



ระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ
Web-Based Pitsanulok Municipality Mass Transit Information System

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... - 9 S.ศ. 2547
เลขทะเบียน..... 4700184
เลขเรียกหนังสือ..... ๒๕.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๓๑๗๘๕

14381865

นางสาวพรรณงค์	หิรัญสาดี	รหัส 43360478
นายสิทธิชัย	มาท่ามา	รหัส 43360619
นายไกรเลิศ	กัษมาตย์	รหัส 43360767

2546

ปฏิญานินพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2546



ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ	ระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวพรอนงค์ หิรัญสาตี รหัส	43360478	
	นายสิทธิชัย มาท่ามา รหัส	43360619	
	นายไกรเลิศ คัชมาตย์ รหัส	43360767	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รัฐภูมิ	วารานุสาสน์	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์แสงชัย	มังกรทอง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2546		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์รัฐภูมิ วารานุสาสน์)

.....กรรมการ
(อาจารย์แสงชัย มังกรทอง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ศิริพร เศษะศิดารักษ์)

หัวข้อโครงการ	ระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวพรอนงค์ หิรัญสาตี รหัส	43360478	
	นายสิทธิชัย มาท่ามา รหัส	43360619	
	นายไกรเลิศ คัชมาตย์ รหัส	43360767	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รัฐภูมิ	วารานุสาสน์	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์แสงชัย	มังกรทอง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2546		

บทคัดย่อ

การเดินทางในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกโดยรถประจำทางสามารถเลือกได้หลายเส้นทาง ในการเลือกเส้นทางถ้าเลือกเส้นทางที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เราเสียเวลาในการเดินทาง ผู้พัฒนาจึงพัฒนาโปรแกรมสำหรับเพื่อหาเส้นทางที่ใช้ระยะทาง เวลา และราคาที่น้อยที่สุดขึ้น เพื่อให้การเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งมีประสิทธิภาพ โดยใช้ขั้นตอนของดิจิสตรา (Dijkstra's algorithm) ซึ่งเป็น ระเบียบวิธีที่ง่ายในการเขียนโปรแกรมและมีประสิทธิภาพดี ซึ่งผู้พัฒนาได้นำโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ ในการเดินทางในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกให้บริการบนเว็บไซต์ เพื่อสะดวกต่อการใช้งานจากนัก ท่องเที่ยว และบุคคลทั่วไป

Project Title Web-Base Pitsanulok Munciple Mass Transit Information System

Name Miss Pacharaanong Hirunsalee ID. 43360478
Mr. Sitthichai Mathamma ID. 43360619
Mr. Krailert Katchamat ID. 43360767

Project Advisor Mr. Rattapoom Waranusart

Co-Project Advisor Mr. Sangchai Manggontong

Major Computer Engineering

Department Electrical and Computer Engineering


Academic Year 2003

ABSTRACT

Traveling by bus in the municipal area of Phitsanulok can be chosen in many routes. Wrong choose may lead to wasting of time. This paper presents an automatic system in finding the most efficient route corresponds to time, cost and distance using Dijkstra's algorithm. This program was developed for using in a web site which collects some useful information for traveling in Phitsanulok.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิศวกรรมศาสตร์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องมาจากการแนะนำและความช่วยเหลือจาก อาจารย์รัฐภูมิ วรรณสาสน์ อาจารย์แสงชัย มังกรทอง อาจารย์ภาณุพงษ์ สอนคม ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างสูงในการทำโครงการครั้งนี้ ขอขอบคุณสำนักงานผังเมืองพิษณุโลก ที่ได้ให้ข้อมูลแผนที่ ขอขอบคุณสำนักงานรถเมย์บ้านเราที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสายรถเมย์ และเส้นทางเดินรถเมย์ภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ขอขอบคุณร้อยตรีทวี เชื้อประดิษฐ์ ที่ได้ให้ข้อมูลเส้นทางรถค้าส้มเค็งพระนเรศวร ขอขอบคุณคุณอุบล อินทะพุท ที่ได้ให้ข้อมูลเส้นทางรถค้าส้มเค็งพระเอกาทศรถ ขอขอบคุณคุณแหยม เล็กแจ้ง ที่ได้ให้ข้อมูลเส้นทางรถแสงดาว และขอขอบคุณคุณวิเศษฐ์ ร่วมมือ ที่ได้ให้ข้อมูลเส้นทางรถบ้านกว้าง



นางสาวพรรณนงค์ หิรัญสาถิ
นายสิทธิชัย มาท่ามา
นายไกรเลิศ คัมมาคย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 กิจกรรมการดำเนินการ	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 งบประมาณที่ใช้	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีกราฟ	5
2.2 ทฤษฎีขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด(shortest path algorithm)	10
2.3 การเขียนโปรแกรมภาษาจาวาในรูปแบบแอปพลิเคชัน (Applet)	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การค้นคว้าหาข้อมูล	30
3.2 การพัฒนาเว็บเพจ	30
3.3 การพัฒนาโปรแกรม	33
บทที่ 4 การทดสอบและวิเคราะห์โปรแกรม	
4.1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	38
4.2 วิธีการใช้งานของโปรแกรม	38

4.3 วิธีการทดสอบ	42
------------------------	----

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 วิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมจากการรับข้อมูลเข้ามาทาง การเลือกต้นทางและ ปลายทาง	44
5.2 สรุปผล	44
5.3 ปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหา	44
5.4 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก ก สายเดินรถ และเส้นทางเดินรถโดยสาร	49
ภาคผนวก ข ข้อมูลตารางเวลาเดินทาง	51
ภาคผนวก ค แผนที่จังหวัดพิษณุโลก	62
ประวัติผู้เขียน	78



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เส้นทางที่สั้นที่สุดของชั้นเริ่มต้น	15
2.2 พิจารณาโหนด A	16
2.3 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 1	16
2.4 พิจารณาโหนด A,B	17
2.5 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 2	17
2.6 พิจารณาโหนด A,B,F	18
2.7 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 3	18
2.8 พิจารณาโหนด A,B,D,F	19
2.9 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 4	19
2.10 พิจารณาโหนด A,B,D,E,F	20
2.11 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 5	20
2.12 พิจารณาโหนด A,B,D,E,F,G	21
2.13 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 6	21

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 (ก) กราฟ	5
2.1 (ข) มัลติกราฟ	5
2.2 กราฟที่มีทิศทาง	7
2.3 กราฟที่ไม่มีทิศทาง	7
2.4 กราฟที่ไม่มีทิศทาง	8
2.5 กราฟเชื่อมโยง (connected graph)	8
2.6 กราฟระนาบ (Planar Graph)	9
2.7 กราฟบริบูรณ์ (complete graph)	9
2.8 แผนที่และบริเวณ (Maps, Regions)	10
2.9 ชั้นเริ่มต้น	12
2.10 ชั้นที่ 1	13
2.11 ชั้นที่ 2	14
2.12 ชั้นที่ 3	15
2.13 ชั้นที่ 4	16
2.14 ชั้นที่ 5	17
2.15 ชั้นที่ 6	18
2.16 แผนที่ของเขตหนึ่งในเมือง	19
2.17 กราฟที่ได้จากการแปลงแผนที่ในรูปที่ 2.16	20
2.18 เส้นทางสั้นที่สุดจากโรงเรียนไปโรงพยาบาล	20
2.19 แสดงการใช้งานจาวาแอปเพล็ต	22
2.20 รูปแบบของการเขียนโปรแกรมภาษาจาวาแบบแอปเพล็ต	23
2.21 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด drawRect ()	26
2.22 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด drawLine ()	26
2.23 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด drawString ()	27
3.1 หน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาไทย ประกอบไปด้วยลิงค์ให้เลือกในด้านซ้าย ส่วนด้านขวาแสดงภาพ	31
3.2 การเชื่อมโยงหน้าเว็บเพจ	32

3.3	หน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้	37
4.1	หน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาไทย ประกอบไปด้วยลิงค์ให้เลือกในด้านซ้าย ส่วนด้านขวาแสดงภาพ	39
4.2	หน้าเว็บเพจหลังจากคลิกที่ลิงค์เลือกภาษาอังกฤษ และลิงค์Home จะปรากฏหน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาอังกฤษ	39
4.3	หน้าเว็บเพจแสดงลิงค์หัวข้อย่อยหลังจากคลิกหัวข้อหลัก และสามารถ คลิกลิงค์หัวข้อย่อยเพื่ออ่านรายละเอียดต่อไป	40
4.4	แสดงหน้าจอ โปรแกรม แสดงการใช้งาน โดยเลือกแผนการเดินทาง แล้ว เลือกจุดต้นทาง จุดปลายทาง และ คลิกปุ่ม Find Path	40
4.5	แสดงระยะทางที่ได้จากจุดต้นทางจนถึงจุดปลายทาง และแสดงเส้นทาง เดินรถตั้งแต่จุดต้นทางจนถึงจุดปลายทางตามที่กำหนด	41
4.6	แสดงสายรถโดยสารที่ต้องขึ้น และต่อรถในการเดินทาง	41
4.7	แสดงจุดต้นทาง และจุดปลายทาง ตามที่เลือกไว้	42
4.8	ผู้ใช้เลือกต้นทางเป็น โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และเลือกปลายทางเป็นบักชี	43
4.9	ผลจากการทดสอบโดยผู้ใช้เลือกต้นทางเป็น โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และ เลือกปลายทางเป็นบักชี	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากในโลกยุคปัจจุบันการคมนาคมขนส่งต่างๆ ได้เพิ่มมากขึ้นทั้งทางน้ำ ทางอากาศ และทางบก ทำให้มนุษย์สามารถที่จะเดินทางไปไหนมาไหนได้สะดวกรวดเร็วกว่าเมื่อก่อน เพราะประสิทธิภาพของยานพาหนะที่ดีขึ้น และมีเส้นทางคมนาคมเพิ่มขึ้นและดีกว่าสมัยก่อนนี้เป็นอย่างมาก เพราะเหตุนี้จึงทำให้มีการเดินทางของผู้คนอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการเดินทางในชีวิตประจำวัน เช่น การเดินทางจากบ้านไปที่ทำงาน การเดินทางไป รับประทานอาหาร การเดินทางไปโรงพยาบาล การเดินทางไปดูงานในสถานที่ต่าง ๆ และการเดินทางในการท่องเที่ยวทั้งในต่างประเทศและในประเทศเอง ดังที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นว่าการเดินทางได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตของเราเป็นอย่างมาก โดยที่เราทุกคนไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเดินทางได้

ประเทศไทยในปัจจุบันนี้เป็นประเทศหนึ่งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีนักท่องเที่ยวจากทั่วทุกมุมโลกให้ความสนใจที่จะมาท่องเที่ยว เนื่องจากการที่ประเทศไทยได้มีสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ มากมาย มีประเพณีที่งดงาม มีศิลปวัฒนธรรมที่สวยงาม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองที่เป็นสาเหตุที่เป็นแรงดึงดูดให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยในจังหวัดต่างๆ ของประเทศ ซึ่งมีสถานที่ท่องเที่ยวที่แตกต่างกันไป แต่ละสถานที่ก็มีความสวยงามไปคนละแบบ การที่นักท่องเที่ยวเดินทางเข้าประเทศไทยนี้ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก ทำให้เงินตราต่างประเทศได้หลั่งไหลเข้ามาในประเทศช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้าระหว่างประเทศได้ทางหนึ่ง

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศไทยที่นักท่องเที่ยวทั้งภายใน และภายนอกประเทศนิยมมาเที่ยวชมสถานที่ท่องเที่ยว และสถานที่สำคัญต่างๆ ในจังหวัด เช่น วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร (วัดใหญ่) โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคมซึ่งเป็นที่ตั้งของศาลสมเด็จพระนเรศวรมหาราชและเป็นพระราชวังจันทน์เก่า ฯลฯ แต่การเดินทางในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกสำหรับนักท่องเที่ยวต่างชาติและนักท่องเที่ยวที่เป็นคนไทยต่างถิ่น มักจะประสบปัญหาการเดินทางต่างๆ เช่น ไม่รู้ทางว่าจะไปสถานที่ท่องเที่ยวได้อย่างไร ไม่รู้ว่าจะต้องขึ้นรถอะไรไป เป็นต้น ดังนั้นคณะผู้ทำโครงการจึงคิดที่จะทำโครงการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวขึ้น โดยทำโครงการเรื่องระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกขึ้น เพื่อช่วยให้นัก

ท่องเที่ยวและคนต่างถิ่นรวมทั้งชาวจังหวัดพิษณุโลกที่ต้องการจะใช้ระบบขนส่งมวลชนในการเดินทางไปมาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

นักท่องเที่ยวที่เป็นทั้งชาวไทยไม่ว่าจะเป็นคนต่างถิ่นหรือชาวจังหวัดพิษณุโลก และชาวต่างชาติสามารถวางแผนล่วงหน้าในการเตรียมตัวที่จะเดินทางมาเที่ยวสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก โดยการศึกษาข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งการค้นหาได้จากเว็บไซต์นั้นมีประโยชน์ คือ นักท่องเที่ยวสามารถวางแผนล่วงหน้าในการเตรียมตัวที่จะเดินทางมาเที่ยวสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกได้ และสามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ได้ตลอดเวลาโดยไม่มีเวลาจำกัด และยังสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อการศึกษาหาข้อมูลสำหรับผู้ต้องการศึกษาระบบขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อช่วยให้นักท่องเที่ยวและคนต่างถิ่นรวมทั้งชาวจังหวัดพิษณุโลกที่ต้องการจะใช้ระบบขนส่งมวลชน ในการเดินทางไปมาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุด
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับสืบค้นข้อมูลการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
- 1.2.4 เพื่อช่วยให้นักท่องเที่ยวและคนต่างถิ่นรวมทั้งชาวพิษณุโลกได้เตรียมตัวล่วงหน้าสำหรับวางแผนที่จะเดินทางท่องเที่ยวในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก โดยได้ศึกษาข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์
- 1.2.5 เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง เพื่อการศึกษาหาข้อมูลสำหรับผู้ต้องการศึกษาระบบขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
- 1.2.6 เพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้ได้ตลอดเวลาโดยใช้บริการผ่านทางเว็บไซต์

1.3 ขอบข่ายของงาน

พัฒนาโปรแกรมด้วยจาวาสำหรับการสืบค้นเส้นทางของรถประจำทาง โดยพิจารณาจากระยะทาง ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการเดินทางของรถประจำทางปรับอากาศ รถโดยสาร สมเด็จพระนเรศวรมหาราช รถโดยสารสมเด็จพระเอกาทศรถ รถบ้านกว้าง รถแสงดาว แนะนำสายรถท่องเที่ยวที่เดินทางต่อไปยังจังหวัดอื่นๆ รวมทั้งบอกข้อมูลเบื้องต้น และยานพาหนะที่รองรับเมื่อไปถึงสถานที่ที่ต้องการสืบค้นให้การค้นหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดผ่านทางเว็บไซต์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษและสามารถแก้ไขเส้นทางของรถประจำทางจากโปรแกรมได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ความรู้ในการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการหาเส้นทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 1.5.2 ได้เว็บไซต์สำหรับสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ เส้นทางเดินรถประจำทาง รถประจำทางปรับอากาศ รถค่ายสมเด็จพระนเรศวรฯ และรถค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ ภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
- 1.5.3 ทำให้นักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้รับความสะดวกในการเดินทางท่องเที่ยวในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
- 1.5.4 ทำให้นักท่องเที่ยวและคนต่างถิ่นรวมทั้งชาวพิษณุโลก ได้เตรียมตัวล่วงหน้าสำหรับวางแผนที่จะเดินทางท่องเที่ยวในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก โดยได้ศึกษาข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์
- 1.5.5 เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง เพื่อการศึกษาหาข้อมูลสำหรับผู้ต้องการศึกษาระบบขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
- 1.5.7 ทำให้รองรับความต้องการของผู้ใช้ได้ตลอดเวลาโดยใช้บริการผ่านทางเว็บไซต์
- 1.5.8 ทำให้ลดปัญหานักเดินทางหลงทาง ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางผิดพลาดไม่ตรงตามความต้องการ

1.6 งบประมาณ

1.6.1	ค่าแผนที่อำเภอเมืองพิษณุโลก	1,000	บาท
1.6.2	ค่าเดินทางสำรวจเส้นทางเดินรถประจำทาง รถประจำทางปรับอากาศ รถค่ายสมเด็จพระนเรศวรฯ และรถค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ	600	บาท
1.6.3	ค่าเดินทางในการสอบถามข้อมูลตามหน่วยงานราชการต่างๆ	300	บาท
1.6.4	ค่าเอกสารในการจัดทำรายงาน	600	บาท
1.6.5	อื่นๆ	500	บาท
รวมทั้งสิ้น		3,000	บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีกราฟ

2.1.1 กราฟและมัลติกราฟ

กราฟ G ประกอบด้วยสองสิ่งต่อไปนี้

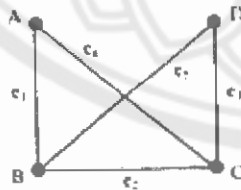
- (1) เซต V เรียกสมาชิกของ V ว่า จุดยอด (vertex) หรือจุด (point) หรือ บัพ (node)
- (2) เซต E ของคู่อันดับ (unordered pair) ของจุดยอด เรียกคู่อันดับเหล่านี้ว่า ขอบ (edge)

เมื่อต้องการเน้นส่วนประกอบทั้งสองของ G เราจะแทนกราฟ G ด้วย $G(V,E)$

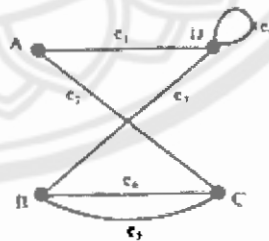
ถ้ามีขอบ $\{u,v\}$ เชื่อมจุดยอด u และ v เราจะกล่าวว่า u และ v ประชิดกัน (adjacent)

เราเขียนภาพของกราฟโดยใช้แผนภาพบนระนาบเหมือนปกติ กล่าวคือ แทนจุดยอดด้วยจุด (หรือวงกลมเล็ก) และแทนขอบ $e=\{v_1,v_2\}$ ด้วยเส้นซึ่งเชื่อมจุดยอด v_1 และ v_2 เรียก v_1 และ v_2 ว่า จุดปลาย (end point) ของ e เช่นรูป 2-1(ก) แทนกราฟ $G(V,E)$ เมื่อ (1) V ประกอบด้วยจุดยอดสี่จุด คือ A,B,C,D และ (2) E ประกอบด้วย 5 ขอบ คือ $e_1=\{A,B\}$, $e_2=\{B,C\}$, $e_3=\{C,D\}$, $e_4=\{A,C\}$, $e_5=\{B,D\}$

โดยปกติเราจะแสดงกราฟด้วยการเขียนแผนภาพของกราฟ แทนที่จะแจกแจงจุดยอดและขอบของกราฟ



รูปที่ 2.1 (ก) กราฟ



รูปที่ 2.1 (ข) มัลติกราฟ

แผนภาพรูปที่ 2.1 (ข) ไม่ใช่กราฟ แต่เป็นมัลติกราฟ เพราะมีขอบสองขอบ คือ e_4 และ e_5 เชื่อมจุดปลายคู่เดียวกัน และมี e_6 เป็นวงรอบ (loop) นั่นคือ เป็นขอบซึ่งปลายจุดทั้งสองเป็นจุดเดียวกัน นิยามของกราฟไม่อนุญาตให้มีขอบมากกว่าหนึ่งขอบเชื่อมจุดปลายคู่เดียวกัน และจะต้องไม่มีวงรอบ (loop) กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เราอาจนิยามกราฟว่า มัลติกราฟที่ไม่มีขอบมากกว่าหนึ่งขอบเชื่อมจุดปลายคู่เดียวกัน และไม่มีวงรอบ

ให้ $G(V,E)$ เป็นกราฟ ให้ V' เป็นเซตย่อยของ V และให้ E' เป็นเซตย่อยของ E ซึ่งมีจุดปลายอยู่ใน V' ดังนั้น $G(V',E')$ เป็นกราฟซึ่งเป็นกราฟย่อย (subgraph) ของ $G(V,E)$ ถ้า E' บรรจุขอบทั้งหลายใน E ซึ่งมีจุดปลายอยู่ใน V' ในกรณีนี้เรากล่าวว่า $G(V',E')$ เป็นกราฟย่อยซึ่งก่อกำเนิดโดย V'

เรียกมัลติกราฟว่า มัลติกราฟจำกัด (finite) ถ้ามัลติกราฟนั้นมีจุดยอดและขอบเป็นจำนวนจำกัด จะเห็นว่ากราฟที่มีจุดยอดเป็นจำนวนจำกัด จะมีขอบเป็นจำนวนจำกัดโดยอัตโนมัติ เรียกกราฟจำกัดซึ่งมีจุดยอดเดียวและไม่มีขอบว่า กราฟสำคัญน้อย คำว่ามัลติกราฟในหนังสือเล่มนี้จะหมายถึงมัลติกราฟจำกัด ยกเว้นเมื่อระบุเป็นอย่างอื่น

ดีกรี (Degree)

ถ้า v คือจุดปลายของ e กระทบ (incident) กับจุด v ดีกรี ของจุดยอด v ซึ่งแทนด้วย $\text{deg}(v)$ คือจำนวนขอบที่กระทบกับจุด v เนื่องจากขอบแต่ละขอบจะถูกนับสองครั้ง ในการนับดีกรีของจุดยอดทุกจุดของกราฟ ดังนั้นเราจะได้ผลลัพธ์ต่อไปนี้ซึ่งง่ายแต่มีความสำคัญมาก

ทฤษฎีบท : ผลบวกของดีกรีของจุดยอดทุกจุดของกราฟใดๆ เป็นสองเท่าของจำนวนขอบของกราฟ

ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.1(ก) เรามี

$$\text{deg}(A) = 2$$

$$\text{deg}(B) = 3$$

$$\text{deg}(C) = 3$$

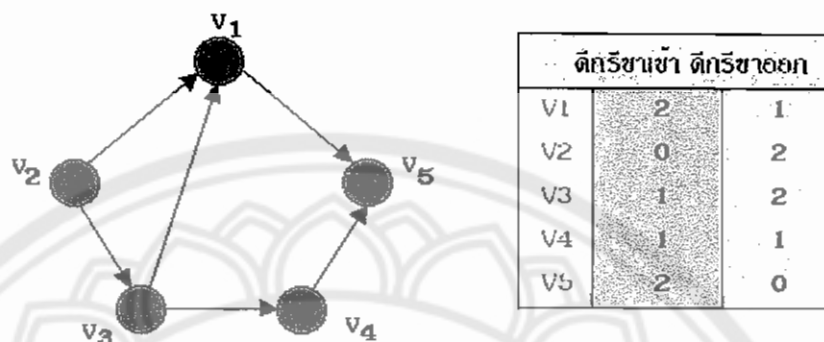
$$\text{deg}(D) = 2$$

ผลบวกของดีกรีเท่ากับ 10 ซึ่งเป็นสองเท่าของจำนวนขอบตามที่คาดหวังไว้ จะกล่าวว่าจุดยอดเป็นคู่ หรือคี่ ขึ้นอยู่กับดีกรีของจุดยอดนั้นว่าเป็นคู่หรือคี่ ดังนั้น A และ D เป็นจุดยอดคู่ ในขณะที่ B และ C เป็นจุดยอดคี่

ทฤษฎีบทเป็นจริงสำหรับมัลติกราฟ เมื่อนับดีกรีของจุดปลายของวงรอบ (loop) เราจะนับวงรอบ (loop) สองครั้ง เช่น ในรูปที่ 2.1(ข) $\text{deg}(D) = 4$ เพราะว่าขอบ e_6 ถูกนับสองครั้ง ดังนั้น D เป็นจุดยอดคู่ เรียกจุดยอดซึ่งมีดีกรีศูนย์ว่า จุดยอดเอกเทศ (isolated vertex)

กราฟมีทิศทาง

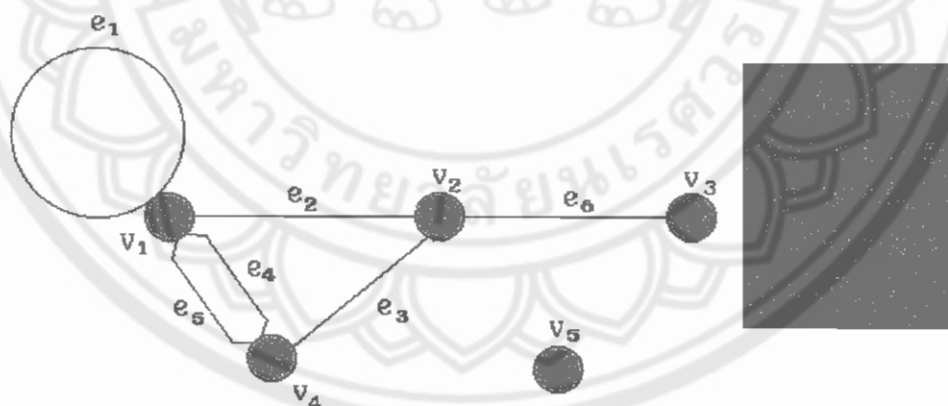
ทฤษฎี : ผลรวมของดีกรีของจุดทุก ๆ จุดในกราฟแบบไม่มีทิศทางเป็นสองเท่าของจำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดในกราฟ



รูปที่ 2.2 กราฟมีทิศทาง

กราฟไม่มีทิศทาง

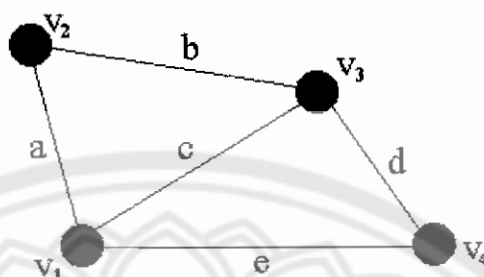
ทฤษฎี : ผลรวมของดีกรีของจุดทุก ๆ จุดในกราฟแบบไม่มีทิศทางเป็นสองเท่าของจำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดในกราฟ



รูปที่ 2.3 กราฟไม่มีทิศทาง

ทางเดิน (path)

คือลำดับที่สลับกันระหว่างจุดกับเส้นเชื่อมที่ติดต่อกัน โดยผ่านเส้นเชื่อมทุกๆ เส้น เส้นละ 1 ครั้ง



รูปที่ 2.4 กราฟไม่มีทิศทาง

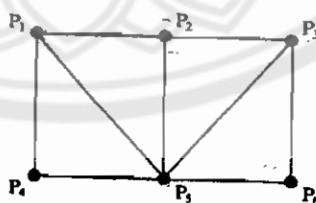
ตัวอย่างทางเดิน คือ $v_1-a-v_2-b-v_3-d-v_4$

วงจร (circuit)

คือ path ที่มีโหนดเริ่มต้นเป็นโหนดเดียวกันกับโหนดสิ้นสุด และไม่มี edge ที่ปรากฏมากกว่า 1 ครั้งใน path

กราฟเชื่อมโยง (connected graph)

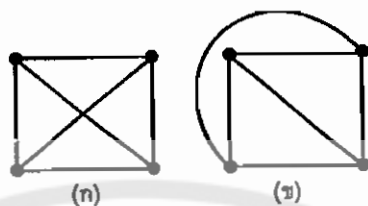
คือ กราฟที่มี path เชื่อมต่อ โหนด 2 โหนดใดๆ ของกราฟ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กราฟเชื่อมโยง (connected graph)

กราฟระนาบ (Planar Graph)

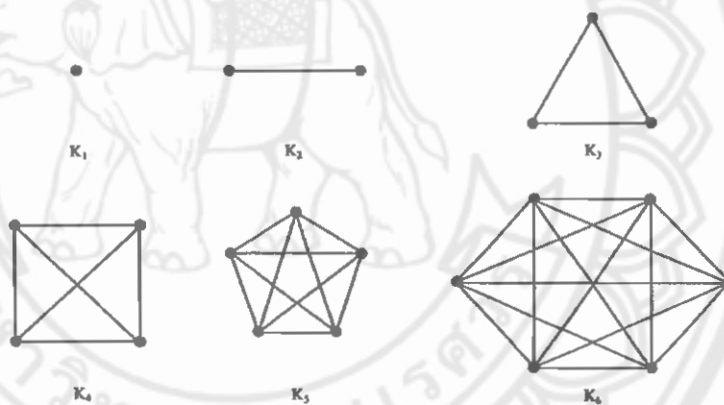
คือ กราฟที่เราสามารถวาดให้เป็นผัง 2 มิติ และ edge เชื่อมกับโหนด โดย edge ไม่ทับกัน
ได้



รูปที่ 2.6 กราฟระนาบ (Planar Graph)

กราฟบริบูรณ์ (complete graph)

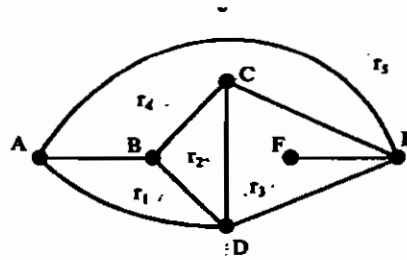
คือกราฟที่ไม่ว่าโหนด 2 โหนดใดที่ต่างกัน จะมี edge ที่เชื่อมโหนดทั้งสองโหนดเสมอ
จะใช้ K_n แทนกราฟบริบูรณ์ที่มีจุดยอด n จุด ในรูปที่ 2.7 คือกราฟ K_1, K_2, \dots, K_6



รูปที่ 2.7 กราฟบริบูรณ์ (complete graph)

แผนที่และบริเวณ (Maps, Regions)

เรียกการแทนบนระนาบของมัลติกราฟระนาบจำกัดในรูปแบบเฉพาะ (คือรูปแบบที่ไม่มี
ขอบใดตัดกัน) ว่า แผนที่ (map) และจะกล่าวว่าแผนที่นั้นเป็นแผนที่ที่เชื่อมโยง (connect) ถ้ามัล
ติกราฟนั้นเป็นมัลติกราฟเชื่อมโยง แผนที่ที่กำหนดให้ใดๆจะแบ่งระนาบออกเป็นบริเวณต่างๆ เช่น
แผนที่ในรูปที่ 2.8 ซึ่งมีจุดยอด 6 จุด และมีขอบ 9 ขอบ แบ่งระนาบออกเป็น 5 บริเวณ โดย 4
บริเวณเป็นบริเวณที่มีขอบเขต แต่บริเวณที่ห้า ซึ่งอยู่ภายนอกแผนภาพเป็นบริเวณที่ไม่มีขอบเขต



รูปที่ 2.8 แผนที่และบริเวณ (Maps, Regions)

ดังนั้นถ้าเราจะสมมุติว่าแผนที่ของเราเขียนอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใหญ่ แทนที่จะเขียนอยู่ในระนาบทั้งระนาบ ก็จะไม่ทำให้การนับจำนวนบริเวณโดยทั่วไปแตกต่างกัน

จะเห็นว่าพรมแดนของแต่ละบริเวณของแผนที่ประกอบด้วยขอบ บางครั้งขอบเหล่านั้นประกอบกันขึ้นเป็นวัฏจักร บางครั้งก็ไม่เป็น เช่น พรมแดนของแต่ละบริเวณในรูปที่ 2.8 เป็นวัฏจักร ยกเว้นพรมแดนของ r_3 และถ้าเราเดินรอบ r_3 ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยเริ่มต้นที่จุดใดๆ เช่น เริ่มที่จุดยอด C เราจะได้ทางเดินปิด

$$(C, D, E, F, E, C)$$

เมื่อขอบ $\{E, F\}$ ปรากฏ 2 ครั้ง เมื่อกล่าวถึงคี่กริชของบริเวณ r ซึ่งเขียนแทนด้วย $\deg(r)$ เราจะหมายถึงความยาวของวัฏจักรหรือทางเดินปิดที่ล้อมรอบบริเวณ r จะเห็นว่าขอบแต่ละขอบเป็นพรมแดนของบริเวณ 2 บริเวณ หรือไม่ก็บรรจุอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งในกรณีหลังนี้ขอบนั้นจะปรากฏ 2 ครั้งในทางเดินที่ล้อมรอบบริเวณนั้น ดังนั้นเราได้ทฤษฎีบทสำหรับบริเวณ ดังนี้

ทฤษฎีบท : ผลบวกของคี่กริชของบริเวณของแผนที่ เท่ากับสองเท่าของจำนวนขอบคี่กริชของบริเวณในรูปที่ 8 ได้แก่

$$\deg(r_1) = 3, \quad \deg(r_2) = 3, \quad \deg(r_3) = 5, \quad \deg(r_4) = 4, \quad \deg(r_5) = 3$$

ผลบวกของคี่กริชเท่ากับ 18 ซึ่งเป็นสองเท่าของจำนวนขอบคี่กริชที่คาดหวังไว้

2.2 ทฤษฎีขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest path algorithm)

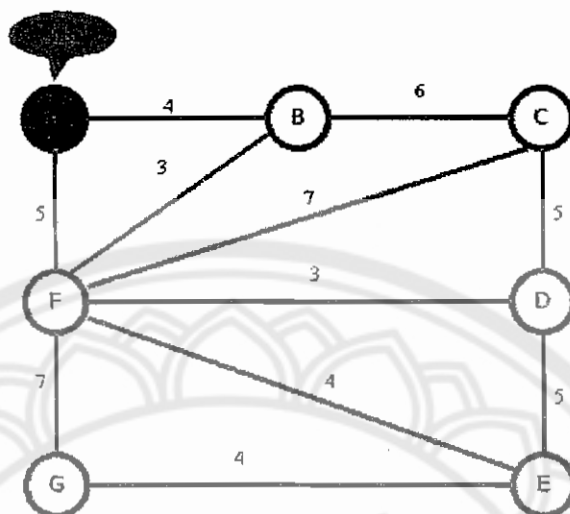
การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest path) เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับทฤษฎีกราฟเพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุด ในการเชื่อมจุด แต่ละจุดบนระนาบที่เราสนใจ ยกตัวอย่างให้เข้าใจง่ายๆ เช่น ถ้าต้องการตัดถนนผ่านเมือง 5 เมือง เราจะต้องหาเส้นทางในการตัดถนนที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คือต้องเริ่มต้นตัดถนนจากเมืองใด แล้วผ่านไปยัง เมืองใดเป็นเมืองที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับและกลับมายังเมืองเดิม โดยให้ถนนที่ตัดเสร็จแล้วสั้นที่สุด เพื่อให้ใช้วัสดุและเวลาในการทำงานน้อยที่สุด

สำหรับวิธีการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาในการหาเส้นทางบนเว็บนั้นเรียกว่าวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest path) ระหว่างโหนด ซึ่งวิธีการนี้ได้นำมาเสนอในปี 1959 โดย Dijkstra และ วิธีการนี้ก็ได้มีชื่อว่า Dijkstra's algorithm เพื่อเป็นการให้เกียรติ และ ขั้นตอนของอัลกอริทึมมีดังต่อไปนี้

Dijkstra's Algorithm

1. ก่อนอื่นเรา จะเรียกโหนด ตามชื่อที่ตั้งไว้ และ แต่ละโหนด v เราจะอ้างถึงฟังก์ชัน $d(v)$ และ $\text{pred}(v)$ ในตอนเริ่ม ทุกโหนดจะมีค่า $d(v) = \text{Infinity}$ และ $\text{pred}(v) = 0$
2. สำหรับอาร์กที่เชื่อมระหว่างโหนด i และ j เราจะเรียกว่า $\text{arc}(i,j)$ ส่วนระยะทางระหว่างโหนด i และ j เราจะเรียกว่า $\text{weight}(i,j)$
3. เราจะแบ่งกลุ่มของโหนดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม โหนดสีแดง และ กลุ่ม โหนดสีเหลือง ในตอนเริ่มต้นทุกโหนดจะมีสีเหลือง
4. เลือกโหนดเริ่มต้น จากกลุ่มสีเหลือง สมมุติว่าเป็น โหนด k และ ให้ $d(k) = 0$
5. (ขั้นเลือกโหนดระบายสีแดง) เลือกโหนด j จากกลุ่มสีเหลือง โดยที่มีค่า $d(j)$ น้อยที่สุดในกลุ่มสีเหลือง ระบายสีแดงใส่โหนด j และ $\text{arc}(j,\text{pred}(j))$
6. (ขั้นปรับปรุงระยะทาง) พิจารณาทุกอาร์กที่มีปลายหนึ่งติดกับโหนดที่มีสีแดง และ อีกปลายหนึ่งยังไม่มีสีแดง สมมุติว่าเป็น $\text{arc}(i,j)$ เราจะได้โหนด i สีแดง และ โหนด j สีเหลือง และเรียกโหนด j เป็นโหนดที่ติดกับโหนด i (Adjacent node)
if $d(i) + \text{weight}(i,j) < d(j)$ then $d(j) = d(i) + \text{weight}(i,j)$ และ $\text{pred}(j) = i$
7. กลับไปที่ทำขั้นที่ 5, และ 6 จนกระทั่ง ทุกโหนดมีสีแดง
แล้วเราก็จะได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากโหนดที่เริ่มต้นไปยังทุกๆ โหนด

ตัวอย่างสำหรับ Dijkstra's Algorithm



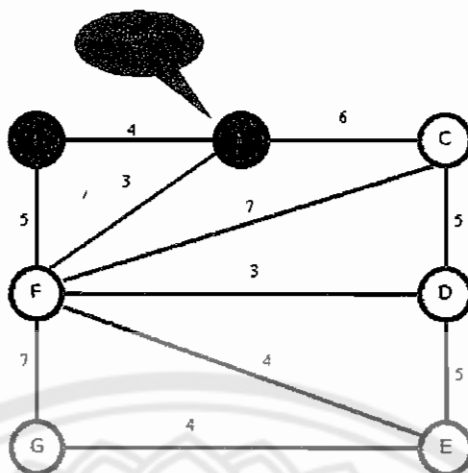
รูปที่ 2.9 ขั้นเริ่มต้น

โหนด	$d(v)$	$pred(v)$
A	0	0
B	infinity	0
C	infinity	0
D	infinity	0
E	infinity	0
F	infinity	0
G	infinity	0

ตารางที่ 2.1 เส้นทางที่สั้นที่สุดของขั้นเริ่มต้น

จากรูปนี้ให้เริ่มที่โหนด A และ ตัวเลขบนอาร์กคือระยะทางระหว่างโหนด

รอบที่ 1



รูปที่ 2.10 ขั้นที่ 1

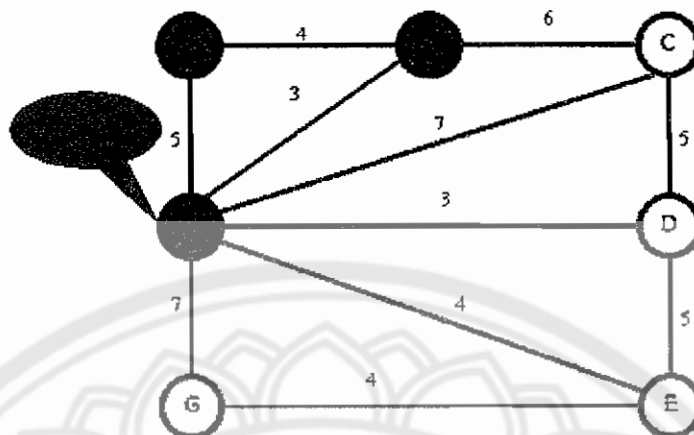
รอบที่	โหนดที่มีสีแฉงล้อมรอบ	Adjacent Node	อาร์กที่พิจารณา	weight(i,j)	weight(i,j) + d(i)	d(v)
1	A	B	(A,B)	4	4	4
		F	(A,F)	5	5	5

ตารางที่ 2.2 พิจารณาโหนด A

โหนด	d(v)	pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	infinity	0
D	infinity	0
E	infinity	0
F	infinity	0
G	infinity	0

ตารางที่ 2.3 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 1

รอบที่ 2



รูปที่ 2.11 ขั้นที่ 2

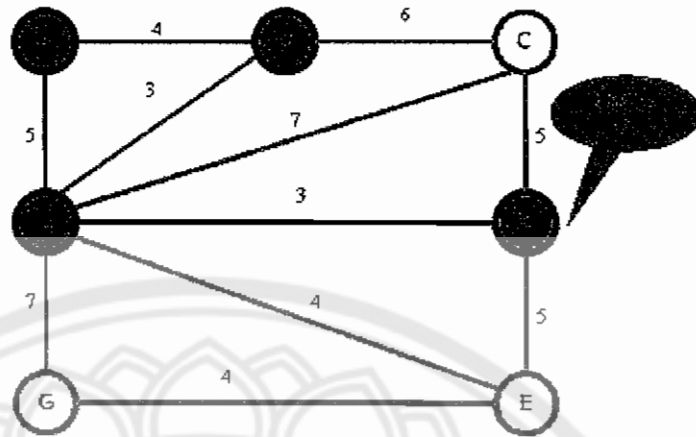
รอบที่	โหนดที่มีสีแสดง ล้อมรอบ	Adjacent node	อาร์กที่ พิจารณา	weight(i,j)	Weight (i,j) + d(I)	ค่าใหม่ของ d(v)
2	A,B	C	(B,C)	6	10	10
		F	(A,F)	5	5	5
			(B,F)	3	7	5

ตารางที่ 2.4 พิจารณาโหนด A,B

โหนด	d(v)	pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	infinity	0
D	infinity	0
E	infinity	0
F	5	A
G	infinity	0

ตารางที่ 2.5 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 2

รอบที่ 3



รูปที่ 2.12 ชั้นที่ 3

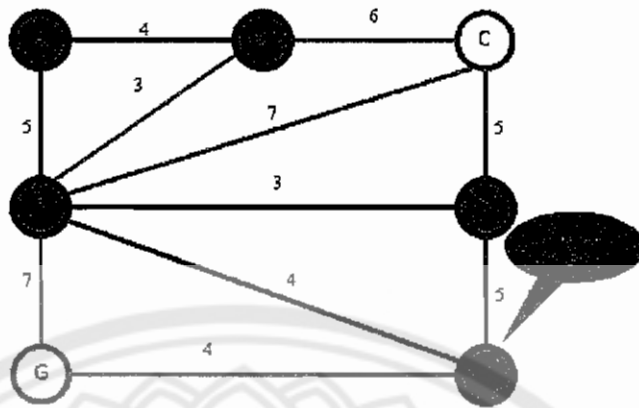
รอบที่	โหนดที่มีสีแสดล้อมรอบ	Adjacent node	อาร์กที่พิจารณา	weight(i,j)	Weight (i,j) + d(i)	ค่าใหม่ของ d(v)
3	A,B,F	C	(B,C)	6	10	10
		D	(D,F)	3	8	8
		E	(E,F)	4	9	9
		G	(F,G)	7	12	12

ตารางที่ 2.6 พิจารณาโหนด A,B,F

โหนด	d(v)	pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	infinity	0
D	8	F
E	infinity	0
F	5	A
G	infinity	0

ตารางที่ 2.7 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 3

รอบที่ 4



รูปที่ 2.13 ขั้นที่ 4

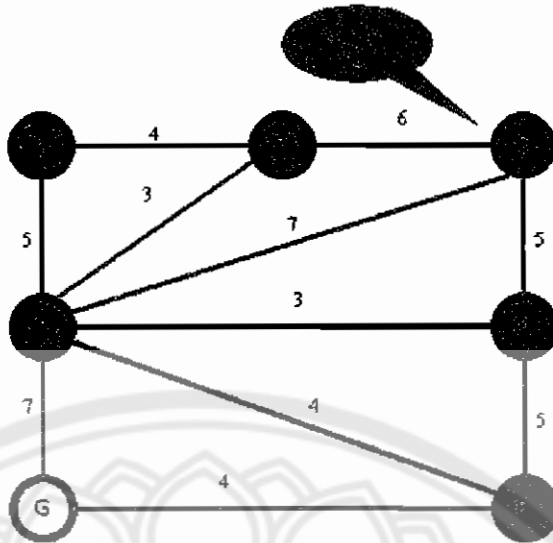
รอบที่	โหนดที่มีสีแดง ล้อมรอบ	Adjacent node	อาร์กที่ พิจารณา	weight(i,j)	Weight (i,j) + d(i)	ค่าใหม่ของ d(v)
4	A,B,D,F	C	(B,C)	6	10	10
			(D,C)	5	13	10
		E	(D,E)	5	13	9
			(F,E)	4	9	9
		G	(F,G)	7	12	12

ตารางที่ 2.8 พิจารณาโหนด A,B,D,F

โหนด	d(v)	pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	Infinity	0
D	8	F
E	9	F
F	5	A
G	Infinity	0

ตารางที่ 2.9 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 4

รอบที่ 5



รูปที่ 2.14 ขั้นที่ 5

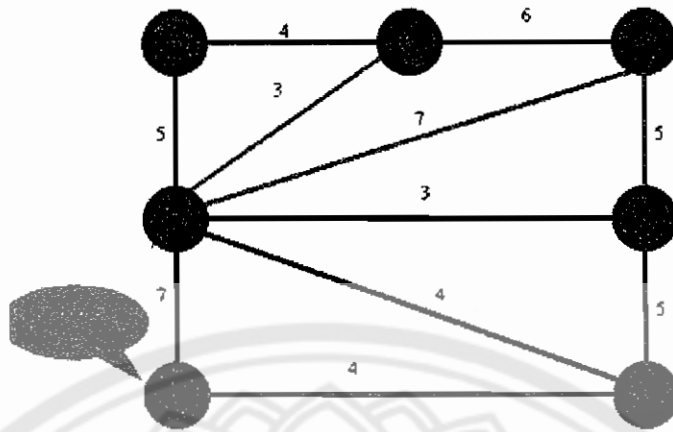
รอบที่	โหนดที่มีสีแดง	Adjacent node	อาร์กที่พิจารณา	weight(i,j)	weight(i,j) + d(i)	ค่าใหม่ของ d(v)
5	A,B,D,E,F	C	(B,C)	6	10	10
			(D,C)	5	13	10
		G	(E,G)	4	13	12
			(F,G)	7	12	12

ตารางที่ 2.10 พิจารณาโหนด A,B,D,E,F

โหนด	d(v)	Pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	10	B
D	8	F
E	9	F
F	5	A
G	infinity	0

ตารางที่ 2.11 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 5

รอบที่ 6



รูปที่ 2.15 ชั้นที่ 6

รอบที่	โหนดที่มีสีแดง	Adjacent node	อาร์กที่พิจารณา	weight(i,j)	weight(i,j) + d(i)	ค่าใหม่ของ d(v)
6	A,B,D,E,F,G	G	(E,G)	4	13	12
			(F,G)	7	12	12

ตารางที่ 2.12 พิจารณาโหนด A,B,D,E,F,G

โหนด	d(v)	pred(v)
A	0	0
B	4	A
C	10	B
D	8	F
E	9	F
F	5	A
G	12	F

ตารางที่ 2.13 เส้นทางที่สั้นที่สุดของรอบที่ 6

จากตัวอย่างข้างต้น ถ้าเราต้องการเดินทางจาก A ไปยัง E เราต้องเดินทางผ่านเมือง F แล้ว จะมีระยะทางในการเดินทาง เท่ากับ 9

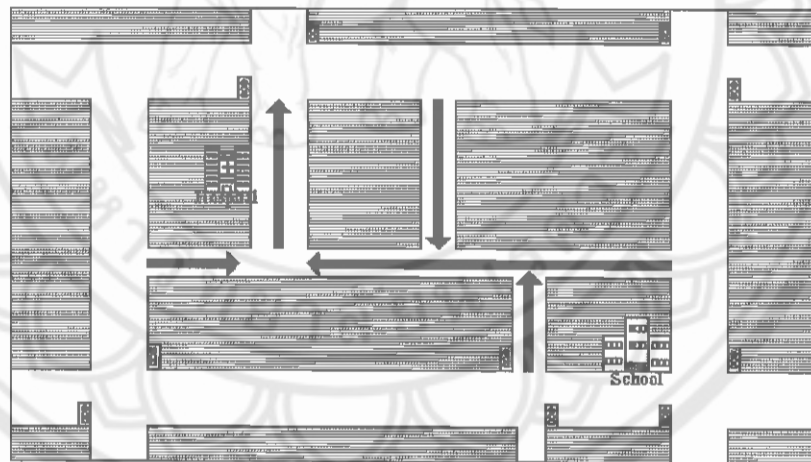
การประยุกต์ขั้นตอนวิธีของดijkstra (Dijkstra's algorithm) เข้ากับเครือข่ายการจราจรทางบก

ในการนำขั้นตอนวิธีของดijkstra (Dijkstra's algorithm) มาใช้กับเครือข่ายการจราจรทางบกนั้น จะทำการพิจารณาเครือข่ายการจราจรเหมือนเป็นเครือข่ายการสื่อสารหนึ่ง โดยแทนทางแยก (intersection) ต่างๆ เช่น สามแยก ,สี่แยก เป็นต้น และสถานที่ต่างๆ ด้วยปม แทนถนนด้วยกิ่ง ต้นทุนของแต่ละกิ่งคือเวลาการเดินทางเฉลี่ย ด้วยวิธีนี้จะได้กราฟที่แทนเครือข่ายการจราจร และสามารถนำมาคำนวณตามขั้นตอนวิธีของดijkstra (Dijkstra's algorithm) ได้เพื่อหาเส้นทางสั้นที่สุด ซึ่งในเครือข่ายการจราจรนี้คือเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

สำหรับการคำนวณหาค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นนั้น จะนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาคำนวณด้วย เช่น เวลาของสัญญาณไฟจราจรแต่ละสัญญาณ ความน่าจะเป็นที่จะพบสัญญาณไฟจราจรแต่ละสัญญาณ ความยาวของถนน ความเร็วเฉลี่ยของพาหนะ เป็นต้น

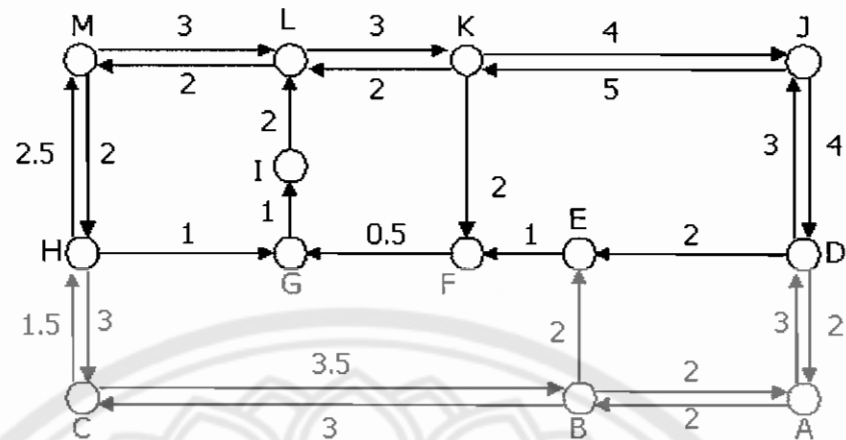
ตัวอย่างการประยุกต์ Dijkstra's algorithm แสดงดังต่อไปนี้

พิจารณาแผนที่ในรูปที่ 2.16 โดยถนนที่รถวิ่งได้ทางเดียว (one way) จะมีลูกศรอยู่



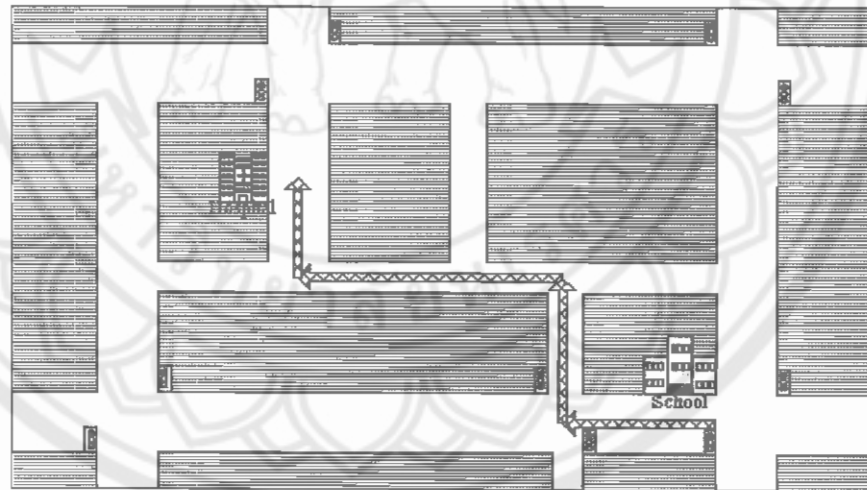
รูปที่ 2.16 แผนที่ของเขตหนึ่งในเมือง

จากแผนที่ในรูปที่ 2.16 สามารถแปลงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 กราฟที่ได้จากการแปลงแผนที่ในรูปที่ 2.16

จากกราฟในรูปที่ 2.16 นำไปคำนวณตามกระบวนการ Dijkstra's algorithm ถ้าต้องการหาเส้นทางจากโรงเรียน A ไปยังโรงพยาบาล I จะได้เส้นทางแสดงดังรูปที่ 2.18 โดยจะใช้เวลาในการเดินทางเท่ากับ 6.5 นาที



รูปที่ 2.18 เส้นทางสั้นที่สุดจากโรงเรียนไปโรงพยาบาล

2.3 การเขียนโปรแกรมภาษาจาวาในรูปแบบแอปเพล็ต (Applet)

การเขียนโปรแกรมจาวาในลักษณะแอปเพล็ต ผลลัพธ์ที่ได้จากการคอมไพล์โปรแกรมเรียกว่าแอปเพล็ต ซึ่งไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ต้องฝังตัวอยู่ในภาษาอื่น เช่น เรียกใช้งานผ่านไฟล์เว็บเพจที่เขียนด้วยเฮกซ์ทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML) แสดงผลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์เป็นหลัก โดยที่เว็บเบราว์เซอร์ที่จะแสดงผลการทำงานของแอปเพล็ตได้นั้นต้องเป็นเว็บเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนจาวา เช่น เน็ตสเคปเนวิกเตอร์ อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ เป็นต้น

Applet Viewer เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมจาวา

Applet Viewer มีเครื่องมือเพื่อช่วยในการพัฒนาโปรแกรมจาวาชื่อว่า appletviewer ในชุด JDK Java System Development Kit (JSDK) หรือเรียกอีกชื่อว่า Java Development Kit (JDK) การพัฒนาโปรแกรมด้วยเครื่องมือในชุด JDK จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมในลักษณะที่ใช้การพิมพ์คำสั่งเพื่อให้ทำงาน (Command Line)

- ใช้ทำงานในสภาพแวดล้อมแบบจาวาอย่างแท้จริงในการทดสอบแอปเพล็ต (Applet)
- appletviewer จะเปิดไฟล์เฮกซ์ทีเอ็มแอลที่มีการเรียกใช้งานแอปเพล็ตอยู่ภายใน และแสดงผลของการทำงานเฉพาะแอปเพล็ต
- ตัวอย่างการใช้งาน

-> appletviewer MyApplet.html

-> ตัวอย่างไฟล์ MyApplet.html

```
<HTML>
```

```
<BODY>
```

```
<APPLET CODE="MyFirstApplet.class" WIDTH=300 HEIGHT=190>
```

```
</APPLET>
```

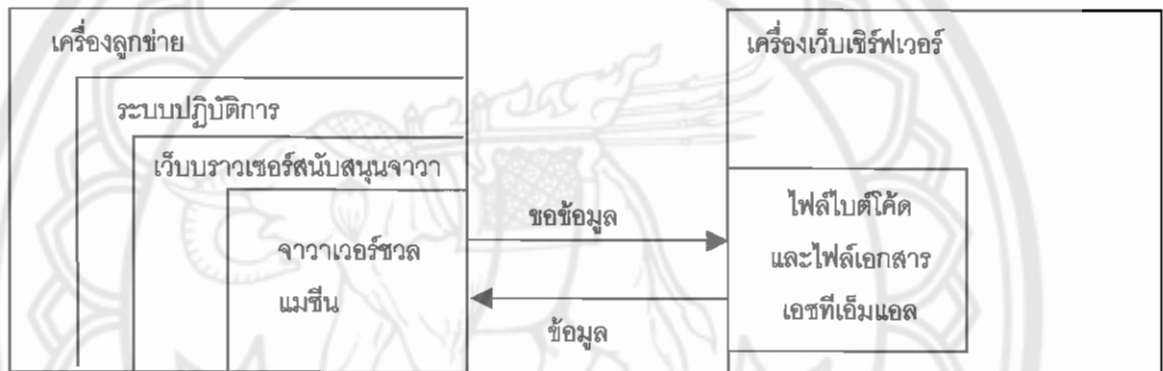
```
</BODY>
```

```
</HTML>
```

โปรแกรมแรกสำหรับการรู้จักการเขียนจาวาแบบแอปพลิเคชัน

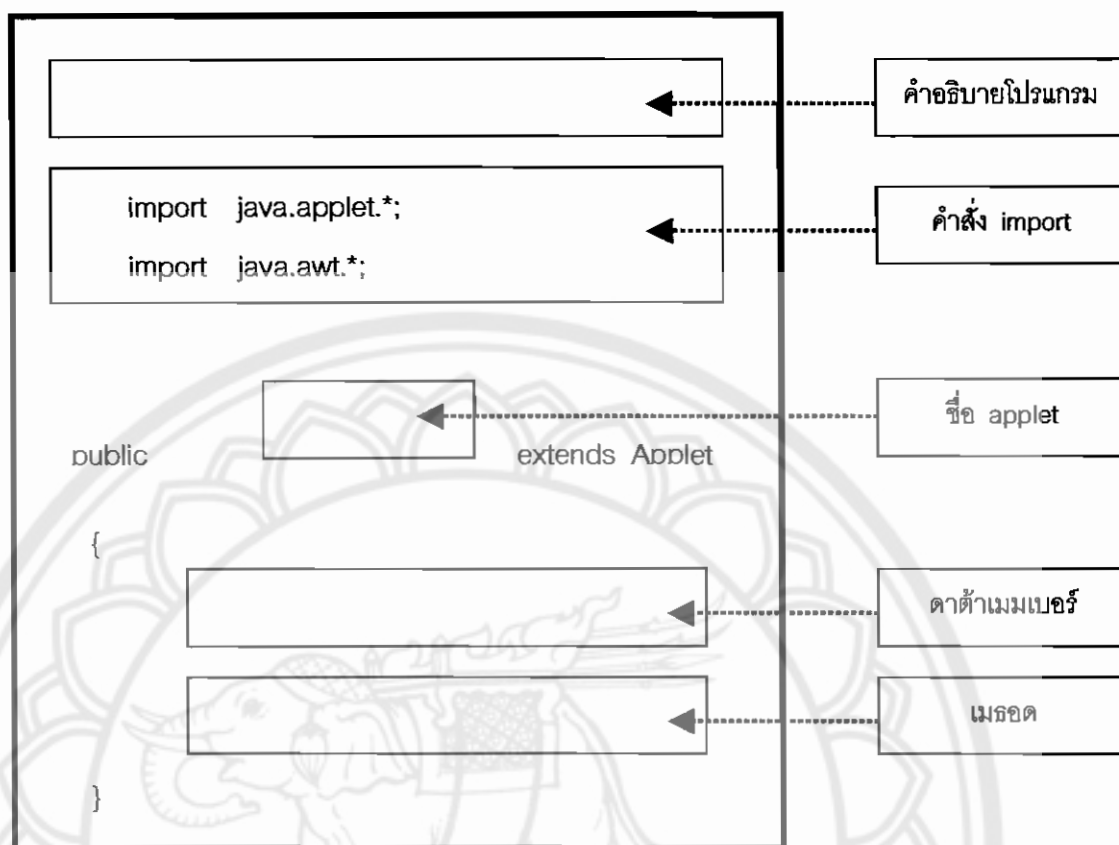
การเขียนโปรแกรมภาษาจาวาแบบแอปพลิเคชันนี้ช่วยให้เราสามารถพัฒนางานเพื่อใช้กับเทคโนโลยีเวิร์ดไวด์เว็บบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กล่าวคือผู้พัฒนาโปรแกรมจะทำการติดตั้งไฟล์ของแอปพลิเคชันซึ่งเป็นไฟล์ไบนารีโค้ด และเขียนไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอล เพื่อเรียกใช้งานไฟล์แอปพลิเคชันดังกล่าวไว้ที่เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เครื่องลูกข่ายที่จะใช้งานได้นั้นต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนจาวา

(Java-Enable Web Browser) ที่เครื่องของตนเอง เมื่อเรียกใช้งานไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลฉบับนั้นจะทำการดึงไฟล์แอปพลิเคชันดังกล่าวไปใช้งานด้วย แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แสดงการใช้งานจาวาแอปพลิเคชัน

รูปแบบของการเขียนโปรแกรมภาษาจาวาแบบแอปเพล็ตมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 2.20 รูปแบบของการเขียนโปรแกรมภาษาจาวาแบบแอปเพล็ต

ตัวอย่างที่ 3 การเขียนภาษาจาวาแบบแอปพลิเคชัน

คำอธิบาย

```

/* Program MyFirstApplet
   This is my first program for learning Java applet.
*/

```

คำสั่ง import

```

import java.applet.*;
import java.awt.*;

```

การประกาศคลาส

```

public class MyFirstApplet extends Applet
{
    public void paint( Graphics picture )
    {
        // draw the house
        picture.drawRect(50,50,100,70);
        picture.drawLine(50,50,100,15);
        picture.drawLine(100,15,150,50);
        picture.drawLine(85,90,30,30);

        // writing sentence
        picture.drawString("My house",100,150);
    }
}

```

ตัวอย่างที่ 4 การเขียนเอชทีเอ็มแอล เพื่อเรียกใช้งานจาวาไบต์โค้ดที่สร้างขึ้น

```
<HTML>
<BODY>
<APPLET CODE = "MyFirstApplet.class" WIDTH = 200 HEIGHT = 200>
</APPLET>
</BODY>
</HTML>
```

ชื่อของไฟล์จาวาไบต์โค้ด นามสกุล .class

"MyFirstApplet.class"

14381863
ป.ร.
ก ๑๖๘ ๕.

25๕๖

1. การ import แพคเกจ

ในการเขียนแอปเพล็ตจะมีคลาสที่เราต้องเรียกใช้งานคือคลาสของ Applet เพื่อใช้ในการทำงานของแอปเพล็ตและคลาสของ Graphics เพื่อใช้ในการแสดงผลในลักษณะกราฟิกส์ จึงจะต้องมีการ import แพคเกจที่เกี่ยวข้อง คือ

- import java.applet.* สำหรับคลาส Applet
- import java.awt.* สำหรับคลาส Graphics

2. การประกาศคลาส

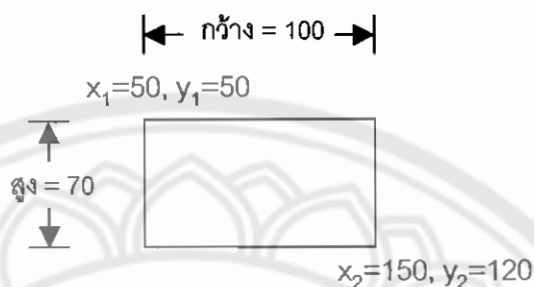
การประกาศคลาสของ Applet จะแตกต่างจากการประกาศคลาสในลักษณะของแอปพลิเคชัน คือ คลาสใดที่เป็นแอปเพล็ตจะต้องมีคำสั่ง extends Applet เพื่อที่จะบอกให้รู้ว่าคลาสนั้นจะทำงานในลักษณะของแอปเพล็ต ภายในคลาสของ แอปเพล็ตยังคงเหมือนกับคลาสทั่วไปคือประกอบด้วยคาด้าเมมเบอร์และเมธอด ซึ่ง เมธอดหลักที่จะต้องมามีคือ เมธอด paint ที่ใช้ในการแสดงกราฟิกส์ลงบนพื้นที่ของ แอปเพล็ตที่ได้จองไว้บนจอภาพ

3. เมธอด paint

ภายในเมธอด paint จะประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการวาดกราฟิกส์ลงบนแอปเพล็ต โดยมีการเรียกใช้ออบเจกต์ (Object) ของคลาส Graphics ซึ่งช่วยในการแสดงกราฟิกส์ ในการแสดงผลบนแอปเพล็ตจะมองในลักษณะของการแสดงผลภาพกราฟิกส์ ยึดมุมบนด้านซ้ายของแอปเพล็ตเป็นจุดเริ่มต้น โดยเริ่มต้นที่จุด 0,0 ส่วนขนาดของแอปเพล็ตจะเป็นค่าที่กำหนดอยู่ในไฟล์เอชทีเอ็มแอลที่เรียกใช้แอปเพล็ต แกนแนวนอนแทนแกน x ส่วนแกนแนวตั้งแทนแกน y เมธอดต่างๆ ที่ใช้ภายในตัวอย่างนี้คือ

- drawRect (x, y, width, height)

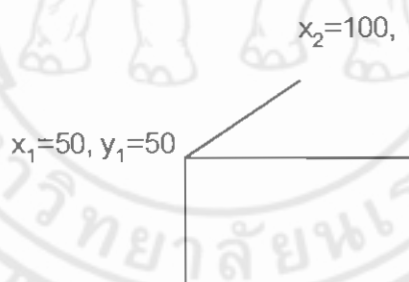
เมธอด `drawRect` เป็นเมธอดของกราฟิกส์ออปเจ็กต์ ในที่นี้คือ `picture` ใใช้ในการวาดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่ง x และ y จากนั้นจึงกำหนดความกว้างและความสูง ตัวอย่างเช่น `picture.drawRect(50,50,100,70)`; จะวาดภาพที่ตำแหน่ง x คือ 50 y คือ 50 โดยนับจากมุมบนด้านซ้ายของแอปพลิเคชันที่แสดงบนบราวเซอร์เป็นจุด 0, 0 จากนั้นวาดด้วยความกว้าง 100 ความสูง 70 แสดงดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด `drawRect()`

- `drawLine(x_1, y_1, x_2, y_2)`

เมธอด `drawLine` เป็นเมธอดที่ใช้ในการวาดเส้นตรงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เป็นเมธอดของกราฟิกส์ออปเจ็กต์เช่นเดียวกับ `drawRect` จากตัวอย่าง `picture.drawLine(50,50,100,15)`; เป็นการวาดโดยเริ่มจากจุด 50, 50 ไปยังจุด 100, 15 แสดงตัวอย่างการวาดดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด `drawLine()`

- `drawString("ข้อความ", x, y)`

ในการแสดงข้อความของจาวาแอปพลิเคชัน จะเป็นการทำงานในลักษณะเดียวกับการวาดตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการแสดงผลบนแอปพลิเคชันเป็นเหมือนการวาดกราฟิกส์ การแสดงข้อความก็เป็นในลักษณะเดียวกัน โดยใช้เมธอด `drawString` ซึ่งจะต้องส่งข้อมูลของข้อความที่ต้องการวาดและตำแหน่งที่ต้องการวาดให้กับเมธอด จากคำสั่ง `picture.drawString("My house", 100,150)`; จะสั่งให้แสดงข้อความ `My house` ที่ตำแหน่ง 100, 150 โดยตำแหน่งดังกล่าวเป็นตำแหน่งมุมล่างด้านซ้ายของข้อความ แสดงดังรูปที่ 2.23

My house

100.15

รูปที่ 2.23 แสดงการวาดที่เกิดจากเมธอด drawString ()

1. การเขียนไฟล์เอชทีเอ็มแอล

จากที่ได้กล่าวถึงแอปเพล็ตในข้างต้นว่า แอปเพล็ตไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง การทำงานจะต้องฝังอยู่ในไฟล์ของภาษาอื่น ดังนั้นหลังจากที่สร้างไฟล์ซอร์สโค้ดเรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาจะต้องสร้างไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลอีกไฟล์หนึ่งขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ในการแสดงผลแอปเพล็ต โดยที่ไฟล์นี้อาจจะประกอบไปด้วย Tag ของเอชทีเอ็มแอลทั่วไป และมีการเรียกใช้แอปเพล็ตโดยการเพิ่ม Tag <APPLET> เพื่อทำหน้าที่ในการดึงแอปเพล็ตขึ้นมาแสดงผล โดยระบุชื่อของไฟล์ไบต์โค้ดหรือแอปเพล็ตที่ตัวแปร CODE กำหนดความกว้างที่ตัวแปร WIDTH และกำหนดความสูงที่ตัวแปร HEIGHT และทุกครั้งจะต้องมี Tag </APPLET> เพื่อบอกจุดสิ้นสุดของแอปเพล็ตจากตัวอย่าง

```
<APPLET CODE="MyFirstApplet.class" WIDTH=200 HEIGHT=200>
</APPLET>
```

ตัวอย่างนี้จะดึงแอปเพล็ตชื่อ MyFistApplet แสดงผลแอปเพล็ตด้วยความกว้าง 200 และความสูง 200 สิ่งที่เราควรระวังคือ หากมีการวาดกราฟิกส์บนแอปเพล็ต เกินขอบเขตที่เรากำหนดไว้ในไฟล์เอชทีเอ็มแอล อาจจะทำให้การแสดงผลที่เราต้องการผิดพลาด เพราะฉะนั้นควรกำหนดกราฟิกส์ที่จะวาดในไฟล์ซอร์สโค้ดให้สอดคล้องกับขนาดของแอปเพล็ตที่กำหนดไฟล์เอชทีเอ็มแอลด้วย

การคอมไพล์และการรันโปรแกรมแอปเพล็ต

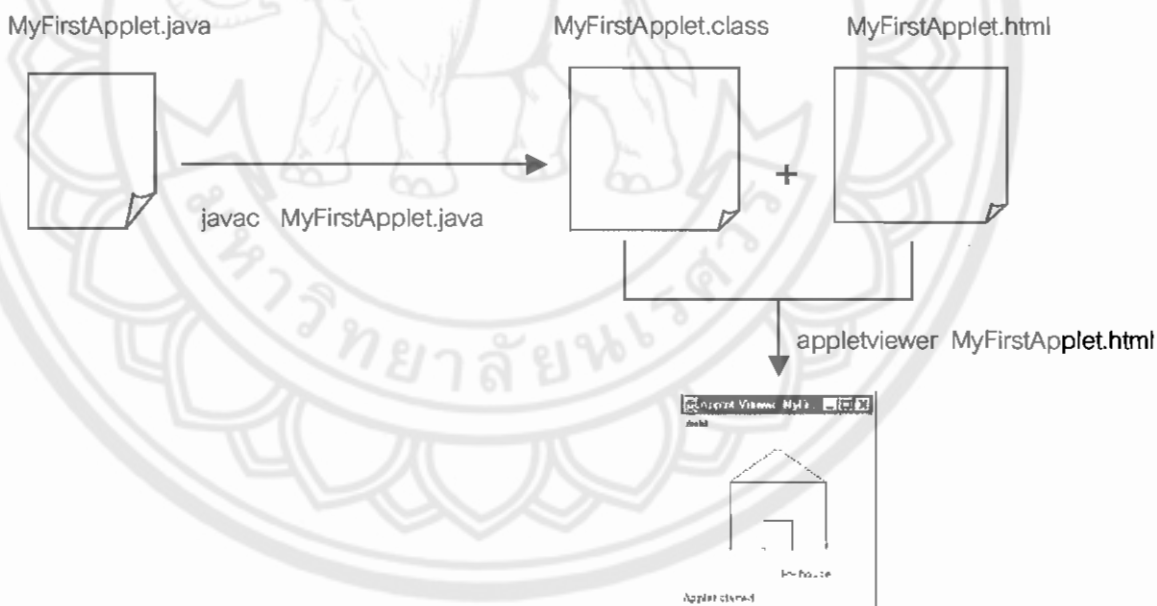
ขั้นตอนการพัฒนาจาวาแอปเพล็ตจะคล้ายกับการพัฒนาจาวาแอปพลิเคชัน เครื่องมือต่าง ๆ สามารถใช้เครื่องมือในชุด JDK เดียวกันได้ ต่างกันที่ขั้นตอนของการรัน โปรแกรม แสดงดังรูปที่ 2.26 มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. สร้างไฟล์ซอร์สโค้ดนามสกุล java

2. คอมไพล์ไฟล์ซอร์สโค้ดนั้น โดยใช้ javac ทำในลักษณะเดียวกับการพัฒนาจาวาแอปพลิเคชัน หลังจากคอมไพล์จะได้ไฟล์ไบต์โค้ดมีนามสกุล class เช่นเดียวกัน แต่เรียกไฟล์นี้ว่าแอปเพล็ต
3. หลังจากนั้นจะต้องสร้างไฟล์เอชทีเอ็มแอลเพื่อเรียกใช้แอปเพล็ตที่คอมไพล์ได้ โดยให้ระบุแอปเพล็ตที่ต้องการเรียกใช้ใน Tag <APPLET> และบันทึกไฟล์เป็นนามสกุล html หรือ htm โดยที่ให้บันทึกในไดเรกทอรีเดียวกับที่ไฟล์ไบต์โค้ดที่เรียกใช้อยู่
4. ขั้นตอนของการรันที่แตกต่างจากจาวาแอปพลิเคชันซึ่งใช้คำสั่ง java ตามด้วยชื่อไฟล์ไบต์โค้ด หากเป็นแอปเพล็ต ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้เว็บเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนจาวามาช่วยในการแสดงผลโดยเปิดไฟล์เอชทีเอ็มแอลที่สร้างขึ้น หรืออาจจะใช้เครื่องมือที่มากับชุดของ JDK คือ appletviewer โดยใช้คำสั่ง

```
appletviewer MyFirstApplet.html
```

สิ่งที่แตกต่างกันคือ appletviewer จะแสดงผลเฉพาะ Tag ที่เป็น แอปเพล็ตเท่านั้น หากใช้เว็บเบราว์เซอร์ในการแสดงผลจะแสดงผลคำสั่งของ Tag ทุกคำสั่งที่อยู่ในไฟล์เอชทีเอ็มแอลนั้นด้วย



ตัวอย่างที่ 5 การเขียนภาษาจาวาแบบแอปพลิเคชัน

จากตัวอย่างที่ 4 เป็นตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแบบแอปพลิเคชันเพื่อวาดภาพกราฟิก ในตัวอย่างนี้จะแสดงวิธีการแสดงผลโดยการใช้งานแพ็คเกจที่ชื่อว่า Swing

```
/* Program MySecondApplet
   This is second program for learning Java applet.
*/

import javax.swing.JOptionPane;
import java.applet.*;
import java.awt.*;

public class MySecondApplet extends Applet
{
    public void init()
    {
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Hello World");
    }
}
```

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การค้นคว้าหาข้อมูล

ข้อมูลและภาพประกอบโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม [10] โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี [11] โรงเรียนพิษณุโลกศึกษา [12] โรงเรียนจ่านกร้อง [13] โรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย [14] ข้อมูลร้านอาหาร [17] ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว [19] ข้อมูลศูนย์การค้า [18] เบอร์โทรศัพท์หน่วยงานต่าง ๆ [18] หาข้อมูลโดยการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต ข้อมูลแผนที่ได้มาจากสำนักงานผังเมืองจังหวัดพิษณุโลก [21] ข้อมูลสายรถเมล์บ้านเรา เส้นทางรถโดยสาร ราคา และเวลา ได้ข้อมูลจากสำนักงานรถเมล์บ้านเรา [22] ข้อมูลรถแสงดาว ข้อมูลรถบ้านกว้าง ข้อมูลรถค่ายสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ข้อมูลรถค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ จากการสอบถามข้อมูลจากพนักงานขับรถเส้นทางนั้นๆ ข้อมูลโรงแรมโกลเด้นแกรนด์ [23] โรงแรมเทพนคร [24] โรงแรมท็อปแลนด์ [25] โรงแรมน่านเจ้า [26] โรงแรมพิษณุโลกธานี [27] โรงแรมไพลิน [28] โรงแรมราชพฤกษ์ [29] โรงแรมลาฟาโลมา [30] โรงแรมอัมรินทร์นคร [31] โรงแรมอัมรินทร์ลาภู [32] ได้ข้อมูลจากการเดินทางไปติดต่อสอบถามจากทางโรงแรมนั้นๆ

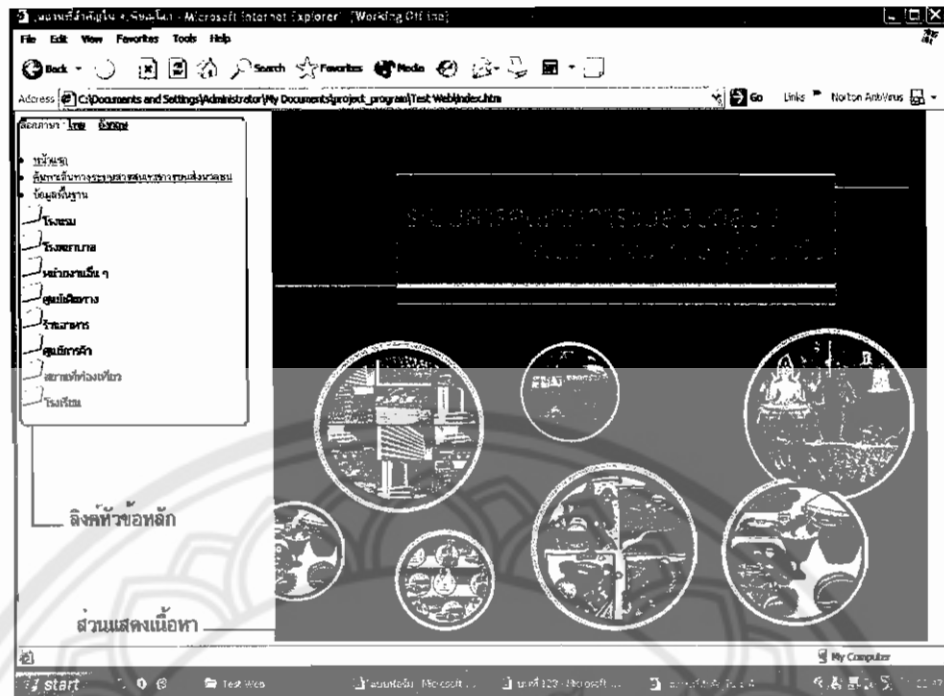
3.2 การพัฒนาเว็บเพจ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3.2.1 การออกแบบหน้าจอเว็บเพจ

ในการพัฒนาเว็บเพจได้ค้นคว้าข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยค้นหาจากเว็บไซต์ระดับองค์กรที่น่าเชื่อถือ เช่น การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย [19] เทศบาลนครพิษณุโลก [20] นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโดยตรง เช่น สำนักงานผังเมือง [21] สำนักงานรถเมล์บ้านเรา [22] ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามพนักงานขับรถ เช่น รถค่ายสมเด็จพระนเรศวร รถแสงดาว

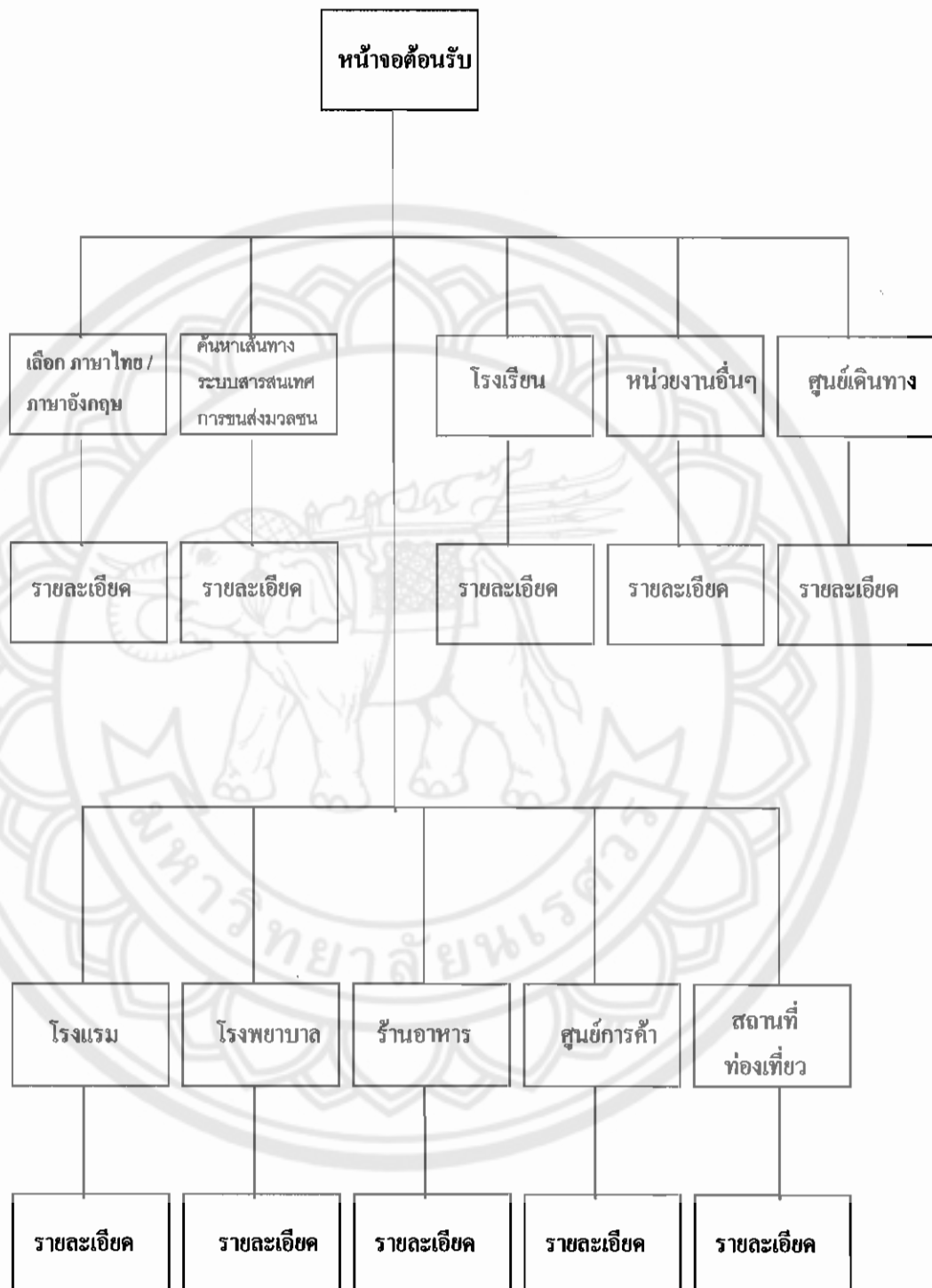
การออกแบบหน้าเว็บเพจแบ่งออกเป็น 2 เฟรม ทางแนวตั้งประกอบด้วยเฟรมด้านซ้าย และเฟรมด้านขวา ดังแสดงในรูป 3.1 โดยเฟรมด้านซ้ายจะเป็นลิงค์หัวข้อต่าง ๆ ซึ่งมีหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อย การใช้งานลักษณะเหมือนวินโดวส์เอ็กซ์พลอเรอร์ (windows explorer) คือเมื่อต้องการยุบลิงค์หัวข้อย่อยสามารถคลิกที่หัวข้อใหญ่ สำหรับเฟรมด้านขวาจะเป็นส่วนแสดงผลหลังจากคลิกที่หัวข้อลิงค์ด้านซ้าย ถ้ามีเนื้อหามากกว่า 1 หน้าจะมีลิงค์ต่อไปจนจบเนื้อหา

การพัฒนาใช้ภาษา เอชทีเอ็มแอล (HTML) และ จาวาสคริปต์ (Java Script) ส่วนภาพประกอบตกแต่งโดยใช้โปรแกรมโฟโต้ชอป (Photoshop)



รูปที่ 3.1 หน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาไทย ประกอบไปด้วยลิงค์ให้เลือกในด้านซ้าย ส่วนด้านขวาแสดงภาพ

3.2.2 การเชื่อมโยงหน้าเว็บเพจ



รูปที่ 3.2 การเชื่อมโยงหน้าเว็บเพจ

3.3 การพัฒนาโปรแกรม

จากการศึกษาข้อมูลเส้นทางเดินรถประจำทาง และเส้นทางในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก แล้ว ในการพัฒนาโปรแกรมระบบขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ผู้พัฒนาได้ออกแบบโครงสร้างโปรแกรม ออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

1. ส่วนสร้างกราฟ และการหาระยะที่สั้นที่สุด
2. ส่วนนำข้อมูลจาก text file มาสร้างกราฟ
3. ส่วนการเปรียบเทียบเส้นทางที่หาได้จากขั้นตอนวิธี (algorithm) กับสายรถเมล์
4. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

3.3.1 ส่วนสร้างกราฟ และการหาระยะที่สั้นที่สุด

ในส่วนนี้ทางผู้พัฒนาโปรแกรมได้ใช้ ADT Graph เป็นโครงสร้างข้อมูล (Data Structure) ในการสร้างคลาสิกกราฟ (Graph) ขึ้นมาซึ่งเป็นกราฟแบบมีทิศทาง โดยในคลาสิกกราฟนี้จะมีเมธอด (method) หลัก ๆ คือเมธอด (method) ขอบ (edges) ใช้สำหรับเพิ่มและลบขอบ (edge) ของกราฟ ระหว่างบัพ (node) โดยขอบ (edge) ของกราฟจะเก็บในรูปแบบเมทริกซ์ที่ประชิดกัน (adjacency matrix) ซึ่งสร้างด้วย array 2 มิติที่เป็นชนิดให้ค่าความจริง (Boolean) เรียกว่าขอบ (edges) ซึ่งการกำหนดค่าเริ่มต้นของขอบ (edges) จะถูกกำหนดใน constructor method method neighbors ใช้สำหรับหาจำนวนบัพ (node) ที่ ประชิดกัน (adjacent) กับบัพ (node) ที่เราต้องการหา นอกจากนี้ก็จะมีเมธอด (method) เกี่ยวกับการกำหนดชื่อและเรียกชื่อบัพ (node) ในกราฟ ซึ่งขั้นตอนการสร้างกราฟขึ้นมาหนึ่งกราฟสามารถทำได้โดยการส่งค่าจำนวนบัพ (node) ที่ต้องการสร้างขึ้นในกราฟผ่านทาง constructor method ซึ่ง constructor method จะทำการสร้างกราฟโดยการสร้างขอบ (edges) น้ำหนัก (weight) และ ชื่อ (label) ขึ้นมา โดยการสร้างขอบ (edges) จะสร้างเป็นอาร์เรย์ (array) 2 มิติซึ่งเป็นชนิด Boolean weight จะสร้างเป็นอาร์เรย์ (array) 2 มิติโดยเป็นชนิด double ส่วนชื่อ (label) จะสร้างเป็นอาร์เรย์ (array) 1 มิติโดยมีชนิดเป็น string ขั้นตอนของการกำหนดขอบ (edge) และ น้ำหนัก (weight) ของกราฟจะทำโดยการกำหนดผ่าน method addEdgeAndWeight ซึ่ง เมธอด (method) นี้ จะทำการสร้างขอบ (edge) ระหว่างบัพ (node) ที่กำหนดโดยการไปกำหนดค่าในอาร์เรย์ (array) ที่เราส่งมาให้มีค่าเป็น true ซึ่งหมายความว่าเราได้กำหนดให้มีขอบ (edge) ระหว่างบัพ (node) ที่เราต้องการแล้ว และการกำหนด น้ำหนัก (weight) ในขอบ (edge) นั้นจะทำการนำค่าที่เราส่งมาเข้าไปใส่ในอาร์เรย์ (array) ของ น้ำหนัก (weight) ตามตำแหน่งบัพ (node) ที่เรากำหนดมาเช่นกัน เช่น ถ้าเราต้องการสร้างกราฟที่มี 5 บัพ (node) เราสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง `Graph g = new Graph(5);` ซึ่งจากคำสั่งนี้จะถูกส่งไปที่ constructor method ของคลาสิกกราฟ ซึ่ง constructor method จะทำการสร้างขอบ (edge) ขึ้นมาเป็นอาร์เรย์ (array) 2 มิติโดยกำหนดค่าเริ่มต้นเป็น 5x5 และทำการกำหนด

น้ำหนัก (weight) เป็นอาร์เรย์ (array) ขึ้นมาโดยมีค่าเริ่มต้นเช่นเดียวกับขอบ (edge) และสุดท้าย constructor method จะกำหนดค่าเริ่มต้นของชื่อ (label) ขึ้นมาเป็นอาร์เรย์ (array) 1 มิติซึ่งมีค่าเริ่มต้นของอาร์เรย์ (array) เป็น 5 ตอนนี่กราฟขนาด 5 บัพ (node) คือ บัพ (node) ที่ 0 1 2 3 4 ได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้วแต่กราฟนี้มีเพียงบัพ (node) เท่านั้นยังไม่มีขอบ (edge) ในการกำหนดขอบ (edge) และ น้ำหนัก (weight) เราสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง `g.addEdgeAndWeight(0,1,20);` จากคำสั่งนี้ที่คลาสกราฟจะทำการสร้างขอบ (edge) ระหว่างบัพ (node) 0 กับบัพ (node) 1 โดยการไปกำหนดค่าใน `edges[0][1] = true` และกำหนดน้ำหนัก (weight) โดยไปกำหนดค่าใน `weight[0][1] = 20` ด้วยคำสั่งทั้งหมดที่กล่าวมาจะได้กราฟที่มีขนาด 5 บัพ (node) และมีขอบ (edge) ระหว่างบัพ (node) ที่ 0 กับบัพ (node) ที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนัก (weight) = 20 นอกจากนี้ยังสามารถทำการตั้งชื่อให้กับบัพ (node) ต่าง ๆ โดยใช้คำสั่ง `g.setLabel(0,Topland_Hotel);` จากคำสั่งนี้ที่คลาสกราฟจะทำการกำหนดชื่อให้กับบัพ (node) 0 โดยการไปกำหนดใน `labels[0] = Topland_Hotel` ซึ่งตอนนี้กราฟนี้ที่บัพ (node) 0 ก็จะมีชื่อเป็น Topland_Hotel แล้วเมื่อได้กราฟตามที่เราต้องการแล้วเราก็จะสามารถหาระยะที่สั้นที่สุดจากจุดหนึ่งไปยังจุดที่ต้องการได้โดยใช้ method `dijkstra` ซึ่ง เมธอด (method) นี้จะทำการหาระยะที่สั้นที่สุดจากบัพ (node) ที่ผู้ใช้ระบุมาการใช้เมธอด (method) นี้ทำได้โดยใช้คำสั่ง `g.dijkstra(0,1);` จากคำสั่งนี้เมธอด (method) นี้จะทำการหาระยะที่สั้นที่สุดจากบัพ (node) 0 ไป บัพ (node) 1 ให้เรา

ซึ่งการพัฒนาขั้นตอนวิธีของดิคสตรา (Dijkstra's algorithm) นี้ ข้อมูลเข้า (input) คือ กราฟแบบมีทิศทางซึ่งมีน้ำหนัก (weight) เป็นบวก และเรียกบัพ (node) เริ่มต้นที่ต้องการหาระยะที่สั้นที่สุดว่า start ข้อมูลที่ออกมา (Output) คือ ค่าระยะทางที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปยังทุกจุด ซึ่งในการพัฒนานี้เราจะใช้ตัวแปรในการเก็บข้อมูล 2 ตัว คือ distance ซึ่งมีชนิดเป็น double array 1 มิติเอาไว้สำหรับเก็บค่าระยะที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปยังทุกจุดในกราฟ และ allowedVertices ซึ่งมีชนิดเป็น boolean array 1 มิติเอาไว้สำหรับเก็บค่าบัพ (node) ที่เราพิจารณาแล้ว ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนในการหาระยะที่สั้นที่สุดเป็น pseudocode มี 4 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดค่าเริ่มต้นของ distance array ให้มีค่าเริ่มต้นเป็น ∞ ยกเว้นบัพ (node) เริ่มต้นให้มีค่าเป็น 0
2. กำหนดค่าเริ่มต้นของ allowedVertices ให้เป็นเซตว่าง(กำหนดให้ทุกบัพ (node) เป็น false)
3. คำนวณค่าของ distance array

```
for (allowedSize = 1; allowedSize < n; allowedSize++) // n = จำนวน node ในกราฟ
{
```

3a. พิจารณาว่าบัพ (node) ที่เราพิจารณาว่ามีค่าใน distance array น้อยที่สุดอยู่
ในเซต

ของ allowedVertices หรือยัง ถ้ายังไม่อยู่ก็สามารถพิจารณา node นั้นได้

และจะเก็บค่าบัพ (node) ที่มีค่า distance array น้อยที่สุดและยังไม่มีในเซตของ allowedVertices ไว้ในตัวแปร next

3b. ทำการใส่ค่า next ใน allowedVertices

3c. ทำการปรับปรุงค่าใน distance array

```
for ( v = 0; v < n; v++) // n = จำนวน node ในกราฟ
```

```
  if ((v ยังไม่อยู่ในเซตของ allowedVertices) and ( มี edge จาก next ไป v))
```

```
  {
```

```
    sum = distance[next] + (weight ของ edge จาก next ไป v);
```

```
    if (sum < distance[v])
```

```
      distance[v] = sum;
```

```
  }
```

```
}
```

4. output ค่าของ distance array

3.3.2 ส่วนนำข้อมูลจากไฟล์ตัวอักษร (text file) มาสร้างกราฟ

ในส่วนนี้เราจะทำการอ่านข้อมูลจากไฟล์ตัวอักษร (text file) นำไปสร้างกราฟ โดยขั้นแรกเราจะไปนับจำนวนบัพ (node) ทั้งหมด จาก Node.txt เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นของกราฟ หลังจากนั้นจะกำหนดชื่อ บัพ (node) โดยนำชื่อจาก Node.txt เป็นตัวกำหนด ขั้นต่อไปเราจะนำข้อมูลของขอบ (edge) และ น้ำหนัก (weight) ไปกำหนดในกราฟโดยการอ่านค่าจาก PathAndWeight_Cost, PathAndWeight_Time หรือ PathAndWeight_Distance แล้วแต่ค่าที่ผู้ใช้งานต้องการ ในส่วนนี้ยังเป็นตัวส่งค่าตามที่ผู้ใช้งานต้องการไปหาระยะที่สั้นที่สุดอีกด้วย โดยผู้ใช้ไม่สามารถส่งค่าไปที่คลาสกราฟโดยตรงได้

ตัวอย่างการเก็บ node ใน text file

Topland_Hotel

Watyai

Big_C

Bus_Center

.

.

.

ตัวอย่างการเก็บขอบ (edge) และ น้ำหนัก (weight) ในไฟล์ตัวอักษร (text file)

Puttachinnaraj_Hospital Patoomtong_Trade_Center 80

Patoomtong_Trade_Center Rojjanawit_School 148

Rojjanawit_School Sakeawpatoomtong_Temple 200

3.3.3 ส่วนการเปรียบเทียบเส้นทางที่หาได้จาก algorithm กับสายรถประจำทาง

ในส่วนนี้เมื่อเราได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากส่วนในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

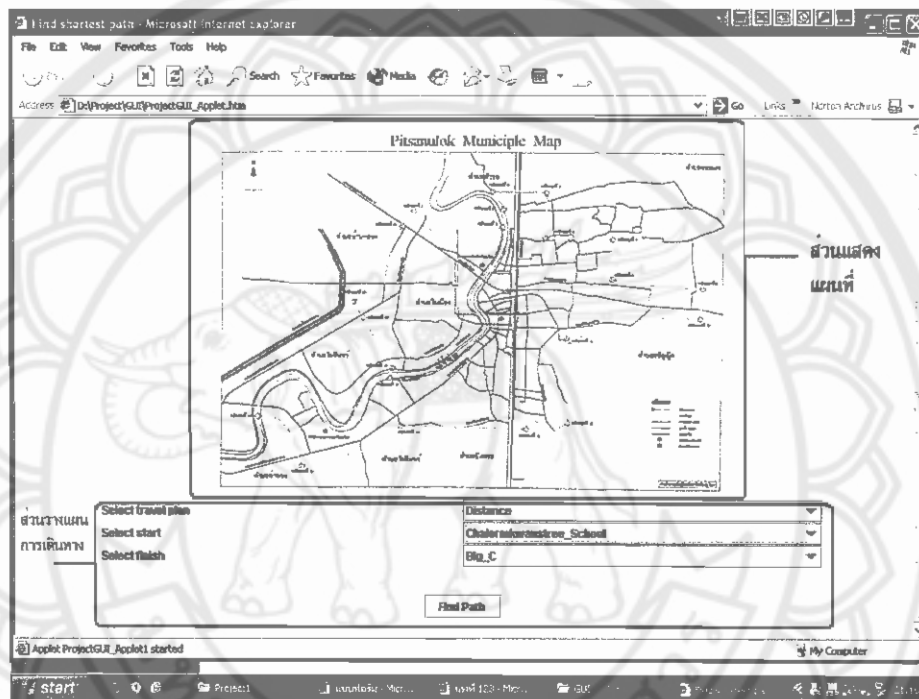
(3.3.1) แล้วเราจะนำเอาเส้นทางนั้นมาเปรียบเทียบกับสายรถประจำทางว่าเหมือนกับสายรถประจำทางสายใดบ้างแล้วเก็บค่าสายรถประจำทางไว้ การเปรียบเทียบทำโดยการเทียบกับรถประจำทางที่ละสายว่า บัพ (node) 1 บัพ (node) 2 จากเส้นทางที่สั้นที่สุดเหมือนกับรถประจำทางหรือไม่ ถ้ามีบวกค่าความเหมือนระหว่างรถประจำทางกับเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ขั้นตอนวิธีของดิคสตรา (Dijkstra's algorithm) หามาได้ ก็จะดูต่อไปอีกว่ามีสอง บัพ (node) 2 บัพ (node) 3 จากเส้นทางที่สั้นที่สุดเหมือนกับรถประจำทางหรือไม่ ถ้ามีบวกค่าความเหมือนระหว่างรถประจำทางกับเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ขั้นตอนวิธีของดิคสตรา (Dijkstra's algorithm) หามาได้ไปอีกหนึ่งทำซ้ำไปจนกว่าค่าที่ได้จะไม่เท่ากัน จะได้ค่าว่ารถประจำทางสายนั้นมีเส้นทางที่เหมือนกับเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่าไร ทำอย่างนี้กับรถประจำทางทุกสาย แล้วนำค่าของรถประจำทางทุกสายมาเปรียบเทียบกันว่ารถประจำทางสายใดมีค่าความเหมือนกับเส้นทางที่สั้นที่สุดแล้ว นำค่าบัพ (node) ของรถประจำทางที่เหมือนกับบัพ (node) ของเส้นทางที่สั้นที่สุดมาทำการตัดบัพ (node) ที่เหมือนออกจากบัพ (node) ของเส้นทางที่สั้นที่สุดและทำการเก็บค่าสายรถประจำทางนั้นไว้เพื่อแสดงให้ผู้ใช้ทราบ ถ้าทำการเปรียบเทียบอย่างนี้กับรถประจำทางทุกสายแล้วปรากฏว่ายังมีบัพ (node) เหลือจากเส้นทางที่สั้นที่สุดก็ให้ทำเปรียบเทียบเส้นทางที่เหลือกับสายรถประจำทางอีกจนบัพ (node) ที่ได้จากเส้นทางที่สั้นที่สุดหมด ถ้าในกรณีที่ไม่มีบัพ (node) ของสายรถประจำทางเหมือนกับบัพ (node) เส้นทางที่สั้นที่สุด โปรแกรมก็จะแนะนำให้ขึ้นรถจากจุดนั้นไปยังท่ารถ แล้วขึ้นรถจากท่ารถไปยังจุดที่ต้องการ

3.3.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนนี้จะรับข้อมูลเข้า (input) จากผู้ใช้งานแล้วส่งไปคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในส่วนคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยผ่านทางส่วนนำข้อมูลจากไฟล์ตัวอักษร (text file) (3.3.2) มาสร้างกราฟ

โดยผู้ใช้งานจะทำการเลือกการวางแผนการเดินทางว่าต้องการการเดินทางที่ใช้ระยะเวลา หรือราคาที่น้อยที่สุดในการเดินทาง แล้วผู้ใช้งานจะทำการเลือกจุดต้นทาง และจุดปลายทาง แล้วกดปุ่มหาเส้นทาง โดยผู้พัฒนาได้ออกแบบหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนแสดงแผนที่ เป็นส่วนที่แสดงแผนที่ภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกและจะแสดงจุดเริ่มต้นกับจุดปลายตามที่ผู้ใช้เลือก ดังรูปที่ 3.3
2. ส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการวางแผนในการเดินทางและเลือกจุดเริ่มต้นกับจุดหมายปลายทาง ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 หน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้

บทที่ 4

การทดสอบและวิเคราะห์โปรแกรม

4.1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

ระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ ทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก เพื่อให้ผู้ใช้เดินทาง ไปสู่จุดหมายปลายทาง ได้ตามความต้องการ

เริ่มต้นด้วยหน้าจอแรกของเว็บ จะสามารถลิงค์ไปที่หน้าโปรแกรมค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เวลาที่น้อยที่สุด และราคาถูกที่สุด โดยผู้ใช้จะรับข้อมูลเข้ามาทางการเลือกค้นหาและปลายทางในโปรแกรม

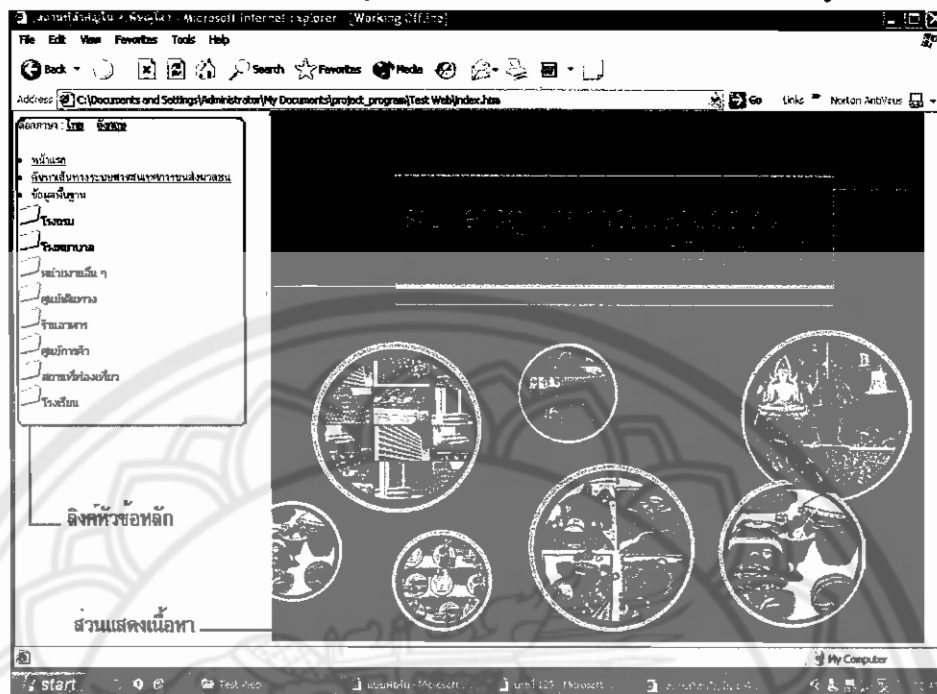
4.2 วิธีการใช้งานของโปรแกรม

เว็บเพจหน้าแรกรูปแบบเป็นภาษาไทย ประกอบไปด้วยลิงค์หัวข้อหลักให้เลือกในเฟรมด้านซ้าย และส่วนแสดงผลในเฟรมด้านขวา เฟรมด้านซ้ายประกอบไปด้วยลิงค์หัวข้อหลัก ดังนี้ หน้าแรก ค้นหาเส้นทางระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชน ข้อมูลพื้นฐานซึ่งข้อมูลพื้นฐานจะมีหัวข้อดังนี้ โรงแรม โรงพยาบาล หน่วยงานอื่น ๆ ศูนย์เดินทาง ร้านอาหาร ศูนย์การค้า สถานที่ท่องเที่ยว โรงเรียน ดังรูปที่ 4.1 สามารถเปลี่ยนภาษาของเว็บเพจได้โดยคลิกที่ลิงค์ภาษาอังกฤษ ดังรูปที่ 4.2 ในเฟรมด้านซ้ายตรงหัวข้อของข้อมูลพื้นฐานสามารถกดเข้าไปเพื่อเลือกหัวข้อย่อย และคลิกลิงค์หัวข้อย่อยเพื่ออ่านรายละเอียดต่อไป ดังรูปที่ 4.3

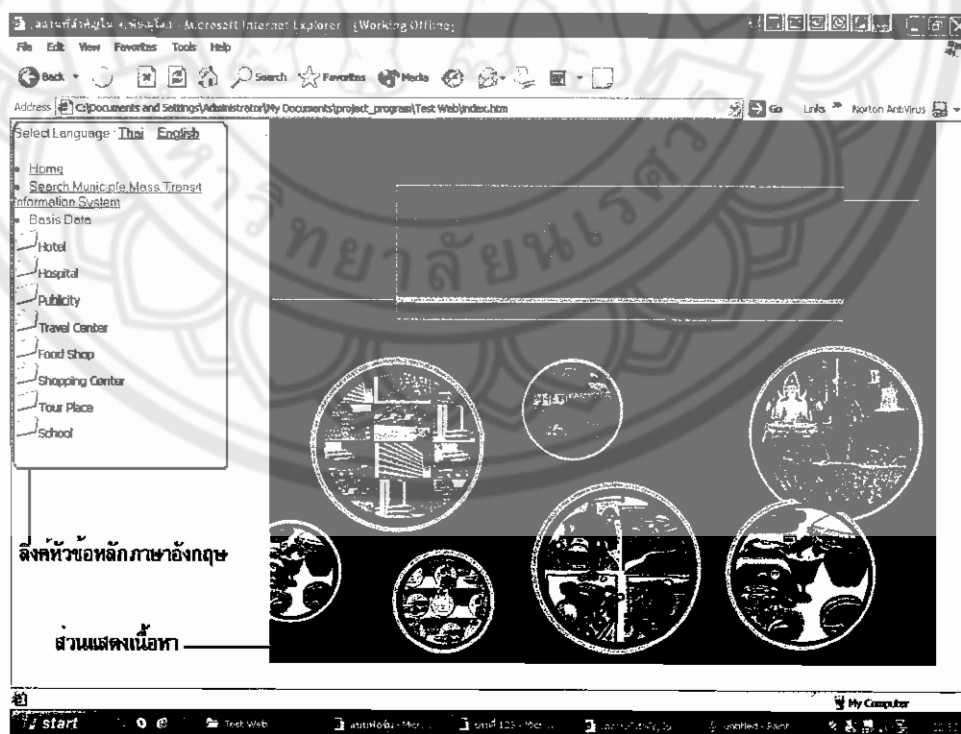
ในการใช้งานโปรแกรมสามารถคลิกที่หัวข้อค้นหาเส้นทางระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนจะเข้าสู่หน้าจอของโปรแกรมจะแสดงแผนที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลกแบบสังเขปด้านบนของหน้าจอ และลาเบล (Label) คอมโบบ็อก (Combo box) ปุ่มการใช้งานด้านล่างของหน้าจอ การใช้งานสามารถทำได้โดยเลือกแผนการเดินทาง (Select Travel Plan) ทางว่าต้องการค้นหาแบบระยะทางสั้นที่สุด (Distance) ราคาถูกที่สุด (Cost) หรือ เวลาที่น้อยที่สุด (Time) แล้วเลือกจุดค้นหา (Select Start) และจุดปลายทาง (Select Finish) จากคอมโบบ็อก (Combo box) จากนั้นคลิกปุ่ม ค้นหาเส้นทาง (Find Path) ดังรูปที่ 4.4 จะแผนการเดินทาง (Select Travel Plan) เป็นแบบระยะทางสั้นที่สุด (Distance) แล้วเลือกจุดค้นหา (Select Start) เป็น Chalermkwanstree_School และเลือกจุดปลายทาง (Select Finish) เป็น Big_C จากนั้นคลิกปุ่ม ค้นหาเส้นทาง (Find Path) โปรแกรมจะแสดงหน้าจอของเส้นทางที่สั้นที่สุดว่าผ่านจุดใดบ้างในการเดินทางจากจุดค้นหาจนถึงจุดปลายทาง ดังรูปที่ 4.5 เมื่อคลิกปุ่ม OK โปรแกรมจะแสดงสายรถโดยสารที่คั่งขึ้น และต่อรถในการเดินทาง

ผังรูปที่4.6 และเมื่อคลิกปุ่ม OK โปรแกรมจะแสดงจุดค้นหาทาง (Select Start)

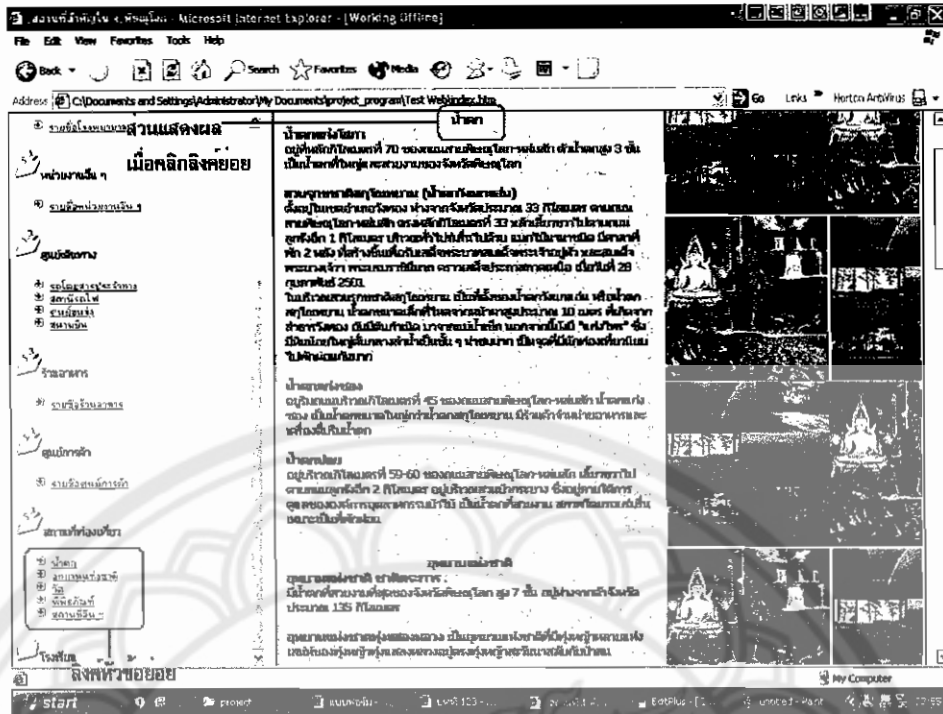
Chalermkwanstree_School และแสดงจุดปลายทาง(Select Finish) คือ Big_C ผังรูปที่4.7



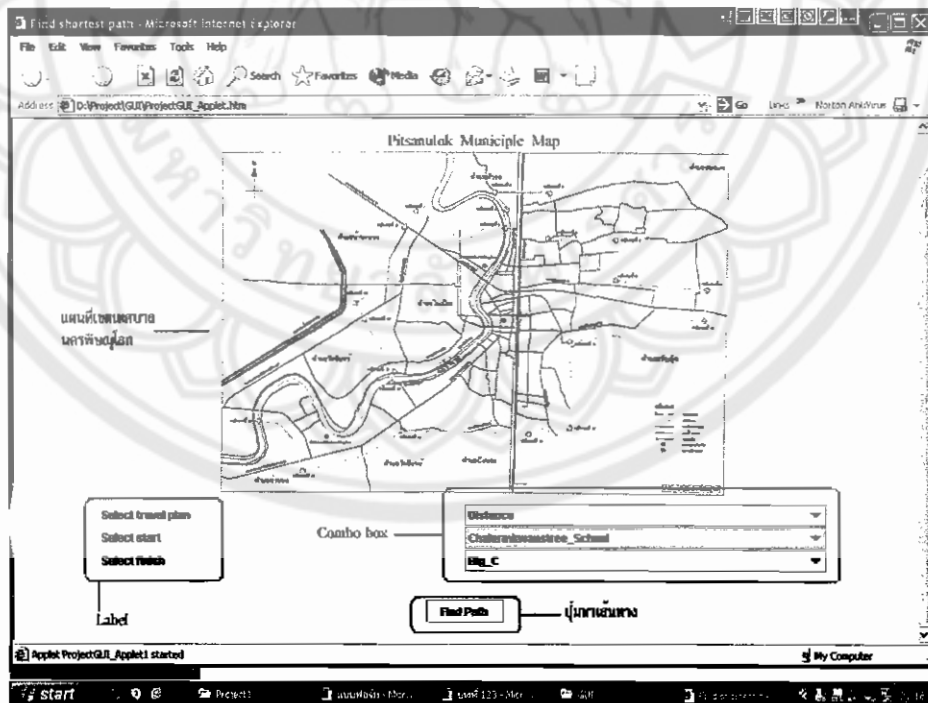
รูปที่ 4.1 หน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาไทย ประกอบไปด้วยลิงค์ให้เลือกในด้านซ้าย ส่วนด้านขวาแสดงภาพ



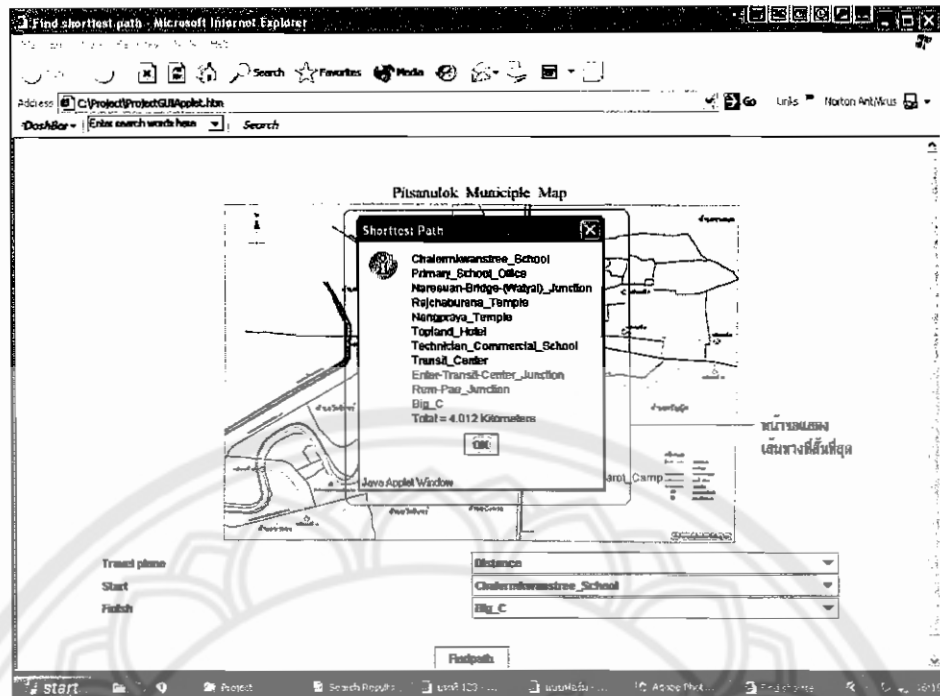
รูปที่ 4.2 หน้าเว็บเพจ หลังจากคลิกที่ลิงค์เลือกภาษาอังกฤษ และ ลิงค์Home จะปรากฏหน้าเว็บเพจหน้าแรกเป็นภาษาอังกฤษ



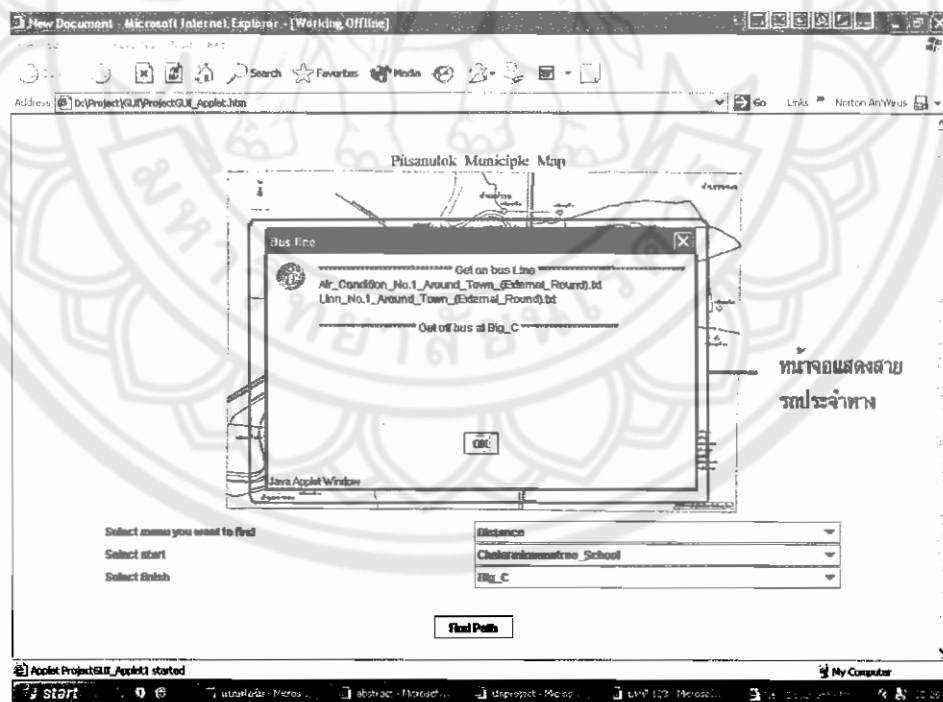
รูปที่ 4.3 หน้าเว็บเพจแสดงลิงค์หัวข้อย่อยหลังจากคลิกหัวข้อหลัก และสามารถคลิกลิงค์หัวข้อย่อยเพื่ออ่านรายละเอียดต่อไป



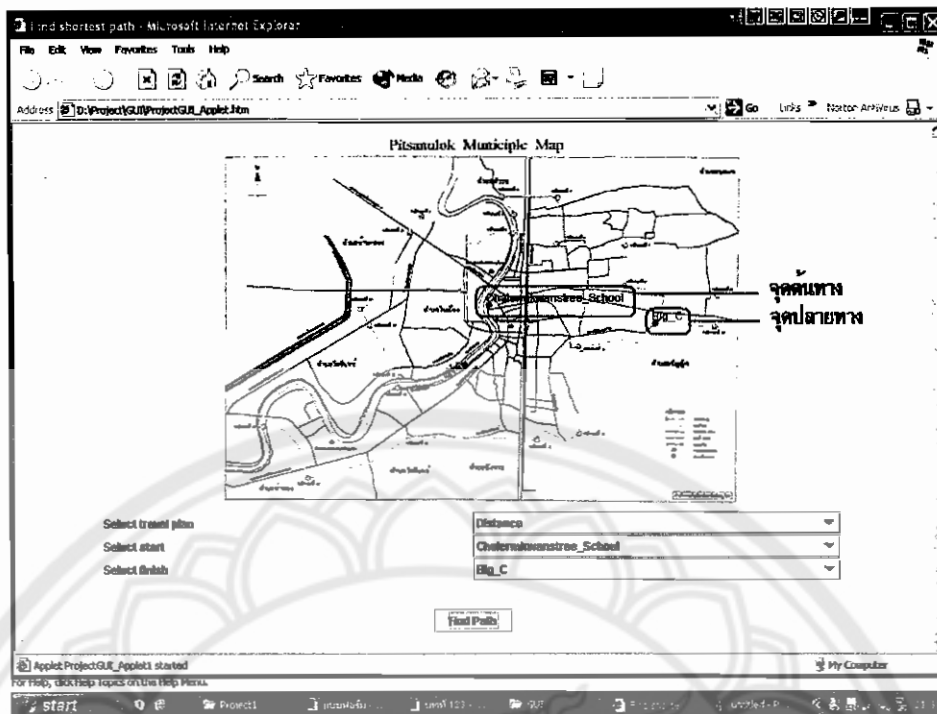
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอโปรแกรม แสดงการใช้งาน โดยเลือกแผนการเดินทาง แล้วเลือกจุดต้นทาง จุดปลายทาง และ คลิกปุ่ม Find Path



รูปที่ 4.5 แสดงระยะทางที่ได้จากจุดต้นทางจนถึงจุดปลายทาง และแสดงเส้นทางเดินรถตั้งแต่จุดต้นทางจนถึงจุดปลายทางตามที่กำหนด



รูปที่ 4.6 แสดงสายรถโดยสารที่ตองขึ้น และตอรถในการเดินทาง



รูปที่ 4.7 แสดงจุดต้นทาง และจุดปลายทาง ตามที่เลือกไว้

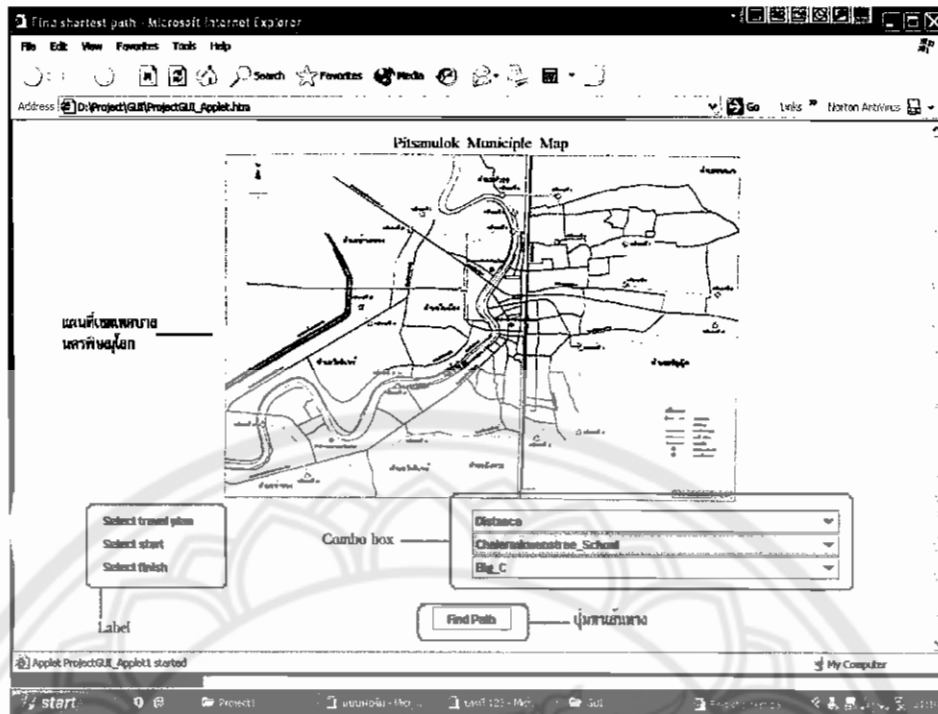
4.3 วิธีการทดสอบ

4.3.1 วิธีการทดสอบโปรแกรมโดยรับข้อมูลเข้ามาทางการเลือกต้นทางและปลายทาง

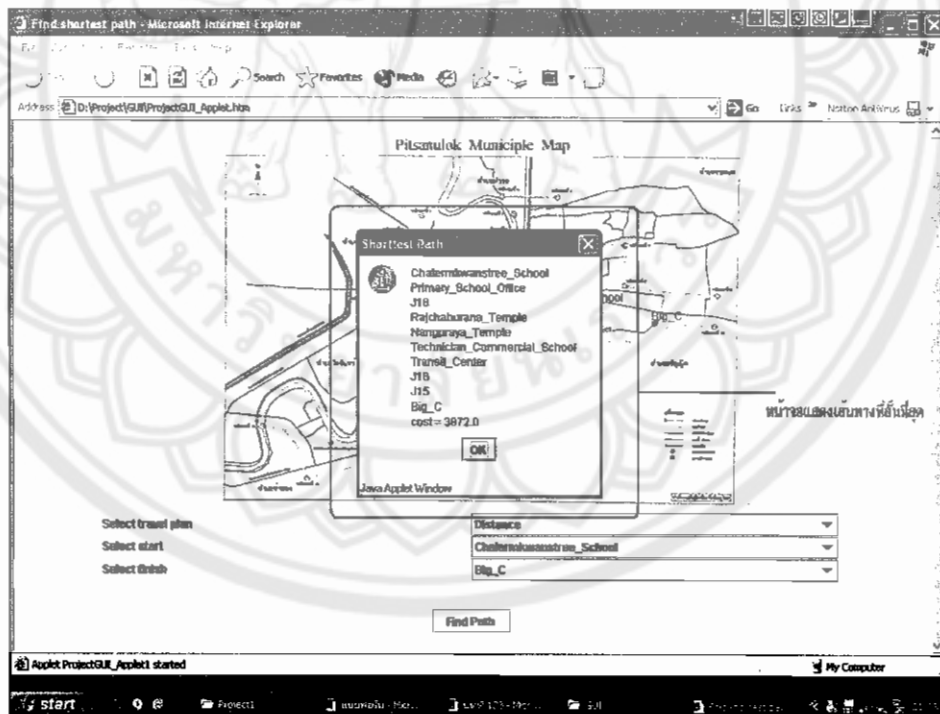
ผู้ใช้เลือกการเดินทางตามความต้องการในการเดินทาง (travel plan) ว่าต้องการเดินทางด้วยระยะทาง (Distance) หรือ ราคา (cost) หรือ เวลา (time) ที่น้อยที่สุด แล้วเลือกต้นทาง และปลายทาง แล้วกดปุ่มหาเส้นทาง (Find Path) เพื่อให้โปรแกรมประมวลผล โดยในการทดสอบนี้จะเลือกการเดินทาง (travel plan) ว่าต้องการการเดินทางที่ใช้ระยะทาง (Distance) ที่น้อยที่สุด แล้วเลือกต้นทางเป็นโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และเลือก ปลายทางเป็น บิ๊กซี ดังรูปที่ 4.8

4.3.2 ผลการทดสอบโปรแกรมโดยรับข้อมูลเข้ามาทางการเลือกต้นทางและปลายทาง

จากการทดสอบโดยเลือกต้นทางเป็นโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และเลือกปลายทางเป็นบิ๊กซี จะแสดงผลคือเริ่มต้นการเดินทางที่ โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี สำนักงานการประถมศึกษา วัดราชบูรณะ วัดนางพญา โรงเรียนเทคนิคพานิชยการ ศูนย์ขนส่ง แยกเรือนแพ บิ๊กซี ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 ผู้ใช้เลือกเส้นทางเป็น โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และ เลือกปลายทางเป็นบึงกิ้ง



รูปที่ 4.9 ผลจากการทดสอบโดยผู้ใช้เลือกเส้นทางเป็น โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และ เลือกปลายทางเป็นบึงกิ้ง

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 วิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมจากการรับข้อมูลเข้ามาทางการเลือกเส้นทางและปลายทาง

จากการทดลองในบทที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางอื่นที่เป็นไปได้จากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรีไปบึงชี โดยการวัดในแผนที่จากสำนักผังเมือง ปรากฏว่าเส้นทางที่ได้จากโปรแกรมเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง

5.2 สรุปผล

โครงการเรื่องระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ ได้ทำขึ้นเพื่อช่วยผู้ที่ต้องการเดินทางมาเที่ยวชมสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก เดินทางได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าไม่ใช่คนในท้องถิ่นก็สามารถเดินทางไปยังสถานที่ที่ต้องการได้ถูกต้อง โครงการนี้ได้พัฒนาบนเว็บเพจซึ่งทำให้นักท่องเที่ยวสามารถวางแผนล่วงหน้าในการเตรียมตัวเดินทางมาเที่ยวชมสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก และยังสามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ได้ตลอดเวลา

ในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเราสามารถขึ้นรถประจำทางได้หลายสาย ซึ่งในการขึ้นรถประจำทางบางสายจากจุดที่เราอยู่กับจุดที่เราต้องการไป อาจจะอ้อมจุดอื่นๆมากมาย ทำให้เสียเวลาในการเดินทาง ดังนั้นผู้พัฒนาจึงพัฒนาขั้นตอนในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดนั้นจะใช้ขั้นตอนวิธีของดijkstra (Dijkstra's algorithm) เนื่องจากง่ายต่อการเขียนโปรแกรมและค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ส่วนในเรื่องของการเขียนโปรแกรมนั้นได้ใช้ภาษาจาวา เนื่องจากภาษาจาวาสนับสนุนการเขียนโปรแกรมบนเว็บเพจ และยังสามารถใช้งานข้ามระบบปฏิบัติการ (platform) ได้ ซึ่งผลที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมทำให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และสายรถประจำทางที่ผ่านจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่ต้องการไป ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการเดินทางแก่นักท่องเที่ยว และผู้ที่ต้องการเดินทางในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

5.3 ปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหา

ในการพัฒนาโครงการต้องรวบรวมข้อมูลหลายอย่างเช่น ราคา เวลา เส้นทางเดินสายรถเมล์ แผนที่เขตเทศบาลพิษณุโลก ซึ่งต้องใช้เวลาในการติดต่อสอบถาม ทำหนังสือทางราชการจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อนำไปขอข้อมูล และการสำรวจเส้นทางรถโดยสารประจำทางเป็นไปได้อย่าง

เนื่องจากกรณีโดยสารมีหลายคัน และค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูง แก้ปัญหาโดยการสอบถามข้อมูลจากพนักงานและเจ้าหน้าที่ของแหล่งข้อมูล และถ่ายเอกสารสำรองไว้ นอกจากนี้การค้นหาข้อมูลของสถานที่ต่าง ๆ ในเขตเทศบาลพิษณุโลก ค้นหาได้ยากเนื่องจากต้องค้นหาทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ และภาพประกอบ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ประโยชน์สูงสุดจากการเข้าชมเว็บเพจ และใช้โปรแกรม แก้ปัญหาด้วยการค้นหาข้อมูลจากเว็บไซต์ระดับองค์กรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถอ้างอิงได้

5.4 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

โครงการระบบสารสนเทศการขนส่งมวลชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบนเว็บ ยังเป็นการศึกษาในเขตพื้นที่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมสถานที่ท่องเที่ยว และสถานที่สำคัญ ในจังหวัดพิษณุโลกทั้งหมด แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปจึงแนะนำให้ทำในเขตพื้นที่กว้างออกไปในระดับ อำเภอเมืองพิษณุโลก และ จังหวัดพิษณุโลกต่อไป

ข้อมูลเวลาในการเดินทางได้คำนวณโดยใช้อัตราส่วนระยะทางกับเวลาที่รถใช้เดินทางของแต่ละสายซึ่งไม่ได้เก็บโดยใช้ค่าสถิติของเวลาที่ใช้จริง แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปจึงแนะนำให้ใช้ค่าสถิติของเวลาที่ใช้จริง

การแสดงผลของโปรแกรมสามารถแสดงได้เพียงจุดต้นทาง และปลายทาง ของการเดินทางในแผนที่เท่านั้น เนื่องจากการแสดงผลแบบเป็นเส้นทางเดินตั้งแต่จุดต้นทางถึงจุดปลายทางนั้น ต้องศึกษาภาษาจาวาในระดับที่ซับซ้อน และยากยิ่งขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษา แนวทางพัฒนาต่อไปจึงแนะนำให้ศึกษาการแสดงผลเส้นทางเป็นกราฟฟิกแสดงผลในแผนที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และสามารถใช้เมาส์เลื่อนแผนที่ไปมาได้ตามต้องการ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิทยา วัชรวิทยากุล และ สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล . **คณิตศาสตร์ดิสครีตเชิงประยุกต์ (DISCRETE MATHEMATICS)** . กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรู๊ป จำกัด ,2536
- [2] วนิดา เหมะกุล . **คณิตศาสตร์ดิสครีต (DISCRETE MATHEMATICS)** . กรุงเทพฯ : หจก. เอช-เอน การพิมพ์ , 2535
- [3] **Graph Coloring** . Retrieved (November16,2002) , from <http://www.geom.umn.edu/~zaremba/graph1.html>
- [4] **Shortest Path** . Retrieved (November16,2002) , from <http://oho.ipst.ac.th/Hardware/Shortest/shortest.htm>
- [5] ชวลิต จินอนันต์ . **Network Optimization (Dijkstra's algorithm)** . Retrieved (November16,2002) , from http://www.vcharkarn.com/magazine/issue4/issue004_chaw.php
- [6] **กราฟที่มีทิศทาง** . Retrieved(November16,2002) , from http://www.geocities.com/vichairatp/1999t1/html/gr_has.htm
- [7] **กราฟไม่มีทิศทาง** . Retrieved(November16,2002) , from http://www.geocities.com/vichairatp/1999t1/html/gr_non.htm
- [8] **ดีกรีของจุด** . Retrieved(November16,2002) , from <http://www.geocities.com/vichairatp/1999t1/html/indegree.htm>
- [9] **ทางเดินวงจร และการต่อกันของกราฟ** . Retrieved(November16,2002) , from <http://www.geocities.com/vichairatp/1999t1/html/inpath.htm>
- [10] **โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม** . Retrieved(February 7,2003), from <http://webmaster.pp.ac.th/main.html>
- [11] **โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี** . Retrieved(February 7,2003), from <http://web.school.net.th/chalermkwanstree/>
- [12] **โรงเรียนพิษณุโลกศึกษา** . Retrieved(February 7,2003), from <http://www.geocities.com/phitsanuloksuksa/>
- [13] **โรงเรียนจ่านกร้อง** . Retrieved(February 7,2003), from <http://www.geocities.com/janokrong/school.html>

- [14] โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย . Retrieved(February 7,2003), from <http://www.pccpl.ac.th/schooldata.html>
- [15] โอเทลไทยแลนด์ - ข้อมูลการท่องเที่ยว. Retrieved(February 6,2003), from <http://www.hotelsthailand.com/north/phitsanulok/restaurant.html>
- [16] โอเทลไทยแลนด์ - ข้อมูลการท่องเที่ยว. Retrieved(February 6,2003), from <http://www.welcome2thai.com/thailand/north/phitsanulok/place.th.html>
- [17] Welcome to Thailand. Retrieved(February 6,2003), from <http://www.hotelsthailand.com/north/phitsanulok/restaurant.html>
- [18] หมายเลขโทรศัพท์ ของหน่วยงานที่สำคัญในจังหวัดพิษณุโลก. Retrieved(February 6,2003), from http://www.nu.ac.th/search/phone_phitsanulok.asp
- [19] Provincial Guide PHITSANULOK.Retrieve.(September 29,2003),from http://www.tourismthailand.org/about_thailand/provincial_guides/north/index.php?province=PHITSANULOK&data=attraction
- [20] เทศบาลนครพิษณุโลก.Retrieve(September 17,2003),from <http://www.phsmun.go.th/>
- [21] แผนที่แสดงเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ณ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2545
จากสำนักงานผังเมือง จ.พิษณุโลก
- [22] ข้อมูลสายรถเมล์ ณ วันที่ 27 พฤษภาคม 2546
จากสำนักงานรถเมล์บ้านเรา
- [23] ข้อมูลโรงแรมโกลเด้นแกรนด์ ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545,
จากโรงแรมโกลเด้นแกรนด์ , โทรศัพท์ 055-210234-7
- [24] ข้อมูลโรงแรมเทพนคร ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมเทพนคร , โทรศัพท์ 055-251817, 251877, 244070-6
- [25] ข้อมูลโรงแรมที่อปแลนด์ ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมที่อปแลนด์ , โทรศัพท์ 055-247800-9, 245390
- [26] ข้อมูลโรงแรมน่านเจ้า ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมน่านเจ้า , โทรศัพท์ 055-252510-4, 259511-3
- [27] ข้อมูลโรงแรมพิษณุโลกธานี ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมพิษณุโลกธานี , โทรศัพท์ 055-211065-9
- [28] ข้อมูลโรงแรมไพลิน ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมไพลิน , โทรศัพท์ 055-225228-35

- [29] ข้อมูลโรงแรมราชพฤกษ์ ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมราชพฤกษ์ , โทรศัพท์ 055-258788, 258477, 259990
- [30] ข้อมูลโรงแรมลาฟาโลมา ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมลาฟาโลมา , โทรศัพท์ 055-217930-6
- [31] ข้อมูลโรงแรมอัมรินทร์นคร ณ วันที่ 11 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมอัมรินทร์นคร , โทรศัพท์ 055-219069-78
- [32] ข้อมูลโรงแรมอัมรินทร์ลาภูน ณ วันที่ 11 พฤศจิกายน 2545
จากโรงแรมอัมรินทร์ลาภูน , โทรศัพท์ 055-668-4277, 241-1131





ภาคผนวก ก
สายเดินรถ และเส้นทางเดินรถโดยสาร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บริษัทพิษณุโลกบริการ จำกัด “รถเมล์บ้านเรา”

สายเดินรถ	เส้นทางเดินรถโดยสาร
ปอ.1 รอบเมือง (รอบนอก)	ศูนย์ขนส่ง , โรงแรมอัมรินทร์ลาภูม , บกพ. , วัดโคกมะตูม , ร.พ.พุทธา , สถานีรถไฟ , รร.เฉลิมขวัญสตรี , สะพานเบรควอร์ , วัดจตุ , อำเภอวัง , วัดใหญ่ , ทพล.
ปอ.1 รอบเมือง (รอบใน)	ศูนย์ขนส่ง , ทพล. , ที่โปแลนด์พลาซ่า , วัดใหญ่ , รร.เฉลิมขวัญสตรี , สถานีรถไฟ , ร.พ.พุทธา , วัดโคกมะตูม , โรงแรมอัมรินทร์ลาภูม , บกพ.
สาย 3 สถานีรถไฟ-บ้านคลอง	สถานีรถไฟ , รร.เฉลิมขวัญสตรี , สะพานเบรควอร์ , อาชีวะ , ราชภัฏ(วังจันทน์) , วัดจันทร์ตะวันออก , สามแยกบ้านคลอง , อำเภอเมือง , วัดใหญ่ , ที่โปแลนด์พลาซ่า , ตลาดสถานีรถไฟ
สาย 4 สถานีรถไฟ-สนามบิน	สถานีรถไฟ , ม.เบรควอร์(สนามบิน) , วัดหนองบัว , กองบิน 46 , รพ.รัตนเวช , สี่แยกบ้านแซก , ตลาดสถานีรถไฟ
สาย 5 (วัดยางเอน) สถานีรถไฟ - วัดยางเอน	สถานีรถไฟ , สี่หมื่น , ร.พ.รวมแพทย์ , โรงแรมบ้านเจ้า , ราชภัฏ , วัดจันทร์ตะวันออก , เม็คโคร , วัดจุฬามณี , ตำบลชด. , หมู่บ้านถาวรกาญจน์ , สถานีวิทยุกรมอุตสาหกรรม , วัฒน , วัดสะวัดป่ามื่น , วัดยางเอน , เทศบาล 2
สาย 5 (เต็งหนาม) สถานีรถไฟ-บ้านเต็งหนาม	สถานีรถไฟ , สามแยกบ้านแซก , ที่โปแลนด์พลาซ่า , วัดใหญ่ , วัดธรรมจักร , วัดโพธิ์ , โรงทอ , โรงเรียนพิษณุโลกศึกษา , สนามกีฬากลาง , บ้านเต็งหนาม
สายปอ. 6 ศูนย์ขนส่ง-วัดบ้านกร่าง	ศูนย์ขนส่ง , บกพ. , วัดโคกมะตูม , ร.พ.พุทธา , สถานีรถไฟ , เทศบาลเมือง , โรงแรมไพสิม , วัดจตุ , ตลาดบ้านคลอง , สบง.ขนส่ง , สามแยก ปชส. , พิษณุโลกเมืองใหม่ , วัดพลาชอุบล , สี่แยกนายพาส , วัดบ้านกร่าง
สาย 7 สถานีรถไฟ - แม่ระกา	สถานีรถไฟ , ร.พ.พุทธา , โรงแรมลาฟาโรมา , เทศฯ , วิทยาลัยบึงพระ , วัดป่าไผ่ , บ้านเข็ก , แม่ระกา , กม. 15
สาย 8 สถานีรถไฟ - อรัญญิก	ศูนย์ขนส่ง , วัดโคกมะตูม , พิพิธภัณฑ์ท่าจตุ , ร.พ.พุทธา , สถานีรถไฟ , ที่โปแลนด์พลาซ่า , วัดใหญ่ , วัดอรัญญิก
สาย 9 สถานีรถไฟ - บาโพธิ์แดง	สถานีรถไฟ , ตลาดใต้ , ร.พ.รวมแพทย์ , ร.พ.พิษณุเวช , ราชภัฏ , วัดจันทร์ตะวันออก , บาโพธิ์แดง
สาย ปอ. 11 วัดหล่ม - สนามกีฬากลาง	วัดหล่ม , สถานีรถไฟบึงพระ , วิทยาลัยบึงพระ , เทศฯ , ร.พ.พุทธา , สถานีรถไฟ , ที่โปแลนด์พลาซ่า , วัดใหญ่ , วัดธรรมจักร , วัดโพธิ์ญาณ , โรงทอ , ร.ร.พิษณุโลกศึกษา , สนามกีฬากลาง , ตลาดสด อ.บ.ต.
สาย ปอ.12, ปอ.12 รอบใน ม.สนามบิน - ม.หนองจ้อ	ม.เบรควอร์(สนามบิน) , วิทยาลัยเทคนิค , ท่ารถโคกมะตูม , ศูนย์ขนส่ง , ทพล. , ที่โปแลนด์พลาซ่า , สามแยกบ้านคลอง , สามแยกต้นว่า , ซ.ประทีป กม.7 , ม.เบรควอร์ (หนองจ้อ)
สาย ปอ.13 ราชภัฏ(ทะเลแก้ว)-สมอแข	ราชภัฏ (ทะเลแก้ว) , สามแยกปชส. , สบง.ขนส่ง (เก่า) , สามแยกบ้านคลอง , ราชภัฏ(วังจันทน์) , ศาลากลาง , ที่โปแลนด์พลาซ่า , ทพล. , ศูนย์ขนส่ง , บกพ. , หมู่บ้านจักรแก้ว , ศูนย์พัฒนาตำบลสมอแข , ประโดก
สาย ปอ. 14 สบง.ขนส่งเก่า-สบง.ขนส่งใหม่	สบง.ขนส่งเก่า , บ้านคลอง , กบนดูเมือง , วิทยาลัยอาชีวะ , สะพานเอกา , สถานีรถไฟ , รร.ไทยกล้า , ท่ารถโคกมะตูม , บิ๊กซี , ศูนย์ขนส่ง , สามแยกเรือแพ , ไลตัส , หมู่บ้านชินลาภ , สี่แยกวังโพธิ์ , สบง.ขนส่งใหม่
สาย 15 รร.พพ.(ใหม่) - ศูนย์ขนส่ง - บ้านคลองเปิด	รร.พิษณุโลกพิทยาคม(ใหม่) , ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรม 2 , สบง.โรดคัท , หมู่บ้านพิษณุโลกเมืองใหม่ สบง.ขนส่ง(เก่า) , สี่แยกบ้านคลอง , วัดจตุ , ศาลากลาง , วัดใหญ่ , ที่โปแลนด์พลาซ่า , ทพล. , ศูนย์ขนส่ง , ไลตัส , หมู่บ้านชินลาภ , บ้านคลองเปิด **
สาย ปอ. 16 ม.สนามบิน- ม.หนองจ้อ	ม.เบรควอร์(สนามบิน) , กบนดูเมือง , สะพาน 1 , เทศฯ , วิทยาลัยบึงพระ , นายพาส , เทศบาลใหม่ , สี่แยกวัดสะกัฒน์บ้าน , ยางเอน , สี่แยกนายพาสบางระกำ , ม.เบรควอร์ (หนองจ้อ)
สาย 17 สถานีรถไฟ - ยางเอน	สถานีรถไฟ , ทอพาณิชย์ , เทศบาลใหม่ , เม็คโคร , วัดจุฬา , ตำบลชด. , ยางเอน , ศูนย์เอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ , รร.พิษณุโลกพิทยาคม(ใหม่)

**เส้นทางนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงภายหลัง

สอบถามรายละเอียดได้จาก เจ้าหน้าที่ของเราทุกคน



ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางเดือนธันวาคม 2 สถานียอนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
913	พล.-กท.	บ.พิษณุโลกยานยนต์	บ.วินทัวร์ จำกัด	-	ม.1 (ข)	- 09.15,10.15,11.00,12.45,14.00,16.00, 19.00,20.30,23.00,24.30
					ม.1 (ข)	- 11.14,22.15
					ม.1 (ข)	- 09.00,09.40,11.40,12.15,13.30,16.30,
					ม.2 (พิเศษ)	- 08.00,09.30,11.45,14.00,18.00,21.00, 23.30
					ม.1 (ข) VIP	- 07.30,10.00,15.30
					ม.2	- 20.00
957	มต.-กท. กท.-มต. มต.-กท. กท.-มต.	บ.ขนส่ง 99	บ.อินทราทัวร์	-	VIP	- 12.30,24.00
					ม.2	23.30,02.30
					VIP	- 14.00,24.00
					ม.2	23.30,02.00
					ม.1 (ข)	- 15.00
					ม.1 (ข)	- 13.00
963	เขาค้อ-กท.	บ.พิษณุโลกยานยนต์ จำกัด	-	-	ม.1 (ข)	- 11.00,20.30
					ม.2	-
965	อุทยานฯ-กท. อุทยานฯ-กท.	บ.วินทัวร์ จำกัด	บ.เจ็ดชัยทัวร์	-	ม.1 (ข)	- 10.20,11.20,22.45,23.45
					ม.1 (ข)	- 22.00
					ม.2	- 21.30

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางเดินรถหมวด 3

สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
1	128	พล.-ตาก-แม่สอด- บ้านริมเมย(รถตู้)	บ.สุโขทัยธานี	เก่า	ม.2	- 07.00,08.00,09.00,10.30,12.20,14.00, 15.00
		พล.-ตาก	บ.สุโขทัยธานี	เก่า	ม.2	- 11.50,12.30
					ม.3	- 06.20,7:30,8.10,9.00,9.50,11.00,13.50, 14.30,15.00,15.30,16.10,17.00
2	131	สท.-พล.	บ.วินทัวร์ จำกัด	เก่า	ม.3	- 08.20,09.00,09.20,09.40,10.45,11.10, 11.25,12.00,12.20,14.00,14.45,15.10, 15.25,15.50,16.25,16.45,17.10,17.30, 18.15
3	132	พล.-ชม.	บ.วินทัวร์ จำกัด	เก่า	ม.3	- 06.00
	587	อุบลฯ-ชม.	บ.นครชัยแอร์	ทางผ่าน	VIP	- 23.30,03.00,05.00,05.30
		อุบลฯ-ชม.		สายใหม่	ม.1 (ข)	- 01.00
					ม.3	- 02.00
		ชม.-อุบลฯ			VIP	- 18.00,21.45,23.15,25.45
		ชม.-อุบลฯ			ม.1 (ข)	- 19.00
				ม.3	- 20.00	
๒.	175	ขก.-ชม.	บ.อิสานทัวร์	ทางผ่าน	ม.2	- 08.45,12.00,14.00,15.30
				สายเก่า	ม.3	- 11.00
				ทางผ่าน	ม.2	- 09.00,12.30,14.00,15.30
				สายเก่า	ม.3	- 11.00

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 3 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
๕	155	พล.-ชม.	บ.วินทัวร์	ทางผ่าน สายเก่า	ม.2 ม.3	- 05.40,07.20,09.15,13.30,20.00 - 08.15,10.00,12.40
5.	137	พล.-หล่มสัก	บ.พิษณุโลกยานยนต์	ต้นทาง	ม.2 ม.3	- 10.00, 14.00 - 06.00,07.00,08.00,09.30,12.00,12.30, 16.40,17.00
4	136	พล.-พท.	บ.พิษณุโลกยานยนต์	ต้นทาง	ม.3	- 06.00,09.00,11.00,13.00,15.00,18.00
๘๘	187	พล.-ชาติตระการ	บ.นครไทยชาติตระการ เด็นรถ	ต้นทาง	ม.2 ม.3	- 05.00,06.00 - 07.30,08.20,09.30,10.00,11.30,12.50 13.00,13.50,14.50,15.20,16.00,16.30, 17.00,18.00
	610	พล.-ด่านซ้าย	บ.นครไทยชาติตระการ เด็นรถ	ต้นทาง	ม.3	- 06.30,08.30,10.30,12.20,14.00,15.20
	623	พล.-ชม.	บ.วินทัวร์	เก่า	ม.3	- 08.10
	635	นม.-ชม.	บ.นครชัยทัวร์ จำกัด	ทางผ่าน สายใหม่	ม.1 (ข) ม.2	- 10.20,14.00,15.45,21.30,23.30,24.30, 01.30,01.45 - 09.10

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 3 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
		ขม.-นม	บ.นครชัยแอร์ จำกัด	ทางผ่าน สายใหม่	ม.1 (ข)	- 10.30,14.00,15.30,21.30,23.30,24.30 02.00,01.40 - 09.30
659		ขม.-รย.	บ.นครชัยแอร์ จำกัด	ทางผ่าน สายใหม่	VIP	- 19.00,21.45,23.30,24.00
		รย.-ขม.	บ.นครชัยแอร์ จำกัด	ทางผ่าน สายใหม่	ม.1 (ข) ม.3 VIP	- 19.30 - 10.45 - 03.30,04.00,04.30
134		พล.-อต.	บ.วินทัวร์ จำกัด	เก่า	ม.1 (ข) ม.3	- 24.30,02.30,04.30 - 16.30
613		พล.-อต.	บ.วินทัวร์ จำกัด	ใหม่	ม.2	- 08.20
634		พล.-พิชัย-อต.	บ.พรหมพิรามยานยนต์	เก่า	ม.3 ม.3	- 06.45,07.00,07.40,13.45 - 16.45,17.00
644		พล.-อต.	บ.นครไทยชาติตระการ เด็นคร	ใหม่	ม.3	- 05.45,06.30,07.15,08.00,08.45,09.30 12.00,14.00,14.45,17.00 - 07.00,08.30,12.00

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 3 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	135	พล.-แพร่	บ.เทพสมบัติ จำกัด	เก่า	ม.2	- 07.00,09.15,13.15,15.00
	613	พล.-แพร่	บ.วินทัวร์ จำกัด	ใหม่	ม.2	- 07.00,12.00,15.30
	613	พล.-นน.	บ.วินทัวร์ จำกัด	ใหม่	ม.3	- 05.30,06.00,08.40,10.10,10.40,12.30 14.30,16.45,17.00
	613	พล.-นน.	บ.วินทัวร์ จำกัด	ใหม่	ม.2	- 07.30,09.30,13.30
	613	พล.-นน.	บ.วินทัวร์ จำกัด	ใหม่	ม.3	- 11.30
	694	นน.-นน.	บ.ถาวรฟาร์ม	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 08.30
	694	นน.-นน.	บ.ถาวรฟาร์ม	สายใหม่	ม.1 (ข)	- 11.00
	694	นน.-นน.	บ.ถาวรฟาร์ม	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 11.00
	622	พล.-ชร	บ.ถาวรฟาร์ม	ทางผ่าน	ม.1	- 08.00,09.30
	622	พล.-ชร	บ.ถาวรฟาร์ม	ทางผ่าน	ม.3	- 05.30,10.30
	651	นม.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 11.00,18.00,20.15,23.00,24.30
	651	มส.-นม	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 13.20,20.15,24.40,01.30
	660	มส.-รบย.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	VIP	- 22.00,24.00
	660	รบย.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 23.00
	660	รบย.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.3	- 21.00
	660	รบย.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	VIP	- 24.30,02.30
	660	รบย.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 01.30
	660	รบย.-มส.	บ.นครชัยทัวร์	ทางผ่าน	ม.3	- 22.30

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 3 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	661	ขร.-นพ.	บ.จักรพงษ์ทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข)	- 24.00 - 17.30,20.30,23.30
	662	พล.-ขร	บ.ถาวรฟาร์ม	ต้นทาง	ม.3	- 07.30,09.30
	173	พล.-เขาททราย	บ.วังทองยานยนต์	ต้นทาง	ม.3	- 06.00,07.00,09.00,10.00,11.00,12.00, 13.00,14.00,15.00,16.00,17.30
	164	พล.-พจ.	บ.วังทองยานยนต์	เก่า	ม.3	- 06.20,07.00,08.30,09.30,11.30,12.30, 13.30,14.30,16.30
	615	พล.-นว.	บ.ขนส่ง จำกัด	-	ม.2	- 06.15,07.00,08.00,09.45,12.00,13.00 14.00
	618	พล.-พจ.	บ.วังทองยานยนต์	ใหม่	ม.3	- 06.00,06.30,07.00,08.00,09.00,10.00, 11.00,12.00,13.00,14.00,15.00,16.00,17.00
	690	พล.-บางกระทุ่ม	บ.นรัตนยานยนต์	ใหม่	ม.3	- 05.30,06.00,06.30,07.00,07.30,08.00, 08.40,09.20,10.00,10.40,11.20,12.00, 13.00,14.00,14.40,15.20,16.00,16.40, 17.20,18.00
	171	พล.-เด่นชัย- ทุ่งเสลี่ยม	บ.วินทัวร์	เก่า	ม.3	- 05.20,08.40,10.15,11.40,12.50,13.15, 14.20
	193	พล.-กพ.	บ.พิษณุโลกยานยนต์	เก่า	ม.2 ม.3	- 07.00,11.00,14.00,17.00 - 05.00,06.00,08.00,09.00,10.00,12.00, 13.00,15.00,16.00,18.00

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางเดินรถหมวด 3 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	656	พด.-ลานกระบือ-ตาก	บ.พิษณุโลกยานยนต์	ด้านทาง	ม.3	- 07.30,11.30
	668	พด.-กงไกรลาศ	บ.สุโขทัยยานยนต์	ด้านทาง	ม.3	เดิม 05.00ออกทุก ½ ชม.ถึง 14.00 น.
	674	พด.สุโขทัย- บางระกำ	บ.สุโขทัยยานยนต์	ด้านทาง	ม.3	- 05.30,07.30,14.30,17.00
	572	พด.-นม	บ.ถาวรฟาร์ม	ด้านทาง	ม.3	- 05.45,08.30,11.00
	565	พด.-ชัยภูมิ	บ.นครชัยแอร์	ทางผ่าน	ม.3	- 09.30
	635	นม.-ทม.	บ.นครชัยแอร์	ทางผ่าน	ม.2	- 09.10
	635	ทม.-นม	บ.นครชัยแอร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข) ม.1 (ข)	- 10.20,14.00,15.45,21.30,23.30,24.30, 01.30,01.45
	637	ขร.-ขก.	บ.สมบัติทัวร์	ทางผ่าน	ม.2 ม.1 (ข)	- 09.30 - 10.30,14.00,15.30,21.30,23.30,24.30, 01.40,02.00
	637	ขก.-ขร.	บ.สมบัติทัวร์	ทางผ่าน	ม.2 ม.1 (ข) ม.3 ม.2	- 16.00,20.00,21.40 - 23.30,01.30 - 12.30
	637	ขก.-ขร.	บ.สมบัติทัวร์	ทางผ่าน	ม.1 (ข) ม.3	- 16.00,21.30,23.00,24.30,01.30 - 24.30,01.30 - 11.00

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 4 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	187	พล.-ชัยนาม- หนองแขม	บ.นครไทยชาติตระการเดินรถ	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่ม05.30-สุดท้าย18.30น
	1141 (ข)	พล.-หนองตม	บ.พรหมพิรามยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	- 06.00,07.00,08.00,09.00,10.00,12.00 13.00,14.00,15.00,16.00
	1142 (ก)	พล.-บางระกำ	บ.พิษณุโลกยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก06.00 น.- เที่ยวสุดท้าย18.30 น.
	1143 (ก)	พล.-วัดโบสถ์-บ้าน โป่งแค	บ.วัดโบสถ์ขนส่ง	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก05.30 น.- เที่ยวสุดท้าย19.00 น.
	1143 (ข)	พล.-วังทอง	บ.วังทองยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก05.30 น.- เที่ยวสุดท้าย19.00 น.
	2131	พล.-ปลักแรด	บ.พิษณุโลกยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก05.00 น.- เที่ยวสุดท้าย17.00 น.
	2132	พล.-เนินกุ่ม- แม่ระกา	บ.วังทองยานยนต์ จำกัด	ต้นทาง	ม.2	- 06.00 ,07.00,08.00,09.00,10.00,11.00 12.00,13.00,14.00,15.00
	2208	พล.-แควน้อย- วัดโบสถ์	บ.สหเพชรพิษณุโลกยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก05.00 น.- เที่ยวสุดท้าย17.30 น.
	2217	พล.-หนองตม	บ.พรหมพิรามยานยนต์จำกัด	ต้นทาง	ม.2	ออกทุก 1/2 ชม.เริ่มเที่ยวแรก05.00 น.- เที่ยวสุดท้าย17.30 น.
	2223	พล.-สันติบรรเทิง	บ.นวัตน์ยานยนต์ จำกัด	ต้นทาง	ม.2	- 06.00,07.00,08.00,09.00,10.00,11.00, 12.00,13.00,14.00

ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางหมวด 4 สถานีขึ้นส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	2262	พล.-เนินมะปราง	บ.วังทองยานยนต์	ต้นทาง	ม.2	- 06.45,07.30,08.45,10.45,11.45,13.15, 14.15,15.15,16.35,17.10



ข้อมูลตารางเวลาการเดินทางขนาดเล็ก สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

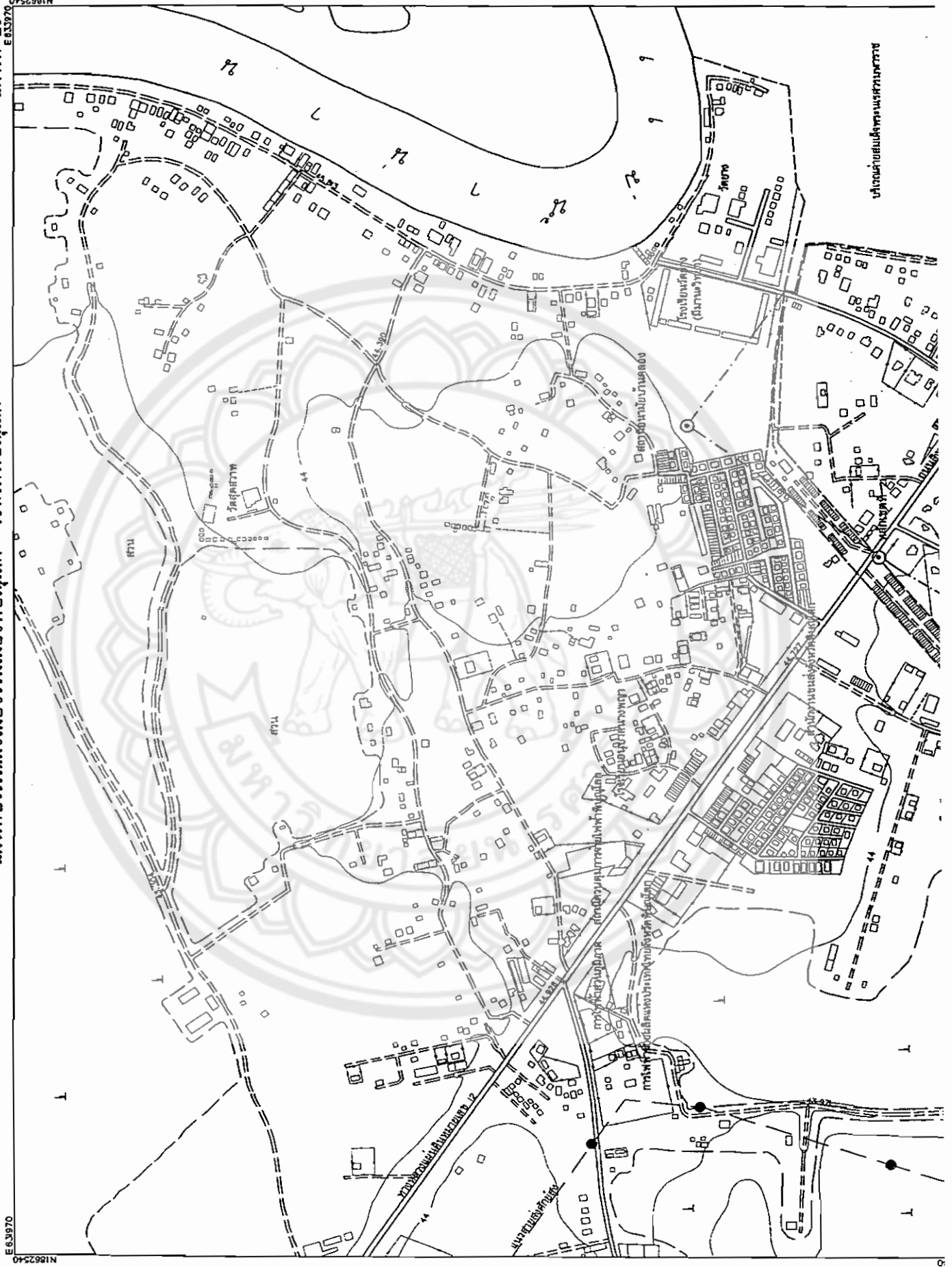
ลำดับ	สายที่	ชื่อเส้นทาง	ชื่อผู้ประกอบการ	สาย	ลักษณะ/มาตรฐานรถ	เวลา
	63001	พล.-ไผ่ขื่อน้ำ	หจก.แสงเพชรพิษณุเด็นครถ	ต้นทาง	ม.2	- 05.45,06.45,07.45,08.45,09.45,10.45 11.45,12.45,13.45,14.45,15.45,16.45, 17.45





แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผ่นที่ 29



เขตเทศบาลนครพิษณุโลก

E 65970
N 162540

E 65970
N 162540

แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผ่นที่ 30



E.633920
N.1862540

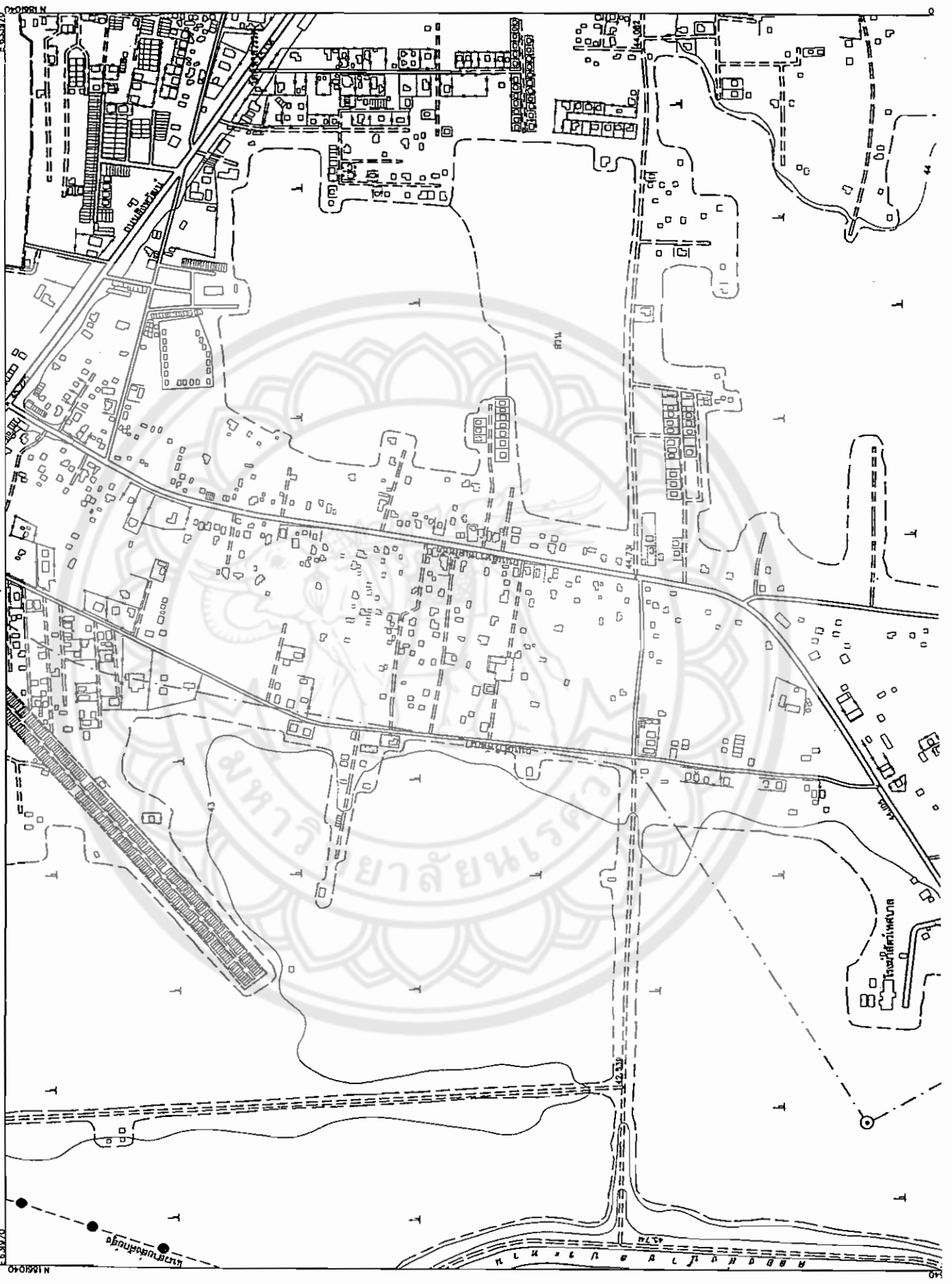
E.633920
N.1862540

บริเวณงานท่าอากาศยานพิษณุโลก

เขตทหาร
บริเวณท่าอากาศยานพิษณุโลก

แผนที่บริเวณแผนผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 40



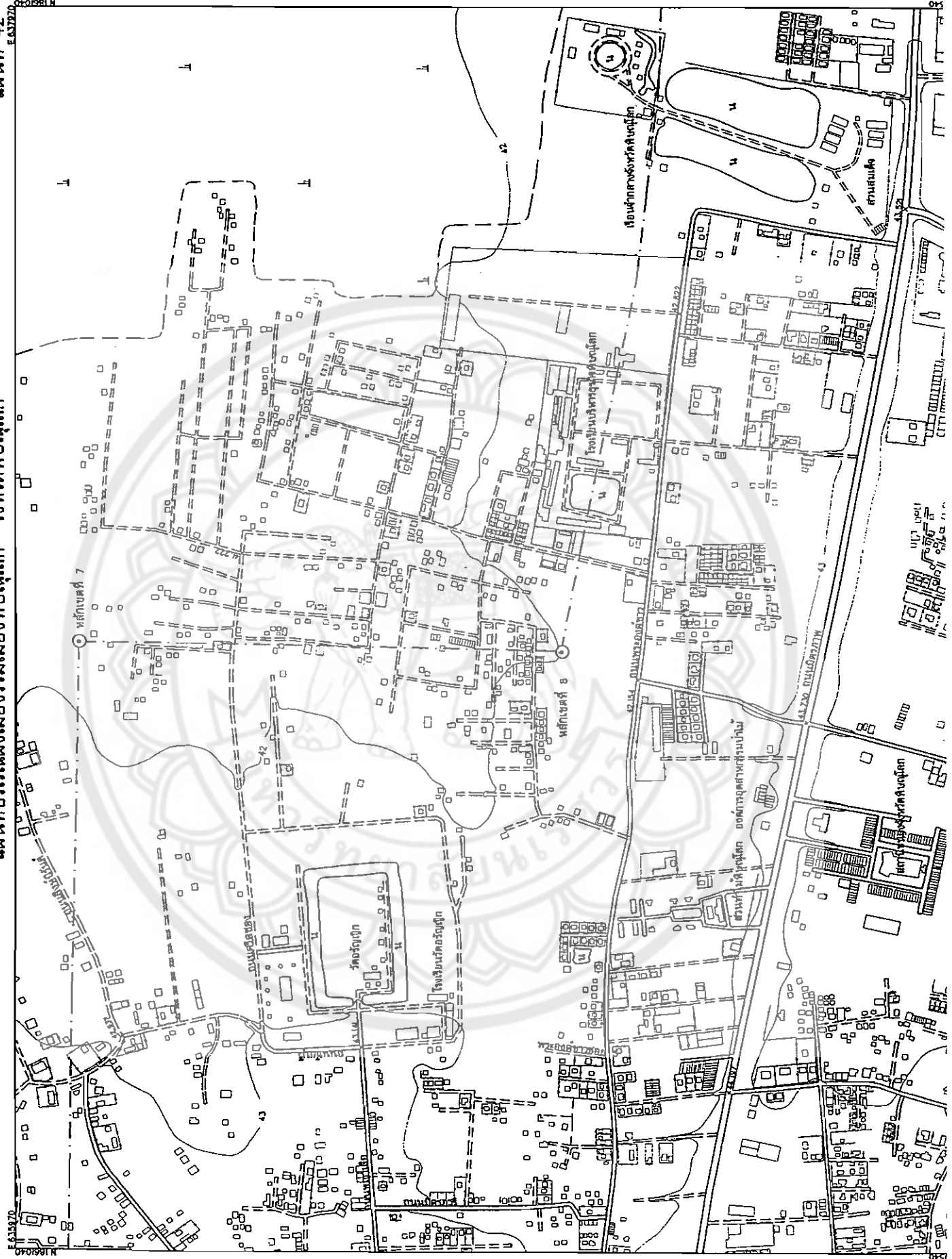
แผนที่บริเวณฝั่งเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก



6.633970

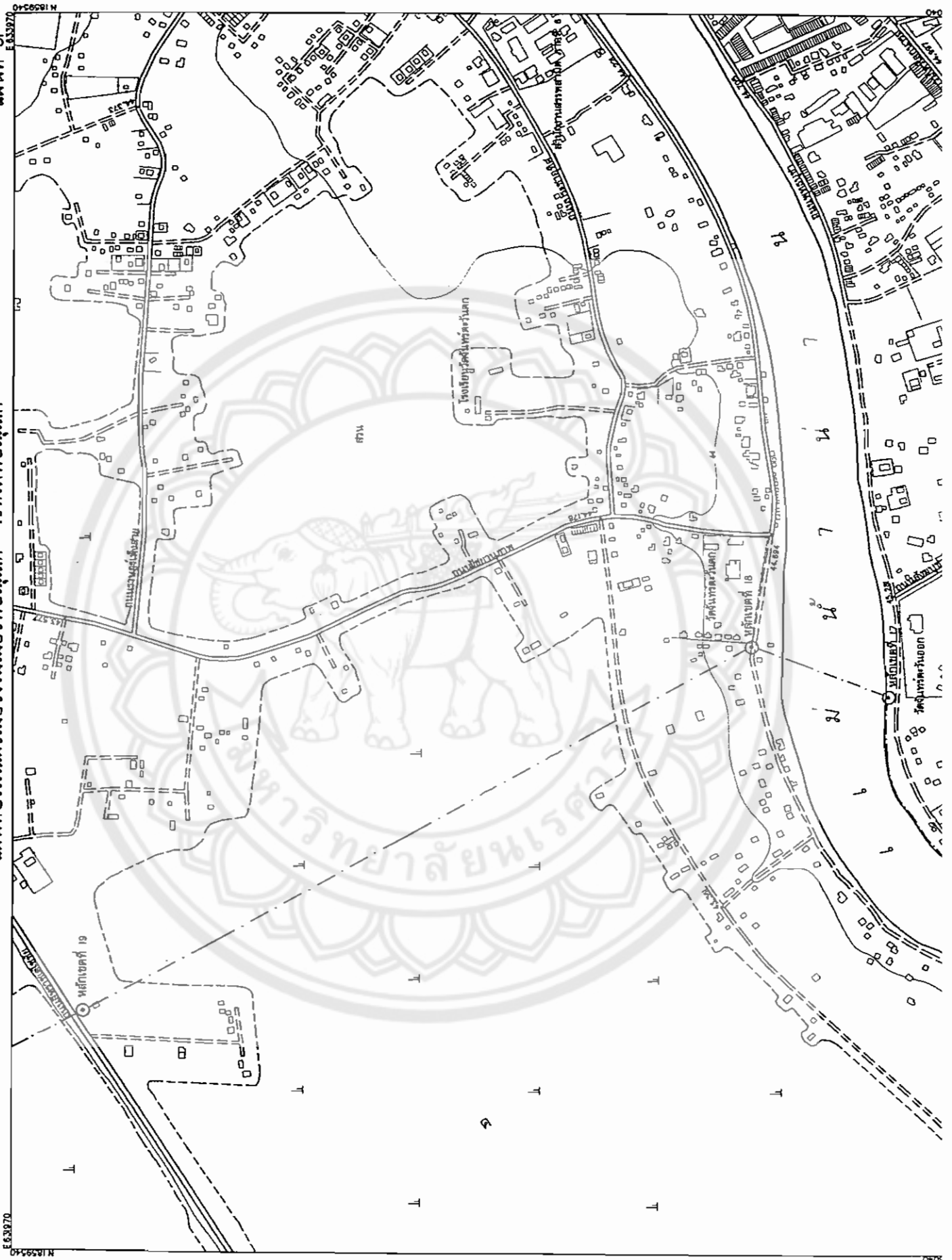
แผนที่ 41

แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก



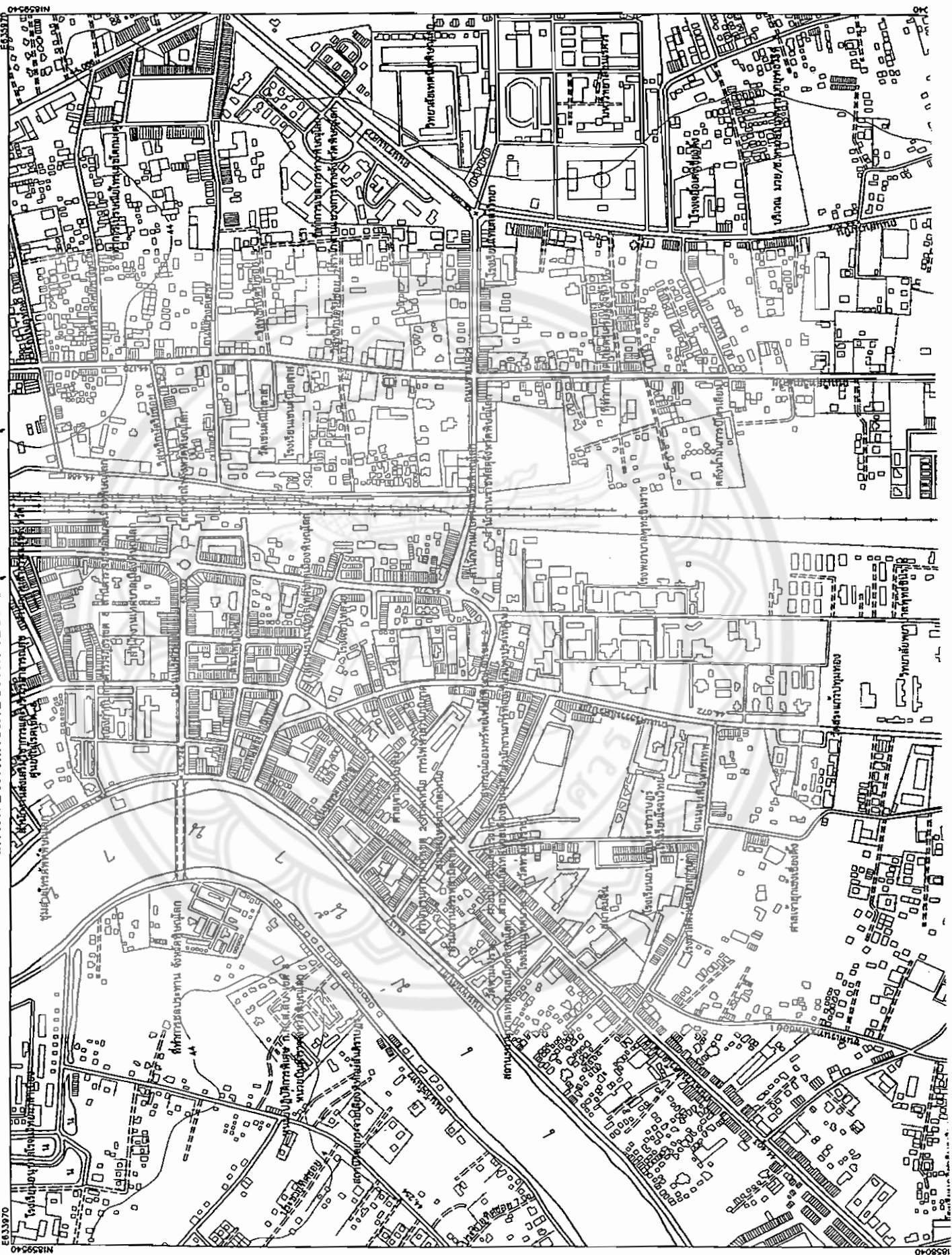
แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 51



แผนที่บริเวณเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 52



แผนที่ 53
E.3.17920

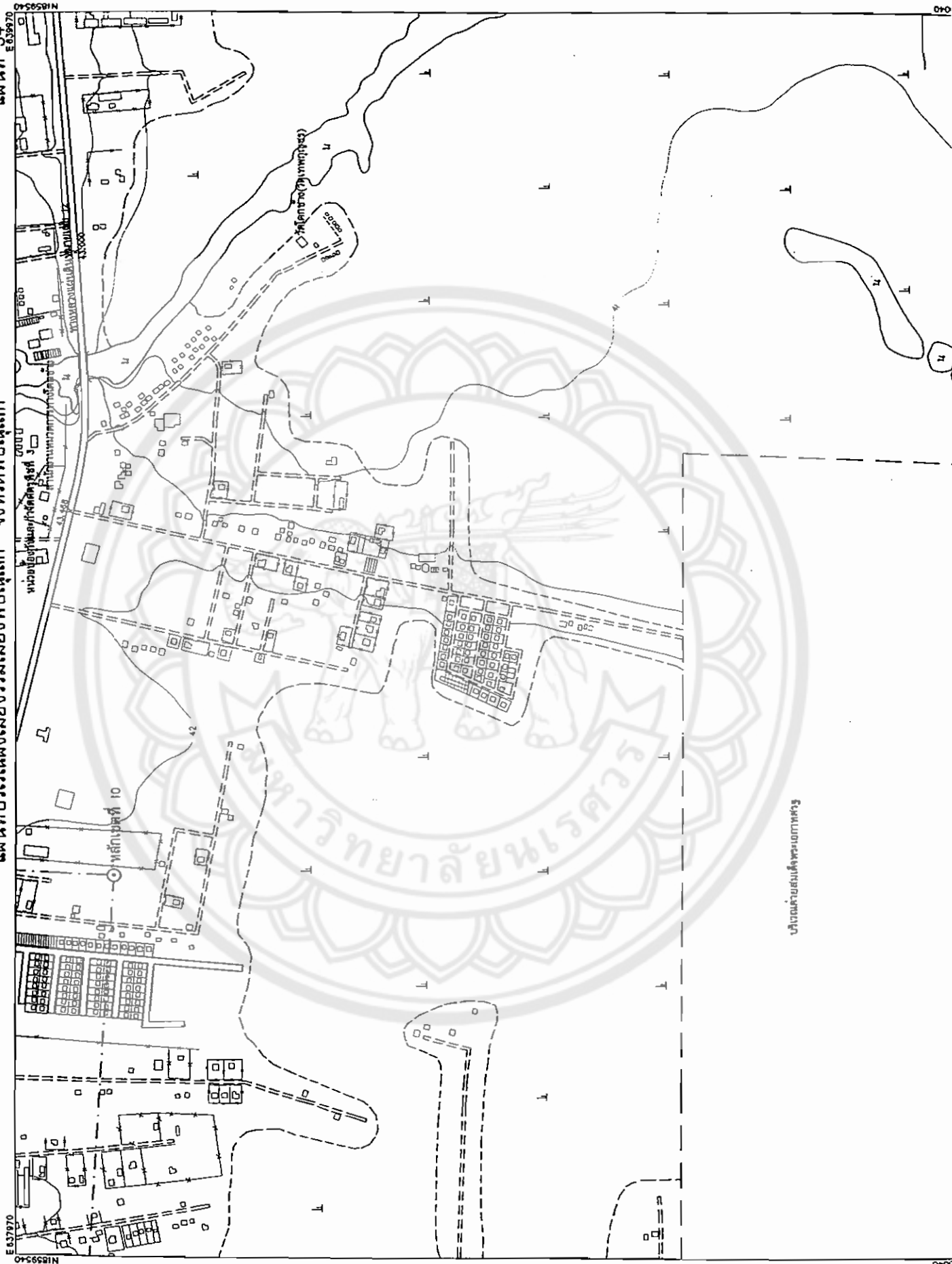
แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก



สำนักงานส่งเสริมการค้า
ระหว่างประเทศ

แผนที่บริเวณเหมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 54



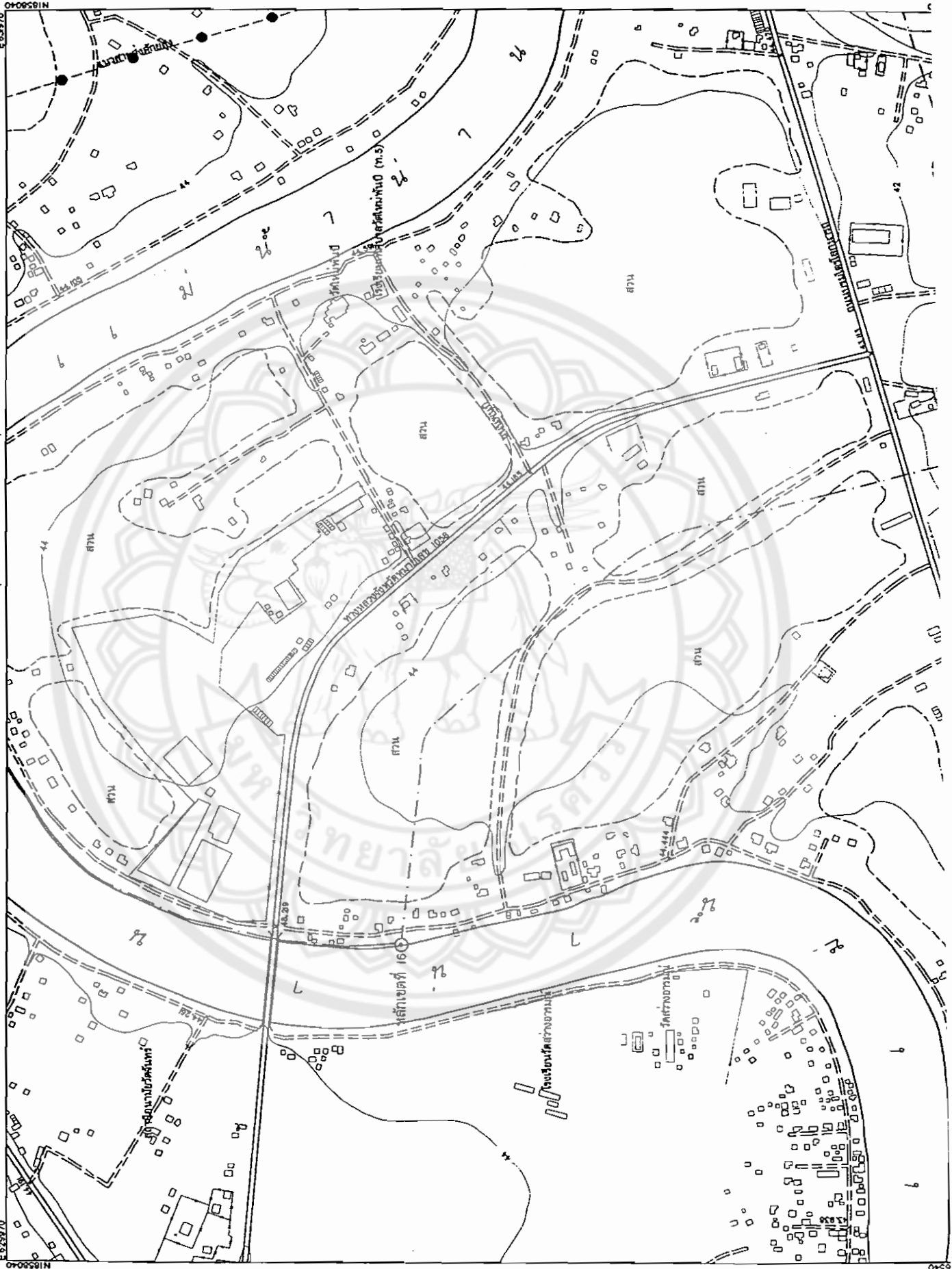
บริเวณค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ

E 537970
N 1859340

E 537970
N 1859340

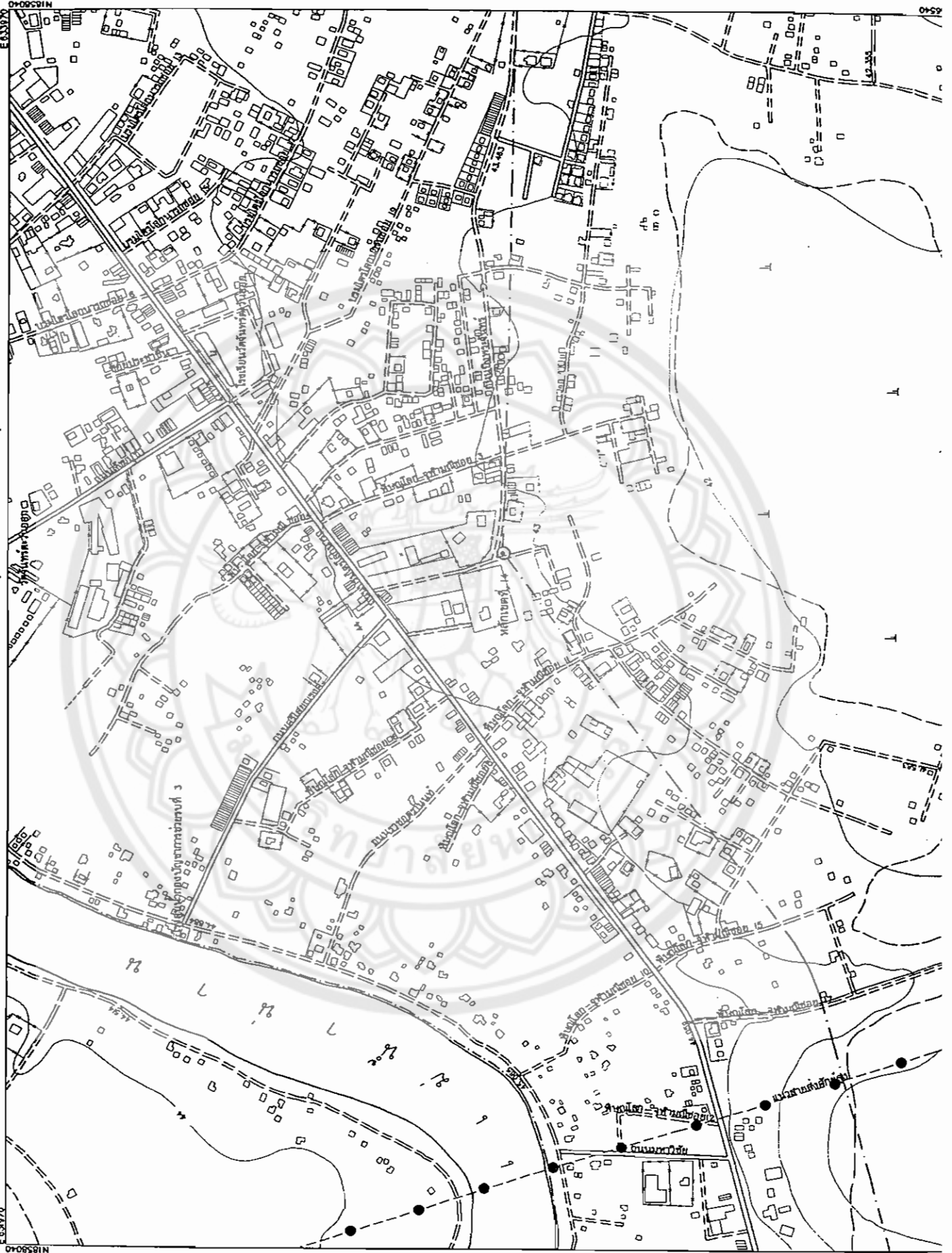
แผนที่บริเวณแก่งเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 61



แผนที่บริเวณเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผ่นที่ 62



E. 531970
N1659010

2540

56540

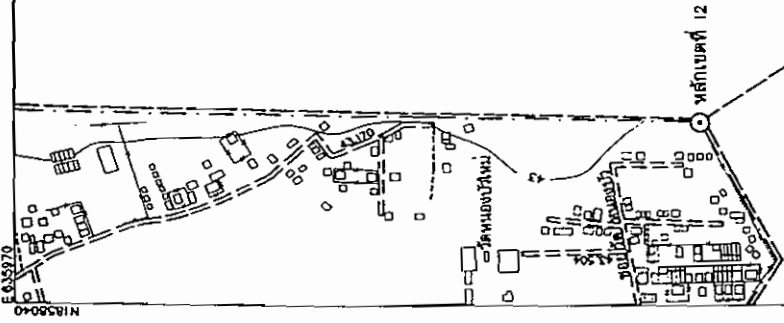
แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผ่นที่ 63
E 635970



แผนที่บริเวณฝั่งเมืองรวมเมืองพิบูลย์โลก จังหวัดพิษณุโลก

แผนที่ 64
E 637970



N 185640
E 635970

N 1856540

แผนที่บริเวณผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

แผ่นที่ 71
E 829970
N 1856540



1000