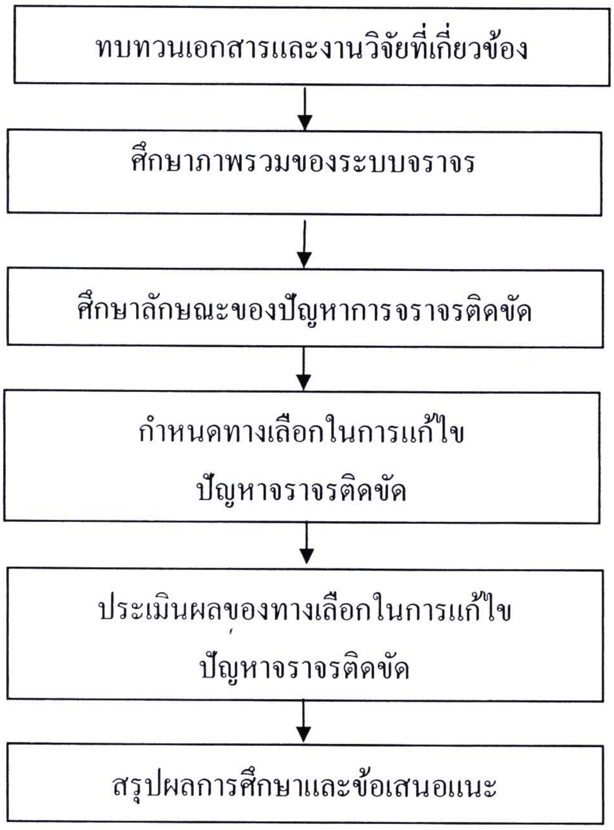
บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยการศึกษาเริ่มต้นจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางและวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย ศึกษาภาพรวมของระบบจราจร เพื่อทำความเข้าใจภาพรวมของพื้นที่ศึกษา ศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัด เพื่อสรุปประเด็นปัญหาจราจรติดขัดของพื้นที่ศึกษาและกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่เป็นไปได้ในการนำไปสู่การปฏิบัติ โดยใช้หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการคัดกรองทางเลือก จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจราจรที่เหมาะสมที่สุด และทำการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก เพื่อการคัดเลือกทางเลือกที่สามารถใช้แก้ปัญหาจราจร และมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยในขั้นตอนสุดท้ายผู้วิจัยจึงสรุปผลการศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะ

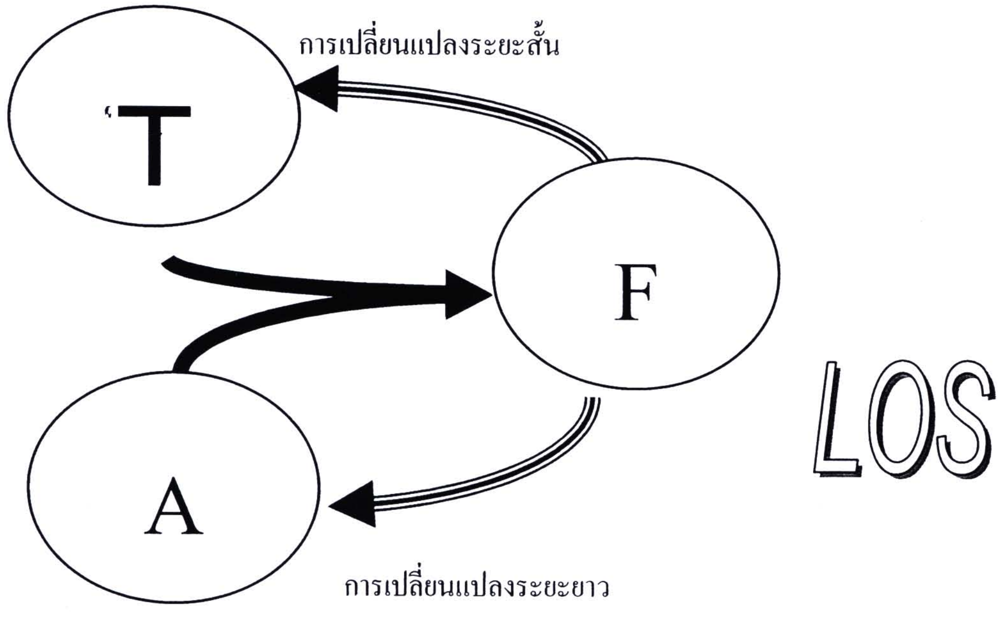


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนของการศึกษา

3.2 การศึกษาภาพรวมของระบบจราจร

3.2.1 แนวคิดพื้นฐานในการศึกษาภาพรวมของระบบจราจร

ในการวางแผนการจัดการระบบการจราจรของพื้นที่ใดๆ จะต้องทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ระบบกิจกรรมการใช้ที่ดิน (Activity System: A) ระบบการจราจรและขนส่ง (Transportation System: T) และรูปแบบการจราจรบนระบบการจราจรและขนส่ง (Flow Pattern: F) โดยทั้ง 3 ส่วนจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเป็นวัฏจักร ดังแสดงในรูปที่ 3.2



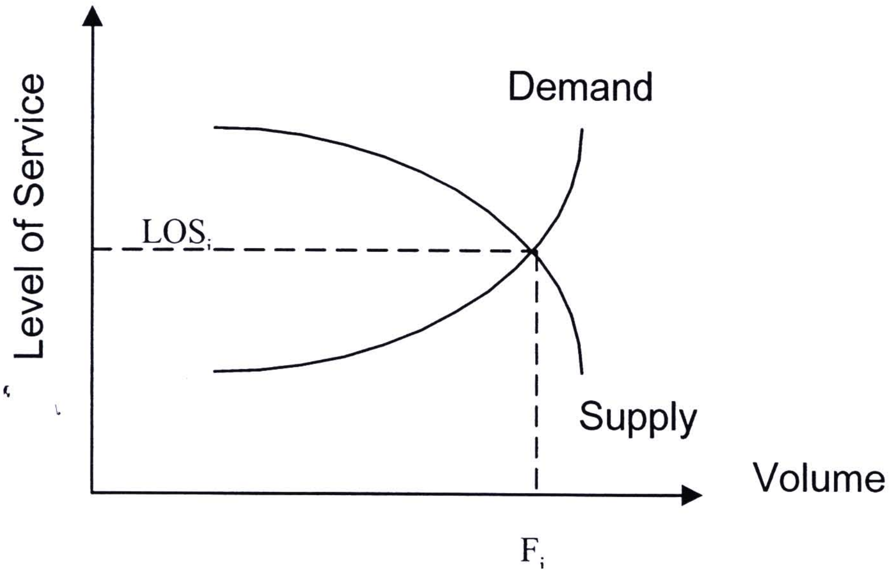
เมื่อ A = Activity System T = Transportation System

F = Flow Pattern LOS = Level of Service

รูปที่ 3.2 ภาพรวมของระบบการจราจรและขนส่ง

กล่าวคือ ที่ชุมชนใดๆ ก็ตาม คนที่อยู่ในชุมชนและคนที่เดินทางมาที่ชุมชนจะมีการทำกิจกรรมที่ชุมชน ทั้งในส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และในส่วนของกิจกรรมที่ตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลนั้นๆ การทำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคลเหล่านั้นจะทำให้เกิดระบบกิจกรรมขึ้นในชุมชน (Activity System: A) ซึ่งเป็นที่เข้าใจได้ว่าในการทำกิจกรรมต่างๆ บุคคลเหล่านั้นจำเป็นต้องเดินทางเพื่อไปทำกิจกรรมให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงก่อให้เกิดความต้องการเดินทางบนระบบการจราจรและขนส่ง (Transportation System: T) ที่หน่วยงานของรัฐและเอกชนได้จัดสร้างไว้ เช่น ระบบถนนและระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น ความต้องการเดินทางเพื่อไปทำกิจกรรม (A) และระบบการจราจรและขนส่งที่มีอยู่ (T) จะเป็นตัวชี้นำรูปแบบของการจราจรบนระบบขนส่ง (F) ในขณะ

ใดขณะหนึ่งภายใต้เงื่อนไขของความสมดุลย์ด้านความต้องการเดินทาง (Demand for Transportation) และอุปทานหรือระบบการจราจรและขนส่ง (Supply for Transportation) นั่นเอง (ดูรูปที่ 3.3 ประกอบ)



รูปที่ 3.3 Equilibrium of Demand and Supply for Transportation

รูปแบบของการจราจรบนระบบการจราจรและขนส่ง (F) จะสะท้อนถึงระดับในการให้บริการ (Level of Service: LOS) ของระบบการจราจรและขนส่งที่มีอยู่ว่าอยู่ในเกณฑ์สูงหรือต่ำเพียงใด ถ้าระบบการจราจรและขนส่งที่มีอยู่ไม่สามารถตอบสนองกับปริมาณความต้องการในการเดินทางได้อย่างเหมาะสม ระดับการให้บริการของระบบการจราจรและขนส่งดังกล่าวจะต่ำ ส่งผลย้อนกลับไปทำให้หน่วยงานของรัฐและเอกชนที่ได้จัดสร้างระบบการจราจรและขนส่งไว้จะต้องทำการปรับปรุงระบบการจราจรและขนส่งที่มีอยู่ให้สามารถตอบสนองกับปริมาณความต้องการในการเดินทางได้อย่างเหมาะสม

3.2.1 วิธีการวิเคราะห์ภาพรวมของระบบจราจร

วิธีการวิเคราะห์ภาพรวมระบบจราจรของพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ (1) การวิเคราะห์ระบบกิจกรรมบนถนนเลียบชายหาดพัทยา (2) การวิเคราะห์ระบบขนส่งบนถนนเลียบชายหาดพัทยา และ (3) การวิเคราะห์คุณลักษณะของการจราจรบนถนนเลียบชายหาดพัทยา โดยมีรายละเอียดของวิธีการในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ระบบกิจกรรมบนถนนเลียบชายหาดพัทยา

เป็นการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมบนถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) ทั้งในเวลากลางวันและในเวลากลางคืน ทั้งในวันธรรมดาและในวันหยุดราชการ ซึ่งทำ

ได้โดยการการลงพื้นที่เพื่อสังเกตุและจดบันทึกพฤติกรรมของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการเข้ามาทำกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา เช่น มาทำกิจกรรมอะไร และมาทำกิจกรรมในช่วงเวลาใด เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ระบบขนส่งบนถนนเลียบชายหาดพัทยา

เป็นการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะทั่วไปของระบบขนส่งที่มีไว้ใช้รองรับการเดินทางบน ถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาระบบขนส่ง 2 ส่วน คือ ระบบขนส่งทางถนนด้วยรถยนต์ส่วนตัวประเภทต่างๆ และระบบขนส่งทางถนนด้วยระบบขนส่งสาธารณะประเภทต่างๆ ที่มีให้บริการ

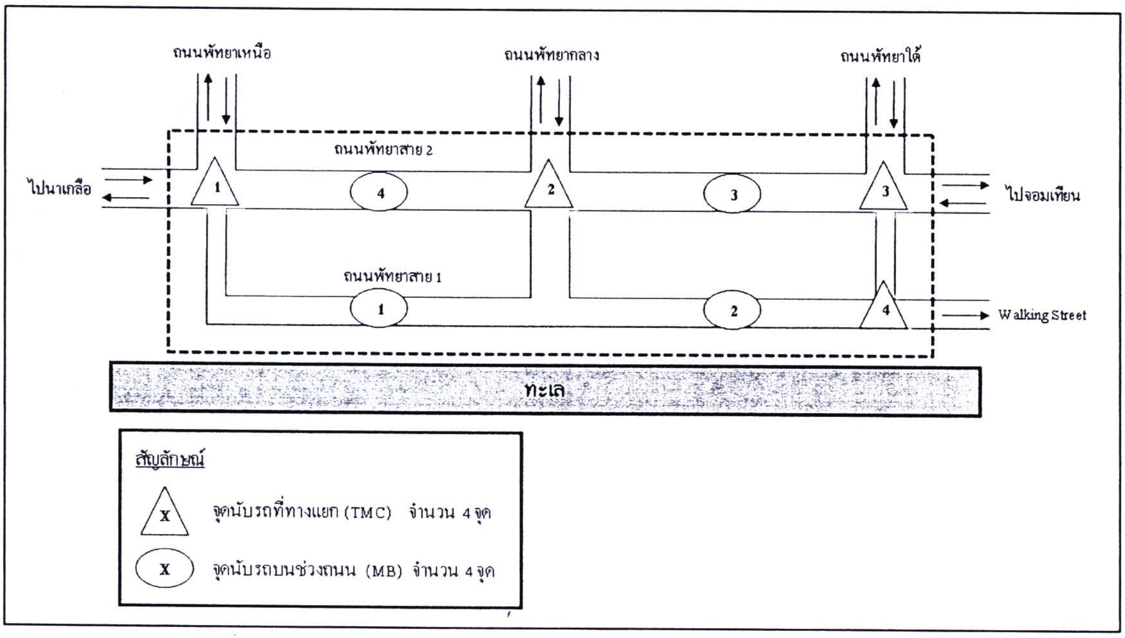
3) การวิเคราะห์คุณลักษณะของการจราจรบนถนนเลียบชายหาดพัทยา

เป็นการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของการจราจรของยานพาหนะประเภทต่างๆ และคุณลักษณะของการจราจรของคนเดินเท้าบน ถนนบนถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) โดยมีส่วนประกอบของการศึกษาเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่ (1) ศึกษาการไหลเวียนของการจราจรในระดับภาพรวมของเมือง และ (2) ศึกษาความหนาแน่นของการจราจรบนถนนบนถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) โดยการสำรวจปริมาณจราจรเพื่อการวิเคราะห์คุณลักษณะของการจราจรบนถนนเลียบชายหาดพัทยาของการศึกษานี้ มีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

- วันที่ทำการสำรวจข้อมูลการจราจร ในวันธรรมดา 1 วัน (คือ วันพฤหัสบดีที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548) และในวันหยุดสุดสัปดาห์ 1 วัน (คือ วันเสาร์ที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548)
- จุดที่ทำการสำรวจข้อมูลการจราจร ประกอบด้วย การสำรวจข้อมูลการจราจรที่ทางแยก 5 ทางแยก และบนช่วงถนน 5 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3.4
    - การสำรวจปริมาณจราจรและจังหวะสัญญาณไฟที่ทางแยก 5 ทางแยก ทำโดยจดบันทึกปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที และแจงนับปริมาณจราจรแยกทิศทาง และประเภทของยานพาหนะ รายละเอียดของจุดสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 3.1
    - การสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน 5 จุด ทำโดยจดบันทึกปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที และแจงนับปริมาณจราจรแยกทิศทาง และประเภทของยานพาหนะ รายละเอียดของจุดสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 3.2
- ประเภทยานพาหนะที่ทำการสำรวจข้อมูลการจราจรและหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคล (PCU) สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้
    - รถเก๋ง/กระบะ/แท็กซี่ (PCU = 1.00)
    - รถตู้ (PCU = 1.00)
    - รถสองแถวรับจ้าง (PCU = 1.00)

- รถมอเตอร์ไซค์ (PCU = 0.25-0.30)
- รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง (PCU = 0.25-0.30)
- รถทัวร์ (PCU = 1.75-2.00)

- การวิเคราะห์สภาพการจราจรบนโครงข่ายถนน จะทำการวิเคราะห์ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ทั้งในหน่วย PCU 9 ต่อชั่วโมง และคันต่อชั่วโมง รวมทั้งวิเคราะห์หาสัดส่วนยานพาหนะแต่ละประเภทบนพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เพราะประเภทของยานพาหนะแต่ละชนิดมีขนาดและลักษณะการใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีผลกระทบที่ทำให้สภาพการจราจรติดขัดแตกต่างกันด้วย ดังนั้นในการพิจารณาภาพรวมของปริมาณการจราจรบนโครงข่ายหนาแน่นนั้น จึงต้องคำนึงถึงยานพาหนะทุกประเภท โดยได้รวมยานพาหนะดังกล่าวเข้าด้วยกัน โดยการแปลงหน่วยยานพาหนะแต่ละประเภทให้อยู่ในหน่วยมาตรฐานก่อน คือ หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) แล้วจึงรวมปริมาณการจราจรของยานพาหนะทุกประเภทเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อใช้บ่งบอกสภาพการจราจรและสามารถเปรียบเทียบกันได้ แต่ก็ยังคงต้องพิจารณาในแต่ละประเภทของยานพาหนะประกอบด้วย



รูปที่ 3.4 จุดสำรวจปริมาณจราจร

ตารางที่ 3.1 กำหนดการและรายละเอียดจุดสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก

จุดสำรวจ	**ชื่อถนน/จุดอ้างอิง**	**วันที่สำรวจ**	**วันของสัปดาห์**	**ช่วงเวลา**
TMC 1	วงเวียนปลาโลมา	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
TMC 2	ถนนพัทยากลางตัดสาย 2	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
TMC 3	ถนนพัทยาใต้ตัดสาย 2	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
TMC 4	พัทยาเลียบหาด แยกเข้า Walking Street	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.

ตารางที่ 3.2 กำหนดการและรายละเอียดจุดสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

จุดสำรวจ	**ชื่อถนน/จุดอ้างอิง**	**วันที่สำรวจ**	**วันของสัปดาห์**	**ช่วงเวลา**
MB 1	พัทยาเลียบหาด แยกเข้า ซ.5	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
MB 2	พัทยาเลียบหาด แยกเข้า ซ.12	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
MB 3	พัทยาสาย 2 แยกเข้า ซ.13	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.
MB 4	พัทยาสาย 2 แยกเข้า ซ.6	24 พ.ย. 2548 26 พ.ย. 2548	พฤหัสบดี เสาร์	06.00-22.00 น. 06.00-24.00 น.

3.3 การศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัด

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) ในขั้นตอนของการตรวจสอบถนนที่มีอยู่เดิม (Audit of Existing Road) ของ กระทรวงคมนาคม [11] กับการศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดของกรณีศึกษานี้ ซึ่งสามารถทำได้ใน 2 รูปแบบ คือ

1) การลงพื้นที่เพื่อสังเกตุและบันทึกลักษณะของปัญหาจราจรติดขัดประเภทต่างๆ

การศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดในรูปแบบนี้ ทำได้โดยการทดลองขับขี่รถยนต์และเดินเท้า บนถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) ทั้งในเวลากลางวันและในเวลากลางคืน ทั้งในวันธรรมดาและในวันหยุดราชการ ทั้งนี้เพื่อรวบรวมและบันทึกปัญหาจราจรติดขัดลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้นลงในรายการตรวจสอบปัญหาจราจรติดขัดที่จัดทำขึ้น วิธีการตรวจสอบปัญหาในรูปแบบ ทำให้ผู้วิจัยสามารถมองเห็นปัญหาจากมุมมองของผู้ใช้รถใช้ถนนได้อย่างชัดเจนและได้ข้อมูลที่ครอบคลุมประเด็นปัญหาจราจรติดขัดที่มีความหลากหลายได้

2) การสอบถามปัญหาจราจรติดขัดประเภทต่างๆ กับผู้ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดในรูปแบบนี้ ทำได้โดยการสอบถามปัญหาการจราจรติดขัดประเภทต่างๆ กับผู้ที่มีหน้าที่ดูแลและบริหารการจัดการจราจร เช่น ตำรวจจราจร และนักวิเคราะห์จราจรของ เมืองพัทยา เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดของกรณีศึกษาได้อย่างครบถ้วนยิ่งขึ้น

เมื่อได้ข้อมูลจากการตรวจสอบปัญหาการจราจรติดขัดของกรณีศึกษาแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ตรวจพบ มาทำการวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดของกรณีศึกษา โดยได้ทำการแยกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ ของปัญหาการจราจรติดขัด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่มีประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไปได้

