บทที่ 5

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ

5.1 คำนำ

ในการวิเคราะห์โครงการของทางหลวงในชนบทที่มีปริมาณการจราจรน้อย และทางหลวงแผ่นดินที่มีปริมาณการจราจรสูงจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันเพียงขนาดและความสำคัญขององค์ประกอบ โดยเฉพาะทางหลวงที่มีแนวทางเดิมอยู่ และมีปริมาณการจราจรมากกว่า 50 คันต่อวัน การวิเคราะห์จะทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการมีและไม่มีโครงการปรับปรุง ในการประเมินผลโครงการก่อสร้างหรือปรับปรุงทางหลวงส่วนใหญ่แล้วมีการประเมินผลอยู่ 2 อย่าง คือ

1. การประเมินผลโดยใช้หลักการประหยัดของผู้ใช้ทาง (User Cost Savings Approach) (1)

2. การประเมินทางส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus Approach)

การวิเคราะห์โครงการทางหลวงส่วนใหญ่แล้ว จะใช้วิธีการประเมินผลโดยใช้หลักการประหยัดของผู้ใช้ทาง และในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะใช้วิธีการนี้ วิธีการวิเคราะห์นี้เหมาะสมกับท้องที่ซึ่งมีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจค่อนข้างสูง และความต้องการทางด้านการขนส่งจะสะท้อนถึงความเจริญโดยตรง ผลประโยชน์ส่วนใหญ่จะวัดในรูปของการประหยัดผู้ใช้ทาง

ทฤษฎีพื้นฐานของวิธีการนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 - 2 โดยสมมุติในเรื่องเส้นอุปสงค์ของการขนส่ง (Transport Demand Curve) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุนการขนส่งต่อเที่ยวกับจำนวนเที่ยวของการเดินทางและขนส่งตามรูป ในสภาพเดิมของถนน ต้นทุนการขนส่งที่ C_1 จะทำให้จำนวนเที่ยวของการเดินทางเป็น F_1 ถ้ามีการปรับปรุงถนนแล้วจะทำให้ต้นทุนการขนส่งมาอยู่ที่จุด C_2 ซึ่งมีผลให้จำนวนเที่ยวของการเดินทางเป็น F_2 ดังนั้นผลประโยชน์ของการจราจรซึ่งเดิมได้ใช้เส้นทางนั้น ๆ จะเท่ากับพื้นที่ C_1C_2EA วิธีนี้บางครั้งเรียกว่าเป็นวิธีที่ทำให้ราคาต่ำสุด (minimum cost technique) หรือวิธีผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางพื้นฐาน (basic user cost benefit) จำนวนเที่ยวของการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากการ

ปรับปรุงถนน (Generated หรือ Induced) เนื่องจากค่าขนส่งต่อเที่ยวถูกลง จำนวนเที่ยวที่เพิ่มขึ้นคือ F_2-F_1 ผลประโยชน์ของการจราจรที่เพิ่มขึ้นนี้จะเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณการจราจรปกติ (Normal) และจะเท่ากับพื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABE ผลประโยชน์อาจคำนวณได้โดยมีหรือไม่มีอุปสงค์ของการจราจรที่เพิ่มขึ้นก็ได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าการจราจรที่เพิ่มขึ้นนี้มีความสำคัญหรือวิธีการประเมินที่นำมาใช้เหมาะสมเพียงใด ข้อยกเว้นที่สำคัญประการหนึ่งคือ การวิเคราะห์โดยการรวมผลประโยชน์ด้านการจราจรการเกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรม (ส่วนมากเรียกว่าการจราจรเนื่องจากการพัฒนา) เป็นผลประโยชน์จากการเพิ่มผลผลิต ในการศึกษาวิจัยนี้จะไม่รวมการประเมินค่าดังกล่าว เพื่อหลีกเลี่ยงการประเมินค่าซ้ำซ้อน

ส่วนวิธีการประเมินทางส่วนเกินของผู้ผลิต วิธีการนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งเดิมไม่มีถนนเลย หรือบริเวณที่มีปริมาณการจราจรบนทางสายเดิมน้อยมาก (น้อยกว่า 50 คัน/วัน) และผลกระทบจากการพัฒนาพื้นที่มีความสำคัญมากต่อความคุ้มของโครงการ วิธีการนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งสภาพทางเดิมที่จะไปสู่ตลาดแย่มาก และมีข้อจำกัดทางด้านการพัฒนาพื้นที่ บางครั้งจำเป็นต้องประเมินความเหมาะสมโครงการถนนร่วมกับการลงทุนของโครงการอื่น ๆ พร้อมกัน เช่น โครงการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของการเกษตร การให้บริการด้านสินเชื่อและการชลประทาน ทฤษฎีพื้นฐานได้แสดงไว้ในรูปที่ 5 – 1 โดยที่ค่าขนส่งที่ลดลงในการนำผลผลิตออกสู่ตลาด (ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงทางหลวง) จะทำให้ราคาซื้อขายที่ไร่นาสูงขึ้น (จาก P_1 เป็น P_2) ในขณะเดียวกันปัจจัยการผลิตที่ถูกลงเนื่องจากค่าขนส่งถูกลงจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงด้วย (MC_1 เป็น MC_2) ดังนั้นจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก Q_1 (ที่ราคา P_1) เป็น Q_2 (ที่ราคา P_2) ผลประโยชน์ทั้งหมดจะเป็น A+B+C+D+E ซึ่ง

1. A และ C เป็นผลประโยชน์จากการที่ราคาซื้อขายที่ไร่นาเพิ่มขึ้น
2. B และ D เป็นผลประโยชน์จากต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงเท่านั้น
3. E คือผลประโยชน์จาก joint effect

ในการศึกษาโครงการทางหลวงจำเป็นต้องกำหนดสมมุติฐานหลายประการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ผลตอบแทนและการลงทุน ดังต่อไปนี้คือ

1. ค่าลงทุนและผลตอบแทนจะถูกแปลงค่าไปที่ปีฐาน ซึ่งโดยปรกติแล้วจะเป็นปีที่ดำเนินการศึกษา

2. อัตราส่วนลด (Discount Rate) จะต้องเลือกให้สอดคล้องกับอัตราการเสียโอกาสในการลงทุน (Opportunity Cost of capital) ในขณะที่ทำการศึกษาโดยทั่วไปแล้วอัตราส่วนลดร้อยละ 12 จะถูกใช้ในการวิเคราะห์และการทดสอบความอ่อนไหว (Sensitivity Testing)

3. โดยทั่วไปข้อกำหนดของการศึกษาโครงการจะระบุระยะเวลาการวิเคราะห์ที่แน่นอน แต่ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้แล้ว ระยะเวลาของการวิเคราะห์ที่เหมาะสมต่อที่สุดคือ 15 ปี ซึ่งใช้กับการวิเคราะห์โครงการทางหลวงจังหวัด และอาจขยายเป็น 20 ปี สำหรับทางหลวงแผ่นดินที่มีปริมาณจราจรสูง ระยะเวลาการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่ควรยาวจนครอบคลุมถึงการบูรณะและการปรับปรุงครั้งใหม่

4. ผลตอบแทนปีแรก (First Year of Benefits) คือผลตอบแทนในปีแรกหลังปรับปรุงทางหลวงและเปิดการจราจรได้ โดยข้อเท็จจริงแล้วการก่อสร้างทางไม่สามารถดำเนินการแล้วเสร็จ ตลอดสายได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นระหว่างการก่อสร้างจะมีบางส่วนของทางหลวงแล้วเสร็จสมบูรณ์และสามารถก่อให้เกิดผลตอบแทนได้บ้างแล้วก็ตาม จะมีผลต่อการคิดค่าของผลตอบแทนปีแรกน้อยมาก

5. ในปีสุดท้ายของการวิเคราะห์ซึ่งยาวเท่าใดก็ตาม โครงสร้างของทางหลวงจะยังคงมีมูลค่าคงเหลือและสามารถนำมารวมคิดเป็นผลตอบแทนในปีสุดท้ายได้ ซึ่งมูลค่าคงเหลือดังกล่าวจะขึ้นกับปริมาณ จราจรในปีสุดท้ายของการวิเคราะห์ โดยสามารถประเมินมูลค่าคงเหลือ ซึ่งมีสภาพการจราจรต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ (1)

ก. ในกรณีที่หลังจากหมดอายุการวิเคราะห์แล้วจำเป็นต้องปรับปรุงโดยก่อสร้างโครงการสร้างทางใหม่ทั้งหมดแล้ว (เช่น การก่อสร้างทางหลวงตามแนวทางใหม่) มูลค่าคงเหลือจะเท่ากับศูนย์

ข. ถ้าคาดว่าจะเกิดการจราจรคับคั่งในปีสุดท้ายของการวิเคราะห์ และจำเป็นต้องบูรณะและขยายทางเดิม ซึ่งหมายความว่าบางส่วนของทางเดิมยังคงใช้ประโยชน์ได้ต่อไป มูลค่าคงเหลือจะเท่ากับเงินลงทุนสำหรับการก่อสร้างใหม่ ที่ลดลงเนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ของทางเดิมได้

ค. สำหรับทางหลวงที่คาดว่ายังสามารถรับการจราจรได้ต่อไปอีก หลัง

จากหมดอายุการวิเคราะห์แล้ว มูลค่าคงเหลือสามารถดำเนินการได้โดยวิธีการหาค่าเสื่อมราคาแบบสมการเส้นตรง (Straight Line Depreciation) ดังมีรูปแบบของสมการคือ

- งานดิน RV = C (1-0.0067 t)
- งานโครงสร้างผิวทาง RV = C (1-0.0333 t)
- งานโครงสร้างคอนกรีตใหญ่ (Major Structure)

RV = C (1-0.0333 t)

- งานโครงสร้างคอนกรีตเล็ก (Minor Structure)

RV = C (1-0.0400 t)

RV = มูลค่าคงเหลือ

C = ค่าก่อสร้างครั้งแรก

t = ระยะเวลาของอายุการวิเคราะห์

สำหรับมูลค่าคงเหลือของค่าที่ดิน เมื่อหมดอายุการวิเคราะห์สามารถกำหนดให้เท่ากับราคาที่ดินเมื่อเริ่มโครงการได้

วิธีการคำนวณมูลค่าคงเหลือดังกล่าวแล้วข้างต้น เหมาะสมที่จะใช้กับทางหลวงจังหวัด หรือทางหลวงชนบทโดยทั่วไป แต่สำหรับทางหลวงในพื้นที่ราบภาคกลางของประเทศไทยแล้ว มูลค่าคงเหลือของงานดินฯควรได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ ทั้งนี้เนื่องจากการทรุดตัวของคันทาง ซึ่งจะมีผลให้มูลค่าคงเหลือน้อยกว่าเมื่อคิดตามวิธีการที่แนะนำแล้วข้างต้น ดังนั้นในการศึกษาโครงการที่สำคัญจำเป็นต้องศึกษามูลค่าคงเหลืออย่างละเอียดเสียก่อน ในขณะเดียวกันแหล่งเงินกู้ระหว่างประเทศบางแหล่งไม่คำนึงถึงมูลค่าคงเหลือของทางหลวงที่หมดอายุการวิเคราะห์เป็นผลประโยชน์ตอบแทนที่แท้จริงของโครงการ และผลจากการไม่นำมูลค่าคงเหลือมารวมในการวิเคราะห์สามารถวัดได้จากการทดสอบความอ่อนไหว (Sensitivity Testing) โดยตัดมูลค่าคงเหลือในปีสุดท้ายออก

6. ในการวิเคราะห์โครงการโดยทั่วไป การคำนวณค่าลงทุนและผลตอบแทนจะคิดเป็นราคาที่กลางปีฐาน (Constant Mid-Base Year Prices) แต่จะต้องมีข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณพร้อมมูล ไม่เช่นนั้นแล้วควรเลือกราคาที่ต้นปีในการวิเคราะห์ บางกรณีอาจจำเป็นต้องเลือกราคาของเดือนใดเดือนหนึ่งของปีฐาน นอกเหนือจากการกำหนดให้ค่าลงทุนและผลตอบแทนเป็นค่าคงที่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งแล้ว บางครั้งอาจจำเป็นต้องพิจารณาใช้

มูลค่าแท้จริงในแต่ละปีของการวิเคราะห์มาใช้ในกรณีที่สามารถคาดคะเนได้อย่างถูกต้องแน่นอน ตัวอย่างเช่น ถ้าปรากฏอย่างแน่ชัดว่าผลของอัตราเงินเฟ้อมีอิทธิพลต่อบางรายการ เช่น ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีอัตราการเพิ่มสูงกว่ารายการอื่น ๆ ซึ่งนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการ

7. หลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการ 4 ประการ ซึ่งนำมาใช้ในการสรุปผลการวิเคราะห์คือ (ได้อธิบายรายละเอียดในบทที่ 2)

- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit Cost Ratio หรือ BCR) สามารถหาได้จากยอดรวมของผลตอบแทนลดค่า (Total Discounted Benefits) หารด้วยยอดรวมทุนลดค่า (Total Discounted Costs)

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) หาได้จากยอดรวมผลตอบแทนลดค่าลงด้วยยอดรวมทุนลดค่า (Total Discounted Costs)

- อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR) คืออัตราส่วนลดซึ่งทำให้ค่า BCR เท่ากับหนึ่งหรือทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ หรืออีกนัยหนึ่งอัตราผลตอบแทนภายในคือ อัตราส่วนลดที่ทำให้ยอดรวมผลตอบแทนและทุนลดค่าเท่ากัน

- อัตราผลตอบแทนปีแรก (First Year Return หรือ FYR) คือผลตอบแทนซึ่งเกิดขึ้นในปีแรกหารด้วยค่าลงทุนทั้งหมดรวมถึงโครงการเสริมประกอบด้วย ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้อัตราส่วนลดเพื่อทำให้มูลค่าในปีปัจจุบัน ให้เป็นผลตอบแทนในปีแรก หรือใช้ค่าลดค่าของผลตอบแทนปีแรกและทุนจากตารางกระแสเงิน

5.2 <u>ค่าใช้จ่าย</u> (Costs)

ค่าใช้จ่ายที่นำไปพิจารณาในการวิเคราะห์ฯ นั้นส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างหรือปรับปรุงทางและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (ทั้งบำรุงรักษาตามปกติและการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา) ซึ่งดำเนินการแบบใช้เครื่องจักรเป็นหลัก (Equipment Intensive Method) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงและบำรุงรักษาจะต้องถูกลดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic terms) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยการวัดภาษีและอากรของค่าก่อสร้างหรือเงินชดเชย

ในการศึกษาวิจัยนี้จะแบ่งค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาปกติต่อปี ตามประเภทของถนน โดยแบ่งเป็น 7 ประเภท และแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT)

ดังสมการต่อไปนี้

ถนนลาดยาง	ดี	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท/กม.)	= 15,500 + 1.75 ADT
	ดี/พอใช้		= 18,000 + 1.75 ADT
	พอใช้		= 19,700 + 1.75 ADT
	เลว		= 21,400 + 1.75 ADT
ถนนลูกรัง	ดี		= 9,600 + 14 ADT
	พอใช้		= 9,600 + 14 ADT
	เลว		= 9,600 + 14 ADT

ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะอยู่ในแฟ้มข้อมูล (Data files) ชื่อ CONS และข้อมูลในแฟ้มข้อมูลนี้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ถ้าหากว่าค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเปลี่ยนไป

จากการศึกษาของ JICA ได้แนะนำค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปี โดยแบ่งถนนออกเป็น 4 ประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจร (AADT) และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปีแสดงไว้ในรูปที่ 5-2 และจากรูปสามารถสร้างสมการได้ดังนี้ (5)

1. ถนนดิน (Earth)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาท/กม.)	= 22,000 + 47 AADT
2. ถนนลูกรัง (Laterite)	"	= 26,000 + 27 AADT
3. ถนนลาดยาง SBST	"	= 30,000 + 22 AADT
4. ถนนลาดยาง AC.	"	= 31,000 + 16 AADT

5.3 <u>ผลตอบแทนหรือผลประโยชน์</u> (Benefits)

ในการวิเคราะห์ฯ ผลตอบแทนเนื่องจากการก่อสร้างหรือปรับปรุงถนนนั้นจะเกิดผลตอบแทนดังต่อไปนี้

1. ผลตอบแทนของผู้ใช้ทาง (Road User Benefits)
2. ผลตอบแทนเนื่องจากการพัฒนา (Development Benefits)
3. ผลประโยชน์ทางด้านสังคม (Social Benefits)
4. ผลประโยชน์อื่น ๆ (Other Benefits)

การศึกษาวิจัยนี้จะเน้นผลตอบแทนทางด้านผู้ใช้ทางที่เกิดแก่ปริมาณการจราจรตามปกติ ซึ่งจะเท่ากับผลต่างของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางเดิม และทางซึ่งได้รับการปรับปรุงหรือสร้างใหม่

สำหรับปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางมาจากสายอื่น (Diverted Traffic) นั้น ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นคือมูลค่าของความประหยัดของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางที่ปรับปรุงเทียบกับค่าใช้จ่ายบนทางเดิม และผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางจะประเมินเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic terms) ซึ่งสามารถจะหาได้จากมูลค่าทางพาณิชย์ หักด้วยภาษีและอากร หรือบวกด้วยเงินชดเชย และในการปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางนั้น อาจได้จากการทำ Roadside Interview หรือ License plate method

ปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น (Generated Traffic) อันเนื่องมาจากความสะดวกสบายขึ้น ค่าใช้จ่ายในการใช้รถถูกลง อันจะเป็นแรงจูงใจให้คนหันมาเดินทางเพิ่มมากขึ้น การจราจรชนิดนี้เราจะสมมุติว่าเกิดขึ้นหลังจากได้มีการก่อสร้างหรือปรับปรุงแล้วเสร็จ และมีอัตราการเพิ่มเช่นเดียวกับปริมาณการจราจรปกติ อาจจะสมมุติเป็นเปอร์เซนต์ของปริมาณการจราจรปกติ และปริมาณการจราจนชนิดนี้เป็นปริมาณการจราจรที่มิใช่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่

นอกจากนี้ยังมีผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทาง คำนวณได้จากค่าบำรุงปกติรายปี และค่าบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา ถ้าหากว่าค่าบำรุงรักษาทางที่ได้รับปรับปรุงมากกว่าค่าบำรุงรักษาทางเดิมจะคิดผลประโยชน์เป็นลบ (Negative Benefits)

ส่วนผลประโยชน์ในข้อ 2, 3 และ 4 นั้นจะไม่นำมาคิดในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะผลประโยชน์ทางด้านสังคมนั้นยากแก่การประเมินค่าออกเป็นตัวเงินที่แน่นอนได้

5.4 <u>การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการ</u> (Sensitivity Testing)

ในการวิเคราะห์โครงการนั้นมีปัจจัยหรือตัวแปรต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย ไม่ว่าจะเป็นค่าก่อสร้างหรือผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ ซึ่งความไม่แน่นอนเหล่านี้จะเป็นผลให้สรุปการวิเคราะห์ผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาว่าผลสรุปของการวิเคราะห์จะมีผลกระทบกระเทือนจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหรือตัวแปรมากน้อยเพียงใด จึงได้มีการทดสอบความอ่อนไหวของโครงการขึ้น การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการทำได้โดยการเปลี่ยนค่าปัจจัยหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่าย (Costs) และผลประโยชน์ (Benefits) เฉพาะปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือเปลี่ยนหลายปัจจัยพร้อมกัน หลังจากนั้นจะทำการคำนวณค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจทั้ง 4 คือ IRR, NPV, BCR หรือ FIRR อีกครั้งหนึ่ง ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยใดสำคัญและมีผลต่อผลสรุปอย่างไร ผลจากการวิเคราะห์

นี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาตัดสินใจดำเนินโครงการ

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการทดสอบความอ่อนไหวของโครงการโดยการเปลี่ยนค่าดังต่อไปนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเพิ่มขึ้นหรือลดลง 20%
2. ผลประโยชน์เพิ่มขึ้นหรือลดลง 20%
3. ค่าใช้จ่ายลดลง 20% และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 20% (การทดสอบในแง่ดี)
4. ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 20% และผลประโยชน์ลดลง 20% (การทดสอบในแง่ไม่ดี)

ผลจากการ discounting ของกระแสเงินในการสรุปผลการวิเคราะห์ และการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์จะทำให้การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการยากที่จะคาดหมายได้ จากการเปลี่ยนค่าปัจจัยบางค่าหรือทุกปัจจัยพร้อมกัน และมีผลต่อการคำนวณหาค่าสรุปจากการวิเคราะห์น้อยมาก แสดงว่าความเป็นไปได้ของโครงการไม่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ แต่ถ้าผลของการเปลี่ยนค่าปัจจัยมีอิทธิพลต่อการคำนวณหาค่า IRR, NPV และ BCR มากก็แสดงว่าความเป็นไปได้ของโครงการอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงมากเช่นกัน

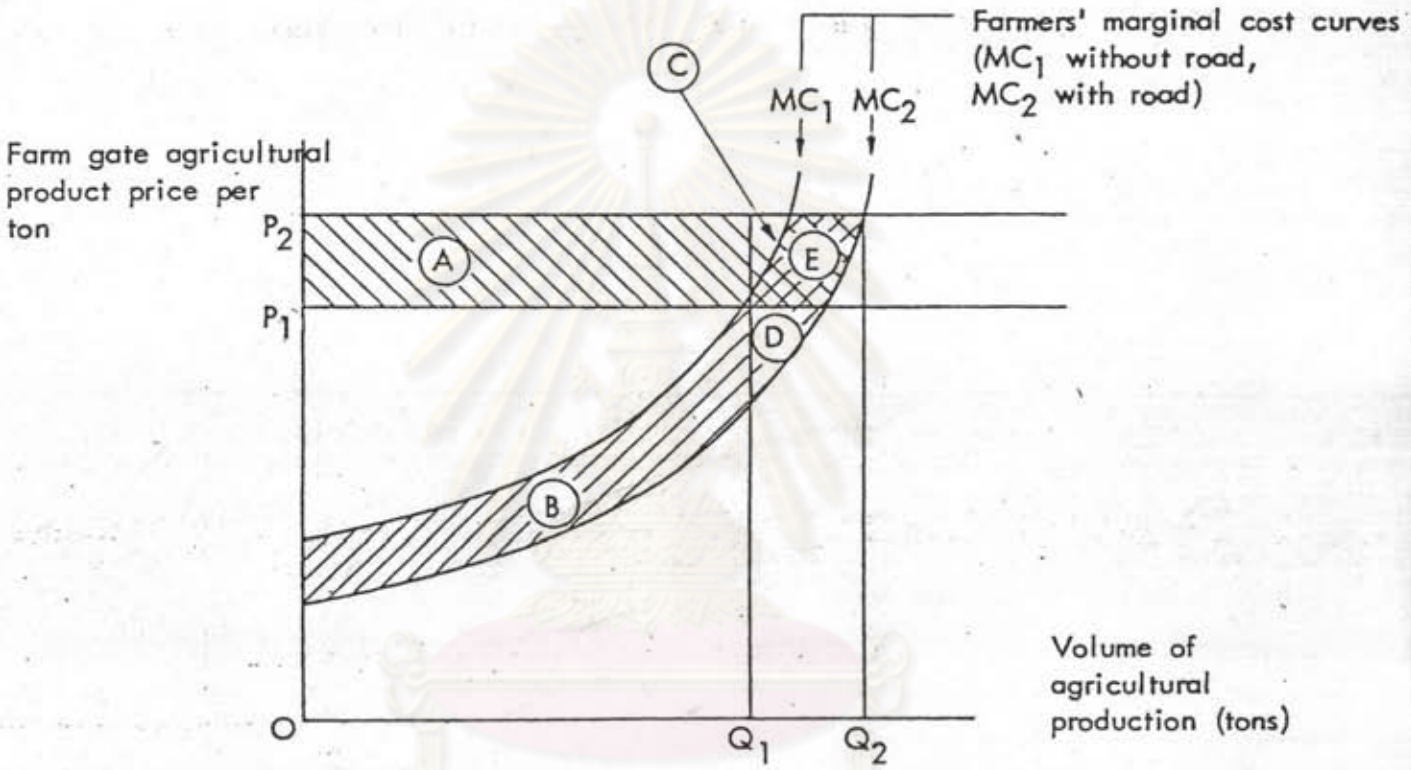
นอกจากนี้อาจจำเป็นต้องนำปัจจัยอื่น นอกเหนือจากที่กล่าวแล้วมาทดสอบความอ่อนไหวของโครงการด้วยเช่น

1. อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรในกรณีที่ข้อมูลสำหรับการคาดคะเนไม่เพียงพอหรือมีระดับความเชื่อถือได้ต่ำ

2. มูลค่าคงเหลือหรือมูลค่าซาก (Residual Value of Salvage Value) ประเมินสูงเกินไปหรือไม่ได้รวมเข้าไปในการวิเคราะห์

3. ประเมินมูลค่าของเวลา (ถ้ามี)

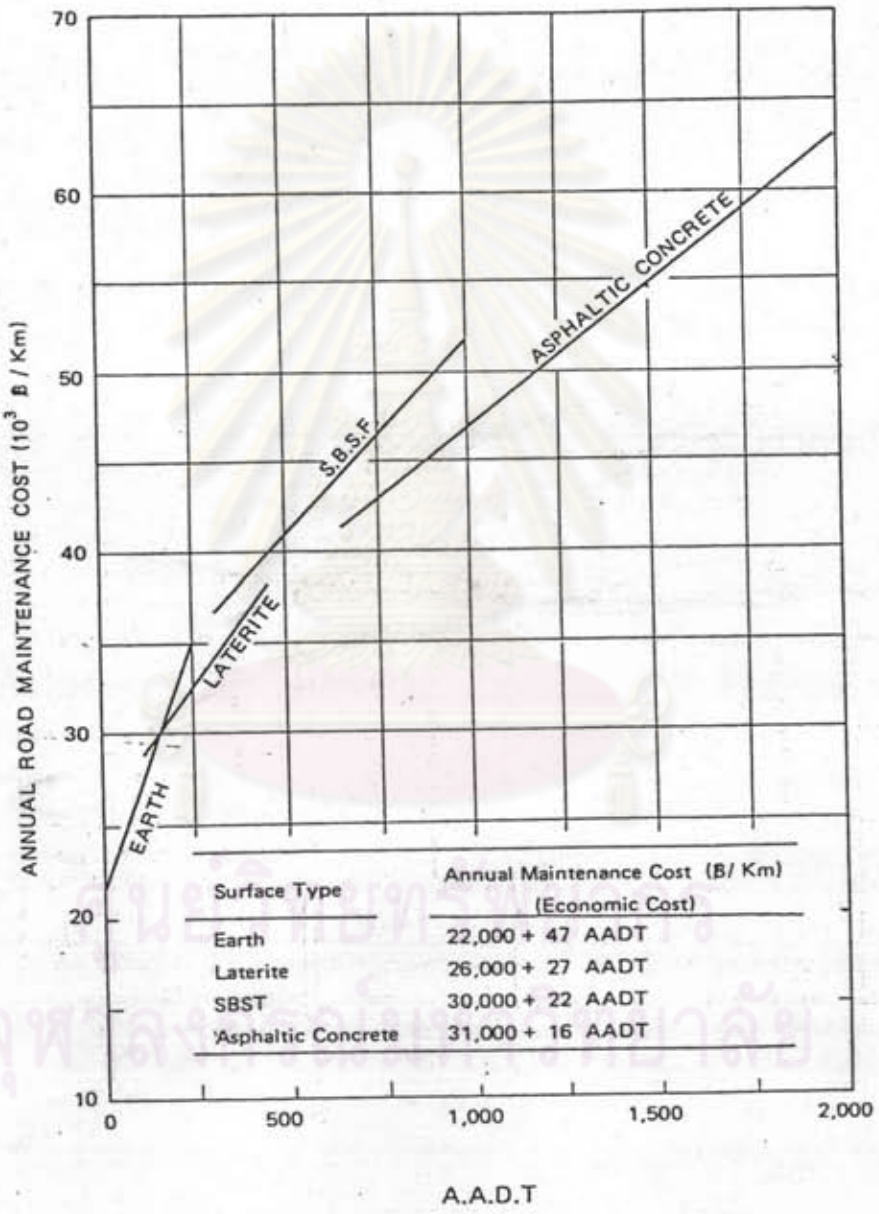
หลังจากการวิเคราะห์ฯ แล้วจะทำการเปรียบเทียบกับอัตราการเสียโอกาสในการลงทุน โครงการที่คุ้มค่าควรให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าอัตราการเสียโอกาสการลงทุน



The producer surplus model showing benefits to farmers resulting from a lowering of transport costs giving rise to higher farmgate prices and lower input prices

Source: TRRL

รูปที่ 5-1 แสดงแบบจำลองวิธีการประเมินทางด่วนเก็บของผู้ผลิต



ที่มา: A Manual of Road Project Evaluation System. (1981)

รูปที่ 5-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง AADT และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปี

5.5 การทำงานของโปรแกรม ECONAL

ECONAL เป็นโปรแกรมที่ใช้ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบไปด้วยโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยสองโปรแกรมคือ FSTEX และ EVASEX โปรแกรม EVASEX จะทำการประเมินผล, discounting, อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) ผังงานโดยทั่วไปได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-3

โปรแกรมหลัก ECONAL จะเปิดรับ (open) 3 Input files คือ TRAFOUP ซึ่งได้จากการ Run โปรแกรม TRAFFIC และ VOCOUP จากการ Run โปรแกรม VOC และ evaluation data files (ESTINP)

FSTEX จะอ่านข้อมูลจาก TRAFFIC และ VOC และคำนวณ cost benefit arrays ผังงานโดยละเอียดได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-4

ครั้งแรกโปรแกรมย่อย FSTEX จะทำให้ final benefit array เป็นศูนย์ หลังจากนั้นจะอ่านระเบียนแรก (first record) จาก VOCOUP และ TRAFOUP ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนช่วง (links) เก่าและที่ได้รับการปรับปรุง (Improve) ของปีแรกและปีสุดท้าย และจำนวนประเภทของรถ จำนวนช่วงและประเภทของรถจะถูกตรวจสอบเพื่อให้ตรงกัน (consistency) ถ้าหากว่าทั้งสองแฟ้มข้อมูลไม่ตรงกันหรือคลาดเคลื่อน (error) จะถูกพิมพ์ค่าให้ และโปรแกรมจะสิ้นสุด

โปรแกรมจะกำหนดจากปีแรกโดยการรับผลสุดท้ายจาก VOC และ TRAFFIC (โดยปกติจะเหมือนกัน) ทำนองเดียวกันปีสุดท้ายก็จะถูกรับเข้ามาโดยการนำผลเริ่มต้นจาก VOC และ TRAFFIC ช่วงเวลาจะถูกคำนวณ

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลจะถูกผ่านจากแฟ้มข้อมูล FSTINP (EE038.DAT) ซึ่งจะประกอบไปด้วยมูลค่าของเวลา (Value of time), average occupancy และ generated traffic โดยอ่านเป็นเปอร์เซนต์ของปริมาณการจราจรปกติ (Normal traffic) สำหรับรถแต่ละประเภท

link loop จะถูกเริ่มต้นขึ้นโดยการอ่านจาก VOCOUP คือช่วงเวลาและค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) และจาก TRAFOUP คือ ปริมาณการจราจรสำหรับรถแต่ละประเภทแต่ละปี ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและอุบัติเหตุ (ถ้ามี) จะถูกอ่านจาก TRAFOUP แต่ละปีด้วย

เวลาและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จะถูกปรับสำหรับปีเริ่มแรก และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเวลา (ถ้ามี) ก็จะถูกคำนวณ (Passenger time * Occupancy * link time * traffic volume) สำหรับรถแต่ละประเภทรวมทั้ง ครั้งหนึ่งของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเวลา สำหรับ generated traffic ค่าเหล่านี้จะถูกรวมสำหรับรถทุกประเภท

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของ VOC สำหรับรถทุกประเภทจะถูกรวมและ โปรแกรมย่อย LSADD จะเรียกเพื่อคำนวณแถวสุดท้าย และจะคำนวณโดยการเพิ่ม link VOC, generated traffic VOC, time cost และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลงไปในแถวสุดท้าย TB (I,5) ซึ่ง I คือจำนวนปี ช่วงเก่า (Existing link) และช่วงที่ปรับปรุง (Improved link) จะถูกรวมแยกแถว (CEX & CIM)

link loop จะถูกคำนวณซ้ำ แต่ละช่วงเก่า และแต่ละช่วงที่ปรับปรุงหรือช่วงใหม่ (New link) แล้ว final benefit array จะถูกคำนวณ โดยการหักช่วงใหม่ (CIM) ออกจากช่วงเก่า (CEX) เพื่อให้ได้ benefit array (BENF). หลังจากนั้นจะควบคุมให้ออกจากโปรแกรมหลัก ECONAL ซึ่งจะกลับไปเรียกโปรแกรมย่อย EVASEX

โปรแกรมย่อย EVASEX จะคำนวณ disconted arrays และผลของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และจะทำการทดสอบความอ่อนไหว (Sensitivity testing) ผังงานโดยละเอียดได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-5 EVASEX จะเรียกโปรแกรมย่อย KKIRR และ KKRATE ผังงานเหล่านี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-6

EVASEX จะอ่าน project title และปีแรกและปีสุดท้ายสำหรับผลและ cash flow analysis ต่อไปจะอ่านค่า ก่อสร้าง, ค่าบำรุงรักษา, ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ และผลประโยชน์อื่น ๆ จาก FSTINP (Economic input) ลงไปตามปีที่เกิดขึ้น

ถ้าหากว่าช่วงปีเกิน 30 จะเกิด error และโปรแกรมจะสิ้นสุด (ทุกแถวจะตัดให้เป็น 30) วงรอบของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะเริ่มต้นใหม่และจะเริ่มปรับตัวประกอบ และอ่านข้อความ หลังจากนั้นจะคำนวณ Benefit สำหรับการวิเคราะห์ครั้งแรกรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

หลังจากนั้นแถวสุดท้ายจะถูกปรับโดยการใช้ sensitivity factor และ discount rate และปีที่ discount จะถูกอ่านจาก FSTINP (EE038.DAT. หรือ Economic Input) สำหรับการวิเคราะห์ครั้งแรกค่าองค์ประกอบของ IRR จะถูกอ่าน

ประกอบไปด้วยจำนวนตำแหน่งของทศนิยมที่ค่า IRR ถูกคำนวณ และอยู่ในช่วงสูงสุดและต่ำสุด ถ้าเลยช่วงนี้ค่า IRR จะไม่ถูกคำนวณ

หลังจากนั้น แถวสุดท้ายที่ปรับค่าจะถูก discounted ด้วยอัตราที่กำหนดโดยการใช้โปรแกรมย่อย KKRATE

KKRATE จะ discount แต่ละปีของแถวจากปีฐาน (Base year) และบวกแต่ละปีจะให้ค่า discounted ทั้งหมด สมการมีดังนี้

$$DC = C/(R^n)$$

โดยที่ DC = Discounted cost

C = Undiscounted cost

R = Discount rate

n = ปีปัจจุบัน-ปีฐาน

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ผลประโยชน์ทั้งหมดและ Cash flow จะถูก discount ทั้งหมด และ cumulative discounted cash flow จะถูกคำนวณ แถวที่ไม่ถูก discounted และถูก discounted จะถูกพิมพ์ออกมาแต่ละปี

สำหรับการวิเคราะห์ครั้งแรกในช่วงเวลา (ปีแรก และปีสุดท้าย) สำหรับการคำนวณค่า IRR สี่ครั้งจะถูกอ่านค่าเหล่านี้จะถูกใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวแต่ละครั้ง

สำหรับช่วงเวลาที่ IRR ถูกคำนวณโดยการใช้โปรแกรมย่อย KKIRR และ KDISC และถ้าหากว่า IRR ถูกจำกัดแล้ว Cash flow arrays จะถูก discounted ถึงปีฐาน ระหว่างปีที่ IRR ถูกจำกัดซึ่งจะให้ Total Discounted Transportation Cost (TDTC) และ Benefit Cost Ratio (B/CR) สำหรับช่วงเวลานี้ (13)

หลังจากนั้น First Year Rate of Return (FIRR) จะถูกคำนวณโดยการเพิ่ม discounted Cost ทั้งหมดจนถึงปีแรกที่ประเมินผลประโยชน์ และทำการหารผลบวกของ Benefit ในปีนั้น

ผลทั้งหมดจะถูกพิมพ์ออกมา และโปรแกรมจะกลับไปเริ่มต้นวงรอบ Sensitivity เมื่อการวิเคราะห์ความอ่อนไหวทั้งหมดเสร็จแล้วจะกลับไปยังโปรแกรม Econal และโปรแกรมจะสิ้นสุด

โปรแกรมย่อย KKIRR ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-6 โปรแกรมย่อยนี้จะถูกใส่เข้าไปใน Benefit array ปีแรกและปีสุดท้ายของการประเมินค่า IRR ปีที่ discount ขอบเขตสูงสุดและต่ำสำหรับ IRR-จำนวนทศนิยมที่ประเมินและค่าต่ำสุดของ TDTC จำเป็นสำหรับความถูกต้อง รายการสุดท้ายจะถูกคำนวณแยกต่างหากคือ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างหารด้วย 10,000

ช่วงเวลาและปีแรกจะถูกจัดสร้างขึ้นหลังจากนั้นจะถูก discounted โดยการใช้เขตจำกัดต่ำ (Re) โดยการเรียกโปรแกรมย่อย KDISC ซึ่งการทำงานโปรแกรมย่อยนี้เหมือนกับ KKRATE ถ้าหากว่า TDTC น้อยกว่าศูนย์ อัตราที่ถูกปรับที่ -900 และจะกลับไปสู่ EVASEX

ขอบเขตจำกัดสูงของ IRR (R_4) จะถูกตรวจสอบเช่นเดียวกัน ถ้า TDTC มากกว่าศูนย์ อัตราที่ถูกปรับที่ +900 และจะกลับไปสู่ EVASEX โปรแกรมย่อย EVASEX จะแปลงอัตราระหว่าง -900 หรือ +900

การสมมุติค่า IRR ให้อยู่ในขอบเขตค่า IRR ที่แท้จริง ทำได้โดยวิธี binary search อัตราใหม่ที่ได้คือ (R_3+R_4) แต่ถ้าหากว่า TDTC น้อยกว่าเขตจำกัดที่ถูกต้อง (accuracy limit) ก็จะกลับไปสู่ EVASEX ถ้าหากว่า $\pm R_4$ เป็นอัตราเก่า และ $-R_3$ เป็นอัตราเก่า อัตราใหม่คือ (R_3+R_4)/2 และถ้า R_4-R_3 น้อยกว่า ค่าที่ถูกต้องแล้วจะกลับไปสู่ EVASEX ดังนั้นวงรอบจะถูกทำต่อไปจนกระทั่งได้ค่าที่ถูกต้อง

5.5.1 <u>การกรอกข้อมูล</u> (Input Data)

ข้อมูลที่ใส่ในโปรแกรม ECONAL จะอยู่ในแฟ้มข้อมูลชื่อ FSTINP.DAT (หรือ EE038.DAT) ข้อมูลที่ใส่ลงไปมีทั้งหมด 3 แผ่น ดังแสดงไว้ใน ภาคผนวก ฒ.

<u>แผ่นที่ 1</u>

Record 1 : Travel time value (฿/passenger/hour) ตามรถแต่ละประเภท

คอลัมน์ 1-5 มูลค่าของเวลาสำหรับรถประเภท 1 (R)

มูลค่าของเวลาสำหรับรถประเภท 2

ทำซ้ำจนครบทุกประเภทของรถ

Record 2: Average occupancy ตามรถแต่ละประเภท

คอลัมน์ 1-5 Average occupancy สำหรับรถประเภท 1(R) ทำซ้ำจนครบทุกประเภท

Record 3: Generted traffic คิดเป็นเปอร์เซนต์ของ total normal undiverted traffic

คอลัมน์ 1-5 Generated % สำหรับรถประเภท 1 (R) ทำซ้ำจนครบทุกประเภทของรถ

Record 4: Project title

คอลัมน์ 1-40 (A)

Record 5: คอลัมน์ 1-4 First Year สำหรับ Printout (7)

คอลัมน์ 6-9 Last Year สำหรับ Printout

คอลัมน์10-14 First Year สำหรับ การคำนวณผลประโยชน์ (Benefits)

คอลัมน์16-19 Last Year สำหรับการคำนวณผลประโยชน์ (Benefits)

<u>แผ่นที่ 2</u> ประกอบค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (Additional costs) และผลประโยชน์ ในแต่ละกรณีจนถึงรายการสุดท้ายจึงจะกรอกตัวเลข 9999 ลงไป

Record 6: ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง (Construction Costs)

คอลัมน์ 1-4 ปีที่ค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น (I)

คอลัมน์ 5-13 ค่าใช้จ่ายเป็นบาท (r)

คอลัมน์15-18 ปีที่ค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น (I) จนครบ 10 ปี แยกปีและแยกค่าใช้จ่าย

Record 7: ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาเพิ่มเติม (Additional Maintenance Costs) กรอกจนครบเหมือน Record 6

Record 8: ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอื่น ๆ (Additional Other Costs) กรอกจนครบเหมือน Record 6

Record 9: ผลประโยชน์เพิ่มเติม (Additional Benefits)

กรอกจนครบเหมือน Record 6

แผ่นที่ 3 เป็นการเตรียมข้อมูล เกี่ยวกับการทดสอบความอ่อนไหว

Record 10: ตัวประกอบที่ใช้วิเคราะห์ (Analysis factors)

คอลัมน์ 1,2 กรอก (I)

99 = ไม่มีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

0 = ตัวประกอบทุกตัวถูกปรับให้เท่ากับ 1

1 = ใช้ตัวประกอบ

คอลัมน์ 3-5 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับ VOC (R)

6-8 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเวลา (R)

9-11 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุบัติเหตุ (R)

12-14 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่าย generated traffic (R)

15-17 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา รักษา (R)

18-20 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (R)

21-23 ตัวประกอบคูณด้วยค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง (R)

24-63 Title of this analysis (R)

Record 11: ขอบเขตจำกัดของ IRR

คอลัมน์ 1-4 ปีที่ค่าใช้จ่ายถูก discounted (I)

คอลัมน์ 5-7 อัตรา discount สำหรับการวิเคราะห์ครั้งนี้ (I)

สำหรับการวิเคราะห์ครั้งแรกกรอกเฉพาะคอลัมน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คอลัมน์ 8-9 จำนวนตำแหน่งทศนิยมของค่า IRR ที่ต้องการความถูกต้อง (I)

10-13 ขอบเขตจำกัดสูงสุดของ IRR ซึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบ (I)

14-17 ขอบเขตจำกัดต่ำสุดของ IRR ซึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบ (I)

Record 12: ขอบเขตจำกัดเวลาของการวิเคราะห์ IRR

คอลัมน์ 1-4 ปีเริ่มต้นที่ทำการวิเคราะห์ค่า IRR ครั้งแรก (I)

6-9 ปีสุดท้ายที่ทำการวิเคราะห์ค่า IRR ครั้งแรก (I)

11-14 ปีเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์ค่า IRR ครั้งที่สอง (I)

ทำจนครบสี่ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

Record 10 และ 11 สามารถกระทำซ้ำจนสามประเภทของการวิเคราะห์ และ Record สุดท้ายจะกรอกตัวเลข 99 ในคอลัมน์ 1, 2

ข้อมูลที่ได้รับ (Output data) จาก TRAFFIC และ VOC จะถูกใช้ในโปรแกรม ECONAL โดยอยู่ในรูปของ binary files

5.5.2 <u>ผลพิมพ์</u> (Output Data)

ผลจากการประมวลผลของโปรแกรม ECONAL จะให้ผลดังต่อไปนี้

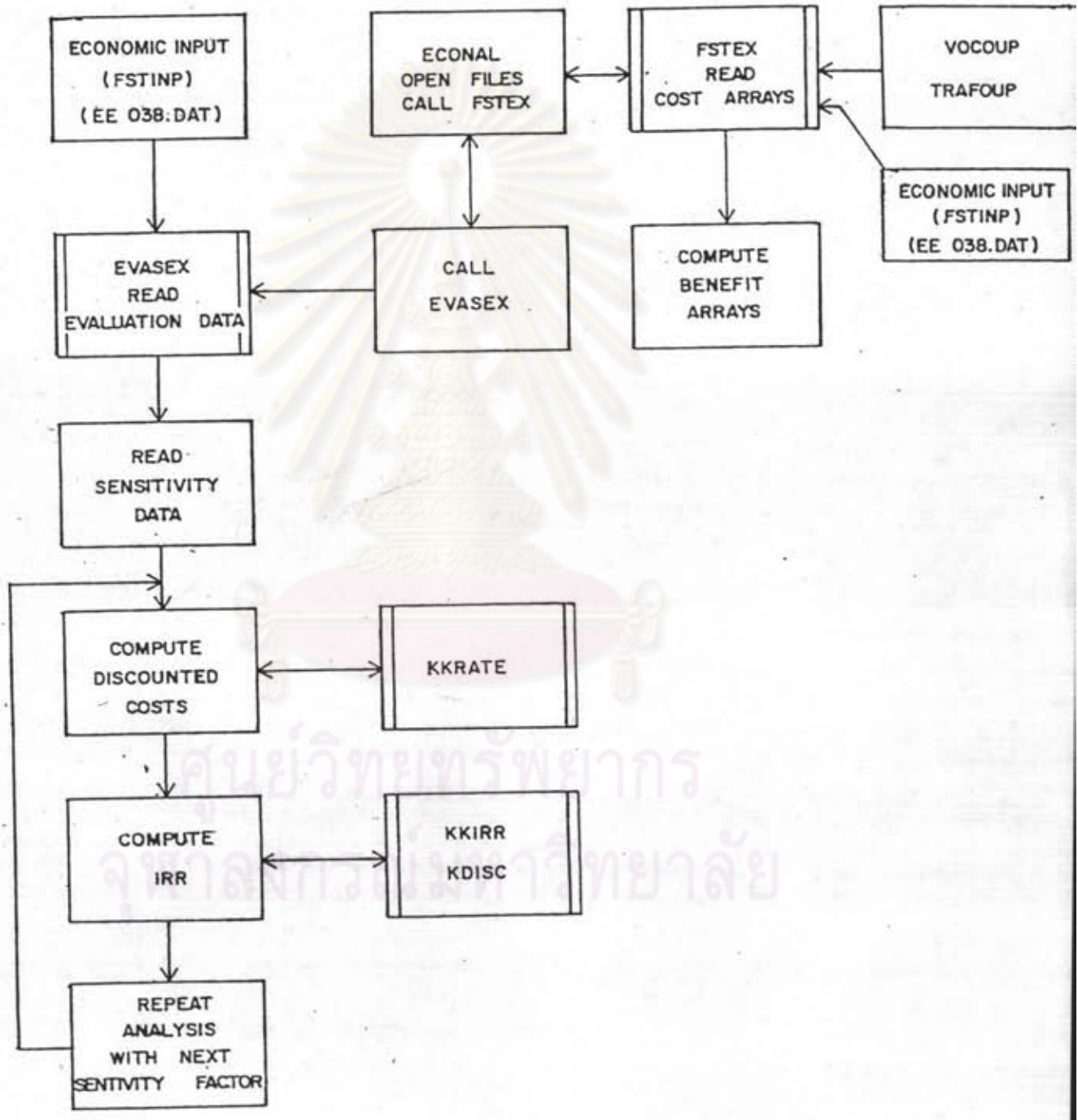
1. Benefits ของ Normal และ Generated traffic โดยแยกเป็นแต่ละปี
2. Maintenance Benefits ทั้งหมดโดยแยกเป็นแต่ละปี
3. Total Cost และ Total Benefits
4. Cumulative discounted cash flow
5. Sensitivity Test โดยแบ่งเป็น 4 กรณี

6. ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์คือ IRR, BCR, FIRR และ NPV

รายละเอียดและตัวเลขที่ได้จากการทำ Case study ในการประมวลผลของโปรแกรมนี้ ได้แสดงไว้ในบทที่ 6

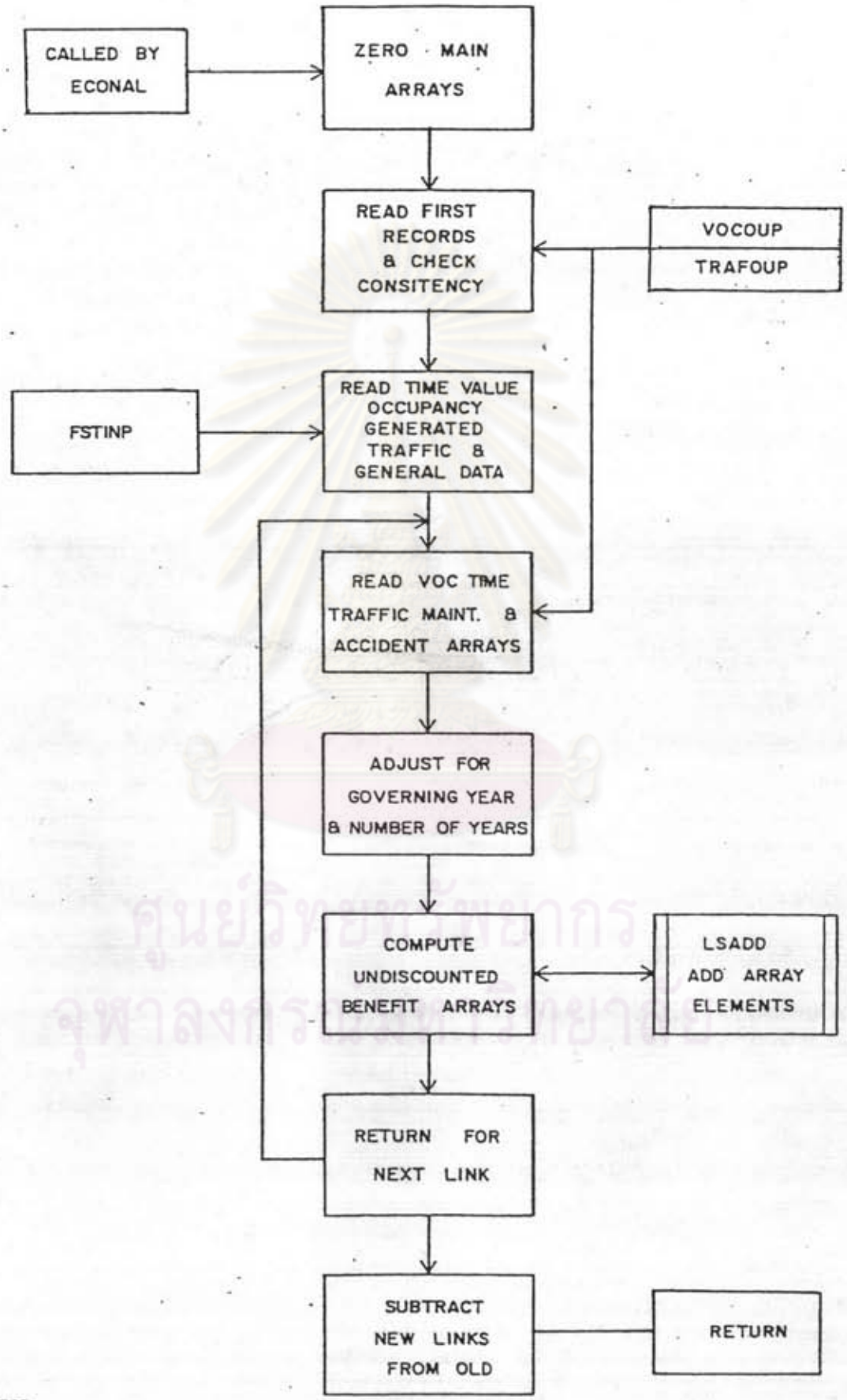
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ECONAL
FLOW CHART



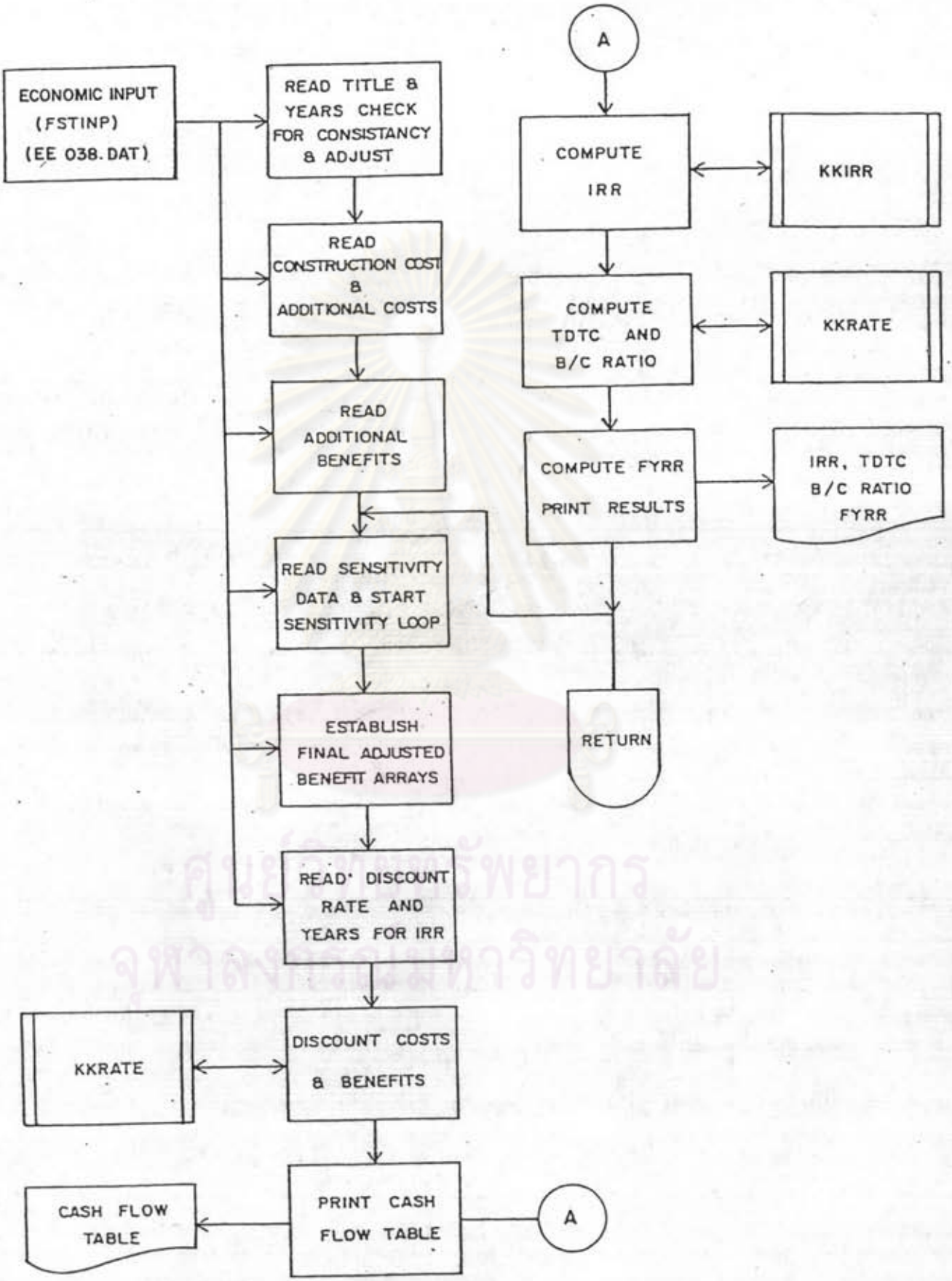
รูปที่ 5-3 ผังงานทั่วไปของโปรแกรม ECONAL

FSTEX



รูปที่ 5-4 ผังงานแสดงโปรแกรมย่อย FSTEX

EVASEX



รูปที่ 5-5 ผังงานแสดงโปรแกรมย่อย EVASEX

รูปที่ 5-6 ผังงานแสดงโปรแกรมย่อย KKIRR และ KKRATE