ระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง

ดวงกมล พันพลู

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2560

Fiber Optic Database Management Support System

Duangkamon Panplu

An Independent Study 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

2017

หัวข้อสารนิพนธ์ ระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง
ชื่อผู้เขียน ดวงกมล พันพลู
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์โทรคมนาคม
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการดำเนินการติดตั้งและตรวจสอบการใช้งานสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ของผู้ให้บริการโทรคมนาคมบางรายไม่ได้มีการจัดเก็บเป็นระบบฐานข้อมูล และไม่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพสายใยแก้วนำแสงที่เป็นระบบ ทำให้บริษัทที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานตรวจสอบดูแลสายใยแก้วนำแสงทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยจึงมีแนวคิดในการ พัฒนาระบบระบบเพื่อสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Database Management Support System) ขึ้นเพื่อจัดการปัญหาดังกล่าว

ระบบที่พัฒนาจะเข้ามาช่วยในการจัดเก็บฐานข้อมูลของสายใยแก้วนำแสง สามารถบอกค่าการลดทอนสัญญาณ (Loss) สถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ (Core) และแสดงรายงานเพื่อบอกประสิทธิภาพของสายใยแก้วนำแสง โดยสามารถบอกค่าลดทอนสัญญาณของแต่ละคอร์ ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าเมื่อใช้งานแล้วระบบจะมีความเสถียรหรือไม่ ทำให้บริษัทผู้รับผิดชอบสามารถงานมองเห็นภาพรวมและประเมินประสิทธิภาพสายใยแก้วนำแสงได้อย่างชัดเจน

จากการทดสอบการใช้งานระบบของช่างที่ดูแลส่วนงานสายใยแก้วนำแสงของบริษัทมหาชนที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และบริษัทที่อยู่ในเขตต่างจังหวัด โดยกลุ่มตัวอย่างมีขนาดกลุ่มละ 20 คน ผลการประเมินพบว่าระบบที่พัฒนาสามารถทำงานได้ครบทุกข้อตามวัตถุประสงค์ โดยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.89 และ 4.88 จากคะแนนเต็ม 5 ตามลำดับ

Thematic Paper Title	Fiber Optic Database Management Support System
Author	Duangkamon Panplu
Thematic Paper Advisor	Tanun Jaruvitayakovit, Ph.D
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2016

ABSTRACT

Presently, the installation and maintenance of optical fiber cables for some telecommunication service providers may not be recorded in the database system. As the result, there is no systematic optical fiber performance check. This causes the maintenance company responsible for the performance measurement of fiber optic cables cannot work perfectly. To solve such the problem, this research aims to design and develop the fiber optic database management support system to address the problem.

The developed system will collect the fiber optic information in database storage. The system can show the value of signal attenuation, fiber optic status for each core and show the performance report of each fiber optic core. Which the signal attenuation in each core., users can know that the system will have stability when working or not. The maintenance company that responsible for the job can see the overall figure and evaluate fiber optic performance clearly.

From Bangkok and upcountry optical fiber testing company, which 20 samples of each group, the system evaluated results show that the system was able to fulfill all setting objectives. The average score was 4.89 and 4.88 from 5, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์ รศ.ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุล คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบสารนิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่าง ๆ ให้เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณเพื่อน ๆ ร่วมรุ่นทุก ๆ คนที่คอยช่วยเหลือกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จ

ดวงกมล พันพลู

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 หลักการและเหตุผล..... 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.2 งานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง..... 11

3. การออกแบบและการพัฒนาระบบ..... 14

3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา..... 14

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 15

3.3 แผนการดำเนินงาน..... 16

3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน..... 17

4. การทดสอบระบบ..... 36

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 52

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 52

5.2 ข้อจำกัดของระบบ..... 52

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	56
ก. เอกสาร อ้างอิง ITU	57
ข. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสนับสนุน การจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง	62
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่ามาตรฐานค่าลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่นต่างๆ ของงานวิจัยนี้..... 5

2.2 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของงานวิจัย
และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสารนิพนธ์นี้..... 13

3.1 แผนการดำเนินงานการพัฒนา ระบบสนับสนุน
การจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง..... 17

3.2 แสดงข้อมูลฐานข้อมูลที่ออกแบบในระบบ..... 31

4.1 ผลการทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ
และการกำหนดสิทธ์..... 38

4.2 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง..... 41

4.3 ผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง..... 43

4.4 ผลการเพิ่มข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDR..... 44

4.5 ผลการตรวจสอบสายใยแก้วและการเปรียบเทียบข้อมูลสายใยแก้ว..... 46

4.6 ผลการออกรายงานเพื่อบอกประสิทธิภาพการใช้งานข้อมูลของสายใยแก้ว..... 47

4.7 จำนวนของช่างผู้วิเคราะห์ระบบทั้งหมด..... 48

4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลการใช้งาน
ระบบของช่างที่ดูแลส่วนงานสายใยแก้วนำแสงของบริษัทฯ
ในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 20 คน..... 49

4.9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลการใช้งานระบบของช่างที่ดูแล
ส่วนงานสายใยแก้วนำแสงของบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัด จำนวน 20 คน..... 49

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflect meter)..... 7
2.2 ค่าที่ได้จากเครื่อง OTDR..... 7
3.1 แผนภาพคอนเท็กซ์ ระบบจัดเก็บฐานข้อมูล
ค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสง..... 20
3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบที่ออกแบบ..... 21
3.3 ขั้นตอนการสร้างผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิเข้าใช้..... 23
3.4 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลของลูกค้า..... 24
3.5 ขั้นตอนการค้นหาข้อมูลของลูกค้า..... 25
3.6 ขั้นตอนการสร้างเส้นทางใหม่..... 26
3.7 แสดงขั้นตอนการตรวจบำรุงรักษาสายใยแก้วนำแสง..... 27
3.8 ลักษณะการทำงานของระบบการสนับสนุนการจัดการ
ฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง..... 28
3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง *ER-Diagram*..... 30
4.1 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มผู้ใช้งานระบบ
และการกำหนดสิทธ์เข้าใช้งานระบบ..... 37
4.2 หน้าจอการแก้ไขผู้ใช้งานระบบและการกำหนดสิทธ์เข้าใช้งานระบบ..... 37
4.3 รายชื่อและสิทธิ์การเข้าใช้งานระบบ..... 38
4.4 การสร้างข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดเส้นทางการติดตั้ง..... 39
4.5 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง..... 40
4.6 ผลการค้นหาข้อมูลลูกค้าด้วยเลขที่สัญญา..... 40
4.7 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง 5 รายการ..... 41
4.8 การเพิ่มข้อมูลลูกค้าและเส้นทางการติดตั้ง..... 42
4.9 ผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและเส้นทางการติดตั้ง..... 42
4.10 ข้อมูลเส้นใยแก้วและวิธีการเข้าหน้าการกรอกค่าลดทอนสัญญาณ..... 43
4.11 ผลการกรอกค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDR..... 44
4.12 หน้าจอสถานะของสายใยแก้วนำแสง..... 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.13 หน้าจอการพิมพ์รายงานสายเส้นใยแก้วนำแสง..... 47

4.14 กราฟแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความคิดเห็นของช่าง
ที่ดูแลงานสายใยแก้วนำแสงระหว่างบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพมหานคร
และบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัด..... 50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันสายใยแก้วนำแสง (Fiber optic) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลยุคใหม่ที่มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงมาก สามารถส่งข้อมูลได้คราวละมาก ๆ ในสายส่งขนาดเล็ก และสามารถรับส่งข้อมูลในระยะไกลได้ ปกติแล้วสายโยแก้วนำแสงจะถูกใช้ในโครงข่ายหลัก (Core network) ของผู้ให้บริการโทรคมนาคม แต่ในปัจจุบันผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบมีสาย (Fixed broadband operator) เริ่มติดตั้งสายใยแก้วนำแสงจนถึงบ้านผู้ใช้บริการ (Fiber To The Home – FTTH) แทนที่สายส่งเคเบิลทองแดง (Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL) แล้วในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ในตัวเมือง

สายใยแก้วนำแสงที่ใช้กันโดยทั่วไปแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ แบบซิงค์เกิ้ลโหมด (Single Mode: SM) ซึ่งใช้หลัก ๆ ในโครงข่ายผู้ให้บริการโทรคมนาคม และแบบมัลติโหมด (Multimode: MM) ซึ่งใช้หลัก ๆ เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์โครงข่ายภายในอาคาร สารนิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่สายใยแก้วนำแสงประเภทซิงค์เกิ้ลโหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายใยแก้วนำแสงที่มีการพาดสายตามเสาไฟฟ้าตามท้องถนน เพื่อเชื่อมต่อระหว่างสถานีให้บริการของผู้ให้บริการโทรคมนาคม ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องมีการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงเข้าหากันไม่ว่าในกรณีที่เป็นการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงในระยะทุก ๆ 4 กิโลเมตร หรือการเชื่อมต่อในกรณีที่สายใยแก้วนำแสงขาด อันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงมีชื่อเรียกว่าการสไปร์ (Splice) ซึ่งการสไปร์ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สายเกิดการลดทอนของสัญญาณแสง (Loss) ในสายใยแก้วนำแสง อย่างไรก็ตามค่าการลดทอนของสัญญาณที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะต้องไม่ทำให้ความแรงของสัญญาณแสงที่อุปกรณ์ปลายทางได้รับต่ำเกินกว่าค่ามาตรฐาน เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต้นทางและปลายทางได้ นอกจากการสไปร์สายใยแก้วนำแสงแล้ว การลดทอนของสัญญาณแสงอาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุอื่น ๆ เช่น จำนวนหัวต่อที่เพิ่มขึ้น การโค้งงอของสายใยแก้วนำแสง ความไม่สม่ำเสมอของโครงสร้างในสายใยแก้วนำแสง การต่อเชื่อมสายใยแก้วนำแสงที่ไม่ดี เป็นต้น ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ล้วนทำให้การสื่อสารไม่มีคุณภาพ สาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้มักเกิดหลังจากที่มีการใช้งานสายใยแก้วนำแสงไปแล้วช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นหลังจากการเริ่มใช้งานสายใยแก้วนำแสงแล้วเรื่องของการบำรุงรักษา (Maintenance) จึงสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบประสิทธิภาพของสายใยแก้ว

นำแสง ว่ามีการส่งสัญญาณเป็นอย่างไร และปัจจุบันผู้ดูแลบำรุงรักษาสายใยแก้วนำแสงยังไม่มีระบบสนับสนุนการจัดเก็บฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสงอย่างเป็นระบบ เพราะยังใช้การบันทึกลงใน Microsoft Excel อาจทำให้มีความยุ่งยากในการจัดเก็บ และยากต่อการค้นหาข้อมูลสายใยแก้วย้อนหลัง

สารนิพนธ์ฉบับนี้ใช้กรณีศึกษาของบริษัท แอ็ดวานซ์ อินฟอร์เมชั่นเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) และ ห้างหุ้นส่วนจำกัด จี แอนด์ เอ็น เทเลคอม ซึ่งทั้ง 2 บริษัทเป็นบริษัทผู้รับจ้างทำงานกับหน่วยงานภาครัฐ (บริษัท กสท โทรคมนาคมจำกัด(มหาชน)) มีหน้าที่วางระบบ และดูแลระบบ ซึ่งระบบสายใยแก้วนำแสงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่มีระบบฐานข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาที่สามารถประเมินประสิทธิภาพสายใยแก้วนำแสง และ ไม่สามารถเปรียบเทียบค่าความแรงสัญญาณแสงที่ควรจะเป็นทางทฤษฎีกับค่าที่วัดจริงของสายสัญญาณได้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทราบได้ว่าสายใยแก้วนำแสงที่ติดตั้งนั้นได้มาตรฐานที่ควรจะเป็นหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสนับสนุนการติดตั้งและดูแลรักษาโครงข่ายสายใยแก้วนำแสงนี้ขึ้นมา เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง เพื่อจัดเก็บค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงแต่ละคอร์ (core) จากการวัดจริงด้วยเครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflector) และสามารถเปรียบเทียบกับค่าความแรงสัญญาณที่ควรจะเป็นทางทฤษฎี ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งหรือการใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. สามารถคำนวณทางทฤษฎีเพื่อหาค่าการลดทอดสัญญาณ ของสายใยแก้วนำแสง และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจริงได้

2. สามารถนำฐานข้อมูลที่ได้ไปแสดงรายงานในรูปแบบอย่างง่ายเพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของสายใยแก้วนำแสง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งสายใยแก้วนำแสงในเส้นทางที่ต้องการตรวจสอบ

2. ออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่าความแรงสัญญาณแสงที่วัดได้จากเครื่อง OTDR และค่าที่คำนวณทางทฤษฎี

3. ระบบที่พัฒนารองรับการบำรุงรักษาสายใยแก้วนำแสง ซึ่งมีการตรวจวัดคุณภาพสัญญาณทุก ๆ 3, 6 และ 12 เดือน ขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบงานนั้นๆ

4. ระบบที่พัฒนาสามารถเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณทางทฤษฎีที่ควรจะเป็นกับค่าที่วัดได้จริงด้วยเครื่อง OTDR เพื่อบอกว่าสายใยแก้วนำแสงแต่ละคอร์พร้อมใช้งาน หรือมีความผิดปกติหรือไม่

5. ระบบสามารถแสดงรายงานผลการตรวจวัดค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงแต่ละคอร์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงพื้นฐานการทำงานของระบบสายใยแก้วนำแสง รวมถึงเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ได้ต้นแบบระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง
3. ได้เครื่องมือที่สามารถเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณทางทฤษฎีกับทางปฏิบัติ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในสารนิพนธ์ฉบับนี้มีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยในการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดและแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สายใยแก้วนำแสง [1, 2]

ปัจจุบันสายใยแก้วนำแสงใช้เป็นสื่อสัญญาณ (Transmission) ในโครงข่ายหลักของผู้ให้บริการโทรคมนาคม เนื่องจากสายใยแก้วนำแสงมีความจุของช่องสัญญาณ (Capacity) สูงมาก มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ยืดหยุ่นโค้งงอได้ และสามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะไกล สายใยแก้วนำแสงทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้สามารถส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมากได้ระยะทางได้เกิน 100 กิโลเมตร ในหนึ่งช่วง และเนื่องจากแสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล ทำให้สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก ไม่สามารถรบกวนความชัดเจนของข้อมูลได้ สายใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่น ๆ ในการส่งข้อมูล

2.1.2 การลดทอนสัญญาณสายใยแก้วนำแสง [3]

การลดทอนของสายใยแก้วนำแสงมีค่าเป็นเดซิเบล (dB) ของสายใยแก้วนำแสงที่ Type G.652D และ G.655 โดยมีสูตรดังนี้

การคำนวณค่าลดทอนสัญญาณในสายใยแก้วนำแสง

$$\text{Total Loss (dB)} = (2 \times \text{TLoss}) + (\text{DFiber} \times \text{Att.Fiber}) + (N \times \text{SLoss}) \quad \text{..... (2.1)}$$

คำอธิบาย

TLoss = ค่าการสูญเสียที่จุด Connector (Termination)

= 0.5 dB. (ค่ามาตรฐาน)

DFiber = ระยะของสายใยแก้วนำแสง (Km) (Distance)

Att.Fiber = ค่าการลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงในแต่ละความยาวคลื่น (Attenuation)

SLoss = ค่าการสูญเสียที่จุดต่อสายใยแก้วนำแสง (Splice Loss)

= 0.05 dB. (ค่ามาตรฐาน)

N = จำนวนจุดต่อสายใยแก้วนำแสงทั้งหมด (Number of splice)

ค่ามาตรฐานของค่าลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่น ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่ามาตรฐานค่าลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้

Type	**ค่าลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่น (Att.Fiber)**		
	1310 nm.	**1550 nm.**	**1625 nm.**
G.652D	0.33 dB./Km.	0.20 dB./Km.	-
G.655	-	0.275 dB./Km.	0.35 dB./Km.

2.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล [4, 5, 6]

การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การจัดการข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การคำนวณ การนำเสนอข้อมูล เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์

การวิเคราะห์หาคุณภาพแบบสอบถามจากผู้ดูแลงาน

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard Deviation) การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในกรณีข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่สามารถหาได้จากสูตร

สูตรที่ 1

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$: กรณีที่ข้อมูลเป็นข้อมูลตัวอย่าง (sample)

สูตรที่ 2

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(\text{N}-1)}}$$: กรณีข้อมูลเป็นข้อมูลประชากร

คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x_i^2$ คือ ผลของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

X_i คือ ข้อมูล (ตัวที่ 1,2,3,...n)

$\overline{\text{X}}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

N คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

หมายเหตุ. ในกรณีที่ $\bar{X}$ เป็นทศนิยมทำให้เกิดความยุ่งยากในการคำนวณ จึงควรเลือกใช้สูตรที่ 2

2.1.4 ค่าการลดทอนในสายใยแก้วนำแสง [7]

สาเหตุหลักของค่าการลดทอนในสายใยแก้วนำแสงเกิดจาก

ไฟไหม้สายใยแก้วนำแสง

หนู กระรอกกัดแทะ

การโค้งงอของสายใยแก้วนำแสง

การเอาสายใยแก้วนำแสงที่มีขนาดต่างๆ มาเชื่อมต่อกัน ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังแสงได้

การติดตั้งสายไม่ถูกวิธีหรือไม่เรียบร้อย

การสูญเสียเนื่องจากการเข้าหัว Connector และทำ Splice ไม่ดี

ปัญหาสกปรก หรือ Contamination บน Connector (ปัญหาที่เกิดบ่อยที่สุด

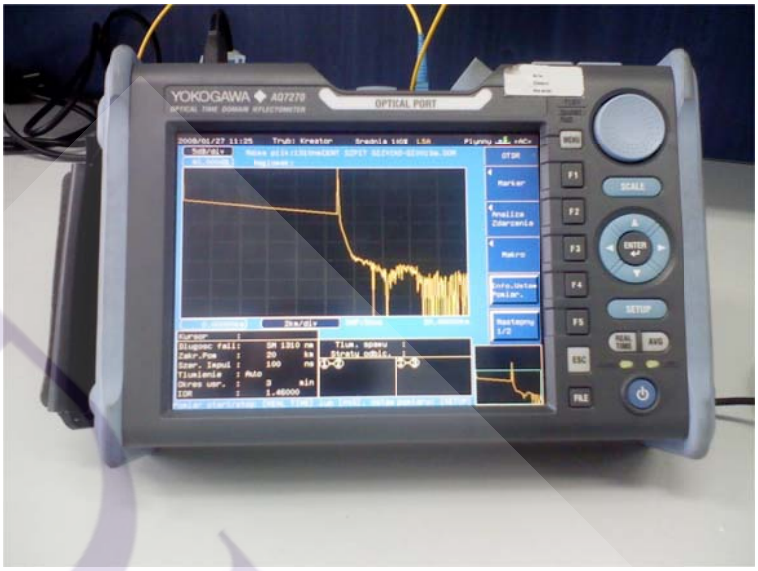
การติดตั้ง Connector ที่ไม่ถูกต้องไม่เรียบร้อย

การชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของ Connector

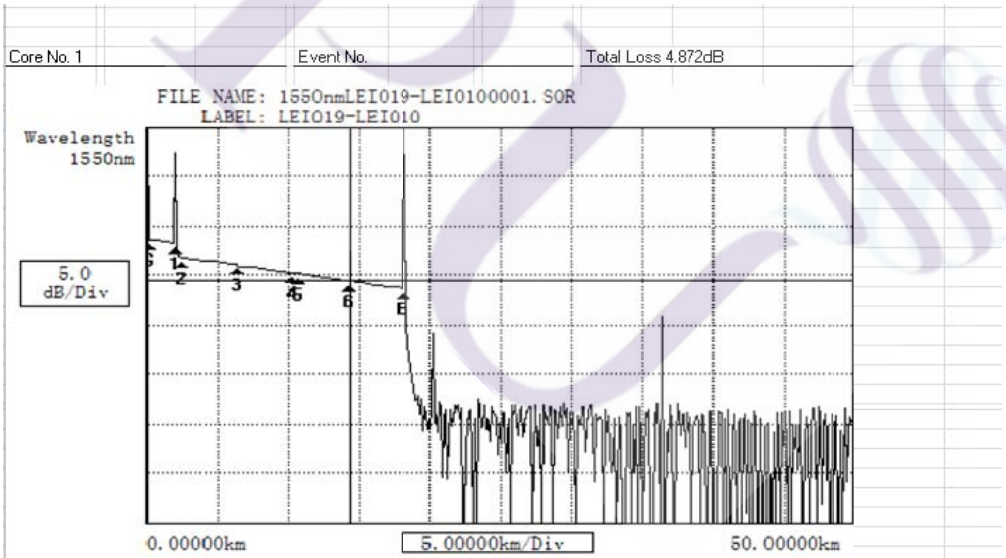
2.1.5 เครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) [8, 9

เครื่อง OTDR ใช้วัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ภายในโครงข่ายสายใยนำแสงสัมพันธ์กับความยาวโดยนำปลายหัวต่อด้านหนึ่งของสายใยนำแสงที่ต้องการวัดต่อเข้ากับเครื่อง OTDR โดย

เครื่อง OTDR มีลักษณะภายนอกดังภาพที่ 2.1 ส่วนของตัวอย่างค่าที่วัดได้จากเครื่อง OTDR แสดงอยู่ในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 เครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflect meter)



<< Event List >>

EVENT No.	DISTANCE (km)	SECTION Dist.(km)	SPLICE LOSS(dB)	RETURN LOSS(dB)	REFLECTION(dB)	CUM LOSS (dB)	SLOPE (dB/km)	EVENT TYPE	IOR
1	2.03284	---.-----	1.230	36.720	9.177	0.334	0.173	R	1.46000
2	2.48458	0.45174	0.050	---.---	---.---	1.720	0.345	S+	1.46000
3	6.35314	3.86855	0.129	---.---	---.---	2.472	0.181	S+	1.46000
4	10.18884	3.83570	-0.012	---.---	---.---	3.311	0.185	S-	1.46000
5	10.64469	0.45585	0.045	---.---	---.---	3.381	0.181	S+	1.46000
6	14.26684	3.62215	0.063	---.---	---.---	4.095	0.185	S+	1.46000
END	18.15182	3.88498	---.---	19.067	17.972	4.872	0.184	R	1.46000

2.1.5.1 หลักการทำงานของเครื่องตรวจสอบสายใยแก้วนำแสง OTDR

เครื่อง OTDR อาศัยหลักการการสะท้อนของแสงที่เดินทางในสายใยแก้วนำแสงเทียบกับเวลาซึ่งแสงเดินทางย้อนกลับมายังด้านต้นทางที่แสงเข้า

2.1.5.2 การใช้งานของเครื่อง OTDR

1. OTDR พารามิเตอร์ (OTDR Parameters) ก่อนทำการตรวจวัดสายใยแก้วนำแสงจำเป็นต้องกำหนดการทำงานของเครื่องก่อน โดยการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องซึ่งต้องเลือก หรือทำการปรับฟังก์ชันต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อให้การวัดค่าได้ถูกต้องที่สุด ซึ่งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่อง OTDR ในส่วนต่อไปนี้แสดงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ OTDR รุ่นทั่วๆไป

1.1 ความยาวคลื่น (Wavelength) เครื่อง OTDR สามารถเลือกความยาวคลื่นแสงที่ใช้สาหรับตรวจสอบสายใยนำแสงได้ ปกติความยาวคลื่นแสงที่นิยมใช้อยู่ในช่วง 1,310 และ 1,550 นาโนเมตรขึ้นกับชนิดของสายใยแก้วนำแสงที่ต้องการตรวจสอบ

1.2 ระยะของสายใยแก้วนำแสง (Fiber Distance) ในการกำหนดค่าการวัดที่อาศัยหลักการของเวลานี้การกำหนดค่าระยะของการวัดนี้ควรกำหนดให้มีค่าระยะมากกว่าความยาวจริงที่ต้องการวัดค่านี้มีความสำคัญมากหากกำหนดระยะให้กับเครื่องสั้นเกินไปทำให้เครื่องเริ่มส่งพัลส์ใหม่และรอบของการตรวจวัดการกระเจิงกลับก่อนที่การสะท้อนที่ปลายจากการตรวจสอบก่อนหน้านี้ได้รับ เป็นสาเหตุให้ปลายที่สะท้อนผิดพลาดไป หรือปรากฏบางสิ่งที่บริเวณตรงกลางของสายใยแก้วนำแสงแต่หากกำหนดระยะให้กับเครื่องยาวเกินไปก็ทำให้การวัดผิดพลาดเช่นกัน ถ้าหากกำหนดระยะมากกว่าเป็น 2 เท่าของความยาวของเคเบิลจริง อาจเกิดการสะท้อนซ้ำเกิดขึ้นหลังจากการสะท้อนที่ปลายของเคเบิลแล้วปรากฏบนหน้าจอของเครื่อง OTDR อีกได้ อีกทั้งยังทำให้การวัดช้าลงอีกด้วยโดยทั่วไปควรกำหนดค่าระยะสัมพันธ์กับความยาวของเคเบิลที่ทำการวัด

1.3 เวลา (Time) เวลาที่เราต้องการให้เครื่องใช้ในการตรวจสอบสายใยแก้วนำแสงการเลือกเวลามากก็จะยิ่งทำให้ผลการตรวจสอบมีความละเอียดมากขึ้น

1.4 หน่วย (Unit) เครื่องสามารถเลือกได้ว่าวัดหน่วยความยาวเป็นเมตร กิโลเมตร ฟุต กิโลฟุต และไมล์ เป็นต้น

2. การประยุกต์ใช้เครื่อง OTDR

2.1 การตรวจสอบม้วนเคเบิลเส้นใยนำแสง บริษัทด้านการสื่อสารโทรคมนาคมหลายบริษัทด้านการสื่อสารโทรคมนาคมหลายบริษัทได้นำเครื่อง OTDR ใช้ตรวจสอบสายใยแก้วนำแสงก่อนทำการวางสาย เนื่องจากเคยพบปัญหาว่าหลังทำการวางระบบไปแล้วพบว่าสายเคเบิลกลับมีปัญหา

2.2 การประเมินค่าเคเบิลใหม่ก่อนทำการติดตั้งหลังจากทำการวางสายเคเบิลไปแล้ว ก็ยังควรต้องมีการตรวจสอบอีกครั้ง เนื่องจากหลังทำการติดตั้งแล้วซึ่งย่อมต้องมีการสูญเสียเนื่องจากการเชื่อมต่อแบบต่าง ๆ ในแต่ละจุดการสะท้อนการโค้งงอของสายใยแก้วนำแสง ค่าการลดทอนต่าง ๆ และค่าอันเกิดจากการวางระบบในแต่ละครั้งอื่น ๆ จำเป็นต้องบันทึกค่าเริ่มต้นไว้ทุกครั้งเพื่อเป็นมาตรฐานในการติดตั้งครั้งต่อไปตลอดจนทราบค่าการลดทอนในระบบนั้น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการซ่อมแซมอันต้องเกิดขึ้นในอนาคตว่าการลดทอนรวมต้องอยู่ในค่าที่ยังยอมรับได้ก่อนรื้อระบบทิ้งไปและเปลี่ยนเคเบิลเส้นใหม่มาแทน

2.3 การประเมินค่าเส้นทางที่สงสัยว่าเกิดปัญหา ถ้าการส่งผ่านสัญญาณเกิดการผิดพลาดในบริเวณหนึ่ง ๆ เครื่อง OTDR สามารถยืนยันได้ว่าสายใยแก้วนำแสงนั้นกำลังทำงานถูกต้องหรือผิดพลาด

2.4 ตำแหน่งที่เกิดการผิดพลาด เครื่อง OTDR สามารถระบุตำแหน่งที่เกิดการผิพลาดได้อย่างถูกต้อง

2.1.6 รายละเอียดงานตรวจสอบ และซ่อมแซมดูแลรักษาระบบสายใยแก้วนำแสง

1. ประเภทชนิดของสายสายใยแก้วนำแสง และจำนวนคอร์ ที่มีปัญหาต้องแก้ไขปรับปรุง
2. ระยะสาย และเส้นทางในการเดินสายติดตั้ง
3. จำนวนคอร์ของสายใยแก้วนำแสง
4. ประเภทของสายใยแก้วและค่าความยาวคลื่น
5. จำนวนจุดเชื่อมต่อ หรือจุดพักสาย
6. ปัญหาที่เกิดขึ้นและตำแหน่งหรือระยะสายใยแก้วนำแสงที่เกิดปัญหา
7. รายละเอียดของสถานที่ทำงาน

2.1.7 ฐานข้อมูลและระบบการจัดการฐานข้อมูล [10]

ฐานข้อมูล (Database) เป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และมีซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการข้อมูลช่วยในการจัดเก็บ และค้นหาข้อมูลโดยโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ฐานข้อมูลและระบบการจัดการฐานข้อมูลมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Minimum Redundancy) ระบบฐานข้อมูลจะมี ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ดูแลจัดการข้อมูลทำให้สามารถควบคุมการเกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

2. มีความอิสระของข้อมูล (Data Independence) เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้งานกับข้อมูลที่เขียนขึ้นมา จะสามารถสร้างข้อมูลนั้นขึ้นมาใช้

ใหม่ได้โดยไม่กระทบต่อฐานข้อมูล นั่นคือการใช้ฐานข้อมูลจะทำใช้เกิดความอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้งาน

3. สนับสนุนการใช้ข้อมูลร่วมกัน (Improved Data Sharing) ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลในระบบได้ทุกข้อมูล

4. มีความคล่องตัวในการใช้งาน (Improved Flexibility)

5. มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (High Degree of Data Integrity) จะให้ผู้ที่ได้รับอนุญาตเข้าไปใช้งานเท่านั้น โดยผู้ใช้งานจะต้องถูกกำหนดสิทธิ์ไว้ก่อน

การออกแบบระบบฐานข้อมูล เพื่อให้มีการจัดการข้อมูลต่างๆ สามารถรวบรวมและสรุปข้อมูลที่มีรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อสร้างสารสนเทศให้กับผู้บริหารไม่ว่าจะเป็นการสรุปผล การวิเคราะห์ การวางแผน เป็นต้น

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การออกแบบระบบ

นลินี (2456) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การออกแบบระบบที่นิยมใช้งานมีด้วยกัน 3 แบบคือ Data Flow Diagram (DFD), Data Dictionary (DD) และ Entity Relationship Diagram (ERD)

Data Flow Diagram เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ระบบซึ่งเป็นการมองภาพรวมของระบบ สามารถแบ่งระบบให้เป็นระบบย่อยๆ ได้ง่ายขึ้น DFD เป็นภาพแสดงการไหลและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล สัญลักษณ์ ที่ใช้ในการออกแบบส่วนมากมีดังนี้

Start หรือ End เป็นสัญลักษณ์รูปวงรียาว แสดงการเริ่มต้นหรือจบ Flowchart

Processing เป็นสัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นการประมวลผลทั่วไป

Input/output Data เป็นสัญลักษณ์รับหรือแสดงข้อมูลโดยไม่ระบุชนิดอุปกรณ์

Decision เป็นสัญลักษณ์การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อการตัดสินใจ เปรียบเทียบ (จะมีทิศทาง 2 ทิศทางคือกรณีที่ผลตรวจสอบเงื่อนไขเป็นเท็จและเป็นจริง)

Document Output เป็นสัญลักษณ์การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์

Data Flow เป็นสัญลักษณ์ แสดงถึงทิศทางการไหลของข้อมูล

การเขียน DFD จะมองขอบเขตของระบบจากจุดใหญ่ ๆ ภายในระบบและมองลึกลงไปในรายละเอียดส่วนย่อยๆ เป็นลำดับชั้น โดยลำดับที่ศูนย์เป็นการมองภาพรวมของระบบอย่างกว้างๆ ลำดับที่หนึ่ง สอง และสามเป็นลำดับย่อยที่ลึกลงไปตามลำดับ

Data Dictionary เป็นการออกแบบ ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบจะบอกถึงชนิดของข้อมูลที่เข้าสู่ระบบ เช่น ชื่อ ชนิด รูปแบบ การใช้และการจัดการฐานข้อมูล Data Dictionary จะถูกใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูล ภายใน Data Dictionary จะแสดงรายละเอียดของข้อมูล

สัญลักษณ์ของบุคคล องค์กร หรือระบบงาน ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ โดยทั่วไปจะมี 4 แบบคือ ข้อมูลย่อย กลุ่มข้อมูล ไฟล์ข้อมูล กลุ่มข้อมูล และกระบวนการประมวลผล คุณสมบัติของ Data Dictionary มีดังนี้ คือ ง่ายต่อการดูแลรักษา ชื่อและความหมายมีความสมบูรณ์ในตัวเอง สะดวกรวดเร็วในการเก็บและเรียกใช้ข้อมูล

Entity Relationship Diagram (E-R Diagram) ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลย่อยที่มีความสัมพันธ์กันในรูปตาราง (Table) แบบ 2 มิติ โดยแบ่งเป็น Row และ Column โดยแต่ละแถวจะใช้เก็บข้อมูล 1 เรคคอร์ด แต่ละ Column จะใช้เก็บค่าของฟิลด์ต่าง ๆ ของข้อมูล โดยที่แต่ละ Table จะมีการระบุคีย์ฟิลด์ หรือคีย์หลัก (Primary Key) สำหรับให้ค้นหาข้อมูลจาก Table และมีการสร้าง Relation ระหว่าง Table

2.1.8 แนวความคิดเกี่ยวกับโปรแกรม PHP [11, 12] ภาษา PHP นั้นเป็นเป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นแบบ Open source PHP เป็นสคริปต์แบบหนึ่งเรียกว่า Server Side Script ที่ประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้วส่งผลลัพธ์ไปฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านเว็บบราวเซอร์ ปัจจุบัน PHP ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการนำมาช่วยพัฒนางานบนเว็บที่เรียกว่า Web Development หรือ Web Programming หน้าที่หลักของ PHP คือ เป็นตัวประมวลผลคำสั่ง หรือโปรแกรมที่เราเขียนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาตามที่ต้องการ และยังมีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือมีการสนับสนุนในการใช้งานได้ที่หลากหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Windows 95/98/2000, Linux และ เว็บเซิร์ฟเวอร์นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมฐานข้อมูล ที่เป็นตัวเสริมการทำงานเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบเว็บ ในเอกสารเล่มนี้เลือกใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล

2.2 งานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลงานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาได้พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอยู่สามงาน คือ

2.2.1 การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายสายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร [14] จากการศึกษาพบว่างานวิจัยนี้สามารถออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายสายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคารและสามารถพัฒนาระบบให้มีการเชื่อมต่อกับแผนที่ Google Maps ได้

ข้อดีของงานวิจัย

ช่วยให้เราสามารถเรียกดูเส้นทางและข้อมูลสายใยแก้วนำแสงได้ทุกที่ที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ต สามารถแสดงแจ้งจำนวนคอร์ ค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ได้

ข้อจำกัดของงานวิจัย

ระบบที่พัฒนายังไม่มีช่องให้เก็บข้อมูลสำหรับการดูแลรักษาหรือซ่อมบำรุงในกรณีมีการ maintenance สายใยแก้วนำแสง และ เส้นทางสายใยแก้วที่ค้นหาใช้ข้อมูล Location เดียวกับ Google Maps ซึ่งมีเส้นทางตามเส้นถนน กรณีถนนโค้งไปมาทำให้ข้อมูลสายใยแก้วที่ได้ไม่ชัดเจน 100% และ หากมีสายใยแก้วที่มีจำนวนคอร์มากก็จะไม่สามารถทำได้ เพราะโปรแกรมนี้จำกัดที่ 24 คอร์เท่านั้น

2.2.2 การทดสอบสายเคเบิลใยแก้วนำแสงชนิดแขวน [15] จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่าสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการลดทอนสัญญาณระยะแซกกับอายุการใช้งานของสายใยแก้วนำแสง และพบว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อการลดทอนของสัญญาณในสายใยแก้วนำแสง

ข้อดีของงานวิจัย

ช่วยให้ทราบถึงความยาวสายเคเบิลที่มีระยะแซกสั้น และ ระยะสแปนยาว มีค่าการลดทอนต่ำ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และ พบว่าผลกระทบจากฟ้าผ่าสายเคเบิลใยแก้วนำแสงโดยตรงไม่มีผลต่อการลดทอนสัญญาณในสายเคเบิลใยแก้วนำแสง

ข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อมูลแผนที่ที่ได้เป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟเท่านั้นไม่มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูล และไม่มีหน้าจอในการวิเคราะห์รายงานผล ยากต่อสรุปผล

2.2.3 Fiber Manager [16] ผลิตภัณฑ์นี้สามารถบริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ในโครงข่ายใยแก้วนำแสงสามารถเก็บข้อมูลระยะทางของสายใยแก้วนำแสง สามารถหาตำแหน่งจุดบกพร่องของอุปกรณ์ในโครงข่ายได้

ข้อดีของผลิตภัณฑ์

ช่วยให้หาตำแหน่งจุดบกพร่องของอุกปกรณ์ในโครงข่ายได้รวดเร็วและมีเครื่องมือออกรายงานของโครงข่ายเพื่อเอามาวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลการเชื่อมต่อของโครงข่ายและข้อมูลของอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในโครงข่าย

ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์

ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ไม่สามารถแสดงได้อย่างอิสระ

จากการศึกษาผลงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของงานวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสารนิพนธ์นี้

คุณสมบัติ	การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายสายใยแก้วนำแสง	การทดสอบสายเคเบิลใยแก้วนำแสงชนิดแขวน	Fiber Manager	งานวิจัยที่นำเสนอ
1. ทำงานแบบ Web Application	√	X	√	√
2. สามารถแสดงค่าลดทอนสัญญาณสายใยแก้วนำแสงแต่ละคอร์	√	X	NA	√
3. สามารถแสดงจำนวนคอร์ของสายใยแก้วนำแสง	√	√	NA	√
4. สามารถแสดงกราฟความสัมพันธ์การลดทอนสัญญาณกับอายุการใช้งาน	X	X	√	X
5. สามารถจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล	√	X	√	√
6. สามารถจัดเก็บข้อมูลที่มีจำนวนคอร์หลายคอร์ได้	X	X	NA	√
7. มีการแสดงค่าลดทอนสัญญาณของทุก ๆ คอร์	X	X	NA	√
8. สามารถเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณทุก ๆ คอร์ได้	X	X	NA	√
9. สามารถบอกสถานะของสายใยแก้วนำแสงได้	√	X	NA	√
10. สามารถเรียกดูข้อมูลสายใยแก้วผ่านหน้าจอแผนที่ได้	√	√	X	X
11. สามารถแสดงหน้าจอวิเคราะห์รายงานผลได้	√	X	√	√

บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนาระบบ

3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง เป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยระบบที่พัฒนาจะมีเครื่องมือช่วยบริหารจัดการข้อมูลสายใยแก้วนำแสง สามารถบอกประสิทธิภาพของสายสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ ค่าลดทอนของสายใยแก้วนำแสงที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกกับช่างที่ปฏิบัติจริง และง่ายต่อบริษัทผู้ดูและระบบสามารถเรียกดูรายงานค่าลดทอนสัญญาณที่เกิดขึ้นย้อนหลัง

สารนิพนธ์ฉบับนี้มีแนวทางการวิจัย และพัฒนาดังนี้

3.1.1 ศึกษา และรวบรวมข้อมูล

ศึกษาการพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP

ศึกษาการทำงานของระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์

3.1.2 การออกแบบระบบ

ศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง โดยศึกษารายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของสายใยแก้วนำแสงเพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากเครื่อง OTDR กับค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี โดยเราสามารถทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับสายใยแก้วนำแสงในแต่คอร์ ในกรณีที่ค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้แตกต่างจากค่าที่คำนวณทางทฤษฎีมากกว่า 3 dB

3.1.3 การพัฒนาระบบงาน

พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มีการทดสอบย่อยเพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบ

3.1.4 การทดสอบการใช้งาน

มีการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อดูความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม

1) ทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบและการกำหนดสิทธิ์
2) ทดสอบสร้างข้อมูลลูกค้าและค้นหาข้อมูลลูกค้า
3) ทดสอบการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและเส้นทางที่ต้องดูแลและตรวจสอบ

4) ทดสอบการใส่ค่าลดทอนสัญญาณในแต่ละคอร์

5) ทดสอบการแสดงค่าการลดทอนของสัญญาณที่วัดได้จริงในแต่ละคอร์เทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี

6) ทดสอบการออกผลรายงาน รายละเอียดข้อมูลการติดตั้งเส้นทางสายใยแก้ว ข้อมูลการบำรุงรักษา ข้อมูลประสิทธิภาพสายสัญญาณ และข้อมูลข้อเสนอแนะ

7) นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้บริษัทที่ปฏิบัติงานจริงโดยในสารนิพนธ์นี้ บริษัท แอ็ดวานซ์ อินฟอร์เมชั่นเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) และ ห้างหุ้นส่วนจำกัด จี แอนด์ เอ็น เทเลคอม ซึ่งทั้ง 2 บริษัทเป็นผู้ดูแลข่ายสายสายใยแก้วนำแสงให้กับผู้ให้บริการโทรคมนาคม จะช่วยทดสอบและ

3.1.5 สรุปผลการพัฒนา

นำข้อมูลที่ได้ในการทดสอบมาสรุปผล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การทำงานและประเมินความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ฮาร์ดแวร์

คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็น Web Server ของการพัฒนาโปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสง

CPU: Intel(R) Core(TM) 1GHz

RAM: 4 GB

Harddisk: 128GB

3.2.2 ซอฟต์แวร์

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเลือกใช้โปรแกรมดังต่อไปนี้

Microsoft Visio 2016 เป็นเครื่องมือใช้ในการออกแบบผังโครงสร้างฐานข้อมูล Flow การทำงาน ER Diagram และ Network Diagram

MySQL 5.7.17 เป็นโปรแกรมสำหรับใช้สร้างฐานข้อมูลแบบ RDBMS

PHP 7 เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บไซต์

JavaScript เป็นภาษาที่ใช้ในการนำเอาค่าต่าง ๆ ไปให้คำนวณ

Windows Server 2012 เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการติดตั้งซอฟต์แวร์และฐานข้อมูล

3.3 แผนการดำเนินงาน

3.3.1 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลและศึกษาการใช้งานสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อกันระหว่างโหนดของผู้ให้บริการโทรคมนาคม โดยสารนิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้เส้นทาง “สท.ภูเรือ - สท.ด่านซ้าย” เป็นกรณีศึกษา โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัญหา ขอบเขต ข้อจำกัดของการบริหารจัดการเก็บข้อมูลการใช้งานสายใยแก้วนำแสง สาเหตุของการเกิดการลดทอนของสัญญาณ และวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้การออกแบบการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสงมีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้น

3.3.2 ศึกษาหลักการออกแบบ ระบบฐานข้อมูล

ศึกษาทฤษฎีและหลักการออกแบบระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศึกษาภาษา PHP ในการเขียนข้อมูล และหลักการเขียนฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง

เดือน / รายละเอียด	2559					2560					
	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย
1. เลือกปัญหาที่สนใจและนำเสนอหัวข้อโครงการ	←	→									
2. ศึกษาระบบงานในปัจจุบันและแนวทางการแก้ไขปัญหา		←	→								
3. ออกแบบระบบฐานข้อมูล				←	→						
4. พัฒนาระบบ						←	→				
5. ทดสอบการใช้งานและปรับปรุงระบบ							←	→			
6. สรุปผลการดำเนินงาน								←	→		
7. เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์และนำเสนอ										←	→

3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

3.4.1 แนวคิดการทำงานของโปรแกรม

การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบสายใยแก้วนำแสง และจัดเก็บระบบฐานข้อมูลให้เป็นระบบ โดยโปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเว็บไซต์ให้กับบริษัทผู้ดูแลระบบสามารถเรียกดูข้อมูล

ค่าลดทอนสัญญาณในแต่ละคอร์ได้ และช่างผู้ตรวจสอบสายใยแก้วนำแสงมีความสะดวกในการตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณมากขึ้น

3.4.1.1 ในการคำนวณค่าลดทอนสัญญาณทางทฤษฎีดังที่แสดงในสมการที่ (2.1) โปรแกรมจะสามารถคำนวณได้ดังนี้

ในการประมาณค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงระบบจะกำหนดให้กรอกข้อมูลสายใยแก้ว Type G.652D ที่ความยาวคลื่น 1310 nm หรือ 1550 nm ระยะทางของสายใยแก้วนำแสง และจำนวนจุดต่อสายใยแก้วนำแสง (N) ดังแสดงในสมการที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1310 nm = (2 x 0.5dB.) + (ระยะทาง/กม. x 0.33dB./Km.) + (N x0.05dB.)…… (3.1)

ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1550 nm = (2 x 0.5dB.) + (ระยะทาง/กม. x 0.20dB./Km.) + (N x0.05dB.)…… (3.2)

การประมาณค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงระบบจะกำหนดให้กรอกข้อมูลสายใยแก้ว Type G.655 ที่ความยาวคลื่น 1550 nm หรือ 1625 nm ระยะทางของสายใยแก้วนำแสง และจำนวนจุดต่อสายใยแก้วนำแสง (N) ดังแสดงในสมการที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1550 nm = (2 x 0.5dB.) + (ระยะทาง/กม. x 0.275dB./Km.) + (N x 0.05dB.)…… (3.3)

ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1625 nm = (2 x 0.5dB.) + (ระยะทาง/กม. x 0.35dB./Km.) + (N x0.05dB.)…… (3.4)

จากสมการที่ 3.1-3.4 ค่าตัวแปรมาจากเอกสารอ้างอิงตามมารดรฐานขอ ITU ในภาคผนวก ข

0.5 dB. คือ ค่าสูญเสียที่จุด Connector

0.33 dB. คือ ค่าการลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงในแต่ละความยาวคลื่น (ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1310 nm)

N คือ จำนวนจุดต่อสายใยแก้วนำแสง

0.05 dB. คือ ค่าการสูญเสียที่จุดต่อสายใยแก้วนำแสง

0.20 dB. คือ ค่าการลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงในแต่ละความยาวคลื่น (ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1550 nm (G.652D))

0.275 dB. คือ ค่าการลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงในแต่ละความยาวคลื่น (ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1550 nm (G.655))

0.35 dB. คือค่าการลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงในแต่ละความยาวคลื่น (ค่าลดทอนสัญญาณของความยาวคลื่นแบบ 1625 nm)

3.4.1.2 การแสดงผลในหน้าจอรายงาน

ค่าที่วัดได้จริงน้อยกว่าค่ามาตรฐาน แสดงว่าสายใยแก้วสารมารถใช้งานได้ตามปกติ

ค่าที่วัดได้จริงมากกว่าค่ามาตรฐานแต่ไม่เกิน 3 dB แสดงว่าสายใยแก้วยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ

ค่าที่วัดได้จริงมากกว่าค่ามาตรฐานและเกิน 3 dB แสดงว่าสายใยแก้วไม่สามารถใช้งานได้เพราะไม่มีความเสถียรของสายสัญญาณ ต้องทำการส่งเปลี่ยนซ่อมสาย

3.4.2 การออกแบบระบบ

เพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงได้มีวิธีการออกแบบ และวิเคราะห์ความต้องการของระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีความรวดเร็วในการสร้างระบบ ซึ่งในการพัฒนาระบบต้องเน้นให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และระบบมีความน่าเชื่อถือ สามารถให้ผลลัพธ์ของการทำงานได้ถูกต้องตามผู้ใช้กำหนด ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

1) การออกแบบระบบงาน
2) การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบและพัฒนา module ต่าง ๆ
3) ขั้นตอนการออกแบบระบบฐานข้อมูล

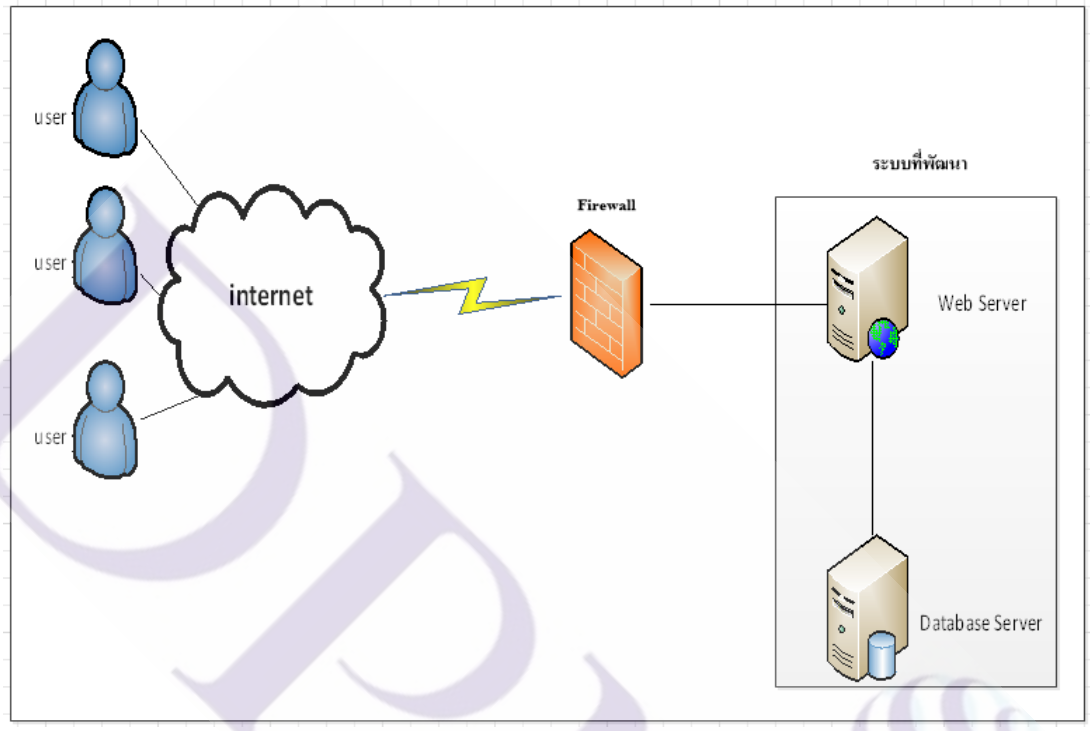
3.4.2.1 การออกแบบระบบงาน

การออกแบบระบบงานเพื่อแสดงความความสัมพันธ์ และขอบเขตของระบบการทำงาน ซึ่งแผนภาพดังกล่าวจำทำให้เราสามารถมองเห็นภาพรวมการทำงานของทั้งระบบงานและขอบเขตของการวิเคราะห์ของระบบงานนี้ แผนภาพคอนเท็กซ์เป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 แผนภาพคอนเท็กซ์ ระบบจัดเก็บฐานข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสง

3.4.2.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบและพัฒนา module ต่าง ๆ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง มีการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ และ module ต่างๆแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบที่ออกแบบ

โครงสร้างของระบบจะเป็นการใช้งานในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตเชื่อมต่อเข้ามายังเซิร์ฟเวอร์แม่ข่ายที่ติดตั้งอยู่ที่บริษัท ซึ่งประกอบไปด้วย การทำงานของ ฐานข้อมูลเซิร์ฟเวอร์ และเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งจะมีระบบรักษาความปลอดภัยเครือข่ายในรูปแบบของไฟร์วอลล์ ที่ช่วยป้องกันการบุกรุก และการเข้าใช้งานผู้ใช้งานต้อง VPN เข้ามาเพื่อเรียกหน้า ล็อกอินเว็บแอพพลิเคชั่น โดยที่

ผู้ใช้งานระบบต้องระบุ Username และ Password ลงในช่องที่กำหนดให้ เพื่อตรวจสอบว่ามีสิทธิ์เข้าถึงโปรแกรมหรือไม่ และมีสิทธิ์ระดับ User, Super user หรือ Admin

สิทธิ์ระดับ User สามารถใช้งานโปรแกรมได้ดังนี้

1. สามารถค้นหาข้อมูลลูกค้าจากเลขที่สัญญาหรือเบอร์โทรศัพท์ได้
2. ตรวจสอบการประมาณการลดทอนสายใยแก้วนำแสง

3. ดูข้อมูลรายงานระบบ
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการบำรุงรักษา
5. ออกรายงานเพื่อนำเสนอผู้ใช้บริการ (ลูกค้า)

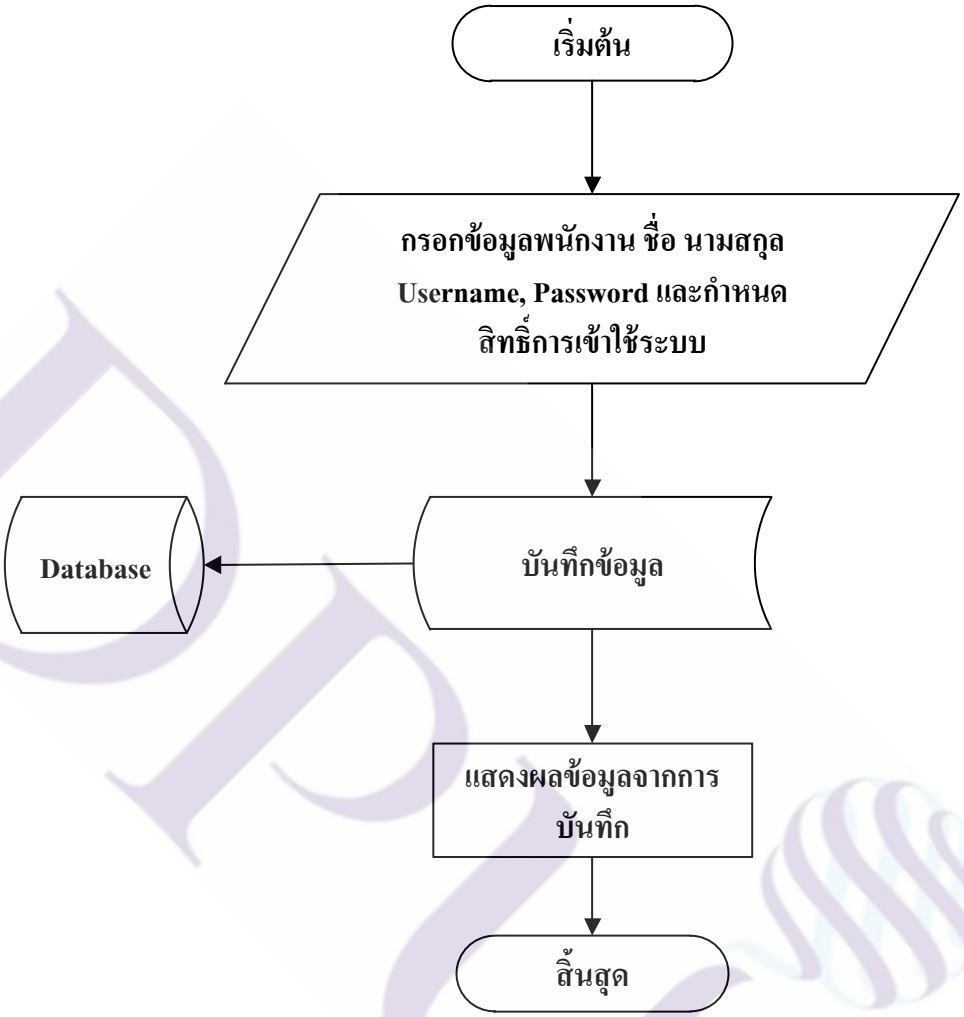
สิทธิ์ระดับ Super user สามารถใช้งานโปรแกรม ได้ดังนี้

1. สร้างข้อมูลของสายใยแก้วนำแสง
2. สร้างข้อมูลลูกค้า
3. สร้างข้อมูลการติดตั้ง
4. ตรวจสอบการประมาณการลดทอนสายใยแก้วนำแสง
5. ดูข้อมูลรายงานระบบ

สิทธิ์ระดับ Admin สามารถใช้งานโปรแกรมได้ดังนี้

1. เพิ่มรายชื่อผู้ใช้งานระบบ
2. กำหนดสิทธิการเข้าใช้
3. สร้างข้อมูลของสายใยแก้วนำแสง
4. สร้างข้อมูลลูกค้า
5. สร้างข้อมูลการติดตั้ง
6. ดูข้อมูลรายงานระบบ
7. ตรวจสอบการประมาณการลดทอนสายใยแก้วนำแสง

ในส่วนของการสร้างผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้โดยมีการทำงานตามขั้นตอนในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้

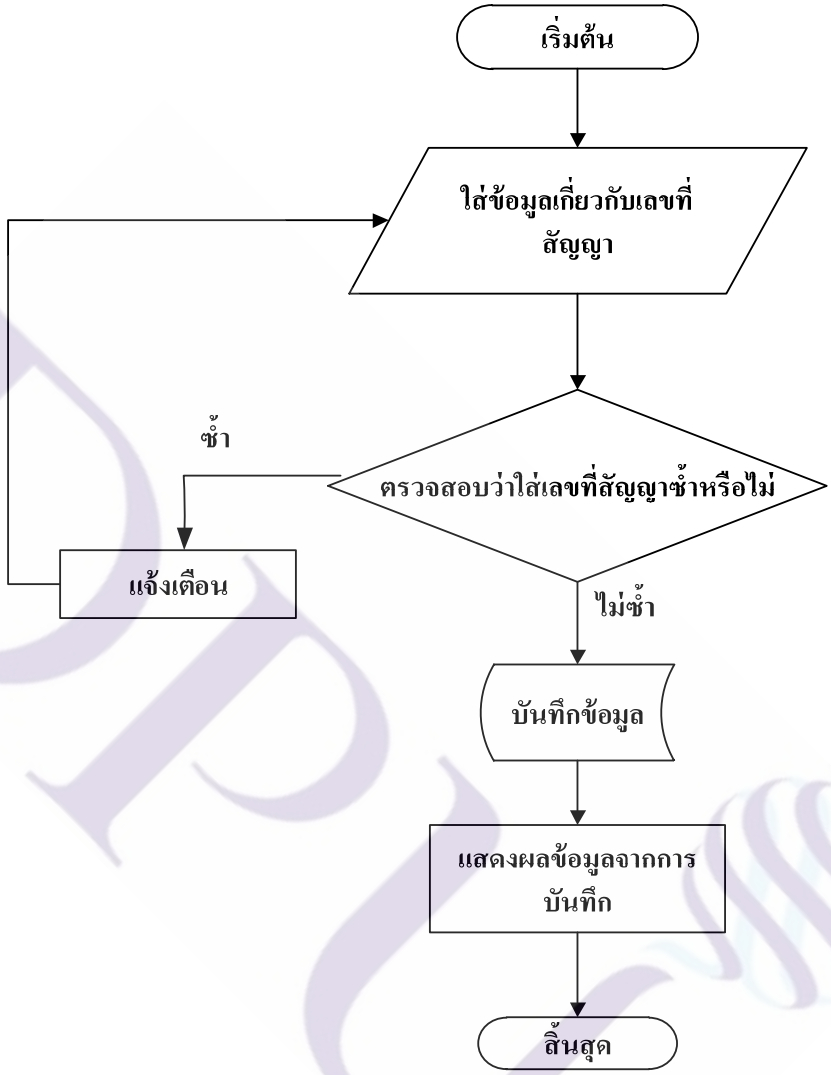
จากภาพที่ 3.3 อธิบายการทำงานของระบบในการสร้างผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ได้ดังนี้

1) Admin ทำการกำหนดชื่อพนักงาน นามสกุล Username และ Password เพื่อใช้เข้าระบบ และกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ

2) บันทึกลงฐานข้อมูล

3) แสดงสิทธิ์ของพนักงาน

ในส่วนของการบันทึกข้อมูลของลูกค้า มีการทำงานตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลของลูกค้า

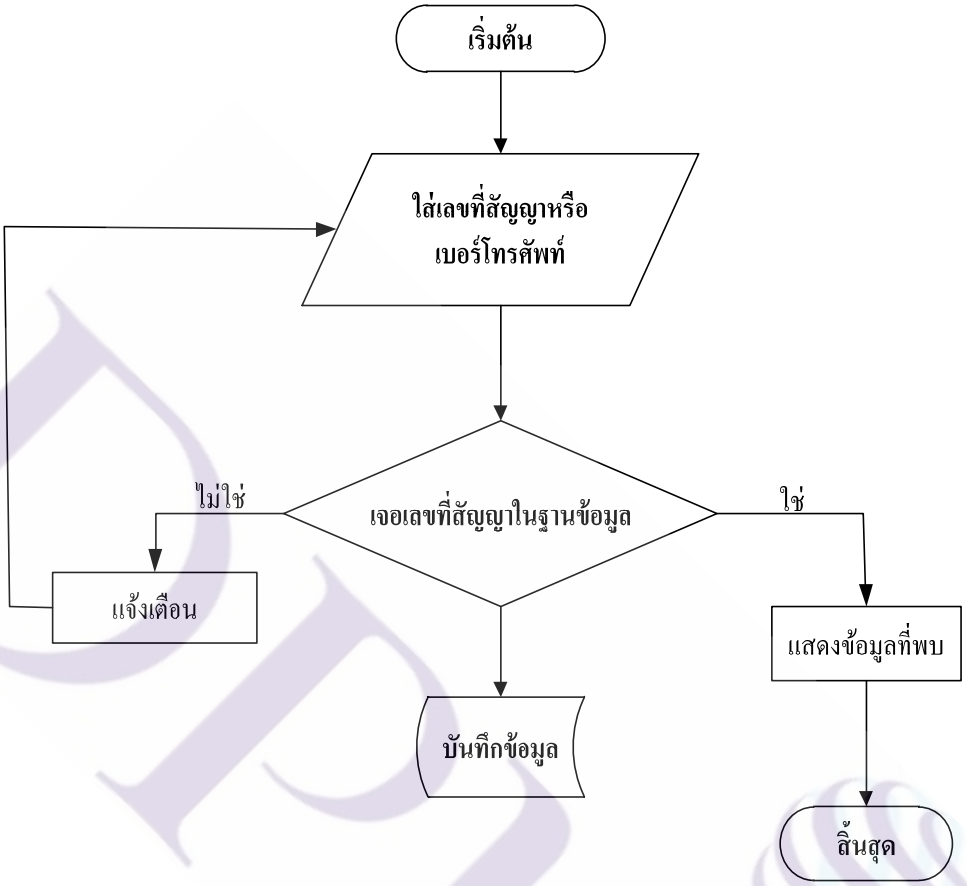
จากภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลของลูกค้าได้ดังนี้

1) Admin หรือ Super user ใส่เลขที่สัญญา ชื่อบริษัท ชื่อเส้นทางเริ่มต้นสิ้นสุด และข้อมูลสายใยแก้วนำแสง

2) ระบบจะทำการตรวจสอบว่าเลขที่สัญญาที่ใส่ซ้ำที่มีอยู่หรือไม่ หากซ้ำระบบจะแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลเลขที่สัญญาใหม่ หากไม่ซ้ำระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

3) แสดงข้อมูลที่ทำการบันทึก

ในส่วนของการค้นหาข้อมูลของลูกค้า มีการทำงานตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.5



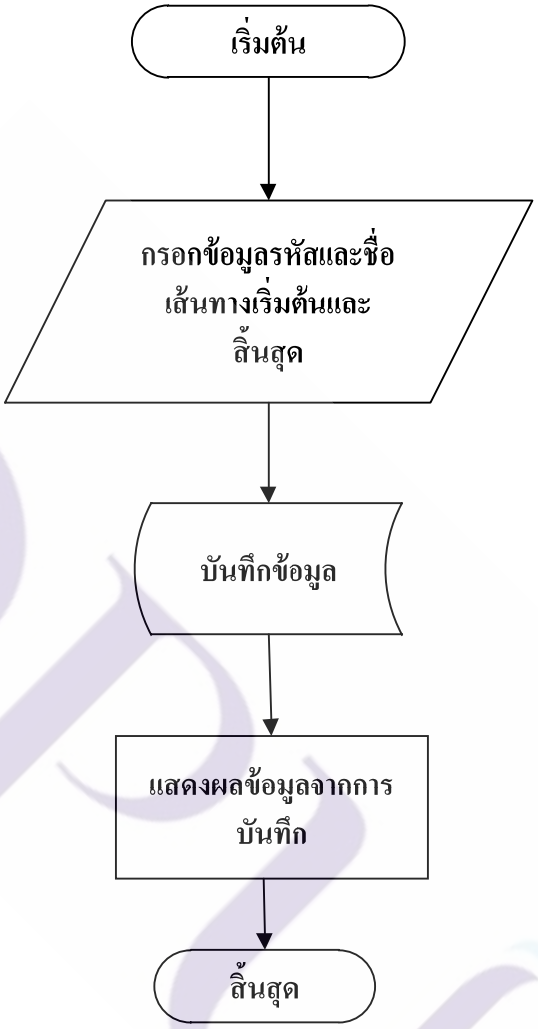
ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการค้นหาข้อมูลของลูกค้า

จากภาพที่ 3.5 อธิบายขั้นตอนการค้นหาข้อมูลของลูกค้าได้ดังนี้

1) Admin, Super user หรือ User ใส่ เลขที่สัญญา หรือเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการค้นหาข้อมูล

2) ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีเลขที่สัญญาตามที่ร้องขอหรือไม่ ถ้าไม่พบเลขที่สัญญานั้น ระบบจะแสดงการแจ้งเตือนและให้กรอกใหม่อีกครั้ง หากพบเลขที่สัญญาระบบจะแสดงข้อมูลเลขที่สัญญานั้นขึ้นมา และบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

ในส่วนของการสร้างเส้นทางใหม่ระบบจะมีการทำงานตามขั้นตอนในภาพที่ 3.6

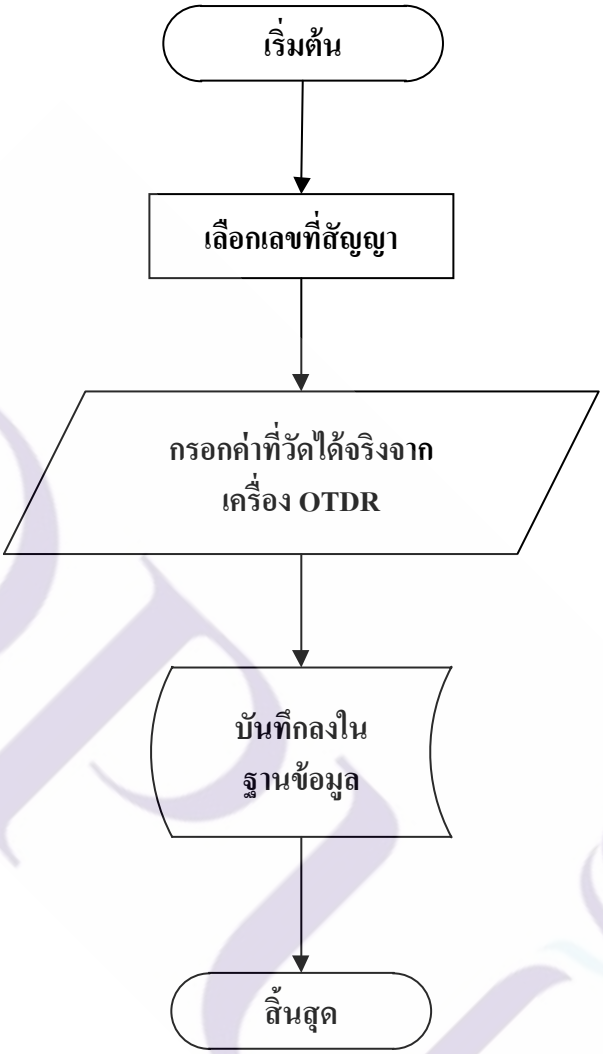


ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างเส้นทางใหม่

จากภาพที่ 3.6 อธิบายการทำงานของระบบในการสร้างเส้นทางใหม่ ได้ดังนี้

1) Admin หรือ Super user กำหนดรหัส ชื่อเส้นทางเริ่มต้น
2) กำหนดชนิดของสายใยแก้ว ระยะทาง คอร์ และ ความยาวคลื่น
3) บันทึกลงระบบฐานข้อมูล
4) แสดงผลของการบันทึกข้อมูล

ในส่วนของการตรวจบำรุงรักษาสายใยแก้วโดยมีการทำงานตามขั้นตอนในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการตรวจบำรุงรักษาสายใยแก้วนำแสง

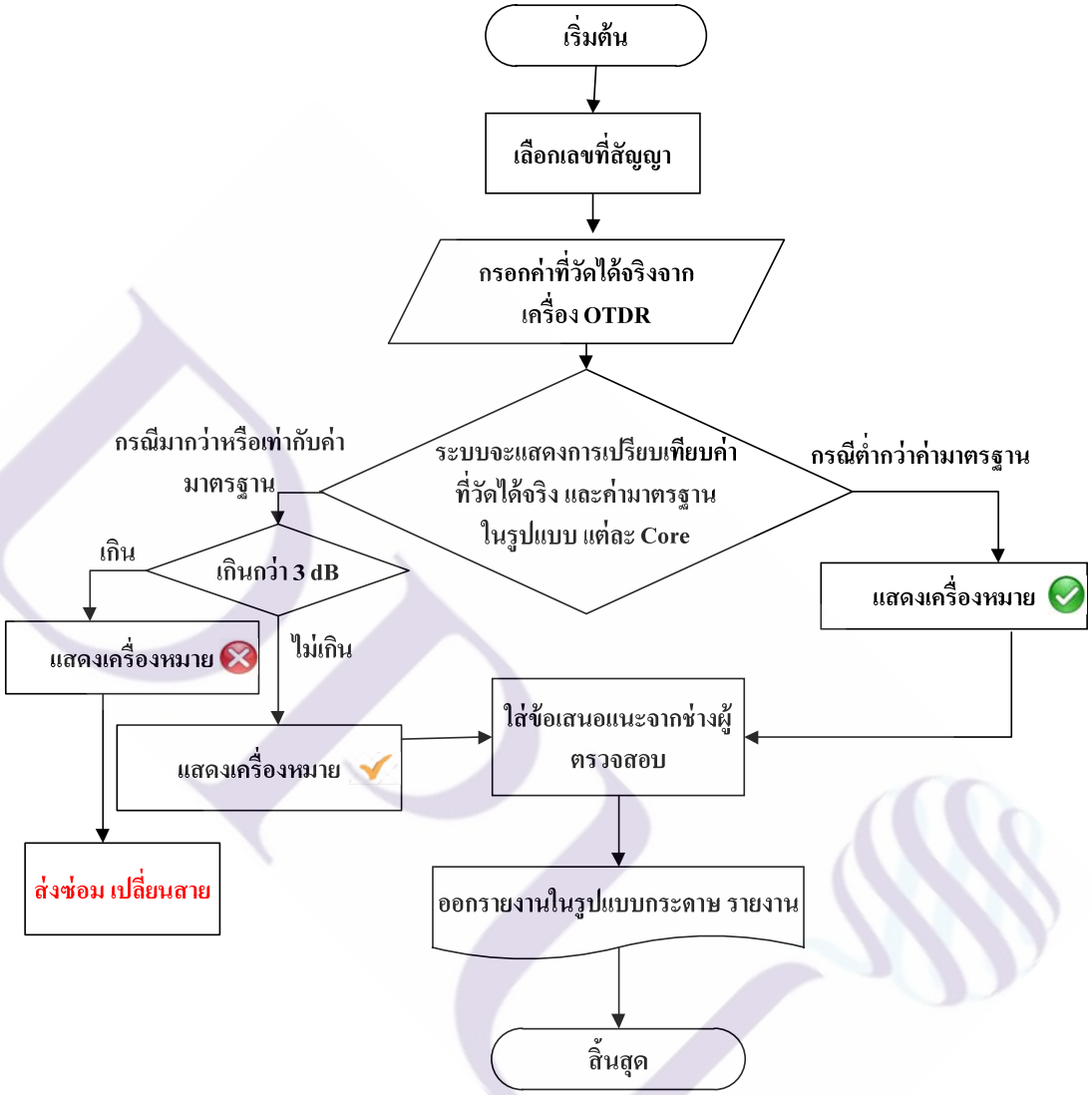
จากภาพที่ 3.7 อธิบายขั้นตอนการตรวจบำรุงรักษาสายใยแก้วได้ดังนี้

1) ผู้ใช้งานระบบทำการเลือกเลขที่สัญญาของเส้นทางที่ต้องการตรวจวัด จากนั้นระบบจะดึงข้อมูลเส้นทางนั้น ๆ

2) กรอกค่าที่วัดได้จริงจากเครื่อง OTDR

3) บันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล

ในส่วนของภาพรวมการทำงานของระบบจะมีการทำงานตามขั้นตอนในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 ลักษณะการทำงานของระบบการสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล สายใยแก้วนำแสง

จากภาพที่ 3.8 อธิบายการทำงานของระบบ ได้ดังนี้

1) ผู้ใช้งานระบบทำการเลือกเลขที่สัญญาของงานที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้นระบบจะทำการดึงข้อมูลของสายใยแก้วและเส้นทางนั้น ๆ ออกมา

2) ใส่ข้อมูลที่วัดได้จริงจากเครื่อง OTDR

3) นำข้อมูลที่วัดได้ในแต่ละคอร์ทางปฏิบัติและที่วัดได้จากทางทฤษฎีมาเปรียบเทียบกันและจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล

4) หากผลการเปรียบเทียบ ค่าที่วัดได้ จากทางปฏิบัติมีค่าลดทอนสัญญาณไม่มากกว่าค่าทางทฤษฎีก็ก็จะแสดงเครื่องหมายถูกสีเขียวในช่องสถานการณ์ทำงาน และสรุปรายงานได้เลยว่าสายใยแก้วสามารถใช้งานได้ปกติ

5) หากผลการเปรียบเทียบ ค่าที่วัดได้จากทางปฏิบัติมีค่าลดทอนสัญญาณมากกว่าทางทฤษฎี แต่ไม่เกิน 3 dB ก็จะแสดงเครื่องหมายถูกสีเหลืองในช่องสถานการณ์ทำงาน และสรุปรายงานได้เลยว่าสายใยแก้วสามารถใช้งานได้ปกติ

6) หากผลการเปรียบเทียบ ค่าที่วัดได้จากทางปฏิบัติมีค่าลดทอนสัญญาณมากกว่าทางทฤษฎี และเกิน 3 dB ก็จะแสดงเครื่องหมายกากบาทสีแดงในช่องสถานการณ์ทำงาน และส่งไปแก้ไขและตรวจสอบอีกครั้ง หากผลยังเหมือนเดิม อาจต้องทำการเปลี่ยนสายจึงส่งให้ช่างที่ดูแลทางด้านนี้จัดการต่อไป

7) หากมีข้อเสนอแนะก็สามารถกรอกรายละเอียดได้ จากนั้นก็ทำการจัดพิมพ์รายงาน

3.4.2.3 ขั้นตอนการออกแบบระบบฐานข้อมูล

ในส่วนของระบบฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วย 5 ตารางได้แก่ ตาราง card check fiber, card info, card item, per_lookup, และ User เพื่อเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 3.2

ผู้วิจัยได้สร้างฐานข้อมูลโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

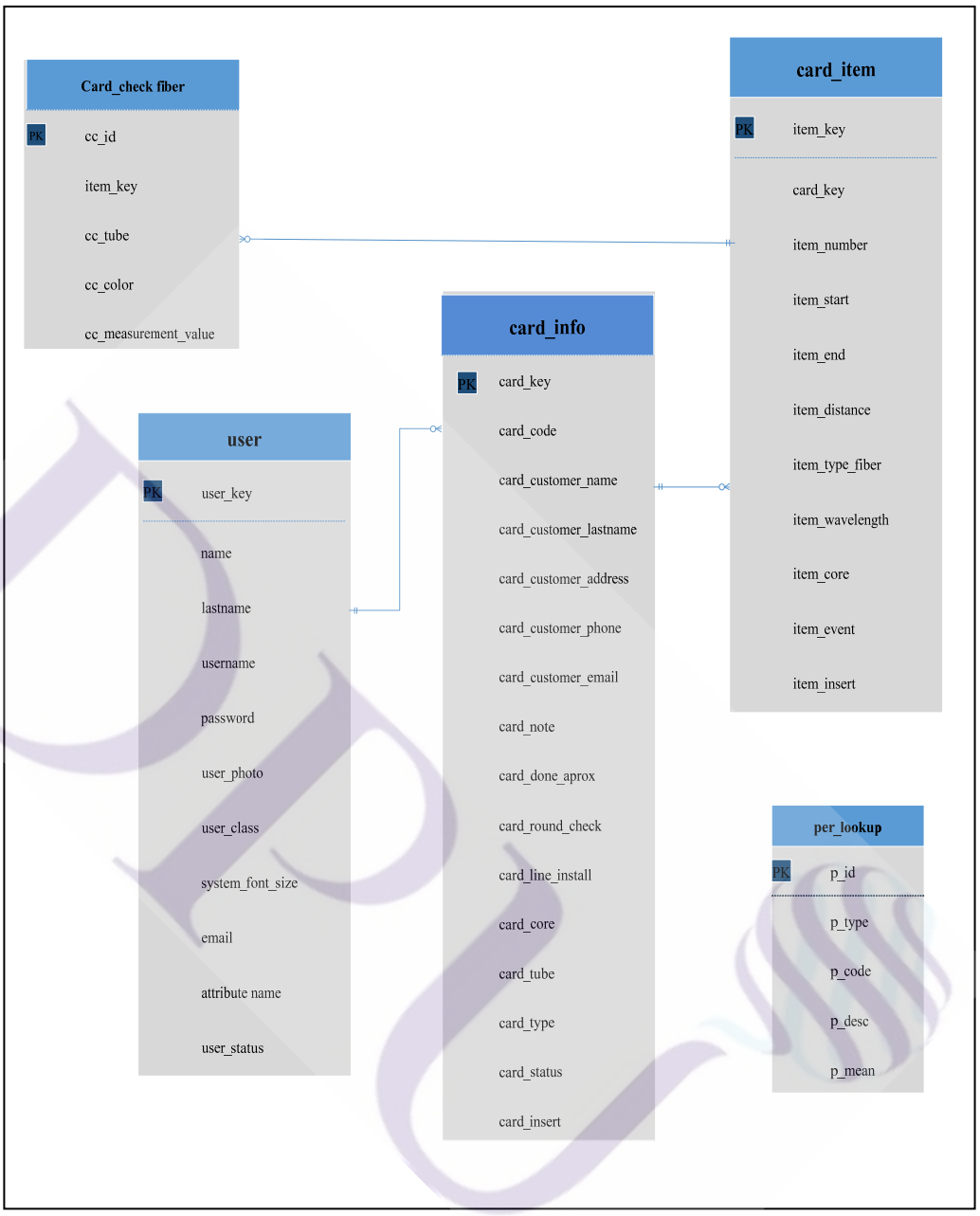
1) ตาราง card_check fiber เพื่อเก็บรายละเอียดสายใยแก้วนำแสง

2) ตาราง card_info เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลลูกค้า

3) ตาราง card_item เพื่อเก็บรายละเอียดเส้นทางการติดตั้ง

4) ตาราง per_lookup เพื่อเก็บรายละเอียดและสูตรของค่ามาตรฐาน

5) ตาราง User เพื่อเก็บข้อมูลผู้ใช้งานและสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ



ภาพที่ 3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง ER-Diagram

จากภาพที่ 3.9 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตารางเป็นแบบ 1: M ดังนี้

1. ตาราง card_check fiber สัมพันธ์กับตาราง card_item
2. ตาราง User สัมพันธ์กับตาราง card_info
3. ตาราง card_info สัมพันธ์กับตาราง User และ ตาราง card_item
4. ตาราง per_lookup ไม่สัมพันธ์กับตารางใด ๆ

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลฐานข้อมูลที่ออกแบบในระบบ

ตารางที่ 1 ตาราง card_check fiber

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
cc_id	int(11)	None	รหัสสายใยแก้วนำแสง
item_key	varchar(32)	None	รหัสระยะทาง
cc_tube	varchar(50)	None	ค่า tube
cc_color	varchar(20)	None	ค่า สี
cc_measurement_value	double	None	ค่าที่วัดได้จาก OTDR

ตารางที่ 2 ตาราง card_info

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
card_key	char(32)	None	รหัสที่เข้ารหัส
card_code	varchar(16)	None	เลขที่สัญญา
card_customer_name	varchar(64)	None	ชื่อลูกค้า
card_customer_lastname	varchar(64)	None	นามสกุลลูกค้า
card_customer_address	text	None	ที่อยู่
card_customer_phone	varchar(128)	None	โทรศัพท์
card_customer_email	varchar(128)	None	อีเมล

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
card_note	text	None	หมายเหตุ
card_done_aprox	date	None	วันที่คาดว่าจะทำงานเสร็จ
user_key	varchar(32)	None	รหัสผู้ใช้ที่เข้ารหัส
card_round_check	int(11)	None	ระยะเวลาตรวจสอบ
card_line_install	varchar(50)	None	เลขที่สัญญา
card_core	int(11)	None	ค่า core
card_tube	int(11)	None	ค่า tube
card_type	varchar(50)	None	ประเภทสายใยแก้วนำแสง
card_status	varchar(32)	None	สถานการทำงาน
card_insert	timestamp	Not None	วันที่ทำรายการ

ตารางที่ 3 ตาราง card_item

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
item_key	char(32)	None	รหัสเส้นทางการติดตั้งที่เข้ารหัส
card_key	varchar(32)	None	รหัสเลขที่สัญญา
item_number	int(11)	None	รหัสเส้นทางการติดตั้งสายใยแก้วนำแสง
item_start	varchar(255)	None	เส้นทางเริ่มต้น
item_end	varchar(255)	None	เส้นทางสิ้นสุด
item_distance	double	None	ระยะทาง
item_type_fiber	varchar(255)	None	ชนิดของสายใยแก้วนำแสง
item_wavelength	double	None	ความยาวคลื่น
item_core	double	None	จำนวน core
item_event	int(11)	None	จำนวนจุดเชื่อมต่อ
item_insert	timestamp	Not None	วันที่ทำรายการ

ตารางที่ 4 ตาราง card_status

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
cstatus_key	char(32)	None	รหัสสถานะ
card_key	varchar(32)	None	รหัสเลขที่สัญญา
card_status	varchar(32)	None	สถานะเลขที่สัญญา
card_status_note	text	None	หมายเหตุ
user_key	varchar(32)	None	รหัสผู้ใช้งาน
cstatus_insert	timestamp	Not None	วันที่เพิ่มรายการ

ตารางที่ 5 ตาราง per_lookup

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
p_id	int(11)	None	รหัสค่ามาตรฐาน
p_type	varchar(20)	None	ชนิดค่ามาตรฐาน
p_code	varchar(10)	None	รหัส
p_desc	varchar(50)	None	รายละเอียด
p_mean	varchar(255)	None	ความหมาย

ตารางที่ 6 ตาราง **User**

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	ค่าอธิบาย
user_key	char(32)	None	รหัสผู้ใช้ที่เข้ารหัส
name	varchar(64)	None	ชื่อผู้ใช้งาน
lastname	varchar(64)	None	นามสกุลผู้ใช้งาน
username	varchar(64)	None	รหัสเข้าใช้
password	varchar(32)	None	รหัสผ่าน
user_photo	varchar(128)	Not None	เบอร์โทรศัพท์
user_class	tinyint(1)	Not None	สิทธิการเข้าใช้งาน
system_font_size	varchar(32)	Not None	ขนาดตัวอักษร
email	varchar(128)	None	อีเมล
user_status	tinyint(1)	None	สถานะผู้ใช้งาน

บทที่ 4

การทดสอบระบบ

ในการทดสอบการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลการดูแลสายใยแก้วนำแสง ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการทดสอบของระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนา โดยเริ่มทดสอบตั้งแต่การสร้างผู้ใช้งานโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์ ค่าแจ้งค่าการลดทอนสัญญาณ และสถานภาพสายใยแก้วนำแสงในแต่ละคอร์ การพิมพ์รายงาน

แบ่งการทดสอบออกเป็น 7 หัวข้อ พร้อมกับวัตถุประสงค์การทดสอบของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้คือ

1) การทดสอบการสร้างผู้ใช้งานโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์ โดยการสร้างผู้ใช้งานส่วนนี้จะเป็นการสร้างบัญชีรายชื่อผู้ใช้ และการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน

2) การทดสอบสร้างข้อมูลลูกค้า โดยการสร้างข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดสายใยแก้วพร้อมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลสายได้

3) การสร้างเส้นทางเพิ่ม โดยการเพิ่มเส้นทางที่ต้องดูแลและตรวจสอบ

4) ทดสอบการใส่ค่าลดทอนสัญญาณในแต่ละคอร์

5) ทดสอบการแสดงค่าการลดทอนของสัญญาณที่วัดได้จริงในแต่ละคอร์เทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี

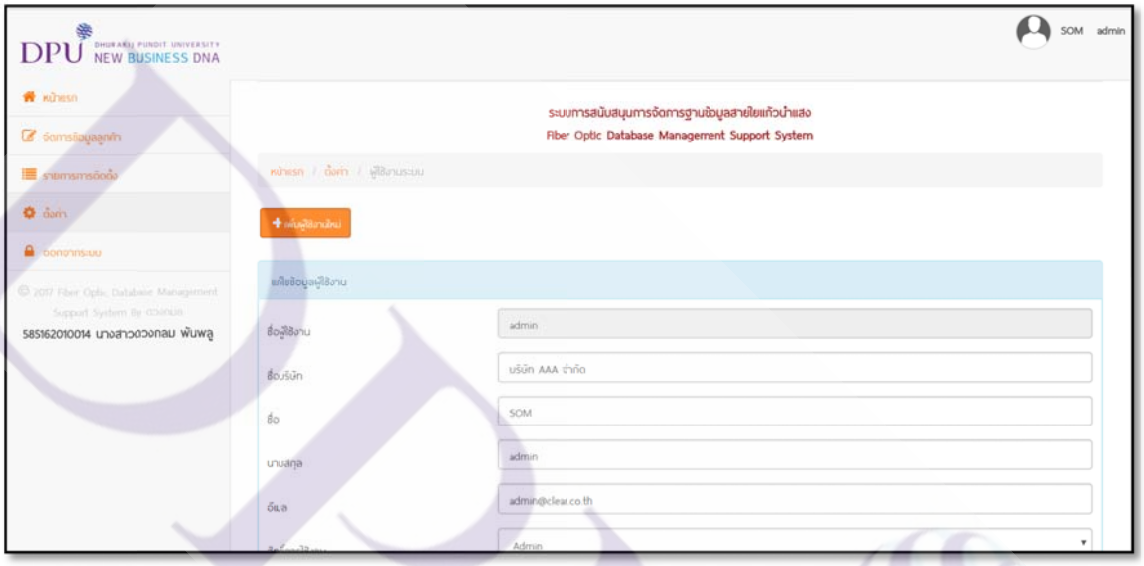
6) ทดสอบการพิมพ์รายงาน รายละเอียดข้อมูลการติดตั้งเส้นทางสายใยแก้ว ข้อมูลการบำรุงรักษา ข้อมูลประสิทธิภาพสายสัญญาณ และข้อมูลข้อเสนอแนะ

7) นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้บริษัทที่ปฏิบัติงานจริง โดยในสารนิพนธ์นี้ บริษัท แอ็ดวานซ์ อินฟอร์เมชั่นเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) และ ห้างหุ้นส่วนจำกัด จี แอนด์ เอ็น เทเลคอม ซึ่งทั้ง 2 บริษัทเป็นผู้ดูแลข่ายสายใยแก้วนำแสงให้กับผู้ให้บริการโทรคมนาคม จะช่วยทดสอบและประเมินการทำงานของระบบที่ออกแบบและพัฒนา

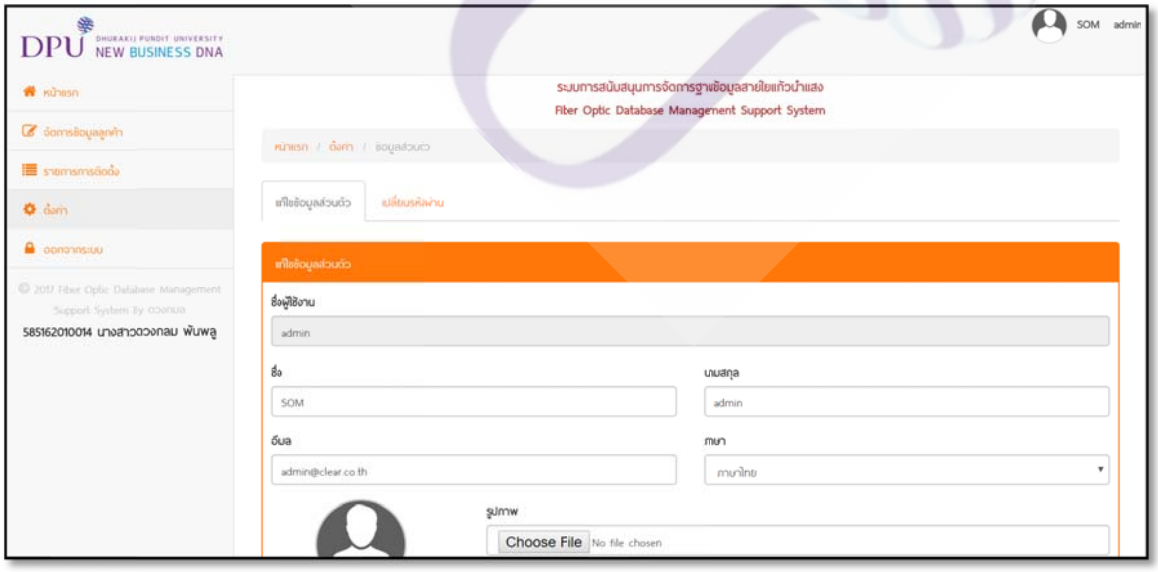
การทดสอบที่ 1 การทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์

วัตถุประสงค์

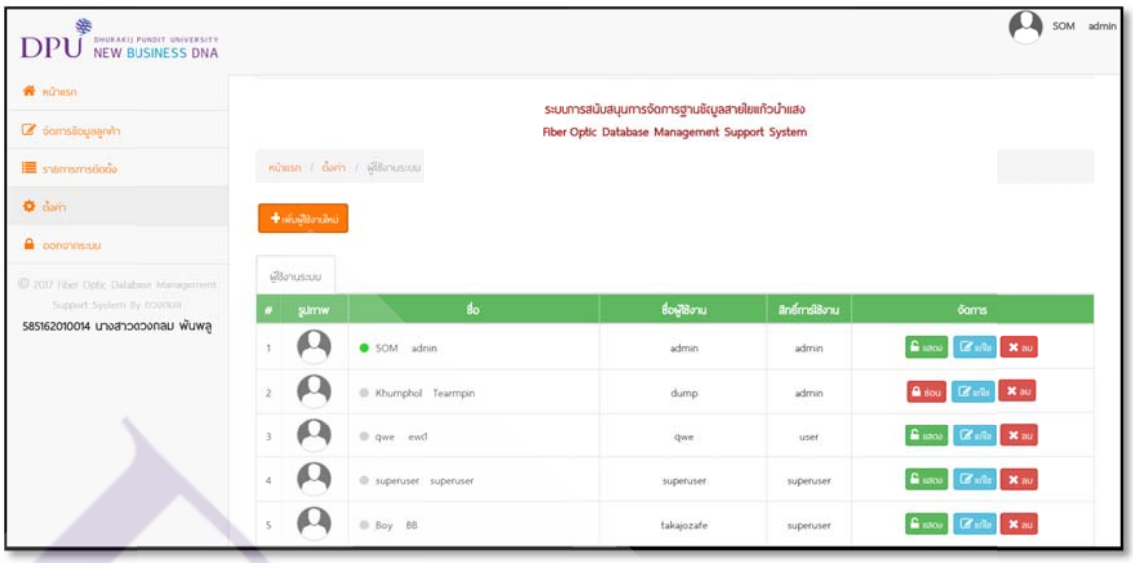
เพื่อทดสอบการตั้งค่าระบบสามารถจัดเก็บรายชื่อผู้ใช้งานระบบไว้ในฐานข้อมูล ได้ถูกต้อง การทดสอบการตั้งค่าผู้ใช้งานระบบโดยการเพิ่มหรือแก้ไขการตั้งค่า จำนวน 5 ครั้ง โดยกำหนดข้อมูลรายละเอียดในภาพที่ 4.1-4.3



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มผู้ใช้งานระบบและการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้งานระบบ



ภาพที่ 4.2 หน้าจอการแก้ไขผู้ใช้งานระบบและการกำหนดสิทธิ์เข้าใช้งานระบบ



ภาพที่ 4.3 รายชื่อและสิทธิ์การเข้าใช้งานระบบ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการสร้างผู้ใช้งานระบบโดยผู้ดูแลระบบ และการกำหนดสิทธิ์

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 5 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
สามารถจัดเก็บรายชื่อผู้ใช้งานระบบไว้ในฐานข้อมูลได้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบรายชื่อผู้ใช้งานระบบ โดยตรวจสอบทั้งจากฐานข้อมูล ที่จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งานไว้จากภาพที่ 4.3 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

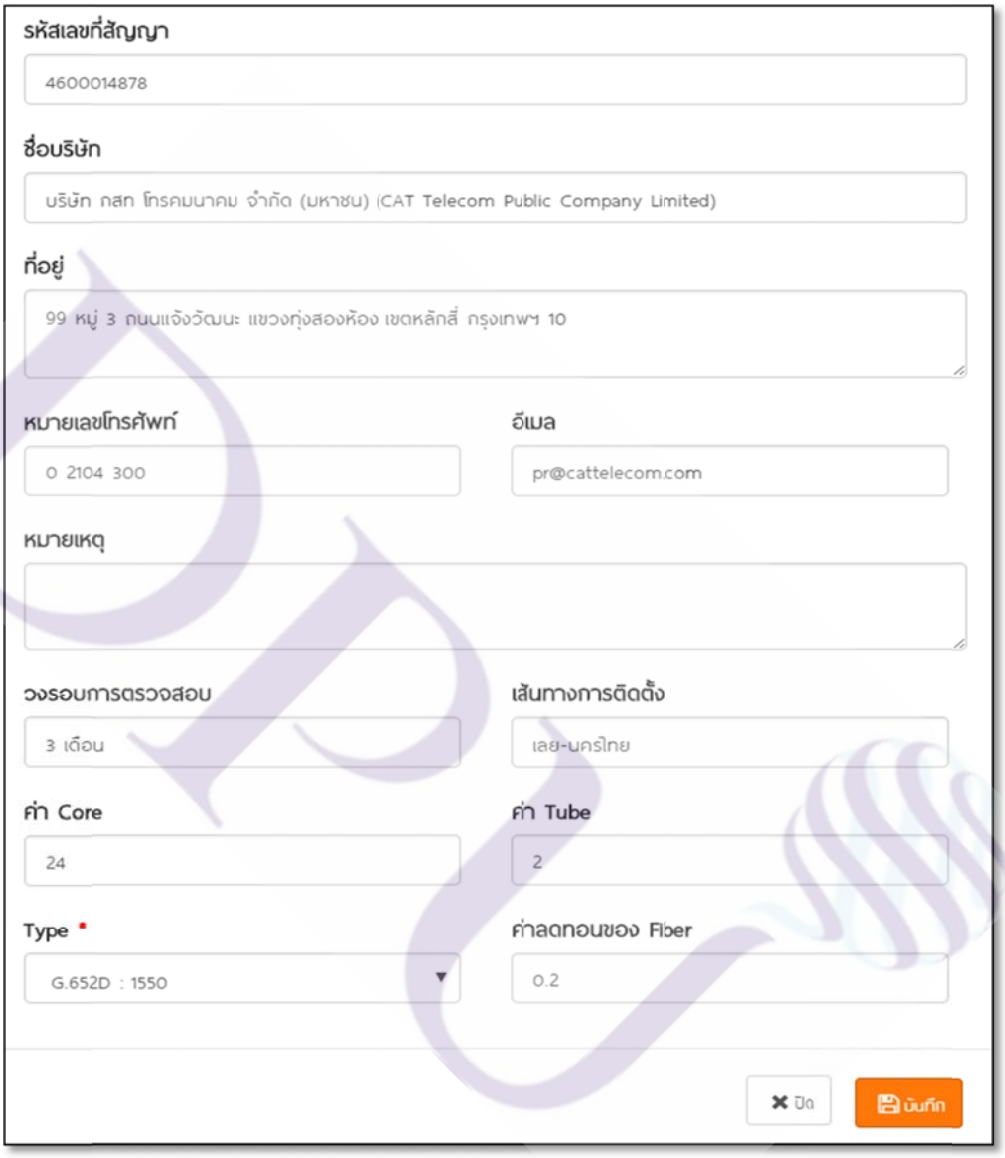
การทดสอบที่ 2 การทดสอบสร้างข้อมูลลูกค้าและค้นหาข้อมูลลูกค้า

วัตถุประสงค์

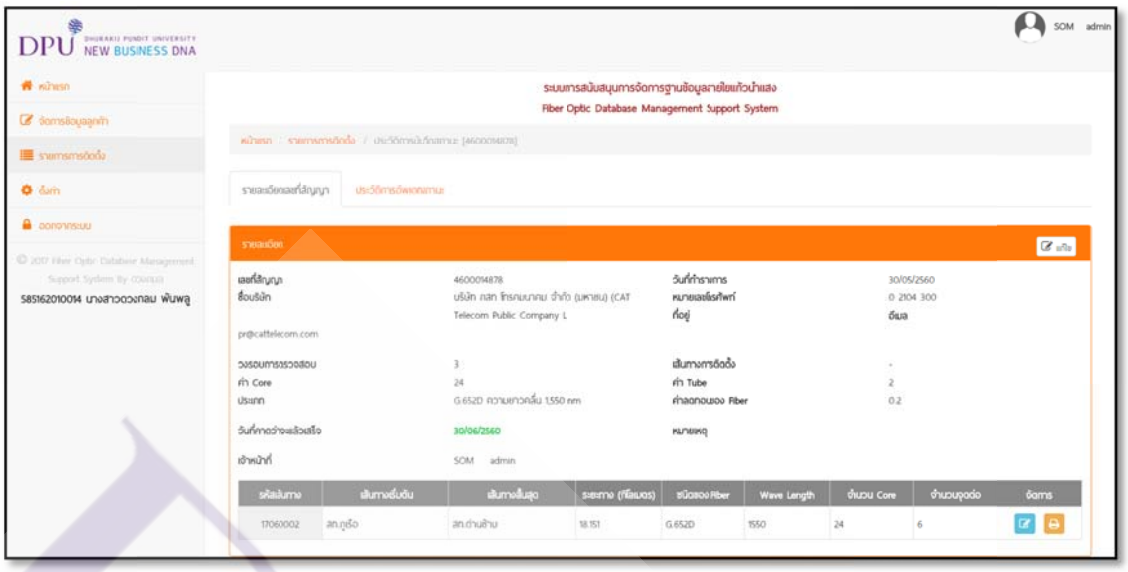
1) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลลูกค้าไว้ในฐานข้อมูลได้

2) เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแสดงรายละเอียดลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้งสายใยแก้วนำแสงได้

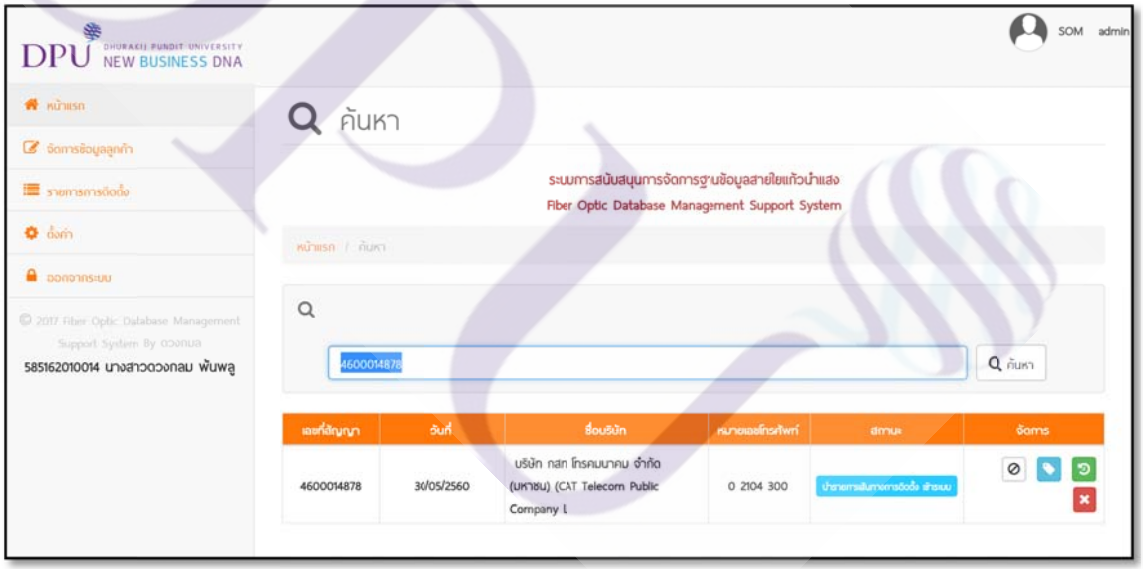
3) สามารถค้นหาข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดเส้นทางโดยเลขที่สัญญาหรือเบอร์โทรศัพท์ได้



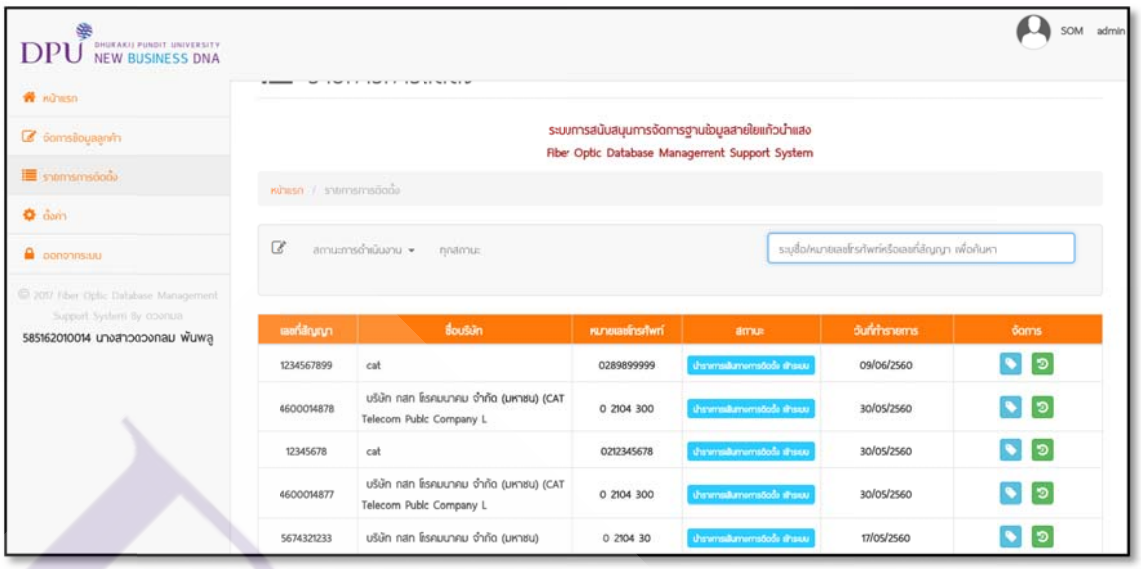
ภาพที่ 4.4 การสร้างข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดเส้นทางการติดตั้ง



ภาพที่ 4.5 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง



ภาพที่ 4.6 ผลการค้นหาข้อมูลลูกค้าด้วยเลขที่สัญญา



ภาพที่ 4.7 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง 5 รายการ

ตารางที่ 4.2 ผลการสร้างข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง

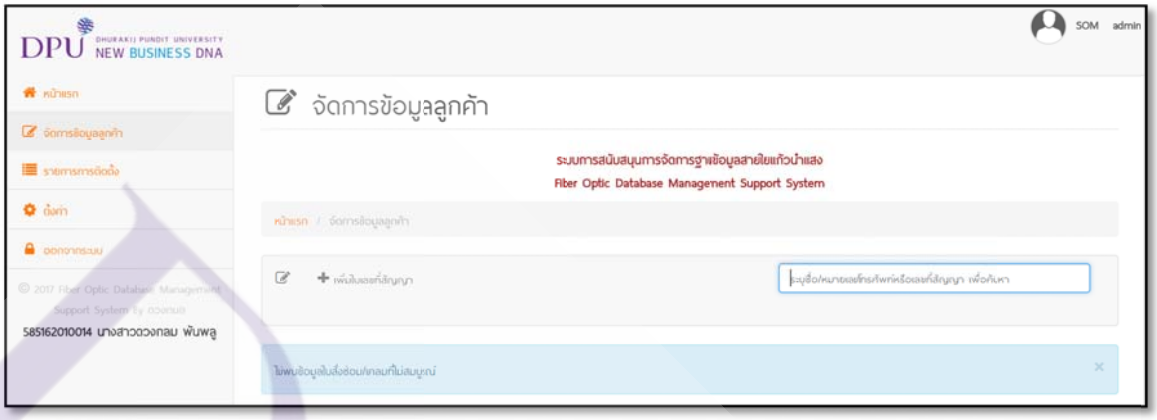
หัวข้อการทดสอบ	**ผลการทำงาน 5 ครั้ง**		**ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์**
	ถูก	ผิด	
1. สามารถจัดเก็บข้อมูลลูกค้าไว้ในระบบฐานข้อมูลได้	5	0	100%
2. สามารถแสดงข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดเส้นทางการติดตั้งได้	5	0	100%
3. สามารถค้นหาข้อมูลลูกค้าและรายละเอียดเส้นทางการติดตั้งโดยเลขที่สัญญาหรือเบอร์โทรศัพท์ได้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบรายชื่อบริษัทของลูกค้าและข้อมูลการติดตั้ง โดยตรวจสอบทั้งจากฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลแต่ละผู้ใช้งานไว้จากภาพที่ 4.7 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

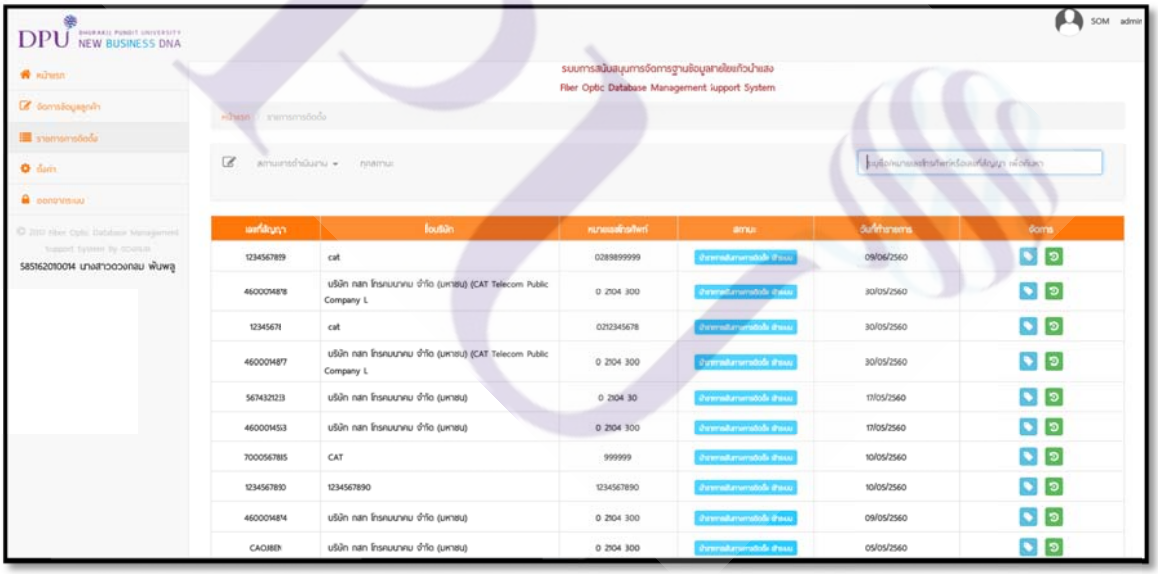
การทดสอบที่ 3 ทดสอบการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและ เส้นทางที่ต้องดูแลและตรวจสอบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าและการสร้างเส้นทางการติดตั้งได้



ภาพที่ 4.8 ช่องการเพิ่มข้อมูลลูกค้า (เลขที่สัญญา) และเส้นทางการติดตั้ง



ภาพที่ 4.9 ผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและเส้นทางการติดตั้ง

ตารางที่ 4.3 ผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและข้อมูลเส้นทางการติดตั้ง

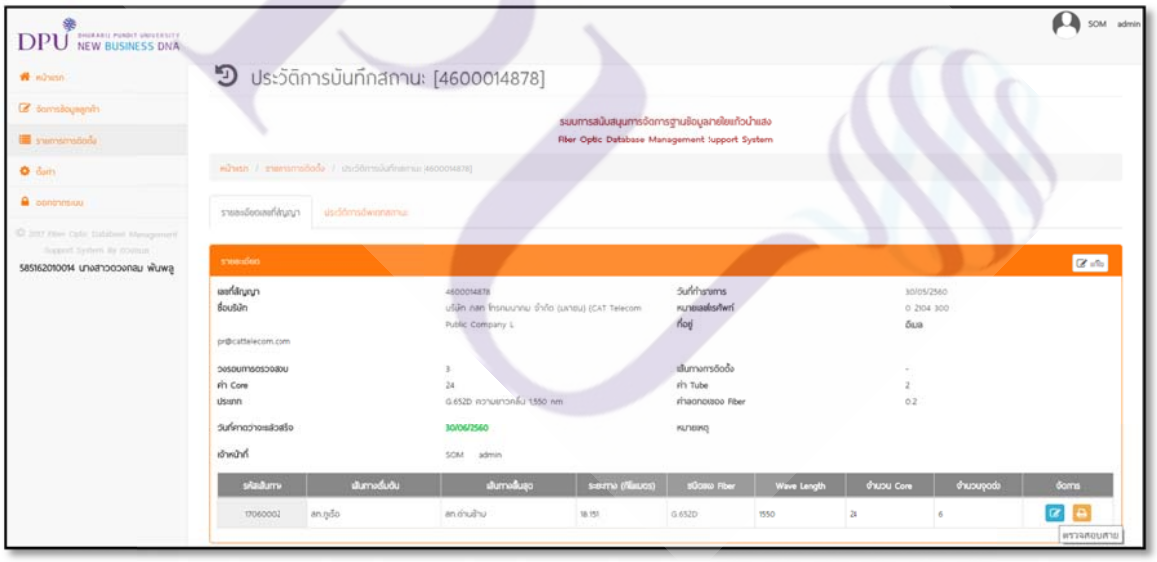
หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. สามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าละเส้นทางการติดตั้งได้	10	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 พบว่าระบบสามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าและเส้นทางการติดตั้งได้ถูกต้องดังภาพที่ 4.9 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

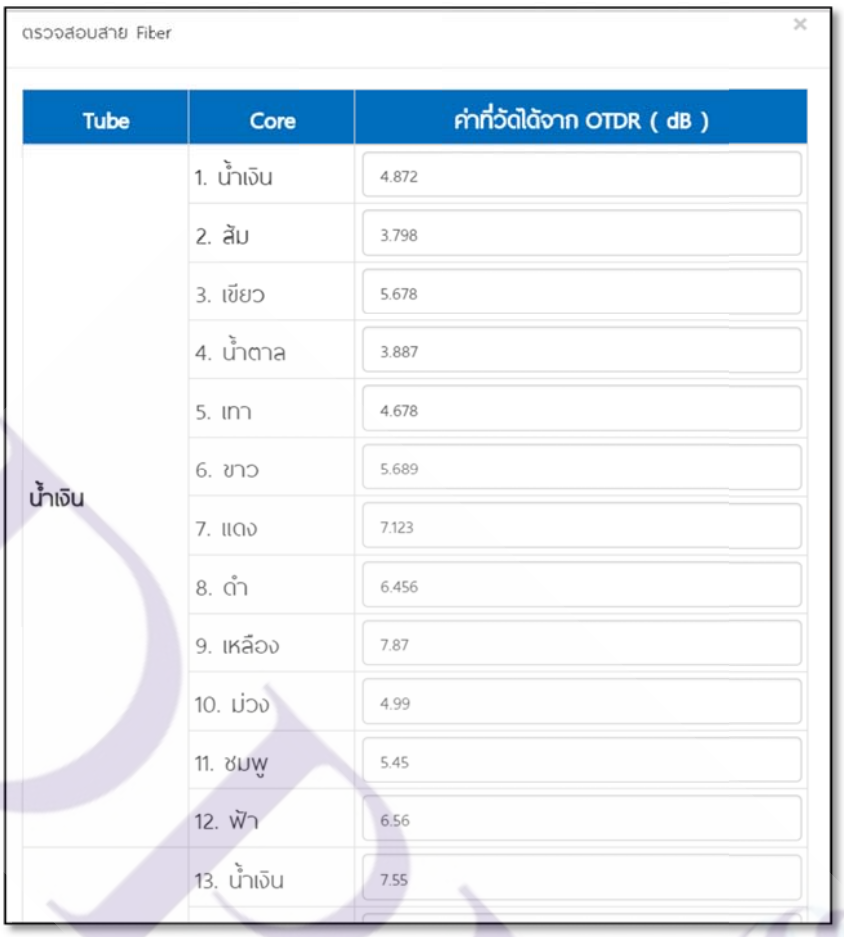
การทดสอบที่ 4 ทดสอบการใส่ค่าลดทอนสัญญาณในแต่ละคอร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณลงในฐานข้อมูลได้



ภาพที่ 4.10 ข้อมูลเส้นใยแก้วและวิธีการเข้าหน้าการกรอกค่าลดทอนสัญญาณ



ภาพที่ 4.11 ผลการกรอกค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDR

ตารางที่ 4.4 ผลการเพิ่มข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDR

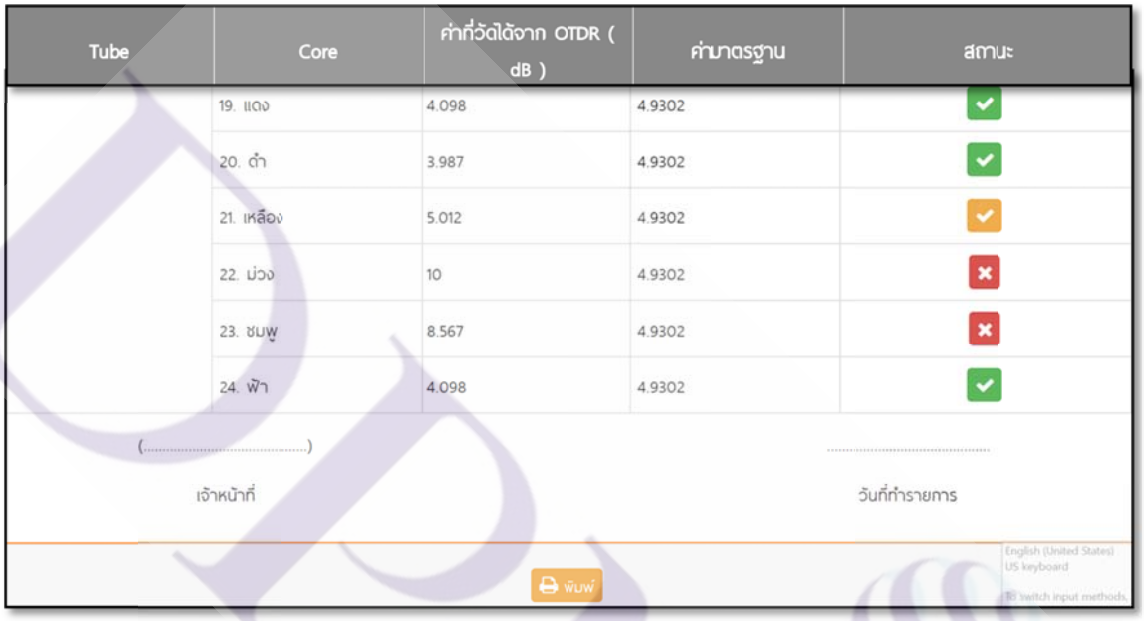
หัวข้อการทดสอบ	**ผลการทำงาน 5 ครั้ง**		**ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์**
	ถูก	ผิด	
1. จัดเก็บข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณลงในฐานข้อมูลได้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.4 พบว่าระบบสามารถเพิ่มข้อมูลค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDR และจัดเก็บลงฐานข้อมูลได้ถูกต้องดังภาพที่ 4.11 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 5 ทดสอบการแสดงค่าการลดทอนของสัญญาณที่วัดได้จริงในแต่ละคอร์เทียบกับค่าคำนวณทางทฤษฎี

วัตถุประสงค์

1. ระบบสามารถทำการเปรียบเทียบข้อมูลค่าการลดทอนของสัญญาณที่วัดได้จริงในแต่ละคอร์จากเครื่อง OTDR เทียบกับค่าคำนวณทางทฤษฎี ได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 4.12 หน้าจอสถานะของสายใยแก้วนำแสง

แสดงค่าที่วัดได้จริงจากเครื่อง OTDR น้อยกว่าค่ามาตรฐาน (สายใยแก้วสารมารถใช้งานได้ตามปกติ)

แสดงค่าที่วัดได้จริงจากเครื่อง OTDR มากกว่าค่ามาตรฐานแต่ไม่เกิน 3 dB (สายใยแก้วยังสารมารถใช้งานได้ตามปกติ)

แสดงค่าที่วัดได้จริงจากเครื่อง OTDR มากกว่าค่ามาตรฐานและเกิน 3 dB (สายใยแก้วไม่สามารถใช้งานได้ เพราะไม่มีความเสถียรของสายสัญญาณ ต้องทำการส่งเปลี่ยนซ่อมสาย)

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจสอบสายใยแก้วและการเปรียบเทียบข้อมูลสายใยแก้ว

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 5 ครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
	ถูก	ผิด	
1. ระบบสามารถทำการเปรียบเทียบข้อมูลสายจากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติจริงที่วัดค่าจากเครื่อง OTDR ได้	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.5 พบว่าระบบสามารถเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง OTDRกับค่ามาตรฐานได้และจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลได้ถูกต้องดังภาพที่ 4.12 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 6 ทดสอบการออกรายงานสถานภาพของสายสัญญาณที่ติดตั้งในจุดต่างๆ ในพื้นที่ที่ทำการบำรุงรักษา

วัตถุประสงค์

1. ระบบสามารถออกรายงานได้อย่างถูกต้อง เข้าใจง่าย และสามารถจัดเก็บลงฐานข้อมูลได้

Tube	Core	ค่าที่วัดได้จาก OTDR (dB)	ค่ามาตรฐาน	สถานะ
	17. เทา	4.765	4.7802	ปกติ
	18. ขาว	4.197	4.7802	ปกติ
	19. แดง	4.098	4.7802	ปกติ
	20. ดำ	3.987	4.7802	ปกติ
	21. เหลือง	5.012	4.7802	ปกติ
	22. ม่วง	10	4.7802	ส่งซ่อม
	23. ชมพู	8.567	4.7802	ส่งซ่อม
	24. ฟ้า	4.098	4.7802	ปกติ

(.....)

เจ้าหน้าที่

.....

วันที่ทำรายการ

ภาพที่ 4.13 หน้าจอการพิมพ์รายงานสายใยแก้วนำแสง

ตารางที่ 4.6 ผลการออกรายงานเพื่อบอกประสิทธิภาพการใช้งานข้อมูลของสายใยแก้ว

หัวข้อการทดสอบ	**ผลการทำงาน 5 ครั้ง**		**ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์**
	ถูก	ผิด	
1. ระบบสามารถพิมพ์รายงานบอกประสิทธิภาพสายใยแก้วได้อย่างถูกต้อง	5	0	100%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.6 พบว่าระบบสามารถออกรายงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่ายและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.15 พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้อง 100%

การทดสอบที่ 7 ผลการวิเคราะห์ระบบของช่างผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสงด้านบน ได้วัดประสิทธิภาพของการใช้งานระบบโดยการทดสอบจากช่างผู้ดูแลงานของบริษัท แอ็ดวานซ์ อินฟอร์เมชั่นเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทในเขตกรุงเทพมหานคร เทียบกับ ห้างหุ้นส่วนจำกัด จี แอนด์ เอ็น เทเลคอม ซึ่งเป็นบริษัทในเขตต่างจังหวัด (สมุทรสาคร) ทั้ง 2 บริษัทรับทำงานในส่วนของการติดตั้งและซ่อมบำรุงสายใยแก้วนำแสงให้กับหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด บริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด) เช่นกัน เพื่อดูความคิดเห็นของบริษัททั้ง 2 ว่ามีความคิดเห็นแตกต่างอย่างไร และเขตพื้นที่ของบริษัทจะมีผลต่อการใช้งานระบบมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสงเป็นเครื่องมือในการวัดผลของระบบการทำงานนี้ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 จำนวนของช่างผู้วิเคราะห์ระบบทั้งหมด

คุณลักษณะ	**จำนวน**	**เปอร์เซ็นต์**
เพศ		
ชาย	40	100%
หญิง	0	0
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
21-30 ปี	8	20%
31-40 ปี	19	47.5%
สูงกว่า 41 ปี	15	32.5%
รวม	**40**	**100%**

จากตารางที่ 4.7 กลุ่มคนดังกล่าวได้ทำแบบประเมินตามแบบฟอร์มในภาคผนวก ข ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. - 15 พ.ค. เป็นเวลา 15 วันผลลัพธ์ทางการประเมินที่ได้นำมาประเมินการทำงานทางสถิติได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลการใช้งานระบบของช่างที่ดูแลส่วนงานสายใยแก้วนำแสง ของบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 คน

ลำดับ	รายการที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	ระบบที่ออกแบบสามารถอำนวยความสะดวกมากขึ้น	4.9	0.31	มากที่สุด
2	ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย	5	0	มากที่สุด
3	ประสิทธิภาพของระบบมีความถูกต้อง แม่นยำ	5	0	มากที่สุด
4	ระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว	4.95	0.22	มากที่สุด
5	เนื้อหารายงานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.6	0.5	มาก
เฉลี่ย		**4.89**	**0.2**	**มาก - มากที่สุด**

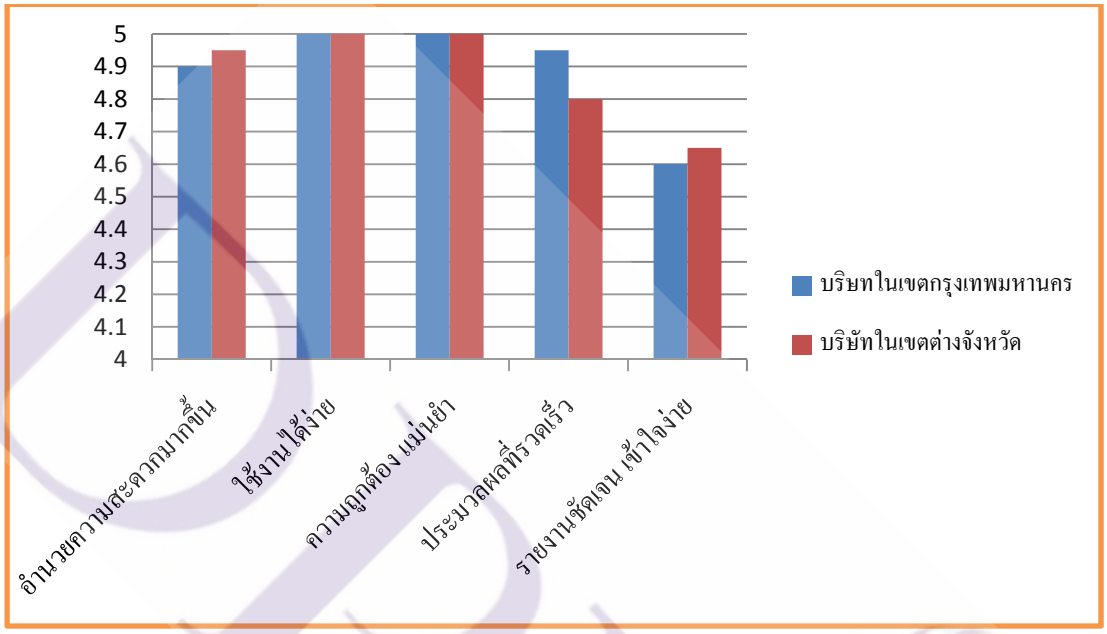
จากตารางที่ 4.8 พบว่าความพึงพอใจในระบบที่พัฒนาขึ้นของช่างผู้ดูแลงานส่วนงานสายใยแก้วนำแสงของบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากถึงมากที่สุด

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลการใช้งานระบบของช่างที่ดูแลส่วนงานสายใยแก้วนำแสง ของบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัด จำนวน 20 คน

ลำดับ	รายการที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	ระบบที่ออกแบบสามารถอำนวยความสะดวกมากขึ้น	4.95	0.22	มาก
2	ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย	5	0	มากที่สุด
3	ประสิทธิภาพของระบบมีความถูกต้อง แม่นยำ	5	0	มากที่สุด
4	ระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว	4.8	0.41	มาก
5	เนื้อหารายงานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.65	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย		**4.88**	**0.22**	**มาก - มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.9 พบว่าความพึงพอใจในระบบที่พัฒนาขึ้นของช่างผู้ดูแลงานส่วนงานสายใยแก้วนำแสงของบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัด โดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากถึงมากที่สุด

จากตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9 สามารถสรุปความพึงพอใจของทั้ง 2 บริษัทเป็นแผนภูมิกราฟแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.14 กราฟแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความคิดเห็นของช่างที่ดูแลงานสายใยแก้วนำแสงระหว่างบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพมหานครและบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัด

จากภาพที่ 4.14 สามารถสรุปผลได้ว่าดังนี้

1. เรื่องระบบสามารถอำนวยความสะดวกมากขึ้น บริษัทฯ ในเขตกรุงเทพมหานครและบริษัทฯในเขตต่างจังหวัดให้คะแนน 4.9 และ 4.95 เหตุผลเพราะช่างบางคนของทั้ง 2 บริษัทฯ ส่วนใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 41 ปี ไม่คุ้นเคยกับการทำงานผ่านเว็บ คุ้นเคยกับการทำงานโดยใช้กระดาษแบบเดิม เนื่องจากทำแบบนี้มานานแล้ว

2. เรื่องระบบสามารถใช้งานได้ง่าย บริษัทฯ เขตกรุงเทพมหานครและบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัดให้คะแนนเต็มคือ 5

3. เรื่องประสิทธิภาพของระบบมีความถูกต้อง แม่นยำ บริษัทฯ เขตกรุงเทพมหานครและบริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัดให้คะแนนเต็มคือ 5

4. เรื่องระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว บริษัทฯ เขตกรุงเทพมหานครให้คะแนน 4.95 บริษัทฯ ในเขตต่างจังหวัดให้คะแนนคือ 4.8 คือ เนื่องจากบริษัทที่อยู่ต่างจังหวัดใช้เครื่องโทรศัพท์มือถือของช่างเองทำการทดลองใช้ระบบผ่านหน้าจอโทรศัพท์ ณ ขณะทดลองความเร็วของอินเตอร์เน็ตช่างอาจช้าเนื่องจากแพคเกจมือถือที่ช่างใช้มีน้อย จึงทำให้ระบบช้าแต่ก็ไม่เกิน 5 วินาที เทียบกับการใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์

5. เรื่องเนื้อหารายงานมีความชัดเจน เข้าใจง่ายบริษัทเขตกรุงเทพมหานครให้คะแนน 4.6 บริษัทในเขตต่างจังหวัดให้คะแนนเต็มคือ 4.65 คือ ช่างทั้ง 2 บริษัทมองว่าเนื้อหารายงานที่แสดงยังมีองค์ประกอบไม่ครบถ้วนยังขาดภาพรวมเส้นทางทั้งหมดที่ดูแล

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการอภิปรายเพื่อสรุปผลที่ได้จากการทดสอยงานวิจัย รวมทั้งข้อจำกัดของระบบที่พบจากการทดสอบระบบ และข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไปเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สามารถออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสงและระบบสามารถเปรียบเทียบค่าความแรงของสัญญาณที่ควรจะเป็นทางทฤษฎีได้

5.1.2 สรุปผลตามขอบเขตของงานวิจัย

หลังจากทดสอบระบบในด้านต่าง ๆ แล้วนั้น พบว่าระบบการสนับสนุนการจัดเก็บฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง สามารถทำงานได้ตามขอบเขตงานวิจัยที่กำหนดไว้ดังนี้

1) ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลเส้นทางการติดตั้งสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง

2) ระบบสามารถเก็บค่าความแรงของสัญญาณที่วัดจากเครื่อง OTDR และค่าที่คำนวณทางทฤษฎีได้

3) ระบบที่พัฒนาสามารถรองรับการบำรุงรักษาสายใยแก้ว ซึ่งมีการตรวจวัดคุณภาพสัญญาณทุก ๆ 3,6,12 เดือน ตามแต่ระบบงานนั้นๆ

4) ระบบที่พัฒนาสามารถเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณทางทฤษฎีที่ควรจะเป็นกับค่าที่วัดได้จริงด้วยเครื่อง OTDR และสามารถบอกสถานะความพร้อมใช้งานในแต่ละคอร์ได้

5) ระบบสามารถแสดงรายงานผลการตรวจวัดค่าลดทอนสัญญาณของสายใยแก้วนำแสงแต่ละคอร์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย

5.2 ข้อจำกัดของระบบ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ยังมีข้อจำกัดซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

5.2.1 ระบบสามารถเปรียบเทียบสายใยแก้วนำแสงได้เพียง 2 ประเภทเท่านั้นคือ G.652D ที่ความยาวคลื่น 1310 nm, 1550 nm และ G.655 ที่ความยาวคลื่น 1550 nm, 1625 nm

5.2.2 ระบบที่พัฒนาไม่สามารถมอง topology ภาพรวมเส้นทางทั้งหมดได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการระบบการสนับสนุนการจัดเก็บฐานข้อมูลเส้นใยแก้วนำแสง สามารถแยกข้อเสนอแนะออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

5.3.1 ระบบควรพัฒนาให้ระบบสามารถเปรียบเทียบชนิดของสายใยแก้วและความยาวคลื่นให้ได้หลากหลายชนิดมากขึ้น

5.3.2 ระบบควรจะพัฒนาระบบให้มีการมองเห็น topology ภาพรวมเส้นทางของทั้งเส้นที่รับผิดชอบเพื่อให้สามารถมองประสิทธิภาพสายในภาพรวมทั้งระบบได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กีรยุทธ์ ศรีนวลจันทร์. (2547). *การทดสอบสายเคเบิลใยแก้วนำแสงชนิดแขวน*.
การประยุกต์ใช้เครื่อง-otdr. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2559, จาก www.siamfiber.com/1012501/
จงเจริญ แจ้งมาก. (2556). *การพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร*.
บัญชา ปะสีสะเตสัง. (2553). *พัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นด้วย PHP ร่วมกับ MySQL และDreamweaver*.
มาตรฐานปัจจุบันของ ITU (International Telecommunication Union) G.652.D G.655 (11/2009)
รายงานการวิจัย *การแก้ไขข้อผิดพลาดของสัญญาณปลายทางในเคราองสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
สามภพ วชิรบรรจง. (2550). *การออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการความผิดพลาดในระบบป้องกันทางไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวพระนครเหนือ
สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2560, จากhttp://tsl.tsu.ac.th/courseware/math2/lesson1/less1_1.htm
สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2560, จาก http://www.ctn-phrae.com/m/all-view-project-12.html
สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2559, จาก http://www.research-system.siam.edu
สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2559, www.researchsystem.siam.edu/images/coop/Installation_of_3G_Telecommunications/11.%E0%B8 %9A%E0%B8%97%E0%B8%97_2.pdf
อธิคม ฤกษบุตร. (2543). *เส้นใยแก้วและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น*.
PREM S. MANN. Introductory Statistics SEVENTH EDITION
Fiber Manager. (2554). สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2560, จาก www.telvent.com/smartgrid

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสาร ITU อ้างอิง

International Telecommunication Union

ITU-T

TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU

G.652

(11/2009)

SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS

Transmission media and optical systems characteristics – Optical fibre cables

Characteristics of a single-mode optical fibre and cable

Recommendation ITU-T G.652

ITU-T

ITU International Telecommunication Union

Table 4 – ITU-T G.652.D attributes

Fibre attributes		
Attribute	**Detail**	**Value**
Mode field diameter	Wavelength	1310 nm
	Range of nominal values	8.6-9.5 µm
	Tolerance	±0.6 µm
Cladding diameter	Nominal	125.0 µm
	Tolerance	±1 µm
Core concentricity error	Maximum	0.6 µm
Cladding noncircularity	Maximum	1.0%
Cable cut-off wavelength	Maximum	1260 nm
Macrobend loss	Radius	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.1 dB
Proof stress	Minimum	0.69 GPa
Chromatic dispersion coefficient	λ_{0min}	1300 nm
	λ_{0max}	1324 nm
	S_{0max}	0.092 ps/nm^2 × km
Cable attributes		
Attribute	**Detail**	**Value**
Attenuation coefficient (Note 1)	Maximum from 1310 nm to 1625 nm (Note 2)	0.4 dB/km
	Maximum at 1383 nm ±3 nm (Note 3)	0.4 dB/km
	Maximum at 1550 nm	0.3 dB/km
PMD coefficient (Note 4)	M	20 cables
	Q	0.01%
	Maximum PMD_Q	0.20 ps/$\sqrt{km}$

NOTE 1 – The attenuation coefficient values listed in this table should not be applied to short cables such as jumper cables, indoor cables and drop cables. For example, [IEC 60794-2-11] specifies the attenuation coefficient of indoor cable as 1.0 dB/km or less at both 1310 and 1550 nm.

NOTE 2 – This wavelength region can be extended to 1260 nm by adding 0.07 dB/km induced Rayleigh scattering loss to the attenuation value at 1310 nm. In this case, the cable cut-off wavelength should not exceed 1250 nm.

NOTE 3 – The average attenuation coefficient at this wavelength shall be less than or equal to the maximum value specified for the range of 1310 nm to 1625 nm, after hydrogen ageing. The hydrogen ageing is a type test that shall be done to a sampled fibre, according to [IEC 60793-2-50] regarding the B1.3 fibre category.

NOTE 4 – According to clause 6.2, a maximum PMD_Q value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable PMD_Q.

International Telecommunication Union
ITU-T
TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU
G.655
(11/2009)
SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA,
DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS
Transmission media and optical systems characteristics –
Optical fibre cables
Characteristics of a non-zero dispersion-shifted
single-mode optical fibre and cable
Recommendation ITU-T G.655
ITU-T
ITU
International
Telecommunication
Union

Typical values for the chromatic dispersion coefficient, D_{1550}, and chromatic dispersion slope coefficient, S_{1550}, at 1550 nm vary with the specific implementation. Values may be found in clause I.6 for the examples given. These values, together with link length, L_{Link}, can be used to calculate the typical dispersion for use in optical link design.

$$D_{Link}(\lambda) = L_{Link}[D_{1550} + S_{1550}(\lambda - 1550)] \quad (ps/nm)$$

I.3 Differential group delay (DGD)

The differential group delay is the difference in arrival times of the two polarization modes at a particular wavelength and time. For a link with a specific PMD coefficient, the DGD of the link varies randomly with time and wavelength as a Maxwell distribution that contains a single parameter which is the product of the PMD coefficient of the link and the square root of the link length. The system impairment due to PMD at a specific time and wavelength depends on the DGD at that time and wavelength. So, means of establishing useful limits on the DGD distribution, as it relates to the optical fibre cable PMD coefficient distribution and its limits, have been developed and are documented in [b-IEC/TR 61282-3]. The metrics of the limitations of the DGD distribution follow:

- Reference link length, L_{Ref}: A maximum link length to which the maximum DGD and probability will apply. For longer link lengths, multiply the maximum DGD by the square root of the ratio of actual length to the reference length.
- Typical maximum cable length, L_{Cab}: The maxima are assured when the typical individual cables of the concatenation or the lengths of the cables that are measured in determining the PMD coefficient distribution are less than this value.
- Maximum DGD, DGD_{max}: The DGD value that can be used when considering optical system design.
- Maximum probability, P_F: The probability that an actual DGD value exceeds DGD_{max}.

NOTE – The determination of the contribution of components other than optical fibre cable is beyond the scope of this Recommendation, but is discussed in [b-IEC/TR 61282-3].

I.4 Non-linear coefficient

The effect of chromatic dispersion is interactive with the non-linear coefficient, n_2/A_{eff}, regarding system impairments induced by non-linear optical effects (see [b-ITU-T G.663] and [ITU-T G.650.2]). Typical values vary with the implementation. The test methods for non-linear coefficient remain under study.

I.5 Tables of common typical values

The values in Tables I.1 and I.2 are representative of concatenated optical fibre links according to clauses I.1 and I.3, respectively. The implied fibre induced maximum DGD values in Table I.2 are intended for guidance in regard to the requirements for other optical elements that may be in the link.

Table I.1 – Link attenuation values

Attenuation coefficient	Wavelength region	Typical link value
(Note)	1530-1565 nm	0.275 dB/km
	1565-1625 nm	0.35 dB/km
NOTE – Typical link value corresponds to the link attenuation coefficient used in [b-ITU-T G.957] and [b-ITU-T G.692].		

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูลสายใยแก้วนำแสง

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21 - 30 ปี ☐ 31 - 40 ปี ☐ สูงกว่า 41 ปี

ตำแหน่ง ☐ วิศวกรโครงข่ายตอนนอก ☐ ผู้ควบคุมงานตัดต่อ ☐ ตรวจและทดสอบระบบข่ายสาย

☐ ผู้ควบคุมและดูแลระบบข่ายสายตอนนอก

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความจริงมากที่สุด

5 หมายถึง ในระดับพอใจมากที่สุด, 4 หมายถึง ในระดับพอใจมาก, 3 หมายถึง ในระดับพอใจ,

2 หมายถึง ในระดับไม่ค่อยพอใจ, 1 หมายถึง ในระดับไม่พอใจเลย

ลำดับ	รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ระบบที่ออกแบบสามารถอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบสายใยแก้ว					
2	ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย					
3	ระบบสามารถทำการเปรียบเทียบค่าลดทอนสัญญาณได้ถูกต้องแม่นยำ					
4	ระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว					
5	เนื้อหารายงานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และมีข้อมูลครบถ้วน					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.

ลงชื่อ.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	ดวงกมล พันพลู
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2552 สถิติประยุกต์
	คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

DPU