3.4 การกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดในขั้นตอนก่อนหน้านี้ มาประกอบการพิจารณาหาทางออกแก่ปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น บนถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) ซึ่งสามารถทำได้โดยการจัดประชุมเพื่อสร้างแนวคิดในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้นร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินการ 3 ส่วนต่อเนื่องกัน คือ

1) ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้นให้ผู้บริหารเมืองและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องได้รับทราบ และร่วมหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น (Problem Definition)

2) ผู้บริหารเมืองและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องร่วมกันระดมสมอง เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น (Search for Solutions)

3) ผู้บริหารเมืองและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องร่วมกันระดมสมอง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น (Performance of Alternative) และความความเหมาะสมหรือเป็นไปได้ในการนำทางเลือกนั้นๆ ไปสู่การปฏิบัติ (Implementation of Alternative) ซึ่งทำให้จำนวนทางเลือกที่เสนอให้ดำเนินการต่อไปนั้นมีจำนวนน้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป คือ การประเมินผลของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด เพราะในขั้นตอนของการประเมินผลของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดนั้น จะต้องใช้ทรัพยกรจำนวนมากในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องและวิเคราะห์ผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของทางเลือกที่เสนอให้นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น

3.5 การประเมินผลของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด

การประเมินผลของทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด ประกอบด้วยการดำเนินการ 2 ส่วน คือ การประเมินประสิทธิภาพของทางเลือก (Performance of Alternative) ที่เสนอให้นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น และการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก (Cost-Effectiveness of Alternative) ที่เสนอให้นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดของวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

3.5.1 การประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกที่เสนอ

1) ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือกที่เสนอ

จุดประสงค์การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจราจรของทางเลือก คือ การคาดคะเนระดับการให้บริการ (Level of Service) ของโครงข่ายถนน (ซึ่งประกอบด้วยช่วงถนนและทางแยก) ภายใต้สภาวการณ์ปัจจุบันและอนาคต เมื่อมีการนำทางเลือกที่ได้รับการเสนอมาสู่การปฏิบัติ ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดไว้ว่า ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจราจรของทางเลือก สามารถวัดได้จากตัวชี้วัดประสิทธิภาพ 5 ตัว คือ

1) Total Travel Time หมายถึง ระยะเวลาที่ยวดยานทั้งหมดใช้ในการเดินทาง มีหน่วยเป็น PCU-Hour per Hour ถ้าโครงข่ายถนนมีค่า Total Travel Time ยิ่งน้อย ก็หมายความว่า โครงข่ายถนนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งดี

2) Total Travel Distance หมายถึง ระยะทางที่ยวดยานทั้งหมดใช้ในการเดินทาง (มีหน่วยเป็น PCU-Kilometer per Hour) ถ้าโครงข่ายถนนมีค่า Total Travel Distance ยิ่งน้อย ก็หมายความว่า โครงข่ายถนนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งดี

3) Average Cruise Speed หมายถึง ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานทั้งหมดที่เดินทางอยู่บนโครงข่ายถนน (มีหน่วยเป็น Kilometer per Hour) ถ้าโครงข่ายถนนมีค่า Average Cruise Speed ยิ่งมาก ก็หมายความว่า โครงข่ายถนนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งดี

4) Average Trip Travel Time หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยของยวดยานทั้งหมดที่เดินทางอยู่บนโครงข่ายถนน (มีหน่วยเป็น Minute) ถ้าโครงข่ายถนนมีค่า Average Trip Travel Time ยิ่งน้อย ก็หมายความว่า โครงข่ายถนนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งดี

5) Average Trip Travel Distance หมายถึง ระยะทางเฉลี่ยของยวดยานทั้งหมดที่เดินทางอยู่บนโครงข่ายถนน (มีหน่วยเป็น Kilometer) ถ้าโครงข่ายถนนมีค่า Trip Travel Average Distance ยิ่งน้อย ก็หมายความว่า โครงข่ายถนนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งดี

2) เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือกที่เสนอ

การวิเคราะห์ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจราจรของทางเลือก สามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองด้านการจราจรที่เรียกว่า SATURN (ย่อมาจากคำว่า Simulation and Assignment of Traffic in Urban Road Network) SATURN ใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาผลกระทบของการบริหารจัดการระบบจราจรต่าง ๆ ในยุโรปและประเทศอังกฤษ SATURN เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยทีมวิจัยของ สถาบันวิจัยระบบขนส่ง (Institute of Transport Studies) ของ มหาวิทยาลัยลีดส์ (University of Leeds) ประเทศอังกฤษ ตั้งแต่ ปี ค.ศ.1981 เป็นต้นมา

SATURN เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดปริมาณการจราจรบนโครงข่ายถนน (Traffic Assignment on Road Network) และเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงข่ายถนน (Performance of Road Network) โดยมีจุดเด่นเหนือโปรแกรมวิเคราะห์จราจรอื่นๆ คือ SATURN มีโมเดลสำหรับเลียนแบบการเคลื่อนที่ของกลุ่มยานพาหนะเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณความล่าช้าที่บริเวณทางแยก ได้ทั้งในกรณีของ ทางแยกแบบทางเอก-ทางโท และทางแยกแบบสัญญาณไฟจราจร

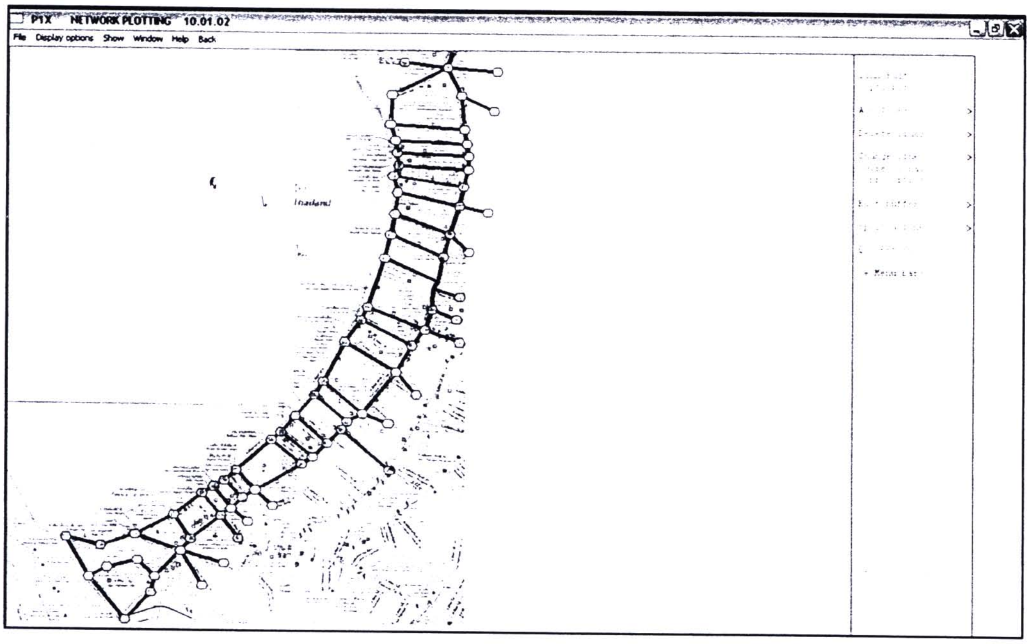
ทำให้ SATURN เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษา คือโครงข่ายถนนบริเวณ ถนนเลียบชายหาดพัทยา (ถนนพัทยาสาย 1) เมืองพัทยา

SATURN เป็นแบบจำลองด้านการจราจร ที่ให้ความสำคัญกับรายละเอียดของการแสดงแทนทางแยก ทางเลี้ยว และระบบสัญญาณไฟในโครงข่าย SATURN สามารถทำการวิเคราะห์ผลกระทบได้ทั้งในรูปแบบอุปสงค์ที่คงที่ (Fixed Demand) และอุปสงค์แบบยืดหยุ่น (Elastic Demand) ในส่วนการศึกษานี้ เนื่องจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเป็นการปรับระบบการควบคุมและบริหารโครงข่ายจึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องให้ความสนใจในความยืดหยุ่นของอุปสงค์ในการเดินทาง ลักษณะการวิเคราะห์แบบใช้อุปสงค์แบบยืดหยุ่น จะมีความจำเป็นและเหมาะสมสำหรับการวางแผนในระยะยาว

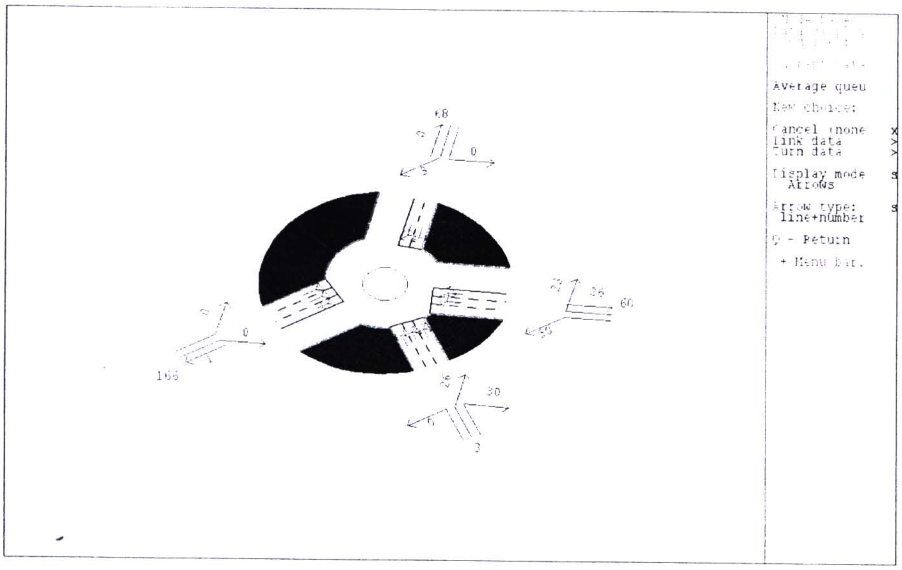
SATURN มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.5 คือ

1) SATURN Module ใช้ในการวิเคราะห์แจกแจงเส้นทางของอุปสงค์การเดินทาง จากแต่ละจุดต้นทาง (Origin) ไปยังแต่ละจุดปลายทาง (Destination) โดยหลักการในการเลือกเส้นทางการเดินทางจะเป็นไปตามทฤษฎี Wordrop User's Equilibrium Assignment ซึ่งระบุไว้ว่าผู้เดินทางจะเลือกเส้นทางการเดินทางจนกระทั่งไปสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้โดยทำการเปลี่ยนเส้นทาง ใน SATURN Module รูปแบบโครงข่ายถนนโดยรวมจะถูกแสดงแทนโดย Link และ Node และ Centroid โดย Link จะแสดงแทนถนนต่างๆ ในระบบ Node จะแสดงแทนแยกและจุดเชื่อมต่อต่างๆ ของแต่ละถนน Centroid คือ จุดแสดงแทนจุดต้นทาง (Origin) และจุดปลายทาง (Origin) ของการเดินทางในโครงข่าย ผลจากการทดลองใช้โปรแกรม SATURN ในการจำลองโครงข่ายถนนของการศึกษานี้ ดังแสดงไว้ในรูป 3.6
2) SATSIM Module ใช้ในการวิเคราะห์ทางแยกด้วยเทคนิคการจำลองทางแยกโดยละเอียด (Simulation Technique) กล่าวคือ ในส่วนของ SATSIM Module รายละเอียดเกี่ยวกับ Layout ของแยกนั้น ๆ ระบบสัญญาณไฟจราจร จำนวนช่องทางการจราจร และทิศทางการเลี้ยวของแต่ละช่องทาง รวมทั้งกฎบังคับการเลี้ยวต่าง ๆ (เช่น การให้ทางหรือเลี้ยวซ้ายผ่านตลอด) จะถูกทำการจำลองโดยละเอียด (รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างการ Code ทางแยก ด้วย SATSIM Module) หลังจากนั้นปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของแต่ละแยกที่ได้มาจากการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง โดย SATURN Module จะถูกส่งไปยัง SATSIM เพื่อวิเคราะห์รายละเอียดความสัมพันธ์แบบ Flow – Delay Relationship จนกระทั่งพบจุดสมดุล (Converged)

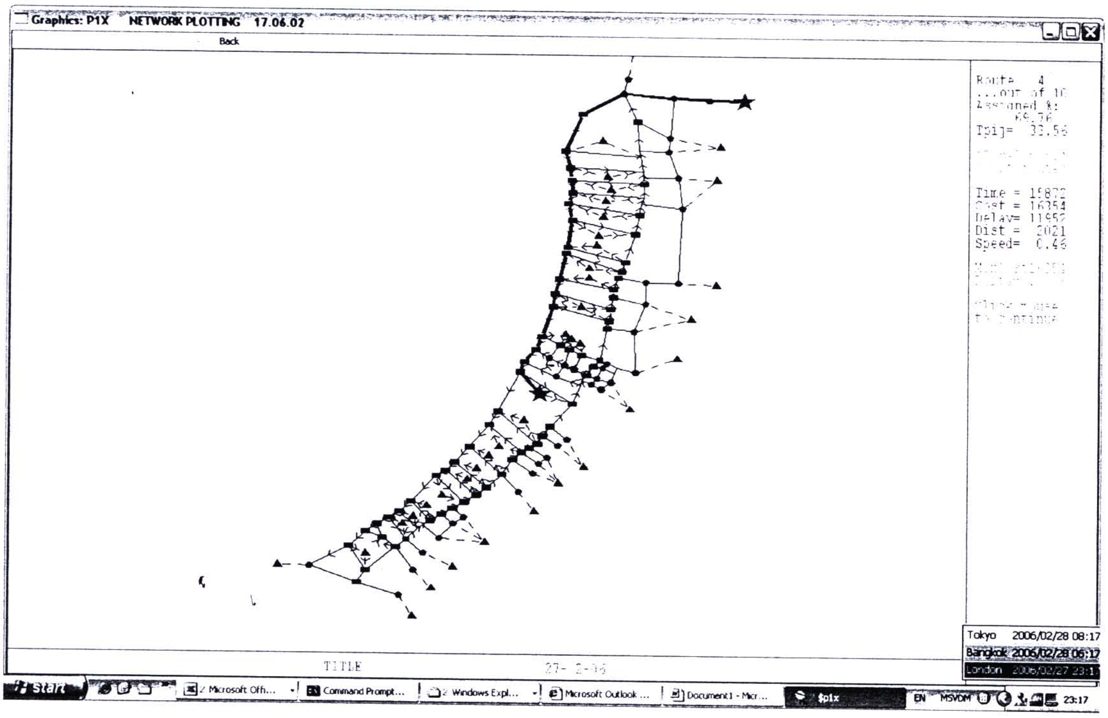
รูปที่ 3.5 โครงสร้างโดยรวมของการวิเคราะห์ระบบจราจรใน SATURN



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างโครงข่ายถนนของเมืองพัทยาในโปรแกรม SATURN



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการจำลองทางแยกวงเวียนปลาโลมาในโปรแกรม SATURN



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ให้รถวิ่งจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง

3.5.2 การประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือกที่เสนอ

การประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก (Cost-Effectiveness of Alternative) ที่เสนอให้นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดที่เกิดขึ้น เป็นการนำมูลค่าของการลงทุนทางเศรษฐกิจ (Economic Cost) ของทางเลือกมาเปรียบเทียบกับมูลค่าของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ (Economic Benefit) ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำตามทางเลือกที่เสนอให้ดำเนินการ ซึ่งสามารถนำมูลค่าการลงทุนผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจมาเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ด้วยดัชนีหลักทางด้านเศรษฐกิจ 3 ตัว คือ มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ ผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน และ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีวิธีการที่ใช้ในการประเมินผลดังนี้

1) มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)

เป็นการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก ในรูปแบบของการนำมูลค่าเงินของผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Value of Benefit) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีต่าง ๆ มาหักลบด้วยมูลค่าเงินของการลงทุนทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Value of Cost) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีต่าง ๆ ตลอดช่วงอายุโครงการ โดยใช้อัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่สมมติให้เท่ากับ 12% ในการคำนวณหามูลค่าเงินปัจจุบัน โดยทางเลือกจะมีความเป็นไปได้ ถ้ามูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า “ศูนย์” และถ้ามูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิของทางเลือกยิ่งมีค่า

มากกว่า "ศูนย์" ก็หมายความว่าทางเลือกนั้นเป็นทางเลือกนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากยิ่งขึ้นนั่นเอง ดังแสดงสูตรการคำนวณไว้ดังนี้

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

เมื่อ	NPV	คือ	มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ
	t	คือ	ปีที่ได้รับผลตอบแทน
	n	คือ	จำนวนปีที่ได้รับผลตอบแทน
	r	คือ	อัตราดอกเบี้ย
	Ct	คือ	ผลตอบแทนที่ได้รับในปี t
	Co	คือ	ผลตอบแทนที่ได้รับในปีแรก

2) ผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C)

เป็นการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก ในรูปแบบของ อัตราส่วนระหว่าง มูลค่าเงินของผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Value of Benefit) และ มูลค่าเงินของการลงทุนทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Value of Cost) อย่างไรก็ตามมูลค่าเงินของผลประโยชน์และมูลค่าเงินของการลงทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีต่าง ๆ ตลอดช่วงอายุโครงการ จะต้องถูกนำมาปรับให้อยู่ในรูปแบบของมูลค่าเงินปัจจุบัน (Present Value) ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกันในรูปแบบของอัตราส่วน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้อัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่สมมติให้เท่ากับ 12% มาทำการคำนวณหามูลค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ของทางเลือก (Present Value of Benefit) และมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิของการลงทุนของทางเลือก (Present Value of Cost) โดยทางเลือกจะมีความเป็นไปได้ถ้าผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน (Benefit Cost Ratio หรือ B/C) ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า "หนึ่ง" และถ้าผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนของทางเลือกยิ่งมีค่ามากกว่า "หนึ่ง" ก็หมายความว่า ทางเลือกนั้นเป็นทางเลือกนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากยิ่งขึ้นนั่นเอง ดังแสดงสูตรการคำนวณไว้ดังนี้

$$\text{Benefit Cost Ratio หรือ B/C} = \frac{\text{Net Present Economic Value of Benefit}}{\text{Net Present Economic Value of Cost}}$$

3) อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Internal Rate of Return หรือ IRR)

เป็นการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของทางเลือก ในรูปแบบของ การหาอัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่จะทำให้นำมูลค่าเงินสุทธิของผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ (Net Economic Value of Benefit) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีต่าง ๆ มีค่าเท่ากับมูลค่าเงินสุทธิของการลงทุนทางด้านเศรษฐกิจ (Net Economic Value of Cost) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีต่าง ๆ ตลอดช่วงอายุโครงการ ซึ่งอัตราส่วนลด (Discount Rate) ดังกล่าว ก็คือ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Internal Rate of Return หรือ IRR) ของทางเลือกนั่นเอง โดย อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ควรจะมีค่า มากกว่า 12% และถ้าอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ มีค่ามากยิ่งขึ้น ก็หมายความว่าทางเลือกนั้นเป็นทางเลือกนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากยิ่งขึ้นนั่นเอง ดังแสดงสูตรการคำนวณไว้ดังนี้

$$\text{Initial Investment} = \sum_{t=1}^{N} \frac{C_t}{(1 + IRR)^t}$$

เมื่อ	IRR	คือ	อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ
	t	คือ	ปีที่ได้รับผลตอบแทน
	Ct	คือ	ผลตอบแทนที่ได้รับในปี t
	N	คือ	จำนวนปีที่ลงทุน