

## การพัฒนาเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น Development of Wireless Transmission Towers from Local Waste Materials

ธนรัตน์ ยอดคำเนิน<sup>1\*</sup>, จตุรงค์ ธงชัย<sup>1</sup> และ พรนรินทร์ สายกลิ่น<sup>2</sup>

Thanirat Yoddamnern<sup>1\*</sup>, Jaturong Thongchai<sup>1</sup> and Ponnarin Saiklin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

<sup>2</sup>โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

<sup>1</sup>Computer Technology Program Faculty of Industrial Technology

Kamphaeng Phet Rajabhat University

<sup>2</sup>Information Technology Program Faculty of Science and Technology

Kamphaeng Phet Rajabhat University

\*Corresponding author. E-mail: Thanirat@kpru.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการพัฒนาเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จากวัสดุต่างชนิดกัน ที่มีลักษณะเป็นทรงโค้งพาราโบลา ที่สามารถหาได้ง่าย ต้นทุนต่ำ มีใช้สอยในบ้านเรือนที่ผลิตจากวัสดุ 5 ชนิดนี้ คือ อะลูมิเนียม สังกะสี สแตนเลส เหล็ก และกระดาศพอยล์ จากการกำหนดวัสดุจึงคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ให้มีลักษณะเป็นรูปทรงพาราโบลา เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 29 เซนติเมตร ได้แก่ กะละมังอะลูมิเนียม กะละมังสังกะสี กระชอนสแตนเลส กระทะเหล็ก และโครงลวดท่อพอยล์ แล้วทำการหาจุดตกกระทบรวมสัญญาณทดสอบเพิ่มความเข้มของสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลนและทดสอบเพิ่มความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ผลปรากฏว่าวัสดุที่เพิ่มความเข้มของสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลนดีที่สุดที่ระยะทาง 140 เมตร คือ กะละมังอะลูมิเนียม มีค่าอัตราไหล 945.84 Kbps และมีค่าดาวน์โหลด 184.69 Mbps ส่วนวัสดุที่เพิ่มความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์มือถือดีที่สุด คือ กะละมังอะลูมิเนียม มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กระทะเหล็ก มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 14 เปอร์เซ็นต์ และ กระชอนสแตนเลส มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าอย่างน้อยยังสะท้อนสัญญาณไร้สายได้ดีกว่า

คำสำคัญ: เพิ่มความเข้มสัญญาณไร้สาย สะท้อนสัญญาณ ทรงพาราโบลา

## Abstract

This research presents a method for developing a wireless transceiver from local waste materials. Different materials have a parabolic curve shape. Materials can be found easily at home and low cost. The transceiver made from 5 types of materials is aluminium, zinc, stainless steel, steel, and foil. The material was selected for a diameter of parabolic curve shape of about 29 cm. The wireless transceiver is made from aluminum basins, zinc basins, stainless colander, iron pan, and foil-wrapped wireframe. The finding for the point of signal impact and combine the signal, test the signal strength of wireless LAN network by computer and test the increase of mobile phone signal were investigated.

The results showed that the best material to increase the signal strength of the wireless LAN network by computer at 140 meters of distance was an aluminum basin with an upload at 945.84 Kbps and a download at 184.69 Mbps. The best material that increases mobile phone signal is an aluminum basin which have the highest signal increase of up to 16%, followed by a steel pan have the highest signal increase of up to 14%, and a stainless colander have the highest signal increase of up to 12% respectively. These results conform to the lower electrical resistance has better the wireless signal reflection.

**Keywords:** Increase the wireless signal intensity, Signal reflection, Parabola

## บทนำ

ในยุคปัจจุบันการติดต่อสื่อสารกันบนระบบเครือข่าย เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางทั่วโลก สังเกตได้จากอัตราการเติบโตของผู้ใช้งานเครือข่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับการทำกิจกรรมที่หลากหลายในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ อาทิเช่น E-Government, E-Commerce, E-Market, E-banking, E-Education เป็นต้น เทคโนโลยีการสื่อสารบนระบบเครือข่ายสามารถแบ่งออกได้ 2 รูปแบบ คือ (1) การสื่อสารแบบผ่านสายสื่อสาร และ (2) การสื่อสารแบบเครือข่ายไร้สาย ซึ่งในปัจจุบันการสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น จะเห็นได้จากการออกแบบอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ได้มีการออกแบบให้รองรับกับเทคโนโลยีไร้สาย สามารถสื่อสารข้อมูลถึงกันได้โดยปราศจากสายเชื่อมโยง โดยอาจกล่าวได้ว่าในอนาคตการสื่อสารผ่านสายสื่อสาร หรือระบบเครือข่ายแบบใช้สายสื่อสารจะถูกแทนที่ด้วยการสื่อสารแบบไร้สายหรือระบบ

เครือข่ายไร้สายอย่างแน่นนอน เนื่องจากการสื่อสารแบบไร้สาย นั้นให้ความคล่องตัวในการใช้งานสูง สะดวกสบาย และง่ายต่อการติดตั้ง

ในประเทศไทยนั้นก็มีมีการใช้งานระบบสื่อสารไร้สายมานานกว่า 10 ปีแล้ว ซึ่งร้อยละ 50 นั้นเป็นการสื่อสารบนโทรศัพท์มือถือ อีกร้อยละ 30 คือการสื่อสารระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และร้อยละ 20 ที่เหลือคือการใช้ระบบสื่อสารเฉพาะทาง เช่น การสื่อสารเพื่อการควบคุมระยะไกล, การสื่อสารการจัดเก็บข้อมูลระยะไกล, การสื่อสารอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งนโยบายของประเทศในตอนนี้สนับสนุนให้ลดการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยสิ้นเปลืองเพื่อลดภาวะโลกร้อน และในพื้นที่ชนบทนั้นยังไม่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ เนื่องจากการลงทุนที่ค่อนข้างสูงในการเดินสายสัญญาณในระยะทางที่ไกลจากแหล่งผู้ให้บริการสัญญาณ อีกทั้งยังต้องลงทุนด้านการเดินสายกระจายสัญญาณภายในองค์กรอีก จึงทำให้โอกาสน้อยมากในการติดตั้งระบบ ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบให้การเรียนรู้ในพื้นที่ดังกล่าวเกิดข้อจำกัดไม่ทันต่อเหตุการณ์

แต่ด้วยการสื่อสารแบบไร้สายมีข้อจำกัด คือ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สายมีความสามารถในการส่งสัญญาณได้ในระยะทางที่มีขีดจำกัด หากมีจุดบริการสัญญาณที่ไกลออกไปจะส่งผลให้ไม่สามารถรับสัญญาณไร้สายได้ เช่น พื้นที่ที่อยู่ห่างจากจุดให้บริการสัญญาณไร้สายเกินระยะที่ครอบคลุมสัญญาณ จะไม่สามารถรับสัญญาณได้ อย่างไรก็ตามวิธีการที่จะทำให้สามารถรับส่งสัญญาณไร้สายได้ไกลกว่าเดิมอยู่ 2 วิธี คือ (1) ติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่มีกำลังสูงกว่า (2) ใช้เสาอากาศ หรือตัวสะท้อนสัญญาณที่มีอัตราการขยายสัญญาณสูง ซึ่งทั้ง 2 วิธีต้องอาศัยต้นทุนสูง

จากงานวิจัยของ Yuan et al. (2006) และ Ogawa et al. (2005) ได้ศึกษาสมรรถนะของสายอากาศแถวลำดับแบบปรับลำคลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถลดสัญญาณหลายวิถีและลดการแทรกสอดช่องสัญญาณร่วม (co-channel interference) ได้หรือไม่ แต่ระบบที่ใช้มีความซับซ้อน อีกทั้งยังมีความสิ้นเปลืองในการสร้างอีกด้วยเนื่องจากใช้สายอากาศ 4 ต้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาสมรรถนะของระบบสายอากาศสำหรับการใช้งานในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้สายอากาศแบบสวิตช์ลำคลื่น เช่น งานวิจัยของ Braun et al. (2009) มีการใช้หลักการสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้การร่วมกันแบบไดเวอร์ซิตี (diversity combining) และได้ออกแบบสายอากาศที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้สายอากาศ 2 ต้น ซึ่งประกอบด้วยสายอากาศแผ่ระนาบและสายอากาศโมโนโพล แต่ไม่สะดวกในการใช้งานเนื่องจากสายอากาศต้องสร้างบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้นจึงทำให้เห็นได้ว่าหากต้องการเพิ่มความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สายจะไม่สามารถไปติดตั้งที่เสาส่งสัญญาณได้และหากทำเสาอากาศเสริมที่ตัวรับหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ยังยากในการสร้างอีกทั้งใช้เสาหลายต้น

งานวิจัยนี้จะได้ศึกษาและทดลองหาเทคนิคแนวทางในการเพิ่มความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย โดยใช้วิธีการประดิษฐ์ตัวสะท้อนสัญญาณทรงโค้งพาราโบลา จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใกล้เคียงกัน และมีต้นทุนต่ำราคาประหยัดที่ใช้งานง่ายและสามารถสร้างเองได้

ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มความเข้มของสัญญาณ ทำให้ระยะทางของการรับส่งสัญญาณไร้สายสามารถทำได้ไกลกว่าเดิม และอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถรับส่งสัญญาณได้มากขึ้น แม้อยู่ห่างจากจุดให้บริการสัญญาณหรือสถานีฐาน

### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองโดยใช้วัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นมาสร้างเป็นตัวสะท้อนสัญญาณเพื่อหาประสิทธิภาพว่าสามารถเพิ่มความเข้มของสัญญาณได้มากน้อยเพียงใดในแต่ละวัสดุที่แตกต่างกันในระบบการสื่อสารไร้สาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ การทดลองในส่วนที่ 1 จะเป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสัญญาณในระบบเครือข่ายไวเลสแลน และการทดลองในส่วนที่ 2 คือ การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์

#### 1. วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่า วัสดุที่มีความสามารถสะท้อนสัญญาณได้ดีนั้นมีความสัมพันธ์กับความต้านทานไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างตัวสะท้อนสัญญาณจากวัสดุต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าน้อย และหาได้ง่ายในครัวเรือน คือ วัสดุที่มาจากอะลูมิเนียม สแตนเลส เหล็ก สังกะสี และกระดาษฟอยล์ โดยศึกษาข้อมูลค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุต่าง ๆ จากเว็บไซต์ <http://www.matweb.com/> ทำการคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในครัวเรือน ซึ่งสรุปเป็นตารางคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุต่อความต้านทานไฟฟ้า

| วัสดุ       | ความต้านทานไฟฟ้า (โอห์มต่อตารางเซนติเมตร) |
|-------------|-------------------------------------------|
| อะลูมิเนียม | 0.00000270                                |
| สแตนเลส     | 0.00000450 - 0.000145                     |
| เหล็ก       | 0.00000890                                |
| สังกะสี     | 0.000005916                               |
| กระดาษฟอยล์ | 0.00000300 - 0.00000590                   |

จากการกำหนดวัสดุจึงคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ให้มีลักษณะเป็นรูปทรงพาราโบลาที่มีความกว้างความลึกแล้วแต่วัสดุเหลือใช้ที่หาได้ โดยแบ่งเป็น 5 วัสดุที่นำมาสร้างได้แก่ 1) อะลูมิเนียม วัสดุเหลือใช้ที่นำมาสร้างเป็นตัวทดลอง คือ กะละมังอะลูมิเนียม ที่ มีความลึก 14 เซนติเมตร และมีจุดตกกระทบ 3.75 เซนติเมตร 2) สังกะสี วัสดุเหลือใช้ที่นำมาสร้างเป็นตัวทดลอง คือ กะละมังสังกะสี ที่มีความลึก 12 เซนติเมตร และมีจุดตกกระทบ 4.38 เซนติเมตร 3) สแตนเลส วัสดุเหลือใช้ที่นำมาสร้างเป็นตัวทดลอง

คือ กระชอนทอดอาหารที่ทำจากสแตนเลส มีความลึก 7 เซนติเมตร และมีจุดตกกระทบ 7.51 เซนติเมตร 4) เหล็ก วัสดุเหลือใช้ที่นำมาสร้างเป็นตัวทดลอง คือ กระทะเหล็ก ที่มีความลึก 9 เซนติเมตร และมีจุดตกกระทบ 5.84 เซนติเมตร 5) กระดาษฟอยล์ วัสดุเหลือใช้นี้ได้ทำการดัดลวดเป็นโครงให้ได้เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 29 เซนติเมตร ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ มีความลึก 9 เซนติเมตร และมีจุดตกกระทบ 5.84 เซนติเมตร จากนั้นนำสายยูเอสบีตัวเมียติดตั้งไว้ตามตำแหน่งที่ได้คำนวณจุดตกกระทบ เพื่อติดตั้งยูเอสบีไวเลสและเพื่อเพิ่มระยะสายให้ใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นในกรณีต่อใช้งานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากนั้นสร้างเสาและฐานด้วยท่อพีวีซีทำให้สามารถวางตั้งอย่างมั่นคงไม่ให้ขยับไปมา และพร้อมใช้งาน



(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

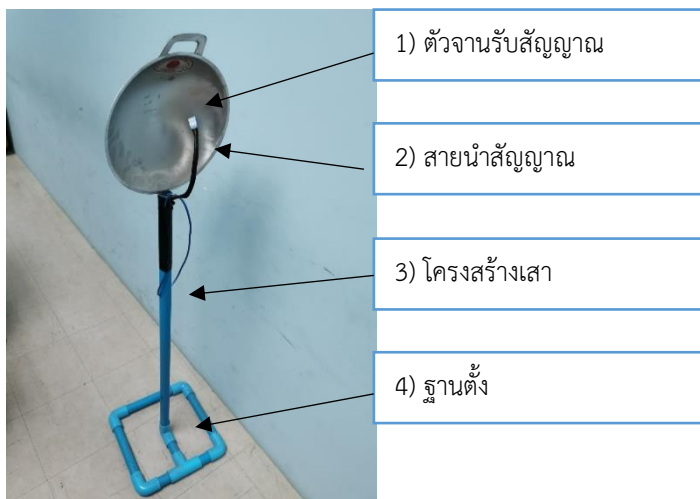
(จ)

ภาพที่ 1 วัสดุที่นำมาสร้างตัวสะท้อนสัญญาณ (ก) กระทะเหล็ก (ข) กระดาษฟอยล์

(ค) กระชอนสแตนเลส (ง) โครงลวดท่อฟอยล์ (จ) กระดาษฟอยล์

โดยวัสดุดังกล่าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกัน คือ 1) ตัวจานรับสัญญาณ ทำจากวัสดุ เหล็กใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 14 นิ้ว หรือประมาณ 29 เซนติเมตร 2) สายนำสัญญาณ เป็นสายยูเอสบีความยาว 3 เมตร ปลายสายด้านหนึ่งไว้สำหรับต่อยูเอสบีไวเลส วางตำแหน่งตรงกึ่งกลาง จานรับสัญญาณที่ผ่านการคำนวณจุดตกกระทบแล้ว ส่วนปลายสายอีกด้านหนึ่งไว้สำหรับต่อเข้ากับ อุปกรณ์ของผู้ใช้งาน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ โทรศัพท์มือถือ 3) โครงสร้างเสา ที่ทำด้วยท่อพีวีซีต่อกันเป็นขาตั้งและเสา ขนาดความสูง 1.5 เมตร และ 4) ฐานตั้ง ทำจากท่อพีวีซีต่อกันให้ได้เส้นผ่าน

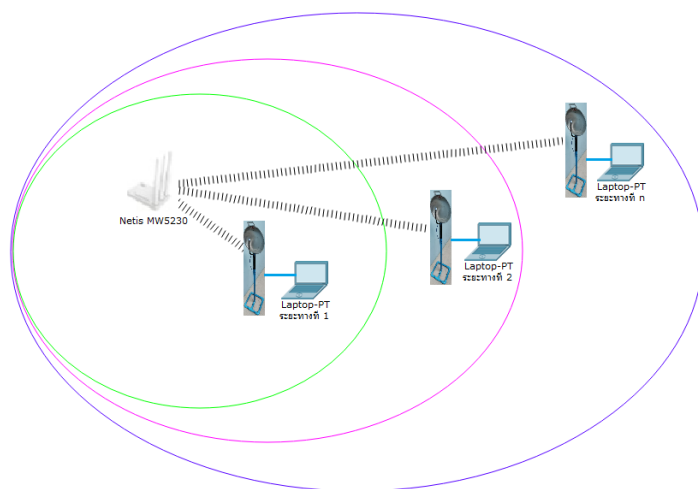
ศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้ล้มเมื่อรับน้ำหนักเสาและจานรับสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 2



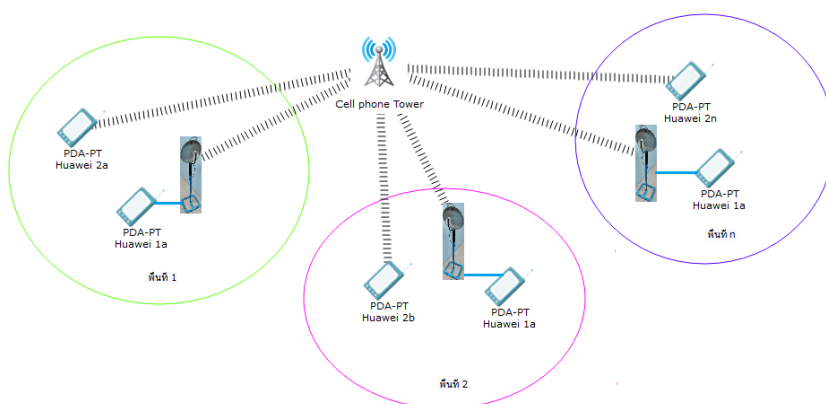
ภาพที่ 2 เสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

## 2. การออกแบบการทดลอง

การทดสอบความเข้มของสัญญาณแบ่งออกแบบเป็น 2 ระบบ คือ 1) ระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สายแลน ทดสอบโดยเสาส่งเป็นตัวแอสเซสเซอร์รุ่น Netis MW5230 เป็นตัวกระจายสัญญาณจากต้นทาง ย่านความถี่ 2.4 GHz ความเร็วสูงสุดได้ถึง 300 Mbps ใช้โปรแกรม LAN Speed Test กำหนดขนาดของข้อมูล 20 MB สำหรับทดสอบความเร็วการอัปโหลดและ ดาวน์โหลดของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในวง LAN โดยใช้เสารับส่งสัญญาณจากวัสดุเหลือใช้ที่สร้างขึ้นทดสอบสัญญาณในลักษณะการเพิ่มระยะทางให้ห่างจากเสาส่งตามที่กำหนดเพื่อหาประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สายแลน (WLAN) และอีกการทดสอบ คือ 2) ระบบสัญญาณโทรศัพท์ เป็นการนำเสารับส่งสัญญาณที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่าสามารถใช้เพิ่มความเข้มของสัญญาณให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ที่กำหนดในลักษณะพื้นที่ที่มีสัญญาณอ่อนหรือพื้นที่อับสัญญาณ เพื่อหาประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์มือถือ (LTE)



ภาพที่ 3 รูปแบบการทดสอบระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย



ภาพที่ 4 รูปแบบการทดสอบระบบสัญญาณโทรศัพท์มือถือ

## 2.1 การหาจุดไฟกัสสะท้อนสัญญาณ

การออกแบบจานรับสัญญาณแบบพาราโบลาต้องหาระยะของจุดโฟกัสในการติดตั้งอุปกรณ์ ตัวรวมสัญญาณ(Feed Horn) ห่างจากจุดศูนย์กลางของจานอย่างน้อยเพียงใดนั้นมีผลต่ออัตรา การขยายสัญญาณของจาน ถ้าจานต้นจะมีอัตราการขยายสัญญาณสูงกว่าจานแบบลึก เนื่องจากตัวรวม สัญญาณสามารถรับคลื่นที่สะท้อนจากพื้นที่ของจานได้ทั้งหมด แต่ข้อเสียของการจานต้น คือ จานจะ สามารถรับสัญญาณรบกวนที่เกิดบนพื้นโลก ซึ่งอยู่ในย่านความถี่ที่ใช้งานเข้ามาด้วยสัญญาณที่รับได้จะ ถูกรวมเข้ากับสัญญาณรบกวน ทำให้ความแรงของสัญญาณที่ต้องการมีค่าลดลง

ในการรับสัญญาณนั้นเพื่อให้งานสะท้อนสัญญาณที่เราทำการออกแบบสามารถรับสัญญาณได้คุณภาพมากที่สุด จึงต้องทำการหาระยะโฟกัสที่เหมาะสมที่สุดซึ่งเราสามารถคำนวณหาระยะโฟกัสได้ตามสมการดังนี้

$$F = \frac{D^2}{16d} \quad (1)$$

โดยที่ F คือ ระยะโฟกัสของจานรับสัญญาณ

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของจาน

d คือ ความลึกของจาน

จากสมการ (1) สามารถคำนวณหาจุดโฟกัสการสะท้อนได้จากตัวแปรที่มี ยกตัวอย่างเช่น โครงลวดท่อพอยล์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเท่ากับ 14 นิ้ว หรือประมาณ 29 เซนติเมตร ความลึกของจานเท่ากับ 9 เซนติเมตร หาระยะโฟกัสของจานรับสัญญาณแทนค่าในสมการจะได้

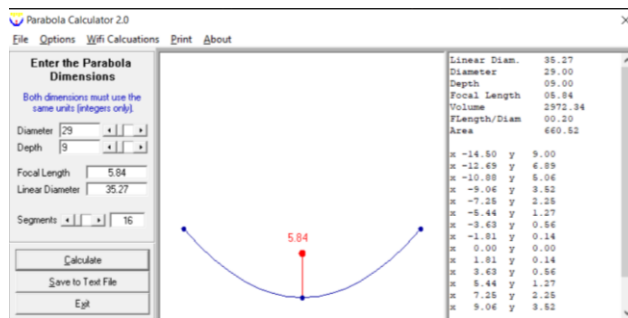
$$F = \frac{29^2}{16(9)} = \frac{841}{144} = 5.84cm \quad (2)$$

จากสมการ (2) ระยะโฟกัสของจานรับสัญญาณเท่ากับ 5.84 เซนติเมตรจากกันงาน หรือหาค่าได้จากโปรแกรม Parabola Calculator ช่วยในการคำนวณ ดังภาพที่ 5

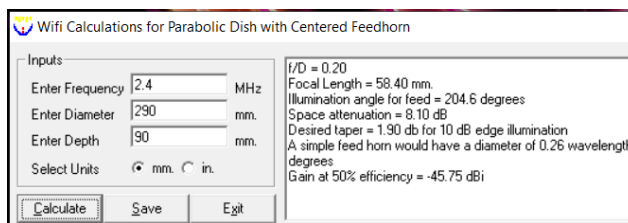
จากภาพที่ 5 เมื่อดำเนินการทำการคำนวณด้วยโปรแกรม Parabola Calculator แล้วสามารถดูรายละเอียดต่าง ๆ แบบละเอียดเพื่อช่วยในการหาประสิทธิภาพเบื้องต้นได้ เช่น ค่า f/d, Focus Length, Space attenuation, Gain at 50% efficiency เป็นต้น

## 2.2 การบังคับทิศทางตัวส่งและตัวรับให้ตรงกัน

การหันหน้าเสารับสัญญาณให้ตรงกับเสาส่งสัญญาณนั้น ต้องอาศัยการใช้งานเข็มทิศในกรณีนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้แอปพลิเคชัน compass for google map ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่ายและแม่นยำในการทำให้เสาส่งและเสารับหันตรงกัน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 โปรแกรม Parabola Calculator (ก) ใส่ค่าพารามิเตอร์เส้นผ่านศูนย์กลางและความลึกของจาน (ข) รายละเอียด ประสิทธิภาพของจานวัสดุ



ภาพที่ 6 ณ จุดติดตั้งเสาส่งและล๊อคตำแหน่งที่หมายเลข 1

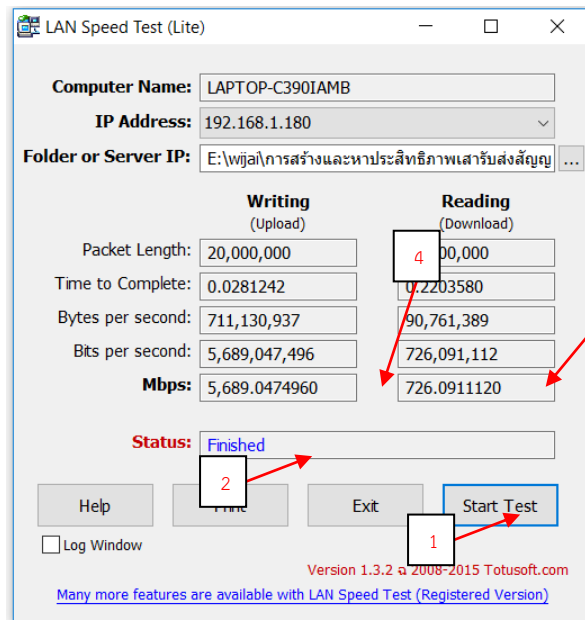


ภาพที่ 7 ณ จุดติดตั้งจานรับสัญญาณหันทิศทางไปยังเสาส่งที่ลือคไว้ ให้เส้นสีแดงทับกับเส้นสีเหลืองตามตำแหน่งหมายเลข 2

## 2.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ

2.3.1 การทดสอบระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไอสแลน ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะเป็นการวัดค่าความเข้มของสัญญาณไร้สาย ด้วยโปรแกรมทดสอบความเร็วของระบบเครือข่ายแลน ซึ่งโปรแกรมนี้มีชื่อว่า โปรแกรม LAN Speed Test ใช้สำหรับทดสอบความเร็วของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในวง LAN โดยตัวโปรแกรมถูกออกแบบมาเพื่อวัดความเร็วของเครือข่ายทั้งแบบสายสัญญาณและไร้สาย โปรแกรมนี้จะแสดงชื่อคอมพิวเตอร์ พร้อมแสดง IP Address การใช้งานเพียงแค่กดปุ่ม Start Test ก็สามารถใช้งานได้ทันที มีปุ่มสั่ง Print Result สามารถสั่งให้ปริ้นเพื่อเก็บเป็นข้อมูลผลการทดสอบความเร็วได้อีกด้วย

จากภาพที่ 8 จะแสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม LAN Speed Test ตั้งค่าขนาดของไฟล์ในการรับส่งข้อมูล เท่ากับ 20 MB จากนั้นเริ่มทำการทดสอบโดยคลิกที่เมนู Start Test ที่ลูกศรหมายเลข 1 และรอที่แถบสถานะ Status สิ้นสุดการทำงานหรือขึ้นมาว่า Finished ที่ลูกศรหมายเลข 2 แล้วทำการอ่านค่า Upload ที่ลูกศรหมายเลข 3 หรืออ่านค่า Download ที่ลูกศรหมายเลข 4



ภาพที่ 8 การใช้งานโปรแกรม LAN Speed Test

2.3.2 การทดสอบระบบสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะเป็นแอปพลิเคชัน OpenSignal ในระบบ Android ลงในโทรศัพท์ยี่ห้อ Huawei รุ่น P30 pro จำนวน 2 เครื่อง ระบบเครือข่าย Dtac ในการทดสอบสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้มีความสามารถหาความเข้มของสัญญาณ ทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ต ยังมีความสามารถทำให้ทราบว่าเชื่อมต่อกับเสาสัญญาณผู้ให้บริการเสาสัญญาณ (Cell phone tower) ระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเสาสัญญาณผู้ให้บริการเท่าไร

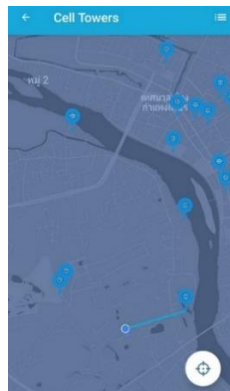
จากภาพที่ 9 แสดงการใช้งานแอปพลิเคชัน OpenSignal โดยหันทิศทางไปทางเสาสัญญาณผู้ให้บริการให้ถูกครีซไปด้านหลัง หากใช้ตัวสะท้อนสัญญาณที่สร้างขึ้นให้หันหน้าจอนไปทางที่ถูกครีซ และถ้าต้องการให้ไกลขึ้นเพื่อเพิ่มความแรงของสัญญาณให้ทำการเดินทางไปทางทิศทางนั้น ๆ จะทำให้ระยะทางระหว่างเสาสัญญาณผู้ให้บริการกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ไกลกันมากขึ้น มีแสดงชื่อเครือข่ายผู้ให้บริการและความแรงของสัญญาณทางด้านบนซ้ายว่ามีระดับความแรงเท่าไรเป็นขีดสัญญาณ 5 ขีด อีกทั้งยังเก็บสถิติที่เคยทดสอบสัญญาณว่าพื้นที่ใดมีสัญญาณแรงมากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ยังมีวิธีการทดสอบสัญญาณแบบง่าย ๆ ด้วยแอปพลิเคชันจากโรงงานภายในตัวเครื่องโทรศัพท์ จะเป็นการแสดงค่าความแรงของสัญญาณซึ่งมีหน่วยเป็น dBm และหน่วย asu โดยค่าความแรงของสัญญาณมากค่า dBm จะติดลบน้อย แต่ถ้าค่าความแรงของสัญญาณต่ำค่า dBm จะติดลบมาก กล่าวคือ ระดับสัญญาณมาตรฐานที่สามารถใช้งานได้อย่างราบรื่นนั้นอยู่ที่ประมาณ -95 dBm

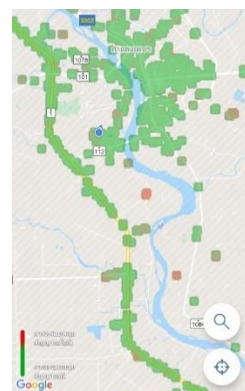
จะแสดงขีดสัญญาณจำนวน 5 ขีด แต่ถ้าหากต่ำกว่าแสดงว่าพื้นที่บริเวณนั้นสัญญาณอ่อน และถ้าต่ำกว่า -120 dBm จะไม่แสดงขีดสัญญาณ แสดงว่าพื้นที่บริเวณนั้นไม่มีสัญญาณ (Dead Zone) ส่วนในหน่วย asu เป็นการแปลงเลขในหน่วย dBm ไม่ให้ติดลบเพื่อความสะดวกในการแปลผล ยิ่งเลข asu มาก สัญญาณยิ่งแรงมากตามค่าตัวเลข



(ก)



(ข)



(ค)

**ภาพที่ 9** การใช้งานแอปพลิเคชัน OpenSignal (ก) แสดงเครือข่ายผู้ให้บริการ Dtac ทิศทางของเสาผู้ให้บริการ (ข) แสดงการเชื่อมต่อเสาผู้ให้บริการเสาไหนระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเสาและเสาที่ให้บริการบริเวณใกล้เคียง (ค) แสดงความเข้มของสัญญาณตามพื้นที่ต่าง ๆ

จากภาพที่ 10 แสดงการใช้งานทดสอบความแรงของสัญญาณจากแอปพลิเคชันโรงงานที่ติดมาภายในเครื่องโทรศัพท์ จะเห็นว่ารายงานเครือข่ายผู้ให้บริการ ความแรงสัญญาณ ประเภทเครือข่ายมือถือ MMC,MNC ซึ่งในการทดสอบนั้นโทรศัพท์ที่นำมาทดสอบทั้ง 2 เครื่อง ต้องตรงกันทั้งหมดแตกต่างกันเพียงความแรงของสัญญาณในช่องหมายเลข 1 ที่ใช้อ่านความแรงของสัญญาณในแต่ละเครื่อง และให้สังเกตที่ช่องหมายเลข 2 ว่าเป็น 4G หรือ 4G+ ในโทรศัพท์ของทั้ง 2 เครื่องหรือไม่แม้จะเป็นสัญญาณจากเสาดียวกันก็ตาม ซึ่ง 4G+ จะมีความแรงของสัญญาณมากกว่าแบบ 4G เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของผลการทดสอบจึงต้องตรวจเช็คให้เรียบร้อยก่อนบันทึกผล

## 2.4 ขั้นตอนดำเนินการทดสอบ

ขั้นที่ 1 ศึกษาลักษณะของตัวสะท้อนสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ทรงพาราโบลา

ขั้นที่ 2 ศึกษาและสืบทอดอุปกรณ์เหลือใช้ที่มีต้นทุนต่ำในครัวเรือนที่มีรูปทรงพาราโบลา

ขั้นที่ 3 ศึกษาวิธีการหาจุดรวมสัญญาณจากจุดตกกระทบรูปทรงพาราโบลาและวิธีการสร้าง

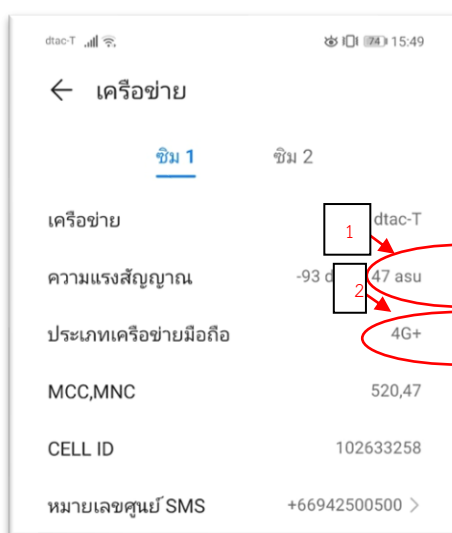
ขั้นที่ 4 ประดิษฐ์ตัวสะท้อนสัญญาณเครือข่ายไร้สายทรงพาราโบลาที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้แก่ กระดาษเหล็ก กะละมังอะลูมิเนียม กระซอนสแตนเลส โครงลวดท่อพอยล์ และกะละมังสังกะสี

ขั้นที่ 5 ทดลองหาความเข้มหรือความแรงของสัญญาณไวเลสแลน ต่อระยะทางการรับส่งสัญญาณที่ไกลขึ้นเป็นระยะ จากการใช้ตัวสะท้อนสัญญาณที่ประดิษฐ์ขึ้น

ขั้นที่ 6 เก็บผลการทดลองและสรุปเปรียบเทียบผลการทดลอง หาความแรงของสัญญาณไวเลสแลน ระหว่างการใช้ตัวสะท้อนที่มีวัสดุต่างชนิดกัน ได้แก่ ค่าอพโหลด และค่าตาวนโหลด

ขั้นที่ 7 ทดสอบความแรงของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในพื้นที่ต่าง ๆ ระหว่างการใช้ตัวสะท้อนสัญญาณที่ประดิษฐ์ขึ้นกับไม่ใช้ตัวสะท้อนสัญญาณ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น

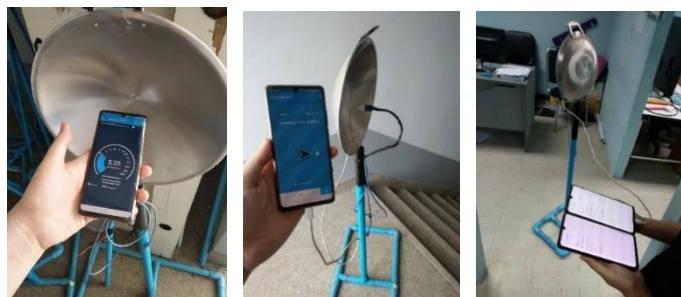
ขั้นที่ 8 เก็บผลการทดสอบและสรุปเปรียบเทียบผลการทดสอบว่าวัสดุใดมีอัตราการขยายความแรงของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้มากที่สุด



ภาพที่ 10 การใช้งานแอปพลิเคชันจากโรงงานเพื่อทดสอบความแรงสัญญาณ



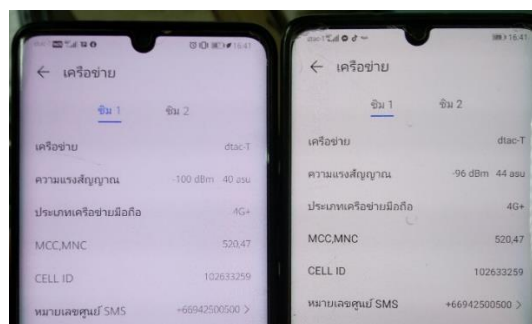
ภาพที่ 11 การทดลองหาความแรงของสัญญาณไวเลสแลน



(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

ภาพที่ 12 การทดสอบความแรงของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (ก) นำโทรศัพท์ทดสอบตรงจุดตก  
กระทบ (ข) ใช้สายชาร์จเพื่อเสถียรในใช้งาน (ค) ใช้โทรศัพท์สองเครื่องรุ่นเดียวกันเครือข่าย  
เดียวกัน (ง) การเปรียบเทียบค่าความแรงของสัญญาณ

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

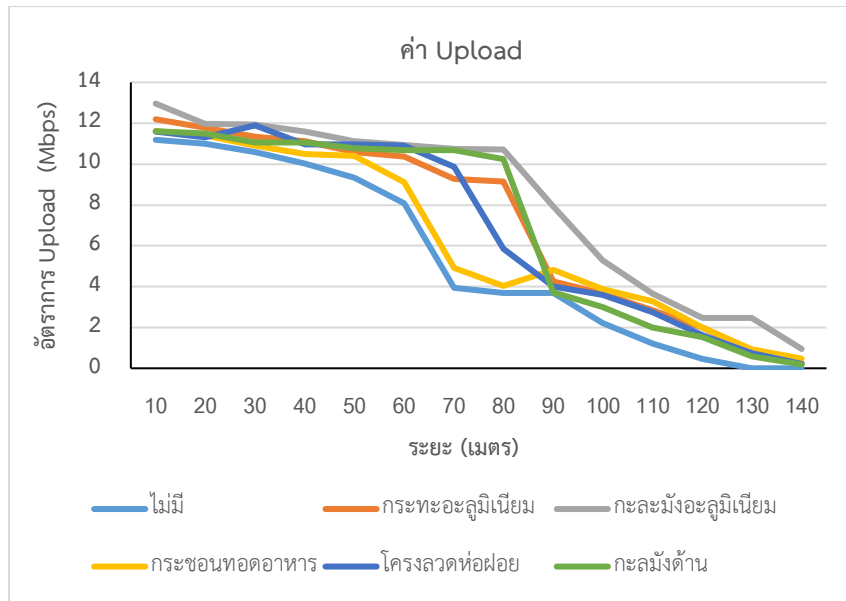
### 1. การทดสอบประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลระบบเครือข่ายไวเลสแลน

การส่งข้อมูล (Upload) คือ ความเร็วในการส่งข้อมูลต่อวินาที ยิ่งค่าตัวเลขมีค่ามากเท่าไร แปลว่าในแต่ละวินาที สามารถส่งข้อมูลได้มาก ยิ่งค่ามากยิ่งส่งเร็วนั่นเอง โดยสามารถอ่านค่าจาก โปรแกรม LAN Speed Test ได้จากช่อง Writing (Upload) มีหน่วยเป็น Mbps ซึ่งการอ่านค่าอัฟโหลดนี้จะทำการทดสอบในแต่ละวัสดุตัวสะท้อนที่สร้างขึ้นตามระยะทางที่กำหนดโดยที่สามารถอ่านค่าต่าง ๆ และสรุปได้เป็นตารางดังต่อไปนี้

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าการใช้งานสถานะการทำงานปกติการส่งสัญญาณไวเลสที่ไม่ใช้วัสดุสะท้อนจะสามารถส่งสัญญาณได้ดีปกติอยู่ที่ระยะทางไม่เกิน 60 เมตร จะเห็นได้ว่าหากเกินระยะที่กล่าวมาจะสูญเสียประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณเป็นจำนวนมากเกินครึ่งหนึ่งของสัญญาณที่เคยส่งได้ ซึ่งระยะยิ่งไกลขึ้นสัญญาณก็จะเบาลงตามระยะทาง และเมื่อทดลองใช้กับวัสดุสะท้อนที่นำมาสร้างตัวรับส่งสัญญาณไวเลสระยะไกลจากวัสดุเหลือใช้ผลปรากฏว่าในระยะทาง 10 ถึง 140 เมตร สามารถส่งสัญญาณได้ดีกว่าแบบไม่ใช้วัสดุสะท้อนในทุกวัสดุที่นำมาทดสอบ ซึ่งสรุปเป็นกราฟให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ง่ายขึ้นดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าอัฟโหลดของสัญญาณในระยะทาง 10 - 140 เมตร

| ระยะ<br>(เมตร) | Upload (Mbps) |                |                        |                   |                     |                    |
|----------------|---------------|----------------|------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
|                | ไม่มีวัสดุ    | กระเบื้องเหล็ก | กะละมัง<br>อะลูมิเนียม | กระซอน<br>สแตนเลส | โครงลาดท่อ<br>พอยล์ | กะละมัง<br>สังกะสี |
| 10             | 11.186        | 12.195         | 12.962                 | 11.609            | 11.600              | 11.609             |
| 20             | 11.010        | 11.774         | 11.959                 | 11.405            | 11.309              | 11.504             |
| 30             | 10.578        | 11.337         | 11.948                 | 10.885            | 11.895              | 11.062             |
| 40             | 10.012        | 11.123         | 11.597                 | 10.492            | 10.968              | 11.052             |
| 50             | 9.339         | 10.573         | 11.124                 | 10.408            | 10.969              | 10.787             |
| 60             | 8.064         | 10.369         | 10.940                 | 9.117             | 10.887              | 10.673             |
| 70             | 3.926         | 9.258          | 10.742                 | 4.906             | 9.852               | 10.666             |
| 80             | 3.701         | 9.147          | 10.726                 | 4.024             | 5.856               | 10.249             |
| 90             | 3.696         | 4.252          | 7.925                  | 4.810             | 4.000               | 3.716              |
| 100            | 2.206         | 3.657          | 5.290                  | 3.862             | 3.597               | 2.987              |
| 110            | 1.226         | 2.837          | 3.655                  | 3.296             | 2.754               | 2.005              |
| 120            | 0.462         | 1.987          | 2.458                  | 1.988             | 1.621               | 1.532              |
| 130            | 0             | 0.845          | 2.458                  | 0.942             | 0.745               | 0.571              |
| 140            | 0             | 0.247          | 0.945                  | 0.472             | 0.217               | 0.187              |



**ภาพที่ 13** แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าอัปโหลดในแต่ละวัสดุทดสอบ

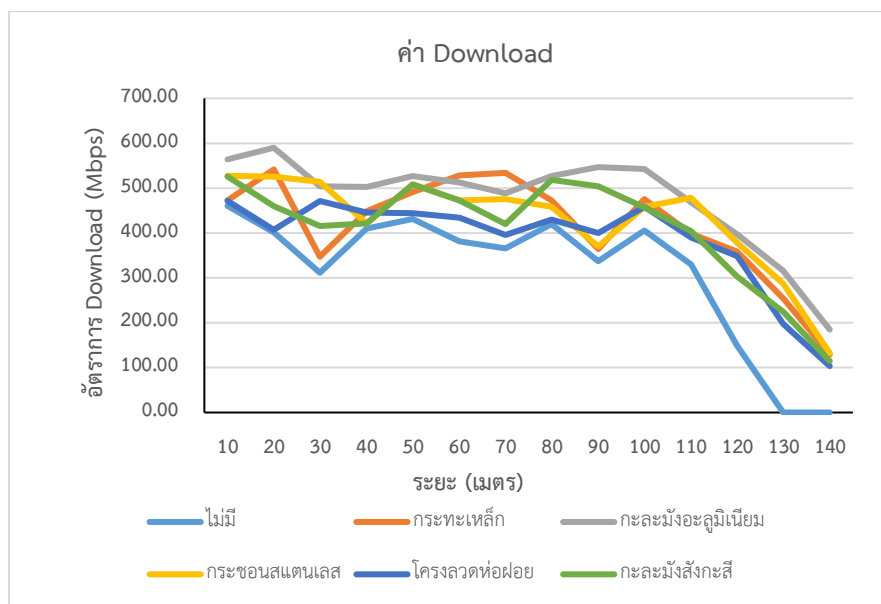
จากภาพที่ 13 เป็นกราฟแสดงค่าอัปโหลดในระยะทางระหว่าง 10 เมตร ถึง 140 เมตร พบว่าประสิทธิภาพการอัปโหลดข้อมูลในระยะทางไม่เกิน 40 เมตร จะมีอัตราการอัปโหลดเท่า ๆ กันไม่ว่าจะใช้ตัวสะท้อนสัญญาณหรือไม่ อยู่ที่ประมาณ 10,000 Kbps ถึง 12,000 Kbps ในช่วงระยะทางที่ 50 เมตร ถึง 140 เมตร เป็นช่วงระยะทางที่เห็นความแตกต่างชัดเจนของประสิทธิภาพการอัปโหลดของแต่ละวัสดุที่นำมาเป็นตัวสะท้อน ซึ่งหากพิจารณาที่ระยะทาง 140 เมตร จะเห็นได้ว่าวัสดุที่สะท้อนรวมสัญญาณได้ดีที่สุด คือ กะละมังอะลูมิเนียม มีค่าเท่ากับ 945.84 Kbps รองมาคือ กะละมังสังกะสี มีค่าเท่ากับ 472.75 Kbps และ กระทะเหล็ก มีค่าเท่ากับ 247.54 Kbps ตามลำดับ

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพในการรับข้อมูลระบบเครือข่ายไวเลสแลน

การรับข้อมูล (Download) คือ ความเร็วในการรับข้อมูลต่อวินาที ถ้าค่าดาวน์โหลดมีมาก แปลว่าสามารถรับข้อมูลได้ครั้งละมาก ๆ ยิ่งมากก็ยิ่งโหลดได้เร็ว โดยสามารถอ่านค่าจากโปรแกรม LAN Speed Test ได้จากช่อง Reading (Download) มีหน่วยเป็น Mbps ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ค่าดาวน์โหลดของสัญญาณในระยะทาง 10 - 140 เมตร

| ระยะ<br>(เมตร) | Download (Mbps) |            |                    |               |                 |                |
|----------------|-----------------|------------|--------------------|---------------|-----------------|----------------|
|                | ไม่มีวัสดุ      | กระทะเหล็ก | กะละมังอะลูมิเนียม | กระซอนสแตนเลส | โครงลวดท่อพอยล์ | กะละมังสังกะสี |
| 10             | 460.40          | 472.37     | 564.26             | 527.39        | 471.47          | 525.78         |
| 20             | 400.98          | 541.61     | 589.87             | 526.06        | 407.31          | 459.27         |
| 30             | 310.98          | 347.79     | 503.44             | 514.25        | 470.73          | 415.39         |
| 40             | 410.43          | 447.84     | 502.33             | 421.27        | 445.06          | 420.88         |
| 50             | 430.90          | 491.07     | 526.34             | 507.69        | 443.42          | 507.90         |
| 60             | 380.98          | 527.74     | 512.48             | 472.83        | 433.60          | 473.12         |
| 70             | 366.04          | 533.62     | 488.58             | 475.81        | 396.10          | 419.17         |
| 80             | 420.14          | 472.99     | 526.31             | 458.54        | 430.13          | 518.67         |
| 90             | 337.36          | 364.25     | 547.47             | 369.45        | 400.23          | 504.46         |
| 100            | 406.23          | 475.79     | 542.12             | 458.89        | 458.55          | 457.12         |
| 110            | 330.12          | 398.23     | 468.77             | 478.56        | 389.78          | 403.67         |
| 120            | 148.85          | 358.89     | 397.23             | 378.98        | 348.67          | 302.98         |
| 130            | 0               | 254.47     | 315.15             | 287.39        | 197.71          | 224.21         |
| 140            | 0               | 129.34     | 184.69             | 132.37        | 103.42          | 114.71         |



ภาพที่ 14 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าดาวน์โหลดในแต่ละวัสดุทดสอบ

### 3. การทดสอบประสิทธิภาพความเข้มของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์

ในการทดสอบนี้ได้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มียี่ห้อเดียวกัน คือ Huawei P30 pro เครื่องเดียวกัน คือ Dtac และเก็บค่าการทดลองในช่วงเวลาหรือ time domain เดียวกัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่มีผลแตกต่างกันในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เสาสัญญาณต้นทางต้องเหมือนกันที่ช่อง CELL ID ตัวเลขต้องตรงกันทั้ง 2 เครื่อง และทำการทดลองโดยเครื่องที่หนึ่งไม่ใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณ ในส่วนของเครื่องที่สองใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณเพื่อหาประสิทธิภาพว่ามีอัตราการขยายสัญญาณเพิ่มขึ้นกี่เปอร์เซ็นต์จากไม่ใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณ

จากการทดลองได้บันทึกค่าและเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแรงของสัญญาณโทรศัพท์ตามจุดใช้งานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ในพื้นที่เขตที่ผู้ให้บริการตั้งเสาสัญญาณเครือข่ายไว้ โดยการทดลองกับวัสดุทั้ง 5 ชนิด ๆ ละ 10 ครั้ง เปรียบเทียบกับไม่ใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณ สามารถเขียนเป็นตารางเปรียบเทียบได้ดังนี้

**ตารางที่ 4** ผลการทดลองความแรงของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างไม่ใช้วัสดุกับกะละมังอะลูมิเนียม

| ครั้งที่ | ไม่มีวัสดุ |     | กะละมังอะลูมิเนียม |     | สัญญาณแรงขึ้น |
|----------|------------|-----|--------------------|-----|---------------|
|          | dBm        | asu | dBm                | asu | %             |
| 1        | -94        | 46  | -91                | 49  | 7             |
| 2        | -99        | 41  | -94                | 46  | 12            |
| 3        | -100       | 40  | -97                | 43  | 8             |
| 4        | -89        | 51  | -85                | 55  | 8             |
| 5        | -103       | 37  | -97                | 43  | 16            |
| 6        | -105       | 35  | -101               | 39  | 11            |
| 7        | -105       | 35  | -100               | 40  | 14            |
| 8        | -95        | 45  | -92                | 48  | 7             |
| 9        | -92        | 48  | -86                | 54  | 13            |
| 10       | -88        | 52  | -84                | 56  | 8             |

**ตารางที่ 5** ผลการทดลองความแรงของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างไม่ใช้วัสดุกับกระเบื้องเคลือบ

| ครั้งที่ | ไม่มีวัสดุ |     | กะละมังสังกะสี |     | สัญญาณแรงขึ้น |
|----------|------------|-----|----------------|-----|---------------|
|          | dBm        | asu | dBm            | asu | %             |
| 1        | -98        | 42  | -97            | 43  | 2 (min)       |
| 2        | -97        | 43  | -93            | 47  | 9             |
| 3        | -101       | 39  | -99            | 41  | 5             |
| 4        | -108       | 32  | -105           | 35  | 9             |
| 5        | -112       | 28  | -108           | 32  | 14 (max)      |
| 6        | -101       | 39  | -99            | 41  | 5             |
| 7        | -98        | 42  | -96            | 44  | 5             |
| 8        | -103       | 37  | -102           | 38  | 3             |
| 9        | -86        | 54  | -84            | 56  | 4             |
| 10       | -113       | 27  | -111           | 29  | 7             |

**ตารางที่ 6** ผลการทดลองความแรงของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างไม่ใช้วัสดุกับกระชอนสแตนเลส

| ครั้งที่ | ไม่มีวัสดุ |     | กระชอนสแตนเลส |     | สัญญาณแรงขึ้น |
|----------|------------|-----|---------------|-----|---------------|
|          | dBm        | asu | dBm           | asu | %             |
| 1        | -96        | 44  | -93           | 47  | 7             |
| 2        | -109       | 31  | -108          | 32  | 3             |
| 3        | -90        | 50  | -86           | 54  | 8             |
| 4        | -87        | 53  | -85           | 55  | 4             |
| 5        | -108       | 32  | -105          | 35  | 9             |
| 6        | -88        | 52  | -85           | 55  | 6             |
| 7        | -107       | 33  | -104          | 36  | 9             |
| 8        | -90        | 50  | -88           | 52  | 4             |
| 9        | -107       | 33  | -103          | 37  | 12 (max)      |
| 10       | -87        | 53  | -86           | 54  | 2 (min)       |

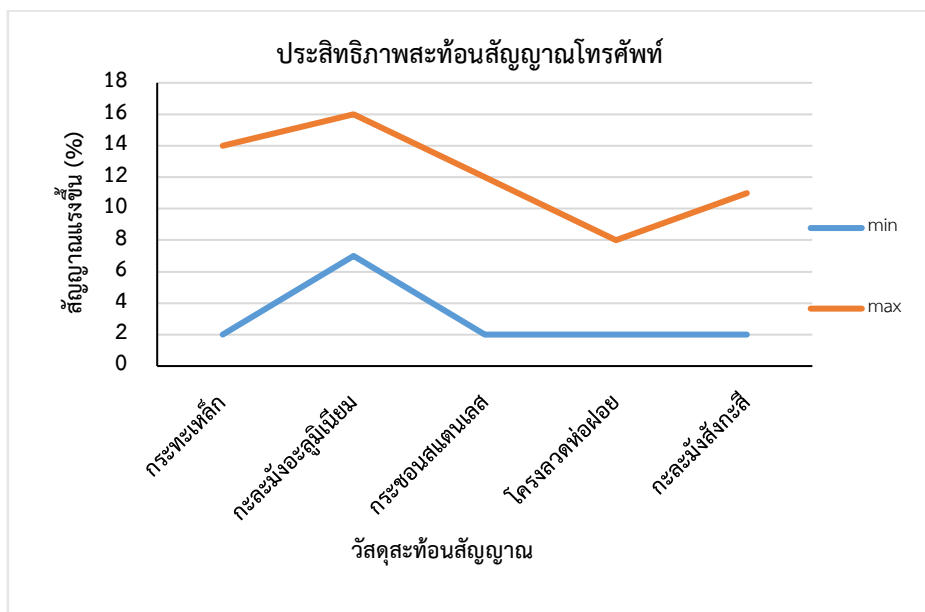
ตารางที่ 7 ผลการทดลองความแรงของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างไม่ใช้วัสดุกับกะมั่งสังกะสี

| ครั้งที่ | ไม่มีวัสดุ |     | กะมั่งสังกะสี |     | สัญญาณแรงขึ้น |
|----------|------------|-----|---------------|-----|---------------|
|          | dBm        | asu | dBm           | asu | %             |
| 1        | -92        | 48  | -89           | 51  | 6             |
| 2        | -91        | 49  | -90           | 50  | 2 (min)       |
| 3        | -91        | 49  | -90           | 50  | 2             |
| 4        | -113       | 27  | -110          | 30  | 11 (max)      |
| 5        | -94        | 46  | -93           | 47  | 2             |
| 6        | -105       | 35  | -104          | 36  | 3             |
| 7        | -106       | 34  | -103          | 37  | 9             |
| 8        | -104       | 36  | -102          | 38  | 6             |
| 9        | -110       | 30  | -107          | 33  | 10            |
| 10       | -94        | 46  | -92           | 48  | 4             |

ตารางที่ 8 ผลการทดลองความแรงของสัญญาณในระบบสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างไม่ใช้วัสดุกับโครงลวดท่อพอยล์

| ครั้งที่ | ไม่มีวัสดุ |     | โครงลวดท่อพอยล์ |     | สัญญาณแรงขึ้น |
|----------|------------|-----|-----------------|-----|---------------|
|          | dBm        | asu | dBm             | asu | asu           |
| 1        | -101       | 39  | -98             | 42  | 8 (max)       |
| 2        | -110       | 30  | -109            | 31  | 3             |
| 3        | -113       | 27  | -112            | 28  | 4             |
| 4        | -88        | 52  | -86             | 54  | 4             |
| 5        | -101       | 39  | -100            | 40  | 3             |
| 6        | -88        | 52  | -86             | 54  | 4             |
| 7        | -89        | 51  | -88             | 52  | 2 (min)       |
| 8        | -101       | 39  | -98             | 42  | 8             |
| 9        | -114       | 26  | -112            | 28  | 8             |
| 10       | -93        | 47  | -91             | 49  | 4             |

จากตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 8 ผลการทดลองเห็นได้ว่าใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณโทรศัพท์ได้ เหมือนกับสัญญาณของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลน จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแต่ละวัสดุสะท้อนสัญญาณ ผลปรากฏว่า วัสดุที่สะท้อนสัญญาณย่านการทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สาย คือ กะละมังอะลูมิเนียม มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กระดาษเหล็ก มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 14 เปอร์เซ็นต์ และกระชอนสแตนเลส มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 14 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะท้อนสัญญาณโทรศัพท์

จากภาพที่ 14 เป็นแสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะท้อนสัญญาณโทรศัพท์ จะเห็นว่าค่าเพิ่มสัญญาณขึ้นต่ำจะเฉลี่ยเท่า ๆ กัน คือ ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยวัสดุที่มีอัตราการค่าเพิ่มสัญญาณสูงที่สุด คือ กะละมังอะลูมิเนียม

จากการคาดการณ์ไว้ว่าวัสดุที่มีอัตราการค่าเพิ่มสัญญาณตามลำดับสูงสุด คือ อะลูมิเนียม กระดาษฟอยล์ สแตนเลส สังกะสี และเหล็ก ตามลำดับ แต่ผลปรากฏว่า ปัจจัยที่มีผลต่อผลการสะท้อนสัญญาณ ได้แก่ คุณภาพของวัสดุ พื้นผิวขรุขระ ความเรียบ ความเก่าใหม่ แม้กระทั่งความลึกของวัสดุ จึงทำให้คุณภาพไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ยกตัวอย่างเช่น โครงลวดฟอยล์แม้จะเป็นแผ่นฟอยล์ที่ทำจากอะลูมิเนียมแต่เพิ่มสัญญาณได้น้อยที่สุด ซึ่งน่าจะเกิดจากแผ่นอะลูมิเนียมคุณภาพต่ำและผิว

สะท้อนที่ขรุขระตอนห่อกับความหนาของแผ่นพอยล์ที่ส่งผลให้การสะท้อนสัญญาณไม่เป็นไปตามลำดับที่คาดการณ์ไว้

### สรุปผลและเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากการสร้างและหาประสิทธิภาพเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่มีลักษณะทรงพาราโบลา ว่าสามารถใช้เพื่อเพิ่มความเข้มหรือความแรงของสัญญาณไร้สายได้ทั้งแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลน และแบบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถหาได้ง่าย ต้นทุนต่ำ มีใช้สอยในบ้านเรือน เส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุที่นำมาสร้างอุปกรณ์สะท้อนสัญญาณไร้สายไว้ที่ 14 นิ้ว หรือประมาณ 29 เซนติเมตร เพื่อเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพอัตราการเพิ่มสัญญาณไร้สายของวัสดุที่มีชนิดแตกต่างกัน แต่มีความลึกตื้นไม่เท่ากันแล้วแต่วัสดุเหลือใช้ที่หามาได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานว่าตัวสะท้อนสัญญาณจากวัสดุที่มีคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าน้อยจะสะท้อนสัญญาณไร้สายได้ดี โดยหาประสิทธิภาพเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น แบ่งออกเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ (1) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลน (2) ระบบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

#### 1. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไวเลสแลน

ใช้โปรแกรม LAN Speed Test สำหรับทดสอบความเร็วในการอัปโหลดและดาวน์โหลดข้อมูล ตั้งค่าขนาดของไฟล์ในการรับส่งข้อมูล เท่ากับ 20 MB ระยะทางที่ไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสัญญาณหรือมีผลกระทบน้อย แม้จะใช้หรือไม่ใช้ตัวสะท้อนสัญญาณก็ตามในการอัปโหลดข้อมูลใน ระยะทางไม่เกิน 40 เมตร จะมีอัตราการอัปโหลด อยู่ที่ประมาณ 10 Mbps ถึง 12 Mbps ส่วนประสิทธิภาพการดาวน์โหลดข้อมูลในระยะทางไม่เกิน 100 เมตร ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่างค่า 400 Mbps ถึง 550 Mbps

ในส่วนของระยะทางที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสัญญาณเมื่อใช้ตัวสะท้อนสัญญาณมา ทดลองในการอัปโหลดข้อมูลในช่วงระยะทางที่ 50 เมตร ถึง 140 เมตร และในการดาวน์โหลดข้อมูล ในช่วงระยะทาง 100 เมตรขึ้นไป สัญญาณที่ได้จากการไม่ใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณจะมีสัญญาณที่อ่อนลง มาก ๆ และไม่สามารถรับสัญญาณได้ที่ระยะทาง 130 เมตรขึ้นไป ผลปรากฏว่า ที่ระยะทาง 140 เมตร วัสดุที่เพิ่มค่าการอัปโหลดมากที่สุดคือ กระดาษม้วนอะลูมิเนียม มีค่าเท่ากับ 0.945 Kbps รองมาคือ กระดาษม้วนสังกะสี มีค่าเท่ากับ 0.472 Mbps และ กระดาษเหล็ก มีค่าเท่ากับ 0.247 Mbps ตามลำดับ และ วัสดุที่เพิ่มค่าการดาวน์โหลดมากที่สุด คือ กระดาษม้วนอะลูมิเนียม มีค่าเท่ากับ 184.69 Mbps รองลงมา คือ กระดาษสแตนเลส มีค่าเท่ากับ 132.37 Mbps และ กระดาษเหล็ก มีค่าเท่ากับ 129.34 Mbps ตามลำดับ

#### 2. ระบบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

ในการทดสอบระบบสัญญาณโทรศัพท์นี้ ทางผู้วิจัยได้กำหนดมาตรฐานการทดสอบโดยให้มีสิ่งที่จะต้องเหมือนกันและทดสอบเวลาเดียวกันเพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำที่สุด ลดความคลาดเคลื่อนที่มีผลแตกต่างกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน ได้แก่ (1) ใช้โทรศัพท์มือถือ 2 เครื่องที่มียี่ห้อเดียวกัน คือ Huawei P30 pro (2) ใช้เครือข่ายเดียวกัน คือ Dtac (3) เสาสัญญาณต้นทาง คือ ที่ช่อง CELL ID ตัวเลขต้องตรงกัน ทั้ง 2 เครื่อง (4) ก่อเริ่มทดสอบสัญญาณพร้อมกันในช่วงเวลาเดียวกัน ผลปรากฏว่า วัสดุที่สะท้อนสัญญาณย่านการทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ กะละมังอะลูมิเนียม มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กระดาษเหล็ก มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 14 เปอร์เซ็นต์ และ กระชอนสแตนเลส มีค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นสูงสุด 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นนั้นมีข้อจำกัดของการใช้งานที่ต้องหันหน้างานรับสัญญาณไปทางเสาสัญญาณส่งทั้งมุมกวาดและมุมก้มเงย จากการทดลองนี้พบว่าเปรียบเทียบการอัปเดตเสาอากาศให้กับอุปกรณ์รับสัญญาณ สังเกตได้ว่าสัญญาณขึ้นมาเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความแรงของสัญญาณ เช่น การปิดบังของตึกอาคารหรือต้นไม้ การใช้งานใกล้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่น ๆ หรืออุปกรณ์แบตเตอรี่ใกล้หมด เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยควรผสมผสานเทคนิคหลาย ๆ รูปแบบในการพัฒนาเสาอากาศพร้อมกับการพัฒนางจรขยายสัญญาณหรือวงจรทวนสัญญาณเข้ามาร่วมด้วย

#### กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาเสารับส่งสัญญาณแบบไร้สายจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่อำนวยความสะดวกและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

#### เอกสารอ้างอิง

- Agbaraji, E.C., Gloria, E.N., & Uzoma, O. (2014). Cellular Mobile Signal Propagation; Effects of EIRP and Antenna Gain, *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 5(3), 172-177.
- Balanis, C.A. (2005). *Antenna theory and design* (Ed. 3). John Willey & sons New Jersey.
- Braun, C., Nilsson, M., & Murch R.D. (2009). Measurement of the Interference Rejection Capability of Smart Antennas on Mobile Telephones. *Vehicular Technology Conference*, IEEE 49 th, Vol.2, 1068 - 1072.

- Chitranshi, R., Mehrotra, R.K., & Pancoli, P. (2014). Analysis of Cell Tower Radiation RFSafety and Practical Realization of Compliance Distance, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(4), 1-6.
- Matweb.com. (2019). *Online Materials Information Resource*. Retrieved October 12, 2019, from <http://www.matweb.com/>
- Meteorological Satellite Center of JMA. (1978). *Himawari Real-Time Image*. Retrieved June 5, 2019, from [http://ds.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/sat\\_img.php?area=se1](http://ds.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/sat_img.php?area=se1).
- Mymobilebooster.com. (2019). *Effects of Radiation from Mobile phone under weak signal Condition*, Retrieved November 22, 2019, from <http://mymobilebooster.com/effects-of-radiation/>.
- Naji, D.K. (2013). Compact Broadband CPW-fed Taper-shaped Monopole Antenna with L-slots for C-band Applications. *Int. J. Electromagn and Applications*, 3, 136-143.
- Naveenchandra, B., Lokesh, K.N., Usha, & Gangadhara Bhat, H. (2011). Signal Strength Measurements and Coverage Estimation of Mobile Communication Network Using IRS-IC Multispectral and CARTOSAT-1 Stereo Images, *Dimensions and Directions of Geospatial Industry. Geospatial Word Forum*. Hyderabad, India.
- Satellitedish.com. (1995). *2.4 Meter Prime Focus Az/El Mount Dish Antenna*. Retrieved October 19, 2019, from <http://www.satellitedish.com/page5.htm>.
- Telcoantennas.com. (2019). *Poor Mobile Network Coverage Explained - Weak Signa*, Retrieved November 24, 2019, from <https://www.telcoantennas.com.au/site/poor-mobile-network-coverage-explained-weak-signal>.
- Uthayarat, S. (2006). *Research and Development of Processing Section Baseband Digital Signal of Communication System In Ground Stations for Small multipurpose Satellites*. Kasetsart University, Bangkok. (In Thai).
- Yuan, Q., Suguro, T., Chen, Q., Sawaya, K., Kudoh, E., & Adachi, F. (2006). Performance Study of W-CDMA Adaptive Array Antennas. *Antennas and Propagation Society International Symposium*, 2006 IEEE, 4573 - 4576.