการ ชำระหนี้ตอนสิ้นปี
0				10,000
1	900	10,900	1,900	9,000
2	81	9,810	1,810	8,000
3	720	8,720	1,720	7,000
4	630	7,630	1,630	6,000
5	540	6,540	1,540	5,000
6	450	5,450	1,450	4,000
7	360	4,360	1,360	3,000
8	270	3,270	1,270	2,000
9	180	2,180	1,180	1,000
10	90	1,090	1,090	0

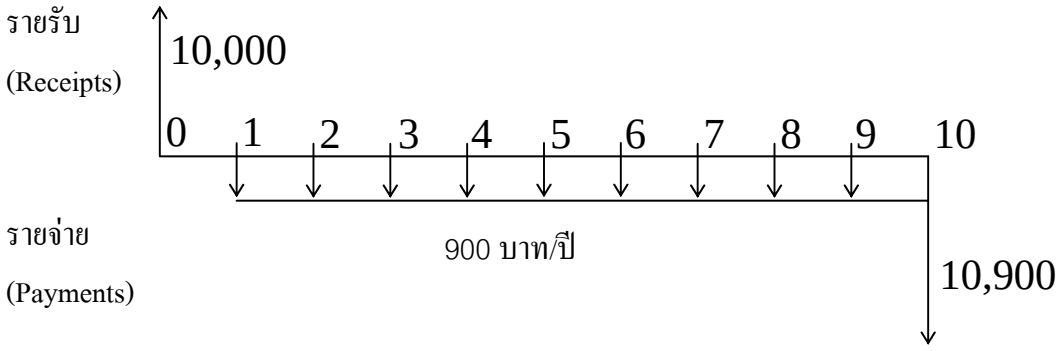
ตารางที่ 5.3 ชำระหนี้แบบที่ 3 ชำระหนี้เท่ากันทุกปี

สิ้นปี	ดอกเบี้ย 9% ของหนี้ที่ต้นปี	จำนวนหนี้ทั้งหมด ก่อนชำระหนี้ตอนสิ้นปี	เงินชำระหนี้ ตอนสิ้นปี	หนี้หลังจากการ ชำระหนี้ตอนสิ้นปี
0				10,000
1	900	10,900	1,558.20	9,341.80
2	840.76	10,182.56	1,558.20	8,624.36
3	776.19	9,400.55	1,558.20	7,842.35
4	705.81	8,548.16	1,558.20	6,989.96
5	629.10	7,619.06	1,558.20	6,060.86
6	545.46	6,606.32	1,558.20	5,048.12
7	454.33	5,502.45	1,558.20	3,944.25
8	354.98	4,299.23	1,558.20	2,741.03
9	246.69	2,987.72	1,558.20	1,429.52
10	128.66	1,558.20	1,558.20	0

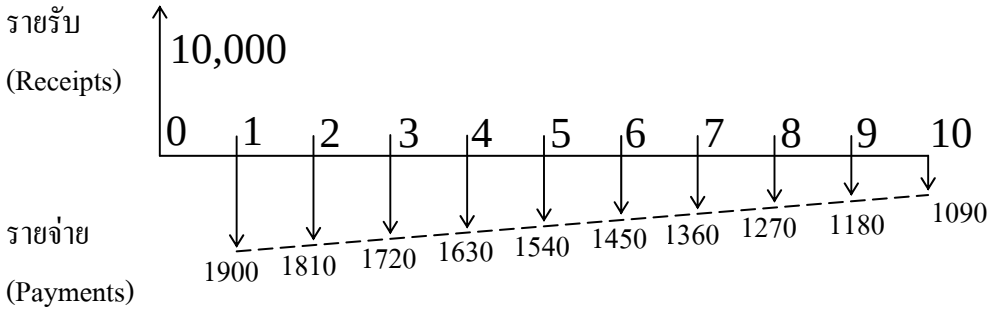
ตารางที่ 5.4 ชำระหนี้แบบที่ 4 จ่ายคืนครั้งเดียวเมื่อสิ้นปีที่ 10

สิ้นปี	ดอกเบี้ย 9% ของหนี้ที่ต้นปี	จำนวนหนี้ทั้งหมด ก่อนชำระหนี้ตอนสิ้นปี	เงินชำระหนี้ ตอนสิ้นปี	หนี้หลังจากการ ชำระหนี้ตอนสิ้นปี
0				10,000
1	900	10,900	-	10,900
2	981	11,881.20	-	11,881.20
3	1,069.29	12,950.29	-	12,950.29
4	1,165.53	14,115.82	-	14,115.82
5	1,270.42	15,386.24	-	15,386.24
6	1,384.76	16,771.00	-	16,771.00
7	1,509.39	18,280.39	-	18,280.39
8	1,645.24	19,925.63	-	19,925.63
9	1,793.31	21,718.94	-	21,718.94
10	1,954.70	23,673.64	23,673.64	0

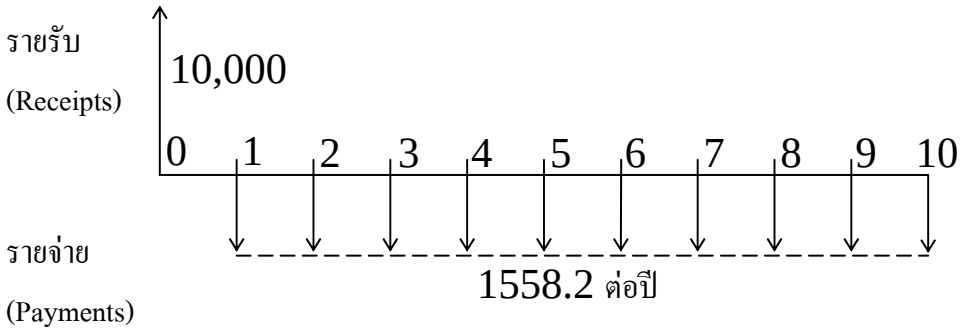
การชำระหนี้สินทั้ง 4 แบบ สามารถเขียนอธิบายได้ด้วย Cash Flow Diagram ดังรูปที่ 5.1(1)-(4)



(1) Cash Flow Diagram สำหรับการชำระหนี้แบบที่ 1

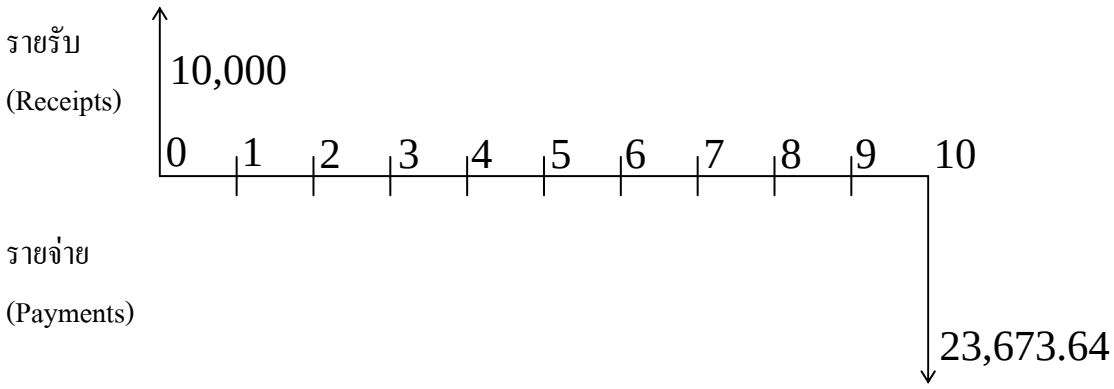


(2) Cash Flow Diagram สำหรับการชำระหนี้แบบที่ 2



(3) Cash Flow Diagram สำหรับการชำระหนี้แบบที่ 3

รูปที่ 5.1 Cash Flow Diagram การชำระหนี้



(4) Cash Flow Diagram สำหรับการชำระหนี้แบบที่ 4

รูปที่ 5.1 (ต่อ) Cash Flow Diagram การชำระหนี้

5.3 สูตรดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest Formula)

คือสูตรที่ใช้ในการเปลี่ยนมูลค่าของเงินตามเวลา และอัตราดอกเบี้ย

สมมติให้ i = อัตราดอกเบี้ย ต่อ Interest Period

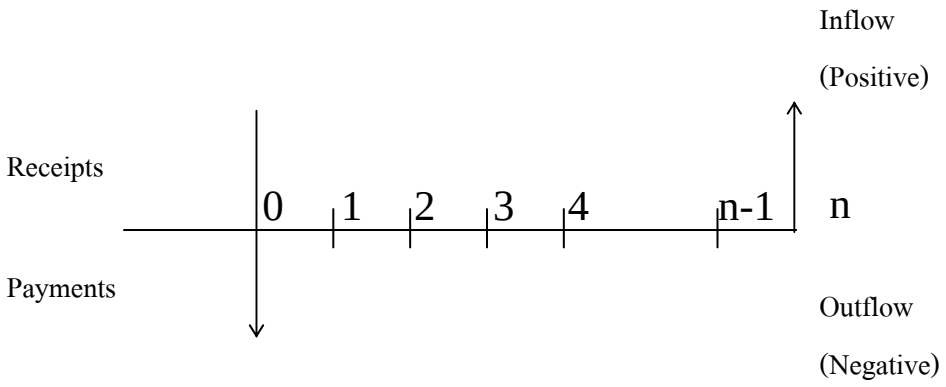
n = จำนวน Interest Period

P = มูลค่าเงินในปัจจุบัน (Present Worth)

F = มูลค่าเงินที่สิ้นสุดของ Period n ซึ่ง Equivalent กับค่า P เมื่อคิดอัตราดอกเบี้ย i

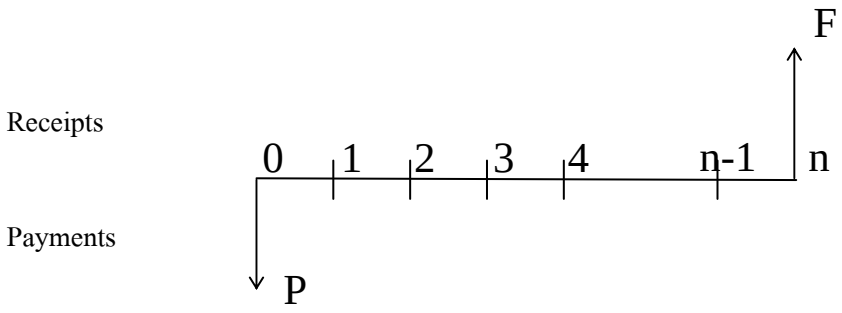
A = มูลค่าเงินที่สิ้นแต่ละ Period ซึ่งมีจำนวนเท่ากันทุก Period เป็นเวลา n Period ติดต่อกัน มูลค่าของเงินทั้งอนุกรม A มีค่า Equivalent กับค่า P เมื่อคิดอัตราดอกเบี้ย i

หลักการเขียน Cash Flow Diagram (ดูรูปที่ 5.2)



รูปที่ 5.2 หลักการเขียน Cash Flow Diagram

5.3.1 สูตร Single Payment



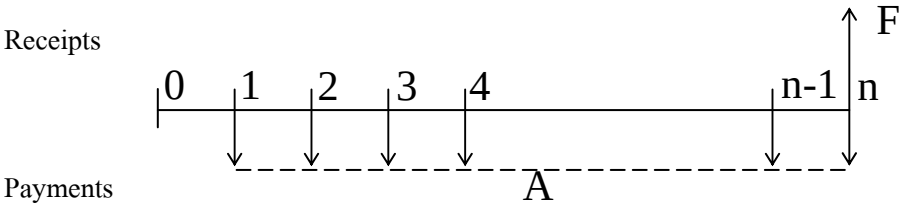
$$F = P(1+i)^n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.1)$$

$(1+i)^n = (\frac{F}{P}, i\%, n)$ เรียกว่า Single Payment Compound Amount Factor

หรือ $P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.2)$

$\frac{1}{(1+i)^n} = (\frac{P}{F}, i\%, n)$ เรียกว่า Single Payment Present Worth Factor

5.3.2 สูตร Uniform Annual Series หรือ End of Year Payment

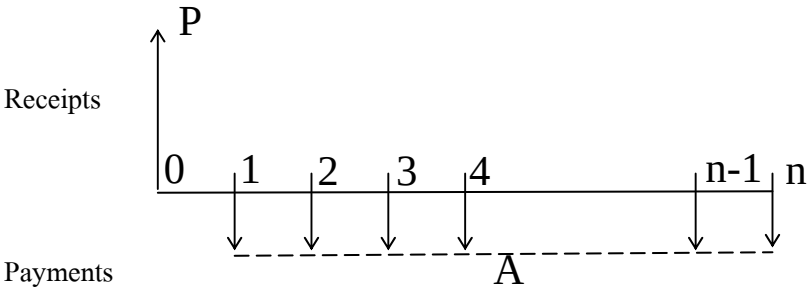


$$F = A[\frac{(1+i)^n - 1}{i}] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.3)$$

$[\frac{(1+i)^n - 1}{i}] = [\frac{F}{A}, i\%, n] =$ Uniform Series Compound Amount Factor

หรือ $A = A[\frac{i}{(1+i)^n - 1}] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.4)$

$[\frac{i}{(1+i)^n - 1}] = [\frac{A}{F}, i\%, n] =$ Sinking Fund Factor



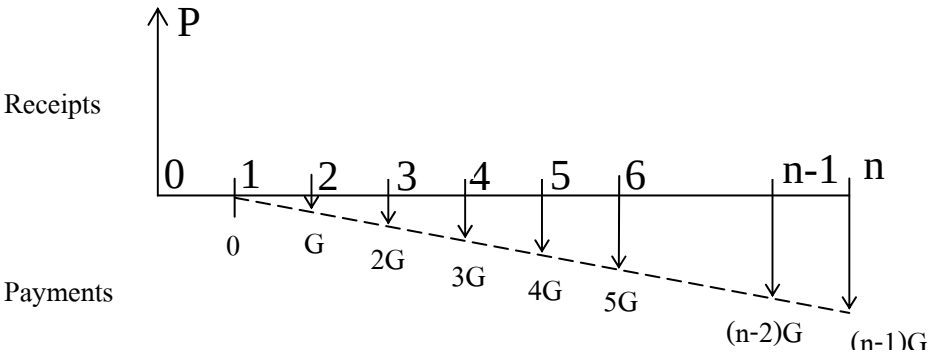
$$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.5)$$

$$\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] = \left[\frac{P}{A}, i\%, n\right] = \text{Uniform Series Present Worth Factor}$$

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.6)$$

$$\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] = \left[\frac{A}{P}, i\%, n\right] = \text{Capital Recovery Factor}$$

5.3.3 สูตร Uniform Gradient



$$G\left[\frac{F}{G}, i\%, n\right] = G\left[\frac{F}{A}, i\%, n-1\right] + G\frac{F}{A}, i\%, n-2] + \ldots\ldots\ldots + G\left[\frac{F}{A}, i\%, 11\right]$$

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

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

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

$$= \frac{G}{i}\left[\frac{1-(1+i)^n}{1-(1+i)} - n\right]$$

$$= \frac{G}{i}\left[\frac{1-(1+i)^n}{-i} - n\right]$$

$$= \frac{G}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i} - n\right]$$

$$\left[\frac{F}{G}, 1\%, n\right] = \frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i} - \frac{n}{i}\right] \quad \text{..... (5.7)}$$

$$\left[\frac{P}{G}, 1\%, n\right] = \left[\frac{P}{F}, 1\%, n\right]\left[\frac{F}{G}, i\%, n\right]$$

$$= \frac{1}{(1+i)^n}\left(\frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right] - \frac{n}{i}\right) \quad \text{.....(5.8)}$$

$$\left[\frac{A}{G}, i\%, n\right] = \left[\frac{A}{F}, i\%, n\right]\left[\frac{F}{G}, i\%, n\right]$$

$$= \left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]\left[\frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right] - \frac{n}{i}\right]$$

$$= \frac{1}{i} - \frac{n}{[(1+i)^n-1]} \quad \text{..... (5.9)}$$

สูตร Uniform Gradient มีประโยชน์ในการคำนวณมูลค่าของเงินสำหรับกรณีที่รายรับ รายจ่ายมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอทุกปี เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล

5.3.4 ความสัมพันธ์ที่น่าสนใจระหว่าง Interest Factor ต่างๆ

(1) $$\left[\frac{F}{A}, i\%, n\right] = 1.00 + \sum_{m=1}^{n-1}\left[\frac{F}{P}, i\%, m\right] \quad \text{.....(5.10)}$$

(2) $$\left[\frac{P}{A}, i\%, n\right] = \sum_{m=1}^{n}\left[\frac{P}{F}, i\%, m\right] \quad \text{.....(5.11)}$$

(3) $$\left[\frac{A}{P}, i\%, n\right] = \left[\frac{F}{P}, i\%, n\right]\left[\frac{A}{F}, i\%, n\right]$$

$$\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}\right. = (1+i)^n\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]$$

$$= \frac{i(1+i)^n - i + i}{(1+i)^n-1}$$

$$= i + \frac{i}{(1+i)^n-1}$$

$$= i + \left[\frac{A}{F}, i\%, n\right]$$

Capital Recovery Factor = i + Sinking Fund Factor .....(5.12)

5.4 ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 5.1 ถ้าลงทุน 1,000 บาท ในวันที่ 1 มกราคม 2530 ด้วยอัตราดอกเบี้ยทบต้น 6% ต่อปี จงคำนวณหาว่าจะได้รับเงินเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2540

วิธีทำ $P = 1{,}000$ บาท, $i = 6\%$, $n = 10$ ปี

$$F = P[\frac{F}{P}, 6\%, 10]$$

$$= 1{,}000\ (1.7908) = 1{,}791 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 5.2 จะต้องลงทุนในวันที่ 1 มกราคม 2534 เท่าใด ถ้าต้องการเงินในวันที่ 1 มกราคม 2540 เท่ากับ 1,791 บาท กำหนดว่าอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 6% ต่อปี

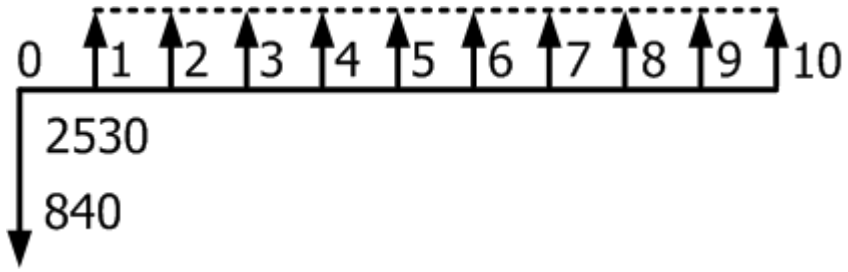
วิธีทำ $F = 1{,}791$ บาท, $i = 6\%$, $n = 6$ ปี

$$P = F[\frac{P}{F}, 6\%, 6]$$

$$= 1{,}791\ (0.7050) = 1{,}263 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 5.3 ถ้าลงทุน 840 บาท ในวันที่ 1 มกราคม 2530 ด้วยอัตราดอกเบี้ย 6% ต่อปี จะถอนเงินคืนตอนสิ้นปี แต่ละปีๆ ละเท่าๆ กันได้เท่าใด เพื่อให้เงินที่เหลือเป็นศูนย์ในสิ้นปีที่ 10

วิธีทำ



$P = 840$ บาท, $i = 6\%$, $n = 10$ ปี

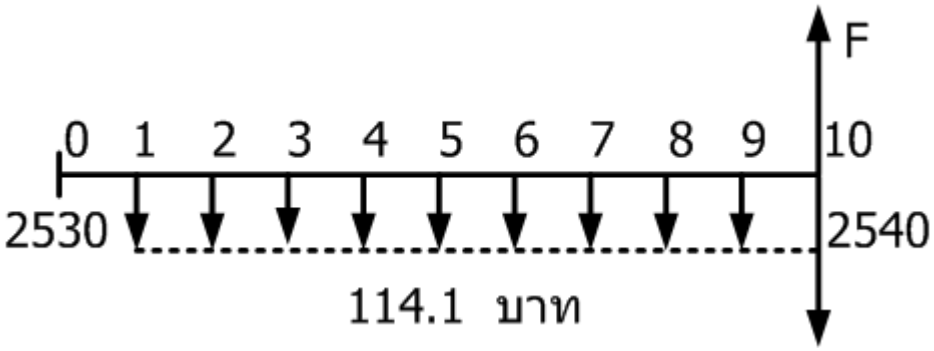
$$A = P[\frac{A}{P}, 6\%, 10]$$

$$= 840\ (0.13587)$$

$$= 114.1 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 5.4 ถ้าลงทุนในแต่ละปีเป็นเงิน 114.1 บาท เริ่มตั้งแต่ปี 2530 ได้อัตราดอกเบี้ย 6% ต่อปี จะมีเงินรวมเท่าใดตอนสิ้นปีที่ 10

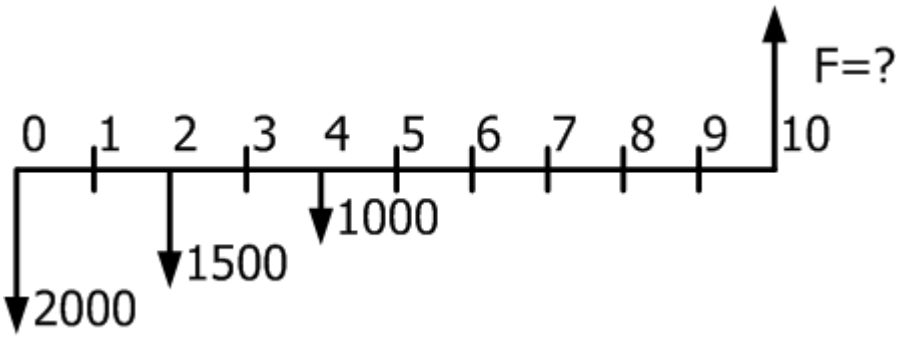
วิธีทำ



$$F = A[\frac{F}{A}, 6\%, 10]$$
$$= 114.1\ (13.181) = 1,504 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 5.5 ถ้าลงทุน 2,000 บาท เดี๋ยวนี้ และอีก 1,500 บาท อีก 2 ปีข้างหน้า และอีก 1,000 บาท อีก 4 ปีข้างหน้า ทั้งหมดได้อัตราดอกเบี้ย 8% จะมีเงินรวมเท่าใดเมื่อสิ้นปีที่ 10

วิธีทำ



$P_o = 2,000$ บาท, $i = 8\%$, $n = 10$ ปี

$P_2 = 1,500$ บาท, $i = 8\%$, $n = 8$ ปี

$P_4 = 1,000$ บาท, $i = 8\%$, $n = 6$ ปี

$$F = P_o[\frac{F}{P}, 8\%, 10] + P_2(\frac{F}{P}, 8\%, 8) + P_4(\frac{F}{P}, 8\%, 6)$$
$$= 2,000(2.1589) + 1,500(1.8569) + 1,000(1.5869)$$
$$= 4,318 + 2,776 + 1,587$$
$$= 8,681 \text{ บาท}$$

หรืออาจทำได้ดังนี้ คือการแปลงเงินแต่ละงวดให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน แล้วจึงแปลงมูลค่าปัจจุบันทั้งหมดให้เป็นมูลค่าที่สิ้นปีที่ 10

$$P'_1 = 2,000$$

$$P'_2 = 1,500(\frac{P}{F}, 8\%, 2)$$

$$= 1,500(0.8573) = 1,286$$

$$P'_3 = 1,000(\frac{P}{F}, 8\%, 4)$$

$$= 1,000(0.7350) = 735$$

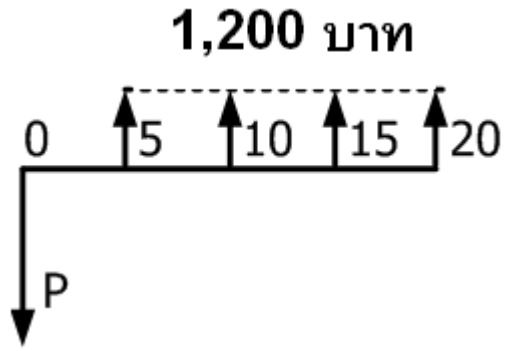
$$P' = P'_1 + P'_2 + P'_3 = 2,000 + 1,286 + 735 = 4,021$$

$$F = P'(\frac{F}{P}, 8\%, 10)$$

$$= 4,021(2.1589) = 8,681 \text{ บาท}$$

ตัวอย่างที่ 5.6 จะต้องลงทุนในปัจจุบันเท่าใด ด้วยอัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปี เพื่อให้มีรายได้ 1,200 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 5 และ 1,200 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 10 และ 1,200 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 15 และ 1,200 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 20

วิธีทำ



$$F_5 = 1,200, \quad i = 5\%, \quad n = 5$$

$$F_{10} = 1,200, \quad i = 5\%, \quad n = 10$$

$$F_{15} = 1,200, \quad i = 5\%, \quad n = 15$$

$$F_{20} = 1,200, \quad i = 5\%, \quad n = 20$$

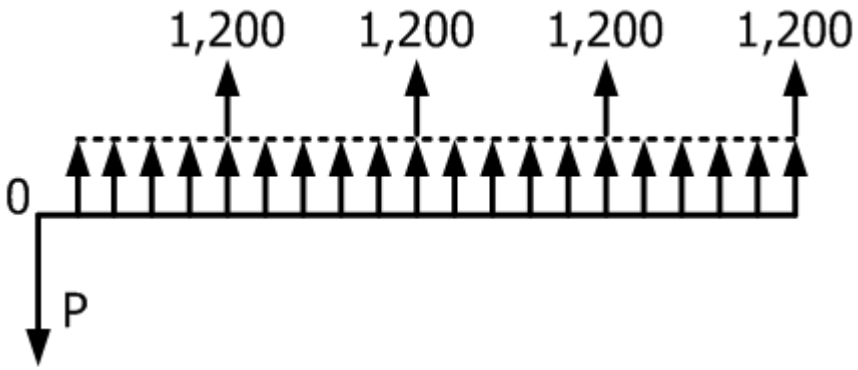
$$P = F_5(\frac{P}{F}, 5\%, 5) + F_{10}(\frac{P}{F}, 5\%, 10) + F_{15}(\frac{P}{F}, 5\%, 15) + F_{20}(\frac{P}{F}, 5\%, 20)$$

$= 1{,}200(0.7835) + 1{,}200(0.6139) + 1{,}200(0.4810) + 1{,}200(0.3769)$

$= 940.2 + 736.7 + 577.2 + 452.3$

$= 2{,}706.4$

หรืออีกวิธีหนึ่งการแปลงเงิน 1,200 บาท ทุก 5 ปี ให้เป็นงวดประจำปี



$A = F(\frac{A}{F}, 5\%, 5)$

$= 1{,}200(0.18097)$

$P = A(\frac{P}{A}, 5\%, 20)$

$= 1{,}200(0.18097)(12.462) = 2{,}706.3$ บาท

ตัวอย่างที่ 5.7 จะต้องใช้เวลากี่ปี เงินลงทุน 1,000 บาท ด้วยอัตราดอกเบี้ย 7% ต่อปี จึงจะเพิ่มเป็น 2,000 บาท

วิธีทำ

$P = 1{,}000$ บาท, $F = 2{,}000$ บาท, $i = 7\%$

$(\frac{F}{P}, 7\%, n) = \frac{F}{P} = \frac{2{,}000}{1{,}000} = 2$

$(1 + 0.07)^{n} = 2$

$n = 10.2$ ปี

ตัวอย่างที่ 5.8 พันธบัตรราคาปัจจุบัน 80 บาท จะจ่ายคืน 100 บาท ในเวลา 5 ปี ให้หาอัตราดอกเบี้ย

วิธีทำ

$P = 80$ บาท, $F = 100$ บาท, $n = 5$ ปี

$$(\frac{F}{P}, i\%, 5) = \frac{F}{P} = \frac{100}{80} = 1.25$$

ถ้า $i = 4.5\%, (\frac{F}{P}, 4.5\%, 5) = 1.2462$

ถ้า $i = 5.0\%, (\frac{F}{P}, 5\%, 5) = 1.2763$

$$i = 4.5 + 0.5\ [\frac{1.25 - 1.2467}{1.2763 - 1.2462}]$$

$= 4.56\%$ หรือใช้ 4.5%

ตัวอย่างที่ 5.9 การลงทุนในปัจจุบัน 50,000 บาท จะให้ผลตอบแทนทุกปีๆ ละ 7,000 บาท เป็น เวลา 15 ปี จงหาอัตราผลตอบแทนเงินทุน (Internal Rate of Return)

วิธีทำ

$P = 50{,}000$ บาท, $A = 7{,}000$ บาท, $n = 15$ ปี

$$7{,}000 = 50{,}000(\frac{A}{P}, i\%, 15)$$

$$(\frac{A}{P}, i\%, 15) = \frac{7{,}000}{50{,}000} = 0.14$$

ถ้า $i = 11\%, (\frac{A}{P}, 11\%, 15) = 0.13907$

ถ้า $i = 12\%, (\frac{A}{P}, 12\%, 15) = 0.14682$

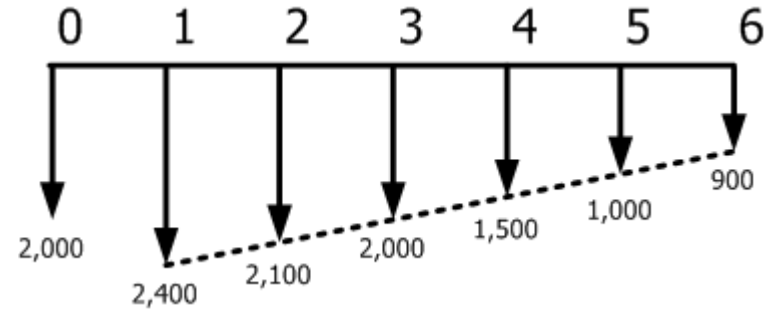
โดยการ Interpolation

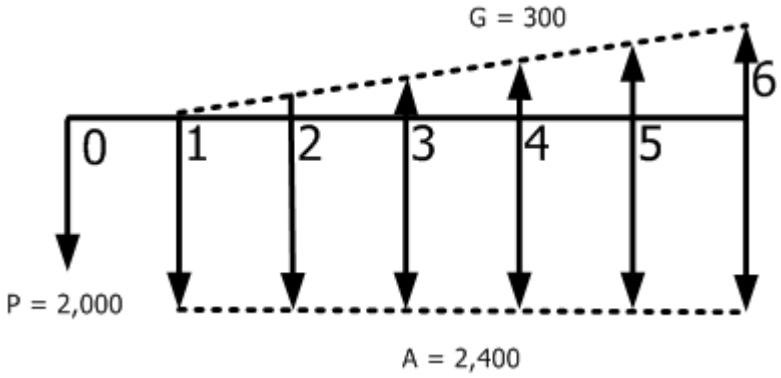
$$i = 11 + 1(\frac{0.14 - 0.13907}{0.14682 - 0.13907})$$

$= 11.1\%$

ตัวอย่างที่ 5.10 โรงงานผลิตเครื่องมือกลเสนอให้เช่าเครื่องมือดังนี้คือ จ่ายครั้งแรก 2,000 บาท และจ่ายค่าเช่าทุกสิ้นปี โดยปีแรกจ่ายค่าเช่า 2,400 บาท ปีที่สองจ่าย 2,100 บาท และหลักจากนั้นค่าเช่าจะลดลงปีละ 300 บาททุกปี เมื่อสิ้นปีที่ 6 ให้คืนเครื่องมือดังกล่าวกับบริษัท จงคำนวณหาว่าค่าเช่าเครื่องมือดังกล่าวคิดเทียบออกมาเป็นค่าใช้จ่ายประจำปีเท่าใด เมื่อกำหนดว่าอัตราดอกเบี้ย 8% และจงคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของค่าเช้าทั้ง 6 ปีดังกล่าว

วิธีทำ





P = 2,000 บาท, i = 8%, n = 6 ปี

A = 2,400 บาท, i = 8%, n = 6 ปี

G = -300 บาท, i = 8%, n = 6 ปี

$$A' = P(\frac{A}{P}, 8\%, 6) + A + G(\frac{A}{G}, 8\%, 6)$$

$$= 2,000(0.21632) + 2,400 - 300(2.276)$$

$$= 433 + 2,400 - 683$$

$$= 2,150 \text{ บาท}$$

$$P' = 2,000 + 2,400P(\frac{P}{A}, 8\%, 6) - 300(\frac{P}{G}, 8\%, P)$$

$$= 2,000 + 2,400(4.632) - 300(10.523)$$

$$= 2,000 + 11,095 - 3,157$$

$$= 9,938 \text{ บาท}$$

5.5 Nominal และ Effective Interest Rate

สำหรับกรณีที่คิดอัตราดอกเบี้ยในช่วงเวลาที่น้อยกว่า 1 ปี เช่น การคิดอัตราดอกเบี้ยเป็นเดือน อัตราดอกเบี้ย 1% ต่อเดือน หมายถึง Nominal Rate 12% per Annum Compounded Monthly แต่จะไม่เท่ากับอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี

เช่น ถ้า $P = 100$ บาท, $i = 1\%$ ต่อเดือน, $n = 12$ เดือน

$$F = 100(\frac{F}{P}, 1\%, 12)$$

$$= 100(1 + 0.01)^{12}$$

$$= 100(1.1268)$$

$$= 112.68 \text{ บาท}$$

และ ถ้า $P = 100$ บาท, $i = 1\%$ ต่อปี, $n = 1$ ปี

$$F = 100(\frac{F}{P}, 12\%, 1)$$

$$= 100(1.12)$$

$$= 112 \text{ บาท}$$

อัตราดอกเบี้ยทบต้น 1.0% ต่อเดือน

จะเท่ากับ Nominal Rate 12% per Annum Compounded Monthly

หรือเท่ากับ Effective Rate 12.68% per Annum Compounded Annually

สมมติให้ดอกเบี้ยทบต้น m ครั้งต่อปี และมีอัตราดอกเบี้ย $\frac{r}{m}$ ต่อช่วงเวลาที่ทบต้น

Nominal Rate per Annum $= m(\frac{r}{m}) = r$ ……...……(5.13)

Effective Rate per Annum $= (1 + \frac{r}{m})^m - 1$ ……...……(5.14)

5.6 เอกสารอ้างอิง

1. Grant, E., Ireson, W.G. and R.S. Leavenworth, 1976, Principles of Engineering Economy, Seven Edition, John Wiley and Sons.
2. Shanner, W.W., 1979, Project Planning for Developing Economies, Praeger Publishers, USA.

5.7 แบบฝึกหัด

(1) ปัจจุบันประชากรของประเทศเท่ากับ 58 ล้านคน เมื่อ 10 ปีที่ผ่านมาอัตราการเพิ่มประชากรเท่ากับ 3% ต่อปี และ 10 ปีก่อนหน้านั้นอัตราการเพิ่มประชากรเท่ากับ 2.5% ต่อปี ถามว่าเมื่อ 20 ปีที่แล้วมีประชากรเท่าใด

(2) ถ้าลงทุน 750,000 บาทในวันนี้ และ 750,000 บาทอีก 6 ปีข้างหน้า ถามว่าอีก 12 ปีข้างหน้า จะได้รับเงินเท่าใด ถ้าคิดอัตราผลตอบแทนการลงทุน 10% ต่อปี

(3) ถ้าลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่มูลค่า 1,000,000 บาท มาใช้แทนเครื่องจักรตัวเก่า เครื่องจักรตัวใหม่จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของโรงงานได้ปีละ 200,000 บาท ถามว่าเครื่องจักรตัวใหม่ต้องมีอายุการใช้งานกี่ปีจึงจะคุ้มค่าลงทุน ถ้าคิดอัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

(4) จงหามูลค่าปัจจุบัน (Present Worth) ของการลงทุน 12,000 บาทต่อปี เป็นเวลา 20 ปี และลงทุนเพิ่มเป็น 24,000 บาทต่อปีหลังจากนั้น จนตลอดไป กำหนดให้อัตราดอกเบี้ย 13% ต่อปี

(5) ถ้าต้องการมีเงินก้อนสะสมหลังเกษียณอายุ จำนวน 5,000,000 บาท อีก 30 ปีข้างหน้า โดยการนำเงินไปฝากธนาคารทุก 6 เดือนด้วยจำนวนที่เท่ากัน ถ้ากำหนดว่าอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 12% ต่อปี จงคำนวณหาว่าจะต้องฝากเงินทุก 6 เดือนเป็นจำนวนเท่าใด

(6) จงคำนวณหามูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของผลประโยชน์ ค่าลงทุน และผลประโยชน์สุทธิของทางเลือก (หน่วยเป็นบาท) ดังตาราง กำหนดให้อัตราส่วนลด (Discount Rate) เท่ากับ 8%

YEAR	CASE 1 RETURN PERIOD 10 YR			CASE 2 RETURN PERIOD 10 YR			CASE 3 RETURN PERIOD 10 YR		
	BENEFIT	COST	NET BENEFIT	BENEFIT	COST	NET BENEFIT	BENEFIT	COST	NET BENEFIT
1		32.394	-32.394		26.306	-26.306		31.440	-31.440
2		179.626	-179.626		153.568	-153.568		64.565	-64.565
3		195.606	-195.606		169.982	-169.982		184.01	-184.01
4		304.092	-304.092		291.867	-291.867		311.67	-311.67
5	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
6	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
7	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
8	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
9	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
10	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
11	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
12	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
13	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
14	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
15	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
16	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
17	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
18	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
19	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
20	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
21	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
22	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
23	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
24	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
25	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
26	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
27	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
28	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
29	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
30	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
31	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
32	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
33	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
34	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
35	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
36	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
37	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
38	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
39	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
40	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
41	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
42	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
43	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
44	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
45	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
46	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
47	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
48	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
49	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658
50	15.946	6.47	9.764	15.946	5.861	10.085	15.946	6.288	9.658

(7) มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในมหาวิทยาลัยมากจนเกิดขนาดทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง และมีผลทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำมากขึ้น ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงและคุณภาพน้ำเลวลง มหาวิทยาลัยต้องการซื้อน้ำจากการประปา โดยการวางท่อส่งน้ำจากมหาวิทยาลัยไปเชื่อมกับท่อส่งน้ำของการประปาซึ่งอยู่ห่างจากสถานีสูบน้ำของมหาวิทยาลัย เป็นระยะทาง 3 กม. โครงการนี้มี 2 ทางเลือก ดังตาราง กำหนดว่าอายุโครงการคือ 60 ปี

	ทางเลือก A	ทางเลือก B
ค่าลงทุนวางท่อ (บาท)	4,800,000	3,200,000
อายุการใช้งานของท่อ (ปี)	60	30
ค่าลงทุนระยะสูบน้ำ (บาท)	600,000	800,000
อายุของเครื่องสูบน้ำ (ปี)	20	20
ค่าไฟฟ้าที่ใช้สูบน้ำในปีแรก (บาท/ปี)	120,000	160,000
อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้สูบน้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี (บาท/ปี)	2,400	3,200

(8) โรงเรียนแห่งหนึ่งกำลังพิจารณาทางเลือกในการสร้างสนามกีฬา 2 ทางเลือก ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบได้ประเมินราคาค่าใช้จ่ายไว้ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 สร้างอัฒจรรย์คอนกรีต ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนครั้งแรก 14,000,000 บาท และเสียค่าใช้จ่ายประจำปีในการดูแลอัฒจรรย์ดังกล่าว ปีละ 100,000 บาท อายุการใช้งาน 90 ปี

ทางเลือกที่ 2 สร้างอัฒจรรย์ไม้บนดินถม ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนครั้งแรก 8,000,000 บาท ต้องเสียค่าทาสีใหม่ 400,000 บาท ทุก 15 ปี สร้างอัฒจรรย์ใหม่เป็นเงิน 4,000,000 บาท ทุก 30 ปี ส่วนค่าดินถมรวมอยู่ในค่าลงทุนครั้งแรก มีอายุการใช้งาน 90 ปี

จงเปรียบเทียบทางเลือกในรูปของค่าลงทุนประจำปี (Equivalent Uniform Annual Costs) โดยใช้ i เท่ากับ 7%

(9) ในการพิจารณาซื้อเครื่องจักร พบว่าทางเลือกที่หนึ่ง ซื้อเครื่องจักร J ซึ่งมีค่าลงทุนครั้งแรก 2,000,000 บาท มีอายุใช้งาน 12 ปี มูลค่าซาก 560,000 บาท ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาประจำปี (O&M) เป็นเงิน 240,000 บาทในปีแรก 252,000 บาทในปีที่สอง และเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 12,000 บาท อีกทางเลือกหนึ่งคือซื้อเครื่องจักร K ซึ่งมีค่าลงทุนครั้งแรก 1,200,000 บาท มูลค่าซากเมื่อสิ้นปีที่ 12 เท่ากับ 0 ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาประจำปีเท่ากับ 320,000 บาทในปีแรก 340,000 บาทในปีที่สอง และเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 20,000 บาท

ถ้าซื้อเครื่องจักร J จะต้องเสียภาษีเงินได้อีก 30,000 บาทในปีแรก 34,000 บาทในปีที่สอง และเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 4,000 บาท จงเปรียบเทียบว่า ควรซื้อเครื่องจักร J หรือ K โดยคำนวณเป็นค่าลงทุนประจำปี ถ้า i เท่ากับ 12%

(10) จงวิเคราะห์แผนงานก่อสร้างโครงการ 2 แผน ซึ่งสามารถให้บริการได้ตลอดไป แผน C ต้องเสียค่าลงทุนขั้นแรก 20,000,000 บาท ค่าใช้จ่ายประจำปี 800,000 บาทต่อปี ในช่วง 20 ปีแรก และหลังจากนั้นค่าใช้จ่ายประจำปีจะเพิ่มเป็น 1,200,000 บาทต่อปีตลอดไป นอกจากนี้ต้องเสียค่าลงทุนเพิ่มอีก 8,000,000 บาททุกๆ 20 ปี ส่วนแผน D ต้องเสียค่าลงทุนขั้นแรก 32,000,000 บาท ค่าใช้จ่ายประจำปี 400,000 บาทต่อปี และต้องเสียค่าลงทุนเพิ่มอีก 1,200,000 บาททุกๆ 30 ปี ถ้ากำหนดให้ i เท่ากับ 7% จะเลือกลงทุนแผน C หรือ แผน D โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบัน (Capitalized Cost) ของแผนทั้ง 2

(11) บริษัทรับเหมาก่อสร้างต้องการก่อสร้างอาคารสำนักงานชั่วคราวที่สถานที่ก่อสร้าง ต้องการพิจารณาทางเลือกในการติดตั้งเครื่องทำความร้อน 2 ทางเลือก คือเครื่องทำความร้อนแบบใช้แก๊ส หรือเครื่องทำความร้อนแบบใช้ไฟฟ้า ประมาณการว่าอาคารสำนักงานชั่วคราวดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี

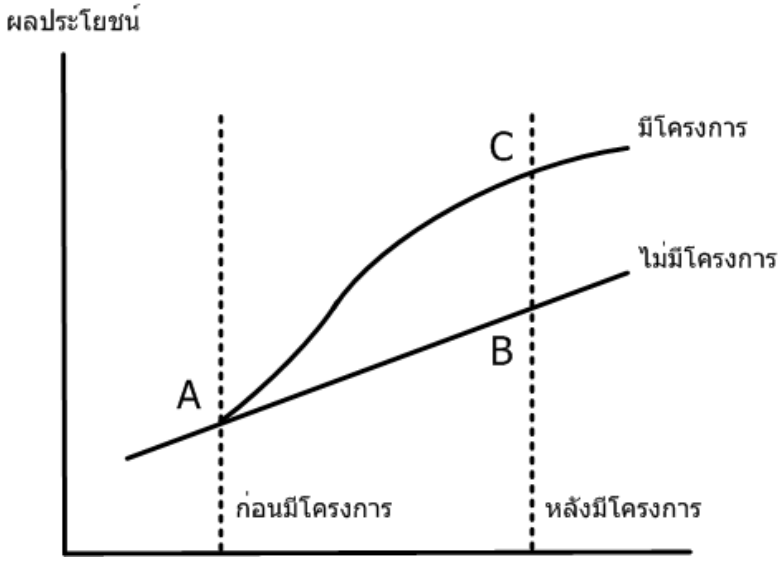
เครื่องทำความร้อนแบบใช้แก๊ส ต้องเสียค่าลงทุนครั้งแรก 240,000 บาท ค่าแก๊สและค่าบำรุงรักษาประจำปีเท่ากับ 44,000 บาท มูลค่าซากเป็น 0

เครื่องทำความร้อนแบบไฟฟ้า ต้องเสียค่าลงทุนครั้งแรก 320,000 บาท ค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาประจำปีเท่ากับ 28,000 บาท และต้องเสียภาษีอีก 4,000 บาทต่อปี เมื่อสิ้นปีที่ 5 จะขายซากได้ 40,000 บาท

จงเปรียบเทียบทางเลือกทั้ง 2 โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบัน ถ้า i เท่ากับ 10%

บทที่ 6
เกณฑ์การประเมินโครงการเชิงเศรษฐศาสตร์
(Economic Evaluation Criteria)

ในการประเมินโครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ จะต้องมีการประเมินค่าลงทุน (Cost) และผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการและทางเลือก จัดทำ Cash Flow แล้วจึงทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์และค่าลงทุน เพื่อดูว่าโครงการนั้นๆ มีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือไม่ และโครงการนั้นเป็นโครงการที่ดีกว่าทางเลือกอื่นๆ หรือไม่ ในการประเมินผลประโยชน์ของโครงการจะต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกรณี “มีโครงการ” กับกรณี “ไม่มีโครงการ” ไม่ใช่ระหว่าง “ก่อนมีโครงการ” และ “หลังมีโครงการ” ดังแสดงในรูปที่ 6.1 ผลต่างระหว่างจุด C และจุด B คือผลประโยชน์ของการมีโครงการและไม่มีโครงการ ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกโครงการเท่านั้น ส่วนการประเมินราคาค่าลงทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะกล่าวถึงในบทต่อไป



รูปที่ 6.1 แนวคิดในการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ

6.1 เกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Criteria)

เกณฑ์ในการเลือกโครงการหรือทางเลือกเชิงเศรษฐศาสตร์ ที่นิยมใช้กันมี 3 แบบคือ

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

(2) อัตราผลตอบแทนโครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return, EIRR)

(3) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit Cost Ratio, B/C)

วิธีอื่นๆ ที่มีการใช้กันบ้างคือ อัตราส่วนผลประโยชน์สุทธิต่อค่าลงทุน (Net Benefit Investment Ratio, N/K), Equivalent Uniform Annual Cash Flow, Payback Period และ Net Average Rate of Return เป็นต้น

6.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

ตามวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ Cash Flow ของผลประโยชน์และค่าลงทุนจะถูกเปลี่ยนให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบดูว่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์มากกว่าหรือน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุน ถ้ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์มากกว่ามูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุน แสดงว่าโครงการนั้นจะก่อให้เกิดผลกำไร (ผลประโยชน์ – ค่าลงทุน) และควรนำไปดำเนินการ

ถ้าให้ NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

PV_{Bi} = มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รายการที่ i

PV_{Ci} = มูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุนรายการที่ i

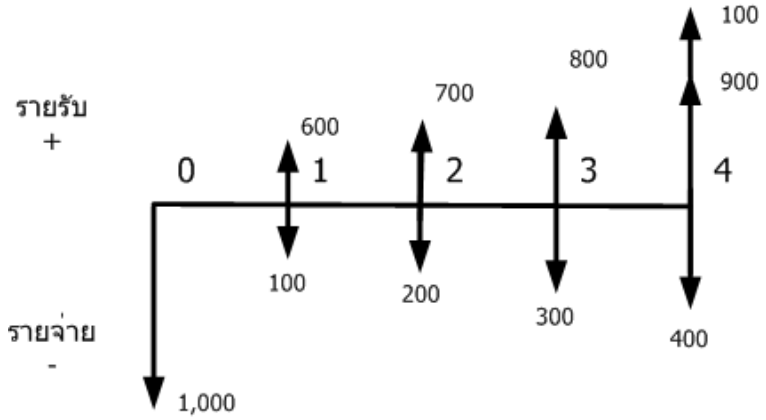
$$NPV = \sum_{i=1}^{N} PV_{Bi} - \sum_{i=1}^{M} PV_{Ci} \quad \text{..... (6.1)}$$

ถ้า NPV > 0 แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์

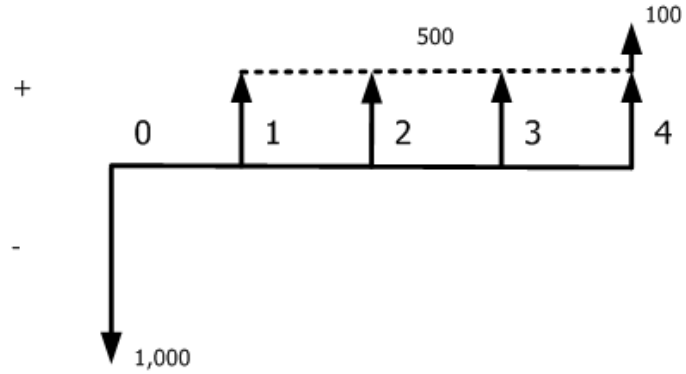
ถ้า NPV < 0 แสดงว่าโครงการไม่เหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์

ในการปรับมูลค่าของผลประโยชน์และค่าลงทุนให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ปัจจัยที่สำคัญคืออัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ ปกติจะใช้ค่าเสียโอกาสของทุน (Opportunity Cost of Capital) เป็นอัตราส่วนลด ซึ่งค่าเสียโอกาสของเงินทุนก็คือผลตอบแทนของการใช้ทุนไปในทางเลือกที่ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะทุนมีอยู่หรือที่หามาได้นั้นสามารถนำไปใช้กับโครงการต่างๆ ที่มีให้เลือกได้ หากต้องนำทุนนั้นมาใช้กับโครงการที่กำลังประเมินอยู่ จะทำให้หมดโอกาสที่จะนำทุนนั้นไปใช้กับโครงการอื่นได้

ตัวอย่างที่ 6.1 ให้คำนวณหา NPV ของแผนการลงทุนซึ่งมี Cash Flow Diagram ดังรูป และตัดสินใจว่าแผนการลงทุนนี้น่าทำหรือไม่ กำหนดว่าอัตราส่วนลด (Discount Rate) มีค่า 10%



Cash Flow Diagram ดังกล่าวจะสามารถเขียนได้ใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ได้ดังนี้



$$\text{NPV} = 500(\tfrac{P}{A}, 10\%, 4) + 100(\tfrac{P}{F}, 10\%, 4) - 1{,}000$$

$$= 500(3.1699) + 100(0.6830) - 1{,}000$$

$$= 1{,}585 + 68 - 1{,}000$$

$$= 653 > 0$$

พิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์แสดงว่าแผนการลงทุนดังกล่าวให้ผลกำไร และน่านำไปดำเนินการ

6.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการเชิงศรษฐศาสตร์ (EIRR)

จาก Cash Flow Diagram ของโครงการจะสามารถคำนวณหาอัตราผลตอบแทนของการลงทุนโครงการเชิงเศรษฐศษสตร์ (EIRR) ได้ EIRRคือค่า i ในสูตรดอกเบี้ยทบต้นที่พอดีทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี เมื่อนำเอาอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับ Minimum Attractive Rate of Return (MARR) จะบอกได้ว่าโครงการนั้นเป็นที่น่าสนใจในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือไม่ เกณฑ์ในการตัดสินใจคือ

ถ้า EIRR > MARR แสดงว่าโครงการน่าสนใจ

ถ้า EIRR < MARR แสดงว่าโครงการไม่น่าสนใจ

การหาค่า EIRR สามารถทำได้ดังนี้

(1) สมมติค่า i แล้วทำการคำนวณหา NPV จาก Cash Flow Diagram

(2) ถ้า NPV เป็นบวก แสดงว่า i ที่สมมติมีค่าต่ำเกินไป ให้เพิ่ม i และคำนวณหา NPV ใหม่จนได้ NPV เป็นลบ

(3) ทำการ Interpolate หาค่า i ที่พอดีทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์

สำหรับการวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ ค่า MARR ที่ใช้คือค่าเสียโอกาสของเงินทุน (Opportunity Cost of Capital)

เกณฑ์การตัดสินโครงการด้วย EIRR นับว่าค่อนข้างเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับโครงการลงทุนทางธุรกิจ ทั้งนี้เพราะวิธีนี้จะบอกอัตราผลตอบแทนการลงทุน ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับคือค่าเสียโอกาสของเงินทุนและสามารถตัดสินใจได้ทันที สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุนทั้งของเงินกู้ (Loan) และ Equity Capital คำว่า Equity Capital ในที่นี้หมายถึงเงินทุนที่ผู้ลงทุนนำไปลงในกิจการเพื่อหวังผลกำไร Equity Capital ต่างจากเงินกู้ตรงที่เงินกู้จะต้องมีการจ่ายดอกเบี้ยตามอัตราที่กำหนดไว้ในสัญญา ส่วน Equity Capital จะได้กำไรหลังจากที่ได้หักดอกเบี้ยเงินกู้ออกไปแล้ว ในปัจจุบันธนาคารโลก (IBRD) นิยมใช้ EIRR เป็นเกณฑ์ในการตัดสินโครงการที่ต้องการเงินกู้จากธนาคารโลก

ตัวอย่างที่ 6.2 ให้ทำการคำนวณหา IRR ของโครงการที่มีค่าลงทุนและผลประโยชน์ ดังแสดงใน Cash Flow Diagram ในตัวอย่างที่ 6.1

วิธีทำ จากตัวอย่างที่ 6.1 เมื่อ i = 10% ให้ NPV = +653

ให้สมมติ i = 20%

$$NPV = 500\left(\frac{P}{A}, 20\%, 4\right) + 100\left(\frac{P}{F}, 20\%, 4\right) - 1{,}000$$

$$= 500(2.5887) + 100(0.4823) - 1{,}000)$$

$$= 1{,}294 + 48.23 - 1{,}000$$

$$= 342$$

ให้ i = 35%

$$NPV = 500(1.9969) + 100(0.3011) - 1{,}000$$

$$= 999 + 30 - 1{,}000$$

= 29

ให้ i = 40%

NPV = 500(1.8492) + 100(0.2603) - 1,000

= 925 + 26 - 1,000

= -49

EIRR = $35 + 5 \times \frac{29}{(29+49)}$ = 35 + 1.9 = 36.9

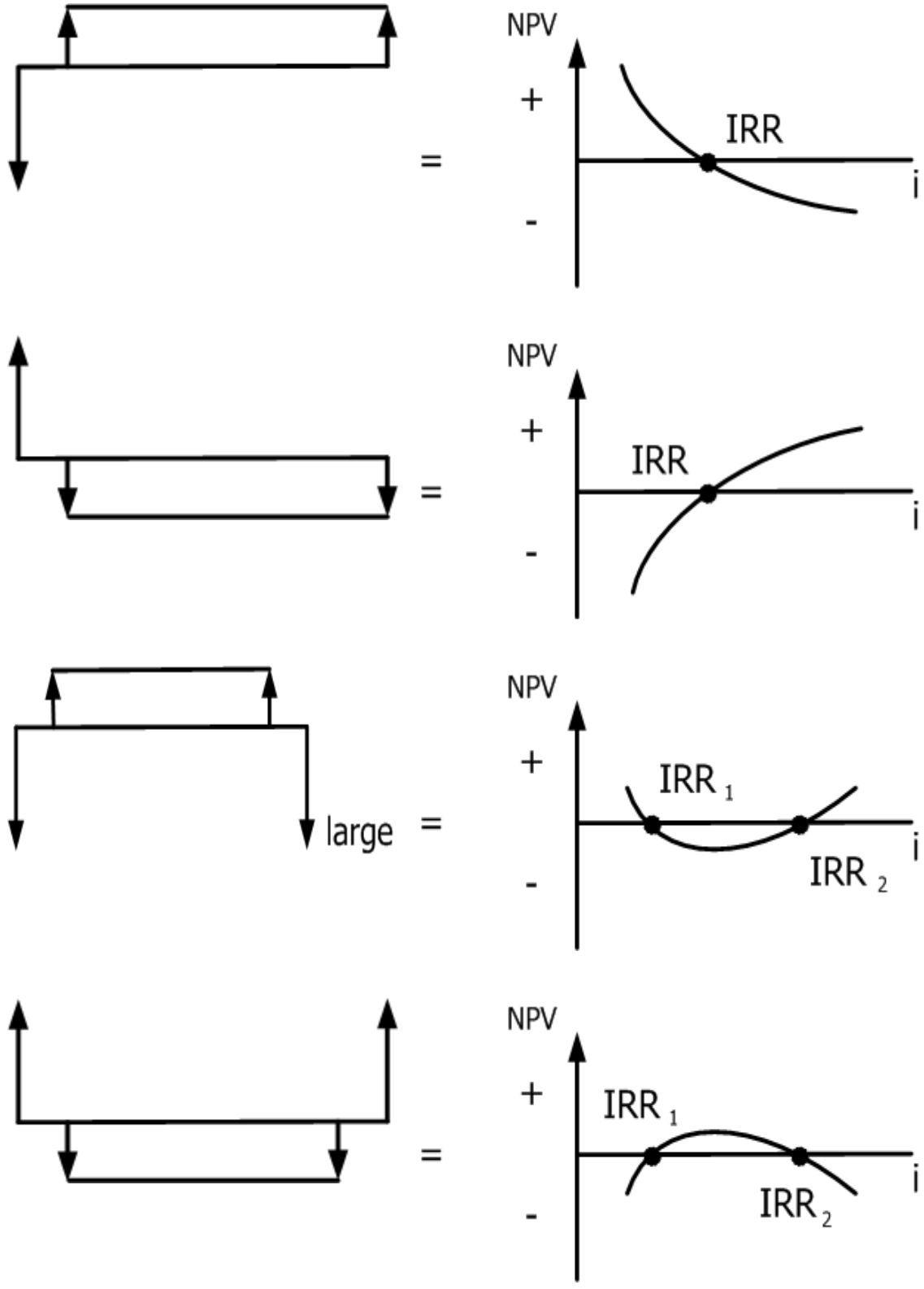
= 37%

จากตัวอย่างที่ 6.1 MARR = 10%

∴ EIRR > MARR

แสดงว่าโครงการนี้น่านำไปดำเนินการ

การตัดสินโครงการโดยวิธีใช้อัตราผลตอบแทนการลงทุนโครงการมีข้อเสียที่สำคัญคือ EIRR อาจมีค่ามากกว่าหนึ่งค่าได้ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการได้ การที่ EIRR จะมีค่าเดียวหรือหลายค่าขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของ Cash Flow Diagram ดังนี้



6.4 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (B/C Ratio)

ตามวิธีนี้ ขั้นแรกจะต้องมีการนิยมว่าอะไรคือผลประโยชน์ และอะไรคือค่าลงทุนของโครงการ แล้วจึงทำการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ และมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุนถ้า อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุนเกินหนึ่ง แสดงว่าโครงการเป็นที่ยอมรับได้ ถ้าอัตราส่วนน้อยกว่าหนึ่งแสดงว่าควรปฏิเสธโครงการ หลักการนี้อาจเขียนออกมาเป็นสมการได้ว่า

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{N} PV_{Bi}}{\sum_{i=1}^{N} PV_{Ci}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6.2)$$

ถ้า $\frac{B}{C} > 1$ แสดงว่าโครงการเป็นที่ยอมรับได้

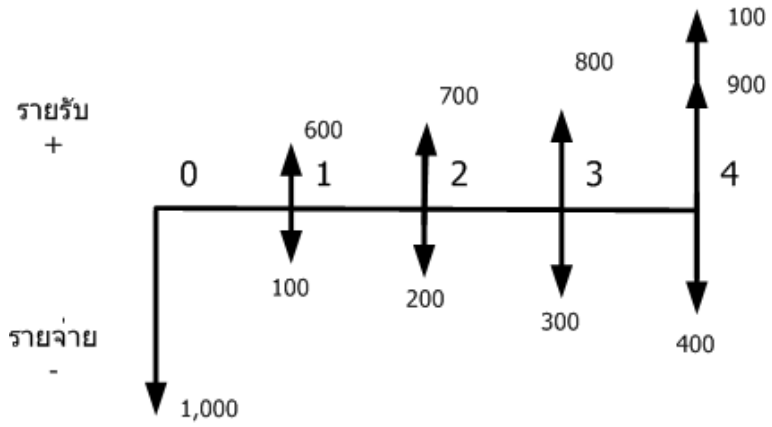
$\frac{B}{C} < 1$ แสดงว่าควรปฏิเสธโครงการ

วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในสหรัฐอเมริกา ในการตัดสินใจโครงการที่ใช้เงินของรัฐบาลกลาง แต่วิธีนี้มีข้อเสียที่สำคัญ คือการกำหนดว่าอะไรเป็นผลประโยชน์ และอะไรคือค่าลงทุนสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งเป็นเหตุให้สามารถเพิ่มหรือลดค่า $\frac{B}{C}$ ได้

วิธีการกำหนดผลประโยชน์และค่าลงทุน

วิธีที่ 1 ให้รายได้ประจำปีและมูลค่าซากในปีสุดท้ายเป็นผลประโยชน์และเงินลงทุนในปีแรกและค่าปฏิบัติงานเป็นค่าลงทุน

จาก Cash Flow Diagram ในตัวอย่างที่ 6.1



ถ้ากำหนดให้ค่าเสียโอกาสของทุน = 10%

$$\sum_{i=1}^{N} PV_{B_i} = 600(\frac{P}{F}, 10\%, 1) + 700(\frac{P}{F}, 10\%, 2) + 800(\frac{P}{F}, 10\%, 3) + 1{,}000(\frac{P}{F}, 10\%, 4)$$

$$= 600(0.9091) + 700(0.8264) + 800(0.7513) + 1{,}000(0.6830)$$

$$= 545.5 + 578.5 + 601 + 683$$

$$= 2408$$

$$\sum_{i=1}^{N} PV_{Ci} = 1{,}000 + 100(\frac{P}{F}, 10\%, 1) + 200(\frac{P}{F}, 10\% 2) + 300(\frac{P}{F}, 10\%, 3) + 400(\frac{P}{F}, 10\%, 4)$$

$$= 1{,}000 + 100(0.9091) + 200(0.8264) + 300(0.7513) + 400(0.6830)$$

$$= 1{,}000 + 90.9 + 165.3 + 225.4 + 273.2$$

$$= 1{,}755$$

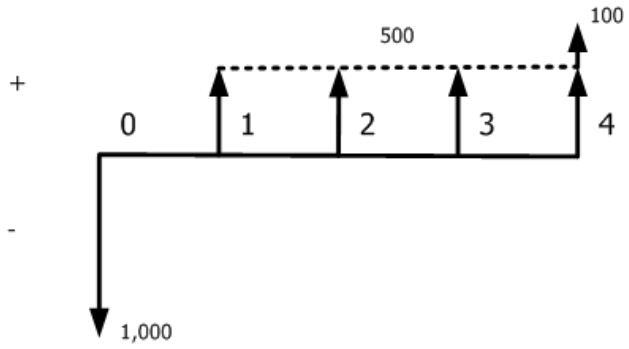
$$\frac{B}{C} = \frac{2{,}408}{1{,}755} = 1.37 > 1$$ แสดงว่าโครงการนี้เป็นที่ยอมรับได้

ตามวิธีนี้ผลประโยชน์ก็คือรายรับใน Cash Flow Diagram และค่าลงทุนก็คือรายจ่ายนั่นเอง วิธีนี้เหมาะสำหรับโครงการที่ลงทุนเพื่อหารายได้ (Revenue Producing Product) เช่น โครงการของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เนื่องจากหน่วยงานดังกล่าวมีรายได้เลี้ยงตัวเอง จึงไม่มีความจำเป็นต้องแยกค่าใช้จ่ายระหว่างค่าลงทุนกับค่าปฏิบัติงาน เพราะเงินทั้งสองส่วนมาจากแหล่งเดียวกัน

วิธีที่ 2 สำหรับโครงการเพื่อสาธารณประโยชน์ เช่น โครงการชลประทาน เงินค่าลงทุนอาจได้มาจากเงินกู้หรืองบประมาณที่กำหนดไว้สำหรับการก่อสร้างโครงการโดยเฉพาะ ส่วนค่าปฏิบัติงาน (Operating Cost) จะได้จากงบประมาณอีกส่วนหนึ่งโดยเฉพาะ ดังนั้นโครงการลักษณะนี้จะคำนึงถึงการใช้เงินลงทุนให้เกิดประโยชน์มากที่สุดเป็นเกณฑ์

ในกรณีนี้ ผลประโยชน์ = รายรับทั้งหมด – ค่าปฏิบัติงาน

จากตัวอย่างที่ 6.1 สามารถเขียน Cash Flow Diagram ได้ใหม่ดังนี้



$$\frac{B}{C} = \frac{500(\frac{P}{A}, 10\%, 4)+100(\frac{P}{F}, 10\%, 4)}{1,000}$$

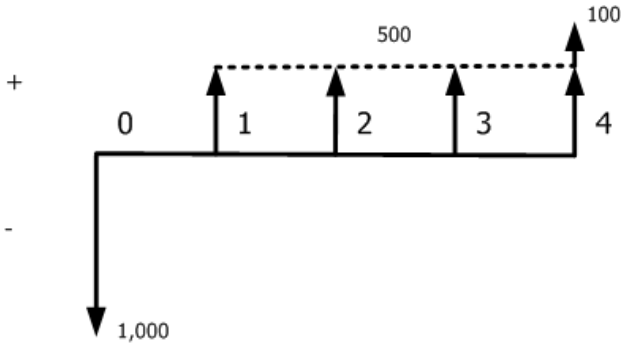
$$= \frac{1,653}{1,000}$$

$$= 1.65 > 1$$ แสดงว่าโครงการยอมรับได้

วิธีที่ 3 กรณีที่โครงการดังกล่าวได้รับมูลค่าซากเมื่อสิ้นปีสุดท้าย สามารถนำเอามูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซากมาหักลบค่าลงทุน เพื่อทำให้ค่าลงทุนน้อยลง ส่วนการคิดผลประโยชน์ยังคงเหมือนวิธีที่ 2

ค่าลงทุนทั้งหมด = ค่าลงทุนตอนแรก – มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซาก

จากตัวอย่างที่ 6.1 จะเขียน Cash Flow Diagram ได้ใหม่ดังนี้



$$\frac{B}{C} = \frac{500(\frac{P}{A}, 10\%, 4)}{1,000 -100(\frac{P}{F}, 10\%, 4)}$$

$$= \frac{500(3.1699)}{1,000 -100(0.6830)}$$

$$= \frac{1,585}{932}$$

$$= 1.7 > 1$$ แสดงว่าโครงการเป็นที่ยอมรับได้

ถึงแม้ว่าวิธีการคิด $\frac{B}{C}$ ทั้ง 3 วิธีจะให้ค่า $\frac{B}{C}$ ไม่เท่ากัน วิธีไหนถูก ขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ผลการคำนวณ $\frac{B}{C}$ ทั้ง 3 วิธี ให้ข้อสรุปเหมือนกัน คือ โครงการดังกล่าวเป็นที่ยอมรับได้

6.5 อัตราส่วนผลประโยชน์สุทธิต่อค่าลงทุน (Net Benefit Investment Ratio, N/K)

จากข้อเสียของวิธี B/C Ratio ที่สามารถเลือกวิธีการกำหนดผลประโยชน์และค่าลงทุนและมีผลทำให้ B/C เปลี่ยนไปตามที่กล่าวมาแล้ว วิธี N/K จะเริ่มจากการคำนวณหาค่า B_i-C_i ก่อน ถ้า B_i-C_i เป็นลบกำหนดให้เท่ากับ K_i ถ้าเป็นบวกให้เท่ากับ N_i แล้วทำการวิเคราะห์หา N/K ในทำนองเดียวกับ B/C

จากตัวอย่างที่ 6.1 จะสามารถวิเคราะห์ N/K ได้ดังนี้

ปีที่	B_i	C_i	N_i หรือ K_i
0	0	1,000	-1,000
1	600	100	500
2	700	200	500
3	800	300	500
4	900+100	400	600

ผลการวิเคราะห์ จะได้ N/K = 1.37 เหมือนการคำนวณ B/C วิธีที่ 1 ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่ว่าจะกำหนดอะไรเป็น B อะไรเป็น C จะได้ N/K เท่ากัน

6.6 เกณฑ์ในการตัดสินโครงการแบบ Mutually Exclusive

เกณฑ์การตัดสินโครงการตามที่กล่าวมาแล้วใช้ได้เฉพาะกรณี “โครงการเดี่ยวอิสระ” ซึ่งผลการตัดสินใจว่า **“ยอมรับ”** หรือ **“ปฏิเสธ”** โครงการนั้นจะไม่มีผลต่อการตัดสินใจในโครงการ อื่นๆ

แต่โครงการต่างๆ อาจจะไม่เป็นอิสระ แต่เป็นแบบ Mutually Exclusive คือ เมื่อตัดสินใจเลือกโครงการที่ 1 ก็ต้องปฏิเสธโครงการ (หรือทางเลือก) อื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากงบประมาณจำกัดทำให้ไม่สามารถทำได้ทุกโครงการที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบแบบ NPV หรือ EIRR หรือ $\frac{B}{C}$ หรือ $\frac{N}{K}$ เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพหรือทางเทคนิค เช่น โครงการสองโครงการต้องการใช้ที่ดินอันเดียวกัน หรือเป็นโครงการซึ่งมีทางเลือกหลายๆ แบบ เมื่อเลือกทางเลือกที่ 1 ก็ต้องปฏิเสธทางเลือกอื่นๆ เป็นต้น ในกรณีของ Mutually Exclusive เช่นนี้ จะต้องเลือกทางเลือกที่ให้ผลกำไรสูงที่สุดเป็นเกณฑ์ หรือเลือกทางเลือกที่ให้ NPV สูงสุด

ยกตัวอย่าง โครงการอันหนึ่งมีทางเลือกแบบ Mutually Exclusive 5 แบบ รวมทั้งทางเลือกที่ไม่ต้องทำอะไรเลย (Do Nothing) ผลการคำนวณหา NPV ของทางเลือกทั้ง 5 มีดังต่อไปนี้

ทางเลือก	**NPV ล้านบาท**
Do Nothing	+ 200
ทางเลือก 1	- 50
ทางเลือก 2	+ 400
ทางเลือก 3	+ 150
ทางเลือก 4	+ 300

ทางเลือกที่ 2 ให้ค่า NPV สูงที่สุด และควรแนะนำให้นำไปดำเนินการ แต่ถ้ามีเหตุผลบางประการ (เช่น การเมือง) ที่ทำให้เลือกทางเลือกที่ 2 ไม่ได้ ก็ควรจะเลือกทางเลือกที่ 4 แทน เพราะให้ค่า NPV รองลงมา

กรณีที่โครงการมีเพียงค่าลงทุนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ส่วนผลประโยชน์อาจไม่สามารถประเมินออกมาเป็นตัวเงินได้ การเลือกโครงการจะดูจากค่าลงทุนต่ำสุดเป็นเกณฑ์ (Cost Minimization Problem) เช่น โครงการซ่อมแซมสถานีสูบน้ำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการระบายน้ำ มีทางเลือก 5 ทาง แต่ละทางต้องเสียค่าลงทุน ดังต่อไปนี้

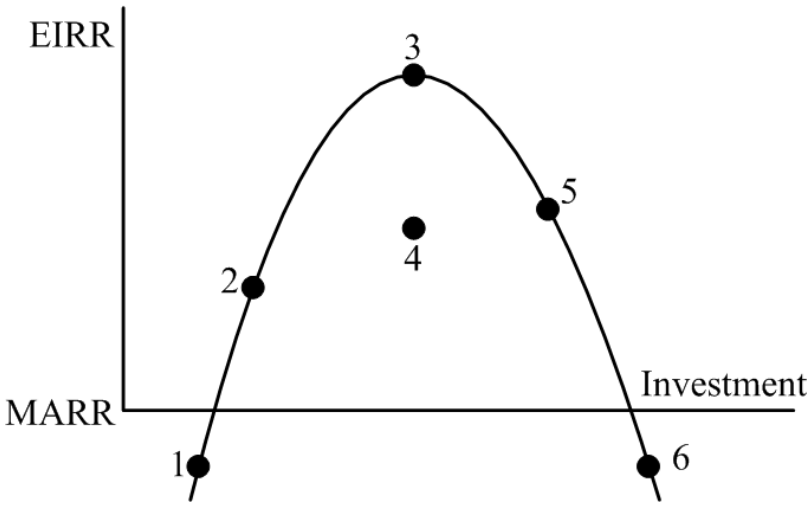
ทางเลือก	ค่าลงทุนในรูปของ EUACF (พันบาท)
Do Nothing	- สูงมาก
ทางเลือก 1	- 400
ทางเลือก 2	- 350
ทางเลือก 3	- 275
ทางเลือก 4	- 500

ควรเลือกทางเลือกที่ 3 เพราะจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด สำหรับ Do Nothing อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตเนื่องจากน้ำท่วม เพราะสถานีสูบยังไม่ได้รับการซ่อมแซมให้ทำงานได้ ซึ่งค่าเสียหายนี้จะคิดเป็นค่าลงทุนของ Do Nothing ซึ่งสูงมากและไม่ควรเลือก

การเลือกโครงการแบบ Mutually Exclusive สามารถทำได้โดยวิธี EIRR และ $\frac{B}{C}$ เช่นเดียวกัน แต่ต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับขนาดการลงทุน และระยะเวลาในการลงทุนโครงการ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไปนี้

6.6.1 การเลือกโครงการแบบ Mutually Exclusive ตามเกณฑ์ของ EIRR

สมมติว่าโครงการหนึ่งมีทางเลือก 6 แบบ ซึ่งเป็นแบบ Mutually Exclusive ผลการวิเคราะห์ EIRR ของทางเลือกทั้ง 6 แบบ เมื่อนำมาเขียนกราฟเทียบกับค่าลงทุน จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 โค้ง EIRR ของทางเลือกทั้ง 6 แบบ

แนวทางการพิจารณาทั่วๆ ไปมีดังต่อไปนี้

(1) ตามเกณฑ์ของ EIRR ในข้อ 6.3 สรุปได้ว่า

ทางเลือกที่ยอมรับได้คือ 2, 3, 4, 5 เพราะ EIRR > MARR

และปฏิเสธทางเลือก 1 และ 6 เพราะ EIRR < MARR

(2) เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกที่ 2 และ 3 จะเห็นได้ว่าทางเลือกที่ 3 ดีกว่าทางเลือกที่ 2 เพราะค่าลงทุนสูงกว่าและให้อัตราผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่า ซึ่งเป็นการแน่นอนว่าทางเลือกที่ 3 จะให้ผลกำไรสูงกว่า ดังนั้นเลือกทางเลือกที่ 3 และปฏิเสธทางเลือกที่ 2

(3) เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกที่ 3 กับทางเลือกที่ 4 จะเห็นได้ว่าทางเลือกที่ 3 ดีกว่าทางเลือกที่ 4 อย่างไม่ต้องสงสัย เพราะค่าลงทุนเท่ากัน แต่ทางเลือกที่ 3 ให้อัตราผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่า ดังนั้นจะเลือกทางเลือกที่ 3 และปฏิเสธทางเลือกที่ 4

(4) เปรียบเทียบทางเลือกที่ 3 และ 5 ในขั้นนี้การพิจารณาเบื้องต้นจะบอกไม่ได้ว่าทางเลือกไหนจะให้ผลกำไรสูงกว่ากัน เพราะทางเลือกที่ 5 มีค่าลงทุนสูงกว่า แต่อัตราผลตอบแทนการลงทุนต่ำกว่า จะต้องมีการวิเคราะห์ในรายละเอียดเปรียบเทียบระหว่างทางเลือกที่ 3 และที่ 5 จึงจะตัดสินใจได้ว่าทางเลือกไหนดีที่สุด วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างทางเลือก 2 แบบ เพื่อตัดสินว่าทางเลือกไหนดีกว่ากัน เรียกว่า Incremental Analysis

ขั้นตอนในการเปรียบเทียบทางเลือกแบบ Mutually Exclusive โดยใช้ EIRR

(1) เรียงลำดับทางเลือกตามขนาดการลงทุน (Investment Size)

(2) คำนวณหา EIRR ของทางเลือกที่มีค่าลงทุนต่ำที่สุด

(3) ถ้า EIRR ของทางเลือกที่มีค่าลงทุนต่ำสุด มากกว่า MARR แสดงว่าเป็นที่ยอมรับได้ แต่ถ้า EIRR < MARR ให้ปฏิเสธ และคำนวณหา EIRR ของทางเลือกที่มีค่าลงทุนสูงถัดไป จนกระทั่งได้ทางเลือกที่ EIRR > MARR

(4) ทำ Incremental Analysis ระหว่างทางเลือกในข้อ (3) กับทางเลือกที่มีค่าลงทุนสูงกว่าถัดไป ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

- คำนวณหาผลต่างของผลประโยชน์ระหว่างทางเลือกข้อ (3) กับทางเลือกที่มีค่าลงทุนสูงกว่าถัดไป
- คำนวณหาผลต่างของค่าลงทุนระหว่างทางเลือกข้อ (3) กับทางเลือกที่มีค่าลงทุนสูงกว่าถัดไป
- คำนวณหา Incremental Economic Internal Rate of Return (ΔEIRR) จากผลต่างของผลประโยชน์ และผลต่างของค่าลงทุน

  ถ้า ΔEIRR > MARR ให้เลือกทางเลือกที่มีขนาดค่าลงทุนสูงกว่า แต่ถ้า ΔEIRR < MARR ให้เลือกทางเลือกที่มีค่าลงทุนน้อยกว่า

(5) ทำ Incremental Analysis ของทางเลือกที่เหลือ จะได้ทางเลือกเพียงอันเดียวที่ดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์

ตัวอย่างที่ 6.3 ให้วิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุด จากทางเลือกแบบ Mutually Exclusive ซึ่งมีค่าลงทุนและผลประโยชน์ดังต่อไปนี้ โดยใช้วิธี EIRR กำหนดว่า MARR = 10%

ทางเลือก	ค่าลงทน (ปีที่ 0)	รายได้สุทธิประจำปี (ปีที่ 1 ถึง ∞)
I	5,000	500
II	1,000	100
III	3,000	400
IV	9,000	1,000
V	6,000	800
Do Nothing (DN)	0	50

วิธีทำ

(1) จัดเรียงทางเลือกตามลำดับค่าลงทุนจากน้อยไปหามาก

ทางเลือก	ค่าลงทุน (ปีที่ 0)	รายได้สุทธิประจำปี (ปีที่ 1 ถึง ∞)	IRR	หมายเหตุ
Do Nothing	0	50	∞	ยอมรับ DN
II	1,000	100		
III	3,000	400		
I	5,000	500		
V	6,000	800		
IV	9,000	1,000		

(2) คำนวณหา EIRR ของ Do Nothing ซึ่งได้เท่ากับ ∞ แสดงว่าเป็นที่ยอมรับได้

(3) ทำ Incremental Analysis

ระหว่างทางเลือก	ผลต่างค่าลงทุน ปีที่ 0	ผลต่างผลประโยชน์ ปีที่ 1 ถึง ∞	Δ EIRR	หมายเหตุ
Do Nothing VS. II	1,000	50	5% < MARR	เลือก DN
Do Nothing VS. III	3,000	350	11.7% > MARR	เลือก III
III VS. I	2,000	100	5% < MARR	เลือก III
III VS. V	3,000	400	13.3% > MARR	เลือก V
V VS. IV	3,000	200	6.7 % < MARR	เลือก V

(4) สรุปเลือกทางเลือกที่ V

6.6.2 การเลือกโครงการแบบ Mutually Exclusive ตามเกณฑ์ของ B/C

วิธีนี้มีลำดับขั้นตอนเหมือนกล่าวมาแล้วในหัวข้อที่แล้ว เพียงแต่ว่าใช้เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคืออัตราส่วนผลต่างของประโยชน์ต่อผลต่างของค่าลงทุน ΔB/CΔ มากกว่า 1 แทนที่จะเป็น

Δ EIRR > MARR

ตัวอย่างที่ 6.4 ให้วิเคราะห์ทางเลือกที่ดีที่สุด จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 6.3
โดยใช้วิธี B/C กำหนดว่า i = 10%

วิธีทำ

(1) จัดเลียงทางเลือกตามลำดับค่าลงทุนจากน้อยไปมาก

ทางเลือก	มูลค่าปัจจุบัน ของค่าลงทุน	มูลค่าปัจจุบัน ของผลประโยชน์	B/C	หมายเหตุ
Do Nothing	0	500	∞	ยอมรับ DN
II	1,000	1,000		
III	3,000	4,000		
I	5,000	5,000		
V	6,000	8,000		
IV	9,000	10,000		

(2) คำนวณ หา $\frac{B}{C}$ ของ Do Nothing ซึ่งเท่ากับ ∞ แสดงว่าเป็นที่ยอมรับได้

(3) ทำ Incremental Analysis

ระหว่างทางเลือก	ΔC	ΔB	$\Delta B/\Delta C$	หมายเหตุ
Do Nothing VS. II	1,000	500	0.5 < 1	เลือก DN
Do Nothing VS. III	3,000	3,500	1.17 > 1	เลือก III
III VS. I	2,000	1,000	0.5 < 1	เลือก III
III VS. V	3,000	4,000	1.33 > 1	เลือก V
V VS. IV	3,000	2,000	0.67 < 1	เลือก V

(4) สรุปเลือกทางเลือกที่ V

ถ้านำตัวอย่างที่ 6.3 มาทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ NPV จะได้ผลดังตาราง

ทางเลือก	ค่าลงทุน ปีที่ 0	ผลประโยชน์ ปีที่ 1 ถึง ∞	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ i = 10%	NPV	หมายเหตุ
Do Nothing	0	50	500	500	
II	1,000	100	1,000	0	
III	3,000	400	4,000	1,000	เลือก V
I	5,000	500	5,000	0	
V	6,000	800	8,000	2,000	
IV	9,000	1,000	10,000	1,000	

ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าได้มีการพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกแบบ Mutually Exclusive แบบถูกหลักจะให้ผลออกมาเป็นเช่นเดียวกัน ไม่ว่าจะใช้วิธี NPV หรือ EIRR หรือ B/C แต่วิธี NPV จะทำให้ง่ายและโดยตรงกว่าวิธีอื่นๆ

6.7 การวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนภายใต้ความไม่แน่นอน

(Benefit Cost Analysis Under Uncertainty)

ผลประโยชน์และค่าลงทุนที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการตามที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดมาจากสมมติฐานที่ว่าเรารู้อนาคตของโครงการ และสามารถทำการประเมินหาผลประโยชน์และค่าลงทุนที่แน่นอนของโครงการออกมาได้ การวิเคราะห์ในลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า Deterministic Approach ซึ่งปกติแล้วจะไม่เป็นเช่นนั้น เพราะโครงการปกติจะมีระยะเวลาหลายปี การประเมินหาผลประโยชน์และค่าลงทุนเป็นไปในลักษณะของการคาดคะเน มีปัจจัยแห่งความไม่แน่นอนของโครงการมากมายที่อาจมีผลทำให้ผลประโยชน์และค่าลงทุนจริงๆ ต่างจากที่ประเมินไว้ในตอนต้นของการวางโครงการ จึงควรมีการพิจารณาถึงความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ และนำมาพิจารณาประกอบในการตัดสินใจของโครงการ เพื่อหลีกเลี่ยงการเลือกโครงการที่มีโอกาสมากที่ค่าลงทุนจริงอาจสูงกว่าที่ประเมินไว้จนทำให้โครงการขาดทุน หรือเพื่อให้รู้ไว้ตั้งแต่แรกว่าโครงการมีโอกาสขาดทุนได้มาก หรือเพื่อเป็นการนำเอาราคาของการเสี่ยงเข้ามาพิจารณาในการตัดสินใจของโครงการด้วย

การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความไม่แน่นอน ที่นิยมทำกันโดยทั่วๆ ไปมี 2 วิธีคือ

(1) การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

(2) การใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยตามโอกาสของความน่าจะเป็น (Expected Values)

วิธีหลังนี้เป็นไปตามหลักการของ Probabilistic Approach

6.7.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ความอ่อนไหว (Sensitivity) หมายถึงค่าสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงในค่าขององค์ประกอบตัวใดตัวหนึ่งในการวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกโครงการ ดังเช่น ถ้าค่าองค์ประกอบตัวหนึ่งเปลี่ยนไปอย่างมาก แต่ไม่ทำให้การตัดสินใจเปลี่ยน การตัดสินใจนั้นจะเป็นแบบไม่อ่อนไหว (not sensitive) ต่อความไม่แน่นอนขององค์ประกอบตัวนั้น ในทางตรงกันข้ามถ้าค่าองค์ประกอบเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย แต่มีผลทำให้การตัดสินใจในโครงการเปลี่ยนไป (เช่น จากยอมรับเป็นปฏิเสธ) การตัดสินใจจะเป็นแบบอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าขององค์ประกอบตัวนั้น (Grant, E., Ireson, W.G. and R.S. Leavenworth, 1976)

เทคนิคในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

(1) ใช้ Unbiased Estimates หรือ Best Estimates ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการตามปกติ หลังจากนั้นจึงพิจารณาให้ตัวแปรที่คิดว่าอ่อนไหวมีค่าเปลี่ยนไปในช่วงที่คิดว่าเป็นไปได้ แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการใหม่

(2) สังเกตว่าการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรนั้น ทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนจากยอมรับเป็นปฏิเสธ หรือในทางกลับกันหรือไม่

(3) ถ้าการตัดสินใจไม่เปลี่ยน แสดงว่าการตัดสินใจโครงการไม่อ่อนไหวต่อค่าประเมินของตัวแปรนั้น ถ้าการตัดสินใจเปลี่ยน จำเป็นต้องอาศัยวิจารณญาณและข้อมูลประกอบ เพื่อพิจารณาว่าตัวแปรจะมีค่าอยู่ในช่วงใดมากที่สุด ถ้าการตัดสินใจเปลี่ยนในช่วงที่ค่าของตัวแปรมีความเป็นไปได้ต่ำจะพิจารณาว่าการตัดสินใจไม่อ่อนไหวต่อค่าตัวแปรที่กำลังพิจารณา ในทางกลับกัน ถ้าการตัดสินใจเปลี่ยนในช่วงที่ค่าของตัวแปรที่เปลี่ยนไปมีความเป็นไปได้สูง จะพิจารณาว่าการตัดสินใจโครงการนั้นอ่อนไหวต่อตัวแปรที่กำลังพิจารณา

ตัวอย่างที่ 6.5 การทดสอบความอ่อนไหวของมูลค่าซาก (Salvage Values) ค่าลงทุน (Investment) และราคาของสินค้า สำหรับโครงการที่มี Unbiased Estimates ดังต่อไปนี้

อายุโครงการ (n)	=	20	ปี
อัตราส่วนลด (n)	=	10	%
ค่าลงทุนปีที่ศูนย์	=	10,000	บาท
มูลค่าซาก	=	4,000	บาท
ผลผลิตของโครงการ	=	400	หน่วย ต่อปี
ราคาของผลผลิต	=	12	บาท ต่อหน่วย

ค่าลงทุนในการผลิต = 7 บาท ต่อหน่วย

วิธีทำ (1) วิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนตามปกติ

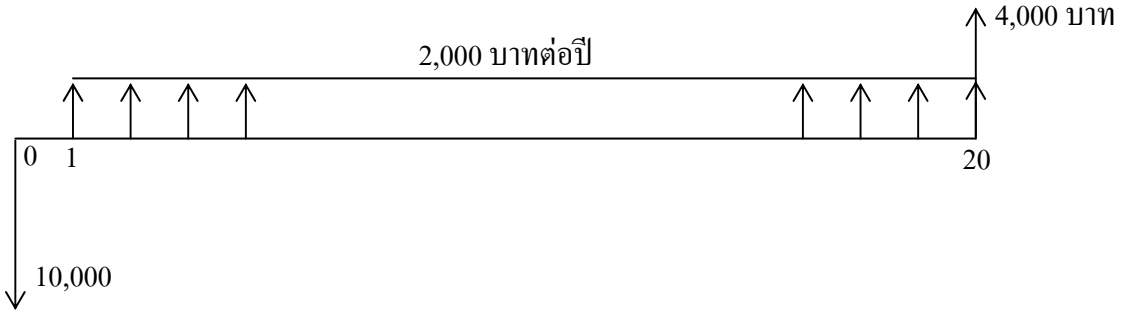
กำหนดว่า ค่าลงทุนคือ ค่าลงทุนในปีที่ศูนย์ = 10,000 บาท

ผลประโยชน์ = รายได้ – รายจ่ายในการผลิต + มูลค่าซาก

รายได้ประจำปี = (12 - 7) x 400 บาทต่อปี

= 2,000 บาทต่อปี

จากผลประโยชน์และค่าลงทุนดังกล่าว จะสามารถเขียน Cash Flow Diagram ได้ดังนี้



$$NPV = -10,000 + 2,000\left(\frac{P}{A}, 10\%, 20\right) + 4,00\left(\frac{P}{F}, 10\%, 20\right)$$

$$= -10,000 + 2,000(8.5136) + 4,000(0.01486)$$

$$= -10,000 + 17,027 + 595 = 7,622 \text{ บาท}$$

$\therefore$ โครงการนี้เป็นที่ยอมรับได้ และจะเห็นได้ว่าค่าลงทุนปีที่ศูนย์และรายรับประจำปี เป็นตัวแปรที่มีโอกาสอ่อนไหวได้มากกว่ามูลค่าซาก

(2) การทดสอบความอ่อนไหวของมูลค่าซาก

ถ้ามูลค่าซาก = 0

NPV = 7,622 – 595 = 7,027 > 0

แสดงว่าการตัดสินใจไม่เปลี่ยน ยังคงยอมรับโครงการเหมือนเดิม และก็ไม่จำเป็นต้องพิจารณากรณีที่มูลค่าซากเพิ่ม เพราะจะไม่ทำให้การตัดสินใจเปลี่ยน จึงสรุปได้ว่าการตัดสินใจโครงการไม่อ่อนไหวต่อมูลค่าซาก

(3) การทดสอบความอ่อนไหวของค่าลงทุนในปีที่ศูนย์

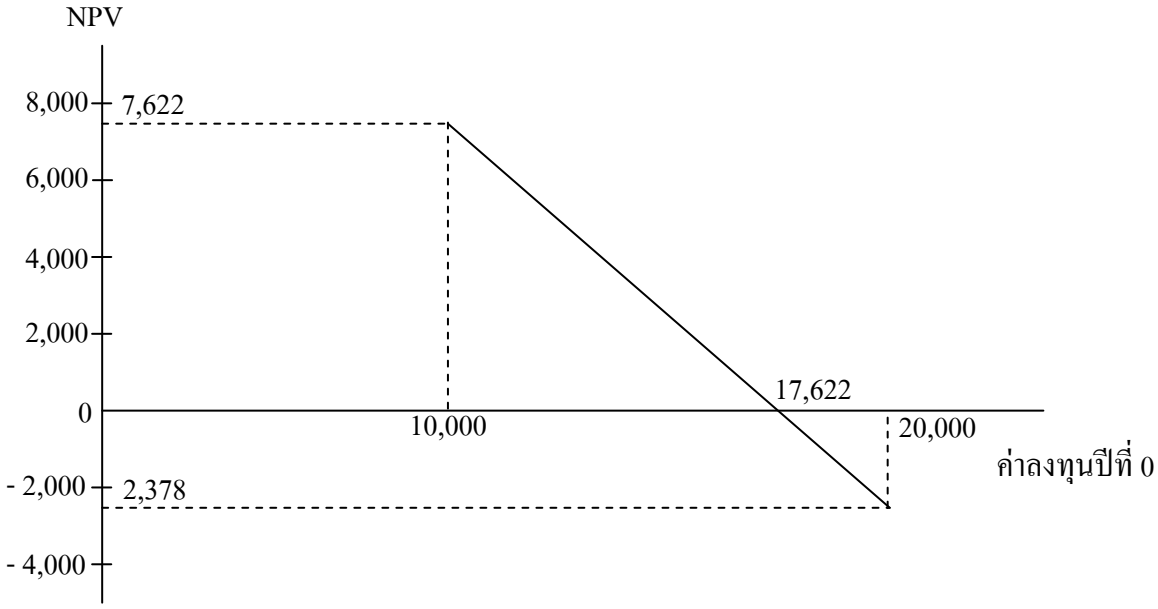
ปกติการประเมินค่าลงทุนตอนต้นของโครงการมักจะน้อยเกินไป ซึ่งบางครั้งอาจประเมินต่อไปถึง 100%

ดังนั้นจึงสมมติให้ค่าลงทุนในปีที่ศูนย์ เพิ่มขึ้น 100% หรือเพิ่มขึ้น 10,000 บาท ซึ่งจะมีผลทำให้

NPV = 7,622 – 10,000 = -2,378 บาท < 0

และต้องปฏิเสธโครงการ

จุดที่ทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนจะหาได้โดยการพล๊อตค่า NPV ในแกนตั้ง และค่าการลงทุนในปีที่ศูนย์ในแกนนอน แล้วจึงลากเส้นเชื่อมจุดเพื่อหาค่าการลงทุนที่พอดี ทำให้ NPV เท่ากับ 0 ดังแสดงในรูป



ถ้าค่าลงทุนในปีที่ศูนย์มากกว่า 17,622 บาท จะปฏิเสธโครงการแทนที่จะยอมรับเหมือนการวิเคราะห์ด้วย Best Estimates แต่ก่อนที่จะบอกว่าการตัดสินใจโครงการอ่อนไหวต่อค่าลงทุนในปีที่ศูนย์หรือไม่ จะต้องวิเคราะห์ต่อไปว่ามีโอกาสเท่าใดที่ค่าลงทุนในปีที่ศูนย์ที่ประเมินไว้จะต่ำไปถึง 76% ถ้ามีโอกาสมากกว่าแสดงว่าการตัดสินใจโคคงการอ่อนไหวต่อค่าลงทุนในปีที่ศูนย์ ซึ่งถ้าเป็นกรณีนี้โครงการจะถูกปฏิเสธ แต่ถ้าพิจารณาว่ามีโอกาสน้อยมากที่ค่าลงทุนในปีที่ศูนย์ที่ประเมินได้จะต่ำไปถึง 76% ก็แสดงว่าการตัดสินใจโครงการไม่อ่อนไหวต่อค่าลงทุนในปีที่ศูนย์

(4) การทดสอบความอ่อนไหวของรายรับประจำปี

ในกรณีนี้จะพิจารณาถึงราคาของผลผลิต ซึ่งปกติจะขึ้นๆ ลงๆ ไม่แน่นอน โดยจะพิจารณาเฉพาะกรณีที่ราคาต่ำกว่าที่ประเมินไว้เท่านั้น

สมมติให้ราคาผลผลิตต่ำกว่าที่ประเมินไว้ 40%

รายได้ประจำปี	= [12(0.6) – 7] x 400	บาทต่อปี
	= 80	บาทต่อปี
รายได้น้อยลง	= 2,000 – 80 = 1,920	บาทต่อปี
NPV	= 7,622 – 1,920 ($\frac{P}{A}$, 10%, 20)	
	= 7,622 – 1,920 (8.5136)	
	= -8,726 บาท < 0	

หาราคาผลผลิตต่อหน่วย ที่ทำให้ NPV เท่ากับศูนย์

สมมติให้ราคาผลผลิต	= X ต่อหน่วย
NPV = 0	= -10,000 + (X - 7)400(8.5136) + 595
X	= 9.76 บาทต่อหน่วย

ราคาผลผลิตลดลงจาก 12 บาทต่อหน่วย เป็น 9.76 บาทต่อหน่วย หรือเท่ากับราคาลดลง 19% ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้มาก แสดงว่าการตัดสินใจโครงการอ่อนไหวต่อราคาผลผลิต

ค่าของตัวแปรในการวิเคราะห์ Sensitivity ที่เปลี่ยนการตัดสินใจ เช่นในตัวอย่างที่แล้ว ค่าลงทุนปีที่ศูนย์เท่ากับ 17,622 บาท หรือราคาผลผลิต 9.76 บาทต่อหน่วย เรียกว่า Switching Value เมื่อเรารู้ Switching Value ก็จะสามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ว่ามีโอกาสมากน้อยเท่าใดที่ค่าจริงจะสูงหรือต่ำกว่าค่านี้

6.7.2 Expected Value

การวิเคราะห์ Sensitivity ในการประเมินโครงการได้พิจารณาถึงความน่าจะเป็นที่ค่าจริงของตัวแปรต่างๆ จากต่างจาก Best Estimates แต่ไม่ได้นำเอาค่าความน่าจะเป็นเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์โดยตรง เพียงแต่นำมาร่วมพิจารณาในการตัดสินใจว่าการตัดสินใจเลือกโครงการนั้นอ่อนไหวต่อค่าของตัวแปรนั้นๆ หรือไม่ ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการที่นำเอาค่าความน่าจะเป็นเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์โดยตรง โดยการเอาค่า Expected Values เข้ามาให้แทน Best Estimates ในการประเมินโครงการ

Expected Values หรือค่าที่คาดว่าจะเป็น คือค่าเฉลี่ยของเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งคิดตามโอกาสของความน่าจะเป็น (Probability) ค่า Expected Values จะสามารถหาได้จากสมการ

$$EV = \sum_{alli} P_i X_i \qquad \text{..... (6.3)}$$

เมื่อ EV = Expected Values

P_i = โอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

X_i = ค่าของเหตุการณ์

$$\sum_{\text{all i}} P_i = 1.0$$

เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น จะขออธิบายวิธีการใช้ Expected Values ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการด้วยตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6.6 ให้คำนวณหา Expected Values ของผลผลิตพืช กำหนดค่าผลผลิตของพืชขึ้นอยู่กับประมาณฝนที่ตกระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกและโอกาสความน่าจะเป็นของฝนมีลักษณะดังนี้

ฝนที่ตก ม.ม.	ผลผลิต (X_i) กก./เฮกแตร์	โอกาสความน่าจะเป็น ของฝน (P_i)%
400	1,400	15
300	1,000	50
200	500	35

วิธีทำ

$$EV = \sum_{i=1}^{3} P_i X_i$$

$$= 0.15 \times 1{,}400 + 0.5 \times 1{,}000 + 0.35 \times 500$$

$$= 885 \text{ กก./เฮกแตร์}$$

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและฝน และไม่รู้โอกาสที่น่าจะเป็นของฝนจำเป็นต้องใช้ Deterministic Approach ซึ่งในกรณีนี้ Best Estimate ของผลผลิตคือ 1,000 กก./เฮกแตร์ เพราะเป็นค่าที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม เป็นที่เชื่อว่าการใช้ค่า Expected Values 885 กก./เฮกแตร์ ในการวิเคราะห์น่าจะเป็นค่าที่ถูกต้องแน่นอนกว่าและมีหลักเกณฑ์ที่ดีกว่าการใช้ Best Estimate 1,000 เฮกแตร์

ตัวอย่างที่ 6.7 ในตัวอย่างนี้จะแสดงการคำนวณค่า Expected Values ของความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมซึ่งเกิดจากน้ำล้นตลิ่ง และใช้ในการวิเคราะห์โครงการป้องกันน้ำท่วม

ในการประเมินผลประโยชน์และค่าลงทุนของทางเลือกในการป้องกันน้ำท่วมเมือง 3 ทาง วิศวกรเมือง (City Engineer) มีข้อมูลดังต่อไปนี้คือ

(1) โอกาสความน่าจะเป็นของน้ำท่วมขนาดต่างๆ

คลื่นน้ำท่วม (ลบ.ฟุต/วินาที)	โอกาสความน่าจะเป็น (P_i)%
< 1,500	75
< 2,000	85
< 2,500	92
< 3,000	96
< 3,500	98
< 4,000	99

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ย 75 ปี ในรอบ 100 ปี ที่คลื่นน้ำท่วมจะมีค่าน้อยกว่า 1,500 ลบ.ฟุต/วินาที หรือพูดอีกนัยหนึ่งคือ โอกาสที่คลื่นน้ำท่วมจะน้อยกว่า 1,500 ลบ.ฟุต/วินาที ในแต่ละปีเท่ากับ 75%

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับทางเลือกในการป้องกันน้ำท่วมและความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วม มีดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ไม่ต้องทำอะไรเลย (Do Nothing) ถ้าคลื่นน้ำท่วม (Flood Peak) มีขนาดเล็กกว่า 1,500 ลบ.ฟุต/วินาที จะไม่มีการสูญเสียใดๆ

ทางเลือกที่ 2 สร้างคันกั้นน้ำขนาดเล็ก ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนเท่ากับ 1,000,000 บาท และค่าบำรุงรักษาประจำปีเท่ากับ 100,000 บาทต่อปี จะช่วยป้องกันน้ำท่วมได้ ถ้าคลื่นน้ำท่วมมีขนาดเล็กกว่า 2,500 ลบ.ฟุต/วินาที

ทางเลือกที่ 3 สร้างคันกั้นน้ำขนาดใหญ่ ค่าลงทุนเท่ากับ 1,875,000 บาท และค่าบำรุงรักษา 187,500 บาทต่อปี จะช่วยป้องกันน้ำท่วมได้ ถ้าคลื่นน้ำท่วมมีขนาดเล็กกว่า 3,000 ลบ.ฟุต/วินาที

ค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วม จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่งหรือคันกั้นน้ำ ซึ่งมีแนวทางในการประเมินดังนี้

ปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่งหรือคันกั้นน้ำ ลบ.ฟุต/วินาที	ความเสียหาย (X_i) (บาท/ปี)
< 500	1,250,000
500 – 1,000	2,000,000
> 1,000	2,500,000

กำหนดว่าโครงการมีอายุ 50 ปี ไม่คิดมูลค่าซาก และค่าการสูญเสียโอกาสของทุน เท่ากับ 12% ถามว่าท่านจะแนะนำว่าทางเลือกไหน

วิธีทำ

(1) หาค่า Expected Values ของความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมของทางเลือกต่างๆ

1. ทางเลือกที่ 1 : ไม่ต้องทำอะไรเลย

คลื่นน้ำท่วม ลบ.ฟุต/วินาที	ปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่ง (ลบ.ฟุต/วินาที)	โอกาส (P_i)	ความเสียหาย (X_i, บาท/ปี)	P_i, X_i
< 1,500	0	0.75	0	0
≥ 1,500 - < 2,000	< 500	0.10	1,250,000	125,000
≥ 2,000 - < 2,500	500 – 1,000	0.07	2,000,000	140,000
≥ 2,500	> 1,000	0.08	2,500,000	200,000
Expected Value				465,000

2. ทางเลือกที่ 2 : สร้างคันกั้นน้ำขนาดเล็ก ลงทุน 1,000,000 บาท

คลื่นน้ำท่วม ลบ.ฟุต/วินาที	ปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่ง (ลบ.ฟุต/วินาที)	โอกาส (P_i)	ความเสียหาย (X_i, บาท/ปี)	P_i, X_i
< 2,500	0	0.92	0	0
≥ 2,500 - < 3,000	< 500	0.04	1,250,000	50,000
≥ 3,000 - < 3,500	500 – 1,000	0.02	2,000,000	40,000
≥ 3,500	> 1,000	0.02	2,500,000	50,000
Expected Value				104,000

3. ทางเลือกที่ 3 : สร้างคันกั้นน้ำขนาดใหญ่ ลงทุน 1,875,500 บาท

คลื่นน้ำท่วม ลบ.ฟุต/วินาที	ปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่ง (ลบ.ฟุต/วินาที)	โอกาส (P_i)	ความเสียหาย (X_i, บาท/ปี)	P_i X_i
< 3,000	0	0.96	0	0
≥ 3,000 - < 3,500	< 500	0.02	1,250,000	25,000
≥ 3,500 - < 4,000	500 – 1,000	0.01	2,000,000	20,000
≥ 4,000	> 1,000	0.01	2,500,000	25,000
Expected Value				70,000

ในกรณีนี้จะใช้วิธีการคำนวณหา EUACF (Equivalent Uniform Annual Cash Flow) ของค่าลงทุนทั้งหมดของทางเลือกทั้ง 3 ทาง แล้วนำเอามาเปรียบเทียบกันว่าทางเลือกแบบไหนจะดีที่สุด เกณฑ์การตัดสินจะใช้หลักค่าลงทุนต่ำสุด (Cost Minimization)

ทางเลือก		EUACF (บาท/ปี)
1. ไม่ต้องทำอะไร		
Expected Value ของความเสียหาย		465,000
ค่าลงทุนก่อสร้าง		0
ค่าใช้จ่ายประจำปี		0
	รวม	465,000
2. สร้างคันกั้นน้ำขนาด 1,000,000 บาท		
Expected Value ของความเสียหาย		104,000
ค่าลงทุนก่อสร้าง		
1,000,000 ($\frac{A}{P}$, 12%, 50) = 1,000,000(0.1204)		120,400
ค่าใช้จ่ายประจำปี		100,000
	รวม	324,400
3. สร้างคันกั้นน้ำขนาด 1,875,000 บาท		
Expected Value ของความเสียหาย		70,000
ค่าลงทุนก่อสร้าง		
1,875,000 ($\frac{A}{P}$, 12%, 50) = 1,875,000(0.1204)		225,750
ค่าใช้จ่ายประจำปี		187,500
	รวม	483,250

ทางเลือกที่ 2 สร้างคันกั้นน้ำขนาด 1,000,000 บาท จะต้องเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จึงถือว่าเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ข้อเสียของการใช้ Expected Value

Expected Value ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว หรือเหตุการณ์ซึ่งผลได้ผลเสียมีมูลค่ามหาศาล

ยกตัวอย่าง การปั่นเหรียญมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ 2 อย่าง คือ ออกหัว หรือ ออกก้อย

โอกาสออกหัว = 0.5

โอกาสออกก้อย = 0.5

สมมติให้ การแทงเหรียญมีกติกาดังนี้

1. ถ้าแทงถูกจะได้เงินแทงคืน และได้เพิ่มอีก 1.2 เท่าของเงินแทง
2. ถ้าแทงผิดจะถูกริบเงินแทง
3. การแทงแต่ละครั้งต้องไม่ต่ำกว่า 10,000,000 บาท และให้แทงได้คนละครั้งเท่านั้น ไม่มีการแก้ตัว

ถ้าแทง 10,000,000 บาท Expected Value ของผลประโยชน์ที่จะได้รับจะคำนวณได้ดังนี้

เหตุการณ์	โอกาส (P_i)	ผลประโยชน์ (X_i) (บาท)	P_i X_I (บาท)
ถูก	0.5	22,000,000	11,000,000
ผิด	0.5	0	0
Expected Value			11,000,000

$\frac{B}{C}$ ของการแทงเหรียญ $= \frac{11,000,000}{10,000,000} = 1.1$

ตามหลักทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมบอกว่า ***น่าลงทุน***

สมมติว่า ท่านมีเงินทั้งเนื้อทั้งตัว 10,000,000 บาท ท่านกล้าลงทุนในการแทงเหรียญครั้งนี้หรือไม่ ตอบได้ทันทีว่าไม่กล้าเพราะเดิมพันในการลงทุนสูงมาก และมีโอกาสเพียงครั้งเดียว การตัดสินใจท่านจะไม่มองที่ $\frac{B}{C} = 1.1$ แต่จะมองที่เหตุการณ์คือ หมดตัวหรือมีเงิน 22 ล้านบาท เพราะฉะนั้นจะใช้ค่า Expected Value ในการวิเคราะห์ไม่ได้ แต่ถ้ายกเลิกกติกาข้อ (3) ซึ่งหมายความว่าจะแทงครั้งละเท่าใดก็ได้ และแทงกี่ครั้งก็ได้ ทุกคนยินดีจะแทงเพราะ $\frac{B}{C} = 1.1$

ในการวิเคราะห์โครงการก็เหมือนกัน ถ้าการลงทุนเกี่ยวข้องกับผลประโยชน์หรือการสูญเสียมหาศาลในเหตุการณ์ครั้งเดียวจะใช้ค่า Expected Value ไม่ได้ นักลงทุนจะพยายามที่จะหลีกเลี่ยงโอกาสที่จะหมดตัว (Risk Aversion) ถึงแม้ว่าจะทำให้มีรายได้น้อยลงก็ตาม เช่น การปลูกพืชในฤดูแล้งในเขตที่การชลประทานยังไม่สมบูรณ์ เกษตรกรที่ยากจนส่วนใหญ่มักจะไม่ต้องการปลูก เพราะถ้าปลูกไม่สำเร็จก็จะหมดตัวทำให้ไม่มีเงินพอที่จะทำการเพาะปลูกตามปกติในปีต่อไปได้ ถึงแม้ว่าโอกาสที่จะปลูกสำเร็จมี 70% และโอกาสที่จะล้มเหลวมีเพียง 30% และถ้าปลูกได้สำเร็จจะมีเงินเป็น 2 เท่าของที่มีอยู่ก็ตามที

6.8 เอกสารอ้างอิง

1. Grant, E., Ireson, W.G. and R.S. Leavenworth, 1976, Principles of Engineering Economy, Seven Edition, John Wiley and Sons.
2. Shanner, W.W., 1979, Project Planning for Developing Economies, Praeger, USA.

บทที่ 7
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน
(Economic and Financial Analysis)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินมีวัตถุประสงค์เพื่อหาว่า โครงการมีความเหมาะสม (Soundness) มากน้อยแค่ไหน การวิเคราะห์ความเหมาะสมจะช่วยในการตัดสินใจว่าควรดำเนินโครงการหรือไม่ หรือควรได้รับการสนับสนุนทางด้านการเงินกับโครงการหรือไม่ การวิเคราะห์ความเหมาะสมจะอาศัยผลการศึกษาทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ การเงิน และการจัดการ เพื่อสรุปว่าโครงการนั้นไปรอด (Viable) หรือเปล่า ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่จะให้ความช่วยเหลือทางการเงินกับโครงการสามารถประเมิน (Appraisal) ได้ด้วยตัวเองว่า ข้อสรุปของโครงการนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของความจริงมากน้อยเท่าใด และสมมติฐานที่ใช้มีเหตุผลเพียงพอหรือไม่

การวิเคราะห์ความเหมาะสมขึ้นอยู่กับมาตรฐาน (Standard) และเกณฑ์ (Criteria) ที่ตั้งขึ้นเพื่อประเมินความสมควร (Justifiability) และความมีผลกำไร (Profitability) ของโครงการ ควรมีการระบุองค์ประกอบทุกอย่างที่มีผลอย่างสำคัญต่อความเหมาะสมของโครงการ และนำมาใช้ในการวิเคราะห์อย่างเต็มที่

7.1 ข้อแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความมีผลกำไร (Profitability) ของโครงการ โดยการพิจารณาจากผลประโยชน์และค่าลงทุน แล้วนำมากำหนดลำดับความสำคัญของโครงการที่ควรนำมาดำเนินการ ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านการเงินเกี่ยวกับความอยู่รอด (Viability) ของโครงการภายใต้สภาวะหนี้สิน (Debt) ที่กู้มาลงทุน เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าจะหาเงินมาดำเนินโครงการได้ตามแผนที่วางไว้ และโครงการจะมีรายได้ (Revenues) พอที่จะจ่ายคืนค่าลงทุนหรือไม่

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พิจารณาผลประโยชน์และค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการ โดยพิจารณาว่าผลประโยชน์คือตัววัดผลตอบแทนของการลงทุน ส่วนที่ว่าจะนำผลประโยชน์ที่ได้มาจ่ายคืนค่าลงทุนหรือไม่ เป็นเรื่องของนโยบายของรัฐบาล ส่วนการวิเคราะห์ทางการเงินจะพิจารณาเฉพาะรายได้จากการดำเนินงานและการกำหนดแผนการชำระหนี้ (Repayment Plan) โดยจะไม่พิจารณาผลประโยชน์ที่นับไม่ได้ (Intangible) และผลประโยชน์รอง (Secondary)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้ค่าการสูญเสียโอกาสของทุนซึ่งคิดจากอัตราดอกเบี้ยของพันธบัตรระยะยาว เป็นอัตราส่วนลดในการแปลงมูลค่าเงินตามเวลา และใช้อายุเศรษฐศาสตร์ของโครงการในการวิเคราะห์ ซึ่งจะสิ้นสุดเมื่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการเกิน

ผลประโยชน์ที่จะได้ ส่วนการวิเคราะห์ทางการเงินจะใช้อัตราดอกเบี้ยและระยะเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาเงินกู้

ถ้ากลไกของตลาดทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ จะใช้ราคาตลาดทั้งในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน แต่ถ้าตลาดไม่อยู่ในสภาพปกติจะใช้ราคาเงา (Shadow Price) ซึ่งสะท้อนมูลค่าจริงของสินค้าและบริการต่อสังคมในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในประเทศที่กำลังพัฒนา ส่วนใหญ่หน่วยงานทางด้านเทคนิคจะรับผิดชอบในการวางแผนก่อสร้าง และการจัดการโครงการแหล่งน้ำ แต่หน้าที่การหาทุนมาดำเนินโครงการ การชำระหนี้ (Repaying Loans) การเก็บรายได้จากผู้ได้ผลประโยชน์เป็นหน้าที่ของหน่วยงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับงบประมาณ และกรมสรรพากร การประสานงานกันระหว่างหน่วยงานทางด้านเทคนิคและงบประมาณจะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรบรรลุตามที่ต้องการ

เมื่อเริ่มโครงการควรมีการกำหนดระบบข้อมูลและบัญชี เพื่อช่วยในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลค่าลงทุนและรายรับ และควรใช้เกณฑ์อันเดียวกันในการคิดค่าการลงทุน ผลประโยชน์ รายจ่าย และรายรับ ทั้งในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

ปัจจุบันได้มีการเน้นการวางแผนเอนกประสงค์ โดยรวมคุณค่าทางสังคม (Social Values) และเรื่องทางสภาพแวดล้อมเข้ามา ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อนต่อการประเมินผลประโยชน์ แต่จะช่วยทำให้เกิดความเข้าใจว่าอะไรคือความต้องการของสาธารณชน แล้วยังเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาความต้องการของสาธารณชนอย่างเท่าเทียมกันอีกด้วย

7.2 การวัดค่าลงทุนและผลประโยชน์ (Measurement of Costs and Benefits)

รายการค่าลงทุนและผลประโยชน์ของโครงการซึ่งเกิดจากการดำเนินโครงการ จะก่อให้เกิดผลต่อเศรษฐกิจ จึงต้องมีการประเมินผลกระทบนี้ในการวางแผนแหล่งน้ำ ตามเกณฑ์ในการประเมินโครงการทางเศรษฐศาสตร์ที่เรียกว่า Economic Efficiency จะต้องมีการเปรียบเทียบผลประโยชน์และค่าลงทุน การหาค่าลงทุนจะสามารถทำได้ค่อนข้างแม่นยำจากปริมาณงาน (Physical Quantities) และราคาต่อหน่วย (Unit Prices) แต่การหาผลประโยชน์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ไม่สามารถคาดคะเนได้และไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งการระบุและประเมินผลประโยชน์ของโครงการทำได้ยุ่งยากกว่า

7.2.1 การวัดค่าลงทุน (Measurement of Costs)

ค่าลงทุนโครงการ หมายถึง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องการเพื่อให้การดำเนินโครงการบรรลุวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ตามที่ตั้งไว้ ค่าลงทุนจะหาได้จากขนาด (Size) ขอบเขต (Scope) และหน้าที่ของโครงการ โดยใช้ข้อมูลค่าลงทุนพื้นฐานที่เชื่อถือได้ที่มีอยู่

ค่าลงทุนในงานพัฒนาที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าการพัฒนาไร่นา ควรจะนำมาพิจารณาในการประเมินโครงการทางเศรษฐศาสตร์ การจะนำค่าใช้จ่ายในการสร้างถนน โรงเรียน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ มาคิดรวมหรือไม่ ขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐบาล

ต้องบันทึกข้อมูลค่าลงทุนไว้เป็นรายการ เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมการบริหารงานและการวางแผน การระบุรายละเอียดราคาค่าลงทุนต้องเป็นไปตามความต้องการในการจัดสรรค่าลงทุนและการประเมินค่าลงทุนในอนาคต

ค่าลงทุนโครงการประกอบด้วยค่าลงทุน (Capital Investment Costs) และค่าใช้จ่ายประจำปี (Annual Costs) ดังนี้

ก. ค่าลงทุนสำหรับการสำรวจ วางแผน และก่อสร้าง ประกอบด้วย

(1) ค่าลงทุนสำหรับการสำรวจและศึกษาเบื้องต้น

(2) ค่าลงทุนสำหรับการวางแผน ออกแบบ ตรวจสอบ และให้คำปรึกษา (Supervision)

(3) ค่าก่อสร้าง

(4) ค่าที่ดินและกรรมสิทธิ์ที่ดิน

(5) ค่าการตั้งถิ่นฐานใหม่ (Resettlement) ค่าย้ายถิ่นที่อยู่ (Relocation) และอาคารป้องกันต่างๆ (Protective Facilities)

(6) ค่าพัฒนาและค่าบริการ

(7) ค่าปรับปรุงสภาพแวดล้อม

(8) ค่าธรรมเนียมทางกฎหมาย

(9) ค่าอบรมบุคลากร

ค่าลงทุน ส่วนใหญ่จะสามารถวัดออกเป็นตัวเงินที่จ่ายสำหรับรายการต่างๆ ที่กล่าวถึงได้ ซึ่งรวมทั้งค่าสัญญาในการทำงานหรือค่าบริการ และค่าสิทธิในการซื้อวัสดุอุปกรณ์และที่ดิน ปกติรัฐบาลหรือหน่วยงานที่ออกเงินค่าลงทุนจะเป็นผู้จ่ายค่าการสำรวจเบื้องต้น และการสำรวจรายละเอียด

ค่าวางแผน ตรวจสอบ และให้คำปรึกษา ได้แก่ ค่าบริหารงานวิศวกรรม ค่าให้คำปรึกษาและคุมงานก่อสร้าง สำรวจ ตรวจสอบ ค่า Lab. และวิศวกรรมความปลอดภัย ค่าออกแบบและค่าเตรียมงานออกแบบ ค่าแบบก่อสร้าง ค่า Specification และค่าใช้จ่ายในการปรับแก้แบบในสนาม

ค่าก่อสร้าง ได้แก่ ค่าวางแผนและสำรวจ หลังจากการอนุมัติโครงการ ค่าก่อสร้างงานโครงการ ค่าอาคารประกอบต่างๆ และค่าบริการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน ค่าองค์ประกอบเผื่อเหลือเผื่อขาด (Contingency Factor) ซึ่งจะเผื่อไว้สำหรับรายการที่ยังไม่ได้รวมคิด ความยุ่งยากในงานก่อสร้างที่มองไม่เห็น การเปลี่ยนแปลงแผนงานและความไม่แน่นอนอื่นๆ ปกติจะเผื่อองค์ประกอบเผื่อ

เหลือเผื่อขาดไว้ประมาณ 10-15% ของค่าก่อสร้างประเมิน ถ้าข้อมูลไม่ค่อยแน่นอนจะต้องใช้เปอร์เซ็นต์สูงกว่านี้

ดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งเป็นค่าดอกเบี้ยสำหรับเงินค่าลงทุนในการก่อสร้างจะต้องถูกนำเอามาคิดรวมด้วย งานก่อสร้างที่ทำเสร็จไวจะช่วยลดดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้าง

ทันทีที่อนุมัติโครงการจะต้องรีบจัดหาที่ดินสำหรับสิ่งก่อสร้างโครงการ สถานบริการและบริเวณสำหรับพักผ่อนหย่อนใจ อาจต้องการสิทธิตามกฎหมายในการใช้พื้นที่ (Easement) ชั่วคราวในช่วงก่อสร้างโครงการหรือช่วงดำเนินโครงการ

การตั้งถิ่นที่อยู่ใหม่ จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง ควรให้ความช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากโครงการในการตั้งถิ่นฐานใหม่โดยให้ได้รับความกระทบกระเทือนต่อการดำรงชีพน้อยที่สุด และควรชดเชยสำหรับความสูญเสียต่างๆ ถ้าเป็นไปได้ควรให้โอกาสที่จะมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เพื่อเป็นกำลังใจในการย้าย

ค่าพัฒนา ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง การปฏิรูปที่ดิน ไร่นาสาธิต ค่าบริการส่งเสริม เงินช่วยผู้ตั้งถิ่นฐานใหม่ เครดิตสำหรับเกษตรกร ยุ้งฉาง และการขนส่ง

ค่าปรับปรุงสภาพแวดล้อม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม และ Landscaping เพื่อสร้างความสวยงามของโครงการแหล่งน้ำ

บุคลากรที่ได้รับการอบรมอย่างที่จะช่วยให้การปฏิบัติงานและการจัดการโครงการประสบผลสำเร็จ โครงการฝึกอบรมจะช่วยเพิ่มความชำนาญและความรู้ให้แก่เจ้าหน้าที่ของโครงการที่ได้รับการฝึกอบรม จะช่วยเร่ง ริเริ่ม และเร่งเร้าการทำงาน ซึ่งจะให้ผลคุ้มค่า

ข. ค่าใช้จ่ายประจำปีสำหรับการบำรุงรักษา การเปลี่ยน การปฏิบัติงานและการจัดการ คือ ค่าใช้จ่ายประจำปีสำหรับค่าเครื่องมือ วัสดุ สถานที่ทำงาน ขนส่ง ที่เก็บของ (Warehousing) บุคลากรบริหารงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ทำให้การทำงานของโครงการมีประสิทธิภาพ ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ขึ้นอยู่กับสภาพและราคาในอนาคต ข้อมูลเกี่ยวกับราคาจากโครงการที่ทำเสร็จแล้วจะมีประโยชน์สำหรับการประเมินค่าใช้จ่าย ค่าใช้จ่ายประจำปีประกอบไปด้วย

(1) ค่าจ้างและเงินเดือน
(2) ค่าสิ่งอำนวยความสะดวก ค่าอุปกรณ์ วัสดุ
(3) ค่าซ่อมแซม
(4) ค่าเปลี่ยนชิ้นส่วน (Replacement)

ค่าจ้างและเงินเดือน จะจ่ายเป็นค่าบุคลากรในการทำงานโครงการ

ค่าสิ่งอำนวยความสะดวก คือ ค่าขนส่ง ค่าอาคารสถานที่ และที่เก็บของ

ค่าเปลี่ยนชิ้นส่วน ซึ่งสึกหรอ และจำเป็นจะต้องเปลี่ยน จะประเมินและจ่ายจากทุนสำรอง (Reserve or Sinking Fund) ค่าซ่อมแซมฉุกเฉิน อาจเอาจากเงินทุนสำรองด้วยเหมือนกัน

ค่าเสื่อมราคา (Depreciation หรือ Amortization) คือ มูลค่าของทรัพย์สินที่ลดลงตามเวลา มูลค่าของเครื่องมือและอาคารที่สูญเสียไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากการสึกหรอ การเก่าล้าสมัย และความเสียหายเนื่องจากการใช้งานของคน ค่าเสื่อมราคาทั้งหมดจะเท่ากับราคาโครงการตอนเริ่มแรกลบด้วยมูลค่าซากเมื่อสิ้นสุดโครงการ

7.2.2 การวัดผลประโยชน์ (Measurement of Benefits)

ผลประโยชน์ คือ ผลผลิตเพิ่มเนื่องจากการใช้ประโยชน์ของโครงการ ซึ่งก็คือผลผลิตต่างระหว่างการมีโครงการและไม่มีโครงการ ไม่ใช่วัดจากการเปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังโครงการ ในกรณีนี้จะต้องศึกษา คาดคะเน และเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันและในอนาคต

ผลประโยชน์ของการพัฒนาแหล่งน้ำจะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ การวัดผลประโยชน์จะแปรผันไปตามสภาพทางเศรษฐกิจและนโยบายของประเทศ ผลประโยชน์บางอย่างประเมินออกมาได้ยาก แต่ผลประโยชน์ทุกอย่างเป็นสิ่งสำคัญและควรได้รับการพิจารณาในการเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุด ผลประโยชน์ของโครงการอาจรวมถึงความเป็นอยู่ทางสังคมที่ดีขึ้น การเพิ่มการจ้างงาน ความเจริญทางเศรษฐกิจและความมั่นคง การเพิ่มโอกาสตั้งถิ่นฐาน อนามัยที่ดีขึ้น การรวมตัวในชาติ (National Solidarity) และความสัมพันธ์ระหว่างประเทศที่ดีขึ้น

ในการประเมินผลประโยชน์ควรใช้วิธีการที่คงเส้นคงวา และการทำบัญชีรายการของผลประโยชน์ทั้งหมดซึ่งจะต้องประเมิน จะช่วยในการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการโดยไม่ตกหล่น

การวัดผลประโยชน์จะถูกจำแนกตามจุดมุ่งหมายของโครงการ ดังนี้

(1) **ผลประโยชน์จากการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม** จะวัดได้ดังนี้

1. วัดจากค่าลงทุนประเมนของทางเลือกที่ดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Most Economic Cost Alternative หรือ Least Cost Alternative)
2. วัดจากราคาค่าน้ำที่ผู้ใช้เต็มใจจ่าย ถ้าไม่มีทางเลือกอื่น (Willingness to Pay)

ผลกระทบทางบวกที่สำคัญ คือ อนามัยที่ดีขึ้น ลดอันตรายเนื่องจากไฟไหม้ และมีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น

(2) **ผลประโยชน์จากการควบคุมน้ำท่วม** เกิดจากการลดความสูญเสียต่อที่ดินและทรัพย์สิน และการเพิ่มราคาที่ดินหรือการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วมอาจคิดจากการลดการหยุดชะงัก หรือการเป็นอุปสรรคต่อการผลิตและการดำเนินธุรกิจได้เหมือนกัน ความ

ปลอดภัยของชีวิตมนุษย์จากน้ำท่วม ไม่สามารถจะประเมินค่าได้ จึงควรให้ความสำคัญต่อเรื่องนี้อย่างสูงในการประเมินผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม

รายงานการสำรวจความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมที่มีขนาดต่างๆ กันกับค่าความถี่ของน้ำท่วม จะช่วยในการประเมินค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมที่อาจเกิดในอนาคตได้ ผลต่างระหว่างความเสียหายที่อาจเกิด (Probable Damage) และค่าความเสียหายที่ลดลงเนื่องจากการป้องกันน้ำท่วม ก็คือผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม

(3) **ผลประโยชน์จากการชลประทาน** ส่วนใหญ่มากจากมูลค่าเพิ่มของสินค้า และบริการ (Net Gains in Value of Goods and Services) ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาโครงการ เช่น ผลผลิตเพิ่มเนื่องจากการใช้น้ำ

อย่างไรก็ตาม เพียงส่วนเพิ่มเนื่องจากน้ำเท่านั้นที่เป็นผลประโยชน์ของการชลประทาน ไม่รวมส่วนเพิ่มเนื่องจากองค์ประกอบอื่น

(4) **ผลประโยชน์ของการสัญจรทางน้ำ** วัดจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัดได้เนื่องจากมีการขนส่งที่ดีขึ้น และการจราจรทางน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากโครงการ ผลประโยชน์ของการสัญจรทางน้ำอาจวัดจากค่าลงทุนของทางเลือกที่ดีที่สุดได้เหมือนกัน การขนส่งทางแม่น้ำเหมาะสำหรับของหนัก เช่น ธัญพืช ซีเมนต์ ทราย หิน น้ำมันและไม้

ผลพลอยได้ (Fringe Benefits) ได้แก่ กิจกรรมทางอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมและการใช้ที่ดินที่เพิ่มขึ้น

(5) **ผลประโยชน์ของการผลิตกระแสไฟฟ้า** จะวัดจาก

1. ค่าลงทุนทางเลือกที่ประหยัดที่สุดในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อน
2. มูลค่าของพลังงานที่ผู้ใช้ยินดีจ่าย ถ้าไม่มีทางเลือกอื่น

ผลพลอยได้ คือ การใช้ไฟฟ้าพลังน้ำในช่วงที่ต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวัน ความสะดวกสบาย ประหยัดน้ำมันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ที่ให้ผลกำไรดีกว่า และบรรเทามลภาวะเป็นพิษเนื่องจากโรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันหรือถ่านหิน

(6) **ผลประโยชน์ของปลาและสัตว์ป่า** ส่วนใหญ่เกิดจากผลผลิตปลาเพื่อการค้าที่เพิ่มขึ้น และการตกปลาในเชิงกีฬาที่เพิ่มขึ้น ในแง่อาหาร ปลาเป็นอาหารที่มีคุณค่า จะให้วิตามิน แร่ธาตุ และสิ่งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปลาที่ได้จากการจับปลาในเชิงพาณิชจะเป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตยา อาหารสัตว์ การพัฒนาเทคโนโลยีทางการผลิตปลาจะให้ผลประโยชน์นับร้อยชนิดในอุตสาหกรรมประมง

คุณค่าทางอาหารของปลาที่จับได้ อาจพิจารณาจากมูลค่าตลาดทั้งหมด คุณค่าทางการพักผ่อนหย่อนใจของการตกปลาอาจจะประเมินจากตัวเงินที่นักกีฬาเต็มใจที่จะจ่าย

สัตว์ป่ามีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในฐานะเป็นแหล่งอาหาร เฟอร์นิเจอร์ และหนังสัตว์ การส่งเสริมพันธุ์สัตว์ป่าอาจเป็นวิธีที่ทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้ที่ดินมากกว่าการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม หรือป่าไม้

(7) **ผลประโยชน์ในทางพักผ่อนหย่อนใจ** เป็นเรื่องที่คำนวณได้ยาก แต่อาจวัดได้จากจำนวนนักท่องเที่ยวที่เต็มใจจ่ายเพื่อความสนุกสนาน ควรมีการสำรวจรวบรวมสถิติเพื่อนำมาประเมินผลประโยชน์ แต่วิธีการนี้ต้องอาศัยความชำนาญ แนวทางการปฏิบัติ และข้อมูลจากประเทศที่ก้าวหน้าทั้งหลาย

(8) **การจัดการลุ่มน้ำ** การอนุรักษ์ดินมุ่งที่การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และกำลังในการผลิตทางการเกษตร ส่วนการควบคุมการกัดเซาะมุ่งเพื่อรักษารูปร่าง สันฐานตามธรรมชาติของผิวดินจากการกัดเซาะของน้ำท่าที่เกิดจากพายุ การจัดการลุ่มน้ำทั้งสองวิธีจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเหมือนกัน

ในด้านการเพิ่มผลผลิตจากการอนุรักษ์ดิน ผลประโยชน์จะคิดจากส่วนเพิ่มสุทธิของการมีและการไม่มีวัตถุประสงค์นั้นในโครงการ ในด้านการควบคุมการกัดเซาะ ผลประโยชน์จะวัดจากค่าใช้จ่ายประจำปีในการป้องกันที่ดินตามราคาตลาด ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลของการลดการตกตะกอนทางด้านท้ายน้ำจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำ และประหยัดค่าขุดลอกทางน้ำ

7.3 การประเมินราคาค่าลงทุน (Cost Estimates)

การประเมินราคาค่าลงทุนเป็นสิ่งจำเป็นในการวางแผนและประเมินโครงการ ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ของการประเมินหาราคาค่าลงทุนขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่และระยะของการวางแผน ราคาค่าลงทุนโครงการแบ่งออกเป็น 2 จำพวก คือ ค่าก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายประจำปี (Annual Costs)

7.3.1 ค่าก่อสร้าง (Construction Costs)

การประเมินราคาค่าลงทุนในการวางแผนจะมีความละเอียดถูกต้องแตกต่างกันตามระยะของการวางแผน (Stages of Planning) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ Reconnaissance Estimates, Feasibility Estimates และ Definite Plan Estimates

การประเมินราคาค่าก่อสร้างควรคิดจากปริมาณงานและราคาของงานทุกรายการ และค่าประเมินควรแสดงราคาค่าก่อสร้างของอาคารแต่ละอันด้วย

ราคาต่อหน่วยพื้นฐาน (Basic Unit Costs) เช่น ค่าจ้างการก่ออิฐ และราคาซีเมนต์ จะหาได้จากตลาด ส่วนราคาต่อหน่วยผสม (Composite Unit Costs) เช่น ค่าคอนกรีตต่อตารางเมตร จะคำนวณได้จากปริมาณงาน การใช้เครื่องจักรเครื่องมือ แรงงาน และวัสดุที่ใช้

Reconnaissance Estimates คือค่าโดยประมาณอันแรกที่สุดสำหรับการประเมินเบื้องต้น (Preliminary Evaluation) ในศักยภาพของโครงการ เพื่อหาว่าควรมีการศึกษาต่อไปอีกหรือไม่ การประเมินราคาค่าลงทุนจะหาจาก Chart กราฟ หรือวิธีการที่รวบรัด (Short-cut) โดยมีการวางโครงร่างและออกแบบน้อยที่สุด

Feasibility Estimates จะมีรายละเอียดและมีความถูกต้องแน่นอนกว่า โดยการหาจากปริมาณงานและราคางาน การประเมินในระดับนี้จะใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินเพื่อการตัดสินโครงการ

Definite Plan Estimates จะมีรายละเอียดมากกว่าการออกแบบ Feasibility ราคาประเมินสำหรับการยื่นประมูลงานก่อสร้างจะถูกเก็บเป็นความลับ

สำหรับโครงการขนาดใหญ่ อาจจำเป็นต้องประเมินราคาตามวิธีการที่ผู้รับเหมาใช้ในการยื่นประมูลงานก่อสร้าง นักประเมินราคาต้องมองเห็นแผนที่จะถูกนำเอาไปดำเนินการและคำนวณค่าเครื่องจักรเครื่องมือ วัสดุ แรงงาน การปรึกษา การจัดการ และส่วนเผื่อเหลือเผื่อขาดที่ต้องการ

7.3.2 ค่าใช้จ่ายประจำปี (Annual Costs)

การประเมินค่าใช้จ่ายประจำปีต้องรวมค่าบำรุงรักษา ค่าเปลี่ยนแปลง ค่าปฏิบัติงานและค่าจัดการ การประเมินจะขึ้นอยู่กับแผนการทำงาน (Work Program) ที่ตั้งไว้ อัตราค่าจ้างแรงงานที่ประเมิน ราคา และชิ้นส่วนสำคัญที่ต้องเปลี่ยน

วิธีการที่ดีที่สุดในการประเมินค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานประจำปี คือ การกำหนดแผนการปฏิบัติงานโครงการ แล้วประเมินจำนวนผู้ชำนาญการและความสามารถที่ต้องการในการปฏิบัติงาน ในการนี้จะต้องเพิ่มอุปกรณ์และวัสดุที่ต้องการและที่ทำงาน และการติดต่อสื่อสารที่จำเป็น การบำรุงรักษาปกติส่วนใหญ่จะทำโดยเจ้าหน้าที่ที่กำหนดให้ทำหน้าที่ปฏิบัติงานโครงการ อย่างไรก็ตามบางครั้งอาจต้องการบำรุงรักษาพิเศษซึ่งควรคิดเผื่อไว้ ค่าการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอหรือล้าสมัยถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นด้วยเหมือนกัน ซึ่งควรใช้เงินจากกองทุนเฉพาะที่สะสมเงินไว้ในแต่ละปีเพื่อเป็นทุนในการเปลี่ยน

7.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility Analysis)

โครงการจะมีความเป็นไปได้ ก็ต่อเมื่อเป็นโครงการที่ให้ผลกำไรคุ้มค่าลงทุน หรือพูดง่ายๆ ว่าผลประโยชน์ที่เกิดจากโครงการมากกว่าค่าลงทุนของโครงการ

ความถูกต้องทางด้านเทคนิค (Technical Soundness) จะเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และจะพิจารณาว่าโครงการมีความถูกต้องทางด้านเทคนิคถ้า

1. ในการวิเคราะห์ได้มีการพิจารณาเทคนิคทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2. วิธีการก่อสร้างที่วางแผนไว้เป็นไปตามมาตรฐานและแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมซึ่งเป็นที่ยอมรับ
3. ราคาประเมินของโครงการไม่สูงกว่าทางเลือกที่ให้ผลเช่นเดียวกับที่มีอยู่

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำเป็นโครงการที่ต้องใช้ค่าลงทุนมหาศาล จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการเพื่อการตัดสินใจ ผลประโยชน์ที่วัดได้ยากทั้งหลายจะต้องถูกแปลออกเป็นค่าเชิงปริมาณ จึงต้องอาศัยวิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาข้อมูลจากโครงการที่เสร็จแล้วในการระบุรายการผลประโยชน์ที่วัดได้ยากในเชิงปริมาณ หลังจากนั้นจึงตีราคามูลค่าของผลประโยชน์ออกเป็นตัวเงินตามความเหมาะสมสำหรับการประเมินโครงการทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการแหล่งน้ำมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเลือกฟังก์ชันของโครงการ และหาขนาดของการพัฒนาที่เหมาะสมของแต่ละฟังก์ชัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพของทางเลือก และกำหนดลำดับความสำคัญ
3. เพื่อให้ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับการจัดสรรเงินค่าลงทุน และการแบ่งค่าลงทุนระหว่างผู้ได้รับผลประโยชน์
4. เพื่อเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจว่าควรดำเนินโครงการต่อไปหรือไม่

การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการมีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ เพื่อให้รัฐบาลพิจารณาว่าควรรวมโครงการเข้าในแผนพัฒนาประเทศหรือไม่ และเพื่อให้สถาบันการเงินพิจารณาว่าควรให้การสนับสนุนโครงการหรือไม่

7.4.1 ขั้นตอนในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ มีดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความจำเป็น (ความต้องการ) ในปัจจุบันและในอนาคต สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำ
2. ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่มี และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและสังคม
3. ประเมินราคาค่าลงทุนตามเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป
4. ปรับมูลค่าเงินให้สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ โดยใช้อัตราส่วนลดเท่ากับ Minimum Attractive Rate of Return สำหรับการลงทุนระยะยาว
5. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายประจำปีของแต่ละทางเลือกกับผลประโยชน์ประจำปี

6. แนะนำทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งพิจารณาจากองค์ประกอบทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และใช้วิจารณญาณอื่นๆ ประกอบ

7.4.2 เกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency Criteria)

โดยทั่วไปเกณฑ์ในการประเมินโครงการแหล่งน้ำ คือ เลือกโครงการที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด (Minimum Economic Efficiency) ซึ่งวิธีการประเมินที่ใช้กันได้แก่

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
2. อัตราผลตอบแทนการลงทุน
3. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน
4. ราคาค่าลงทุนต่ำสุด (Minimum Cost)

รายละเอียดในการประเมินต่างๆ ได้กล่าวไว้อย่างละเอียดในบทที่ 6

7.5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงิน (Financial Viability Analysis)

การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า รายได้ (Revenue Income) จากการดำเนินโครงการจะพอจ่ายค่าลงทุนในการทำโครงการหรือไม่ การวิเคราะห์ทางการเงินจะเป็นพื้นฐานในการจัดสรรค่าลงทุน (Cost Allocation) โครงการระหว่างผู้ที่ได้รับผลประโยชน์ เพื่อหาว่าผู้ได้รับผลประโยชน์แต่ละกลุ่มจะต้องจ่ายค่าใช้ Facilities ของโครงการเท่าใด และเพื่อการกำหนดแผนการใช้คืนหนี้

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ทางการเงินจะต้องพิจารณาถึงแหล่งเงินทุน ระยะเวลาการกู้ยืม และรายได้ของโครงการด้วย และการตัดสินใจขั้นสุดท้ายจะขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบระหว่างกระแสรายได้ (Stream of Revenue) และกระแสรายจ่ายของโครงการ

7.5.1 นโยบายการชำระหนี้ (Repayment Policies)

นโยบายและหลักการชำระหนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ และแต่ละท้องที่ ถ้าเป็นโครงการที่รัฐบาลลงทุนเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ จะไม่ต้องมีการเรียกเก็บเงินจากผู้ได้รับผลประโยชน์เพื่อนำมาจ่ายคืนค่าลงทุน เช่น สะพานที่ไม่มีการเก็บค่าธรรมเนียมผ่านทาง และทางผันน้ำท่วม

การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาคือขีดความสามารถในการจ่ายเงินของผู้ได้รับผลประโยชน์ และแนวทางในการให้เงินช่วยเหลือของรัฐบาล (Government Subsidy)

ค่าลงทุนโครงการอาจได้มาจาก Loan of Public Fund ซึ่งจะต้องมีการชำระหนี้ทั้งหมดตามแผนที่วางไว้ เช่น โครงการเขื่อนเอนกประสงค์ ซึ่งจะต้องมีการจัดสรรค่าลงทุนระหว่างผู้ใช้ประโยชน์จากโครงการ การชำระหนี้จะทำได้อย่างคล่องตัว ถ้าผู้ได้รับผลประโยชน์สามารถจ่ายและเต็มใจที่จะจ่ายค่าลงทุนโครงการ แต่จะยากลำบากมากถ้าผู้ได้รับผลประโยชน์ไม่สามารถจ่ายได้ตามกำหนด

บ่อยครั้งที่ค่าลงทุนโครงการได้มาจากเงินกู้จากเอกชนหรือสถาบันการเงิน ซึ่งมีเกณฑ์ในการชำระหนี้ที่เข้มงวด ซึ่งจะต้องพิจารณาในการวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน เพื่อดูว่าโครงการมีขีดความสามารถในการหารายได้เพียงพอต่อการชำระหนี้หรือไม่

7.5.2 รายได้และค่าลงทุนที่จะต้องเรียกเก็บจากผู้ใช้ประโยชน์ (Revenue and Reimbursable Costs)

รายได้ที่จะนำมาชำระหนี้มาจากการขายผลผลิตและบริการ หรือจาการเก็บภาษีกับผู้ที่ได้รับผลประโยชน์ การจัดสรรค่าลงทุน (Cost Allocation) จะบอกว่าค่าลงทุนก่อสร้างและค่าใช้จ่ายประจำปีของแต่ละจุดมุ่งหมายของโครงการเป็นเท่าใด นโยบายของรัฐบาลจะเป็นตัวกำหนดว่าจะต้องเก็บเงินสำหรับวัตถุประสงค์ใดของโครงการบ้าง และควรให้เงินช่วย (Subsidize) กับวัตถุประสงค์ใด

ตามปกติจะนำรายได้ไปจ่ายเป็นค่าใช้จ่ายประจำปีก่อน ส่วนที่เหลือจึงนำไปจ่ายคืนค่าก่อสร้างภายในระยะเวลาที่กำหนด

สำหรับการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค จะมีรายได้จากการขายน้ำ จึงควรคิดราคาค่าน้ำให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะให้มีรายได้เพียงพอสำหรับเลี้ยงตัวเอง เพื่อให้ผู้ใช้น้ำเต็มใจจ่าย สำหรับการชลประทาน รายได้จะมาจากรายได้ของการขายผลผลิตสุทธิที่เพิ่มขึ้น การเรียกเก็บเงินจากเกษตรกรจึงต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการจ่ายของเกษตรกรผู้ใช้น้ำด้วย สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้เงินคืนทั้งหมด และบางครั้งอาจต้องจ่ายบางส่วนสำหรับวัตถุประสงค์อื่นของโครงการด้วย ราคากระแสไฟฟ้าจะต้องกำหนดให้ต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ สำหรับการป้องกันน้ำท่วม รายได้จะมาจากค่าธรรมเนียมในการป้องกันน้ำท่วมที่เก็บจากคนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโครงการ

ควรเรียกเก็บเงินจากผู้ใช้โครงการสำหรับการสัญจรทางน้ำ พักผ่อนหย่อนใจ ควบคุมมลภาวะพิษ ถึงแม้ว่าในอดีตจะยังไม่เคยทำได้สำเร็จ รายได้จากการปรับปรุงการสัญจรทางน้ำจะมาจากค่าธรรมเนียมการขนส่งและค่าผ่านทาง รายได้จากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจจะอยู่ในรูปของค่าผ่านประตู รายได้อื่นๆ อาจมาจากการมีที่ดินที่เพิ่มขึ้น

7.5.3 ตารางการชำระหนี้ (Repayment Schedule)

ขีดความสามารถของโครงการในการจ่ายค่าปฏิบัติงานประจำปีและการชำระหนี้ค่าลงทุนในการก่อสร้างโครงการจะแสดงไว้อย่างชัดเจนในตารางการชำระหนี้ นอกจากนี้ตารางชำระหนี้จะ

บอกถึงแหล่งและจำนวนของรายได้ประจำปี รายได้สุทธิประจำปี ค่าลงทุนก่อสร้างและพัฒนาที่แบ่งออกตามวัตถุประสงค์และอัตราการชำระหนี้

รายได้ที่เกิดจากโครงการจะต้องถูกนำมาจ่ายเป็นค่าบำรุงรักษา ค่าเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สำคัญ ค่าปฏิบัติงาน และค่าจัดการก่อน หลังจากนั้นจึงนำไปชำระหนี้ของเงินกู้ตามสัญญา แล้วส่วนที่เหลือจึงถือเป็นกำไรสำหรับปีนั้น

เงินที่จ่ายหักล้างหนี้ในแต่ละปีจะแปรผันไปตามอัตราดอกเบี้ย Grace Period และ Maturity Grace Period จะสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ต้องการเพื่อให้โครงการมีกำลังการผลิตเต็มที่ ส่วน Maturity ของเงินกู้ปกติจะสั้นกว่าอายุโครงการ สำหรับโครงการแหล่งน้ำ ช่วงชำระหนี้ปกติจะอยู่ระหว่าง 15-40 ปี ภาษีของของที่สั่งเข้ามาใช้ในโครงการคือค่าลงทุนโครงการ ส่วนภาษีจากการขายน้ำและไฟฟ้าจะเป็นค่าใช้จ่ายประจำปี

7.5.4 การสนับสนุนทางการเงินระหว่างประเทศ (International Financing)

โครงการแหล่งน้ำในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายอาศัยเงินทุนสนับสนุนจากต่างประเทศ แต่เนื่องจากเงินทุนที่จะนำไปสนับสนุนโครงการนี้มีจำนวนจำกัดมากเมื่อเทียบกับความต้องการ การกู้เงินจึงต้องมีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินอย่างละเอียด เพื่อแสดงให้เห็นว่าโครงการให้ผลกำไรและมีเครดิตพอสำหรับการกู้เงิน

นอกจากสถาบันการเงินระหว่างประเทศแล้ว ในปัจจุบันได้มีกลุ่มนักลงทุนเอกชนในประเทศนายทุน (Capital Exporting Countries) ทั้งหลาย ได้มีบทบาทในการให้การสนับสนุนทางการเงินกับประเทศในโลกที่สาม อย่างไรก็ตาม ประเทศที่กำลังพิจารณาทั้งหลายควรจะได้มีการระดมเงินทุนภายในประเทศในการพัฒนาด้วย

7.6 การจัดสรรค่าลงทุน (Cost Allocation)

Cost Allocation มีจุดมุ่งหมายเพื่อแบ่งค่าลงทุนโครงการอย่างเท่าเทียมกัน ระหว่างการใช้โครงการเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ การแบ่งค่าลงทุนจะเป็นพื้นฐานในการเรียกเก็บเงินจากผู้ใช้ผลประโยชน์ตามนโยบายการชำระหนี้ที่กำหนดไว้

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำเอนกประสงค์มักตั้งอยู่บนหลักการที่ว่า การใช้ประโยชน์จาก Facilities ร่วมกัน จะช่วยให้ค่าลงทุนสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ถูกลง เมื่อเทียบกับการสร้างโครงการขึ้นมาเพื่อจุดมุ่งหมายแต่ละอย่างโดยเฉพาะ ดังนั้น ในโครงการเอนกประสงค์จึงต้องมีการจัดแบ่งค่าลงทุนสำหรับการใช้โครงการเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ

7.6.1 นิยาม

ค่าลงทุนเฉพาะ (Specific Costs) คือค่าลงทุนของสิ่งก่อสร้างที่ใช้ประโยชน์สำหรับวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น ระบบชลประทาน โรงไฟฟ้า สายส่งและโรงกรอง (Water Purification)

ค่าลงทุนที่แยกได้ (Separable Costs) คือค่าลงทุนส่วนซึ่งจะหักออกจากค่าลงทุนโครงการทั้งหมด ถ้าไม่รวมวัตถุประสงค์นั้นเข้าไปในโครงการ Separable Cost ของวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างค่าลงทุนโครงการสำหรับวัตถุประสงค์กับค่าลงทุนโครงการซึ่งไม่รวมวัตถุประสงค์นั้น Separable Cost อาจมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์ถึงมากกว่า Specific Cost สำหรับวัตถุประสงค์บางอย่างซึ่งก่อให้เกิดผลประโยชน์โดยบังเอิญจากการใช้ Facilities ที่ทำไว้สำหรับวัตถุประสงค์อื่น Separable Cost จะมีค่าเท่ากับศูนย์ สำหรับ Joint Use Facilities บางอย่าง ซึ่งขนาดและแบบของอาคารจะไม่เปลี่ยนเมื่อไม่รวมวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งเข้าไว้ในโครงการ Separable Cost จะเท่ากับศูนย์ด้วยเหมือนกัน

ค่าลงทุนร่วม (Joint Costs) คือค่าลงทุนก่อสร้างที่ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์

ค่าใช้จ่ายที่ยอมรับได้ (Justifiable Expenditure) คือส่วนที่มีค่าน้อยกว่าระหว่างผลประโยชน์กับค่าลงทุนทางเลือกสำหรับวัตถุเดี่ยว ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเป็นค่ามากที่สุดในการแบ่งค่าลงทุนโครงการให้กับวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่ง

7.6.2 หลักการแบ่งค่าลงทุน (Principles of Cost Allocation)

ค่าลงทุนของโครงการเอนกประสงค์แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ (1) ค่าลงทุนสำหรับวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะ (Specific หรือ Separable Cost) และ (2) ค่าลงทุนในส่วนที่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน สำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ (Joint Cost)

การหาค่าลงทุนของวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่ง มีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ

(1) ให้ ค่าลงทุนต่ำสุด (Minimum Allocation)

= ค่าลงทุนที่จ่ายให้กับแต่ละวัตถุประสงค์โดยเฉพาะ

(2) ให้ ค่าลงทุนสูงสุด (Maximum Allocation)

= ค่าน้อยกว่าระหว่าง (1) มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ได้จากวัตถุประสงค์นั้น และ (2) ค่าลงทุนทางเลือกสำหรับวัตถุประสงค์นั้นซึ่งให้ผลประโยชน์เท่ากัน

แต่ละวัตถุประสงค์จะต้องร่วมกันออกค่าใช้จ่ายสำหรับค่าลงทุน Facilities ที่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน (Joint-use Facilities) และร่วมกันแบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการประหยัดค่าลงทุนเมื่อเทียบกับการสร้างโครงการเอกประสงค์

หลักการแบ่งค่าลงทุนโครงการ พอจะสรุปได้ดังนี้

(1) ในโครงการเอนกประสงค์ การสร้าง Facilities ที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันสำหรับหลายวัตถุประสงค์ จะประหยัดกว่าการสร้าง Facilities ที่ใช้ประโยชน์เฉพาะอย่าง

(2) แต่ละวัตถุประสงค์จะต้องร่วมกันออกค่าลงทุนในการสร้าง Joint-use Facilities ตามส่วน

(3) ส่วนที่ประหยัดจากการใช้ Joint-use Facilities จะต้องแบ่งให้กับแต่ละวัตถุประสงค์ตามส่วน

(4) ค่าลงทุนมากที่สุดสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์จะต้องไม่มากกว่าผลประโยชน์ที่เกิดจากวัตถุประสงค์นั้น หรือไม่มากกว่าค่าลงทุนของวัตถุประสงค์นั้นในโครงการเอกประสงค์ ขึ้นอยู่กับว่าค่าไหนน้อยกว่ากัน

(5) ค่าลงทุนน้อยที่สุดสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ ควรจะไม่น้อยกว่าค่าลงทุนที่ได้จ่ายไปจริงสำหรับวัตถุประสงค์นั้นโดยเฉพาะ (Specific or Separable Cost)

7.6.3 วิธีแบ่งค่าใช้จ่าย (Method of Cost Allocation)

วิธีแบ่งค่าใช้จ่ายที่ใช้กันโดยทั่วๆ ไป มี 2 วิธี คือ

(1) Separable Costs-Remaining Benefits ซึ่งใช้ Separable Cost เป็นเกณฑ์ในการแบ่งค่าลงทุน และ

(2) Alternative Justifiable Expenditure ซึ่งใช้ Specific Cost เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

โดยทางทฤษฎีแล้วจะถือว่าวิธี Separable Costs-Remaining Benefits ดีกว่า โดยเฉพาะกรณีที่ Separable Cost สำหรับวัตถุประสงค์อันใดอันหนึ่งหรือทุกวัตถุประสงค์มีค่ามากกว่า Specific Cost อย่างไรก็ตาม วิธี Alternative Justifiable Expenditure จะเข้าใจได้ง่ายกว่าและทำได้ง่ายกว่าในทางปฏิบัติ

7.6.4 ขั้นตอนการแบ่งค่าลงทุน (Allocation Procedure)

สำหรับวิธี Separable Costs-Remaining Benefits หรือ Alternative Justifiable Expenditure

การแบ่งค่าลงทุน อาจคิดในรูปของมูลค่าปัจจุบัน หรือมูลค่ารายปี โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ทำรายการผลประโยชน์แต่ละวัตถุประสงค์

(2) ทำรายการค่าลงทุนทางเลือกแบบวัตถุประสงค์เดี่ยว สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์

(3) ทำรายการ Justifiable Expenditure ของแต่ละวัตถุประสงค์จากค่าน้อยกว่าระหว่างผลประโยชน์ใน (1) และค่าลงทุนทางเลือกแบบวัตถุประสงค์เดี่ยวใน (2)

(4) ทำรายการ Specific Cost (ถ้าใช้วิธี Alternative Justifiable Expenditure) หรือ Separable Cost (ถ้าใช้วิธี Separable Costs-Remaining Benefits)

(5) ทำรายการ Remaining Justifiable Expenditure สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์

Remaining Justifiable Expenditure

= Justifiable Expenditure ใน (3) – Specific Cost ใน (4)

หรือ = Justifiable Expenditure ใน (3) – Separable Cost ใน (4)

(6) ทำรายการ % การแจกแจง Remaining Justifiable Expenditure จากข้อมูลใน (5)

(7) หา Total Remaining Joint Cost จาก Total Costs to be Allocated-Total Specific Costs หรือ Total Costs to be Allocated-Total Separable Costs

(8) แบ่ง Total Remaining Joint Cost สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ ตาม % การแจกแจง Remaining Justifiable Expenditure ใน (6)

(9) หา Total Allocated Cost สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ต่างๆ จาก Specific Costs ใน (4) + Allocated Joint Costs ใน (8) หรือ Separable Costs ใน (4) + Allocated Joint Costs ใน (8)

7.6.5 ตัวอย่างการแบ่งค่าลงทุนตามวิธี Separable Costs – Remaining Benefits

โครงการแหล่งน้ำเอนกประสงค์แห่งหนึ่ง สร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) การชลประทาน

(2) การผลิตกระแสไฟฟ้า

(3) การป้องกันน้ำท่วม

(4) จัดหาน้ำเพื่อการอุปโภค–บริโภค และเพื่อการอุตสาหกรรม

(5) การสัญจรทางน้ำ

(6) การประมง

โครงการประกอบด้วยสิ่งก่อสร้างดังต่อไปนี้

(1) เขื่อน อ่างเก็บน้ำ และอาคารประกอบต่างๆ

(2) ระบบท่อส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม

(3) คลองชลประทาน และระบบแจกจ่ายน้ำ

(4) โรงไฟฟ้า และระบบสายส่ง

ค่าก่อสร้างโครงการแสดงไว้ในตารางที่ 7.1 ค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษา ค่าเปลี่ยนชิ้นส่วน และค่าจัดการประจำปี แสดงไว้ในตารางที่ 7.2 ผลประโยชน์รายปีในตารางที่ 7.3 ค่าลงทุนทางเลือกเฉพาะวัตถุประสงค์ในตารางที่ 7.4 และ Separable Costs ในตารางที่ 5

ตารางที่ 7.1 ค่าก่อสร้างโครงการทั้งหมด

สิ่งก่อสร้าง	ราคาค่าก่อสร้าง (1,000 เหรียญสหรัฐ)
1. เขื่อน และอ่างเก็บน้ำ	34,500
รวม Power Penstocks……500	
Irrigation Outlet…….300	
Damsite Water Outlet……100	
2. คลองชลประทานและระบบแจกจ่ายน้ำ	2,500
3. โรงไฟฟ้าและระบบสายส่ง	2,000
4. ระบบท่อส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม	500
ค่าก่อสร้างทั้งหมด	39,500

ตารางที่ 7.2 ค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษา ค่าเปลี่ยนชิ้นส่วน และค่าจัดการประจำปี (OMR)

รายการ	ค่าใช้จ่าย (1,000 เหรียญสหรัฐ)
1. เขื่อนและอ่าง	25
2. โรงไฟฟ้าและระบบสายส่ง	150
3. อาคารชลประทาน	110
4. ระบบส่งน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม	15
5. ค่าใช้จ่ายทั่วไป (บริหาร ค่าโสหุ้ย และอื่นๆ)	35
ค่าใช้จ่ายประจำปี	335

ตารางที่ 7.3 ผลประโยชน์ประจำปี

รายการ	ผลประโยชน์ต่อปี (1,000 เหรียญสหรัฐ)
1. ผลประโยชน์จากการควบคุมน้ำท่วม	500
2. ผลประโยชน์จากการชลประทาน	2,500
3. ผลประโยชน์จากการผลิตกระแสไฟฟ้า	575
4. ผลประโยชน์จากการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม	750
5. ผลประโยชน์จากการประมง	90
6. ผลประโยชน์จากการสัญจรทางน้ำ	100
ผลประโยชน์ประจำปีทั้งหมด	4,515

ตารางที่ 7.4 ค่าลงทุนก่อสร้างสำหรับทางเลือกเฉพาะวัตถุประสงค์

รายการ	ค่าลงทุน (1,000 เหรียญสหรัฐ)
1. ควบคุมน้ำท่วม	20,000
2. การชลประทาน	28,800
3. การผลิตกระแสไฟฟ้า	12,622
4. การอุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม	15,600

ตารางที่ 7.5 Separable Costs (1,000 เหรียญสหรัฐ)

รายการค่าใช้จ่าย	ควบคุมน้ำท่วม	ชลประทาน	ไฟฟ้า	อุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม	ประมง	สัญจรทางน้ำ
ค่าก่อสร้าง						
1. โครงการที่มีทุกวัตถุประสงค์	39,500	39,500	39,500	39,500	39,500	39,500
2. โครงการที่ไม่รวมวัตถุประสงค์ที่พิจารณา	31,500	32,700	32,800	37,900	39,500	39,500
3. Separable Cost ของวัตถุประสงค์ที่พิจารณา	8,000	6,800	6,700	1,600	-	-
ค่าใช้จ่ายประจำปี						
1. โครงการที่มีทุกวัตถุประสงค์	335	335	335	355	355	355
2. โครงการที่ไม่รวมวัตถุประสงค์ที่พิจารณา	330	215	185	320	335	335
3. Separable Cost ของวัตถุประสงค์ที่พิจารณา	5	120	150	15	-	-

โครงการมีอายุ	=	100	ปี
มูลค่าซากของโครงการ	=	0	ปี
อัตราดอกเบี้ย	=	4.5	% ต่อปี

เครื่องมือและประตูน้ำสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้ามีอายุน้อยกว่า 100 ปี จะทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อหมดอายุใช้งาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนได้รวมอยู่ในค่าปฏิบัติงานบำรุงรักษาและค่าเปลี่ยนชิ้นส่วนแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 7.2

ค่าลงทุนทางเลือกเฉพาะวัตถุประสงค์ เช่น การควบคุมน้ำท่วม การชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม ประเมินจากทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุด กรณีที่ไม่มีโครงการ เป็นทางเลือกที่ก่อให้เกิดผลกำไรเท่ากับที่เกิดจากโครงการเอนกประสงค์ ในกรณีของการควบคุมน้ำท่วม การชลประทาน และการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม ทางเลือกจะเป็นอ่างเก็บน้ำเอกประสงค์ ส่วนกรณีของการผลิตกระแสไฟฟ้า ทางเลือกคือโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ซึ่งมีสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าเท่ากับที่ได้จากโครงการเอนกประสงค์ ส่วนการประมงและการสัญจรทางน้ำไม่มีทางเลือกที่เหมาะสม จึงถือว่า Justifiable Expenditure เท่ากับผลประโยชน์

การคำนวณการแบ่งค่าลงทุนแสดงอยู่ในตารางที่ 7.6

ตารางที่ 7.6 การคำนวณการแบ่งค่าลงทุน ตามวิธี Separable Costs-Remaining Benefits (หน่วย 1,000 เหรียญสหรัฐ)

รายการ	ควบคุมน้ำท่วม	การชลประทาน	การผลิตกระแสไฟฟ้า	อุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม	การประมง	การสัญจรทางน้ำ	รวมทั้งหมด	หมายเหตุ
1. ค่าลงทุนที่จะต้องแบ่ง							46,853	
a. ค่าก่อสร้าง							(39,500)	จากตารางที่ 7.1
b. ค่า OMR (มูลค่าปัจจุบัน)							(7,353)	จากตารางที่ 7.3
2. ผลประโยชน์ (มูลค่าปัจจุบัน)	10,975	54,875	12,622	16,462	1,975	2,195	99,104	จากตารางที่ 7.3
3. ค่าลงทุนทางเลือกเฉพาะวัตถุประสงค์	20,000	28,800	12,622	15,600	-	-	-	จากตารางที่ 7.4
4. Justifiable Expenditure	10,975	28,800	12,622	15,600	1,975	2,195	72,167	ค่าน้อยระหว่าง (2) และ (3)
5. Separable Costs	8,110	9,434	9,992	1,929	-	-	29,465	จากตารางที่ 7.5
a. ค่าก่อสร้าง	(8,000)	(6,800)	(6,700)	(1,600)	-	-	(23,100)	
b. ค่า OMR (มูลค่าปัจจุบัน)	(110)	(2,634)	(3,292)	(329)	-	-	(6,365)	
6. Remaining Justifiable Expenditure	2,865	19,366	2,630	13,671	1,975	2,195	42,702	(4) – (5)
7. % distribution	6.7	45.4	6.2	32	4.6	5.1	100	ทำ (6) ให้เป็น %

8. Remaining Joint Costs	1,165	7,894	1,078	5,564	800	887	17,388	(1) - (5) แล้วแจกแจง
a. ค่าก่อสร้าง	(1,099)	(7,446)	(1,017)	(5,248)	(754)	(386)	(16,400)	ตาม % ใน (7)
b. ค่า OMR (มูลค่าปัจจุบัน)	(66)	(448)	(61)	(316)	(46)	(51)	(988)	
9. ค่าลงทุนที่แบ่งตามวัตถุประสงค์	9,275	17,328	11,070	7,493	800	887	46,853	
a. ค่าก่อสร้าง	(9,099)	(14,246)	(7,717)	(6,848)	(754)	(836)	(39,500)	(5) + (8)
b. ค่า OMR (มูลค่าปัจจุบัน)	(176)	(3,082)	(3,353)	(645)	(46)	(51)	(7,353)	
10. รายจ่ายประจำปีสำหรับ OMR	8	141	153	29	2	2	355	ทำ 9b ให้เป็นมูลค่ารายปี

7.7 เอกสารอ้างอิง

(1) United Nations, 1972, Water Resources Project Planning, Water Resources Series No. 41.

(2) United Nations, 1964, Manual of Standards and Criteria for Planning Water Resource Projects, Water Resources Series No. 26.

บทที่ 8
การตีราคาเงาสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์
(Shadow Pricing for Economic Analysis)

8.1 ราคาเงา (Shadow Price)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการมองผลตอบแทนการลงทุนของโครงการจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ (National Economic Point of View) ดังนั้นในการวิเคราะห์จะต้องใช้ราคาซึ่งสะท้อนมูลค่าจริงต่อสังคมของปัจจัยการผลิต (Input) และผลผลิต (Output) ซึ่งเรียกว่าราคาเงา (Shadow)

8.2 Ideal Market Conditions

ราคาตลาดจะแสดงมูลค่าจริงของสินค้าและบริการ หรือเท่ากับราคาเงาก็ต่อเมื่อตลาดมีลักษณะเป็นแบบ Ideal Market Conditions ซึ่งปกติมักจะไม่ค่อยพบในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย Ideal Market Conditions จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ผู้ผลิตและผู้บริโภคมีความรู้เกี่ยวกับสภาพตลาดในอนาคตอย่างสมบูรณ์และถูกต้อง
(2) ผู้ผลิตและผู้บริโภคมีการตัดสินใจตามเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์
(3) ผู้ซื้อหรือผู้ขายไม่สามารถเปลี่ยนแปลงราคาตลาดได้โดยลำพัง
(4) ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบ (Spill Over Effect) ต่อส่วนอื่นๆ ของสังคม เช่น Pollution
(5) การลงทุนสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้
(6) มีการใช้ทรัพยากรได้อย่างอิสระ สามารถนำไปลงทุน หรือถอนจากการลงทุนได้อย่างอิสระ

ในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย กลไกตลาดไม่ได้ทำหน้าที่ในการกำหนดราคาอย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากรัฐบาลของประเทศด้อยพัฒนาจะเข้ามาแทรกแซงการกำหนดราคาของกลไกตลาด (ผู้ผลิตและผู้บริโภค) เพื่อวัตถุประสงค์บางอย่าง เช่น การประกันราคาสินค้าบางอย่างเพื่อช่วยส่งเสริมการผลิตสินค้าบางชนิด หรือการตรึงราคาสินค้าบางชนิดเพื่อช่วยผู้บริโภคภายในประเทศ กรณีเช่นนี้ราคาตลาดไม่ใช่ราคาจริงของสินค้าและบริการ จึงต้องมีการปรับราคาตลาดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งตลาดมีเสรีในการกำหนดราคา จะสามารถใช้ราคาตลาดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการได้ สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาถ้าเชื่อว่าตลาดมีเสรีในการกำหนดราคา ก็ใช้ราคาตลาดในการวิเคราะห์ได้เช่นเดียวกัน

8.3 การปรับราคาตลาด (Adjustments to Market Price)

กรณีที่ราคาตลาดไม่ใช่มูลค่าจริงของสินค้าและบริการต่อสังคม จะต้องมีการปรับราคาตลาดหรือการใช้ราคาเงา ซึ่งปกติการปรับจะทำสำหรับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) Economic Transfer เช่น ภาษีต่างๆ ค่าธรรมเนียม และเงินอุดหนุน

(2) ปัจจัยการผลิต (Productive Factors) เช่น แรงงาน การแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ (Foreign Exchange) และเงินทุนภายในประเทศ

เรื่องของราคาเงาเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน แต่การเอาราคาเงาไปในในการวิเคราะห์เป็นเรื่องที่งานและตรงไปตรงมา พวกที่ทำงานอยู่ในฝ่ายวางแผนกลางจะเป็นคนตัดสินใจว่าเมื่อไรจึงจำเป็นต้องใช้ราคาเงา และจะเป็นผู้ประเมินราคาเงา ส่วนนักวางแผนโครงการเพียงแต่เป็นผู้นำเอาราคาเงาไปใช้ในการวางโครงการเท่านั้น อย่างไรก็ตาม บ่อยครั้งที่นักวางแผนโครงการต้องประเมินราคาเงาเอง เช่น อัตราผลตอบแทนเงินทุน ต่อไปจะได้กล่าวถึงหลักการของการกำหนดราคาเงาและการนำเอาราคาเงาไปใช้

สิ่งสำคัญที่ต้องจำไว้ คือการใช้ราคาเงาแทนราคาตลาดเพื่อดูว่าโครงการมีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศหรือไม่ แต่มูลค่าที่จ่ายและรับจริงของโครงการคือราคาตลาดซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ

8.4 Economic Transfers

Economic Transfers คือการที่ทรัพยากรของคนกลุ่มหนึ่งถูกเปลี่ยนมือไปยังคนอีกกลุ่มหนึ่ง โดยสังคม (หรือประเทศ) โดยส่วนรวมไม่ได้รับผลประโยชน์เพิ่มขึ้น สังคมยังคงมีระดับของสินค้าและบริการเท่าเดิม แต่แผนการกระจายของสินค้าและบริการเปลี่ยนไป

<u>ยกตัวอย่าง</u> พ่อและแม่มีรายได้รวมกัน 10,000 บาท ในแต่ละเดือนต้องจ่ายเงินให้ลูกซึ่งยังไม่ได้ทำงาน 2 คนๆ ละ 1,000 บาท การที่ลูกมีรายได้ 2,000 บาท ทำให้พ่อและแม่มีรายได้ลดลง 2,000 บาท รายได้ของครอบครัวยังคงเท่าเดิม คือ 10,000 บาท เงิน 2,000 บาท จึงถือเป็น Economic Transfers ระหว่างพ่อ-แม่ กับลูก ในทางตรงกันข้าม ถ้าลูกๆ ออกไปทำงาน ได้คนละ 1,000 บาทต่อเดือน จะทำให้รายได้ของครอบครัวเพิ่มขึ้น 2,000 บาท ทำให้เศรษฐกิจของครอบครัวโดยส่วนรวมดีขึ้น กรณีเช่นนี้ไม่ถือเป็น Economic Transfers

Economic Transfers ไม่ใช่ทั้งค่าลงทุนและผลประโยชน์ของสังคม เพียงแต่เป็นการที่ทรัพยากรเปลี่ยนมือภายในสังคม ซึ่งไม่ทำให้รายได้ของสังคมเพิ่ม เพียงแต่การกระจายรายได้ในสังคมเปลี่ยนไปเท่านั้น ตราบเท่าที่ได้มีการบันทึกมูลค่าเดิมไว้ ไม่ว่าจะในรูปของผลประโยชน์หรือค่าลงทุน ส่วนที่เป็นการเปลี่ยนมือจะไม่นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศ

Economic Transfers มี 3 รูปแบบที่สำคัญคือ (1) การเปลี่ยนมือจากเอกชน หรือองค์การไปสู่รัฐบาล (2) การเปลี่ยนมือจากรัฐบาลไปสู่ธุรกิจ และ (3) การเปลี่ยนมือจากกลุ่มหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

8.4.1 Economic Transfers ไปยังรัฐบาล

Economic Transfers จากเอกชนไปยังรัฐบาล จะอยู่ในรูปของ (1) ค่าธรรมเนียมขาเข้า (Import Tariffs) (2) ภาษีรายได้ และ Excise Taxes และ (3) การควบคุมราคาสินค้าส่งออก (Export Price Control)

(1) ค่าธรรมเนียมขาเข้า

ค่าธรรมเนียมขาเข้า คือภาษีที่รัฐบาลเก็บจากสินค้าที่สั่งเข้ามาภายในประเทศ ถือเป็น Economic Transfers จากผู้บริโภคไปยังรัฐบาล

<u>ยกตัวอย่าง</u> เหล้าไวน์ฝรั่งเศสที่สั่งเข้ามาในประเทศ คือเป็นเงิน CIF (Cost, Insurance and Freight) ขวดละ 125 บาท ภาษีขาเข้า 100% ของราคา CIF และค่าใช้จ่ายในการตลาดตกขวดละ 50 บาท ราคาเหล้าไวน์ในตลาดในประเทศจะเท่ากับขวดละ 300 บาท

ค่าลงทุนของเหล้าไวน์ฝรั่งเศสในทางเศรษฐศาสตร์จะเท่ากับขวดละ 175 บาท เท่านั้น ซึ่งคิดจากราคา CIF ขวดละ 125 บาท บวกค่าใช้จ่ายในการตลาดขวดละ 50 บาท ภาษีขาเข้าขวดละ 125 บาท จะถือเป็น Economic Transfers จากผู้ซื้อไปยังรัฐบาล ซึ่งถ้ารัฐบาลไม่มีการคอร์รัปชั่นหรือคอร์รัปชั่นน้อย เงินภาษีขวดละ 125 บาท ที่เก็บไปจะถูกจ่ายคืนให้กับสังคม ในรูปของการนำไปปรับปรุงถนนหนทาง สร้างโรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ

สมมติว่านักลงทุนภาคเอกชนต้องการผลิตเหล้าไวน์ ซึ่งมีคุณภาพทัดเทียมกับไวน์ฝรั่งเศส และขายในราคาขวดละ 300 บาท เท่ากับไวน์ฝรั่งเศส ถ้าค่าลงทุนในการผลิตและจัดจำหน่ายตกขวดละ 250 บาท โครงการจะให้ผลกำหรขาดละ 50 บาท พิจารณาโดยการมองจากเอกชนเป็นเกณฑ์โครงการนี้น่าจะทำเพราะเป็นโครงการที่ให้ผลกำไร แต่ถ้ามองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์จะเห็นได้ว่าโครงการผลิตเหล้าไวน์เอกสู้การสั่งเข้ามาไม่ได้ เพราะราคาจริงของการสั่งเหล้าไวน์จากฝรั่งเศสเข้ามาขายในประเทศ ตกขวดละเพียง 175 บาท เท่านั้น ถูกกว่าการผลิตเองภายในประเทศ ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนถึงขวดละ 250 บาท ถ้าพิจารณาจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ การผลิตเหล้าไวน์เอง

จะทำให้รัฐบาลขาดรายได้ไปขวดละ	=	- 125	บาท
เอกชนได้กำไรขวดละ	=	+ 50	บาท
เศรษฐกิจของประเทศจะขาดทุนขวดละ	=	- 75	บาท

(2) ภาษีเงินได้

ภาษีเงินได้ซึ่งเก็บจากผลกำไรของธุรกิจต่างๆ ถือเป็น Economic Transfers จากธุรกิจไปยังรัฐบาล ซึ่งจะไม่นำเอามาคิดในการวิเคราะห์โครงการ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ ในทางตรงกันข้ามการวิเคราะห์โครงการโดยการมองจากเอกชนเป็นเกณฑ์ จะต้องนำเอาภาษีเงินได้มาคิดเป็นค่าลงทุนของโครงการ

(3) Excise Taxes

Excise Taxes คือภาษีที่ผู้ซื้อจ่ายเมื่อซื้อสินค้าบางประเภทให้รัฐบาลเป็นการตอบแทนที่รัฐบาลให้บริการ เช่น ภาษีน้ำมันสำหรับผู้ใช้รถใช้ถนน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ใช้ Excise Tases สำหรับสินค้าซึ่งความต้องการจะไม่ลดลงมากเมื่อราคาเพิ่มขึ้น (Inelastic Demand) ส่วนประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย จะใช้ Excise Taxes เพื่อจำกัดความต้องการของสินค้าฟุ่มเฟือย เช่น เครื่องปรับอากาศและรถยนต์ ซึ่งทำให้ประเทศต้องเสียเงินตราไปกับสิ่งที่ไม่จำเป็น Excise Taxes ยังใช้สำหรับสินค้าที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น บุหรี่และเหล้า Excise Taxes ถือเป็น Economic Transfers จากผู้บริโภคไปยังรัฐบาล

ในการวิเคราะห์โครงการ ผลประโยชน์จะคิดจากราคาที่ผู้ซื้อจ่าย แต่ค่าลงทุนจะคิดจากที่จ่ายเป็นค่าลงทุนและค่าปฏิบัติงาน ไม่รวม Excise Taxes ถ้า Excise Taxes สูงจะทำให้โครงการเป็นที่น่าสนใจ และรัฐบาลควรส่งเสริม แต่ถ้ารัฐบาลตั้ง Excise Taxes ขึ้นเพื่อจำกัดการบริโภคสินค้านั้น จะทำให้จุดมุ่งหมายในการทำโครงการและการกำหนด Excise Taxes ขัดกัน ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการที่เกี่ยวกับ Excise Taxes จะต้องคำนึงถึงนโยบายของรัฐบาลมากกว่าการให้ได้ผลกำไรสูงสุด

(4) การควบคุมราคาสินค้าส่งออก

บางครั้งรัฐบาลต้องการเพิ่มรายได้โดยการควบคุมราคาสินค้าส่งออกให้ต่ำกว่าราคาตลาดโลก เพื่อส่งเสริมการส่งออก ขณะเดียวกันรัฐบาลก็ได้รับผลประโยชน์จากการส่งออกในรูปของค่าธรรมเนียมหรือ Premium ต่างๆ ในการนี้รัฐบาลจะต้องมีมาตรการในการป้องกันไม่ให้มีการส่งสินค้าออกนอกประเทศโดยผิดกฎหมาย ในกรณีนี้ราคาตลาดในประเทศจะต่ำกว่ามูลค่าจริงต่อสังคมของสินค้า การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ จึงควรใช้ราคาในตลาดโลกแทนราคาภายในประเทศ

เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ ผลต่างระหว่างราคาในตลาดโลกและราคาภายในประเทศถือเป็น Economic Transfers จากผู้ผลิตไปยังรัฐบาล

8.4.2 Economic Transfers ไปยังผู้ผลิต

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ หรือการขยายผลผลิตเพิ่มขึ้น รัฐบาลต้องจัดให้มีการบริการพิเศษ มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ และเครื่องล่อใจ (Incentives) ต่างๆ เช่น การวิจัยพื้นฐานเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี การประกันราคา (Price Support) ให้สูงกว่าราคาในตลาดโลก และการจัดการให้มีปัจจัยการผลิตราคาถูก (Low Cost Input) เช่น ปุ๋ย เพื่อเป็นเครื่องล่อใจให้มีการเพิ่มผลผลิต ท่าเรือเพื่อเสริมด้านการขนส่ง สถานที่ทำอุตสาหกรรมซึ่งมีก๊าซและไฟฟ้าเข้าถึง และมีสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ เมื่อไรก็ตามที่รัฐบาลไม่ได้คิดราคาเต็มของปัจจัยการผลิตและบริการต่างๆ หรือเมื่อรัฐบาลประกันราคาให้สูงกว่าราคาในตลาดโลก ถือว่าผู้ผลิตเอกชนได้รับการช่วยเหลือจากรัฐบาล

ค่าลงทุนของรัฐบาลในส่วนที่ยังไม่ได้เรียกเก็บ ซึ่งถือเป็นการช่วยเหลือ (Subsidy) ของรัฐบาลต่อผู้ผลิตเอกชน จะต้องถูกนำมาคิดเป็นมูลค่าลงทุนของโครงการ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ เช่น ในการสั่งปุ๋ยเข้ามา ราคาจริงคือค่า CIF ของราคาสั่งเข้า รวมกับค่าขนส่งจนถึงมือเกษตรกร ส่วนการประกันราคาพืชผลส่งออกถือว่ารัฐบาลช่วยเหลือเท่ากับผลต่างของราคาที่จ่ายให้กับเกษตรกรที่ไร่นา และราคา FOB (Free on Board) ของสินค้าส่งออก ลบด้วยค่าขนส่งถึงท่าเรือส่งออก

ยกตัวอย่างเช่น

ถ้าชาวนาขายผลผลิตได้ในราคาตันละ	=	2,500 บาท
ราคา FOB ของการส่งออกตันละ	=	2,000 บาท
ค่าขนส่งถึงท่าเรือส่งออก	=	375 บาท
รัฐบาลให้ความช่วยเหลือตันละ	=	2,500 – 2,000 + 375
	=	875 บาท

ซึ่งจะต้องนำไปคิดเป็นค่าลงทุนโครงการด้วย

8.4.3 Economic Transfers ไปยังประชาชนส่วนใหญ่

ปกติรัฐบาลมีนโยบายที่จะให้ผลประโยชน์กับประชาชนในรูปของ (1) Economic Transfers เช่น การให้การศึกษา การรักษาพยาบาล การให้สวัสดิการสังคมต่อคนว่างงาน (2) การจัดให้มีโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เช่น ระบบขนส่ง พลังงาน น้ำ การกำจัดน้ำเสีย และการติดต่อสื่อสาร ที่คิดค่าธรรมเนียมใช้บริการต่ำกว่าทุน หรือ (3) นโยบายควบคุมราคาสินค้าที่จำเป็นให้ต่ำกว่าราคาตลาด เพื่อช่วยลดค่าครองชีพ และควบคุมภาวะเงินเฟ้อ (Inflation)

ผลประโยชน์และค่าลงทุนโครงการ 2 ประเภทแรก จะคิดจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมเป็นเกณฑ์ เนื่องจากรัฐบาลเป็นผู้ให้บริการเหล่านี้ แต่บ่อยครั้งที่ยากจะประเมินผลประโยชน์จากโครงการ เนื่องจากไม่มีการตีราคาของบริการหลายอย่างในตลาด ในการวิเคราะห์โครงการเหล่านี้อาจต้องใช้วิธีการตีราคาผลประโยชน์โดยการ Impute หรือตั้งเป้าหมายระดับบริการ แล้ววิเคราะห์โครงการโดยวิธี Cost Effectiveness

โครงการประเภทที่ 3 ซึ่งเกี่ยวกับการควบคุมราคาให้ต่ำกว่าราคาตลาด จะมีผลทำให้ความต้องการ (อุปสงค์) เพิ่ม และการผลิตลดลง ซึ่งปัญหานี้จะมีวิธีแก้ได้หลายทางคือ

(1) การสั่งเข้าสินค้าที่ส่วนที่ขาด

(2) การกำหนดโควต้าการผลิต เช่น ในอิยิปต์

(3) การปันส่วนอุปทาน (Supply) เช่น ในเปรู

การวางโครงการเพื่อลดช่องว่างระหว่างอุปสงค์และอุปทาน จะก่อให้เกิดผลประโยชน์มากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับอุปสงค์และอุปทานภายในประเทศ ราคาในตลาดโลกและนโยบายของรัฐบาล ถ้าโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อทดแทนการนำเข้า (Import Substitution) ผลประโยชน์คือราคา CIF ของการสั่งเข้าบวกกับค่าขนส่งที่ประหยัดเนื่องจากการมีโครงการ ถ้าโครงการเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ผลประโยชน์คือค่าลงทุนการผลิตที่ลดลง และถ้าเป็นโครงการที่เพิ่มผลผลิตให้เพียงพอที่จะทำให้ราคาสินค้าต่ำลงกว่าราคาควบคุม ผลประโยชน์คือส่วนผสมของมูลค่าของการสั่งเข้าและความเต็มใจจ่ายของผู้บริโภค (Consumer Willingness to Pay) สำหรับผลผลิตส่วนที่เพิ่มขึ้น ในบางกรณีผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอาจส่งออกได้ ซึ่งกรณีนี้มูลค่าส่งออกจะเป็นส่วนหนึ่งของผลประโยชน์ของโครงการ

8.4.4 ข้อสรุปที่สำคัญเกี่ยวกับ Economic Transfers

ตามทฤษฎีการปรับราคาในส่วนที่เกี่ยวกับ Economic Transfers ควรทำในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ไม่ใช่เฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับปัจจัยการผลิต และผลผลิตโดยตรงของโครงการเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าโครงการต้องเสียค่าลงทุนส่วนหนึ่งไปกับค่าเครื่องจักร เครื่องมือ ซึ่งซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศ ถ้าผู้ผลิตภายในประเทศได้สั่งเหล็กกล้ามาจากต่างประเทศ โดยต้องจ่ายภาษีสำหรับนำเข้าเหล็กกล้า จะต้องนำเอาภาษีที่จ่ายให้รัฐบาลมาคิดเป็นผลประโยชน์ หรือหักออกจากค่าลงทุนโครงการด้วย

ในทางปฏิบัติ การคิด Economic Transfers ในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องจะเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และบางครั้งจะเพิ่มผลประโยชน์หรือลดค่าลงทุนเพียงน้อยนิดเท่านั้น ดังนั้นปกติจะคิดเฉพาะส่วนที่เป็นปัจจัยการผลิต และเป็นผลผลิตโดยตรงของโครงการเท่านั้น

8.5 การปรับราคาปัจจัยการผลิต (Adjustment to Factors of Production)

ปัจจัยการผลิตที่สำคัญมี 4 อย่าง คือ

(1) กรรมกรผู้ใช้แรงงาน (Unskilled Labor)

(2) การแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ (Foreign Exchange)

(3) เงินทุนภายในประเทศ (Domestic Capital)

(4) กรรมกรผู้ชำนาญการ (Skilled Labor)

การปรับราคาของปัจจัยการผลิตต่างจากการปรับราคาเนื่องจาก Economic Transfers ตรงที่จะต้องมีการวิเคราะห์เศรษฐกิจโดยทั่วๆ ไปของประเทศ เพื่อราคาคาเงาของปัจจัยการผลิต เนื่องจากปกติไม่มีราคาตลาดให้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เหมือนการปรับราคาเนื่องจาก Economic Transfers เช่น ราคาเงาของสินค้าสั่งเข้าซึ่งเป็น Economic Transfers จากผู้สั่งเข้าไปสู่รัฐบาล จะมีค่าเท่ากับราคาของสินค้าดังกล่าวในตลาดภายในประเทศลบด้วยภาษีขาเข้า

8.5.1 แรงงานกรรมกร (Unskilled Labor)

กรรมกรผู้ใช้แรงงานที่มีอยู่โดยทั่วไป แต่ปกติยากที่จะหาการจ้างงานที่แท้จริงของแรงงานเหล่านี้ได้ ค่าแรงขั้นต่ำที่รัฐบาลกำหนดไว้ ทำให้โครงการที่ใช้แรงงานมีค่าลงทุนสูงกว่าการใช้เครื่องจักรเครื่องมือ แต่ถ้ามองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ การใช้แรงงานจะก่อให้เกิดผลผลิตในระบบเศรษฐกิจดีกว่าการใช้เครื่องจักรเครื่องมือ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งมีแรงงานอย่างเหลือเฟือแต่ขาดแคลนเงินทุน

ในประเทศที่กำลังพัฒนา อัตราค่าแรงขั้นต่ำที่กำหนดไว้มักจะสูงกว่าราคาจริงต่อสังคม โดยเฉพาะกรรมกรพวกที่ว่างงาน ที่ว่างงานซ้อนเร้น (Disguised Unemployment) และที่ทำงานไม่ตรงความถนัด (Under Employment) การว่างงานแบบซ่อนเร้น ได้แก่ พวกชาวนาไทยที่ใช้แรงงานทั้งครอบครัวในการทำการเกษตร ซึ่งความจริงแล้วอาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกคนในครอบครัว ก็ยังสามารถทำงาน ต่อไปได้ โดยที่ผลผลิตจะไม่ลดลง และช่วงการทำงานของชาวนามีเพียงไม่กี่เดือนในแต่ละปีเท่านั้น ส่วน Under Employment หมายถึงการที่ไม่สามารถหางานที่เหมาะสมกับความรู้และความชำนาญ จึงต้องออกไปทำงานที่แล้วแต่จะหาได้ เช่น ขายของเร่ ขัดรองเท้า ซึ่งต้องใช้เวลาทำงานหลายชั่วโมงในแต่ละวัน แต่รายได้น้อย

ปกติแล้วฝ่ายวางแผนส่วนกลาง (Central Planning) จะเป็นผู้กำหนดราคาเงาของกรรมกรผู้ใช้แรงงาน แต่ถ้าจำเป็นจริงๆ แล้วนักวางโครงการก็ควรจะสามารถประเมินราคาเงาของกรรมกรผู้ใช้แรงงานได้ โดยระบุแหล่งกรรมกรผู้ใช้แรงงานที่จะเข้ามาทำงานในโครงการ แล้วจึงคำนวณหาราคาเงาของกรรมกรได้จากทางเลือกอื่นๆ ที่กรรมกรมี และบวกด้วยค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและฝึกอบรมคนงานให้เหมาะสมกับงานใหม่

<u>ตัวอย่างเช่น</u> ถ้าคนงานของโครงการมาจากเกษตรกรซึ่งมีแรงงานเหลือเฟือ ยกเว้นในช่วงเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว ประมาณ 2 เดือน อีก 10 เดือนที่เหลือซึ่งว่างงานถือว่า ค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ของเกษตรกรเท่ากับศูนย์ ถ้าอัตราคาจ้างแรงงานเท่ากับ 60 บาทต่อวัน อัตราค่าจ้างจริงคิดจากการทำงานในไร่นา จะเท่ากับ $\frac{2}{12} \text{x } 60 + \frac{10}{12} \text{x } 0 = 10$ บาทต่อวัน ถ้าค่าขนย้าย ค่าฝึกอบรม และค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเท่ากับ 6 บาทต่อวัน จะได้ว่า ค่าเสียโอกาสของกรรมกรผู้ใช้แรงงาน จะเท่ากับ 16 บาทต่อวัน

8.5.2 Foreign Exchange

ประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย ปกติจะขาดแคลนเงินตราต่างประเทศ (Foreign Exchange) รัฐบาลจึงต้องกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนให้ต่ำกว่ามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ แล้วนำมาแบ่งสรรปันส่วนให้ผู้ที่มีความต้องการตามความจำเป็น เพื่อให้มีเงินตราต่างประเทศในอัตราที่รัฐบาลช่วยเหลือ สำหรับกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เช่น การซื้อเครื่องจักรเครื่องมือ วัสดุ และบริการที่จำเป็น

การคิดราคาเงาจะคิดจากอัตราแลกเปลี่ยนที่เป็นทางการ ซึ่งจะถือเป็นอัตราต่ำสุดและอัตราของตลาดมืดเป็นอัตราสูงสุด และจะกำหนดออกมาเป็นพรีเมี่ยมเพื่อปรับอัตราทางการให้เป็นอัตราจริง เช่น ในระหว่างการพัฒนาประเทศปากีสถาน ได้ใช้พรีเมี่ยม 67% เพิ่มจากอัตราทางการ และประเทศเปรูใช้พรีเมี่ยม 20%

นอกจากนี้การแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศยังต้องคิดถึงเงินเฟ้อ (Inflation) ด้วย ถ้าอัตราเงินเฟ้อระหว่างประเทศไม่เท่ากัน ปกติแล้วประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีอัตราเงินเฟ้อสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว (ประเทศอุตสาหกรรม) และอัตราเงินเฟ้อจะเพิ่มขึ้นทุกปี การปรับค่าอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเนื่องจากเงินเฟ้อจะทำให้โดยใช้ Geometric Difference ของอัตราเงินเฟ้อทั้ง 2 อัตรา ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 8.1 อัตราเงินเฟ้อของประเทศอุตสาหกรรม = 10%

อัตราเงินเฟ้อของประเทศที่กำลังพัฒนา = 20%

อัตราการเพิ่มพรีเมี่ยมของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

$= (\frac{1.20}{1.10} - 1) \text{ x } 100 = 9.1\%$

ถ้าพรีเมี่ยมในปัจจุบัน = 30% ของอัตราการแลกเปลี่ยนทางการ

พรีเมี่ยมปีหน้า = 30% x 1.09 = 32.7%

8.5.3 เงินทุนภายในประเทศ (Domestic Capital)

ประเทศที่กำลังพัฒนาปกติจะขาดเงินทุนภายในประเทศ จึงทำให้อัตราดอกเบี้ยจริง (Shadow Price) ของเงินทุนสูงกว่าอัตราตลาด อัตราดอกเบี้ยของตลาดจะขึ้นอยู่กับอัตราการเสี่ยง อัตราเงินเฟ้อ ภาษี และนโยบายด้านการเงินและการให้ความอุดหนุนของรัฐบาล อัตราการเสี่ยง และอัตราเงินเฟ้อจะมีผลทำให้อัตราตลาดสูงกว่าราคาเงา (อัตราจริง) ในทางกลับกัน ภาษี และ Subsidized Interest Rate จะทำให้อัตราจริงสูงกว่าอัตราตลาด ส่วนนโยบายด้านการเงินของรัฐบาลอาจให้ผลทั้งสองทาง

ปกติแล้วอัตราดอกเบี้ยจะมีมากมายหลายอัตรา เช่น (1) อัตราเงินกู้ของธนาคารพาณิชที่ให้กับนักอุตสาหกรรม Importer ธุรกิจการพาณิช เกษตรกร (2) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่รัฐบาลให้เพื่อช่วยเหลือสหกรณ์ผู้ส่งออก (3) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของนายทุนที่ให้กับธุรกิจขนาดเล็ก เกษตรกร (4) อัตราดอกเบี้ยของพันธบัตรรัฐบาล (5) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้แบบรัฐบาลต่อรัฐบาลหรือที่รัฐบาลกู้จากสถาบันเงินทุนต่างประเทศ การวิเคราะห์อัตราดอกเบี้ยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วเพื่อหาอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (Shadow Price) เป็นเรื่องที่ยุ่งยากมาก

ปกติแล้วฝ่ายวางแผนกลางจะเป็นผู้กำหนดอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริงสำหรับการวิเคราะห์โครงการ และประเทศที่กำลังพัฒนาส่วนใหญ่จะมีอัตราดอกเบี้ยประมาณ 2 เท่าของอัตราในประเทศอุตสาหกรรม

8.5.4 ช่างผู้ชำนาญการ (Skilled Labor)

ช่างผู้ชำนาญการ เช่น พวกเทคนิเชี่ยน ฝ่ายจัดการ ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการคิดราคาเงาที่เหมาะสมสำหรับสิ่งนี้ อย่างไรก็ตาม ถ้าอัตราตลาดต่ำกว่าอัตราจริง ควรจะต้องมีการปรับปรุงโดยใช้พรีเมี่ยม คูณค่าอัตราค่าจ้างในประเทศ การปรับราคาตลาดถือว่ามีประโยชน์ ถึงแม้จะไม่รู้ว่ามูลค่าจริงเป็นเท่าใด

8.6 การประยุกต์ใช้ราคาเงา (Application of Shadow Prices)

ขั้นตอนในการใช้ราคาเงา มีดังต่อไปนี้

(1) ระบุรายการที่ต้องการปรับค่า

(2) แทนมูลค่าตลาดด้วยมูลค่าเงา (Shadow Values)

(3) วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 6 และ 7

ในการวิเคราะห์โครงการ โดยมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ เพื่อหาว่าโครงการใดให้ผลประโยชน์กับสังคม (ประเทศ) มากที่สุด มีขั้นตอนดังนี้

(1) การจัดแบ่งค่าลงทุน และผลประโยชน์เป็นกลุ่มๆ ดังนี้

- Skilled และ Unskilled Labor
- Foreign Expenditures และ Receipts
- Receipts และ Expenditures ที่เกี่ยวกับ Duties, Taxes และ Subsidies

รายการอื่นๆ ที่มูลค่าตลาดไม่ได้สะท้อนมูลค่าจริง

(2) ปรับมูลค่าของค่าลงทุนและผลประโยชน์ เนื่องจาก Economic Transfers และมูลค่าจริงของปัจจัยการผลิต โดยใช้ข้อมูลในการปรับจากฝ่ายวางแผนกลาง

(3) ถ้าวิเคราะห์โดยวิธี NPV หรือ B/C จะต้องหามูลค่าปัจจุบัน (Discount) ของ Modified Cash Flow โดยใช้ราคาเงาของ Domestic Capital แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ IRR จะต้องหาอัตราผลตอบแทนการลงทุนของ Modified Cash Flow แล้วนำมาเปรียบเทียบกับราคาเงาของ Domestic Capital

ในกรณีที่ฝ่ายวางแผนกลางไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับราคาเงา ผู้วิเคราะห์โครงการควรจะประมาณราคาเงา โดยใช้หลักการที่ได้กล่าวถึงในบทนี้ ถึงแม้ว่าการปรับโดยใช้ค่าประมาณที่กำหนดโดยนักวิเคราะห์โครงการจะมีข้อเสียบ้าง เช่น การปรับค่าจะไม่มีมาตรฐานระหว่างโครงการที่วิเคราะห์โดยเจ้าหน้าที่จากต่างหน่วยงาน แต่ปกติจะถือว่าดีกว่าที่จะไม่มีการปรับเสียเลย

ตัวอย่างที่ 8.2 โครงการมีอายุทางเศรษฐศาสตร์ 10 ปี และมีราคาตลาด ดังนี้

	บาท
ค่าลงทุนปีแรก (Investment)	1,000,000
ยอดขายประจำปี	500,000
ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานประจำปี	300,000
อัตราส่วนลด	15%

ถ้าโครงการดำเนินโดยเอกชน

$$NPV = -1,000,000 + (500,000 - 300,000)\frac{[(1 + 0.15)^{10} - 1}{0.15(1 + 0.15)^{10}}$$

$$= 3,750$$ โครงการเหมาะที่จะนำไปดำเนินการ

ถ้าประเมินโครงการจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ ข้อมูลเพิ่ม มีดังต่อไปนี้

(1) ค่าลงทุนเริ่มแรก (Investment) ประกอบด้วย

- 30% เป็น Imports
- 10% เป็น Tariffs ของ Imports
- 20% เป็น Unskilled Labor
- 20% เป็น Skilled Labor
- และส่วนที่เหลืออีก 20% เป็นค่าวัสดุในประเทศ (Local Material)

(2) ผลผลิตทั้งหมดของโครงการจะส่งออก

(3) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานประจำปี ประกอบด้วย

- 40% เป็น Unskilled Labor
- 30% เป็นวัสดุภายในประเทศ
- 15% เป็น Skilled Labor
- 15% เป็น Taxes

(4) ราคาเงาที่ได้จากฝ่ายวางแผนกลาง

- Unskilled Labor 50% ของมูลค่าตลาด
- Skilled Labor 120% ของมูลค่าตลาด
- อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ 140% ของอัตราที่ราชการกำหนด
- Domestic Capital 10%
- วัสดุในประเทศตีราคาตามจริงแล้ว

การปรับ Cash Flow เนื่องจากราคาเงา

(1) ค่าลงทุน (Investment)

รายการ	% ของค่าลงทุนทั้งหมด	มูลค่าตลาด	พรีเมี่ยม	มูลค่าเงา (Shadow Values)
Imports	30	300,000	1.4	420,000
Tariffs	10	100,000	0	0
Unskilled Labor	20	200,000	0.5	100,000
Skilled Labor	20	200,000	1.2	240,000
Local Material	20	200,000	1.0	200,000
รวมทั้งหมด	100	1,000,000		960,000

(2) ยอดขายประจำปี

รายการ	มูลค่าตลาด	พรีเมี่ยม	มูลค่าเงา
Exports	500,000	1.4	700,000

(3) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานประจำปี

รายการ	% ของค่าลงทุนทั้งหมด	มูลค่าตลาด	พรีเมี่ยม	มูลค่าเงา (Shadow Values)
Unskilled Labor	40	120,000	0.50	60,000
Skilled Labor	15	45,000	1.20	54,000
Local Material	30	90,000	1.00	90,000
Taxes	15	45,000	0	0
รวมทั้งสิ้น	100	300,000		204,000

$$NPV = -960,000 + (700,000 - 204,000)\frac{[(1+0.10)^{10} - 1}{0.10(1+0.1)^{10}}$$

$$= 2,088,000 \text{ บาท}$$

จากการเปรียบเทียบการวิเคราะห์โครงการ โดยการมองแบบเอกชนเป็นเกณฑ์ กับการมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ จะเห็นได้ว่าการมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ ให้ค่า NPV สูงกว่ามาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

(1) ค่าลงทุนของโครงการลดลงอย่างมาก เนื่องจาก Duties และ Taxes

(2) โครงการได้เปรียบทาง Foreign Exchange เพิ่มขึ้นกว่าเดิม

(3) มูลค่าจริงของ Unskilled Labor ต่ำกว่าราคาตลาด ทำให้ค่าลงทุนต่ำลง

(4) ค่าเสียโอกาสของเงินทุน สำหรับรัฐบาลต่ำกว่านักลงทุนเอกชน

ดังนั้น ถ้านักลงทุนเอกชนไม่สนใจโครงการดังกล่าว รัฐบาลควรดำเนินการเอง หรือสนับสนุนให้เอกชนทำโดยการลดภาษี หรือให้เงินกู้ด้วยอัตราดอกเบี้ยต่ำ หรือร่วมมือกันระหว่างรัฐบาลกับเอกชน

8.7 ปัญหาเกี่ยวกับการใช้ราคาเงา

(1) ราคาเงาขององค์ประกอบบางอย่างประเมินออกมาให้แน่นอนได้ยาก

(2) ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับหลักการของราคาเงา มักจะพิจารณาว่าเรื่องของราคาเงาไม่เป็นจริง เพราะไม่ใช่ราคาที่จ่ายและรับจริง แต่ผู้ที่มองในแง่นี้ลืมไปว่า ราคาตลาดบางครั้งไม่ใช่ราคาจริง แต่เป็นราคาที่รัฐบาลกำหนดขึ้นเพื่อนโยบายบางอย่าง ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการโดยการมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ จึงเป็นการให้ข้อมูลแก่รัฐบาลว่าควรวางนโยบายเกี่ยวกับราคาอย่างไร

(3) ปัญหาสำคัญในการตัดสินใจโครงการ คือการนำแผนไปปฏิบัติ (Implementation) ถ้าโครงการมีการใช้ Unskilled Labor เป็นจำนวนมาก และราคาเงาของ Unskilled Labor ต่ำกว่าราคาตลาด เวลานำไปปฏิบัติจะต้องจ่ายค่าแรง Unskilled Labor ตามราคาตลาดซึ่งสูงกว่าราคาเงาที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศเป็นเกณฑ์ โครงการอาจมีปัญหาทางด้านการเงิน (Finance) ได้ ถึงแม้ว่าโครงการจะให้ผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ

8.8 เอกสารอ้างอิง

(1) Shanner, W.W., 1979, Project Planning for Developing Economies, Praeger, USA.

บทที่ 9
การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการ
(Analysis of Project Costs and Benefits)

9.1 บทนำ

ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ จะต้องมีการตีมูลค่าของทรัพยากรที่เป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ และผลประโยชน์ทั้งหมดที่ได้รับจากโครงการ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของแต่ละโครงการ หรือระหว่างโครงการกับทางเลือกต่างๆ ซึ่งในการหามูลค่าของค่าใช้จ่าย (Costs) และผลประโยชน์ (Benefits) มีขั้นตอนง่ายๆ ดังนี้คือ (1) การระบุรายการของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ว่ามีอะไรบ้าง (2) การหาปริมาณของรายการต่างๆ ที่ระบุไว้ (3) การตีราคา และสุดท้าย (4) คือการหามูลค่าทั้งหมดของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ แต่บ่อยครั้งที่มีปัญหาในการทำตามขั้นตอนง่ายๆ เหล่านี้ โดยเฉพาะในการหามูลค่าของผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible Benefits) ซึ่งยากแก่การระบุและการตีราคา

9.2 การระบุรายการค่าใช้จ่ายของโครงการ

โครงการทำหน้าที่เสมือนกลไกทางการผลิต ซึ่งทำหน้าที่แปลงปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรที่ใส่เข้าไป (Inputs) ให้เป็นผลผลิตออกมา (Outputs) ค่าใช้จ่ายของปัจจัยที่ใส่เข้าไปทั้งหมดเนื่องจากมีโครงการไม่ว่าจะเป็นสินค้าหรือบริการ เมื่อคิดมูลค่าแล้วก็คือค่าใช้จ่าย (Costs) ของโครงการนั่นเอง ค่าใช้จ่ายที่ว่าจะรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Costs) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

(1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน หมายถึงมูลค่าของปัจจัยที่ใส่เข้าไปเพื่อการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities) หรือเพื่อเป็นฐานในการผลิตผลผลิตออกมา เช่น ที่ดิน สิ่งก่อสร้าง ค่าเครื่องจักรเครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตและการติดตั้ง

(2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา หมายถึงมูลค่าของปัจจัยที่ใส่เข้าไปเพื่อการดำเนินการและบำรุงรักษาโครงการ เช่น ค่าแรงงานและเจ้าหน้าที่ วัตถุดิบ น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น ค่าไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์ อะไหล่ ค่าอบรม ค่าล่วงเวลา และค่าเดินทาง เป็นต้น

(3) ส่วนค้าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดกับบุคคล หรือกลุ่มคนภายนอกโครงการเนื่องจากโครงการมีผลกระทบในทางลบต่อสังคม

9.2.1 ค่าใช้จ่ายทางตรงและค่าใช้จ่ายทางอ้อม

ตามที่กล่าวมานี้ ค่าใช้จ่ายของโครงการจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

(1) ค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Costs) หรือ *ค่าใช้จ่ายหลัก (Primary Costs)* ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้าง และค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ

(2) ค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Costs) หรือ *ค่าใช้จ่ายรอง (Secondary Coats)* ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดกับบุคคล หรือกลุ่มคนที่อยู่ภายนอกโครงการ ซึ่งได้รับผลกระทบทางด้านเทคนิค (Technological Externalities) เนื่องจากโครงการ เช่น ค่าความเสียหายเนื่องจากการตกตะกอนทางด้านเหนือน้ำของอ่างเก็บน้ำ ทำให้ลำน้ำตื้นเขินต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอก หรือการกัดเซาะทางด้านท้ายน้ำของเขื่อน ทำให้เป็นอันตรายต่อตลิ่งและสิ่งก่อสร้าง 2 ฝั่งลำน้ำ หรือค่าความเสียหายที่ตกแก่สังคมในรูปของผลกระทบต่อภายนอกโครงการ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล ก่อให้เกิดน้ำเสียแล้วปล่อยลงในแม่น้ำลำคลอง ทำให้เกิดผลเสียต่อผู้ใช้น้ำทางด้านท้ายน้ำ

ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายอาจมีค่าใช้จ่ายบางประเภท เช่น พวกค่าใช้จ่ายรองที่ไม่อาจกำหนดมูลค่าเป็นตัวเงินได้ แต่ค่าใช้จ่ายพวกนี้ไม่ควรตัดทิ้ง ควรประเมินออกมาในรูปของคุณภาพ (นามธรรม) เพื่อช่วยให้รู้ว่าโครงการนี้มีค่าใช้จ่ายหรือผลเสียหายต่อสังคมในเรื่องอะไรบ้าง

โดยทั่วๆ ไป การระบุค่าใช้จ่ายของโครงการเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยากนัก เจ้าหน้าที่เทคนิคหรือวิศวกรจะเป็นผู้ให้คำตอบได้เป็นอย่างดีว่าโครงการนั้นต้องมีค่าใช้จ่ายประเภทใดและมีปริมาณเท่าใด ในการระบุค่าใช้จ่ายจะต้องระบุให้ครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายทางตรงหรือทางอ้อม ทั้งที่คิดมูลค่าเป็นตัวเงินได้ และที่คิดเป็นตัวเงินไม่ได้ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของการมีโครงการ

9.2.2 แนวทางในการระบุค่าใช้จ่ายของโครงการ

(1) ค่าใช้จ่ายทางตรง ซึ่งประกอบด้วย

ก. ค่าลงทุน (Investment Costs)

- ที่ดิน
- สิ่งก่อสร้างและส่วนที่เกี่ยวข้อง
- หัวงาน
- ระบบส่งน้ำ
- ระบบชลประทานในไร่นา
- เครื่องจักร เครื่องมือ และการติดตั้ง
- เครื่องมือเครื่องใช้ในสำนักงาน
- ยานพาหนะ

ข. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

- แรงงานและเจ้าหน้าที่
- วัสดุและอุปกรณ์
- อะไหล่
- บำรุงรักษา
- น้ำมันเชื้อเพลิง และหล่อลื่น
- ค่าฝึกอบรม
- ค่าล่วงเวลา
- ค่าเดินทาง
- ค่าที่ปรึกษา เป็นต้น

(2) ค่าใช้จ่ายทางด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการขุดลอก กำจัดโรค ยุง และอื่นๆ

9.2.3 รายการที่ไม่คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การวิเคราะห์โครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายจริง ฉะนั้นจึงมีบางรายการที่เป็นค่าใช้จ่ายที่ปรากฏอยู่ในบัญชีทางการเงินของโครงการ แต่จะไม่นำเอามารวมเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ รายการดังกล่าวได้แก่

(1) ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ทั้งนี้เพราะค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องจักร เครื่องมือ หรือทรัพย์สินถาวร ได้ถูกบันทึกเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการในปีที่ซื้อแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องหักค่าเสื่อมราคาของการใช้เครื่องจักรเครื่องมือนั้นในปีต่อๆ ไป

(2) ค่าชำระหนี้ (Debt Services) ในทำนองเดียวกับค่าเสื่อมราคา เงินลงทุนที่กู้มาได้ถูกบันทึกเป็นค่าลงทุนของโครงการแล้ว การชำระหนี้ถือเป็นเพียงการโอนเปลี่ยนมือทางการเงิน ซึ่งไม่ใช่การใช้ทรัพยากรในโครงการ จึงไม่นำเอามารวมคิดเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ

(3) ค่าภาษี (Tax Payments) เนื่องจากถือว่าค่าภาษีเป็นเพียงการโอนเปลี่ยนมือทางการเงินจากโครงการไปยังรัฐบาลเท่านั้น ไม่ใช่การใช้ทรัพยากรในโครงการที่แท้จริง

นอกจากนี้ยังมีรายการที่มักเกิดความสับสนบ่อยๆ ว่าควรรวมเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการหรือไม่ เช่น

(1) รายจ่ายสำรอง (Contingency Allowances) ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการจะต้องมีการกันเงินส่วนหนึ่งไว้เป็นค่าใช้จ่ายสำรอง สำหรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น ปริมาณงานและราคาต่อหน่วย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงต้องนำเอามาคิดเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งของโครงการ

และปกติจะคิดเป็นรายการค่าใช้จ่ายต่างหากจากรายการอื่นๆ แต่ระวังว่าค่าใช้จ่ายที่สำรองสำหรับเงินเฟ้อจะไม่นำเอามาคิดเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ

(2) ต้นทุนจม (Sunk Costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปแล้วในอดีตของโครงการ การวางแผนและวิเคราะห์โครงการที่กำลังพิจารณา ซึ่งจะไม่นำมารวมคิดเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการทั้งในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์และการเงิน

9.3 การตีราคาค่าใช้จ่ายของโครงการ

หลังจากที่ได้ระบุรายการและปริมาณค่าใช้จ่ายของโครงการแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการตีราคาเพื่อจะได้ประมาณค่าใช้จ่ายออกมาเป็นตัวเงิน ทั้งนี้เพราะปัจจัยที่ใส่เข้าไปในโครงการอาจมีหน่วยไม่เหมือนกัน เช่น แรงงานเป็นคน ที่ดินเป็นไร เครื่องจักรเครื่องมือเป็นชิ้น เป็นต้น ทำให้นำมารวมกันไม่ได้ จึงต้องมีการตีราคาปัจจัยต่างๆ เป็นเงิน เพื่อจะได้นำมาวิเคราะห์เป็นค่าใช้จ่ายรวมของทั้งโครงการ การตีราคาเป็นเรื่องที่สำคัญมาก จะต้องมีการกำหนดมูลค่าที่เหมาะสมที่สะท้อนถึงมูลค่าจริงของปัจจัยที่ใส่เข้าไปในโครงการ มิฉะนั้นจะนำไปสู่ความผิดพลาดในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของค่าใช้จ่ายโครงการได้

9.3.1 ราคาตลาดและราคาเงา

ในการวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์ ราคาที่สามารถนำมาใช้ในการตีราคาของปัจจัยที่ใส่เข้าไปในโครงการมี 2 ชนิด คือ ราคาตลาด และราคาเงา ***ราคาตลาด*** จะสะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงของทรัพยากร และสามารถนำมาใช้ในการตีราคาค่าใช้จ่ายของโครงการได้ก็ต่อเมื่อระบบเศรษฐกิจมีการแข่งขันที่สมบูรณ์ แต่ตามปกติแล้วตลาดของประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายมักไม่เป็นตลาดที่มีการแข่งขันที่สมบูรณ์ กล่าวคือมีการผูกขาดบางส่วนเกิดขึ้นภายในระบบเศรษฐกิจ ราคาตลาดถูกกำหนด และควบคุมโดยข้อบังคับของทางราชการ การขาดความรู้เกี่ยวกับระบบราคาที่กำหนดโดยผู้ซื้อและผู้ขาย และการขาดการเคลื่อนย้ายของทรัพยากร เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้ราคาตลาดจะไม่สะท้อนมูลค่าจริงของทรัพยากร และควรใช้ราคาเงาเป็นเกณฑ์ในการตีราคาค่าใช้จ่ายของโครงการ ***ราคาเงา*** ราคาที่สมมติที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ราคาของปัจจัยการผลิต เท่ากับมูลค่าที่แท้จริงหรือมูลค่าผลผลิตเพิ่ม (Marginal Value Product) และเท่ากับค่าเสียโอกาส (Opportunity Costs) ของการใช้ปัจจัยชนิดนั้น ซึ่งค่าเสียโอกาสของการใช้ปัจจัยการผลิต ก็คือผลประโยชน์ที่ดีที่สุดที่สูญเสียไป เมื่อปัจจัยการผลิตนั้นได้ถูกนำมาใช้ใน โครงการ (Maximum Alternative Benefit Foregone)

โครงการแต่ละโครงการต้องใช้ปัจจัยการผลิตหลายอย่าง ซึ่งการตีราคาปัจจัยการผลิตแต่ละอย่างมีแนวทางดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

9.3.2 การตีราคาค่าที่ดิน

ถ้าตลาดมีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ จะใช้ราคาตลาดในการตีราคาค่าที่ดิน ซึ่งจะต้องเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของการเช่าที่ดินผืนนั้นตลอดอายุโครงการ ตัวอย่างเช่น ที่ดินผืนหนึ่งกำลังใช้ในการปลูกข้าวโพด โดยเจ้าของที่ดินได้ค่าเช่า 1,000 บาทต่อไร่ต่อปี ถ้ารัฐบาลต้องการได้ที่ดินผืนนั้นมาใช้ในโครงการชลประทาน ให้คำนวณว่ารัฐบาลจะต้องชดเชยค่าที่ดินให้แก่เจ้าของเป็นเงินเท่าใด กำหนดว่าค่าเสียโอกาสของเงินทุนเท่ากับ 10% คำตอบคือรัฐบาลต้องชดเชยเท่ากับมูลค่าของที่ดิน ซึ่งเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายได้ 1,000 บาทต่อไร่ต่อปี ตลอดอายุโครงการ (∞ ปี) ซึ่งก็คือ

$$PV = \frac{1,000}{(1.10)^1} + \frac{1,000}{(1.10)^2} + \frac{1,000}{(1.10)^3} + ... + \frac{1,000}{(1.10)^\infty}$$

$$= \frac{1,000}{0.1} = 10,000 \text{ บาท}$$

แต่ถ้าหากไม่ใช่ตลาดที่มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ราคาที่ดินจะคิดจากค่าเสียโอกาสของการใช้ที่ดิน เช่น ถ้าที่ดินไม่ได้ใช้และไม่ได้มีศักยภาพในการใช้อื่นๆ ราคาที่ดินจะเท่ากับศูนย์ แต่ถ้ามีทางเลือกอื่นๆ ในการใช้ที่ดิน มูลค่าที่ดินจะถูกกำหนดจากผลตอบแทนสุทธิที่ดีที่สุดที่เสียไป (Maximum Net Benefits Foregone) ทั้งนี้เพราะที่ดินผืนนั้นหมดโอกาสที่จะนำไปใช้ในทางเลือกอื่นๆ

9.3.3 การตีราคาค่าจ้างแรงงาน

ถ้าตลาดแรงงานเป็นตลาดที่มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ค่าจ้างแรงงานใดจะเท่ากับผลผลิตเพิ่มของแรงงานนั้น (Marginal Value Product, MVP) กรณีเช่นนี้จะสามารถใช้อัตราค่าจ้างแรงงานในตลาดแรงงานในการวิเคราะห์ แต่ถ้าตลาดแรงงานมีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ และมีการว่างงานเกิดขึ้น มูลค่าที่แท้จริงของค่าจ้างแรงงานจะต่ำกว่าที่มีการจ่ายจริงในตลาดแรงงาน กรณีเช่นนี้การตีราคาค่าจ้างจะใช้หลักค่าเสียโอกาส (Opportunity Costs) ซึ่งจะสามารถแบ่งการพิจารณาออกตามประเภทของแรงงาน

(1) แรงงานที่มีฝีมือ (Skilled Labor) ในประเทศที่กำลังพัฒนา ตลาดแรงงานประเภทนี้เป็นตลาดที่มีการแข่งขัน เนื่องจากอุปสงค์ (Demand) มีมาก ในขณะที่อุปทาน (Supply) แรงงานที่มีฝีมือมีจำกัด จึงสามารถใช้ราคาตลาดเป็นค่าเสียโอกาสของแรงงานได้ และอาจต้องคิดค่าเสียโอกาสให้แก่แรงงานที่มีฝีมือบางประเภทให้สูงกว่าค่าจ้างจริงในตลาดก็ได้ เพื่อสะท้อนถึงการขาดแคลนในแรงงานประเภทนั้น

(2) แรงงานที่ไร้ฝีมือ (Unskilled Labor) จะต้องแบ่งตามประเภทของแรงงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น (ก) <u>แรงงานไร้ฝีมือที่ว่างงาน</u> (Unemployment) ซึ่งค่าเสียโอกาสเป็นศูนย์ (ข) <u>แรงงานไร้ฝีมือที่ทำงานต่ำระดับ</u> (Underemployment) คือทำงานต่ำกว่าขีดความสามารถในการผลิตที่ควรจะเป็น เช่น

งานด้านเกษตรที่มีการว่างงานตามฤดูกาล ซึ่งจะคิดค่าเสียโอกาสตามสัดส่วนที่ทำงานจริง เช่น หากมีการทำงานเต็มที่ 4 เดือน แต่อีก 8 เดือน ทำงานเพียงครึ่งเดียวของเวลา มูลค่าจริงของแรงงานกรณีนี้จะเท่ากับอัตราค่าจ้างเฉลี่ยต่อปีนั่นเอง และ (ค) แรงงานไร้ฝีมือที่ทำงานเต็มเวลา จะคิดจากอัตราค่าจ้างแรงงานในตลาด

9.3.4 การตีราคาปัจจัยการผลิตในประเทศ

ราคาปัจจัยที่ใช้ในโครงการที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศ อาจคิดโดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้คือ

(1) ค่าใช้จ่ายเพิ่มหรือต้นทุนเพิ่มการของการผลิตปัจจัยนั้น สำหรับกรณีซึ่งจะไม่ผลิตปัจจัยส่วนนั้นถ้าไม่มีโครงการ

(2) ราคาตลาดในประเทศของปัจจัยภายใต้การแข่งขันที่สมบูรณ์

(3) ราคาส่งออกของปัจจัย (FOB) ที่แปลงเป็นมูลค่าของเงินภายในประเทศด้วยราคาเงาของอัตราแลกเปลี่ยน ถ้าการส่งออกให้ราคาที่สูงกว่า

การจะใช้วิธีไหนขึ้นอยู่กับว่าวิธีใดให้ราคาสูงสุด

9.3.5 การตีราคาสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ

สำหรับปัจจัยการผลิตที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น เครื่องจักร เครื่องมือ และวัตถุดิบบางประเภท จะใช้ราคา Border Price ซึ่งไม่รวมค่าภาษีและเงินอุดหนุน หรือราคา CIF (Cost, Insurance and Freight) ซึ่งแปลงเป็นราคาในประเทศ โดยใช้ราคาเงาของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

9.3.6 การหาอัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริง (Shadow Exchange Rate)

ประเทศที่กำลังพัฒนาปกติจะกำหนดค่าเงินสกุลของตนไว้สูงเกินไป ทำให้ค่าเงินต่างประเทศต่ำเกินไป หรือกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่ำเกินไป ภายในสถานการณ์เช่นนี้จะมีการสั่งสินค้าเข้ามาก และมีการส่งสินค้าออกได้น้อย ผลก็คือจะเกิดการขาดดุลการค้าขึ้น ขณะเดียวกันถ้าอุปสงค์ (Demand) เงินตราต่างประเทศมีมากเพื่อนำไปซื้อสินค้าเข้าราคาถูก แต่อุปทาน (Supply) เงินตราต่างประเทศมีน้อย เนื่องจากมีการส่งสินค้าไปจำหน่ายต่างประเทศมีน้อย เงินตราในประเทศจะลดค่าตัวเอง และเงินตราต่างประเทศจะแข็งขึ้น ถ้าปล่อยให้อัตราการแลกเปลี่ยนลอยตัวตามกลไกของตลาดที่เสรี ซึ่งจะมีผลทำให้การนำเข้าสินค้าแพงขึ้น และการส่งสินค้าออกถูกลง การค้าจะกลับคืนสู่สถานะดุลยภาพ

แต่ถ้าไม่ต้องการปล่อยให้อัตราการแลกเปลี่ยนลอยตัว แต่รัฐบาลยังต้องการจะรักษาดุลการค้าไว้ ก็จะใช้มาตรการดังต่อไปนี้ เช่น การเก็บภาษีสินค้านำเข้า และหรือส่งออก การให้เงินอุดหนุนการนำเข้า และหรือส่งออก การจำกัดการนำเข้า และหรือส่งออก การให้ขออนุญาตการนำเข้าและหรือส่งออก และการควบคุมเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น

UNIDO Guidelines (1972) ได้เสนอแนะวิธีการหาตัวปรับแก้ของราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ซึ่งเรียกว่า พรีเมี่ยม (Premium) จากราคาในประเทศและราคาในตลาดโลก ตามสัดส่วนของสินค้าส่งออกและนำเข้า ดังนี้

$$PREMF = \sum_{i=1}^{m} I_i \frac{P_i^D}{P_i^{CIF}} + \sum_{i=m+1}^{m+n} E_i \frac{P_i^D}{P_i^{FOB}} \quad \text{.....(9.1)}$$

PREMF = พรีเมี่ยม (Premium) ของราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

P_i^D = ราคาในประเทศของสินค้า i

P_i^{FOB} = ราคาส่งออกของสินค้า i

P_i^{CIF} = ราคานำเข้าของสินค้า i

$\sum_{i=1}^{m} I_i$ = สัดส่วนของสินค้านำเข้าในการค้ากับต่างประเทศ

$\sum_{i=m+1}^{m+n} E_i$ = สัดส่วนของสินค้าส่งออกในการค้ากับต่างประเทศ

$\sum_{i=1}^{m} I_i + \sum_{i=m+1}^{m+n} E_i = 1$

เมื่อคำนวณหา PREMF ได้ จะสามารถหาราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราได้ดังสมการ

SER = PREMF x OER ..... (9.2)

เมื่อ

SER = ราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

OER = อัตราการแลกเปลี่ยนของทางการ (Official Exchange Rate)

PREMF = พรีเมี่ยมของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

ตัวอย่างที่ 9.1 ให้คำนวณหาพรีเมี่ยมของอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราจากราคาสินค้านำเข้าและส่งออก ซึ่งรัฐบาลมีมาตรการในการเก็บภาษีและให้เงินอุดหนุน ดังนี้

สินค้านำเข้า	Border Price ที่ ORE	ราคาในประเทศ (± ภาษีและเงินอุดหนุน)
	(CIF)	
ข้าวสาลี	800	800 + 320 = 1,120
รถยนต์	5,000	5,000 + 5,000 = 10,000
เครื่องจักร	10,000	10,000 + 2,000 = 12,000
แก้ว	200	200 + 400 = 600
อาหารกระป๋อง	4,000	4,000 + 1,600 = 5,600
รวม	20,000	20,000 + 9,320 = 29,320
สิน้าส่งออก		
	(FOB)	
ข้าว	5,000	5,000 – 500 = 4,500
ไม้	12,000	12,000 + 6,000 = 18,000
สับปะรดกระป๋อง	4,000	4,000 + 800 = 4,800
รวม	21,000	21,000 + 6,300 = 27,300

<u>วิธีทำ</u>

มูลค่าของสินค้านำเข้าและส่งออกทั้งหมด = 20,000 + 21,000

= 41,000

I_i และ E_i จะคิดจากอัตราส่วนของ Border Price ต่อมูลค่ารวมของสินค้านำเข้าและส่งออกทั้งหมด

จากสมการที่ 9.1

$$PREMF = \frac{800}{41,00}\left(\frac{1,120}{800}\right) + \frac{5,000}{41,000}\left(\frac{10,000}{5,000}\right) + \frac{10,000}{41,000}\left(\frac{12,000}{10,000}\right) + \frac{200}{41,000}\left(\frac{600}{200}\right) + \frac{4,000}{41,000}\left(\frac{5,600}{4,000}\right) + \frac{5,000}{41,000}\left(\frac{4,500}{5,000}\right) + \frac{12,000}{41,000}\left(\frac{18,000}{12,000}\right) + \frac{4,000}{41,000}\left(\frac{4,800}{4,000}\right)$$

$$= \frac{1,120 + 10,000 + 12,000 + 600 + 5,600 + 4,500 + 18,000 + 4,800}{41,000}$$

PREMF = 1.38097

= 1.38

กรณีซึ่งรัฐบาลได้นำเอามาตรการการจำกัดการนำเข้าและการส่งออกมาใช้นอกเหนือจากเก็บภาษีและการให้เงินอุดหนุนดังที่กล่าวมาแล้วในตัวอย่างที่ 9.1 เช่น การจำกัดการนำเข้าของสินค้าบางชนิด จะมีผลทำให้ราคาในประเทศของสินค้านั้นสูงกว่าราคา Border Price และจะก่อให้เกิดตลาดมืด พ่อค้าในตลาดมืดจะต้องซื้อหาเงินตราต่างประเทศในตลาดมืด เพื่อนำไปซื้อสินค้าดังกล่าว ค่าของเงินตราต่างประเทศในตลาดมืดจะสูงกว่า OER ทำให้เกิดพรีเมี่ยมขึ้นมา

$$\text{PREMI} = \frac{\text{IMER}}{\text{OER}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9.3)$$

เมื่อ

PREMI = พรีเมี่ยมของการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตลาดมืด

IMER = อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในตลาดมืด (Illegal Market Exchange Rate)

ดังนั้น ในกรณีที่มีตลาดมืด ค่าพรีเมี่ยมที่แท้จริงจะหาได้โดยการเฉลี่ยค่าพรีเมี่ยม PREMF และ PREMI ตามสัดส่วนของการค้าในตลาดมืดและตลาดปกติ ดังนี้

$$\text{PREMA} = \frac{\text{PF}}{100}(\text{PREMF}) + \frac{\text{PF}}{100}(\text{PREMI}) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9.4)$$

เมื่อ

PREMA คือ พรีเมี่ยมที่ปรับแล้ว

PF คือ เปอร์เซ็นต์การค้าในตลาดปกติต่อการค้าทั้งหมด

PI คือ เปอร์เซ็นต์การค้าในตลาดมืดต่อการค้าทั้งหมด

9.4 การระบุผลรายการผลประโยชน์ของโครงการ (Identification of Project Benefits)

ผลประโยชน์ของโครงการสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (1) ผลประโยชน์ทางตรง (Direct Benefits) หรือผลประโยชน์หลัก (Primary Benefits) ซึ่งได้แก่ มูลค่าของสินค้าและบริการที่โครงการผลิตโดยตรง และ (2) ผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefits) หรือผลประโยชน์รอง (Secondary Benefits) ซึ่งได้แก่ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นนอกโครงการ

9.4.1 ผลประโยชน์ทางตรง

การวัดผลประโยชน์ทางตรงอาจทำได้โดย การวัดมูลค่าเพิ่มของผลผลิต ถ้าผลผลิตของโครงการช่วยเพิ่มอุปทาน (Supply) ให้กับระบบเศรษฐกิจ เช่น ผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้น หรือโดยการวัดการประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากผลผลิตของโครงการช่วยทดแทนการนำเข้า หรือลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลง โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เพื่อลดความสูญเสียของพืชผล

9.4.2 ผลประโยชน์ทางอ้อม

โครงการอาจก่อให้เกิดผลประโยชน์แก่สังคม แต่อยู่ภายนอกโครงการได้ดังนี้

(1) ผลประโยชน์ที่สืบเนื่องหรือที่ถูกชักนำจากผลประโยชน์ทางตรง เช่น โครงการผลิตข้าวได้มากขึ้น จะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น พ่อค้าข้าว ผู้ประกอบการขนส่ง โรงสีข้าว ขนมปัง และอื่นๆ มีรายได้ และผลกำไรมากขึ้น ผลประโยชน์ทางอ้อมจะเท่ากับผลกำไรซึ่งกิจการต่างๆ ได้รับเพิ่มขึ้น ผลประโยชน์ทางอ้อมในลักษณะนี้เรียกว่า Forward Link หรือ Stemming From การผลิตข้าวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลประโยชน์ทางอ้อมที่ถูกชักนำให้เกิดการผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า Backward Linkage หรือ Induced เช่น กิจการต่างๆ ที่ขายปัจจัยการผลิตให้แก่เกษตรกร เป็นต้น

(2) ถนนหนทางในโครงการชลประทาน ยังก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางอ้อมแก่ชุมชนในเขตโครงการ ในรูปของความสะดวกและประหยัดเวลาของประชาชนในการคมนาคม และการขนย้ายปัจจัยการผลิต และผลผลิต

(3) การเพิ่มการจ้างงานเนื่องจากการก่อสร้างและบำรุงรักษาโครงการจะช่วยแก้ปัญหาการว่างงาน และการทำงานต่ำกว่าระดับที่เป็นปัญหาสำคัญของประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย เมื่อคนมีงานทำและมีรายได้ก็จะเอาไปซื้อสินค้าและบริการต่างๆ ทำให้กิจการที่เกี่ยวข้องมีการขยายตัวเกิดเป็นผลทวีคูณ (Multiplier Effect) ของโครงการขึ้นมา

(4) การฝึกอบรมคนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโครงการ จะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางอ้อม คือ เมื่อคนงานเหล่านั้นย้ายงานก็จะนำเอาทักษะเหล่านั้นติดตัวไป ทำให้ได้ค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้น

นอกจากนี้ยังมีผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน (Intangible Benefits) ซึ่งคิดราคาได้ยาก ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาด้วยในการวิเคราะห์โครงการ เช่น ผลประโยชน์ด้านการอนามัย การพักผ่อนหย่อนใจ ความสวยงาม คุณค่าของชีวิต เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์มีข้อควรระวังคือ (1) เงินกู้ที่รับมา (Loan Receipts) ไม่ถือเป็นผลประโยชน์ (2) เงินอุดหนุน (Subsidies) ไม่ถือว่าเป็นผลประโยชน์ (3) มูลค่าซาก (Salvage Values) เช่น เขื่อน คลอง อาคารต่างๆ ถือเป็นผลประโยชน์ของโครงการที่นำไปรวมไว้ในปีสุดท้ายของโครงการ

9.5 การตีราคาผลประโยชน์ของโครงการ (Valuation of Project Benefits)

กรณีที่ระบบเศรษฐกิจมีการแข่งขันกันอย่างสมบูรณ์ จะใช้ราคาตลาดในการตีราคาผลประโยชน์ ซึ่งราคาตลาดที่นำมาใช้ในการตีราคา คือราคาที่มีการซื้อขายครั้งแรก เช่น ราคาที่ขายกันที่บริเวณไร่นา (Farm Gate Prices) สำหรับผลผลิตทางการเกษตร เหตุผลก็คือราคาที่สูงขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากไร่นา เป็นผลจากกิจกรรมของตลาดซึ่งต้องลงทุนด้านการขนส่งเพิ่มขึ้นอีก

ส่วนหนึ่งต่างหากจากโครงการ สำหรับผลผลิตที่ส่งไปขายในตลาดต่างประเทศก็จะใช้ราคา FOB ณ ที่ตั้งโครงการ ซึ่งไม่รวมภาษี ค่าขนส่ง ค่าขน และเงินอุดหนุน

ราคาที่นำเอามาใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นราคาที่คงที่ตลอดอายุของโครงการ แต่ถ้าหากราคาสินค้ามีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอาจเลือกใช้ Farm Gate Prices ที่สูงที่สุดในฤดูกาลเก็บเกี่ยวมาใช้ เพราะราคาที่สูงกว่านั้นเป็นผลจากปัญหาอื่น เช่น การโก่งราคา และการกักตุนสินค้าเพื่อหวังผลกำไรเกินปกติ

สำหรับเกี่ยวกับเงินเฟ้อ (Inflation) ถ้าเงินเฟ้อมีผลต่อค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์เท่ากันก็ไม่จำเป็นต้องนำมาคิดในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ แต่ถ้าพิจารณาถึงปัญหาในเรื่องงบประมาณ จะต้องนำเอาภาวะเงินเฟ้อมาร่วมพิจารณาด้วย มิฉะนั้นงบประมาณที่ตั้งไว้อาจไม่พอในการดำเนินโครงการ

ตามที่ได้กล่าวไว้ในการตีราคาค่าใช้จ่ายของโครงการ ราคาตลาดในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย ซึ่งระบบเศรษฐกิจไม่ได้มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ไม่ได้แสดงถึงมูลค่าจริงของสินค้าและบริการ ในการวิเคราะห์โครงการเชิงเศรษฐศาสตร์จึงต้องใช้ราคาเงาแทน ซึ่งการตีราคาเงาของผลประโยชน์ต่างๆ ของโครงการมีแนวทาง ดังนี้

9.5.1 การตีราคาผลผลิตที่ส่งไปขายต่างประเทศ

จะใช้ราคา FOB ที่ประตูโครงการ ซึ่งหมายถึงราคา FOB ที่ Border Price ลบด้วยค่าใช้จ่ายด้านการตลาด เช่น ค่าขนส่ง ตลอดจนระยะทางจากที่ตั้งโครงการถึงท่าเรือ และค่าขนลงเรือแล้วจึงคูณราคา FOB ที่ประตูโครงการด้วยอัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริง

<u>ตัวอย่างเช่น</u> โครงการผลิตผลไม้กระป๋องส่งออก ราคา FOB ที่ Border Price กระป๋องละ 1 เหรียญสหรัฐ และรัฐบาลให้เงินอุดหนุนกระป๋องละ 5 บาท อัตราการเลกเปลี่ยนทางการ 27 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐ ค่าขนส่งภายในประเทศตกกระป๋องละ 1 บาท และสมมติให้พรีเมี่ยมอัตราการแลกเปลี่ยนเท่ากับ 1.2

ราคาที่ผู้ผลิตผลไม้กระป๋องได้รับ	=	1 x 27 + 5 – 1	บาท
	=	31	บาท
ราคาเงาของผลไม้กระป๋อง	=	1 x 27 x 1.2 – 1	บาท
	=	31.4	บาท

สำหรับกรณีที่มีการเก็บภาษีและพรีเมี่ยมจะคิดในทำนองเดียวกัน ราคาที่ผู้ผลิตเอกชนได้รับคือ FOB ลบค่าขนส่งและลบพรีเมี่ยม และภาษีส่งออก ส่วนราคาเงาคือ FOB ลบค่าขนส่งและไม่คิดค่าพรีเมี่ยม

9.5.2 การตีราคาผลผลิตที่ทดแทนการนำเข้า (Valuation of Import Substitution)

จะใช้ราคา CIF คูณด้วยราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยน ยกตัวอย่างเช่น อุปสงค์ของปาล์มในประเทศมีปีละประมาณ 1 ล้านคน ต้องนำเข้าจากต่างประเทศปีละ 500,000 ตัน ในราคา CIF ตันละ 100 เหรียญสหรัฐ รัฐบาลได้วางโครงการผลิตปาล์มเพื่อทดแทนการนำเข้า ถ้าผลิตได้ 200,000 ตันต่อปี ก็สามารถลดการนำเข้าได้ 200,000 ตัน โดยราคาขายยังเท่าเดิม กรณีนี้ผลประโยชน์ของโครงการจะเท่ากับ 20 ล้านเหรียญสหรัฐ

แต่ถ้าต้นทุนการผลิตปาล์ม 200,000 ตันในประเทศสูงกว่าราคานำเข้า และรัฐบาลได้ให้ความคุ้มครองผู้ผลิตปาล์มในประเทศ โดยการเก็บภาษีนำเข้าตันละ 50 เหรียญสหรัฐ และราคาที่ขายในท้องตลาดเท่ากันคือ ราคาตันละ 150 เหรียญสหรัฐ กรณีนี้ผลประโยชน์ของโครงการจะยังคงเท่าเดิมคือ 20 ล้านเหรียญสหรัฐ เมื่อคูณด้วยราคาเงาของอัตราการแลกเปลี่ยนจะได้มูลค่าจริงของผลประโยชน์เนื่องจากโครงการ

9.5.3 การตีราคาผลผลิตที่ใช้บริโภคภายในประเทศ

การตีราคาผลผลิตที่ใช้บริโภคภายในประเทศ สามารถแบ่งแยกการพิจารณาออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

(1) การตีราคาผลผลิตที่การซื้อขายและสามารถตีราคาได้โดยตรง

ถ้าตลาดมีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ราคาตลาดจะเป็นเครื่องวัดมูลค่าที่แท้จริงของผลผลิต เนื่องจากราคาดังกล่าวแสดงถึงความเต็มใจจ่าย (Willingness to Pay) ของผู้บริโภค แต่ถ้าตลาดไม่มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ เช่น การควบคุมราคา การผูกขาดของผู้ซื้อและผู้ขาย จะต้องมีการปรับราคาตลาดให้สะท้อนถึงความเต็มใจที่จะจ่าย

(ก) กรณีของการควบคุมราคา การปรับราคาจะต้องพิจารณาจากสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ ตลาดมืดสำหรับสินค้าชนิดนั้น และการสะสมเพิ่มของผลผลิตส่วนเกิน ถ้าเกิดตลาดมืดก็แสดงว่าราคาที่ผู้บริโภคเต็มใจจ่ายสูงกว่าราคาควบคุม จึงอาจใช้ราคาตลาดมืดมาใช้ในการตีราคาผลผลิตนั้นได้ โดยเฉพาะถ้าตลาดมืดมีขนาดใหญ่มาก มากกว่า 10-15% ของยอดขายทั้งหมด แต่ถ้าเกิดมีการสะสมเพิ่มของผลผลิตส่วนเกิน ก็แสดงว่ามูลค่าจริงของผลผลิตต่ำกว่าราคาควบคุม อย่างไรก็ตาม กรณีหลังนี้มักจะไม่เกิดกับประเทศที่กำลังพัฒนา

ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้ว การวิเคราะห์โครงการในขั้นแรกจะใช้ราคาควบคุม เพื่อดูว่าโครงการผ่านเกณฑ์การทดสอบการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือไม่ ถ้าผ่านก็ไม่จำเป็นต้องไปหามูลค่าจริง เพราะปกติราคาตลาดมืดจะสูงกว่าราคาควบคุมอยู่แล้ว แต่ถ้าโครงการไม่ผ่านก็จำเป็นต้องทดสอบความอ่อนไหวของโครงการ โดยใช้ราคาควบคุมเป็นขีดจำกัดล่าง และราคาตลาดมืดเป็นขีดจำกัดบน

ถ้าโครงการผ่านการทดสอบโดยใช้ราคาที่ต่ำกว่าจุดกลาง โครงการนั้นน่าจะยอมรับได้ แต่ถ้าต้องใช้ราคาที่สูงกว่าจุดกลาง ต้องมีการวิเคราะห์ให้ละเอียดยิ่งขึ้น

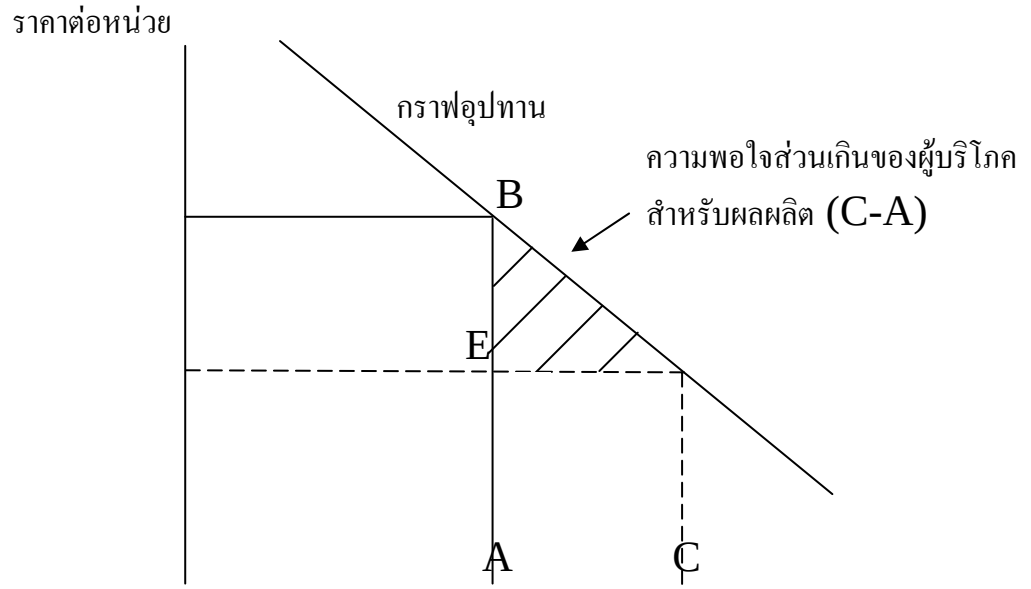
(ข) กรณีการผูกขาดของผู้ขาย ถ้ามีผู้ขายเพียงรายเดียว หรือน้อยรายแต่สามารถรวมตัวกันได้ ผู้ขายอาจกำหนดราคาผลผลิตไว้สูงกว่ามูลค่าจริงได้ การตีราคาผลผลิตของโครงการในลักษณะนี้อาจใช้ราคาตลาดที่กำหนดโดยผู้ผูกขาดในการวิเคราะห์

(ค) กรณีการผูกขาดของผู้ซื้อ เนื่องจากมีผู้ซื้อรายเดียวหรือน้อยราย และแต่ละคนจะซื้อผลผลิตในจำนวนมากเมื่อเทียบกับผลผลิตรวมทั้งหมด ผู้ซื้ออาจกำหนดราคาผลผลิตไว้ต่ำกว่ามูลค่าจริง ในการวิเคราะห์โครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์ ขั้นแรกจะใช้ราคาที่กำหนดโดยผู้ซื้อ ถ้าโครงการผ่านการทดสอบตามเกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ก็ไม่จำเป็นต้องปรับราคา แต่ถ้าโครงการไม่ผ่านการทดสอบก็จำเป็นต้องปรับราคาตลาดให้สูงขึ้นเล็กน้อย แล้วจึงทำการทดสอบความอ่อนไหวของโครงการอีก

(2) การตีราคาผลผลิตของโครงการขนาดใหญ่

โครงการขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิตสูง ผลผลิตจำนวนมากเหล่านั้นจะเข้าไปเพิ่มอุปทานในระบบเศรษฐกิจในประเทศ และมีผลทำให้อุปสงค์ลดต่ำลงมาก การตีราคากรณีเช่นนี้จะใช้หลักส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer's Surplus) ซึ่งส่วนเกินของผู้บริโภคนี้หมายถึงความแตกต่างระหว่างราคาที่ผู้บริโภคเต็มใจจ่ายกับราคาที่ได้จ่ายจริง ซึ่งจะถือว่าเป็นผลประโยชน์ส่วนหนึ่งของโครงการด้วย เช่น ก่อนมีโครงการอุปทานของผลผลิตอย่างหนึ่งมีค่าเท่ากับ A ซึ่งมีราคาต่อหน่วยเท่ากับ B ซึ่งเป็นราคาที่ผู้ซื้อเต็มใจจ่าย แต่อุปทานไม่พอกับอุปสงค์ จึงได้เสนอโครงการเพื่อเพิ่มผลผลิตขึ้นมาถึง C หน่วย ซึ่งจะทำให้ราคาลดลงเหลือ D ดังแสดงในรูปที่ 9.1

ความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภคสำหรับผลผลิตเพิ่ม (C-A) หน่วยจะเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยมที่แรเงาไว้ ซึ่งจะต้องนำมาคิดเป็นผลประโยชน์ของโครงการด้วยนอกเหนือจากผลผลิตที่ตีราคาตามท้องตลาด ซึ่งเท่ากับพื้นที่สี่เหลี่ยม ACDE สำหรับผลผลิต (C-A) หน่วย ที่เพิ่มขึ้น



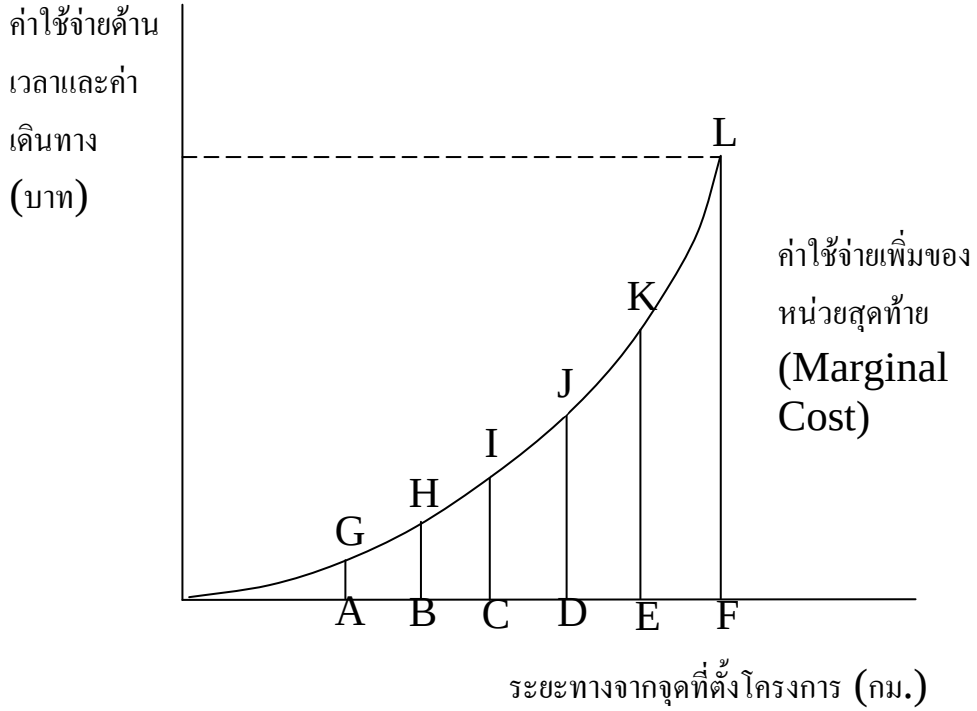
(3) การตีราคาผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน

D

การตีราคาผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตนเป็นเรื่องที่ยากลำบาก เนื่องจากผลประโยชน์ประเภทนี้ไม่ได้มีการซื้อขาย ยชน์ของโครงการจะต้องตีราคาออกมาให้ได้ ถึงแม้ว่าจะโดยทางอ้อมก็ตาม แนวทางการตีราคาผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน เช่น การพักผ่อนหย่อนใจ และผลกระทบด้านมลภาวะต่างๆ เป็นต้น พอจะแบ่งออกได้ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 9.1 ความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภค

(ก) หลักอุปมาหรือหลักเปรียบเทียบ เช่น การประมาณการหาความพอใจที่ผู้บริโภคได้รับจากสถานพักผ่อนหย่อนใจจากค่าเสียเวลา และค่าเดินทางไปยังสถานที่พักผ่อนหย่อนใจนั้น หากผู้บริโภคต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง จำนวนคนที่ไปใช้บริการก็ย่อมจะน้อยลง ผลประโยชน์ที่เกิดกับคนที่อยู่ใกล้กับสถานที่พักผ่อนจึงมีมากกว่าคนที่อยู่ไกลออกไป จากแนวความคิดดังกล่าวจะประมาณผลตอบแทนของสถานที่พักผ่อนหย่อนใจได้ จากรูปที่ 9.2 ซึ่งแกนนอนจะแสดงระยะทางจากที่ตั้งโครงการ และแกนตั้งเป็นค่าใช้จ่ายด้านเวลาและค่าเดินทาง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของหน่วยสุดท้าย และเนื้อที่เหนือเส้นค่าใช้จ่ายหน่วยสุดท้ายคือความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภค



รูปที่ 9.2 การประเมินผลประโยชน์ของสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

จากรูปที่ 9.2 จะแสดงวิธีการหาผลประโยชน์ของสถานที่พักผ่อนหย่อนใจตามหลักอุปมาจากความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภค ได้โดยตัวอย่างต่อไปนี้

ระยะทาง จากที่ตั้งโครงการ	จำนวนผู้ใช้	ความพอใจส่วนเกินสุทธิ จากหน่วยสุดท้าย (บาท)	ผลประโยชน์สุทธิ
A	10,000	10	100,000
B	8,000	7	56,000
C	6,000	5	30,000
D	4,000	3	12,000
E	2,000	1	2,000
F	100	0	-
รวม			200,000

(ข) แนวทางตามหลักค่าใช้จ่ายต่ำสุด

กรณีที่เราไม่สามารถจะตีราคาผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตนออกมาได้ ถึงแม้ว่าจะโดยวิธีอ้อมก็ตาม จะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของโครงการกับทางเลือกที่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเหล่านี้สามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

- การหาค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least Cost Method) หรือเรียกว่า สัมฤทธิภาพ (Cost-Effectiveness)
- การตีราคาค่าใช้จ่ายของทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์แบบไม่มีตัวตันเท่ากัน (Alternative Cost Valuation of Intangibles)

9.6 เอกสารอ้างอิง

(1) ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2527. การวิเคราะห์และการประเมินโครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 2 โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ร่วมกัน สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

(2) UNIDO, 1972, Guidelines for Project Evaluation, New York, United Nations Publication.

บทที่ 10
การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน
(Financial Analysis)

10.1 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด แต่มีความหมายแตกต่างกัน คือ

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ คือ การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับผลตอบแทน ผลผลิต หรือผลกำไรที่เกิดต่อสังคมและประเทศชาติจากการลงทุน แต่ไม่สำคัญว่าใครจ่ายค่าลงทุน หรือว่าใครรับผลประโยชน์ อย่างไรก็ตาม นักเศรษฐศาสตร์บางคนในปัจจุบันถือว่าปัญหาที่ว่าใครได้รับผลประโยชน์ คนรวยหรือคนจน เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาด้วยเหมือนกัน

การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน คือ การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับรายรับ-รายจ่ายของโครงการ และของเกษตรกร สหกรณ์ บริษัทเอกชน และผู้ที่เข้าร่วมโครงการอื่นๆ การวิเคราะห์ทางด้านการเงินมุ่งที่การวัดความสามารถของโครงการที่จะรับภาระทางด้านการเงิน (ภาระหนี้สิน) และเพื่อประเมินผลตอบแทนของเงินทุนที่เจ้าของกิจการนำมาลงในโครงการ (Equity Capital) ของแรงงานและการจัดการ และการวิเคราะห์ประเภทนี้ยังเกี่ยวกับปัญหาที่ว่าใครจ่ายค่าลงทุน ใครรับผลประโยชน์ และได้รับเป็นจำนวนเงินเท่าใด การวิเคราะห์ทางการเงินจะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่บอกว่าโครงการมีแรงจูงใจต่อผู้ได้รับผลประโยชน์หรือไม่ ขณะที่บางโครงการเป็นที่น่าสนใจในเชิงเศรษฐศาสตร์ อาจไม่เป็นที่น่าสนใจต่อเกษตรกร การวิเคราะห์ทางการเงินซึ่งแสดงถึงทรัพยากรที่ใช้และรายรับ จะเป็นพื้นฐานสำหรับการชำระหนี้และการจัดสรรค่าลงทุน

การวิเคราะห์ทั้งสองประเภทเพื่อตัดสินว่าโครงการมีความเหมาะสมหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทำไปเพื่อให้แน่ใจว่าผลประโยชน์ระยะยาวคุ้มค่าลงทุน และเพื่อการกำหนดลำดับความสำคัญระหว่างโครงการหลายๆ โครงการ ส่วนการวิเคราะห์ทางการเงินเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ร่วมโครงการได้รับผลประโยชน์คุ้มค่าลงทุน

ข้อแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินพอจะสรุปได้ดังนี้

	เศรษฐศาสตร์	การเงิน
1. จุดมุ่งหมาย	เน้นที่มูลค่าต่อสังคม	ควรให้การสนับสนุนทางการเงินหรือไม่
2. ผลประโยชน์	ผลประโยชน์ทั้งหมด	รายรับทั้งหมด
3. ช่วงเวลาการวิเคราะห์	อายุทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	ระยะเวลาการกู้เงิน
4. อัตราดอกเบี้ย	อัตราที่กำหนดโดยรัฐบาลหรืออัตราการกู้ยืมเงินระยะยาว	อัตราดอกเบี้ยที่กำหนดในสัญญาการกู้เงิน
5. เงินช่วย (Subsidies)	ไม่คิด	ต้องระบุว่าใครจ่ายเงินช่วย
6. ใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	ใช้	ใช้มูลค่าจริงของ Cash Flow

10.2 นิยามเทอมต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินกู้ (Loan) คือ เงินที่ยืมมาเพื่อลงทุนในโครงการ ซึ่งจะต้องจ่ายคืนพร้อมดอกเบี้ย

หนี้ (Debt) คือ เงินที่ต้องจ่ายคืนเงินกู้ตามกำหนดเวลาการชำระหนี้ที่วางไว้

Equity คือ ส่วนของเงินทุนที่เจ้าของโครงการจ่ายเพื่อดำเนินกิจการโครงการ ไม่มีการกำหนดเวลาที่แน่นอนในการใช้คืนเงินส่วนนี้

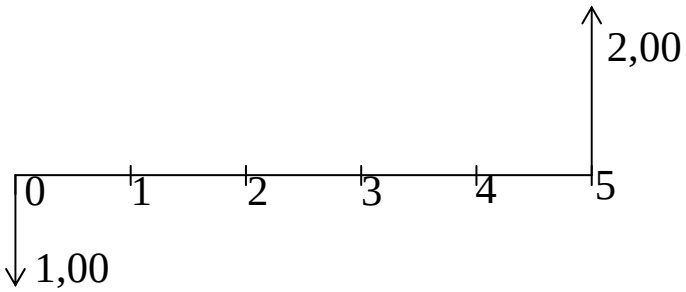
Leverage คือ % หนี้ในการลงทุนโครงการ

นิยามของคำว่าเงินกู้และหนี้จะสามารถแสดงได้อย่างชัดเจนด้วยตัวอย่างต่อไปนี้ ถ้าเงินกู้ 1,000 บาท ด้วยอัตราดอกเบี้ย 8% โดยกำหนดว่าให้ชำระหนี้ภายใน 5 ปีๆ ละ เท่าๆ กัน

ปีที่	เงินกู้	หนี้	ดอกเบี้ย	ชำระเงินต้น	ยอดเงินต้นคงเหลือ
0	1,000.0	-	-	-	1,000.0
1		250.5	80.0	170.5	829.5
2		250.5	66.4	184.1	645.4
3		250.5	51.6	198.9	446.5
4		250.5	36.0	214.5	232.0
5		250.5	18.5	232.0	0.05
		1,252.5	252.5	1,000.0	

ส่วนคำว่า Equity และ Leverage จะอธิบายได้ด้วยตัวอย่างต่อไปนี้

โครงการต้องการเงินลงทุน 1,000 บาท ในปีที่ 0 และให้ผลตอบแทน 2,000 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 5 จงคำนวณหาอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน



$NPV = -1,000 + 2,000(1 + i)^{-5} = 0$

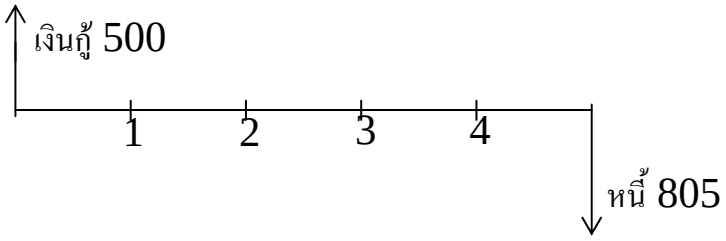
$i = 0.15$ หรือ 15%

ถ้าในเงินลงทุน 1,000 บาท เป็นเงินกู้ 500 บาท ที่กู้มาด้วยอัตราดอกเบี้ย 10% และต้องใช้คืนเมื่อสิ้นปีที่ 5

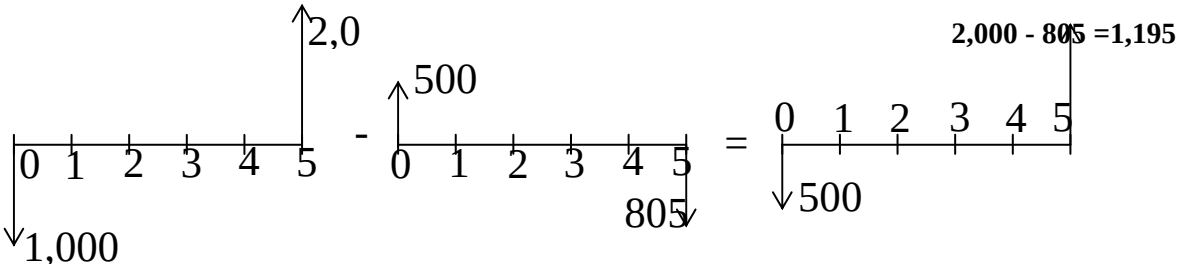
Equity = 500 บาท และ Leverage = 50%

หนี้ $= 500(1 + 0.1)^5 = 500(1.6105)$

$= 850$ บาท



การหาผลตอบแทนของ Equity



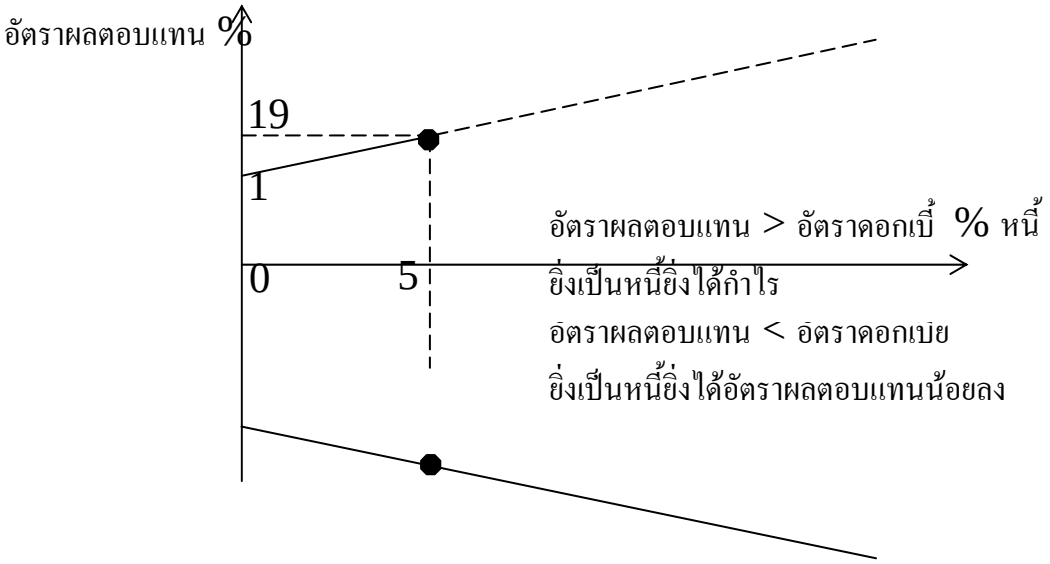
รายรับ-รายจ่ายโครงการ เงินกู้ - หนี้ Equity - ผลตอบแทน

$$NPV = -500 + 1{,}195(1+i)^{-5} = 0$$

$$i = \left(\frac{500}{1{,}195}\right)^{5} - 1 = 0.19 \text{ หรือ } 19\%$$

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า

ผลตอบแทนของ Equity (19%) > ผลตอบแทนโครงการ (15%) > อัตราดอกเบี้ย (10%) แสดงว่าควรกู้เงิน (ยอมเป็นหนี้) เพื่อนำมาลงทุนในโครงการนี้ ยิ่งเป็นหนี้มากผลตอบแทนของ Equity จะสูงขึ้นดังแสดงในรูป



10.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ทางการเงิน

ในการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการเขื่อนเอนกประสงค์สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน ซึ่งมีค่าลงทุนและรายรับแสดงในตารางที่ 10.1 และมีสมมติฐานในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. เงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า มีระยะเวลา 25 ปี อัตราดอกเบี้ย 7.0% และระยะปลอดหนี้ (Grace Period) 6 ปี
2. เงินกู้สำหรับการชลประทาน มีระยะเวลา 35 ปี อัตราดอกเบี้ย 4.5% และระยะปลอดหนี้ (Grace Period) 10 ปี
3. ถ้าเกิดการขาดเงินในปีใดก็แล้วแต่ จะต้องไปกู้เงินส่วนที่ขาดมาใช้ อัตราดอกเบี้ยของ 3rd Loan เท่ากับ 8.0% และจะต้องจ่ายคืนเงินต้นทันทีที่โครงการมีผลกำไร
4. คิดดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้างสะสมอยู่ใน 1st Loan

5. เมื่อไรก็ตามที่รายได้มากกว่ารายจ่ายประจำปี จะต้องถูกนำเอาไปใช้ 3rd Loan ก่อน แล้วจึงใช้คืนเงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า และสุดท้ายจึงใช้คืนเงินกู้สำหรับการชลประทาน

คำอธิบายวิธีการวิเคราะห์ทางการเงินของตารางที่ 10.1

คอลัมน์	คำอธิบาย
1	(กำหนดให้) ค่าลงทุนก่อสร้างเขื่อนในแต่ละปีจัดสรรให้การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเฉพาะ
2	(กำหนดให้) ค่าลงทุนสำหรับอาคารประกอบต่างๆ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเป็นช่วงๆ ค่าใน (-) คือเงินกู้ที่จ่ายคืนแล้ว (หลังจาก 25 ปี)
3	(คำนวณ) เงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าสะสมที่กำหนดไว้ ถึง 1985 = คอลัมน์ 1 + คอลัมน์ 2 + คอลัมน์ 4 ของปีที่แล้ว หลังจาก 1985 = คอลัมน์ 2 + คอลัมน์ 3 ของปีที่แล้ว ข้อมูลในช่วงนี้จะเป็นพื้นฐานในการคิดอัตราการชำระหนี้ในคอลัมน์ 6 (หลังจากครบกำหนด 25 ปี จะหักเงินกู้ส่วนนี้ออก)
4	(คำนวณ) ยอดคงเหลือตอนสิ้นปี ถึง 1984 = คอลัมน์ 3 + คอลัมน์ 5 หลังจาก 1984 = คอลัมน์ 4 ของปีที่แล้ว + คอลัมน์ 2 – คอลัมน์ 7 หลังจากปี 1984 ยอดนี้จะน้อยกว่าคอลัมน์ 3 เนื่องจากคอลัมน์ 3 แสดงถึงยอดเงินกู้ตอนเริ่มแรก ส่วนคอลัมน์ 4 แสดงถึงยอดคงเหลือหลังจากหักเงินที่ใช้คืนเงินต้น
5	(คำนวณ) ถึง 1985 – คอลัมน์ 3 ของปีปัจจุบัน คูณด้วยอัตราดอกเบี้ย สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า 7% 1986 ถึง 2004 – (คอลัมน์ 4 ของปีที่แล้ว + คอลัมน์ 2 ของปีนี้) x อัตราดอกเบี้ย 2005 ถึงปีสุดท้าย – คอลัมน์ 2 x อัตราดอกเบี้ย
6	(คำนวณ) คอลัมน์ 3 ปีนี้ x Capital Recovery Factor ค่า Capital Recovery Factor ในตัวอย่างนี้เท่ากับ 0.08581 (n = 25 ปี และ i = 7%) เงินชำระหนี้ = เงินต้น + ดอกเบี้ย ซึ่งมีค่าคงที่ทุกปี
7	(คำนวณ) การจ่ายคืนเงินต้น คอลัมน์ 6 – คอลัมน์ 5 ยกเว้นใน 2007 – 2010 เมื่อเงินที่เหลือในคอลัมน์ 19 ถูกนำไปจ่ายคืนเงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า (เงินที่เหลือจะถูกนำไปจ่ายคืนเงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าก่อน เพราะอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ส่วนนี้สูงกว่า)

8	(กำหนดให้) ค่าลงทุนก่อสร้างเขื่อนแต่ละปีที่จัดสรรให้กับการชลประทานโดยเฉพาะ

คอลัมน์	คำอธิบาย
9	(กำหนดให้) ค่าลงทุนระบบชลประทานและระบายน้ำที่ต้องจ่ายเป็นช่วงๆ
10	(คำนวณ) เงินกู้สำหรับการชลประทานสะสมที่กำหนดไว้
11	(คำนวณ) ยอดคงเหลือตอนสิ้นปี ถึง 1988 = คอลัมน์ 10 + คอลัมน์ 12 1989 = คอลัมน์ 10 – คอลัมน์ 14 หลังจาก 1989 = คอลัมน์ 11 ของปีที่แล้ว – คอลัมน์ 14
12	(คำนวณ) ถึง 1989 – คอลัมน์ 10 ของปีนี้ x อัตราดอกเบี้ย (สำหรับการชลประทาน 4%) หลังจาก 1989 – คอลัมน์ 11 ของปีนี้ x อัตราดอกเบี้ย
13	(คำนวณ) เงินชำระหนี้ (สำหรับการชลประทาน เริ่ม 1989) = คอลัมน์ 10 x Capital Recovery Factor (0.05727)
14	(คำนวณ) คอลัมน์ 13 – คอลัมน์ 12 ยกเว้นปี 2010 –13 เมื่อเงินที่เหลือในช่อง 19 ถูกนำมาจ่ายคืนเงินต้น
15	(กำหนดให้) รายได้จากกระแสไฟฟ้าประจำปี (เพิ่มตามจำนวนเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้ง)
16	(กำหนดให้) ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าประจำปี (เพิ่มตามจำนวนเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้ง)
17	(กำหนดให้) รายได้จากการชลประทานประจำปี (5 ปีแรกยังไม่มีรายได้)
18	(กำหนดให้) ค่าใช้จ่ายในการชลประทานประจำปี
19	(คำนวณ) เงินที่ขาดประจำปี (-) และที่เหลือ (+) หลังจากจ่ายชำระหนี้ และค่าปฏิบัติงานทั้งสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน = คอลัมน์ 15 + คอลัมน์ 17 – คอลัมน์ 6 – คอลัมน์ 13 – คอลัมน์ 16 – คอลัมน์ 18
20	(คำนวณ) ดอกเบี้ยจาก 3rd Loan เพื่อเสริมเงินส่วนที่ขาด (คอลัมน์ 21 ของปีที่แล้ว) x อัตราดอกเบี้ย (8.0%)
21	(คำนวณ) เงินที่ขาดสะสม (-) หรือเงินที่เหลือสะสม (+) คอลัมน์ 21 ของปีที่แล้ว + คอลัมน์ 19 ของปีนี้

ตารางที่ 10.1 การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการเขื่อนเอนกประสงค์ เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ)

ปี	การลงทุนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เงินกู้ 25 ปี							การลงทุนสำหรับการชลประทาน เงินกู้ 35 ปี							รายรับ-รายจ่ายประจำปีสำหรับการผลิตกระแสฯ		รายรับ-รายจ่ายประจำปีสำหรับการชลประทาน		ยอดคงเหลือซึ่งส่วนที่ขาดจะได้จากเงินกู้ 3rd Loan		
	ค่าลงทุนตัวเขื่อน (กระแสไฟฟ้า)	ค่าลงทุนอาคารประกอบสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า	เงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า	เงินกู้คงเหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 7.0%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	ค่าลงทุนตัวเขื่อน (ชลประทาน)	ค่าลงทุนระบบชลประทาน	เงินกู้สำหรับการชลประทาน	เงินกู้เหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 4.5%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	ประจำปี	อัตราดอกเบี้ย 8.0%	ยอดเงินกู้สะสม (-) หรือเงินที่เหลือ (+)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1980	8.0		8.0	8.6	0.6			4.0	3.0	7.0	7.3	0.3									
81	15.0		23.6	25.3	1.7			8.0	5.0	20.3	21.2	0.9									
82	30.0		55.3	59.2	3.9			15.0	8.0	44.2	46.2	2.0									
83	15.0	14.0	88.2	94.4	6.2			8.0	10.0	64.2	67.1	2.9									
84	7.0	18.0	119.4	127.8	8.4			4.0	10.0	81.1	84.7	3.6									
85	75.0	32.0	127.8	125.7	8.9	11.0	2.1	39.0	10.0	94.7	99.0	4.3			0.5	0.6		0.3	-11.4		-11.4
86				123.5	8.8	11.0	2.2		10.0	109.0	113.9	4.9			2.0				-10.8	0.9	-22.2
87				121.1	8.6	11.0	2.4		8.0	121.9	127.4	5.5			4.5				-9.2	1.8	-31.4
88		11.5	139.3	129.9	9.3	12.0	2.7		5.0	132.4	138.4	6.0			6.0		4.0	1.4	-6.5	2.5	-37.9
89		17.0	156.3	143.8	10.3	13.4	3.1		3.0	141.4	139.7	6.4	8.1	1.7	8.0		8.0	1.7	-10.8	3.0	-48.7
1990				140.5	10.1	13.4	3.3		72.0		137.9	6.3		1.8	10.0	1.2	11.0	2.0	-7.6	3.9	-56.3
91				136.9	9.8	13.4	3.6				136.0	6.2		1.9	12.5		13.0	2.4	-4.1	4.5	-60.4
92		11.0	167.3	143.9	10.4	14.4	4.0				134.0	6.1	8.1	2.0	15.0	1.2	14.0	2.8	-2.3	4.8	-62.7

ปี	การลงทุนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เงินกู้ 25 ปี							การลงทุนสำหรับการชลประทาน เงินกู้ 35 ปี							รายรับ-รายจ่าย ประจำปีสำหรับ การผลิตกระแสฯ		รายรับ-รายจ่าย ประจำปีสำหรับ การชลประทาน		ยอดคงเหลือซึ่งส่วนที่ขาดจะได้จากเงินกู้ 3rd Loan		
	ค่าลงทุนเบื้องต้น (กระแสไฟฟ้า)	ค่าลงทุนนอกการประกอบสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า	เงินกู้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า	เงินกู้คงเหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 7.0%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	ค่าลงทุนเบื้องต้น (ชลประทาน)	ค่าลงทุนระบบชลประทาน	เงินกู้สำหรับการชลประทาน	เงินกู้เหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 4.5%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	ประจำปี	อัตราดอกเบี้ย 8.0%	ยอดเงินกู้สะสม (-) หรือเงินที่เหลือ (+)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
08				52.7	5.4	20.3	24.8	← 9.9 จาก Col. 19			86.7	4.1	8.1	4.0	29.8	2.7	14.0	2.8	9.9	0	0
09	(-127.8)			26.2	3.7	20.3	26.5	← 9.9 จาก Col. 19			82.5	3.9	↕	4.2					9.9	0	0
2010	(-75)	(-52.8)	108.5	0	1.8	9.3	26.2	← 18.7 จาก Col. 19			75.9	3.7	8.1	6.6	← รวม 2.2 จาก Col. 19				20.9	0	0
11											41.0	3.4	8.1	34.9	← รวม 30.2 จาก Col. 19				30.2	0	0
12											4.5	1.8	8.1	36.5	← รวม 30.2 จาก Col. 19				30.2	0	0
13		(-11.5)									0	1.2	4.7	4.5					33.6	0	33.6
14		(-17.0)																	38.3		71.9
15																			38.3		110.2
16																			etc.		etc.
17		(-11.0)																			
18		(-16.5)						จ่ายคืนล่วงหน้า													
19																					
2020		(-10.5)																			
21		(-16.0)																			
22		(-10.0)																			
23		(-16.0)																			
29										(-141.4)											

ปี	การลงทุนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เงินกู้ 25 ปี							การลงทุนสำหรับการชลประทาน เงินกู้ 35 ปี							รายรับ-รายจ่าย ประจำปีสำหรับ การผลิตกระแสฯ		รายรับ-รายจ่าย ประจำปีสำหรับ การชลประทาน		ยอดคงเหลือซึ่งส่วนที่ขาดจะ ได้จากเงินกู้ 3rd Loan		
	ค่าลงทุนตัวเงื่อน (กระแสไฟฟ้า)	ค่าลงทุนอาคารประกอบ สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า	เงินกู้สำหรับการผลิต กระแสไฟฟ้า	เงินกู้คงเหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 7.0%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	ค่าลงทุนตัวเงื่อน (ชลประทาน)	ค่าลงทุนระบบชลประทาน	เงินกู้สำหรับการชลประทาน	เงินกู้เหลือต้นปี	อัตราดอกเบี้ย 4.5%	เงินชำระหนี้	การจ่ายคืนเงินต้น	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	รายรับ	ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน	ประจำปี	อัตราดอกเบี้ย 8.0%	ยอดเงินกู้สะสม (-) หรือเงินที่เหลือ (+)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
93		16.5	183.8	155.8	11.2	15.8	4.6				131.9	6.0	8.1	2.1	17.5	1.2	14.0	2.8	-1.4	5.0	-64.1
94				150.9	10.9	15.8	4.9				129.7	5.9		2.2	19.0	1.7			-0.5	5.1	-64.6
95		10.5	194.3	156.0	11.3	16.7	5.4				127.4	5.8		2.3	20.5				0	5.2	-64.6
1996		16.0	210.3	166.0	12.0	18.0	6.0				125.0	5.7		2.4	22.8				1.0	5.2	-63.6
97		10.0	220.3	169.4	12.3	18.9	6.6				122.5	5.6		2.5	25.0				1.9	5.1	-61.7
98		16.0	236.3	178.1	13.0	20.3	7.3				119.9	5.5		2.6	27.4	1.7			3.1	4.9	-58.6
99				170.3	12.5		7.8				117.2	5.4		2.7	29.8	2.7			5.2	4.7	-53.4
2000				161.9	11.9		8.4				114.4	5.3		2.8					5.6	4.3	-47.8
01				152.9	11.3		9.0				111.4	5.1		3.0					6.1	3.8	-41.7
02				143.3	10.7		9.6				108.3	5.0		3.1					6.6	3.3	-35.1
03				133.0	10.0		10.3				105.1	4.9		3.2					7.1	2.8	-28.0
04				122.0	9.3		11.0				101.7	4.7		3.4					7.7	2.2	-20.3
05				110.2	8.5		11.8				98.2	4.6		3.5					8.3	1.6	-12.0
06				97.6	7.7		12.6				94.5	4.4		3.7					8.9	1.0	-3.1
07				77.5	6.8	20.3	20.1	← รวม 6.6 จาก			90.7	4.3	8.1	3.8	29.8	2.7	14.0	2.8	9.7	0.2	0
								Col.19-Col. 21 ของปีก่อน													

10.4 เอกสารอ้างอิง

(1) Koelzer, V.A., 1983, Class Handout for CE. 544 : Water Resources Planning, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Spring Semester.

(2) Shanner, W.W., 1979, Project Planning for Developing Economies, Praeger, USA.

บทที่ 11
ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเหมาะสม
ในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ

บทนี้จะแสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการชลประทานในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยใช้วิธีการที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในบทต่างๆ ตัวอย่างที่นี้เป็นกรณีสมมติ ทำการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นเป็นตอน อย่างง่าย ๆ เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจแนวทางการวิเคราะห์โครงการซึ่งจะเป็นประโยชน์และทำให้ผู้เรียนวิชานี้ได้เกิดภาพพจน์เกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการได้ดียิ่งขึ้น

11.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการชลประทาน
(Basic Information of Irrigation Project)

ในตัวอย่างนี้ สมมติว่าประเทศที่พัฒนาแล้วได้มีข้อตกลงกับประเทศที่กำลังพัฒนาในอันที่จะช่วยวางโครงการพัฒนาชนบทที่ยากจน โครงการดังกล่าวประกอบด้วยการก่อสร้างโครงชลประทานเสริมเพื่อช่วยชาวนาในเขตยากจนแห่งหนึ่ง ผู้เชี่ยวชาญจากทั้ง 2 ประเทศดังกล่าวได้ศึกษาแผนระดับชาติ ระดับภูมิภาค และแผนเกี่ยวกับการเกษตร และสรุปว่ามีความต้องการและเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตจำนวนมาก ได้มีการตรวจสอบทางเลือกอื่นๆ เช่น การพัฒนาภูมิภาคอื่น และการลงทุนทำอย่างอื่นแทนการพัฒนาการชลประทาน ในการศึกษาได้มีผู้เชี่ยวชาญด้านปฐพีวิทยา อุทกวิทยา พืชไร่นา วิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมโยธา การตลาด เศรษฐศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เข้าร่วมเป็นทีมสหวิทยาการ (Interdisciplinary Team) ในการจัดเตรียมโครงการ ซึ่งมีความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค สังคม และการเมือง ซึ่งก็คือโครงการที่กำลังศึกษานี้

การวิเคราะห์โครงการมุ่งที่การประเมินโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency) โดยมองจากเศรษฐกิจของประเทศและจากมุมมองเอกชน (National และ Private Point of View) ผลกระทบในทางการเงินต่อภาครัฐบาลและเอกชน และผลกระทบอื่นๆ ผลการวิเคราะห์จะต้องนำไปสู้ข้อเสนอแนะสำหรับรัฐบาลทั้ง 2 ประเทศเกี่ยวกับการยอมรับ การปฏิเสธ หรือการปรับปรุงข้อเสนอของโครงการ

ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ใช้ข้อมูลอย่างง่าย แต่ในการศึกษาจริงซึ่งมีเวลามากกว่านี้ จะสามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มได้ สามารถพิจารณาทางเลือกอื่นๆ ประกอบ ซึ่งแน่นอนว่าการวิเคราะห์จะยุ่งยากมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างนี้ก็ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่แท้จริงของการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการชลประทาน

11.1.1 พื้นที่โครงการ

โครงการมีพื้นที่ 25,000 ไร่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี ในสภาพปัจจุบันเกษตรกร ทำการเกษตรในลักษณะดังเดิม คือ เกษตรน้ำฝน ปลูกพืช 1 ครั้งต่อปี ขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ยคือ 25 ไร่ ปลูกถั่ว 5 ไร่ และข้าว 20 ไร่ ผลผลิตขึ้นลงตามสภาพฝน ดังนี้

พืช	ผลผลิตเป็น กก. /ไร่		
	ฝนดี	ฝนเฉลี่ย	ฝนไม่ดี
ถั่ว	360	240	120
ข้าว	300	200	100

โอกาสความน่าจะเป็นที่ฝนจะดี เฉลี่ย และไม่ดี ในปีใดๆ คือ 10, 60 และ 30% ตามลำดับ

ผลผลิตถั่วทั้งหมดจะใช้บริโภคในครัวเรือน และจะบริโภคข้าวประมาณ 1,000 กก. ข้าวส่วนที่เหลือจะขายภายในประเทศ (Local Market) ราคาที่แปลงนา(Farmgate Price) (ราคาในประเทศหักลบด้วยค่าขนส่งจากแปลงนาสู่ตลาด) ในปัจจุบันสำหรับถั่ว ราคา 3.2 บาท/กก. และข้าว 4.8 บาท/กก. ไม่มีการควบคุมราคาถั่ว (Unregulated) แต่รัฐบาลมีนโยบายช่วยเหลือ (Subsidizes) ผู้บริโภคข้าวโดยการกำหนดให้ราคาที่แปลงนาเท่ากับ 60% ของราคาตลาดโลก (World Market Price) ซึ่งคาดว่ามาตรการราคาคงจะเป็นเช่นนี้ต่อไปในอนาคต เกษตรกรนอกจากจะมีรายได้จากการขายข้าวแล้ว ยังมีรายได้จากการขายสินค้าหัตถกรรม (Handicraft) ประมาณ 1,600 บาทต่อปีต่อครอบครัว ซึ่งรายได้จากการขายสินค้าหัตถกรรมคงจะยังมีต่อไป ไม่ว่าจะมีหรือไม่มีโครงการก็ตาม

ค่าลงทุนในการปลูกข้าวและถั่วในปัจจุบัน ซึ่งไม่รวมค่าแรงงานของเกษตรกรเอง คือ

รายการ	บาท/ไร่
แรงงานสัตว์	80
เมล็ดพันธุ์	160
ปุ๋ยคอก (Manure)	80
อื่นๆ	160
รวม	480

เกษตรกรมีสัตว์เลี้ยงไว้ใช้แรงงานเป็นของตัวเอง แต่ค่าแรงงานสัตว์คิดจากอัตราค่าเช่า เมล็ดพันธุ์ได้จากแหล่งเมล็ดพันธุ์ในท้องถิ่น มีการใส่ปุ๋ยและจัดรูปแบบการปลูกพืชเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ค่าใช้จ่ายอื่นๆ คือค่าเครื่องมือและวัสดุที่จะรักษาสภาพฟาร์มให้มั่นคงต่อไป คาดว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญจากการมีโครงการหรือจากองค์ประกอบอื่นๆ

ในปัจจุบันแรงงานในครอบครัว ซึ่งประกอบไปด้วย พ่อ แม่ เด็กโต 1 และเด็กเล็ก 2 คน หรือคิดเป็นแรงงานเฉลี่ย 300 คน/วัน/ปี นับว่าเพียงพอสำหรับการทำการเกษตรตามที่กล่าวมาแล้ว

11.1.2 แผนการชลประทาน (Irrigation Plan)

เมื่อมีการชลประทานเสริม จะช่วยลดการขาดน้ำลงได้มาก ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง มีการใช้ปุ๋ยมากขึ้น ซึ่งยังผลให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ผลประโยชน์ของโครงการสามารถแยกแยะได้ ดังนี้

(1) การชลประทานเสริมจะช่วยทำให้เกษตรกรมีโอกาส 90% ที่จะได้ผลผลิตเทียบกับสภาพฝนดี และมีโอกาส 10% ที่จะได้ผลผลิตเทียบเท่ากับสภาพฝนเฉลี่ย

(2) การใช้ปุ๋ยเคมีแทนปุ๋ยคอกจะเพิ่มผลผลิตโดยเฉลี่ย 50%

(3) ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ที่เคยปลูกถั่วจะเปลี่ยนเป็นปลูกผัก

และเนื่องจากมีน้ำไม่พอสำหรับการปลูกพืชฤดูแล้ง จึงไม่แนะนำให้ปลูกพืชมากกว่า 1 ครั้งต่อปี

ค่าแรงงานสัตว์ เมล็ดพันธุ์ และอื่นๆ จะไม่เปลี่ยนสำหรับการปลูกข้าวและถั่ว เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชทั้งสองชนิดที่กล่าวถึงเป็นมูลค่า 240 บาท/ไร่ และทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยคอก ค่าปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรจ่ายนั้นรัฐบาลให้ความช่วยเหลือ (Subsidy) 40% ซึ่งหมายความว่าราคา 240 บาท/ไร่ ที่เกษตรกรจ่ายคิดเป็นเพียง 60% ของมูลค่าจริง ยิ่งกว่านั้นต้องสั่งปุ๋ยเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่ง 80% ของมูลค่าทั้งหมดคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่างประเทศ และ 20% เป็นค่าใช้จ่ายในประเทศสำหรับค่าขนถ่าย ขนส่ง และค่าใช้จ่ายทางด้านการตลาด

พืชผักให้ผลผลิต 2,000 กก./ไร่ 90 ครั้งในร้อยครั้ง และ 1,200 กก./ไร่ 10 ครั้งใน 100 ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการปลูกผัก คือ

รายการ	บาท/ไร่
แรงงานสัตว์	160
เมล็ดพันธุ์พืช	560
ปุ๋ย	400
อื่นๆ	320
รวม	1,440

ในการปลูกพืชผักต้องใช้แรงงานในครอบครัวเพิ่มเท่ากับ 100 คน/วัน/ปี และแต่ละครอบครัวมีการจ้างแรงงานเป็นมูลค่า 2,400 บาท/ปี เพื่อช่วยในการทำการเกษตรชลประทานซึ่งมีงานเพิ่มขึ้น

คาดว่าผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจะสามารถส่งไปขายต่างประเทศได้ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่จะช่วยลดพื้นที่ปลูกถั่วลงครึ่งหนึ่ง 3 ใน 4 ของผักที่ผลิตได้จะขายให้โรงงานบรรจุผักกระป๋องในประเทศด้วยราคารับซื้อที่โรงงานเท่ากับ 2.4 บาท/กก. ส่วนที่เหลืออีก 1 ใน 4 จะใช้บริโภคภายในครัวเรือนเช่นเดียวกับเมื่อไม่มีโครงการ แต่ละครอบครัวจะบริโภคถั่วทั้งหมด และข้าว 1,000 กก. ในแต่ละปี

ปัจจุบันโรงงานมีความต้องการผักมากกว่าผักที่ผลิต โรงงานยังทำงานไม่เต็มกำลังการผลิต โรงงานมีกำลังในการผลิตผัก 20 ล้านกก./ปี แต่ปัจจุบันผลิตเพียง 15 ล้านกก. สภาพเช่นนี้อาจจะดำเนินต่อไปถ้าไม่มีโครงการ การเพิ่มผลผลิตผักของโครงการ จะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนผักของโรงงานนี้ ผลผลิตจากโรงงานผักกระป๋องจะส่งออกทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการบรรจุกระป๋องประจำปี คือ

Fixed Production Costs	32	ล้านบาท /ปี
Variable Costs of Production	8	บาท/กก.
Transportation and Port Costs	0.8	บาท/กก.
Duty on Exports	0.8	บาท/กก.

ราคา FOB ของผักกระป๋อง คือ 14 บาท/กก. สมมติว่าน้ำหนักผักส่งออกจะเท่ากับน้ำหนักผักสดที่ส่งให้โรงงาน และผลผลิตจากฟาร์มคือค่าสุทธิไม่รวมส่วนที่เสีย โรงงานจ่ายภาษีการผลิต 5% ของมูลค่า FOB ของสินค้า

ลักษณะของการไหลของน้ำจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาการตกตะกอน ถ้ามีการบำรุงรักษาระบบชลประทานที่เหมาะสม และด้วยโปรแกรมการใช้ปุ๋ยตามที่เสนอ อายุโครงการจะยาว อย่างไรก็ตาม คาดว่าจะมีปัญหาเกลือเพิ่มขึ้นในแม่น้ำที่ตัดผ่านพื้นที่ ผลที่ตามมาคือเกษตรกรท้ายน้ำจะประสบปัญหาผลผลิตลดลงในราวต้นปีที่ 5 ของโครงการ ประเมินว่าผลผลิตของเกษตรกรท้ายน้ำที่ลดลงมีมูลค่า

ถึง 16 ล้านบาท/ปี รัฐบาลไม่มีมาตรการให้ เกษตรกรในโครงการจ่ายค่าชดเชยความเสียหายของเกษตรกรท้ายน้ำ

11.1.3 ค่าลงทุน (Investments)

ค่าลงทุนโครงการ ซึ่งรวมทั้งค่าการศึกษาโครงการ การออกแบบทางวิศวกรรม ค่าที่ปรึกษา (Supervision) ค่าก่อสร้างเขื่อนและคลองส่งน้ำ การพัฒนาการชลประทานระดับไร่นา และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่งคิดเป็นเงินบาทและเงินดอลลาร์ มีดังนี้

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	6.8	13.6	13.6
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (Skilled Labor) (ล้านบาท)	3.2	6.4	6.4
ค่าแรงงาน (Unskilled Labor) (ล้านบาท)	6.8	13.6	13.6
ค่าบริการและวัสดุที่สั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.3	0.6	0.6
ค่าภาษี (Duty) ของวัสดุที่สั่งเข้า (ล้านบาท)	1.2	2.4	2.4

ค่าลงทุนดังกล่าวไม่ได้รวมค่าใช้จ่ายในการศึกษาโครงการเบื้องต้น (Prefeasibility Studies)

11.1.4 การปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซมระบบชลประทาน (Operation, Maintenance and Repair of Irrigation System)

ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาระบบชลประทานจะเริ่มต้นปีที่ 3 จนสิ้นสุดอายุโครงการ (Project Life) คือ 50 ปี

รายการ	ค่าใช้จ่าย
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	2.8
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (ล้านบาท)	0.8
ค่าแรงงาน (ล้านบาท)	2.8
วัสดุสั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.04

ประมาณว่าทุก 10 ปี จะมีค่าซ่อมแซมใหญ่หนึ่งครั้ง เริ่มสิ้นปีที่ 12 ของโครงการ ซึ่งหมายความว่าโครงการได้ปฏิบัติงานเป็นเวลา 10 ปีพอดี ซึ่งค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมใหญ่ มีดังนี้

รายการ	ค่าลงทุน
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	1.2
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (ล้านบาท)	2.4
ค่าแรงงาน (ล้านบาท)	12
วัสดุสั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.1

11.1.5 รายละเอียดเงินค่าลงทุนโครงการ (Financing the Investment)

ค่าลงทุนในส่วนของค่าใช้จ่ายในการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ (Foreign Exchange) ได้จากเงินกู้จากประเทศที่ให้ความช่วยเหลือ โดย 80% เป็นเงินกู้แบบ Soft, Untied มีระยะปลอดหนี้ (Grace Period) 10 ปี ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ต้องจ่ายคืน ไม่ว่าจะเป็นดอกเบี้ยหรือเงินต้น สำหรับอีก 30 ปีต่อไปคิดดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest) 3% ซึ่งผู้กู้จะต้องจ่ายคืนเป็นงวดๆ ละเท่ากันทุกปี ส่วนอีก 20% ของการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศได้จากเงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant)

รัฐบาลของประเทศที่กำลังพัฒนาจะออกเงินค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศและค่าจ้างผู้ชำนาญการให้ก่อน และกำหนดให้เกษตรกรเป็นผู้จ่ายคืน 20 ปีๆ ละเท่าๆ กัน (20 Equal Annual Installments) โดยเริ่มจากปลายปีที่ 3 ของโครงการ ซึ่งก็คือปีแรกของการปฏิบัติงาน และเพื่อเป็นหลักประกันว่าเกษตรกรจะจ่ายคืนเงินตามสัญญา เกษตรกรต้องจำนอง (Mortgaged) ที่ดินกับรัฐบาลในช่วงเวลา 20 ปี

เกษตรกรต้องออกแรงร่วมเป็นค่าลงทุน ซึ่งอาจใช้แรงงานในครอบครัว หรือโดยการจ้างแรงงานคนอื่นแทน ดังนั้นแผนงานก่อสร้างจะต้องอยู่ในลักษณะที่เกษตรกรว่าง และสามารถออกแรงร่วมในการก่อสร้างโครงการได้ คณะผู้ศึกษาโครงการ (Team Study) ประมาณว่า 80% ของแรงงานที่ต้องการจะได้จากเกษตรกรในช่วงเวลาที่ไม่ต้องการทำการเพาะปลูก อีก 20% ของแรงงานที่ต้องการจะได้จากการจ้างแรงงานด้วยอัตราค่าจ้าง 40 บาท/วัน ซึ่งเกษตรกรเป็นผู้จ่ายค่าจ้างแรงงานเองโดยผ่านทางสหกรณ์

11.1.6 รายละเอียดเงินค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษาและซ่อมแซม

(Financing of Operation, Maintenance and Repairs)

ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซม ยกเว้นค่าแรง จะได้จากค่าน้ำที่เก็บจากเกษตรกร โดยรัฐบาลเป็นผู้เก็บเมื่อสิ้นปี เริ่มจากปีแรกของการปฏิบัติงาน ในการหาว่าค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นเท่าใดจะแปลงมูลค่าของเงินดอลลาร์เป็นเงินบาท โดยใช้อัตราการแลกเปลี่ยนทางการ แรงงานที่ต้องการจะได้จากเกษตรกรในช่วงเวลาที่ว่างจากงานฟาร์ม ซึ่งคิดเป็นค่าจ้าง 40 บาท/วัน

11.1.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจและราคาเงาของประเทศ

สำนักงานวางแผนระดับประเทศได้จัดส่งคณะประเมินและวิเคราะห์โครงการพร้อมด้วยข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจของประเทศ เช่น อัตราเงินเฟ้อ (Inflation) มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยอัตราเฉลี่ย 10% ต่อปี ซึ่งอัตรานี้ไม่ต่างจากอัตราเงินเฟ้อในส่วนอื่นๆ ของโลก (หมายเหตุ Cash Flow ที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในหัวข้อก่อนๆ เป็นค่าคงที่ ไม่ได้คิดอัตราเงินเฟ้อ) อัตราดอกเบี้ยของธนาคารของรัฐบาลเฉลี่ย 8% นายทุนเงินกู้ขนาดเล็ก (Small Money Lenders) คิดอัตราดอกเบี้ย 40% หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับท้องที่ สำนักงานวางแผนคิดว่าอัตราผลตอบแทนการลงทุน (Marginal Rate of Return) ควรเป็น 12% การแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศยังขาดดุล และรัฐบาลพยายามหาโครงการที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศให้มากขึ้น รัฐบาลกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศเท่ากับ 40 บาทต่อดอลลาร์ ไม่มีแผนในการลดค่าเงินบาท (Devaluating) มีตลาดมืด (Black Market) ขนาดเล็กสำหรับการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ซึ่งมีอัตราประมาณ 60 บาทต่อดอลลาร์ ประเทศอยู่ในสภาวะขาดแคลนช่างผู้ชำนาญการและวิศวกร ซึ่งสำนักงานวางแผนเชื่อว่าเกิดจากการเจริญเติบโตของประเทศ ที่ปรึกษาต่างชาติประมาณว่าค่าจ้างช่างผู้ชำนาญการจริงควรสูงกว่าอัตราค่าจ้างที่กำหนดประมาณ 20% สำนักงานวางแผนไม่ได้ประเมินราคาของแรงงาน แต่นักวิเคราะห์แนะนำอัตราค่าจ้างแรงงานจะหาได้จากข้อมูลจริงของโครงการ และสรุปว่าควรใช้ราคาเงาในการวิเคราะห์

11.2 การวิเคราะห์

ในหัวข้อนี้จะได้พูดถึงการคำนวณเบื้องต้น และสมมติฐานที่จำเป็นในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาตร์และการเงินของโครงการ ทั้งโดยการมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมและโดยการมองแบบเอกชนเป็นเกณฑ์

11.2.1 การคำนวณเบื้องต้น (Basic Calculations)

(1) ผลผลิตเมื่อไม่มีโครงการซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพฝน มีหน่วยเป็น กก./ไร่

	ถั่ว	ข้าว
	10% x 360 = 36 60% x 240 = 144 30% x 120 = 36	10% x 300 = 30 60% x 200 = 120 30% x 100 = 30
รวม	100% = 216	100% = 180

(2) ผลผลิตเมื่อมีโครงการซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับสภาพฝน มีหน่วยเป็น กก. /ไร่

	ถั่ว	ข้าว	ผัก
	90% x 360 x 1.5 = 486 10% x 240 x 1.5 = 36	90% x 300 x 1.5 = 405 10% x 200 x 1.5 = 30	90% x 2,000 = 1,800 10% x 1,200 = 120
รวม	100% = 522	100% = 435	100% = 1,920

(3) มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของปุ๋ยเคมีสำหรับถั่วและข้าวและผักเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมเป็นเกณฑ์ (บาท/ไร่)

	ถั่วและข้าว	ผัก
ค่าปุ๋ย	$\frac{240}{0.6}$ = 400	$\frac{400}{0.6}$ = 667.2

ค่าปุ๋ยที่กล่าวถึง 80% เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ

สำหรับถั่วและข้าว = 80% x 400 = 320 บาท/ไร่

ผัก = 80% x 667.2 = 534.4 บาท/ไร่

(4) จำนวนครอบครัวที่ได้รับผลประโยชน์

$$\frac{25{,}000 \text{ ไร่}}{10 \text{ ไร่ต่อครอบครัว}} = 1{,}000 \text{ ครอบครัว}$$

(5) การบริโภคในครัวเรือนถ้ามีและไม่มีโครงการ (กก./ปี)

เมื่อไม่มีโครงการ

ถั่ว 5 ไร่ x 216 กก./ไร่ = 1,080

ข้าว = 1,000

ผัก = 0

เมื่อมีโครงการ

ถั่ว 2.5 ไร่ x 522 กก./ไร่ = 1,305

ข้าว = 1,000

ผัก $\frac{1}{4}$ x 2.5 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ = 1,200

ซึ่งจะเห็นได้ว่าได้มีอาหารบริโภคมากขึ้นเมื่อมีโครงการ

(6) การปฏิบัติงานของโรงงานบรรจุผักกระป๋อง (Cannery Operations)

ผลผลิตที่โรงงานบรรจุผักกระป๋องซื้อ (ล้านกก./ปี)

ผลผลิตเพิ่มจากโครงการ $\frac{3}{4}$ x 2,500 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ = 3.6

ผลผลิตปัจจุบัน = 15

รวมผลผลิตทั้งหมดเมื่อมีโครงการ = 18.6

รายรับและรายจ่าย (ล้านบาท/ปี)

รายการ	ไม่มีโครงการ	มีโครงการ	ผลต่าง
รายจ่าย (Costs)			
Fixed	32	32	0
Variable	120	148.8	28.8
Transport, other	12	14.88	2.88
Duties	12	14.88	2.88
Production tax	10.5	13.02	2.52
Total Costs	186.5	223.6	37.08
รายรับ (Revenues) จากการขาย	210	260.4	50.04
รายรับสุทธิ	23.5	36.82	13.32

(7) ค่าลงทุน ค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซมโครงการ (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่				
	0	1	2	3-50	12, 22, 32, 42
ค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศ	6.8	13.6	13.6	2.8	12
ค่าช่างผู้ชำนาญการ	3.2	6.4	6.4	0.8	2.4
ค่าแรงงาน	6.8	13.6	13.6	2.8	12
ค่าสินค้าที่สั่งเข้า (40 บาท/ดอลลาร์)	12	24	24	1.6	4
Duties	1.2	2.4	2.4	0	0
รวม	30	60	60	8.0	30.4

ค่าศึกษาโครงการเบื้องต้น 4.0 ล้านบาท คิดเป็นทุนจม (Sunk Costs) ซึ่งจะไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมเป็นเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม รัฐบาลอาจต้องการเรียกเก็บเงินส่วนนี้คืนจากเกษตรกรก็ได้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นว่าจะปรากฏในการวิเคราะห์จาก Farmers' Point of View

(8) การจ่ายคืนเงินกู้ 1.5 ล้านดอลลาร์

Soft United Loan

กำหนดจ่ายคืนปีที่ 11-40 = 80% x $1.5 ล้าน

= $1.2 ล้าน

เงินที่ต้องจ่ายคืนเงินกู้ประจำปี = $1.2 ล้าน $\frac{0.03(1+0.03)^{30}}{(1+0.03)^{30}-1}$

= $61,200 ต่อปี

Tied Grant

= 20% x $1.5 ล้าน

= $0.3 ล้าน

เงินส่วนนี้ไม่คิดเป็นค่าลงทุนสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

เกษตรกรจ่ายรัฐบาลจากปีที่ 3-22 สำหรับวัสดุที่หาซื้อในประเทศและค่าช่างผู้ชำนาญการที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการ (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่		
	0	1	2
ค่าวัสดุที่หาซื้อในประเทศ	6.8	13.6	13.6
ค่าช่างผู้ชำนาญการ	3.2	6.4	6.4
รวม	10	20	20

การจ่ายคืนโดยไม่คิดดอกเบี้ย = $\frac{50 \text{ ล้านบาท}}{20 \text{ ปี}}$

= 2.5 ล้านบาท/ปี

= 2,500 บาท/ครอบครัว/ปี

(9) ค่าใช้จ่ายของเกษตรกร

นอกเหนือจากส่วนที่ต้องจ่าย 2.5 บ้านบาท/ปี เป็นเวลา 20 ปี

เกษตรกรต้องจ่ายค่าแรงงานสำหรับค่าลงทุน (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่		
	0	1	2
แรงงานในครอบครัว (80%)	5.44	10.88	10.88
แรงงานจ้าง (20%)	1.36	2.72	2.72
รวม	6.80	13.60	13.60

ค่าบำรุงรักษาประจำปี = 8 ล้านบาท/ปี จากปีที่ 3-50

ค่าซ่อมแซมทุก 10 ปี = 30.4 ล้านบาท ในปีที่ 12, 22, 32 และ 42

(10) ข้อมูลตัวเลขสำหรับการวางแผนระดับประเทศ (National Planning Values)

ค่าของเงินทุนภายในประเทศ (Domestic Capital)

กำหนดให้ 12% จาก National Point of View

สมมติ 15% จาก Private Point of View

ราคาเงาสำหรับการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ

ใช้ค่าระหว่าง 40-60 บาท/ดอลลาร์ เช่น 52

ราคาเงาสำหรับค่าแรง

ค่าจ้างแรงงาน : 40 บาท/วัน เนื่องจากมีการจ้างแรงงานเพียงช่วงเวลาที่แรงงานขาดแคลน

แรงงานเกษตรกร : 0 บาท/วัน เนื่องจากมีแรงงานในครัวเรือนเหลือเฟือ (<u>หมายเหตุ</u> อาจตีราคาแรงงานเกษตรกรให้มากกว่าศูนย์ได้ แต่ไม่ควรถึง 40 บาท/วัน)

ราคาเงาของค่าช่างผู้ชำนาญการ

กำหนดให้ เท่ากับ 120% ของอัตราค่าจ้างตามราคาตลาด

ความต้องการแรงงานในครัวเรือน

ไม่มีโครงการ กำหนดให้ 300 คน-วัน/ครอบครัว/ปี โดยพิจารณาว่ามีผู้ใหญ่ 3 คน/ครอบครัว แต่ละคนต้องทำงาน 100 วัน/ปี

มีโครงการ ค่าลงทุนในปีที่ 1 และ 2

= 80% x 13.6 ล้านบาท ด้วยอัตรา 40 บาท/วัน สำหรับ 1,000 ครอบครัว

$$= \frac{0.80 \times 13.6 \text{ ล้านบาท}}{1{,}000 \times 40}$$

= 272 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

= 91 วัน/คน/ปี

เมื่อมีโครงการแต่ละคนจะต้องทำงานเพิ่ม 91 วัน/ปี จากเดิม 100วัน/ปี รวมเป็น 191 วัน/ปี ซึ่งไม่มากเกินไป

การปฏิบัติงานในปีที่ 3-50 (ยกเว้นปีที่ 12, 22, 32 และ 42)

$$\text{ค่าบำรุงรักษา} = \frac{2.8 \text{ ล้านบาท/ปี}}{40 \text{ บาท/วัน} \times 1{,}000 \text{ ครอบครัว}}$$

= 70 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

ไม่มีโครงการ = 300 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

แรงงานเพิ่มเมื่อมีโครงการ = 100 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

รวม = 470 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

สมมติว่าแรงงาน 3 คน/ครอบครัว แต่ละคนต้องทำงาน 157 วัน/ปี ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การซ่อมแซมใหญ่ในปีที่ 12, 22, 32 และ 42

$$\frac{12 \text{ ล้านบาท}}{40 \text{ บาท/วัน} \times 1{,}000 \text{ ครอบครัว}} = 300 \text{ คน/วัน/ครอบครัว/ปี}$$

เมื่อนำแรงงานที่ต้องการในการซ่อมแซมมารวมกับแรงงานที่ต้องการในการปฏิบัติงาน จะได้แรงงานที่ต้องการทั้งหมด 770 คน-วัน/ครอบครัว/ปี หรือคนละ 257 วัน/ปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวันทำงานตามปกติ 260 วัน/ปี (52 สัปดาห์ x 5 วัน/สัปดาห์) จะเห็นได้ว่าเป็นไปได้ เพราะความต้องการแรงงานคนละ 257 วัน/ปี มีเพียง 4 ปีเท่านั้น ตลอดอายุโครงการ

11.2.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View

คำถาม : รัฐบาลควรสนับสนุนโครงการหรือไม่

(1) ดูการคำนวณ NPV ซึ่งสรุปอยู่ในตารางที่ 11.1

(2) ค่าลงทุน และ OMR : ดูข้อ(7) ในหัวข้อ 11.2.1 (การคำนวณเบื้องต้น)

(3) กำไรสุทธิสำหรับเกษตรกรเมื่อมีโครงการ :

สมมติว่าผลผลิตเพิ่มในต้นปีที่ 3 จนถึงปีที่ 50 (ถ้าต้องการให้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น อาจต้องพิจารณาว่าผลผลิตค่อยๆ เพิ่มขึ้น) ส่วนผลผลิตในปีที่ 1 และ 2 คงเดิม

รายการ	บาท/ครอบครัว
รายได้ (Revenues)	
ถั่ว 2.5 ไร่ x 522 กก./ไร่ x 3.2 บาท/กก.	= 4,176
ข้าว 20 ไร่ x 435 กก./ไร่ x 4.8 บาท/กก.	= 41,760
ผัก 2.5 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ x 2.4 บาท/กก.	= 11,520
อื่นๆ	= 1,600
รวม	= 59,056
ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Production Costs)	
ถั่วและข้าว 22.5 ไร่ x 640 บาท/ไร่	= 14,400
ผัก 2.5 ไร่ x 1,440 บาท/ไร่	= 3,600
ค่าจ้างแรงงาน	= 2,400
รวม	= 20,400
รายรับสุทธิต่อครอบครัว	= 38,656
รายรับสุทธิรวม 38,656 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว	= 38.656 ล้านบาท

ตารางที่ 11.1 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) หน่วยเป็นล้านบาท (i=12%)

	0	
Basic cash flow		
Investment and OMR[a]	-30	-6
Net benefits with project	-	+10
Net benefits without project	-	-10
Net increase	-30	-6
Adjustments		
Tied grant	+2.4	+4
Rice premium	-	
Fertilizer subsidy	-	
Cannery benefits	-	
Downstream losses	-	
Investment and OMR		
Skilled labor	-0.64	-1
Unskilled labor	+5.44	+10
Imports	-2.88	-5
Duties	+1.2	+2
Net	+5.52	+1
Adjusted cash flow	-24.48	-48
Discount factor (1%)	1.0000	0.8
Discounted values	-24.48	-43

[a] Operation, maintenance and repairs.

[b] These values are for years 6-50 ; values for years 3-5 are zero for downstrean

[c] The discounted value of 440.996 is calculated as the sum of 78.04 for years 3-
for years 6-50 multiplied by a discount factor of 4.6997 = 291.5694

Note : Net present worth is 326.2508 ; therefore, the project is acceptable.

กำไรสุทธิสำหรับเกษตรกรเมื่อไม่มีโครงการ

รายการ	บาท/ครอบครัว
รายได้	
ถั่ว 5 ไร่ x 216 กก./ไร่ x 3.2 บาท/กก.	= 3,456
ข้าว 20 ไร่ x 180 กก./ไร่ x 4.8 บาท/กก.	= 17,280
อื่นๆ	= 1,600
รวม	= 22,336
ค่าใช้จ่ายในการผลิต 25 ไร่ x 480 บาท/ไร่	= 12,000
รายรับสุทธิต่อครอบครัว	= 10,336
รายรับสุทธิ : 10,336 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว	= 10.336 ล้านบาท

(4) เงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant)

ในส่วนของค่าลงทุน ค่าใช้จ่าย 20% ของสินค้าสั่งเข้าได้จากเงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant) จึงไม่คิดเป็นค่าลงทุนโครงการ จึงจะต้องนำค่าใช่จ่ายส่วนนี้มาหักออกจากค่าลงทุนโครงการด้วย ซึ่งประกอบด้วย

ปีที่	มูลค่าสินค้านำเข้า (ล้านบาท)	20% ของมูลค่าสินค้านำเข้า (ล้านบาท)
0	12	2.4
1	24	4.8
2	24	4.8

(5) พรีเมี่ยมข้าว

ราคาข้าวที่เกษตรกรขาย คือ 4.8 บาท/กก. ซึ่งเป็นราคาที่รัฐบาลได้ตั้งไว้เพื่อช่วยเหลือผู้บริโภค (Subsidy to Consumers) 40% ดังนั้นราคาจริง คือ $\frac{4.8}{0.6}$ = 8 บาท/กก. การผลิตข้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อการส่งออก จึงต้องนำอัตราเงาของการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศมาใช้ ซึ่งเท่ากับ 52 บาท/ดอลลาร์ แทนที่จะเป็น 40 บาท/ดอลลาร์ พรีเมี่ยมอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเท่ากับ 52/40 = 1.3 ทำให้มูลค่าจริงของข้าวคือ 8 บาท/กก. x 1.3 = 10.4 บาท/กก. ดังนั้นมูลค่าจริงของข้าวจะเพิ่มขึ้น 10.4 – 4.8 = 5.6 บาท/กก. มูลค่าเพิ่มของแต่ละครอบครัวและของทั้งโครงการจะคำนวณได้ ดังนี้

มีโครงการ 20 ไร่ x 435 กก./ไร่ = 8,700 กก.

ไม่มีโครงการ 20 ไร่ x 180 กก./ ไร่ = 3,600 กก.

ผลผลิตข้าวเพิ่มต่อครอบครัว = 5,100 กก.

มูลค่าเพิ่ม 5.6 บาท/กก. x 5,100 กก./ครอบครัว = 28,560 บาท/ครอบครัว

มูลค่าเพิ่มทั้งหมด 28,560 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว= 28.56 ล้านบาท

(6) เงินอุดหนุน (Subsidy) ปุ๋ย (รายการที่ (3) ในการคำนวณเบื้องต้น)

ข้าวและถั่ว

ค่าใช้จ่ายเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศ	=	400	บาท/ไร่
ส่วนที่เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	320	บาท/ไร่
ราคาเงา		x 1.3	บาท/ไร่
มูลค่าของการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	416	บาท/ไร่
ค่าขนส่งและอื่นๆ 20% x 400 บาท/ไร่	=	80	บาท/ไร่
รวม	=	496	บาท/ไร่
ค่าใช้จ่ายเพิ่ม = 496-240	=	256	บาท/ไร่
		x 22,500	ไร่
	=	5.76	ล้านบาท

ผัก

ค่าใช้จ่ายเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศ	=	667.2	บาท/ไร่
ส่วนที่เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	534.4	บาท/ไร่
ราคาเงา		x 1.3	บาท/ไร่
มูลค่าการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	694.7	บาท/ไร่
ค่าขนส่งและอื่นๆ 20% x 667.2 บาท/ไร่	=	133.4	บาท/ไร่
รวม	=	828.2	บาท/ไร่
ค่าใช้จ่ายเพิ่ม = 828.2-400	=	428.2	บาท/ไร่
		x 2,500	ไร่
	=	1.07	ล้านบาท

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด 5.76+1.07 = 6.83 ล้านบาท

(7) ผลประโยชน์ของโรงงานบรรจุผักกระป๋อง (รายการที่ (6) ในการคำนวณเบื้องต้น)

รายได้เพิ่มจากการขาย	=	13.32	ล้านบาท
Duties ซึ่งไม่ถือเป็นรายจ่าย	=	2.88	ล้านบาท
Production Taxes ซึ่งไม่ถือเป็นรายจ่าย	=	2.52	ล้านบาท
พรีเมี่ยมในการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ			
จากการส่งออก 0.30 x 50.04	=	15.01	ล้านบาท
รวมผลประโยชน์เพิ่ม	=	33.73	ล้านบาท

(8) ผู้เสียผลประโยชน์ทางด้านท้ายน้ำ

คิดโดยตรงจากการเสียผลประโยชน์	=	16	ล้านบาท

(9) การปรับค่าลงทุน และ OMR (รายการที่ (7) ในการคำนวณเบื้องต้น)

ปีที่ 0

ค่าช่างผู้ชำนาญการ : พรีเมี่ยม = 20% x 3.2 = 0.64 ล้านบาท ซึ่งเป็นค่าลงทุนเพิ่ม

ค่าแรงงาน : มีการจ้างแรงงาน 20% เนื่องจากเกษตรกรไม่ว่าง โดยสมมติว่าอัตราค่าจ้างแรงงาน = 40 บาท/วัน และใช้แรงงานเกษตรกรอีก 80% ซึ่งคิดว่าค่าเสียโอกาสเป็นศูนย์ ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง = 0.8 x 6.8 = 5.44 ล้านบาท

วัสดุที่นำเข้า : พรีเมี่ยม = 30% x 80% x 12 = 2.88 ล้านบาท เป็นค่าลงทุนเพิ่ม การที่คิด 80% เนื่องจากได้เงินช่วยแบบให้เปล่า 20% ตามที่ได้คิดไปแล้วในรายการที่ (5)

มูลค่าของค่าลงทุนที่เพิ่มและลดในปีที่ 1 และ 2 จะเป็น 2 เท่าของมูลค่าในปีที่ 0

สำหรับปีที่ 3-50 และปีที่ 12, 22, 32 และ 42

ค่าช่างผู้ชำนาญการ : เพิ่มค่า OMR โดยใช้พรีเมี่ยม 20 % เหมือนปีที่ 0

ค่าแรงงาน : คิดค่าเสียโอกาสของแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์ จึงสามารถนำค่าใช้จ่ายส่วนนี้มาหักลบจากค่าลงทุนได้ทั้งหมด

วัสดุนำเข้า : คิดค่า OMR เพิ่ม โดยใช้พรีเมี่ยม 30% ของมูลค่าวัสดุนำเข้าทั้งหมด

11.2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากมุมมองของเอกชน (Private Point of View)

คำถาม : เอกชนยินดีจะเข้าร่วมในโครงการหรือไม่

(1) โรงงานบรรจุผักกระป๋องจะสามารถเดินเครื่องได้เต็มสมรรถนะ และจะได้ผลกำไรเพิ่มตามที่วิเคราะห์ไปแล้ว ดังนั้นโรงงานบรรจุผักกระป๋องน่าจะยินดีที่จะซื้อผักจากเกษตรกรตามราคาและจำนวนที่วิเคราะห์ไว้

(2) เกษตรกรยินที่จะเข้าร่วมในโครงการหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่าลงทุน ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (ซึ่งไม่รวมค่าแรงเกษตรกรที่ใช้ในการทำงาน) รายได้ ผลกำไรที่ต้องการ และค่าความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงตามความคิดของเกษตรกร

1. ค่าลงทุน

ค่าลงทุนของเกษตรกรมี 2 ส่วน คือ (1) เกษตรกรต้องจำนองที่ดินต่อโครงการ เพื่อผูกมัดว่าเกษตรกรต้องจ่ายค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศ และค่าช่างผู้ชำนาญการ จำนวน 50 ล้านบาท คืนรัฐบาลโดยไม่คิดดอกเบี้ย ภายในระยะเวลา 20 ปี เริ่มจากปีที่ 3 (2) เกษตรกรต้องจ่าย 20% ของค่าแรงงานเป็นค่าลงทุน ซึ่งพิจารณาว่าค่าแรงเกษตรกรเป็นศูนย์ จากสมมติฐานดังกล่าว ค่าลงทุนของเกษตรกร คือ (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้นประกอบ)

ปีที่	ค่าแรงงาน 1/ (ล้านบาท)	จ่ายคืนรัฐบาล 2/ (ล้านบาท)	รวม (ล้านบาท)
0	1.36	10	11.36
1	2.72	20	22.72
2	2.72	20	22.72

หมายเหตุ 1/ คือ 20% ของค่าแรงงาน

2/ คือ ค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศและค่าช่างผู้ชำนาญการ

2. ค่า OMR สำหรับปี 3-50 (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)

ค่า OMR ประจำปี ตามที่สมมติว่าราคาเงาของค่าแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์ เท่ากับค่า OMR รวม ลบด้วยค่าแรงงาน (8 – 2.8 = 5.2 ล้านบาท) ค่าซ่อมแซมในปี 12, 22, 32 และ 42 เท่ากับค่าอมแซมลบด้วยค่าแรงงาน (30.4 – 12 = 18.4 ล้านบาท)

3. ผลประโยชน์เพิ่มสำหรับเกษตรกรในปี 3-50 (ดูรายการที่ (1) ของการวิเคราะห์ทาง

เศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

ผลประโยชน์สุทธิเมื่อมีโครงการ 38.656 ล้านบาท

ผลประโยชน์สุทธิเมื่อไม่มีโครงการ 10.336 ล้านบาท

ผลประโยชน์สุทธิเพิ่ม 28.32 ล้านบาท

4. ค่าจ่ายคืนหนี้ประจำปี (Annual Debt Payment)

ไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

5. การคำนวณ NPV

ปีที่	ค่าลงทุน และ OMR (ล้านบาท)	ผลประโยชน์สุทธิเพิ่ม (ล้านบาท)	แฟ็คเตอร์ส่วนลด (15%)	มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)
0	- 11.36	-	1.0000	- 11.36
1	- 22.72	-	0.8696	- 19.76
2	- 22.72	-	0.7561	- 17.16
3-50	- 5.2	+ 28.32	5.0348	+ 116.40
12, 22, 32, 42	- 18.4	-	0.2473	- 4.56
NPV				63.56

เกษตรกรสามารถยอมรับโครงการได้ ถ้าสมมติฐานที่ว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์เป็นความจริง

ทางเลือกในสมมติฐานเกี่ยวกับอัตราเงาของค่าจ้างแรงงาน (Shadow Wage Rate) คือ เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการใช้แรงงานและการจัดการในสภาพปัจจุบัน โดยสมมติว่าเกษตรกรได้ผลตอบแทนสุทธิ 10.32 ล้านบาท จากแรงงาน 300,000 คน-วัน หรือ 34.4 บาท/คน-วัน อัตราค่าจ้างตามราคาตลาด คือ 40 บาท/คน-วัน อัตราส่วนของอัตราค่าจ้างทั้งสองแบบคือ $\frac{34.4}{40}$ หรือ 86% ถ้าสมมติว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกรคือ 86% ของค่าแรงงานในรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น แทนที่จะเป็นศูนย์ ค่าแรงงานในปีต่างๆ คือ

ค่าลงทุนในปีที่ 0 = 86% x 6.8 x 80% = 4.68 ล้านบาท

ค่าลงทุนในปีที่ 1 = 86% x 13.6 x 80% = 9.36 ล้านบาท

ค่าลงทุนในปีที่ 2 = 86% x 13.6x 80% = 4.36 ล้านบาท

ค่า OMR ในปีที่ 3-50 = 86% x 2.8 = 2.4 ล้านบาท

ค่าซ่อมแซม 12, 22, 32, 42 = 86% x 12 = 10.32 ล้านบาท

(**หมายเหตุ** : 20% ของแรงงานในปีที่ 0-2 ได้จากการจ้าง ซึ่งได้คิดค่าจ้างให้เกษตรกรแล้ว)

มูลค่าปัจจุบันของค่าแรงงานเพิ่มในปีต่างๆ ตามสมมติฐานนี้ คือ

ปีที่	ค่าแรงงานเพิ่ม (ล้านบาท)	แฟ็คเตอร์ส่วนลด (15%)	มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)
0	4.68	1.0000	4.68
1	9.36	0.8696	4.12
2	9.36	0.7561	7.08
3-50	2.4	5.0348	12.08
12, 22, 32, 42	10.32	0.2473	12.56
รวม			34.52

NPV เมื่อคิดว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกร 34.4 บาท/วัน คือ 63.56 – 34.52 = 29.04 ล้านบาท แสดงว่าเกษตรกรยังคงสามารถยอมรับโครงการนี้ได้ องค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่เกษตรกรจะสนับสนุนโครงการ คือการลดความเสี่ยง (Risk Reduction) ในการทำการเกษตร ถ้าไม่มีโครงการสภาพฝนไม่ดีจะทำให้มีโอกาส 30% ที่จะต่ำว่าค่าเฉลี่ย แต่ถ้ามีโครงการ จะประกันได้ว่าเกษตรกรจะได้ผลผลิตอย่างน้อยเท่ากับค่าเฉลี่ย การลดความเสี่ยงที่ผลผลิตจะต่ำกว่าเฉลี่ยไม่ได้นำมาคิดในการคำนวณ NPV ซึ่งหมายความว่าเกษตรกรอาจยอมรับโครงการนี้ ถึงแม้ว่า NPV ของโครงการน้อยกว่าศูนย์

11.2.4 ความเหมาะสมทางด้านการเงินจาก Farmers' Point of View

คำถาม : เกษตรกรจะมีเงินพอสำหรับการจ่ายคืนหรือไม่

(1) จากการตรวจสอบ Consistency ตามรายการคำนวณ รายรับ-รายจ่าย ในสภาพปัจจุบัน (ดูรายการที่ (5) ในการคำนวณเบื้องต้น และรายการที่ (4) ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

รายได้สด (Cash Incomes)	**บาท/ครอบครัว/ปี**
ถั่ว (ไม่ได้ขาย)	0
ข้าว (3,600 กก. ที่ผลิตได้ – 1,000 กก. ที่บริโภค) x 4.8 บาท/กก.	12,480
อื่นๆ	1,600

รวม	14,080

รายจ่ายสด (Cash Expenses)

480-80 สำหรับแรงงานสัตว์เลี้ยงของเกษตรกร

เท่ากับ 400 บาท/ไร่ x 25 ไร่	10,000
รายได้สุทธิ	4,080

แสดงว่าในสภาพปัจจุบัน (ไม่มีโครงการ) มีความเป็นไปได้ทางการเงิน

(2) เกษตรกรต้องจ่าย 20% ของค่าแรงงานในส่วนของค่าลงทุน (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)

ปีที่ 0	=	0.2 x 6.8 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	1,360	บาท/ปี
ปีที่ 1	=	0.2 x 13.6 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	2,720	บาท/ปี
ปีที่ 2	=	0.2 x 13.6 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	2,720	บาท/ปี

ซึ่งน้อยกว่ารายได้สุทธิรายปีของเกษตรกรที่เพาะปลูกด้วยวิธีการที่เป็นอยู่ (ไม่มีโครงการ) ตามที่แสดงไว้ในข้อที่ (1) (4,080 บาท/ปี) ดังนั้นเกษตรกรจึงมีขีดความสามารที่จะจ่าย 20% ของค่าแรงงานได้จากรายได้ประจำปี หรือจากเงินสะสม อย่างไรก็ตาม รายได้สุทธิประจำปีประเมินจากสภาพเฉลี่ย (Expected Values) ในปีที่การเพาะปลูกไม่ดี รายได้เกษตรกรจะไม่พอจ่าย 20% ของค่าแรงงานดังกล่าว ในกรณีนี้รัฐบาลควรช่วยสนับสนุนทางด้านการเงินเพื่อให้เกษตรกรซึ่งไม่ประสบผลในการเพาะปลูกในช่วงการก่อสร้างโครงการ

(3) รายรับและรายจ่ายสดสำหรับปีที่ 3-50 (ดูรายการที่ (3) ของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

สำหรับปีที่ 3-21 ไม่รวมปีที่ 12 เป็นบาท/ครอบครัว/ปี

รายได้สด	**บาท/ครอบครัว/ปี**
ถั่ว (ไม่ได้ขาย)	0
ข้าว (8,700 กก.ที่ผลิตได้ – 1,000 ปอนด์ที่บริโภค) x 4.8 บาท/กก.	36,960

ผัก (4,800 กก.ที่ผลิตได้ x 75% ที่ขาย) x 2.4 บาท/กก.	8,640
อื่นๆ	1,600
รวมรายรับสด	47,200

รายจ่ายสด

ถั่วและข้าว (640-80 สำหรับแรงงานเลี้ยงสัตว์)	
ของเกษตรกร = 560 บาท/ไร่) x 22.5 ไร่	12,600
ผัก (1,440 บาท/ไร่ – 160 บาท/ไร่	
สำหรับแรงงานสัตว์เลี้ยงของเกษตรกร) x 2.5 ไร่	3,200
ค่าจ้างแรงงาน	2,400
จ่ายคืนเงินกู้สำหรับปีที่ 3-22	
(ดูรายการที่ (8) ของการคำนวณเบื้องต้น)	2,500
ค่า OMR ลบด้วยค่าแรงงาน (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)	
(8 – 2.8 = 5.2 ล้านบาท/ปี)/1,000 ครอบครัว	5,200
รวมรายจ่ายสด	25,900

สำหรับปีที่ 12, 22 เป็นบาท/ครอบครัว/ปี

	บาท/ครอบครัว/ปี
รายได้สุทธิสำหรับปีที่ 3-21 ยกเว้นปีที่ 12	21,300
ค่าซ่อมแซมซึ่งหักค่าแรงงาน (ดูรายการที่ (17) ในการคำนวณเบื้องต้น)	
(30.4 -12 = 18.4 ล้านบาท/ปี) หารด้วย 1,000 ครอบครัว	18,400
รายได้สุทธิ	2,900

รายได้สุทธิสำหรับปีที่ 23-50 มากกว่ารายได้สำหรับปีที่ 3-21 เนื่องจากจ่ายคืนเงินกู้หมดแล้ว

11.3 สรุป

โครงการมีผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ เป็นโครงการที่น่าสนใจเมื่อพิจารณาจาก Private Economic ตามราคาเงาสมมติสำหรับค่าแรงงานเกษตรกรทั้ง 2 อัตรา การลดความเสี่ยงในการเพาะปลูกเป็นอีกจุดหนึ่งที่ทำให้โครงการเป็นที่น่าสนใจ สถานะทางการเงินของทั้งเกษตรกรและรัฐบาลอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) ไม่น่าจะทำให้ข้อสรุปเปลี่ยนจากการพิจารณาจาก National Point of View ยิ่งกว่านั้น โครงการนี้ยังเป็นโครงการพัฒนาชนบทยากจน ช่วยทำ

ให้การแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศดีขึ้น (ดูตารางที่ 11.2) และส่งเสริมอุตสาหกรรม (โรงงานอาหารกระป๋อง) ดังนั้นจึงแนะนำว่าควรดำเนินโครงการนี้ แต่จะต้องมีการพิจารณาเกี่ยวกับการสนับสนุนทางการเงินในส่วนของค่าจ้างแรงงานในช่วงก่อสร้างโครงการ และการซ่อมแซมในปีที่ 12 และ 22

ตารางที่ 11.2 Foreign Currency Flows (ล้านเหรียญสหรัฐ)

	ปีที่				
	0-2	3-10	11-40	41-50	12, 22, 32, 42
มูลค่าทดแทนการนำเข้าข้าวสาลี	-	+1.02	+1.02	+1.02	-
มูลค่าการส่งออกผักกระป๋องเพิ่ม 1/	-	+1.26	+1.26	+1.26	-
มูลค่าปุ๋ยที่สั่งเข้า	-	-0.21	-0.21	-0.21	-
OMR 2/	-	-0.04	-0.04	-0.04	-0.10
จ่ายคืนหนี้ 3/	-	-	-0.06	-	-
สุทธิ	0	+2.03	+1.97	+2.03	-0.10

1/ รายการที่ (6) ของการคำนวณเบื้องต้น และหัวข้อที่ 11.1.2

2/ รายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น

3/ รายการที่ (8) ของการคำนวณเบื้องต้น

11.4 เอกสารอ้างอิง

1. Shanner, W.W., (1976), Project Planning for Developing Economies, Praeger Publishers, New York, USA.

บทที่ 11
ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเหมาะสม
ในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการ

บทนี้จะแสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการชลประทานในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยใช้วิธีการที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในบทต่างๆ ตัวอย่างที่นี้เป็นกรณีสมมติ ทำการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นเป็นตอน อย่างง่าย ๆ เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจแนวทางการวิเคราะห์โครงการซึ่งจะเป็นประโยชน์และทำให้ผู้เรียนวิชานี้ได้เกิดภาพพจน์เกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการได้ดียิ่งขึ้น

11.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการชลประทาน
(Basic Information of Irrigation Project)

ในตัวอย่างนี้ สมมติว่าประเทศที่พัฒนาแล้วได้มีข้อตกลงกับประเทศที่กำลังพัฒนาในอันที่จะช่วยวางโครงการพัฒนาชนบทที่ยากจน โครงการดังกล่าวประกอบด้วยการก่อสร้างโครงชลประทานเสริมเพื่อช่วยชาวนาในเขตยากจนแห่งหนึ่ง ผู้เชี่ยวชาญจากทั้ง 2 ประเทศดังกล่าวได้ศึกษาแผนระดับชาติ ระดับภูมิภาค และแผนเกี่ยวกับการเกษตร และสรุปว่ามีความต้องการและเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตจำนวนมาก ได้มีการตรวจสอบทางเลือกอื่นๆ เช่น การพัฒนาภูมิภาคอื่น และการลงทุนทำอย่างอื่นแทนการพัฒนาการชลประทาน ในการศึกษาได้มีผู้เชี่ยวชาญด้านปฐพีวิทยา อุทกวิทยา พืชไร่นา วิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมโยธา การตลาด เศรษฐศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เข้าร่วมเป็นทีมสหวิทยาการ (Interdisciplinary Team) ในการจัดเตรียมโครงการ ซึ่งมีความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค สังคม และการเมือง ซึ่งก็คือโครงการที่กำลังศึกษานี้

การวิเคราะห์โครงการมุ่งที่การประเมินโครงการในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency) โดยมองจากเศรษฐกิจของประเทศและจากมุมมองเอกชน (National และ Private Point of View) ผลกระทบในทางการเงินต่อภาครัฐบาลและเอกชน และผลกระทบอื่นๆ ผลการวิเคราะห์จะต้องนำไปสู้ข้อเสนอแนะสำหรับรัฐบาลทั้ง 2 ประเทศเกี่ยวกับการยอมรับ การปฏิเสธ หรือการปรับปรุงข้อเสนอของโครงการ

ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ใช้ข้อมูลอย่างง่าย แต่ในการศึกษาจริงซึ่งมีเวลามากกว่านี้ จะสามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มได้ สามารถพิจารณาทางเลือกอื่นๆ ประกอบ ซึ่งแน่นอนว่าการวิเคราะห์จะยุ่งยากมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างนี้ก็ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่แท้จริงของการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการชลประทาน

11.1.1 พื้นที่โครงการ

โครงการมีพื้นที่ 25,000 ไร่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี ในสภาพปัจจุบันเกษตรกร ทำการเกษตรในลักษณะดังเดิม คือ เกษตรน้ำฝน ปลูกพืช 1 ครั้งต่อปี ขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ยคือ 25 ไร่ ปลูกถั่ว 5 ไร่ และข้าว 20 ไร่ ผลผลิตขึ้นลงตามสภาพฝน ดังนี้

พืช	ผลผลิตเป็น กก. /ไร่		
	ฝนดี	ฝนเฉลี่ย	ฝนไม่ดี
ถั่ว	360	240	120
ข้าว	300	200	100

โอกาสความน่าจะเป็นที่ฝนจะดี เฉลี่ย และไม่ดี ในปีใดๆ คือ 10, 60 และ 30% ตามลำดับ

ผลผลิตถั่วทั้งหมดจะใช้บริโภคในครัวเรือน และจะบริโภคข้าวประมาณ 1,000 กก. ข้าวส่วนที่เหลือจะขายภายในประเทศ (Local Market) ราคาที่แปลงนา(Farmgate Price) (ราคาในประเทศหักลบด้วยค่าขนส่งจากแปลงนาสู่ตลาด) ในปัจจุบันสำหรับถั่ว ราคา 3.2 บาท/กก. และข้าว 4.8 บาท/กก. ไม่มีการควบคุมราคาถั่ว (Unregulated) แต่รัฐบาลมีนโยบายช่วยเหลือ (Subsidizes) ผู้บริโภคข้าวโดยการกำหนดให้ราคาที่แปลงนาเท่ากับ 60% ของราคาตลาดโลก (World Market Price) ซึ่งคาดว่ามาตรการราคาคงจะเป็นเช่นนี้ต่อไปในอนาคต เกษตรกรนอกจากจะมีรายได้จากการขายข้าวแล้ว ยังมีรายได้จากการขายสินค้าหัตถกรรม (Handicraft) ประมาณ 1,600 บาทต่อปีต่อครอบครัว ซึ่งรายได้จากการขายสินค้าหัตถกรรมคงจะยังมีต่อไป ไม่ว่าจะมีหรือไม่มีโครงการก็ตาม

ค่าลงทุนในการปลูกข้าวและถั่วในปัจจุบัน ซึ่งไม่รวมค่าแรงงานของเกษตรกรเอง คือ

รายการ	บาท/ไร่
แรงงานสัตว์	80
เมล็ดพันธุ์	160
ปุ๋ยคอก (Manure)	80
อื่นๆ	160
รวม	480

เกษตรกรมีสัตว์เลี้ยงไว้ใช้แรงงานเป็นของตัวเอง แต่ค่าแรงงานสัตว์คิดจากอัตราค่าเช่า เมล็ดพันธุ์ได้จากแหล่งเมล็ดพันธุ์ในท้องถิ่น มีการใส่ปุ๋ยและจัดรูปแบบการปลูกพืชเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ค่าใช้จ่ายอื่นๆ คือค่าเครื่องมือและวัสดุที่จะรักษาสภาพฟาร์มให้มั่นคงต่อไป คาดว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญจากการมีโครงการหรือจากองค์ประกอบอื่นๆ

ในปัจจุบันแรงงานในครอบครัว ซึ่งประกอบไปด้วย พ่อ แม่ เด็กโต 1 และเด็กเล็ก 2 คน หรือคิดเป็นแรงงานเฉลี่ย 300 คน/วัน/ปี นับว่าเพียงพอสำหรับการทำการเกษตรตามที่กล่าวมาแล้ว

11.1.2 แผนการชลประทาน (Irrigation Plan)

เมื่อมีการชลประทานเสริม จะช่วยลดการขาดน้ำลงได้มาก ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง มีการใช้ปุ๋ยมากขึ้น ซึ่งยังผลให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ผลประโยชน์ของโครงการสามารถแยกแยะได้ ดังนี้

(1) การชลประทานเสริมจะช่วยทำให้เกษตรกรมีโอกาส 90% ที่จะได้ผลผลิตเทียบกับสภาพฝนดี และมีโอกาส 10% ที่จะได้ผลผลิตเทียบเท่ากับสภาพฝนเฉลี่ย

(2) การใช้ปุ๋ยเคมีแทนปุ๋ยคอกจะเพิ่มผลผลิตโดยเฉลี่ย 50%

(3) ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ที่เคยปลูกถั่วจะเปลี่ยนเป็นปลูกผัก

และเนื่องจากมีน้ำไม่พอสำหรับการปลูกพืชฤดูแล้ง จึงไม่แนะนำให้ปลูกพืชมากกว่า 1 ครั้งต่อปี

ค่าแรงงานสัตว์ เมล็ดพันธุ์ และอื่นๆ จะไม่เปลี่ยนสำหรับการปลูกข้าวและถั่ว เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชทั้งสองชนิดที่กล่าวถึงเป็นมูลค่า 240 บาท/ไร่ และทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยคอก ค่าปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรจ่ายนั้นรัฐบาลให้ความช่วยเหลือ (Subsidy) 40% ซึ่งหมายความว่าราคา 240 บาท/ไร่ ที่เกษตรกรจ่ายคิดเป็นเพียง 60% ของมูลค่าจริง ยิ่งกว่านั้นต้องสั่งปุ๋ยเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่ง 80% ของมูลค่าทั้งหมดคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่างประเทศ และ 20% เป็นค่าใช้จ่ายในประเทศสำหรับค่าขนถ่าย ขนส่ง และค่าใช้จ่ายทางด้านการตลาด

พืชผักให้ผลผลิต 2,000 กก./ไร่ 90 ครั้งในร้อยครั้ง และ 1,200 กก./ไร่ 10 ครั้งใน 100 ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการปลูกผัก คือ

รายการ	บาท/ไร่
แรงงานสัตว์	160
เมล็ดพันธุ์พืช	560
ปุ๋ย	400
อื่นๆ	320
รวม	1,440

ในการปลูกพืชผักต้องใช้แรงงานในครอบครัวเพิ่มเท่ากับ 100 คน/วัน/ปี และแต่ละครอบครัวมีการจ้างแรงงานเป็นมูลค่า 2,400 บาท/ปี เพื่อช่วยในการทำการเกษตรชลประทานซึ่งมีงานเพิ่มขึ้น

คาดว่าผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจะสามารถส่งไปขายต่างประเทศได้ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่จะช่วยลดพื้นที่ปลูกถั่วลงครึ่งหนึ่ง 3 ใน 4 ของผักที่ผลิตได้จะขายให้โรงงานบรรจุผักกระป๋องในประเทศด้วยราคารับซื้อที่โรงงานเท่ากับ 2.4 บาท/กก. ส่วนที่เหลืออีก 1 ใน 4 จะใช้บริโภคภายในครัวเรือนเช่นเดียวกับเมื่อไม่มีโครงการ แต่ละครอบครัวจะบริโภคถั่วทั้งหมด และข้าว 1,000 กก. ในแต่ละปี

ปัจจุบันโรงงานมีความต้องการผักมากกว่าผักที่ผลิต โรงงานยังทำงานไม่เต็มกำลังการผลิต โรงงานมีกำลังในการผลิตผัก 20 ล้านกก./ปี แต่ปัจจุบันผลิตเพียง 15 ล้านกก. สภาพเช่นนี้อาจจะดำเนินต่อไปถ้าไม่มีโครงการ การเพิ่มผลผลิตผักของโครงการ จะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนผักของโรงงานนี้ ผลผลิตจากโรงงานผักกระป๋องจะส่งออกทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการบรรจุกระป๋องประจำปี คือ

Fixed Production Costs	32	ล้านบาท /ปี
Variable Costs of Production	8	บาท/กก.
Transportation and Port Costs	0.8	บาท/กก.
Duty on Exports	0.8	บาท/กก.

ราคา FOB ของผักกระป๋อง คือ 14 บาท/กก. สมมติว่าน้ำหนักผักส่งออกจะเท่ากับน้ำหนักผักสดที่ส่งให้โรงงาน และผลผลิตจากฟาร์มคือค่าสุทธิไม่รวมส่วนที่เสีย โรงงานจ่ายภาษีการผลิต 5% ของมูลค่า FOB ของสินค้า

ลักษณะของการไหลของน้ำจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาการตกตะกอน ถ้ามีการบำรุงรักษาระบบชลประทานที่เหมาะสม และด้วยโปรแกรมการใช้ปุ๋ยตามที่เสนอ อายุโครงการจะยาว อย่างไรก็ตาม คาดว่าจะมีปัญหาเกลือเพิ่มขึ้นในแม่น้ำที่ตัดผ่านพื้นที่ ผลที่ตามมาคือเกษตรกรท้ายน้ำจะประสบปัญหาผลผลิตลดลงในราวต้นปีที่ 5 ของโครงการ ประเมินว่าผลผลิตของเกษตรกรท้ายน้ำที่ลดลงมีมูลค่า

ถึง 16 ล้านบาท/ปี รัฐบาลไม่มีมาตรการให้ เกษตรกรในโครงการจ่ายค่าชดเชยความเสียหายของเกษตรกรท้ายน้ำ

11.1.3 ค่าลงทุน (Investments)

ค่าลงทุนโครงการ ซึ่งรวมทั้งค่าการศึกษาโครงการ การออกแบบทางวิศวกรรม ค่าที่ปรึกษา (Supervision) ค่าก่อสร้างเขื่อนและคลองส่งน้ำ การพัฒนาการชลประทานระดับไร่นา และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่งคิดเป็นเงินบาทและเงินดอลลาร์ มีดังนี้

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	6.8	13.6	13.6
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (Skilled Labor) (ล้านบาท)	3.2	6.4	6.4
ค่าแรงงาน (Unskilled Labor) (ล้านบาท)	6.8	13.6	13.6
ค่าบริการและวัสดุที่สั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.3	0.6	0.6
ค่าภาษี (Duty) ของวัสดุที่สั่งเข้า (ล้านบาท)	1.2	2.4	2.4

ค่าลงทุนดังกล่าวไม่ได้รวมค่าใช้จ่ายในการศึกษาโครงการเบื้องต้น (Prefeasibility Studies)

11.1.4 การปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซมระบบชลประทาน (Operation, Maintenance and Repair of Irrigation System)

ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาระบบชลประทานจะเริ่มต้นปีที่ 3 จนสิ้นสุดอายุโครงการ (Project Life) คือ 50 ปี

รายการ	ค่าใช้จ่าย
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	2.8
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (ล้านบาท)	0.8
ค่าแรงงาน (ล้านบาท)	2.8
วัสดุสั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.04

ประมาณว่าทุก 10 ปี จะมีค่าซ่อมแซมใหญ่หนึ่งครั้ง เริ่มสิ้นปีที่ 12 ของโครงการ ซึ่งหมายความว่าโครงการได้ปฏิบัติงานเป็นเวลา 10 ปีพอดี ซึ่งค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมใหญ่ มีดังนี้

รายการ	ค่าลงทุน
วัสดุที่ซื้อในประเทศ (ล้านบาท)	1.2
ค่าช่างผู้ชำนาญการ (ล้านบาท)	2.4
ค่าแรงงาน (ล้านบาท)	12
วัสดุสั่งเข้าจากต่างประเทศ (ล้านดอลลาร์)	0.1

11.1.5 รายละเอียดเงินค่าลงทุนโครงการ (Financing the Investment)

ค่าลงทุนในส่วนของค่าใช้จ่ายในการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ (Foreign Exchange) ได้จากเงินกู้จากประเทศที่ให้ความช่วยเหลือ โดย 80% เป็นเงินกู้แบบ Soft, Untied มีระยะปลอดหนี้ (Grace Period) 10 ปี ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ต้องจ่ายคืน ไม่ว่าจะเป็นดอกเบี้ยหรือเงินต้น สำหรับอีก 30 ปีต่อไปคิดดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest) 3% ซึ่งผู้กู้จะต้องจ่ายคืนเป็นงวดๆ ละเท่ากันทุกปี ส่วนอีก 20% ของการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศได้จากเงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant)

รัฐบาลของประเทศที่กำลังพัฒนาจะออกเงินค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศและค่าจ้างผู้ชำนาญการให้ก่อน และกำหนดให้เกษตรกรเป็นผู้จ่ายคืน 20 ปีๆ ละเท่าๆ กัน (20 Equal Annual Installments) โดยเริ่มจากปลายปีที่ 3 ของโครงการ ซึ่งก็คือปีแรกของการปฏิบัติงาน และเพื่อเป็นหลักประกันว่าเกษตรกรจะจ่ายคืนเงินตามสัญญา เกษตรกรต้องจำนอง (Mortgaged) ที่ดินกับรัฐบาลในช่วงเวลา 20 ปี

เกษตรกรต้องออกแรงร่วมเป็นค่าลงทุน ซึ่งอาจใช้แรงงานในครอบครัว หรือโดยการจ้างแรงงานคนอื่นแทน ดังนั้นแผนงานก่อสร้างจะต้องอยู่ในลักษณะที่เกษตรกรว่าง และสามารถออกแรงร่วมในการก่อสร้างโครงการได้ คณะผู้ศึกษาโครงการ (Team Study) ประมาณว่า 80% ของแรงงานที่ต้องการจะได้จากเกษตรกรในช่วงเวลาที่ไม่ต้องการทำการเพาะปลูก อีก 20% ของแรงงานที่ต้องการจะได้จากการจ้างแรงงานด้วยอัตราค่าจ้าง 40 บาท/วัน ซึ่งเกษตรกรเป็นผู้จ่ายค่าจ้างแรงงานเองโดยผ่านทางสหกรณ์

11.1.6 รายละเอียดเงินค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษาและซ่อมแซม

(Financing of Operation, Maintenance and Repairs)

ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซม ยกเว้นค่าแรง จะได้จากค่าน้ำที่เก็บจากเกษตรกร โดยรัฐบาลเป็นผู้เก็บเมื่อสิ้นปี เริ่มจากปีแรกของการปฏิบัติงาน ในการหาว่าค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นเท่าใดจะแปลงมูลค่าของเงินดอลลาร์เป็นเงินบาท โดยใช้อัตราการแลกเปลี่ยนทางการ แรงงานที่ต้องการจะได้จากเกษตรกรในช่วงเวลาที่ว่างจากงานฟาร์ม ซึ่งคิดเป็นค่าจ้าง 40 บาท/วัน

11.1.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจและราคาเงาของประเทศ

สำนักงานวางแผนระดับประเทศได้จัดส่งคณะประเมินและวิเคราะห์โครงการพร้อมด้วยข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจของประเทศ เช่น อัตราเงินเฟ้อ (Inflation) มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยอัตราเฉลี่ย 10% ต่อปี ซึ่งอัตรานี้ไม่ต่างจากอัตราเงินเฟ้อในส่วนอื่นๆ ของโลก (หมายเหตุ Cash Flow ที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในหัวข้อก่อนๆ เป็นค่าคงที่ ไม่ได้คิดอัตราเงินเฟ้อ) อัตราดอกเบี้ยของธนาคารของรัฐบาลเฉลี่ย 8% นายทุนเงินกู้ขนาดเล็ก (Small Money Lenders) คิดอัตราดอกเบี้ย 40% หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับท้องที่ สำนักงานวางแผนคิดว่าอัตราผลตอบแทนการลงทุน (Marginal Rate of Return) ควรเป็น 12% การแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศยังขาดดุล และรัฐบาลพยายามหาโครงการที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศให้มากขึ้น รัฐบาลกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศเท่ากับ 40 บาทต่อดอลลาร์ ไม่มีแผนในการลดค่าเงินบาท (Devaluating) มีตลาดมืด (Black Market) ขนาดเล็กสำหรับการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ซึ่งมีอัตราประมาณ 60 บาทต่อดอลลาร์ ประเทศอยู่ในสภาวะขาดแคลนช่างผู้ชำนาญการและวิศวกร ซึ่งสำนักงานวางแผนเชื่อว่าเกิดจากการเจริญเติบโตของประเทศ ที่ปรึกษาต่างชาติประมาณว่าค่าจ้างช่างผู้ชำนาญการจริงควรสูงกว่าอัตราค่าจ้างที่กำหนดประมาณ 20% สำนักงานวางแผนไม่ได้ประเมินราคาของแรงงาน แต่นักวิเคราะห์แนะนำอัตราค่าจ้างแรงงานจะหาได้จากข้อมูลจริงของโครงการ และสรุปว่าควรใช้ราคาเงาในการวิเคราะห์

11.2 การวิเคราะห์

ในหัวข้อนี้จะได้พูดถึงการคำนวณเบื้องต้น และสมมติฐานที่จำเป็นในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาตร์และการเงินของโครงการ ทั้งโดยการมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมและโดยการมองแบบเอกชนเป็นเกณฑ์

11.2.1 การคำนวณเบื้องต้น (Basic Calculations)

(1) ผลผลิตเมื่อไม่มีโครงการซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพฝน มีหน่วยเป็น กก./ไร่

	ถั่ว	ข้าว
	10% x 360 = 36 60% x 240 = 144 30% x 120 = 36	10% x 300 = 30 60% x 200 = 120 30% x 100 = 30
รวม	100% = 216	100% = 180

(2) ผลผลิตเมื่อมีโครงการซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับสภาพฝน มีหน่วยเป็น กก. /ไร่

	ถั่ว	ข้าว	ผัก
	90% x 360 x 1.5 = 486 10% x 240 x 1.5 = 36	90% x 300 x 1.5 = 405 10% x 200 x 1.5 = 30	90% x 2,000 = 1,800 10% x 1,200 = 120
รวม	100% = 522	100% = 435	100% = 1,920

(3) มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของปุ๋ยเคมีสำหรับถั่วและข้าวและผักเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมเป็นเกณฑ์ (บาท/ไร่)

	ถั่วและข้าว	ผัก
ค่าปุ๋ย	$\frac{240}{0.6}$ = 400	$\frac{400}{0.6}$ = 667.2

ค่าปุ๋ยที่กล่าวถึง 80% เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ

สำหรับถั่วและข้าว = 80% x 400 = 320 บาท/ไร่

ผัก = 80% x 667.2 = 534.4 บาท/ไร่

(4) จำนวนครอบครัวที่ได้รับผลประโยชน์

$$\frac{25{,}000 \text{ ไร่}}{10 \text{ ไร่ต่อครอบครัว}} = 1{,}000 \text{ ครอบครัว}$$

(5) การบริโภคในครัวเรือนถ้ามีและไม่มีโครงการ (กก./ปี)

เมื่อไม่มีโครงการ

ถั่ว 5 ไร่ x 216 กก./ไร่ = 1,080

ข้าว = 1,000

ผัก = 0

เมื่อมีโครงการ

ถั่ว 2.5 ไร่ x 522 กก./ไร่ = 1,305

ข้าว = 1,000

ผัก $\frac{1}{4}$ x 2.5 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ = 1,200

ซึ่งจะเห็นได้ว่าได้มีอาหารบริโภคมากขึ้นเมื่อมีโครงการ

(6) การปฏิบัติงานของโรงงานบรรจุผักกระป๋อง (Cannery Operations)

ผลผลิตที่โรงงานบรรจุผักกระป๋องซื้อ (ล้านกก./ปี)

ผลผลิตเพิ่มจากโครงการ $\frac{3}{4}$ x 2,500 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ = 3.6

ผลผลิตปัจจุบัน = 15

รวมผลผลิตทั้งหมดเมื่อมีโครงการ = 18.6

รายรับและรายจ่าย (ล้านบาท/ปี)

รายการ	ไม่มีโครงการ	มีโครงการ	ผลต่าง
รายจ่าย (Costs)			
Fixed	32	32	0
Variable	120	148.8	28.8
Transport, other	12	14.88	2.88
Duties	12	14.88	2.88
Production tax	10.5	13.02	2.52
Total Costs	186.5	223.6	37.08
รายรับ (Revenues) จากการขาย	210	260.4	50.04
รายรับสุทธิ	23.5	36.82	13.32

(7) ค่าลงทุน ค่าปฏิบัติงาน บำรุงรักษา และซ่อมแซมโครงการ (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่				
	0	1	2	3-50	12, 22, 32, 42
ค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศ	6.8	13.6	13.6	2.8	12
ค่าช่างผู้ชำนาญการ	3.2	6.4	6.4	0.8	2.4
ค่าแรงงาน	6.8	13.6	13.6	2.8	12
ค่าสินค้าที่สั่งเข้า (40 บาท/ดอลลาร์)	12	24	24	1.6	4
Duties	1.2	2.4	2.4	0	0
รวม	30	60	60	8.0	30.4

ค่าศึกษาโครงการเบื้องต้น 4.0 ล้านบาท คิดเป็นทุนจม (Sunk Costs) ซึ่งจะไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวมเป็นเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม รัฐบาลอาจต้องการเรียกเก็บเงินส่วนนี้คืนจากเกษตรกรก็ได้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นว่าจะปรากฏในการวิเคราะห์จาก Farmers' Point of View

(8) การจ่ายคืนเงินกู้ 1.5 ล้านดอลลาร์

Soft United Loan

กำหนดจ่ายคืนปีที่ 11-40 = 80% x $1.5 ล้าน

= $1.2 ล้าน

เงินที่ต้องจ่ายคืนเงินกู้ประจำปี = $1.2 ล้าน $\frac{0.03(1+0.03)^{30}}{(1+0.03)^{30}-1}$

= $61,200 ต่อปี

Tied Grant

= 20% x $1.5 ล้าน

= $0.3 ล้าน

เงินส่วนนี้ไม่คิดเป็นค่าลงทุนสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

เกษตรกรจ่ายรัฐบาลจากปีที่ 3-22 สำหรับวัสดุที่หาซื้อในประเทศและค่าช่างผู้ชำนาญการที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการ (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่		
	0	1	2
ค่าวัสดุที่หาซื้อในประเทศ	6.8	13.6	13.6
ค่าช่างผู้ชำนาญการ	3.2	6.4	6.4
รวม	10	20	20

การจ่ายคืนโดยไม่คิดดอกเบี้ย = $\frac{50 \text{ ล้านบาท}}{20 \text{ ปี}}$

= 2.5 ล้านบาท/ปี

= 2,500 บาท/ครอบครัว/ปี

(9) ค่าใช้จ่ายของเกษตรกร

นอกเหนือจากส่วนที่ต้องจ่าย 2.5 บ้านบาท/ปี เป็นเวลา 20 ปี

เกษตรกรต้องจ่ายค่าแรงงานสำหรับค่าลงทุน (ล้านบาท)

รายการ	ปีที่		
	0	1	2
แรงงานในครอบครัว (80%)	5.44	10.88	10.88
แรงงานจ้าง (20%)	1.36	2.72	2.72
รวม	6.80	13.60	13.60

ค่าบำรุงรักษาประจำปี = 8 ล้านบาท/ปี จากปีที่ 3-50

ค่าซ่อมแซมทุก 10 ปี = 30.4 ล้านบาท ในปีที่ 12, 22, 32 และ 42

(10) ข้อมูลตัวเลขสำหรับการวางแผนระดับประเทศ (National Planning Values)

ค่าของเงินทุนภายในประเทศ (Domestic Capital)

กำหนดให้ 12% จาก National Point of View

สมมติ 15% จาก Private Point of View

ราคาเงาสำหรับการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ

ใช้ค่าระหว่าง 40-60 บาท/ดอลลาร์ เช่น 52

ราคาเงาสำหรับค่าแรง

ค่าจ้างแรงงาน : 40 บาท/วัน เนื่องจากมีการจ้างแรงงานเพียงช่วงเวลาที่แรงงานขาดแคลน

แรงงานเกษตรกร : 0 บาท/วัน เนื่องจากมีแรงงานในครัวเรือนเหลือเฟือ (<u>หมายเหตุ</u> อาจตีราคาแรงงานเกษตรกรให้มากกว่าศูนย์ได้ แต่ไม่ควรถึง 40 บาท/วัน)

ราคาเงาของค่าช่างผู้ชำนาญการ

กำหนดให้ เท่ากับ 120% ของอัตราค่าจ้างตามราคาตลาด

ความต้องการแรงงานในครัวเรือน

ไม่มีโครงการ กำหนดให้ 300 คน-วัน/ครอบครัว/ปี โดยพิจารณาว่ามีผู้ใหญ่ 3 คน/ครอบครัว แต่ละคนต้องทำงาน 100 วัน/ปี

มีโครงการ ค่าลงทุนในปีที่ 1 และ 2

= 80% x 13.6 ล้านบาท ด้วยอัตรา 40 บาท/วัน สำหรับ 1,000 ครอบครัว

$$= \frac{0.80 \times 13.6 \text{ ล้านบาท}}{1{,}000 \times 40}$$

= 272 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

= 91 วัน/คน/ปี

เมื่อมีโครงการแต่ละคนจะต้องทำงานเพิ่ม 91 วัน/ปี จากเดิม 100วัน/ปี รวมเป็น 191 วัน/ปี ซึ่งไม่มากเกินไป

การปฏิบัติงานในปีที่ 3-50 (ยกเว้นปีที่ 12, 22, 32 และ 42)

$$\text{ค่าบำรุงรักษา} = \frac{2.8 \text{ ล้านบาท/ปี}}{40 \text{ บาท/วัน} \times 1{,}000 \text{ ครอบครัว}}$$

= 70 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

ไม่มีโครงการ = 300 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

แรงงานเพิ่มเมื่อมีโครงการ = 100 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

รวม = 470 คน-วัน/ครอบครัว/ปี

สมมติว่าแรงงาน 3 คน/ครอบครัว แต่ละคนต้องทำงาน 157 วัน/ปี ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การซ่อมแซมใหญ่ในปีที่ 12, 22, 32 และ 42

$$\frac{12 \text{ ล้านบาท}}{40 \text{ บาท/วัน} \times 1{,}000 \text{ ครอบครัว}} = 300 \text{ คน/วัน/ครอบครัว/ปี}$$

เมื่อนำแรงงานที่ต้องการในการซ่อมแซมมารวมกับแรงงานที่ต้องการในการปฏิบัติงาน จะได้แรงงานที่ต้องการทั้งหมด 770 คน-วัน/ครอบครัว/ปี หรือคนละ 257 วัน/ปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวันทำงานตามปกติ 260 วัน/ปี (52 สัปดาห์ x 5 วัน/สัปดาห์) จะเห็นได้ว่าเป็นไปได้ เพราะความต้องการแรงงานคนละ 257 วัน/ปี มีเพียง 4 ปีเท่านั้น ตลอดอายุโครงการ

11.2.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View

คำถาม : รัฐบาลควรสนับสนุนโครงการหรือไม่

(1) ดูการคำนวณ NPV ซึ่งสรุปอยู่ในตารางที่ 11.1

(2) ค่าลงทุน และ OMR : ดูข้อ(7) ในหัวข้อ 11.2.1 (การคำนวณเบื้องต้น)

(3) กำไรสุทธิสำหรับเกษตรกรเมื่อมีโครงการ :

สมมติว่าผลผลิตเพิ่มในต้นปีที่ 3 จนถึงปีที่ 50 (ถ้าต้องการให้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น อาจต้องพิจารณาว่าผลผลิตค่อยๆ เพิ่มขึ้น) ส่วนผลผลิตในปีที่ 1 และ 2 คงเดิม

รายการ	บาท/ครอบครัว
รายได้ (Revenues)	
ถั่ว 2.5 ไร่ x 522 กก./ไร่ x 3.2 บาท/กก.	= 4,176
ข้าว 20 ไร่ x 435 กก./ไร่ x 4.8 บาท/กก.	= 41,760
ผัก 2.5 ไร่ x 1,920 กก./ไร่ x 2.4 บาท/กก.	= 11,520
อื่นๆ	= 1,600
รวม	= 59,056
ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Production Costs)	
ถั่วและข้าว 22.5 ไร่ x 640 บาท/ไร่	= 14,400
ผัก 2.5 ไร่ x 1,440 บาท/ไร่	= 3,600
ค่าจ้างแรงงาน	= 2,400
รวม	= 20,400
รายรับสุทธิต่อครอบครัว	= 38,656
รายรับสุทธิรวม 38,656 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว	= 38.656 ล้านบาท

ตารางที่ 11.1 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) หน่วยเป็นล้านบาท (i=12%)

	0	
Basic cash flow		
Investment and OMR[a]	-30	-6
Net benefits with project	-	+10
Net benefits without project	-	-10
Net increase	-30	-6
Adjustments		
Tied grant	+2.4	+4
Rice premium	-	
Fertilizer subsidy	-	
Cannery benefits	-	
Downstream losses	-	
Investment and OMR		
Skilled labor	-0.64	-1
Unskilled labor	+5.44	+10
Imports	-2.88	-5
Duties	+1.2	+2
Net	+5.52	+1
Adjusted cash flow	-24.48	-48
Discount factor (1%)	1.0000	0.8
Discounted values	-24.48	-43

[a] Operation, maintenance and repairs.

[b] These values are for years 6-50 ; values for years 3-5 are zero for downstrean

[c] The discounted value of 440.996 is calculated as the sum of 78.04 for years 3-
for years 6-50 multiplied by a discount factor of 4.6997 = 291.5694

Note : Net present worth is 326.2508 ; therefore, the project is acceptable.

กำไรสุทธิสำหรับเกษตรกรเมื่อไม่มีโครงการ

รายการ	บาท/ครอบครัว
รายได้	
ถั่ว 5 ไร่ x 216 กก./ไร่ x 3.2 บาท/กก.	= 3,456
ข้าว 20 ไร่ x 180 กก./ไร่ x 4.8 บาท/กก.	= 17,280
อื่นๆ	= 1,600
รวม	= 22,336
ค่าใช้จ่ายในการผลิต 25 ไร่ x 480 บาท/ไร่	= 12,000
รายรับสุทธิต่อครอบครัว	= 10,336
รายรับสุทธิ : 10,336 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว	= 10.336 ล้านบาท

(4) เงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant)

ในส่วนของค่าลงทุน ค่าใช้จ่าย 20% ของสินค้าสั่งเข้าได้จากเงินช่วยแบบให้เปล่า (Tied Grant) จึงไม่คิดเป็นค่าลงทุนโครงการ จึงจะต้องนำค่าใช่จ่ายส่วนนี้มาหักออกจากค่าลงทุนโครงการด้วย ซึ่งประกอบด้วย

ปีที่	มูลค่าสินค้านำเข้า (ล้านบาท)	20% ของมูลค่าสินค้านำเข้า (ล้านบาท)
0	12	2.4
1	24	4.8
2	24	4.8

(5) พรีเมี่ยมข้าว

ราคาข้าวที่เกษตรกรขาย คือ 4.8 บาท/กก. ซึ่งเป็นราคาที่รัฐบาลได้ตั้งไว้เพื่อช่วยเหลือผู้บริโภค (Subsidy to Consumers) 40% ดังนั้นราคาจริง คือ $\frac{4.8}{0.6}$ = 8 บาท/กก. การผลิตข้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อการส่งออก จึงต้องนำอัตราเงาของการแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศมาใช้ ซึ่งเท่ากับ 52 บาท/ดอลลาร์ แทนที่จะเป็น 40 บาท/ดอลลาร์ พรีเมี่ยมอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเท่ากับ 52/40 = 1.3 ทำให้มูลค่าจริงของข้าวคือ 8 บาท/กก. x 1.3 = 10.4 บาท/กก. ดังนั้นมูลค่าจริงของข้าวจะเพิ่มขึ้น 10.4 – 4.8 = 5.6 บาท/กก. มูลค่าเพิ่มของแต่ละครอบครัวและของทั้งโครงการจะคำนวณได้ ดังนี้

มีโครงการ 20 ไร่ x 435 กก./ไร่ = 8,700 กก.

ไม่มีโครงการ 20 ไร่ x 180 กก./ ไร่ = 3,600 กก.

ผลผลิตข้าวเพิ่มต่อครอบครัว = 5,100 กก.

มูลค่าเพิ่ม 5.6 บาท/กก. x 5,100 กก./ครอบครัว = 28,560 บาท/ครอบครัว

มูลค่าเพิ่มทั้งหมด 28,560 บาท/ครอบครัว x 1,000 ครอบครัว= 28.56 ล้านบาท

(6) เงินอุดหนุน (Subsidy) ปุ๋ย (รายการที่ (3) ในการคำนวณเบื้องต้น)

ข้าวและถั่ว

ค่าใช้จ่ายเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศ	=	400	บาท/ไร่
ส่วนที่เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	320	บาท/ไร่
ราคาเงา		x 1.3	บาท/ไร่
มูลค่าของการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	416	บาท/ไร่
ค่าขนส่งและอื่นๆ 20% x 400 บาท/ไร่	=	80	บาท/ไร่
รวม	=	496	บาท/ไร่
ค่าใช้จ่ายเพิ่ม = 496-240	=	256	บาท/ไร่
		x 22,500	ไร่
	=	5.76	ล้านบาท

ผัก

ค่าใช้จ่ายเมื่อมองจากเศรษฐกิจของประเทศ	=	667.2	บาท/ไร่
ส่วนที่เป็นการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	534.4	บาท/ไร่
ราคาเงา		x 1.3	บาท/ไร่
มูลค่าการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ	=	694.7	บาท/ไร่
ค่าขนส่งและอื่นๆ 20% x 667.2 บาท/ไร่	=	133.4	บาท/ไร่
รวม	=	828.2	บาท/ไร่
ค่าใช้จ่ายเพิ่ม = 828.2-400	=	428.2	บาท/ไร่
		x 2,500	ไร่
	=	1.07	ล้านบาท

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด 5.76+1.07 = 6.83 ล้านบาท

(7) ผลประโยชน์ของโรงงานบรรจุผักกระป๋อง (รายการที่ (6) ในการคำนวณเบื้องต้น)

รายได้เพิ่มจากการขาย	=	13.32	ล้านบาท
Duties ซึ่งไม่ถือเป็นรายจ่าย	=	2.88	ล้านบาท
Production Taxes ซึ่งไม่ถือเป็นรายจ่าย	=	2.52	ล้านบาท
พรีเมี่ยมในการแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ			
จากการส่งออก 0.30 x 50.04	=	15.01	ล้านบาท
รวมผลประโยชน์เพิ่ม	=	33.73	ล้านบาท

(8) ผู้เสียผลประโยชน์ทางด้านท้ายน้ำ

คิดโดยตรงจากการเสียผลประโยชน์	=	16	ล้านบาท

(9) การปรับค่าลงทุน และ OMR (รายการที่ (7) ในการคำนวณเบื้องต้น)

ปีที่ 0

ค่าช่างผู้ชำนาญการ : พรีเมี่ยม = 20% x 3.2 = 0.64 ล้านบาท ซึ่งเป็นค่าลงทุนเพิ่ม

ค่าแรงงาน : มีการจ้างแรงงาน 20% เนื่องจากเกษตรกรไม่ว่าง โดยสมมติว่าอัตราค่าจ้างแรงงาน = 40 บาท/วัน และใช้แรงงานเกษตรกรอีก 80% ซึ่งคิดว่าค่าเสียโอกาสเป็นศูนย์ ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง = 0.8 x 6.8 = 5.44 ล้านบาท

วัสดุที่นำเข้า : พรีเมี่ยม = 30% x 80% x 12 = 2.88 ล้านบาท เป็นค่าลงทุนเพิ่ม การที่คิด 80% เนื่องจากได้เงินช่วยแบบให้เปล่า 20% ตามที่ได้คิดไปแล้วในรายการที่ (5)

มูลค่าของค่าลงทุนที่เพิ่มและลดในปีที่ 1 และ 2 จะเป็น 2 เท่าของมูลค่าในปีที่ 0

สำหรับปีที่ 3-50 และปีที่ 12, 22, 32 และ 42

ค่าช่างผู้ชำนาญการ : เพิ่มค่า OMR โดยใช้พรีเมี่ยม 20 % เหมือนปีที่ 0

ค่าแรงงาน : คิดค่าเสียโอกาสของแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์ จึงสามารถนำค่าใช้จ่ายส่วนนี้มาหักลบจากค่าลงทุนได้ทั้งหมด

วัสดุนำเข้า : คิดค่า OMR เพิ่ม โดยใช้พรีเมี่ยม 30% ของมูลค่าวัสดุนำเข้าทั้งหมด

11.2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากมุมมองของเอกชน (Private Point of View)

คำถาม : เอกชนยินดีจะเข้าร่วมในโครงการหรือไม่

(1) โรงงานบรรจุผักกระป๋องจะสามารถเดินเครื่องได้เต็มสมรรถนะ และจะได้ผลกำไรเพิ่มตามที่วิเคราะห์ไปแล้ว ดังนั้นโรงงานบรรจุผักกระป๋องน่าจะยินดีที่จะซื้อผักจากเกษตรกรตามราคาและจำนวนที่วิเคราะห์ไว้

(2) เกษตรกรยินที่จะเข้าร่วมในโครงการหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่าลงทุน ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (ซึ่งไม่รวมค่าแรงเกษตรกรที่ใช้ในการทำงาน) รายได้ ผลกำไรที่ต้องการ และค่าความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงตามความคิดของเกษตรกร

1. ค่าลงทุน

ค่าลงทุนของเกษตรกรมี 2 ส่วน คือ (1) เกษตรกรต้องจำนองที่ดินต่อโครงการ เพื่อผูกมัดว่าเกษตรกรต้องจ่ายค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศ และค่าช่างผู้ชำนาญการ จำนวน 50 ล้านบาท คืนรัฐบาลโดยไม่คิดดอกเบี้ย ภายในระยะเวลา 20 ปี เริ่มจากปีที่ 3 (2) เกษตรกรต้องจ่าย 20% ของค่าแรงงานเป็นค่าลงทุน ซึ่งพิจารณาว่าค่าแรงเกษตรกรเป็นศูนย์ จากสมมติฐานดังกล่าว ค่าลงทุนของเกษตรกร คือ (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้นประกอบ)

ปีที่	ค่าแรงงาน 1/ (ล้านบาท)	จ่ายคืนรัฐบาล 2/ (ล้านบาท)	รวม (ล้านบาท)
0	1.36	10	11.36
1	2.72	20	22.72
2	2.72	20	22.72

หมายเหตุ 1/ คือ 20% ของค่าแรงงาน

2/ คือ ค่าวัสดุที่ซื้อในประเทศและค่าช่างผู้ชำนาญการ

2. ค่า OMR สำหรับปี 3-50 (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)

ค่า OMR ประจำปี ตามที่สมมติว่าราคาเงาของค่าแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์ เท่ากับค่า OMR รวม ลบด้วยค่าแรงงาน (8 – 2.8 = 5.2 ล้านบาท) ค่าซ่อมแซมในปี 12, 22, 32 และ 42 เท่ากับค่าอมแซมลบด้วยค่าแรงงาน (30.4 – 12 = 18.4 ล้านบาท)

3. ผลประโยชน์เพิ่มสำหรับเกษตรกรในปี 3-50 (ดูรายการที่ (1) ของการวิเคราะห์ทาง

เศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

ผลประโยชน์สุทธิเมื่อมีโครงการ 38.656 ล้านบาท

ผลประโยชน์สุทธิเมื่อไม่มีโครงการ 10.336 ล้านบาท

ผลประโยชน์สุทธิเพิ่ม 28.32 ล้านบาท

4. ค่าจ่ายคืนหนี้ประจำปี (Annual Debt Payment)

ไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

5. การคำนวณ NPV

ปีที่	ค่าลงทุน และ OMR (ล้านบาท)	ผลประโยชน์สุทธิเพิ่ม (ล้านบาท)	แฟ็คเตอร์ส่วนลด (15%)	มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)
0	- 11.36	-	1.0000	- 11.36
1	- 22.72	-	0.8696	- 19.76
2	- 22.72	-	0.7561	- 17.16
3-50	- 5.2	+ 28.32	5.0348	+ 116.40
12, 22, 32, 42	- 18.4	-	0.2473	- 4.56
NPV				63.56

เกษตรกรสามารถยอมรับโครงการได้ ถ้าสมมติฐานที่ว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกรเป็นศูนย์เป็นความจริง

ทางเลือกในสมมติฐานเกี่ยวกับอัตราเงาของค่าจ้างแรงงาน (Shadow Wage Rate) คือ เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการใช้แรงงานและการจัดการในสภาพปัจจุบัน โดยสมมติว่าเกษตรกรได้ผลตอบแทนสุทธิ 10.32 ล้านบาท จากแรงงาน 300,000 คน-วัน หรือ 34.4 บาท/คน-วัน อัตราค่าจ้างตามราคาตลาด คือ 40 บาท/คน-วัน อัตราส่วนของอัตราค่าจ้างทั้งสองแบบคือ $\frac{34.4}{40}$ หรือ 86% ถ้าสมมติว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกรคือ 86% ของค่าแรงงานในรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น แทนที่จะเป็นศูนย์ ค่าแรงงานในปีต่างๆ คือ

ค่าลงทุนในปีที่ 0 = 86% x 6.8 x 80% = 4.68 ล้านบาท

ค่าลงทุนในปีที่ 1 = 86% x 13.6 x 80% = 9.36 ล้านบาท

ค่าลงทุนในปีที่ 2 = 86% x 13.6x 80% = 4.36 ล้านบาท

ค่า OMR ในปีที่ 3-50 = 86% x 2.8 = 2.4 ล้านบาท

ค่าซ่อมแซม 12, 22, 32, 42 = 86% x 12 = 10.32 ล้านบาท

(**หมายเหตุ** : 20% ของแรงงานในปีที่ 0-2 ได้จากการจ้าง ซึ่งได้คิดค่าจ้างให้เกษตรกรแล้ว)

มูลค่าปัจจุบันของค่าแรงงานเพิ่มในปีต่างๆ ตามสมมติฐานนี้ คือ

ปีที่	ค่าแรงงานเพิ่ม (ล้านบาท)	แฟ็คเตอร์ส่วนลด (15%)	มูลค่าปัจจุบัน (ล้านบาท)
0	4.68	1.0000	4.68
1	9.36	0.8696	4.12
2	9.36	0.7561	7.08
3-50	2.4	5.0348	12.08
12, 22, 32, 42	10.32	0.2473	12.56
รวม			34.52

NPV เมื่อคิดว่าอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรกร 34.4 บาท/วัน คือ 63.56 – 34.52 = 29.04 ล้านบาท แสดงว่าเกษตรกรยังคงสามารถยอมรับโครงการนี้ได้ องค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่เกษตรกรจะสนับสนุนโครงการ คือการลดความเสี่ยง (Risk Reduction) ในการทำการเกษตร ถ้าไม่มีโครงการสภาพฝนไม่ดีจะทำให้มีโอกาส 30% ที่จะต่ำว่าค่าเฉลี่ย แต่ถ้ามีโครงการ จะประกันได้ว่าเกษตรกรจะได้ผลผลิตอย่างน้อยเท่ากับค่าเฉลี่ย การลดความเสี่ยงที่ผลผลิตจะต่ำกว่าเฉลี่ยไม่ได้นำมาคิดในการคำนวณ NPV ซึ่งหมายความว่าเกษตรกรอาจยอมรับโครงการนี้ ถึงแม้ว่า NPV ของโครงการน้อยกว่าศูนย์

11.2.4 ความเหมาะสมทางด้านการเงินจาก Farmers' Point of View

คำถาม : เกษตรกรจะมีเงินพอสำหรับการจ่ายคืนหรือไม่

(1) จากการตรวจสอบ Consistency ตามรายการคำนวณ รายรับ-รายจ่าย ในสภาพปัจจุบัน (ดูรายการที่ (5) ในการคำนวณเบื้องต้น และรายการที่ (4) ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

รายได้สด (Cash Incomes)	**บาท/ครอบครัว/ปี**
ถั่ว (ไม่ได้ขาย)	0
ข้าว (3,600 กก. ที่ผลิตได้ – 1,000 กก. ที่บริโภค) x 4.8 บาท/กก.	12,480
อื่นๆ	1,600

รวม	14,080

รายจ่ายสด (Cash Expenses)

480-80 สำหรับแรงงานสัตว์เลี้ยงของเกษตรกร

เท่ากับ 400 บาท/ไร่ x 25 ไร่	10,000
รายได้สุทธิ	4,080

แสดงว่าในสภาพปัจจุบัน (ไม่มีโครงการ) มีความเป็นไปได้ทางการเงิน

(2) เกษตรกรต้องจ่าย 20% ของค่าแรงงานในส่วนของค่าลงทุน (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)

ปีที่ 0	=	0.2 x 6.8 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	1,360	บาท/ปี
ปีที่ 1	=	0.2 x 13.6 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	2,720	บาท/ปี
ปีที่ 2	=	0.2 x 13.6 ล้านบาท/1,000 ครอบครัว	=	2,720	บาท/ปี

ซึ่งน้อยกว่ารายได้สุทธิรายปีของเกษตรกรที่เพาะปลูกด้วยวิธีการที่เป็นอยู่ (ไม่มีโครงการ) ตามที่แสดงไว้ในข้อที่ (1) (4,080 บาท/ปี) ดังนั้นเกษตรกรจึงมีขีดความสามารที่จะจ่าย 20% ของค่าแรงงานได้จากรายได้ประจำปี หรือจากเงินสะสม อย่างไรก็ตาม รายได้สุทธิประจำปีประเมินจากสภาพเฉลี่ย (Expected Values) ในปีที่การเพาะปลูกไม่ดี รายได้เกษตรกรจะไม่พอจ่าย 20% ของค่าแรงงานดังกล่าว ในกรณีนี้รัฐบาลควรช่วยสนับสนุนทางด้านการเงินเพื่อให้เกษตรกรซึ่งไม่ประสบผลในการเพาะปลูกในช่วงการก่อสร้างโครงการ

(3) รายรับและรายจ่ายสดสำหรับปีที่ 3-50 (ดูรายการที่ (3) ของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จาก National Point of View)

สำหรับปีที่ 3-21 ไม่รวมปีที่ 12 เป็นบาท/ครอบครัว/ปี

รายได้สด	**บาท/ครอบครัว/ปี**
ถั่ว (ไม่ได้ขาย)	0
ข้าว (8,700 กก.ที่ผลิตได้ – 1,000 ปอนด์ที่บริโภค) x 4.8 บาท/กก.	36,960

ผัก (4,800 กก.ที่ผลิตได้ x 75% ที่ขาย) x 2.4 บาท/กก.	8,640
อื่นๆ	1,600
รวมรายรับสด	47,200

รายจ่ายสด

ถั่วและข้าว (640-80 สำหรับแรงงานเลี้ยงสัตว์)	
ของเกษตรกร = 560 บาท/ไร่) x 22.5 ไร่	12,600
ผัก (1,440 บาท/ไร่ – 160 บาท/ไร่	
สำหรับแรงงานสัตว์เลี้ยงของเกษตรกร) x 2.5 ไร่	3,200
ค่าจ้างแรงงาน	2,400
จ่ายคืนเงินกู้สำหรับปีที่ 3-22	
(ดูรายการที่ (8) ของการคำนวณเบื้องต้น)	2,500
ค่า OMR ลบด้วยค่าแรงงาน (ดูรายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น)	
(8 – 2.8 = 5.2 ล้านบาท/ปี)/1,000 ครอบครัว	5,200
รวมรายจ่ายสด	25,900

สำหรับปีที่ 12, 22 เป็นบาท/ครอบครัว/ปี

	บาท/ครอบครัว/ปี
รายได้สุทธิสำหรับปีที่ 3-21 ยกเว้นปีที่ 12	21,300
ค่าซ่อมแซมซึ่งหักค่าแรงงาน (ดูรายการที่ (17) ในการคำนวณเบื้องต้น)	
(30.4 -12 = 18.4 ล้านบาท/ปี) หารด้วย 1,000 ครอบครัว	18,400
รายได้สุทธิ	2,900

รายได้สุทธิสำหรับปีที่ 23-50 มากกว่ารายได้สำหรับปีที่ 3-21 เนื่องจากจ่ายคืนเงินกู้หมดแล้ว

11.3 สรุป

โครงการมีผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ เป็นโครงการที่น่าสนใจเมื่อพิจารณาจาก Private Economic ตามราคาเงาสมมติสำหรับค่าแรงงานเกษตรกรทั้ง 2 อัตรา การลดความเสี่ยงในการเพาะปลูกเป็นอีกจุดหนึ่งที่ทำให้โครงการเป็นที่น่าสนใจ สถานะทางการเงินของทั้งเกษตรกรและรัฐบาลอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) ไม่น่าจะทำให้ข้อสรุปเปลี่ยนจากการพิจารณาจาก National Point of View ยิ่งกว่านั้น โครงการนี้ยังเป็นโครงการพัฒนาชนบทยากจน ช่วยทำ

ให้การแลกเปลี่ยนกับต่างประเทศดีขึ้น (ดูตารางที่ 11.2) และส่งเสริมอุตสาหกรรม (โรงงานอาหารกระป๋อง) ดังนั้นจึงแนะนำว่าควรดำเนินโครงการนี้ แต่จะต้องมีการพิจารณาเกี่ยวกับการสนับสนุนทางการเงินในส่วนของค่าจ้างแรงงานในช่วงก่อสร้างโครงการ และการซ่อมแซมในปีที่ 12 และ 22

ตารางที่ 11.2 Foreign Currency Flows (ล้านเหรียญสหรัฐ)

	ปีที่				
	0-2	3-10	11-40	41-50	12, 22, 32, 42
มูลค่าทดแทนการนำเข้าข้าวสาลี	-	+1.02	+1.02	+1.02	-
มูลค่าการส่งออกผักกระป๋องเพิ่ม 1/	-	+1.26	+1.26	+1.26	-
มูลค่าปุ๋ยที่สั่งเข้า	-	-0.21	-0.21	-0.21	-
OMR 2/	-	-0.04	-0.04	-0.04	-0.10
จ่ายคืนหนี้ 3/	-	-	-0.06	-	-
สุทธิ	0	+2.03	+1.97	+2.03	-0.10

1/ รายการที่ (6) ของการคำนวณเบื้องต้น และหัวข้อที่ 11.1.2

2/ รายการที่ (7) ของการคำนวณเบื้องต้น

3/ รายการที่ (8) ของการคำนวณเบื้องต้น

11.4 เอกสารอ้างอิง

1. Shanner, W.W., (1976), Project Planning for Developing Economies, Praeger Publishers, New York, USA.

บทที่ 13
การวางแผนโครงการเอกประสงค์
(Planning a Single-Purpose Project)

โครงการแหล่งน้ำเอกประสงค์เป็นโครงการพื้นฐานที่ทำให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดี เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันมานาน ได้แก่ โครงการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค การชลประทาน การพลังงาน การคมนาคมขนส่ง การป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น

13.1 โครงการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม

การที่มนุษย์มีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นผลทำให้มนุษย์มีความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ แต่ปริมาณน้ำที่มีอยู่ไม่เปลี่ยนแปลง และปริมาณน้ำที่นำมาใช้ได้อาจจะน้อยลงถ้าไม่มีการควบคุมคุณภาพน้ำแล้วปล่อยให้กลายเป็นน้ำเสีย

13.1.1 คุณภาพและบริการ

คุณภาพน้ำจะต้องได้มาตรฐานและถูกหลักวิชาการ ส่วนปริมาณน้ำจะถูกกำหนดจากความต้องการเพื่อการบริการด้านต่างๆ

คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ที่สำคัญ คือ

(1) สะอาด ไม่มีสารละลายเจือปน

(2) ไม่มีกลิ่น

(3) ใช้ดื่มได้

(4) ปราศจากเชื้อโรค

มาตรฐานของน้ำเพื่อการบริการ คือ

(1) มีปริมาณมากพอ และจะต้องมีแรงดันด้วย

(2) สามารถจัดส่งได้ทุกเวลา

(3) สามารถใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้ด้วย

13.1.2 หลักการเบื้องต้นในการวางแผน

ในการวางแผนการใช้น้ำระยะยาวจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และจะต้องคำนึงถึงการจัดหาน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการต่างๆ สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการวางแผนเพื่อจัดหาปริมาณน้ำต้นทุน คือ

(1) ปริมาณน้ำต้องเพียงพอต่อความต้องการ และเป็นที่ไว้วางใจได้ว่าจะไม่ขาดแคลน

(2) ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและบริการต่ำ

(3) เป็นที่ยอมรับทางด้านเศรษฐศาสตร์และเทคนิค

(4) ระบบต่างๆ สามารถยืดหยุ่นต่อการจัดหาและเปลี่ยนแปลงได้

(5) จะต้องคุ้มทุน

(6) สามารถทำงานและจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

13.1.3 วิธีการสำหรับการวางแผนเบื้องต้น

ในขั้นแรกจะต้องกำหนดปริมาณความต้องการน้ำในอนาคต และจะต้องจัดหาแหล่งน้ำสำรองสำหรับป้องกันการขาดแคลน โดยปกติความต้องการน้ำในอนาคตจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีประชากรเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องวางแผนโครงการระยะยาวตั้งแต่ 30 ถึง 50 ปี แหล่งน้ำที่จะจัดหามาอาจจะได้มาโดยการสูบจากแม่น้ำโดยตรง จากอ่างเก็บน้ำ น้ำใต้ดิน หรือได้จากการทำน้ำทะเล หรือน้ำกร่อยมาทำให้เป็นน้ำจืด

การทำนายจำนวนประชากรในอนาคต จะสามารถกระทำได้โดยการประมาณจากข้อมูลประชากรในอดีตในช่วงเวลาต่างๆ ในบางครั้งการทำนายจำนวนประชากรอาจจะกระทำได้ยาก เพราะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากสงคราม การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี การวางแผนครอบครัว เป็นต้น

การประมาณอัตราการความต้องการน้ำในอนาคต สามารถหาได้จากการรวบรวมข้อมูลความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อวัน การเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะมีผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ ที่เป็นไปได้ในอนาคต จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลไว้สำหรับการออกแบบความต้องการน้ำ ปกติค่าที่ใช้ในการออกแบบได้จากการคูณค่าความต้องการน้ำเฉลี่ยรายวันด้วยแฟคเตอร์ของการใช้น้ำสูงสุดประจำวัน และปริมาณความจุรวมของระบบกักเก็บน้ำจะมีค่าเท่ากับอัตราการใช้น้ำสูงสุดต่อคน คูณด้วยจำนวนประชากร

อัตราการใช้น้ำในเขตชุมชนจะเท่ากับ 1,000 – 2,000 ลิตร/คน/วัน

อัตราการใช้น้ำสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาจะเฉลี่ยเท่ากับ 100 – 200 ลิตร/คน/วัน

อัตราการใช้น้ำสำหรับพื้นที่ที่ขาดแคลนจะเท่ากับ 25-50 ลิตร/คน/วัน

การใช้น้ำในเขตชุมชนสามารถแบ่งออกเป็น

(1) เพื่อการอุปโภค-บริโภค ได้แก่ การใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ ในที่พักอาศัย

(2) เพื่อการค้า ได้แก่ การใช้น้ำในศูนย์การค้า ภัตตาคาร ตลาด โรงแรม โรงภาพยนต์ เป็นต้น

(3) ในเขตเทศบาล ได้แก่ การใช้น้ำในส่วนราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล สระว่ายน้ำ การป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น

ข้อแนะนำสำหรับการวางแผน

(1) สำรวจสภาพเศรษฐกิจและผลกระทบต่อสังคมในปัจจุบัน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการพัฒนาในอนาคต

(2) ทำนายความต้องการน้ำในอนาคตที่ให้ค่าใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

(3) กำหนดปริมาณ คุณภาพ และราคาของน้ำต้นทุน

(4) จัดทำแผนเบื้องต้น

(5) ออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

(6) ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

(7) จัดตั้งองค์กรเพื่อดำเนินการและควบคุมดูแลระบบ

13.1.4 ราคาน้ำ

จุดหมายหลักในการจัดหาน้ำเพื่อบริการประชาชนก็คือ คุณภาพของน้ำที่ใช้บริโภคจะต้องเหมาะสมกับราคา ในรายงานของธนาคารโลก (IBRD) ได้กล่าวถึงการบริหารงานของโครงการจัดหาน้ำจำนวน 26 โครงการ ซึ่งอยู่นอกสหรัฐและยุโรป ปริมาณน้ำที่ไม่สามารถทำรายได้เฉลี่ยประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในจำนวนนี้มีเพียง 2-3 โครงการที่มีปริมาณน้ำที่ไม่สามารถทำรายได้ ได้ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และอีก 2-3 โครงการที่มีค่าสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ โครงการที่ดีจะต้องมีจำนวนน้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่สามารถทำรายได้ สำหรับที่ไม่สามารถทำรายได้นี้พบว่ามีสาเหตุเนื่องมาจากการไม่ชำระหนี้ค่อนข้างสูงในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งเป็นจำนวนมากถึง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเดียวกันมีบางโครงการที่สามารถติดตามเก็บหนี้ได้ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการบริหารงานเป็นสำคัญ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นพื้นฐานของการปฏิบัติตามหลักการระบบการเงินขององค์กรที่จัดการเกี่ยวกับเรื่องน้ำ

13.1.5 การจัดหาน้ำเพิ่มเติม

ในบางครั้งปริมาณที่มีอยู่อาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการในบางท้องถิ่น จึงต้องหาแนวทางที่จะจัดหาน้ำมาเพิ่มเติม การหาสถานที่สำหรับสร้างอ่างเก็บน้ำบางครั้งทำได้ยาก ดังนั้นอาจต้องมีการพัฒนานำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ หรืออาจทำการนำน้ำทะเลมาเปลี่ยนให้เป็นน้ำจืด เพื่อนำมาเพิ่มเติมให้แก่ระบบ หรืออาจนำน้ำที่ใช้แล้วไปผ่านกรรมวิธีกำจัดน้ำเสีย แล้วนำกลับมาใช้อีก ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์

13.1.6 การกำจัดความเค็มในน้ำ

(1) ความเค็มในน้ำ

น้ำที่ใช้ดื่มกินของมนุษย์โดยปกติจะต้องมีสารละลายเจือปนน้อยกว่า 500 ppm. แต่ในบางครั้งสามารถยอมให้มีสารละลายเจือปนได้ถึง 1,000 ppm.

คุณภาพของน้ำสามารถจำแนกตามจำนวนของสารละลายได้ดังนี้

1. น้ำสะอาด มีปริมาณเกลือแร่เจือปนน้อยกว่า 1,000 ppm.
2. น้ำกร่อย มีปริมาณเกลือแร่มากกว่า 1,000 ppm. แต่น้อยกว่าน้ำทะเล
3. น้ำทะเล มีปริมาณเกลือแร่ประมาณ 3,500 ppm.
4. น้ำเค็ม มีปริมาณเกลือแร่มากกว่าน้ำทะเล

(2) กรรมวิธีในการกำจัดความเค็มในน้ำ

วิธีการลดความเค็มในน้ำมีหลายวิธีการด้วยกัน คือ

1. นำน้ำมาผ่านการกลั่นด้วยพลังแสงอาทิตย์ วิธีการนี้ถึงแม้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์จะไม่ต้องใช้เงินซื้อหา แต่ก็จะต้องเสียค่าลงทุนในการจัดทำอุปกรณ์ต่างๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้ราคาค่าลงทุนในการผลิตน้ำต่อหน่วยมีราคาสูง
2. โดยการนำน้ำมาทำให้แข็งตัว ซึ่งจะสามารถแยกน้ำสะอาดซึ่งอยู่ในรูปของน้ำแข็งออกจากสารละสายที่มีเกลือเจือปนได้ ข้อดีของวิธีการนี้คือ ใช้พลังงานน้อย และอุปกรณ์ต่างๆ ราคาถูก
3. ใช้กระแสไฟฟ้าแยกเกลือแร่ โดยที่ประจุบวกจะทำปฏิกิริยากับ Sodium ions และประจุลบจะทำปฏิกิริยากับ Chloride ions ในสารละลายที่มีเกลือแร่เจือปน วิธีการนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำกร่อยที่มีเกลือแร่น้อยกว่า 10,000 ppm. เพราะมีราคาต่ำสุด
4. วิธีการออสโมซิส

13.2 โครงการป้องกันน้ำท่วม

13.2.1 บทนำ

ในประเทศที่อยู่ในแถบทวีปเอเชียมักจะเกิดน้ำท่วมบ่อยๆ และทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนหลายล้านไร่ในแต่ละปี และมีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์หลายล้านคน ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของการเกิดน้ำท่วมได้เป็น 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ เนื่องจากน้ำในลุ่มน้ำและจากน้ำทะเล

สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมมีหลายสาเหตุด้วยกัน คือ

1. เนื่องจากมีฝนตกหนักทำให้เกิดน้ำท่วมจำนวนมากเกินกว่าความสามารถของแม่น้ำในการระบายน้ำ จึงทำให้เกิดน้ำท่วมล้นตลิ่งเข้าสู่บริเวณที่เป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ

2. เนื่องจากมีการก่อสร้างถนนและทางลำเลียงผ่านทางระบายน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการปิดกั้นการไหลของน้ำท่า หรือทำให้ทางระบายมีขนาดเล็กลง

3. เนื่องจากสภาพทางอุทกวิทยาที่มีต่อชายฝั่งทะเล ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล

ความเสียหายอันเนื่องมาจากการเกิดน้ำท่วม สามารถหาทางป้องกันหรือลดขนาดลงได้ โดยการรวบรวมข้อมูลของขนาดน้ำท่วมและพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมหลังจากที่สิ้นสุดระยะเวลาน้ำท่วม แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาออกแบบป้องกันการเกิดน้ำท่วม ซึ่งในการออกแบบการป้องกันน้ำท่วมจะต้องพิจารณาถึงประโยชน์ที่ได้รับว่าคุ้มค่ากับเงินที่ลงทุนไปหรือไม่ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันน้ำท่วมมีหลายลักษณะตามวิธีการต่างกัน เช่น การป้องกันน้ำท่วมทางตรง การป้องกันน้ำท่วมทางอ้อม การทำให้พื้นที่มีการใช้ประโยชน์มากขึ้น เป็นต้น

ขั้นตอนในการประเมินผลประโยชน์อันเกิดมากจากการป้องกันน้ำท่วม

1. กำหนดค่าเฉลี่ยของความถี่ในการเกิดน้ำท่วม และขนาดของน้ำท่วมซึ่งสามารถควบคุมได้ และไม่สามารถควบคุมได้

2. กำหนดขนาดพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมตามขนาดของน้ำท่วมที่กำหนดไว้ ในการนี้จะต้องรู้ความลึกและระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วม ทั้งที่สามารถควบคุมได้และควบคุมไม่ได้

3. ประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยตรง อันเนื่องมาจากขนาดน้ำท่วมต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น ความเสียหายเกี่ยวกับพื้นที่และสภาพทั่วไปของเขตชุมชน พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต การคมนาคมขนส่ง เป็นต้น

4. ประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นทางอ้อม อันเนื่องมาจากขนาดน้ำท่วมต่างๆ เช่น ความสูญเสียของรายได้ ค่าจ้าง ความเสียหายทางการค้า

5. สร้างกราฟของความถี่ของความเสียหายทั้งหมด และกำหนดความเสียหายเฉลี่ยต่อครั้ง

13.2.2 เกณฑ์การควบคุมน้ำท่วม

มีวิธีต่างๆ หลายวิธีที่ใช้สำหรับการป้องกันน้ำท่วม คือ

1. สร้างเขื่อนดินกั้นน้ำ (Flood Wall) เป็นวิธีการที่สมบูรณ์แบบในการป้องกันน้ำท่วม โดยจะต้องก่อสร้างตัวเขื่อนดินยาวไปตามลำน้ำตามระดับน้ำในลำน้ำ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ถ้าเปรียบเทียบเป็นราคาต่อหน่วย เพราะความยาวของเขื่อนดินจะน้อยมากในขณะที่สามารถป้องกันน้ำท่วมได้พื้นที่จำนวนมาก วัตถุประสงค์ของการใช้เขื่อนดินกั้นน้ำมี 2 ประเภท คือ ป้องกันน้ำทะเล และป้องกันน้ำท่วมจากลำน้ำ

ราคาค่าก่อสร้างจะขึ้นอยู่กับ

(1) ระดับความปลอดภัยที่ต้องการ ถ้าต้องการความปลอดภัยสูงมากราคาจะสูงตาม แต่จะประหยัดค่าบำรุงรักษา

(2) การออกแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและวัสดุที่ใช้ก่อสร้าง

(3) สถานที่ จะต้องพิจารณาตำแหน่งที่จะสร้างเขื่อนดินป้องกันน้ำท่วม วิธีการก่อสร้างที่ประหยัดและถูกต้องตามหลักวิชาการ

2. การควบคุมน้ำท่วมโดยใช้อ่างเก็บน้ำและการชะลอน้ำในลำน้ำ

(1) การควบคุมน้ำท่วมโดยอ่างเก็บน้ำ เป็นการเก็บกักน้ำไว้เหนืออ่างเก็บน้ำไม่ให้ไหลไปท่วมพื้นที่ทางด้านท้ายน้ำ โดยต้องมีการจัดการเกี่ยวกับระดับการปล่อยน้ำจากอ่างที่ดี ค่าก่อสร้างสำหรับอ่างเก็บน้ำที่ใช้เพื่อป้องกันน้ำท่วมอย่างเดียวโดยทั่วไปจะสูงมาก ดังนั้นโดยปกติการใช้อ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันน้ำท่วมมักจะเป็นเพียงวัตถุประสงค์หนึ่งในโครงการเอนกประสงค์ ข้อเสียของการใช้อ่างเก็บน้ำก็คือเกิดการตกตะกอนทับถมในอ่างเก็บน้ำ ทำให้ระยะเวลาในการใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำสั้นลง

(2) การชะลอน้ำในลุ่มน้ำ น้ำที่เก็บกักในอ่างเก็บน้ำจะถูกปล่อยลงมาทางท้ายน้ำในปริมาณไม่มากเพื่อไม่ให้เกิดน้ำท่วม แต่ถ้าท่วมมีขนาดใหญ่ น้ำจะไหลล้นทางระบายน้ำล้นลงสู่ลำน้ำ ซึ่งน้ำจำนวนนี้จะถูกชะลอไว้ในลำน้ำตามธรรมชาติของลำน้ำ

การออกแบบขึ้นอยู่กับความจุของอ่างเก็บน้ำที่ต้องการ ขนาดของอาคารปล่อยน้ำ และความยาวของทางระบายน้ำล้น

3. การผันน้ำ เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถป้องกันน้ำท่วม หรือสามารถลดขนาดของปริมาณน้ำท่วมได้ โดยปกติจะผันน้ำจากลำน้ำหนึ่งไปสู่อีกลำน้ำหนึ่ง แต่สถานที่ที่จะใช้เป็นจุดในการผันน้ำมักจะหาได้ยาก จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายนัก

4. การปรับปรุงลำน้ำ เป็นวิธีการทำให้ลำน้ำตรงขึ้น หรือราบเรียบขึ้น เพื่อเพิ่มความเร็ว และลดระดับน้ำท่วมลง ทำได้ 4 วิธี คือ

(1) ลดความขรุขระของล้ำน้ำ (Manning's n)

(2) ทำให้ลำน้ำกว้างและลึกยิ่งขึ้น

(3) ทำให้ลำน้ำสั้นลงและมีความลาดชันชลศาสตร์มากขึ้น

(4) ควบคุมการตกจมของตะกอน

5. การจัดการลุ่มน้ำ เป็นการลดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมในลำน้ำเล็กๆ โดยการพยายามควบคุมขนาดน้ำท่วมให้เล็กลง การจัดการลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับแผนการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรม และปรับปรุงสภาพของป่าไม้

6. การแบ่งเขตน้ำท่วม เป็นการปรับปรุงพื้นที่เพื่อใช้สำหรับรองรับน้ำท่วม และจำแนกขนาดของความเสี่ยงของน้ำท่วม และความถี่ที่ยอมให้เกิดในแต่ละพื้นที่

7. การคาดการณ์และการเตือนภัยที่เกิดจากน้ำท่วม โดยการสอบถามข้อมูลจากหน่วยงานบริการทางด้านข้อมูลอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา

13.2.3 การป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ที่เป็นปากแม่น้ำ

พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำโดยปกติแล้วจะเป็นที่ราบลุ่มและค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการประกอบอาชีพมากมาย หรือเป็นย่านเศรษฐกิจ ซึ่งลักษณะสภาพพื้นที่ดังกล่าวนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมได้มากที่สุด เพราะเป็นจุดสุดท้ายที่น้ำจะไหลลงสู่ทะเลโดยที่ปริมาณจะมากที่สุดและยัง อยู่ติดทะเลซึ่งถ้าน้ำทะเลหนุนในช่วงน้ำท่วม จะทำให้สภาวะน้ำท่วมรุนแรงยิ่งขึ้น พื้นที่บริเวณนี้สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. พื้นที่ตอนล่างซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเล
2. พื้นที่ตอนบนซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำท่วมในลำน้ำ
3. พื้นที่ตอนกลางซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเล และอิทธิพลของน้ำท่วมในลำน้ำ

พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นดินดอนสามเหลี่ยม อันเนื่องมาจากการตกจมของตะกอนซึ่งทับถมกันเป็นเวลานาน ทำให้ความเร็วของน้ำลดลง ในขณะเดียวกันสิ่งแขวนลอยและตะกอนที่ติดมากับน้ำก็จะตกจมลงในบริเวณนี้ และทับถมกันจนทำให้เกิดการตื้นเขิน และยิ่งเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำที่จะไหลลงสู่ทะเลยิ่งขึ้น

การป้องกันน้ำท่วมบริเวณตอนล่างของปากแม่น้ำ ซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเล สามารถกระทำได้โดยการสร้างทำนบตามชายฝั่งที่ติดกับทะเล และสร้างประตูน้ำหรือฝายที่สามารถปรับระดับได้เพื่อป้องกันน้ำจากทะเลไหลเข้ามาท่วมพื้นที่ ในขณะเดียวกันก็ใช้สำหรับระบายน้ำในลำน้ำลงทะเลเมื่อระดับน้ำในทะเลลดลงด้วย

การป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ตอนบนของปากแม่น้ำ ซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำในลำน้ำ จะต้องทำการวิเคราะห์ Hydrograph ของน้ำในลำน้ำเพื่อทราบอัตราการไหลแล้วพิจารณาเลือกวิธีการป้องกันด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ ทำการชะลอน้ำในลำน้ำ การจัดการลุ่มน้ำ ตลอดจนสร้างทำนบป้องกันน้ำท่วมและอาคารควบคุมน้ำท่วมต่างๆ

การป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ตอนกลางของปากแม่น้ำ ซึ่งถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเลและอิทธิพลของน้ำท่วมในลำน้ำ สามารถกระทำได้โดยสร้างทำนบดินกั้นน้ำ อาคารควบคุมน้ำท่วม เขื่อนระบายน้ำ ขุดคลองหรือแม่น้ำเพื่อทำให้น้ำระบายลงสู่ทะเลได้สะดวกขึ้น

13.2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ในการพิจารณาโครงการจะต้องมองถึงผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการเป็นหลัก ซึ่งจะต้องพิจารณาตามระยะเวลาต่างๆ 3 ช่วง คือ

1. ช่วงเวลาที่เพิ่งผ่านพ้นไป
2. ในอนาคต กรณีที่มีการดำเนินการตามโครงการ
3. ในอนาคต กรณีที่ไม่มีโครงการ

ในการวิเคราะห์โครงการจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากน้ำท่วมทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งผลกระทบดังกล่าวสามารถจำแนกได้ ดังนี้

(1) ผลกระทบโดยตรง ได้แก่

- ความเสียหายที่เกิดกับที่อยู่อาศัยและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น พื้น ต้นไม้ ทางเท้า บ้านเรือน โรงรถ ฯลฯ
- ความเสียหายที่เกิดกับการค้า เช่น ธุรกิจซบเซา เกิดความเสี่ยงต่ออุตสาหกรรมและการค้าทั่วไป อาคารต่างๆ วัตถุดิบ สินค้าที่เก็บไว้ ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการขนส่ง
- ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสิ่งก่อสร้างต่างๆ ของรัฐ เช่น สถานที่ราชการ โรงเรียน สวนสาธารณะ ถนน สะพาน ฯลฯ
- ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับการเกษตรกรรม เช่น น้ำท่วมพืชตาย ผลผลิตเสียหายหรือลดลง ความเสียหายต่อผลผลิตที่เก็บไว้ ฯลฯ

(2) ผลกระทบทางอ้อม ได้แก่

- ความเสียหายที่เกิดกับสินค้าและบริการอันเนื่องมาจากการหยุดการผลิต
- ความเสียหายที่เกิดกับรายได้ (ลดลง)
- ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขนส่งสูงขึ้น

13.3 โครงการชลประทาน

13.3.1 การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุน

(1) ความต้องการน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับ

1. พื้นที่ส่งน้ำ
2. ฝนใช้การ
3. อัตราการระเหย
4. การสูญเสียขณะส่งน้ำ
5. การสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึม

ปริมาณความต้องการน้ำสำหรับการชลประทาน จะขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการส่งน้ำและการรั่วซึม และปริมาณฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อย่างไรก็ตาม ปริมาณความต้องการน้ำนั้นยังขึ้นอยู่กับแผนการเพาะปลูกพืชด้วย ปริมาณน้ำที่ต้องการจะมีค่าแตกต่างกันทุกปี ทั้งนี้เพราะว่าบางปีแห้งแล้ว บางปีชุ่มชื้น และยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำใต้ดิน ในปีที่เกิดความแห้งแล้ง พื้นที่ชลประทานบางส่วนจะได้รับน้ำน้อยลง

(2) แหล่งน้ำต้นทุน มีทั้งแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งแหล่งน้ำทั้ง 2 ประเภทนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสียในการนำมาใช้งาน

แหล่งน้ำใต้ดิน มักจะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณน้ำในชั้น Aquifers ซึ่งจะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณ Recharge ที่จะเข้ามาเติมในชั้น Aquifers ว่ามีเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ ข้อดีของแหล่งน้ำใต้ดินก็คือสามารถใช้เป็นการชั่วคราวได้ เพราะสามารถรื้อถอนได้ง่ายกว่างานทางด้านแหล่งน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดิน นั้นความต้องการน้ำรายปีจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ารายปี ถ้าเกิดการขาดแคลนน้ำขึ้นในเวลาใดเวลาหนึ่งของปี ก็จะต้องทำการเก็บกักน้ำเอาไว้ใช้ และจัดระบบการส่งน้ำ เช่น คลองส่งน้ำ และอาคารประกอบต่างๆ

(3) การระบายน้ำ มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับโครงการชลประทาน เพราะจะต้องระบายน้ำส่วนเกินที่เกิดจากการให้น้ำ หรือระบายน้ำส่วนเกินที่เกิดจากปริมาณน้ำฝน และบางครั้งก็ยังสามารถใช้สำหรับการชะล้างเกลือในดินได้อีกด้วย

(4) คุณภาพน้ำสำหรับการเกษตรกรรม ขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งสามารถใช้วัดออกมาในรูปของความนำไฟฟ้า (EC)

(5) คุณภาพน้ำสำหรับเขตชุ่มชื้น ในเขตพื้นที่ที่มีฝนตกชุก คุณภาพอาจไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพดีก็ได้ ทั้งนี้เพราะปริมาณเกลือในดินจะถูกฝนชะล้างออกไป ในบริเวณพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำควรจะต้องพิจารณาถึงคุณภาพน้ำโดยเฉพาะน้ำกร่อย เพราะจะมีผลกระทบต่อการเพาะปลูก

(6) คุณภาพน้ำสำหรับเขตแห้งแล้ง ในเขตพื้นที่แห้งแล้งปัญหาเกี่ยวกับดินเค็ม จะมีความสำคัญมาก เนื่องจากปริมาณฝนมีน้อยจึงทำให้เกลือในดินขึ้นมาอยู่บนผิวดิน ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคในการเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะเมื่อมีการชลประทาน จะต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำที่จะส่งให้เป็นอย่างมาก

13.3.2 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน

(1) การจำแนกชนิดดินและพื้นที่ ในการจำแนกชนิดดินและพื้นที่นั้นจำเป็นต้องใช้แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่จำแนกชนิดดิน เพื่อใช้ในการวางแผนกำหนดสมรรถนะของดินที่เหมาะต่อการปลูกและวิธีการให้น้ำแก่พืช

การจำแนกชนิดดินสามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 เหมาะสำหรับการเกษตรชลประทานมากที่สุด สามารถเพาะปลูกพืชได้หลายชนิดและให้ผลผลิตสูง พื้นที่ราบเรียบมีความลาดชันน้อย

ประเภทที่ 2 เหมาะสำหรับการเกษตรชลประทานปานกลาง สามารถเพาะปลูกได้บางชนิด ต้องใช้ค่าลงทุนในการจัดการแปลงมากขึ้น

ประเภทที่ 3 เหมาะสำหรับการเกษตรชลประทานน้อย ผลผลิตที่ได้อาจจะไม่คุ้มกับค่าลงทุน

ประเภทที่ 4 มีข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่และการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับผลประโยชน์ที่จะได้รับเสียก่อน

ประเภทที่ 5 ไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูก ยกเว้นจะมีการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการเพาะปลูกเสียก่อน

ประเภทที่ 6 ไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

(2) เหตุผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากมีการลงทุนในการที่จะนำน้ำมาใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชสูง

(3) ขนาดพื้นที่ถือครอง เป็นสิ่งยากลำบากในการกำหนดสำหรับโครงการในอนาคต เพราะอาจมีการเพิ่มขนาดพื้นที่ถือครอง ซึ่งเกิดจากนโยบายของรัฐและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป

(4) ขนาดของแปลงเพาะปลูก ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ การวางแผนการใช้เครื่องจักรเครื่องมือการเกษตร และการจัดการเกี่ยวกับการให้น้ำและระบายน้ำ

(5) การชลประทานและการระบายน้ำ ในกรณีที่เป็นพื้นที่ที่มีฝนตกชุกและมีน้ำท่วมขังอยู่เป็นประจำ ระบบการระบายน้ำจะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในกรณีที่ใช้คูระบายน้ำแบบคูเปิดจะต้องพิจารณาถึงระยะห่างของคูระบายที่เหมาะสม ในกรณีที่พื้นที่อยู่ในเขตแห้งแล้ง และดินมีความสามารถในการซึมน้ำได้ดี ระยะห่างจะมากขึ้นประมาณ 200-400 เมตร แต่ถ้าดินมีความสามารถซึมน้ำได้น้อย ระยะห่างของร่องคูน้ำจะสั้นลงประมาณ 20-30 เมตร สำหรับระบบการให้น้ำชลประทานนั้นมีวิธีการให้น้ำหลายรูปแบบซึ่งจะต้องพิจารณาตามลักษณะของชนิดดิน ความลาดชัน และปริมาณน้ำ เพื่อออกแบบเลือกวิธีการให้น้ำที่เหมาะสม สำหรับระบบส่งน้ำจะต้องพิจารณาถึงขนาดความจุของคูต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ส่งน้ำ ความลาดชัน วิธีการให้น้ำ และความเคยชินของเกษตรกร

13.3.3 ชนิดดินและการใช้ที่ดินในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ

ในบริเวณสามเหลี่ยมดินดอนปากแม่น้ำ ลักษณะของดินและการใช้ที่ดินจะมีอิทธิพลมาจากสภาพทางอุทกวิทยาและการตกตะกอนในบริเวณพื้นที่ ซึ่งโดยปกติจะเหมาะสำหรับปลูกพืชผักผลไม้ ยกเว้นดินที่มีความสามารถในการระบายน้ำเลวจะเหมาะสำหรับการใช้ปลูกข้าว

13.3.4 การคำนวณหาผลประโยชน์ของโครงการ

(1) เกณฑ์ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์เนื่องจากการชลประทาน มีดังนี้

1. ผลผลิตซึ่งขึ้นอยู่กับการให้น้ำชลประทาน วิธีการเพาะปลูก การใช้ปุ๋ยเคมี การกำจัดวัชพืช และชนิดของพืชที่เพาะปลูก

2. ระดับราคาผลิตผลที่ขายที่แปลงเกษตร (Farm gate price) ขึ้นอยู่กับสถิติและข้อมูลเก่าๆ ซึ่งค่าลงทุนของเกษตรกร ปริมาณผลผลิต และค่าใช้จ่ายในการขนส่งผลผลิตจะผันแปรไปในแต่ละปี

3. ค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกและค่าแรงงาน ขึ้นอยู่กับฤดูการเพาะปลูกและอัตราค่าจ้างในท้องถิ่น

4. อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย แลการควบคุมโรคและแมลง

5. ราคาที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าภาษี

6. ภาษีที่ดิน และค่าธรรมเนียมต่างๆ

7. อื่นๆ เช่น ค่าอุปกรณ์ ค่าวัสดุต่างๆ

(2) การวิเคราะห์ทางด้านรายได้จากการเพาะปลูก โดยทั่วไปจะต้องวิเคราะห์ทั้งกรณีที่ไม่มีโครงการและมีโครงการว่ามีรายได้เท่าใด และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตอย่างไร

(3) ผลประโยชน์ที่เกิดจากการชลประทาน ก็คือรายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการชลประทาน ซึ่งขึ้นอยู่กับ

1. ช่วงที่กำลังพัฒนา ซึ่งหมายถึงช่วงที่อยู่ระหว่างช่วงที่เริ่มพัฒนาจนถึงช่วงที่พัฒนาเต็มที่แล้ว ซึ่งจะใช้ช่วงที่กำลังพัฒนานี้เป็นส่วนประเมินผลประโยชน์ ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานต่อไปนี้

- การใช้ประโยชน์จากน้ำชลประทานมีอัตราคงที่ตลอดช่วงเวลาที่กำลังพัฒนา
- ผลประโยชน์สูงสุดจะเกิดขึ้นหลังจากที่มีโครงการแล้วเป็นเวลา 5 ปี สำหรับพืชฤดูฝน และ 10 ปี สำหรับพืชฤดูแล้ง
- ผลประโยชน์จากการชลประทานจะประมาณว่ามีค่า 1 ใน 3 สำหรับฤดูฝน และ 2 ใน 3 สำหรับฤดูแล้ง
- ในการวิเคราะห์โครงการจะใช้ระยะเวลาของโครงการประมาณ 50-100 ปี ส่วนอัตราดอกเบี้ยจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์

2. แผนงานก่อสร้างสำหรับการชลประทาน โดยปกติจะจัดทำแผนงานว่าจะเริ่มทำอะไรก่อน และจะต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงๆ แล้วจึงเริ่มดำเนินการก่อสร้างตามแผนว่าจะเริ่มก่อสร้างแปลงไหนก่อนหลัง และวิเคราะห์ว่าจะได้รับผลประโยชน์และเสียค่าลงทุนเท่าใด

3. ผลประโยชน์จากการชลประทานขั้นสุดท้ายของโครงการได้จากการปรับแก้ผล

ประโยชน์โดยการคิดน้ำหนักระหว่างชนิดพืชและประเภทของพื้นที่

13.4 โครงการเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

วัตถุประสงค์คือเพื่อจัดหาพลังงานไว้สำหรับความต้องการทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งค่าใช้จ่ายในการจัดหาสูงมาก

13.4.1 การศึกษาเกี่ยวกับสภาพทางอุทกวิทยา

(1) ศึกษาปริมาณน้ำที่จะต้องปล่อยในแต่ละรอบปี โดยเฉพาะในปีที่แห้งแล้งจะต้องศึกษาข้อมูลของน้ำที่จะปล่อยเป็นกรณีพิเศษ

(2) การประมาณขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำ ความจุของอ่างจะเป็นตัวบอกว่าควรจะสร้างอ่างสูงเท่าใด ความจุของอ่างจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างและปริมาณน้ำเก็บกัก เพื่อรักษาระดับของน้ำในอ่างสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า วิธีการประเมินที่สะดวกและง่ายก็คือการใช้ Mass Curve

13.4.2 การวางแผนโครงการ

การวางแผนโครงการสามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและสภาพของลำน้ำทางด้านท้ายน้ำของเขื่อน โดยทั่วๆ ไปแล้วจะตั้งสถานีผลิตกระแสไฟฟ้าที่บริเวณฐานของเขื่อน ในบางกรณีน้ำจะถูกส่งจากอ่างเก็บน้ำไปยังสถานีผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในการวางแผนโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

(1) สถานีผลิตกระแสไฟฟ้าแบบระดับน้ำคงที่ (Constant-Head Power-Plant) น้ำจากอ่างเก็บน้ำจะปล่อยไปยังสถานีผลิตกระแสไฟฟ้าที่อยู่ตอนล่าง โดยปกติระดับน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจะคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก การสูญเสียระดับน้ำอันเนื่องมาจากการปล่อยน้ำจากอ่างผ่านระบบต่างๆ ไปยังสถานีผลิตพลังงานจะมีการออกแบบเผื่อไว้แล้วในการออกแบบอ่าง

(2) สถานีผลิตกระแสไฟฟ้าแบบระดับน้ำเปลี่ยนแปลง การติดตั้งสถานีผลิตกระแสไฟฟ้าที่ตัวเขื่อนเป็นการยุ่งยากมาก เพราะว่าระดับน้ำในอ่างที่ใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในอ่าง ดังนั้นในการวางแผนการติดตั้งจะต้องคำนึงถึงว่าถ้าระดับน้ำในอ่างลดลงต่ำสุดแล้วก็ยังสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระดับน้ำต่ำสุดเท่ากับครึ่งหนึ่งของระดับน้ำเก็บกักสูงสุด

(3) การวิเคราะห์เพื่อเลือกขนาดของโครงการ ในการกำหนดโครงการจะต้องนำเอาแผนทั้งหมดมาพิจารณาเพื่อหาวิธีการที่จะปรับปรุง เช่น เพิ่มขนาดของอ่าง แต่ค่าลงทุนเพิ่มขึ้นน้อยมาก หรืออาจจะเพิ่มกำลังผลิตได้ในอีก 10-15 ปีข้างหนา หรืออาจจะไม่พิจารณาเกี่ยวกับการเพิ่มขนาดหรือเพิ่มกำลังผลิต แต่จะพิจารณาว่าสามารถสร้างโครงการใหม่ได้หรือไม่

(4) การพิจารณาแก้ไขรายละเอียดของโครงการหลังจากที่ได้เลือกโครงการแล้ว การตรวจสอบโครงการจะกระทำได้โดยการพิจารณาขนาดของทางลำเลียงน้ำผ่านท่อ ว่าสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้คุ้มค่ากับเงินที่ลงทุนไปหรือไม่ เช่น กรณีที่ขนาดท่อส่งน้ำมีขนาดใหญ่ทำให้ราคาค่าลงทุนสูง แต่จะทำให้มีการสูญเสียระดับน้ำน้อย ทำให้สามารถผลิตพลังงานได้มากขึ้น

13.4.3 การจัดทำรายงานการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์

ในขั้นตอนสุดท้ายของการวางแผนโครงการ ก็คือการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินหาค่าลงทุนของโครงการ และประเมินปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ได้รับจากการมีโครงการ ซึ่งจะทำให้สามารถหาค่าลงทุนต่อ 1 หน่วยกระแสไฟฟ้าได้ และทำให้ทราบถึงรายรับและรายจ่ายของโครงการ

หลังจากนั้นจึงทำรายงานทั้งด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ และส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างโครงการ

13.4.4 การสูบน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

โครงการนี้เป็นการสูบน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำไปยังอ่างเก็บน้ำที่อยู่บนที่สูง แล้วจึงปล่อยลงมาเพื่อใช้ผลิตพลังงาน ซึ่งในการเลือกสถานที่เพื่อติดตั้งสถานีสูบน้ำเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้านี้จะต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างวิศวกรและนักเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะจะต้องคำนึงถึงขนาดของความจุของอ่างทั้งสองซึ่งจะต้องพอเพียงต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ความแตกต่างของระดับของอ่างทั้งสองจะต้องไม่มากเกินไปจนทำให้ค่าลงทุนในการสูบน้ำมีค่าสูงมาก นอกจากนี้ตำแหน่งของอ่างทั้งสองจะต้องไม่อยู่ห่างกันเกินไปจนทำให้ค่าก่อสร้างระบบต่อเชื่อมมีราคาสูงเกินไป

13.5 เอกสารอ้างอิง

(1) United Nations, 1972, Water Resource Project Planning, New York, United Nations Publication.

บทที่ 14
การวางโครงการเอนกประสงค์

โครงการเอนกประสงค์ คือโครงการที่ทำหน้าที่ได้ตั้งแต่ 2 อย่าง หรือมากกว่าขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อให้การลงทุนโครงการนั้นเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายๆ ก็คือโครงการแหล่งน้ำที่เก็บกักน้ำไว้เพื่อการชลประทานและสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ด้วย

14.1 การกำหนดโครงการ (Plan Formulation)

การกำหนดโครงการเป็นขบวนการที่เลือกหรือกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการนั้นๆ ถ้ามองในแง่กายภาพ การกำหนดโครงการก็จะหมายถึงการกำหนดขนาดของอาคาร พื้นที่ของโครงการ วิธีการดำเนินงานของโครงการ และการจัดการเกี่ยวกับที่ดินและน้ำของโครงการนั้น

ในการกำหนดโครงการจำเป็นต้องมีการประเมินเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของทางเลือกต่างๆ แล้วจึงทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่มีส่วนช่วยสนับสนุนต่อการพัฒนา

14.1.1 หลักการพิจารณา

ในการกำหนดโครงการเพื่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่ดีนั้น ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) โครงการควรจะมีลักษณะที่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม

(2) จะต้องมีการพิจารณารวมไปถึงนโยบายระดับชาติและเป้าหมายระดับท้องถิ่น ในการพิจารณาเพื่อกำหนดโครงการ

(3) ในการเลือกสิ่งที่จะเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อโครงการ วัตถุประสงค์ และขอบเขตของวัตถุประสงค์ ควรทำโดยการประเมินจากองค์ประกอบต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ในโครงการนั้น

(4) ในการกำหนดโครงการเริ่มแรกควรจะได้มีการแยกแยะวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ แต่ละอัน โดยใช้หลักเกณฑ์ที่เป็นไปได้สูงสุดทางเศรษฐศาสตร์ คือ

(ก) แต่ละหน่วยที่แยกออกมาหรือแต่ละวัตถุประสงค์ควรจะให้ผลประโยชน์ต่อโครงการอย่างน้อยที่สุดเท่ากับค่าลงทุนเพื่อวัตถุนั้นหรือส่วนนั้น

(ข) การพัฒนาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการมีโครงการจะทำให้ได้ผลประโยชน์มากกว่าค่าลงทุน

(5) แต่ละวัตถุประสงค์ของโครงการนั้นจะต้องมีความสอดคล้องต้องกัน

(6) การกำหนดโครงการเริ่มแรกจะต้องมีความยืดหยุ่นพอเพียงที่จะสามารถดำเนินการปรับปรุงได้ในโอกาสต่อๆ ไป

(7) จะต้องตระหนักว่าในการที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับภูมิภาคนั้น จะต้องไม่ทำให้เกิดการบิดเบือนหรือขัดแย้งกับนโยบายระดับชาติ

(8) การกำหนดและเลือกโครงการขั้นสุดท้ายควรจะมุ่งมองที่ตัวผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นทั้งระดับชาติและระดับภูมิภาค

(9) ควรจะได้พิจารณาจัดเตรียมพื้นที่สำหรับอนาคตเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ การประมง การอนุรักษ์สัตว์ป่าต่างๆ และควรจะสำรองพื้นที่ไว้สำหรับการใช้ประโยชน์อื่นๆ ในอนาคต

14.1.2 การกำหนดและจัดเตรียมโครงการ (Plan Formulation and Preparation)

(1) การเลือกวัตถุประสงค์ของโครงการ (Selection of Project Purpose)

ในการทำโครงการจำเป็นต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการใช้น้ำ และทรัพยากรอื่นๆ เพื่อการกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ ในการเลือกวัตถุประสงค์จะพิจารณาถึง

- ทรัพยากรที่มีอยู่
- ระดับความต้องการของโครงการ
- กฎและนโยบายต่างๆ

จากนั้นก็จะใช้หลักการทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินทางเลือก เพื่อให้โครงการเกิดประโยชน์สูงสุดจากวัตถุประสงค์ที่เลือกไว้ ส่วนการจัดเตรียมโครงการ คือการจัดหากลไกต่างๆ เพื่อที่จะใช้ในการควบคุมค่าลงทุนของโครงการ ควบคุมการก่อสร้างโครงการ ควบคุมการดำเนินการของโครงการเพื่อเป็นหลักประกันว่าจะทำได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

(2) วิธีการที่จะทำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ (Ways to Serve Project Purpose)

ในการใช้หลักการทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ เพื่อกำหนดโครงการนั้น ก็จะกำหนดได้แต่เพียงวิธี วัสดุ และชนิดของอาคารในโครงการเท่านั้น วิธีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่นอกเหนือออกไปก็คือการศึกษาจากวัตถุประสงค์อันเดียวกันของโครงการอื่นแล้วเปรียบเทียบถึง Facilities ต่างๆ และประเมินถึงสิ่งที่ได้รับเพื่อนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของโครงการที่กำลังพิจารณา

(3) ขนาดของ Facilities และขอบเขตของการดำเนินการ

ในการกำหนดโครงการแบบเอนกประสงค์นั้น อันดับแรกจะต้องทำการระบุวัตถุประสงค์หลัก (Nucleus) ของโครงการ จากนั้นจึงทำการเพิ่มเติมวัตถุประสงค์รองเข้าไป

วัตถุประสงค์หลักหรือวัตถุประสงค์สำคัญ (Nucleus) ของโครงการดังกล่าวจะต้องสามารถที่จะสนองความต้องการพื้นฐานและความต้องการอันดับแรกสำหรับการพัฒนาได้ โดยปกติ

วัตถุประสงค์หลักนี้ ถึงแม้ว่าเป็นโครงการแบบเอกประสงค์ (Single-Purpose Project) ก็จะต้องมีวัตถุประสงค์อื่นมาประกอบร่วมด้วย เป็นต้นว่า วัตถุประสงค์หลักเพื่อการชลประทาน แต่วัตถุประสงค์เพื่อการควบคุมน้ำท่วมและ/หรือการระบายน้ำ ก็จำเป็นสำหรับโครงการชลประทานด้วย

ลักษณะการทำงานของโครงการควรจะได้มีการกำหนดให้เหมาะสมตามขนาด และสภาพการณ์เพื่อการพัฒนาการใช้น้ำและที่ดิน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงการขยายขอบเขตของการดำเนินการในอนาคตด้วย สำหรับจุดที่ต้องมีการศึกษาให้เฉพาะเจาะจงลงไปก็คือการพิจารณาออกแบบเกี่ยวกับความสูงของตัวเขื่อนในแง่เศรษฐศาสตร์ ความจุอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่เพื่อการชลประทาน การออกแบบดังกล่าวเป็นขบวนการเพื่อการสร้างหลักการและหาแนวความคิดริเริ่มรวมไปถึงการกำหนดรายละเอียดทางด้านกายภาพเป็นหลัก เช่น รูปแบบของอาคาร การวางแนวระบบส่งน้ำ วัสดุและวิธีการในการก่อสร้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังจะต้องมีการวิเคราะห์ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นถึงผลกระทบทางอ้อมด้านอื่นๆ เป็นต้นว่า ผลกระทบทางด้านสังคมและความเป็นอยู่ ผลกระทบจากสิ่งที่มองไม่เห็นบางอย่าง (Intangible Aspect) ด้วย

14.1.3 การใช้หลัก System Approach ในการวางโครงการ (System Approach to Planning)

(1) นิยาม (Definition)

การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) หรือ System Approach เป็นวิธีที่จะช่วยในเรื่องการวางโครงการ คำว่าระบบ (System) หมายถึงกิจกรรมหรือขบวนการหลายๆ แบบที่ประกอบกันอยู่ เช่น ในโครงการแหล่งน้ำอาจจะมีทั้งด้านเครื่องจักรกล ไฟฟ้า แหล่งน้ำ ชีวภาพ สังคม การจัดการ การสุขาภิบาล และอื่นๆ ในปัจจุบันเนื่องจากคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากจึงได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ในการวางโครงการ นอกเหนือจากนี้ยังได้มีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่า *การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)* อย่างเช่น Neil Drobnyl ได้ให้คำจำกัดความว่า การวิเคราะห์ระบบเป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยเน้นหนักถึงการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และอาจใช้วิธีการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

Halls, W.A. and J.A. Dracup (1975) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “System Engineering” ดังนี้คือ ศาสตร์และศิลปะในการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดจากทางเลือกหลายๆ ทาง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทั้งหมด โดยทั้งนี้อยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อกำหนดจากสภาพการณ์ทางกฎหมาย นโยบาย เศรษฐศาสตร์ ทรัพยากร การเมือง และสภาพสังคม

(2) วิธีการพื้นฐานที่จะใช้วิเคราะห์ระบบ (Basic Technique of System Analysis)

วิธีการทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญของการวิเคราะห์ระบบ ซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากเสมอไป แต่อาจจะต้องอาศัยขั้นตอนในการคำนวณมาก เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการมีดังนี้

1) Linear Programming เป็นวิธีการที่รู้จักกันแพร่หลายและใช้หลักการทาง Optimization เข้ามาวิเคราะห์ระบบ การวิเคราะห์โดยวิธีนี้ปัญหาต่างๆ จะถูกจำลองแล้วป้อนเข้าไปในสมการในรูปของฟังก์ชันเส้นตรง (Linear Function) ขั้นตอนการทำงานของ Linear Programming จะประกอบด้วยการเริ่มจากการกำหนดตัวปัญหา จากนั้นก็หาคำตอบและมีการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนข้อมูลที่ป้อนเข้าไป (Input)

2) Non-Linear Programming เป็นเทคนิคที่พัฒนามาเพื่อใช้ในกรณีที่ไม่สามารถจำลองปัญหาให้เป็นฟังก์ชันเส้นตรงได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เป็นวิธีที่ยุ่งยาก

3) Dynamic Programming เป็นวิธีวิเคราะห์ระบบเพื่อใช้หาถึงความสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อการตัดสินใจที่จะให้ค่าประสิทธิผลสูงสุด Dynamic Programming ต่างจาก Linear Programming ซึ่งมีวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปแบบมาตรฐาน ส่วน Dynamic Programming จะต้องมีการพัฒนาสมการขึ้นมา เพื่อการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์นั้นๆ ดังนั้นวิธีนี้ปัญหาต่างๆ จะถูกแบ่งย่อยออกเป็น Stage และจะถูกวิเคราะห์ออกมาเพื่อหาความเหมาะสมที่ดีที่สุด

4) Simulation เป็นวิธีการทดลองเพื่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะใช้ในการศึกษาระบบที่มีหลายองค์ประกอบ และมีความซับซ้อน (Complex System) ซึ่งไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ได้โดยตรงด้วยวิธีนี้ การวิเคราะห์ที่มีรูปแบบแน่นอนเช่นที่กล่าวมาแล้ว ในการวางโครงการเกี่ยวกับแหล่งน้ำ ซึ่งในระบบมีความเกี่ยวพันระหว่างตัวพารามิเตอร์ต่างๆ มากมาย วิธี Simulation นี้อาจพูดได้ง่ายๆ ว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) นั่นเอง

5) Network Analysis การวิเคราะห์วิธีนี้เป็นการนำเอาปัญหาต่างๆ มาเขียนความสัมพันธ์กันเป็นโครงข่าย โดยจะใช้ Node และ Branch เป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์กัน เช่น ในงานแหล่งน้ำ ท่อส่งน้ำ คลองส่งน้ำ สายส่งกระแสไฟฟ้า เหล่านี้จะถูกแทนด้วย Branch ส่วน Node จะเขียนแทนอ่างเก็บน้ำ สถานีผลิตกระแสไฟฟ้า เมื่อเขียนโครงข่ายเสร็จแล้วก็จะทำการกำหนดค่าที่เกี่ยวกับขนาด ค่าลงทุนลงไปในแต่ละ Node และ Branch แล้วทำการวิเคราะห์

14.1.4 การกลั่นกรองและการทบทวนโครงการ (Screening and Review of Plan)

ในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย ยังขาดขั้นตอนในการกลั่นกรองและทบทวนโครงการเกี่ยวกับแหล่งน้ำ โครงการซึ่งผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ไม่ชัดเจน (Doubtful Economic Soundness) หรือกำหนดขอบเขตที่มากเกินความเป็นไปได้ (Over Ambitious Scope or Scale) หรือมีการออกแบบผิดพลาดเหล่านี้จะทำให้การดำเนินการในโอกาสข้างหน้าของโครงการประสบความล้มเหลว ถึงแม้ว่าปกติจะขาดบุคคลที่มีประสบการณ์ในการกลั่นกรองและทบทวนโครงการ การทบทวนโครงการก็ควรจะต้องมีการปฏิบัติกันก่อนที่โครงการจะดำเนินการ

14.2 การศึกษาเกี่ยวกับแหล่งน้ำ (Water Resource Studies)

ก่อนที่จะเริ่มมีการวางโครงการ มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงสภาพวงจรของน้ำในแหล่งที่จะทำโครงการนั้นๆ เพื่อให้ได้ทราบถึงปริมาณน้ำหรือข้อมูลที่เกี่ยวกับแหล่งน้ำที่ต้องการ

การศึกษาสมดุลของน้ำ (Water Balance) เป็นเรื่องสำคัญเพื่อที่จะทำให้ทราบถึงสัดส่วนของน้ำในส่วนต่างๆ ภายในวงจรนี้ รวมไปถึงความเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศ การทำสมดุลเรื่องน้ำควรทำหลายๆ ปี เช่นปีที่แห้งแล้ง ปีที่ฝนชุก หรือปีที่ฝนปกติ ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลเก่าๆ ที่เคยตรวจวัดกันมาในอดีต

14.2.1 การพัฒนาแหล่งน้ำ (Water Resource Development)

ความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีการเก็บกักน้ำและจัดสรรน้ำที่เก็บกักไปใช้ ก็เพราะในแต่ละช่วงเวลาและแต่ละท้องถิ่นมีความต้องการแตกต่างกัน การเก็บกักน้ำผิวดินทำได้โดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ ซึ่งก็จะต้องมีการเลือกสถานที่ให้เหมาะสมตามสภาพทางอุทกวิทยา และความเป็นไปได้ด้านอื่นๆ นอกจากปริมาณน้ำที่ต้องเก็บกักเพื่อใช้แล้ว ยังจะต้องมุ่งมองไปถึงเรื่องคุณภาพของน้ำที่จะนำไปใช้อีกด้วย

แหล่งน้ำอื่นๆ นอกเหนือจากแหล่งน้ำผิวดินแล้วก็ยังมีแหล่งน้ำจากใต้ดิน ซึ่งจากทั้งสองแหล่งน้ำ เมื่อได้มีการพัฒนาขึ้นมาใช้แล้วจะต้องตระหนักถึงเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการเกิดมลภาวะอื่นๆ ตามมา

14.2.2 การจัดแบ่งทรัพยากร (Allocation of Resource)

การจัดแบ่งทรัพยากรแหล่งน้ำเพื่อให้ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ จะต้องคำนึงถึงด้านปริมาณและคุณภาพ น้ำที่มีคุณภาพสูงๆ ก็ควรจะมุ่งไปที่การใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคเป็นหลัก หรือน้ำใต้ดินที่มีคุณภาพดีก็ควรจะนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และในโรงงงานอุตสาหกรรมบางอย่างเป็นอันดับแรก เพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำ ในบางช่วงก็ควรจะได้มีการสำรองน้ำที่จะใช้ไว้ในรูปของอ่างเก็บน้ำ หรือสำรองไว้ด้วยแหล่งน้ำใต้ดินที่มีแหล่งอยู่ใกล้กับระบบส่งน้ำมัน

14.2.3 การวางแผน (Planning)

ประโยชน์จากการใช้แหล่งน้ำจะมีมากยิ่งขึ้นเมื่อมีการพัฒนาพื้นที่ควบคู่ไปด้วย ซึ่งแผนหลักจำเป็นจะต้องคำนึงถึงเรื่องพื้นที่ที่จะทำการพัฒนาด้วย ดังนั้นในแง่การแบ่งเขตพื้นที่เพื่อการพัฒนาควรจะแบ่งจากขอบเขตของลุ่มน้ำมากกว่าที่จะแบ่งโดยขอบเขตของการบริหารงาน

สำหรับในแผนแม่บทจะต้องมีการประเมินถึงความต้องการใช้น้ำในอนาคต ซึ่งจะต้องมีการระบุชี้ชัดลงไปถึงแหล่งน้ำที่เป็นไปได้ และการจัดสรรปริมาณน้ำเพื่อการใช้ในระดับต่างๆ กัน และ

ควรจะได้มีการมองไปถึงอนาคตข้างหน้า ไม่เฉพาะเพียงแค่สองหรือสามปีในช่วงออกแบบและก่อสร้างเท่านั้น แต่จะต้องเป็นสิบปี ทั้งนี้จะต้องรวมไปถึงการพัฒนาเพื่อการสำรองแหล่งน้ำและป้องกันการเกิดมลภาวะขึ้น อย่างไรก็ตาม สำหรับการคาดการณ์ในภายภาคหน้านั้นบางทีก็อาจเป็นจริง เป็นต้นว่าหลังจากห้าปีก็ควรจะได้มีการทบทวนและทำการคาดการณ์ในภายหน้าต่อไปอีกห้าปี

14.2.4 ความจำเป็นในการที่จะต้องมีการออกกฎหมาย (Need for Legislation)

เพื่อให้การควบคุมการจัดการน้ำเป็นไปด้วยดี จำเป็นที่จะต้องมีข้อตกลงในเรื่องเกี่ยวกับการใช้น้ำ ทั้งแง่ปริมาณและคุณภาพรวมไปถึงการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Return Use) นอกจากนี้ยังต้องเกี่ยวข้องไปถึงการควบคุมการใช้ที่ดิน ซึ่งในแผนแม่บท (Master Plan) จะต้องมีกฎพื้นฐานโดยที่จะไม่ทำให้เกิดการขัดแย้งกับการพัฒนานั้น

14.2.5 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำใต้ดิน (Exploitation of Ground Water Resource)

ในการหาแหล่งน้ำใต้ดินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ อันดับแรกจะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความสมดุลของน้ำใต้ดินในแต่ละแหล่งหรืออาจเรียกว่า การทำงบดุลน้ำใต้ดิน (Ground Water Budget)

(1) สมดุลของน้ำใต้ดิน (Groundwater Balance) การสมดุลของน้ำมีรูปสมการทั่วๆ ไปดังนี้

ปริมาณน้ำเข้า = ปริมาณน้ำออก + ปริมาณน้ำเก็บกักที่เปลี่ยนไป

$$f + i + r + a = o + q + p + s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.1)$$

เมื่อ f = ปริมาณน้ำส่วนที่เพิ่มเข้าไปในดินตามธรรมชาติ = ฝน – การระเหย และ การคายน้ำ - Runoff

i = อัตราการไหลของน้ำใต้ดินผ่านพื้นที่ที่พิจารณา

r = น้ำใต้ดินซึ่งเกิดจากอิทธิพลของน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำคลอง

a = น้ำที่เพิ่มเข้าไปในดินที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

o = น้ำใต้ดินที่ไหลออกจากขอบเขตพื้นที่ที่พิจารณา

q = น้ำใต้ดินซึ่งไหลออกไปเป็นน้ำผิวดิน

p = น้ำใต้ดินที่สูญเสียไปเนื่องจากการสูบหรือการระบายออก

s = ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น

(2) สมการสมดุลของน้ำในปัจจุบันและอนาคต (Present and Future Situation) จากข้อ (1) จะเป็นการสมดุลของน้ำในรูปทั่วๆ ไปสมการต่อไปนี้จะเป็นการสมดุลของน้ำซึ่งเกี่ยวข้องไปถึงเวลาในภายหน้า โดยให้สัญลักษณ์ 1 หมายถึงปัจจุบัน 2 หมายถึงอนาคต

$$P_2 - P_1 = (f_2 - f_1) + (i_2 - i_1) + (o_1 - o_2) + (r_2 - r_1) + (q_1 - q_2) + (a_2 - a_1) + (s_1 - s_2) \quad \text{..... (14.2)}$$

เมื่อ $P_1 - P_2$ = ปริมาณน้ำใต้ดินที่สูญเสียไปเนื่องจากการสูบหรือระบายออก

$f_2 - f_1$ = ปริมาณน้ำส่วนที่เพิ่มเข้าไปในดินตามธรรมชาติ

$i_2 - i_1$ = การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำใต้ดินซึ่งไหลผ่านขอบเขตพื้นที่ที่พิจารณา

$o_2 - o_1$ = การลดลงของปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินที่ผ่านเข้ามาในขอบเขตพื้นที่ที่พิจารณา

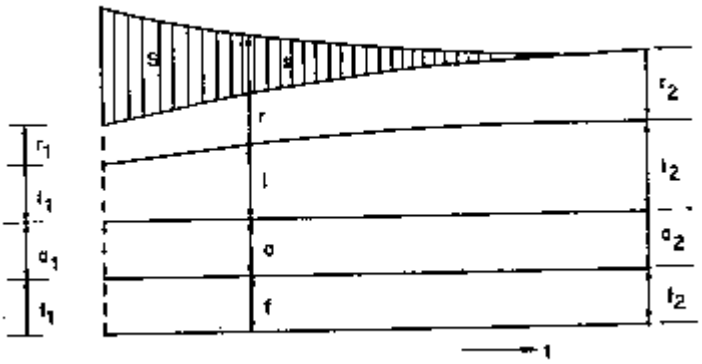
$r_2 - r_1$ = การเพิ่มขึ้นของน้ำเนื่องจากน้ำผิวดิน

$q_1 - q_2$ = การลดลงของน้ำใต้ดินที่ไหลออกไปเป็นน้ำผิวดิน

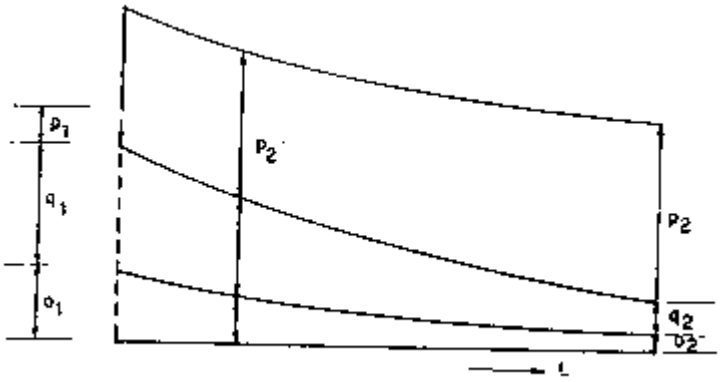
$a_2 - a_1$ = การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่ถูกเติมเข้าไปในดินเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ (Artificial Recharge)

$s_2 - s_1$ = การเพิ่มขึ้นของการเก็บกัก

สมการสมดุลดังกล่าวแสดงอยู่ในรูปที่ 14-1 และ 14-2 โดยที่แกนนอนแทนเวลาเป็นปี แกนตั้งเป็นองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผลรวมทั้งหมดของเทอมปริมาณน้ำเข้าในรูปที่ 14-1 จะเท่ากับผลรวมทั้งหมดของเทอมน้ำไหลออกดังรูปที่ 14-2



รูปที่ 14-1 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า



รูปที่ 14-2 ปริมาณน้ำที่ไหลออก

14.3 การวางโครงการแบบเอนกประสงค์ (Multipurpose Project Planning)

14.3.1 เพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม (Public Water Supply)

ในการวางโครงการเพื่อจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม จะต้องมีการประเมินปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ รวมทั้งระยะเวลาที่จะจัดส่งให้ในแต่ละเดือน รวมไปจนตลอดทั้งปี ถ้าหากว่าการจัดส่งน้ำ มีทั้งเพื่อการชลประทานและเพื่อการอุปโภคบริโภค ก็จะต้องศึกษาวิธีการจัดส่งน้ำแยกประเภท และถ้าหากมีส่วนที่จะใช้เพื่อการปั่นกระแสไฟฟ้ารวมเข้าไปด้วยแล้ว ก็จะต้องมีการจัดสรรแบ่งปันปริมาณน้ำที่มาจากแหล่งเดียวกันไปในแต่ละส่วนดังกล่าว เพื่อให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุด

14.3.2 เพื่อการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control)

การควบคุมน้ำท่วมมีหลายวิธี เช่น ใช้ความจุของอ่างเป็นตัวชะลอน้ำ หรือใช้ทางน้ำเป็นตัวชะลอน้ำ กรณีที่ใช้ความจุของอ่างทั้งเพื่อการควบคุมน้ำท่วมและเพื่อการอื่นๆ การออกแบบและการจัดสรรน้ำจะแตกต่างไปจากกรณีมีอ่างเพื่อควบคุมน้ำท่วมเพียงอย่างเดียว ซึ่งระดับน้ำในอ่างโดยปกติจะรักษาให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้าการควบคุมน้ำท่วมพิจารณาใช้วิธีผันน้ำลงสู่แม่น้ำก็จะต้องพิจารณาถึงจุดที่ตั้งของจุดปล่อยน้ำทั้งที่เป็นไปได้ในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งพิจารณาถึงเรื่องตะกอนที่จะเกิดด้วย

14.3.3 เพื่อการเกษตร (Agriculture)

ในโครงการเอนกประสงค์แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความแตกต่างกันไป เช่น เพื่อการชลประทานน้ำที่ส่งไปก็เพื่อให้พืชใช้จะมีการสูญเสียไปจากระบบ แต่บางวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประปาหรือในงานอุตสาหกรรม เมื่อน้ำถูกใช้ไปจะไม่สูญหายไปหมด แต่จะเปลี่ยนเป็น

รูปของเสีย ดังนั้นในกรณีที่น้ำนั้นหายาก การใช้ประโยชน์ในแต่ละวัตถุประสงค์ควรจะมีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ที่มากที่สุด

มีแหล่งน้ำอยู่หลายชนิด เช่น แหล่งน้ำผิวดินก็มีหลายรูปแบบ เช่น แม่น้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน ดังนั้นความต้องการใช้น้ำทั้งในปัจจุบันและอนาคตควรจะได้พิจารณาทั้งด้านคุณภาพและปริมาณให้เหมาะสมกับแหล่งน้ำที่มีอยู่ ทั้งนี้ยังจะต้องพิจารณาว่าอาจมีการนำน้ำที่สูญเสียไปนั้นกลับมาใช้ได้อีก

14.3.4 เพื่อการคมนาคม (Navigation)

ในการปรับปรุงทางด้านการคมนาคม หรือเพื่อควบคุมผลักดันน้ำเค็มบริเวณปากแม่น้ำก็มีวิธีการเหมือนกับดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อการส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการอุตสาหกรรม สำหรับในด้านการคมนาคมนี้จำเป็นจะต้องมีการสำรวจในสนามว่าอัตราการไหลเท่าใดจึงจะให้ความลึกที่พอเพียงต่อการสัญจรไปมาของเรือแพ ส่วนในกรณีเพื่อการผลักดันน้ำเค็มก็จะต้องออกสำรวจข้อมูลจากสนามเช่นกัน ว่าจะต้องใช้อัตราการปล่อยน้ำที่สามารถป้องกันไม่ให้น้ำเค็มจากทะเลลุกล้ำเข้ามาท่วมบริเวณตอนบนของแม่น้ำจนเป็นอันตรายต่อการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม จากนั้นข้อมูลปริมาณน้ำที่สำรวจได้ก็สามารถนำไปรวมกับการจัดสรรน้ำที่ได้ศึกษามาแล้วเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ

14.3.5 เพื่อผลิตพลังงาน (Power)

ในการศึกษาโครงการเอนกประสงค์เพื่อการผลิตพลังงานจะต้องมีการรวมความเป็นไปได้ต่างๆ จากหนาที่การทำงานของโครงการนั้น เช่น การผลักดันน้ำเค็ม การคมนาคม การควบคุมน้ำท่วม และการชลประทาน

ความตั้งใจพื้นฐานในการวางโครงการแบบเอนกประสงค์ ก็คือเพื่อให้ได้รับผลประโยชน์สูงสุดจากการลงทุนไปในทุกๆ วัตถุประสงค์รวมๆ กัน ในกรณีเช่นนี้หากมูลค่าผลตอบแทนของโครงการจากวัตถุประสงค์เพื่อการชลประทาน และเพื่อผลิตพลังงานสามารถวัดและประเมินออกมาได้ วัตถุประสงค์ของโครงการทั้งคู่นี้จะเป็นที่ยอมรับได้ต่อเมื่อรวมผลประโยชน์ที่ได้จากการมีวัตถุประสงค์ทั้งคู่แล้วมากกว่าค่าลงทุนเพื่อการดำเนินการวัตถุประสงค์ทั้งคู่นี้ ตารางที่ 14-1 และ 14-2 แสดงตัวอย่างการจัดสรรน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์หลายๆ อย่าง

ตารางที่ 14-1 ตัวอย่างการจัดสรรปริมาณน้ำรายเดือนเพื่อการชลประทาน

เดือน	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	ปริมาณ
ม.ค.	0	0	0
ก.พ.	0	0	0
มี.ค.	0	0	0
เม.ย.	5	45	40
พ.ค.	10	90	80
มิ.ย.	10	90	80
ก.ค.	20	180	160
ส.ค.	25	225	200
ก.ย.	20	180	160
ต.ค.	10	90	80
พ.ย.	0	0	0
ธ.ค.	0	0	0
รวม	100	900	800

14.3.6 เพื่อการประมง (Fisheries)

ในการประมงนั้นปริมาณน้ำที่ปล่อยไปก็เพื่อรักษาพันธุ์สัตว์น้ำให้คงอยู่ ปริมาณน้ำที่ปล่อยไปก็เหมือนกับกรณีเพื่อการคมนาคม หรือเพื่อผลักดันน้ำเค็ม แต่ปริมาณน้ำในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกัน ทั้งนี้แล้วแต่ว่าช่วงเวลานั้นเป็นช่วงฤดูวางไข่ หรือช่วงเจริญพันธุ์ของลูกปลาต่างๆ สำหรับการประมงในบริเวณอ่างเก็บน้ำนั้น ขนาดของอ่างที่ต้องการก็เพื่อให้สัตว์น้ำได้เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์อย่างพอเพียง ในกรณีที่มีเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าบริเวณเขื่อนอาจไม่จำเป็นต้องทำตะแกรง (Screen) บริเวณท่อส่งน้ำเข้าเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้เพราะท่อส่งน้ำนี้จะติดตั้งลึกอยู่แล้ว และสัตว์น้ำทั้งหลายก็มีโอกาสน้อยมากที่จะถูกดูดเข้าไปในท่อดังกล่าว เช่นเดียวกับทางระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำถึงแม้จะติดตั้งในบริเวณความลึกที่น้อยกว่า แต่ปกติก็ยังอยู่ลึกมากจากผิวน้ำมาก เว้นแต่กรณีที่น้ำในอ่างลด น้อยลงจนถึงจุดต่ำมากๆ ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้จะไม่ค่อยเกิดขึ้นบ่อยนัก ในบางครั้งอาจต้องสร้างตะแกรงในบริเวณทางระบายน้ำเข้าคลองส่งน้ำ ซึ่งราคาค่าก่อสร้างค่อนข้างสูง และยังต้องการการดูแลรักษามาก

ปลานั้นโดยธรรมชาติจะเจริญเติบโตได้ดีในทางน้ำขนาดใหญ่และปานกลาง ดังนั้น คลองส่งน้ำควรจะได้มีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ต้องการซ่อมแซมปรับปรุงคลองส่งน้ำซึ่งจะต้องมีการระบายน้ำออกจนแห้งคลอง ซึ่งในช่วงเวลานี้ปลาอาจจะถูกจับหรือตายไป ดังนั้น สำหรับการกำหนดให้คลองเป็นแหล่งประมงทางน้ำ จึงไม่สมควรที่จะถือเป็นผลประโยชน์มากเกินไป

Table 14-2 TRIAL RESERVOIR OPERATION STUDY FOR EXAMPLE RESERVOIR

Assume gross reservoir capacity 2.0 x 10^9 $m.^3$ 150 MW capacity power-plant,

40% annual load factor (=420.5 GWh of generation per year). Trial objective: 120 MW of firm power.

Year and Month	Inflow 10^6 m^3	Evaporation	Reservoir release requirement			at end of month 10	Required energy	Energy factor WKh/10^3 m^3	Plant Capability MW
			Downstream + irrigation	For power generation	Largest quantity				
1950						2,000			
Jan.	40	1	5	60	60	1,970	24.0	400	150
Feb.	50	1		55	55	1,973	21.8	308*	
Mar.	30	1		61	61	1,941	24.4	398	
Apr.	20	1	50	63	63	1,897	25.2	398	
May	60	2	95	68	95	1,860	26.9	397	
June	80	2	95						
July	60	2	185						
Aug.	50	3	230						
Sept.	40	2	185						
Oct.	30	2	90						
Nov.	20	1							
Dec.	20	1	5						150
Total	500	19							
1951									
Jan.	10	1	5						150
Feb.	10	1							
Mar.	15	1							
Apr.	15	1	50						
May	20	2	95						
June	20	2	5 95						150

Note: Because of the consideration of reservoir release required for irrigation, the figures beginning in May 1951 will be different than in Table IV-7 and would need to be recomputed.

14.3.7 เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ (Recreation and Other Purposes)

สำหรับในวัตถุประสงค์ข้อนี้จะเหมาะสมในกรณีที่รูปร่างและสภาพของภูมิประเทศรอบอ่างเก็บน้ำเหมาะที่จะเป็นแหล่งท่องเที่ยวและพักผ่อน สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้มีความต้องการเกี่ยวกับปริมาณน้ำไม่มากนักแต่กลับต้องการบางสิ่งบางอย่างที่จะมีส่วนเอื้ออำนวยต่อการดึงดูดความสนใจต่อธรรมชาติบริเวณอ่างเก็บน้ำนั้น ดังนั้นในการเพิ่มวัตถุประสงค์ข้อนี้เข้าไปในการวางโครงการนั้นจึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับวัตถุประสงค์ข้ออื่นๆ มากนัก เพียงแต่ต้องการวิเคราะห์สิ่งที่จะอำนวยความต้องการแก่สาธารณชนในด้านนี้ เช่น การควบคุมคุณภาพน้ำ ซึ่งอาจจะทำได้โดยควบคุมแหล่งที่จะก่อให้เกิดมลภาวะ เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรม จากบริเวณแหล่งชุมชน หรือจากบริเวณพื้นที่ดินที่ใช้ทำการเกษตรกรรม เป็นต้น

14.4 เอกสารอ้างอิง

(1) United Nations, 1972, Water Resource Project Planning, Water Resource Series No. 41.

(2) Hall, W.A. and J.A. Dracup, 1975, Water Resources Systems Engineering, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.

ภาคผนวก

ตาราง Discount Factor

(F/P, i %, n) = $(1+i)^n$

(P/F, i %, n) = $\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$

(A/F, i %, n) = $\left[\frac{1}{(1+i)^n - 1}\right]$

(A/P, i %, n) = $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$

(F/A, i %, n) = $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right]$

(P/A, i %, n) = $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$

(A/G, i %, n) = $\frac{1}{i} - \frac{n}{i}\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$

(P/G, i %, n) = $\frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n - in - 1}{i(1+i)^n}\right]$

$$(P/A_1, g\%, i\%, n) = \begin{cases} \dfrac{\left(\frac{1+g}{1+i}\right)^n - 1}{(g-i)} & ; g \neq i \\ \dfrac{n}{(1+i)} & ; g = i \end{cases}$$

Appendix-2

Discount Factors							i =	1	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.01000	0.99010	1.00000	1.01000	1.00000	0.99010	0.0000	0.0000	1
2	1.02010	0.98030	0.49751	0.50751	2.01000	1.97040	1.0000	0.9803	2
3	1.03030	0.97059	0.33002	0.34002	3.03010	2.94099	3.0100	2.9215	3
4	1.04060	0.96098	0.24628	0.25628	4.06040	3.90197	6.0401	5.8044	4
5	1.05101	0.95147	0.19604	0.20604	5.10101	4.85343	10.1005	9.6103	5
6	1.06152	0.94205	0.16255	0.17255	6.15202	5.79548	15.2015	14.3205	6
7	1.07214	0.93272	0.13863	0.14863	7.21354	6.72819	21.3535	19.9168	7
8	1.08286	0.92348	0.12069	0.13069	8.28567	7.65168	28.5671	26.3812	8
9	1.09369	0.91434	0.10674	0.11674	9.36853	8.56602	36.8527	33.6959	9
10	1.10462	0.90529	0.09558	0.10558	10.46221	9.47130	46.2213	41.8435	10
11	1.11567	0.89632	0.08645	0.09645	11.56683	10.36763	56.6835	50.8067	11
12	1.12683	0.88745	0.07885	0.08885	12.68250	11.25508	68.2503	60.5687	12
13	1.13809	0.87866	0.07241	0.08241	13.80933	12.13374	80.9328	71.1126	13
14	1.14947	0.86996	0.06690	0.07690	14.94742	13.00370	94.7421	82.4221	14
15	1.16097	0.86135	0.06212	0.07212	16.09690	13.86505	109.6896	94.4810	15
16	1.17258	0.85282	0.05794	0.06794	17.25786	14.71787	125.7864	107.2734	16
17	1.18430	0.84438	0.05426	0.06426	18.43044	15.56225	143.0443	120.7834	17
18	1.19615	0.83602	0.05098	0.06098	19.61475	16.39827	161.4748	134.9957	18
19	1.20811	0.82774	0.04805	0.05805	20.81090	17.22601	181.0895	149.8950	19
20	1.22019	0.81954	0.04542	0.05542	22.01900	18.04555	201.9004	165.4664	20
21	1.23239	0.81143	0.04303	0.05303	23.23919	18.85698	223.9194	181.6950	21
22	1.24472	0.80340	0.04086	0.05086	24.47159	19.66038	247.1586	198.5663	22
23	1.25716	0.79544	0.03889	0.04889	25.71630	20.45582	271.6302	216.0660	23
24	1.26973	0.78757	0.03707	0.04707	26.97346	21.24339	297.3465	234.1800	24
25	1.28243	0.77977	0.03541	0.04541	28.24320	22.02316	324.3200	252.8945	25
26	1.29526	0.77205	0.03387	0.04387	29.52563	22.79520	352.5631	272.1957	26
27	1.30821	0.76440	0.03245	0.04245	30.82089	23.55961	382.0888	292.0702	27
28	1.32129	0.75684	0.03112	0.04112	32.12910	24.31644	412.9097	312.5047	28
29	1.33450	0.74934	0.02990	0.03990	33.45039	25.06579	445.0388	333.4863	29
30	1.34785	0.74192	0.02875	0.03875	34.78489	25.80771	478.4892	355.0021	30
31	1.36133	0.73458	0.02768	0.03768	36.13274	26.54229	513.2740	377.0394	31
32	1.37494	0.72730	0.02667	0.03667	37.49407	27.26959	549.4068	399.5858	32
33	1.38869	0.72010	0.02573	0.03573	38.86901	27.98969	586.9009	422.6291	33
34	1.40258	0.71297	0.02484	0.03484	40.25770	28.70267	625.7699	446.1572	34
35	1.41660	0.70591	0.02400	0.03400	41.66028	29.40858	666.0276	470.1583	35
40	1.48886	0.67165	0.02046	0.03046	48.88637	32.83469	888.6373	596.8561	40
45	1.56481	0.63905	0.01771	0.02771	56.48107	36.09451	1148.1075	733.7037	45
50	1.64463	0.60804	0.01551	0.02551	64.46318	39.19612	1446.3182	879.4176	50
55	1.72852	0.57853	0.01373	0.02373	72.85246	42.14719	1785.2457	1032.8148	55
60	1.81670	0.55045	0.01224	0.02224	81.66967	44.95504	2166.9670	1192.8061	60
65	1.90937	0.52373	0.01100	0.02100	90.93665	47.62661	2593.6649	1358.3903	65
70	2.00676	0.49831	0.00993	0.01993	100.67634	50.16851	3067.6337	1528.6474	70
75	2.10913	0.47413	0.00902	0.01902	110.91285	52.58705	3591.2847	1702.7340	75
80	2.21672	0.45112	0.00822	0.01822	121.67152	54.88821	4167.1522	1879.8771	80
85	2.32979	0.42922	0.00752	0.01752	132.97900	57.07768	4797.8997	2059.3701	85
90	2.44863	0.40839	0.00690	0.01690	144.86327	59.16088	5486.3267	2240.5675	90
95	2.57354	0.38857	0.00636	0.01636	157.35376	61.14298	6235.3755	2422.8811	95
100	2.70481	0.36971	0.00587	0.01587	170.48138	63.02888	7048.1383	2605.7758	100

Appendix-3

Discount Factors							i =	2	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.02000	0.98039	1.00000	1.02000	1.00000	0.98039	0.0000	0.0000	1
2	1.04040	0.96117	0.49505	0.51505	2.02000	1.94156	1.0000	0.9612	2
3	1.06121	0.94232	0.32675	0.34675	3.06040	2.88388	3.0200	2.8458	3
4	1.08243	0.92385	0.24262	0.26262	4.12161	3.80773	6.0804	5.6173	4
5	1.10408	0.90573	0.19216	0.21216	5.20404	4.71346	10.2020	9.2403	5
6	1.12616	0.88797	0.15853	0.17853	6.30812	5.60143	15.4060	13.6801	6
7	1.14869	0.87056	0.13451	0.15451	7.43428	6.47199	21.7142	18.9035	7
8	1.17166	0.85349	0.11651	0.13651	8.58297	7.32548	29.1485	24.8779	8
9	1.19509	0.83676	0.10252	0.12252	9.75463	8.16224	37.7314	31.5720	9
10	1.21899	0.82035	0.09133	0.11133	10.94972	8.98259	47.4860	38.9551	10
11	1.24337	0.80426	0.08218	0.10218	12.16872	9.78685	58.4358	46.9977	11
12	1.26824	0.78849	0.07456	0.09456	13.41209	10.57534	70.6045	55.6712	12
13	1.29361	0.77303	0.06812	0.08812	14.68033	11.34837	84.0166	64.9475	13
14	1.31948	0.75788	0.06260	0.08260	15.97394	12.10625	98.6969	74.7999	14
15	1.34587	0.74301	0.05783	0.07783	17.29342	12.84926	114.6708	85.2021	15
16	1.37279	0.72845	0.05365	0.07365	18.63929	13.57771	131.9643	96.1288	16
17	1.40024	0.71416	0.04997	0.06997	20.01207	14.29187	150.6035	107.5554	17
18	1.42825	0.70016	0.04670	0.06670	21.41231	14.99203	170.6156	119.4581	18
19	1.45681	0.68643	0.04378	0.06378	22.84056	15.67846	192.0279	131.8139	19
20	1.48595	0.67297	0.04116	0.06116	24.29737	16.35143	214.8685	144.6003	20
21	1.51567	0.65978	0.03878	0.05878	25.78332	17.01121	239.1659	157.7959	21
22	1.54598	0.64684	0.03663	0.05663	27.29898	17.65805	264.9492	171.3795	22
23	1.57690	0.63416	0.03467	0.05467	28.84496	18.29220	292.2482	185.3309	23
24	1.60844	0.62172	0.03287	0.05287	30.42186	18.91393	321.0931	199.6305	24
25	1.64061	0.60953	0.03122	0.05122	32.03030	19.52346	351.5150	214.2592	25
26	1.67342	0.59758	0.02970	0.04970	33.67091	20.12104	383.5453	229.1987	26
27	1.70689	0.58586	0.02829	0.04829	35.34432	20.70690	417.2162	244.4311	27
28	1.74102	0.57437	0.02699	0.04699	37.05121	21.28127	452.5605	259.9392	28
29	1.77584	0.56311	0.02578	0.04578	38.79223	21.84438	489.6117	275.7064	29
30	1.81136	0.55207	0.02465	0.04465	40.56808	22.39646	528.4040	291.7164	30
31	1.84759	0.54125	0.02360	0.04360	42.37944	22.93770	568.9720	307.9538	31
32	1.88454	0.53063	0.02261	0.04261	44.22703	23.46833	611.3515	324.4035	32
33	1.92223	0.52023	0.02169	0.04169	46.11157	23.98856	655.5785	341.0508	33
34	1.96068	0.51003	0.02082	0.04082	48.03380	24.49859	701.6901	357.8817	34
35	1.99989	0.50003	0.02000	0.04000	49.99448	24.99862	749.7239	374.8826	35
40	2.20804	0.45289	0.01656	0.03656	60.40198	27.35548	1020.0992	461.9931	40
45	2.43785	0.41020	0.01391	0.03391	71.89271	29.49016	1344.6355	551.5652	45
50	2.69159	0.37153	0.01182	0.03182	84.57940	31.42361	1728.9701	642.3606	50
55	2.97173	0.33650	0.01014	0.03014	98.58653	33.17479	2179.3267	733.3527	55
60	3.28103	0.30478	0.00877	0.02877	114.05154	34.76089	2702.5770	823.6975	60
65	3.62252	0.27605	0.00763	0.02763	131.12616	36.19747	3306.3078	912.7085	65
70	3.99956	0.25003	0.00667	0.02667	149.97791	37.49862	3998.8956	999.8343	70
75	4.41584	0.22646	0.00586	0.02586	170.79177	38.67711	4789.5886	1084.6393	75
80	4.87544	0.20511	0.00516	0.02516	193.77196	39.74451	5688.5979	1166.7868	80
85	5.38288	0.18577	0.00456	0.02456	219.14394	40.71129	6707.1969	1246.0241	85
90	5.94313	0.16826	0.00405	0.02405	247.15666	41.58693	7857.8328	1322.1701	90
95	6.56170	0.15240	0.00360	0.02360	278.08496	42.38002	9154.2480	1395.1033	95
100	7.24465	0.13803	0.00320	0.02320	312.23231	43.09835	10611.6153	1464.7527	100

Appendix-4

Discount Factors							i =	3	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.03000	0.97087	1.00000	1.03000	1.00000	0.97087	0.0000	0.0000	1
2	1.06090	0.94260	0.49261	0.52261	2.03000	1.91347	1.0000	0.9426	2
3	1.09273	0.91514	0.32353	0.35353	3.09090	2.82861	3.0300	2.7729	3
4	1.12551	0.88849	0.23903	0.26903	4.18363	3.71710	6.1209	5.4383	4
5	1.15927	0.86261	0.18835	0.21835	5.30914	4.57971	10.3045	8.8888	5
6	1.19405	0.83748	0.15460	0.18460	6.46841	5.41719	15.6137	13.0762	6
7	1.22987	0.81309	0.13051	0.16051	7.66246	6.23028	22.0821	17.9547	7
8	1.26677	0.78941	0.11246	0.14246	8.89234	7.01969	29.7445	23.4806	8
9	1.30477	0.76642	0.09843	0.12843	10.15911	7.78611	38.6369	29.6119	9
10	1.34392	0.74409	0.08723	0.11723	11.46388	8.53020	48.7960	36.3088	10
11	1.38423	0.72242	0.07808	0.10808	12.80780	9.25262	60.2599	43.5330	11
12	1.42576	0.70138	0.07046	0.10046	14.19203	9.95400	73.0677	51.2482	12
13	1.46853	0.68095	0.06403	0.09403	15.61779	10.63496	87.2597	59.4196	13
14	1.51259	0.66112	0.05853	0.08853	17.08632	11.29607	102.8775	68.0141	14
15	1.55797	0.64186	0.05377	0.08377	18.59891	11.93794	119.9638	77.0002	15
16	1.60471	0.62317	0.04961	0.07961	20.15688	12.56110	138.5627	86.3477	16
17	1.65285	0.60502	0.04595	0.07595	21.76159	13.16612	158.7196	96.0280	17
18	1.70243	0.58739	0.04271	0.07271	23.41444	13.75351	180.4812	106.0137	18
19	1.75351	0.57029	0.03981	0.06981	25.11687	14.32380	203.8956	116.2788	19
20	1.80611	0.55368	0.03722	0.06722	26.87037	14.87747	229.0125	126.7987	20
21	1.86029	0.53755	0.03487	0.06487	28.67649	15.41502	255.8829	137.5496	21
22	1.91610	0.52189	0.03275	0.06275	30.53678	15.93692	284.5593	148.5094	22
23	1.97359	0.50669	0.03081	0.06081	32.45288	16.44361	315.0961	159.6566	23
24	2.03279	0.49193	0.02905	0.05905	34.42647	16.93554	347.5490	170.9711	24
25	2.09378	0.47761	0.02743	0.05743	36.45926	17.41315	381.9755	182.4336	25
26	2.15659	0.46369	0.02594	0.05594	38.55304	17.87684	418.4347	194.0260	26
27	2.22129	0.45019	0.02456	0.05456	40.70963	18.32703	456.9878	205.7309	27
28	2.28793	0.43708	0.02329	0.05329	42.93092	18.76411	497.6974	217.5320	28
29	2.35657	0.42435	0.02211	0.05211	45.21885	19.18845	540.6283	229.4137	29
30	2.42726	0.41199	0.02102	0.05102	47.57542	19.60044	585.8472	241.3613	30
31	2.50008	0.39999	0.02000	0.05000	50.00268	20.00043	633.4226	253.3609	31
32	2.57508	0.38834	0.01905	0.04905	52.50276	20.38877	683.4253	265.3993	32
33	2.65234	0.37703	0.01816	0.04816	55.07784	20.76579	735.9280	277.4642	33
34	2.73191	0.36604	0.01732	0.04732	57.73018	21.13184	791.0059	289.5437	34
35	2.81386	0.35538	0.01654	0.04654	60.46208	21.48722	848.7361	301.6267	35
40	3.26204	0.30656	0.01326	0.04326	75.40126	23.11477	1180.0420	361.7499	40
45	3.78160	0.26444	0.01079	0.04079	92.71986	24.51871	1590.6620	420.6325	45
50	4.38391	0.22811	0.00887	0.03887	112.79687	25.72976	2093.2289	477.4803	50
55	5.08215	0.19677	0.00735	0.03735	136.07162	26.77443	2702.3873	531.7411	55
60	5.89160	0.16973	0.00613	0.03613	163.05344	27.67556	3435.1146	583.0526	60
65	6.82998	0.14641	0.00515	0.03515	194.33276	28.45289	4311.0919	631.2010	65
70	7.91782	0.12630	0.00434	0.03434	230.59406	29.12342	5353.1355	676.0869	70
75	9.17893	0.10895	0.00367	0.03367	272.63086	29.70183	6587.6952	717.6978	75
80	10.64089	0.09398	0.00311	0.03311	321.36302	30.20076	8045.4340	756.0865	80
85	12.33571	0.08107	0.00265	0.03265	377.85695	30.63115	9761.8984	791.3529	85
90	14.30047	0.06993	0.00226	0.03226	443.34890	31.00241	11778.2968	823.6302	90
95	16.57816	0.06032	0.00193	0.03193	519.27203	31.32266	14142.4009	853.0742	95
100	19.21863	0.05203	0.00165	0.03165	607.28773	31.59891	16909.5911	879.8540	100

Appendix-5

Discount Factors							i =	4	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.04000	0.96154	1.00000	1.04000	1.00000	0.96154	0.0000	0.0000	1
2	1.08160	0.92456	0.49020	0.53020	2.04000	1.88609	1.0000	0.9246	2
3	1.12486	0.88900	0.32035	0.36035	3.12160	2.77509	3.0400	2.7025	3
4	1.16986	0.85480	0.23549	0.27549	4.24646	3.62990	6.1616	5.2670	4
5	1.21665	0.82193	0.18463	0.22463	5.41632	4.45182	10.4081	8.5547	5
6	1.26532	0.79031	0.15076	0.19076	6.63298	5.24214	15.8244	12.5062	6
7	1.31593	0.75992	0.12661	0.16661	7.89829	6.00205	22.4574	17.0657	7
8	1.36857	0.73069	0.10853	0.14853	9.21423	6.73274	30.3557	22.1806	8
9	1.42331	0.70259	0.09449	0.13449	10.58280	7.43533	39.5699	27.8013	9
10	1.48024	0.67556	0.08329	0.12329	12.00611	8.11090	50.1527	33.8814	10
11	1.53945	0.64958	0.07415	0.11415	13.48635	8.76048	62.1588	40.3772	11
12	1.60103	0.62460	0.06655	0.10655	15.02581	9.38507	75.6451	47.2477	12
13	1.66507	0.60057	0.06014	0.10014	16.62684	9.98565	90.6709	54.4546	13
14	1.73168	0.57748	0.05467	0.09467	18.29191	10.56312	107.2978	61.9618	14
15	1.80094	0.55526	0.04994	0.08994	20.02359	11.11839	125.5897	69.7355	15
16	1.87298	0.53391	0.04582	0.08582	21.82453	11.65230	145.6133	77.7441	16
17	1.94790	0.51337	0.04220	0.08220	23.69751	12.16567	167.4378	85.9581	17
18	2.02582	0.49363	0.03899	0.07899	25.64541	12.65930	191.1353	94.3498	18
19	2.10685	0.47464	0.03614	0.07614	27.67123	13.13394	216.7807	102.8933	19
20	2.19112	0.45639	0.03358	0.07358	29.77808	13.59033	244.4520	111.5647	20
21	2.27877	0.43883	0.03128	0.07128	31.96920	14.02916	274.2300	120.3414	21
22	2.36992	0.42196	0.02920	0.06920	34.24797	14.45112	306.1992	129.2024	22
23	2.46472	0.40573	0.02731	0.06731	36.61789	14.85684	340.4472	138.1284	23
24	2.56330	0.39012	0.02559	0.06559	39.08260	15.24696	377.0651	147.1012	24
25	2.66584	0.37512	0.02401	0.06401	41.64591	15.62208	416.1477	156.1040	25
26	2.77247	0.36069	0.02257	0.06257	44.31174	15.98277	457.7936	165.1212	26
27	2.88337	0.34682	0.02124	0.06124	47.08421	16.32959	502.1054	174.1385	27
28	2.99870	0.33348	0.02001	0.06001	49.96758	16.66306	549.1896	183.1424	28
29	3.11865	0.32065	0.01888	0.05888	52.96629	16.98371	599.1572	192.1206	29
30	3.24340	0.30832	0.01783	0.05783	56.08494	17.29203	652.1234	201.0618	30
31	3.37313	0.29646	0.01686	0.05686	59.32834	17.58849	708.2084	209.9556	31
32	3.50806	0.28506	0.01595	0.05595	62.70147	17.87355	767.5367	218.7924	32
33	3.64838	0.27409	0.01510	0.05510	66.20953	18.14765	830.2382	227.5634	33
34	3.79432	0.26355	0.01431	0.05431	69.85791	18.41120	896.4477	236.2607	34
35	3.94609	0.25342	0.01358	0.05358	73.65222	18.66461	966.3056	244.8768	35
40	4.80102	0.20829	0.01052	0.05052	95.02552	19.79277	1375.6379	286.5303	40
45	5.84118	0.17120	0.00826	0.04826	121.02939	20.72004	1900.7348	325.4028	45
50	7.10668	0.14071	0.00655	0.04655	152.66708	21.48218	2566.6771	361.1638	50
55	8.64637	0.11566	0.00523	0.04523	191.15917	22.10861	3403.9793	393.6890	55
60	10.51963	0.09506	0.00420	0.04420	237.99069	22.62349	4449.7671	422.9966	60
65	12.79874	0.07813	0.00339	0.04339	294.96838	23.04668	5749.2095	449.2014	65
70	15.57162	0.06422	0.00275	0.04275	364.29046	23.39451	7357.2615	472.4789	70
75	18.94525	0.05278	0.00223	0.04223	448.63137	23.68041	9340.7842	493.0408	75
80	23.04980	0.04338	0.00181	0.04181	551.24498	23.91539	11781.1244	511.1161	80
85	28.04360	0.03566	0.00148	0.04148	676.09012	24.10853	14777.2531	526.9384	85
90	34.11933	0.02931	0.00121	0.04121	827.98333	24.26728	18449.5833	540.7369	90
95	41.51139	0.02409	0.00099	0.04099	1012.78465	24.39776	22944.6162	552.7307	95
100	50.50495	0.01980	0.00081	0.04081	1237.62370	24.50500	28440.5926	563.1249	100

Appendix-6

Discount Factors							i =	5	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.05000	0.95238	1.00000	1.05000	1.00000	0.95238	0.0000	0.0000	1
2	1.10250	0.90703	0.48780	0.53780	2.05000	1.85941	1.0000	0.9070	2
3	1.15763	0.86384	0.31721	0.36721	3.15250	2.72325	3.0500	2.6347	3
4	1.21551	0.82270	0.23201	0.28201	4.31013	3.54595	6.2025	5.1028	4
5	1.27628	0.78353	0.18097	0.23097	5.52563	4.32948	10.5126	8.2369	5
6	1.34010	0.74622	0.14702	0.19702	6.80191	5.07569	16.0383	11.9680	6
7	1.40710	0.71068	0.12282	0.17282	8.14201	5.78637	22.8402	16.2321	7
8	1.47746	0.67684	0.10472	0.15472	9.54911	6.46321	30.9822	20.9700	8
9	1.55133	0.64461	0.09069	0.14069	11.02656	7.10782	40.5313	26.1268	9
10	1.62889	0.61391	0.07950	0.12950	12.57789	7.72173	51.5579	31.6520	10
11	1.71034	0.58468	0.07039	0.12039	14.20679	8.30641	64.1357	37.4988	11
12	1.79586	0.55684	0.06283	0.11283	15.91713	8.86325	78.3425	43.6241	12
13	1.88565	0.53032	0.05646	0.10646	17.71298	9.39357	94.2597	49.9879	13
14	1.97993	0.50507	0.05102	0.10102	19.59863	9.89864	111.9726	56.5538	14
15	2.07893	0.48102	0.04634	0.09634	21.57856	10.37966	131.5713	63.2880	15
16	2.18287	0.45811	0.04227	0.09227	23.65749	10.83777	153.1498	70.1597	16
17	2.29202	0.43630	0.03870	0.08870	25.84037	11.27407	176.8073	77.1405	17
18	2.40662	0.41552	0.03555	0.08555	28.13238	11.68959	202.6477	84.2043	18
19	2.52695	0.39573	0.03275	0.08275	30.53900	12.08532	230.7801	91.3275	19
20	2.65330	0.37689	0.03024	0.08024	33.06595	12.46221	261.3191	98.4884	20
21	2.78596	0.35894	0.02800	0.07800	35.71925	12.82115	294.3850	105.6673	21
22	2.92526	0.34185	0.02597	0.07597	38.50521	13.16300	330.1043	112.8461	22
23	3.07152	0.32557	0.02414	0.07414	41.43048	13.48857	368.6095	120.0087	23
24	3.22510	0.31007	0.02247	0.07247	44.50200	13.79864	410.0400	127.1402	24
25	3.38635	0.29530	0.02095	0.07095	47.72710	14.09394	454.5420	134.2275	25
26	3.55567	0.28124	0.01956	0.06956	51.11345	14.37519	502.2691	141.2585	26
27	3.73346	0.26785	0.01829	0.06829	54.66913	14.64303	553.3825	148.2226	27
28	3.92013	0.25509	0.01712	0.06712	58.40258	14.89813	608.0517	155.1101	28
29	4.11614	0.24295	0.01605	0.06605	62.32271	15.14107	666.4542	161.9126	29
30	4.32194	0.23138	0.01505	0.06505	66.43885	15.37245	728.7770	168.6226	30
31	4.53804	0.22036	0.01413	0.06413	70.76079	15.59281	795.2158	175.2333	31
32	4.76494	0.20987	0.01328	0.06328	75.29883	15.80268	865.9766	181.7392	32
33	5.00319	0.19987	0.01249	0.06249	80.06377	16.00255	941.2754	188.1351	33
34	5.25335	0.19035	0.01176	0.06176	85.06696	16.19290	1021.3392	194.4168	34
35	5.51602	0.18129	0.01107	0.06107	90.32031	16.37419	1106.4061	200.5807	35
40	7.03999	0.14205	0.00828	0.05828	120.79977	17.15909	1615.9955	229.5452	40
45	8.98501	0.11130	0.00626	0.05626	159.70016	17.77407	2294.0031	255.3145	45
50	11.46740	0.08720	0.00478	0.05478	209.34800	18.25593	3186.9599	277.9148	50
55	14.63563	0.06833	0.00367	0.05367	272.71262	18.63347	4354.2524	297.5104	55
60	18.67919	0.05354	0.00283	0.05283	353.58372	18.92929	5871.6744	314.3432	60
65	23.83990	0.04195	0.00219	0.05219	456.79801	19.16107	7835.9602	328.6910	65
70	30.42643	0.03287	0.00170	0.05170	588.52851	19.34268	10370.5702	340.8409	70
75	38.83269	0.02575	0.00132	0.05132	756.65372	19.48497	13633.0744	351.0721	75
80	49.56144	0.02018	0.00103	0.05103	971.22882	19.59646	17824.5764	359.6460	80
85	63.25435	0.01581	0.00080	0.05080	1245.08707	19.68382	23201.7414	366.8007	85
90	80.73037	0.01239	0.00063	0.05063	1594.60730	19.75226	30092.1460	372.7488	90
95	103.03468	0.00971	0.00049	0.05049	2040.69353	19.80589	38913.8706	377.6774	95
100	131.50126	0.00760	0.00038	0.05038	2610.02516	19.84791	50200.5031	381.7492	100

Appendix-7

Discount Factors							i =	6	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.06000	0.94340	1.00000	1.06000	1.00000	0.94340	0.0000	0.0000	1
2	1.12360	0.89000	0.48544	0.54544	2.06000	1.83339	1.0000	0.8900	2
3	1.19102	0.83962	0.31411	0.37411	3.18360	2.67301	3.0600	2.5692	3
4	1.26248	0.79209	0.22859	0.28859	4.37462	3.46511	6.2436	4.9455	4
5	1.33823	0.74726	0.17740	0.23740	5.63709	4.21236	10.6182	7.9345	5
6	1.41852	0.70496	0.14336	0.20336	6.97532	4.91732	16.2553	11.4594	6
7	1.50363	0.66506	0.11914	0.17914	8.39384	5.58238	23.2306	15.4497	7
8	1.59385	0.62741	0.10104	0.16104	9.89747	6.20979	31.6245	19.8416	8
9	1.68948	0.59190	0.08702	0.14702	11.49132	6.80169	41.5219	24.5768	9
10	1.79085	0.55839	0.07587	0.13587	13.18079	7.36009	53.0132	29.6023	10
11	1.89830	0.52679	0.06679	0.12679	14.97164	7.88687	66.1940	34.8702	11
12	2.01220	0.49697	0.05928	0.11928	16.86994	8.38384	81.1657	40.3369	12
13	2.13293	0.46884	0.05296	0.11296	18.88214	8.85268	98.0356	45.9629	13
14	2.26090	0.44230	0.04758	0.10758	21.01507	9.29498	116.9178	51.7128	14
15	2.39656	0.41727	0.04296	0.10296	23.27597	9.71225	137.9328	57.5546	15
16	2.54035	0.39365	0.03895	0.09895	25.67253	10.10590	161.2088	63.4592	16
17	2.69277	0.37136	0.03544	0.09544	28.21288	10.47726	186.8813	69.4011	17
18	2.85434	0.35034	0.03236	0.09236	30.90565	10.82760	215.0942	75.3569	18
19	3.02560	0.33051	0.02962	0.08962	33.75999	11.15812	245.9999	81.3062	19
20	3.20714	0.31180	0.02718	0.08718	36.78559	11.46992	279.7599	87.2304	20
21	3.39956	0.29416	0.02500	0.08500	39.99273	11.76408	316.5454	93.1136	21
22	3.60354	0.27751	0.02305	0.08305	43.39229	12.04158	356.5382	98.9412	22
23	3.81975	0.26180	0.02128	0.08128	46.99583	12.30338	399.9305	104.7007	23
24	4.04893	0.24698	0.01968	0.07968	50.81558	12.55036	446.9263	110.3812	24
25	4.29187	0.23300	0.01823	0.07823	54.86451	12.78336	497.7419	115.9732	25
26	4.54938	0.21981	0.01690	0.07690	59.15638	13.00317	552.6064	121.4684	26
27	4.82235	0.20737	0.01570	0.07570	63.70577	13.21053	611.7628	126.8600	27
28	5.11169	0.19563	0.01459	0.07459	68.52811	13.40616	675.4685	132.1420	28
29	5.41839	0.18456	0.01358	0.07358	73.63980	13.59072	743.9966	137.3096	29
30	5.74349	0.17411	0.01265	0.07265	79.05819	13.76483	817.6364	142.3588	30
31	6.08810	0.16425	0.01179	0.07179	84.80168	13.92909	896.6946	147.2864	31
32	6.45339	0.15496	0.01100	0.07100	90.88978	14.08404	981.4963	152.0901	32
33	6.84059	0.14619	0.01027	0.07027	97.34316	14.23023	1072.3861	156.7681	33
34	7.25103	0.13791	0.00960	0.06960	104.18375	14.36814	1169.7292	161.3192	34
35	7.68609	0.13011	0.00897	0.06897	111.43478	14.49825	1273.9130	165.7427	35
40	10.28572	0.09722	0.00646	0.06646	154.76197	15.04630	1912.6994	185.9568	40
45	13.76461	0.07265	0.00470	0.06470	212.74351	15.45583	2795.7252	203.1096	45
50	18.42015	0.05429	0.00344	0.06344	290.33590	15.76186	4005.5984	217.4574	50
55	24.65032	0.04057	0.00254	0.06254	394.17203	15.99054	5652.8671	229.3222	55
60	32.98769	0.03031	0.00188	0.06188	533.12818	16.16143	7885.4697	239.0428	60
65	44.14497	0.02265	0.00139	0.06139	719.08286	16.28912	10901.3810	246.9450	65
70	59.07593	0.01693	0.00103	0.06103	967.93217	16.38454	14965.5362	253.3271	70
75	79.05692	0.01265	0.00077	0.06077	1300.94868	16.45585	20432.4780	258.4527	75
80	105.79599	0.00945	0.00057	0.06057	1746.59989	16.50913	27776.6649	262.5493	80
85	141.57890	0.00706	0.00043	0.06043	2342.98174	16.54895	37633.0290	265.8096	85
90	189.46451	0.00528	0.00032	0.06032	3141.07519	16.57870	50851.2531	268.3946	90
95	253.54625	0.00394	0.00024	0.06024	4209.10425	16.60093	68568.4042	270.4375	95
100	339.30208	0.00295	0.00018	0.06018	5638.36806	16.61755	92306.1343	272.0471	100

Appendix-8

Discount Factors							i =	7	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.07000	0.93458	1.00000	1.07000	1.00000	0.93458	0.0000	0.0000	1
2	1.14490	0.87344	0.48309	0.55309	2.07000	1.80802	1.0000	0.8734	2
3	1.22504	0.81630	0.31105	0.38105	3.21490	2.62432	3.0700	2.5060	3
4	1.31080	0.76290	0.22523	0.29523	4.43994	3.38721	6.2849	4.7947	4
5	1.40255	0.71299	0.17389	0.24389	5.75074	4.10020	10.7248	7.6467	5
6	1.50073	0.66634	0.13980	0.20980	7.15329	4.76654	16.4756	10.9784	6
7	1.60578	0.62275	0.11555	0.18555	8.65402	5.38929	23.6289	14.7149	7
8	1.71819	0.58201	0.09747	0.16747	10.25980	5.97130	32.2829	18.7889	8
9	1.83846	0.54393	0.08349	0.15349	11.97799	6.51523	42.5427	23.1404	9
10	1.96715	0.50835	0.07238	0.14238	13.81645	7.02358	54.5207	27.7156	10
11	2.10485	0.47509	0.06336	0.13336	15.78360	7.49867	68.3371	32.4665	11
12	2.25219	0.44401	0.05590	0.12590	17.88845	7.94269	84.1207	37.3506	12
13	2.40985	0.41496	0.04965	0.11965	20.14064	8.35765	102.0092	42.3302	13
14	2.57853	0.38782	0.04434	0.11434	22.55049	8.74547	122.1498	47.3718	14
15	2.75903	0.36245	0.03979	0.10979	25.12902	9.10791	144.7003	52.4461	15
16	2.95216	0.33873	0.03586	0.10586	27.88805	9.44665	169.8293	57.5271	16
17	3.15882	0.31657	0.03243	0.10243	30.84022	9.76322	197.7174	62.5923	17
18	3.37993	0.29586	0.02941	0.09941	33.99903	10.05909	228.5576	67.6219	18
19	3.61653	0.27651	0.02675	0.09675	37.37896	10.33560	262.5566	72.5991	19
20	3.86968	0.25842	0.02439	0.09439	40.99549	10.59401	299.9356	77.5091	20
21	4.14056	0.24151	0.02229	0.09229	44.86518	10.83553	340.9311	82.3393	21
22	4.43040	0.22571	0.02041	0.09041	49.00574	11.06124	385.7963	87.0793	22
23	4.74053	0.21095	0.01871	0.08871	53.43614	11.27219	434.8020	91.7201	23
24	5.07237	0.19715	0.01719	0.08719	58.17667	11.46933	488.2382	96.2545	24
25	5.42743	0.18425	0.01581	0.08581	63.24904	11.65358	546.4148	100.6765	25
26	5.80735	0.17220	0.01456	0.08456	68.67647	11.82578	609.6639	104.9814	26
27	6.21387	0.16093	0.01343	0.08343	74.48382	11.98671	678.3403	109.1656	27
28	6.64884	0.15040	0.01239	0.08239	80.69769	12.13711	752.8242	113.2264	28
29	7.11426	0.14056	0.01145	0.08145	87.34653	12.27767	833.5218	117.1622	29
30	7.61226	0.13137	0.01059	0.08059	94.46079	12.40904	920.8684	120.9718	30
31	8.14511	0.12277	0.00980	0.07980	102.07304	12.53181	1015.3292	124.6550	31
32	8.71527	0.11474	0.00907	0.07907	110.21815	12.64656	1117.4022	128.2120	32
33	9.32534	0.10723	0.00841	0.07841	118.93343	12.75379	1227.6204	131.6435	33
34	9.97811	0.10022	0.00780	0.07780	128.25876	12.85401	1346.5538	134.9507	34
35	10.67658	0.09366	0.00723	0.07723	138.23688	12.94767	1474.8125	138.1353	35
40	14.97446	0.06678	0.00501	0.07501	199.63511	13.33171	2280.5016	152.2928	40
45	21.00245	0.04761	0.00350	0.07350	285.74931	13.60552	3439.2759	163.7559	45
50	29.45703	0.03395	0.00246	0.07246	406.52893	13.80075	5093.2704	172.9051	50
55	41.31500	0.02420	0.00174	0.07174	575.92859	13.93994	7441.8370	180.1243	55
60	57.94643	0.01726	0.00123	0.07123	813.52038	14.03918	10764.5769	185.7677	60
65	81.27286	0.01230	0.00087	0.07087	1146.75516	14.10994	15453.6452	190.1452	65
70	113.98939	0.00877	0.00062	0.07062	1614.13417	14.16039	22059.0596	193.5185	70
75	159.87602	0.00625	0.00044	0.07044	2269.65742	14.19636	31352.2488	196.1035	75
80	224.23439	0.00446	0.00031	0.07031	3189.06268	14.22201	44415.1811	198.0748	80
85	314.50033	0.00318	0.00022	0.07022	4478.57612	14.24029	62765.3731	199.5717	85
90	441.10298	0.00227	0.00016	0.07016	6287.18543	14.25333	88531.2204	200.7042	90
95	618.66975	0.00162	0.00011	0.07011	8823.85354	14.26262	124697.9077	201.5581	95
100	867.71633	0.00115	0.00008	0.07008	12381.66179	14.26925	175452.3113	202.2001	100

Appendix-9

Discount Factors							i =	8	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.08000	0.92593	1.00000	1.08000	1.00000	0.92593	0.0000	0.0000	1
2	1.16640	0.85734	0.48077	0.56077	2.08000	1.78326	1.0000	0.8573	2
3	1.25971	0.79383	0.30803	0.38803	3.24640	2.57710	3.0800	2.4450	3
4	1.36049	0.73503	0.22192	0.30192	4.50611	3.31213	6.3264	4.6501	4
5	1.46933	0.68058	0.17046	0.25046	5.86660	3.99271	10.8325	7.3724	5
6	1.58687	0.63017	0.13632	0.21632	7.33593	4.62288	16.6991	10.5233	6
7	1.71382	0.58349	0.11207	0.19207	8.92280	5.20637	24.0350	14.0242	7
8	1.85093	0.54027	0.09401	0.17401	10.63663	5.74664	32.9578	17.8061	8
9	1.99900	0.50025	0.08008	0.16008	12.48756	6.24689	43.5945	21.8081	9
10	2.15892	0.46319	0.06903	0.14903	14.48656	6.71008	56.0820	25.9768	10
11	2.33164	0.42888	0.06008	0.14008	16.64549	7.13896	70.5686	30.2657	11
12	2.51817	0.39711	0.05270	0.13270	18.97713	7.53608	87.2141	34.6339	12
13	2.71962	0.36770	0.04652	0.12652	21.49530	7.90378	106.1912	39.0463	13
14	2.93719	0.34046	0.04130	0.12130	24.21492	8.24424	127.6865	43.4723	14
15	3.17217	0.31524	0.03683	0.11683	27.15211	8.55948	151.9014	47.8857	15
16	3.42594	0.29189	0.03298	0.11298	30.32428	8.85137	179.0535	52.2640	16
17	3.70002	0.27027	0.02963	0.10963	33.75023	9.12164	209.3778	56.5883	17
18	3.99602	0.25025	0.02670	0.10670	37.45024	9.37189	243.1280	60.8426	18
19	4.31570	0.23171	0.02413	0.10413	41.44626	9.60360	280.5783	65.0134	19
20	4.66096	0.21455	0.02185	0.10185	45.76196	9.81815	322.0246	69.0898	20
21	5.03383	0.19866	0.01983	0.09983	50.42292	10.01680	367.7865	73.0629	21
22	5.43654	0.18394	0.01803	0.09803	55.45676	10.20074	418.2094	76.9257	22
23	5.87146	0.17032	0.01642	0.09642	60.89330	10.37106	473.6662	80.6726	23
24	6.34118	0.15770	0.01498	0.09498	66.76476	10.52876	534.5595	84.2997	24
25	6.84848	0.14602	0.01368	0.09368	73.10594	10.67478	601.3242	87.8041	25
26	7.39635	0.13520	0.01251	0.09251	79.95442	10.80998	674.4302	91.1842	26
27	7.98806	0.12519	0.01145	0.09145	87.35077	10.93516	754.3846	94.4390	27
28	8.62711	0.11591	0.01049	0.09049	95.33883	11.05108	841.7354	97.5687	28
29	9.31727	0.10733	0.00962	0.08962	103.96594	11.15841	937.0742	100.5738	29
30	10.06266	0.09938	0.00883	0.08883	113.28321	11.25778	1041.0401	103.4558	30
31	10.86767	0.09202	0.00811	0.08811	123.34587	11.34980	1154.3234	106.2163	31
32	11.73708	0.08520	0.00745	0.08745	134.21354	11.43500	1277.6692	108.8575	32
33	12.67605	0.07889	0.00685	0.08685	145.95062	11.51389	1411.8828	111.3819	33
34	13.69013	0.07305	0.00630	0.08630	158.62667	11.58693	1557.8334	113.7924	34
35	14.78534	0.06763	0.00580	0.08580	172.31680	11.65457	1716.4600	116.0920	35
40	21.72452	0.04603	0.00386	0.08386	259.05652	11.92461	2738.2065	126.0422	40
45	31.92045	0.03133	0.00259	0.08259	386.50562	12.10840	4268.8202	133.7331	45
50	46.90161	0.02132	0.00174	0.08174	573.77016	12.23348	6547.1270	139.5928	50
55	68.91386	0.01451	0.00118	0.08118	848.92320	12.31861	9924.0400	144.0065	55
60	101.25706	0.00988	0.00080	0.08080	1253.21330	12.37655	14915.1662	147.3000	60
65	148.77985	0.00672	0.00054	0.08054	1847.24808	12.41598	22278.1010	149.7387	65
70	218.60641	0.00457	0.00037	0.08037	2720.08007	12.44282	33126.0009	151.5326	70
75	321.20453	0.00311	0.00025	0.08025	4002.55662	12.46108	49094.4578	152.8448	75
80	471.95483	0.00212	0.00017	0.08017	5886.93543	12.47351	72586.6929	153.8001	80
85	693.45649	0.00144	0.00012	0.08012	8655.70611	12.48197	107133.8264	154.4925	85
90	1018.91509	0.00098	0.00008	0.08008	12723.93862	12.48773	157924.2327	154.9925	90
95	1497.12055	0.00067	0.00005	0.08005	18701.50686	12.49165	232581.3357	155.3524	95
100	2199.76126	0.00045	0.00004	0.08004	27484.51570	12.49432	342306.4463	155.6107	100

Discount Factors							i =	9	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.09000	0.91743	1.00000	1.09000	1.00000	0.91743	0.0000	0.0000	1
2	1.18810	0.84168	0.47847	0.56847	2.09000	1.75911	1.0000	0.8417	2
3	1.29503	0.77218	0.30505	0.39505	3.27810	2.53129	3.0900	2.3860	3
4	1.41158	0.70843	0.21867	0.30867	4.57313	3.23972	6.3681	4.5113	4
5	1.53862	0.64993	0.16709	0.25709	5.98471	3.88965	10.9412	7.1110	5
6	1.67710	0.59627	0.13292	0.22292	7.52333	4.48592	16.9259	10.0924	6
7	1.82804	0.54703	0.10869	0.19869	9.20043	5.03295	24.4493	13.3746	7
8	1.99256	0.50187	0.09067	0.18067	11.02847	5.53482	33.6497	16.8877	8
9	2.17189	0.46043	0.07680	0.16680	13.02104	5.99525	44.6782	20.5711	9
10	2.36736	0.42241	0.06582	0.15582	15.19293	6.41766	57.6992	24.3728	10
11	2.58043	0.38753	0.05695	0.14695	17.56029	6.80519	72.8921	28.2481	11
12	2.81266	0.35553	0.04965	0.13965	20.14072	7.16073	90.4524	32.1590	12
13	3.06580	0.32618	0.04357	0.13357	22.95338	7.48690	110.5932	36.0731	13
14	3.34173	0.29925	0.03843	0.12843	26.01919	7.78615	133.5465	39.9633	14
15	3.64248	0.27454	0.03406	0.12406	29.36092	8.06069	159.5657	43.8069	15
16	3.97031	0.25187	0.03030	0.12030	33.00340	8.31256	188.9267	47.5849	16
17	4.32763	0.23107	0.02705	0.11705	36.97370	8.54363	221.9301	51.2821	17
18	4.71712	0.21199	0.02421	0.11421	41.30134	8.75563	258.9038	54.8860	18
19	5.14166	0.19449	0.02173	0.11173	46.01846	8.95011	300.2051	58.3868	19
20	5.60441	0.17843	0.01955	0.10955	51.16012	9.12855	346.2236	61.7770	20
21	6.10881	0.16370	0.01762	0.10762	56.76453	9.29224	397.3837	65.0509	21
22	6.65860	0.15018	0.01590	0.10590	62.87334	9.44243	454.1482	68.2048	22
23	7.25787	0.13778	0.01438	0.10438	69.53194	9.58021	517.0215	71.2359	23
24	7.91108	0.12640	0.01302	0.10302	76.78981	9.70661	586.5535	74.1433	24
25	8.62308	0.11597	0.01181	0.10181	84.70090	9.82258	663.3433	76.9265	25
26	9.39916	0.10639	0.01072	0.10072	93.32398	9.92897	748.0442	79.5863	26
27	10.24508	0.09761	0.00973	0.09973	102.72313	10.02658	841.3682	82.1241	27
28	11.16714	0.08955	0.00885	0.09885	112.96822	10.11613	944.0913	84.5419	28
29	12.17218	0.08215	0.00806	0.09806	124.13536	10.19828	1057.0595	86.8422	29
30	13.26768	0.07537	0.00734	0.09734	136.30754	10.27365	1181.1949	89.0280	30
31	14.46177	0.06915	0.00669	0.09669	149.57522	10.34280	1317.5024	91.1024	31
32	15.76333	0.06344	0.00610	0.09610	164.03699	10.40624	1467.0776	93.0690	32
33	17.18203	0.05820	0.00556	0.09556	179.80032	10.46444	1631.1146	94.9314	33
34	18.72841	0.05339	0.00508	0.09508	196.98234	10.51784	1810.9149	96.6935	34
35	20.41397	0.04899	0.00464	0.09464	215.71075	10.56682	2007.8973	98.3590	35
40	31.40942	0.03184	0.00296	0.09296	337.88245	10.75736	3309.8049	105.3762	40
45	48.32729	0.02069	0.00190	0.09190	525.85873	10.88120	5342.8748	110.5561	45
50	74.35752	0.01345	0.00123	0.09123	815.08356	10.96168	8500.9284	114.3251	50
55	114.40826	0.00874	0.00079	0.09079	1260.09180	11.01399	13389.9088	117.0362	55
60	176.03129	0.00568	0.00051	0.09051	1944.79213	11.04799	20942.1348	118.9683	60
65	270.84596	0.00369	0.00033	0.09033	2998.28847	11.07009	32592.0942	120.3344	65
70	416.73009	0.00240	0.00022	0.09022	4619.22318	11.08445	50546.9242	121.2942	70
75	641.19089	0.00156	0.00014	0.09014	7113.23215	11.09378	78202.5794	121.9646	75
80	986.55167	0.00101	0.00009	0.09009	10950.57409	11.09985	120784.1566	122.4306	80
85	1517.93203	0.00066	0.00006	0.09006	16854.80033	11.10379	186331.1147	122.7533	85
90	2335.52658	0.00043	0.00004	0.09004	25939.18425	11.10635	287213.1583	122.9758	90
95	3593.49715	0.00028	0.00003	0.09003	39916.63496	11.10802	442462.6107	123.1287	95
100	5529.04079	0.00018	0.00002	0.09002	61422.67546	11.10910	681363.0607	123.2335	100

Appendix-11

Discount Factors							i =	10	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.10000	0.90909	1.00000	1.10000	1.00000	0.90909	0.0000	0.0000	1
2	1.21000	0.82645	0.47619	0.57619	2.10000	1.73554	1.0000	0.8264	2
3	1.33100	0.75131	0.30211	0.40211	3.31000	2.48685	3.1000	2.3291	3
4	1.46410	0.68301	0.21547	0.31547	4.64100	3.16987	6.4100	4.3781	4
5	1.61051	0.62092	0.16380	0.26380	6.10510	3.79079	11.0510	6.8618	5
6	1.77156	0.56447	0.12961	0.22961	7.71561	4.35526	17.1561	9.6842	6
7	1.94872	0.51316	0.10541	0.20541	9.48717	4.86842	24.8717	12.7631	7
8	2.14359	0.46651	0.08744	0.18744	11.43589	5.33493	34.3589	16.0287	8
9	2.35795	0.42410	0.07364	0.17364	13.57948	5.75902	45.7948	19.4215	9
10	2.59374	0.38554	0.06275	0.16275	15.93742	6.14457	59.3742	22.8913	10
11	2.85312	0.35049	0.05396	0.15396	18.53117	6.49506	75.3117	26.3963	11
12	3.13843	0.31863	0.04676	0.14676	21.38428	6.81369	93.8428	29.9012	12
13	3.45227	0.28966	0.04078	0.14078	24.52271	7.10336	115.2271	33.3772	13
14	3.79750	0.26333	0.03575	0.13575	27.97498	7.36669	139.7498	36.8005	14
15	4.17725	0.23939	0.03147	0.13147	31.77248	7.60608	167.7248	40.1520	15
16	4.59497	0.21763	0.02782	0.12782	35.94973	7.82371	199.4973	43.4164	16
17	5.05447	0.19784	0.02466	0.12466	40.54470	8.02155	235.4470	46.5819	17
18	5.55992	0.17986	0.02193	0.12193	45.59917	8.20141	275.9917	49.6395	18
19	6.11591	0.16351	0.01955	0.11955	51.15909	8.36492	321.5909	52.5827	19
20	6.72750	0.14864	0.01746	0.11746	57.27500	8.51356	372.7500	55.4069	20
21	7.40025	0.13513	0.01562	0.11562	64.00250	8.64869	430.0250	58.1095	21
22	8.14027	0.12285	0.01401	0.11401	71.40275	8.77154	494.0275	60.6893	22
23	8.95430	0.11168	0.01257	0.11257	79.54302	8.88322	565.4302	63.1462	23
24	9.84973	0.10153	0.01130	0.11130	88.49733	8.98474	644.9733	65.4813	24
25	10.83471	0.09230	0.01017	0.11017	98.34706	9.07704	733.4706	67.6964	25
26	11.91818	0.08391	0.00916	0.10916	109.18177	9.16095	831.8177	69.7940	26
27	13.10999	0.07628	0.00826	0.10826	121.09994	9.23722	940.9994	71.7773	27
28	14.42099	0.06934	0.00745	0.10745	134.20994	9.30657	1062.0994	73.6495	28
29	15.86309	0.06304	0.00673	0.10673	148.63093	9.36961	1196.3093	75.4146	29
30	17.44940	0.05731	0.00608	0.10608	164.49402	9.42691	1344.9402	77.0766	30
31	19.19434	0.05210	0.00550	0.10550	181.94342	9.47901	1509.4342	78.6395	31
32	21.11378	0.04736	0.00497	0.10497	201.13777	9.52638	1691.3777	80.1078	32
33	23.22515	0.04306	0.00450	0.10450	222.25154	9.56943	1892.5154	81.4856	33
34	25.54767	0.03914	0.00407	0.10407	245.47670	9.60857	2114.7670	82.7773	34
35	28.10244	0.03558	0.00369	0.10369	271.02437	9.64416	2360.2437	83.9872	35
40	45.25926	0.02209	0.00226	0.10226	442.59256	9.77905	4025.9256	88.9525	40
45	72.89048	0.01372	0.00139	0.10139	718.90484	9.86281	6739.0484	92.4544	45
50	117.39085	0.00852	0.00086	0.10086	1163.90853	9.91481	11139.0853	94.8889	50
55	189.05914	0.00529	0.00053	0.10053	1880.59142	9.94711	18255.9142	96.5619	55
60	304.48164	0.00328	0.00033	0.10033	3034.81640	9.96716	29748.1640	97.7010	60
65	490.37073	0.00204	0.00020	0.10020	4893.70725	9.97961	48287.0725	98.4705	65
70	789.74696	0.00127	0.00013	0.10013	7887.46957	9.98734	78174.6957	98.9870	70
75	1271.89537	0.00079	0.00008	0.10008	12708.95371	9.99214	126339.5371	99.3317	75
80	2048.40021	0.00049	0.00005	0.10005	20474.00215	9.99512	203940.0215	99.5606	80
85	3298.96903	0.00030	0.00003	0.10003	32979.69030	9.99697	328946.9030	99.7120	85
90	5313.02261	0.00019	0.00002	0.10002	53120.22612	9.99812	530302.2612	99.8118	90
95	8556.67605	0.00012	0.00001	0.10001	85556.76047	9.99883	854617.6047	99.8773	95
100	13780.61234	0.00007	0.00001	0.10001	137796.12340	9.99927	1376961.2340	99.9202	100

Discount Factors							i =	11	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.11000	0.90090	1.00000	1.11000	1.00000	0.90090	0.0000	0.0000	1
2	1.23210	0.81162	0.47393	0.58393	2.11000	1.71252	1.0000	0.8116	2
3	1.36763	0.73119	0.29921	0.40921	3.34210	2.44371	3.1100	2.2740	3
4	1.51807	0.65873	0.21233	0.32233	4.70973	3.10245	6.4521	4.2502	4
5	1.68506	0.59345	0.16057	0.27057	6.22780	3.69590	11.1618	6.6240	5
6	1.87041	0.53464	0.12638	0.23638	7.91286	4.23054	17.3896	9.2972	6
7	2.07616	0.48166	0.10222	0.21222	9.78327	4.71220	25.3025	12.1872	7
8	2.30454	0.43393	0.08432	0.19432	11.85943	5.14612	35.0858	15.2246	8
9	2.55804	0.39092	0.07060	0.18060	14.16397	5.53705	46.9452	18.3520	9
10	2.83942	0.35218	0.05980	0.16980	16.72201	5.88923	61.1092	21.5217	10
11	3.15176	0.31728	0.05112	0.16112	19.56143	6.20652	77.8312	24.6945	11
12	3.49845	0.28584	0.04403	0.15403	22.71319	6.49236	97.3926	27.8388	12
13	3.88328	0.25751	0.03815	0.14815	26.21164	6.74987	120.1058	30.9290	13
14	4.31044	0.23199	0.03323	0.14323	30.09492	6.98187	146.3174	33.9449	14
15	4.78459	0.20900	0.02907	0.13907	34.40536	7.19087	176.4124	36.8709	15
16	5.31089	0.18829	0.02552	0.13552	39.18995	7.37916	210.8177	39.6953	16
17	5.89509	0.16963	0.02247	0.13247	44.50084	7.54879	250.0077	42.4095	17
18	6.54355	0.15282	0.01984	0.12984	50.39594	7.70162	294.5085	45.0074	18
19	7.26334	0.13768	0.01756	0.12756	56.93949	7.83929	344.9044	47.4856	19
20	8.06231	0.12403	0.01558	0.12558	64.20283	7.96333	401.8439	49.8423	20
21	8.94917	0.11174	0.01384	0.12384	72.26514	8.07507	466.0468	52.0771	21
22	9.93357	0.10067	0.01231	0.12231	81.21431	8.17574	538.3119	54.1912	22
23	11.02627	0.09069	0.01097	0.12097	91.14788	8.26643	619.5262	56.1864	23
24	12.23916	0.08170	0.00979	0.11979	102.17415	8.34814	710.6741	58.0656	24
25	13.58546	0.07361	0.00874	0.11874	114.41331	8.42174	812.8482	59.8322	25
26	15.07986	0.06631	0.00781	0.11781	127.99877	8.48806	927.2616	61.4900	26
27	16.73865	0.05974	0.00699	0.11699	143.07864	8.54780	1055.2603	63.0433	27
28	18.57990	0.05382	0.00626	0.11626	159.81729	8.60162	1198.3390	64.4965	28
29	20.62369	0.04849	0.00561	0.11561	178.39719	8.65011	1358.1562	65.8542	29
30	22.89230	0.04368	0.00502	0.11502	199.02088	8.69379	1536.5534	67.1210	30
31	25.41045	0.03935	0.00451	0.11451	221.91317	8.73315	1735.5743	68.3016	31
32	28.20560	0.03545	0.00404	0.11404	247.32362	8.76860	1957.4875	69.4007	32
33	31.30821	0.03194	0.00363	0.11363	275.52922	8.80054	2204.8111	70.4228	33
34	34.75212	0.02878	0.00326	0.11326	306.83744	8.82932	2480.3403	71.3724	34
35	38.57485	0.02592	0.00293	0.11293	341.58955	8.85524	2787.1778	72.2538	35
40	65.00087	0.01538	0.00172	0.11172	581.82607	8.95105	4925.6915	75.7789	40
45	109.53024	0.00913	0.00101	0.11101	986.63856	9.00791	8560.3505	78.1551	45
50	184.56483	0.00542	0.00060	0.11060	1668.77115	9.04165	14716.1014	79.7341	50
55	311.00247	0.00322	0.00035	0.11035	2818.20424	9.06168	25120.0385	80.7712	55
60	524.05724	0.00191	0.00021	0.11021	4755.06584	9.07356	42682.4167	81.4461	60
65	883.06693	0.00113	0.00012	0.11012	8018.79027	9.08061	72307.1843	81.8819	65
70	1488.01913	0.00067	0.00007	0.11007	13518.35574	9.08480	122257.7795	82.1614	70
75	2507.39877	0.00040	0.00004	0.11004	22785.44339	9.08728	206458.5763	82.3397	75
80	4225.11275	0.00024	0.00003	0.11003	38401.02500	9.08876	348372.9546	82.4529	80
85	7119.56070	0.00014	0.00002	0.11002	64714.18815	9.08963	587538.0741	82.5245	85
90	11996.87381	0.00008	0.00001	0.11001	109053.39829	9.09015	990576.3481	82.5695	90
95	20215.43005	0.00005	0.00001	0.11001	183767.54594	9.09046	1669750.4176	82.5978	95
100	34064.17527	0.00003	0.00000	0.11000	309665.22972	9.09064	2814229.3611	82.6155	100

Discount Factors							i =	12	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.12000	0.89286	1.00000	1.12000	1.00000	0.89286	0.0000	0.0000	1
2	1.25440	0.79719	0.47170	0.59170	2.12000	1.69005	1.0000	0.7972	2
3	1.40493	0.71178	0.29635	0.41635	3.37440	2.40183	3.1200	2.2208	3
4	1.57352	0.63552	0.20923	0.32923	4.77933	3.03735	6.4944	4.1273	4
5	1.76234	0.56743	0.15741	0.27741	6.35285	3.60478	11.2737	6.3970	5
6	1.97382	0.50663	0.12323	0.24323	8.11519	4.11141	17.6266	8.9302	6
7	2.21068	0.45235	0.09912	0.21912	10.08901	4.56376	25.7418	11.6443	7
8	2.47596	0.40388	0.08130	0.20130	12.29969	4.96764	35.8308	14.4714	8
9	2.77308	0.36061	0.06768	0.18768	14.77566	5.32825	48.1305	17.3563	9
10	3.10585	0.32197	0.05698	0.17698	17.54874	5.65022	62.9061	20.2541	10
11	3.47855	0.28748	0.04842	0.16842	20.65458	5.93770	80.4549	23.1288	11
12	3.89598	0.25668	0.04144	0.16144	24.13313	6.19437	101.1094	25.9523	12
13	4.36349	0.22917	0.03568	0.15568	28.02911	6.42355	125.2426	28.7024	13
14	4.88711	0.20462	0.03087	0.15087	32.39260	6.62817	153.2717	31.3624	14
15	5.47357	0.18270	0.02682	0.14682	37.27971	6.81086	185.6643	33.9202	15
16	6.13039	0.16312	0.02339	0.14339	42.75328	6.97399	222.9440	36.3670	16
17	6.86604	0.14564	0.02046	0.14046	48.88367	7.11963	265.6973	38.6973	17
18	7.68997	0.13004	0.01794	0.13794	55.74971	7.24967	314.5810	40.9080	18
19	8.61276	0.11611	0.01576	0.13576	63.43968	7.36578	370.3307	42.9979	19
20	9.64629	0.10367	0.01388	0.13388	72.05244	7.46944	433.7704	44.9676	20
21	10.80385	0.09256	0.01224	0.13224	81.69874	7.56200	505.8228	46.8188	21
22	12.10031	0.08264	0.01081	0.13081	92.50258	7.64465	587.5215	48.5543	22
23	13.55235	0.07379	0.00956	0.12956	104.60289	7.71843	680.0241	50.1776	23
24	15.17863	0.06588	0.00846	0.12846	118.15524	7.78432	784.6270	51.6929	24
25	17.00006	0.05882	0.00750	0.12750	133.33387	7.84314	902.7823	53.1046	25
26	19.04007	0.05252	0.00665	0.12665	150.33393	7.89566	1036.1161	54.4177	26
27	21.32488	0.04689	0.00590	0.12590	169.37401	7.94255	1186.4501	55.6369	27
28	23.88387	0.04187	0.00524	0.12524	190.69889	7.98442	1355.8241	56.7674	28
29	26.74993	0.03738	0.00466	0.12466	214.58275	8.02181	1546.5229	57.8141	29
30	29.95992	0.03338	0.00414	0.12414	241.33268	8.05518	1761.1057	58.7821	30
31	33.55511	0.02980	0.00369	0.12369	271.29261	8.08499	2002.4384	59.6761	31
32	37.58173	0.02661	0.00328	0.12328	304.84772	8.11159	2273.7310	60.5010	32
33	42.09153	0.02376	0.00292	0.12292	342.42945	8.13535	2578.5787	61.2612	33
34	47.14252	0.02121	0.00260	0.12260	384.52098	8.15656	2921.0082	61.9612	34
35	52.79962	0.01894	0.00232	0.12232	431.66350	8.17550	3305.5291	62.6052	35
40	93.05097	0.01075	0.00130	0.12130	767.09142	8.24378	6059.0952	65.1159	40
45	163.98760	0.00610	0.00074	0.12074	1358.23003	8.28252	10943.5836	66.7342	45
50	289.00219	0.00346	0.00042	0.12042	2400.01825	8.30450	19583.4854	67.7624	50
55	509.32061	0.00196	0.00024	0.12024	4236.00505	8.31697	34841.7087	68.4082	55
60	897.59693	0.00111	0.00013	0.12013	7471.64111	8.32405	61763.6759	68.8100	60
65	1581.87249	0.00063	0.00008	0.12008	13173.93742	8.32807	109241.1452	69.0581	65
70	2787.79983	0.00036	0.00004	0.12004	23223.33190	8.33034	192944.4325	69.2103	70
75	4913.05584	0.00020	0.00002	0.12002	40933.79867	8.33164	340489.9889	69.3031	75
80	8658.48310	0.00012	0.00001	0.12001	72145.69250	8.33237	600547.4375	69.3594	80
85	15259.20568	0.00007	0.00001	0.12001	127151.71400	8.33279	1058889.2834	69.3935	85
90	26891.93422	0.00004	0.00000	0.12000	224091.11853	8.33302	1866675.9877	69.4140	90
95	47392.77662	0.00002	0.00000	0.12000	394931.47186	8.33316	3290303.9322	69.4263	95
100	83522.26573	0.00001	0.00000	0.12000	696010.54772	8.33323	5799254.5643	69.4336	100

Discount Factors							i =	13	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.13000	0.88496	1.00000	1.13000	1.00000	0.88496	0.0000	0.0000	1
2	1.27690	0.78315	0.46948	0.59948	2.13000	1.66810	1.0000	0.7831	2
3	1.44290	0.69305	0.29352	0.42352	3.40690	2.36115	3.1300	2.1692	3
4	1.63047	0.61332	0.20619	0.33619	4.84980	2.97447	6.5369	4.0092	4
5	1.84244	0.54276	0.15431	0.28431	6.48027	3.51723	11.3867	6.1802	5
6	2.08195	0.48032	0.12015	0.25015	8.32271	3.99755	17.8670	8.5818	6
7	2.35261	0.42506	0.09611	0.22611	10.40466	4.42261	26.1897	11.1322	7
8	2.65844	0.37616	0.07839	0.20839	12.75726	4.79877	36.5943	13.7653	8
9	3.00404	0.33288	0.06487	0.19487	15.41571	5.13166	49.3516	16.4284	9
10	3.39457	0.29459	0.05429	0.18429	18.41975	5.42624	64.7673	19.0797	10
11	3.83586	0.26070	0.04584	0.17584	21.81432	5.68694	83.1871	21.6867	11
12	4.33452	0.23071	0.03899	0.16899	25.65018	5.91765	105.0014	24.2244	12
13	4.89801	0.20416	0.03335	0.16335	29.98470	6.12181	130.6515	26.6744	13
14	5.53475	0.18068	0.02867	0.15867	34.88271	6.30249	160.6362	29.0232	14
15	6.25427	0.15989	0.02474	0.15474	40.41746	6.46238	195.5190	31.2617	15
16	7.06733	0.14150	0.02143	0.15143	46.67173	6.60388	235.9364	33.3841	16
17	7.98608	0.12522	0.01861	0.14861	53.73906	6.72909	282.6082	35.3876	17
18	9.02427	0.11081	0.01620	0.14620	61.72514	6.83991	336.3472	37.2714	18
19	10.19742	0.09806	0.01413	0.14413	70.74941	6.93797	398.0724	39.0366	19
20	11.52309	0.08678	0.01235	0.14235	80.94683	7.02475	468.8218	40.6854	20
21	13.02109	0.07680	0.01081	0.14081	92.46992	7.10155	549.7686	42.2214	21
22	14.71383	0.06796	0.00948	0.13948	105.49101	7.16951	642.2385	43.6486	22
23	16.62663	0.06014	0.00832	0.13832	120.20484	7.22966	747.7295	44.9718	23
24	18.78809	0.05323	0.00731	0.13731	136.83147	7.28288	867.9343	46.1960	24
25	21.23054	0.04710	0.00643	0.13643	155.61956	7.32998	1004.7658	47.3264	25
26	23.99051	0.04168	0.00565	0.13565	176.85010	7.37167	1160.3854	48.3685	26
27	27.10928	0.03689	0.00498	0.13498	200.84061	7.40856	1337.2355	49.3276	27
28	30.63349	0.03264	0.00439	0.13439	227.94989	7.44120	1538.0761	50.2090	28
29	34.61584	0.02889	0.00387	0.13387	258.58338	7.47009	1766.0260	51.0179	29
30	39.11590	0.02557	0.00341	0.13341	293.19922	7.49565	2024.6093	51.7592	30
31	44.20096	0.02262	0.00301	0.13301	332.31511	7.51828	2317.8086	52.4380	31
32	49.94709	0.02002	0.00266	0.13266	376.51608	7.53830	2650.1237	53.0586	32
33	56.44021	0.01772	0.00234	0.13234	426.46317	7.55602	3026.6398	53.6256	33
34	63.77744	0.01568	0.00207	0.13207	482.90338	7.57170	3453.1029	54.1430	34
35	72.06851	0.01388	0.00183	0.13183	546.68082	7.58557	3936.0063	54.6148	35
40	132.78155	0.00753	0.00099	0.13099	1013.70424	7.63438	7490.0326	56.4087	40
45	244.64140	0.00409	0.00053	0.13053	1874.16463	7.66086	14070.4972	57.5148	45
50	450.73593	0.00222	0.00029	0.13029	3459.50712	7.67524	26226.9778	58.1870	50
55	830.45173	0.00120	0.00016	0.13016	6380.39789	7.68304	48656.9068	58.5909	55
60	1530.05347	0.00065	0.00009	0.13009	11761.94979	7.68728	90014.9984	58.8313	60
65	2819.02434	0.00035	0.00005	0.13005	21677.11035	7.68958	166247.0027	58.9732	65
70	5193.86962	0.00019	0.00003	0.13003	39945.15096	7.69083	306731.9304	59.0565	70
75	9569.36811	0.00010	0.00001	0.13001	73602.83163	7.69150	565598.7049	59.1051	75
80	17630.94045	0.00006	0.00001	0.13001	135614.92657	7.69187	1042576.3582	59.1333	80
85	32483.86494	0.00003	0.00000	0.13000	249868.19182	7.69207	1921409.1679	59.1496	85
90	59849.41552	0.00002	0.00000	0.13000	460372.42707	7.69218	3540634.0544	59.1590	90
95	##########	0.00001	0.00000	0.13000	848212.83549	7.69224	6523983.3499	59.1644	95
100	##########	0.00000	0.00000	0.13000	1562783.64791	7.69227	12020643.4455	59.1675	100

Discount Factors							i =	14	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	F/P	P/F	A/F	A/P	F/A	P/A	F/G	P/G	n
1	1.14000	0.87719	1.00000	1.14000	1.00000	0.87719	0.0000	0.0000	1
2	1.29960	0.76947	0.46729	0.60729	2.14000	1.64666	1.0000	0.7695	2
3	1.48154	0.67497	0.29073	0.43073	3.43960	2.32163	3.1400	2.1194	3
4	1.68896	0.59208	0.20320	0.34320	4.92114	2.91371	6.5796	3.8957	4
5	1.92541	0.51937	0.15128	0.29128	6.61010	3.43308	11.5007	5.9731	5
6	2.19497	0.45559	0.11716	0.25716	8.53552	3.88867	18.1108	8.2511	6
7	2.50227	0.39964	0.09319	0.23319	10.73049	4.28830	26.6464	10.6489	7
8	2.85259	0.35056	0.07557	0.21557	13.23276	4.63886	37.3769	13.1028	8
9	3.25195	0.30751	0.06217	0.20217	16.08535	4.94637	50.6096	15.5629	9
10	3.70722	0.26974	0.05171	0.19171	19.33730	5.21612	66.6950	17.9906	10
11	4.22623	0.23662	0.04339	0.18339	23.04452	5.45273	86.0323	20.3567	11
12	4.81790	0.20756	0.03667	0.17667	27.27075	5.66029	109.0768	22.6399	12
13	5.49241	0.18207	0.03116	0.17116	32.08865	5.84236	136.3475	24.8247	13
14	6.26135	0.15971	0.02661	0.16661	37.58107	6.00207	168.4362	26.9009	14
15	7.13794	0.14010	0.02281	0.16281	43.84241	6.14217	206.0172	28.8623	15
16	8.13725	0.12289	0.01962	0.15962	50.98035	6.26506	249.8597	30.7057	16
17	9.27646	0.10780	0.01692	0.15692	59.11760	6.37286	300.8400	32.4305	17
18	10.57517	0.09456	0.01462	0.15462	68.39407	6.46742	359.9576	34.0380	18
19	12.05569	0.08295	0.01266	0.15266	78.96923	6.55037	428.3517	35.5311	19
20	13.74349	0.07276	0.01099	0.15099	91.02493	6.62313	507.3209	36.9135	20
21	15.66758	0.06383	0.00954	0.14954	104.76842	6.68696	598.3458	38.1901	21
22	17.86104	0.05599	0.00830	0.14830	120.43600	6.74294	703.1143	39.3658	22
23	20.36158	0.04911	0.00723	0.14723	138.29704	6.79206	823.5503	40.4463	23
24	23.21221	0.04308	0.00630	0.14630	158.65862	6.83514	961.8473	41.4371	24
25	26.46192	0.03779	0.00550	0.14550	181.87083	6.87293	1120.5059	42.3441	25
26	30.16658	0.03315	0.00480	0.14480	208.33274	6.90608	1302.3767	43.1728	26
27	34.38991	0.02908	0.00419	0.14419	238.49933	6.93515	1510.7095	43.9289	27
28	39.20449	0.02551	0.00366	0.14366	272.88923	6.96066	1749.2088	44.6176	28
29	44.69312	0.02237	0.00320	0.14320	312.09373	6.98304	2022.0980	45.2441	29
30	50.95016	0.01963	0.00280	0.14280	356.78685	7.00266	2334.1918	45.8132	30
31	58.08318	0.01722	0.00245	0.14245	407.73701	7.01988	2690.9786	46.3297	31
32	66.21483	0.01510	0.00215	0.14215	465.82019	7.03498	3098.7156	46.7979	32
33	75.48490	0.01325	0.00188	0.14188	532.03501	7.04823	3564.5358	47.2218	33
34	86.05279	0.01162	0.00165	0.14165	607.51991	7.05985	4096.5708	47.6053	34
35	98.10018	0.01019	0.00144	0.14144	693.57270	7.07005	4704.0907	47.9519	35
40	188.88351	0.00529	0.00075	0.14075	1342.02510	7.10504	9300.1793	49.2376	40
45	363.67907	0.00275	0.00039	0.14039	2590.56480	7.12322	18182.6057	49.9963	45
50	700.23299	0.00143	0.00020	0.14020	4994.52135	7.13266	35318.0096	50.4375	50
55	1348.23881	0.00074	0.00010	0.14010	9623.13434	7.13756	68343.8167	50.6912	55
60	2595.91866	0.00039	0.00005	0.14005	18535.13328	7.14011	131965.2377	50.8357	60
65	4998.21964	0.00020	0.00003	0.14003	35694.42601	7.14143	254495.9001	50.9173	65
70	9623.64498	0.00010	0.00001	0.14001	68733.17846	7.14211	490451.2747	50.9632	70
75	18529.50639	0.00005	0.00001	0.14001	132346.47421	7.14247	944796.2444	50.9887	75
80	35676.98181	0.00003	0.00000	0.14000	254828.44148	7.14266	1819631.7249	51.0030	80
85	68692.98103	0.00001	0.00000	0.14000	490657.00734	7.14275	3504085.7667	51.0108	85
90	132262.46738	0.00001	0.00000	0.14000	944724.76700	7.14280	6747391.1928	51.0152	90
95	254660.08340	0.00000	0.00000	0.14000	1818993.45283	7.14283	12992131.8059	51.0175	95
100	490326.23813	0.00000	0.00000	0.14000	3502323.12947	7.14284	25015879.4962	51.0188	100

Discount Factors							i =	15	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.15000	0.86957	1.00000	1.15000	1.00000	0.86957	0.0000	0.0000	1
2	1.32250	0.75614	0.46512	0.61512	2.15000	1.62571	1.0000	0.7561	2
3	1.52088	0.65752	0.28798	0.43798	3.47250	2.28323	3.1500	2.0712	3
4	1.74901	0.57175	0.20027	0.35027	4.99338	2.85498	6.6225	3.7864	4
5	2.01136	0.49718	0.14832	0.29832	6.74238	3.35216	11.6159	5.7751	5
6	2.31306	0.43233	0.11424	0.26424	8.75374	3.78448	18.3583	7.9368	6
7	2.66002	0.37594	0.09036	0.24036	11.06680	4.16042	27.1120	10.1924	7
8	3.05902	0.32690	0.07285	0.22285	13.72682	4.48732	38.1788	12.4807	8
9	3.51788	0.28426	0.05957	0.20957	16.78584	4.77158	51.9056	14.7548	9
10	4.04556	0.24718	0.04925	0.19925	20.30372	5.01877	68.6915	16.9795	10
11	4.65239	0.21494	0.04107	0.19107	24.34928	5.23371	88.9952	19.1289	11
12	5.35025	0.18691	0.03448	0.18448	29.00167	5.42062	113.3444	21.1849	12
13	6.15279	0.16253	0.02911	0.17911	34.35192	5.58315	142.3461	23.1352	13
14	7.07571	0.14133	0.02469	0.17469	40.50471	5.72448	176.6980	24.9725	14
15	8.13706	0.12289	0.02102	0.17102	47.58041	5.84737	217.2027	26.6930	15
16	9.35762	0.10686	0.01795	0.16795	55.71747	5.95423	264.7831	28.2960	16
17	10.76126	0.09293	0.01537	0.16537	65.07509	6.04716	320.5006	29.7828	17
18	12.37545	0.08081	0.01319	0.16319	75.83636	6.12797	385.5757	31.1565	18
19	14.23177	0.07027	0.01134	0.16134	88.21181	6.19823	461.4121	32.4213	19
20	16.36654	0.06110	0.00976	0.15976	102.44358	6.25933	549.6239	33.5822	20
21	18.82152	0.05313	0.00842	0.15842	118.81012	6.31246	652.0675	34.6448	21
22	21.64475	0.04620	0.00727	0.15727	137.63164	6.35866	770.8776	35.6150	22
23	24.89146	0.04017	0.00628	0.15628	159.27638	6.39884	908.5092	36.4988	23
24	28.62518	0.03493	0.00543	0.15543	184.16784	6.43377	1067.7856	37.3023	24
25	32.91895	0.03038	0.00470	0.15470	212.79302	6.46415	1251.9534	38.0314	25
26	37.85680	0.02642	0.00407	0.15407	245.71197	6.49056	1464.7465	38.6918	26
27	43.53531	0.02297	0.00353	0.15353	283.56877	6.51353	1710.4584	39.2890	27
28	50.06561	0.01997	0.00306	0.15306	327.10408	6.53351	1994.0272	39.8283	28
29	57.57545	0.01737	0.00265	0.15265	377.16969	6.55088	2321.1313	40.3146	29
30	66.21177	0.01510	0.00230	0.15230	434.74515	6.56598	2698.3010	40.7526	30
31	76.14354	0.01313	0.00200	0.15200	500.95692	6.57911	3133.0461	41.1466	31
32	87.56507	0.01142	0.00173	0.15173	577.10046	6.59053	3634.0030	41.5006	32
33	100.69983	0.00993	0.00150	0.15150	664.66552	6.60046	4211.1035	41.8184	33
34	115.80480	0.00864	0.00131	0.15131	765.36535	6.60910	4875.7690	42.1033	34
35	133.17552	0.00751	0.00113	0.15113	881.17016	6.61661	5641.1344	42.3586	35
40	267.86355	0.00373	0.00056	0.15056	1779.09031	6.64178	11593.9354	43.2830	40
45	538.76927	0.00186	0.00028	0.15028	3585.12846	6.65429	23600.8564	43.8051	45
50	1083.65744	0.00092	0.00014	0.15014	7217.71628	6.66051	47784.7752	44.0958	50
55	2179.62218	0.00046	0.00007	0.15007	14524.14789	6.66361	96460.9860	44.2558	55
60	4383.99875	0.00023	0.00003	0.15003	29219.99164	6.66515	194399.9443	44.3431	60
65	8817.78739	0.00011	0.00002	0.15002	58778.58258	6.66591	391423.8839	44.3903	65
70	17735.72004	0.00006	0.00001	0.15001	118231.46693	6.66629	787743.1128	44.4156	70
75	35672.86798	0.00003	0.00000	0.15000	237812.45317	6.66648	1584916.3545	44.4292	75
80	71750.87940	0.00001	0.00000	0.15000	478332.52934	6.66657	3188350.1956	44.4364	80
85	144316.64699	0.00001	0.00000	0.15000	962104.31329	6.66662	6413462.0886	44.4402	85
90	290272.32521	0.00000	0.00000	0.15000	1935142.16804	6.66664	12900347.7869	44.4422	90
95	583841.32764	0.00000	0.00000	0.15000	3892268.85091	6.66666	25947825.6727	44.4433	95
100	1174313.45070	0.00000	0.00000	0.15000	7828749.67134	6.66666	52190997.8089	44.4438	100

Discount Factors							i =	16	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.16000	0.86207	1.00000	1.16000	1.00000	0.86207	0.0000	0.0000	1
2	1.34560	0.74316	0.46296	0.62296	2.16000	1.60523	1.0000	0.7432	2
3	1.56090	0.64066	0.28526	0.44526	3.50560	2.24589	3.1600	2.0245	3
4	1.81064	0.55229	0.19738	0.35738	5.06650	2.79818	6.6656	3.6814	4
5	2.10034	0.47611	0.14541	0.30541	6.87714	3.27429	11.7321	5.5858	5
6	2.43640	0.41044	0.11139	0.27139	8.97748	3.68474	18.6092	7.6380	6
7	2.82622	0.35383	0.08761	0.24761	11.41387	4.03857	27.5867	9.7610	7
8	3.27841	0.30503	0.07022	0.23022	14.24009	4.34359	39.0006	11.8962	8
9	3.80296	0.26295	0.05708	0.21708	17.51851	4.60654	53.2407	13.9998	9
10	4.41144	0.22668	0.04690	0.20690	21.32147	4.83323	70.7592	16.0399	10
11	5.11726	0.19542	0.03886	0.19886	25.73290	5.02864	92.0807	17.9941	11
12	5.93603	0.16846	0.03241	0.19241	30.85017	5.19711	117.8136	19.8472	12
13	6.88579	0.14523	0.02718	0.18718	36.78620	5.34233	148.6637	21.5899	13
14	7.98752	0.12520	0.02290	0.18290	43.67199	5.46753	185.4499	23.2175	14
15	9.26552	0.10793	0.01936	0.17936	51.65951	5.57546	229.1219	24.7284	15
16	10.74800	0.09304	0.01641	0.17641	60.92503	5.66850	280.7814	26.1241	16
17	12.46768	0.08021	0.01395	0.17395	71.67303	5.74870	341.7064	27.4074	17
18	14.46251	0.06914	0.01188	0.17188	84.14072	5.81785	413.3795	28.5828	18
19	16.77652	0.05961	0.01014	0.17014	98.60323	5.87746	497.5202	29.6557	19
20	19.46076	0.05139	0.00867	0.16867	115.37975	5.92884	596.1234	30.6321	20
21	22.57448	0.04430	0.00742	0.16742	134.84051	5.97314	711.5032	31.5180	21
22	26.18640	0.03819	0.00635	0.16635	157.41499	6.01133	846.3437	32.3200	22
23	30.37622	0.03292	0.00545	0.16545	183.60138	6.04425	1003.7587	33.0442	23
24	35.23642	0.02838	0.00467	0.16467	213.97761	6.07263	1187.3600	33.6970	24
25	40.87424	0.02447	0.00401	0.16401	249.21402	6.09709	1401.3376	34.2841	25
26	47.41412	0.02109	0.00345	0.16345	290.08827	6.11818	1650.5517	34.8114	26
27	55.00038	0.01818	0.00296	0.16296	337.50239	6.13636	1940.6399	35.2841	27
28	63.80044	0.01567	0.00255	0.16255	392.50277	6.15204	2278.1423	35.7073	28
29	74.00851	0.01351	0.00219	0.16219	456.30322	6.16555	2670.6451	36.0856	29
30	85.84988	0.01165	0.00189	0.16189	530.31173	6.17720	3126.9483	36.4234	30
31	99.58586	0.01004	0.00162	0.16162	616.16161	6.18724	3657.2600	36.7247	31
32	115.51959	0.00866	0.00140	0.16140	715.74746	6.19590	4273.4217	36.9930	32
33	134.00273	0.00746	0.00120	0.16120	831.26706	6.20336	4989.1691	37.2318	33
34	155.44317	0.00643	0.00104	0.16104	965.26979	6.20979	5820.4362	37.4441	34
35	180.31407	0.00555	0.00089	0.16089	1120.71295	6.21534	6785.7060	37.6327	35
40	378.72116	0.00264	0.00042	0.16042	2360.75724	6.23350	14504.7328	38.2992	40
45	795.44383	0.00126	0.00020	0.16020	4965.27391	6.24214	30751.7119	38.6598	45
50	1670.70380	0.00060	0.00010	0.16010	10435.64877	6.24626	64910.3048	38.8521	50
55	3509.04880	0.00028	0.00005	0.16005	21925.30498	6.24822	136689.4061	38.9534	55
60	7370.20137	0.00014	0.00002	0.16002	46057.50853	6.24915	287484.4283	39.0063	60
65	15479.94095	0.00006	0.00001	0.16001	96743.38095	6.24960	604239.8810	39.0337	65
70	32513.16484	0.00003	0.00000	0.16000	203201.03025	6.24981	1269568.9390	39.0478	70
75	68288.75453	0.00001	0.00000	0.16000	426798.46583	6.24991	2667021.6614	39.0551	75
80	143429.71589	0.00001	0.00000	0.16000	896429.47431	6.24996	5602184.2145	39.0587	80
85	301251.40722	0.00000	0.00000	0.16000	1882815.04514	6.24998	11767062.7821	39.0606	85
90	632730.88000	0.00000	0.00000	0.16000	3954561.75000	6.24999	24715448.4375	39.0615	90
95	1328951.02531	0.00000	0.00000	0.16000	8305937.65821	6.25000	51911516.6138	39.0620	95
100	2791251.19937	0.00000	0.00000	0.16000	17445313.74609	6.25000	109032585.9131	39.0623	100

Discount Factors							i =	17	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.17000	0.85470	1.00000	1.17000	1.00000	0.85470	0.0000	0.0000	1
2	1.36890	0.73051	0.46083	0.63083	2.17000	1.58521	1.0000	0.7305	2
3	1.60161	0.62437	0.28257	0.45257	3.53890	2.20958	3.1700	1.9793	3
4	1.87389	0.53365	0.19453	0.36453	5.14051	2.74324	6.7089	3.5802	4
5	2.19245	0.45611	0.14256	0.31256	7.01440	3.19935	11.8494	5.4046	5
6	2.56516	0.38984	0.10861	0.27861	9.20685	3.58918	18.8638	7.3538	6
7	3.00124	0.33320	0.08495	0.25495	11.77201	3.92238	28.0707	9.3530	7
8	3.51145	0.28478	0.06769	0.23769	14.77325	4.20716	39.8427	11.3465	8
9	4.10840	0.24340	0.05469	0.22469	18.28471	4.45057	54.6159	13.2937	9
10	4.80683	0.20804	0.04466	0.21466	22.39311	4.65860	72.9006	15.1661	10
11	5.62399	0.17781	0.03676	0.20676	27.19994	4.83641	95.2937	16.9442	11
12	6.58007	0.15197	0.03047	0.20047	32.82393	4.98839	122.4937	18.6159	12
13	7.69868	0.12989	0.02538	0.19538	39.40399	5.11828	155.3176	20.1746	13
14	9.00745	0.11102	0.02123	0.19123	47.10267	5.22930	194.7216	21.6178	14
15	10.53872	0.09489	0.01782	0.18782	56.11013	5.32419	241.8243	22.9463	15
16	12.33030	0.08110	0.01500	0.18500	66.64885	5.40529	297.9344	24.1628	16
17	14.42646	0.06932	0.01266	0.18266	78.97915	5.47461	364.5832	25.2719	17
18	16.87895	0.05925	0.01071	0.18071	93.40561	5.53385	443.5624	26.2790	18
19	19.74838	0.05064	0.00907	0.17907	110.28456	5.58449	536.9680	27.1905	19
20	23.10560	0.04328	0.00769	0.17769	130.03294	5.62777	647.2526	28.0128	20
21	27.03355	0.03699	0.00653	0.17653	153.13854	5.66476	777.2855	28.7526	21
22	31.62925	0.03162	0.00555	0.17555	180.17209	5.69637	930.4240	29.4166	22
23	37.00623	0.02702	0.00472	0.17472	211.80134	5.72340	1110.5961	30.0111	23
24	43.29729	0.02310	0.00402	0.17402	248.80757	5.74649	1322.3975	30.5423	24
25	50.65783	0.01974	0.00342	0.17342	292.10486	5.76623	1571.2050	31.0160	25
26	59.26966	0.01687	0.00292	0.17292	342.76268	5.78311	1863.3099	31.4378	26
27	69.34550	0.01442	0.00249	0.17249	402.03234	5.79753	2206.0726	31.8128	27
28	81.13423	0.01233	0.00212	0.17212	471.37783	5.80985	2608.1049	32.1456	28
29	94.92705	0.01053	0.00181	0.17181	552.51207	5.82039	3079.4827	32.4405	29
30	111.06465	0.00900	0.00154	0.17154	647.43912	5.82939	3631.9948	32.7016	30
31	129.94564	0.00770	0.00132	0.17132	758.50377	5.83709	4279.4339	32.9325	31
32	152.03640	0.00658	0.00113	0.17113	888.44941	5.84366	5037.9377	33.1364	32
33	177.88259	0.00562	0.00096	0.17096	1040.48581	5.84928	5926.3871	33.3163	33
34	208.12263	0.00480	0.00082	0.17082	1218.36839	5.85409	6966.8729	33.4748	34
35	243.50347	0.00411	0.00070	0.17070	1426.49102	5.85820	8185.2413	33.6145	35
40	533.86871	0.00187	0.00032	0.17032	3134.52184	5.87133	18203.0696	34.0965	40
45	1170.47941	0.00085	0.00015	0.17015	6879.29065	5.87733	40201.7097	34.3464	45
50	2566.21528	0.00039	0.00007	0.17007	15089.50167	5.88006	88467.6569	34.4740	50
55	5626.29366	0.00018	0.00003	0.17003	33089.96270	5.88131	194323.3100	34.5384	55
60	12335.35648	0.00008	0.00001	0.17001	72555.03813	5.88188	426441.4008	34.5707	60
65	27044.62809	0.00004	0.00001	0.17001	159080.16523	5.88214	935383.3249	34.5867	65
70	59293.94173	0.00002	0.00000	0.17000	348782.01017	5.88225	2051247.1186	34.5945	70
75	129998.88607	0.00001	0.00000	0.17000	764693.44748	5.88231	4497755.5734	34.5984	75
80	285015.80241	0.00000	0.00000	0.17000	1676557.66125	5.88233	9861633.3015	34.6003	80
85	624882.33614	0.00000	0.00000	0.17000	3675772.56554	5.88234	21621691.5620	34.6012	85
90	1370022.05042	0.00000	0.00000	0.17000	8058947.35540	5.88235	47405043.2670	34.6017	90
95	3003702.15330	0.00000	0.00000	0.17000	17668830.31355	5.88235	103933737.1385	34.6019	95
100	6585460.88584	0.00000	0.00000	0.17000	38737999.32845	5.88235	227869996.0497	34.6020	100

Discount Factors							i =	18	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.18000	0.84746	1.00000	1.18000	1.00000	0.84746	0.0000	0.0000	1
2	1.39240	0.71818	0.45872	0.63872	2.18000	1.56564	1.0000	0.7182	2
3	1.64303	0.60863	0.27992	0.45992	3.57240	2.17427	3.1800	1.9354	3
4	1.93878	0.51579	0.19174	0.37174	5.21543	2.69006	6.7524	3.4828	4
5	2.28776	0.43711	0.13978	0.31978	7.15421	3.12717	11.9678	5.2312	5
6	2.69955	0.37043	0.10591	0.28591	9.44197	3.49760	19.1220	7.0834	6
7	3.18547	0.31393	0.08236	0.26236	12.14152	3.81153	28.5640	8.9670	7
8	3.75886	0.26604	0.06524	0.24524	15.32700	4.07757	40.7055	10.8292	8
9	4.43545	0.22546	0.05239	0.23239	19.08585	4.30302	56.0325	12.6329	9
10	5.23384	0.19106	0.04251	0.22251	23.52131	4.49409	75.1184	14.3525	10
11	6.17593	0.16192	0.03478	0.21478	28.75514	4.65601	98.6397	15.9716	11
12	7.28759	0.13722	0.02863	0.20863	34.93107	4.79322	127.3948	17.4811	12
13	8.59936	0.11629	0.02369	0.20369	42.21866	4.90951	162.3259	18.8765	13
14	10.14724	0.09855	0.01968	0.19968	50.81802	5.00806	204.5446	20.1576	14
15	11.97375	0.08352	0.01640	0.19640	60.96527	5.09158	255.3626	21.3269	15
16	14.12902	0.07078	0.01371	0.19371	72.93901	5.16235	316.3279	22.3885	16
17	16.67225	0.05998	0.01149	0.19149	87.06804	5.22233	389.2669	23.3482	17
18	19.67325	0.05083	0.00964	0.18964	103.74028	5.27316	476.3349	24.2123	18
19	23.21444	0.04308	0.00810	0.18810	123.41353	5.31624	580.0752	24.9877	19
20	27.39303	0.03651	0.00682	0.18682	146.62797	5.35275	703.4887	25.6813	20
21	32.32378	0.03094	0.00575	0.18575	174.02100	5.38368	850.1167	26.3000	21
22	38.14206	0.02622	0.00485	0.18485	206.34479	5.40990	1024.1377	26.8506	22
23	45.00763	0.02222	0.00409	0.18409	244.48685	5.43212	1230.4825	27.3394	23
24	53.10901	0.01883	0.00345	0.18345	289.49448	5.45095	1474.9693	27.7725	24
25	62.66863	0.01596	0.00292	0.18292	342.60349	5.46691	1764.4638	28.1555	25
26	73.94898	0.01352	0.00247	0.18247	405.27211	5.48043	2107.0673	28.4935	26
27	87.25980	0.01146	0.00209	0.18209	479.22109	5.49189	2512.3394	28.7915	27
28	102.96656	0.00971	0.00177	0.18177	566.48089	5.50160	2991.5605	29.0537	28
29	121.50054	0.00823	0.00149	0.18149	669.44745	5.50983	3558.0414	29.2842	29
30	143.37064	0.00697	0.00126	0.18126	790.94799	5.51681	4227.4888	29.4864	30
31	169.17735	0.00591	0.00107	0.18107	934.31863	5.52272	5018.4368	29.6638	31
32	199.62928	0.00501	0.00091	0.18091	1103.49598	5.52773	5952.7555	29.8191	32
33	235.56255	0.00425	0.00077	0.18077	1303.12526	5.53197	7056.2514	29.9549	33
34	277.96381	0.00360	0.00065	0.18065	1538.68781	5.53557	8359.3767	30.0736	34
35	327.99729	0.00305	0.00055	0.18055	1816.65161	5.53862	9898.0645	30.1773	35
40	750.37834	0.00133	0.00024	0.18024	4163.21303	5.54815	22906.7390	30.5269	40
45	1716.68388	0.00058	0.00010	0.18010	9531.57711	5.55232	52703.2061	30.7006	45
50	3927.35686	0.00025	0.00005	0.18005	21813.09367	5.55414	120906.0759	30.7856	50
55	8984.84112	0.00011	0.00002	0.18002	49910.22844	5.55494	276973.4914	30.8268	55
60	20555.13997	0.00005	0.00001	0.18001	114189.66648	5.55529	634053.7027	30.8465	60
65	47025.18090	0.00002	0.00000	0.18000	261245.44944	5.55544	1451002.4969	30.8559	65
70	107582.22237	0.00001	0.00000	0.18000	597673.45760	5.55550	3320019.2089	30.8603	70
75	246122.06372	0.00000	0.00000	0.18000	1367339.24287	5.55553	7595912.4604	30.8624	75
80	563067.66039	0.00000	0.00000	0.18000	3128148.11325	5.55555	17378156.1847	30.8634	80
85	1288162.40765	0.00000	0.00000	0.18000	7156452.26472	5.55555	39757595.9151	30.8638	85
90	2947003.54012	0.00000	0.00000	0.18000	16372236.33400	5.55555	90956368.5222	30.8640	90
95	6742030.20823	0.00000	0.00000	0.18000	37455717.82349	5.55555	208086793.4638	30.8641	95
100	15424131.90545	0.00000	0.00000	0.18000	85689616.14141	5.55556	476052867.4523	30.8642	100

Discount Factors							i =	19	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.19000	0.84034	1.00000	1.19000	1.00000	0.84034	0.0000	0.0000	1
2	1.41610	0.70616	0.45662	0.64662	2.19000	1.54650	1.0000	0.7062	2
3	1.68516	0.59342	0.27731	0.46731	3.60610	2.13992	3.1900	1.8930	3
4	2.00534	0.49867	0.18899	0.37899	5.29126	2.63859	6.7961	3.3890	4
5	2.38635	0.41905	0.13705	0.32705	7.29660	3.05763	12.0874	5.0652	5
6	2.83976	0.35214	0.10327	0.29327	9.68295	3.40978	19.3840	6.8259	6
7	3.37932	0.29592	0.07985	0.26985	12.52271	3.70570	29.0669	8.6014	7
8	4.02139	0.24867	0.06289	0.25289	15.90203	3.95437	41.5896	10.3421	8
9	4.78545	0.20897	0.05019	0.24019	19.92341	4.16333	57.4916	12.0138	9
10	5.69468	0.17560	0.04047	0.23047	24.70886	4.33893	77.4151	13.5943	10
11	6.77667	0.14757	0.03289	0.22289	30.40355	4.48650	102.1239	15.0699	11
12	8.06424	0.12400	0.02690	0.21690	37.18022	4.61050	132.5275	16.4340	12
13	9.59645	0.10421	0.02210	0.21210	45.24446	4.71471	169.7077	17.6844	13
14	11.41977	0.08757	0.01823	0.20823	54.84091	4.80228	214.9522	18.8228	14
15	13.58953	0.07359	0.01509	0.20509	66.26068	4.87586	269.7931	19.8530	15
16	16.17154	0.06184	0.01252	0.20252	79.85021	4.93770	336.0537	20.7806	16
17	19.24413	0.05196	0.01041	0.20041	96.02175	4.98966	415.9040	21.6120	17
18	22.90052	0.04367	0.00868	0.19868	115.26588	5.03333	511.9257	22.3543	18
19	27.25162	0.03670	0.00724	0.19724	138.16640	5.07003	627.1916	23.0148	19
20	32.42942	0.03084	0.00605	0.19605	165.41802	5.10086	765.3580	23.6007	20
21	38.59101	0.02591	0.00505	0.19505	197.84744	5.12677	930.7760	24.1190	21
22	45.92331	0.02178	0.00423	0.19423	236.43846	5.14855	1128.6235	24.5763	22
23	54.64873	0.01830	0.00354	0.19354	282.36176	5.16685	1365.0619	24.9788	23
24	65.03199	0.01538	0.00297	0.19297	337.01050	5.18223	1647.4237	25.3325	24
25	77.38807	0.01292	0.00249	0.19249	402.04249	5.19515	1984.4342	25.6426	25
26	92.09181	0.01086	0.00209	0.19209	479.43056	5.20601	2386.4767	25.9141	26
27	109.58925	0.00912	0.00175	0.19175	571.52237	5.21513	2865.9072	26.1514	27
28	130.41121	0.00767	0.00147	0.19147	681.11162	5.22280	3437.4296	26.3584	28
29	155.18934	0.00644	0.00123	0.19123	811.52283	5.22924	4118.5412	26.5388	29
30	184.67531	0.00541	0.00103	0.19103	966.71217	5.23466	4930.0640	26.6958	30
31	219.76362	0.00455	0.00087	0.19087	1151.38748	5.23921	5896.7762	26.8324	31
32	261.51871	0.00382	0.00073	0.19073	1371.15110	5.24303	7048.1637	26.9509	32
33	311.20726	0.00321	0.00061	0.19061	1632.66981	5.24625	8419.3148	27.0537	33
34	370.33664	0.00270	0.00051	0.19051	1943.87708	5.24895	10051.9846	27.1428	34
35	440.70061	0.00227	0.00043	0.19043	2314.21372	5.25122	11995.8617	27.2200	35
40	1051.66751	0.00095	0.00018	0.19018	5529.82898	5.25815	28893.8367	27.4743	40
45	2509.65060	0.00040	0.00008	0.19008	13203.42423	5.26106	69254.8644	27.5954	45
50	5988.91390	0.00017	0.00003	0.19003	31515.33633	5.26228	165607.0333	27.6523	50
55	14291.66661	0.00007	0.00001	0.19001	75214.03479	5.26279	395573.8673	27.6786	55
60	34104.97092	0.00003	0.00001	0.19001	179494.58379	5.26300	944392.5462	27.6908	60
65	81386.52217	0.00001	0.00000	0.19000	428344.85355	5.26309	2254104.4924	27.6963	65
70	194217.02506	0.00001	0.00000	0.19000	1022189.60556	5.26313	5379576.8714	27.6988	70
75	463470.50856	0.00000	0.00000	0.19000	2439313.20294	5.26315	12838095.8049	27.6999	75
80	1106004.54435	0.00000	0.00000	0.19000	5821071.28607	5.26315	30636796.2425	27.7004	80
85	2639317.99228	0.00000	0.00000	0.19000	13891142.06466	5.26316	73110826.6561	27.7007	85
90	6298346.15053	0.00000	0.00000	0.19000	33149185.00278	5.26316	174468921.0673	27.7008	90
95	15030081.38763	0.00000	0.00000	0.19000	79105686.25070	5.26316	416345217.1089	27.7008	95
100	35867089.72797	0.00000	0.00000	0.19000	188774151.19985	5.26316	993547637.8939	27.7008	100

Discount Factors							i =	20	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.20000	0.83333	1.00000	1.20000	1.00000	0.83333	0.0000	0.0000	1
2	1.44000	0.69444	0.45455	0.65455	2.20000	1.52778	1.0000	0.6944	2
3	1.72800	0.57870	0.27473	0.47473	3.64000	2.10648	3.2000	1.8519	3
4	2.07360	0.48225	0.18629	0.38629	5.36800	2.58873	6.8400	3.2986	4
5	2.48832	0.40188	0.13438	0.33438	7.44160	2.99061	12.2080	4.9061	5
6	2.98598	0.33490	0.10071	0.30071	9.92992	3.32551	19.6496	6.5806	6
7	3.58318	0.27908	0.07742	0.27742	12.91590	3.60459	29.5795	8.2551	7
8	4.29982	0.23257	0.06061	0.26061	16.49908	3.83716	42.4954	9.8831	8
9	5.15978	0.19381	0.04808	0.24808	20.79890	4.03097	58.9945	11.4335	9
10	6.19174	0.16151	0.03852	0.23852	25.95868	4.19247	79.7934	12.8871	10
11	7.43008	0.13459	0.03110	0.23110	32.15042	4.32706	105.7521	14.2330	11
12	8.91610	0.11216	0.02526	0.22526	39.58050	4.43922	137.9025	15.4667	12
13	10.69932	0.09346	0.02062	0.22062	48.49660	4.53268	177.4830	16.5883	13
14	12.83918	0.07789	0.01689	0.21689	59.19592	4.61057	225.9796	17.6008	14
15	15.40702	0.06491	0.01388	0.21388	72.03511	4.67547	285.1755	18.5095	15
16	18.48843	0.05409	0.01144	0.21144	87.44213	4.72956	357.2106	19.3208	16
17	22.18611	0.04507	0.00944	0.20944	105.93056	4.77463	444.6528	20.0419	17
18	26.62333	0.03756	0.00781	0.20781	128.11667	4.81219	550.5833	20.6805	18
19	31.94800	0.03130	0.00646	0.20646	154.74000	4.84350	678.7000	21.2439	19
20	38.33760	0.02608	0.00536	0.20536	186.68800	4.86958	833.4400	21.7395	20
21	46.00512	0.02174	0.00444	0.20444	225.02560	4.89132	1020.1280	22.1742	21
22	55.20614	0.01811	0.00369	0.20369	271.03072	4.90943	1245.1536	22.5546	22
23	66.24737	0.01509	0.00307	0.20307	326.23686	4.92453	1516.1843	22.8867	23
24	79.49685	0.01258	0.00255	0.20255	392.48424	4.93710	1842.4212	23.1760	24
25	95.39622	0.01048	0.00212	0.20212	471.98108	4.94759	2234.9054	23.4276	25
26	114.47546	0.00874	0.00176	0.20176	567.37730	4.95632	2706.8865	23.6460	26
27	137.37055	0.00728	0.00147	0.20147	681.85276	4.96360	3274.2638	23.8353	27
28	164.84466	0.00607	0.00122	0.20122	819.22331	4.96967	3956.1166	23.9991	28
29	197.81359	0.00506	0.00102	0.20102	984.06797	4.97472	4775.3399	24.1406	29
30	237.37631	0.00421	0.00085	0.20085	1181.88157	4.97894	5759.4078	24.2628	30
31	284.85158	0.00351	0.00070	0.20070	1419.25788	4.98245	6941.2894	24.3681	31
32	341.82189	0.00293	0.00059	0.20059	1704.10946	4.98537	8360.5473	24.4588	32
33	410.18627	0.00244	0.00049	0.20049	2045.93135	4.98781	10064.6568	24.5368	33
34	492.22352	0.00203	0.00041	0.20041	2456.11762	4.98984	12110.5881	24.6038	34
35	590.66823	0.00169	0.00034	0.20034	2948.34115	4.99154	14566.7057	24.6614	35
40	1469.77157	0.00068	0.00014	0.20014	7343.85784	4.99660	36519.2892	24.8469	40
45	3657.26199	0.00027	0.00005	0.20005	18281.30994	4.99863	91181.5497	24.9316	45
50	9100.43815	0.00011	0.00002	0.20002	45497.19075	4.99945	227235.9538	24.9698	50
55	22644.80226	0.00004	0.00001	0.20001	113219.01129	4.99978	565820.0564	24.9868	55
60	56347.51435	0.00002	0.00000	0.20000	281732.57177	4.99991	1408362.8588	24.9942	60
65	140210.64692	0.00001	0.00000	0.20000	701048.23458	4.99996	3504916.1729	24.9975	65
70	348888.95693	0.00000	0.00000	0.20000	1744439.78466	4.99999	8721848.9233	24.9989	70
75	868147.36931	0.00000	0.00000	0.20000	4340731.84657	4.99999	21703284.2328	24.9995	75
80	2160228.46201	0.00000	0.00000	0.20000	10801137.31005	5.00000	54005286.5503	24.9998	80
85	5375339.68659	0.00000	0.00000	0.20000	26876693.43295	5.00000	134383042.1647	24.9999	85
90	13375565.24893	0.00000	0.00000	0.20000	66877821.24467	5.00000	334388656.2234	25.0000	90
95	33282686.52023	0.00000	0.00000	0.20000	166413427.60114	5.00000	832066663.0057	25.0000	95
100	82817974.52201	0.00000	0.00000	0.20000	414089867.61007	5.00000	2070448838.0504	25.0000	100

Discount Factors							i =	25	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.25000	0.80000	1.00000	1.25000	1.00000	0.80000	0.0000	0.0000	1
2	1.56250	0.64000	0.44444	0.69444	2.25000	1.44000	1.0000	0.6400	2
3	1.95313	0.51200	0.26230	0.51230	3.81250	1.95200	3.2500	1.6640	3
4	2.44141	0.40960	0.17344	0.42344	5.76563	2.36160	7.0625	2.8928	4
5	3.05176	0.32768	0.12185	0.37185	8.20703	2.68928	12.8281	4.2035	5
6	3.81470	0.26214	0.08882	0.33882	11.25879	2.95142	21.0352	5.5142	6
7	4.76837	0.20972	0.06634	0.31634	15.07349	3.16114	32.2939	6.7725	7
8	5.96046	0.16777	0.05040	0.30040	19.84186	3.32891	47.3674	7.9469	8
9	7.45058	0.13422	0.03876	0.28876	25.80232	3.46313	67.2093	9.0207	9
10	9.31323	0.10737	0.03007	0.28007	33.25290	3.57050	93.0116	9.9870	10
11	11.64153	0.08590	0.02349	0.27349	42.56613	3.65640	126.2645	10.8460	11
12	14.55192	0.06872	0.01845	0.26845	54.20766	3.72512	168.8306	11.6020	12
13	18.18989	0.05498	0.01454	0.26454	68.75958	3.78010	223.0383	12.2617	13
14	22.73737	0.04398	0.01150	0.26150	86.94947	3.82408	291.7979	12.8334	14
15	28.42171	0.03518	0.00912	0.25912	109.68684	3.85926	378.7474	13.3260	15
16	35.52714	0.02815	0.00724	0.25724	138.10855	3.88741	488.4342	13.7482	16
17	44.40892	0.02252	0.00576	0.25576	173.63568	3.90993	626.5427	14.1085	17
18	55.51115	0.01801	0.00459	0.25459	218.04460	3.92794	800.1784	14.4147	18
19	69.38894	0.01441	0.00366	0.25366	273.55576	3.94235	1018.2230	14.6741	19
20	86.73617	0.01153	0.00292	0.25292	342.94470	3.95388	1291.7788	14.8932	20
21	108.42022	0.00922	0.00233	0.25233	429.68087	3.96311	1634.7235	15.0777	21
22	135.52527	0.00738	0.00186	0.25186	538.10109	3.97049	2064.4043	15.2326	22
23	169.40659	0.00590	0.00148	0.25148	673.62636	3.97639	2602.5054	15.3625	23
24	211.75824	0.00472	0.00119	0.25119	843.03295	3.98111	3276.1318	15.4711	24
25	264.69780	0.00378	0.00095	0.25095	1054.79118	3.98489	4119.1647	15.5618	25
26	330.87225	0.00302	0.00076	0.25076	1319.48898	3.98791	5173.9559	15.6373	26
27	413.59031	0.00242	0.00061	0.25061	1650.36123	3.99033	6493.4449	15.7002	27
28	516.98788	0.00193	0.00048	0.25048	2063.95153	3.99226	8143.8061	15.7524	28
29	646.23485	0.00155	0.00039	0.25039	2580.93941	3.99381	10207.7577	15.7957	29
30	807.79357	0.00124	0.00031	0.25031	3227.17427	3.99505	12788.6971	15.8316	30
31	1009.74196	0.00099	0.00025	0.25025	4034.96783	3.99604	16015.8713	15.8614	31
32	1262.17745	0.00079	0.00020	0.25020	5044.70979	3.99683	20050.8392	15.8859	32
33	1577.72181	0.00063	0.00016	0.25016	6306.88724	3.99746	25095.5490	15.9062	33
34	1972.15226	0.00051	0.00013	0.25013	7884.60905	3.99797	31402.4362	15.9229	34
35	2465.19033	0.00041	0.00010	0.25010	9856.76132	3.99838	39287.0453	15.9367	35
40	7523.16385	0.00013	0.00003	0.25003	30088.65538	3.99947	120194.6215	15.9766	40
45	22958.87404	0.00004	0.00001	0.25001	91831.49616	3.99983	367145.9846	15.9915	45
50	70064.92322	0.00001	0.00000	0.25000	280255.69286	3.99994	1120822.7715	15.9969	50
55	213821.17681	0.00000	0.00000	0.25000	855280.70723	3.99998	3420902.8289	15.9989	55
60	652530.44680	0.00000	0.00000	0.25000	2610117.78720	3.99999	10440231.1488	15.9996	60
65	1991364.88892	0.00000	0.00000	0.25000	7965455.55566	4.00000	31861562.2226	15.9999	65
70	6077163.35729	0.00000	0.00000	0.25000	24308649.42915	4.00000	97234317.7166	16.0000	70
75	18546030.75344	0.00000	0.00000	0.25000	74184119.01375	4.00000	296736176.0550	16.0000	75
80	56597994.24267	0.00000	0.00000	0.25000	226391972.97067	4.00000	905567571.8827	16.0000	80
85	172723371.10189	0.00000	0.00000	0.25000	690893480.40756	4.00000	2763573581.6302	16.0000	85
90	527109897.16153	0.00000	0.00000	0.25000	2108439584.64611	4.00000	8433757978.5844	16.0000	90
95	1608611746.70876	0.00000	0.00000	0.25000	6434446982.83504	4.00000	25737787551.3401	16.0000	95
100	4909093465.29773	0.00000	0.00000	0.25000	19636373857.19090	4.00000	78545495028.7636	16.0000	100

Discount Factors							i =	30	%
	Single Payment		Uniform Series				Uniform Gradient		
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	**F/P**	**P/F**	**A/F**	**A/P**	**F/A**	**P/A**	**F/G**	**P/G**	**n**
1	1.30000	0.76923	1.00000	1.30000	1.00000	0.76923	0.0000	0.0000	1
2	1.69000	0.59172	0.43478	0.73478	2.30000	1.36095	1.0000	0.5917	2
3	2.19700	0.45517	0.25063	0.55063	3.99000	1.81611	3.3000	1.5020	3
4	2.85610	0.35013	0.16163	0.46163	6.18700	2.16624	7.2900	2.5524	4
5	3.71293	0.26933	0.11058	0.41058	9.04310	2.43557	13.4770	3.6297	5
6	4.82681	0.20718	0.07839	0.37839	12.75603	2.64275	22.5201	4.6656	6
7	6.27485	0.15937	0.05687	0.35687	17.58284	2.80211	35.2761	5.6218	7
8	8.15731	0.12259	0.04192	0.34192	23.85769	2.92470	52.8590	6.4800	8
9	10.60450	0.09430	0.03124	0.33124	32.01500	3.01900	76.7167	7.2343	9
10	13.78585	0.07254	0.02346	0.32346	42.61950	3.09154	108.7317	7.8872	10
11	17.92160	0.05580	0.01773	0.31773	56.40535	3.14734	151.3512	8.4452	11
12	23.29809	0.04292	0.01345	0.31345	74.32695	3.19026	207.7565	8.9173	12
13	30.28751	0.03302	0.01024	0.31024	97.62504	3.22328	282.0835	9.3135	13
14	39.37376	0.02540	0.00782	0.30782	127.91255	3.24867	379.7085	9.6437	14
15	51.18589	0.01954	0.00598	0.30598	167.28631	3.26821	507.6210	9.9172	15
16	66.54166	0.01503	0.00458	0.30458	218.47220	3.28324	674.9073	10.1426	16
17	86.50416	0.01156	0.00351	0.30351	285.01386	3.29480	893.3795	10.3276	17
18	112.45541	0.00889	0.00269	0.30269	371.51802	3.30369	1178.3934	10.4788	18
19	146.19203	0.00684	0.00207	0.30207	483.97343	3.31053	1549.9114	10.6019	19
20	190.04964	0.00526	0.00159	0.30159	630.16546	3.31579	2033.8849	10.7019	20
21	247.06453	0.00405	0.00122	0.30122	820.21510	3.31984	2664.0503	10.7828	21
22	321.18389	0.00311	0.00094	0.30094	1067.27963	3.32296	3484.2654	10.8482	22
23	417.53905	0.00239	0.00072	0.30072	1388.46351	3.32535	4551.5450	10.9009	23
24	542.80077	0.00184	0.00055	0.30055	1806.00257	3.32719	5940.0086	10.9433	24
25	705.64100	0.00142	0.00043	0.30043	2348.80334	3.32861	7746.0111	10.9773	25
26	917.33330	0.00109	0.00033	0.30033	3054.44434	3.32970	10094.8145	11.0045	26
27	1192.53329	0.00084	0.00025	0.30025	3971.77764	3.33054	13149.2588	11.0263	27
28	1550.29328	0.00065	0.00019	0.30019	5164.31093	3.33118	17121.0364	11.0437	28
29	2015.38126	0.00050	0.00015	0.30015	6714.60421	3.33168	22285.3474	11.0576	29
30	2619.99564	0.00038	0.00011	0.30011	8729.98548	3.33206	28999.9516	11.0687	30
31	3405.99434	0.00029	0.00009	0.30009	11349.98112	3.33235	37729.9371	11.0775	31
32	4427.79264	0.00023	0.00007	0.30007	14755.97546	3.33258	49079.9182	11.0845	32
33	5756.13043	0.00017	0.00005	0.30005	19183.76810	3.33275	63835.8937	11.0901	33
34	7482.96956	0.00013	0.00004	0.30004	24939.89853	3.33289	83019.6618	11.0945	34
35	9727.86043	0.00010	0.00003	0.30003	32422.86808	3.33299	107959.5603	11.0980	35
40	36118.86481	0.00003	0.00001	0.30001	120392.88269	3.33324	401176.2756	11.1071	40
45	134106.81671	0.00001	0.00000	0.30000	447019.38904	3.33331	1489914.6301	11.1099	45
50	497929.22298	0.00000	0.00000	0.30000	1659760.74326	3.33333	5532369.1442	11.1108	50
55	1848776.34988	0.00000	0.00000	0.30000	6162584.49959	3.33333	20541764.9986	11.1110	55
60	6864377.17274	0.00000	0.00000	0.30000	22881253.90915	3.33333	76270646.3638	11.1111	60
65	25486951.93600	0.00000	0.00000	0.30000	84956503.12000	3.33333	283188127.0667	11.1111	65
70	94631268.45173	0.00000	0.00000	0.30000	315437558.17243	3.33333	1051458293.9081	11.1111	70
75	351359275.57248	0.00000	0.00000	0.30000	1171197581.90826	3.33333	3903991689.6942	11.1111	75
80	1304572395.05132	0.00000	0.00000	0.30000	4348574646.83773	3.33333	14495248556.1258	11.1111	80
85	4843785982.75790	0.00000	0.00000	0.30000	16145953272.52630	3.33333	53819843958.4211	11.1111	85
90	17984638288.96130	0.00000	0.00000	0.30000	59948794293.20430	3.33333	199829314010.6810	11.1111	90
95	66775703042.23300	0.00000	0.00000	0.30000	222585676804.11000	3.33333	741952255697.0340	11.1111	95
100	247933511096.59800	0.00000	0.00000	0.30000	826445036985.32800	3.33333	2754816789617.7600	11.1111	100

Appendix-24

(A/G, i % , n)												
	i %											
n	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**12**	**15**	**20**
2	0.498	0.495	0.493	0.490	0.488	0.485	0.483	0.481	0.476	0.472	0.465	0.455
3	0.993	0.987	0.980	0.974	0.967	0.961	0.955	0.949	0.937	0.925	0.907	0.879
4	1.488	1.475	1.463	1.451	1.439	1.427	1.416	1.404	1.381	1.359	1.326	1.274
5	1.980	1.960	1.941	1.922	1.903	1.884	1.865	1.846	1.810	1.775	1.723	1.641
6	2.471	2.442	2.414	2.386	2.358	2.330	2.303	2.276	2.224	2.172	2.097	1.979
7	2.960	2.921	2.882	2.843	2.805	2.768	2.730	2.694	2.622	2.551	2.450	2.290
8	3.448	3.396	3.345	3.294	3.245	3.195	3.147	3.099	3.004	2.913	2.781	2.576
9	3.934	3.868	3.803	3.739	3.676	3.613	3.552	3.491	3.372	3.257	3.092	2.836
10	4.418	4.337	4.256	4.177	4.099	4.022	3.946	3.871	3.725	3.585	3.383	3.074
11	4.901	4.802	4.705	4.609	4.514	4.421	4.330	4.240	4.064	3.895	3.655	3.289
12	5.381	5.264	5.148	5.034	4.922	4.811	4.703	4.596	4.388	4.190	3.908	3.484
13	5.861	5.723	5.587	5.453	5.322	5.192	5.065	4.940	4.699	4.468	4.144	3.660
14	6.338	6.179	6.021	5.866	5.713	5.564	5.417	5.273	4.996	4.732	4.362	3.817
15	6.814	6.631	6.450	6.272	6.097	5.926	5.758	5.594	5.279	4.980	4.565	3.959
16	7.289	7.080	6.874	6.672	6.474	6.279	6.090	5.905	5.549	5.215	4.752	4.085
17	7.761	7.526	7.294	7.066	6.842	6.624	6.411	6.204	5.807	5.435	4.925	4.198
18	8.232	7.968	7.708	7.453	7.203	6.960	6.722	6.492	6.053	5.643	5.084	4.298
19	8.702	8.407	8.118	7.834	7.557	7.287	7.024	6.770	6.286	5.838	5.231	4.386
20	9.169	8.843	8.523	8.209	7.903	7.605	7.316	7.037	6.508	6.020	5.365	4.464
21	9.635	9.276	8.923	8.578	8.242	7.915	7.599	7.294	6.719	6.191	5.488	4.533
22	10.100	9.705	9.319	8.941	8.573	8.217	7.872	7.541	6.919	6.351	5.601	4.594
23	10.563	10.132	9.709	9.297	8.897	8.510	8.137	7.779	7.108	6.501	5.704	4.647
24	11.024	10.555	10.095	9.648	9.214	8.795	8.392	8.007	7.288	6.641	5.798	4.694
25	11.483	10.974	10.477	9.993	9.524	9.072	8.639	8.225	7.458	6.771	5.883	4.735
26	11.941	11.391	10.853	10.331	9.827	9.341	8.877	8.435	7.619	6.892	5.961	4.771
27	12.397	11.804	11.226	10.664	10.122	9.603	9.107	8.636	7.770	7.005	6.032	4.802
28	12.852	12.214	11.593	10.991	10.411	9.857	9.329	8.829	7.914	7.110	6.096	4.829
29	13.304	12.621	11.956	11.312	10.694	10.103	9.543	9.013	8.049	7.207	6.154	4.853
30	13.756	13.025	12.314	11.627	10.969	10.342	9.749	9.190	8.176	7.297	6.207	4.873
31	14.205	13.426	12.668	11.937	11.238	10.574	9.947	9.358	8.296	7.381	6.254	4.891
32	14.653	13.823	13.017	12.241	11.501	10.799	10.138	9.520	8.409	7.459	6.297	4.906
33	15.099	14.217	13.362	12.540	11.757	11.017	10.322	9.674	8.515	7.530	6.336	4.919
34	15.544	14.608	13.702	12.832	12.006	11.228	10.499	9.821	8.615	7.596	6.371	4.931
35	15.987	14.996	14.037	13.120	12.250	11.432	10.669	9.961	8.709	7.658	6.402	4.941
40	18.178	16.889	15.650	14.477	13.377	12.359	11.423	10.570	9.096	7.899	6.517	4.973
45	20.327	18.703	17.156	15.705	14.364	13.141	12.036	11.045	9.374	8.057	6.583	4.988
50	22.436	20.442	18.558	16.812	15.223	13.796	12.529	11.411	9.570	8.160	6.620	4.995
55	24.505	22.106	19.860	17.807	15.966	14.341	12.921	11.690	9.708	8.225	6.641	4.998
60	26.533	23.696	21.067	18.697	16.606	14.791	13.232	11.902	9.802	8.266	6.653	4.999
65	28.522	25.215	22.184	19.491	17.154	15.160	13.476	12.060	9.867	8.292	6.659	5.000
70	30.470	26.663	23.215	20.196	17.621	15.461	13.666	12.178	9.911	8.308	6.663	5.000
75	32.379	28.043	24.163	20.821	18.018	15.706	13.814	12.266	9.941	8.318	6.665	5.000
80	34.249	29.357	25.035	21.372	18.353	15.903	13.927	12.330	9.961	8.324	6.666	5.000
85	36.080	30.606	25.835	21.857	18.635	16.062	14.015	12.377	9.974	8.328	6.666	5.000
90	37.872	31.793	26.567	22.283	18.871	16.189	14.081	12.412	9.983	8.330	6.666	5.000
95	39.626	32.919	27.235	22.655	19.069	16.290	14.132	12.437	9.989	8.331	6.667	5.000
100	41.343	33.986	27.844	22.980	19.234	16.371	14.170	12.455	9.993	8.332	6.667	5.000

(P/G, i % , n)												
	i %											
n	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**12**	**15**	**20**
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.980	0.961	0.943	0.925	0.907	0.890	0.873	0.857	0.826	0.797	0.756	0.694
3	2.921	2.846	2.773	2.703	2.635	2.569	2.506	2.445	2.329	2.221	2.071	1.852
4	5.804	5.617	5.438	5.267	5.103	4.946	4.795	4.650	4.378	4.127	3.786	3.299
5	9.610	9.240	8.889	8.555	8.237	7.935	7.647	7.372	6.862	6.397	5.775	4.906
6	14.321	13.680	13.076	12.506	11.968	11.459	10.978	10.523	9.684	8.930	7.937	6.581
7	19.917	18.903	17.955	17.066	16.232	15.450	14.715	14.024	12.763	11.644	10.192	8.255
8	26.381	24.878	23.481	22.181	20.970	19.842	18.789	17.806	16.029	14.471	12.481	9.883
9	33.696	31.572	29.612	27.801	26.127	24.577	23.140	21.808	19.421	17.356	14.755	11.434
10	41.843	38.955	36.309	33.881	31.652	29.602	27.716	25.977	22.891	20.254	16.979	12.887
11	50.807	46.998	43.533	40.377	37.499	34.870	32.466	30.266	26.396	23.129	19.129	14.233
12	60.569	55.671	51.248	47.248	43.624	40.337	37.351	34.634	29.901	25.952	21.185	15.467
13	71.113	64.948	59.420	54.455	49.988	45.963	42.330	39.046	33.377	28.702	23.135	16.588
14	82.422	74.800	68.014	61.962	56.554	51.713	47.372	43.472	36.800	31.362	24.972	17.601
15	94.481	85.202	77.000	69.735	63.288	57.555	52.446	47.886	40.152	33.920	26.693	18.509
16	107.273	96.129	86.348	77.744	70.160	63.459	57.527	52.264	43.416	36.367	28.296	19.321
17	120.783	107.555	96.028	85.958	77.140	69.401	62.592	56.588	46.582	38.697	29.783	20.042
18	134.996	119.458	106.014	94.350	84.204	75.357	67.622	60.843	49.640	40.908	31.156	20.680
19	149.895	131.814	116.279	102.893	91.328	81.306	72.599	65.013	52.583	42.998	32.421	21.244
20	165.466	144.600	126.799	111.565	98.488	87.230	77.509	69.090	55.407	44.968	33.582	21.739
21	181.695	157.796	137.550	120.341	105.667	93.114	82.339	73.063	58.110	46.819	34.645	22.174
22	198.566	171.379	148.509	129.202	112.846	98.941	87.079	76.926	60.689	48.554	35.615	22.555
23	216.066	185.331	159.657	138.128	120.009	104.701	91.720	80.673	63.146	50.178	36.499	22.887
24	234.180	199.630	170.971	147.101	127.140	110.381	96.255	84.300	65.481	51.693	37.302	23.176
25	252.894	214.259	182.434	156.104	134.228	115.973	100.676	87.804	67.696	53.105	38.031	23.428
26	272.196	229.199	194.026	165.121	141.259	121.468	104.981	91.184	69.794	54.418	38.692	23.646
27	292.070	244.431	205.731	174.138	148.223	126.860	109.166	94.439	71.777	55.637	39.289	23.835
28	312.505	259.939	217.532	183.142	155.110	132.142	113.226	97.569	73.650	56.767	39.828	23.999
29	333.486	275.706	229.414	192.121	161.913	137.310	117.162	100.574	75.415	57.814	40.315	24.141
30	355.002	291.716	241.361	201.062	168.623	142.359	120.972	103.456	77.077	58.782	40.753	24.263
31	377.039	307.954	253.361	209.956	175.233	147.286	124.655	106.216	78.640	59.676	41.147	24.368
32	399.586	324.403	265.399	218.792	181.739	152.090	128.212	108.857	80.108	60.501	41.501	24.459
33	422.629	341.051	277.464	227.563	188.135	156.768	131.643	111.382	81.486	61.261	41.818	24.537
34	446.157	357.882	289.544	236.261	194.417	161.319	134.951	113.792	82.777	61.961	42.103	24.604
35	470.158	374.883	301.627	244.877	200.581	165.743	138.135	116.092	83.987	62.605	42.359	24.661
40	596.856	461.993	361.750	286.530	229.545	185.957	152.293	126.042	88.953	65.116	43.283	24.847
45	733.704	551.565	420.632	325.403	255.315	203.110	163.756	133.733	92.454	66.734	43.805	24.932
50	879.418	642.361	477.480	361.164	277.915	217.457	172.905	139.593	94.889	67.762	44.096	24.970
55	1032.815	733.353	531.741	393.689	297.510	229.322	180.124	144.006	96.562	68.408	44.256	24.987
60	1192.806	823.698	583.053	422.997	314.343	239.043	185.768	147.300	97.701	68.810	44.343	24.994
65	1358.390	912.709	631.201	449.201	328.691	246.945	190.145	149.739	98.471	69.058	44.390	24.998
70	1528.647	999.834	676.087	472.479	340.841	253.327	193.519	151.533	98.987	69.210	44.416	24.999
75	1702.734	1084.639	717.698	493.041	351.072	258.453	196.104	152.845	99.332	69.303	44.429	25.000
80	1879.877	1166.787	756.087	511.116	359.646	262.549	198.075	153.800	99.561	69.359	44.436	25.000
85	2059.370	1246.024	791.353	526.938	366.801	265.810	199.572	154.492	99.712	69.393	44.440	25.000
90	2240.567	1322.170	823.630	540.737	372.749	268.395	200.704	154.993	99.812	69.414	44.442	25.000
95	2422.881	1395.103	853.074	552.731	377.677	270.437	201.558	155.352	99.877	69.426	44.443	25.000
100	2605.776	1464.753	879.854	563.125	381.749	272.047	202.200	155.611	99.920	69.434	44.444	25.000