ระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่มีสภาพพร้อมใช้งานสูงโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G

High Availability Branch Network Backup Systems Using 4G Mobile Network Technology

ชัชวาล พานวงษ์, ขจิตพรรณ กฤตพลวิมาน และ ศรันย์ นาคนอม

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

chatchavarn.pan@mystou.net

[1]บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่มีสภาพพร้อมใช้งานสูงโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G กระบวนการวิจัยประกอบด้วย 1) ออกแบบระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่มีสภาพพร้อมใช้งานสูงด้วยเทคโนโลยี 4G โดยพิจารณาร่วมกับต้นทุนระบบ 2) ติดตั้งและทดสอบระบบเครือข่ายสำรองสาขาด้วย 4G ผ่านระบบ PRTG และ 3) ประเมินผลความพร้อมใช้งานสูงของระบบโดยการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานระบบ ผลการวิจัยพบว่าระบบเครือข่ายสำรองที่นำเสนอสามารถทำงานทดแทนเครือข่ายหลักตามการคำนวณได้ 99.79%

คำสำคัญ: ระบบเครือข่ายสำรองสาขา ความพร้อมใช้งานสูง เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G

Abstract

This research paper presented the high availability branch network backup systems using 4G mobile network technology. The research methodology consisted of 1) designing high availability branch network backup systems with 4G technology regarding business cost, 2) installing and testing the Branch network backup systems based 4G with PRTG system, and 3) evaluating high availability of systems based on system availability percentage calculation. The results showed that the proposed network backup systems were able to replace the main network according to the calculation at 99.79% benchmark.

Keywords: Branch Network Backup Systems, High Availability, 4G Mobile Network Technology

1. บทนำ

สำหรับองค์กร ที่ให้บริการเครือข่าย ขนาดใหญ่ที่มีสำนักงานสาขาทั่วประเทศ มีการ ใช้งาน โครงสร้าง พื้นฐานสำหรับให้บริการเครือ ข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเครือ ข่ายบริเวณกว้างหรือเครือข่ายแบบ WAN ครอบคลุมพื้นที่ข้ามจังหวัดมีการติดตั้งระบบเครือข่าย Leased Line ให้สามารถรองรับความต้องการใช้งานแบนด์วิดท์ที่สูงโดยใช้เทคโนโลยีใยแก้วนำแสงระบบเครือข่าย Leased Line ที่ใช้ใยแก้วนำแสงปัจจุบันเมื่อเกิดปัญหา ทางกายภาพ เช่น สายใยแก้วขาด จะใช้เวลาในการแก้ไข 6-8 ชั่วโมง [1] ในพื้นที่ต่างจังหวัดหรือตามสาขาต่างจังหวัดโดยมีการอ้างอิงมาตรฐานข้อตกลงการให้บริการเครือข่าย Leased Line ของผู้ให้บริการเครือข่ายแห่งหนึ่งในประเทศไทย

ซึ่งหากนำมาวิเคราะห์ค่าเสียหายต่อธุรกิจแล้วทำให้เห็นว่าระบบ เครือข่าย สำรองสาขา เป็นสิ่งสำคัญ ที่สามารถสร้างความพร้อม ใช้งานสูง ให้แก่เครือข่าย สารสนเทศ แต่ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากระบบเครือ ข่ายสำรองสาขา ควรมีค่าใช้จ่าย ที่ต่ำกว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเพื่อ ให้การลงทุนในระบบเครือข่ายสำรองมีจุดคุ้มทุนหรือ B.E.P (Break Even Point) ทำให้ระบบเครือข่ายสำรองสามารถติดตั้งและนำมาใช้งานได้ในทางธุรกิจ

งานวิจัยนี้นำเสนอการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G สำหรับใช้เป็นระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่สามารถรองรับความต้องการใช้งานเครือข่ายปริมาณมากได้โดยไม่ติดข้อจำกัดทางด้านกายภาพเช่นเดียวกับเครือข่าย Leased Line ใยแก้วนำแสงและมีต้นทุนบริการต่ำเนื่องจากสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน งานวิจัยนี้ใช้แนวทางการทำงานบนระบบเครือข่ายแบบ MPLS (Multiprotocol Label Switching)[2] ที่สามารถตัดสินใจในการส่งต่อและปรับขนาดข้อมูลแบบ end to end ร่วมกับโพรโทคอลสำหรับการกำหนดเส้นทางภายนอกแบบ BGP (Border Gateway Protocol) ทำให้เครือข่าย Leased Line ใยแก้วนำแสงกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G สามารถเชื่อมประสานเข้าด้วยกันสามารถพัฒนาเป็นระบบเครือข่ายสำรองสาขาได้

2. กรอบแนวคิดและกระบวนการวิจัย

การวิจัยนี้ ได้ทำการ ออกแบบ ระบบเครือข่ายสำรองสาขา ให้มีความพร้อมใช้งาน สูงโดยใช้เทคโนโลยี เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G โดยใช้ หลักการทำงานของ MPLS และ BGP ออกแบบ และติดตั้งระบบเครือข่ายสำรองสาขา ให้แก่

The manuscript received July 12, 2020; revised November 1, 2020; accepted December 21, 2020; available online August 31, 2021. *Corresponding author:

ชัชวาล พานวงษ์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
(E-mail: chatchavarn.pan@mystou.net)

สำนักงานสาขา 10 สาขา ซึ่งตั้งอยู่ใน 5 ภูมิภาค ของประเทศไทย ได้มีการคัดเลือก 2 สาขาแรก ของแต่ละภูมิภาค ที่มีการใช้งานเครือข่ายเฉลี่ยมากที่สุด แล้วนำมาเปรียบเทียบ ผลด้วยเครื่องมือซอฟต์แวร์ตรวจสอบเครือข่าย PRTG (Paessler Router Traffic Grapher) มีการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณ การใช้งานเครือข่ายจากอุปกรณ์ Router 4G ที่ตั้งอยู่ตามสาขากลุ่มตัวอย่างด้วยโพรโทคอลสำหรับการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย SNMP (Simple Network Management Protocol) [3] จากนั้นนำมาวิเคราะห์สภาพพร้อมใช้งานสูงของ ระบบเครือข่ายสำรองสาขาด้วย เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 การออกแบบระบบเครือข่ายสำรองสาขา

ดำเนินการโดยรวมระบบเครือข่าย Leased Line ใยแก้วนำแสงเข้ากับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G โดยใช้เทคนิคการสวิตชิงเครือข่ายแบบ MPLS ทำงานภายใต้ BGP routing เพื่อให้เครือข่ายหลักและเครือข่ายสำรองตรวจสอบสถานะการทำงานกันสามารถคำนวณและ เปลี่ยนเส้นทาง เครือข่ายกันแบบ อัตโนมัติ [4 - 6] จากนั้นคำนวณจุดคุ้มทุนตามสมการที่ (1)

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ยอดขาย (ต่อนาทีในเวลางาน 8 ชั่วโมง)}}{\text{ยอดขาย (ต่อเฉลี่ยนาที) - ต้นทุนระบบสำรอง (ต่อนาที)}} \quad (1)$$

ยอดขาย = ค่าเสียหายจากการขายเมื่อระบบเครือข่ายไม่สามารถให้บริการได้ในเวลางานคิดที่ 8 ชั่วโมง

ต้นทุนระบบสำรอง = ต้นทุนคงที่ค่าเช่าใช้ระบบรายเดือนหารเป็นจำนวนนาที

2.2 การตรวจสอบระบบเครือข่ายสำรองสาขา

มีการติดตั้งซอฟต์แวร์ตรวจสอบเครือข่ายที่ได้ออกแบบและติดตั้ง แล้วโดยใช้ PRTG ที่สำนักงานใหญ่และ Router ระบบเครือข่ายสำรองที่สำนักงานสาขากลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 10 สาขาที่ได้รับการคัดเลือกตามปริมาณการใช้งาน ทั้ง 5 ภูมิภาค ภาคเหนือได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ภาคกลางได้แก่ สมุทรสาคร สุพรรณบุรี ภาคตะวันออกได้แก่ ชลบุรี ระยอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่น ภาคใต้ได้แก่ สุราษฎร์ธานี ตรัง

2.3 การวิเคราะห์ผลและประสิทธิภาพการใช้งาน

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่พัฒนาขึ้นว่ามีสภาพพร้อมใช้งานสูงเพียงใดโดยอ้างอิงตารางการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานระบบหรือ HA (High Availability) [5] โดยคิดเปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานของระบบต่อวันหน่วยเป็นนาทีดังสมการที่ (2) และ (3)

$$\text{ความพร้อมใช้งานต่อวัน} = \frac{(A - Q) \times 100}{A} \quad (2)$$

โดย

A = สภาพพร้อมใช้งาน 100% ใน 1 วันคิดเป็น 1,440 นาที

Q = ค่าเฉลี่ย Down Time ที่เกิดขึ้นจากระบบ PRTG ต่อวัน

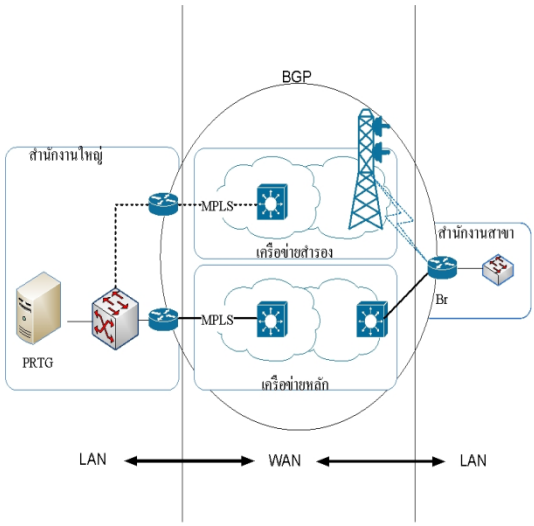
$$Q = \left(\sum \text{down time (นาที)} \div \sum \text{down time (ครั้ง)} \right) \quad (3)$$

3. ผลการวิจัย

จากกรอบแนวคิดและกระบวนการวิจัยตามขั้นตอนดำเนินงานทั้ง 3 ขั้นตอนได้ผลการวิจัยดังนี้

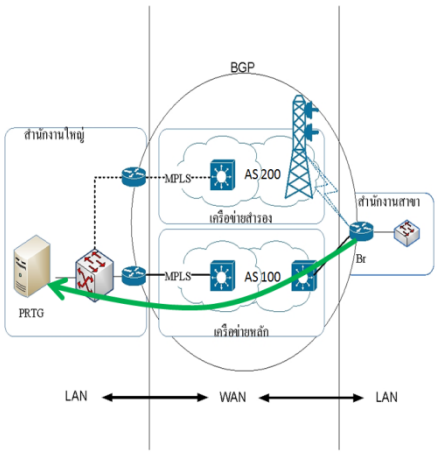
3.1 ผลการออกแบบระบบเครือข่ายสำรองสาขา

ระบบเครือข่ายหลักและระบบเครือข่ายสำรองได้ถูกออกแบบให้แบ่งการทำงานเป็นเครือข่ายเป็นสองประเภทโครงสร้างได้แก่ สำนักงานใหญ่และสาขาเป็นโครงสร้างแบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือแลนโดยมีเครือข่าย Leased Line ที่ใช้ใยแก้วนำแสง กับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G ทำงานอยู่บนโครงสร้างเครือข่ายแบบเครือข่ายบริเวณกว้างหรือเครือข่าย WAN ดังรูปที่ 1



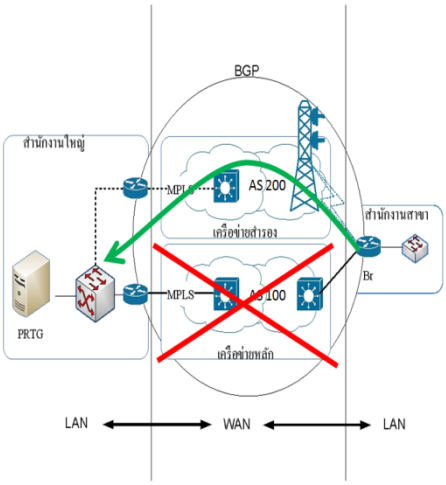
รูปที่ 1 ออกแบบเครือข่ายหลักและสำรองสาขา

จากรูปที่ 1 แสดงรูประหว่างเครือข่ายท้องถิ่นทั้งสองเครือข่าย เชื่อม กัน ผ่าน เครือ ข่าย บริเวณ กว้าง ทำงาน อยู่บนเทคโนโลยีเครือข่ายแบบ MPLS โดยทั้งสองเครือข่ายถูกควบคุมเส้นทาง ข้อมูล ด้วย BGP routing อีกชั้น หนึ่ง ด้วยการ ค้นหาเส้นทางตามคุณสมบัติของกลไกการควบคุมเส้นทางที่อยู่ในฐานข้อมูล BGP Routing Table และเลือกเส้นทางที่ถูกกำหนดตามนโยบาย AS Number ในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลต่อไปยัง Node ที่มีตาราง AS Number ที่ถูกตั้งนโยบายไว้เหมือนกัน



รูปที่ 2 แสดงการส่งข้อมูลจากสาขาและสำนักงานใหญ่ผ่านเครือข่ายหลัก

จากรูปที่ 2 จะเห็นเส้นแสดงการส่งข้อมูลสีเขียวผ่านเส้นทางเครือข่ายหลักที่มีการตั้งค่า BGP AS number 100 ตามนโยบายที่กำหนดค่าไว้ในฐานข้อมูล BGP routing เป็นเส้นทางหลัก และตั้งค่า BGP AS number 200 ให้เครือข่ายสำรอง เมื่อ Router สาขาตรวจสอบพบเส้นทางตามการกำหนดนโยบาย BGP AS number จึงส่งข้อมูลมายังเส้นทางหลัก ที่เป็นใยแก้วนำแสงตามกลไก และเมื่อเส้นทางเครือข่ายหลักหยุดทำงานลง ค่า BGP AS number จะถูกตั้งค่าใหม่และคำนวณเส้นทางตาม BGP AS number เมื่อกลไก BGP ตรวจพบว่ายังคงมี BGP AS number 200 เป็นเส้นทางของเครือข่ายตาม Routing table ของตนเองจะทำการส่งข้อมูลไปยังเส้นทางของเครือข่ายสำรองสาขาด้วยเทคโนโลยี
เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G



รูป 3 แสดงการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสำรอง 4G ที่มีค่า BGP AS number 200

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อเครือข่ายหลักหยุดการทำงานลงกลไกของ BGP จะแจ้งให้ Router ส่งข้อมูลไปทางเครือข่ายสำรองดังแสดงด้วยเส้นสีเขียวแทนเครือข่ายหลัก

เมื่อระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่ออกแบบเรียบร้อยแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์ต้นทุนระบบเครือข่ายสำรองโดยเฉลี่ยยอดขาย 100,000 บาทต่อวัน คิดรวมที่ 8 ชั่วโมงทำงาน และต้นทุนระบบคิดจากต้นทุนการเช่าใช้บริการเครือข่ายหลักพร้อมเครือข่ายสำรอง 4G ราคา 20,000 ต่อเดือน ดังแสดงในสมการที่ (4) อ้างอิงสมการที่ (1)

ตารางที่ 1 แสดงต้นทุนเปรียบเทียบค่าเสียหายกับระบบเครือข่ายสำรอง

จำนวนนาที	ยอดขาย (บาทต่อนาที)	ต้นทุนระบบสำรอง (บาทต่อนาที)
นาทีที่ 1	405	0.46
นาทีที่ 2	810	0.92
นาทีที่ 3	1,215	1.38
นาทีที่ 4	1,620	1.84

ใช้ตารางที่ 1 อ้างอิงนาทีที่ 1 ในการคำนวณ

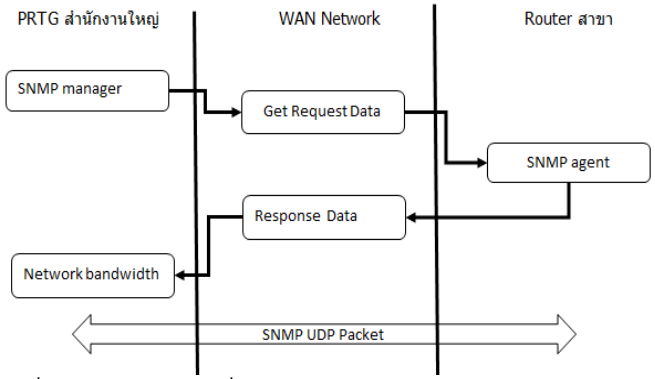
$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{405 \text{ บาท (ต่อนาทีในเวลางาน 8 ชั่วโมง)}}{405 \text{ บาท (ต่อเฉลี่ยนาที)} - 0.46 \text{ บาท (ต่อนาที)}} \quad (4)$$

จุดคุ้มทุน = 1.001 นาที

เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าเสียหายจากระบบหยุดการทำงาน ผู้วิจัยผลพบว่า ต้นทุนระบบมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่หนึ่งนาทีแรกดังนั้นระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่มีสภาพพร้อมใช้งานสูงโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G ที่ได้ออกแบบสามารถนำไปติดตั้งเพื่อการวิเคราะห์ผลและประสิทธิภาพการใช้งาน

3.2 การตรวจสอบระบบเครือข่ายสำรองสาขา

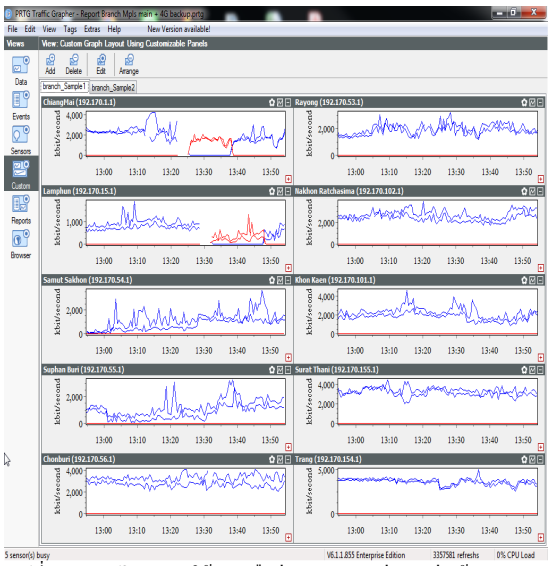
ผลจากการติดตั้ง PRTG และ Router สาขาโดย PRTG สำนักงานใหญ่ที่มี SNMP manager ติดตั้งอยู่จะส่งการร้องขอข้อมูลการใช้งานแบนด์วิทด์ผ่านไปยังเครือข่ายWANเพื่อไปขอข้อมูลจาก Router ที่มี SNMP agent ติดตั้งอยู่จากนั้น SNMP agent จะส่งข้อมูลกลับมายัง SNMP manager ผ่านเครือข่าย WAN ดังภาพที่ 2



รูปที่ 4 ระบบ PRTG ดึงข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลและประสิทธิภาพระบบ

จากรูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ PRTG ในการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ผลของระบบ โดย PRTG ที่ติดตั้งอยู่ที่สำนักงานใหญ่จะสร้าง SNMP Manager เพื่อส่งคำร้องขอข้อมูล (Get

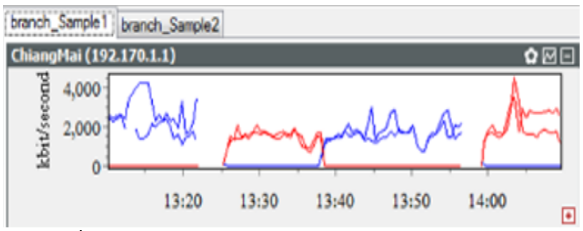
Request Data) ลงไปยังเครือข่าย WAN เมื่อถึง Router สาขาที่มี SNMP Agent ติดตั้งอยู่ Router จะส่งข้อมูล (Response Data) ที่ PRTG ร้องขอกลับมายัง PRTG (Network bandwidth) เมื่อ PRTG ได้ข้อมูลจาก Router จะเก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรมและแสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดปริมาณการใช้งานเครือข่ายของสาขากลุ่มตัวอย่างด้วย PRTG

3.3 การวิเคราะห์ผลและประสิทธิภาพการใช้งาน

เมื่อประเมินผลประสิทธิภาพ ระบบเครือข่ายสาขาเชียงใหม่ ซึ่งเป็น 1 ใน 10 ตัวอย่างพบว่าระบบเครือข่ายสำรองสาขาโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G พบว่าเมื่อทำให้เครือข่ายหลักหยุดทำงานระบบเครือข่ายสาขาจะหยุดการเชื่อมต่อกับสำนักงานใหญ่เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเครือข่ายสำรองสาขาจะทำงานขึ้นมาทดแทนดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบระบบเครือข่ายสำรองสาขาเชียงใหม่

จากรูปที่ 6 ในการทดสอบครั้งที่หนึ่งจะเห็นเส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้งานเครือข่ายหลักในเวลา 13:20 - 13:22 มีปริมาณแบนด์วิดท์เฉลี่ยอยู่ที่ 2,000 kbit/sec เมื่อเครือข่ายหลักหยุดทำงานเครือข่ายสำรอง 4G จะทำงานในเวลา 13:25 แสดงในรูปกราฟเส้นสีแดง มีปริมาณแบนด์วิดท์เฉลี่ยอยู่ที่ 2,000 kbit/sec เมื่อเครือข่ายหลักกลับมาทำงานในเวลา 13:38 เครือข่ายสำรองจะหยุดทำงานลงทันทีในช่วงเวลาเดียวกัน ในการทดสอบครั้งที่สองในเวลา 13:56 เมื่อเครือข่ายหลักหยุดทำงานลงเครือข่ายสำรองจะทำงานทดแทนในเวลา 13:59 และมีปริมาณการใช้งานแบนด์วิดเฉลี่ยอยู่ที่ 2,000 kbit/sec ใกล้เคียงกับเครือข่ายหลักก่อนหยุดทำงาน สามารถนำมาคำนวณสภาพพร้อมใช้งานตามสมการที่ (5) และ (6) อ้างอิงสมการที่ (2) และ (3) ได้ดังนี้

A = 1,440 นาที

Q = 3 นาที (Down Time ที่ระบบ PRTG ตรวจสอบพบ 2 ครั้ง)

Q = $\sum$ down time (นาที) ÷ $\sum$ down time (ครั้ง))

แทนค่า

$$Q = (3+3) \div 2$$

$$Q = 3 \qquad (5)$$

$$\text{สภาพพร้อมใช้งานต่อวัน} = \frac{(1{,}440 - 3) \times 100}{1{,}440} \qquad (6)$$

สภาพพร้อมใช้งานต่อวัน = 99.79 %

4. สรุปผลการวิจัย

สรุปผลระบบเครือข่ายสำรองสาขาที่มีสภาพพร้อมใช้งานสูง โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G มีสภาพพร้อมใช้งานในเวลา 3 นาที และมีประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกับเครือข่ายหลักโดยอ้างอิงผลตามหลักความพร้อมใช้งานอยู่ในระดับ 99.79 % ต่อวันเมื่อทดสอบให้เกิด Down Times 2 ครั้ง

จากการวิจัยนี้พบข้อจำกัดของเครือข่าย 4G ขึ้นในหลายประการ เช่น พื้นที่ที่สามารถให้บริการ , ข้อจำกัดของสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า , ข้อจำกันของจุดอับสัญญาณ และขนาดของความเร็วเมื่อต้องการความเร็วที่สูงมากขึ้นให้เทียบเท่า Leased Line ใยแก้วนำแสง เนื่องจากปัจจุบันเครือข่าย 4G สามารถให้บริการความเร็วได้สูงสุดที่ 1Gbps ในช่วง low mobility แต่ใยแก้วให้บริการการสื่อสารข้อมูลรวดเร็วถึง ที่ 10Gbps ทุกช่วงเวลา จะเห็นได้ว่าหากนำมาใช้จริงข้อจำกัดต่างๆที่เกิดขึ้นยังคงเป็นพารามิเตอร์ที่ต้องพิจารณา

เอกสารอ้างอิง

[1] Service Level Agreement (SLA) MPLS, Ethernet Fiber and DDN. True Corporation Public Company Limited. http://www3.truecorp.co.th/truebusiness สืบค้น 05/02/2020

[2] พงศ์พันธุ์ ปริยวงศ์ (2555). เครือข่ายโมบายล์แบ็กฮอลล์ 3G/4G (พิมพ์ครั้งที่ 1 สนพ.จุฬาฯ). บทที่ 4 เครือข่ายโมบายล์แบ็กฮอลล์บนโพรโทคอล T-MPLS และ MPLS-T

[3] Technical Support & Documentation - Cisco Systems. (October 10, 2006) Understanding Simple Network Management Protocol (SNMP) Traps. https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs. สืบค้น 06/02/2020

[4] Cisco Validated Design. Traditional WAN Design Summary. Tradition WAN Architecture page 7. Cisco Systems, Inc., 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134-1706 USA.