

# การพัฒนาแอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรม เอสดีเอ็น เพื่อควบคุมการกระจายแพทเทรฟฟิกแบบผู้ใช้ กำหนดได้บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับมาตรฐานเอสดี เอ็น

พงศ์พนิช อรัญรัตน์โสภณ<sup>1</sup> และ ภูริณัฐ จิตมนัส<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

<sup>2</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: 61070124@it.kmitl.ac.th, 61070171@it.kmitl.ac.th

## บทคัดย่อ

สถาปัตยกรรมที่ใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายแบบรวมศูนย์ หรือ สถาปัตยกรรมแบบ Software Defined Network (SDN) ในปัจจุบันไม่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายแบบดั้งเดิม (Legacy Network Device) ซึ่งไม่รองรับการทำงานตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นได้ ในการพัฒนาครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นที่สามารถจัดการควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายแบบดั้งเดิมได้ รวมถึงพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ในระบบควบคุมเครือข่ายนี้ในการบริหารจัดการแพทเทรฟฟิกในระบบเครือข่าย

**คำสำคัญ** – ตัวควบคุม; เอสดีเอ็น; การกระจายแพทเทรฟฟิก;

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายมีการเติบโต และมีการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้ข้อมูลต่างๆในระบบเครือข่ายมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ส่งผลให้เกิดปัญหาความคับคั่งของการจราจรเครือข่าย (เน็ตเวิร์กแพทเทรฟฟิก) ในบางเส้นทางได้ การจัดการแพทเทรฟฟิกจึงมีความสำคัญที่ทำให้ระบบเครือข่ายสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อช่วยบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายที่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามสถาปัตยกรรมดังกล่าวสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์เครือข่ายที่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็นเท่านั้น

แอปพลิเคชันและคอนโทรลเลอร์ตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นระบบนี้ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อที่จะช่วยให้อุปกรณ์เครือข่ายแบบดั้งเดิมสามารถบริหารจัดการเก็บข้อมูลต่างๆของระบบเครือข่ายแสดงผลให้ผู้ใช้งานเข้าใจง่าย และสามารถตั้งค่าจัดการแพทเทรฟฟิกแบบที่ผู้ต้องการได้

## 2. วัตถุประสงค์โครงงาน

1. เพื่อศึกษาพัฒนาตัวควบคุมเอสดีเอ็นบนอุปกรณ์เครือข่ายที่ไม่รองรับการทำงานเอสดีเอ็น
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการกระจายแพทเทรฟฟิกตามที่ใช้กำหนดผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

3. เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

### 3. ขอบเขตโครงการ

พัฒนาระบบจัดการเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็นเอที่สามารถหาได้จากการที่คณะจัดสรรให้ เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นให้ทำงานตามนโยบายที่กำหนดผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่เป็นเว็บแอปพลิเคชันได้

### 4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาโครงสร้างการจัดการระบบเครือข่ายตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น
2. ติดตั้งเซิร์ฟเวอร์และจัดหาอุปกรณ์ทดลอง
3. พัฒนาติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับจัดการอุปกรณ์เครือข่าย
4. ศึกษาแนวคิดการเก็บข้อมูลเครือข่าย
5. ศึกษาการกระจายแพทพิกตามักที่ผู้ใช้กำหนดได้ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งาน
6. ปรับปรุงตัวควบคุมต้นแบบ
7. พัฒนากลไกการกระจายแพทพิก
8. พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผล
9. ทดสอบและสรุปผล

### 5. สถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์เพื่อให้ง่ายแก่การจัดการ แบ่งลำดับชั้นการทำงานเป็น 3 ชั้น ได้แก่ [1]

1. Application Layer ส่วนติดต่อผู้ใช้งานทำหน้าที่รับ ส่งข้อมูลตามผู้ใช้องการ
2. Control Layer ชั้นควบคุมทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างชั้นแอปพลิเคชันและอุปกรณ์ผ่าน API [2] ใช้สำหรับส่งคำสั่งและจัดเก็บค่าสถานะเครือข่าย

3. Infrastructure Layer ชั้นโครงสร้างประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครือข่ายเป็นพื้นฐานในการรับส่งข้อมูล

### 6. การเก็บข้อมูลเครือข่าย

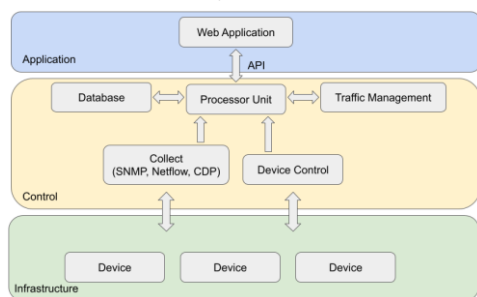
โครงการนี้ได้ใช้เทคโนโลยีที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลของอุปกรณ์เครือข่ายดังต่อไปนี้

1. SNMP เป็นโปรโตคอลเก็บข้อมูลเครือข่าย ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูล และจัดการโดย Management Information Base หรือ MIB ซึ่งเป็นฐานข้อมูลสำหรับจัดการอุปกรณ์ โดยการจัดเก็บจะประกอบไปด้วย Object ID (OID) โดยเป็นชื่อเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละตัว และถูกจัดเรียงในรูปแบบของแผนภาพต้นไม้ [7]
2. NetFlow เป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในอุปกรณ์เครือข่ายรวมถึง Cisco IOS เป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบการรับส่งข้อมูล และเก็บสถิติข้อมูลในเครือข่ายเหล่านั้น ผู้ดูแลระบบสามารถใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการวิเคราะห์ นำไปสู่การพัฒนากระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [8]
3. CDP เป็นโปรโตคอลของ Cisco เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้อุปกรณ์เครือข่ายสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย Cisco ที่อยู่ติดกัน ทำให้สามารถเก็บข้อมูลสถานะของของอุปกรณ์เครือข่ายได้ [9]

### 7. ระบบต้นแบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการนี้ได้นำระบบต้นแบบทำหน้าที่เชื่อมต่อและเก็บข้อมูลอุปกรณ์เครือข่ายลงฐานข้อมูลพร้อมจัดเตรียมระบบ API สำหรับผู้ใช้ให้สามารถดึงข้อมูลที่ระบบบันทึกในฐานข้อมูลนำมาใช้งานต่อได้

อย่างสะดวก ผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์จึงนำระบบดังกล่าวมาปรับปรุงและพัฒนาต่อ [14]



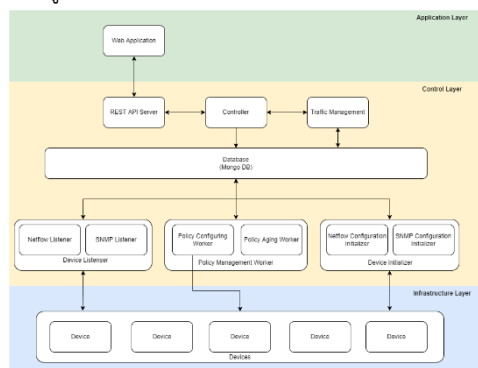
รูปที่ 1 องค์ประกอบภาพรวมระบบต้นแบบ

ในด้านวิศวกรรมจราจรเครือข่ายได้นำแนวคิดการจัดการโฟลว์ของ Hedera [3] โดยแนวคิดการจัดการโฟลว์นี้มีขั้นตอน 2 ชั้น คือ (1) เมื่อพบโฟลว์ขนาดใหญ่ (Large Flows) จะเลือกส่งตามเส้นทาง ตามค่า Hash ของโฟลว์เหล่านั้น ทำไปเรื่อย ๆ จนเกิดเส้นทางที่ถูกใช้งานสูงกว่า Threshold ที่กำหนด (2) นำโฟลว์ขนาดใหญ่นั้น คำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมอื่น เมื่อย้ายโฟลว์ดังกล่าวไปแล้วต้องไม่เกินค่า Threshold ของเส้นทางใหม่เช่นกัน [4] ส่วนของการจัดการโฟลว์จะใช้ Policy-Based Routing ซึ่งเป็นวิธีการเลือกเส้นทางโดยอาศัยนโยบายตามคุณลักษณะของโฟลว์ เพื่อใช้ในการกำหนดเส้นทาง สามารถจัดการโฟลว์ได้อย่างยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ [5]

## 8. ภาพรวมระบบที่พัฒนาใหม่

ในระบบจะมีตัวควบคุมทำหน้าที่เก็บข้อมูลเครือข่ายผ่านและจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นลงฐานข้อมูล MongoDB [12] โดยจัดเตรียม API ที่สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการกระจายแพทช์ และแสดงผล ในโครงงานนี้แบ่งงานเป็น 3 ส่วน คือ ตัว

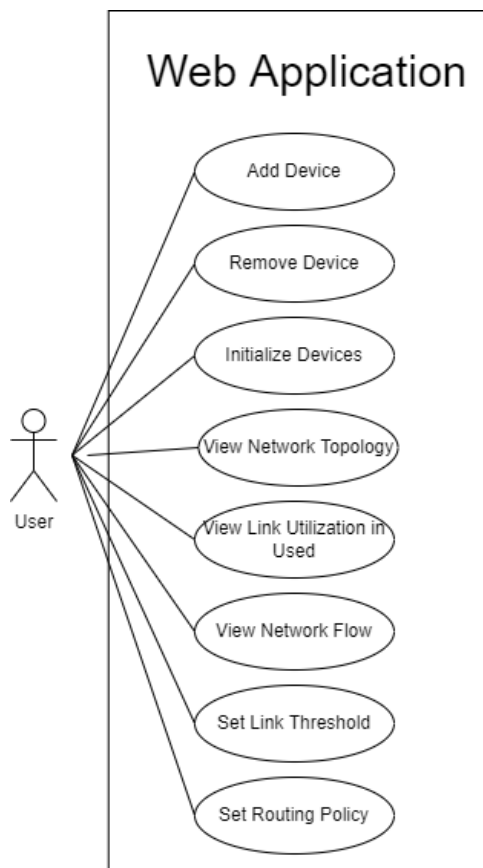
ควบคุม แอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแพทช์ และเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลและรับคำสั่งจากผู้ใช้



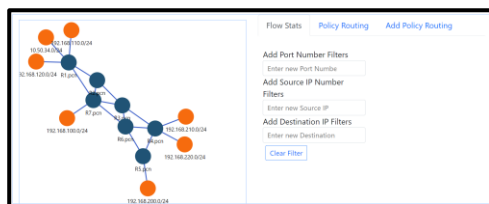
รูปที่ 2 องค์ประกอบภาพรวมระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่

## 9. เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลและรับคำสั่งจากผู้ใช้

เว็บแอปพลิเคชัน ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ให้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้ตัวควบคุม และดูภาพรวมของระบบเครือข่ายได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ใช้สามารถเพิ่ม-ลบอุปกรณ์ ส่งคำสั่งให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม ดูโทโลยีภาพรวมของระบบเครือข่ายซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน ดูโฟลว์ที่วิ่งอยู่ในลิงก์ ตั้งค่า Threshold สำหรับการกระจายแพทช์ และตั้ง Routing Policy สำหรับกำหนดนโยบายในการปรับเปลี่ยนเส้นทางของโฟลว์



รูปที่ 3 แผนภาพยูสเคสเว็บแอปพลิเคชัน

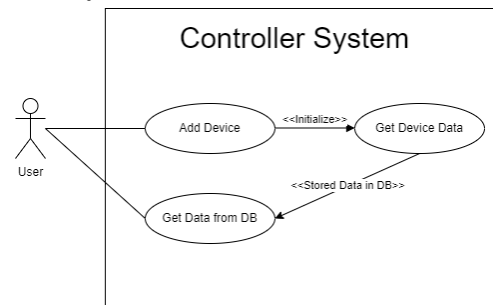


รูปที่ 4 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน

## 10. ตัวควบคุม

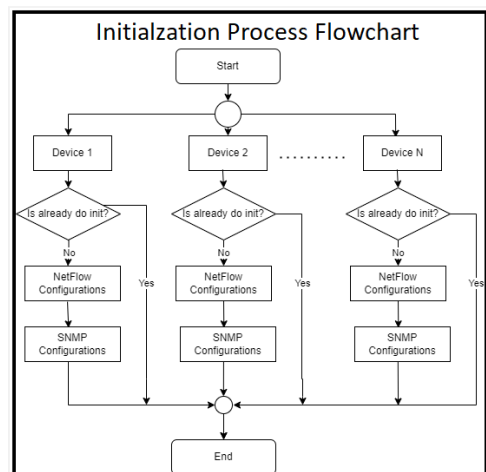
ตัวควบคุมทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์พัฒนาโดยภาษา Python [11] ซึ่งเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายทั้งหมด ผู้ใช้ต้องส่งคำสั่งเพิ่มอุปกรณ์ และตั้งค่าการเก็บข้อมูลเครือข่ายผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อทำ

ให้ตัวควบคุมพร้อมรับค่าข้อมูลเครือข่ายและบันทึกลงฐานข้อมูล

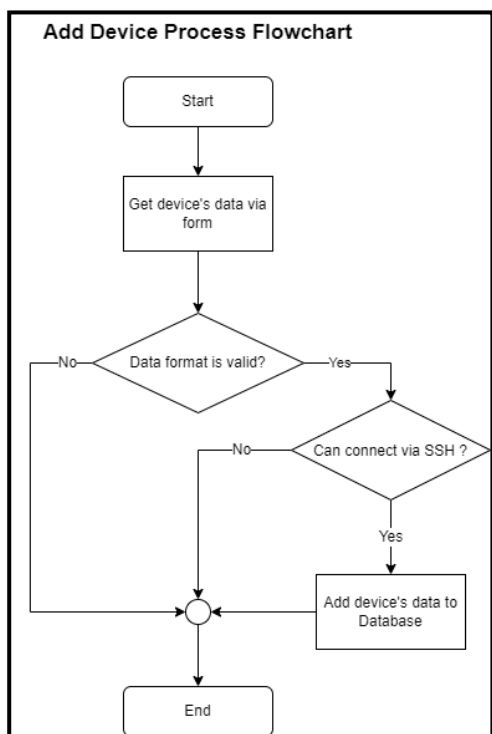


รูปที่ 5 แผนภาพยูสเคสของตัวควบคุม

การเพิ่มอุปกรณ์ผู้ใช้จำเป็นต้องส่งข้อมูลเกี่ยวกับ SSH [10] ให้ตัวควบคุมก่อนเพื่อเปิดช่องจากการติดต่อระหว่าง เมื่อเพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ระบบครบแล้วผู้ใช้ต้องส่งคำสั่งให้ตัวควบคุมเข้าไปตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายทุกตัวในระบบโดยใช้ Netmiko [13] เพื่อเปิดช่องทางการรับข้อมูลเครือข่ายผ่าน SNMP และ NetFlow [7][8]



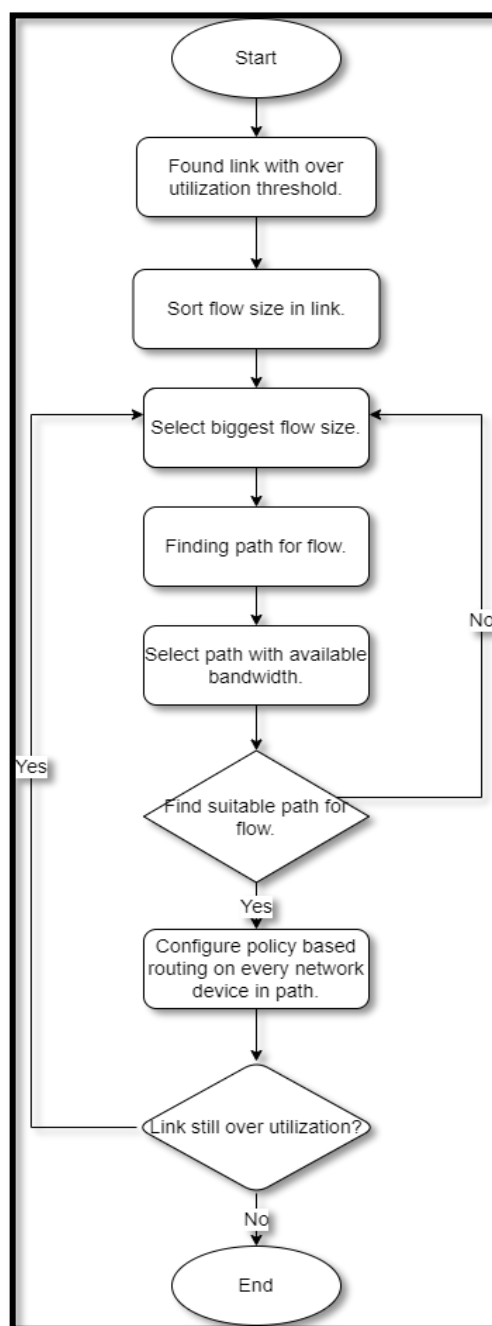
รูปที่ 6 ขั้นตอน Initialize เพื่อให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม



รูปที่ 7 ขั้นตอนกระบวนการเพิ่มอุปกรณ์

## 11. แอปพลิเคชันสำหรับการกระจาย แพทรว์ฟีก

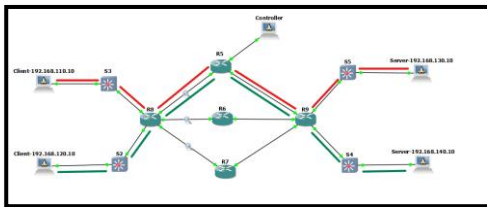
แอปพลิเคชันทำหน้าที่ตรวจสอบจับลิงก์ในเครือข่าย ถ้ามีลิงก์ใดใช้งานสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้จะมีการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมให้โฟลว์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และสร้างนโยบายไปให้อุปกรณ์เครือข่ายในเส้นทางเพื่อย้ายโฟลว์ดังกล่าวไปในเส้นทางใหม่ โดยจะมีการคิด Aging Time สำหรับลบนโยบายที่ไม่มีโฟลว์ถูกใช้มาระยะเวลาหนึ่งเพื่อทำให้การทำงานของเครือข่ายมีความเป็นปัจจุบันที่สุด



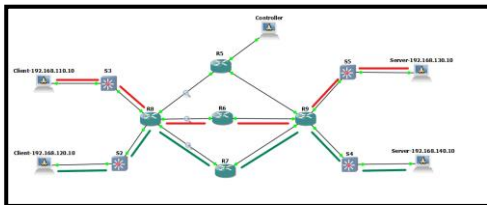
รูปที่ 8 ขั้นตอนการกระจายแพทรว์ฟีก

## 12. ผลการทดสอบระบบ

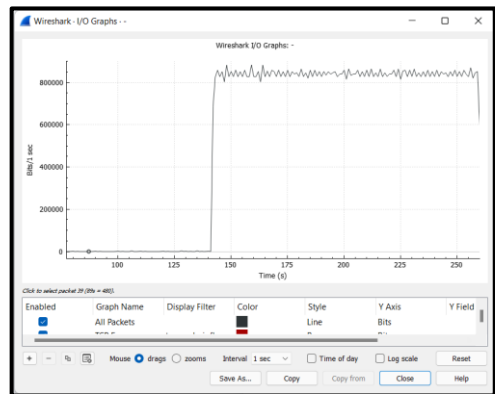
ทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย เปิดช่องทางการรับข้อมูลเครือข่าย และทดสอบยิงโพล์เข้าไปในระบบ สังเกตการใช้งานโพล์ที่เปลี่ยนแปลงจากโปรแกรมวิเคราะห์แพ็คเก็ต Wireshark และนโยบายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทาง รูปที่ 8 9 12 และ 13 แสดงหน้าโทโปโลยีที่ใช้ในการทดสอบ เส้นสีแดง เขียว ม่วงแสดงถึงเส้นทางการเคลื่อนที่ของโพล์ และรูปที่ 11 ถึง 18 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสำหรับกระจายแพ็คเกจสามารถลดการใช้งานลิงก์ที่ถูกใช้งานหนัก ให้กระจายโพล์บางส่วนไปยังลิงก์อื่นที่เหมาะสม และมีอัตราการใช้งานที่ต่ำได้



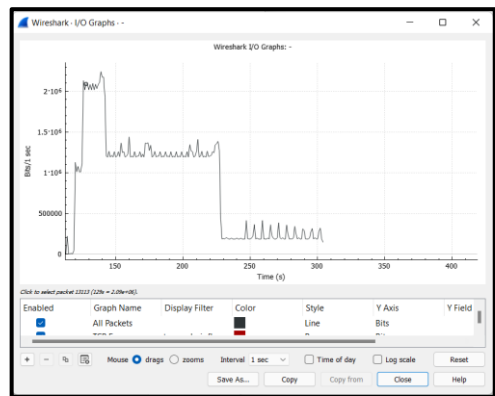
รูปที่ 9 แสดงโครงสร้างเครือข่ายที่ใช้ในการทดสอบ



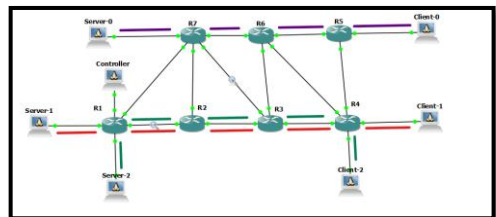
รูปที่ 10 แสดงโครงสร้างเครือข่ายหลังจากนาระบบจัดการเครือข่ายมาใช้



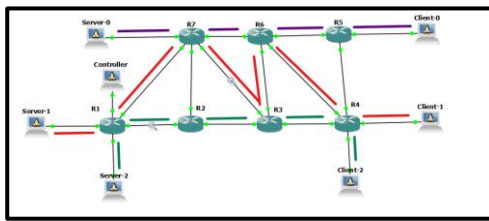
รูปที่ 11 แสดงค่าการใช้งานลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์เข้ามา



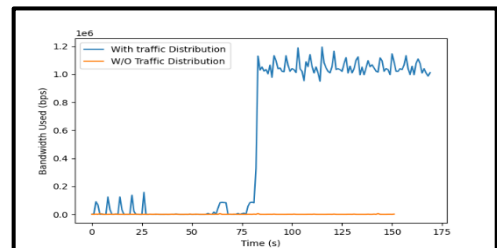
รูปที่ 12 แสดงค่าการใช้งานลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์ออกไป



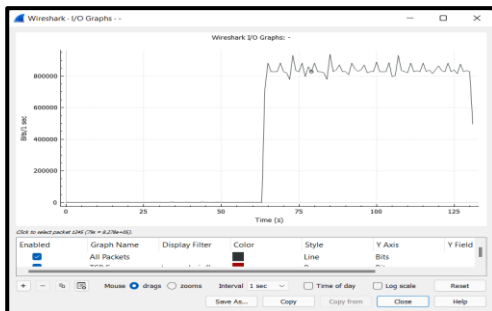
รูปที่ 13 แสดงโครงสร้างเครือข่ายที่ใช้ในการทดสอบ



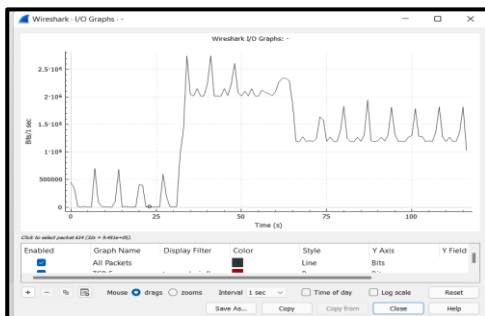
รูปที่ 14 แสดงโครงสร้างเครือข่ายหลังจากนาระบบจัดการเครือข่ายมาใช้



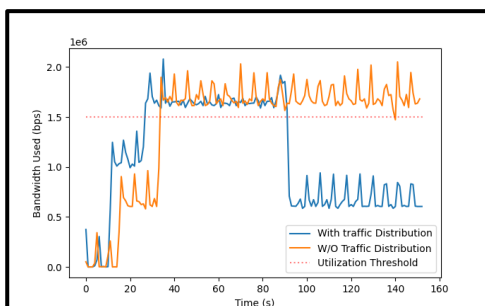
รูปที่ 18 เปรียบเทียบระหว่างมีและไม่มี การกระจาย แทรฟฟิกในลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์เข้ามา



รูปที่ 15 แสดงค่าการใช้งานลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์เข้ามา



รูปที่ 16 แสดงค่าการใช้งานลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์ออกไป



รูปที่ 17 เปรียบเทียบระหว่างมีและไม่มี การกระจาย แทรฟฟิกในลิงก์ที่ถูกย้ายโพล์ออกไป

### 13. สรุปผลการทดลอง

แอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อควบคุมการกระจาย แทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดเองได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น จัดเป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาต่อจากระบบต้นแบบ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ประกอบไปด้วยหน้าเว็บ แอปพลิเคชันสำหรับใช้งานตัวควบคุมพร้อมแสดงผลข้อมูลเครือข่าย และแอปพลิเคชันสำหรับการทำการกระจายแพ็กเก็ตที่ทำงานตามเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้

จากการทดลองในส่วนเว็บแอปพลิเคชันพบว่าระบบสามารถจัดการอุปกรณ์เครือข่าย และแสดงข้อมูลโทโพโลยีออกมาได้อย่างถูกต้อง และข้อมูลโพล์ในระบบก็สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Wireshark เช่นกัน ในส่วนของแอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแพ็กเก็ตสามารถเลือกเส้นทางและสร้างนโยบายสำหรับปรับเปลี่ยนเส้นทางได้ตามเงื่อนไขที่วางแผนไว้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Ciena. “Networking Insights What is SDN.” [Online]. Available: [www.ciena.com/insights/what-is/What-Is-SDN.html](http://www.ciena.com/insights/what-is/What-Is-SDN.html)

[2] Kamal Benzekki. “**Software-defined networking (SDN): A survey**” Security and Communication Networks, vol.1, no. 1, February 2017. pp5805-5805

[3] Ian F. Akyildiz. **A roadmap for traffic engineering in SDN-OpenFlow networks**, vol.1, no. 1, June 2014. pp1-30

[4] Konstantin Avrachenkov. “**Differentiation Between Short and Long TCP Flows**” [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.5.6517&rep=rep1&type=pdf>

[5] Cisco. “**Manipulating Routing Updates Supplement**” [Online]. Available: [https://ptgmedia.pearsoncmg.com/imprint\\_downloads/cisco/bookreg/2237xxd.pdf?fbclid=IwAR22pchWECvs2dGmci8D4nmXYm\\_EF5KqqyUeDCAAuf-KISHseaEBoocDzfU](https://ptgmedia.pearsoncmg.com/imprint_downloads/cisco/bookreg/2237xxd.pdf?fbclid=IwAR22pchWECvs2dGmci8D4nmXYm_EF5KqqyUeDCAAuf-KISHseaEBoocDzfU)

[6] Juniper. “**what-is-policy-based-routing**” [Online]. Available: [www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-policy-based-routing.html](http://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-policy-based-routing.html)

[7] Saixiii. “**SNMP คืออะไร โปรโตคอลสำหรับมอนิเตอร์อุปกรณ์ในระบบ**” [Online]. Available: [www.saixiii.com/what-is-snmp/](http://www.saixiii.com/what-is-snmp/)

[8] Solarwinds, “**What is NetFlow?**” [Online]. Available:

[www.solarwinds.com/netflow-traffic-analyzer/use-cases/what-is-netflow](http://www.solarwinds.com/netflow-traffic-analyzer/use-cases/what-is-netflow)

[9] Cisco. “**Cisco Discovery Protocol (CDP)**” [Online]. Available: [www.learningnetwork.cisco.com/s/article/cisco-discovery-protocol-cdp-x](http://www.learningnetwork.cisco.com/s/article/cisco-discovery-protocol-cdp-x)

[10] TechTarget. “**What is SSH (Secure Shell) and How Does it Work?**” [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/Secure-Shell>

[11] Python. “**What is Python? Executive Summary**” [Online]. Available: [www.python.org/doc/essays/blurb/](http://www.python.org/doc/essays/blurb/)

[12] Chai Phonbopit “**MongoDB คืออะไร? + สอนวิธีใช้งานเบื้องต้น**” [Online]. Available: <https://devahoy.com/blog/2015/08/getting-started-with-mongodb/>

[13] Packet Coders “**What is Netmiko?**” [Online]. Available: <https://www.packetcoders.io/netmiko-the-what-and-the-why/>

[14] ชยุตม์ สว่าง และอนุชิต มัชฌิมา. (2019). ระบบจัดการเครือข่ายเพื่อกระจายการจราจรบนเครือข่ายโดยใช้โครงสร้างตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น (ปริญญาโท) กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง