บทที่ 3

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการจำลองโดยอาศัยแบบจำลองต่างๆ โดยเริ่มจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงทำการเลือกแบบจำลองที่จะใช้ในการวิเคราะห์และจำลองการจราจร ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่เคยใช้กันในอดีต เสร็จแล้วจึงนำเอาโปรแกรมที่คัดเลือกมาทำการศึกษาความสามารถ ความเหมาะสมและข้อจำกัดของแต่ละโปรแกรมเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ โดยการใช้กับกรณีศึกษาในงานวิจัยซึ่งในที่นี้คือ บริเวณวงเวียนหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หลังจากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้สำหรับแต่ละโปรแกรม แล้วจึงทำการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมพร้อมทั้งปรับแต่งผลลัพธ์ที่ได้ให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน จึงทำการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองและทำการเปรียบเทียบและปรับปรุงแก้ไขในแบบจำลองจนเป็นที่น่าพอใจ สุดท้ายจึงสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ไขและการโปรแกรมที่คัดเลือกในการจำลองในครั้งนี้ โดยรายละเอียดของวิธีการศึกษาเพิ่มเติมมีดังต่อไปนี้

3.1 การคัดเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการจำลองการจราจรเพื่อการวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งยังสามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์จาการจำลองที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยการคัดเลือกโปรแกรมในการวิจับในครั้งนี้ทำโดยการการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่ได้ทำมาในอดีต ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยที่คล้ายคลึงและสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ด้วย เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อเป็นการบรรลุวัตถุประสงค์ในงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยในครั้ง คือ

3.1.1.1 โปรแกรม aaSIDRA 1.0

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA 1.0 version 1.0 เป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนามาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SIDRA 5.1 และถูกคัดเลือกให้ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้

aaSIDRA 1.0 ย่อมาจาก (Akcelik&Associates Traffic Signalised & Unsignalised Intersection Design and Research Aid) ใช้สำหรับออกแบบและประเมินค่าของทางแยกลักษณะต่าง ๆ เช่น

- ทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร
- วงเวียน
- ทางแยกที่กำหนดทางเอก – ทางโท
- ทางแยกที่ใช้ป้ายหยุดทุกทาง
- ทางแยกที่ใช้ป้ายชะลอความเร็ว

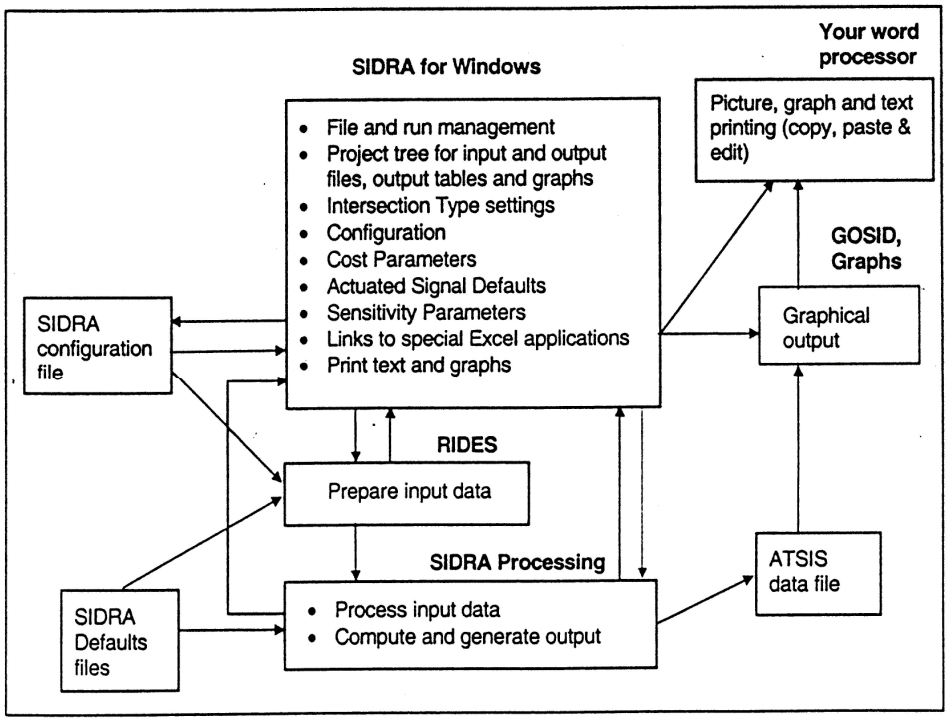
aaSIDRA 1.0 ใช้วิธีการวิเคราะห์ค่า และการประมาณค่าแบบทำซ้ำเพื่อหาค่าความจุ และประเมินค่าสภาพการจราจร (ความล่าช้า ความยาวคิว เป็นต้น)

แบบจำลอง aaSIDRA 1.0 ได้มีการปรับแก้ค่าเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับสภาพจราจรในท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น US HCM New Zealand และการจราจรทางด้านขวา โดยที่ในปี ค.ศ. 2000 ได้ถูกใช้และประสบผลสำเร็จด้วยดีใน 1200 แห่ง 65 ประเทศ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA 1.0 นี้ได้ใช้วิธีการที่ทันสมัยที่สุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่นๆ

ความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA 1.0 คือ

- ประมาณค่าความจุและสภาพการจราจร เช่น ความล่าช้า ความยาวคิว อัตราการหยุด และค่าใช้จ่าย การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และสภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับทางแยกแบบต่าง ๆ
- วิเคราะห์วิธีการออกแบบเพื่อให้สามารถออกแบบทางแยกได้อย่างมีประสิทธิผลสูงสุด
- ช่วยพิจารณารอบเวลาของสัญญาณไฟที่เหมาะสม
- ช่วยหาอายุการใช้งานเมื่อมีอัตราการจราจรเพิ่มขึ้น
- ช่วยวิเคราะห์ค่าความผันแปรของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
- ช่วยในการออกแบบทางเรขาคณิต โดยใช้วิธี “lane-by-lane”
- ช่วยออกแบบช่องจราจรเฉพาะกิจ (ช่องจราจรสำหรับเลี้ยว ช่องจราจรสำหรับจอด เป็นต้น)
- ช่วยวิเคราะห์ผลกระทบของรถบรรทุกที่มีต่อสภาพการจราจรบริเวณทางแยก
- ช่วยวิเคราะห์ช่องจราจรร่วมที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ได้หลายทิศทาง
- วิเคราะห์ทางแยกที่มีมากกว่า 4 ขา
- วิเคราะห์สภาพการจราจรที่สภาวะอิ่มตัว

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA 1.0 เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการติดตั้งใช้งาน โดยสามารถใช้กับ Windows 95, 98, NT 4 or 2000การทำงานของโปรแกรมฯ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.1



ภาพประกอบที่ 3.1 แผนผังแสดงระบบการทำงานของโปรแกรม aaSIDRA 1.0.

ที่มา : Akcelik, R. and Associates Pty Ltd. 2000. aaSIDRA 1.0 USER GUIDE. figure1. : p. 6.

การทำงานของโปรแกรม aaSIDRA 1.0 สามารถแบ่งออกได้ 2 ขั้นหลัก คือ Step 1 Index (RIDES) เตรียมข้อมูลและป้อนค่าลงใน RIDES ดังข้อมูลที่ป้อนลงไปไม่ผิดพลาด Step 2 Output (GOSID) โปรแกรมก็จะคำนวณความจุและสภาพการจราจร แสดงผลที่ได้ออกมาทั้งในรูปของตารางและรูปภาพ

การที่จะเปิดไฟล์เพื่อป้อนค่า (RIDES) หรือ รับผล (GOSID) สามารถทำได้โดยคลิก 2 ครั้งที่ไอคอน

Computer System Requirement

- Pentium 100 หรือดีกว่า
- Min 32 MB. RAM.
- CD drive for installation

วิธีการใช้แบบจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA 1.0

1. เลือกรูปแบบของการควบคุมทางแยกจาก Icon ที่แสดงในหน้าจอหลัก เลือก File หรือ Folder ที่จะเก็บข้อมูล พร้อมตั้งชื่อ File ที่ต้องการจะ Save

2. เข้าสู่โปรแกรม RIDES มี 5 เมนูหลัก คือ

3. Edit

- Basic Parameter
- Intersection
- Roundabout Data
- Approaches
- Lanes
- Volumes
- Priorities
- Opposed Turn
- Cycle Time (Variable) * (ถูกบล๊อคไว้)
- Flow Scale (Variable)

4. Extra Data

- Movement Description
- Timing Data*
- Phased Times*
- Green Split Priority*
- Geometric Delay Data
- Movement Data (1)
- Movement Data (2)
- Define Mov. Grouping*
- Data for Grouping

5. Help

- Help System
- Keys
- Help Index
- Program Info

6. Save

7. Exit

3.1.1.2 โปรแกรม TRIPS 32

โปรแกรม TRIPS 32 เป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นแบบจำลองการจราจรที่เป็นโครงข่าย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีศึกษาที่กำหนดขึ้นโดยการสร้างแบบจำลอง เพื่อหาผลลัพธ์ออกมาหลายแบบ เช่น ความเร็ว ความจุของถนน ลักษณะโครงข่ายของถนน ,พฤติกรรมการเดินทาง และ ปริมาณยานพาหนะต่อค่าความจุของถนน เป็นต้น ซึ่งค่าต่างๆที่ได้ออกมานั้นเป็นแบบจำลองตามสภาพที่เกิดขึ้นจริง อีกทั้งยังสามารถพยากรณ์ไปยังอนาคตได้อีกด้วย ซึ่งในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลต่างนั้นหากกระทำด้วยมือจะเป็นการยุ่งยากและเสียเวลามาก เนื่องจากโปรแกรมนี้สามารถใช้เวลาในการคำนวณและเปลี่ยนแปลงข้อมูล เช่น ข้อมูลทางกายภาพ การเพิ่มเส้นทางในโครงข่าย หรือสมมติเส้นทางหรือปริมาณความต้องการเดินทางในอนาคตได้โดยอาศัยเวลาไม่มากนัก

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS32 จะประกอบด้วย 4 ชุดโปรแกรมย่อย ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กันโดยแต่ละโปรแกรมย่อยจะเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งในแบบจำลอง ตัวแปรต่างๆภายในแต่ละโปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งชุดโปรแกรมย่อยทั้งหมดมีดังนี้

1. แบบจำลองความต้องการการเดินทาง (Demand Modeling)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 ขั้นตอนแรกของแบบจำลองการคมนาคมขนส่ง คือ แบบจำลองการเกิดการเดินทางแบบจำลองการกระจายการเดินทาง และแบบจำลองเลือกประเภทการเดินทาง

2. แบบจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายถนน (Highway Analysis)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้การสร้างแบบจำลองในขั้นสุดท้ายของแบบจำลองในขั้นสุดท้ายของแบบจำลองขั้นตอนต่อเนื่อง คือ แบบจำลองการเลือกเส้นทางการเดินทาง ซึ่งจะใช้พิจารณาการเคลื่อนที่ของรถบนโครงข่ายถนน

3. แบบจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายขนส่งมวลชน (Public Transport)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้การสร้างแบบจำลองในขั้นสุดท้ายของแบบจำลองขั้นตอนต่อเนื่อง คือ แบบจำลองเลือกเส้นทางการเดินทางซึ่งจะใช้พิจารณารูปแบบการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารในระบบขนส่งมวลชน โดยจำลองพฤติกรรมการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชนจากรูปแบบการเดินทางในประเภทต่างๆ เช่น รถโดยสารธรรมดา รถโดยสารปรับอากาศ รถไฟฟ้า เป็นต้น และจากทางเลือกของเส้นทางที่มีอยู่

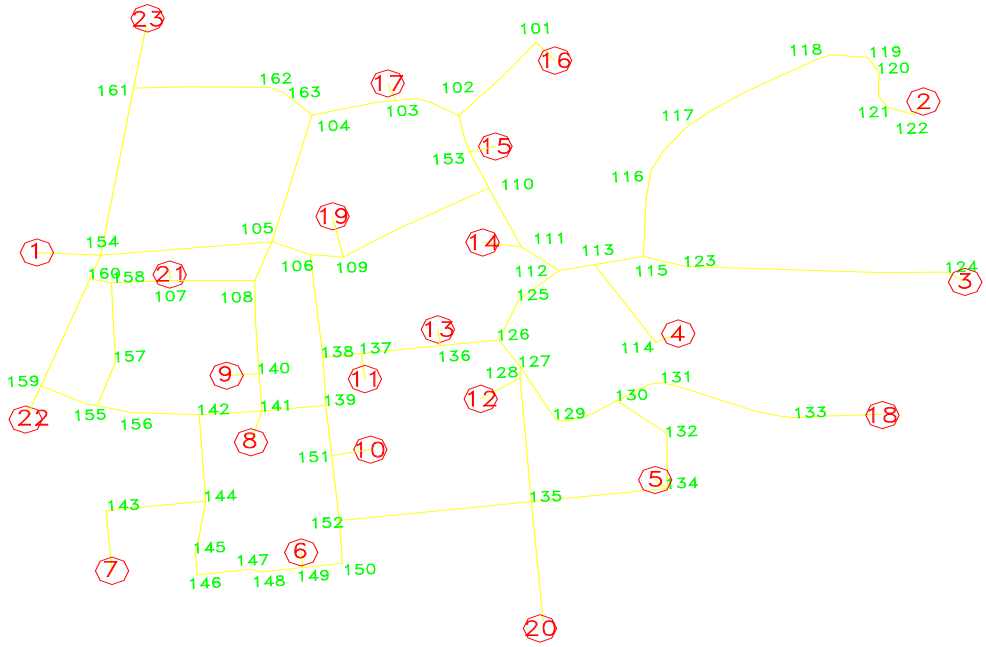
4. แบบจำลองการประมาณตารางการเดินทาง (Matrix Estimation)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้ในการสร้างตารางการเดินทาง เนื่องจากต้องการพื้นฐานของแบบจำลองด้านการคมนาคมขนส่งทุกประเภท ผลลัพธ์ที่ต้องการก็คือความต้องการในการเดินทางจากพื้นที่ย่อยหนึ่งไปยังอีกพื้นที่ย่อยหนึ่งในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา หรือตารางการเดินทาง

งานวิจัยนี้จำเป็นต้องอาศัยโปรแกรม TRIPS 32 เพื่อที่จะจำลองการจราจรที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยคำนึงถึงความต้องการการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยฯ และปริมาณการเดินทางจากเส้นทางภายนอกที่ได้กำหนดไว้เป็น ZONE ภายนอก โดยที่ปริมาณการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของ ZONE ภายในโดยสนใจที่ปริมาณที่จอดรถในแต่ละสถานที่ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้จำแนกปริมาณความต้องการเดินทางระหว่าง ZONE โดยแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์จากปริมาณยานพาหนะ และที่จอดรถของแต่ละ ZONE

จากความต้องการข้อมูลของโปรแกรม TRIPS 32 จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้

1. พิกัดของแต่ละจุด (NODE Coordinate) ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาใช้จำนวน NODE ทั้งสิ้นในเบื้องต้น คือ 154 NODE ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.2



ภาพประกอบที่ 3.2 การแบ่งจำนวน NODE และ ZONE ต่างๆในพื้นที่สำรวจในมหาวิทยาลัย

2. LINK คือ เส้นทางที่อยู่ระหว่าง NODE แต่ละ NODE ซึ่งโปรแกรม TRIPS 32 ต้องการข้อมูลนี้เพื่อทำการวิเคราะห์

3. OD MATRIX คือ ข้อมูลความต้องการเดินทางระหว่าง ZONE ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากจำนวนที่จอดรถ (กรณีเป็น ZONE ภายใน) และปริมาณยานพาหนะที่เดินทางเข้ามาในบริเวณที่ทำการศึกษา (กรณีเป็น ZONE ภายนอก)

เมื่อได้ข้อมูลจากที่โปรแกรมต้องการแล้ว จึงทำการสร้างโครงข่ายของพื้นที่ศึกษาและทำการป้อนข้อมูลต่างเข้าในโปรแกรมและทำการแก้ไขและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ซึ่งในรายละเอียดต่างๆจะได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถแสดงค่าต่างๆ ที่จะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาบริเวณวงเวียน โดยโปรแกรม TRIPS 32 สามารถและผลออกมาให้เห็นในรูปแบบกราฟฟิค

รูปแบบข้อมูลที่โปรแกรม TRIPS 32 ใช้ในการนำเข้า – ส่งออก มี 2 แบบคือ (1) แบบ Text File คือ ข้อมูลที่สามารถเปิดอ่านได้โดยใช้โปรแกรม Text Editor ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อความและตัวเลขประกอบกัน เช่น ข้อมูลตารางการเดินทาง ข้อมูลตัวแปรและตำแหน่งข้อมูลของตารางการเดินทาง ข้อมูลโครงข่ายถนน ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรกับความเร็วในการเดินทาง ข้อมูลการจำกัดการเลี้ยว ข้อมูลไฟล์ควบคุม และไฟล์แสดงผลการประมวล และ (2) แบบ Binary File คือ ข้อมูลที่โปรแกรม TRIPS 32 สร้างเอาไว้ใช้เองภายในเพื่อให้การอ่านและเขียนไฟล์ข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลทำได้รวดเร็วขึ้น และข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบนี้โปรแกรมอื่นไม่สามารถนำไปใช้งานต่อได้ เช่น ผลการวิเคราะห์การเดินทางบนโครงข่ายระบบ ขนส่ง เป็นต้น

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมย่อยในโปรแกรม TRIPS 32 ในการสร้างแบบจำลองจำนวน 4 โปรแกรมดังนี้

1. โปรแกรม MVNET
2. โปรแกรม MVMOD
3. โปรแกรม AVROAD
4. โปรแกรม MVGRAF

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสร้างแบบจำลองจะต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องจำนวนมากรวมถึงทีมงานที่มีประสบการณ์และรู้จักพื้นที่ศึกษาดีพอสมควรเพื่อให้ แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถจำลองการเดินทางในพื้นที่ศึกษาได้ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองให้เหมาะสมกับโปรแกรม TRIPS 32 ข้อมูลที่รวบรวมได้ งบประมาณและเวลาโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดพื้นที่ศึกษาที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากการจราจรเข้าออกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จำแนกเป็นพื้นที่ย่อย หรือโซนทั้งหมด 23 โซน โซนภายใน 19 โซน โซนภายนอก 4 โซน

2. กำหนดจุด Zone Centroid ซึ่งเป็นจุดรวมการเดินทางเข้าออกของแต่ละโซนทั้งสิ้น 23 จุด

3. สร้างโครงข่ายการเดินทางโดยใช้เส้นทางถนนสายหลักเป็น Link เชื่อมต่อกันด้วยจุดปลาย(Node) และบันทึกข้อมูลทั้งหมดเป็นรูปแบบที่ใช้เชื่อมต่อกับโปรแกรมย่อย MVNET

4. ตรวจสอบโครงข่ายที่สร้างขึ้น โดยการเชื่อมต่อแฟ้มข้อมูลโครงข่าย (Network File) จากโปรแกรม MVNET เข้าสู่โปรแกรม MVGRAF ซึ่งแสดงผลรูปโครงข่ายออกมาตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายที่สร้างขึ้น ถ้ามีข้อผิดพลาดให้กลับไปแก้ไขข้อมูลในโปรแกรม MVNET แล้วทำการเชื่อมต่อข้อมูลอีกครั้ง

5. ให้ข้อมูลการเดินทางเข้าออกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทางด้านประตูทิศตะวันตกเป็นโซนที่ 1 และทางประตูทางเข้า ออก ทางด้านทิศใต้เป็นโซนที่ 20 ประตูทางเข้า-ออกโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นโซนที่ 22 และเส้นทางที่มาจากสามแยกคอหงส์ เป็นโซนที่ 23 นำข้อมูลการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยทั้งหมด 19 โซนกำหนดเป็นโซนภายในพื้นที่ศึกษาอีก 19โซน ตามเส้นทางหลักที่เข้าสู่พื้นที่ศึกษา รวมทั้งสิ้น 23 โซน

6. บันทึกข้อมูลการเดินทางในรูปแบบที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม MVMOD และปรับปรุงข้อมูล Matrix File โดยโปรแกรม MVMNIP (ในงานวิจัยครั้งไม่ได้ใช้)

7. เชื่อมต่อข้อมูล Network File และ Matrix File ในโปรแกรม AVROAD เพื่อแจกแจง การเดินทางโดยวิธี **All or Nothing**

8. เชื่อมต่อข้อมูล Network File และ Matrix File ในโปรแกรม MVGRAF เพื่อแสดงผลของแบบจำลอง

3.2 การวิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบจากการจำลอง

เมื่อได้ทำการจำลองโดยอาศัยโปรแกรมข้างต้นแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละโปรแกรมมาทำการตรวจสอบความถูกต้องให้ใกล้เคียงกับสภาพเป็นจริงในปัจจุบันมากที่สุด โดยทำการปรับแต่งค่าต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ปริมาณจราจร

เป็นข้อมูลที่สำคัญที่ทำการเก็บจริงมาจากสนามโดยเมื่อโปรแกรม aaSIDRA 1.0 แสดงผลลัพธ์ออกมาแล้วนั้นให้ทำการตรวจสอบเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม TRIPS 32 ให้ใกล้เคียงกันและสัมพันธ์กันมากที่สุดเพื่อที่จะได้หาข้อสรุปประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริเวณวงเวียน

3.2.2 ทิศทางการเลี้ยว

ในโปรแกรมทั้งสองชนิดนี้จะมีส่วนหนึ่งซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ของทิศทางการเลี้ยว เช่น aaSIDRA 1.0 จะมีการบังคับให้เลี้ยวโดยมี ช่องรอเลี้ยวหรือไม่ก็ได้ และ TRIPS 32 ก็สามารถบังคับให้ยานพาหนะเดินทางในโครงข่ายระหว่าง NODE ใดถึง NODE ใดก็ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงจะต้องนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบให้สัมพันธ์กันก่อนที่จะดำเนินการปรับแต่ง

3.2.3 ความต้องการเดินทางระหว่าง ZONE

ในส่วนของข้อมูลนี้จะเป็นส่วนของโปรแกรม TRIPS 32 เพียงอย่างเดียว แต่ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลทางปริมาณจราจร เช่น บริเวณถนนหน้าโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีความต้องการเดินทางหรือปริมาณยานพาหนะเท่าใดก็จะต้องมีค่าที่ใกล้เคียงกับปริมาณยานพาหนะที่เป็นผลลัพธ์ของ aaSIDRA 1.0 เช่นกัน เป็นต้น

สรุปวิธีการศึกษาที่กล่าวมาจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมทั้งสองในการช่วยในการจำลองการจราจรบริเวณวงเวียนหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อันเนื่องมาจากหากใช้แต่โปรแกรม aaSIDRA 1.0 ค่าผลลัพธ์ที่ได้ก็จะแสดงเฉพาะค่าที่เป็นแต่ตัวเลขในบริเวณวงเวียนเท่านั้น แต่ที่จริงแล้วยังมีองค์ประกอบอีกหลายประการที่จะส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรในบริเวณดังกล่าวได้ ดังนั้น หากอาศัยโปรแกรม TRIPS 32 เพื่อที่จะช่วยแสดงผลลัพธ์ในระดับโครงข่ายแล้วก็จะสามารถเห็นปริมาณความต้องการเดินทางจากสถานที่ต่างๆที่จำเป็นที่จะต้องผ่านบริเวณวงเวียนหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และบริเวณอื่นๆภายในมหาวิทยาลัยเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขปัญหาการจราจรของมหาวิทยาลัยด้วย

3.3 หลักการพื้นฐานของการจำลองการจราจรแบบโครงข่าย

การวางแผนการจำลองเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาจราจรนอกเหนือจากการแก้ไขเฉพาะจุดที่เป็นปัญหาแล้ว ในระบบโครงข่ายของถนนก็มีความจำเป็นที่จะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อหาเส้นทางที่จะระบายปริมาณยานพาหนะด้วย ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลักๆหลายประการดังนี้

ลักษณะของข้อมูลที่จำเป็น

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการจำลองการจราจร แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา
2. กิจกรรมของชุมชน
3. โครงข่ายเรขาคณิต

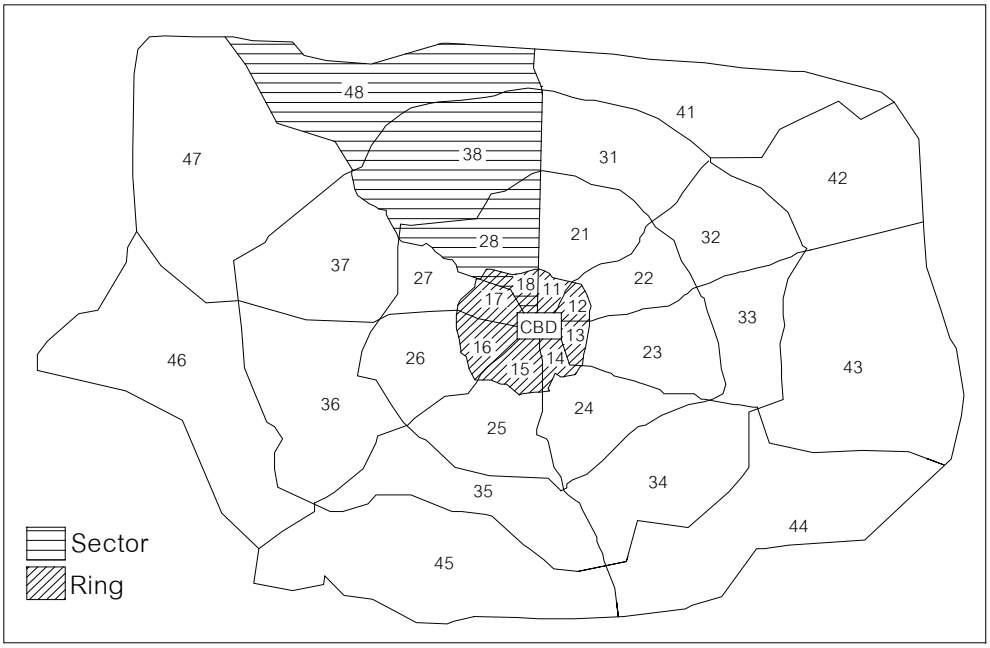
3.3.1 พื้นที่ศึกษา

การที่จะดำเนินการจำลองการจราจรแบบโครงข่ายของถนน จำเป็นที่จะต้องกำหนดพื้นที่ที่จะทำการศึกษาให้ชัดเจน รวมถึงพื้นที่ที่ได้รับ การพัฒนาแล้วและพื้นที่ที่กำลังได้รับการพัฒนาที่ล้อมรอบอยู่ในอนาคต

ขอบเขตของพื้นที่การจำลองกำหนดโดยเส้นกรอบ (Cordon Line) เพื่อที่จะพิจารณาถึงขนาดของพื้นที่เส้นทางการเดินทาง ปริมาณประชากรที่ใช้เส้นทางเป็นต้น ซึ่งเส้นนี้อาจเป็นขอบเขตการปกครอง ขอบเขตอาณาเขต หรือขอบเขตภูมิศาสตร์ตามธรรมชาติ โดยทั่วไป เส้นขอบเขตจะใช้เส้นแนวของถนนเพื่อความสะดวกในขั้นตอนของการสำรวจด้วยการสัมภาษณ์หาข้อมูล

การแบ่งพื้นที่สำหรับการจำลอง พื้นที่ศึกษาจะถูกแบ่งเพื่อวิเคราะห์เป็นส่วนย่อย เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกิจกรรมการเดินทางและการขนส่งระหว่างพื้นที่ส่วนย่อย พื้นที่ส่วนย่อยที่ใช้วิเคราะห์ทางการขนส่งเรียกว่า โซน (Zone) โดยขนาดที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและธรรมชาติของการเติบโตของชุมชน บริเวณศูนย์กลางทางธุรกิจ CBD (Central Business District) โซนอาจจะเล็กมากเป็นเพียง 1 ช่วงถนน (Block) แต่ในพื้นที่ที่ยังไม่ได้พัฒนาอาจจะครอบคลุมพื้นที่ถึง 2.5 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีประชากร 1 ล้านคน อาจแบ่งออกเป็นถึง 600 - 800 โซน และพื้นที่ที่มีประชาชน 200,000 คน อาจมี 150 - 200 โซน โซนมักถูกแบ่งเป็น โซนที่พักอาศัย โซนธุรกิจ และโซนอุตสาหกรรม เป็นต้น

สิ่งหนึ่งที่สำคัญในการพิจารณาแบ่งโซนก็คือโครงข่ายการขนส่ง โครงข่ายการขนส่งมักจะเป็นรูปแบบโซนหลายโซนจะรวมกันเป็นเขต โดยเขต (District) มักจะเป็นไปตามขอบเขตทางการปกครอง และขอบเขตทางธรรมชาติ ในเขตชานเมืองก็จะกำหนดเป็นแถบดังแสดงในรูปที่ 1 จากรูป กลุ่มของแถบก็จะกระจายออกไปจากส่วนที่เป็น CBD เช่น โซนที่ 18, 28, 38, 48 เรียกว่า แถบโซน (Sector) โซนที่อยู่ในวงเดียวกันเช่น โซนที่ 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 และ 18 เรียกว่า วงโซน (Ring) การแบ่งเป็น Zone, Sector และ Ring เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการจำลองทางการขนส่งในการ จัดการกับข้อมูลและการแสดงผลลัพธ์ ดังภาพประกอบที่ 3.3



ภาพประกอบที่3.3 ตัวอย่างการแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็น Zone, Sector และ Ring

3.3.2 กิจกรรมของชุมชน (Urban Activities) การพยากรณ์กิจกรรมของชุมชนเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางในพื้นที่ การพยากรณ์กิจกรรมของชุมชนในแต่ละโซนจะต้องการปัจจัยดังนี้

1. จำนวนประชากรและการจ้างงาน
2. พฤติกรรมของการตั้งถิ่นฐานและธุรกิจ
3. นโยบายของรัฐเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านการขนส่ง เช่น การแบ่งโซน (Zoning)

การศึกษาพื้นที่จะแบ่งเป็นหน่วยย่อยที่เหมาะสม เช่น โซนและแถบโซนนั้น ข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมในพื้นที่จะต้องมีลักษณะร่วมกันและกลมกลืนไปด้วยกันได้ ผลลัพธ์ของชนิดกิจกรรมที่วิเคราะห์จะช่วยนักวางแผนให้เสนอระดับของกิจกรรมในโซนเพื่อกำหนดระดับกิจกรรมในอนาคต การพยากรณ์กิจกรรมนี้จะใช้ปัจจัยการเจริญเติบโตที่เหมาะสมของแต่ละโซน

3.3.3 โครงข่ายเรขาคณิต (Network Geometry) โครงข่ายเรขาคณิตประกอบไปด้วยระบบขนส่งและการเดินทาง โครงข่ายจะแสดงถึงการใช้รูปแบบในการเดินทางที่มีอยู่ในพื้นที่ ซึ่งไม่ใช่เป็นเพียง ถนนหลักและถนนสายรองในพื้นที่เท่านั้น แต่โครงข่ายคือเส้นทางที่พาหนะทุกชนิดแล่นผ่าน รวมถึง ทางเดินเท้าและเส้นทางการขนส่งมวลชนที่มีอยู่ โครงข่ายถนนในสภาพจริงจะถูกจำลองขึ้นด้วย จุดปลาย (Node) และเส้นทางเชื่อมจุดปลาย (Link) โดยที่เส้นทางเชื่อมจุดปลายจะแทนช่วงถนนระหว่างจุดปลาย 2 จุดเข้าด้วยกัน และจุดปลายจะแทนทางแยกหรือจุดศูนย์กลางกิจกรรมของพื้นที่

(Zone Centroid) ซึ่งในจุดนี้จะถือว่าเป็นจุดแทนพฤติกรรมทั้งหมดในการเดินทางเข้าและออกจากพื้นที่ โดยใช้สมมติฐานว่า การเดินทางที่เกิดขึ้นในส่วนใดๆ ของพื้นที่ย่อยจะเริ่มต้นหรือ สิ้นสุดที่จุดศูนย์กลาง กิจกรรมของพื้นที่เสมอ ซึ่งจุดศูนย์กลางกิจกรรมของพื้นที่จะถูกเชื่อมต่อกับโครงข่ายของถนนโดยเส้นเชื่อมโยงที่มีชื่อเรียกว่า Centroid Connectors โดยทั่วไป ข้อมูลของจุดปลายจะประกอบด้วยตำแหน่งทางพิกัดของจุดปลายและข้อมูลทิศทางการเคลื่อนที่ที่จุดปลาย ส่วนข้อมูลของเส้นทางเชื่อมจุดปลายจะประกอบด้วยข้อมูลความยาวช่วงถนน ประเภทของถนน จำนวนช่องจราจร ทิศทางการเคลื่อนที่ และความจุของถนน เป็นต้น

ที่มา : วิทยานิพนธ์ รัฐพลจิยานุกูลพันธ์, 2547

3.4 กระบวนการจำลองการจราจรแบบโครงข่าย 4 ขั้นตอน (4 Steps Process)

กระบวนการพื้นฐาน 4 ขั้นตอนนี้เป็นเครื่องมือสร้างแบบจำลองสำหรับการวางแผนระยะยาวของระบบการขนส่ง ซึ่งมีต้องการปรับปรุงและทำให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของชุมชน กระบวนการนี้มี 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

3.4.1 การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) หลังจากแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นโซนแต่ละโซนจะศึกษาพฤติกรรมทั้งการสร้างเที่ยวเดินทางและการดึงดูดเที่ยวเดินทาง ซึ่งข้อมูลได้มาจากการสัมภาษณ์ประชากรในแต่ละเขตพื้นที่ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้ที่อยู่ระหว่างการเดินทางในเส้นทางที่เข้าออกพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาจะแบ่งเป็นโซนสำหรับเพื่อการวิเคราะห์ให้ตรงจุดประสงค์หลังจากการวิเคราะห์ Trip Generation ผู้วางแผนจะทราบถึงจำนวน Trip ที่เกิดขึ้นจากแต่ละโซนและจำนวนการดึงดูดของแต่ละโซน ในขณะเดียวกันก็จะทราบจุดประสงค์ของแต่ละ Trip โดยจะแบ่ง Trip แยกลงแต่ละประเภท เช่น จากบ้านไปทำงาน จากบ้านไปซื้อของ จากบ้านไปโรงเรียน การแบ่งประเภทจำเป็นมากเพราะแต่ละจุดประสงค์ของการเดินทางจะมีผลถึงพฤติกรรมของการสร้าง เที่ยวเดินทาง ดังตัวอย่างเช่น การเดินทางไปโรงเรียน และการไปทำงานเป็นเรื่องปกติ การไปซื้อของและการไปเที่ยวพักผ่อนจะมีผลน้อยกว่า มี 3 วิธีง่ายๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ Trip Generation ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

Multiple Linear Regression Technique

จากการศึกษาด้านการขนส่งที่ผ่านมาแสดงว่าการใช้ที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัยเป็นการกำเนิดเที่ยวเดินทางที่สำคัญ อย่างไรก็ตามการใช้ที่ดินที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัยในหลายๆ กรณีก็จะเป็นตัวดึงดูดเที่ยวเดินทางได้ สมการที่ใช้ในการประมาณเที่ยวเดินทางโดยโซนที่พักอาศัยเป็นดังนี้

$$Y = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3$$

Y = จำนวนเที่ยวเดินทาง / บ้านพักอาศัย (เที่ยว)

X_1 = จำนวนรถที่เป็นเจ้าของแต่ละบ้าน (คัน/ครัวเรือน)

X_2 = รายได้ในครอบครัว (บาท/เดือน)

X_3 = ขนาดของครอบครัว จำนวนคนอาศัยในบ้าน (คน/ครัวเรือน)

A, B_1, B_2, B_3 = เป็นค่าคงที่ที่ได้จากการสอบเทียบ

Trips – Rate Analysis Technique

คือการหาค่าเฉลี่ยของเที่ยวการเดินทางต่อหน่วยของสถานที่ที่ต้องการศึกษาโดยมักเป็นการเทียบจำนวนเที่ยวการเดินทางต่อสาเหตุที่ทำให้เกิดเที่ยวเดินทาง เช่น เที่ยวการเดินทางต่อพื้นที่, และเที่ยวการเดินทางต่อครัวเรือน เป็นต้น เนื่องจากวิธีวิเคราะห์อัตราการเดินทางนี้เป็นวิธีที่ง่าย การนำผลการวิเคราะห์ไปใช้สามารถทำได้ทันทีและไม่มีข้อยุ่งยากในการใช้งาน และค่าที่ได้ออกมานั้นไม่ต่างไปจากการคำนวณแบบจำลองวิธีอื่น จึงเหมาะกับการวางแผนอย่างรวดเร็ว

ข้อมูลจากตารางนี้เป็นการวิเคราะห์อัตราการเดินทาง โดยคำนวณเป็นเป็นอัตราการเดินทางต่อพื้นที่ตามลักษณะการใช้ที่ดินชนิดต่างๆ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างอัตราการเดินทางต่อพื้นที่ตามลักษณะการใช้ที่ดิน

รูปแบบการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (หน่วย 100 ft^2)	จำนวนการเดินทาง	การเดินทาง/100 ft^2
ที่พักอาศัย	2,774	6,574	2.4
ธุรกิจ			
การค้าปลีก	6,732	54,833	8.1
การบริการ	13,506	70,014	5.2
การขายส่ง	2,599	3,162	1.2
อุตสาหกรรม	1,392	1,335	1.0
การขนส่ง	1,394	5,630	4.0
อาคารสาธารณะ	2,977	11,746	3.9
รวม	31,344	153,294	
เฉลี่ย			4.9

ที่มา Keefer, L. E., Director, Pittsburgh Area Transportation Study, Vol 1, Study Findings, Nov 1961ใน ปพน ไชยเศรษฐ, 2543

Category Analysis

เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง วิธีการนี้อยู่บนพื้นฐานที่จำนวนการเกิดเที่ยวเดินทางเป็นฟังก์ชันของจำนวนที่พักอาศัย ลักษณะที่พักอาศัย ระดับของรายได้ และ การเป็นเจ้าของยานพาหนะ ความหนาแน่นของที่พักอาศัยก็จะได้รับการพิจารณาด้วยเช่นกัน ส่วนปัจจัยการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยก็จะอ้างอิงลักษณะการใช้ที่ดิน เช่น จำนวนคนทำงานใช้ขั้นตอนการจ้างงาน (Employment Category) ชนิดการใช้ที่ดิน การเข้าเรียน เป็นต้น ข้อได้เปรียบของวิธีการนี้มีดังนี้

- ง่ายต่อความเข้าใจของผู้มีส่วนในการตัดสินใจและสาธารณชน
- มีการใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
- ง่ายต่อการติดตามและทำให้เป็นปัจจุบัน
- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสามารถพยากรณ์ใหม่ได้
- มีความยืดหยุ่นในการประยุกต์ในระดับของการศึกษาเช่น เขตหรือโซนย่อย
- ง่ายในการส่งผ่านการวิเคราะห์ระหว่างเมืองหรือพื้นที่ศึกษาที่มีขนาดและลักษณะคล้ายคลึงกัน
- ใช้ข้อมูลอย่างกว้างขวาง เช่น ข้อมูลสำรวจสำมโนประชากรและข้อมูลทางสังคม เศรษฐกิจ

ส่วนข้อด้อยของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้คือจะต้องใช้ข้อมูลวิเคราะห์มากเพื่อที่จะได้อัตราการสร้างการเดินทางที่มีความเชื่อมั่นทางสถิติที่สูง

วิธีนี้เป็นวิธีประมาณจำนวนการเดินทาง โดยแบ่งกลุ่มครอบครัวออกเป็นกลุ่มๆ ตามตัวแปรที่ทำให้เกิดการเดินทางนั้น ซึ่งการศึกษาของ Federal Highway Administration (FHWA) พบว่าตัวแปรที่เหมาะสมคือรายได้ของครัวเรือน (Household Income) การเป็นเจ้าของยานพาหนะ วัตถุประสงค์ของการเดินทาง การแบ่งครอบครัวดังกล่าวจะทำให้ครอบครัวที่มีลักษณะคล้ายกันมาอยู่ด้วยกัน จากนั้นจึงหาอัตราการเดินทางเฉลี่ยต่อครอบครัวของแต่ละกลุ่มครัวเรือนมาคูณกับจำนวนครัวเรือนแต่ละกลุ่มก็จะได้จำนวนการเดินทางที่ปลาย (Trip Ends) ตามที่ต้องการโดยมีตัวอย่างรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$T(I,C) = R(I,C)$ x $HH(I,C)$

เมื่อ T = จำนวนการเกิดการเดินทาง

I = รายได้ของครอบครัว (Income)

C = การเป็นเจ้าของยวดยานส่วนตัว (Car Ownership)

R = อัตราการเดินทางต่อครอบครัว (Trip Rate)

HH = จำนวนครอบครัว (HouseHold)

3.4.2 การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยหลังจากทราบปริมาณการเดินทางในแต่ละพื้นที่ย่อยหลังจากขั้นตอนการเกิด การเดินทาง นักวิเคราะห์ต้องการทราบจำนวนของเที่ยวเดินทางที่เกิดขึ้นและการดึงดูดเที่ยวเดินทางของแต่ละโซน ต้องการทราบว่า โซนที่ 1 ดึงดูดเที่ยวเดินทางมาจากที่ไหนบ้าง และต้องการทราบปริมาณการเดินทางจากโซนไปโซน

ขั้นตอนของ Trip Distribution จะพิจารณาถึงการสร้างการเดินทางในแต่ละโซนว่าจะไปไหนเราจะแบ่งโซนในพื้นที่ศึกษาอย่างไร ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นเซตของตารางแสดงการไหลของการเดินทางระหว่างคู่โซน เช่น โซนที่ 1 สร้าง 2,000 เที่ยวเดินทาง และโซน 1, 2, 3, 4 และ 5 อาจจะดึงดูดเที่ยวเดินทาง 300, 600, 200, 800, และ 100 เที่ยวเดินทางตามลำดับ การตัดสินใจบนเที่ยวเดินทางขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของการดึงดูดและการเข้าถึงของแต่ละโซนในพื้นที่มีหลายวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ Trip Distribution วิธี Gravity Model เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

Gravity Model

มีพื้นฐานมาจากกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน (Newton's law of Gravity) แรงดึงดูดของวัตถุ 2 ชิ้น จะสัมพันธ์กับมวลและแปรผกผันกับระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง เช่นเดียวกับ Gravity Model จำนวนของเที่ยวเดินทางระหว่าง 2 โซน จะสัมพันธ์กับกิจกรรมที่ใช้ในแต่ละโซนและแปรผกผันกับระยะทางหรือเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j F(t)_{ij} K_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} A_j F(t)_i}$$

T_{ij} = จำนวนเที่ยวเดินทางที่เกิดขึ้นจาก โซน i จะถูกดึงดูดไป j (Trip)

P_I = เที่ยวเดินทางที่สร้างขึ้นจาก โซน I (Production)

A_j = เที่ยวเดินทางที่ดึงดูดไป โซน j (Attraction)

i = จุดเริ่มต้น

j = จุดปลายทาง

n = จำนวนโซนในพื้นที่ที่ศึกษา (No. of Zone)

K_{ij} = สัมประสิทธิ์ที่ขึ้นกับลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจระหว่าง i กับโซน j

3.4.3 การเลือกประเภทการเดินทาง (Modal Split)

เป็นขั้นตอนการเลือกรูปแบบการ เดินทาง เช่น การเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน ยานพาหนะส่วนบุคคล หรือรูปแบบอื่น ขึ้นกับความแตกต่างของปัจจัยที่ใช้พิจารณา (ค่าใช้จ่ายหรือเวลา) ของทางเลือกต่างๆ รวมทั้งความพึงพอใจที่ได้รับ ซึ่งสามารถคำนวณออกมาเป็นสัดส่วนของการเดินทางทั้งหมดที่เกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การเดินทางด้วยรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการวางแผนด้านการจราจรและการขนส่งในอนาคตให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับรูปแบบการเดินทางที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ก่อนที่เราจะกำหนดว่าจะเดินทางอย่างไรในแต่ละจุดปลายสำหรับผู้เดินทางเราจะต้องวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อทางเลือกของประชากร มี 3 ขั้นตอน

3.4.3.1 ลักษณะของจุดกำเนิดการเดินทาง เช่น รายได้ต่อครัวเรือน จำนวนรถส่วน บุคคล ขนาดของครอบครัว ความหนาแน่น

3.4.3.2 ลักษณะของการเดินทาง ระยะทางและเวลา

3.4.3.3 ลักษณะของระบบขนส่ง เช่น เวลาในการรอ และการเข้าถึง

3.4.4 การแจกแจงเที่ยวเดินทาง (Trip Assignment)

เป็นขั้นตอนเพื่อแจกแจงเที่ยวเดินทางลงในเส้นทางตามโครงข่าย เส้นทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อยใดๆ อาจมีเส้นทางหลายเส้นทาง โดยมากการวิเคราะห์จะเลือกเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดหรือใช้เวลาน้อยที่สุด มีหลายวิธีการดังนี้

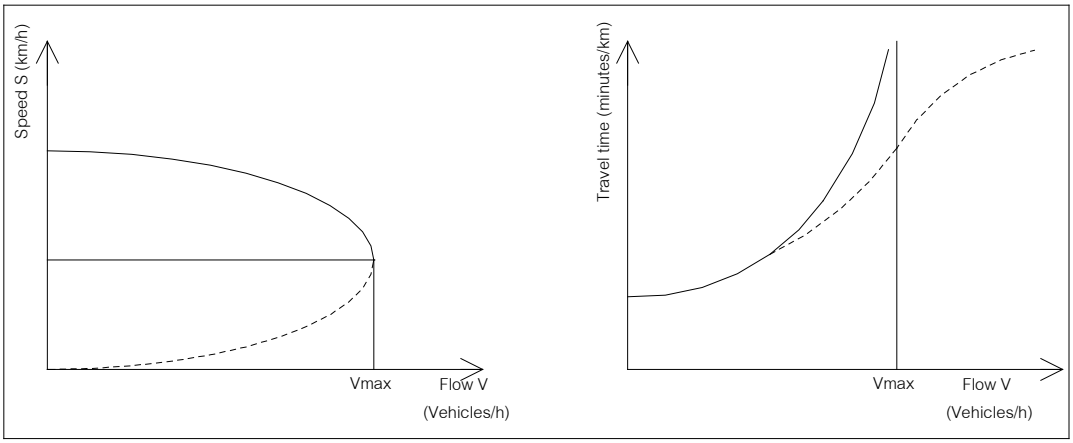
3.4.4.1 Single– Route Paths ในโปรแกรม TRIPS มักจะใช้วิธี All or Nothing (AON) เป็น วิธีการแจกแจงที่พื้นฐานที่สุด วิธีการนี้มีสมมุติฐานว่า ผู้เดินทางทุกคนที่มีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางเดียวกันจะเลือกเดินทางบนเส้นทางที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดโดยไม่เลือกเส้นทางอื่นเลย วิธีการนี้ไม่ได้พิจารณาผลกระทบจากสภาพการจราจรติดขัด ไม่คำนึงว่าการเพิ่มปริมาณจราจรลงไปบนโครงข่ายจะทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น ผู้ขับขี่ยังคงพิจารณาเลือกเส้นทางเดิมที่ตรวจสอบแล้วว่าสั้น ที่สุด เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดัง

นั้นการตัดสินใจเดินทางคือใช้เส้นทางนี้หรือไม่ใช้ทำให้วิธีนี้จะมีเพียงเส้นทางเดียวต่อคู่พื้นที่ย่อยใดๆ

3.4.4.2. Multi – Route Paths เป็นวิธีการแจกแจงเส้นทางในระดับที่ซับซ้อนขึ้น ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าผู้เดินทางไม่แน่ใจเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้ การตัดสินใจเดินทางจะเลือกเส้นทางได้หลายเส้นทาง วิธีการนี้จะใช้ข้อมูลและการคำนวณที่ซับซ้อนกว่าวิธีแรก แต่จะให้ผลที่สมเหตุสมผลสำหรับโครงข่ายที่มีรายละเอียดสูง ซึ่งในโปรแกรม TRIPS มักจะนิยมใช้วิธี Capacity Restrain เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการแจกแจงเที่ยวเดินทางในชั่วโมง เร่งด่วนที่ปริมาณจราจรมีผลกระทบต่อเวลาในการเดินทาง

Capacity Restraint เป็นกระบวนการในการจัดทำ Traffic Assignment แบบหนึ่ง เพื่อให้แบบจำลองสะท้อนถึงผลของความหนาแน่นของปริมาณจราจรที่มีต่อความเร็วที่ใช้ในการเดินทางเนื่องจากในความเป็นจริงถนนนั้นมีขีดจำกัดในเรื่องของความจุ อันเนื่องมาจากจำนวนช่องทางที่จำกัด องค์ประกอบที่สำคัญในการทำ Assignment แบบ Capacity Restraint คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร หรือที่นิยมเรียกว่า Speed – Flow Relationship ความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดจากคุณลักษณะตามธรรมชาติของการจราจร คือ ถ้าหากปริมาณจราจรบนช่วงถนนใดๆ สูงขึ้นจะทำให้ความเร็วของการจราจรลดลง ถนนแต่ละสายจะมีลักษณะของความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละช่วงถนน (Link) โดยปกติความสัมพันธ์ดังกล่าวจะอยู่ในรูปปริมาณจราจร - ความเร็วหรือเวลาในการเดินทาง ในลักษณะสมการหรือกราฟ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.4



ภาพประกอบที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร – ความเร็วหรือเวลาในการ เดินทาง

ที่มา: Modeling Transport, 1990 ในเอกสารประกอบการบรรยาย การประยุกต์ใช้ แบบจำลองในการวางแผนการขนส่งโดยใช้โปรแกรม TRIPS 32

3.4.5 การพิจารณาความถูกต้องของแบบจำลอง

โดยการเทียบจากปริมาณการเดินทางบนโครงข่ายจากแบบจำลองกับปริมาณการเดินทางจริงที่ได้จากการสำรวจ โดยทั่วไป 2 วิธีคือ พิจารณาเปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่างและวิธีการทางสถิติ R''

ตารางที่ 3.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกเส้นทางการเดินทาง

ประเภทถนน	จำนวนช่องจราจร	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คัน/วัน)	เปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
ทางด่วน	8	80,000-105,000	13
	6	55,000-80,000	18
	4	30,000-55,000	29
ถนนสายหลัก	8 แบ่งทิศทาง	37,000-47,000	13
	6 แบ่งทิศทาง	27,000-37,000	17
	4 แบ่งทิศทาง	16,000-27,000	25
	4ไม่แบ่งทิศทาง	9,000-18,000	34
	2ไม่แบ่งทิศทาง	2,000-8,000	56
	4 เดินรถทางเดียว	18,000-24,000	13
	3 เดินรถทางเดียว	13,000-18,000	17
	2 เดินรถทางเดียว	8,000-13,000	25

ที่มา: ปรับปรุงจาก Comsis Corporation, 1983, UTPS highway Network Development Guide, Faderal Highway Administration, US Department of Transportation ใน ทศพล ชัยพิทักษ์โรจน์

การใช้วิธีการทางสถิติในการทดลองความสอดคล้อง (Consistency) โดยมีหลักการพื้นฐาน คือ การหาความสัมพันธ์ของตารางการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงว่ามีความใกล้เคียงกับตารางการเดินทางที่ได้จำลองขึ้น โดยปกติค่าทางสถิติที่มักนำมาวิเคราะห์ คือ สัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination: R^2) คือ การวัดจำนวนของความแปรปรวนที่ถูกบรรยายไว้โดยสมการซึ่งแสดงไว้เป็นอัตราส่วนทศนิยมของผลรวมความแปรปรวนที่สังเกตในตัวแปรตาม (Dependent Variable)

$$\frac{\sum_{ij}(T_{ij} - T_{ij}^{*})^2}{\sum_{ij}(T_{ij} - T^{O})^2}$$

$R^2 = 1 -$

T_{ij} = ปริมาณการจราจรจากการสำรวจจริง

T_{ij}^{*} = ปริมาณการจราจรจากแบบจำลอง

T_{ij}^{O} = ปริมาณการจราจรจากค่าเฉลี่ย (Mean)

R^2 เป็นเทคนิคในเชิงสถิติที่ใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับใช้เป็นเครื่องมือวัดความเหมาะสมของแบบจำลอง ซึ่งเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการสำรวจจริงว่ามีความใกล้เคียงกันอย่างไร โดยที่ค่า R^2 เท่ากับ 1 หมายความว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองและ จากการสำรวจมีความสัมพันธ์อย่างหาที่แตกต่างไม่ได้

3.4.6 ภาพรวมของกระบวนการวางแผน

กระบวนการวางแผนการขนส่งเป็นกระบวนการที่มีขอบเขตกว้างและต้องใช้ทั้งข้อมูลและเวลาอย่างมาก สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของกระบวนการนี้คือการประมาณความต้องการการเดินทางเพื่อที่จะเตรียมจัดหาวิธีการและสิ่งอำนวยความสะดวกไว้รองรับ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้มีขั้นตอนหลักดังนี้

3.4.6.1 สร้างเป้าหมายและวัตถุประสงค์

3.4.6.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่วางแผน

3.4.6.3 แบ่งพื้นที่ศึกษาเป็นเขตและโซน

3.4.6.4 รวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมและพยากรณ์ตัวแปรต่างๆ เช่น การเพิ่มประชากร และการเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

3.4.6.5 สร้างแบบจำลอง

3.4.6.6 การพิจารณาความถูกต้องและการปรับปรุงแบบจำลอง

3.4.6.7 การประเมินผลและเสนอแนะ

3.4.6.8 นำไปเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติ

แม้ว่ากระบวนการวางแผนนี้จะมีอายุมากกว่า 30 ปี แต่นักวางแผนก็ได้พยายามอย่างต่อเนื่องในการทำให้ง่ายขึ้น ซึ่งในปัจจุบันได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคู่ไปด้วย

3.4.7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32

ในการวิจัยนี้ต้องการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32 ในการวิเคราะห์ข้อมูลของกรณีศึกษาที่กำหนดขึ้นโดยการสร้างแบบจำลอง ซึ่งต้องใช้ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์จำนวนมาก เช่น ลักษณะของโครงข่ายถนน พฤติกรรมการเดินทาง ตลอดจนสภาพเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ที่ศึกษา ทำให้การวิเคราะห์มีความยุ่งยากและใช้เวลาในการประเมินผลลัพธ์นาน

การคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองด้านการคมนาคมขนส่งด้วยมือเป็นเรื่องที่ไม่สะดวกและยุ่งยาก ดังนั้นจึงมีผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยประเมินโครงการในด้านการคมนาคมขนส่งซึ่งทำได้รวดเร็วและมีความถูกต้องมากขึ้น ในการศึกษาและวิจัยด้านการคมนาคมขนส่งในอดีตที่ผ่านมา ประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Transplan, EMME2 และ TRIPS 32 ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีคุณสมบัติ รวมทั้งข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน รายงานสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการพัฒนารูปแบบจำลองและระบบฐานข้อมูลจราจรได้สรุปความเป็นมาในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32 มาใช้ในโครงการไว้ดังนี้

ซอฟท์แวร์ TRIPS 32โดย MVA Systematicaได้รับการแนะนำโดยโครงการ UTDM (โครงการพัฒนารูปแบบจำลองและระบบฐานข้อมูลจราจร) และเห็นชอบโดยคณะกรรมการกำกับการศึกษาของ สจร. สำหรับใช้ในการพัฒนาแบบจำลองระดับประเทศ ระดับเมือง และระดับการจัดการจราจรในพื้นที่ เหตุผลหลักที่ยอมรับซอฟแวร์ TRIPS สามารถสรุปได้ดังนี้

- การจำลองการติดขัดของการจราจร TRIPS 32 มีการจำลองการติดขัดของการจราจรและโครงข่ายที่ครบถ้วน และสามารถจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของการจราจรในทิศทางตรงข้ามในโครงข่ายที่มีการจราจรหนาแน่น
- การจำลองการขนส่งสาธารณะ TRIPS 32 สามารถเลือกรูปแบบและเส้นทางโดยขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญต่อการเดิน เวลาที่รอ และเวลาในการเดินทาง รวมถึงโครงสร้างของ ค่าโดยสารที่มีไว้กว้างมาก ทำให้สามารถเลือกเส้นทางระหว่างแบบจำลองโครงข่ายถนนและโครงข่ายการขนส่งสาธารณะ
- การประมาณตารางการเดินทาง TRIPS 32 จะใช้วิธีการทางสถิติที่ชัดเจนในการพิจารณาความแปรปรวนและความแตกต่างของข้อมูลที่นำมาใช้ และสามารถประมาณตารางการเดินทางสำหรับการขนส่งสาธารณะ โดยใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลการเดินทาง เพื่อให้ได้ภาพรวม ตารางการเดินทางทั้งหมด
- ซอฟท์แวร์วินโดว์ TRIPS 32 จะมีระบบ TRIPSWIN ที่ใช้กับไมโครซอฟท์วินโดว์หรือใช้กับระบบ DOS ซึ่งทำให้สะดวกต่อการใช้งาน การจัดการโครงการ รวมถึงการจัดเตรียมเอกสารโครงการ

- ระดับของแบบจำลอง TRIPS 32 ได้รับการออกแบบเพื่อพัฒนาแบบจำลองระดับประเทศ ระดับเมือง และระดับการจัดการในพื้นที่เฉพาะ

ที่มา:รายงานสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการพัฒนารูปแบบจำลองและระบบฐานข้อมูลจราจร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวางแผนระบบขนส่งที่มี ความยืดหยุ่นในการสร้างแบบจำลอง

ปัจจุบัน โปรแกรม TRIPS 32 เป็นโปรแกรมด้านการวางแผนและจัดการระบบคมนาคมขนส่งที่ได้รับการยอมรับจากหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรหรือ สนข.ซึ่งเป็นชื่อปัจจุบันของสำนักงานคณะกรรมการจัดการจราจรทางบก (สจร.) การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) โดยได้มีการนำโปรแกรม TRIPS มาใช้งานในโครงการต่างๆ หลายโครงการในประเทศไทย เช่น โครงการพัฒนารูปแบบจำลองและระบบฐานข้อมูลจราจร และโครงการศึกษาแผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง เป็นต้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32 จะประกอบด้วย 4 ชุดโปรแกรมย่อย ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กันโดยแต่ละโปรแกรมย่อยจะเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งในแบบจำลอง ตัวแปรต่างๆภายในแต่ละโปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งชุดโปรแกรมย่อยทั้งหมดมีดังนี้

3.4.8 แบบจำลองความต้องการการเดินทาง (Demand Modeling)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 ขั้นตอนแรกของแบบจำลองการคมนาคมขนส่ง คือ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง แบบจำลองการกระจายการเดินทาง และแบบจำลองเลือกประเภทการเดินทาง

3.4.9 แบบจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายถนน (Highway Analysis)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้การสร้างแบบจำลองในขั้นสุดท้ายของแบบจำลองในขั้นสุดท้ายของแบบจำลองขั้นตอนต่อเนื่อง คือ แบบจำลองการเลือกเส้นทางการเดินทาง ซึ่งจะใช้พิจารณาการเคลื่อนที่ของรถบนโครงข่ายถนน

3.4.10 แบบจำลองการประมาณตารางการเดินทาง (Matrix Estimation)

โปรแกรมย่อยในชุดโปรแกรมนี้ จะใช้ในการสร้างตารางการเดินทาง เนื่องจากต้องการพื้นฐานของแบบจำลองด้านการคมนาคมขนส่งทุกประเภท ผลลัพธ์ที่ต้องการก็คือความ

ต้องการในการเดินทางจากพื้นที่ย่อยหนึ่งไปยังอีกพื้นที่ย่อยหนึ่งในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา หรือตารางการเดินทาง

จากที่กล่าวมาโปรแกรม TRIPS 32 เป็นโปรแกรมที่ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยต่างๆในโปรแกรมชุดทั้ง 4 ซึ่งโปรแกรมย่อยแต่ละตัวก็มีหน้าที่ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งานของผู้ใช้งาน

ตารางที่ 3.3 ความสามารถในการทำงานของแต่ละโปรแกรมย่อยของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32

โปรแกรมย่อย	หน้าที่
Highway Analysis	
MVNET	ใช้ในการสร้าง แก้ไข ลบ เพิ่มข้อมูลโครงข่ายถนนและระบบขนส่งสาธารณะ ทั้งยังสามารถรายงานผลการทดสอบโครงข่ายในรูปของ ASCII ไฟล์ และ Excel ไฟล์
AVJNET	ใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ทางแยกประเภทต่างๆ เช่น ทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายสัญญาณ ทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ วงเวียน ทั้งยังสามารถรายงานผลการทดสอบทางแยก
MVHWAY	ใช้ในการสร้าง Path ไฟล์ และจัดทำการเลือกเส้นทางการเดินทาง ทั้งยังสามารถ ประยุกต์การเลือกเส้นทางแบบ Capacity Restraint สามารถใช้ในการคำนวณความเร็ว ของโครงข่ายและวิเคราะห์เส้นทางที่สนใจ
MVNSUB	ใช้ในการสร้างโครงข่ายถนนย่อยจากโครงสร้างแบบจำลองหลัก
AVROAD	ใช้ในการสร้าง Path ไฟล์ และจัดทำการแจกแจงเส้นทางเดินทาง (Version ใหม่ สามารถใช้ MVHWAY แทนได้)
AVCAP	ใช้ในการคำนวณความเร็วของโครงข่ายในแต่ละราย Link ที่เปลี่ยนแปลงตามความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและความเร็ว ซึ่งต้องใช้โปรแกรมนี้ควบคู่กับโปรแกรมย่อย AVROAD
AVSELC	ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในระดับพื้นที่ย่อยและใช้สร้างตารางการเดินทางย่อยจากโครงสร้างแบบจำลองหลัก (Version ใหม่สามารถใช้ MVHWAY แทนได้)

ตารางที่ 3.3 ความสามารถในการทำงานของแต่ละโปรแกรมย่อยของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS (ต่อ)

โปรแกรมย่อย	หน้าที่
Public Transport	
MVPUBL	ใช้ในการสร้าง แก้ไข ลบและเพิ่มข้อมูลเส้นทาง ระบบและอัตราค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะ
MVPUBM	ใช้ในการเลือกเส้นทางการเดินทางของผู้โดยสารบนระบบขนส่งสาธารณะ และยังสามารถจำลองการเดินทางในรูปแบบ Crowding และการทำ Skimming Matrix
MVPUBR	ใช้ในการจัดทำรายงานผลการสร้างแบบที่ได้จากการประมาลผลของโปรแกรมย่อย MVPUBL และ MVPUBM
MVPUBG	ใช้ในการคำนวณปริมาณของระบบขนส่งสาธารณะบน Link รวมทั้งการไหลของปริมาณจราจรบริเวณทางแยก
Demand Modeling	
MVMODL	ใช้ในการวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation), การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) และการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Split)
MVTRIP	ใช้ในการสร้างหรือเปลี่ยนตารางการเดินทางที่อยู่ในรูปแบบ ASCII ไฟล์ หรือ Text ไฟล์ ให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมส่วนอื่นๆ ของโปรแกรม TRIPS สามารถนำไปใช้ต่อได้
MVMNIP	ใช้ในการจัดการตารางการเดินทาง ทั้งยังสารมารถเปลี่ยนตารางการเดินทางที่อยู่ในรูปแบบของโปรแกรม TRIPS ให้เป็นรูปแบบ ASCII ไฟล์
MVMOD	ใช้ในการแก้ไขเซลล์ (Cell) บางเซลล์ในตารางการเดินทาง
MVSQEX	ใช้ในการเพิ่มหรือลดขนาดของตารางการเดินทาง
MVPRIN	ใช้ในการตรวจสอบตารางการเดินทางได้
MVTEND	ใช้ในการวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation)

ตารางที่ 3.3 ความสามารถในการทำงานของแต่ละโปรแกรมย่อยของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS (ต่อ)

MVGRAM	ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)
MVSPLT	ใช้ในการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Split)
Matrix Estimation	
MVRCP	ใช้ในการสร้าง Path ไฟล์ ที่เกิดจากการรันโปรแกรมย่อย AVROAD (Highways) หรือ MVPUBM (Public Transport) และใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประมาณตารางการเดินทาง
MVESTM	ใช้ในการสร้างตารางการเดินทางของจุดต้นทางและจุดปลายทาง (Origin-Destination)
MVESTE	ใช้ในการจัดการหรือแก้ไขไฟล์พารามิเตอร์ในแบบจำลอง และรายงานผล Standard ERRORS ของพารามิเตอร์จากการประมาณตารางการเดินทาง ทั้งยังสามารถสร้าง Sensitivity Matrix
MVESTL	ใช้ในการจัดการข้อมูลจากการสำรวจที่จะใช้การประมาณตารางการเดินทาง
MVESTU	ใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลการสำรวจ
Graphics	
MVGRAF	ใช้ในการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลในรูปกราฟฟิค

ที่มา ทศพล ชัยพิทักษ์โรจน์ 2545

3.4.11 วิธีการเบื้องต้นสำหรับการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRIPS 32

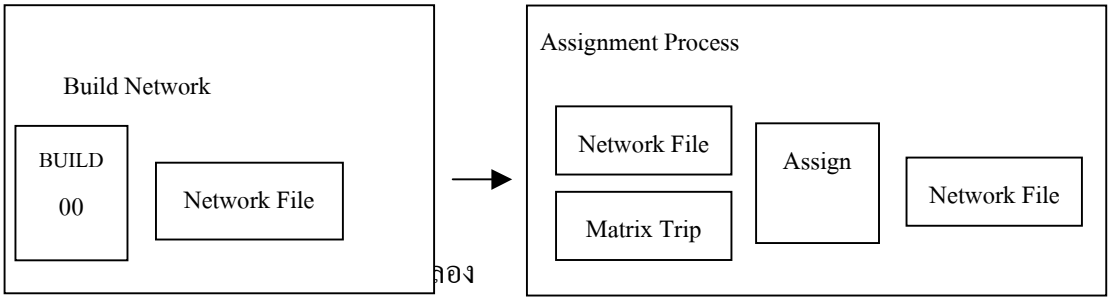
โปรแกรม TRIPS 32 มีโปรแกรมย่อยให้เลือกใช้งานมากมาย สามารถสร้างแบบจำลองได้หลายรูปแบบ ความเหมาะสมสูงสุดของแบบจำลองขึ้นอยู่กับ

- ขนาดและชนิดของพื้นที่ศึกษา ขนาดใหญ่หรือเล็ก ชานเมืองหรือชุมชน เป็นต้น
- ระดับความแออัดทั่วไปที่เกิดขึ้นบนโครงข่าย และบทบาทหน้าที่ของทางแยกต่างๆ

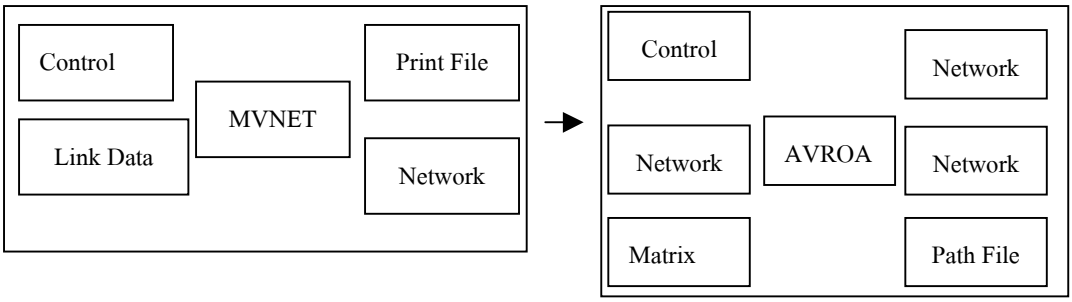
- ความละเอียดของข้อมูลและส่วนอื่นๆ ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

แนวทางที่ง่ายที่สุดในการเรียนรู้การสร้างแบบจำลองอย่างรวดเร็วคือ การเข้าใจในแบบจำลองที่นำมาใช้งานตามวัตถุประสงค์ ในส่วนนี้จะพิจารณาใน 3 ส่วนตามลำดับ ดังนี้

1. แบบจำลองโครงข่ายยุทธศาสตร์ (Strategic Network Modeling)
2. แบบจำลองรายละเอียดของชุมชน (Detailed Urban Modeling)
3. แบบจำลองความแออัดด้วยวิธีพลวัต (Congestion Modeling with Dynamic Assignment)



ลอง



จากภาพประกอบที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ของโปรแกรมและสัญลักษณ์ที่แสดงถึงแฟ้มงาน (File) ที่สร้างโดย User ในส่วนบนของรูปจะเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. สร้างโครงข่ายโดยโปรแกรม MVNET
2 การแจกแจงการเดินทางบนโครงข่ายโดยโปรแกรม AVROAD