

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร

จงเจริญ แจ่มมาก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2556

**Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network**

**Chongcharern Cheangmak**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Computer and Telecommunication Engineering**

**Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2013**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร
ชื่อผู้เขียน	จงเจริญ แจ่มมาก
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.ธัญ จารุวิทย์โกวิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันการดำเนินการติดตั้งสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ของผู้ให้บริการโทรคมนาคม ไม่มีการจัดเก็บข่ายสายใยแก้วนำแสงที่มีอยู่ให้เป็นระบบ ทำให้การวางแผนเพื่อขยายข่ายสายใยแก้วนำแสงทำได้ยาก ในบางกรณีอาจจะทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากข่ายสายใยแก้วนำแสงที่มีอยู่ได้เต็มประสิทธิภาพ มีการลงทุนซ้ำซ้อน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร (Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network) ขึ้นเพื่อจัดการปัญหาดังกล่าว

โปรแกรมที่พัฒนาจะเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลผู้ใช้งานวงจรเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความซ้ำซ้อนของการใช้งานวงจร สามารถบอกจำนวนคอร์ (Core) ค่าการลดทอนสัญญาณ (Loss) สถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ สามารถแนะนำ (Recommend) เส้นใยแก้วนำแสงที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดสำหรับการใช้งานในเส้นทางใหม่ได้ นอกจากนี้ยังสามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (Splitter) ได้โดยอัตโนมัติ หรือให้ผู้ใช้งานกำหนดได้ด้วยตัวเอง และยังสามารถแสดงข้อมูลการใช้งาน ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง อีกทั้งยังสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านซึ่งจะทำให้การตัดสินใจ และการวางแผน การดำเนินการมีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โปรแกรมที่พัฒนามีเครื่องมือที่สามารถแสดงแผนที่ เส้นทาง พิกัด และระยะทาง เข้ามาเก็บลงในฐานข้อมูลโดยการเชื่อมต่อกับ Google Maps ทำให้ผู้ใช้งานเห็นภาพรวมของข่ายสายใยแก้วนำแสงได้อย่างชัดเจน

Thesis Title	Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network
Author	Chongcharern Cheangmak
Thesis Advisor	Chiyaporn Khemapatapan, Ph.D
Co-Thesis Advisor	Tanun Jaruvitayakovit, Ph.D
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2013

### **ABSTRACT**

The fiber-optic network installations of many telecommunication providers are unorganized, resulting in the unnecessary difficulties for future network expansion. In some cases, it causes the ineffective uses of the existing networks, a case of double investment. To solve this problem, this thesis proposes Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network as one of the solutions.

This developed program is intended to ease the management of network-users database. It is able to prevent the problems of repeating circuit uses, able to show number of cores, the signal losses and the status of each core of the optical fibers. It is also able to recommend the least signal losing optical fibers suitable for the new route. In addition, the program can automatically recommend or be manually configured the best fiber-optic route to connect with the FTTX splitters, which would disperse the signal to households. Another advantage of this program is that it can display the location of each splitter by incorporating with Google Maps. The program also able to show a map with the route, location, distances and able to retrieve these data to be recorded in a database, enabling the network users to clearly see the overall image of the network. The program will help the decision making and planning to be much more effective and much less time consuming.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ชนัญ จารุวิทย์โกวิท อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้ คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ชัยพร เชมะภาคะพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็น และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาเสมอมา

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ไพบุลย์ พุกภัยสุนันท์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่น ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือกันมาตลอด

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณคนในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

จงเจริญ แจ่มมาก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๘
กิตติกรรมประกาศ .....	๑
สารบัญตาราง .....	๗
สารบัญรูป.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย .....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 งานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง .....	10
2.3 สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง.....	12
3. การออกแบบและพัฒนาระบบ .....	16
3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา .....	16
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	17
3.3 แผนการดำเนินงาน .....	18
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน.....	20
4. การทดสอบระบบ .....	35
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....	60
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	60
5.2 ข้อจำกัดของระบบ .....	61
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก .....	67
ประวัติผู้เขียน .....	93

DPU

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะของงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง กับวิทยานิพนธ์นี้ .....	13
3.1 แผนการดำเนินงาน.....	19
4.1 ผลการทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์ .....	37
4.2 ผลการทดสอบการสร้าง โหนด และแสดงที่ตั้ง โหนด .....	39
4.3 ผลการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางสายใยแก้ว นำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย .....	42
4.4 ผลการทดสอบการแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพ สายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์.....	44
4.5 ผลการทดสอบการตรวจสอบการใช้งานสายใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลวงจร .....	46
4.6 ผลการทดสอบการแนะนำสายใยแก้วนำแสงที่วงจรว่าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ .....	47
4.7 ผลการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง .....	50
4.8 ผลการทดสอบการแนะนำเส้นทางสายใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง.....	53
4.9 ผลการทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน .....	56
4.10 ผลการทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง.....	59
5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตของงานวิจัย .....	60



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบสิ่งแวดลอมที่เกี่ยวขงกับระบบงาน.....	22
3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบ .....	23
3.3 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมในการร้องขอข้อมูลจาก Google Maps API และข้อมูลการใช้งานวงจรจาก Web Server .....	26
3.4 แสดงขั้นตอนการสร้างโหนด .....	27
3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างเส้นทาง .....	28
3.6 แสดงขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลการใช้งานวงจร และแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจร .....	29
3.7 แสดงขั้นตอนการทำงานในการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง .....	30
3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง .....	34
4.1 แสดงตัวอย่างหน้าจอกำหนดผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์ .....	37
4.2 แสดงรายชื่อผู้ใช้งานระบบ .....	37
4.3 แสดงการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps .....	38
4.4 แสดงรายการโหนดที่อยู่ในระบบ .....	39
4.5 แสดงการกำหนดเส้นทาง และกำหนดข้อมูลเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง .....	40
4.6 แสดงการเรียกดูเส้นทาง และข้อมูลเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง .....	41
4.7 แสดงรายการเส้นทางที่อยู่ในระบบ .....	41
4.8 แสดงการเลือกดูข้อมูลเส้นทางของเส้นใยแก้วนำแสง .....	43
4.9 แสดงจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพ สายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ .....	43
4.10 แสดงการเพิ่มข้อมูล และแก้ไขการใช้งานวงจร .....	45
4.11 แสดงการตรวจสอบการใช้งานวงจร .....	45
4.12 แสดงรายละเอียดข้อมูลการใช้งานวงจรของเส้นทางที่ 1 .....	46
4.13 แสดงการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่วางจรวาง มีการลดทอนสัญญาณ ต่ำที่สุดและสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติของเส้นทางที่ 1 .....	47
4.14 แสดงการกำหนดเส้นทาง ความยาวคลื่น และประเภทของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ...	48
4.15 แสดงการกำหนดข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง .....	48
4.16 แสดงการเรียกดูเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยก .....	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 แสดงรายการของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงที่อยู่ในระบบ .....	49
4.18 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 1 .....	51
4.19 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 2 .....	51
4.20 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 3 .....	52
4.21 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 4 .....	52
4.22 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 5 .....	53
4.23 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อ กระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 1 .....	54
4.24 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อ กระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 2 .....	54
4.25 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อ กระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 3 .....	55
4.26 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อ กระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 4 .....	55
4.27 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อ กระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 5 .....	56
4.28 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง .....	57
4.29 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง .....	58
4.30 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานวงจร .....	58
4.31 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง .....	59

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้ให้บริการโทรคมนาคมในประเทศไทยให้บริการ Internet Broadband ผ่านสายโทรศัพท์ (สายทองแดง) จะมีการใช้งานสายเส้นใยแก้วนำแสงในเฉพาะโครงข่ายหลักเท่านั้นซึ่งจะทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งานคือระยะทางได้ไม่เกิน 5 กิโลเมตร (ตามข้อจำกัดของการใช้งานสายโทรศัพท์ ADSL) ได้อัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุดไม่เกิน 24 Mbps (ADSL2+) นอกจากนี้อัตราการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากชุมสายโทรศัพท์ (Node) ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวจะทำให้มีปัญหาในกรณีที่ผู้ใช้งานอยู่ไกลจากชุมสายโทรศัพท์แต่ต้องการรับส่งข้อมูลในอัตราสูงๆ ข้อจำกัดดังกล่าวจะถูกแก้ไขได้โดยการขยายขอบเขตโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสง และลดระยะทางการใช้สายโทรศัพท์ให้สั้นลง ในบางประเทศที่มีความต้องการใช้งาน Internet Broadband ความเร็วสูงมากๆ อาจจะมีการลากสายใยแก้วนำแสงเข้าบ้านหรือที่เรียกว่า Fiber To The Home (FTTH)

ในปัจจุบันผู้ให้บริการโทรคมนาคมในประเทศไทยยังไม่มีระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสงอย่างเป็นระบบ อาจจะทำให้มีความถูกต้องในการใช้งานค่อนข้างต่ำหรืออาจจะมีปัญหาอื่นๆในการใช้งาน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการการใช้งานโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงให้มีความถูกต้องในการใช้งานสูงสุด โดยโปรแกรมที่พัฒนาจะมีเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลผู้ใช้งานวงจรเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความซ้ำซ้อนของการใช้งานวงจร สามารถบอกจำนวนคอร์ (Core) ค่าการลดทอนสัญญาณ (Loss) สถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ สามารถแนะนำ (Recommend) เส้นใยแก้วนำแสงที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดสำหรับการใช้งานในเส้นทางใหม่ได้ นอกจากนี้ยังสามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (Splitter) ได้โดยอัตโนมัติ หรือให้ผู้ใช้งานกำหนดได้ด้วยตัวเอง และยังสามารถแสดง ข้อมูลการใช้งาน ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง อีกทั้งยังสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจาย

สัญญาณเข้าสู่บ้านซึ่งจะทำให้การตัดสินใจ และการวางแผน การดำเนินการมีความรวดเร็ว และมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายใยแก้วนำแสง ของส่วนบริการลูกค้าจังหวัดอุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)<sup>1</sup> จากการศึกษาพบว่า สามารถสร้าง และ แสดงแผนที่เส้นทาง Optical Fiber Cable เชื่อมโยงแต่ละชุมสายเข้าหากันทุกชุมสายที่จัดเก็บข้อมูลแผนที่ และเส้นทางเครือข่ายใยแก้วนำแสงลงในฐานข้อมูล สามารถตรวจสอบ บันทึก เพิ่ม แก้ไข และ ลบ ข้อมูล ทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ภายในบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สามารถตรวจสอบ บันทึก เพิ่ม แก้ไข และ ลบ ข้อมูล ประวัติการบำรุงรักษา Optical Fiber Cable ได้อีกหนึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่<sup>2</sup> จากการศึกษาพบว่าสามารถจัดเก็บข้อมูล แสดงข้อมูลอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่อยู่ในความดูแลข้อมูลแนวสายใยแก้วนำแสง ข้อมูลแผนที่ภายในมหาวิทยาลัยโดยแสดงผลข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยายยังมีอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย คือ Fiber Manager<sup>3</sup> จากการศึกษาพบว่าสามารถบริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ในโครงข่ายใยแก้วนำแสง สามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Splice Enclosures, Patch Panels, Optical Network Devices และ Splitters สามารถเก็บข้อมูลระยะทางของใยแก้วนำแสง สามารถหาคำแหน่งจุดบกพร่องของอุปกรณ์ในโครงข่ายซึ่งทั้งสองงานวิจัย และหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องถ้าหากนำไปใช้ในโครงข่ายโทรคมนาคมยังขาดเครื่องมือที่จะใช้ในการเรียกดูแนวสายใยแก้วนำแสง และข้อมูลแผนที่รวมถึงค่าพิกัด และระยะทางระหว่างโหนด ของโครงข่ายโทรคมนาคมที่ครอบคลุมอยู่ทั่วประเทศ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมที่มีการเรียกใช้งาน Google Maps ซึ่งจะทำได้ข้อมูลพิกัดและระยะทางได้ถูกต้องกว่าการที่เก็บข้อมูลมาเอง และงานวิจัยนี้ยังสามารถเก็บข้อมูลของสายใยแก้วนำแสงพิกัดของโหนด และระยะทางได้ในทุกๆ พื้นที่ ที่ต้องการ เพราะงานวิจัย

---

<sup>1</sup> ชัชวาลย์ แผนสมบุญ. (2552). การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายใยแก้วนำแสง ของส่วนบริการลูกค้าจังหวัดอุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน).

<sup>2</sup> ยุทธนา ใจสักเสริญ. (2547). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

<sup>3</sup> Fiber Manager. (2554). จาก [www.telvent.com/smartgrid](http://www.telvent.com/smartgrid).

ที่นำเสนอได้มีการเชื่อมต่อกับ Google Maps ซึ่งทำให้สามารถดูข้อมูล เส้นทาง ระยะทาง พิกัด และสามารถดูได้ในรูปแบบแผนที่ แบบภาพถ่ายดาวเทียม หรือแบบภูมิประเทศ ได้ทั่วโลก

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบการจัดการเดิมของโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร จากข้อมูลโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงของผู้ให้บริการโทรคมนาคม
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีการเชื่อมต่อกับ Google Maps

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ระบบที่พัฒนาทำงานแบบ Web Application
2. ระบบที่พัฒนามีการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน โดยมีผู้ใช้งานในระบบ 3 ประเภท

### 2.1 ผู้ดูแลระบบมีสิทธิ์ (ADMIN)

- 2.1.1 บริหารจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ
- 2.1.2 บริหารจัดการข้อมูลการใช้งานวงจร
- 2.1.3 บริหารจัดการข้อมูลชุมสาย และข้อมูลเส้นทาง
- 2.1.4 บริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และกำหนด

ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

### 2.2 ผู้ใช้งานระบบทั่วไปมีสิทธิ์ (USER)

- 2.2.1 ดูข้อมูลการใช้งานวงจร
- 2.2.2 ดูข้อมูลชุมสาย และข้อมูลเส้นทาง
- 2.2.3 ดูข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และดูตำแหน่งที่ตั้งของ

อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

### 2.3 ผู้ใช้งานระบบระดับสูงมีสิทธิ์ (SUPER USER)

- 2.3.1 บริหารจัดการข้อมูลการใช้งานวงจร
- 2.3.2 บริหารจัดการข้อมูลชุมสาย และข้อมูลเส้นทาง

### 2.3.3 บริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และกำหนด

ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

3. ผู้ใช้งานสามารถสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง ที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายโทรคมนาคมโดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้พิกัดที่ตั้งชุมสายที่มีอยู่จริง อย่างน้อย 3 ชุมสายของผู้ให้บริการโทรคมนาคมที่อยู่ในกรุงเทพฯ เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาโดย ผู้ใช้งานสามารถสร้างโหนด เส้นทางเพิ่มเติมได้อย่างไม่จำกัด

4. ระบบสามารถแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสาย เส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

5. ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง บันทึก เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลวงจร รวมถึงทะเบียนโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงได้

6. ระบบสามารถแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่างจรว้าง มีการลดทอนสัญญาณ ค่าที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ สำหรับการใช้งานวงจรใหม่ได้

7. ผู้ใช้งานสามารถสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง สามารถตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยก สัญญาณแสงได้

8. ระบบสามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสงได้โดยอัตโนมัติ แต่เมื่อผู้ใช้งานมีเส้นทางที่เหมาะสมกว่าก็สามารถกำหนดได้ ด้วยตัวเอง

9. ระบบสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน

10. สามารถพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โปรแกรมบริหารจัดการข้อมูลเครือข่ายที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเครือข่าย เส้นใยแก้วนำแสง

2. ได้ต้นแบบโปรแกรมที่สนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายเส้นใยแก้วนำแสง โดย ไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลแผนที่อยู่ในฐานข้อมูล

3. ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเรียกดูข้อมูลระยะทาง ข้อมูลการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ ข้อมูลการใช้งาน ตำแหน่งที่ตั้ง ของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน

4. เป็น โปรแกรมพื้นฐานที่ช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์ และการวางแผน โครงการต่างๆ เกี่ยวกับระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงอื่นๆ ต่อไป

5. โปรแกรมดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงกับผู้ให้บริการโทรคมนาคม เพื่อการบริหารจัดการการใช้งาน โครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงให้มีความถูกต้องในการใช้งานสูงสุดซึ่งจะทำให้การตัดสินใจและการวางแผน การดำเนินการมีความรวดเร็วและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ เพื่อช่วยในการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 2.2 งานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง
- 2.3 สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 เส้นใยแก้วนำแสง<sup>1 2</sup>

เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ปัจจุบันใช้เป็นที่ส่งสัญญาณ (Transmission) ในโครงข่ายหลักของผู้ให้บริการโทรคมนาคมเนื่องจากเส้นใยแก้วนำแสงมีความจุของช่องสัญญาณ (Capacity) สูงมาก มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และสามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะทางไกล

ในโครงข่ายปัจจุบันมีการใช้งานเส้นใยแก้วระหว่างโครงข่ายหลัก (Core Network) เชื่อมต่อกันระหว่างชุมสายและใช้สายทองแดงในการกระจายสัญญาณให้แก่ผู้ใช้บริการ (Access Network) แต่การใช้สายทองแดงในการส่งสัญญาณข้อมูล นอกจากจะขนาดความจุของช่องสัญญาณไม่สูงแล้ว ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่ผู้ใช้บริการอยู่ห่างไกลจากสถานีชุมสาย จะทำให้สัญญาณที่รับส่งมีการลดทอนของสัญญาณทำให้ผู้ใช้บริการที่ห่างไกลจากตัวชุมสายเกิน 5 กิโลเมตร (ตามมาตรฐาน ADSL) ไม่สามารถรับสัญญาณได้ในอนาคตจะมีการนำสายเส้นใยแก้วมาทดแทนสายทองแดง (Fiber To The Home - FTTH) เพื่อที่จะขจัดปัญหาของผู้ใช้บริการที่อยู่ห่างไกลจากตัวชุมสายและต้องการขนาดช่องสัญญาณสูงๆ รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

<sup>1</sup> อธิคม ฤกษ์บุตร. (2543). เส้นใยแก้วและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น.

<sup>2</sup> อธิคม ฤกษ์บุตร. (2549). FTTH-Fiber-To-The-Home. วารสารสื่อสารของคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคม



### 2.1.2 เทคโนโลยีคอตเน็ตเฟรมเวิร์ก<sup>3</sup>

คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (.NET Framework) คือแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์สร้าง ขึ้นโดยไมโครซอฟท์ โดยรองรับภาษาคอตเน็ตมากกว่า 40 ภาษาซึ่งมีไลบรารีเป็นจำนวนมาก สำหรับการเขียนโปรแกรม รวมถึงบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบนคอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยไลบรารีนั้นได้รวมถึงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การเชื่อมต่อฐานข้อมูล วิทยาการเข้ารหัสลับ อัลกอริทึม การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

### 2.1.3 เอเอสพีคอตเน็ต (ASP.NET)<sup>4 5</sup>

เอเอสพีคอตเน็ต (ASP.NET) คือเทคโนโลยีสำหรับพัฒนาเว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และเว็บเซอร์วิส โดยอยู่ภายใต้แนวคิด .NETFramework เป็นแนวคิดหนึ่งที่ไมโครซอฟท์พยายาม เชื่อมโยงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกอย่างบนโลกมาเชื่อมโยงกันเหมือนดาข่ายที่อยู่ในระบบ .NET Framework เช่นอุปกรณ์พวกปาล์มหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ASP (Active Server Pages) เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลคำสั่งบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ก่อนจะส่งผลลัพธ์กลับมา ยังเบราว์เซอร์ที่ร้องขอข้อมูลไปหลักการทำงานของ ASP เน้นการทำงานอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นหลัก และอยู่ในรูปแบบที่แน่นอน ASP จะทำงานโดยมีตัวแปลและตัวเอ็ชคิวต์ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server side Application) ส่วนการทำงานเบราว์เซอร์ของผู้ใช้เรียกว่า ฝั่งไคลเอนต์ (Client Side) การทำงานเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้ส่งความต้องการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทาง HTTP (HTTP Request) เช่น การค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล ในรูปของเอกสาร ASP ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์ จะทำหน้าที่แปลคำสั่ง แล้วเอ็ชคิวต์คำสั่งนั้น อาจมีการเรียกใช้ออบเจ็กต์ คอมโพเนนต์ หรือ ADO เพื่อใช้สำหรับการทำงานกับฐานข้อมูล หลังจากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะสร้างผลลัพธ์ ในรูปแบบเอกสาร HTML ส่งกลับไปให้เว็บเบราว์เซอร์ เพื่อแสดงทางฝั่งผู้ใช้ต่อไป (HTML Response) รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

<sup>3</sup> วิกิพีเดีย. (2554). *คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก*. จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก>.

<sup>4</sup> วิกิพีเดีย. (2554). *ASP.NET*. จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>.

<sup>5</sup> วิกิพีเดีย. (2554). *ADO.NET*. จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ADO.NET>.

#### 2.1.4 สถาปัตยกรรม Web Application<sup>6</sup>

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือแอปพลิเคชันที่เข้าถึงด้วยเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตเป็นที่นิยมเนื่องจากความสามารถในการอัปเดต และดูแลโดยไม่ต้องแจกจ่ายและติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องผู้ใช้ จุดเด่นที่สำคัญของ Web Application คือ การทำงานที่หลากหลาย และไม่จำกัดพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นได้ทุกอย่างที่รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

#### 2.1.5 เทคโนโลยี Google Maps<sup>7 8 9</sup>

โปรแกรม Google Maps เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม โดยโปรแกรม Google Maps ทำให้คนทั่วไปสนุกกับการใช้แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง ซึ่งส่งผลให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นที่รู้จักในวงกว้างมากขึ้น

Google Maps API ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในเว็บเพจ โดยเขียนเป็นรหัส HTML และ JavaScript สำหรับงานแผนที่ Google Maps API มีความสามารถด้านการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในลักษณะหมุดปัก (Push pin / Place marker) ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงข้อมูลประกอบแผนที่เมื่อคลิกที่ตัว push pin /marker นั้นๆ หรือองค์แผนที่แบบเส้น (Poly line) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground overlay) ส่วนประกอบพื้นฐานสำคัญคือแผนที่ และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดีซึ่งครอบคลุมทั่วพื้นผิวโลกในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม Google Maps API เป็นโปรแกรมรหัสเปิด (Open source program) ในภาษาจาวาสคริปต์ จึงทำให้ผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าไปดูรายละเอียดของรหัสโปรแกรมได้สะดวก รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขโปรแกรมได้ ทำให้ Google Maps API มีผู้ใช้งานอย่างกว้างขวาง เหตุผลสำคัญอีกสองอย่างที่ส่งเสริมให้มีผู้ใช้งานคือแผนที่ และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดีที่ใช้สนับสนุนการทำแผนที่ที่มีให้ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ อย่างกว้างขวางรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

<sup>6</sup> สถาปัตยกรรม Web Application. (2554). จาก <http://multimedia.udru.ac.th/homecs3/Namo/webapp1.html>.

<sup>7</sup> ประภัสสร อุบลครุฑ, วรารณ แก้ววังสัน และอนิรุทธิ์ โชติดอนอม. (2554). “เทคโนโลยี Google Map (Google Map Technology)”. จาก <http://www.docstoc.com/docs/107429584/Word---ITalpha>.

<sup>8</sup> รวมถึง และบทความเกี่ยวกับ google map v3 ในเว็บไซต์. (2556). จาก [http://www.ninenik.com/รวมถึง\\_และบทความเกี่ยวกับ\\_google\\_map\\_v3\\_ในเว็บไซต์-438.html](http://www.ninenik.com/รวมถึง_และบทความเกี่ยวกับ_google_map_v3_ในเว็บไซต์-438.html).

<sup>9</sup> stackoverflow. (2556). จาก <http://stackoverflow.com/search?q=google+maps+v3>.

### 2.1.6 ภาษา JavaScript<sup>10 11</sup>

JavaScript เป็นภาษา script ที่ใช้งานบนเว็บเพจถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เว็บเพจสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ดีขึ้น JavaScript จะเขียนเป็นฟังก์ชันสำหรับใช้งานต่างๆ เช่นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบฟอร์ม การคำนวณ การแสดงผล การรับ-ส่งข้อมูลสร้างลูกเล่นต่างๆ เช่นปฏิทิน และที่สำคัญคือ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที JavaScript เป็นภาษาประเภท Interpreted Language ไม่ต้องมีการ compile ก่อน (คอมพิวเตอร์จะแปลและทำงานตามคำสั่งแบบทีละบรรทัด) JavaScript เป็น Client-side Script ซึ่งจะประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ เช่น IE (version 3 ขึ้นไป), Firefox ซึ่งสนับสนุนการทำงานของ JavaScript อยู่แล้ว การที่ JavaScript ไม่ได้ถูกประมวลผลบนเครื่อง Web Server จะช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของ server และทำงานได้รวดเร็วรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

### 2.1.7 MS Visual Studio<sup>12</sup>

ไมโครซอฟท์ วิชาลสตูดิโอ คือ เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม (Integrated Development Environment) โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น คำสั่ง Compile, Run พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และ เว็บเซอร์วิส ระบบที่รองรับการทำงานนั้นมีไมโครซอฟท์ วินโดวส์ฟ็อกเกตพีซี Smartphone และ เว็บเบราว์เซอร์ ในปัจจุบัน วิชาลสตูดิโอนั้นสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นภาษาคอตเน็ต ในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET, C++, C# และ J#

### 2.1.8 Visual Basic .NET<sup>13</sup>

วิชาลเบสิกคอตเน็ต (Visual Basic .NET) หรือ VB.NET เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุทำงานบนคอตเน็ตเฟรมเวิร์ก Visual Basic.NET เป็นเวอร์ชันใหม่ล่าสุดของภาษา Visual Basic ซึ่งอยู่ในเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแพลตฟอร์ม .NET นั่นคือ Microsoft Visual Studio.NET สำหรับ VB.NET มีเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ต่างๆ เป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้หลายอย่างด้วยกัน ตั้งแต่โปรแกรมธรรมดาทั่วไป โปรแกรมเกี่ยวกับฐานข้อมูล หรือ โปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต VB.NET เป็นเครื่องมือ

<sup>10</sup> Javascript FAQ. (2554). จาก <http://www.javascripter.net/faq/index.htm>.

<sup>11</sup> Javascript. (2552). จาก <http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type1/tech03/43/index.html>.

<sup>12</sup> วิกีพีเดีย. (2554). ไมโครซอฟท์วิชาลสตูดิโอ. จาก [http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครซอฟท์\\_วิชาลสตูดิโอ](http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครซอฟท์_วิชาลสตูดิโอ).

<sup>13</sup> บัญชา ปะลีละเตสัง. (2546). การเขียนโปรแกรม ASP.Net ด้วย VB .Net และ C#.

ในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สร้าง Web Application และ XML Web Services

### 2.1.9 MS SQL Server 2005 Express<sup>14</sup>

MS SQL Server 2005 Express เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database management system หรือ RDBMS) จากไมโครซอฟท์ที่ได้รับการออกแบบสำหรับสภาพแวดล้อมวิชาชีพ SQL Server เรียกใช้บน T-SQL (Transact -SQL) ชุดของส่วนขยายโปรแกรมจาก Sybase และ Microsoft ที่เพิ่มหลายส่วนการทำงานจาก SQL มาตรฐาน รวมถึงการควบคุมทรานแซคชัน exception และการควบคุมความผิดพลาด การประมวลผลแถว และการประกาศตัวแปร MS SQL Server Management Studio Express เป็นเครื่องมือที่มาแทนที่ Enterprise Manager ของ MS SQL Server 2000 ซึ่ง MS SQL Server Management Studio Express เป็นเครื่องมือที่รวมเอาความสามารถของ Enterprise Manager กับ Query Analyzer เข้าไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถบริหารจัดการ MS SQL Server 2005 Instance ต่างๆ และใช้งานคำสั่ง Transact-SQL ได้ โดยไม่ต้องเปิดโปรแกรมหลายตัว รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก.

### 2.2 งานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง<sup>15 16 17</sup>

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลงานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาได้พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอยู่สองงานวิจัย และหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้คือ

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายใยแก้วนำแสง ของส่วนบริการลูกค้า จังหวัดอุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จากการศึกษาพบว่างานวิจัยนี้สามารถสร้างและแสดงแผนที่เส้นทาง Optical Fiber Cable เชื่อมโยงแต่ละชุมสายเข้าหากัน ทุกชุมสายที่จัดเก็บข้อมูลแผนที่ และเส้นทางเครือข่ายใยแก้วนำแสงลงในฐานข้อมูล สามารถตรวจสอบ บันทึกเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สามารถตรวจสอบ บันทึกเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูล ประวัติการบำรุงรักษา Optical Fiber Cable ได้

<sup>14</sup> พงษ์พันธ์ ศิวลิย์. (2549). *SQL Server 2005 ฉบับสมบูรณ์*.

<sup>15</sup> ชัชวาลย์ แสนสมบูรณ์. (2552). *การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายใยแก้วนำแสง ของส่วนบริการลูกค้า จังหวัดอุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)*.

<sup>16</sup> ยุทธนา ใจสักเสริม. (2547). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.

<sup>17</sup> *Fiber Manager*. (2554). จาก [www.telvent.com/smartgrid](http://www.telvent.com/smartgrid).

### ข้อดีของงานวิจัย

เป็น Web Application ที่เข้าถึงด้วยเว็บเบราว์เซอร์ ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องผู้ใช้มีการเก็บฐานข้อมูลไว้เป็นส่วนกลางมีเครื่องมือการปฏิบัติงาน และบริหารจัดการ โคร่งข่ายใยแก้วนำแสง ที่มีประสิทธิภาพสามารถทดแทนระบบงานเดิม (ปัจจุบันการจัดเก็บข้อมูลเครือข่ายใยแก้วนำแสง มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสาร ซึ่งยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Digital File)

### ข้อจำกัดของงานวิจัย

ไม่สามารถคำนวณความยาวของระยะทาง ของเส้นทางระหว่างชุมสายต้นทาง และชุมสายปลายทางต้องใช้วิธีการเก็บข้อมูลมาบันทึกเองอีกทั้งข้อมูลแผนที่จะเป็นในรูปแบบของตารางข้อมูลฐานข้อมูล ที่จัดเก็บไว้ ไม่สามารถแสดงได้อย่างอิสระ และการใช้งานระบบจำกัดอยู่ในเครือข่ายภายในองค์กรเท่านั้น

อีกหนึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่าสามารถจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ และแสดงข้อมูลอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายที่อยู่ในความดูแล ข้อมูลแนวสายใยแก้วนำแสง และข้อมูลแผนที่ภายในมหาวิทยาลัยโดยแสดงผลข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยาย

### ข้อดีของงานวิจัย

สามารถนำข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งได้แก่แผนที่แสดงแนวสายใยแก้วนำแสง และตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่าย มาใช้ร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยายซึ่งได้แก่รายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์ และสายใยแก้วนำแสง ทำให้ได้ข้อมูลที่สืบค้นมีความชัดเจนและเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น และระบบที่ใช้อาศัยซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์สในการพัฒนาระบบทั้งหมด ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาซอฟต์แวร์มาพัฒนาระบบ

### ข้อจำกัดของงานวิจัย

ไม่สามารถปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านทาง User Interface ได้ ซึ่งหากต้องการปรับปรุง และแก้ไข จะต้องทำโดยโปรแกรมที่ใช้สำหรับการจัดการแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลเกี่ยวกับแผนที่เท่านั้น

จากการค้นคว้าของผู้วิจัยพบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้คือ Fiber Manager โดยผลิตภัณฑ์นี้สามารถบริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ในโครงข่ายใยแก้วนำแสง สามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Splice Enclosures, Patch Panels, Optical Network

Devices และ Splitters สามารถเก็บข้อมูลระยะทางของใยแก้วนำแสง สามารถหาตำแหน่งจุดบดพร่องของอุปกรณ์ในโครงข่าย

#### **ข้อดีของผลิตภัณฑ์**

ช่วยให้หาตำแหน่งจุดบดพร่องของอุปกรณ์ในโครงข่ายได้รวดเร็วและมีเครื่องมือที่ช่วยออกรายงานข้อมูลของโครงข่ายเพื่อเอามาวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลการเชื่อมต่อของโครงข่าย และข้อมูลของอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในโครงข่าย

#### **ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์**

ข้อมูลแผนที่จะเป็นในรูปแบบของตารางข้อมูล และฐานข้อมูล ที่จัดเก็บไว้ ไม่สามารถแสดงได้อย่างอิสระ

### **2.3 สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษางานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องพบว่าได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) มาประยุกต์ใช้กับระบบงานในการเก็บข้อมูลแผนที่ ทั้งนี้การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบไปด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ การแสดงผลข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งในแต่ละระบบงานมีการใช้เครื่องมือในการดำเนินการที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของลักษณะระบบงานที่ดำเนินการ ในการศึกษา งานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้มองเห็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร โดยมีการเรียกใช้งาน Google Maps แทนการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงข้อมูลแผนที่เมื่อมีการสร้างเส้นทางใหม่ สามารถสร้างเส้นทางเครือข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง และกำหนดตำแหน่งที่ตั้งชุมสายบนแผนที่ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลพิกัดและระยะทางได้ถูกต้องกว่าการที่เก็บข้อมูลมาเอง

จากการศึกษาผลงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะของงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยานิพนธ์นี้

คุณสมบัติ	การพัฒนาโปรแกรม บริหารจัดการเครือข่าย ใยแก้วนำแสง ของส่วน บริการลูกค้าจังหวัด อุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)	ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุน การจัดการระบบ เครือข่ายใยแก้วนำแสง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Fiber Manager	งานวิจัยที่ นำเสนอ
1. ทำงานแบบ Web Application	✓	✓		✓
2. การกำหนดสิทธิ์ใช้งาน	✓			✓
3. สามารถสร้างเส้นทาง การใช้งานสายใยแก้ว นำแสงระหว่างชุมสาย	✓			✓
4. สามารถแสดงแผนที่ เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง ที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย	✓	✓	✓	✓
5. สามารถตรวจสอบการ ใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง บันทึก เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูล	✓	✓	✓	✓
6. สามารถแสดงจำนวน คอร์ของสายเส้นใยแก้ว นำแสง	✓		✓	✓
7. สามารถแสดงค่าการ ลดทอนสัญญาณสายเส้น ใยแก้วนำแสงในแต่ละ คอร์				✓

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

คุณสมบัติ	การพัฒนาโปรแกรม บริหารจัดการเครือข่าย ใยแก้วนำแสง ของส่วน บริการลูกค้าจังหวัด อุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)	ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุน การจัดการระบบ เครือข่ายใยแก้วนำแสง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Fiber Manager	งานวิจัยที่ นำเสนอ
8. สามารถแสดง สถานภาพสายใยแก้ว นำแสงในแต่ละคอร์				✓
9. สามารถแนะนำเส้นใย แก้วนำแสงที่มีการ ลดทอนสัญญาณต่ำ				✓
10. สามารถตรวจสอบ ตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูล การใช้งานของอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง			✓	✓
11. สามารถแนะนำ เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง				✓
12. สามารถแสดงค่าพิกัด ของชุมสาย	✓		✓	✓
13. สามารถแสดงค่า ระยะทางระหว่างชุมสาย				✓



ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

คุณสมบัติ	การพัฒนาโปรแกรม บริหารจัดการเครือข่าย ใยแก้วนำแสง ของส่วน บริการลูกค้าจังหวัด อุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)	ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุน การจัดการระบบ เครือข่ายใยแก้วนำแสง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Fiber Manager	งานวิจัยที่ นำเสนอ
14. แจ้งเหตุขัดข้อง/เหตุ เสีย ของอุปกรณ์	✓			
15. แจ้งเตือนเมื่อ OFC มี การบันทึกเหตุขัดข้อง แต่ยังไม่มีการบันทึกการ ตรวจซ่อมคืนดี	✓			
16. สามารถพิมพ์รายงาน ทะเบียนเครือข่าย การใช้ งานวงจร	✓	✓	✓	✓
17. เก็บข้อมูลอุปกรณ์ ต่างๆ ในเครือข่ายใยแก้ว นำแสง	✓	✓		
18. เก็บข้อมูลบำรุงรักษา อุปกรณ์ต่างๆ ในเครือข่าย ใยแก้วนำแสง	✓	✓		
19. สามารถแสดงข้อมูล แผนที่ได้ทั่วโลก				✓
20. สามารถประมาณการ ค่าลดทอนสัญญาณจาก อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เพื่อกระจายสัญญาณ เข้าสู่บ้าน				✓

## บทที่ 3

### การออกแบบ และพัฒนาระบบ

#### 3.1 แนวทางการวิจัย และพัฒนา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการการใช้งานโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสง ให้สะดวกต่อการใช้งานมากที่สุด โดยโปรแกรมที่พัฒนาจะมีเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลผู้ใช้งานวงจรเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความซ้ำซ้อนของการใช้งานวงจร สามารถบอกจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ สถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ สามารถแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดสำหรับการใช้งานในเส้นทางใหม่ได้นอกจากนั้นยังสามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้โดยอัตโนมัติ หรือให้ผู้ใช้งานกำหนดได้ด้วยตัวเอง และยังสามารถแสดง ข้อมูลการใช้งานตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง อีกทั้งยังสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านซึ่งจะทำให้การตัดสินใจ และการวางแผนการดำเนินการมีความรวดเร็ว และมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีแนวทางในการวิจัย และพัฒนาดังนี้

##### 3.1.1 ศึกษา และรวบรวมข้อมูล

ศึกษาการติดตั้ง และใช้งานของโปรแกรม MS Visual Studio 2008 Express

ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานภาษา ASP.Net, VB.Net, JAVAScript และ SQL

ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงาน GoogleMaps API

##### 3.1.2 การออกแบบระบบงาน

ออกแบบการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร โดยศึกษารายละเอียดการบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสง ที่ใช้อยู่ภายในโครงข่ายของผู้ให้บริการโทรคมนาคมรายหนึ่ง ในจังหวัดพัทลุง

##### 3.1.3 การพัฒนาระบบงาน

พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีการทดสอบย่อยเพื่อหาข้อผิดพลาดต่างๆ ภายในระบบ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบ

### 3.1.4 การทดสอบการใช้งาน

มีการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม

- 1) ทำการทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์
- 2) ทำการทดสอบการสร้างโหนด และแสดงที่ตั้งโหนด
- 3) ทำการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย
- 4) ทำการทดสอบการแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์
- 5) ทำการทดสอบการตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลวงจร
- 6) ทำการทดสอบการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่วงจรวง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ
- 7) ทำการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
- 8) ทำการทดสอบการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
- 9) ทำการทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน
- 10) ทำการทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

### 3.1.5 สรุปผลการพัฒนา

นำข้อมูลที่ได้ในการทดสอบมาสรุปผล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การทำงานและประเมินความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

### 3.2.1 ฮาร์ดแวร์

คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็น Web Server ของการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการ โครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร

CPU : COREi3 2.10 GHz

RAM : 4 GB

Harddisk : 600 GB

### 3.2.2 ซอฟต์แวร์

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเลือกใช้โปรแกรมดังต่อไปนี้

MS Visual Studio 2008 Express เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม

ASP.Net เป็นภาษาสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมบนเว็บไซต์

VB.Net เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

JavaScript เป็นภาษาที่ใช้ในการติดต่อกับ Google Maps API

MS SQL Server 2005 Express ใช้เป็นฐานข้อมูล

MS SQL Server Management Studio Express ทำหน้าที่ในการจัดการฐานข้อมูล

## 3.3 แผนการดำเนินงาน

### 3.3.1 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลและศึกษาการใช้งานสายเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อกันระหว่างโหนดของผู้ให้บริการโทรคมนาคมที่อยู่ในจังหวัดพัทลุงพร้อมทั้งศึกษาถึงปัญหา ขอบเขต ข้อจำกัดของการบริหารจัดการการเก็บข้อมูลการใช้งานสายเส้นใยแก้วนำแสง และวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำการออกแบบการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการ โครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร มีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้น

### 3.3.2 ศึกษาหลักการงานของ Google Maps API

ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของ Google Maps API เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานร่วมกับภาษา Javascript และ ภาษา VB.Net ได้

### 3.3.3 ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม MS Visual Studio 2008 Express

ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของโปรแกรม MS Visual Studio 2008 Express ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เว็บไซต์ และเว็บแอปพลิเคชัน ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานภาษา ASP.Net, VB.Net, JavaScript, ฐานข้อมูล MS SQL Server 2005 Express และการจัดการฐานข้อมูลด้วย MS SQL Server Management Studio Express

### 3.3.4 ออกแบบระบบงาน และรวบรวมรายละเอียดการบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสง

ออกแบบการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร จุดเชื่อมต่อของโหนดต่างๆ โดยศึกษาข้อมูลการใช้งานวงจรและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบอย่างละเอียด พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมให้พร้อมที่สุด

### 3.3.5 พัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร

หลังจากเตรียมความพร้อมมาทั้งหมดแล้วก็ทำการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีการพัฒนาโปรแกรมไประยะหนึ่งจะเริ่มทำการทดสอบย่อยเพื่อหาข้อผิดพลาดต่างๆ ภายในโปรแกรมแล้วทำการแก้ไข

### 3.3.6 ทดสอบการใช้งาน

เมื่อแก้ไขการทำงานต่างๆของโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะนำไปสู่การทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม และอัตราความผิดพลาดในการแสดงผลผ่านเว็บไซต์

## ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

งาน	เดือน	ม.ค.-มิ.ย.	ก.ค.-ธ.ค.	ม.ค.-มิ.ย.	ก.ค. - ธ.ค.	ม.ค. - ก.ย.
		54	54	55	55	56
รวบรวมข้อมูล						
ศึกษาหลักการ ทำงานของ Google Maps API						
ศึกษาการใช้งาน ของโปรแกรม MS Visual Studio 2008 Express						

ตาราง 3.1 (ต่อ)

งาน	เดือน	ม.ค.-มิ.ย.	ก.ค.-ธ.ค.	ม.ค.-มิ.ย.	ก.ค. - ธ.ค.	ม.ค. - ก.ย.
		54	54	55	55	56
ออกแบบ						
ระบบงาน						
พัฒนาโปรแกรม						
ทดสอบ และ						
สรุปผลการพัฒนา						

### 3.4 ขั้นตอน และวิธีดำเนินงาน

#### 3.4.1 แนวคิดการทำงานของโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ โดยโปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเว็บไซต์ ให้กับวิศวกรดูแลระบบสามารถเรียกดูข้อมูลการใช้งานวงจร จำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ สถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ แนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดสำหรับการใช้งานในเส้นทางใหม่ แนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงโดยอัตโนมัติ หรือให้ผู้ใช้งานกำหนดได้ด้วยตัวเอง สามารถแสดงข้อมูลการใช้งานตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.4.1.1 เลือกใช้หลักการทำงานของ ASP.Net ในการร้องขอข้อมูล และการส่งข้อมูลมาแสดงที่หน้าเว็บเพจเพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรมในการทำหน้าที่เรียกดูเส้นทางของสายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

3.4.1.2 ในกรณีที่มีการสร้างเส้นทางใหม่ สร้างโหนดใหม่ และกำหนดจุดวางอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงใหม่ โปรแกรมจะคำนวณค่าระยะทาง ค่าพิกัด และประมาณการค่าลดทอนสัญญาณ ดังนี้

### 1) แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณ

ในการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ระบบจะคำนวณโดยใช้ความยาวคลื่นแบบ 1310 nm (ความยาวคลื่นแบบ 1310 nm Loss = 0.4 dB/กิโลเมตร ความยาวคลื่นแบบ 1550 nm Loss = 0.25 dB/กิโลเมตร ซึ่งความยาวคลื่นแบบ 1310 nm เป็นคลื่นที่มีค่า dB Loss มากกว่า จึงต้องใช้เป็นค่าในการคำนวณ) \* ระยะทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง + ค่าลดทอนสัญญาณของประเภทอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (PON 1:2 = Loss 3.5 dB, PON 1:4 = Loss 7 dB, PON 1:8 = Loss 10.5 dB, PON 1:16 = Loss 14 dB, PON 1:32 = Loss 17.5 dB) ดังแสดงในสมการที่ 3.1

ค่าลดทอนสัญญาณจาก โหนดถึงอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง =  $0.4 * \text{ระยะทางจาก โหนดถึงอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (กม.)} + \text{ค่าลดทอนสัญญาณของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง}$  (3.1)

ส่วนการประมาณการค่า Loss ของระบบ FTTH จะคำนวณโดยใช้ความยาวคลื่นแบบ 1310 nm \* ระยะทางจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไปจนถึงบ้านผู้ใช้ ดังแสดงในสมการที่ 3.2

ค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงถึงบ้าน =  $0.4 * \text{ระยะทาง (กม.)}$  (3.2)

หากต้องการหาค่าลดทอนสัญญาณรวมจากโหนดจนถึงบ้านสามารถคำนวณจากผลรวมของ (3.1) และ (3.2)

### 2) แสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์ได้ โดยโปรแกรมจะแสดงผลในรูปแบบแผนที่ โดยระบบที่พัฒนาจะเชื่อมต่อจุดติดตั้งจริงกับ Google Maps

3.4.1.3 วิศวกรดูแลระบบสามารถใช้งานผ่านเว็บไซต์ในการเรียกดูข้อมูลเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับวิศวกรดูแลระบบในการบริหารจัดการการใช้งานสายเส้นใยแก้วนำแสง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

#### 3.4.2 การออกแบบระบบ

เพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงได้มีการออกแบบ และวิเคราะห์ความต้องการของระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีความรวดเร็วในการสร้างระบบ

ซึ่งในการพัฒนาระบบต้องเน้นให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และระบบมีความน่าเชื่อถือ สามารถให้ผลลัพธ์ของการทำงานได้ถูกต้องตามที่ผู้ใช้งานกำหนด ซึ่งจะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนได้แก่

- 1) การออกแบบระบบงาน
- 2) การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ และพัฒนา module ต่างๆ
- 3) การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ
- 4) การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (Web Interface)
- 5) การออกแบบฐานข้อมูล

มีขั้นตอนออกแบบการทำงานดังขั้นตอนที่ 3.4.2.1 - 3.4.2.5

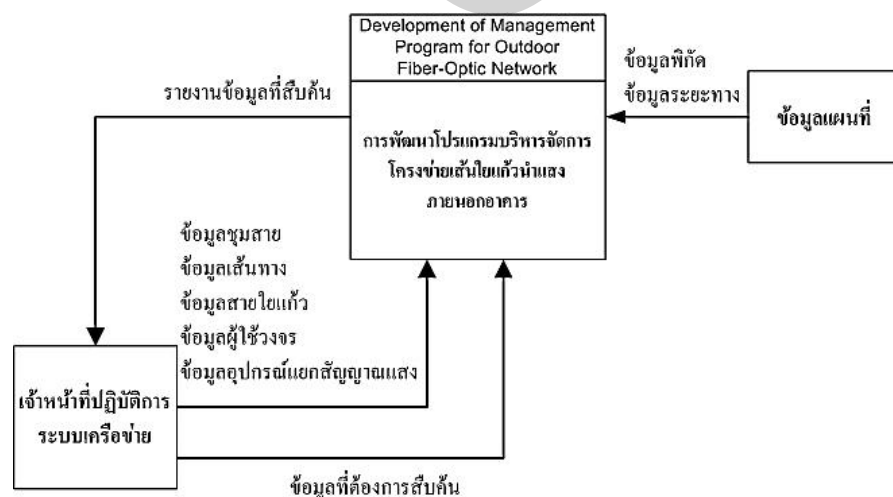
#### 3.4.2.1 การออกแบบระบบงาน

การออกแบบระบบงานเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน แสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ประกอบด้วยความสัมพันธ์อยู่ 2 ตัวที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคือ

1. เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการระบบเครือข่าย คือบุคคลที่ดูแลรับผิดชอบระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานสายใยแก้วนำแสง ข้อมูลอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง รวมถึงผู้ดูแลระบบและจัดการระบบฐานข้อมูล

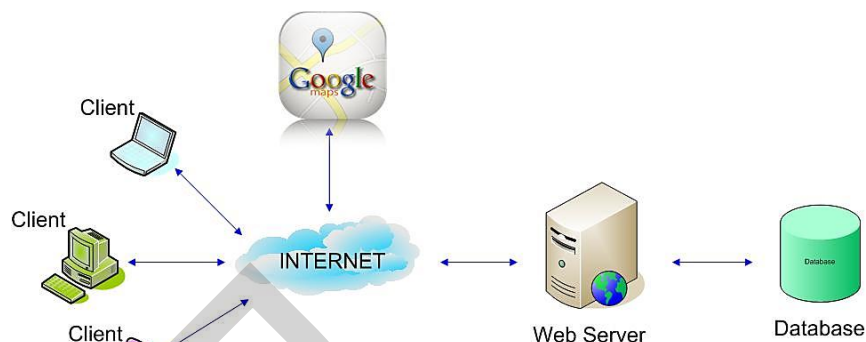
2. ข้อมูลแผนที่ คือข้อมูลแผนที่ เส้นทาง ระยะทาง และพิกัดที่ได้มาจากการเชื่อมต่อกับ Google Maps



รูปที่ 3.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน



3.4.2.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ และพัฒนา module ต่างๆ  
การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร  
มีการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ และ module ต่างๆแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.2 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้  
งานวิจัยที่นำเสนอ จะเน้นการทำงานไปที่ตัว Web Server ซึ่งมี Function การทำงาน  
หลักอยู่ 8 Module ดังรายละเอียดดังนี้

**Module Authentication:** ทำหน้าที่ใช้ตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้โปรแกรม เป็นการ  
ตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ที่จะเข้ามาใช้ระบบ ซึ่งผู้ใช้งานระบบทั่วไปสามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆได้  
แต่จะไม่สามารถเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลในระบบ ส่วนผู้ใช้งานระบบระดับสูง สามารถเรียกดู  
ข้อมูล และแก้ไขข้อมูลต่างๆได้ แต่จะไม่สามารถลบข้อมูลในระบบ และในส่วนผู้ดูแลระบบ  
สามารถบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ สามารถเพิ่ม แก้ไข ลบข้อมูลได้ทั้งหมด รวมถึงการเพิ่ม ลบ และ  
กำหนดสิทธิ์ ของผู้ใช้งานระบบได้

ผู้ใช้โปรแกรมพิมพ์ Username และ Password ลงในช่องที่กำหนด เพื่อตรวจสอบว่า  
มีสิทธิ์เข้าใช้โปรแกรมหรือไม่ และมีสิทธิ์ระดับ USER, SUPER USER หรือ ADMIN

สิทธิ์ระดับ USER สามารถใช้งาน โปรแกรมได้ดังนี้

1. ดูข้อมูลการใช้งานสายเส้นใยแก้วนำแสง
2. ดูข้อมูลการใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
3. ตรวจสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณ
4. ดูข้อมูลรายงานระบบ

สิทธิ์ระดับ SUPER USER สามารถใช้งาน โปรแกรม ได้ดังนี้

1. จัดการข้อมูลการใช้งานสายใยแก้วนำแสง
2. จัดการข้อมูลการใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
3. สร้างข้อมูลเส้นทางสายใยแก้วนำแสง
4. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
5. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนด
6. ตรวจสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณ
7. ดูข้อมูลรายงานระบบ

สิทธิ์ระดับ ADMIN สามารถใช้งาน โปรแกรม ได้ดังนี้

1. เพิ่มรายชื่อผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์
2. จัดการข้อมูลการใช้งานสายใยแก้วนำแสง
3. จัดการข้อมูลการใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
4. สร้างข้อมูลเส้นทางสายใยแก้วนำแสง
5. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
6. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนด
7. ตรวจสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณ
8. ดูข้อมูลรายงานระบบ

Module Fiber Optic Management: ทำหน้าที่จัดการข้อมูลการใช้งานสายใยแก้วนำแสงสามารถตรวจสอบการใช้งานสายใยแก้วนำแสง บันทึก เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลการใช้งานวงจรของโครงข่ายสายใยแก้วนำแสงแล้วจัดเก็บในฐานข้อมูลสามารถแจ้งจำนวนคอร์ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์สามารถแนะนำสายใยแก้วนำแสงที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดสำหรับการใช้งานในเส้นทางใหม่ได้

Module Splitter Creation: ทำหน้าที่แนะนำเส้นทางสายใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง โดยจะแนะนำเส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่มีค่าระยะทางระหว่างโหนดกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดซึ่งมีการเรียกใช้งานจาก Module : Distance Function และค่าพิทักในการกำหนดเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงจาก Module : Location Function แล้วทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูล ระบบจะเก็บค่าพิทักของเส้นทางไว้ได้ไม่เกิน 20 จุด เนื่องจากมีการออกแบบฐานข้อมูลไว้จำกัด

**Module Splitter Management:** ทำหน้าที่จัดการข้อมูลการใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง สามารถตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ ข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง แล้วจัดเก็บในฐานข้อมูลและทำหน้าที่ประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน

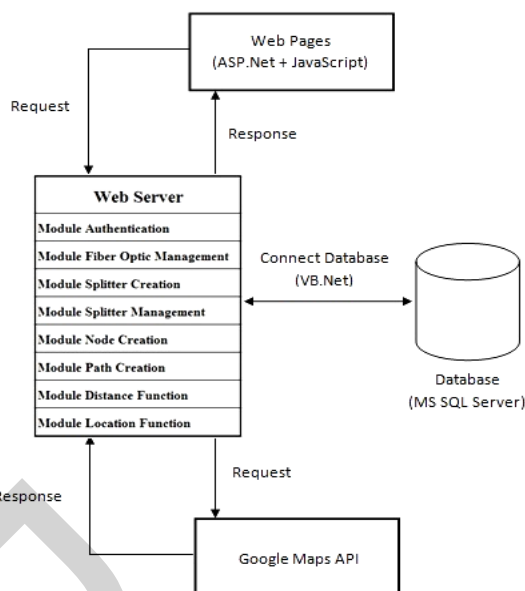
**Module Node Creation:** ทำหน้าที่ในการสร้างโหนด ซึ่งจะมีการเรียกใช้งานจาก Module Location Function ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโหนดและค่าพิกัด แล้วจัดเก็บในฐานข้อมูล

**Module Path Creation:** ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นทางระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทาง โดยจะทำการดึงข้อมูลของโหนด ซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้ง ค่าพิกัดของโหนดจากฐานข้อมูล และค่าพิกัดในการกำหนดเส้นทางจาก Module : Location Function แล้วทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูล ระบบจะเก็บค่าพิกัดของเส้นทางไว้ได้ไม่เกิน 20 จุด เนื่องจากมีการออกแบบฐานข้อมูลไว้จำกัด

**Module Distance Function:** ทำหน้าที่เรียกดูค่าระยะทาง โดยจะทำการเชื่อมต่อกับ Google Maps API ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแสดงแผนที่และค่าระยะทางตามพิกัดที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลหรือจากการกำหนดตำแหน่งในแผนที่

**Module Location Function:** ทำหน้าที่เรียกดูค่าพิกัด โดยจะทำการเชื่อมต่อกับ Google Maps API ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแสดงแผนที่ตำแหน่งค่าพิกัดตามที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลหรือจากการกำหนดตำแหน่งในแผนที่ ซึ่งระบบจะเก็บค่าพิกัดของเส้นทางไว้ได้ไม่เกิน 20 จุด เนื่องจากมีการออกแบบฐานข้อมูลไว้จำกัด

ลักษณะการทำงานของโปรแกรมในการร้องขอข้อมูลแผนที่เส้นทาง ระยะทาง พิกัด จาก Google Maps API และข้อมูลการใช้งานจริงจาก Web Server แสดงในรูปแบบที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมในการร้องขอข้อมูลจาก Google Maps API และข้อมูลการใช้งานวงจรจาก Web Server

จากรูปที่ 3.3 อธิบายการทำงานของโปรแกรมในการร้องขอข้อมูลจาก Google Maps API และข้อมูลการใช้งานวงจรจาก Web Server อธิบายได้ดังนี้

ผู้ใช้งานระบบร้องขอข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยใช้หลักการทำงานของ ASP.Net ในการรับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

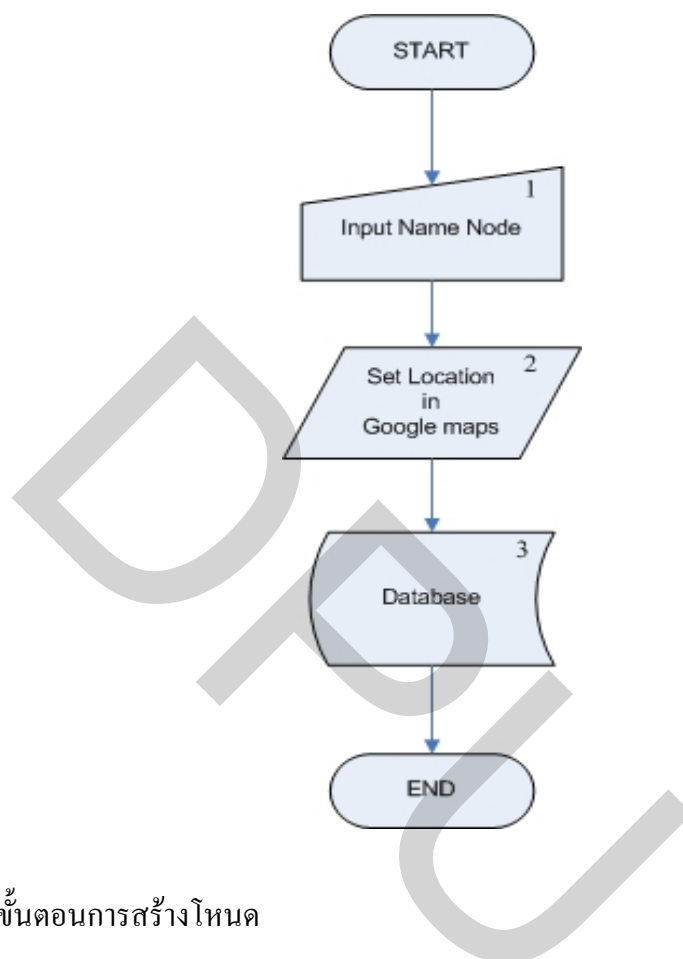
เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อฐานข้อมูล โดยใช้ภาษา VB.Net สร้างคลาสเชื่อมต่อฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL ในการจัดการฐานข้อมูล หลังจากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะสร้างผลลัพธ์ส่งกลับไปให้เว็บเบราว์เซอร์

จากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะติดต่อกับ Google Maps API โดยใช้ภาษา JavaScript ในการร้องขอข้อมูลจาก Google Maps API

#### 3.4.2.3 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานหลักของระบบงานในรูปแบบของ Flowchart

ในส่วนของการทำงานในกรณีที่มีการสร้างโหนดใหม่ ระบบจะแสดงแผนที่ และค่าพิกัดของตำแหน่งที่ต้องการสร้างโหนด โดยมีการทำงานตามขั้นตอนในรูปที่ 3.4

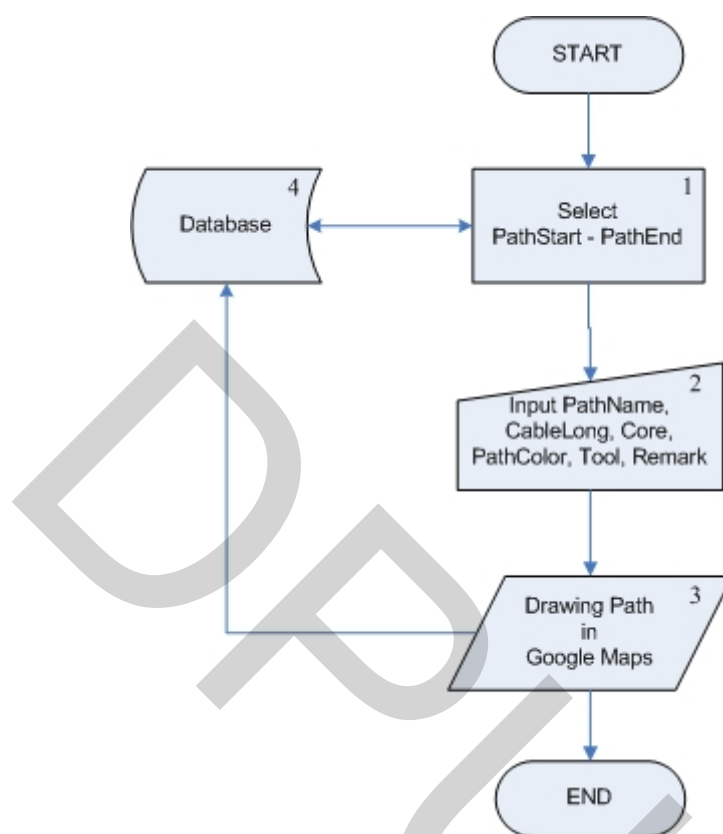


รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการสร้างโหนด

จากรูปที่ 3.4 อธิบายการทำงานของระบบในการสร้างโหนด ได้ดังนี้

- 1) ผู้ใช้งานระบบกำหนดชื่อที่ตั้งของโหนดที่ต้องการสร้าง
- 2) เลือกตำแหน่งที่ตั้งของโหนดจากแผนที่ Google Maps ระบบจะแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งที่เลือก
- 3) เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการสร้างโหนดแล้ว ระบบจะจัดเก็บค่าพิกัดของตำแหน่งที่เลือก และข้อมูลโหนดลงในฐานข้อมูล

ในส่วนของการทำงานในกรณีที่มีการสร้างเส้นทางใหม่ ระบบจะแสดงค่าระยะทางของเส้นทางระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทาง โดยมีการทำงานตามขั้นตอนในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างเส้นทาง

จากรูปที่ 3.5 อธิบายการทำงานของระบบในการสร้างเส้นทาง ได้ดังนี้

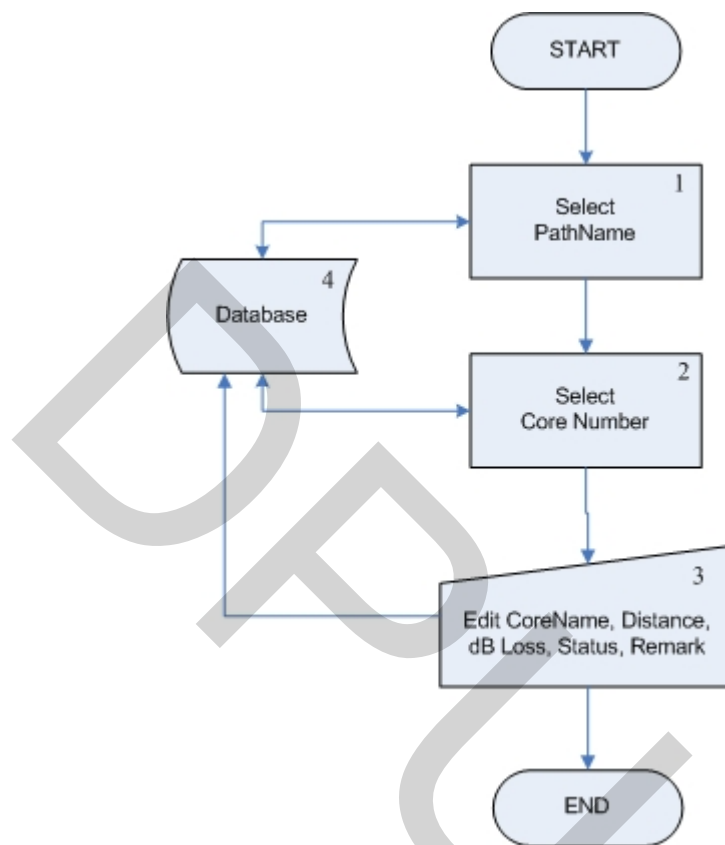
1) เลือกโหนดต้นทาง และโหนดปลายทางระบบจะดึงค่าพิกัดของที่ตั้งโหนดจากฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะแสดงค่าความยาวของเส้นทางระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทางเป็นกิโลเมตร

2) ผู้ใช้งานระบบกำหนดชื่อของเส้นทาง, ความยาวสายเคเบิล จำนวนคอร์ สีเส้นทาง เครื่องมือที่ใช้ และรายละเอียดเพิ่มเติม

3) วาดเส้นทางที่ต้องการ ระบบจะดึงค่าตำแหน่งพิกัด และระยะทางของเส้นทางที่วาดในแผนที่ Google Maps

4) เมื่อได้เส้นทางที่ต้องการสร้างแล้ว ระบบจะบันทึกข้อมูลระยะทาง ตำแหน่งพิกัดของเส้นทาง และข้อมูลที่กำหนดลงฐานข้อมูล

ในส่วนของการทำงานในการเพิ่มข้อมูลการใช้งานวงจร และแก้ไขข้อมูลการใช้งานของวงจร ระบบจะแสดงข้อมูลจำนวนคอร์ที่ถูกใช้งาน และคอร์ที่ว่างของเส้นทาง โดยมีการทำงานตามขั้นตอนในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลการใช้งานวงจร และแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจร

จากรูปที่ 3.6 อธิบายการทำงานของการทำงานของการเพิ่มข้อมูลการใช้งานวงจร และแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจรได้ดังนี้

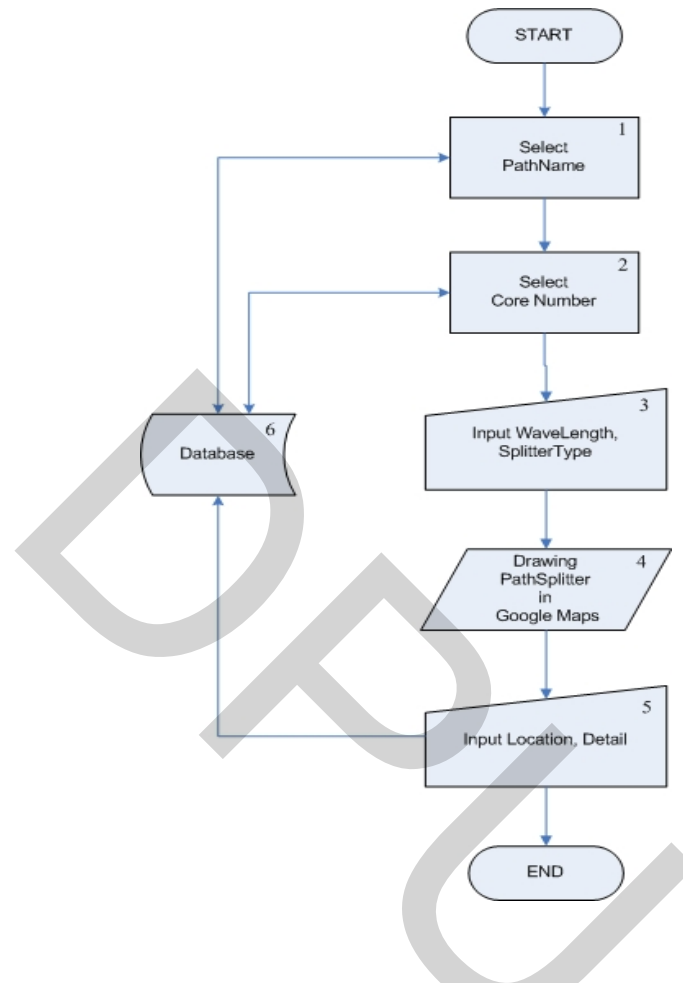
1) ผู้ใช้งานระบบต้องการเพิ่มข้อมูลการใช้งานวงจร และแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจร โดยเลือกเส้นทางจากฐานข้อมูล ระบบจะแสดงแผนที่เส้นทาง ค่าระยะทาง พิกัด ชื่อเส้นทาง ข้อมูลการใช้งานวงจรในแต่ละคอร์ จำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ สถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

2) ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกคอร์ที่ว่างเพื่อเริ่มการใช้งานวงจร

3) ผู้ใช้งานระบบสามารถเพิ่มข้อมูล หรือแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจรในแต่ละคอร์

4) เมื่อกำหนดข้อมูลการใช้งานวงจรแล้ว ระบบจะบันทึกข้อมูลที่ลงฐานข้อมูล

ในส่วนของการทำงานในการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง โดยมีการทำงานตามขั้นตอนในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการทำงานในการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

จากรูปที่ 3.7 อธิบายการทำงานของการทำงานของการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ได้ดังนี้

- 1) ผู้ใช้งานระบบต้องการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง โดยเลือกเส้นทาง ระบบจะแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่วางจรว้าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติจากฐานข้อมูล
- 2) ผู้ใช้งานระบบเลือกคอร์ที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ระบบจะแสดงแผนที่เส้นทางที่ผู้ใช้เลือก
- 3) ผู้ใช้งานระบบกำหนดความยาวคลื่น และประเภทของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
- 4) ผู้ใช้งานระบบกำหนดจุดวางอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ระบบจะเก็บค่าพิกัดตำแหน่งที่ผู้ใช้กำหนดจุดวางอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการผู้ใช้งานระบบ



วาดเส้นทางที่ต้องการ โดยวาดจากจุดต้นทางจนถึงปลายทางที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์ แยกสัญญาณแสง ระบบจะประมาณการค่า dB Loss ของเส้นทางให้ทราบ

5) ผู้ใช้งานระบบสามารถระบุการใช้งาน สถานที่ตั้ง และรายละเอียดเพิ่มเติมของ อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

6) จากนั้นระบบจะบันทึกข้อมูล ตำแหน่งที่ตั้ง พิกัดเส้นทาง และข้อมูลที่กำหนด ลงฐานข้อมูลโดยระบบจะจัดการเอาชื่อสถานที่ตั้ง ที่ผู้ใช้งานระบบกำหนด และประเภท ของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง มารวมกันเป็นชื่อของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (เพื่อตอนเรียกดู การใช้งานจริง ทำให้ทราบว่าวงจรนี้ถูกใช้ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงประเภทไหน และรู้ตำแหน่งที่ตั้งโดยที่ไม่ต้องเรียกดูในทะเบียน Splitter)

#### 3.4.2.4 ขั้นตอนการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้แบบเว็บ (Web Interface)

การออกแบบในส่วนนี้จะใช้รูปแบบของ Graphic User Interface โดยใช้ ASP.Net และJavaScript ช่วยในการประมวลผลสำหรับการออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือส่วนผู้ดูแลระบบ ส่วนผู้ใช้งานทั่วไป และส่วนผู้ใช้งานระดับสูง โดยมีรายละเอียด ส่วนประกอบหน้าเว็บ ดังนี้

##### ส่วนผู้ดูแลระบบ

ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งานระบบสามารถเพิ่ม User กำหนดสิทธิ์ กำหนด Password และลบ User ของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงการเข้าใช้งานในการบริหารจัดการข้อมูล ลบ ข้อมูลของทุกๆส่วนในระบบได้

##### ส่วนผู้ใช้งานระบบทั่วไป ประกอบด้วย

1) หน้าหลัก สามารถตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง ระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทางได้

2) ทะเบียน Node สามารถแสดงรายการชุมสายทั้งหมดของทะเบียนชุมสาย แสดงสถานที่ตั้งชุมสายในระบบได้

3) ทะเบียน OFC สามารถแสดงรายการเส้นทางทั้งหมดของทะเบียนเครือข่ายในระบบได้

4) ทะเบียน Splitter สามารถแสดงรายการ แสดงที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ที่ถูกติดตั้งใช้งานอยู่ภายในเครือข่ายได้

5) ประมาณการค่า Loss ของระบบ FTTH สามารถตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณจาก อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ไปยังบ้านที่อยู่ปลายทาง

6) รายงานระบบ สามารถแสดงรายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่าย ทะเบียนอุปกรณ์แยก สัญญาณแสง รายละเอียดการใช้งานวงจรของแต่ละเส้นทาง และรายละเอียดการใช้งานอุปกรณ์แยก สัญญาณแสงได้

ส่วนผู้ใช้งานระบบระดับสูง ประกอบด้วย

1) หน้าหลัก สามารถตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง ระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทาง สามารถเพิ่ม และแก้ไข ข้อมูลการใช้งานวงจรเส้นใยแก้วนำแสงได้

ผู้ใช้งานระบบสามารถใช้ Function ในการแนะนำการใช้งาน Core สามารถแนะนำ เส้นใยแก้วนำแสงที่ว่าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำ และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสง ที่ปกติได้

2) สร้าง Node สามารถบันทึกข้อมูลชุมสาย ระบุชื่อชุมสาย และพิกัดของชุมสายได้

3) ทะเบียน Node สามารถแสดงรายการชุมสายทั้งหมดของทะเบียนชุมสาย แสดงสถานที่ตั้งแก้ไขข้อมูลชุมสายในระบบได้ แต่จะไม่สามารถลบข้อมูลชุมสายได้

4) สร้างเส้นทาง OFC สามารถบันทึกเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงระหว่างโหนดต้นทาง และโหนดปลายทาง กำหนดข้อมูลเส้นทาง ชื่อของเส้นทาง ความยาวสายเคเบิล จำนวนคอร์ สีเส้นทาง เครื่องมือที่ใช้ และรายละเอียดเพิ่มเติม

ผู้ใช้งานระบบสามารถใช้ Function ในการตรวจสอบเส้นทาง สามารถแนะนำเส้นทาง ที่มีระยะทางสั้นที่สุดระหว่างโหนดต้นทางและโหนดปลายทางได้

5) ทะเบียน OFC สามารถแสดงรายการเส้นทางทั้งหมดของทะเบียนเครือข่ายในระบบ ได้ แต่จะไม่สามารถลบข้อมูลเส้นทางได้

6) ติดตั้ง Splitter สามารถบันทึกข้อมูล ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้

7) ทะเบียน Splitter สามารถแสดงรายการ แสดงที่ตั้งติดตั้ง ของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ที่ถูกติดตั้งใช้งานอยู่ภายในเครือข่าย สามารถแก้ไขข้อมูลอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในระบบได้ แต่ จะไม่สามารถลบข้อมูลอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้

8) ประมาณการค่า Loss ของระบบ FTTH โดยสามารถตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณ จากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ไปยังบ้านที่อยู่ปลายทาง

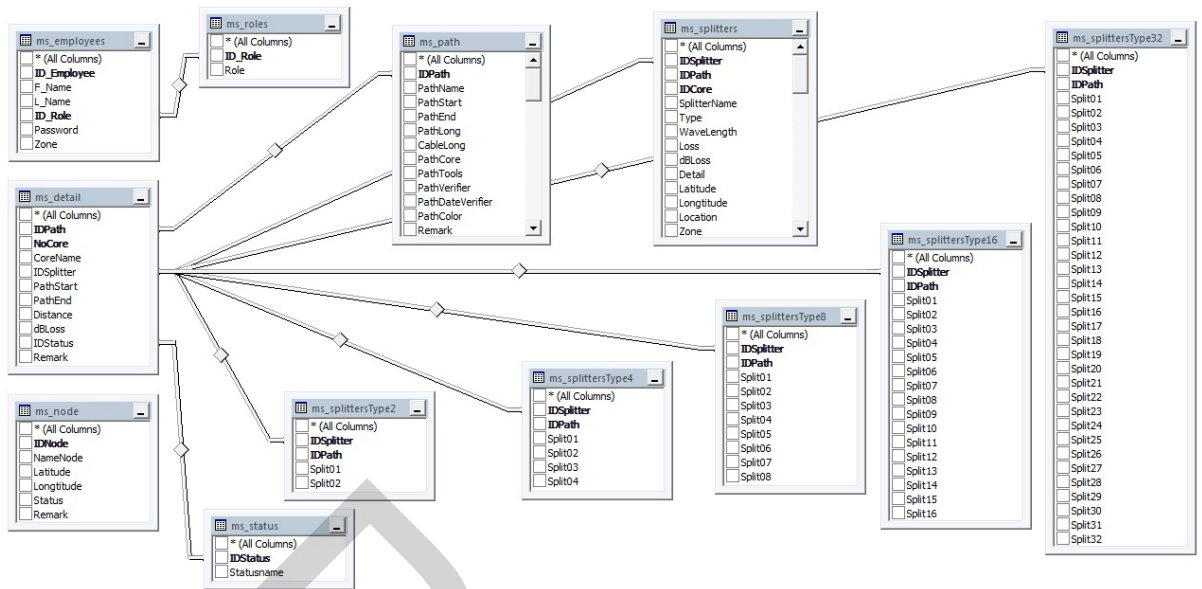
9) รายงานระบบ สามารถแสดงรายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่าย ทะเบียนอุปกรณ์แยก สัญญาณแสง รายละเอียดการใช้งานวงจรของแต่ละเส้นทาง และรายละเอียดการใช้งานอุปกรณ์แยก สัญญาณแสงได้

### 3.4.2.5 ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล

ในส่วนของฐานข้อมูลจะประกอบด้วย 12 ตารางได้แก่ ตาราง ms\_detail, ms\_employees, ms\_node, ms\_path, ms\_roles, ms\_splitters, ms\_splitterType2, ms\_splitterType4, ms\_splitterType8, ms\_splitterType16, ms\_splitterType32 และ ms\_status เพื่อเก็บรายละเอียดต่างๆ ของระบบดังแสดงในพจนานุกรมข้อมูล ตารางที่ 1 - 12 ในภาคผนวก ข

ผู้วิจัยได้สร้างฐานข้อมูลโดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1) ตาราง ms\_detail เพื่อเก็บรายละเอียดของการใช้งานวงจร
- 2) ตาราง ms\_employees เพื่อเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ
- 3) ตาราง ms\_node เพื่อเก็บข้อมูลของ Node
- 4) ตาราง ms\_path เพื่อเก็บรายละเอียดของเส้นทาง OFC
- 5) ตาราง ms\_roles เพื่อเก็บข้อมูลการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้งานระบบ
- 6) ตาราง ms\_splitters เพื่อเก็บรายละเอียดอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การใช้งาน และเส้นทางกรวางสายเคเบิล
- 7) ตาราง ms\_splittersType2 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ประเภท 1:2
- 8) ตาราง ms\_splittersType4 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ประเภท 1:4
- 9) ตาราง ms\_splittersType8 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ประเภท 1:8
- 10) ตาราง ms\_splittersType16 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ประเภท 1:16
- 11) ตาราง ms\_splittersType32 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ประเภท 1:32
- 12) ตาราง ms\_status เพื่อเก็บข้อมูลการกำหนดสถานะภาพของวงจร



รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

จากรูปที่ 3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางดังนี้

1) ตาราง `ms_detail` สัมพันธ์กับตาราง `ms_path`, `ms_splitters`, `ms_splitterType2`, `ms_splitterType4`, `ms_splitterType8`, `ms_splitterType16`, `ms_splitterType32` และตาราง `ms_status` โดยฟิลด์ `IDPath` จัดเก็บหมายเลข `IDPath` ของเส้นทาง ส่วนฟิลด์ `IDSplitter` จัดเก็บหมายเลข `IDSplitter` ของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และ `IDStatus` จัดเก็บหมายเลข `IDStatus` ของการกำหนดสถานภาพของวงจร

2) ตาราง `ms_employees` สัมพันธ์กับตาราง `ms_roles` โดยฟิลด์ `ID_Role` จัดเก็บหมายเลข `ID_Role` ของการกำหนดสิทธิการเข้าใช้งานระบบ

สำหรับตาราง `ms_node` ไม่มีความสัมพันธ์กับตารางใดเลย เนื่องจากข้อมูลที่จัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้เฉพาะกรณี คือใช้ในการกำหนดจุดต้นทาง-ปลายทาง ในการสร้างเส้นทาง และใช้ในการเก็บข้อมูลของ โหนดในกรณีสร้างโหนดใหม่

## บทที่ 4

### การทดสอบระบบ

ในการทดสอบการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการข้อมูลเครือข่ายใยแก้วนำแสง ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการทดสอบของระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ได้ทดสอบโดยเริ่มตั้งแต่การสร้างผู้ใช้งานโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์ การสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย การแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ การตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลวงจร การแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติสำหรับการใช้งานวงจรใหม่ การสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน การพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

แบ่งการทดสอบออกเป็น 10 หัวข้อ พร้อมกับวัตถุประสงค์การทดสอบของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้คือ

- 1) การทดสอบการสร้างผู้ใช้งานโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์ โดยการสร้างผู้ใช้งานส่วนนี้จะเป็นการ สร้างบัญชีรายชื่อผู้ใช้ และการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน
- 2) ทำการทดสอบการสร้าง โหนด และแสดงที่ตั้ง โหนด เป็นการทดสอบการสร้าง โหนด และกำหนดข้อมูล โหนด โดยผู้ใช้งานระบบจะกำหนดตำแหน่งที่ตั้งในแผนที่ Google Maps
- 3) การทดสอบการสร้างเส้นทางและแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย เป็นการทดสอบการสร้างเส้นทาง และกำหนดข้อมูลเส้นทาง โดยผู้ใช้งานระบบจะกำหนดโหนดต้นทาง และ โหนดปลายทาง เพื่อวาดเส้นทางในแผนที่ Google Maps

4) การทดสอบการแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ เป็นการทดสอบการเรียกดูข้อมูลวงจร โดยผู้ใช้งานระบบจะเลือกเส้นทางของสายใยแก้วนำแสง ที่มีรายละเอียดการใช้งานวงจร เพื่อดูจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

5) การทดสอบการตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลวงจร เป็นการทดสอบการตรวจสอบข้อมูลการใช้งานวงจรเพื่อเพิ่มหรือแก้ไขการใช้งานวงจร

6) การทดสอบการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดและสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ สำหรับการใช้งานวงจรใหม่ เพื่อเป็นการแนะนำวงจรที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานวงจร

7) การทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เป็นการทดสอบการสร้างเส้นทางเพื่อติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และกำหนดข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

8) การทดสอบการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เป็นการทดสอบการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการสร้างเส้นทางสายใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

9) การทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน เป็นการทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจาก โหนดไปจนถึงบ้านผู้ใช้ ของระบบ FTTH

10) การทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง เป็นการทดสอบการแสดงผลข้อมูลการใช้งานต่างๆ ภายในระบบ ในรูปแบบไฟล์เอกสาร ผู้ใช้งานระบบสามารถเรียกดูรูปแบบไฟล์เอกสารแบบ Excel

**การทดสอบที่ 1** การทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถจัดเก็บรายชื่อผู้ใช้งานระบบไว้ใน database ได้ถูกต้อง

การทดสอบการตั้งค่าผู้ใช้งานระบบโดยทำการเพิ่มหรือแก้ไขการตั้งค่า จำนวน 10 ครั้ง โดยกำหนดข้อมูลรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

**เพิ่มข้อมูล/แก้ไขข้อมูล ผู้ใช้ระบบ**

หมายเลขผู้ใช้ระบบ

ชื่อ

นามสกุล

Role

รหัสผ่าน

เขตพื้นที่

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างหน้าจอการกำหนดผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์

การพัฒนโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร  
Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network

แสดงรายการ ผู้ใช้ระบบ

หมายเลขผู้ใช้ระบบ	ชื่อ	นามสกุล	ระดับ	เขตพื้นที่	แก้ไข	ลบ
001	OA	User	user	zone A	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
002	Chongcharern	superUser	superUser	zone A	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
003	จงเจริญ	แจ้งผก	user	zone D	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
004	A004	A004	user	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
005	B005	B005	superUser	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
006	C006	C006	user	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
007	D007	D007	user	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
008	E008	E008	superUser	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
009	F009	F009	user	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
010	G010	G010	user	zone C	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>
admin	admin	user	admin	all zone	<a href="#">แก้ไข</a>	<a href="#">ลบ</a>

อุปกรณแยกสัญญาณแสง  
วัดเส้นทาง  
โหนด

User : admin user  
ออกจากระบบ

รูปที่ 4.2 แสดงรายชื่อผู้ใช้งานระบบ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
สามารถจัดเก็บรายชื่อผู้ใช้งานระบบไว้ใน database ได้	10	0	100%

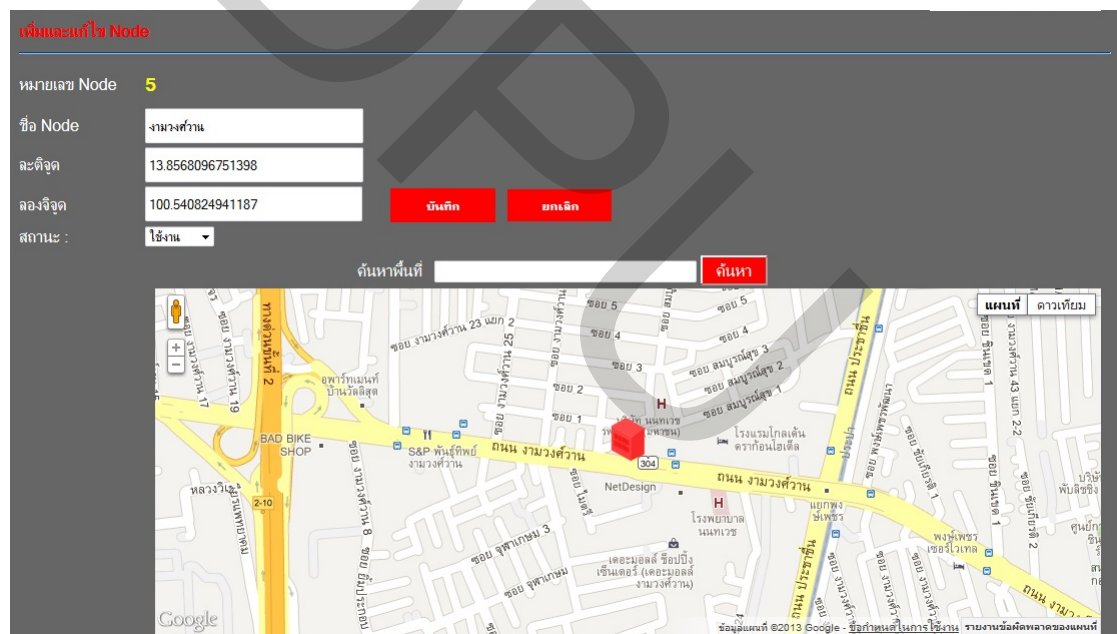
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบรายชื่อผู้ใช้งานระบบที่ได้เพิ่มในระบบ โดยตรวจสอบทั้งจาก database ที่จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งานไว้ จากรูปที่ 4.2 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

## การทดสอบที่ 2 การทดสอบการสร้างโหนด และแสดงที่ตั้งโหนด

### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps ได้
- 2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บพิกัดที่ตั้งโหนดไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ
- 3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps ได้
- 4) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลที่กำหนดของโหนดไว้ใน database ได้

ทดสอบโดยการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโหนดในแผนที่ Google Maps และกำหนดชื่อของโหนด จำนวน 5 โหนด ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps



การพัฒนาระบบบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร  
Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network

แสดงรายการ Node

หมายเลข Node	ชื่อ Node	Latitude	Longitude	สถานะ	ดูที่ตั้ง Node	แก้ไข
1	หลักสี่	13.8764960588487	100.594869501311	ใช้งาน	[ดูที่ตั้ง Node]	[แก้ไข]
2	บางเขน	13.8418255441479	100.577068882709	ใช้งาน	[ดูที่ตั้ง Node]	[แก้ไข]
3	จตุจักร	13.7778807752462	100.543948965793	ใช้งาน	[ดูที่ตั้ง Node]	[แก้ไข]
4	รามอินทรา	13.8332238421475	100.668210455975	ไม่ใช้งาน	[ดูที่ตั้ง Node]	[แก้ไข]
5	งามวงศ์วาน	13.8568096751398	100.540824941187	ใช้งาน	[ดูที่ตั้ง Node]	[แก้ไข]

รูปที่ 4.4 แสดงรายการโหนดที่อยู่ในระบบ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการสร้างโหนด และแสดงที่ตั้งโหนด

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 5 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps ได้	5	0	100%
2. สามารถเก็บพิกัดที่ตั้งโหนดไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ	5	0	100%
3. สามารถแสดงที่ตั้งโหนดในแผนที่ Google Maps ได้	5	0	100%
4. สามารถเก็บข้อมูลที่กำหนดของโหนดไว้ใน database ได้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดของการสร้างโหนด และกำหนดข้อมูลโหนดไว้จากรูปที่ 4.4 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

**การทดสอบที่ 3** การทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย

วัตถุประสงค์

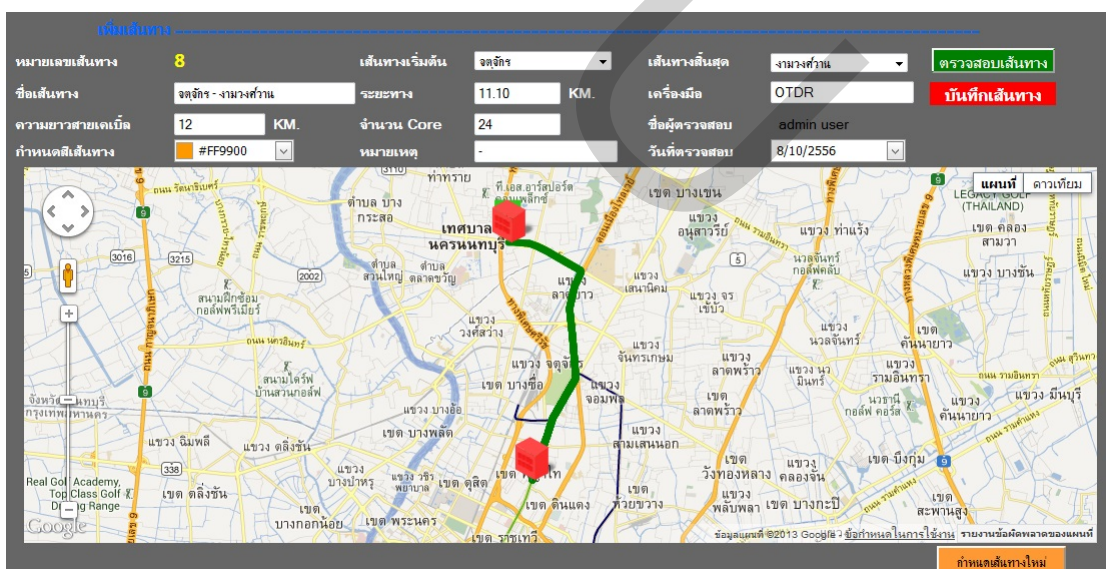
1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถวาดเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายในแผนที่ Google Maps ได้

2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บพิกัดเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ

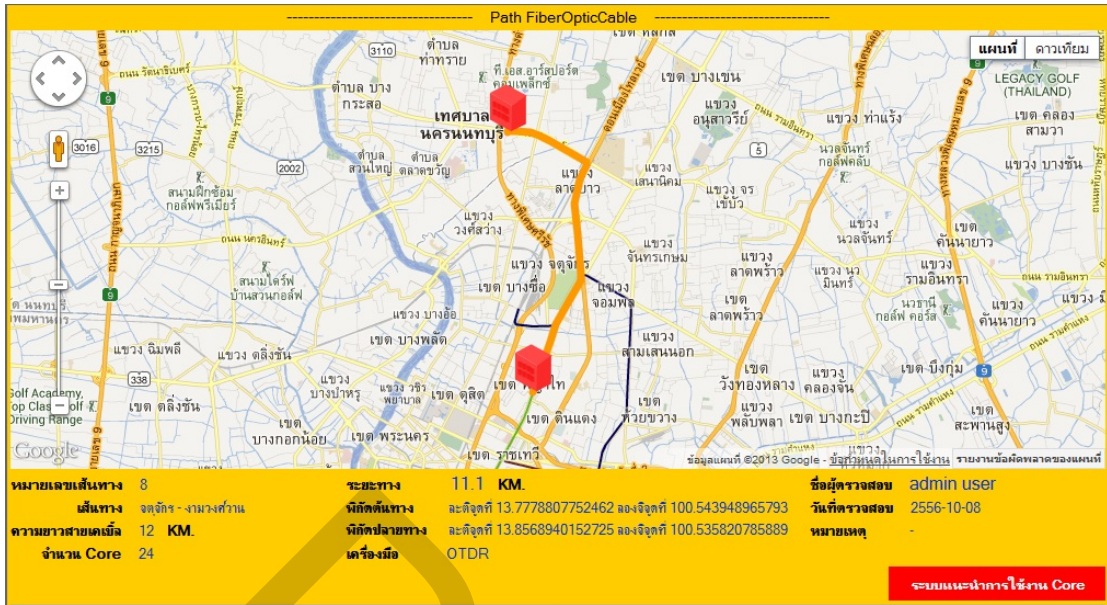
3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายในแผนที่ Google Maps ได้

4) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลที่กำหนดของเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงไว้ใน database ได้

ทดสอบโดยการวาดเส้นทางระหว่างโหนดต้นทางจนถึงโหนดปลายทางในแผนที่ Google Maps กำหนดรายละเอียดข้อมูลของเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง จำนวน 10 เส้นทาง โดยกำหนดเส้นทาง กำหนดข้อมูลรายละเอียดของเส้นทาง และแสดงเส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6



**รูปที่ 4.5** แสดงการกำหนดเส้นทาง และกำหนดข้อมูลเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสง



รูปที่ 4.6 แสดงการเรียกดูเส้นทาง และข้อมูลเส้นทางสายใยแก้วนำแสง



รูปที่ 4.7 แสดงรายการเส้นทางที่อยู่ในระบบ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถวาดเส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายในแผนที่ Google Maps ได้	10	0	100%
2. สามารถเก็บพิกัดเส้นทางสายใยแก้วนำแสงไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ	10	0	100%
3. สามารถแสดงเส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายในแผนที่ Google Maps ได้	10	0	100%
4. สามารถเก็บข้อมูลที่กำหนดของเส้นทางสายใยแก้วไว้ใน database ได้	10	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดการสร้างเส้นทาง และกำหนดข้อมูลเส้นทางไว้ จากรูปที่ 4.7 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

**การทดสอบที่ 4** การทดสอบการแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงจำนวนคอร์ของสายใยแก้วนำแสงได้
- 2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงค่าลดทอนสัญญาณของแต่ละคอร์ได้
- 3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงสถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ได้

ทดสอบโดยการเลือกเส้นทางของสายใยแก้วนำแสง ที่มีรายละเอียดการใช้งานจริงจำนวน 10 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.8

หมายเลขเส้นทาง	ชื่อเส้นทาง	เส้นทางเริ่มต้น	เส้นทางปลายทาง	ระยะทาง (KM.)	ความยาวสายเคเบิล (KM.)	จำนวนคอร์
1	หลักสี่ - บางเขน	หลักสี่	บางเขน	4.45	5	24 <a href="#">รายละเอียด</a>
2	บางเขน - จตุจักร	บางเขน	จตุจักร	7.99	10	32 <a href="#">รายละเอียด</a>
3	จตุจักร - ประชาชื่น	จตุจักร	ประชาชื่น	10.04	12	16 <a href="#">รายละเอียด</a>
4	งามวงศ์วาน - หลักสี่	งามวงศ์วาน	หลักสี่	9.23	12	46 <a href="#">รายละเอียด</a>
5	ประชาชื่น - บางเขน	ประชาชื่น	บางเขน	4.01	5	32 <a href="#">รายละเอียด</a>
6	หลักสี่ - งามวงศ์วาน	หลักสี่	งามวงศ์วาน	9.26	13	24 <a href="#">รายละเอียด</a>
7	ประชาชื่น - จตุจักร	ประชาชื่น	จตุจักร	11.31	12	24 <a href="#">รายละเอียด</a>
8	จตุจักร - งามวงศ์วาน	จตุจักร	งามวงศ์วาน	11.1	12	24 <a href="#">รายละเอียด</a>
9	บางเขน - งามวงศ์วาน	บางเขน	งามวงศ์วาน	5.05	7	64 <a href="#">รายละเอียด</a>
10	หลักสี่ - จตุจักร	หลักสี่	จตุจักร	12.42	14	16 <a href="#">รายละเอียด</a>

↑  
เส้นทางที่เลือก

รูปที่ 4.8 แสดงการเลือกข้อมูลเส้นทางของเส้นใยแก้วนำแสง

หมายเลขเส้นทาง	3	ระยะทาง	10.04 KM.	ชื่อผู้ตรวจสอบ	admin user	
เส้นทาง	จตุจักร - ประชาชื่น	พิกัดต้นทาง	ละติจูดที่ 13.7778807752462 ลองจิจูดที่ 100.543948965793	วันที่ตรวจสอบ	2556-10-08	
ความยาวสายเคเบิล	12 KM.	พิกัดปลายทาง	ละติจูดที่ 13.8555677337811 ลองจิจูดที่ 100.545611037573	หมายเหตุ	-	
จำนวน Core	16	เครื่องมือ	OTDR			
<b>ระบบแนะนำการใช้งาน Core</b>						
Core No.	ชื่อผู้ใช้งาน	ระยะทางที่วัดได้	db Loss รวม	สถานภาพ	หมายเหตุ	แก้ไข
1	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
2	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
3	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
4	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
5	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
6	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
7	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
8	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
9	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
10	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
11	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
12	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
13	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
14	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
15	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>
16	ว่าง	0	0	ปกติ	-	<a href="#">แก้ไข</a>

รูปที่ 4.9 แสดงจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถแสดงจำนวนคอร์ของสายใยแก้วนำแสงได้	10	0	100%
2. สามารถแสดงค่าลดทอนสัญญาณของแต่ละคอร์ได้	10	0	100%
3. สามารถแสดงสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ได้	10	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.4 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดของวงจรในแต่ละเส้นทางไว้ จากรูปที่ 4.9 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

**การทดสอบที่ 5** การทดสอบการตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลวงจร

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเพิ่ม แก้ไข ข้อมูลการใช้งานวงจรได้
- 2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการใช้งานวงจรไว้ใน database ได้
- 3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถตรวจสอบการใช้งานวงจรได้

ทดสอบโดยการ กำหนดรายละเอียดข้อมูล และแก้ไขข้อมูลการใช้งานวงจรของเส้นใยแก้วนำแสง จำนวน 20 ครั้ง โดยกำหนดข้อมูลการใช้งานวงจร ดังแสดงในรูปที่ 4.10

เพิ่มและทำการแก้ไข สถานภาพการใช้งานของ OPTICAL FIBER

**OPTICAL FIBER**

เส้นทาง	หลักสี่ - บางเขน	เครื่องมือ	OTDR
ระยะทาง	4.45 KM.	ชื่อผู้ตรวจสอบ	admin user
จำนวนวงจร	24 Core.	วันที่ตรวจสอบ	2556-10-08

รายละเอียดของ **โหนด**

Core No. **1**

ชื่อผู้ใช้งานจร

ระยะทางที่วัดได้  KM.

dB Loss รวม

สถานภาพ

หมายเหตุ

รูปที่ 4.10 แสดงการเพิ่มข้อมูล และแก้ไขการใช้งานวงจร

Core No.	ชื่อผู้ใช้งานจร	ระยะทางที่วัดได้	db Loss รวม	สถานภาพ	หมายเหตุ	แก้ไข
1	สำนักงานเขตบางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
2	กรมทหารราบที่ 11	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
3	ว่าง	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
4	วท. ไทยบริหารธุรกิจ	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
5	กรมทงหลวงชนบท	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
6	ศูนย์วิจัยแห่งชาติ	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
7	ร.ร.สารวิทย์	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
8	การประสานโครงหลวงหลักสี่	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
9	การไฟฟ้า บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
10	ว่าง	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
11	ว่าง	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
12	บริษัท P.P.T	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
13	ไปรษณีย์ บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
14	โรงแรมมารวยการฯตน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
15	ศูนย์การศึกษาพิเศษ บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
16	สนง.ประกันสังคม	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
17	ว่าง	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
18	สนง.ที่ดิน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
19	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
20	บริษัท ไปรษณีย์ จ่ากั	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
21	บริษัท บ้านเทคโนโลยี จ่ากั	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
22	บริษัท TGH อินเทอร์เน็ต จ่ากั	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
23	โรงพยาบาลสัตว์ ม.เกษตรศาสตร์	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
24	บริษัท GGH โปรดัก จ่ากั	0	0	ปกติ	-	แก้ไข

รูปที่ 4.11 แสดงการตรวจสอบการใช้งานวงจร

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม แก้วไข และลบ ข้อมูล  
วงจร

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 20 ครั้ง		ความถูกต้องคิด เป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถเพิ่ม แก้วไข ข้อมูลการใช้งานวงจรได้	20	0	100%
2. สามารถจัดเก็บข้อมูลการใช้งานวงจรไว้ใน database ได้	20	0	100%
3. สามารถตรวจสอบการใช้งานวงจรได้	20	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.5 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบ  
จาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดการใช้งานวงจรไว้ จากรูปที่ 4.11 พบว่าระบบทำงาน  
ได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 6 การทดสอบการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่วงจรว่าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำ  
ที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่วงจรว่าง มีการลดทอน  
สัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติได้

ทดสอบโดยการเลือกเส้นทางที่มีการใช้งานวงจร มีค่าลดทอนสัญญาณในวงจร และ  
สถานภาพไม่ปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.12

Core No.	ชื่อผู้ใช้ระบบ	ระยะทางที่วัดได้	dB Loss รวม	สถานภาพ	หมายเหตุ	แก้ไข
1	สำนักงานชชบวชชชชช	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
2	กรมทหารราบที่ 11	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
3	อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง >>>	0	3	ปกติ	-	-
4	วท. โยธาธิการรุกรกิจ	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
5	กรมทหารพรานเขต	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
6	ศูนย์วิจัยแห่งชาติ	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
7	ร.ร.สารวิเศษ	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
8	การประปาส่วนหลวงหนักสี	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
9	การไฟฟ้า บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
10	วัง	0	3	ปกติ	-	แก้ไข
11	วัง	0	0	ขาด	-	แก้ไข
12	บริษัท P.P.T	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
13	ไปรษณีย์ บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
14	โรงแรมมารวยการศน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
15	ศูนย์การศึกษาพิเศษ บางเขน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
16	สนง. ประกันสังคม	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
17	วัง	0	4	ปกติ	-	แก้ไข
18	สนง. คีติน	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
19	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
20	บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
21	บริษัท บ้านเทคโนโลยี จำกัด	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
22	บริษัท TGM ซีเมนต์แอส จำกัด	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
23	โรงพยาบาลสัตว์ ม.เกษตรศาสตร์	0	0	ปกติ	-	แก้ไข
24	บริษัท GCM ไปรษณีย์ จำกัด	0	0	ปกติ	-	แก้ไข

รูปที่ 4.12 แสดงรายละเอียดข้อมูลการใช้งานวงจรของเส้นทางที่ 1



หมายเลขเส้นทาง	1	ระยะทาง	4.45 KM.	ชื่อผู้ตรวจสอบ	admin user
เส้นทาง	พลัดสี - บางเขน	พิกัดต้นทาง	ละติจูดที่ 13.8764960588487 ลองจิจูดที่ 100.594869501311	วันที่ตรวจสอบ	2556-10-08
ความยาวสายเคเบิล	5 KM.	พิกัดปลายทาง	ละติจูดที่ 13.8418255441479 ลองจิจูดที่ 100.577068882709	หมายเหตุ	-
จำนวน Core	24	เครื่องมือ	OTDR		

ระบบแนะนำการโยกย้าย Core

Core No.	ชื่อผู้ใช้วงจร	ระยะทางที่วัดได้	db Loss รวม	สถานภาพ	หมายเหตุ	แก้ไข
10	ว่าง	0	3	ปกติ	-	แก้ไข
17	ว่าง	0	4	ปกติ	-	แก้ไข

รูปที่ 4.13 แสดงการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่างจรว้าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติของเส้นทางที่ 1

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่างจรว้าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
สามารถแนะนำเส้นใยแก้วนำแสงที่ว่างจรว้าง มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติได้	10	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.6 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดการใช้งานวงจร ค่าลดทอนสัญญาณ สถานภาพของ สายใยแก้วนำแสงไว้ จากรูปที่ 4.13 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 7 การทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

วัตถุประสงค์

1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถวาดเส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในแผนที่ Google Maps ได้

2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บพิกัดเส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ

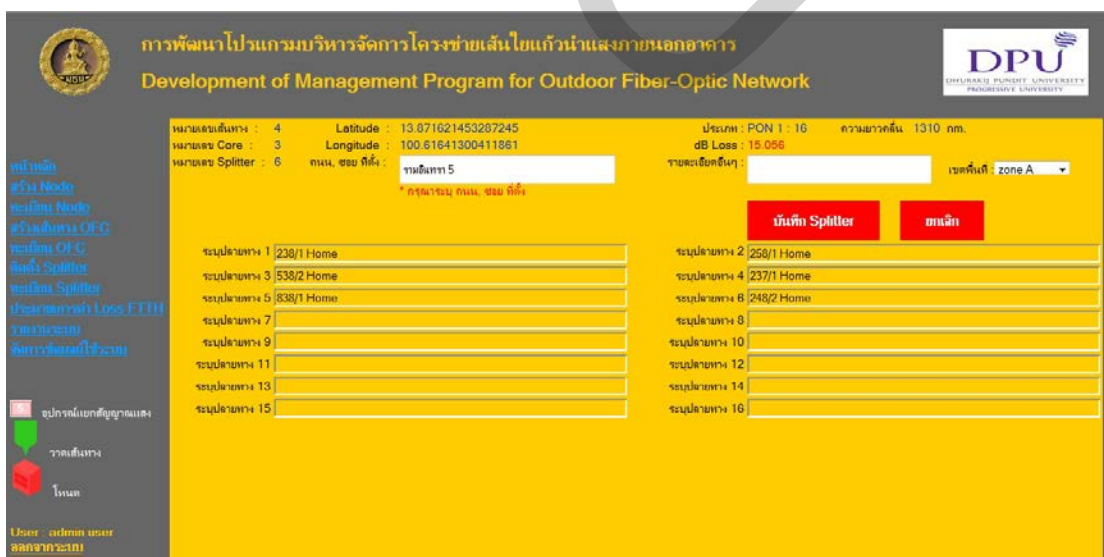
3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในแผนที่ Google Maps และแสดงข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้

4) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลที่กำหนด และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไว้ใน database ได้

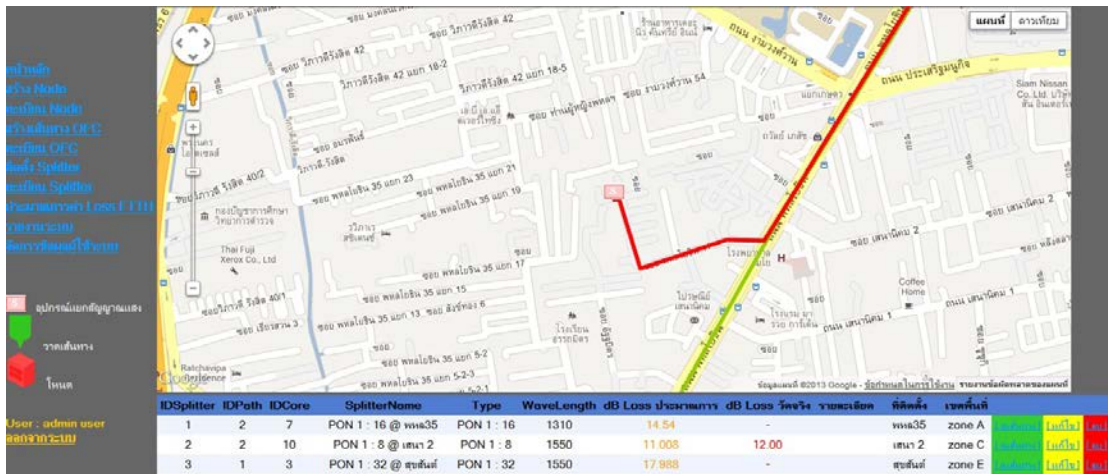
ทดสอบโดยการวาดเส้นทางจากโหนดจนไปถึงที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง กำหนดรายละเอียดข้อมูล และการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง จำนวน 10 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.14 - 4.16



รูปที่ 4.14 แสดงการกำหนดเส้นทาง ความยาวคลื่น และประเภทของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง



รูปที่ 4.15 แสดงการกำหนดข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง



รูปที่ 4.16 แสดงการเรียกดูเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง



รูปที่ 4.17 แสดงรายการของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงที่อยู่ในระบบ

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการสร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถวาดเส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในแผนที่ Google Maps ได้	10	0	100%
2. สามารถเก็บพิกัดเส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไว้ใน database ให้โดยอัตโนมัติ	10	0	100%
3. สามารถแสดงเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในแผนที่ Google Maps และแสดงข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้	10	0	100%
4. สามารถเก็บข้อมูลที่กำหนด และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไว้ใน database ได้	10	0	100%

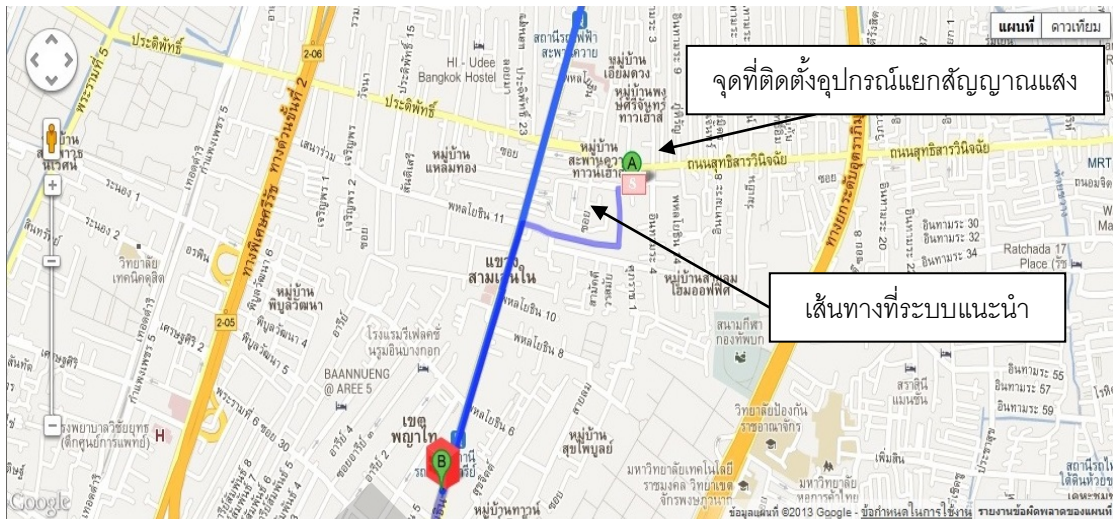
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.7 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดการสร้างเส้นทาง และกำหนดข้อมูลอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไว้ จากรูปที่ 4.17 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

**การทดสอบที่ 8** การทดสอบการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

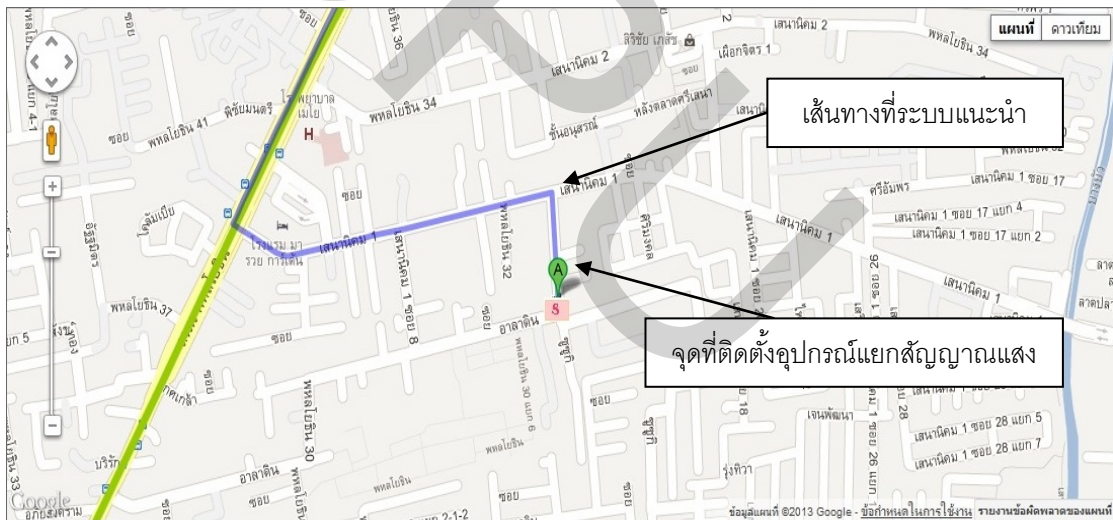
#### วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้ โดยระบบจะหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างโหนดกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

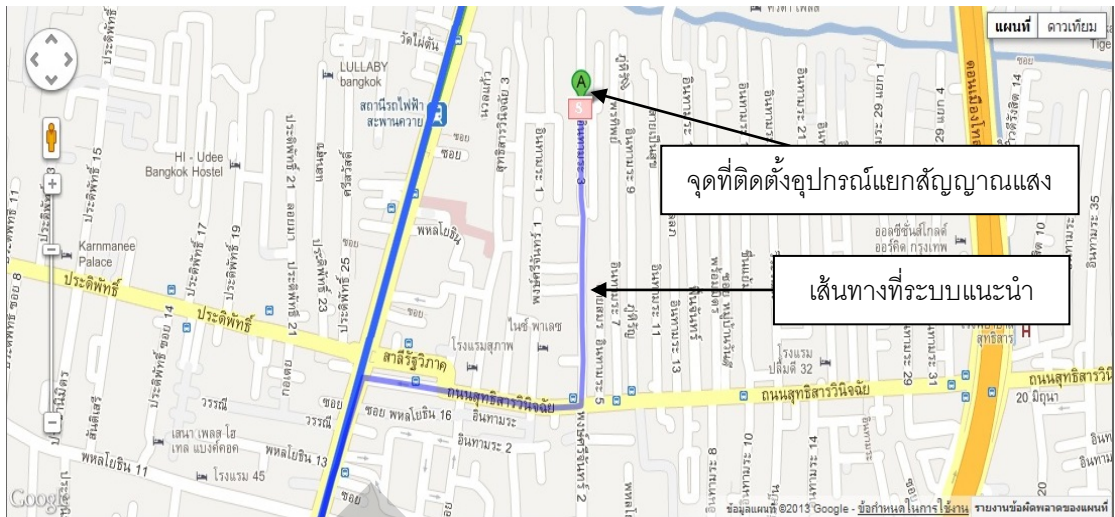
ทดสอบโดยการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงในแผนที่ Google Maps จำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.18 - 4.22



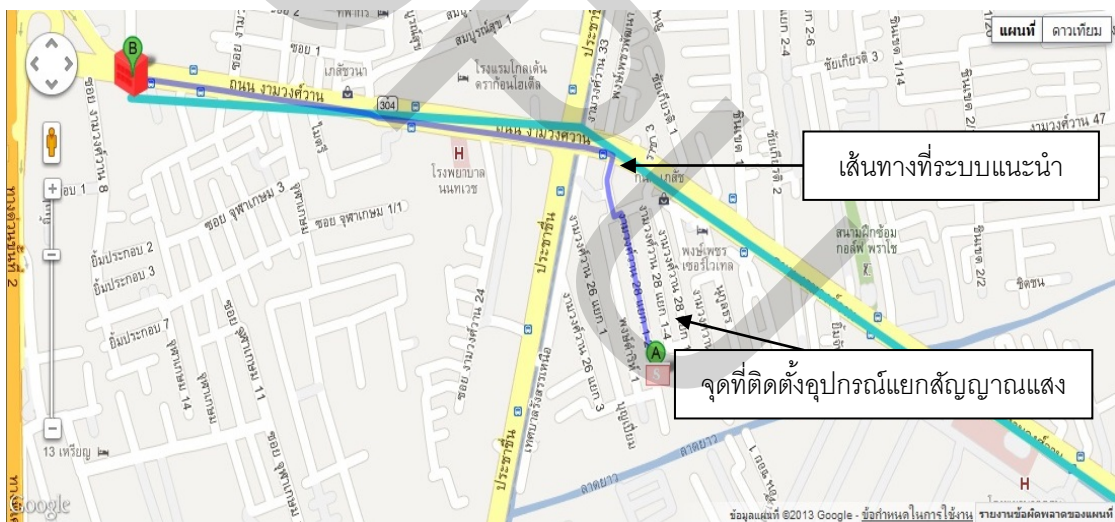
รูปที่ 4.18 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 1



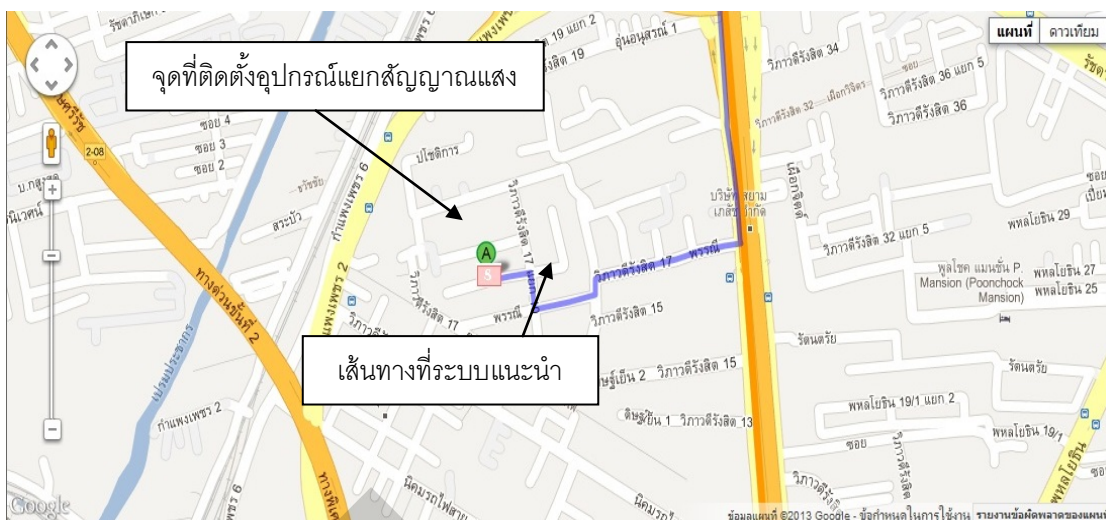
รูปที่ 4.19 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 4.20 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 3



รูปที่ 4.21 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 4



รูปที่ 4.22 แสดงการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงของตำแหน่งที่ 5

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 5 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
สามารถแนะนำเส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้ โดยระบบจะหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างโหนดกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง	5	0	100%

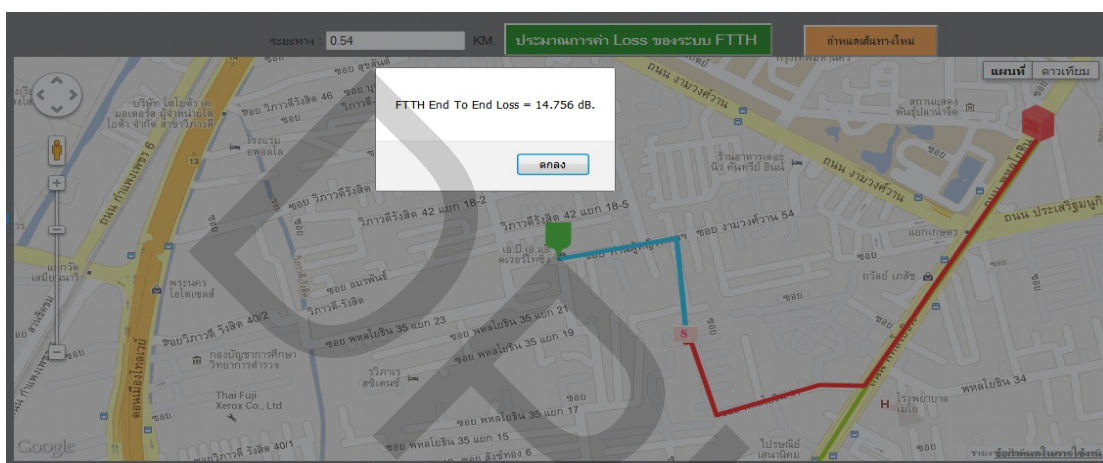
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.8 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจากระยะทางในแผนที่ Google Maps พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 9 การทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน

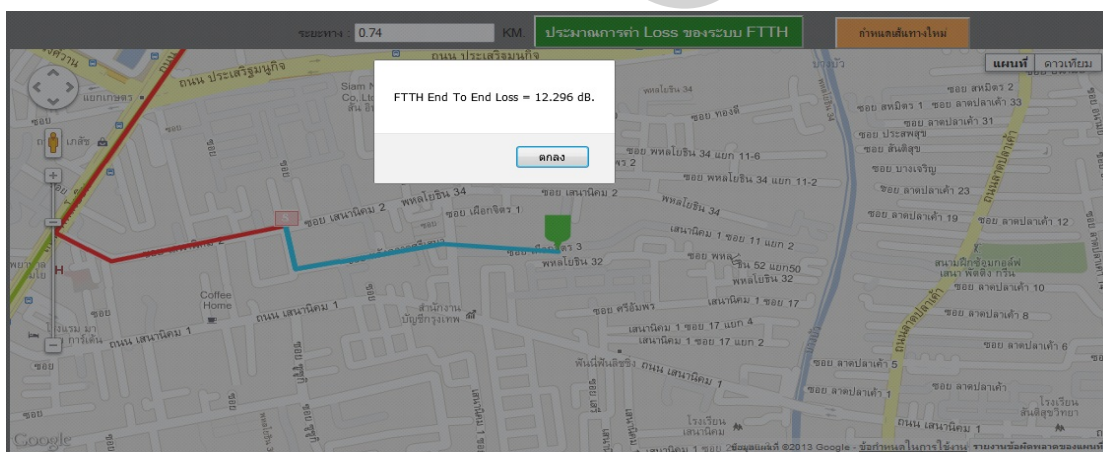
## วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน โดยระบบจะคำนวณค่าลดทอนสัญญาณแสงจากโหนด ไปจนถึงบ้านผู้ใช้

ทดสอบโดยการกำหนดตำแหน่งเส้นทางจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไปจนถึงบ้านผู้ใช้ในแผนที่ Google Maps จำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.23 - 4.27

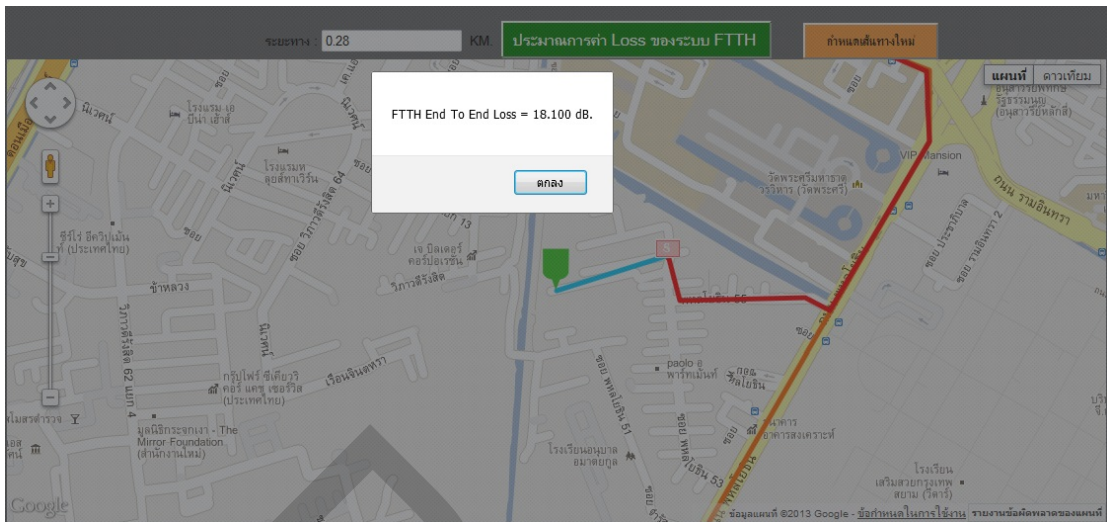


รูปที่ 4.23 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 1

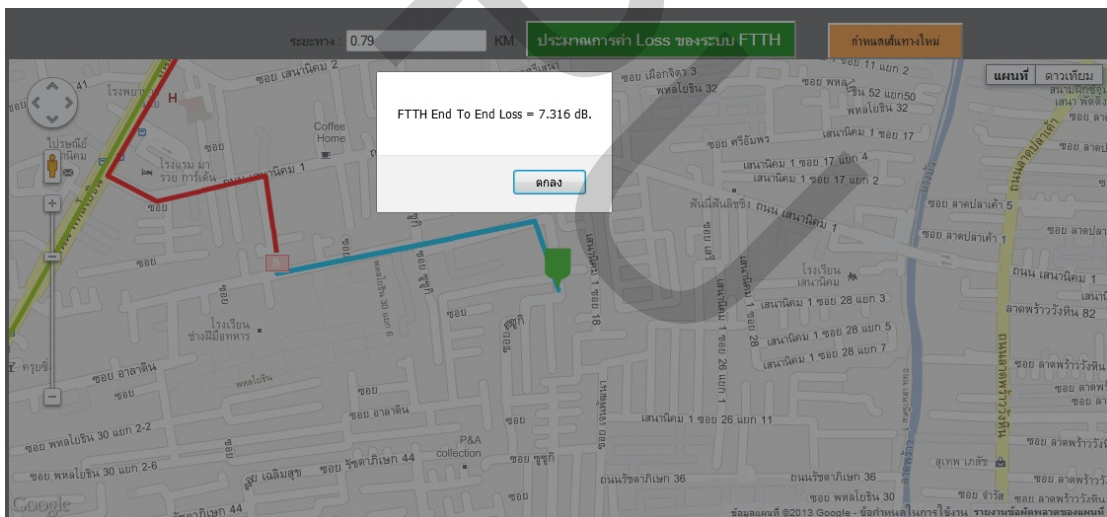


รูปที่ 4.24 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 2

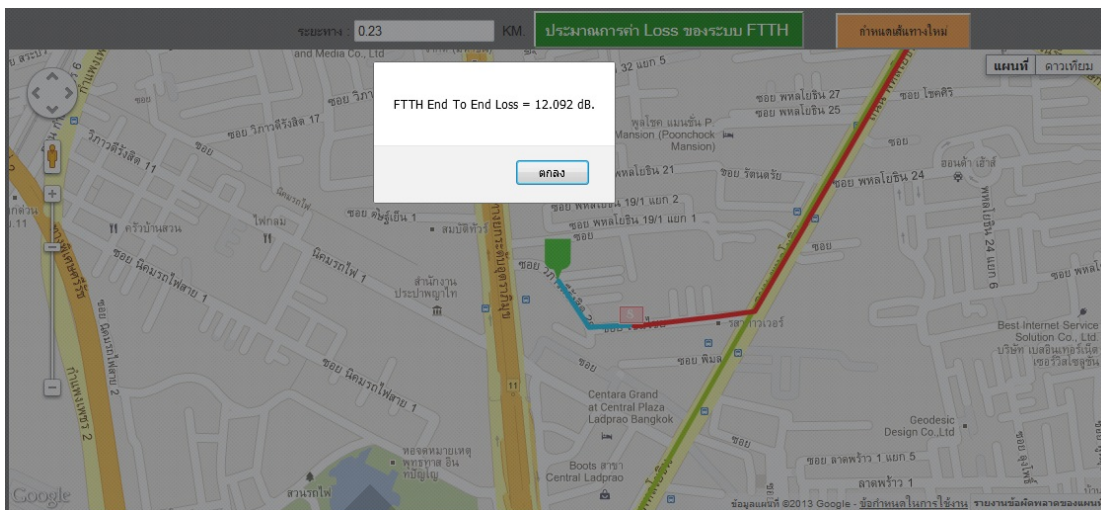




รูปที่ 4.25 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 3



รูปที่ 4.26 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 4



รูปที่ 4.27 แสดงการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้านผู้ใช้ที่ 5

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 5 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
สามารถประมาณการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน โดยระบบจะคำนวณค่าลดทอนสัญญาณแสงจากโหนดไปจนถึงบ้านผู้ใช้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.9 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก ค่าลดทอนสัญญาณจากโหนดถึงอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง + ค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงถึงบ้าน พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

**การทดสอบที่ 10** การทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสงได้
- 2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้
- 3) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานวงจรได้
- 4) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้

ทดสอบโดยการเลือกรายงาน รายการเส้นทาง รายละเอียดเส้นทาง รายการอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และรายละเอียดการใช้งานอุปกรณ์แยกสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 4.28 - 4.31

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายใยแก้วนำแสงภาคกลาง

Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network

รายงานทะเบียน Optical Fiber Cable

หมายเลขเส้นทาง	ชื่อเส้นทาง	เส้นทางเริ่มต้น	เส้นทางสิ้นสุด	ความยาวเส้นทาง (KM)	ความยาวสายใยแก้วนำแสง (KM)	จำนวนเคอร์	ผู้ตรวจสอบ	วันที่ตรวจสอบ
1	หลักสี่ - บางเขน	หลักสี่	บางเขน	4.45	5	24	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
2	บางเขน - จตุจักร	บางเขน	จตุจักร	7.99	10	32	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
3	จตุจักร - ประชาชื่น	จตุจักร	ประชาชื่น	10.04	12	16	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
4	งามวงศ์วาน - หลักสี่	งามวงศ์วาน	หลักสี่	9.23	12	46	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
5	ประชาชื่น - บางเขน	ประชาชื่น	บางเขน	4.01	5	32	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
6	หลักสี่ - งามวงศ์วาน	หลักสี่	งามวงศ์วาน	9.26	13	24	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
7	ประชาชื่น - จตุจักร	ประชาชื่น	จตุจักร	11.31	12	24	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
8	จตุจักร - งามวงศ์วาน	จตุจักร	งามวงศ์วาน	11.1	12	24	admin user	10/8/2556 12:00:00 AM
9	บางเขน - งามวงศ์วาน	บางเขน	งามวงศ์วาน	5.05	7	64	จงเจริญ แจงมา	10/8/2556 12:00:00 AM
10	หลักสี่ - จตุจักร	หลักสี่	จตุจักร	12.42	14	16	จงเจริญ แจงมา	10/8/2556 12:00:00 AM

Printed Date 9/10/2013

รูปที่ 4.28 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร  
Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network

รายงาน ทะเบียน Splitter

หมายเลข Splitter	ชื่อ Splitter	ประเภท Splitter	ความยาวเส้น	จำนวนโหนดสัญญาณ	รายละเอียด	สถานที่ตั้ง
1	PON 1 : 16 @ สามแยกสุขสันต์	PON 1 : 16	1310	14.928	-	สามแยกสุขสันต์
2	PON 1 : 32 @ ทลโยธิน 55	PON 1 : 32	1550	17.992	-	ทลโยธิน 55
3	PON 1 : 8 @ งานวงศ์วาน 1	PON 1 : 8	1310	10.756	-	งานวงศ์วาน 1
4	PON 1 : 4 @ ประเวศน์ แยก4	PON 1 : 4	1550	7.712	-	ประเวศน์ แยก4
5	PON 1 : 2 @ งานวงศ์วาน 47	PON 1 : 2	1550	4.192	-	งานวงศ์วาน 47
6	PON 1 : 4 @ ประชานนท์ 1	PON 1 : 4	1310	7.464	-	ประชานนท์ 1
7	PON 1 : 32 @ รัตนา 36	PON 1 : 32	1310	17.98	-	รัตนา 36
8	PON 1 : 32 @ ประชาธิวัฒน์	PON 1 : 32	1310	18.208	-	ประชาธิปไตย
9	PON 1 : 32 @ ทลโยธิน 35 แยก 23	PON 1 : 32	1310	18.204	-	ทลโยธิน 35 แยก 23
10	PON 1 : 32 @ ทลโยธิน 49/1	PON 1 : 32	1550	18.712	เคหะบางบัว	ทลโยธิน 49/1

Printed Date 9/10/2013

User : admin user  
ออกจากระบบ

รูปที่ 4.29 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร  
Development of Management Program for Outdoor Fiber-Optic Network

สถานภาพ การใช้งานของ OPTICAL FIBER  
เส้นทาง หลักสี่ - บางเขน

หมายเลขเส้นทาง 1  
เส้นทาง หลักสี่ - บางเขน  
ความยาวสายเคเบิล 5 KM  
จำนวน Core 24

ระยะทาง 4.45 KM  
เลขจุดที่ 13.8764960588487 เลขจุดที่ 100.594869501311  
ละติจูดที่ 13.8418255441479 ลองจิจูดที่ 100.577068882709

Core No.	ชื่อผู้ใช้งาน	ระยะทางที่คิดได้	db Loss รวม	สถานภาพ	หมายเหตุ
1	สำนักงานเขตบางเขน	0	0	ปกติ	-
2	กรมทหารราบที่ 11	0	0	ปกติ	-
3	อุปกรณ์แยกสัญญาณแสง >>> PON 1 : 32 @ ทลโยธิน 55	0	3	ปกติ	-
4	ท. โทรคมนาคม	0	0	ปกติ	-
5	กรมทางหลวงชนบท	0	0	ปกติ	-
6	ศูนย์วิจัยแห่งชาติ	0	0	ปกติ	-
7	ร.ร. สรรพวิชา	0	0	ปกติ	-
8	การประปานครหลวงหลักสี่	0	0	ปกติ	-
9	การไฟฟ้า บางเขน	0	0	ปกติ	-

User : admin user  
ออกจากระบบ

รูปที่ 4.30 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานวงจร



รูปที่ 4.31 แสดงการพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสงได้	10	0	100%
2. สามารถพิมพ์รายงานข้อมูลทะเบียนอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้	10	0	100%
3. สามารถพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานวงจรได้	10	0	100%
4. สามารถพิมพ์รายงานข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงได้	10	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.10 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจาก database ที่จัดเก็บรายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวงจร ข้อมูลทะเบียนอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการอภิปรายเพื่อสรุปผลที่ได้จากการทดสอบงานวิจัย รวมทั้งข้อจำกัดของระบบที่พบจากการทดสอบระบบ และข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไป เพื่อแก้ข้อบกพร่องของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) สามารถออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน
- 2) สามารถพัฒนาระบบให้มีการเชื่อมต่อกับแผนที่ Google Maps

##### 5.1.2 สรุปผลตามขอบเขตของงานวิจัย

หลังจากทดสอบระบบในด้านต่างๆ แล้วนั้น พบว่าโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร สามารถทำงานได้ตามขอบเขตของงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตของงานวิจัย

หัวข้อตามขอบเขต	ผลการทำงาน	
	ได้	ไม่ได้
1. สร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์	✓	
2. สร้างโหนด และแสดงที่ตั้งโหนด	✓	
3. สร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางเส้นใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย	✓	
4. แจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายเส้นใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์	✓	
5. ตรวจสอบการใช้งานเส้นใยแก้วนำแสง เพิ่ม/แก้ไข/ลบข้อมูลวงจร	✓	

### ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

หัวข้อตามขอบเขต	ผลการทำงาน	
	ได้	ไม่ได้
6. แนะนำเส้นทางใยแก้วนำแสงที่วางจรวด มีการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด และสถานภาพของสายใยแก้วนำแสงที่ปกติ	✓	
7. สร้างเส้นทาง และแสดงแผนที่เส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง	✓	
8. แนะนำเส้นทางใยแก้วนำแสงเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง	✓	
9. ประเมินการค่าลดทอนสัญญาณจากอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงเพื่อกระจายสัญญาณเข้าสู่บ้าน	✓	
10. พิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลทะเบียนเครือข่ายใยแก้วนำแสง ข้อมูลการใช้งานวางจรวด และข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง	✓	

จากตารางที่ 5.1 พบว่าการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้

### 5.2 ข้อจำกัดของระบบ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังมี ข้อจำกัดซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

5.2.1 การใช้งานระบบจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เนื่องจากมีการติดต่อร้องขอข้อมูลจาก Google Maps API

5.2.2 การกำหนดเส้นทางสายใยแก้วนำแสง และเส้นทางที่ติดตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง ในแผนที่ Google Maps ระบบจะเก็บค่าพิกัดของเส้นทางไว้ได้ไม่เกิน 20 จุด เนื่องจากมีการออกแบบฐานข้อมูลไว้จำกัด

5.2.3 ระบบไม่สามารถแสดงเส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างโหนดได้พร้อมกันทุกเส้นทาง

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร สามารถแยกข้อเสนอแนะออกเป็นข้อๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

5.3.1 ระบบควรพัฒนาให้สามารถเก็บค่าพิกัดเส้นทางได้อย่างไม่จำกัด

5.3.2 ระบบควรพัฒนาให้สามารถแสดงเส้นทางสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมโยงระหว่างโหนดได้พร้อมกันทุกเส้นทาง

5.3.3 ระบบควรพัฒนาให้สามารถสร้างเส้นทางสายใยแก้วนำแสงจากอุปกรณ์แยก สัญญาณแสงถึงบ้าน ของระบบ FTTH

5.3.4 ระบบควรพัฒนาให้สามารถจัดเก็บรายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในโหนด



กรม  
บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

## หนังสือ

- บัญชา ปะทีละเตสัง. (2546). การเขียนโปรแกรม ASP.Net ด้วย VB .Net และ C#. ม.ป.ท..
- พงษ์พันธ์ ศิวิลัย. (2549). SQL Server 2005 ฉบับสมบูรณ์. ม.ป.ท..
- อริคม ฤกษ์บุตร. (2543). เส้นใยแก้วและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น. ม.ป.ท..
- อริคม ฤกษ์บุตร. (2549). FTTH-Fiber-To-The-Home.วารสารสื่อสารของคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
- ัชชวาลย์ แผนสมบูรณ์. (2552). การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายใยแก้วนำแสง ของส่วนบริการลูกค้าจังหวัดอุบลราชธานี บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ยุทธนา ใจสักเสริญ. (2547). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

### สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- ประภัสสร อุบลครุฑ, วรวรรณ แก้ววังสัน และอนิรุทธิ์ โชติถนอม. (2554). “เทคโนโลยี Google Map (Google Map Technology)”. สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2554,  
จาก <http://www.docstoc.com/docs/107429584/Word---ITalpha>
- รวมถึงค์ และบทความเกี่ยวกับ google map v3 ในเว็บไซต์. (2556). สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2556,  
จาก [http://www.ninenik.com/รวมถึงค์\\_และบทความเกี่ยวกับ\\_google\\_map\\_v3\\_ในเว็บไซต์-438.html](http://www.ninenik.com/รวมถึงค์_และบทความเกี่ยวกับ_google_map_v3_ในเว็บไซต์-438.html)
- วิกิพีเดีย. (2554). *ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก*. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2554,  
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก>
- วิกิพีเดีย. (2554). *ASP.NET*. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2554,  
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>
- วิกิพีเดีย. (2554). *ADO.NET*. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2554,  
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ADO.NET>
- วิกิพีเดีย. (2554). *ไมโครซอฟท์ วิชาการสตูดิโอ*. สืบค้นเมื่อ 27 พฤษภาคม 2554,  
จาก [http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครซอฟท์\\_วิชาการสตูดิโอ](http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครซอฟท์_วิชาการสตูดิโอ)
- สถาปัตยกรรม Web Application*. (2554). สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2554,  
จาก <http://multimedia.udru.ac.th/homecs3/Namo/webapp1.html>
- Javascript*. (2552). สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2554,  
จาก <http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type1/tech03/43/index.html>

ภาษาต่างประเทศ

#### ELECTRINIC SOURCES

*Fiber Manager*. (2554). Retrieved February 25, 2011,

From [www.telvent.com/smartgrid](http://www.telvent.com/smartgrid)

*Javascript FAQ*. (2554). Retrieved January 7, 2011,

From <http://www.javascripter.net/faq/index.htm>

*stackoverflow*. (2556). Retrieved March 17, 2013,

From <http://stackoverflow.com/search?q=google+maps+v3>

กรม  
การ  
การ  
การ

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**  
**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย**

## เส้นใยแก้วนำแสง

เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ปัจจุบันใช้เป็นสื่อสัญญาณ (Transmission) ในโครงข่ายหลักของผู้ให้บริการโทรคมนาคมเนื่องจากเส้นใยแก้วนำแสงมีความจุของช่องสัญญาณ (Capacity) สูงมาก มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และสามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะทางไกล

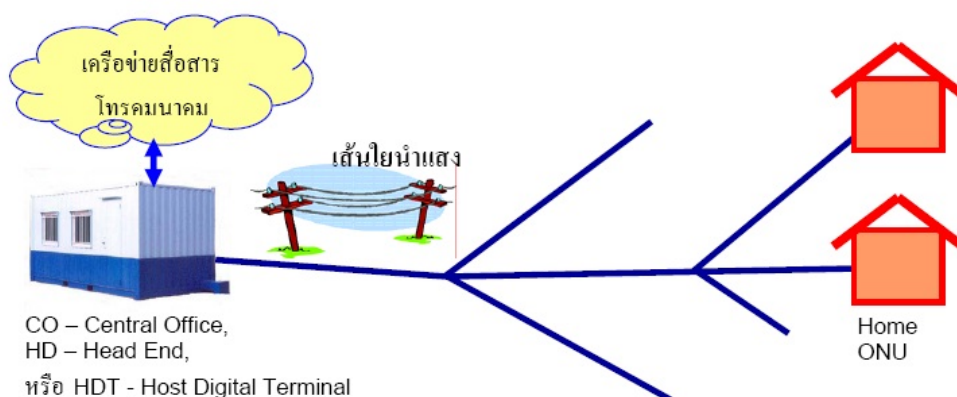
ในโครงข่ายปัจจุบันมีการใช้งานเส้นใยแก้วระหว่างโครงข่ายหลัก (Core Network) เชื่อมต่อกันระหว่างชุมสายและใช้สายทองแดงในการกระจายสัญญาณให้แก่ผู้ใช้บริการ (Access Network) แต่การใช้สายทองแดงในการส่งสัญญาณข้อมูลนอกจากจะขนาดความจุของช่องสัญญาณไม่สูงแล้ว ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่ผู้ใช้บริการอยู่ห่างไกลจากสถานีชุมสาย จะทำให้สัญญาณที่รับส่งมีการลดทอนของสัญญาณทำให้ผู้ใช้บริการที่ห่างไกลจากตัวชุมสายเกิน 5 กิโลเมตร (ตามมาตรฐาน ADSL) ไม่สามารถรับสัญญาณได้ การนำสายเส้นใยแก้วมาทดแทนสายทองแดง (Fiber To The Home - FTTH) เพื่อที่จะขจัดปัญหาของผู้ใช้บริการที่อยู่ห่างไกลจากตัวชุมสายและต้องการขนาดช่องสัญญาณสูงๆ

ระบบเส้นใยนำแสงสู่บ้าน (FTTH) นำมาใช้เพื่อเชื่อมโยงสายส่งสัญญาณ ด้วยเส้นใยนำแสงไปสู่บ้านผู้เช่าโดยตรง เริ่มขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. ๒๕๑๓) แต่เนื่องจากระบบและเส้นใยนำแสง มีราคาสูงเมื่อเทียบกับระบบสายส่งทองแดงโดยเฉพาะการเชื่อมโยงเส้นใยนำแสงสู่บ้านผู้เช่าโดยตรง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในส่วนนี้จึงมีการพัฒนาระบบ FTTC (fiber To The Curb) และ HFC (Hybrid Fiber/Coax) โดยระบบ FTTC และ HFC จะใช้ระบบสายส่งสัญญาณแบบผสม คือการนำเส้นใยนำแสงและสายส่งทองแดงมาใช้งานร่วมกันภายในโครงข่ายการทำงานของระบบ FTTC จะใช้สายส่งเส้นใยนำแสงเชื่อมโยงระหว่างโครงข่ายและหัวถนนหรือปากทางเข้าหมู่บ้านเท่านั้น แต่ในส่วนของสายส่งที่เข้าถึงบ้านผู้เช่าหรือผู้ใช้บริการจะเป็นสายทองแดง ทำให้ระบบ FTTC และ HFC มีราคาสูงกว่าระบบ FTTH มาก แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถให้บริการข้อมูลความเร็วสูงได้เนื่องจากโครงข่ายส่วนใหญ่ใช้เส้นใยนำแสงเป็นท่อนำสัญญาณ ดังนั้นจึงมีการใช้ระบบ HFC มากกว่า FTTC เนื่องจากระบบสายส่งมีส่วนประกอบของสายส่งทองแดงมากกว่าจึงทำให้มีราคาสูง ตัวอย่างของระบบ HFC ที่นำมาใช้ในประเทศไทย ได้แก่ ระบบเคเบิลทีวี แต่เมื่อมีการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ต จึงทำให้ความต้องการการสื่อสารข้อมูล และปริมาณผู้ใช้ที่ต้องการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงเริ่มมีมากขึ้น เช่น กลุ่มผู้ใช้ที่เป็นธนาคารต้องการเชื่อมโยงระบบสื่อสารข้อมูลระหว่างสาขา ที่อยู่ในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ ดังนั้นผู้ให้บริการจึงได้นำระบบบริการสื่อสารร่วมแบบดิจิทัลหรือ ISDN (Integrated Services Digital Network) เข้ามาใช้โดยมีระบบการทำงานสื่อสารข้อมูลแบบดิจิทัล ทำให้ข้อมูล

ต่าง ๆ ที่มีลักษณะพื้นฐานไม่เหมือนกันสามารถสื่อสารร่วมกันได้เนื่องจากข้อมูลทุกประเภทจะถูกทำให้เป็นดิจิทัล จึงมีสถานะเพียงสองระดับ คือ ศูนย์ “0” และหนึ่ง “1” เท่านั้น ดังนั้นข้อมูลทุกชนิด จึงถูกระบบมองเห็นเป็นแบบเดียวกันหมด ทำให้สื่อสารร่วมกันได้ นอกจากนี้ระบบ ISDN ยังถูกออกแบบให้ใช้สายส่งเส้นใยนำแสงเชื่อมโยง ไปยังบ้านผู้เช่าหรือสำนักงานได้โดยตรง โดยผู้เช่าสามารถแจ้งความจำนงและเสียดค่าบริการเฉพาะก็สามารถใช้งานได้ สำหรับผู้ใช้บริการที่ต้องการสื่อสารข้อมูลส่วนตัวด้วยท่อสัญญาณขนาดใหญ่สามารถทำได้ด้วยการเช่าสายส่ง (leased line) ที่เป็นเส้นใยนำแสง

ระบบเส้นใยนำแสงสู่บ้าน หรือ FTTH มีพื้นฐานมาจากระบบ ISDN ที่มีการใช้เส้นใยนำแสงเชื่อมโยงไปยังบ้านผู้เช่า แต่ ISDN จะเน้นระบบสลับสายหรือสวิตซ์ (switching) ประกอบกับการเช่าคู่สายเส้นใยนำแสง เพื่อขอใช้บริการมีราคาสูงทำให้ระบบ ISDN ไม่เป็นที่นิยมของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่เป็นผู้ใช้ปลายทางทั่วไป แต่เนื่องจากปริมาณการสื่อสารข้อมูลที่เพิ่มขึ้น จึงมีการพัฒนาระบบ ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Loop) ขึ้นเพื่อให้ผู้เช่าสามารถใช้สายส่งทองแดงเดิมได้ในขณะเดียวกันก็สามารถสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้ในอัตราค่าบริการที่ไม่สูงนัก แต่เนื่องจากระบบ ADSL มีปัญหาในการให้บริการด้านการสื่อสารข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เช่น ข้อมูลภาพนิ่งที่มีความละเอียดสูงและ ข้อมูลภาพเคลื่อนไหว จึงทำให้เกิดการแข่งขันในการให้บริการแบบบรอดแบนด์ (Broadband) มากยิ่งขึ้นตามมาประกอบกับเทคโนโลยีของระบบสื่อสารด้วยเส้นใยนำแสงมีการพัฒนามากขึ้น จึงทำให้ระบบสื่อสารเชิงแสงมีราคาถูกลง ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคโนโลยี FTTH เข้ามาใช้สำหรับการให้บริการข้อมูลที่มีความเร็วสูง

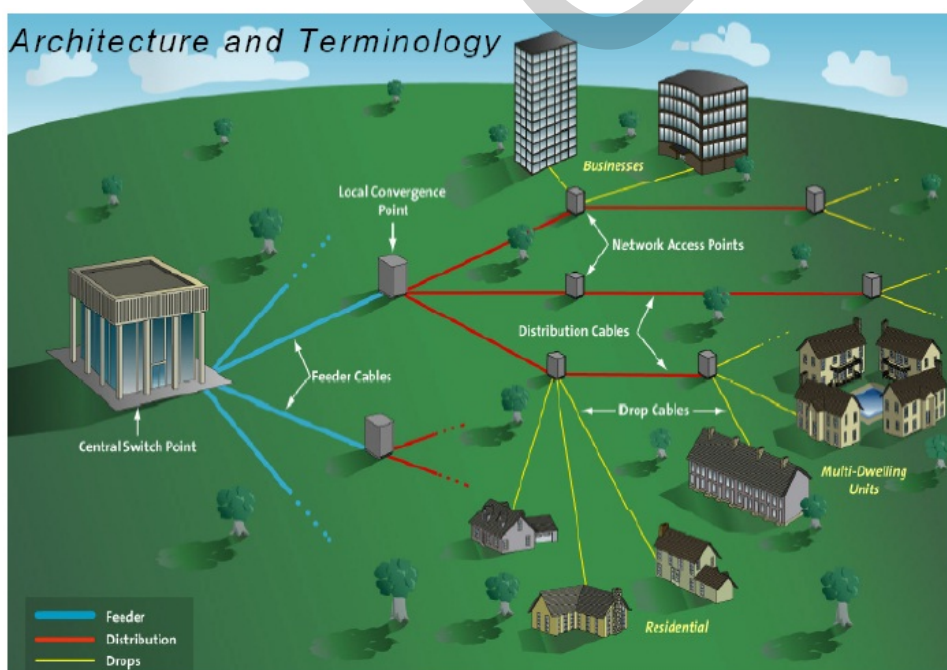
โครงสร้างทางเทคนิคพื้นฐานของระบบ FTTH จะมีชุมสายที่เป็นสำนักงานกลาง เรียกว่า CO (Central Office) หรือบางที่เรียกว่า HDT (Host Digital Terminal) หรือ HD (Head End) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับสัญญาณการให้บริการไปยังผู้ใช้ที่อยู่ในเขตควบคุมของ CO อีกทั้งยังต้องทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับระบบสื่อสารโทรคมนาคม เพื่อรับส่งข้อมูลไปยังที่อื่นตามความต้องการของผู้ใช้





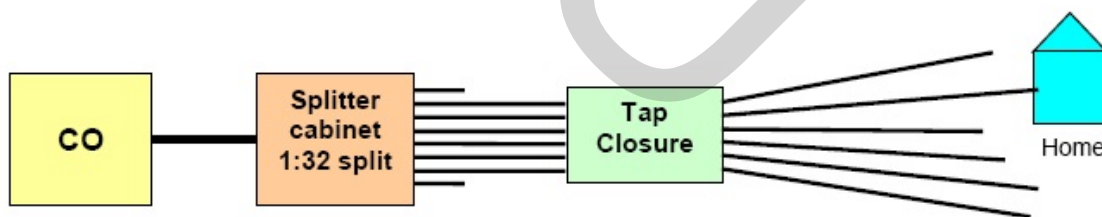
## รูปที่ 1 โครงสร้างทางเทคนิคพื้นฐานของระบบ FTTH

ภายใน CO จะประกอบด้วยอุปกรณ์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ประมวลสัญญาณ เช่น ตัดต่อหรือสลับสาย (switching) จัดหาเส้นทางการเดินทางของข้อมูล (routing) และอื่น ๆ ตามที่จำเป็น ระหว่าง CO กับบ้านผู้ใช้ เป็นงานข่ายสายตอนนอก ประกอบด้วยเส้นใยนำแสงเชื่อมโยงไปยังกลุ่มบ้านผู้ใช้ในลักษณะของการกระจาย (distribution) ไปยังชุมชนเข้าสู่บ้านผู้ใช้ตามลำดับ เส้นใยนำแสงที่ออกจาก CO ต้องมีความสามารถในการสื่อสารสัญญาณที่มีปริมาณมากข้อมูลมาก ๆ ได้ ส่วนของเคเบิลเส้นใยนำแสงส่วนนี้เรียกว่า **ฟีดเดอร์** (Feeder) เส้นทางการเดินของสายส่งเส้นใยนำแสงจากฟีดเดอร์จะถูกแยกออกเป็นเส้นทางย่อยเพื่อส่งข้อมูลไปยังชุมชนต่าง ๆ ส่วนของเคเบิลเส้นใยนำแสงส่วนนี้เรียกว่า **ดิสทริบิวชัน** (Distribution) ในแต่ละชุมชนหรือกลุ่มผู้ใช้ปลายทาง จะมีตัวแยกข้อมูลส่งผ่านสายส่งเส้นใยนำแสงไปแต่ละบ้าน โดยเฉพาะ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าการเข้าถึงหรือ **แอกเซส** (access) และสายเคเบิลเส้นใยนำแสงในส่วนของ access นี้จะถูกเรียกว่าเป็น **drop cable** (ในทำนองเดียวกับระบบโทรศัพท์สายทองแดง) ด้านปลายของเส้นใยนำแสงที่เข้าไปยังบ้านผู้ใช้ จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า **ONU** (Optical Network Unit) หรือบางคนเรียกว่า **ONT** (Optical Network Termination) เพื่อทำหน้าที่กระจายสัญญาณทั้งในรูปแบบของสัญญาณแสงและไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ใช้งาน ซึ่งอาจเป็น โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ โทรสาร หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้จำนวนอุปกรณ์ใช้งานในบ้านของผู้ใช้อาจมีได้มากกว่าหนึ่งอุปกรณ์ ขึ้นกับปริมาณข้อมูล(ความเร็ว)ที่ใช้บริการ และรูปแบบการให้บริการของผู้ให้บริการ (Operator)

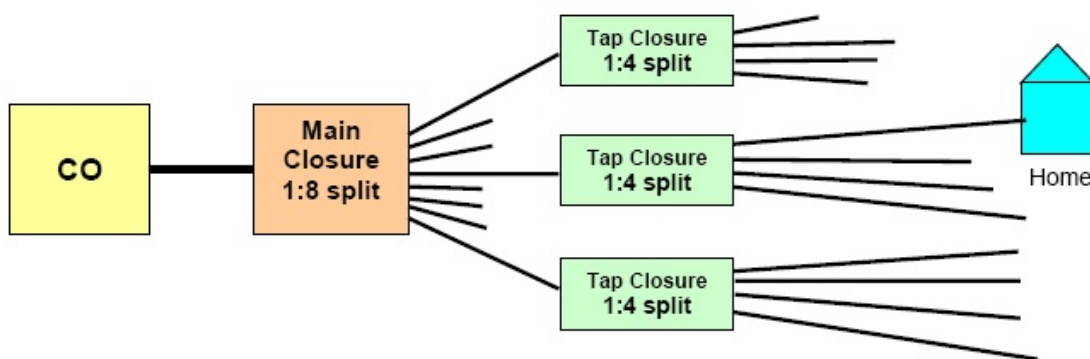


## รูปที่ 2 รายละเอียดโครงสร้างของ FTTH

โครงสร้างพื้นฐานสำคัญของระบบ FTTH เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงเส้นใยนำแสงจาก CO ไปยังบ้านผู้ใช้ระบบ FTTH มีจำนวนบ้านผู้ใช้เพิ่มขึ้นเท่าไร ก็จำเป็นต้องเชื่อมโยงเส้นใยนำแสงมากขึ้นเท่านั้น รูปแบบการเดินสายส่งสัญญาณจาก CO ไปยังบ้านผู้ใช้ มีลักษณะเป็นแบบ point-to-multipoint network (PTMPN) ซึ่งในระบบ FTTH สามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่แบบรวมศูนย์กลาง (Centralized Splitting) และแบบกระจาย (Distributed Splitting) ในลักษณะของการเดินสายส่งแบบรวมศูนย์กลาง ระบบการแยกสายไปยังชุมชนต่าง ๆ จะถูกแยกไปในลักษณะ 1 สาย ต่อ 1 ชุมชน และเมื่อไปถึงชุมชนต่าง ๆ เส้นใยนำแสงจะถูกแบ่งแยกเข้าไปยังบ้านผู้เช่าอีกทีหนึ่ง เครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ PON (Passive Optical Network) ที่ใช้ในระบบ FTTH อาจแบ่งแยกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก ตามลักษณะของตัวแยกแสง (splitter) ที่ใช้ เช่นระบบ PON ทั่วไปอาจใช้ตัวแยกแสงชนิด 1:4 หรือ 1:8 ระบบ EPON ใช้ตัวแยกชนิด 1:16 ในขณะที่ระบบ BPON ใช้ตัวแยกชนิด 1:32 โดยที่ระบบสามารถทำงานได้กับความยาวคลื่นแสงสูงสุดถึง 3 ความยาวคลื่น (1490 nm และ 1310 nm สำหรับข้อมูลเสียงและข้อมูลดิจิทัลที่เป็น data และ 1550 สำหรับข้อมูลภาพ) ที่ความเร็วสูงสุดประมาณ 622 Mb/s ปัจจุบัน เริ่มมีผู้ผลิตหลายรายพัฒนาระบบ GPON ขึ้นมา สำหรับทำงานกับตัวแยกแสง (splitter) ชนิด 1:64 ทั้งนี้ระบบ GPON ถูกออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณสูงขึ้น มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงถึง 2.4 Gb/s อีกทั้งยังสามารถให้บริการไปยังบ้านผู้ใช้ที่อยู่ห่างไกลจาก CO มากกว่า 30 กิโลเมตร ได้อีกด้วย



## รูปที่ 3 การแยกสายส่งสัญญาณแบบรวมศูนย์กลาง (Centralized Splitting)



## รูปที่ 4 การแยกสายส่งสัญญาณแบบกระจาย (Distributed Splitting)

### เทคโนโลยีดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (.NET Framework) คือแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างขึ้นโดยไมโครซอฟท์โดยรองรับภาษาดอตเน็ตมากกว่า 40 ภาษาซึ่งมีไลบรารีเป็นจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรมรวมถึงบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยไลบรารีนั้นได้รวมถึงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้การเชื่อมต่อฐานข้อมูลวิทยาการเข้ารหัสลับ อัลกอริทึมการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

โปรแกรมที่เขียนบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์กจะทำงานบนสภาพแวดล้อมที่บริหารโดย Common Language Runtime (CLR) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในดอตเน็ตเฟรมเวิร์กโดย CLR นั้นเตรียมสภาพแวดล้อมเสมือนทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องคำนึงถึงความสามารถที่แตกต่างระหว่างหน่วยประมวลผลต่างๆ และ CLR ยังให้บริการด้านกลไกระบบความปลอดภัยการบริหารหน่วยความจำ และ Exception Handling ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กนั้นออกแบบมาเพื่อให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ง่ายขึ้นรวดเร็วขึ้นและปลอดภัยขึ้นกว่าเดิม

ภาษาดอตเน็ต (.NET Language) เป็นประเภทภาษาโปรแกรมโดยโปรแกรมที่พัฒนาจะทำงานบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์กซึ่งไม่ว่าภาษาดอตเน็ตไหนที่ใช้ตัวแปลโปรแกรมจะทำการแปลมาเป็นภาษากลาง (MSIL) และเมื่อโปรแกรมถูกเรียกใช้ CLR ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก จะทำการแปลเป็นโค้ดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ ขั้นตอนนี้สามารถทำได้ในการแปลครั้งแรกเช่นกันหากต้องการ

ปัจจุบันนี้มีภาษาดอตเน็ตมีมากกว่า 40 ภาษาโดยไมโครซอฟท์ได้พัฒนาและรองรับภาษาดอตเน็ตหลักๆ คือ C#, VB.NET และ C++/CLI ซึ่งที่เหลือนั้นพัฒนาโดยผู้อื่น

### เอเอสพีดอตเน็ต (ASP.NET)

เอเอสพีดอตเน็ต (ASP.NET) คือเทคโนโลยีสำหรับพัฒนาเว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และเว็บเซอร์วิส โดยอยู่ภายใต้แนวคิด .NETFramework เป็นแนวคิดหนึ่งที่ไมโครซอฟท์พยายามเชื่อมโยงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกอย่างบนโลกมาเชื่อมโยงกันเหมือนตาข่ายที่อยู่ในระบบ .NET Framework เช่นอุปกรณ์พวก ปาล์มหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ASP (Active Server Pages) เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลคำสั่งบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ก่อนจะส่งผลลัพธ์กลับมายังเบราว์เซอร์ที่ร้องขอข้อมูลไปหลักการการทำงานของ ASP เน้นการทำงานอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์

เป็นหลัก และอยู่ในรูปแบบที่แน่นอน ASP จะทำงาน โดยมีตัวแปล และตัวเอ็กซิกิวต์ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server side Application) ส่วนการทำงานเบราว์เซอร์ของผู้ใช้เรียกว่า ฝั่งไคลเอนต์ (Client Side) การทำงานเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้ส่งความต้องการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทาง HTTP (HTTP Request) เช่น การค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล ในรูปของเอกสาร ASP ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่แปลคำสั่ง แล้วเอ็กซิกิวต์คำสั่งนั้น อาจมีการเรียกใช้ออบเจกต์คอมโพเนนต์ หรือ ADO เพื่อใช้สำหรับการทำงานกับฐานข้อมูล หลังจากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบเอกสาร HTML ส่งกลับไปให้เว็บเบราว์เซอร์เพื่อแสดงทางฝั่งผู้ใช้ต่อไป (HTML Response)

ASP.NET เป็นรุ่นถัดจาก Active Server Pages (ASP) แม้ว่า ASP.NET นั้นจะใช้ชื่อเดิมจาก ASP แต่ทั้งสองเทคโนโลยีนั้นแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงโดยไม่ใครซอฟต์แวร์นั้นได้สร้าง ASP.NET ขึ้นมาใหม่หมดบนฐานจาก Common Language Runtime (CLR) ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาสามารถเลือกใช้ภาษาใดก็ได้ที่รองรับโดยดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก เช่น C# และ VB.NET

### 1. รูปแบบไฟล์ ASPX

ASPX เป็นชื่อรูปแบบไฟล์ของหน้าแบบฟอร์ม ASP.NET โดยทั่วไปแล้วในไฟล์จะมีรหัสแบบ HTML หรือ XHTML ซึ่งใช้กำกับรูปแบบฟอร์มหรือเนื้อหาในหน้าเว็บ และในส่วนของโค้ดนั้นอาจจะอยู่ในหน้าเดียวกันในแท็กหรือบล็อก `<% -- รหัสที่ใช้ -- %>` (โดยในกรณีนี้จะคล้ายกับเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาเว็บอย่าง PHP และ JSP) หรือแยกอยู่ในหน้าโค้ดออกมาต่างหาก (Code behind) ASP.NET รองรับการใช้เขียนโค้ดในบรรทัดเดียวกันทั้งหมดในไฟล์ ASPX แต่วิธีนี้นั้นเป็นวิธีที่ไม่แนะนำ

### 2. ไฟล์รูปแบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับASP.NET มีดังนี้

2.1 ASCX – control ที่พัฒนาขึ้นมาเอง

2.2 ASMX – หน้าเว็บเซอร์วิส

2.3 ASHX – ตัวจัดการ HTTP ด้วยตนเอง

### 3. ข้อได้เปรียบหลักของ ASP.NET ระหว่าง ASP

3.1 โค้ดจะได้รับการ compiled ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น และช่วยจับข้อผิดพลาดในช่วงการออกแบบได้

3.2 ระบบการจัดการข้อผิดพลาด (Exception handling) ที่ดีขึ้นกว่าเดิม

3.3 ใช้วิธีการพัฒนาเว็บโวลต์แอปพลิเคชันอย่างการใช้ controls หรือ events ซึ่งทำให้การพัฒนาง่าย และดูดีขึ้น

3.4 มีหลากหลาย controls และไลบรารีพร้อมในการใช้งานให้เลือกเพื่อการพัฒนาที่สะดวก และรวดเร็วขึ้น

3.5 สามารถพัฒนาได้หลากหลายภาษาที่รองรับคอตเน็ต เช่น C#, VB.NET, J#

3.6 สามารถทำการแก้ไขได้ทั้งหน้าหรือส่วนหนึ่งของหน้าที่ต้องการ

3.7 สามารถแยกส่วนโค้ดออกมาต่างหากจากหน้ารูปแบบ

3.8 Session สามารถเลือกที่จะบันทึกในฐานข้อมูลได้ทำให้ Session ไม่สูญหายหากมีการรีเซตเว็บเซิร์ฟเวอร์

3.9 รองรับมาตรฐานเว็บดีขึ้นกว่าเดิมรวมถึงการทำงานร่วมกับ CSS

4. เครื่องมือในการพัฒนา นี้คือรายชื่อโปรแกรมจำนวนหนึ่งที่สามารถใช้ในการพัฒนา ASP.NET ได้

4.1 Visual Studio

4.2 Visual Web Developer 2005 Express Edition

4.3 ASP.NET Web Matrix

4.4 Expression Web

4.5 Macromedia Dreamweaver

4.6 Macromedia HomeSite

4.7 Microsoft Frontpage

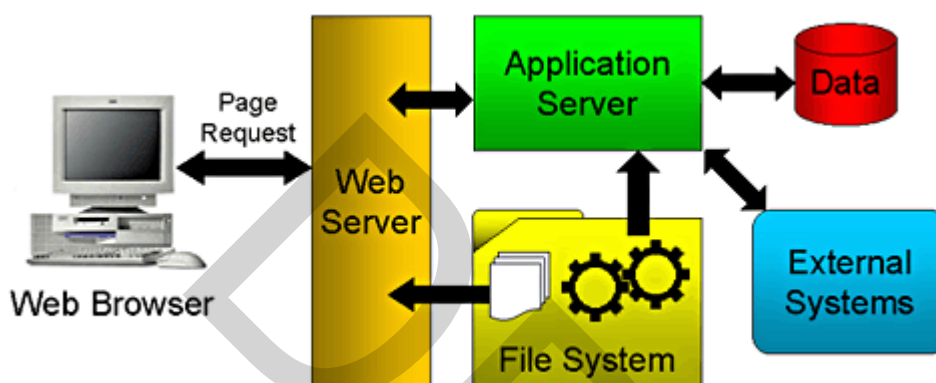
4.8 Delphi 2006

4.9 SharpDevelop

ADO.NET คือชุดส่วนประกอบซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเมอร์เพื่อเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในคอตเน็ตเฟรมเวิร์กแม้ว่าชื่อนั้นจะมาจากเทคโนโลยี ADO (ActiveX Data Object) แต่เนื่องจากได้มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมไปมากจนสามารถเรียกได้เป็นคนละผลิตภัณฑ์เลยทีเดียวโดยปกติแล้วจะใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแต่การเชื่อมต่อเข้ากับ Excel ไฟล์ XML หรือไฟล์ข้อความธรรมดาอื่นก็ทำได้เช่นกัน

### สถาปัตยกรรม Web Application

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือแอปพลิเคชันที่เข้าถึงด้วยเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตเป็นที่นิยมเนื่องจากความสามารถในการอัปเดต และดูแลโดยไม่ต้องแจกจ่าย และติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องผู้ใช้ จุดเด่นที่สำคัญของ Web Application คือ การทำงานที่หลากหลาย และไม่จำกัดพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นได้ทุกที่



รูปที่ 5 โครงสร้าง Web Application

ที่มา : <http://multimedia.udru.ac.th/homecs3/Namo/webapp1.html>

### สถาปัตยกรรมแบบ Client / Server

Client คือแอปพลิเคชันโปรแกรมที่ต้องการข้อมูลหรือบริการจากโปรแกรมอื่น โดยโปรแกรมที่ให้บริการจะรันอยู่บน Server

Server คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการให้บริการและข้อมูลแก่ Client โดย Server จะแปลความหมายของคำขอบริการแล้วนำข้อมูลนั้นส่งกลับไปยัง Client ระบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์เป็นระบบที่กระจายองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น

- Presentation Layer : ส่วนของการนำเสนอข้อมูลแสดงข้อมูลเพียงอย่างเดียว
- Presentation layer logic : ส่วนของการปรับแก้ Input
- Application logic layer : ส่วนของโปรแกรมและกฎเกณฑ์
- Data manipulation layer : ส่วนของการจัดการกับข้อมูลเช่น เพิ่ม ลบหรือดึงข้อมูลในส่วนที่ต้องการจากฐานข้อมูล
- Data layer : ส่วนของข้อมูลจริงไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องลูกที่เรียกว่าไคลเอนต์ 1 เครื่องหรือมากกว่า

## เทคโนโลยี Google Maps

โปรแกรม Google Maps เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม โดยโปรแกรม Google Maps ทำให้คนทั่วไปสนุกกับการใช้แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง ซึ่งส่งผลให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นที่รู้จักในวงกว้างมากขึ้น

Google Maps API ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในเว็บเพจ โดยเขียนเป็นรหัส HTML และ JavaScript สำหรับงานแผนที่ Google Maps API มีความสามารถด้านการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในลักษณะหมุดปัก (Push pin / Place marker) ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงข้อมูลประกอบแผนที่เมื่อคลิกที่ตัว push pin /marker นั้นๆ หรือองค์แผนที่แบบเส้น (Poly line) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground overlay) ส่วนประกอบพื้นฐานสำคัญคือแผนที่ และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดีซึ่งครอบคลุมทั่วพื้นผิวโลก ในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม Google Maps API เป็นโปรแกรมรหัสเปิด (Open source program) ในภาษาจาวาสคริปต์ จึงทำให้ผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าไปดูรายละเอียดของรหัสโปรแกรมได้สะดวกรวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขโปรแกรมได้ ทำให้ Google Maps API มีผู้ใช้กันอย่างกว้างขวาง เหตุผลสำคัญอีกสองอย่างที่ส่งเสริมให้มีผู้ใช้มากคือแผนที่ และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดีที่ใช้สนับสนุนการทำแผนที่ที่มีให้ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆอย่างกว้างขวาง

API ย่อมาจาก “Application Programming Interface” ซึ่งถือเป็นเสมือนประตูสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเข้าใช้ทรัพยากรบางอย่างหรือแอปพลิเคชันบางตัว Google Maps API เป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในเว็บเพจที่ต้องการ

Google API เป็น Web Service API แบบหนึ่งที่ Google เป็นผู้ให้บริการ Google API ประกอบด้วย

- Web Service Server ที่ให้บริการอย่าง Google Map ก็คือข้อมูลแผนที่
- Web Service Client คือโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาเพื่อเรียกใช้การทำงานของ

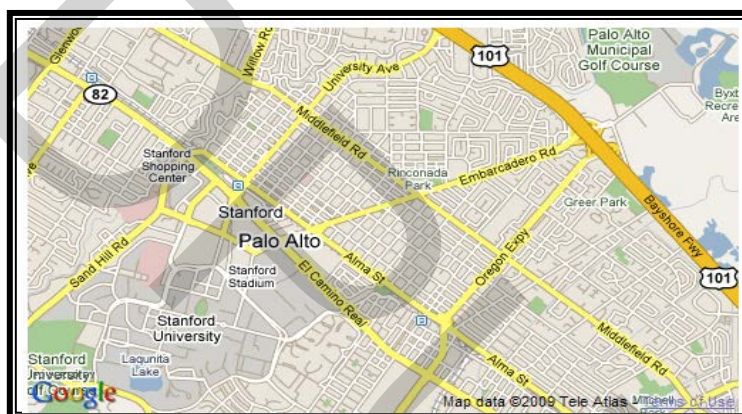
Web Service

Google Maps Mashup คือ Application ที่นำข้อมูลจากสองแหล่งขึ้นไปมาผสมรวมกัน กลายเป็นหนึ่งเดียวทำให้เกิดบริการรูปแบบใหม่ขึ้นมา โดยมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน ส่วนแรกคือ Application Program Interface (API) และทรัพยากรสนับสนุนจากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ และส่วนที่ 2 คือโปรแกรม และทรัพยากรของผู้พัฒนาแอปพลิเคชันนั้น (ติดตั้งอยู่ที่เว็บไซต์ของผู้พัฒนา) ตัวอย่างกรณีของ Google Maps Mashup ก็จะหมายถึงเว็บเพจที่นักพัฒนา

เว็บไซต์สร้างขึ้นให้มีส่วนประกอบที่เป็นแผนที่ที่สามารถทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ได้โดยมีแผนที่ฐานเป็นส่วนที่ Google จัดไว้ให้แล้วและมีข้อมูลแผนที่ของตนเองซ้อนทับในลักษณะหมุดปัก (ที่สามารถแสดงข้อความซึ่งแฝงอยู่เมื่อผู้คลิกที่หมุดเหล่านั้น)หรือลักษณะอื่นที่สลับซับซ้อนกว่านั้น

การสร้างแผนที่ให้เลื่อนภาพ

เป็นการทำให้แผนที่เคลื่อนตำแหน่งได้พร้อมมีแอนิเมชันแผนที่เมื่อเปิดแสดงผลแล้วจะนิ่งอยู่ 1 วินาที แล้วจะเลื่อนภาพไปยังตำแหน่งใหม่ เราสามารถสร้างองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้เพื่อควบคุมการใช้งานแผนที่ได้โดยใช้ Add Control method

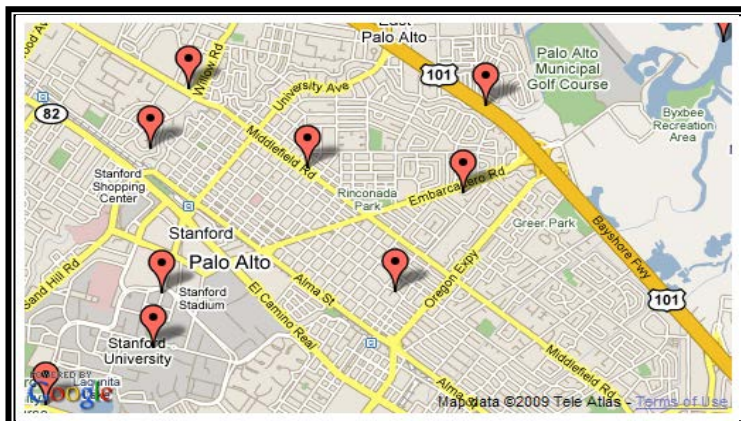


รูปที่ 6 ภาพที่ได้จากการสร้างให้แผนที่มีการเลื่อนตำแหน่ง

จากรูปที่ 6 ภาพที่ได้จากการสร้างให้แผนที่มีการเลื่อนตำแหน่ง โดยเมื่อทำการเปิดแสดงผลภาพจะหยุดนิ่งก่อน 1 วินาทีแล้วภาพจะทำการเลื่อนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ทุกๆ 1 วินาที

วัตถุซ้อนทับบนแผนที่ (Map **Overlays**) Overlays หมายถึงวัตถุที่สร้างขึ้นวางทับอยู่บนแผนที่ถนนและ/หรือภาพถ่ายดาวเทียมที่เป็นฉากหลัง (เช่น marker, polyline, polygon และ ground overlay) คำสั่ง GMarker (point) ทำหน้าที่เขียน marker ณ ตำแหน่งที่กำหนดด้วยค่าละติจูด-ลองจิจูดจากตัวแปร "point" โดยใช้สัญลักษณ์ปรียาย (default icon) ซึ่งมีลักษณะเป็นหมุดปักอยู่บนแผนที่





**รูปที่ 7** แสดงการวางวัตถุบนแผนที่และลักษณะของสัญกรหรือเครื่องหมายที่วางไว้บนแผนที่

จากรูปที่ 7 เป็นการแสดงการวางภาพซ้อนทับบนแผนที่และเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้จะสามารถวางไว้บนแผนที่ได้ตรงจุดที่เราต้องการวางเพื่อบอกรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับสถานที่ตั้งที่ทำการวางเครื่องหมายไว้

### ภาษา JavaScript

JavaScript เป็นภาษา script ที่ใช้งานบนเว็บเพจถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เว็บเพจสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้กันได้ดีขึ้น JavaScript จะเขียนเป็นฟังก์ชันสำหรับใช้งานต่างๆ เช่นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบฟอร์ม การคำนวณ การแสดงผล การรับ-ส่งข้อมูลสร้างลูกเล่นต่างๆ เช่น ปฏิทิน และที่สำคัญคือ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที JavaScript เป็นภาษาประเภท Interpreted Language ไม่ต้องมีการ compile ก่อน (คอมไพเลอร์จะแปลและทำงานตามคำสั่งแบบทีละบรรทัด) JavaScript เป็น Client-side Script ซึ่งจะประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ เช่น IE (version 3 ขึ้นไป), Firefox ซึ่งสนับสนุนการทำงานของ JavaScript อยู่แล้ว การที่ JavaScript ไม่ได้ถูกประมวลผลบนเครื่อง Web Server จะช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของ server และทำงานได้รวดเร็ว

ภาษาจาวาสคริปต์ถูกพัฒนาโดยเน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปได้ร่วมมือกับบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript

JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุหรือเรียกว่า อ็อบเจ็กต์โอเรียนเต็ล (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้เขียนเอกสารด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ ทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

1. Navigator JavaScript เป็น Client-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปล ทางฝั่งไคลเอนต์ (หมายถึงฝั่งเครื่อง คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นเครื่องพีซี เครื่องแมคอินทอช หรืออื่นๆ) จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไปเป็นส่วนใหญ่

2. LiveWire JavaScript เป็น Server-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปลทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (หมายถึงฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ โดยอาจจะเป็นเครื่องของ ชัน ซิลิคอน กราฟิกส์ หรือ อื่นๆ) สามารถใช้ได้เฉพาะกับ LiveWire ของเน็ตสเคปโดยตรง

### การทำงานร่วมกับ HTML

เนื่องจากจาวาสคริปต์เป็นการเขียนโปรแกรมที่ต้องทำงานร่วมกับ HTML จึงทำให้รูปแบบการเขียนเป็นการเขียนเพื่อนำไปแทรกใน HTML ไม่ใช่โปรแกรมที่แสดงผลหรือทำงานได้ทันทีด้วยตนเองหรือถึงแม้จะแสดงผลหรือทำงานได้ก็เกิดจากคำสั่งของ HTML ไม่ใช่คำสั่งของ จาวาสคริปต์ จึงต้องทำความเข้าใจการทำงานร่วมกันระหว่าง HTML กับจาวาสคริปต์เริ่มจากรูปแบบปกติของ HTML ดังต่อไปนี้

โครงสร้างของ HTML จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนที่เป็นส่วนหัว หรือเฮด (Head)
2. ส่วนที่เป็นส่วน แสดงผล หรือบอดี้ (Body)

ตัวอย่างโครงสร้างของ HTML

```
<html>
  <head>
    <title>ตัวอย่างรูปแบบ HTML ปกติ</title>           //ส่วนหัว (Head)
  </head>
  <body>
    สวัสดีครับ                                       //ส่วนแสดงผล (Body)
  </body>
</html>
```

### การเขียนโปรแกรมจาวาสคริปต์

การเขียนโปรแกรมจาวาสคริปต์เป็นการนำเอาสคริปต์ที่เขียนขึ้นเข้าไปแทรกในโครงสร้างของ HTML โดยที่โปรแกรมของจาวาสคริปต์จะไม่แสดงผลที่หน้าจอภาพ แต่จะถูกซ่อนอยู่ภายใต้เว็บเพจ Tag <Script> นี้จะใช้ได้ทั้งในส่วน Head และ Body ถ้าเป็นการประกาศฟังก์ชัน หรือกำหนดค่าตัวแปรจะนิยมทำในส่วนของ <Head>...</Head> แต่ถ้าเป็นคำสั่งให้ทำงานจริงจะใส่ในส่วนของ <Body>...</Body>

การแทรกโปรแกรม จาวาสคริปต์กระทำได้ดังนี้

```
<html>
<head>
<title>การเขียนจาวาสคริปต์แสดงกรอกรับข้อความ</title>
  <script language = javascript>
function chcolor( )
{
var a;
a = prompt ("Enter background color", "");
document.bgColor=a;
}
  </script>
</head>
</body>
</html>
```

### MS Visual Studio

ไมโครซอฟท์ วิวอลสตูดิโอ คือ เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม (Integrated Development Environment) โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น คำสั่ง Compile, Run พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์เว็บแอปพลิเคชัน และเว็บเซอร์วิส ระบบที่รองรับการทำงานนั้นมีไมโครซอฟท์ วินโดวส์ ฟ็อกเกตพีซี Smartphone และ เว็บเบราว์เซอร์ ในปัจจุบัน วิวอลสตูดิโอนั้นสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นภาษาคอตเน็ต ในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET, C++, C# และ J#

## Visual Basic .NET

วิชวลเบสิกดอตเน็ต (Visual Basic .NET) หรือ VB.NET เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำงานบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก Visual Basic.NET เป็นเวอร์ชันใหม่ล่าสุดของภาษา Visual Basic ซึ่งอยู่ในเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแพลตฟอร์ม .NET นั่นคือ Microsoft Visual Studio.NET สำหรับ VB.NET มีเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ต่างๆ เป็นไปได้ อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้หลายอย่างด้วยกัน ตั้งแต่โปรแกรม ธรรมดาทั่วไป โปรแกรมเกี่ยวกับฐานข้อมูล หรือโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต VB.NET เป็นเครื่องมือ ในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สร้าง Web Application และ XML Web Services

## MS SQL Server 2005 Express

MS SQL Server 2005 Express เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database management system หรือ RDBMS) จากไมโครซอฟท์ที่ได้รับการออกแบบสำหรับ สภาพแวดล้อมวิสาหกิจ MS SQL Server 2005 Express เรียกใช้บน T-SQL (Transact-SQL) ชุด ของส่วนขยายโปรแกรมจาก Sybase และ Microsoft ที่เพิ่มหลายส่วนการทำงานจาก SQL มาตรฐาน รวมถึงการควบคุมทรานแซคชัน exception และการควบคุมความผิดพลาด การประมวลผลแถว และการประกาศตัวแปร

ต้นกำเนิดคำสั่ง SQL Server ได้รับการพัฒนาโดย Sybase ในปลายทศวรรษ 1980 Microsoft, Sybase และ Ashton-Tate รวมมือในการผลิตเวอร์ชันแรกของผลิตภัณฑ์นี้เวอร์ชันแรก SQL Server 4.2 สำหรับ OS/2 นอกจากนี้ ทั้ง Sybase และ Microsoft เสนอผลิตภัณฑ์ MS SQL Server โดย Sybase เปลี่ยนชื่อผลิตภัณฑ์เป็น Adaptive Server Enterprise

MS SQL Server 2005 Express เป็นแพลตฟอร์มการค้าแบบสมัครวงจรมีระบบบริหาร ข้อมูลระดับเอนเตอร์ไพรซ์ พร้อมกับมีเครื่องมือระบบธุรกิจอัจฉริยะ (business intelligence -BI) ในตัวกลไกการค้าแบบสของ MS SQL Server 2005 Express ช่วยให้จัดเก็บข้อมูลรีเลชันแนล และ ข้อมูลที่มีโครงสร้างได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น และมีเสถียรภาพมากขึ้นรวมทั้งช่วยสร้าง และบริหาร แอปพลิเคชันข้อมูลประสิทธิภาพสูง

ในการบริหารจัดการฐานข้อมูลใน MS SQL Server 2005 Express นั้นประกอบไปด้วย การสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขเปลี่ยนแปลง การลบฐานข้อมูล และการกำหนดคุณสมบัติในส่วน ต่างๆ ของฐานข้อมูล ซึ่งเราสามารถทำได้ 2 วิธีคือ ใช้คำสั่ง Transact-SQL และใช้เครื่องมือชื่อ MS SQL Server Management Studio Express เป็นเครื่องมือที่มาแทนที่ Enterprise Manager ของ

MS SQL Server 2000 ซึ่ง MS SQL Server Management Studio Express เป็นเครื่องมือที่รวมเอาความสามารถของ Enterprise Manager กับ Query Analyzer เข้าไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถบริหารจัดการ MS SQL Server 2005 Instance ต่างๆ และใช้งานคำสั่ง Transact-SQL ได้ โดยไม่ต้องเปิดโปรแกรมหลายตัว ในการบริหารจัดการ MS SQL Server 2005 Instance ต่างๆ แม้ว่า Microsoft จะมีเครื่องมือ MS SQL Server Management Studio Express มาให้ใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวก แต่ทว่าในบางเหตุการณ์ที่ MS SQL Server Management Studio Express ไม่สามารถทำได้ตามที่เรต้องการ การใช้ Transact-SQL ก็เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

DPU

ภาคผนวก ข  
**Database ที่ออกแบบในงานวิจัย**

ตารางที่ 1 ตาราง ms\_detail

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
NoCore	int	NOT NULL	หมายเลขวงจร
CoreName	nvarchar(100)	NULL	ชื่อการใช้วงจร
IDSplitter	int	NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
PathStart	int	NULL	หมายเลขโหนดต้นทาง
PathEnd	int	NULL	หมายเลขโหนดปลายทาง
Distance	float	NULL	ระยะทางที่วัดได้
dBLoss	float	NULL	ค่าลดทอนสัญญาณในวงจร
IDStatus	int	NULL	หมายเลขสถานภาพ
Remark	nvarchar(50)	NULL	หมายเหตุ

ตารางที่ 2 ตาราง ms\_employees

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
ID_Employee	nvarchar(50)	NOT NULL	หมายเลขผู้ใช้งานระบบ
F_Name	nvarchar(50)	NULL	ชื่อผู้ใช้งานระบบ
L_Name	nvarchar(50)	NULL	นามสกุลผู้ใช้งานระบบ
ID_Role	nvarchar(50)	NOT NULL	หมายเลขสิทธิ์เข้าใช้งาน server
Password	nvarchar(50)	NULL	รหัสผ่าน login server
Zone	nvarchar(50)	NULL	เขตพื้นที่

ตารางที่ 3 ตาราง ms\_node

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDNode	int	NOT NULL	หมายเลข โหนด
NameNode	nvarchar(50)	NULL	ชื่อ โหนด
Latitude	float	NULL	ค่า Latitude
Longitude	float	NULL	ค่า Longitude
Status	nchar(10)	NULL	หมายเลขสถานภาพการใช้งาน 0 = ไม่ใช้งาน, 1 = ใช้งาน
Remark	nvarchar(50)	NULL	หมายเหตุการยกเลิกการใช้งาน

ตารางที่ 4 ตาราง ms\_path

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
PathName	nvarchar(50)	NULL	ชื่อเส้นทาง
PathStart	int	NOT NULL	หมายเลขโหนดต้นทาง
PathEnd	int	NOT NULL	หมายเลขโหนดปลายทาง
PathLong	float	NULL	ระยะทาง
CableLong	float	NULL	ความยาวสายเคเบิล
PathCore	int	NULL	จำนวนคอร์
PathTools	nvarchar(50)	NULL	เครื่องมือที่ใช้
PathVerifier	nvarchar(50)	NULL	ผู้ตรวจสอบ
PathDateVerifier	nvarchar(50)	NULL	วันที่ตรวจสอบ
PathColor	nchar(10)	NULL	สีเส้นทาง
Remark	nvarchar(MAX)	NULL	หมายเหตุ
subpathLat1	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 1
subpathLng1	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 1
subpathLat2	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 2
subpathLng2	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 2
subpathLat3	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 3
subpathLng3	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 3
subpathLat4	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 4
subpathLng4	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 4
subpathLat5	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 5
subpathLng5	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 5
subpathLat6	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 6
subpathLng6	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 6
subpathLat7	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 7
subpathLng7	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 7
subpathLat8	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 8
subpathLng8	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 8
subpathLat9	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 9
subpathLng9	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 9



ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
subpathLat10	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 10
subpathLng10	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 10
subpathLat11	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 11
subpathLng11	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 11
subpathLat12	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 12
subpathLng12	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 12
subpathLat13	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 13
subpathLng13	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 13
subpathLat14	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 14
subpathLng14	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 14
subpathLat15	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 15
subpathLng15	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 15
subpathLat16	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 16
subpathLng16	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 16
subpathLat17	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 17
subpathLng17	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 17
subpathLat18	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 18
subpathLng18	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 18
subpathLat19	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 19
subpathLng19	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 19
subpathLat20	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 20
subpathLng20	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 20
subpathLat21	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 21
subpathLng21	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 21

ตารางที่ 5 ตาราง ms\_roles

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
ID_Role	nvarchar(50)	NOT NULL	หมายเลขสิทธิ์
Role	nvarchar(50)	NULL	สิทธิ์การใช้งานระบบ เป็น user, super user หรือ admin

ตารางที่ 6 ตาราง ms\_splitters

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
IDCore	int	NOT NULL	หมายเลขวงจร
SplitterName	nvarchar(50)	NULL	ชื่ออุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
Type	nvarchar(50)	NULL	ประเภทอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
WaveLength	nvarchar(50)	NULL	ความยาวคลื่น
Loss	float	NULL	ค่าประมาณการการลดทอนสัญญาณของวงจร
dBLoss	nchar(10)	NULL	ค่าวัดจริงการลดทอนสัญญาณของวงจร
Detail	nvarchar(50)	NULL	รายละเอียด
Latitude	float	NULL	ค่า Latitude
Longitude	float	NULL	ค่า Longitude
Location	nvarchar(100)	NULL	ที่ตั้งอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
Zone	nvarchar(50)	NULL	เขตพื้นที่
SplitterpathLat1	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 1
SplitterpathLng1	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 1
SplitterpathLat2	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 2
SplitterpathLng2	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 2
SplitterpathLat3	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 3
SplitterpathLng3	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 3
SplitterpathLat4	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 4
SplitterpathLng4	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 4
SplitterpathLat5	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 5
SplitterpathLng5	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 5
SplitterpathLat6	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 6
SplitterpathLng6	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 6
SplitterpathLat7	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 7
SplitterpathLng7	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 7
SplitterpathLat8	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 8
SplitterpathLng8	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 8
SplitterpathLat9	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 9
SplitterpathLng9	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 9

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
SplitterpathLat10	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 10
SplitterpathLng10	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 10
SplitterpathLat11	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 11
SplitterpathLng11	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 11
SplitterpathLat12	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 12
SplitterpathLng12	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 12
SplitterpathLat13	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 13
SplitterpathLng13	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 13
SplitterpathLat14	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 14
SplitterpathLng14	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 14
SplitterpathLat15	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 15
SplitterpathLng15	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 15
SplitterpathLat16	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 16
SplitterpathLng16	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 16
SplitterpathLat17	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 17
SplitterpathLng17	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 17
SplitterpathLat18	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 18
SplitterpathLng18	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 18
SplitterpathLat19	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 19
SplitterpathLng19	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 19
SplitterpathLat20	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 20
SplitterpathLng20	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 20
SplitterpathLat21	nvarchar(50)	NULL	ค่า Latitude การกำหนดเส้นทางที่ 21
SplitterpathLng21	nvarchar(50)	NULL	ค่า Longitude การกำหนดเส้นทางที่ 21

ตารางที่ 7 ตาราง ms\_splittersType2

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
Split01	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 1
Split02	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 2

ตารางที่ 8 ตาราง ms\_splittersType4

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
Split01	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 1
Split02	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 2
Split03	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 3
Split04	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 4

ตารางที่ 9 ตาราง ms\_splittersType8

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
Split01	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 1
Split02	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 2
Split03	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 3
Split04	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 4
Split05	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 5
Split06	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 6
Split07	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 7
Split08	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 8

ตารางที่ 10 ตาราง ms\_splittersType16

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
Split01	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 1
Split02	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 2
Split03	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 3
Split04	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 4
Split05	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 5
Split06	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 6

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
Split07	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 7
Split08	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 8
Split09	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 9
Split10	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 10
Split11	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 11
Split12	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 12
Split13	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 13
Split14	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 14
Split15	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 15
Split16	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 16

ตารางที่ 11 ตาราง ms\_splittersType32

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDSplitter	int	NOT NULL	หมายเลขอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง
IDPath	int	NOT NULL	หมายเลขเส้นทาง
Split01	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 1
Split02	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 2
Split03	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 3
Split04	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 4
Split05	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 5
Split06	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 6
Split07	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 7
Split08	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 8
Split09	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 9
Split10	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 10
Split11	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 11
Split12	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 12
Split13	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 13
Split14	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 14
Split15	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 15
Split16	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 16

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
Split17	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 17
Split18	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 18
Split19	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 19
Split20	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 20
Split21	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 21
Split22	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 22
Split23	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 23
Split24	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 24
Split25	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 25
Split26	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 26
Split27	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 27
Split28	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 28
Split29	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 29
Split30	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 30
Split31	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 31
Split32	nvarchar(100)	NULL	รายละเอียดที่อยู่ปลายทางการใช้งานที่ 32

ตารางที่ 12 ตาราง ms\_status

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
IDStatus	int	NOT NULL	หมายเลขสถานภาพ
Statusname	nchar(10)	NULL	ชื่อสถานภาพของวงจร

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายจงเจริญ แจ่มมาก
ประวัติการศึกษา	2549 บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และ หัวหน้าระบบงานสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีไทยบริหารธุรกิจ