

การวิเคราะห์ความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่:
กรณีศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในจังหวัดเพชรบูรณ์
ANALYZING MOBILE INTERNET SPEEDS:
A CASE STUDY OF KEY TOURIST ATTRACTIONS IN PHETCHABUN PROVINCE

เทอดพงษ์ แดงสี¹, สิริรักษ์ ภูริยะพันธ์² และ กฤษณ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย^{3*}
Therdpong Daengsi¹, Sirirak Phooriyaphan² and Kritphon Phanrattanachai^{3*}

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร¹
สาขาโลจิสติกส์สากลและการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร²
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์³

Department of Sustainable Industrial Management Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon¹
Department of Global Logistics and Industrial Management, Faculty of Business Administration
Mahanakorn University of Technology²
Department of Electronics and Automation Systems Engineering,
Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University³
Corresponding author email: Therdpong.d@rmutp.ac.th¹, kritphon.ai@pcru.ac.th^{3*}

Received: September 3, 2024
Revised: November 24, 2024
Accepted: December 17, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการทดสอบและเก็บข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน Speedtest ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์ 5G โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพของบริการอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ตระหว่างพื้นที่รอบสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ และ 3) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ตระหว่างผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่รายหลักในพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (หาค่าเฉลี่ย) และสถิติเชิงวิเคราะห์ (หาค่า p-value ด้วย ANOVA และ t-Test) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า 1) จากการประเมินคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ต พบว่า จากการทดสอบภาคสนามด้วยแอปพลิเคชัน Speedtest ในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในจังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถวัดความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลได้ดีที่สุดที่วัดหาขอนแก่น โดยมีค่าเฉลี่ย 120.4 Mbps และ 29.6 Mbps ตามลำดับ 2) การศึกษาผลการทดลองใช้โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย 4G โดยมีเพียงบางจุดที่สามารถเข้าถึงบริการ 5G ได้ 3) ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการระหว่างพื้นที่รอบสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ พบว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลระหว่างสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญโดยส่วนใหญ่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$)

และ 4) ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการ พบว่า โดยส่วนใหญ่ความเร็วอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการทั้งสองราย มีความไม่ว่าจะเป็นการดาวน์โหลดหรืออัปโหลดข้อมูล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$)

คำสำคัญ: คุณภาพอินเทอร์เน็ต, โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่, การท่องเที่ยวเมืองรอง

Abstract

This research is a quantitative study conducted using the Speedtest application installed on 5G smartphones. The objectives are: 1) to examine the quality of internet services provided through mobile networks in key tourist areas of Phetchabun Province, 2) to compare the quality of internet services across different areas surrounding major tourist attractions, and 3) to compare the quality of internet services provided by the main mobile network operators in these key tourist areas, utilizing descriptive statistics (mean values) and analytical statistics (p-values derived from ANOVA and t-tests) to analyze the data.

The results of the study showed that: 1) From the evaluation of the quality of internet services, it was found that from the field test with the Speedtest application in the area of major tourist attractions in Phetchabun Province. The best download and upload speeds were measured at Wat Pha Son Kaew, with an average of 120.4 Mbps and 29.6 Mbps respectively. It was found that the speed of downloading data between most major tourist attractions, there was a statistically significant difference ($p\text{-value} < 0.001$) and 4) The results of the service quality comparison study showed that in most cases, the internet speed of the two service providers was either downloaded or uploaded. There was a statistically significant difference ($p\text{-value} < 0.001$).

Keywords: Internet Quality, Mobile Telephone Network, Secondary City Tourism

บทนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์ซึ่งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ถือเป็นเมืองรองสำหรับการท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยมีแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจมากมาย ทั้งธรรมชาติ และวัฒนธรรม [1] เช่น อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงเป็นหนึ่งในจุดหมายยอดนิยมที่มีทุ่งหญ้าสะวันนาที่กว้างใหญ่และป่าสนเขาที่สวยงาม เหมาะสำหรับการเดินป่าและชมพระอาทิตย์ขึ้น นอกจากนี้ยังมีวัดพระธาตุผาซ่อนแก้ว ที่โดดเด่นด้วยสถาปัตยกรรมที่ผสมผสานระหว่างศิลปะไทยและเนปาล และมีองค์พระเจดีย์สีขาวสวยงาม [2] อย่างไรก็ตาม สำหรับผู้ที่ชื่นชอบประวัติศาสตร์ อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพเป็นอีกหนึ่งจุดหมายที่น่าสนใจในจังหวัดเพชรบูรณ์ และถือเป็นแหล่งโบราณคดีที่สำคัญของประเทศไทย ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกโดยองค์การยูเนสโกในปี พ.ศ. 2566 [3] แหล่งโบราณคดีแห่งนี้มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฐานะศูนย์กลางทางวัฒนธรรมและการค้าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างพุทธศตวรรษที่ 12-18 ภายในอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ โบราณสถานที่โดดเด่นในพื้นที่นี้ ได้แก่ ปราสาทศรีเทพ ปราสาทสองพี่น้อง และเขาค้างใน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีของสถาปัตยกรรมทวารวดีผสมผสานกับศิลปะเขมร [4] นอกจากนี้ ยังพบหลักฐานการติดต่อทางวัฒนธรรมกับอาณาจักรอื่น ๆ ในภูมิภาค ดังนั้นการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกของศรีเทพ เป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์และการศึกษาประวัติศาสตร์ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อีกด้วย [5] ส่วนวัดผาซ่อนแก้ว หรือที่รู้จักในชื่อเต็มว่า "วัดพระธาตุผาซ่อนแก้ว"

เป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางศาสนาที่โดดเด่นในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วัดแห่งนี้ตั้งอยู่บนเนินเขาสูง จุดเด่นของวัดผาช้อนแก้วคือ เจดีย์พระธาตุผาช้อนแก้ว ที่ตกแต่งด้วยกระเบื้องสีและกระจกหลากสี ภายในวัดยังมีพระพุทธรูปสีขาวขนาดใหญ่ประดิษฐานอยู่ด้วย [6]

อย่างไรก็ตาม ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวในสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จำเป็นต้องมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ด้วย ไม่ว่าจะเป็นถนน ไฟฟ้า ประปา และอีกหนึ่งโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันในยุคปัจจุบันก็คือ การสื่อสารโทรคมนาคม (ซึ่งในที่นี้มีความหมายครอบคลุมถึงอินเทอร์เน็ตด้วย) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสื่อสารไร้สายผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ปัจจุบันเป็นเทคโนโลยี 5G ซึ่งมีความสามารถในการรองรับบริการต่าง ๆ เช่น การสื่อสารแบบวิดีโอคอลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ การถ่ายทอดสดผ่านแอปพลิเคชันเฟซบุ๊ก หรือการอัปโหลดวิดีโอคลิปของยูทูบเบอร์ ไม่เว้นแม้แต่กรณีที่มีเหตุฉุกเฉินแล้วจำเป็นต้องโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ เป็นต้น ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพของบริการอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยแอปพลิเคชัน Speedtest ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพื่อให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับบริการอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาโครงข่ายให้มีความสามารถในการให้บริการทั้ง 4G และ 5G ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้ใช้บริการทั้งที่เป็นนักท่องเที่ยวและประชาชนในพื้นที่

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาคุณภาพของบริการอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ตระหว่างพื้นที่รอบสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ
- 1.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ตระหว่างผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่รายหลักในพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์

2. เทคโนโลยี ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในประเทศไทย

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย 4G และ 5G เป็นมาตรฐานการสื่อสารไร้สายที่พัฒนาต่อเนื่องกัน โดย 4G หรือ Fourth Generation เป็นเทคโนโลยีที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ส่วน 5G หรือ Fifth Generation เป็นเทคโนโลยีล่าสุดที่ให้ความเร็วและประสิทธิภาพสูงกว่า 4G ถึง 20 เท่า [7] โดย 5G มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงถึง 20 Gbps ในขณะที่ 4G ที่มีความเร็วสูงสุดประมาณ 1 Gbps นอกจากนี้ 5G ยังมีความหน่วงต่ำกว่า และรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมากในพื้นที่เดียวกันได้ดีกว่า 4G [7] ในประเทศไทย การประมูลใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อกิจการโทรคมนาคม 5G จัดขึ้นเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2563 โดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) มีการประมูลคลื่นความถี่ทั้งหมด 4 ย่าน ได้แก่ 700 MHz, 2600 MHz, 26 GHz และ 1800 MHz [8] ผลการประมูลมีผู้ชนะการประมูลทั้งหมด 5 ราย ได้แก่ บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN), บริษัท โทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC), บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTN), บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) (TOT) และบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (CAT) โดยมูลค่ารวมของการประมูลสูงถึง 100,521 ล้านบาท

[9] ซึ่งการประมวลผลครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคม 5G ในประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลและนวัตกรรมในอนาคตของประเทศไทย

2.2 คุณภาพของบริการ

คุณภาพของบริการ (Quality of Service: QoS) เป็นคำที่ใช้เพื่อสื่อถึงระดับของบริการที่ให้ความสำคัญในระดับที่ต่างกันตามแต่ประเภทของบริการ ทั้งนี้เพื่อเป็นการรับประกันว่าระดับของบริการที่มีความสำคัญมากจะได้รับบริการในระดับสูง ซึ่งโดยทั่วไปคุณภาพของบริการมักถูกใช้เป็นดัชนีสำหรับการวัดหรือการประเมินประสิทธิภาพของโครงข่ายโทรคมนาคมหรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงถึงความสามารถและประสิทธิภาพของโครงข่ายหรือเครือข่ายในการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน [10] ในการประเมินคุณภาพของบริการของโครงข่ายโทรคมนาคมมักเลือกใช้จาก 5 พารามิเตอร์ (Parameters) [11] ได้แก่ ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูล ค่าเวลาแฝง หรือค่าประวิงเวลา ค่าจิตเตอร์ และค่าความสูญเสีย อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้จะเน้นเฉพาะ 2 พารามิเตอร์ต่อไปนี้เท่านั้น เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้งานทั่วไปมีความคุ้นเคยเมื่อเทียบกับพารามิเตอร์อื่น

2.2.1 ความเร็วในการดาวน์โหลด เป็นค่าความเร็วในการรับข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายที่เก็บไฟล์ข้อมูลแล้วเก็บบันทึกลงในอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน เช่น เมื่อดาวน์โหลดวิดีโอจากบริการสตรีมมิ่ง ไฟล์วิดีโอจะถูกถ่ายโอนจากเครื่องแม่ข่ายของผู้ให้บริการมายังอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน [10]

2.2.2 ความเร็วในการอัปโหลด เป็นค่าความเร็วในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ของผู้ใช้งานไปยังอุปกรณ์อื่น หรือเครื่องแม่ข่ายปลายทาง เช่น เมื่ออัปโหลดรูปภาพไปยังเครื่องแม่ข่ายของแพลตฟอร์มสื่อสังคมออนไลน์ ไฟล์รูปภาพจะถูกส่งไปจัดเก็บยังเครื่องแม่ข่ายของแพลตฟอร์ม ซึ่งปกติความเร็วในการอัปโหลดจะน้อยกว่าความเร็วในการดาวน์โหลด [10]

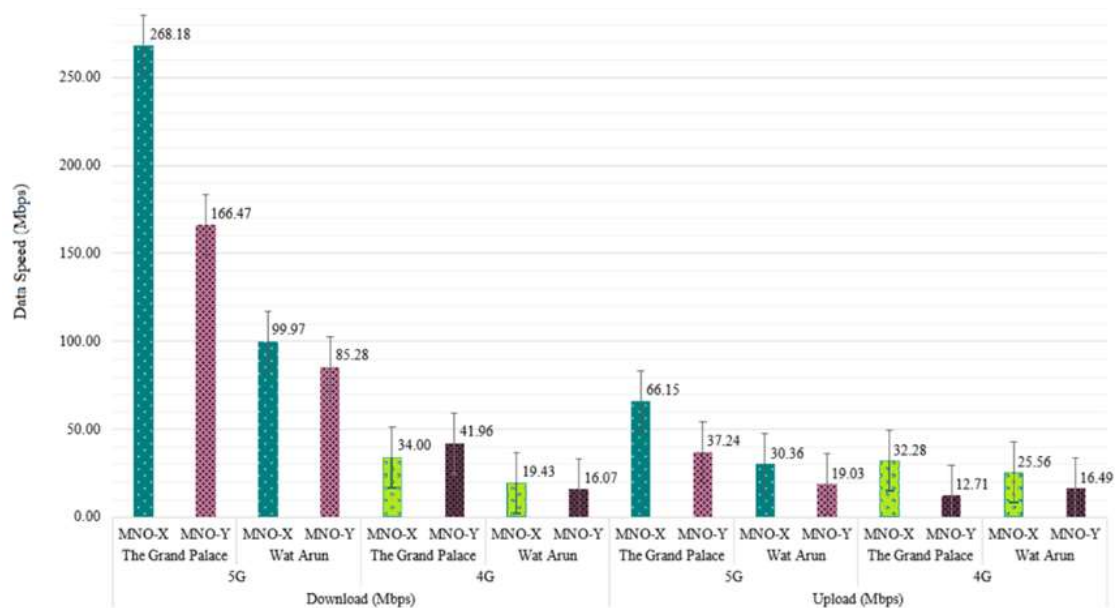
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีงานวิจัยหลายงานที่เกี่ยวข้องกับการวัดคุณภาพอินเทอร์เน็ตหรือการประเมินประสิทธิภาพของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่หลายงานที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยของทีมนักวิจัยในประเทศอินโดนีเซียที่ทำการศึกษเปรียบเทียบสมรรถนะของ 4G กับ 5G และยังมีการศึกษาเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของบริการ 5G ได้แก่ ค่าความสูญเสีย ค่าจิตเตอร์ ค่าดาวน์โหลด และค่าอัปโหลด ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในช่วงปลายไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2565 [12] , [13] และมีทำการศึกษาศามารถในการรองรับการรับส่งข้อมูลและการครอบคลุมพื้นที่ของโครงข่าย 5G ส่วนตัว (Private 5G network) ในช่วงไตรมาสที่สองของปี พ.ศ. 2565 [14] นอกจากนี้ ยังพบว่ามีการศึกษาเปรียบเทียบโครงข่าย 5G ส่วนตัว กับวายฟาย (Wifi) ด้วยการทดสอบภาคสนามในพื้นที่มหาวิทยาลัยแห่งชาติไทเป ประเทศไต้หวัน ซึ่งผลการศึกษาชี้ว่า โครงข่าย 5G ส่วนตัว มีประสิทธิภาพดีกว่าวายฟาย ทั้งในแง่ของระยะทางการส่งสัญญาณและความเสถียรในการสตรีม (Streaming) [15] นอกจากนี้สองประเทศที่กล่าวมา ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของ 5G ในประเทศโอมานที่มีการศึกษาใน 3 เมือง ซึ่งพบว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดสูงสุดเมื่อทดสอบภายในอาคารอยู่ที่เมืองมัสกัต (122.7 Mbps และ 21.9 Mbps ตามลำดับ) [16]

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของบริการของโครงข่าย 5G ในประเทศไทย พบว่า มีการศึกษาคุณภาพของการให้บริการโครงข่าย 5G ภาคสนามผ่านโครงข่าย 5G บริเวณแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดเพชรบุรี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 พบว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 103 Mbps และ 21 Mbps ตามลำดับ [17] ส่วนในกรุงเทพมหานคร เคยมีการศึกษาภาคสนามตามสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส 60 สถานี ซึ่งตั้งอยู่ตามพื้นที่สำคัญในกรุงเทพฯและปริมณฑล ในช่วงปีเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่าความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลโดยเฉลี่ยลดลงจาก 196.4 Mbps ในปี พ.ศ. 2564 เป็น 140.4 Mbps ในปี พ.ศ. 2566 ในขณะที่ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลโดยเฉลี่ยลดลงจาก 62.6 Mbps ในปี พ.ศ. 2564 เป็น 52.0 Mbps ในปี พ.ศ. 2566 [18] นอกจากนี้ยังมี

การศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบภาคสนามบริเวณพระบรมมหาราชวัง (วัดพระแก้ว) และวัดอรุณ ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในกรุงเทพมหานคร ในช่วงปีเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า ในการทดสอบด้วยเครื่องโทรศัพท์ 5G มีการเชื่อมต่อทั้งกับโครงข่าย 5G และ 4G แต่ความเร็วอินเทอร์เน็ตในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลเมื่อเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย 4G มีแนวโน้มต่ำกว่าการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย 5G อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในรูปที่ 1 [19]

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบและการตรวจสอบการทำงานร่วมกันของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G และ 4G ณ อาคารหนึ่งในพื้นที่โรงพยาบาลราชวิถี ในช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 ซึ่งเป็นการศึกษาความเร็วอินเทอร์เน็ตบริเวณชั้น 1 ของอาคารเทียบกับชั้นสูง 20-24 พบว่า เมื่อทดสอบที่บริเวณชั้น 20-24 ความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลต่ำกว่าบริเวณชั้น 1 เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมต่อโครงข่าย 4G แทนที่จะเป็น 5G โดยพบว่าความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่าย 4G ของผู้ให้บริการรายแรกมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ารายที่สอง โดยมีค่าประมาณ 91 Mbps และ 99.6 Mbps ตามลำดับ [10] และเมื่อไม่นานมานี้ ได้มีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบบริเวณชั้นล่างของโรงพยาบาลราชวิถี และพื้นที่รอบอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ที่ทดสอบในช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 ถึงต้นเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 พบว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดและดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่าย 5G ของผู้ให้บริการรายแรกมีค่าเฉลี่ย 80.5 Mbps และ 40.6 Mbps ตามลำดับ และความเร็วดาวน์โหลดและดาวน์โหลดผ่านโครงข่าย 5G ของผู้ให้บริการรายที่สองมีค่าเฉลี่ย 67.4 Mbps และ 23.1 Mbps ตามลำดับ [20]



รูปที่ 1 ผลการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวสำคัญในกรุงเทพ [19]

จากงานวิจัยที่ยกมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแม้จะมีงานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของบริการของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งในและต่างประเทศ แต่การศึกษาเหล่านั้นก็มักจะจำกัดอยู่ในเมืองหลวงของประเทศ (เช่น กรุงเทพมหานคร) หรือในเมืองสำคัญ และส่วนใหญ่เป็นการศึกษากับ 2 พารามิเตอร์หลักคือ ความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูล โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และแอปพลิเคชัน Speedtest เป็นเครื่องมือในการศึกษา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยนี้ขึ้นในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ซึ่งถือเป็นเมืองรองด้านการท่องเที่ยว โดยนำพารามิเตอร์และเครื่องมือที่กล่าวมาข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ด้วย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นถือเป็นเครื่องมือที่ได้รับยอมรับในวงการวิชาการ เนื่องจากมีหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้วทั้งในวารสารวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่หาง่ายและราคาไม่สูงมาก ซึ่งประกอบด้วย 4 รายการต่อไปนี้ [10], [11], [18-20]

3.1.1 โทรศัพท์ที่รองรับเทคโนโลยี 5G จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งเป็นโทรศัพท์รุ่นเดียวกัน ที่ใช้ซีพียู (Central Processing Unit: CPU) Snapdragon 695 5G/Octa-core มีหน่วยความจำ (Memory) 128GB/8GB RAM และใช้ระบบปฏิบัติการ Android 13 ทั้ง 2 เครื่อง

3.1.2 ซิมการ์ด (SIM card) ที่รองรับการใช้งานผ่านโครงข่าย 5G ที่ให้บริการโดยผู้ให้บริการโครงข่าย 5G แบบไม่จำกัดปริมาณการใช้ข้อมูล จากผู้ให้บริการจำนวน 2 ราย ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า ผู้ให้บริการ A และ ผู้ให้บริการ B

3.1.3 แอปพลิเคชัน Speedtest เวอร์ชัน 5.2.1 (โดย Ookla) ซึ่งติดตั้งบนโทรศัพท์ทั้ง 2 เครื่อง เพื่อทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ต

3.1.4 โปรแกรม Microsoft Excel Worksheet (Microsoft 365 Apps for enterprise) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

3.2 สถานที่ทดสอบภาคสนาม

สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่ถูกเลือกสำหรับกรณีศึกษานี้ประกอบด้วย พื้นที่วัดผาซ่อนแก้ว (ดังแสดงในรูปที่ 2 (ก)) พื้นที่เขาค้อ และ พื้นที่อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ซึ่งเป็นมรดกโลกแห่งที่ 7 ของไทย (ดังแสดงในรูปที่ 2 (ข))

3.3 การทดสอบภาคสนาม

ในการศึกษานี้ ตัวแทนของคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่วัดผาซ่อนแก้ว เขาค้อ และอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ในวันหยุดช่วงสัปดาห์สุดท้ายของเดือนกุมภาพันธ์และช่วงต้นเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 เพื่อทำการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ของผู้ให้บริการ A และ B ด้วยแอปพลิเคชัน Speedtest ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 [16-18] และด้วยเครื่องโทรศัพท์ 5G ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันและรุ่นเดียวกัน โดยทำการทดสอบวันละหนึ่งพื้นที่พื้นที่ละไม่น้อยกว่า 30 ครั้ง ด้วยการกระจายการทดสอบไปตามจุดต่าง ๆ ครอบคลุมสถานที่เหล่านั้นในรัศมีประมาณ 500 เมตรจากจุดศูนย์กลางของสถานที่ (ยกเว้นเขาค้อที่กินพื้นที่ในรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตร) เพื่อนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังแสดงในรูปภาพที่ 4 ซึ่งผลการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ของผู้ให้บริการ A และ B จากภาคสนามและผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ ได้ถูกแสดงในตอนท้าย

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย [10], [11], [18-20]

3.4.1 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.2 ANOVA

3.4.3 t-Test



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในจังหวัดเพชรบูรณ์ (ก) วัดพระธาตุผาซ่อนแก้ว (ข) อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ

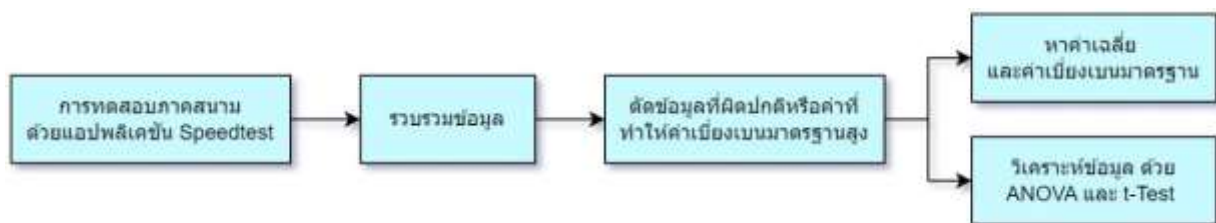


(ก)



(ข)

รูปที่ 3 ผลการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตบริเวณอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ของ (ก) ผู้ให้บริการ A และ (ข) ผู้ให้บริการ B



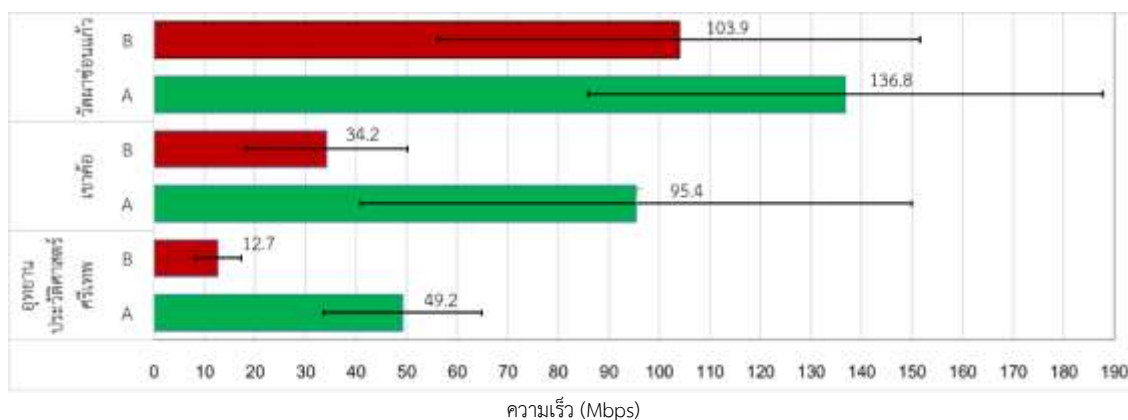
รูปที่ 4 กระบวนการวิจัย

4. ผลการวิจัย

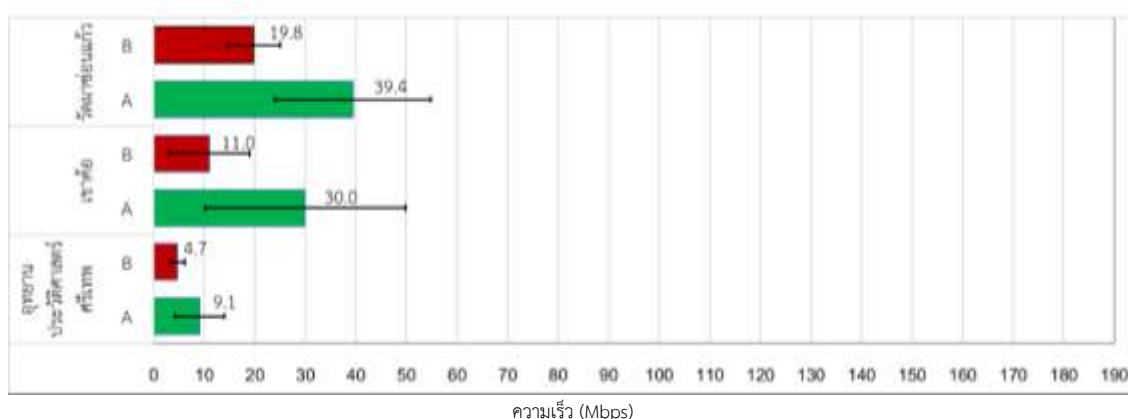
4.1 ความเร็วอินเทอร์เน็ต

แม้ว่าตัวแทนของคณะผู้วิจัยจะทำการลงพื้นที่เพื่อทดสอบภาคสนามด้วยเครื่องโทรศัพท์ 5G และซิมการ์ด 5G จากจุดทดสอบรวมกัน 114 จุด แต่กลับพบว่า มีเพียง 4 จุดเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงบริการ 5G ของผู้ให้บริการ A ได้ นอกนั้นเป็นการเชื่อมต่อกับ 4G ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องตัดข้อมูลเหล่านั้นออกไป เนื่องจากเข้าเกณฑ์การเป็นข้อมูลผิดปกติ แล้วนำเฉพาะข้อมูลที่เชื่อมต่อผ่านโครงข่าย 4G มาดำเนินการต่อตามขั้นตอนในรูปภาพที่ 4 ซึ่งได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งแสดงผลการทดสอบภาคสนามที่วัดได้จากพื้นที่บริเวณผาซ่อนแก้ว เขาค้อ และอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ โดยในรูปที่ 5 (ก) แสดงความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่า โดยภาพรวมความเร็วอินเทอร์เน็ตบริเวณวัดผาซ่อนแก้วมีอัตราการดาวน์โหลดข้อมูลสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองสถานที่ โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่าย

ของผู้ให้บริการ A และ B อยู่ที่ 136.8 Mbps และ 103.9 Mbps ตามลำดับ คิดเป็นเฉลี่ยรวมประมาณ 120.4 Mbps รองลงมา คือ บริเวณเขาค้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A และ B อยู่ที่ 95.4 Mbps และ 34.2 Mbps ตามลำดับ (เฉลี่ยรวมประมาณ 64.8 Mbps) ส่วนอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ มีอัตราการดาวน์โหลดข้อมูลต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองสถานที่ โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A อยู่ที่ 49.2 Mbps และของผู้ให้บริการ B 12.7 Mbps เท่านั้น (เฉลี่ยรวมประมาณ 31.0 Mbps)



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 ค่าความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ได้จากการทดสอบภาคสนามในทั้ง 3 สถานที่สำคัญ ที่ใช้งานผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A และ B (ก) ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล (ข) ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูล

จากรูปที่ 5 (ข) แสดงความเร็วในการอัปโหลดข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่า โดยภาพรวมความเร็วอินเทอร์เน็ตบริเวณวัดผาซ่อนแก้วก็ยังมีความเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองสถานที่ โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A และ B อยู่ที่ 39.4 Mbps และ 19.8 Mbps ตามลำดับ คิดเป็นเฉลี่ยรวมประมาณ 29.6 Mbps รองลงมาคือ บริเวณเขาค้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A และ B อยู่ที่ 30.0 Mbps และ 11.0 Mbps ตามลำดับ (เฉลี่ยรวมประมาณ 20.5 Mbps) ส่วนอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพมีอัตราการดาวน์โหลดข้อมูลต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองสถานที่ โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ทดสอบผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A อยู่ที่ 9.1 Mbps และของผู้ให้บริการ B อยู่ที่ 4.7 Mbps เท่านั้น (เฉลี่ยรวมประมาณ 6.9 Mbps)

4.2 การวิเคราะห์ผล

แม้หากพิจารณาจากผลการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตที่แสดงในรูปภาพที่ 4 จะมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างพื้นที่หรือสถานที่ และความแตกต่างระหว่างผู้ให้บริการ แต่เพื่อยืนยันผลจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย ANOVA และ t-Test [10], [11], [18-20] ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางดังนี้

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเมื่อทดสอบสมมติฐาน $H_1 - H_4$ ด้วย ANOVA ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% พบว่าได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ซึ่งยืนยันว่า ค่าความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลโดยเฉลี่ยระหว่าง 3 สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่ได้จากการทดสอบทั้งจากผู้ให้บริการ A และ B มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่าความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลโดยเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 3 สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่ได้จากการทดสอบทั้งจากผู้ให้บริการ A และ B ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบความเร็วอินเทอร์เน็ตทั้ง 3 สถานที่

สมมติฐาน	p-value
H_{10} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ A ทั้ง 3 สถานที่มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{11} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ A ทั้ง 3 สถานที่มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{20} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ B ทั้ง 3 สถานที่มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{21} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ B ทั้ง 3 สถานที่มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{30} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ A ทั้ง 3 สถานที่มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{31} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ A ทั้ง 3 สถานที่มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{40} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ B ทั้ง 3 สถานที่มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{41} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯ ของผู้ให้บริการ B ทั้ง 3 สถานที่มีค่าไม่เท่ากัน	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบความเร็วอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A โดยเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบแต่ละเงื่อนไขในแต่ละสถานที่กับสถานที่อื่น

สมมติฐาน	p-value
H_{50} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ เขาค้อ มีค่าเท่ากัน	0.009
H_{51} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ เขาค้อ มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{60} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{61} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{70} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ เขาค้อ กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{71} : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ เขาค้อ กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{80} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ เขาค้อ มีค่าเท่ากัน	0.072
H_{81} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ เขาค้อ มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{90} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{91} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าไม่เท่ากัน	
H_{100} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ เขาค้อ กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าเท่ากัน	< 0.001
H_{101} : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายฯของผู้ให้บริการ A ในพื้นที่ เขาค้อ กับ อุทยานฯศรีเทพ มีค่าไม่เท่ากัน	

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเมื่อทดสอบสมมติฐาน $H_5 - H_{10}$ ด้วย t-Test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% พบว่าผลการทดสอบสมมติฐาน $H_5 - H_7$ และ H_9-H_{10} ส่วนใหญ่ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ (ยกเว้น H_5 ได้ค่า $p\text{-value}$ 0.009) ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ซึ่งยืนยันว่า ค่าความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบความเร็วอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ B โดยเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบแต่ละเงื่อนไขในแต่ละสถานที่กับสถานที่อื่น

ผลการศึกษาที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน H5-H7 H5 – H7 และ H9-H10 ที่ได้จากการวัดความเร็วอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A ดังแสดงในตารางที่ 2 ก็สอดคล้องกันกับผลการทดสอบสมมติฐาน H11-H16 ดังแสดงในตารางที่ 3 ที่ได้จากการวัดความเร็วอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ B กล่าวคือที่ได้ค่า p-value < 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงยืนยันว่า ค่าความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ B มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

สมมติฐาน	p-value
H17 ₀ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	0.251
H17 ₁ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	
H18 ₀ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ เขาค้อ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	<0.001
H18 ₁ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ เขาค้อ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	
H19 ₀ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ อุทยานฯศรีเทพ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	<0.001
H19 ₁ : ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่ อุทยานฯศรีเทพ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	
H20 ₀ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	<0.001
H20 ₁ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ วัดผาช่อนแก้ว ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	
H21 ₀ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ เขาค้อ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	<0.001
H21 ₁ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ เขาค้อ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	
H22 ₀ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ อุทยานฯศรีเทพ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าเท่ากัน	<0.001
H22 ₁ : ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลในพื้นที่ อุทยานฯศรีเทพ ผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่เท่ากัน	

นอกจากนี้ ได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วอินเทอร์เน็ตระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A กับ B ในแต่ละเงื่อนไขและสถานที่ที่ทำการทดสอบด้วยการทดสอบสมมติฐาน H17-H22 ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ผลการทดสอบสมมติฐาน H18 – H22 ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงยืนยันว่า ค่าความเร็วอินเทอร์เน็ตในแต่ละเงื่อนไข (ดาวเทียมหรือออปโต) ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการสองรายมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% หรืออีกนัยหนึ่งความเร็วอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A เร็วกว่าของผู้ให้บริการ B นั่นเอง ยกเว้นสมมติฐาน H17 ซึ่งได้ค่า $p\text{-value}$ เท่ากับ 0.251 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยืนยันได้ว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลในพื้นที่วัดผาช่อนแก้วผ่านโครงข่ายของผู้ให้บริการ A กับ B มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยนี้ ซึ่งเป็นการทดสอบคุณภาพอินเทอร์เน็ตภาคสนามในบริเวณวัดผาช่อนแก้ว เขาค้อ และอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ซึ่งตั้งอยู่จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยแอปพลิเคชัน Speedtest ที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ทำให้พบประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1) โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การท่องเที่ยวเชิงดิจิทัล (Digital Tourism) ที่ครอบคลุมถึงการที่นักท่องเที่ยวโดยเฉพาะต่างชาติสามารถถ่ายทอดสดแพลตฟอร์มสื่อสังคมออนไลน์ (Online Social Media Platform) หรือออปโตวิดีโอ ตลอดจนการโพสต์เนื้อหาเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว

2) โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ของผู้ให้บริการ A และ B ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่บริการที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากสัญญาณที่วัดได้จากการทดสอบภาคสนามเชื่อมต่อได้เพียงสัญญาณ 4G โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ ซึ่งวัดความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ 4G ของผู้ให้บริการ A และ B ได้เพียง 49.2 Mbps และ 12.7 Mbps (ตามลำดับ) เท่านั้น ในขณะที่ความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ 4G ของผู้ให้บริการ A และ B อยู่ที่ 49.2 Mbps และ 12.7 Mbps (ตามลำดับ)

3) จากการวิเคราะห์เชิงสถิติพบว่า ความเร็วอินเทอร์เน็ตหรือความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการทั้ง 2 ราย (ผู้ให้บริการ A และ B) ในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ มีความเร็วที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.05$)

4) จากการวิเคราะห์เชิงสถิติเพิ่มเติมพบว่า โดยภาพรวมความเร็วอินเทอร์เน็ตหรือความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ A ที่ทดสอบ ณ บริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ เร็วกว่าหรือมีค่าสูงกว่าความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ B อย่างมีนัยสำคัญ

5) ความเร็วอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการทั้ง 2 รายที่มีความแตกต่างกันนี้ อาจเป็นผลมาจากจำนวนเสาสัญญาณและระยะห่างจากเสาสัญญาณที่ต่างกัน ทำให้ความแรงของสัญญาณแตกต่างกัน รวมไปถึงช่วงวันและเวลาที่ทำการทดสอบ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็อาจมีส่งผลต่อคุณภาพของบริการได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบสุ่มภายใต้ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ เช่น การใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน ทดสอบในเวลาเดียวกัน จึงถือได้ว่าผลการศึกษานี้ได้มีความน่าเชื่อถือ แต่สำหรับผู้ต้องการใช้ประโยชน์จากข้อมูลลักษณะนี้และมีการประมาณสนับสนุน ก็สามารถทวนสอบหรือศึกษาเพิ่มเติมได้

6) หากเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มีลักษณะคล้ายกัน จะเห็นได้ว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่าย 4G ในการศึกษานี้ ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่าย 4G บริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในกรุงเทพมหานครที่เคยมีการรายงานไว้ใน [19] อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาดังกล่าวมีการรายงาน

ผลการทดสอบที่ได้จากการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ด้วย โดยผลการทดสอบที่บริเวณวัดพระแก้วหรือพระบรมมหาราชวังมีความเร็วอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G สูงกว่าความเร็วที่ทดสอบได้จากบริเวณวัดผาซ่อนแก้วซึ่งเป็นการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ 4G ประมาณหนึ่งเท่าตัว อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ 4G ที่มีการรายงานไว้ใน [10] ซึ่งเป็นการศึกษาภายในบริเวณอาคารสูงของโรงพยาบาลราชวิถีพบว่า ที่วัดผาซ่อนแก้วมีอัตราการดาวน์โหลดสูงกว่า แต่ที่อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพมีความเร็วที่ต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด

7) จากการวิเคราะห์ความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ในการศึกษานี้ สามารถสรุปได้ว่า โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ซึ่งถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่สำคัญที่สามารถรองรับและให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ซึ่งให้บริการโดยผู้ให้บริการหลัก 2 ราย ยังไม่สามารถให้บริการครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญหรือสถานที่ท่องเที่ยวหลักในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ แม้ในการศึกษานี้คณะผู้วิจัยจะพยายามใช้งานด้วยเครื่องโทรศัพท์และซิมการ์ดที่รองรับ 5G แล้วก็ตาม

6. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยนี้ ที่ได้ทำการทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตใน 3 พื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยแอปพลิเคชัน Speedtest ที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์ 5G พบว่า วัดผาซ่อนแก้วมีความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการดาวน์โหลดที่ 136.8 Mbps และ 103.9 Mbps สำหรับผู้ให้บริการ A และ B ตามลำดับ ส่วนความเร็วในการอัปโหลดอยู่ที่ 39.4 Mbps และ 19.8 Mbps ตามลำดับ ในขณะที่อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพมีความเร็วในการดาวน์โหลดต่ำที่สุดที่ 49.2 Mbps และ 12.7 Mbps และความเร็วในการอัปโหลดที่ 9.1 Mbps และ 4.7 Mbps และเมื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ สามารถยืนยันได้ว่า ความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลระหว่างแต่ละพื้นที่และผู้ให้บริการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลระหว่างวัดผาซ่อนแก้วกับเขาค้อที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าความเร็วอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการ A เร็วกว่าของผู้ให้บริการ B อย่างมีนัยสำคัญในหลายเงื่อนไข

7. ข้อเสนอแนะ

1) ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่อาจนำผลการศึกษานี้ไปพิจารณา โดยอาจทำการทวนสอบหรือทดสอบซ้ำในพื้นที่ที่ระบุในการศึกษานี้ หรือนำผลการศึกษานี้ไปดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาโครงข่ายให้มีความสามารถในการให้บริการ 5G ในพื้นที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ได้

2) สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ สำนักงาน กสทช. สามารถนำผลการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ในการกำกับดูแลและติดตามว่าผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อกิจการโทรคมนาคมที่ประมูลไปเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2563 ได้นำคลื่นความถี่ที่ประมูลได้ไปใช้ในการให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G อย่างเต็มประสิทธิภาพหรือไม่

3) สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเพชรบูรณ์ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) และจังหวัดเพชรบูรณ์ อาจนำผลการศึกษานี้ไปดำเนินการประสานงานกับผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาโครงข่ายให้มีความสามารถในการให้บริการ 5G ในพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญ

4) นักวิจัยหรือผู้สนใจอาจประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยจากการศึกษานี้ สำหรับการศึกษาหรือทดสอบภาคสนามในพื้นที่อื่นในจังหวัดอื่น ๆ โดยสามารถประยุกต์ใช้วิธีดำเนินการวิจัยตลอดจนเครื่องมือที่ในการศึกษานี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาคูณภาพของบริการอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายชนิดอื่นในสภาพแวดล้อมอื่นได้ในอนาคต แม้ว่าอาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่างรุ่นหรือต่างยี่ห้อในการศึกษา

5) นอกจากความเร็วอินเทอร์เน็ตแล้ว ยังมีพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ยังไม่ได้มีการศึกษาหรือกล่าวถึงในบทความนี้ เช่น ค่าประวิงเวลา ค่าความสูญเสีย และค่าความแรงของสัญญาณ เป็นต้น ซึ่งสามารถดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมได้

6) หากมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต ควรมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในวันที่ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล เช่น จำนวนผู้ใช้งาน (หรือนักท่องเที่ยว) ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของบริการได้ ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุน ขอขอบคุณคุณรุ่งโรจน์ นุชิต คุณชายทองถัก สินเจิมศิริ และคุณอภิสร่า บัวรภา สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และหางานวิจัยที่มีคุณูปการต่อวงการวิชาการ คณะผู้วิจัยขออุทิศแด่คุณสุทิน ทองอยู่ ผู้ล่วงลับ ที่มีส่วนสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tourism Authority of Thailand, *Phetchabun Province Travel Guide*. Bangkok: Tourism Authority of Thailand, 2023.
- [2] Phetchabun Provincial Office of Tourism and Sports, *Tourism in Khao Kho District: Wat Phra That Pha Sorn Kaew*. Phetchabun: Phetchabun Provincial Office of Tourism and Sports, 2021.
- [3] Department of Fine Arts, *Si Thep Historical Park: Archaeology and Culture in Lower Northern Thailand*. Bangkok: Department of Fine Arts, 2020.
- [4] Silpakorn University, *Study of Architecture and Art in the Dvaravati and Khmer Periods*. Nakhon Pathom: Silpakorn University, 2021.
- [5] Ministry of Culture, *Cultural Heritage Conservation in Thailand: A Case Study of Si Thep*. Bangkok: Ministry of Culture, 2023.
- [6] Wat Phra That Pha Sorn Kaew, *History and Significance of Wat Phra That Pha Sorn Kaew*. Phetchabun: Wat Phra That Pha Sorn Kaew, 2020.
- [7] T. Daengsi and P. P. Techavanich, "5G: Communication Technology of the Next Decade," *Journal of Industrial Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 179–197, 2019.
- [8] Office of the NBTC, *4G and 5G Technology in Thailand: Trends and Development*. Bangkok: Office of the NBTC, 2021.
- [9] Kasikorn Research Center, *5G Spectrum Auction in Thailand: Auction Results and Digital Economy Development*. Bangkok: Kasikorn Research Center, 2020.

-
- [10] T. Daengsi and Co., “A Comparative Study and Verification of 5G and 4G Mobile Network Integration: A Case Study of Rajavithi Hospital,” *Roi Et Rajabhat University Journal: Science and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 13-24, 2024.
- [11] T. Daengsi, P. Ungkap, and P. Wuttidittachotti, “5G Quality of Service: A Case Study of BTS Skytrain Station Areas,” *Journal of Digital Communications*, vol. 7, no. 1, pp. 81–105, 2023.
- [12] S. Widyasmoro, I. Surahmat, T. K. Hariadi, and F. D. Putra, “Comparative Performance Analysis of 4G and 5G Cellular Network Technology in Indonesia: Case Study in the City of Jakarta,” in *2022 2nd International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS)*, 2022, pp. 158–163, doi: 10.1109/ICE3IS56585.2022.10010105.
- [13] F. D. Putra and S. Widyasmoro, “Quality of Service Analysis of 5G Telkomsel Network Technology,” in *2022 2nd International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS)*, 2022, pp. 231–236, doi: 10.1109/ICE3IS56585.2022.10010232.
- [14] A. Wulandari, M. Hasan, and A. Hikmaturokhman, “Private 5G Network Capacity and Coverage Deployment for Vertical Industries: Case Study in Indonesia,” in *2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)*, 2022, pp. 317–322, doi:10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994332.
- [15] Y.-B. Chen, P.-L. Chou, Y.-T. Kao, and H.-S. Huang, “An Experimental Field Trial of Private 5G Network Streaming in Campus,” in *2024 10th International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*, 2024, pp. 320–322, doi: 10.1109/ICASI60819.2024.10547837.
- [16] M. A. Al Jahdhami, R. M. Al-Alawi, A. A. El-Saleh, and A. Alhammadi, “Indoor Quality Assessment of 4G/5G Mobile Service Providers in Muscat Governorate of Oman,” in *2023 10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE)*, 2023, pp. 178–183, doi: 10.1109/ICEEE59925.2023.00040.
- [17] J. Inseeyanunt, “*Field Study of 5G Network Quality: Case Study of Key Tourist Attractions in Phetchaburi Province*,” M.S. thesis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2022.
- [18] T. Daengsi, P. Sriamorntrakul, S. Chatchalernpun, and K. Phanrattanachai, “Revisiting 5G quality of service in Bangkok metropolitan region: BTS Skytrain station areas,” *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 13, no. 4, pp. 2555-2556, 2024, doi: 10.11591/eei.v13i4.7337.
- [19] T. Daengsi, K. Arunruangsirilert, P. Sirawongphatsara, K. Phanrattanachai, and T. Yochanang, “Exploring 5G Data Rates: An Analysis of Thailand’s Iconic Landmarks - The Grand Palace and Wat Arun,” in *2023 International Conference on Digital Applications, Transformation & Economy (ICDATE)*, 2023, pp. 1–4, doi: 10.1109/ICDATE58146.2023.10248488.
- [20] J. Polpong, V. Sukchana, and P. Pompongtechavanich, “A Comparative Analysis of 5G Performance in Indoor and Outdoor Environments Across Key Urban Areas in Bangkok,” in *2024 IEEE 14th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, 2024, pp. 1–5, doi:10.1109/ISCAIE61308.2024.10576569.