บทที่ 5

การทดสอบคอมพิวเตอร์โปรแกรม

การทดสอบคอมพิวเตอร์โปรแกรมนี้ ได้ทดลองดำเนินการเปรียบเทียบกับสภาพการจราจรบนถนนจริง โดยจำลองจากระบบถนน 2 ประเภท คือ ระบบถนนเปิด และระบบถนนปิด รายละเอียดของระบบถนนแบบเปิดและปิด จะได้กล่าวถึงต่อไป การทดสอบในกรณีนี้มิได้ทำการเก็บข้อมูลจริงจากถนนทั้งหมด แต่ให้จำลองสภาพทางกายภาพจากระบบถนนจริงเข้าสู่โปรแกรม ข้อมูลต่าง ๆ ใช้ข้อมูลเดิมที่เก็บรวบรวมโดยสำนักงานคณะกรรมการจัดระบบจราจรทางบก (สจร) สำนักนโยบายและแผนกระทรวงมหาดไทย

5.1 พื้นที่ทำการศึกษา (Test Network)

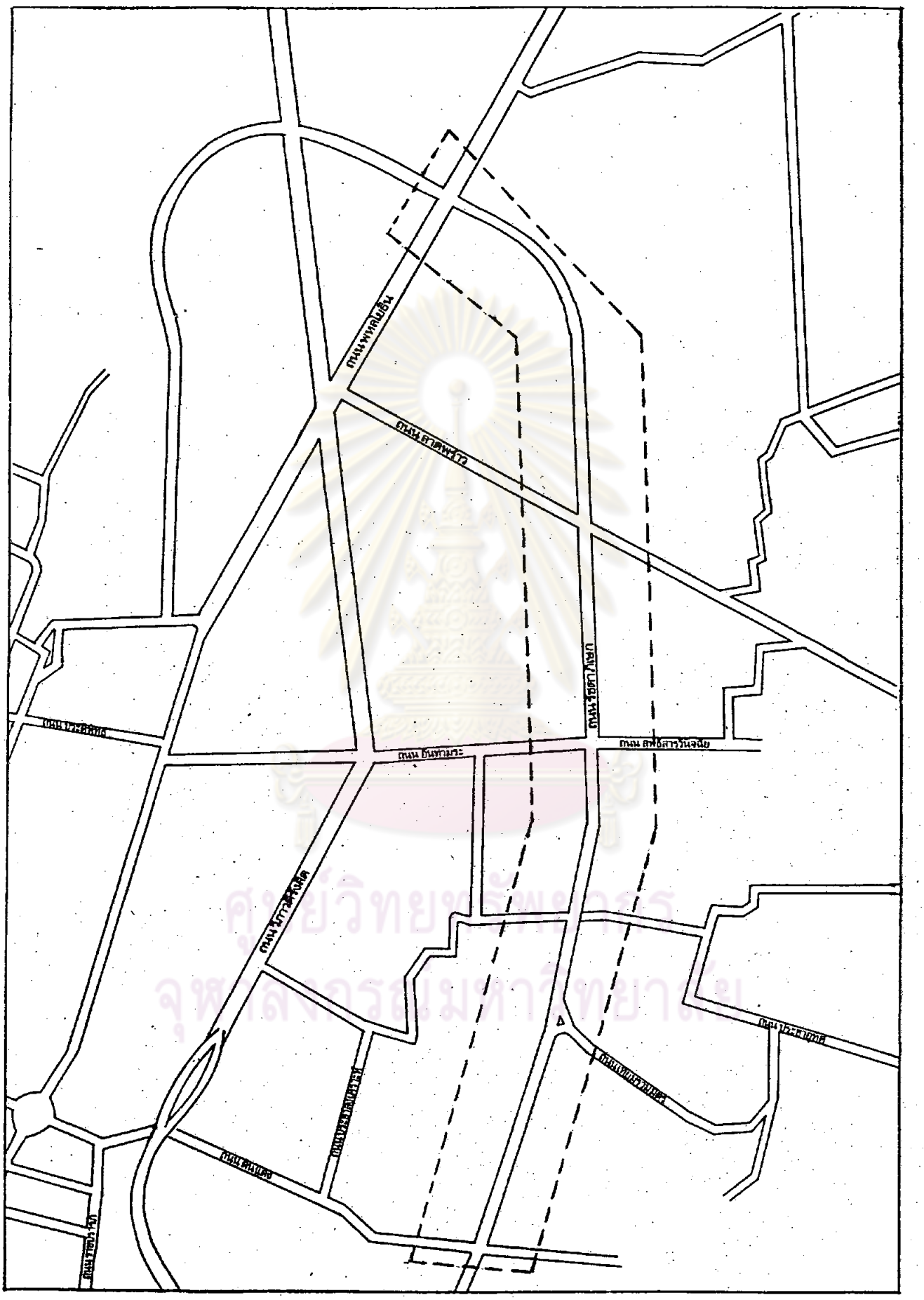
โครงข่ายถนน (Network) ซึ่งมีความสำคัญมากในการจัดทำขบวนการ Simulation เนื่องจากสภาพโครงข่ายถนนจะต้องถูกจำลองเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยระบบ Node และ Link Node จะแทนทางแยก และ Link จะแทนเส้นทาง โครงข่ายถนนที่สามารถใช้กับโปรแกรมมี 2 ระบบ คือ

- โครงข่ายถนนแบบเปิด (Opened Network) ดังแสดงในรูป 5.1
- โครงข่ายถนนแบบปิด (Closed Network) ดังแสดงในรูป 5.2

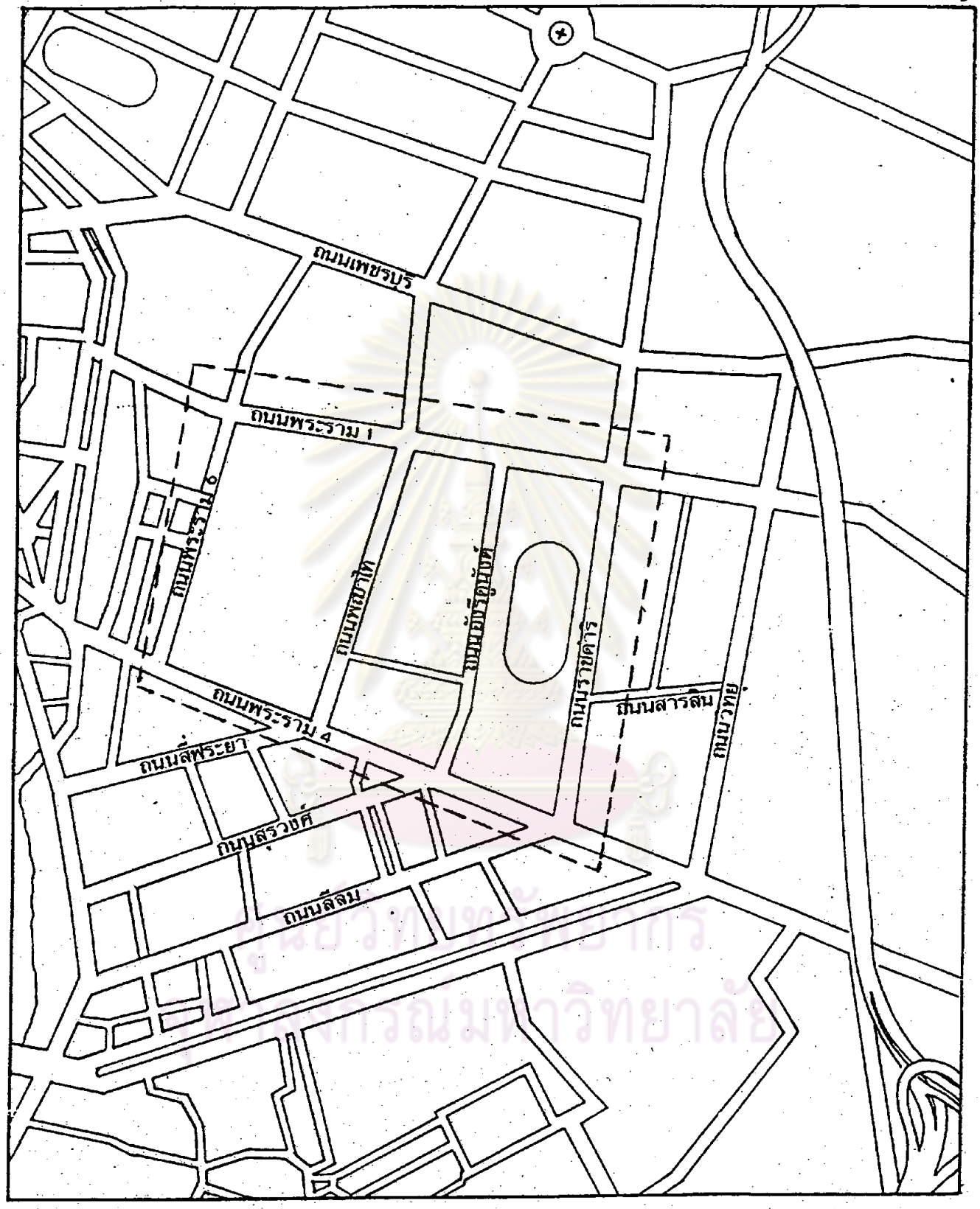
โครงข่ายถนนเปิดจะมีลักษณะเป็นถนนหลักสายเดียว หรือ 2 สาย ตัดกันโดยมีปลายของถนนสองเส้นทางเปิดอยู่ เพื่อรับและส่งการจราจรออกจากเส้นทาง ปัญหาการจราจรจะเกิดขึ้นบนถนนสายนี้ในช่วงระยะที่ทำการศึกษา ส่วนโครงข่ายถนนปิดจะเป็นระบบตรงกันข้าม มักจะมีถนนหลักมากกว่า 2 เส้นทาง อย่างน้อย 2 เส้นทาง หรือมากกว่าจะมาบรรจบรวมกัน ทำให้มองดูเป็นโครงข่ายปิด

5.1.1 พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบเปิด

พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนเปิดได้เลือกเอาบริเวณถนนรัชดาภิเษก ซึ่งเป็นถนนวงแหวน (Ring Road) โดยเริ่มต้นจากสี่แยก อสมท. ถึงสี่แยกถนนพหลโยธิน



รูปที่ 5.1 โครงข่ายถนนแบบเปิด



รูปที่ 5.2 โครงข่ายถนนแบบปิด

ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งประกอบด้วย ทางแยกสัญญาณไฟรวม 5 ทางแยก ดังแสดงในรูปที่ 5.3

สภาพทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบเปิด

ก. การใช้ที่ดิน

พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นอาคารเพื่อประกอบธุรกิจการค้า สถานที่ทำงาน สถานที่ราชการ และอาคารพักอาศัย ซึ่งล้วนแต่เป็นตัวก่อให้เกิดและดึงดูดการจราจรทั้งสิ้น

ข. ระบบถนน

ถนนรัชดาภิเษกเป็นถนนสายหลัก (Main Road) ระบบการเดินรถเป็นแบบ 2 ทิศทาง (Two-Way System) มีช่องทางจราจรด้านละ 4 ช่องทาง รองรับปริมาณการจราจรจากถนนสายหลัก (Main Road) ที่สำคัญคือ ถนนพหลโยธิน ถนนลาดพร้าว ถนนอโศกดินแดง และถนนสายรองลงมาคือ ถนนประชาราษฎร์บำเพ็ญ ถนนสุทธิสารวินิจฉัย

ค. สภาพการจราจร

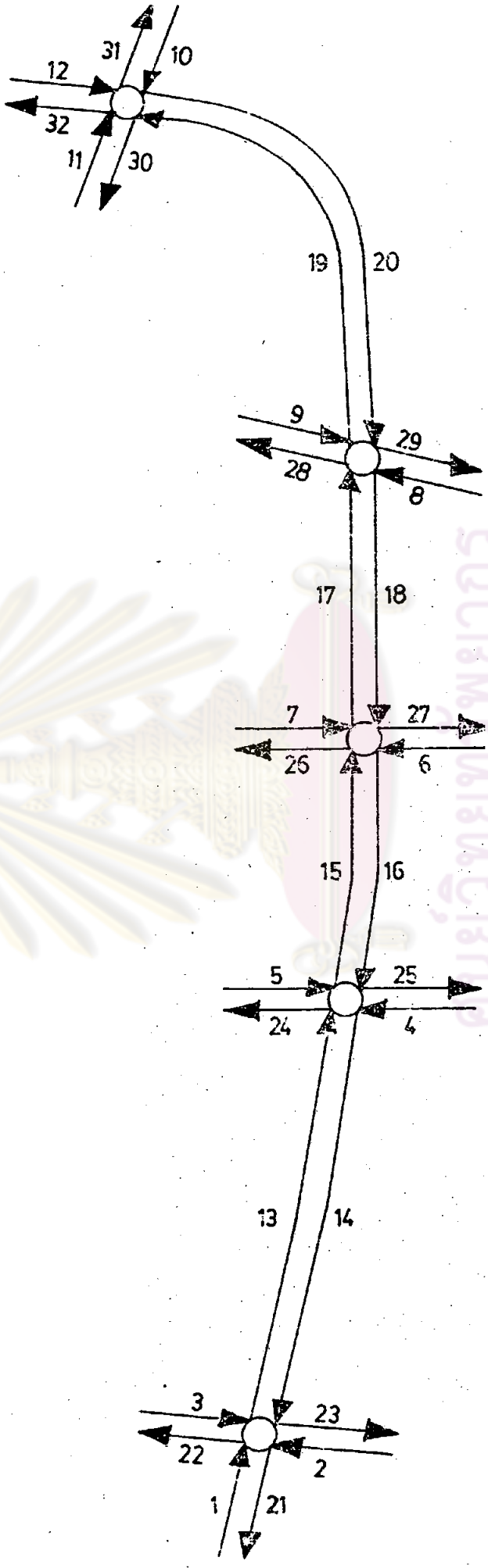
สภาพการจราจรทั่วไปของถนนรัชดาภิเษก จะหนาแน่นและคับคั่งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (AM Peak) ช่วงเวลากลางวัน (Noon Peak) และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (PM Peak) เฉพาะสำหรับวันทำงาน (จันทร์-ศุกร์)

5.1.2 พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบปิด

พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบปิด ได้เลือกเอาพื้นที่ด้านตะวันออกของเขตควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Area Traffic-Control ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาการจราจรติดขัดค่อนข้างวิกฤติในกรุงเทพมหานคร โดยมีอาณาบริเวณดังนี้

ทิศเหนือ ถนนพระรามที่ 1 จากสี่แยกเจริญผลถึงสี่แยกราชประสงค์

ทิศตะวันออก ถนนราชดำริ จากสี่แยกราชประสงค์ถึงสี่แยกสีลม



รูปที่ 5.3 โครงสร้างของ Node และ Link ของโครงข่ายถนนแบบเปิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิศใต้ ถนนพระรามที่ 4 จากสี่แยกสีลมถึงสามแยกสะพานเหลือง

ทิศตะวันตก ถนนพระรามที่ 6 จากสามแยกสะพานเหลืองถึงสี่แยกเจริญผล

เป็นเนื้อที่ประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งประกอบด้วยทางแยกสัญญาณไฟรวม 9 ทางแยก ดังแสดงในรูปที่ 5.4

สภาพทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบปิด

ก. การใช้ที่ดิน

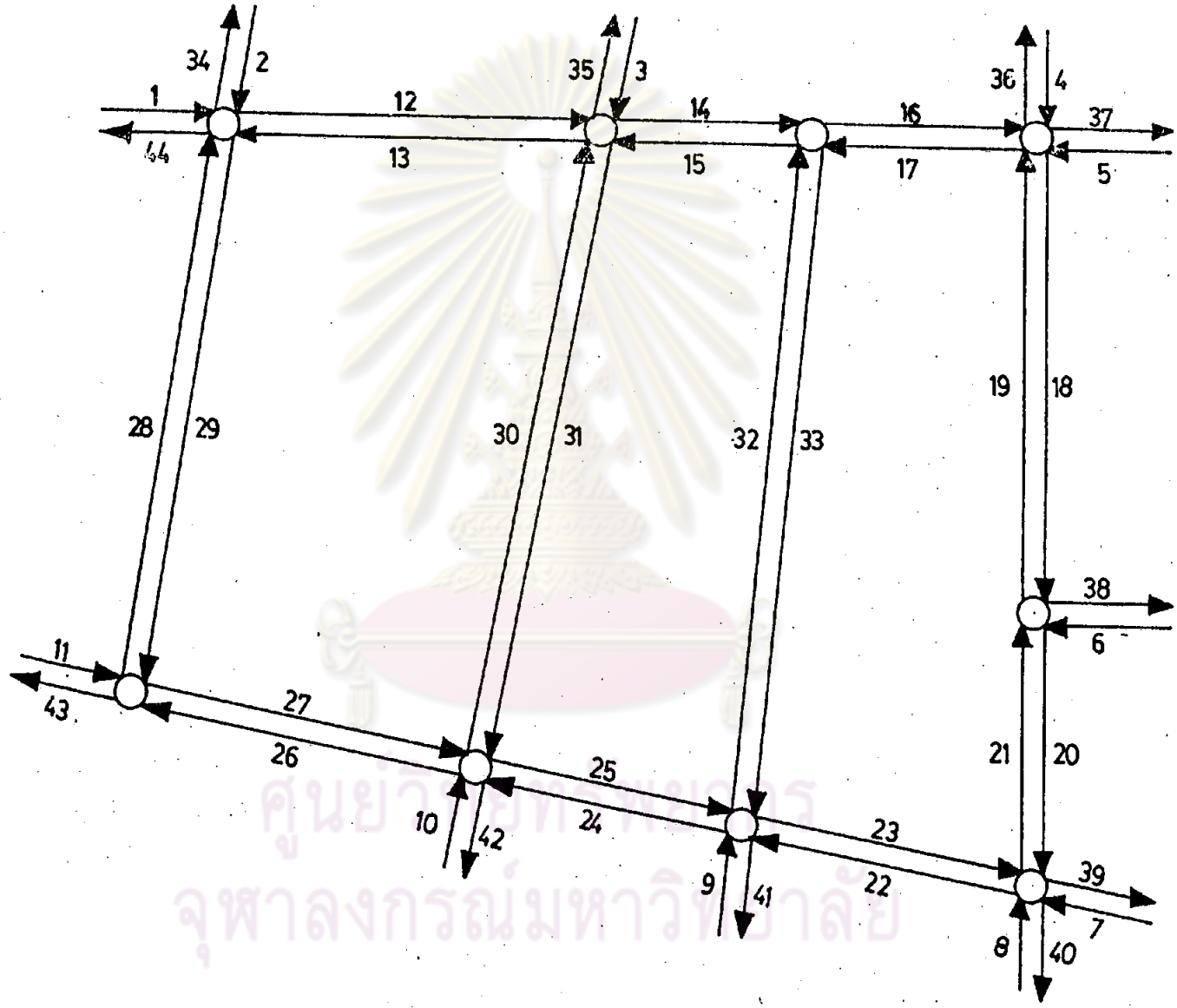
พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นอาคารเพื่อประกอบธุรกิจการค้าและสถานที่ทำงาน มีศูนย์การค้าขนาดใหญ่หลายแห่ง อาคารพาณิชย์ โรงแรม โรงภาพยนต์ และสถานที่ราชการ ซึ่งล้วนแต่เป็นตัวก่อให้เกิดและดึงดูดการจราจรทั้งสิ้น ดังนั้นในพื้นที่ส่วนนี้จึงมีการใช้ที่ดินอย่างหนาแน่น และมีจำนวนประชากรต่อหน่วยพื้นที่สูงมาก

ข. ระบบถนน

มีถนนสายประธานสำคัญของเมืองหลายสาย นำปริมาณการจราจรเข้าสู่พื้นที่ส่วนนี้ โดยมีถนนสายหลักที่สำคัญ ในพื้นที่นี้เป็นตัวรับปริมาณการจราจรที่มาจากสายประธาน ถนนสายหลักสำคัญ คือ

- ถนนพญาไท รับปริมาณการจราจรที่มาจากถนนพหลโยธิน
- ถนนราชดำริ รับปริมาณการจราจรที่มาจากถนนราชปรารภและถนนวิภาวดีรังสิต
- ถนนพระรามที่ 1 รับปริมาณการจราจรที่มาจากถนนสุขุมวิท
- ถนนพระรามที่ 4 รับปริมาณการจราจรที่มาจากถนนสายหลักดังกล่าวข้างต้น

ถนนทั้ง 4 สายดังกล่าว มีขนาดตั้งแต่ 3-4 ช่องทางจราจร ระบบการเดินรถเป็นแบบเดิน 2 ทิศทาง นอกเหนือจากนี้จะเป็นถนนสายรอง



รูปที่ 5.4 โครงสร้างของ Node และ Link ของโครงข่ายถนนแบบปิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. สภาพการจราจร

สภาพการจราจรโดยทั่วไปแล้วจะหนาแน่นและคับคั่งตลอดทั้งวัน ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า การใช้ที่ดินในพื้นที่ส่วนนี้ได้ก่อให้เกิดการจราจรมากมายที่จะมุ่งเข้าสู่พื้นที่ส่วนนี้ อีกทั้งยังเป็นทางผ่านของการจราจรที่จะเข้าสู่ในเขตกรุงเทพมหานครชั้นในอีกด้วย ลักษณะดังกล่าวทำให้พื้นที่ส่วนนี้กลายเป็นที่ที่มีปัญหาการจราจรติดขัดและเกิดการวิกฤติในกรุงเทพมหานครบริเวณหนึ่ง

5.2 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

5.2.1 ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

เป็นข้อมูลจำนวนยวดยานในชั่วโมงต่าง ๆ ของวันที่บริเวณทางแยก และช่วงระหว่างทางแยกในพื้นที่ศึกษา การสำรวจดำเนินการโดยสจร. โดยการนับยวดยานด้วยเครื่องนับอัตโนมัติติดตั้งเป็นเส้นทางต่าง ๆ ที่เลือกไว้และบันทึกข้อมูลปริมาณการจราจรตลอด 24 ชั่วโมง

ประโยชน์ของข้อมูล

ก. เพื่อใช้หาอัตราการไหลของการจราจร (Traffic Flow Rate) ของแต่ละ Input Link และ Network Link

ข. เพื่อใช้หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของยวดยาน (Net-Change Rate) ของแต่ละ Network Link

5.2.2 การเคลื่อนที่ของยวดยานที่ทางแยก (Turning Movement)

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการจราจรในทุกทิศทางที่บริเวณทางแยกในพื้นที่ศึกษา ไปตรง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา การสำรวจดำเนินการโดยสจร. ได้โดยการนับจำนวนยวดยานด้วยคน (Hand Count) อาศัย Talley Counter นับจำนวนยวดยานทั้งหมดที่ผ่านจุดสำรวจในทิศทางที่สำรวจ ซึ่งใช้ผู้นับทั้งสิ้น 4 คนต่อหนึ่งทิศทางของแต่ละช่วงเวลาหรือทุก ๆ 15 นาที ในเวลาที่เหมาะสม

ประโยชน์ของข้อมูล

ก. เพื่อใช้หาโอกาสการเคลื่อนที่ของยวดยานไปในแต่ละทิศทาง (Turning Probabilities)

ข. เพื่อใช้หาโอกาสการกระจายของยวดยานในแต่ละช่องทางจราจร (Lane Distribution Probabilities)

5.2.3 ค่าอัตราการไหลของการจราจรอิ่มตัว (Saturation Flow Rate)

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชม.) เคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดในช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวของการไหลของยวดยานในทิศทางหนึ่ง ๆ ใน 1 ชั่วโมง โดยพิจารณาเมื่อมี Queue รออยู่ ค่าการไหลการจราจรอิ่มตัวจะเป็นตัวที่กำหนดความจุ (Capacity) ของทางแยก ค่าอัตราการไหลของการจราจรอิ่มตัวสามารถประมาณได้จากความกว้างของช่องทางจราจร (W) จากสูตร

S = 650 W (สำหรับรถทางตรง)

S = 600 W (สำหรับรถเลี้ยว)

หรืออาจหาค่าประมาณได้จากตาราง 3 ดังนี้

ความกว้าง W_1	10	11	12	13	14	15	16	17	ฟุต
" W_2	3.03	3.36	3.69	4.00	4.31	4.62	4.92	5.23	เมตร
ปริมาณการไหลอิ่มตัว (S)	1850	1875	1900	1950	2075	2250	2475	2700	คัน/ชม.

หรืออาจจะสำรวจข้อมูลจากสนาม โดยการจัดหาปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นหยุดในช่วงสัญญาณไฟเขียวทุก ๆ 5 วินาที สำหรับช่องทางการจราจที่ต้องการหาค่า สูตรและตัวเลขจากตารางดังกล่าวนำมาจากงานวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์

ประโยชน์ของข้อมูล

ก. เพื่อหาค่าอัตราการไหลของการจราจรอิ่มตัว

ข. เพื่อหาค่าเวลาสูญเสีย

5.2.4 ความเร็วอิสระ (Free Flow Speed)

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มยวดยาน (Platoon) ในการเคลื่อนที่จากทางแยกหนึ่งไปสู่อีกทางแยกหนึ่งโดยปราศจากการรบกวน ข้อมูลในที่นี้อาศัยแปลงข้อมูลจากเวลาในการเดินทางสำรวจโดยสจร. ใส่เข้าไปใน Curve Traffic Stream Models จากงานวิจัยโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ (2)

ประโยชน์ของข้อมูล

เป็นข้อมูล Input ให้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะบ่งบอกความเร็วอิสระของยวดยานที่สามารถเคลื่อนที่ไปในแต่ละ Link

5.2.5 ลักษณะทางกายภาพและขอบเขตของถนนและทางแยก

เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโครงข่ายถนนที่จะทำการศึกษา รายละเอียดของข้อมูลประกอบด้วย จำนวนตำแหน่งทางแยก ความยาวของถนน ระบบการเดินรถ จำนวนช่องทางจราจร

ประโยชน์ของข้อมูล

นำไปจัดทำแผนผังโครงข่ายถนน (Network Diagram) ของพื้นที่ทำการศึกษา

5.2.6 ลักษณะการควบคุมสัญญาณไฟที่ทางแยก

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณไฟจราจรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น จังหวะสัญญาณไฟ

ต่าง ๆ (Phasing) ระยะเวลาสัญญาณไฟเขียว แดง เหลือง รอบเวลาสัญญาณไฟ และระยะ Offset เป็นต้น

ประโยชน์ของข้อมูล

เป็นตัวกำหนดลักษณะการควบคุมของสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกต่าง ๆ ให้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบฟอร์มข้อมูลการสำรวจพร้อมตัวอย่างของการเก็บรวบรวมข้อมูลในการปรับปรุงวิเคราะห์การจราจรเป็นโครงข่าย ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

5.3 <u>ลักษณะข้อมูลสำหรับใช้กับคอมพิวเตอร์โปรแกรม</u> (Input Data)

5.3.1 พื้นที่การศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบเปิด

ข้อมูลสำหรับให้กับคอมพิวเตอร์โปรแกรมในพื้นที่ทำการศึกษา สำหรับโครงข่ายแบบเปิดนี้จะแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 ซึ่งภาคผนวก ข. แสดงรูปแบบและรายละเอียดสำหรับการรวบรวมข้อมูล โดยจัดแยกเป็นชุดข้อมูลตามการอ่านเข้าไปของคอมพิวเตอร์โปรแกรมนี้

5.3.2 พื้นที่การศึกษาสำหรับโครงข่ายแบบปิด

ข้อมูลสำหรับให้กับคอมพิวเตอร์โปรแกรมในพื้นที่การศึกษาสำหรับโครงข่ายปิดนี้ก็จะแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด เช่นเดียวกับโครงข่ายแบบเปิด ดังแสดงในภาคผนวก ข.

5.4 <u>ผลการวิเคราะห์การทดสอบคอมพิวเตอร์โปรแกรม</u>

ข้อมูลที่เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้กับคอมพิวเตอร์โปรแกรม และมีผลกระทบอย่างมากต่อการทดสอบคอมพิวเตอร์โปรแกรม ได้แก่ ปริมาณการจราจร ความเร็วอิสระ และรอบเวลาสัญญาณไฟ ในการวิเคราะห์นี้จุดมุ่งหมายเพื่อสรุปการทำงานของโปรแกรมพร้อม ๆ ไปกับทดสอบพฤติกรรม แสดงในรูปของความสะดวกในการจำลองพฤติกรรมได้อย่างใกล้เคียงความเป็นจริงหรือไม่ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของคอมพิวเตอร์โปรแกรมนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

5.4.1 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับสภาพจริง

ก. พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบเปิด (Opened Network)

จากตารางที่ 5.1 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการจราจรที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสนามกับปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองโดยขบวนการ Simulation ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (8.00-9.00 น.) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ข. พื้นที่ทำการศึกษาสำหรับโครงข่ายถนนแบบปิด (Closed Network)

จากตารางที่ 5.2 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการจราจรที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสนามกับปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองโดยขบวนการ Simulation ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (8.00-9.00 น.) ซึ่งผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับสภาพจริงในสนาม สำหรับพื้นที่ศึกษา โครงข่ายถนนแบบเปิด (Opened Network) ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (8.00-9.00)

ลำดับ Link	ปริมาณการจราจร คัน/ชม.		ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
	สนาม	แบบจำลอง		
Network Link				
13	1138	1226	+88	+7.7
14	507	539	+32	+6.3
15	1113	1201	+88	+7.9
16	1153	1292	+139	+12.1
17	825	920	+95	+11.5
18	1237	1326	+89	+7.2
19	882	873	-9	-1.0
20	1683	1769	+86	+5.1
Output Link				
21	322	396	+74	+23.0
22	430	502	+72	+16.7
23	1175	1296	+121	+10.3
24	671	512	-159	-23.7
25	507	488	-19	-3.7
26	781	890	+109	+13.9
27	347	397	+50	+14.4
28	2366	2482	+116	+ 4.9
29	1109	1350	+241	+21.7
30	1150	1296	+146	+12.7
31	728	912	+184	+25.3
32	882	1012	+130	+14.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับสภาพจริงในสนาม สำหรับพื้นที่ศึกษา โครงข่ายถนนแบบปิด (Closed Network) ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (8.00-9.00)

ลำดับ Link	ปริมาณการจราจร คัน/ชม.		ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
	สนาม	แบบจำลอง		
Network Link				
12	175	202	+27	+15.4
13	4169	4206	+37	+0.9
14	119	210	+91	+76.5
15	2995	3205	+210	+7.0
16	101	176	+75	+74.3
17	3329	3215	-114	-3.4
18	728	794	+66	+9.1
19	2106	2082	-24	-1.1
20	1126	1218	+92	+8.2
21	1782	1912	+130	+7.3
22	2739	2686	-53	-1.9
23	3431	3590	+159	+4.6
24	2209	2183	-26	-1.2
25	3225	3112	-113	-3.5
26	2295	2317	+22	+1.0
27	2754	2915	+161	+5.8
28	1121	1316	+195	+17.4
29	981	1137	+156	+15.9
30	825	1020	+195	+23.6
31	1684	1807	+123	+7.3
32	560	690	+130	+23.2
33	1417	1590	+173	+12.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ลำดับ Link	ปริมาณการจราจร คัน/ชม.		ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
	สนาม	แบบจำลอง		
Output Link				
34	1111	1304	+193	+17.4
35	825	914	+89	+10.8
36	2016	2234	+218	+10.8
37	101	198	+97	+96.0
38	572	602	+30	+5.2
39	1136	1225	+89	+7.8
40	3431	3301	-130	-3.8
41	1417	1556	+139	+9.8
42	1684	1738	+54	+3.2
43	2295	1989	-306	-13.3
44	4169	4240	+71	+1.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย