

บทที่ ๑

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข มีภารกิจสำคัญในการส่งเสริมสนับสนุนหน่วยบริการสุขภาพทุกระดับให้มีประสิทธิภาพในการดูแลสุขภาพของประชาชน โดยการใช้ องค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมการแพทย์ ในการส่งเสริม สนับสนุน ตามสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โควิด ๒๐๑๙ ซึ่งกองวิศวกรรมการแพทย์ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการป้องกันและลดความเสี่ยงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด ๒๐๑๙ จึงมีแนวคิดในการจัดทำนวัตกรรมตามหลักวิศวกรรมที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ อีกทั้งระบบสื่อสารก็ต้องพร้อมใช้งานตลอดเวลาทั้งภาวะปกติและฉุกเฉิน การรับ-ส่งผู้ป่วยต้องรวดเร็ว มีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์ จึงได้จัดทำ "โครงการส่งเสริม สนับสนุนด้านวิศวกรรมการแพทย์รองรับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด ๒๐๑๙ (กิจกรรมที่ ๒ ตรวจสอบ บำรุงรักษาสถานีทวนสัญญาณและสถานีควบคุมข่ายวิทยุคมนาคม ของกระทรวงสาธารณสุข จำนวน ๖ แห่ง)" ขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบ บำรุงรักษาสถานีทวนสัญญาณและสถานีวิทยุคมนาคมในข่ายกระทรวงสาธารณสุข ให้มีความพร้อมใช้งานได้ทั้งภาวะปกติและฉุกเฉิน

ระยะเวลาดำเนินการ: ๑๒ เดือน (เมษายน ๒๕๖๓ - กรกฎาคม ๒๕๖๓)

- คำนวณร้อยละความสำเร็จ ร้อยละ ๑๐๐
- ขั้นตอนการดำเนินงาน ร้อยละ ๑๐๐

ขอบเขตของโครงการ/พื้นที่เป้าหมาย/กลุ่มเป้าหมาย

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม และสถานีวิทยุคมนาคม จำนวน ๖ แห่ง ได้แก่

๑. สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท
๒. สถานีวิทยุสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข
๓. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดกาญจนบุรี
๔. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สถาบันมะเร็งแห่งชาติ
๕. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา
๖. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบสื่อสารของกระทรวงสาธารณสุขพร้อมใช้งาน ติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วทันต่อสถานการณ์ สามารถสนับสนุนการส่งต่อผู้ป่วย รองรับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด ๒๐๑๙ และด้านการรักษาพยาบาลทั้งภาวะปกติและฉุกเฉิน

๑๐. นิยามศัพท์

- Sensitivity หมายถึง ความไวในการรับของภาครับ(TX)วิทยุคมนาคม
- $\frac{E}{\lambda}$ หมายถึง $\lambda = v/f$ เมื่อ v มีค่าเท่ากับ ความเร็วของคลื่นแสง มีค่า = 3×10^8 m/s เมื่อ f คือค่าความถี่ ตัวอย่างเช่น สายอากาศแบบ $\frac{E}{\lambda}$ แลมน้ำ ที่ ความถี่ ๑๕๐.๐๐ MHz ๑ แลมน้ำของ ๑๕๐.๐๐ MHz มีค่าเท่ากับ ๒ เมตร ดังนั้น สายอากาศ $\frac{E}{\lambda}$ มีความยาวเท่ากับ $2 \times \frac{E}{\lambda}$ เมตรซึ่งมีค่าเท่ากับ ๑.๒๕ เมตร
- RX หมายถึง (Receiver) เครื่องรับ

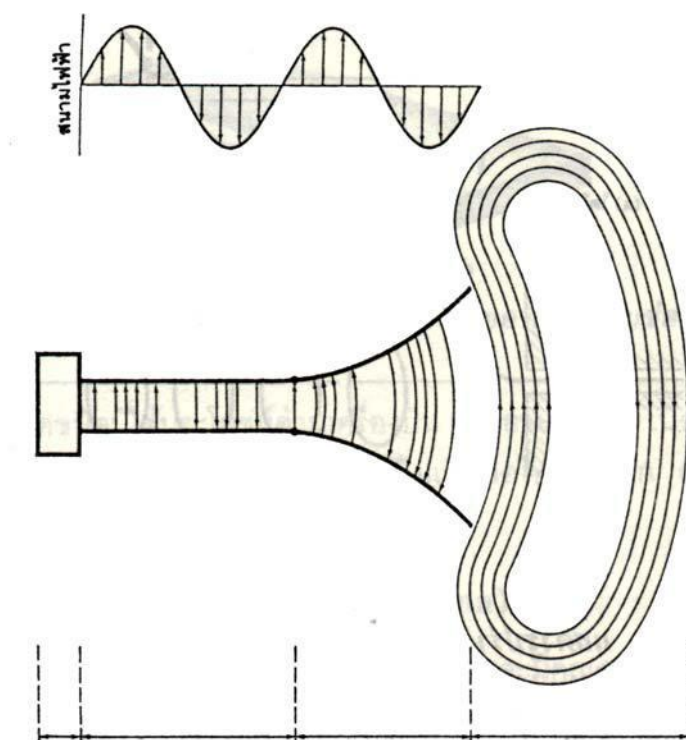
- TX หมายถึง (Transmitter) เครื่องส่ง
- INTERFACE หมายถึง การติดต่อประสานระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับวิทยุคมนาคม เช่น สวิตช์รับ-ส่ง(RX-TX), จอภาพ ต่างก็เป็นตัวประสานกับผู้ใช้ทั้งสิ้น
- Duplexer หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยให้สามารถสื่อสารแบบสองทิศทาง (ดูเพล็กซ์) ผ่านเส้นทางเดียว ในระบบการสื่อสารด้วยเรดาร์และวิทยุจะแยกเครื่องรับสัญญาณออกจากเครื่องส่งสัญญาณในขณะที่อนุญาตให้ใช้สายอากาศร่วมกันได้
- CTCSS (Continous Tone Code Squelch System) หมายถึง ระบบโทนสำหรับจัดกลุ่มผู้ใช้งานโดยให้เลือกรับเฉพาะสัญญาณที่ต้องการให้รับ ภายใต้การปรับตั้งช่องโทนที่ตรงกันเท่านั้น เพื่อทำให้เกิดช่องสนทนาที่มากขึ้น และจะช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนจากผู้วิทยุสื่อสารช่องข้างเคียง CTCSS นั้น จะเป็นการสังเคราะห์ความถี่แบบระบบ Analog โดยการผสมความถี่เสียงต่ำอยู่ใน ช่วง ๓๐๐ Hz เข้าไปมีช่องย่อยให้เลือก โดยทั่วไปจะนิยมกันอยู่ ๕๐ โค้ด
- VoIP ย่อมาจาก Voice over Internet Protocol เป็นการสื่อสารทางเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต หรือโครงข่ายอื่นๆ ที่ใช้อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล สัญญาณเสียงจะถูกตัดแบ่งเป็นแพ็คเก็ตวิ่งผ่านไปยังโครงข่ายที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลทั่วไป แทนการใช้วงจรเฉพาะตามวิธีการสื่อสารในระบบโทรศัพท์แบบดั้งเดิม เปรียบได้กับการให้รถยนต์วิ่งแทรกกันได้ตามช่องว่างที่มีอยู่ของถนน แทนการให้รถยนต์คันเดียวจองถนนวิ่งแบบผูกขาด ข้อดีของวอยซ์โอเวอร์ไอพีก็คือการสามารถใช้โครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถให้บริการได้ในอัตราค่าบริการที่ถูกลงมาก

บทที่ ๒

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสื่อสารทางวิทยุคมนาคม

ความรู้ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศ

- เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากโลหะเพื่อใช้ในการแพร่กระจายคลื่นหรือรับคลื่นวิทยุ
- เป็นวิธีสำหรับการแพร่คลื่นและรับคลื่นก็ได้ หรือในอีกนัยหนึ่งสายอากาศเป็นอุปกรณ์คั่นกลางระหว่างอากาศกับอุปกรณ์นำสัญญาณ พิจารณาจากรูปที่ ๒.๑



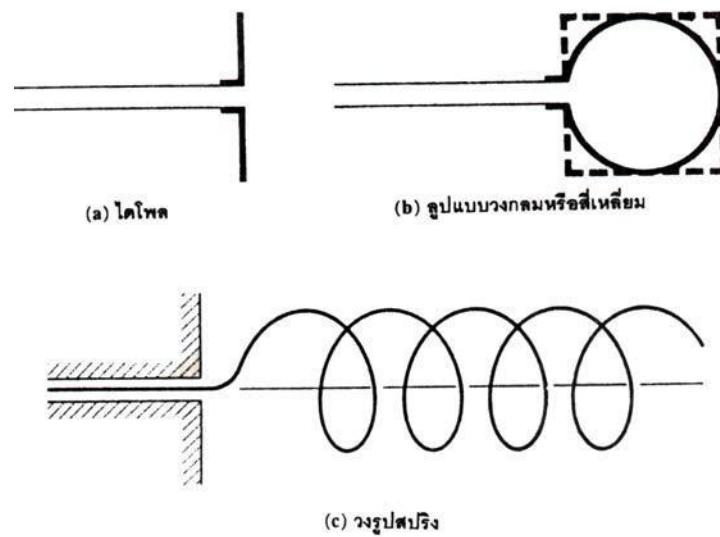
รูปที่ ๒.๑ แสดงขั้นตอนของการใช้สายอากาศในระบบ

อุปกรณ์นำสัญญาณคือ สายนำสัญญาณ อาจใช้สายโคแอกเซียล หรือท่อเวฟไกด์ (waveguide) ทำการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังสายอากาศ หรือจากสายอากาศไปสู่เครื่องรับ

ชนิดของสายอากาศ

๑. สายอากาศแบบลวดตัวนำ (wire antenna)

จัดเป็นสายอากาศที่พบโดยทั่วไป มีใช้งานในทุกรูปแบบ อย่างเช่น บนรถยนต์, อาคาร, เรือ, เครื่องบิน, ยานอวกาศ และอื่น ๆ รูปร่างของสายอากาศแบบลวดตัวนำยังแยกย่อยได้อีกเช่น แบบเส้นตรง (ไดโพล), ลูป (วนเป็นรอบ) และแบบวงก้นหอย (คล้ายสปริง) ดูได้จากรูปที่ ๒.๒

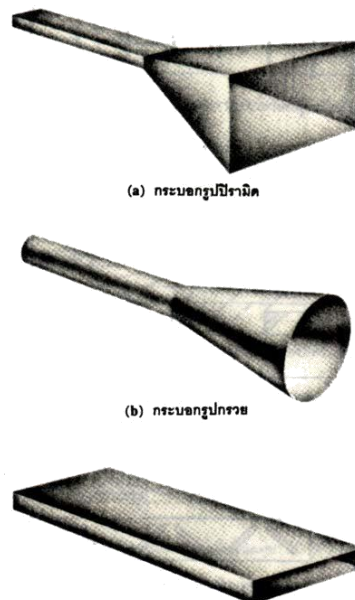


รูปที่ ๒.๒ แสดงรูปร่างหลายแบบของสายอากาศชนิดลวดตัวนำ

สายอากาศแบบลูป (Loop) ไม่จำเป็นต้องเป็นวงกลมอาจมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสี่เหลี่ยมผืนผ้า, วงรี หรือลักษณะอื่น ส่วนลูปชนิดวงกลมนั้นจัดว่ามีใช้งานมากที่สุด เพราะง่ายในการสร้าง

๒. สายอากาศแบบช่อง (aperture antenna)

เริ่มมีการนิยมใช้สายอากาศชนิดนี้มากกว่าในอดีต โดยเฉพาะในการใช้งานย่านความถี่สูงส่วนรูปแบบต่าง ๆ ของสายอากาศแบบช่องดูได้ในรูป ๒.๓

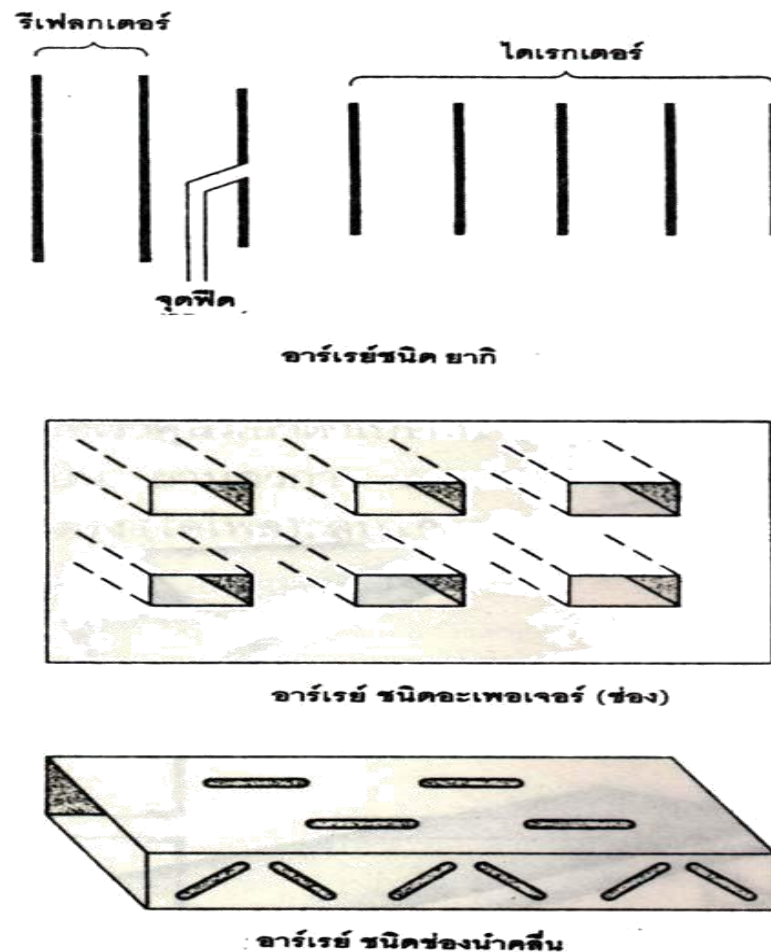


รูปที่ ๒.๓ แสดงรูปร่างหลายแบบของสายอากาศแบบช่อง

สายอากาศชนิดนี้ใช้ประโยชน์ด้านเครื่องบิน หรือยานอวกาศ เนื่องจากความสะดวกในการติดตั้ง และยังสามารถหุ้มด้วยฉนวนหรือวัสดุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้าได้อีก เพื่อป้องกันสภาพที่อันตรายต่อระบบสื่อสาร

๓. สายอากาศแบบอาร์เรย์ (array antenna)

การประยุกต์ใช้งานสายอากาศ โดยส่วนมากแล้วจะมีคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่นไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดวิธีการนำอิลีเมนต์มาใช้งานร่วมกัน เพื่อสนองกับความต้องการใช้งานต่างๆ ซึ่งเราสามารถกำหนดให้ทิศทางหลัก ในการแพร่คลื่นของสายอากาศอยู่ทางทิศทางที่ต้องการได้ ตัวอย่างการใช้งานแบบอาร์เรย์แสดงในรูป ๒.๔

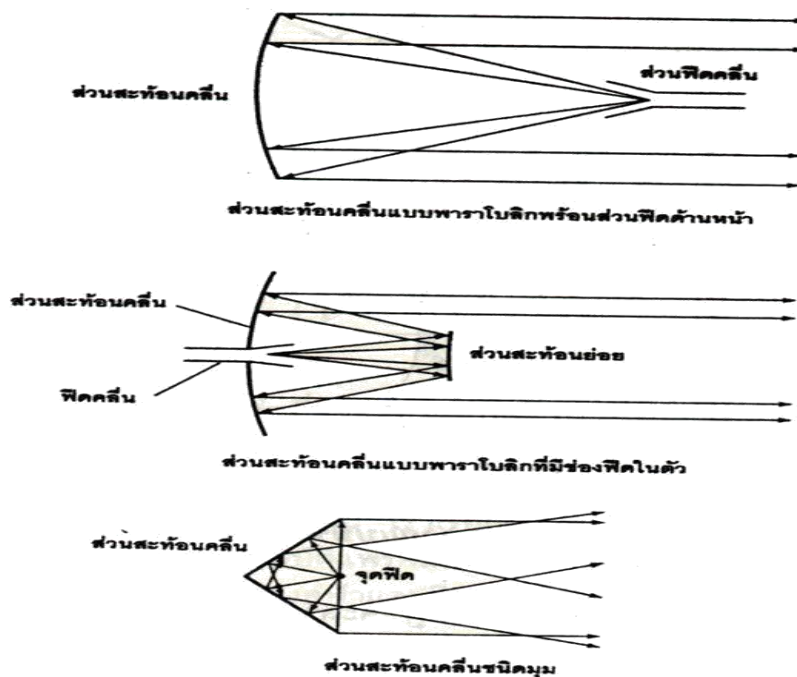


รูปที่ ๒.๔ แสดงรูปร่างหลายแบบของสายอากาศอาร์เรย์

หมายเหตุ การนำสายอากาศหลายๆ อิลีเมนต์มาต่อเรียงกันเป็นแถว เรียกว่าอาร์เรย์ มีผลทำให้ค่าอัตราขยายเพิ่มมากขึ้น และยังสามารถควบคุมทิศทางการแพร่คลื่นได้

๔. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น (reflector antenna)

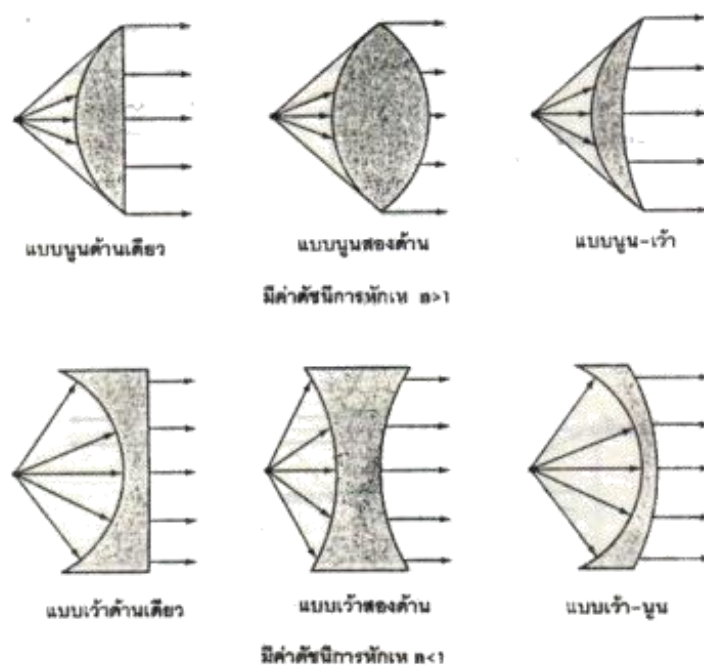
ผลจากความสำเร็จในการสำรวจอวกาศต่อวิชาสายอากาศ ทำให้เกิดการพัฒนามาอย่างมาก ทั้งนี้เพราะต้องนำมาใช้งานสื่อสารระยะไกลมาก จึงต้องพัฒนาสายอากาศส่ง/รับคลื่นที่สามารถเดินทางได้เป็นล้านไมล์ ชนิดของสายอากาศที่ถูกนำมาใช้นี้อย่างมาก คือแบบตัวสะท้อนพาราโบลา (parabolic reflector) ดังแสดงในรูป ๒.๕ สายอากาศชนิดสะท้อนคลื่นนี้ ยังมีขนาดใหญ่มากก็จะให้อัตราขยายสูงมากตามไปด้วย จึงทำให้สามารถส่งหรือรับคลื่นในระยะไกลมากได้



รูปที่ ๒.๕ แสดงรูปร่างหลายแบบของสายอากาศชนิดสะท้อนคลื่น

๕. สายอากาศแบบเลนส์ (lens antenna)

แต่เดิมเลนส์ถูกใช้เพื่อรวมแสงให้ส่องผ่านไปยังจุดที่ต้องการได้ ในวิชาสายอากาศได้อาศัยหลักการนี้โดยเลือกวัสดุที่จะมาทำเลนส์ให้สามารถรวมคลื่นที่แพร่ออก ให้ส่งไปยังทิศทางที่ต้องการได้ สำหรับการประยุกต์ใช้งานเช่นเดียวกับแบบสะท้อนคลื่นพาราโบลิก โดยเฉพาะที่ความถี่สูงมากๆ จะใช้ได้ผลดี สายอากาศแบบเลนส์ยังถูกแบ่งออกตามรูปร่างที่สร้างขึ้น แสดงในรูป ๒.๖

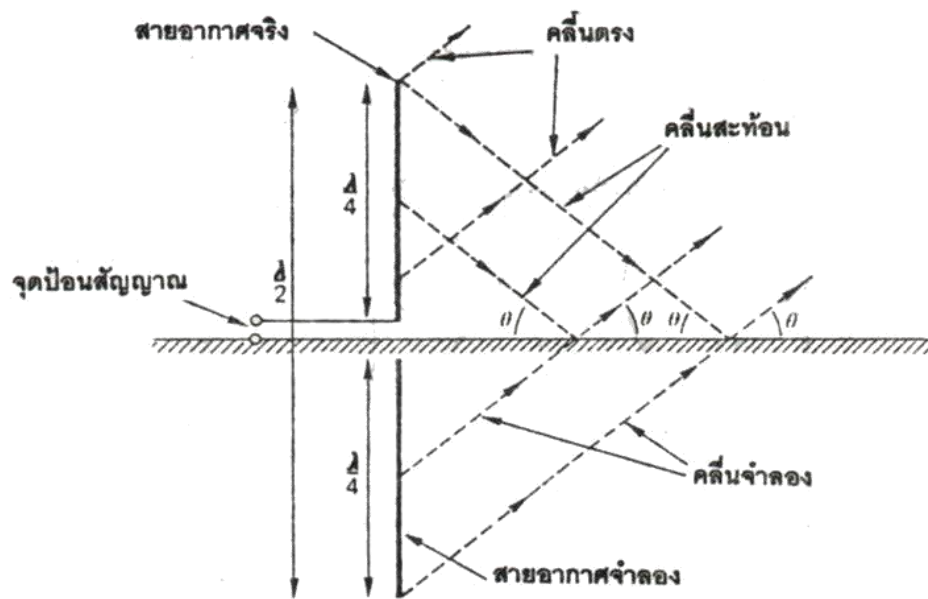


รูปที่ ๒.๖ แสดงรูปร่างหลายแบบของสายอากาศเลนส์

โดยสรุปแล้วสายอากาศในทางทฤษฎี จะสามารถนำพลังงานทั้งหมดที่มาจากเครื่องส่งไปออกอากาศได้โดยไม่มีการสูญเสียเลย แต่สายอากาศที่มีคุณภาพขนาดนั้นยังไม่มีใครสามารถทำได้ สายอากาศมีมากมายชนิดซึ่งแต่ละแบบจะถูกสร้างให้มีรูปแบบการแพร่คลื่นแตกต่างกันไปให้เหมาะสำหรับงานแต่ละประเภท

๑.๓ สายอากาศแบบโมโนโพล (Monopole Antenna)

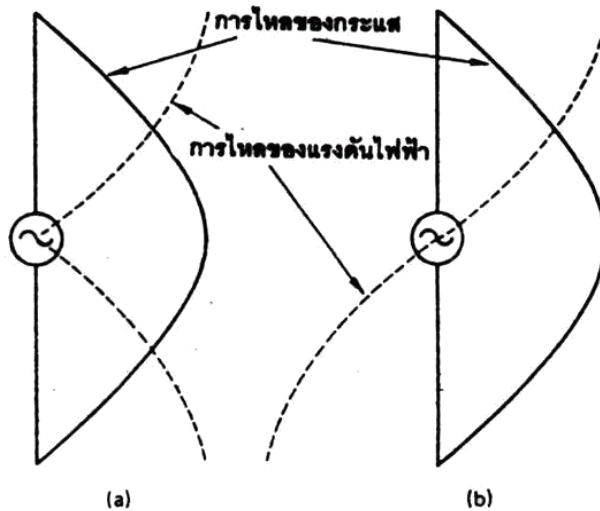
การส่งคลื่นโดยใช้สายอากาศในย่านความถี่สูง (VLF), ต่ำ (LF) และปานกลาง (MF) จะต้องให้ความสนใจในความสูงของสายอากาศ และการติดตั้งในแนวตั้งฉากกับพื้นโลก เนื่องจากที่ย่านความถี่ระดับนี้ จะมีค่าความยาวคลื่นมาก จึงคิดค้นวิธีใช้สายอากาศที่มีความยาวเพียง $\lambda/4$ แทน ด้วยเหตุผลที่แสดงในรูปที่ ๒.๗



รูปที่ ๒.๗ แสดงการแพร่คลื่นของสายอากาศแบบโมโนโพล หรือยูนิโพล

จากรูปเป็นภาพของสายอากาศขนาด $\lambda/4$ ติดตั้งในแนวตั้งฉากกับพื้นโลก โดยมีจุดพิคที่บริเวณด้านล่างระหว่างสายอากาศกับพื้นดิน เราเรียกสายอากาศชนิดนี้ว่า ยูนิโพล (unipole) หรือโมโนโพล (monopole) ซึ่งมีคุณสมบัติแพร่คลื่นได้ขนาดเท่ากันทุกทิศทางในระนาบแนวนอน ส่วนระนาบแนวตั้งมีพลังงานบางส่วนพุ่งสู่ฟ้า และอีกบางส่วนพุ่งเข้าหาพื้นดิน เหมือนกับที่แสดงด้วยเส้นประในรูปคลื่นที่มีทิศลงจะกระทบพื้นดินและสะท้อนกลับขึ้นมา โดยมีค่ามุมตกกระทบเท่ากับค่ามุมสะท้อน (คิดจากพื้นโลกที่เรียบ) ณ จุดหนึ่งที่ห่างจากสายอากาศพลังงานคลื่นที่รับได้เกิดจากคลื่นตรง และคลื่นที่สะท้อนกับพื้นโลกค่าความเข้มสนามที่จุดนี้เป็นค่ารวมของความเข้มสนามในคลื่นแต่ละแบบ

จากรูปจะเห็นสายอากาศในความคิดนี้เรียกว่าสายอากาศจำลอง (image antenna) ก็ได้ซึ่งจะแสดงว่าสายอากาศถูกใช้งานที่ความยาว ๒ เท่าของความจริงของมันความสูงทั้งหมดของสายอากาศ (รวมส่วนจำลอง) มีค่า $\lambda/2$ ดังนั้นการไหลของกระแสและแรงดันไฟฟ้าจะเหมือนกับสายอากาศไดโพลขนาด $\lambda/2$ ทุกประการ ค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของสายอากาศนี้มีค่าเป็นความต้านทานอย่างเดียวคือ ๓๗ โอห์มและในรูปที่ ๒.๘ จะแสดงการกระจายของกระแสและแรงดันไฟฟ้าของสายอากาศไดโพลแบบ $\lambda/2$

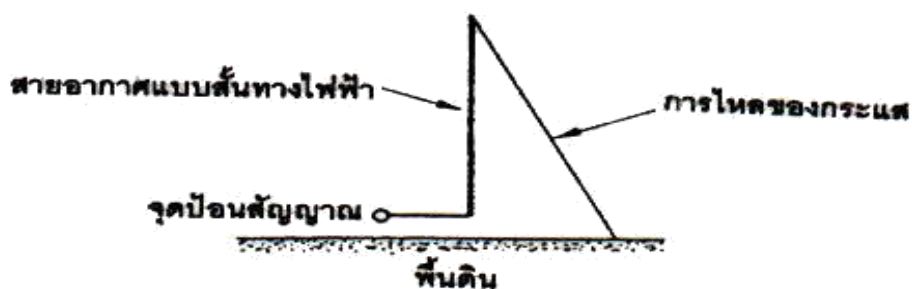


รูปที่ ๒.๘ แสดงลักษณะของกระแส - แรงดันไฟฟ้าบนไดโพลแบบ $\lambda / 2$

(a) คัดจากค่า r.m.s (b) คัดจากค่า peak

จากรูปที่ ๒.๘ ที่แสดงลักษณะของกระแสนำมาวิเคราะห์กับสายอากาศแบบ $\lambda / 2$ หรือโมโนโพลได้ว่า คลื่นนิ่งหรือสแตนด์เวฟที่เกิดขึ้นจะมีค่ากระแสมากที่สุดที่จุดปลายสายอากาศอาจมีผลลัพธ์ให้ค่ากระแสปริมาณมากไหลจากสายอากาศลงพื้นดิน และสูญเสียพลังงานส่วนนี้ไป

การแก้ไขให้สูญเสียพลังงานส่วนนี้น้อยที่สุดเพื่อรักษาค่าประสิทธิภาพของสายอากาศให้สูงสุดเท่าที่ทำได้มีแนวทางคือพื้นดินต้องมีสภาพตัวนำสูงโดยการนำลวดทองแดงต่อออกจากฐานรอบสายอากาศเป็นระยะทางเท่ากับความสูงของเสาและฝังลงดินด้วยความลึกประมาณ $1/3$ เมตรซึ่งเส้นลวดนี้ทำหน้าที่คล้ายกราวด์ให้กับสายอากาศทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นอย่างสมบูรณ์บางกรณีการใช้สายอากาศแนวตั้งลักษณะไม่จำเป็นต้องเป็นโมโนโพลเสมอไป (มีความสูงหรือความยาวเท่ากับ $\lambda / 4$) อย่างเช่นที่ค่าความถี่ต่ำมาก ค่าความยาวขนาด $\lambda / 4$ จัดว่าสูงมากได้เช่น ที่ความถี่ 300 KHZ มีค่า $\lambda / 2 = 500$ เมตร, ค่า $\lambda / 4 = 250$ เมตร หรือความถี่ 30 KHZ มีค่า $\lambda / 2 = 5,000$ เมตร, ค่า $\lambda / 4 = 2,500$ เมตรเห็นได้ว่าการสร้างสายอากาศโมโนโพลในย่านความถี่ต่ำขนาดนี้ไม่คุ้มค่าเลยจึงแก้ไขโดยสร้างสายอากาศให้มีขนาดสั้นลงและไม่จำเป็นต้องมีขนาด $\lambda / 4$ เสมอไปอาจจะสร้างที่ขนาด $\lambda / 16$ หรือน้อยกว่านี้เราเรียกสายอากาศแบบนี้ว่าสายอากาศอย่างสั้นทางไฟฟ้า (electrically short) ซึ่งมีการตั้งเสาในแนวตั้งกับโลก และมีจุดพืดที่จุดฐานของสายอากาศกับพื้นดินส่วนการไหลของกระแสที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear) ดังแสดงในรูปที่ ๒.๙



รูปที่ ๒.๙ แสดงลักษณะการไหลของกระแสบนสายอากาศแบบสั้นทางไฟฟ้า

การสร้างสายอากาศที่ขนาดน้อยกว่า $\lambda/4$ จะมีผลต่อคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- ทำให้ค่าอิมพีแดนซ์มีองค์ประกอบทางประจุไฟฟ้าเพิ่มเข้ามา (เกิดรีแอ็กแตนซ์)
- ลดค่าความต้านทานการแผ่คลื่นของสายอากาศ
- ลดค่ากระแสในสายอากาศ (ค่ากระแสในวงจรจนทั่วไปมีค่าสูงสุดที่รีโซแนนซ์) การที่จะทำให้สายอากาศกลับมารีโซแนนซ์ใหม่ ต้องต่อค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าอนุกรมเข้าที่จุดป้อนสัญญาณ แต่พบว่าโชคไม่ดีที่ค่าสูงสุดของกระแสที่มีขึ้นอยู่เลยความยาวสายอากาศไป ด้วยเหตุนี้ทำให้กำลังส่งที่ออกมาของสายอากาศแบบสั้นทางไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าที่ประเมินไว้

๑.๕ สายอากาศที่ใช้ย่านความถี่สูง

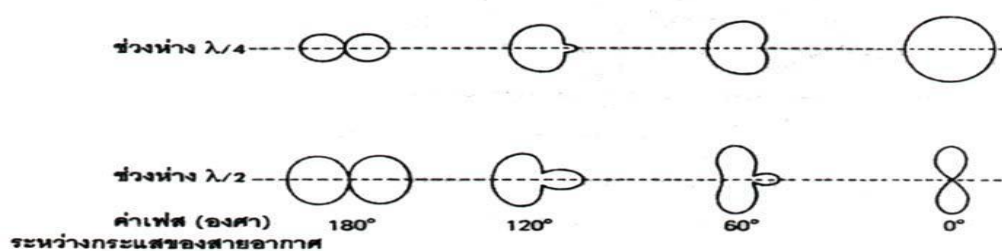
สายอากาศรับเพื่อใช้ในการความถี่สูง อาจอยู่ในย่าน ๓-๓๐ MHz ซึ่งเราสามารถใช้อาร์เรย์ของสายอากาศแบบลูปชนิดแนวตั้ง (vertical loop antenna) ในจุดประสงค์นี้ได้ แต่เดิมสายอากาศแบบลูปมีค่าความต้านทานการแผ่คลื่นต่ำ และมีค่ารีแอ็กแตนซ์สูง ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จัดว่าง่ายต่อการติดตั้งรูปแบบแนวตั้ง ในลักษณะเป็นแผงหรืออาร์เรย์โดยถ้าเฟสภายในลูปถูกต้อง เราจะได้รูปแบบการแผ่คลื่นที่ต้องการ

ข้อดีของสายอากาศนี้คือ ไม่เกิดการรบกวนจากวัตถุตัวนำข้างเคียง

รูปแบบการแผ่คลื่นของอาร์เรย์แบบไดโพล มีค่าขึ้นอยู่กับ

๑. รูปแบบการแผ่คลื่นของไดโพลแต่ละอัน
๒. ช่วงห่างระหว่างไดโพลด้วยกัน
๓. ความสัมพันธ์ทางเฟสของกระแสบนไดโพล

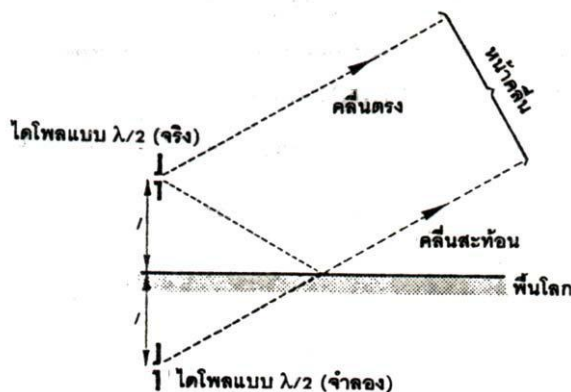
ยกตัวอย่างใช้ไดโพลแบบ $\lambda/2$ จำนวน ๒ อันวางใกล้กันค่าพลังงานที่แผ่ออกจากไดโพลจะมีส่วนหนึ่งที่เฟสเหมือนกันขณะที่อีกส่วนมีเฟสต่างกันด้วยเหตุนี้รูปแบบการแผ่คลื่นของสายอากาศอาร์เรย์แบบ ๒ ไดโพล (two-dipole array antenna) มีลักษณะไม่เหมือนกับรูปแบบของแต่ละอัน



รูปที่ ๒.๑๐ แสดงผลของการเปลี่ยนเฟสในกระแส และระยะห่างระหว่างอีลีเมนต์ทั้งสองของอาร์เรย์

จากรูปที่ ๒.๑๐ เป็นรูปแบบการแผ่คลื่นในระนาบแนวราบของอาร์เรย์แบบไดโพล ที่วางในแนวตั้ง ๒ อันโดยมีการเปลี่ยนค่าเฟสของกระแสให้มีค่า $180^\circ, 120^\circ, 60^\circ$ และ 0° รวมทั้งช่วงห่างของไดโพลทั้งสองเป็น $\lambda/4$ และ $\lambda/2$ จะเห็นได้ว่าการถ่วงช่วงห่างเท่ากับ $\lambda/2$ ค่าไดเรกทิวิตีและอัตราขยายมีมากที่สุดและกระแสเหมือนกัน (inphase) แต่อาร์เรย์แบบสองไดโพลนี้แผ่คลื่นได้เท่ากันทั้งสองทิศตรงข้ามกัน ในขณะที่ความต้องการใช้งานทั่วไปต้องการแผ่คลื่นไปในทิศเดียวให้ได้ปริมาณมากที่สุดเท่านั้น เราแก้ปัญหานี้ด้วยการเพิ่มตัวสะท้อนหรือรีฟเลกเตอร์(reflector)ไว้ด้านหลังอาร์เรย์ โดยมีระยะห่างแน่นอนเท่ากับ $\lambda/4$ มีผลให้พลังงานที่แผ่มาในทิศที่ไม่ต้องการมีระยะเดินทางเท่ากับ $\lambda/4$ ก่อนที่ทั้งหมดจะสะท้อนกลับไปเสริมในทิศตรงข้าม

การกำหนดระยะห่างระหว่างไดโพลกับรีแฟลคเตอร์ไว้ที่ค่าแน่นอนคือ $\lambda/4$ จะทำให้เฟสของทั้งสองเสริมกัน และเพิ่มค่าอัตราขยายขึ้นอีก ๖ dB (การเพิ่มรีแฟลคเตอร์ลงไปในนี้พบว่าค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของอาร์เรย์ลดลง) สำหรับการเพิ่มไดเรกทิวิตี้อัตราขยายของสายอากาศทำได้โดยเพิ่มจำนวนไดโพลแบบ $\lambda/2$ ที่ใช้ในอาร์เรย์ให้มากขึ้น กรณีที่ติดตั้งไดโพลแบบ $\lambda/2$ ที่ความสูงจากพื้นดินเป็นระยะหนึ่งหรือสองความยาวคลื่นพบว่ารูปแบบการแพร่คลื่นในระนาบแนวตั้งจะเปลี่ยนไป เนื่องมาจากผลการสะท้อนกับพื้นโลก ดังแสดงในรูปที่ ๒.๑๑



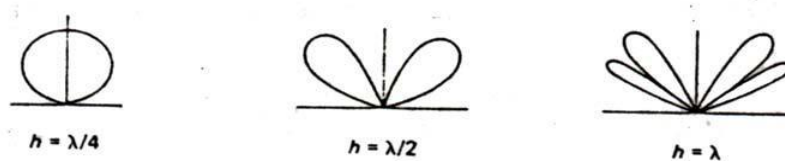
รูปที่ ๒.๑๑ แสดงภาพการเกิดสายอากาศจำลองของไดโพลในการสะท้อนคลื่นกับพื้นโลก

จากรูปที่ ๒.๑๑ คลื่นที่รับได้ ณ จุดหนึ่งเกิดจากสองประการคือ คลื่นตรง และคลื่นสะท้อน ในส่วนคลื่นตรงเกิดจากสายอากาศจริง แต่ส่วนคลื่นสะท้อนเราอาจคิดว่ามีไดโพลจำลองอีกอันอยู่ใต้พื้นดินได้ ทำให้มองว่าเป็นอาร์เรย์ของไดโพล ๒ อัน ที่วางห่างกัน $2h$ (ค่า h คือ ความสูงของสายอากาศจริงกับพื้นโลก) สำหรับรูปแบบการแพร่คลื่นในระนาบแนวตั้งของไดโพลลักษณะนี้พิจารณาได้ ๒ ประเด็นตามการวางตำแหน่งของไดโพล คือ

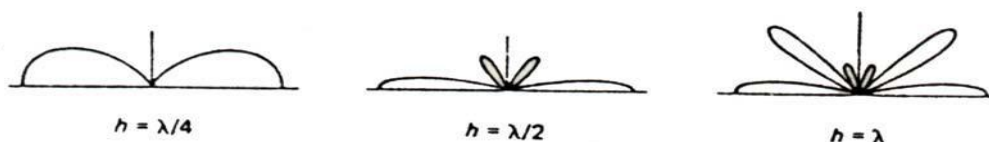
๑. วางไดโพลในแนวตั้ง

๒. วางไดโพลในแนวนอน

โดยใช้ค่าความสูง (h) จากพื้นโลก ต่าง ๆ กัน จะได้รูปแบบการแพร่คลื่นดังรูปที่ ๒.๑๒ และรูปที่ ๒.๑๓ ตามลำดับ



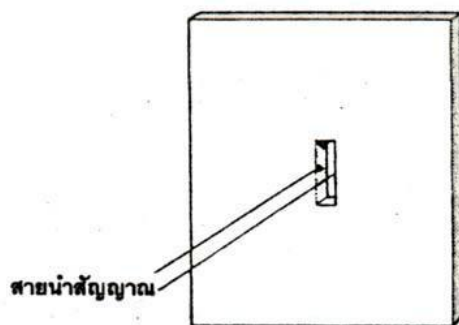
รูปที่ ๒.๑๒ แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพลที่วางในแนวตั้ง



รูปที่ ๒.๑๓ แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพลที่วางในแนวนอน

๓.๖ สายอากาศแบบช่อง (Slot antenna)

ถ้าเราเจาะช่องสี่เหลี่ยมขนาดเล็กลงบนแผ่นเหล็กเราสามารถนำช่องเหล็กนี้มาทำสายอากาศคลื่นวิทยุได้โดยการฟีดคลื่นผ่านสายนำสัญญาณเข้าที่ทั้งสองด้านของช่องนี้ดังรูปที่ ๒.๑๔



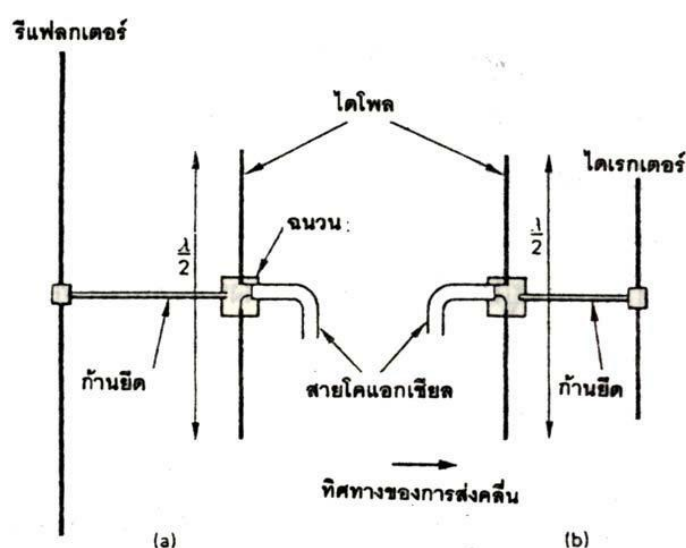
รูปที่ ๒.๑๔ แสดงสายอากาศแบบช่อง

สายอากาศแบบนี้ไม่มีการแพร่คลื่นในระนาบเดียวกันกับแผ่นเหล็ก แต่ระนาบที่ตั้งฉากกับแผ่นเหล็กจะมีรูปแบบการแพร่คลื่นเหมือนกับไดโพลแบบ $\lambda/2$ ค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของสายอากาศแบบช่องสูงกว่าแบบไดโพล $\lambda/2$ คือมีค่า ๔๗๑ โอห์ม เทียบกับ ๗๓ โอห์ม

๑.๗ สายอากาศแบบยาเกิ (Yagi antenna)

เราสร้างสายอากาศยาเกิจากไดโพลแบบ $\lambda/2$ และพาราซิติกอีลีเมนต์ (parasitic element) อธิบายความหมายของพาราซิติกอีลีเมนต์ คือส่วนของสายอากาศที่ไม่ได้ต่อโดยตรงกับสายนำสัญญาณจากเครื่องรับหรือเครื่องส่งแต่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสหรือแรงดันบนตัวมันได้ และสายอากาศที่นำมาใช้งานร่วมกับตัวพาราซิติก เรียกว่าพาราซิติกอาร์เรย์

จากที่ได้อธิบายมาก่อนแล้วถึงคุณสมบัติของไดโพลแบบ $\lambda/2$ ที่มีรูปแบบการแพร่คลื่นในระนาบแนวราบของไดโพลที่วางแนวตั้งเป็นเหมือนรูป ๒.๑๔ และในระนาบแนวตั้งพบว่าไม่มีการแพร่หรือรับคลื่นเลย ซึ่งงานสื่อสารวิทยุทั่วไปจะต้องการประสิทธิภาพของสายอากาศที่มีไดเรกทิวิตีมากกว่าหนึ่ง การเพิ่มพลังงานในไดเรกทิวิตีทำได้โดยใช้ไดโพลแบบ $\lambda/2$ ร่วมกับพาราซิติกอีลีเมนต์ที่เรียกว่ารีฟเลกเตอร์ ซึ่งเป็นแท่งตัวนำที่มีขนาดยาวกว่า $\lambda/2$ อยู่ประมาณ ๕% โดยติดตั้งไว้ก้านด้านของสายอากาศในทิศตรงข้ามกับทิศที่มีการแพร่คลื่นมากที่สุด ดังรูปที่ ๒.๑๕



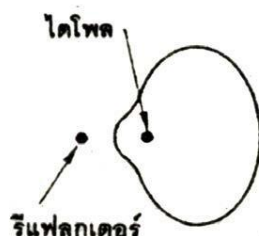
รูปที่ ๒.๑๕ แสดงสายอากาศไดโพลแบบ $\lambda/2$ พร้อมกับ a รีฟเลกเตอร์ b ไดเรกเตอร์

รีแฟลกเตอร์มีผลต่อรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพลแบบ $\Lambda/2$ เนื่องจากมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำที่จะมีผลให้ตัวรีแฟลกเตอร์สามารถแพร่คลื่นเองได้ ตัวแปรที่มีผลต่อรูปแบบการแพร่คลื่นมีดังนี้

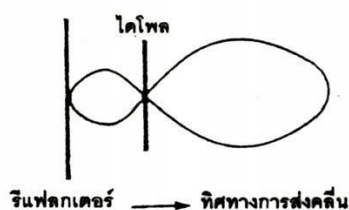
๑. ความยาวของรีแฟลกเตอร์

๒. ระยะห่างจากไดโพล

พิจารณาในรูปที่ ๒.๑๖ และ ๒.๑๗ ตามลำดับ



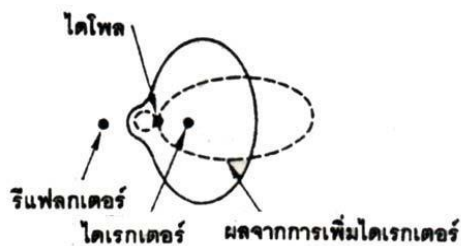
รูปที่ ๒.๑๖ แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\Lambda/2$ และรีแฟลกเตอร์ในระนาบแนวราบ



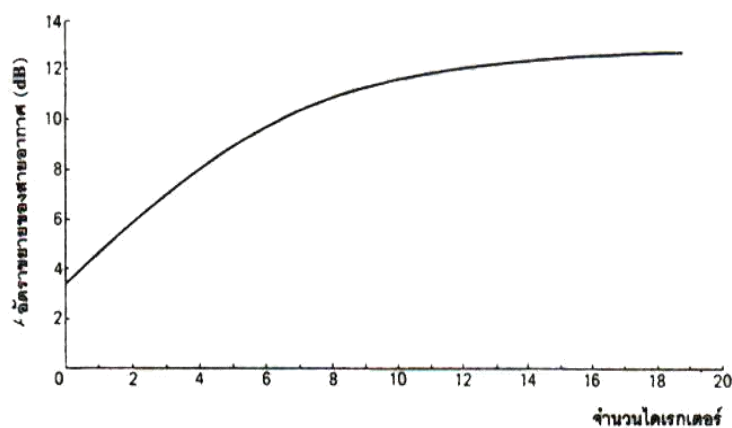
รูปที่ ๒.๑๗ แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\Lambda/2$ และรีแฟลกเตอร์ในระนาบแนวตั้ง

จากทั้งสองรูปเห็นได้ว่าไดเรกทิวิตี้ของอาร์เรย์แบบนี้ดีกว่าไดโพลอย่างเดียว เหตุที่รีแฟลกเตอร์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนี้อธิบายได้ว่าเมื่อเราป้อนแรงดันไฟฟ้า (ที่ความถี่เรโซแนนซ์) และกระแสให้กับไดโพลจะมีการแพร่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปทุกทิศในแนวตั้งฉากกับไดโพล พลังงานบางส่วนเดินทางมาที่รีแฟลกเตอร์และเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้น ซึ่งมีเฟสตามหลังแรงดันไฟฟ้าส่วนที่ป้อนให้ไดโพลอยู่ โดยคิดจากระยะห่างของอีลีเมนต์อย่างเช่นถ้าระยะห่างเท่ากับ 0.125λ ทำให้ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่รีแฟลกเตอร์มีเฟสตามหลังส่วนที่ป้อนให้ไดโพลอยู่ 180° สิ่งนี้มีผลต่อกระแสในทำนองเดียวกันตอนนี้รีแฟลกเตอร์ ก็สามารถแพร่คลื่นได้ในทุกทิศที่ตั้งฉากกับมันเช่นกัน ถ้าความยาวของรีแฟลกเตอร์และระยะห่างระหว่างไดโพล/รีแฟลกเตอร์ถูกพิจารณาเลือกมาอย่างเหมาะสมแล้ว พลังงานส่วนที่แพร่มาจากรีแฟลกเตอร์จะไปเสริมในส่วนของไดโพลในทิศทางที่ต้องการ ไม่เช่นนั้นทุกอย่างตรงข้ามกัน คือมีการหักล้างของพลังงานเกิดขึ้น

การเพิ่มค่าไดเรกทิวิตี้และอัตราขยายของไดโพล สามารถทำได้อีกโดยเพิ่มพาราซิติค อีลีเมนต์อันใหม่ลงไปโดยวางในตำแหน่งตรงข้ามกับรีแฟลกเตอร์เราเรียกอีลีเมนต์ใหม่นี้ว่า ไดเรกเตอร์ (Director) ที่มีขนาดสั้นกว่า $\Lambda/2$ อยู่ประมาณ ๕% ขณะที่ไดโพลแพร่คลื่นจะมีบางส่วนเหนี่ยวนำให้ไดเรกเตอร์สามารถแพร่คลื่นได้เช่นเดียวกับรีแฟลกเตอร์ การพิจารณาเลือกความยาวของไดเรกเตอร์และระยะห่างระหว่างไดโพล/ไดเรกเตอร์นั้นว่าสำคัญมากเพราะถ้าเลือกค่าถูกต้องพลังงานที่แพร่จากไดเรกเตอร์จะไปเสริมกับส่วนของไดโพล เป็นการเพิ่มค่าไดเรกทิวิตี้และอัตราขยายมากขึ้น พิจารณาผลที่มีต่อรูปแบบการแพร่คลื่นของไดเรกเตอร์, ไดโพลและรีแฟลกเตอร์ได้ในรูปที่ ๒.๑๘



รูปที่ ๒.๑๘ แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ รีแฟลคเตอร์และไดเรกเตอร์ในระนาบแนวนอน
 # หมายถึงไดโพลจัดเป็นตัวถูกขับหรือไดเรกต์อิลีเมนต์ (driven element) ซึ่งหมายถึงอิลีเมนต์ส่วนที่ต่อตรงกับสายนำสัญญาณ การเพิ่มค่าไดเรกต์วิตีหรืออัตราขยายของสายอากาศให้มากกว่านี้ ไม่อาจทำได้โดยเพิ่มรีแฟลคเตอร์ตัวที่สองลงไปเพราะว่า สนามแม่เหล็กหลังรีแฟลคเตอร์ตัวแรกมีค่าอ่อนมาก จนนำมาเหนี่ยวนำไม่ได้แต่การเพิ่มไดเรกเตอร์ให้มากขึ้นมีผลให้ค่าอัตราขยายของสายอากาศเพิ่มได้จริง ดังกราฟในรูปที่ ๒.๑๙



รูปที่ ๒.๑๙ กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนไดเรกเตอร์กับอัตราขยายของสายอากาศยาก็ในทิศทางที่มีการแพร่มากที่สุด
 ในทางปฏิบัติการพิจารณาเลือกค่าระยะห่างระหว่างอิลีเมนต์ต้องคำนึงถึง ๒ สิ่งคือ

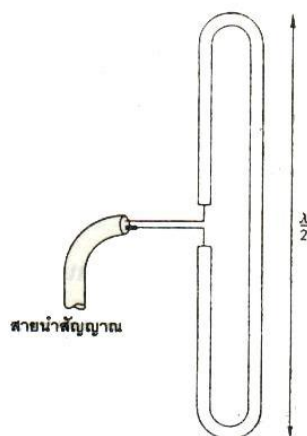
๑. อัตราขยายที่ต้องการของอาร์เรย์
๒. อัตราส่วนฟรอนต์ทูแบคที่ต้องการ

โดยทั่วไปแล้วระยะห่างระหว่างไดโพล/รีแฟลคเตอร์มีค่าระหว่าง $0.15\lambda - 0.25\lambda$ และระยะห่างระหว่างไดโพล/ไดเรกเตอร์มีค่าระหว่าง $0.1\lambda - 0.15\lambda$

ไดโพลแบบห่อ (Folded dipole)

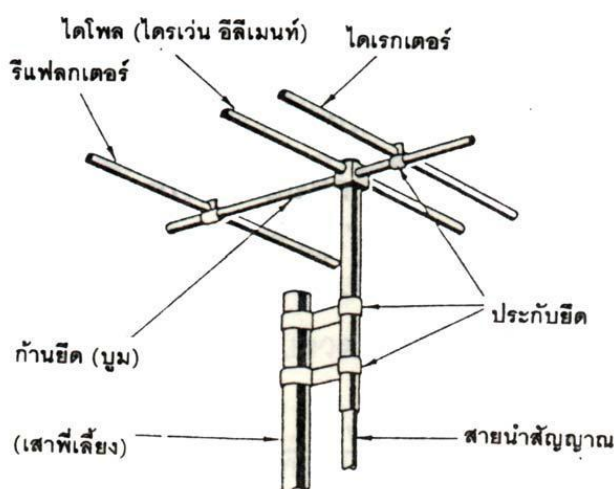
ค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของไดโพลแบบ $\lambda/2$ ที่รีโซแนนซ์มีค่าเท่ากับ ๗๓ โอห์ม ในขณะที่การเพิ่มพาราซิติกอิลีเมนต์จะมีผลลดค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ลงอย่างเช่นอาจเหลือ ๕๐ โอห์ม สำหรับการมีรีแฟลคเตอร์และไดเรกเตอร์อย่างละหนึ่งอันหรือเหลือ ๒๐ โอห์ม ถ้ามีไดเรกเตอร์หลายอันแต่สายนำสัญญาณหรือโคแอกเซียลเคเบิลที่ใช้กับอาร์เรย์แบบยาก็จะมีค่าอิมพีแดนซ์มาตรฐานคือ ๕๐ โอห์มหรือ ๗๕ โอห์มดังนั้นถ้าสายอากาศที่ใช้งานไม่แมชท์หรือมีค่าอิมพีแดนซ์ไม่เท่ากับสายนำสัญญาณ อาจเกิดคลื่นนิ่งหรือสแตนด์เวฟบนสายนำสัญญาณเป็นการสูญเสียพลังงานของระบบไปตามที่อธิบายมา ทางแก้ปัญหานี้คือต้องเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ของไดโพลให้มากขึ้นจากเดิมเพื่อว่าเวลาใช้งานร่วมกับพาราซิติก

อีลีเมนต์ค่าอิมพีแดนซ์ที่ลดลงมา ก็ยังมีโอกาสเท่ากับค่า ๕๐ โอห์มหรือ ๗๕ โอห์มของสายนำสัญญาณได้ ไดโพลที่มีค่าอิมพีแดนซ์สูงกว่าค่าเดิม สามารถใช้ไดโพลแบบห้วงแก้ปัญหานี้ดังแสดงในรูปที่ ๒.๒๐



รูปที่ ๒.๒๐ แสดงไดโพลแบบห้วงขนาด $\lambda/2$

ค่าอิมพีแดนซ์ของไดโพลแบบห้วงมีขนาดเป็นสี่เท่าของไดโพลธรรมดา นั่นคือมีค่าเท่ากับ $4 \times 75 = 300$ โอห์ม นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ทำให้จำนวนเท่าของอิมพีแดนซ์มากกว่านี้ได้โดยการให้แต่ละครึ่งของไดโพลแบบห้วงใช้ตัวนำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกัน แถบความถี่ของสายอากาศแบบยาก็ยังมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเมื่อใช้ไดโพลแบบห้วงสายอากาศแบบยาก็ที่เป็นมาตรฐานแสดงไว้ในรูปที่ ๒.๒๑



รูปที่ ๒.๒๑ แสดงสายอากาศแบบยาก็ที่ใช้งานจริง

การทำงานของสายอากาศแบบยาก็มีตัวแปรสองอย่างที่ควรคำนึงถึงอย่างมาก คือ

๑. ความยาวของอีลีเมนต์แต่ละอัน
๒. ระยะห่างระหว่างอีลีเมนต์

ทั้งสองข้อนี้มีหน่วยเป็นความยาวคลื่น ดังนั้นการใช้งานควรอยู่ในย่านความถี่ VHF และ UHF ส่วนในย่าน HF และ MF ไม่ควรใช้สายอากาศยาก็เพราะขนาดโครงสร้างของสายอากาศจะใหญ่มาก และสิ้นเปลืองโดยใช้เหตุสายอากาศยาก็มีใช้มากในงานรับสัญญาณโทรทัศน์ตามบ้าน เห็นได้ทั่วไปบนหลังคา หรือนำไปใช้ในการรับ/ส่งระบบวิทยุโทรศัพท์แบบจุดต่อจุดย่าน VHF ได้

๕. สายนำสัญญาณและหัวต่อ

สายนำสัญญาณ (Transmission Lines) คือวัสดุตัวกลางหรือโครงสร้างที่ถูกออกแบบเพื่อเป็นเส้นทางสำหรับนำพลังงานหรือสัญญาณจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่นคลื่นแม่เหล็กไฟ สัญญาณทางไฟฟ้า เป็นต้น การเลือกใช้สายนำสัญญาณที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรับสัญญาณได้มาก ตัวอย่างการส่งสัญญาณจากเครื่องวิทยุ สายนำสัญญาณสามารถส่งผ่านสัญญาณจากเครื่องส่งไปยังสายอากาศ และนำสัญญาณที่รับได้จากสายอากาศกลับมาที่เครื่องรับวิทยุ โดยแบ่งการใช้งานตามโครงสร้าง ดังนี้

๕.๑.๑ สายเส้นคู่เปิด (Two-Wire Open Line)

๕.๑.๒ โคแอกเซียล (Coaxial Cable)

๕.๑.๓ เส้นใยแก้วนำแสงหรือไฟเบอร์ออฟติก (OpticFiber)

๕.๑.๔ สายส่งสัญญาณชนิดแผ่นเรียบ (Planar Transmission line)

๕.๑.๕ ท่อนำคลื่น (Waveguide)

ตารางแสดงอัตราสูญเสีย (dB) เมื่อสายนำสัญญาณมีความยาว ๑๐๐ เมตร ที่ความถี่ต่างๆ

สายนำสัญญาณ / ความถี่	๑๐๐ MHz	๑๔๕ MHz	๒๔๕ MHz	๔๓๐ MHz	๒.๔ GHz
RG๒๑๔	๖.๙๘๑	๘.๖๕๖	๑๑.๘๒๕	๑๖.๗๓๖	๕๓.๕๘๔
RG๕๘	๑๕.๑๐๘	๑๘.๔๘๔	๒๔.๖๙๘	๓๓.๙๗๑	๙๖.๖๗๗
RG๕๙	๑๑.๑๓๓	๑๓.๕๕๕	๑๗.๙๖๒	๒๔.๔๓๔	๖๖.๐๙๘
RG๘	๖.๙๘๑	๘.๖๕๖	๑๑.๘๒๕	๑๖.๗๓๖	๕๓.๕๘๔
RG๑๑	๖.๕๐๑	๗.๙๒๗	๑๐.๕๓๒	๑๔.๓๗๗	๓๙.๕๓๗
๕DFB	๖.๑๖๕	๗.๕๐๕	๙.๙๔๒	๑๓.๕๑๙	๓๖.๕๑๔
๗DFB	๔.๑๒๓	๕.๐๔๖	๖.๗๔๕	๙.๒๘๒	๒๖.๔๘๕
๘DFB	๔.๑๔๒	๕.๐๕๖	๖.๗๓๐	๙.๒๑๐	๒๕.๖๒๑
๑๐DFB	๓.๑๗๒	๓.๘๘๖	๕.๒๐๒	๗.๑๗๓	๒๐.๖๔๖
๑๒DFB	๒.๗๑๔	๓.๓๑๐	๔.๓๙๗	๖.๐๐๑	๑๖.๔๙๘
Heliax ๑/๔"	๕.๗๙๙	๗.๐๒๐	๙.๒๐๙	๑๒.๓๕๖	๓๑.๒๕๐
Heliax ๓/๘"	๓.๔๒๔	๔.๑๔๙	๕.๔๕๔	๗.๓๓๘	๑๘.๘๒๐
Heliax ๑/๒"	๒.๑๗๒	๒.๖๓๑	๓.๔๕๕	๔.๖๔๑	๑๑.๘๑๗
Heliax ๓/๘"	๑.๑๙๔	๑.๔๕๐	๑.๙๑๒	๒.๕๘๖	๖.๘๐๓
Heliax ๙/๘"	๐.๘๓๑	๑.๐๑๒	๑.๓๔๒	๑.๘๒๖	๔.๙๕๐
Heliax ๑๓/๘"	๐.๖๗๑	๐.๘๑๙	๑.๐๙๐	๑.๔๙๓	๔.๑๖๐

วิธีคำนวณวัดที่สูญเสียในสายนำสัญญาณ

$$\text{dB ที่สูญเสีย} = 10 \log (P_o/P_i)$$

$$\text{หรือ } P_o = P_i \times 10^{(\text{dB}/10)}$$

P_o คือกำลังส่งที่ปลายสาย P_i คือ กำลัง ที่ส่งเข้าไปในสาย

ข้อต่อและหัวแปลงในงาน RF และไมโครเวฟ(Connectors and Adapters) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการเชื่อมต่อวงจร ซึ่งข้อต่อและหัวแปลงมีด้วยกันหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะใช้งานส่วนมากจะมีความแตกต่างทางด้านโครงสร้างขนาดและวัสดุที่ใช้ข้อต่อและหัวแปลงที่ดีต้องมีคุณสมบัติทนต่อกำลังได้สูงมีการสูญเสียกำลังค่า **VSWR** ต่ำและมีแบนด์วิดท์กว้างโดยทั่วไปข้อต่อที่ใช้กับสายโคแอกเซียลจะเป็นที่นิยมในการใช้งานมาก การเลือกข้อต่อต้องพิจารณาปัจจัยดังนี้

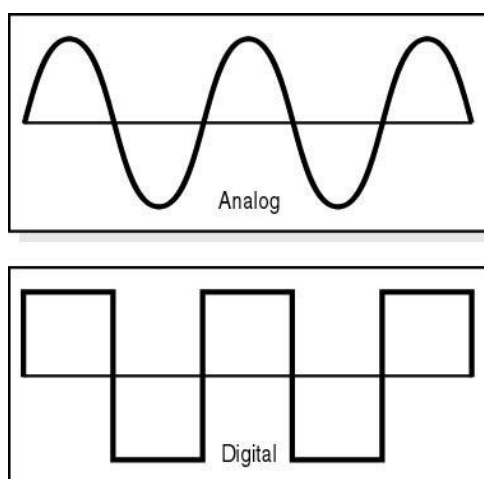
๕.๒.๑ ช่วงความถี่ใช้งาน

๕.๒.๒ สายที่นำไปต่อและอิมพีแดนซ์

๕.๒.๓ กำลังและแรงดันที่ทนได้

สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) ที่มีขนาดแน่นอนซึ่งขนาดดังกล่าวอาจกระโดดไปมาระหว่างค่าสองค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ซึ่งสัญญาณดิจิทัลนี้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกันเป็นค่าของเลขลงตัว โดยปกติมักแทนด้วย ระดับแรงดันที่แสดงสถานะเป็น "๐" และ "๑" หรืออาจจะมีหลายสถานะ ซึ่งจะกล่าวถึงในเรื่องระบบสื่อสารดิจิทัล มีค่าที่ตั้งไว้ (threshold) เป็นค่าบอกสถานะ ถ้าสูงเกินค่าที่ตั้งไว้สถานะเป็น "๑" ถ้าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ สถานะเป็น "๐" ซึ่งมีข้อดีในการทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง



รูปที่ ๒.๒๑ แสดงรูปคลื่นสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิทัล

การส่งสัญญาณ Analog และสัญญาณแบบ Digital

๑. สัญญาณแบบ Analog จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องที่ทุกๆ ค่าเปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมาย การส่งสัญญาณแบบ Analog จะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่ายกว่า เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งาน

นั่นเอง ซึ่งสัญญาณแบบอนาล็อกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสาร ส่วนมากใช้อยู่ เช่นสัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

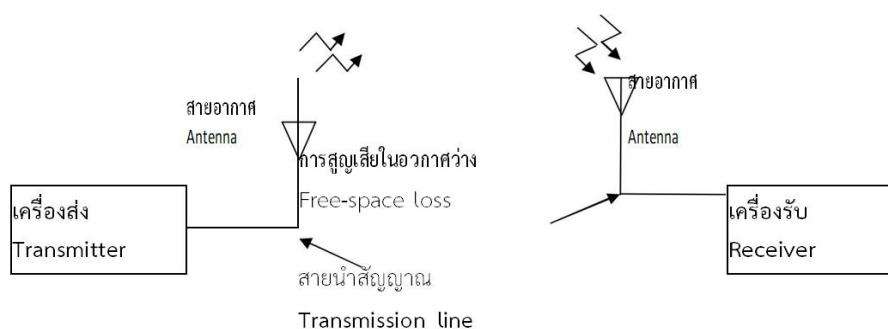
๒. สัญญาณแบบ Digital จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง ๒ ค่า คือสัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบ Analog เนื่องจากการใช้งานเพียง ๒ ค่าเพื่อนำมาตีความตีความหมายเป็น On/Off หรือ ๑/๐ เท่านั้นซึ่งสัญญาณดิจิทัลนี้ จะเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกันในทางปฏิบัติ จะสามารถใช้เครื่องมือในการแปลงระหว่างสัญญาณ ทั้งสองแบบได้ เพื่อช่วยให้สามารถส่งสัญญาณดิจิทัลผ่านสัญญาณพาหะที่เป็นอนาล็อก เช่น สายโทรศัพท์หรือคลื่นวิทยุ การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก จะเรียกว่า โมดูเลชัน (Modulation) เช่น การแปลงสัญญาณแบบ Amplitude modulation (AM) และ Frequency Modulation (FM) เป็นต้น ส่วนการแปลงสัญญาณแบบอนาล็อกเป็นดิจิทัลจะเรียกว่า ดีโมดูเลชัน (Demodulation) ตัวอย่างของเครื่องมือการแปลง เช่น MODEM (Modulation Demodulation) นั่นเอง

บทที่ ๓

ระบบสื่อสารไร้สายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น

๑. พื้นฐานของระบบสื่อสารไร้สาย

ระบบสื่อสารไร้สาย มีส่วนประกอบหลักอยู่ ๕ แสดงดังรูปที่ ๓.๑ คือ



รูปที่ ๓.๑ พื้นฐานของระบบสื่อสารไร้สาย

- ๑.๑ เครื่องส่ง (Transmitter) ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณวิทยุที่ต้องการเพื่อใช้สำหรับการส่งออกอากาศ
- ๑.๒ เครื่องรับวิทยุ (Receiver) ทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุและแปลงสัญญาณวิทยุดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณเสียงหรือเนื้อหาอื่นตามที่เครื่องส่ง ส่งสัญญาณมาให้
- ๑.๓ สายนำสัญญาณ (Transmission line) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อเพื่อส่งผ่านสัญญาณระหว่างเครื่องส่ง-เครื่องรับกับสายอากาศ
- ๑.๔ สายอากาศ (Antenna) เป็นชิ้นวัสดุตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นทรานสดิวเซอร์ (Transducer) เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายไปในอากาศ และในทางกลับกันสามารถเปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในอากาศให้กลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งต่อไปยังเครื่องรับวิทยุ
- ๑.๕ การสูญเสียในอวกาศว่าง (Free-space loss) คือการสูญเสียของความเข้มสัญญาณของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยในที่นี้หมายถึงการเคลื่อนที่ในลักษณะเส้นสายตา (Line-of-sight) หรือการสูญเสียของคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนว

เส้นตรงผ่านอวกาศว่างหรืออวกาศ โดยไม่มีวัตถุกั้นระหว่างกลางหรือวางไว้ในบริเวณใกล้ๆที่ทำให้คลื่นเกิดการสะท้อนหรือหักเห

๒. ระบบสื่อสารแบ่งได้ ๓ แบบหลักๆ คือ

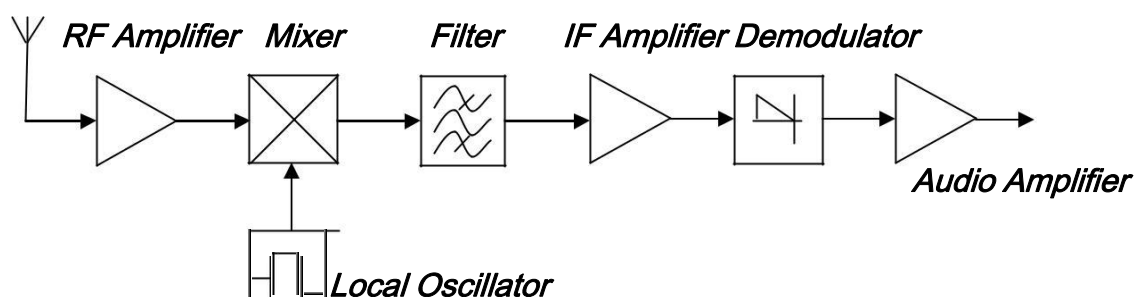
๒.๑ ระบบสื่อสารทางเดียว (Simple Duplex) คือมีฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ส่งข้อมูลข่าวสารเพียงด้านเดียวและผู้รับก็ทำหน้าที่รับข้อมูลเพียงอย่างเดียวเช่นระบบโทรศัพท์ ระบบกระจายเสียงวิทยุ เป็นต้น

๒.๒ ระบบสื่อสารกึ่งสองทาง (Half Duplex) คือผู้สื่อสารทั้งสองฝ่ายสามารถทั้งส่งและรับข้อมูลได้แต่ไม่สามารถส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันเช่นวิทยุสมัครเล่น (HalfDuplex)

๒.๓ ระบบสื่อสารสองทาง (Full Duplex) คือผู้สื่อสารทั้งสองฝ่ายสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันเช่นการสื่อสารของโทรศัพท์มือถือ

๓. ระบบเครื่องรับวิทยุแบบ Superheterodyne

ระบบสื่อสารแบบ ๒.๒ และ ๒.๓ อุปกรณ์สื่อสารจะต้องมีทั้งภาคส่งและภาครับ ในขณะที่แบบที่ ๒.๑ จะมีเพียงภาคส่งหรือภาครับอย่างเดียวส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องรับวิทยุแบบ Superheterodyne แสดงในรูปที่ ๒



รูปที่ ๓.๒ ตัวอย่างส่วนประกอบที่สำคัญเครื่องรับวิทยุแบบ Superheterodyne

จากรูปที่ ๒ เมื่อรับสัญญาณจากคลื่นวิทยุผ่านสายอากาศ เนื่องจากสัญญาณที่รับมามีขนาดที่ต่ำ จึงต้องถูกขยายด้วยวงจรขยายสัญญาณทางด้าน RF (RF amplifier) เพื่อนำสัญญาณที่ได้มารวมกันที่วงจรผสมสัญญาณ (Mixer) การผสมสัญญาณจะกำเนิดความถี่จากตัวออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) สัญญาณที่ผ่านจาก Mixer จะได้เป็นสัญญาณที่ความถี่ต่ำลงจาก RF แต่อาจจะมีสองความถี่ที่ออกมาจาก Mixer ดังนั้นจึงต้องมี วงจรกรองสัญญาณกรองความถี่ที่ต้องการออกไปใช้ด้วย วงจรกรองความถี่ (Filter) และขยายสัญญาณที่ได้ โดยวงจรขยาย IF (IF amplifier) ขณะที่วงจรดีมอดูเลต (Demodulator) จะทำหน้าที่เหมือนส่วนถอดรหัสสัญญาณ ที่ถูกมอดูเลตมาจากภาคส่งเพื่อให้เหลือความถี่เสียงเพียงอย่างเดียวก่อนที่จะส่งไปภาคขยาย (Audio amplifier)

การแปลงความถี่เป็นความยาวคลื่น

ความยาวคลื่น (Wavelength) ในการคำนวณโดยการแปลงจากความถี่เป็นความยาวคลื่นสามารถทำได้

$$\lambda = c / f$$

เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่น (หน่วยเมตร)

f คือ ความถี่ (หน่วย Hz)

C คือ ความเร็วแสงมีค่าเท่ากับ 3×10^8 m/s

สมการการสูญเสียในอวกาศว่าง

การสูญเสียในอวกาศว่างเป็นอัตราส่วนตรงกับระยะทางกำลังสองระหว่างตัวส่งและตัวรับ รวมทั้งเป็นอัตราส่วนตรงกำลังสองกับความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่ง โดยสมการการสูญเสียในอวกาศว่างสามารถทำได้

$$\text{FSPL} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$$

$$= \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2$$

เมื่อ d คือระยะห่างระหว่างตัวส่งกับตัวรับ

ในกรณีที่ต้องการทำเป็นหน่วย db เพื่อง่ายต่อการคำนวณสามารถทำได้โดยการใส่ $10 \log$ เข้าไปดังนี้

$$\text{FSPL} = 10 \log \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2$$

$$= 20 \log \left(\frac{4\pi df}{c}\right)$$

$$= 20 \log d + 20 \log f + 20 \log \left(\frac{4\pi}{c}\right)$$

ตัวอย่าง คำนวณการสูญเสียในอากาศสำหรับความถี่ 2.5 GHz ที่ระยะทาง $35,860 \text{ km}$

จากสูตร

$$\text{FSPL} = 10 \log \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2$$

$$= \frac{10 \log (4\pi \times 3.586 \times 10^7 \times 2.5 \times 10^9)^2}{3 \times 10^8}$$

$$= 10 \log 1.41 \times 10^1$$

$$= 191 \text{ db}$$

ตารางแสดงชนิดและชื่อเรียกของคลื่นวิทยุ

ชื่อเรียกทั่วไป	ชื่อย่อตามช่วงความถี่	ช่วงความถี่	ขนาดคลื่น	การใช้งาน
คลื่นยาว	-	3 kHz	100 km	สื่อสารทางทะเล
	VLF	3-30 kHz	100-1 km	
	LF	30-300 kHz	10-1 km	
คลื่นกลาง	MF	300-3,000 kHz	1,000-100 m	การส่งกระจายเสียงภาค AM
คลื่นสั้น	HF	3-30 MHz	100-10 m	คลื่นสั้น, สื่อสารระหว่างประเทศ
คลื่นสั้นมาก	VHF	30-300 MHz	10-1 m	คลื่นโทรทัศน์และวิทยุภาค FM
คลื่นไมโครเวฟ	UHF	300-3,000 MHz	100-10 m	คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ
	SHF	3-30 GHz	10-1 m	สื่อสารไมโครเวฟ เรดาร์
คลื่นมิลิเวฟ	EHF	30-300 GHz	10-1 mm	เรดาร์
คลื่นซับมิลิเวฟ		300-3,000 GHz	1-0.1 mm	

ตารางแสดงย่านความถี่วิทยุ (ที่มา : <https://slideplayer.in.th/slide/๑๗๐๙๙๙๖/>)

หมายเหตุ

- ที่ย่านความถี่สูงกว่า ๓๐๐ GHz ชั้นบรรยากาศของโลกจะดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกได้มาก ทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สามารถแผ่กระจายออกไปได้ ซึ่งคลื่นแม่เหล็กในย่านที่สูงกว่า ๓๐๐ GHz นี้จะไม่สามารถแผ่กระจายผ่านชั้นบรรยากาศได้ จนถึงย่านความถี่ช่วง อินฟราเรด และ ย่านความถี่แสง
- ย่าน ELF SLF ULF และ VLF จะคาบเกี่ยวกับย่านความถี่เสียงซึ่งประมาณ ๒๐-๒๐,๐๐๐ Hz แต่เสียงนั้นเป็นคลื่นกลจากแรงดันอากาศ ไม่ได้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ย่าน SHF และ EHF บางครั้งก็ไม่นับเป็นย่านความถี่วิทยุ แต่เรียกเป็นย่านความถี่ไมโครเวฟ
- อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจคือ วัตถุทุกชนิดนั้นจะมีความถี่วิทยุของตัวเองไม่ว่าจะมีขนาดเล็กเท่าใดก็ตาม
- สำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบ VHF และ UHF ถ้าออกอากาศในระบบอนาล็อก จะส่งสัญญาณในลักษณะคู่ขนานได้ และในอนาคต เมื่อโทรทัศน์ภาคพื้นดิน ยุติการส่งแบบอนาล็อก เพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นดิจิตอล ระบบ VHF จะไม่สามารถออกอากาศหรือส่งระบบต่อไปได้ คงจะต้องถูกบังคับให้ส่งโทรทัศน์ดิจิตอลภาคพื้นดินในระบบ UHF เพียงระบบเดียวเท่านั้น
- คำว่า ๓,๕,๗,๙,๑๑ ที่คนไทยนิยมเรียกโดยรวมนั้น มีลักษณะตัวเลข แปลว่าประเทศไทย มีการส่งโทรทัศน์ในระบบ VHF ทั้งหมด ๕ ช่อง ซึ่งการส่งสัญญาณดังกล่าว ทางสถานีส่งได้นำตัวเลขช่องสัญญาณ VHF ดังกล่าวมาเป็นชื่อของสถานีแต่ละช่อง

บทที่ ๔

ความเป็นมาของการใช้วิทยุคมนาคมสำหรับกระทรวงสาธารณสุข

สำหรับการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมกระทรวงสาธารณสุขได้นำเครื่องวิทยุคมนาคมมาเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารเพื่อการรักษาพยาบาลผู้ป่วยในถิ่นทุรกันดารเนื่องจากการเดินทางไม่สะดวกการที่จะส่งเจ้าหน้าที่แพทย์พยาบาลเข้าไปหาผู้ป่วยโดยตรงจะต้องใช้เวลาอาจจะเกิดการสูญเสียชีวิตของผู้ป่วยได้จึงได้นำเครื่องวิทยุคมนาคมมาใช้ในการติดต่อสื่อสารเพื่อการรักษารวมถึงการส่งยาเพื่อการรักษาแก่ผู้ป่วยกิจกรรมการรักษาผ่านวิทยุคมนาคมเริ่มเข้ามาตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๑๙ ครั้งแรกเกิดจากมูลนิธิแพทยอาสาฯ และถ่ายโอนการรักษาพยาบาลผ่านวิทยุคมนาคมมายังกระทรวงสาธารณสุข พร้อมกันนั้นกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดระเบียบกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยการบริหารเครื่องวิทยุคมนาคมเพื่อสร้างระเบียบการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมในกระทรวงสาธารณสุขขึ้น คณะกรรมการบริหารเครื่องวิทยุคมนาคมประกอบด้วยผู้บริหารระดับกรมต่างๆ “ คณะกรรมการบริหารเครื่องวิทยุคมนาคม ” โดยระเบียบกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยการบริหารเครื่องวิทยุคมนาคม ได้ทำการแก้ไขครั้งสุดท้ายเมื่อปีพ.ศ. ๒๕๕๕ (คพค.๒๕๕๕)

กระทรวงสาธารณสุขกับการดำเนินการติดตั้งเครื่องวิทยุคมนาคม

กระทรวงสาธารณสุขดำเนินการติดตั้งเครื่องวิทยุคมนาคมมาโดยตลอดโดยดำเนินการติดตั้งเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดประจำที่ให้กับสถานอนามัยต่างๆ โรงพยาบาลชุมชนต่างๆโรงพยาบาลทั่วไปต่างๆ ในทั่วประเทศของทุกๆ ภูมิภาคกระจายอยู่ทั่วประเทศ การซื้อทดแทนเครื่องวิทยุคมนาคมยังไม่เกิดขึ้นสำหรับวิทยุคมนาคมภายในกระทรวงสาธารณสุข ทำให้เกิดการชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาแต่เนื่องจากโรงพยาบาลต่างๆได้ใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมเกิดประโยชน์ทำให้โรงพยาบาลต่างๆจัดงบประมาณเงินบำรุงนำมาจัดหาเครื่องวิทยุคมนาคมทดแทนบ้าง และจัดหาเพิ่มเติมบ้าง เมื่อรวบรวมจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมประจำที่ใช้งานอยู่ในกระทรวงสาธารณสุข กว่า ๕,๖๐๐ สถานี การใช้เครื่องวิทยุคมนาคมจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความสามารถในการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมด้วย นอกจากความพร้อมใช้ของเครื่องวิทยุคมนาคมการอบรมการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม และการดูแลเครื่องวิทยุคมนาคมมีความจำเป็นเพื่อให้เครื่องวิทยุคมนาคมอยู่กับผู้ใช้งานนานที่สุด หากเกิดเหตุการณ์ที่ต้องการใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสารก็สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและถูกต้อง หากจะมองถึงการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมจะมีความยากมากกว่าการใช้โทรศัพท์ ทำให้ผู้ใช้งานไม่ชอบการใช้งานเมื่อเกิดความจำเป็นต้องใช้งานจึงไม่สามารถใช้งานได้ อย่างไรก็ตามหากมีการให้ความรู้และทักษะในการใช้งานก็จะเป็นการส่งเสริมการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมอีกทางหนึ่ง

ระบบวิทยุคมนาคมที่ใช้งานอยู่สำหรับกระทรวงสาธารณสุข

๑. ระบบ HF/SSB ติดต่อกันได้โดยตรงสำหรับโรงพยาบาลที่ติดตั้งใช้งานเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดประจำที่
๒. ระบบ VHF/FM ติดตั้งใช้งานภายในจังหวัดต่างๆทุกจังหวัดและติดต่อข้ามจังหวัดได้เป็นเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดประจำที่ ชนิดเคลื่อนที่ และวิทยุคมนาคมชนิดมือถือรวมถึงเครื่องแดงความถี่ ๒๔๕Mhz



รูปที่ ๔.๑ แสดงเครื่องวิทยุคมนาคมระบบ HF/SSB



รูปที่ ๔.๒ แสดงเครื่องวิทยุคมนาคมระบบ VHF/FM

ชนิดของเครื่องวิทยุคมนาคมที่นำมาใช้ในระบบเครือข่ายสื่อสาร

๑. ชนิดประจำที่ ระบบ VHF/FM กำลังส่งสูงสุด ๖๐ วัตต์ ระบบ HF/SSB กำลังส่งสูงสุด ๑๐๐ วัตต์
๒. ชนิดเคลื่อนที่ กำลังส่งสูงสุด ๓๐ วัตต์
๓. ชนิดมือถือ กำลังส่งสูงสุด ๕ วัตต์



รูปที่ ๔.๓ แสดงเครื่องวิทยุคมนาคมและเสาอากาศวิทยุคมนาคมชนิดชนิดประจำที่



รูปที่ ๔.๔ แสดงเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดเคลื่อนที่หรือวิทยุติดรถยนต์



รูปที่ ๔.๕ แสดงเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดมือถือ

การใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมในปัจจุบัน

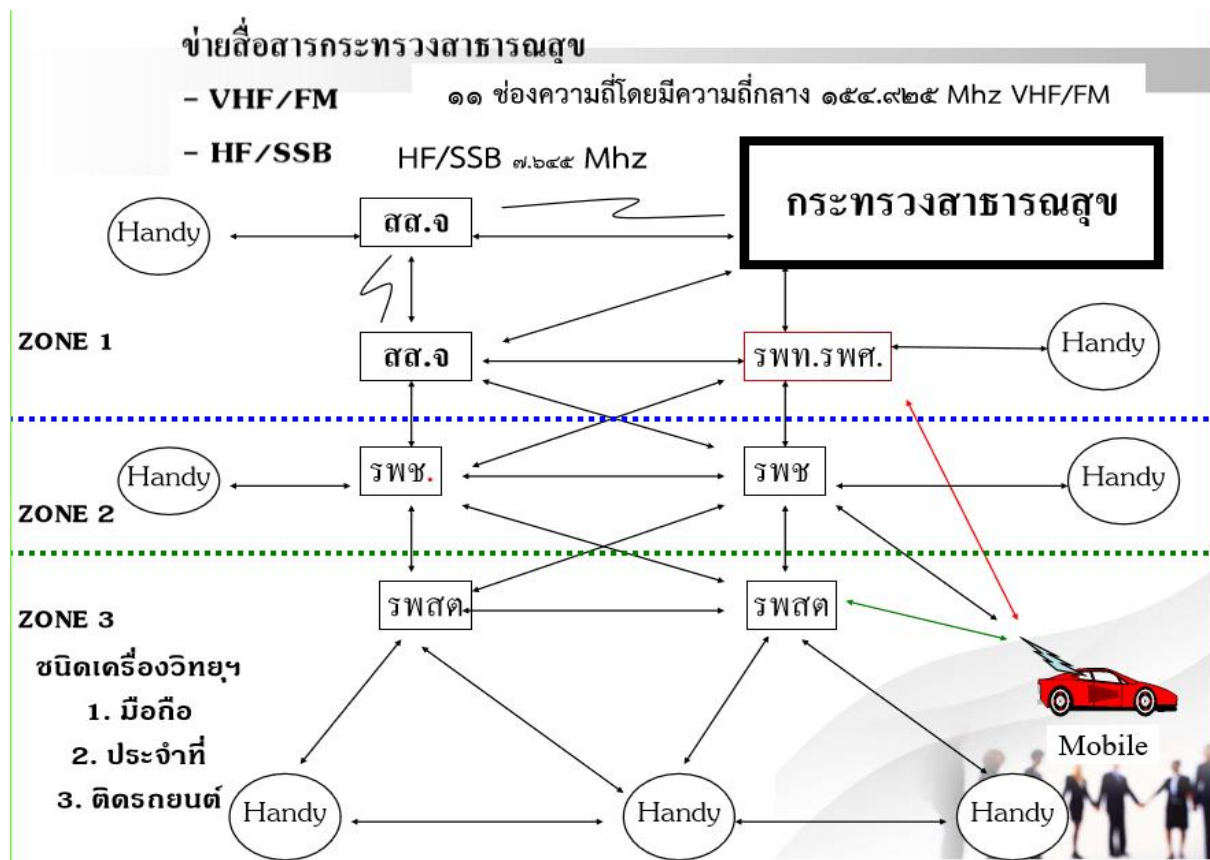
๑. ใช้ในการส่งข่าวทางวิทยุคมนาคมเพื่อการบริหารองค์กร
๒. การประสานงานระหว่างหน่วยงาน
๓. การใช้วิทยุคมนาคมในการช่วยเหลือผู้ป่วยการส่งต่อผู้ป่วยจากที่ต่างๆไปยังโรงพยาบาลต่างๆ
๔. ช่วยเหลือผู้ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์ภัยธรรมชาติต่างๆ เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม
๕. กิจกรรมอื่นๆ เช่นการประสานงานในการจัดกิจกรรมอำนวยความสะดวกให้กับประชาชน

โครงข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคมกระทรวงสาธารณสุข

๑. สถานีวิทยุคมนาคมประจำโรงพยาบาล ชนิดประจำที่ ติดตั้งอยู่ที่โรงพยาบาลชุมชน,โรงพยาบาลทั่วไปและโรงพยาบาลศูนย์
๒. สถานีวิทยุคมนาคมประจำสถานีอนามัย ชนิดประจำที่ ติดตั้งใช้งานประจำสถานีอนามัยต่างๆ ทั่วประเทศ
๓. สถานีวิทยุคมนาคมชนิดเคลื่อนที่ หรือติดรถยนต์ ติดตั้งใช้งานเพื่อการส่งต่อผู้ป่วย
๔. สถานีวิทยุคมนาคมชนิดมือถือ ใช้งานอยู่ในเครือข่ายแบบติดตัวผู้ใช้งาน
๕. ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม เพื่อเพิ่มระยะทางในการติดต่อสื่อสารให้วิทยุคมนาคมชนิดต่างๆประสานงาน และใช้งานได้กว้างไกลยิ่งขึ้นรวมถึงการข้ามจังหวัดต่างๆ



รูปที่ ๔.๖ แสดงเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม และ ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม



รูปที่ ๔.๗ แสดงลักษณะข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคมกระทรวงสาธารณสุข ทั้ง ๒ ระบบ ได้แก่ระบบ HF/SSB และ VHF/FM

หมายเหตุ :

สสจ หมายถึง สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด

รพท หมายถึง โรงพยาบาลทั่วไป

รพศ หมายถึง โรงพยาบาลศูนย์

รพช หมายถึง โรงพยาบาลชุมชน

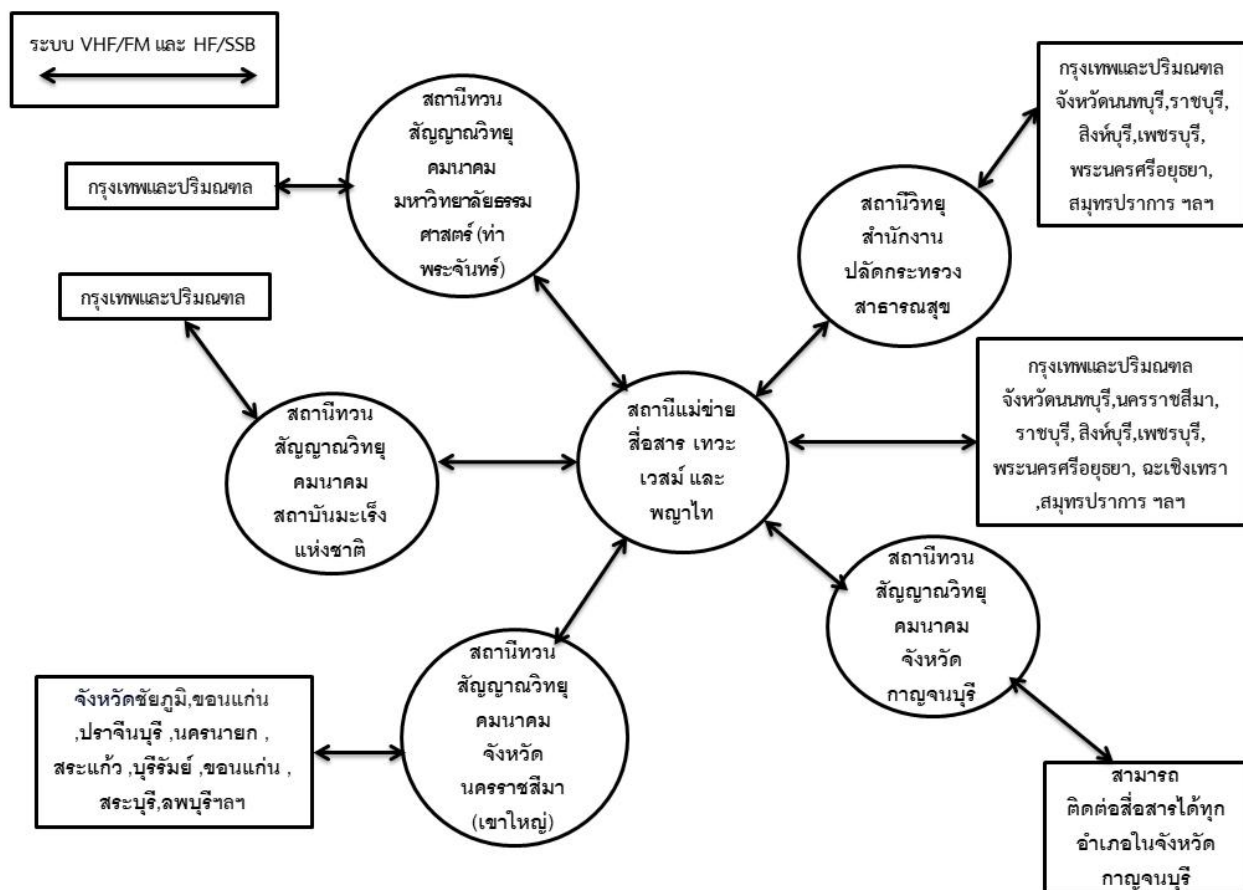
รพสต หมายถึง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล

VHF/FM หมายถึง ระบบวิทยุ VHF/FM ใช้กันได้ ๑๑ ช่องความถี่

(๑) ๑๕๕.๑๗๕MHz	(๒) ๑๕๕.๑๒๕ MHz	(๓) ๑๕๓.๘๗๕ MHz	(๔) ๑๕๒.๒๕๐ MHz
(๕) ๑๕๔.๙๗๕MHz	(๖) ๑๕๕.๓๗๕ MHz	(๗) ๑๕๕.๔๗๕MHz	(๘) ๑๕๕.๖๗๕ MHz
(๙) ๑๕๕.๗๒๕MHz	(๑๐) ๑๕๕.๗๗๕ MHz	(๑๑) ๑๕๔.๙๒๕MHz	

HF/SSB หมายถึง ระบบวิทยุ HF/SSB ใช้กันได้ ๔ ช่องความถี่

(๑) ๓.๙๕๕ MHz	(๒) ๖.๙๐๐ MHz	(๓) ๗.๗๗๓ MHz	(๔) ๗.๖๔๕MHz
---------------	---------------	---------------	--------------



รูปที่ ๔.๘ แสดงตัวอย่างเครือข่ายทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม

หมายเหตุ : เครือข่ายทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สามารถติดต่อสื่อสารผ่านสถานีวิทยุคมนาคมชนิดประจำที่ เพื่อรองรับการใช้ข่ายพื้นที่ทั้งภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสามารถตั้งวิทยุคมนาคมเพื่อเข้าระบบทวนสัญญาณได้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการติดต่อได้กว้างไกลยิ่งขึ้นโดยที่ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมได้ถูกติดตั้งตามพื้นที่ต่างๆ อยู่ทุกภูมิภาค แต่เนื่องจากวิทยุคมนาคมและเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมได้ติดตั้งใช้งานมาเป็นเวลานาน เครื่องอยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งานบ้าง หากจะดำเนินการให้ระบบอยู่ในสภาพใช้งานได้ดีจะต้องปรับปรุงทั้งเครื่องวิทยุคมนาคมและเครื่องทวนสัญญาณรวมถึงอุปกรณ์ประกอบระบบสายอากาศและสายนำสัญญาณ

ปัญหาการนำเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมาใช้งาน

๑. เครื่องวิทยุคมนาคมในระบบมีสภาพเก่า ทำให้การตั้งความถี่แบบ Duplex ทำไม่ได้ บางครั้งควรเปลี่ยนเครื่องวิทยุคมนาคมให้ทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปเช่นเปลี่ยนเป็นระบบ Digital
๒. ความถี่ใช้งานมีข้อจำกัดในจำนวนความถี่ที่มีน้อยหากนำระบบทวนสัญญาณมาใช้งานร่วมระบบเครื่องวิทยุคมนาคมระบบ Digital จะสามารถแก้ปัญหาเรื่องการรบกวนทางความถี่ได้
๓. ความถี่ใช้งานมีน้อยหากใช้งานเต็มระบบควรเพิ่มช่องความถี่ในการใช้งาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบทวนสัญญาณ

๑. การติดต่อได้กว้างไกลยิ่งขึ้น สามารถประสานงานระหว่างจังหวัดได้สะดวกทุกสถานี
๒. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเรื่องเสาอากาศที่ไม่จำเป็นต้องสูงมาก
๓. ในภาวะวิกฤติสามารถใช้ระบบทวนสัญญาณร่วมกันได้
๔. เพิ่มช่องทางการใช้งานวิทยุคมนาคม
๕. ระบบวิทยุคมนาคมชนิดมือถือสามารถติดต่อได้ไกลยิ่งขึ้นเทียบเท่าเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดประจำที่
๖. ไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมข่ายสื่อสารตลอดเวลา

ปัญหาและการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมในปัจจุบัน

๑. เครื่องวิทยุคมนาคมมีสภาพไม่พร้อมสำหรับการใช้งานเนื่องจากเครื่องวิทยุคมนาคมมีสภาพเก่ามาก ๆ ระยะเวลาใช้งานประมาณ ๑๐-๒๐ ปี หากให้ระบบวิทยุคมนาคมมีความพร้อมใช้งานควรจัดหาเครื่องวิทยุคมนาคมทดแทนเครื่องวิทยุคมนาคมเครื่องเก่าพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อย่างเช่น สายอากาศ และสายนำสัญญาณ
๒. ไม่มีการจัดหาเครื่องวิทยุคมนาคม เพื่อทดแทนเครื่องวิทยุคมนาคมที่ชำรุด
๓. ขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง เกิดจากการขาดงบประมาณในการดำเนินการ
๔. เจ้าหน้าที่ขาดทักษะในการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม
๕. ความทันสมัยของเทคโนโลยีมือถือและโทรศัพท์มือถือ ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่สนใจใช้เครื่องวิทยุคมนาคมเพื่อการสื่อสาร
๖. ขาดการเตรียมความพร้อมในการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคม ขาดการซักซ้อมในการใช้งานวิทยุคมนาคม กรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินทำให้ระบบติดต่อสื่อสารล้มเหลว เนื่องจากเครื่องมือสื่อสารวิทยุคมนาคมจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมอยู่ตลอดเวลาทั้งเครื่องวิทยุคมนาคม และเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องวิทยุคมนาคมต้องมีความรู้รวมถึงทักษะในการใช้งานด้วย
๗. ขาดการรณรงค์การใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร และยังสามารใช้งานในภาวะฉุกเฉินได้อีกด้วย โดยวางแผนทางการดำเนินการจะต้องให้แต่ละจังหวัดใช้งานโครงข่ายวิทยุคมนาคมเพื่อการติดต่อสื่อสารของตัวเองให้มากที่สุดอย่างน้อยก็เท่ากับเป็นการลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงาน การกระทำดังกล่าวเป็นการส่งเสริมการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมของหน่วยงาน
๘. เจ้าหน้าที่ขาดความตระหนักประโยชน์ของเครื่องวิทยุคมนาคม ทั้งภาวะปกติและในภาวะวิกฤติ
๙. ขาดการเตรียมความพร้อมระบบไฟฟ้าสำรองกรณีฉุกเฉินหากเกิดไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับหรือไฟฟ้าตกและมีความจำเป็นต้องใช้งาน เช่นการเตรียมการตามฤดูกาลที่อาจจะเกิดภัยธรรมชาติได้

แนวทางแก้ไขการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคม

๑. บำรุงรักษาเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ให้มีความพร้อมสำหรับการใช้งานของทุกสถานี
๒. จัดหาเครื่องวิทยุคมนาคมทดแทนเครื่องวิทยุคมนาคมที่ชำรุด และให้เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับเพื่อการติดต่อสื่อสาร
๓. จัดหาเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมทดแทนเพื่อเสริมสร้างระบบโครงข่ายให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา
๔. นโยบายในการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมเพื่อการติดต่อสื่อสารก่อนการใช้เครื่องมือสื่อสารอื่นๆ ตามความจำเป็นและเร่งด่วน
๕. การซักซ้อมแผนระดับจังหวัดในการติดต่อสื่อสารหากเกิดภาวะวิกฤติอย่างเช่นภัยธรรมชาติหรือเกิดเหตุไฟฟ้าดับทั่วเมือง
๖. การเตรียมความพร้อมเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องวิทยุคมนาคม และความรู้ทักษะการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม

ทำไมยังต้องใช้เครื่องวิทยุคมนาคม

๑. เมื่อถึงภาวะฉุกเฉินสามารถใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมได้เป็นอย่างดี เพราะระบบสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือใช้งานไม่ได้และไม่สามารถแก้ไขด้วยตัวเจ้าหน้าที่กระทรวงสาธารณสุขเองได้ เหตุการณ์ต่างๆ เช่น ภัยธรรมชาติต่างๆ เหตุการณ์น้ำท่วม พายุถล่ม เป็นต้น
๒. ลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นกับการติดต่อสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์มือถือและโทรศัพท์พื้นฐาน หากหน่วยงานกระทรวงฯ ใช้วิทยุคมนาคม
๓. ใช้เครื่องมือสื่อสารวิทยุคมนาคมที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดจากการติดต่อสื่อสาร
๔. ทดแทนการใช้ระบบโทรศัพท์มือถือและโทรศัพท์พื้นฐานในภาวะวิกฤติอย่างเช่นกรณีเกิดภัยพิบัติต่างๆ
๕. ระบบสื่อสารสำรองเพื่อความปลอดภัยในภาวะฉุกเฉินและเพื่อสร้างทางเลือกให้กับเจ้าหน้าที่

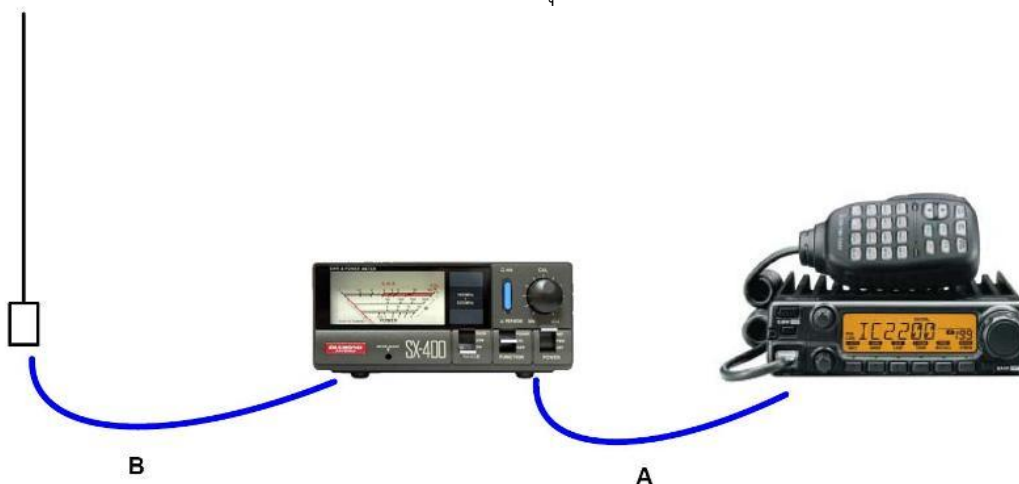
เครื่องมือที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องวิทยุคมนาคมเบื้องต้น

๑. เครื่องวัดค่าแรงดันและค่ากระแสไฟฟ้า (Multimeter)



รูปที่ ๔.๙ แสดงเครื่องวัดค่าแรงดันและค่ากระแสไฟฟ้า (Multimeter) แบบอนาล็อกและแบบดิจิทัล

๒. เครื่องวัดค่ากำลังส่งและค่ากำลังสะท้อนกลับของเครื่องส่งวิทยุ (VSWR Meter)



รูปที่ ๔.๑๐ แสดงการต่อใช้งานเครื่องวัดค่ากำลังส่งและค่ากำลังสะท้อนกลับของเครื่องส่งวิทยุ (VSWR Meter)

๓. เครื่องวัดความถี่คลื่นวิทยุ (Frequency Counter)



รูปที่ ๔.๑๑ แสดงการแสดงผลการวัดค่าความถี่ของเครื่องวิทยุคมนาคมขณะส่งออกอากาศ (TX) โดยใช้เครื่องวัดความถี่คลื่นวิทยุ (Frequency Counter)

๔. เครื่องวิเคราะห์และตรวจสอบการทำงานของระบบต่างของเครื่องวิทยุคมนาคม (service monitor)



รูปที่ ๔.๑๒ แสดงเครื่องวัดค่าแสดงผลและตรวจสอบการทำงานของระบบต่างของเครื่องวิทยุคมนาคม (service monitor)
คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องวัดค่าแสดงผลและตรวจสอบการทำงานของระบบต่างของเครื่องวิทยุคมนาคม (service monitor)

สามารถวัดเครื่องรับ เครื่องส่ง ได้ตั้งแต่ ๑๐kHz-๑Ghz

วัดกำลังวัตต์ได้ตั้งแต่ -๑๐๐dbm -๑๒๕watt (๕๐.๙๗dbm)

ใช้ได้กับเครื่องรับ-ส่ง ระบบ AM FM WFM CW SSB

สามารถถอดรหัส โทน ของสัญญาณวิทยุ หรือ รีฟิเตอร์ ได้ทุกรูปแบบ

ภายในเครื่องยังประกอบไปด้วย

frequency counter , spectrum analyzer , oscilloscope , RF signal generator , sweep generator , Duplex generator , digital voltmeter , rf watt meter , IF Display , Sinad meter , signal strength meter , am-fm modulation

บทที่ ๕

ระบบสื่อสารผ่านเครือข่าย VOIP (Voice over Internet Protocol)

ความเป็นมาของระบบ E-Radio

กองวิศวกรรมการแพทย์ได้รับมอบให้ทำหน้าที่ควบคุมการมีและการใช้เครื่องวิทยุสื่อสารตามระเบียบกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยการควบคุมการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมแบบสังเคราะห์ความถี่ พ.ศ.๒๕๕๕ และเทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ความนิยมใช้วิทยุสื่อสารจึงลดน้อยลงไป หันไปใช้โทรศัพท์มือถือ และคอมพิวเตอร์ กันมากขึ้น แต่เมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้นมา ระบบ Internet และโครงข่ายโทรศัพท์ อาจจะไม่สามารถใช้งานได้เฉพาะในพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติ จะมีเพียงระบบวิทยุสื่อสารซึ่งเป็นโครงข่ายสื่อสารพื้นฐานเท่านั้นที่ยังสามารถใช้งานได้ เมื่อเกิดภาวะวิกฤติเช่นนั้น แต่ในยามปกติระบบ Internet ก็สร้างประโยชน์ให้กับงานสื่อสารเป็นอย่างมาก ทำให้กองวิศวกรรมการแพทย์ได้ พัฒนาระบบ E-Radio ขึ้นมาโดยใช้โปรแกรมประเภท eQSO ต่อเชื่อมกับวิทยุสื่อสาร [E-Radio link] ก็จะทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีไม่ว่าจะอยู่ไกลเพียงใดก็สามารถติดต่อกันได้โดยไม่จำกัดระยะทาง

ระบบ E-Radio link สามารถเป็นประโยชน์ในการสื่อสารเพิ่มขึ้นอีกช่องทางหนึ่ง ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ให้กับผู้บังคับบัญชาระดับสูงรวมถึงแม่ข่ายและลูกข่ายสามารถร่วมในการเฝ้าฟังรวมถึงได้รับรู้ รับทราบเหตุการณ์ ต่างๆที่เกิดขึ้น และสามารถติดต่อสื่อสารไปยังสถานที่เกิดเหตุต่างๆได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

#หมายเหตุ

eqso gateway คือโปรแกรมสำหรับการติดต่อสื่อสารในระบบ Voip สำหรับเป็นสะพานให้เครื่อง Handy กับเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้โดยการนำเอาเสียงจากภายนอกแปลงเข้ามาเพื่อส่งต่อใน Server Eqso โดยใช้ port ๑๐๐๒๔ และยังสามารถตั้งค่าให้ส่งเฉพาะเวลาที่มีเสียงเท่านั้นได้ หรือที่เรียกว่า Vox

eqso server คือโปรแกรมสำหรับการติดต่อสื่อสารในระบบ Voip สำหรับเครื่องแม่ข่าย เป็นศูนย์กลางในการติดต่อเชื่อมต่อเก็บข้อมูล Log การติดต่อสื่อสาร โดยปกติเครื่องที่ติดตั้ง Server Eqso มักจะอยู่ที่ Colocation หรือ IDC DataCenter เพื่อความมีเสถียรภาพในการติดต่อสื่อสาร

eqso admin คือโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการกับ User ที่เข้าใช้ Eqso

E-Radio link คือการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม e-Qso เป็นตัวกลางในการรับ-ส่ง สัญญาณเสียง ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface) และวิทยุสื่อสาร

ประโยชน์ของระบบ e-radio

e-radio หมายถึงวิทยุคมนาคมที่ทำการถ่ายทอดสัญญาณผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการถ่ายทอดสัญญาณระยะไกล ระบบสื่อสารทางวิทยุคมนาคมสามารถที่จะติดต่อได้ระยะไม่ไกล เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ และความสามารถของเครื่องวิทยุคมนาคมรวมถึงระบบสายอากาศ ซึ่งการจะทำให้ระบบสื่อสารสามารถติดต่อได้ไกลขึ้นจะต้องอาศัยทรัพยากรและทุนที่สูงมากแต่ในปัจจุบันระบบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ระบบโครงข่ายมีความก้าวหน้ามาก และรวมทั้งสามารถจัดการระบบได้ง่ายดังนั้นระบบ e-radio เป็นอีกวิธีการในการแก้ปัญหาในระบบสื่อสารที่อาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการถ่ายทอดสัญญาณระยะไกล

ระบบ e-radio ทำอะไรได้บ้างและมีประโยชน์อย่างไร

๑. สามารถสื่อสารโดยการผ่านระบบคอมพิวเตอร์ระยะไกล
๒. สามารถสื่อสารผ่านระบบวิทยุคมนาคม
๓. สามารถถ่ายทอดสัญญาณเสียงสำหรับการประชุม
๔. สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายระบบวิทยุคมนาคมต่างเครือข่ายได้อย่างสะดวก
๕. การประยุกต์ใช้ในสำนักงานแทนระบบโทรศัพท์
๖. ลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารของสำนักงาน สะดวกสำหรับการใช้งาน

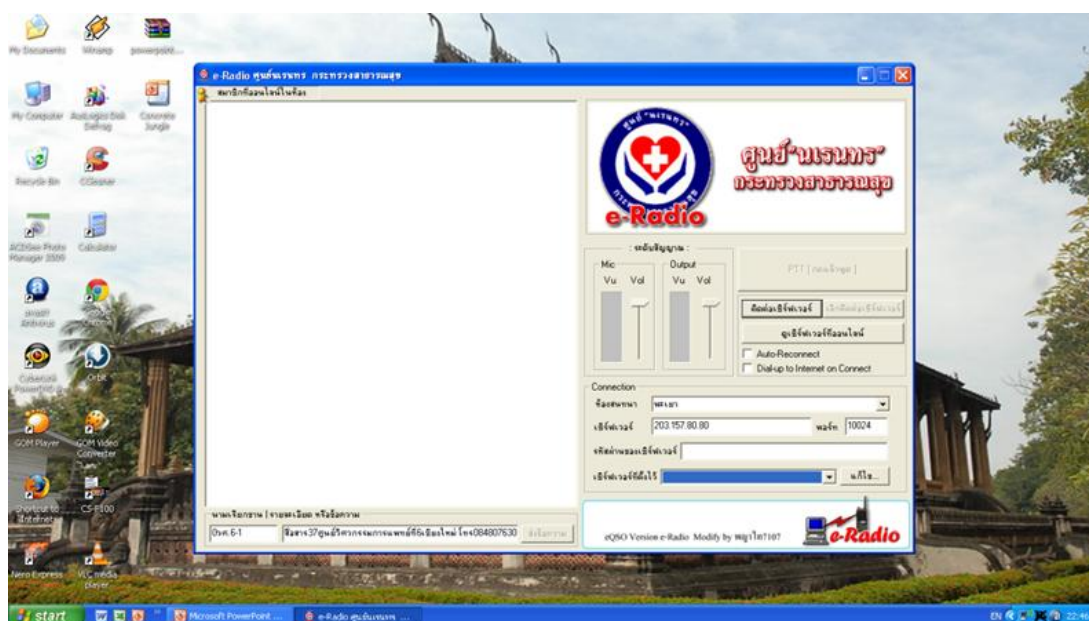
๗. สามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างรวดเร็ว และเป็นแหล่งรวมข่าวสารในยามจำเป็น

โปรแกรม e-radio สำหรับหน่วยงานสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

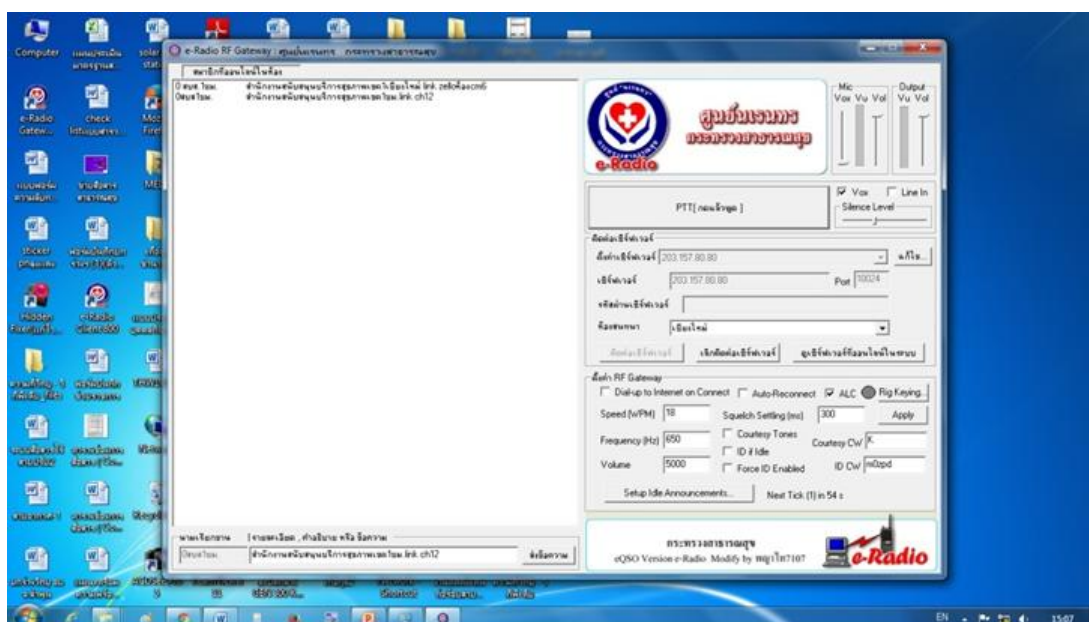
e-Radio หมายถึง วิทยุคมนาคมที่ทำการถ่ายทอดสัญญาณผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการถ่ายทอดสัญญาณระยะไกล

โปรแกรม e-Radio ที่นำมาใช้จะแบ่งออกเป็น ๒ แบบ ด้วยกัน คือ

๑. สำหรับ PC User หมายถึงผู้ใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่สามารถนำไปเชื่อมต่อระบบวิทยุคมนาคมได้ เนื่องจากไม่มีสัญญาณ VOX ในโปรแกรมให้เชื่อมต่อแต่อย่างใด แสดงรูปที่ ๕.๑
๒. สำหรับ RF Gateway หมายถึงผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องวิทยุคมนาคมเพื่อให้สามารถใช้งานด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมแทนการสื่อสารผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง เป็นการเพิ่มระยะทางโดยอาศัยสัญญาณวิทยุคมนาคมในการสื่อสาร แสดงรูปที่ ๕.๒



รูปที่ ๕.๑ ตัวอย่างโปรแกรม e-Radio สำหรับ PC User



รูปที่ ๕.๒ ตัวอย่างโปรแกรม e-Radio สำหรับ RF Gateway

หน้าที่และการทำงานของสถานี Link

e-radio หมายถึงวิทยุคมนาคมที่ทำการถ่ายทอดสัญญาณผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการถ่ายทอดสัญญาณระยะไกลในความหมาย e-Radio จะทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิทยุคมนาคมในการถ่ายทอดสัญญาณผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต

หน้าที่ของสถานี Link คือการรับสัญญาณระดับพื้นที่ และการส่งออกอากาศเมื่อสถานีอื่นๆ สนทนาภายในห้องสนทนา สถานี Link จะทำงานใน ๒ ลักษณะ ด้วยกันคือ

๑. การทำงานสภาวะเครื่องรับวิทยุคมนาคม

ในขณะที่สถานี Link เชื่อมต่อ Server e-Radio เครื่องวิทยุคมนาคมจะทำงานในหน้าที่รับสัญญาณวิทยุระดับพื้นที่ด้วยความสามารถของสถานีวิทยุคมนาคม และระบบสายอากาศของเครื่องรับวิทยุคมนาคมสถานีนั่น ๆ หากมีการพูดคุยสื่อสารผ่านวิทยุคมนาคมในพื้นที่กับพื้นที่เดียวกัน สถานี Link จะรับสัญญาณวิทยุนำมาถ่ายทอดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตด้วย หากคู่สนทนาอยู่ต่างพื้นที่แต่สามารถรับสัญญาณผ่านระบบ e-Radio ก็จะได้ยินการสนทนาผ่าน Pc User หรือสัญญาณจากสถานี Link ของพื้นที่ตนเองได้ เสมือนว่า ๒ พื้นที่อยู่ใกล้กันอาศัยการเชื่อมต่อโดยสื่ออินเทอร์เน็ต การใช้วิทยุคมนาคมจะต้องใช้นามเรียกขานตามระเบียบการใช้วิทยุคมนาคม เนื่องจากการผ่านระบบ e-radio สื่อสารที่ได้ไกลเท่าที่สถานี Link ติดตั้งอยู่ที่ใด ๆ การสื่อสารจะได้ไกลเท่านั้น

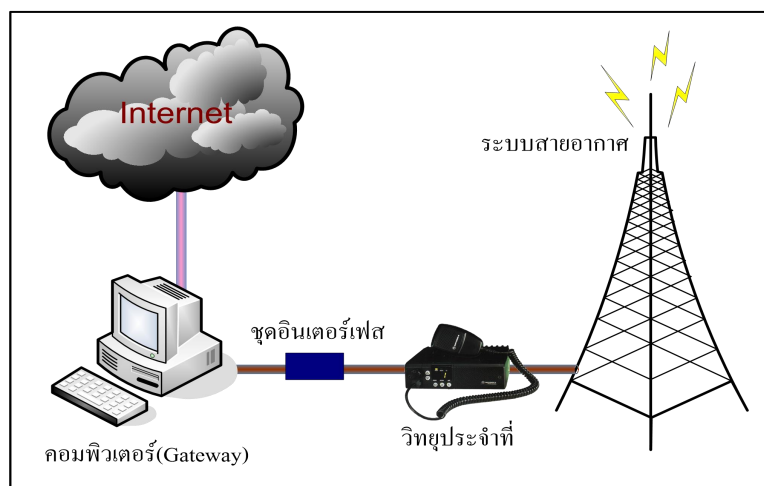
๒. การทำงานสภาวะเครื่องส่งวิทยุคมนาคม

สถานี Link ที่เชื่อมต่อ Server e-Radio จะส่งสัญญาณออกอากาศทำหน้าที่เป็นสถานีส่ง เมื่อห้องสนทนา มีการสื่อสารกันระหว่าง Pc User หรือสถานี Link อื่นๆ ที่อยู่ในห้องสนทนาเดียวกัน การสื่อสารในภาวะเป็นสถานีส่งทันทีที่มีเสียงดังขึ้นภายในห้องสนทนาจากสถานีอื่นๆ ความสามารถในการส่งออกอากาศจะเท่ากับความสามารถของระบบวิทยุคมนาคมของสถานี Link นั้นๆ ทำให้สถานีวิทยุถูกข่ายได้รับสัญญาณจากการส่งออกอากาศด้วยระบบ e-Radio และจะหยุดการส่งสัญญาณออกอากาศเมื่อไม่มีสัญญาณเสียงในห้องสนทนาและจะส่งออกอากาศอีกครั้งเมื่อมีสัญญาณเสียงในห้องสนทนา การทำงานของระบบส่งออกอากาศสามารถป้องกันการชำรุดของเครื่องวิทยุคมนาคมเนื่องจากเกิดการรบกวนของสถานีอื่นๆภายในห้องสนทนาหรือมีการส่งออกอากาศเป็นเวลานานจะต้องตั้งฟังก์ชัน Time Out Timer (ToT) ซึ่งจะทำหน้าที่หยุดการส่งออกอากาศตามเวลาที่กำหนด เช่น ๑ นาที หรือ ๒ นาที เป็นต้น ประโยชน์ของฟังก์ชัน Time Out Timer TOT จะป้องกัน ภาคขยายกำลังส่ง (Power Amp) ไม่ให้เกิดการชำรุดเนื่องจากการส่งเป็นเวลานาน ผลที่ส่งออกอากาศเป็นเวลานานจะเกิดความร้อนที่ภาคขยายกำลังส่งจนเกิดความเสียหายต่อ ภาคขยายกำลังส่ง (Power Amp)

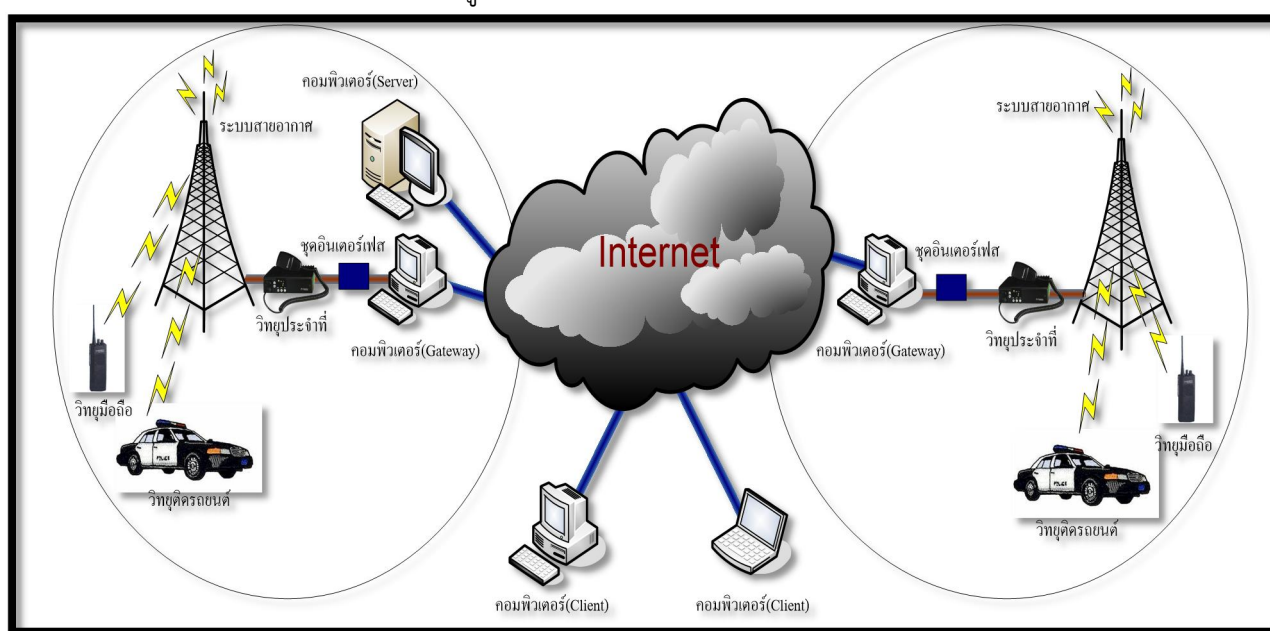
ผู้ที่สามารถใช้งานสถานี Link

๑. เจ้าหน้าที่ประจำเครื่องวิทยุคมนาคมพื้นที่ใกล้เคียงสถานี Link ทำหน้าที่สื่อสารผ่านวิทยุแทนการสื่อสารผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง

๒. เจ้าหน้าที่ผู้ใช้โปรแกรม e-Radio ในห้องสนทนาทำหน้าที่ผู้สื่อสารผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ ๕.๑๓ ภาพสถานี Link VOIP



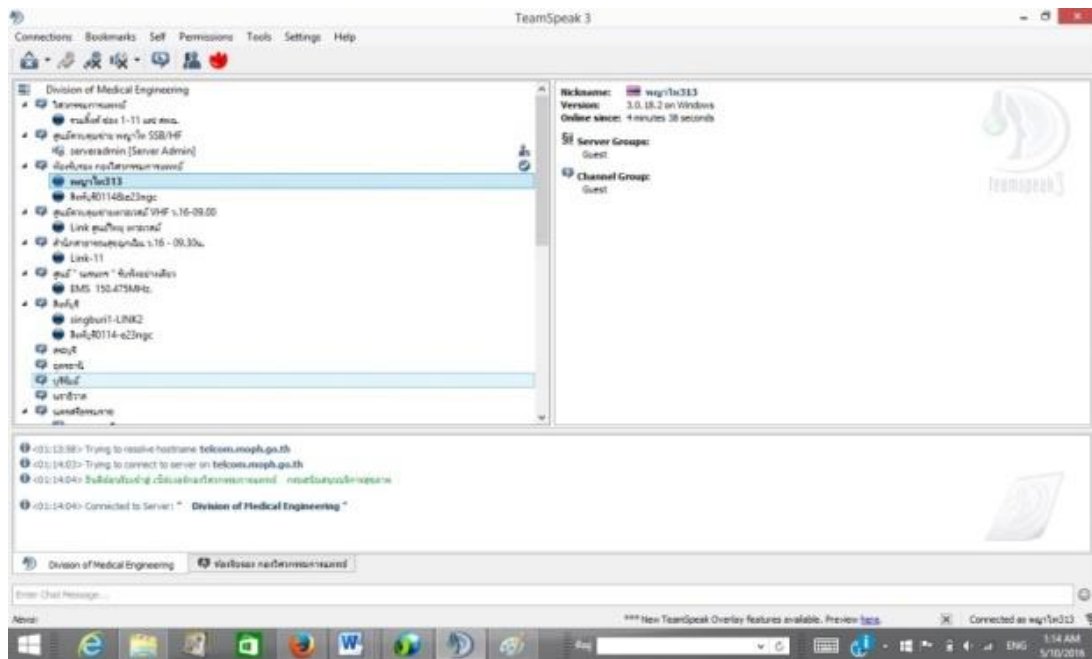
รูปที่ ๕.๑๔ ภาพสถานี Link VOIP ๒ สถานี LINK สัญญาณเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

การใช้การเชื่อมต่อระบบวิทยุผ่านโปรแกรม TeamSpeak ผ่านทางโครงข่าย Internet

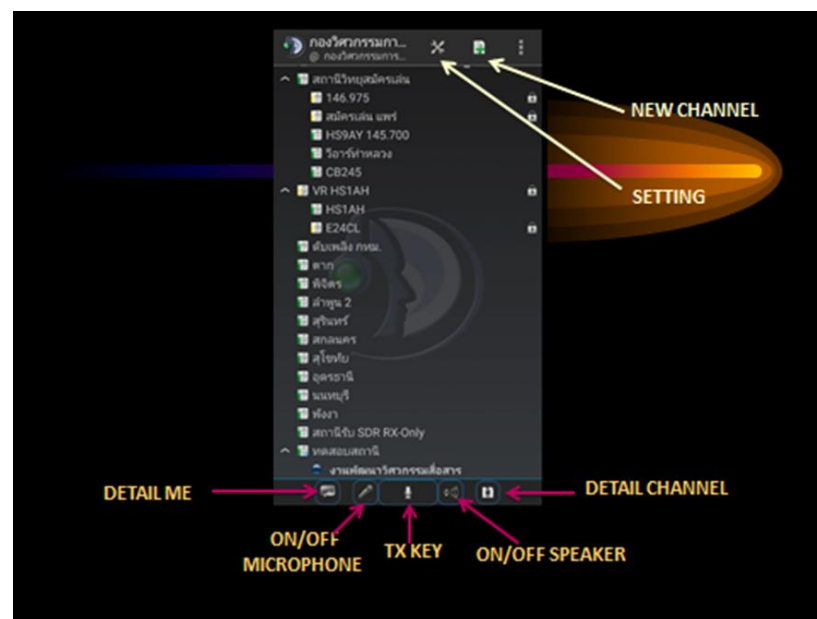
โปรแกรม TeamSpeak ใช้สำหรับการสนทนาในการติดต่อสื่อสารจะอาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสนทนาผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือที่รองรับระบบ ๒.๕ G ๓ G หรือ ๔ G ให้สามารถเชื่อมต่อสนทนาด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมหรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับ โทรศัพท์มือถือ ได้เช่นกัน หากนำระบบวิทยุคมนาคมเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสถานี LINK หมายถึง สถานีวิทยุเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถประยุกต์ใช้งานได้อีกมากมาย ซึ่งมีโปรแกรมที่ใช้งานกันอยู่ คือ e-Radio , Zero หรือ Teamspeak ๓ ซึ่งในส่วนของการวิศวกรรม การแพทย์ มีการให้บริการและควบคุมการใช้งานตลอดจนการเรียกใช้ข่ายต่าง ๆ

ประโยชน์ของโปรแกรม Teamspeak

๑. การสนทนาหรือส่งข้อความระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการติดต่อระยะไกล โดยเฉพาะการเชื่อมต่อกับระบบวิทยุในพื้นที่ โดยเฉพาะระบบวิทยุ VHF/FM ซึ่งปกติไม่สามารถติดต่อได้ไกลเกิน ๑๐๐ กิโลเมตร
๒. การสนทนามิหว่างวิทยุคมนาคมกับคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
๓. การถ่ายทอดเสียงของระบบวิทยุผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



รูปที่ ๕.๑๕ ตัวอย่างโปรแกรม TeamSpeak สำหรับ PC



รูปที่ ๕.๑๖ ตัวอย่างโปรแกรม TeamSpeak สำหรับ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - กด TX KEY สำหรับพูด (ว๖) - DETAIL ME หมายถึงข้อมูลผู้ใช้งาน - ON/OFF MICROPHONE หมายถึงเปิด-ปิดไมโครโฟน | <ul style="list-style-type: none"> - ON/OFF หมายถึงเปิด-ปิดเสียงจากลำโพง - DETAIL CHANNEL หมายถึงข้อมูลช่องใช้งาน |
|---|---|

บทที่ ๖

แนวทางการเตรียมความพร้อมด้านการสื่อสาร

ความสำคัญของการเตรียมความพร้อมด้านการสื่อสาร ที่จะเผชิญกับสาธารณภัยที่อาจเกิดขึ้น โดยให้ทุกหน่วยงานสังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีหน้าที่ในการเตรียมการป้องกัน สาธารณภัยด้านการแพทย์และการสาธารณสุขไว้ ตั้งแต่ยามปกติ การปฏิบัติการเตรียมความพร้อมด้านการสื่อสาร ในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุข มีระบบสื่อสารใช้งานกันอยู่แล้ว แต่เมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น จำเป็นต้องมีการบูรณาการระบบสื่อสารให้มีเอกภาพ สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ตั้งแต่ระดับกระทรวง (ส่วนกลาง) ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบล โดยกำหนดช่องทางการสื่อสารกลาง และมีหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางสำหรับเชื่อมต่อระบบการสื่อสารต่างๆ เข้าด้วยกัน ส่งผ่านข้อมูลถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบวิทยุคมนาคม เพื่อเตรียมพร้อมรับภัยพิบัติ เพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังสาธารณภัย หรือภัยพิบัติ การบัญชาการและสั่งการ กรณีเกิดสาธารณภัย หรือภัยพิบัติ การให้ความช่วยเหลือ การสนับสนุนทรัพยากร และงบประมาณ การเชื่อมต่อเครือข่ายสื่อสารหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกกระทรวงสาธารณสุข ให้สามารถเชื่อมโยงการติดต่อสื่อสารถึงกันได้ทั้งในยามปกติ และขณะเกิดเหตุ ตั้งแต่ระดับกระทรวง (ส่วนกลาง) ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ จนถึงระดับตำบลหน่วยปฏิบัติการในพื้นที่ (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล) ให้มีการรับส่งสัญญาณได้ครอบคลุม หน่วยงานสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เมื่อเกิดสาธารณภัย หรือภัยพิบัติเกิดขึ้น ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม และสิ่งที่สำคัญคือ การตรวจสอบว่าในเขตพื้นที่นั้นสามารถติดต่อกับโลกภายนอกได้หรือไม่ เช่น ระบบสื่อสารหลัก โทรศัพท์พื้นฐาน อินเทอร์เน็ต ระบบโทรศัพท์มือถือ หากพบว่าระบบสื่อสารหลักไม่สามารถใช้งานได้ให้ตรวจสอบระบบสื่อสารด้วยเครื่องวิทยุคมนาคม และที่สำคัญตรวจสอบว่าพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติดังกล่าวสามารถใช้กระแสไฟฟ้าได้หรือไม่เพราะ ทุกๆเทคโนโลยีต้องการใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และการสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข มีแนวปฏิบัติแผนการใช้วิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ด้านการแพทย์และการสาธารณสุข ดังต่อไปนี้

ระยะก่อนเกิดเหตุ

กิจกรรม	แนวทางปฏิบัติ	หน่วยรับผิดชอบ	การรายงานผล
๑.มีโครงสร้างกลไกการมีส่วนร่วมในการแผนการใช้วิทยุและงบประมาณเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และการสาธารณสุข	๑. เป็นโครงสร้าง กลไกของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์การสื่อสาร และระบบสถานีแม่ข่ายสื่อสาร และสถานีลูกข่าย ในการเฝ้าระวัง การบัญชาการและสั่งการ (ICS) การให้ความช่วยเหลือด้านการแพทย์และการสาธารณสุข การสนับสนุนทรัพยากร การเชื่อมต่อระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม รวมถึงระบบ e – RadioTeamspeak โดยจัดเจ้าหน้าที่วิทยุเฝ้าระวังตลอด ๒๔ ชั่วโมงเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และการสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข ด้านการใช้วิทยุคมนาคมในการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วย	- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด	-มีเอกสาร/หลักฐานระบุการจัดตั้งศูนย์วิทยุฯ เช่น -มีคำสั่ง - มีการระบุคณะทำงานฯ -ระบุสถานีวิทยุฯ ศูนย์แม่ข่ายสื่อสารหรือศูนย์ลูกข่ายสื่อสาร -ระบุบทบาทหน้าที่
๒.แต่งตั้งคณะทำงานพัฒนาระบบวิทยุคมนาคม	๒.แต่งตั้งคณะทำงานพัฒนาระบบวิทยุคมนาคม		
๓.จัดทำระบบการสื่อสารหลัก ระบบสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุคมนาคม อำนวยความสะดวกให้สามารถติดต่อ ประสานงาน สั่งการ และรายงานผลการปฏิบัติงาน และ	๓.จัดทำระบบการสื่อสารหลัก ระบบสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุคมนาคม อำนวยความสะดวกให้สามารถติดต่อ ประสานงาน สั่งการ และรายงานผลการปฏิบัติงาน และ		

	สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็ว ครอบคลุม ทัวถึง ได้อย่างต่อเนื่อง -เตรียมพร้อมระบบสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุคมนาคมในกรณีระบบสื่อสารหลัก ไม่สามารถดำเนินการได้กรณีเกิดสาธารณภัย หรือภัยพิบัติ -เตรียมการซักซ้อมแผนระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม		
	๓. กำหนดบทบาท หน้าที่ความรับผิดชอบ -ระบุหน่วยงาน หรือเจ้าหน้าที่รับผิดชอบระบบสื่อสารวิทยุคมนาคมระบุไว้ชัดเจน เพื่อให้การใช้วิทยุคมนาคม เป็นไปตามระเบียบกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยการควบคุมการใช้เครื่องวิทยุ -ระบุหน่วยงานหรือเจ้าหน้าที่ดำเนินการบำรุงรักษาระบบวิทยุคมนาคม -มีผู้รับผิดชอบที่ปฏิบัติงานภายในศูนย์วิทยุคมนาคมสาธารณสุขโดยมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน หรือพนักงานวิทยุไว้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง/ผู้รับผิดชอบงานวิทยุคมนาคม จัดทำแผน/ตารางการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่วิทยุคมนาคม เพื่อรองรับสถานการณ์ด้านสาธารณสุข ภัย หรือภัยพิบัติ ๔. มีแนวทางรูปแบบทางเลือกระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม เมื่อเกิดสาธารณภัย หรือภัยพิบัติในพื้นที่ ตามแนวทางของกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ดังนี้ รูปแบบที่ ๑ การใช้วิทยุคมนาคมในระบบติดต่อภายในเครือข่ายขนาดเล็ก อาจใช้วิทยุชนิดมือถือ หรือใช้วิทยุชนิดเคลื่อนที่ติดต่อประสานงานกลุ่มเป้าหมายขนาดเล็ก รูปแบบที่ ๒ การใช้วิทยุคมนาคมติดต่อประสานระหว่างโรงพยาบาลภายในจังหวัด เครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้งานจะเป็นชนิดประจำที่ โดยติดตั้งสถานีวิทยุคมนาคมประจำโรงพยาบาล ประสานงานภายในจังหวัดระหว่างสถานบริการสุขภาพ รูปแบบที่ ๓ การใช้วิทยุคมนาคมติดต่อผ่านระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม ทำให้โรงพยาบาลต่างๆ ติดต่อประสานงานกันได้ครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถใช้เครื่องวิทยุชนิดมือถือ และวิทยุชนิดเคลื่อนที่ประสานงานได้ดียิ่งขึ้น รูปแบบที่ ๔ การนำโครงข่ายอินเทอร์เน็ต มาเชื่อมต่อเข้ากับระบบวิทยุคมนาคม ในระบบ VHF/FM ความถี่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานสำหรับ กระทรวงสาธารณสุข เช่น e – RadioTeamspeak	- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - โรงพยาบาล	-มีผู้รับผิดชอบ กำหนดบทบาท หน้าที่ชัดเจน -ระบุหน่วยงาน บำรุงรักษา -มีผู้ปฏิบัติงาน วิทยุคมนาคม ตลอด ๒๔ ชั่วโมง -มีรูปแบบ ทางเลือกในการติดต่อสื่อสาร วิทยา ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารทั้งภายใน และภายนอก หน่วยงาน สาธารณสุข
	หากดำเนินการในรูปแบบดังกล่าวทำให้สามารถประสานงานกันได้ทั่วประเทศ การสื่อสารในปัจจุบันจะใช้เครือข่ายสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เป็นการสื่อสารที่กว้างไกลและยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารได้ - ประชุมชี้แจง กำหนดแผนการดำเนินงาน - จัดเตรียมแผนเตรียมความพร้อมประจำปี ซึ่งเป็นแผนเตรียมความพร้อมระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม/แผนปฏิบัติการระบบวิทยุคมนาคมในภาวะวิกฤติ	= สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด	-จัดประชุมฯ ชี้แจงซักซ้อมความเข้าใจ -มีการกำหนดแผนเตรียมความพร้อมการสื่อสาร
๒. จัดทำแผนการใช้วิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ	๑. การเตรียมความพร้อมด้าน Hardware -จัดหาเครื่องวิทยุคมนาคมที่มีคุณภาพ และอุปกรณ์ประกอบที่ต้องมีการติดตั้งระบบอย่างถูกต้องตามหลักทางด้านวิศวกรรมและสภาพแวดล้อมของสถานบริการ -การบำรุงรักษาเครื่องวิทยุคมนาคม ตามระยะเวลา การดูแลเครื่องวิทยุคมนาคม พร้อมอุปกรณ์ยังมีความจำเป็น อันส่งผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคม -การทดสอบสัญญาณความชัดเจน เพื่อให้พร้อมสำหรับการใช้งานวิทยุคมนาคม	- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ - สาธารณสุข	-มีแผนการใช้วิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และ

ด้านการแพทย์และการสาธารณสุข	ตลอดเวลาในระบบสื่อสารด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมทั้งระบบ HF/SSB หรือ ระบบ VHF/FM เป็นสิ่งที่ทำให้ระบบวิทยุคมนาคมสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา ต้องมีการเตรียมความพร้อมระบบสื่อสาร -การติดตั้งเสาบนอาคารสำนักงานหรือโรงพยาบาล เพื่อให้สามารถสื่อสารได้ไกลขึ้น -ออกแบบให้สถานีวิทยุคมนาคมกระจายคลื่นครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการเฉพาะจังหวัดนั้น รวมทั้งการใช้สายอากาศที่มีคุณภาพใน	จังหวัด - โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข	การสาธารณสุขด้าน Hardware Soft ware และPeople ware
	การรับและส่งสัญญาณ--ออกแบบให้ระบบสื่อสารคมนาคมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในระบบสื่อสารวิทยุคมนาคมเป็นระบบที่ใช้ในการสื่อสารระยะไกลภายในจังหวัดเท่านั้น หากต้องการใช้การสื่อสารให้ได้พื้นที่ใช้งานกว้างไกล จะต้องเพิ่มความสูงของเสาประสิทธิภาพของสายอากาศ ๒. การเตรียมความพร้อมด้าน Soft ware ๑) มีคู่มือปฏิบัติงานวิทยุคมนาคม เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ด้านการแพทย์และการสาธารณสุขของหน่วยงานทั้งระบบ HF/SSB ระบบ VHF/FM และระบบ e-Radio Teamspeak หรือ VoIP ระบบวิทยุที่ใช้ประสานงานรวมทั้งระบบทวนสัญญาณวิทยุ ๒) โครงข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคม ในระบบ VHF/FM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสื่อสารวิทยุคมนาคมในการเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ด้านการแพทย์และการสาธารณสุขที่เหมาะสมกับบริบทของหน่วยงานดังนี้ -โครงข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคมในระบบ VHF/FM การประสานงานและควบคุมข่ายระดับจังหวัดสถานีแม่ข่ายประจำจังหวัด ในการฝึกซ้อมทาง ซึ่งเป็นไปตามสายงานการบังคับบัญชาและการประสานงานในระบบวิทยุคมนาคมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน รวมถึงการส่งต่อผู้ป่วยฉุกเฉินมายังโรงพยาบาลศูนย์หรือโรงพยาบาลทั่วไป -โครงข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคมในระบบ VHF/FM ให้ประสานงานระดับโรงพยาบาลชุมชน -โครงข่ายสื่อสารวิทยุคมนาคมในระบบ VHF/FM ระดับสถานีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หรือสถานีอนามัย ประสานงานและรับส่งข่าวสารกับโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่	- สำนักบริหารการสาธารณสุข - สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข - กรมวิชาการสาธารณสุข - สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข	-มีแผนการใช้วิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และการสาธารณสุขด้าน Hardware Soft ware และPeople ware
	๓. การเตรียมความพร้อมด้าน People ware - การพัฒนาศักยภาพบุคลากร ผ่านการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน หรือเจ้าหน้าที่รับผิดชอบระบบวิทยุสื่อสารคมนาคมเพื่อซักซ้อมการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม แก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ที่มีจิตอาสาและ มีทักษะ ประสบการณ์การใช้เครื่องวิทยุคมนาคม รวมถึงผู้ปฏิบัติงาน หรือเจ้าหน้าที่รับผิดชอบระบบวิทยุสื่อสาร เพื่อให้ได้รับใบอนุญาตในการใช้วิทยุคมนาคม และนามเรียกขาน ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารทางวิทยุ ซึ่งสอดคล้องกับระเบียบกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยการควบคุมการใช้เครื่องวิทยุแบบส่งเคราะห์ความถี่ พ.ศ. ๒๕๕๕	-สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข -กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข	-มีแผนการใช้วิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติด้านการแพทย์และการสาธารณสุขด้าน Hardware Soft wareและPeople ware

๓.การบริหารจัดการ	ประกอบด้วย -พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. ๒๕๔๘ -ระเบียบว่าด้วยการรักษาความปลอดภัยแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๑๗ ๒) จัดทำแนวปฏิบัติ) การบริหารจัดการระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ของทุกหน่วยงานสาธารณสุข ในระดับภูมิภาค ดังนี้ (๑) สถานการณ์และความเป็นมา เช่น วัตถุประสงค์ คำนียามศัพท์ โครงสร้างและองค์ประกอบของทิมวิทยุฯ คุณลักษณะของทิมวิทยุฯ ลักษณะการปฏิบัติงานของทิมวิทยุ รูปแบบการวางระบบวิทยุคมนาคม และปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน (๒) ระบบวิทยุคมนาคมเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ด้านการแพทย์และการสาธารณสุขของหน่วยงานสาธารณสุข เช่น -บทบาทหน้าที่และขั้นตอนการดำเนินงานของทิมวิทยุฯ หน่วยงาน -บทบาทหน้าที่และขั้นตอนการดำเนินงานของทิมวิทยุฯ ระดับจังหวัด และระดับอำเภอ -บทบาทหน้าที่และขั้นตอนการดำเนินงานของทิมวิทยุฯ ระดับตำบล (๓) เครื่องวิทยุคมนาคม ระบบ HF/SSB ระบบ VHF/FM และระบบ e-Radio หรือ VOIP ระบบวิทยุที่ใช้เชื่อมโยงสัญญาณวิทยุ และระบบทวนสัญญาณวิทยุและเครือข่ายหน่วยงาน (ส่วนกลาง)กระทรวง และ(ระดับชาติ) การเชื่อมโยงสัญญาณวิทยุผ่านระบบเครือข่ายระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล หน่วยงานในจังหวัดและนอกจังหวัด เช่น หน่วยงานราชการในจังหวัด สาธารณสุข	-สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข -สถานีอนามัย/โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล -กองวิศวกรรมการแพทย์ -กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ	การบริหารจัดการระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ของทุกหน่วยงานสาธารณสุข ในระดับภูมิภาค
	(๔) การบริหารจัดการระบบวิทยุคมนาคม ที่ใช้ในหน่วยงาน (๕) วิธีปฏิบัติงานการใช้งานระบบวิทยุคมนาคม ในการเฝ้าระวัง การสั่งการสนับสนุนช่วยเหลือด้านทรัพยากร และการดูแลช่วยเหลือผู้เจ็บป่วย ในระยะเตรียมการก่อนเกิดเหตุ และระยะเกิดเหตุ (๖) สนับสนุนการลงทุน (เพิ่มเติม) (๗) การคงไว้ของระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม การดูแล/ซ่อมบำรุง (๘) ตัวชี้วัดความสำเร็จระบบการสื่อสารวิทยุคมนาคม (๑๐) ทดสอบระบบสัญญาณเรียกขาน (นามเรียกขาน)	-สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข -สถานีอนามัย/โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	-พบมีการปฏิบัติตามแนวปฏิบัติ (พิมพ์เขียว) การบริหารจัดการระบบสื่อสารวิทยุคมนาคม เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ ของทุกหน่วยงานสาธารณสุข ในระดับภูมิภาค
๔. การซ่อมแผนระบบวิทยุคมนาคม	จัดทำแผนการซ่อมระบบวิทยุคมนาคม -จัดประชุมฯ เตรียมความพร้อมแผนการซ่อมระบบวิทยุคมนาคม -มีการฝึกซ้อมระบบวิทยุคมนาคมอย่างน้อยปีละ ๑ ครั้ง -กำหนดแนวทางการติดตาม ประเมินผล องค์ประกอบของระบบวิทยุคมนาคม เช่น ด้าน Hardware ด้าน Software ด้าน People wareระบบการใช้วิทยุคมนาคม และประโยชน์ในการใช้งาน	-กองวิศวกรรมการแพทย์ -กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ -สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุข	-มีแผนการซ่อมระบบวิทยุคมนาคม -มีการซ่อมแผนระบบวิทยุคมนาคม

		จังหวัด -โรงพยาบาลใน สังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานีนามัย/ โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพ ตำบล	
--	--	--	--

ขณะเกิดเหตุ

การสนับสนุนสิ่ง ต่างๆให้กับฝ่าย ปฏิบัติการ	๑. การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์/เครื่องมือวิทยุคมนาคมให้มีความพร้อมเพื่อการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในขณะเกิดเหตุ อาทิเช่น - วิทยุสื่อสาร/แบตเตอรี่สำรอง - โทรศัพท์มือถือ - หมายเลขโทรศัพท์หน่วยงาน/บุคคลที่เกี่ยวข้อง - ย่านความถี่วิทยุ - แผนที่การเดินทาง ๒. หลักปฏิบัติในการใช้วิทยุสื่อสารการใช้วิทยุสื่อสารเป็นทั้งศาสตร์และเป็นทั้งศิลป์ เพื่อให้การใช้วิทยุสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจึงควรปฏิบัติดังนี้ ๑. ก่อนใช้เครื่องวิทยุส่งข่าว ควรแน่ใจว่าจะไม่ทำให้เกิดการรบกวนหรือขัดขวางการส่งข่าวของผู้อื่น ถ้าหลีกเลี่ยงได้ ๒. ควรแจ้งนามเรียกขานให้ถูกต้องและชัดเจนทุกครั้งที่มีการเรียกขานและก่อนจบข้อความ ๓. ควรเรียบเรียงข้อความข่าวให้สั้นเท่าที่จำเป็น ข้อความใดที่ไม่มีความหมายไม่ควรใช้ ๔. ควรใช้ความถี่ให้น้อยที่สุด ควรใช้คำย่อ หรือภาษาที่กำหนดให้ใช้ในข่ายสื่อสารนั้น ๆ เช่น ประมวลสัญญาณ ว. ๕. การแบ่งวรรคตอนไม่ถูกต้อง อาจทำให้ความหมายของข่าวผิดไป เมื่อจบประโยคควรปล่อยคีย์สแต็กเล็กน้อยเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้อื่นเรียกเข้าได้บ้างถ้ามีความจำเป็น ๖. ควรใช้การอ่านออกเสียงตัวอักษร (PHONETIC ALPHABET) ช่วยให้การส่งข่าวถูกต้อง และรวดเร็วขึ้น ๗. พยายามลดหรือหลีกเลี่ยงเสียงรบกวนรอบๆ ตัว	-สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานีนามัย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบประเมิน -การตรวจสอบ -การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์/ เครื่องมือวิทยุคมนาคม
--	---	--	--

	ในขณะที่ส่งข่าว เช่น เสียงเพลง เสียงพูดคุย ๘. การรับส่งข่าวทุกครั้ง ควรมีการจดบันทึกข้อความให้ถูกต้อง รวมทั้งวันเวลา ผู้รับข่าว ผู้ส่งข่าว เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงภายหลัง ๙. ให้โอกาสสถานีที่มีข่าวสำคัญเร่งด่วน ข่าวฉุกเฉินส่งข่าวก่อน ๑๐. ในการเรียกขานไม่ควรเรียกเกิน ๓ ครั้ง และการเรียกทุกครั้งต้องทิ้งช่วงให้ผู้เรียกได้มีเวลาตอบด้วย ๑๑. ในกรณีที่มีเรื่องด่วนต้องการแทรกหรือขัดจังหวะการส่งข่าว ควรดูจังหวะที่คู่สถานีจบข้อความที่สำคัญแล้ว ถ้าคอยได้ ๑๒. พนักงานวิทยุที่ดีต้องรู้จักหน้าที่ มีความรับผิดชอบ มีอัธยาศัยเอื้ออารี มีน้ำใจไม่กระทำการใด ๆ ที่ไม่ถูกต้อง		
วิธีปฏิบัติในการติดต่อสื่อสาร ๒. วิธีปฏิบัติในการติดต่อสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุ ๑) ต้องจดบันทึกหรือเตรียมข้อความที่จะพูดไว้ก่อนเพื่อความรวดเร็ว การทวงถามความถูกต้อง และเป็นหลักฐานในการติดต่อสถานีแม่ข่าย ๒) ข้อความที่จะพูดทางวิทยุคมนาคม ต้องสั้น กระชับ ชัดเจน และได้ใจความ ๓) ก่อนพูดต้องฟังก่อนว่าข่ายสื่อสารนั้นว่างหรือไม่ เพื่อจะได้ไม่เกิดการรบกวนการทำงานของสถานีอื่น โดยต้องใช้นามเรียกขานที่กำหนดให้เท่านั้น ๔) ตรวจสอบนามเรียกขานของหน่วยงานหรือบุคคลที่จะต้องทำการติดต่อสื่อสารก่อน ๕) การเรียกขานหรือการตอบการเรียก ต้องปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติของข่ายสื่อสารการเรียกขาน การเรียกขานต้องครบองค์ประกอบ ดังนี้ ๑) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่ถูกเรียก ๒) “จาก” ๓) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่เรียก ๔) “เปลี่ยน” การตอบรับการเรียกขาน การตอบในการเรียกขาน ครั้งแรกต้องตอบแบบเต็มซึ่งประกอบด้วย ๑) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่เรียก	๒. วิธีปฏิบัติในการติดต่อสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุ ๑) ต้องจดบันทึกหรือเตรียมข้อความที่จะพูดไว้ก่อนเพื่อความรวดเร็ว การทวงถามความถูกต้อง และเป็นหลักฐานในการติดต่อสถานีแม่ข่าย ๒) ข้อความที่จะพูดทางวิทยุคมนาคม ต้องสั้น กระชับ ชัดเจน และได้ใจความ ๓) ก่อนพูดต้องฟังก่อนว่าข่ายสื่อสารนั้นว่างหรือไม่ เพื่อจะได้ไม่เกิดการรบกวนการทำงานของสถานีอื่น โดยต้องใช้นามเรียกขานที่กำหนดให้เท่านั้น ๔) ตรวจสอบนามเรียกขานของหน่วยงานหรือบุคคลที่จะต้องทำการติดต่อสื่อสารก่อน ๕) การเรียกขานหรือการตอบการเรียก ต้องปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติของข่ายสื่อสารการเรียกขาน การเรียกขานต้องครบองค์ประกอบ ดังนี้ ๑) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่ถูกเรียก ๒) “จาก” ๓) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่เรียก ๔) “เปลี่ยน” การตอบรับการเรียกขาน การตอบในการเรียกขาน ครั้งแรกต้องตอบแบบเต็มซึ่งประกอบด้วย ๑) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่เรียก	สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข สาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานีนามัย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบบันทึก -วิธีปฏิบัติการติดต่อสื่อสารสำรอง โดยใช้วิทยุฯ

	๒) “จาก” ๓) “นามเรียกขาน” ของสถานี บุคคลฯ ที่ถูกเรียก ๔) “เปลี่ยน” ๓. ขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร ๑) การติดต่อสื่อสารโดยทั่วไปเรียกศูนย์ฯ ที่สังกัด -การเรียกขาน/การตอบ -ใช้นามเรียกขานที่กำหนด ๒) แจ้งข้อความ/วัตถุประสงค์/ความต้องการ -สั้น กระชับ ชัดเจน ได้ใจความ -ใช้ประมวลสัญญาณ ว. ที่กำหนด ๓) จบข้อความลงท้ายคำว่าเปลี่ยน	-สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข -สาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานีนอนัมย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบบันทึก -ขั้นตอนการสื่อสารสำรอง โดย วิทยาฯ -ผังขั้นตอนการสื่อสาร โดยวิทยาฯ
วิธีปฏิบัติในการ ติดต่อสื่อสาร สำรอง โดยใช้ วิทยุคมนาคม	๔. การรับ/แจ้งเหตุฉุกเฉิน หรือภัยพิบัติ ๑) เมื่อพบเหตุหรือต้องการความช่วยเหลือให้แจ้ง ศูนย์ฯ ที่สังกัดหรือสัญญาณ ที่สามารถติดต่อ สื่อสารได้ ๒) เตรียมรายละเอียด (ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร) ของเหตุเพื่อจะได้แจ้งได้ทันที ๓) เมื่อแจ้งเหตุแล้วควรเปิดเครื่องรับ – ส่งวิทยุให้ พร้อมไว้เพื่อจะได้ฟังการติดต่อประสานงาน รายละเอียดเพิ่มเติม ๔) เมื่อแจ้งเหตุแล้วควรรายงานความคืบหน้าใน การประสานงานเป็นระยะ ๕) เมื่อมีผู้แจ้งเหตุแล้วไม่ควรสอดแทรกเข้าไป ควร ฟังอย่างสงบเพื่อให้เกิดการรบกวนและความสับสน ๕. มารยาทและข้อห้ามการใช้วิทยุสื่อสาร ๑) ไม่ติดต่อกับสถานีที่ใช้นามเรียกขานไม่ถูกต้อง ๒) ไม่ส่งข่าวสารที่เกี่ยวกับข่าวทางธุรกิจการค้า ๓) ไม่ใช้อื้อยคำที่ไม่สุภาพ หรือหยาดคายในการ ติดต่อสื่อสาร ๔) ไม่แสดงอารมณ์โกรธในการติดต่อสื่อสาร ๕) ห้ามการส่งข่าวสารอันมีเนื้อหาละเมิดต่อ กฎหมายบ้านเมือง ๖) ไม่ส่งเสียงดนตรี รายการบันเทิง และการ โฆษณาทุกประเภท ๗) ให้โอกาสสถานีที่มีข่าวสำคัญ เร่งด่วน ข่าว ฉุกเฉิน ส่งข่าวก่อน ๘) ยินยอมให้ผู้อื่นใช้เครื่องวิทยุคมนาคม ๙) ห้ามติดต่อสื่อสารในขณะมีนเมาสุราหรือ	-สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานีนอนัมย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบบันทึก -ขั้นตอนการรับ/แจ้งเหตุฉุกเฉิน หรือภัยพิบัติฯ -ผังขั้นตอนการรับ/แจ้งเหตุ ฉุกเฉิน หรือภัยพิบัติ

	ควบคุมสติไม่ได้ ๑๐) ในกรณีที่มีเรื่องเร่งด่วนต้องการส่งแทรกหรือ ขัดจังหวะการส่งข่าวควรรอจังหวะที่คู่สถานีจบ ข้อความที่สำคัญก่อนแล้วจึงส่ง		
วิธีปฏิบัติในการ ติดต่อสื่อสาร สำรอง โดยใช้ วิทยุคมนาคม	๖. การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องวิทยุ คมนาคม ๑) การใช้เครื่องวิทยุคมนาคมชนิดมือถือไม่ควรอยู่ ใต้สายไฟฟ้าแรงสูง ต้นไม้ใหญ่ สะพานเหล็ก หรือ สิ่งกีดขวางอื่นที่เป็นอุปสรรคในการใช้ความถี่ วิทยุ ๒) ก่อนใช้เครื่องวิทยุคมนาคมให้ตรวจสอบว่า สายอากาศ หรือสายนำสัญญาณต่อเข้ากับขั้ว สายอากาศเรียบร้อยหรือไม่ ๓) ขณะส่งออกอากาศไม่ควรเพิ่มหรือลดกำลังส่ง (HI – LOW) ๔) ในการส่งข้อความ หรือพูดแต่ละครั้งอย่ากด สวิตช์ (PTT) ไม่ควรส่งนานเกินไป (เกินกว่า ๓๐ วินาที) แบตเตอรี่ ๑) แบตเตอรี่ใหม่ให้ทำการประจุกระแสไฟฟ้าครั้ง แรก ก่อนการนำไปใช้ ๒) ถ้าแบตเตอรี่สกปรกทั้งที่ตัวเครื่องรับ – ส่ง และ ขั้วแบตเตอรี่ให้ทำความสะอาดโดยใช้ยางลบ สำหรับลบหมึกทำความสะอาด	สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานอนามัย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบบันทึก -ขั้นตอนการใช้และการบำรุง รักษาเครื่องวิทยุคมนาคม -ผังขั้นตอนการใช้และการบำรุง รักษาเครื่องวิทยุคมนาคม
วิธีปฏิบัติในการ ติดต่อสื่อสาร สำรอง โดยใช้ วิทยุคมนาคม	สายอากาศ ๑) ความยาวของสายอากาศจะต้องสัมพันธ์กับ ความถี่วิทยุที่ใช้งาน ๒) สายอากาศชนิดชัก ต้องชักสายอากาศให้สุด ในขณะที่ใช้งาน และเก็บที่ละท่อน การพกพาเครื่องวิทยุคมนาคม ๑) วิทยุสื่อสารให้ใช้ได้เฉพาะพื้นที่ที่ได้รับอนุญาต ๒) การพกพาเครื่องวิทยุชนิดมือถือ ต้องนำ ใบอนุญาตติดตัวไปด้วย หรือถ่ายสำเนาและมีการ รับรองสำเนาด้วย ๓) การพกพาเครื่องวิทยุชนิดมือถือเข้าไปใน สถานที่ต่างๆ ควรพิจารณาถึงสภาพของสถานที่ ด้วยว่าควรปฏิบัติอย่างไร เช่น ในห้องประชุม ใน ร้านอาหาร ถ้าจำเป็นควรใช้หูฟัง ๔) ขณะพกพาวิทยุคมนาคมควรแต่กายให้	สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข -สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด -โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง สาธารณสุข -สถานอนามัย/โรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล	-เอกสาร/แบบบันทึกขั้นตอนการ ใช้และการบำรุงรักษาเครื่องวิทยุ คมนาคม -ผังขั้นตอนการใช้และการบำรุง รักษาเครื่องวิทยุคมนาคม

	เรียบร้อย และมิดชิดโดยสุภาพ ๕) ในกรณีที่มีเจ้าหน้าที่ขอตรวจสอบ ควรให้ความ ร่วมมือ โดยสุภาพ		
--	--	--	--

บทที่ ๗

ขั้นตอนการดำเนินงาน ตรวจสอบ บำรุงรักษาสถานีทวนสัญญาณและสถานีควบคุมข่ายวิทยุคมนาคม ของกระทรวงสาธารณสุข จำนวน ๖ แห่ง)

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

- ทำการประสานงานกับหน่วยงานเป้าหมายที่เป็นที่ตั้งของสถานีฯ
- ออกปฏิบัติการตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนานให้มีความพร้อมติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา คือสถานี
ทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม และสถานีวิทยุคมนาคม จำนวน ๕ แห่ง ได้แก่
 ๑. สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท
 ๒. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข
 ๓. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่)
 ๔. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ
 ๕. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์)

มีจำนวน ๕ ระบบได้แก่

๑. ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHF
๒. ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB
๓. ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)
๔. ระบบ E-RADIO
๕. ระบบ TEAM SPEAK

โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดการตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนาน ดังนี้

- ทำการตรวจสอบ ตรวจเช็คความพร้อมใช้ของระบบสื่อสารได้แก่ ระบบวิทยุคมนาคม (ย่าน VHF, HF/SSB)
ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม และระบบ E-RADIO & TEAMSPEAK
- ทำการตรวจสอบ ตรวจเช็ค (Check Lish) ตามแบบตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนานดังนี้
 ๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค
ยี่ห้อรุ่น ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series
 ๒. ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity (ค่าที่วัดได้ต้องไม่เกิน ๐.๕ uv.)
 ๓. ภาคลส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT) วิทยุคมนาคมชนิดมือถือไม่เกิน
๕W ชนิดติดรถยนต์ไม่เกิน ๓๐W ชนิดประจำที่ไม่เกิน ๖๐W ชนิดประจำที่ย่าน HF/SSB ไม่เกิน ๑๐๐W
(ค่าที่ VSWR ที่วัดได้ต้องไม่เกิน ๑:๒)
 ๔. ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ E-RADIO & TEAMSPEAK
 ๕. การเชื่อมต่อ (INTERFACE) E-RADIO & TEAMSPEAKเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต
 ๖. ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ
 ๗. แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)

๘. ผลการตรวจเช็คความชัดเจน (ว๑๖) กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย

๙. รายชื่อ ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ เจ้าหน้าที่หน่วยงานหมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงาน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ ตรวจเช็ค ดังนี้

๑. WATTMETER ยี่ห้อ BIRD Model ๔๓ สำหรับวัดค่ากำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ
๒. RF COMMUNICATION TEST SET ยี่ห้อ Agilent รุ่น ๘๙๒๐A สำหรับวัดค่าความไวภาครับ Sensitivity ,ค่ากำลังส่ง,ค่าความถี่รับ-ส่ง,ค่าDiviation,ค่าCTCSS
๓. MULTIMETER ยี่ห้อ Fluke สำหรับวัดค่าแรงดัน (V) กระแส(A)

ผลการดำเนินงาน

๑. สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ที่อยู่ กองวิศวกรรมการแพทย์ ๘๘/๓๓ หมู่ ที่๔ ซอย สาธารณสุข ๘ ตำบล ตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี นนทบุรี ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๓ เมตร เสาอากาศชนิดสามเหลี่ยมสูง ๓๐ เมตร ตั้งอยู่บนอาคารสูง ๑๕ เมตร

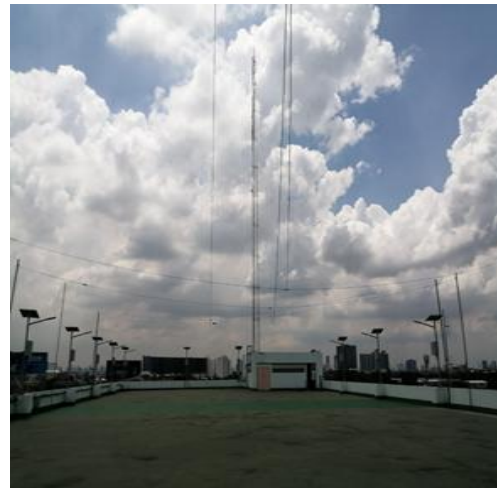
สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHFความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน VHF	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series	/		จากการตรวจสอบ วิเคราะห์พบว่าวิทยุคมนาคมภาครับRXปกติ ภาคส่งTXไม่มีกำลังส่งออกอากาศพบสาเหตุว่า
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity	/		แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) มีแรงดันที่
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)	/		๑๐V ซึ่งตามมาตรฐานแรงดันแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนให้กับวิทยุ
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ	/		คมนาคม คือ ๑๒.๐V - ๑๓.๘V จึงทำการปรับแรงดันของ
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/		แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) เป็นแรงดัน
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/		๑๒.๕ Vภาคส่งวิทยุคมนาคมจึงสามารถมีกำลังส่งออกอากาศตามปกติ

สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวเวส และพญาไท				
ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX)๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวเวส และพญาไท				
ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)ทดสอบกับ สถานีฯเขาใหญ่ ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๑๒๕ MHz				
ภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๘๗๕ MHz, ม.ธรรมศาสตร์ท่าพระจันทร์และสถาบันมะเร็งแห่งชาติ				
ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz ภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๒๒๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	

	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)	/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศ ชนิดสายนำสัญญาณ	/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	

สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบกับสถานีลูกข่าย				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบรับ-ส่ง RX-TX		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	



รูปที่ ๔๐ แสดงเจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสารสถานีควบคุมข่ายสื่อสารสาธารณะ ศูนย์เทเวศร์ และพญาไท

๒. สถานีวิทยุศูนย์ควบคุมและสั่งการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธจ) ที่อยู่ ๘๘/๒๐ ชั้นที่ ๗สำนักงาน ปลัดกระทรวงสาธารณสุข ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี นนทบุรี ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๓ เมตร เสาอากาศชนิด Self Support สูง ๒๐ เมตร สายอากาศ Dipole ๘ Stack ตั้งอยู่บนอาคารสูง ๒๔ เมตร

สถานีวิทยุศูนย์ควบคุมและสั่งการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธจ) ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHF ทดสอบกับสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน VHF	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีวิทยุศูนย์ควบคุมและสั่งการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธฉ)				
ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ทดสอบกับสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท				
ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีวิทยุศูนย์ควบคุมและสั่งการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธฉ)				
ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)ทดสอบกับ สถานีฯเขาใหญ่ ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๑๒๕ MHz				
ภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๘๗๕ MHz CTCSS ๑๗๙.๙ Hz, ม.ธรรมศาสตร์ท่าพระจันทร์และสถาบันมะเร็งแห่งชาติ				
ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz และภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๒๒๕ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	

	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)	/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ	/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	

สถานีวิทยุศูนย์ควบคุมและสั่งการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธจ) ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบกับสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบรับ-ส่ง RX-TX		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควิทยุคมนาคมความไวภาควิทยุ Sensitive		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	



รูปที่ ๔๑ เจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์ สถานีควบคุมข่ายสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

๓. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเขาเรดาห์ ตั้งอยู่ในสถานีรายงานกาญจนบุรี กองทัพอากาศ บริเวณยอดเขาใหญ่ อ.สังขละบุรี ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรีประมาณ ๑๙ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๑,๕๐๐ เมตร สายอากาศที่มีใช้งานเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack และสายนำสัญญาณ Low Loss จำนวน ๑ ชุด และอุปกรณ์ชุดทวนสัญญาณอื่นๆประกอบไปด้วย Repeater และ Duplexer

ความถี่ภาคส่ง(TX) ๑๕๕.๖๗๕ MHz ภาครับ(RX) ๑๕๒.๒๕๐ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz

สถานีทวนสัญญาณเขาเรดาห์ ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER) ทดสอบจากสถานีโมบายไปยัง สถานีแม่ข่ายสื่อสาร สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกาญจนบุรี ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๖๗๕ MHz และภาคส่ง(TX) ๑๕๒.๒๕๐ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน VHF	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๑. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคม ความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคม กำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	

	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ	/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเขาเรดาห์				
ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ทดสอบจากสถานีฯโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคม ความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคม กำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเขาเรดาห์ ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER) ทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร โรงพยาบาลสังขละบุรี ระยะทาง ๒๐ กิโลเมตร ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๖๗๕ MHz และภาคส่ง(TX) ๑๕๒.๒๕๐ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz			
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา	การแก้ปัญหา
		มี ไม่มี	

ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ ทวนสัญญาณวิทยุ คมนาคม (REPEATER)	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อนรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบ ความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series	/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคม ความไวภาครับ Sensitivity	/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)	/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ	/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเขาเรดาห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบจากสถานีวิทยุคมนาคมโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ระยะทาง ๓๑๘ กิโลเมตร				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อนรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบ รับ-ส่ง RX-TX	/		
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคม ความไวภาครับ Sensitivity	/		
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)	/		
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ	/		
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)	/		

	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	
--	--	---	--



รูปที่ ๔๒ แสดงเจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเขาเรดาห์

๔. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่อยู่ ๒๖๘/๑ ถ.พระราม๖ ราชเทวี กทม. ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๓ เมตร เสาอากาศชนิดสามเหลี่ยม สูง ๓๐ เมตร สายอากาศ Dipole ๘ Stack ตั้งอยู่บนอาคารสูง ๒๗ เมตร

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHFทดสอบจากสถานีฯโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน VHF	๖. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๗. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๘. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	

	๙. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ		/	
	๑๐. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)		/	
	๑๑. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

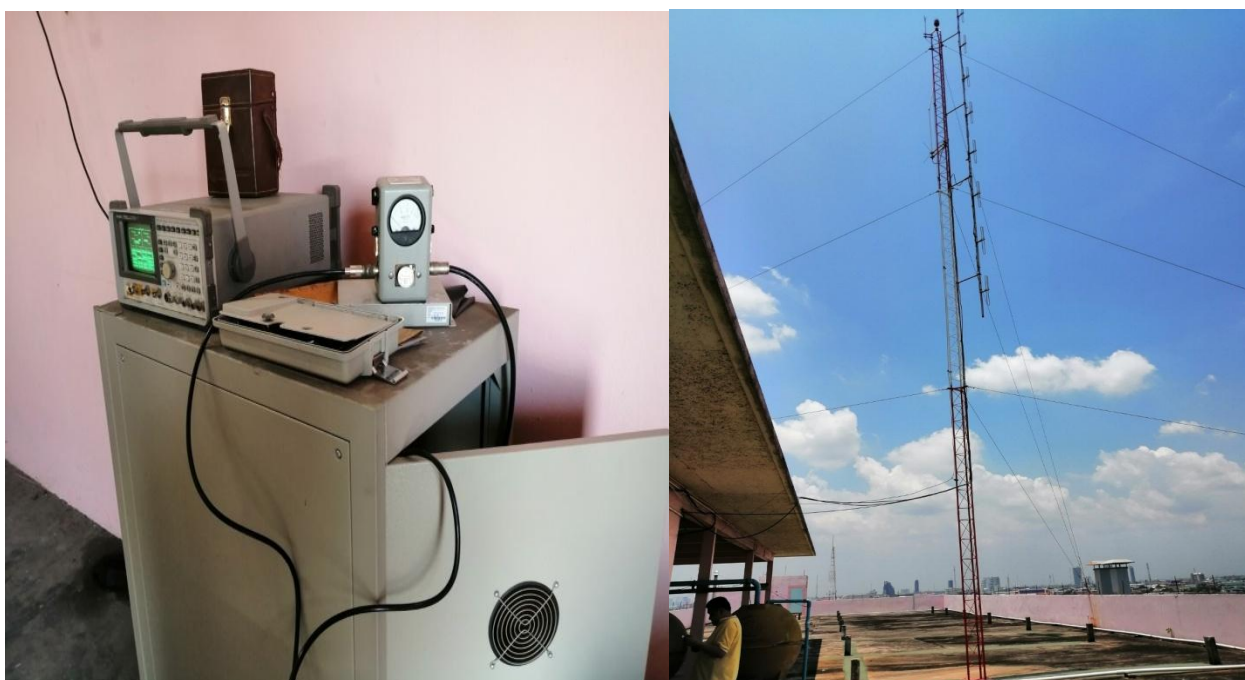
สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX) ๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ วิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๗. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๘. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๙. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๑๐. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ		/	
	๑๑. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)		/	
	๑๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER) ทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และ พญาไทความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz และภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๒๒๕ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	

ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ ทวนสัญญาณวิทยุ คมนาคม (REPEATER)	๗. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๘. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๙. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๑๐. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิด สายนำสัญญาณ		/	
	๑๑. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)		/	
	๑๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็ค ความชัดเจน(๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบจากสถานีวิทยุคมนาคมโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๗. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบรับ-ส่ง RX-TX		/	
	๘. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๙. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	

๑๐.	ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิด สายนำสัญญาณ	/	
๑๑.	ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส (A)	/	
๑๒.	ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็ค ความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/	



รูปที่ ๔๓ แสดงเจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์สถานีทวนสัญญาณฯสถาบันมะเร็งแห่งชาติ

๕. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่) ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๑,๒๖๖ เมตร เสาอากาศชนิด Self Support สูง ๓๐ เมตร ตั้งอยู่บนพื้นดิน สายอากาศ ๕/๘ A

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่)				
ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHFทดสอบจากสถานีฯโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวรส์และพญาไท ระยะทาง ๑๐๐ กิโลเมตร ความถี่ภาครับ ๑๕๓.๘๗๕ MHz CTCSS ๑๗๙.๙ Hz และภาคส่ง(TX) ๑๕๕.๑๒๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ วิทยุคมนาคม ย่าน	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อนั้น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series	/		

VHF	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่) ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท ระยะทาง ๑๐๐ กิโลเมตร ความถี่ภาครับ(RX) และภาควัดส่ง(TX) ๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบวิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็คยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่)
--

ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER) ทดสอบจากสถานีฯ โหมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๑๒๕ MHz ภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๘๗๕ MHz CTCSS ๑๗๙.๙ Hz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ ทวนสัญญาณวิทยุ คมนาคม (REPEATER)	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	จากการตรวจสอบ วิเคราะห์ พบว่า สถานีวิทยุฯแม่ข่าย สื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ไม่สามารถติดต่อกับ
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	โรงพยาบาลปากช่องนานา จนกระทั่งได้ เนื่องจาก
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	สายอากาศ ๕/๘ Λ ขำรดจึงทำ การเปลี่ยนสายอากาศ๕/๘ Λ
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ	/		ต้นใหม่แทนสายอากาศ ๕/๘ Λ ต้นเดิมที่ชำรุดสถานีทวน
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)	/		สัญญาณวิทยุคมนาคมจึง สามารถกลับมาใช้งานได้
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	ตามปกติ

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่) ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบจากสถานีฯ โหมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบรับ-ส่ง RX-TX		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	

	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	



รูปที่ ๔๔ แสดงเจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์ สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา
(เขาใหญ่)

๖. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์(ท่าพระจันทร์) ที่อยู่ เลขที่ ๒ ถนน พระจันทร์ แขวง
พระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๔ เมตร สายอากาศ Dipole ๔
Stack ตั้งอยู่บนอาคารสูง ๓๐ เมตร

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์) ระบบวิทยุคมนาคมย่าน VHFทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) และภาคส่ง(TX)๑๕๕.๗๗๕ MHz			
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา	การแก้ปัญหา

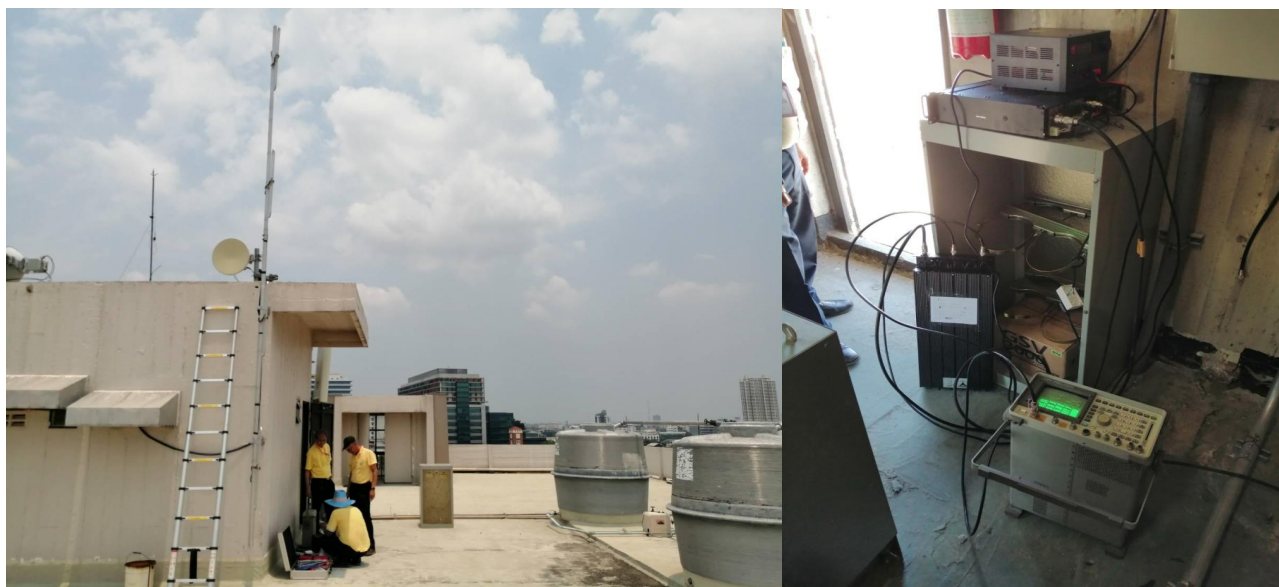
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ วิทยุคมนาคม ย่าน VHF	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์) ระบบวิทยุคมนาคมย่าน HF/SSB ทดสอบจากสถานีโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX)และภาควัด(TX)๗.๖๔๕ MHz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ วิทยุคมนาคม ย่าน HF/SSB	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ		/	

	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุ คมนาคม(Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	

สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์) ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER) ทดสอบจากสถานีฯโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ความถี่ภาครับ(RX) ๑๕๕.๗๗๕ MHz ภาคส่ง(TX) ๑๕๓.๒๒๕ MHz CTCSS ๗๙.๗ Hz				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา
		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร ระบบ ทวนสัญญาณวิทยุ คมนาคม (REPEATER)	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานี วิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบความถี่รับ (RX) ความถี่ส่ง (TX) เลขพัสดุ series		/	จากการตรวจสอบ วิเคราะห์ พบว่า ๑. ชุดDuplexerเดิมชำรุด เนื่องจากกระแสฟ้าผ่าได้ทำการ เปลี่ยนDuplexer ชุดใหม่แทน Duplexerชุดเดิมที่ชำรุด
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความ ไวภาครับ Sensitivity		/	๒. ภาคส่งTXเครื่องทวน สัญญาณวิทยุคมนาคมไม่มีกำลัง ส่งออกอากาศพบสาเหตุว่าPA ภาคส่งชำรุด
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาคส่งวิทยุคมนาคมกำลัง ส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	จึงได้ทำการเปลี่ยนเครื่องทวน สัญญาณวิทยุคมนาคมเครื่อง ใหม่แทนเครื่องทวนสัญญาณ วิทยุคมนาคมเดิมที่ชำรุดสถานี ทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจึง สามารถกลับมาใช้งานได้ ตามปกติ
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสาย นำสัญญาณ	/		
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความ ชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย	/		
สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์) ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK ทดสอบจากสถานีฯโมบายไปยังสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท				
ขั้นตอน	วิธีการ	ปัญหา		การแก้ปัญหา

		มี	ไม่มี	
ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร E-RADIO และ TEAMSPEAK	๑. ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคมวัน เดือน ปี ที่ตรวจสอบ ตรวจเช็ค ยี่ห้อรุ่น ตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบรับ-ส่ง RX-TX		/	
	๒. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาครับวิทยุคมนาคมความไวภาครับ Sensitivity		/	
	๓. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ภาควัดวิทยุคมนาคมกำลังส่งออกอากาศและกำลังส่งสะท้อนกลับ (WATT)		/	
	๔. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชนิดสายอากาศชนิดสายนำสัญญาณ		/	
	๕. ตรวจสอบ วิเคราะห์ แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม (Power Supply) แรงดัน (V) กระแส(A)		/	
	๖. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ผลการตรวจเช็คความชัดเจน(ว๑๖)กับสถานีแม่ข่ายและลูกข่าย		/	



รูปที่ ๔๔ แสดงเจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติการตรวจสอบ วิเคราะห์ ระบบสื่อสาร สถานีทวนสัญญาณ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์)

บทที่ ๘

สรุปผลสำเร็จของการดำเนินการ สรุปภาพรวมการปฏิบัติงาน ปัญหาและอุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหา
ข้อเสนอแนะ

สรุปผลสำเร็จของการดำเนินการ

๑. ระบบสื่อสารคู่ขนานของสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมมีความพร้อมใช้งาน
๒. ระบบสื่อสารคู่ขนานของสถานีวิทยุคมนาคมแม่ข่ายและลูกข่ายจำนวน ๕ ระบบ มีความพร้อมใช้งาน

สรุปภาพรวมการปฏิบัติงาน

รายชื่อสถานี	ระบบวิทยุคมนาคม ยาน VHF	ระบบวิทยุคมนาคม ยาน HF/SSB	ระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม (REPEATER)	ระบบ TEAM SPEAK	ระบบ E-RADIO
๑. สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทเวศร์ และพญาไท	มีความพร้อม	มีความพร้อมติดต่อ	มีความพร้อมติดต่อสื่อสาร	มีความพร้อมติดต่อ	มีความพร้อมติดต่อ
๒. สถานีวิทยุสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา
๓. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดกาญจนบุรี	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา
๔. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา
๕. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สถาบันมะเร็งแห่งชาติ	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา
๖. สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์)	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา	ติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลได้ตลอดเวลา

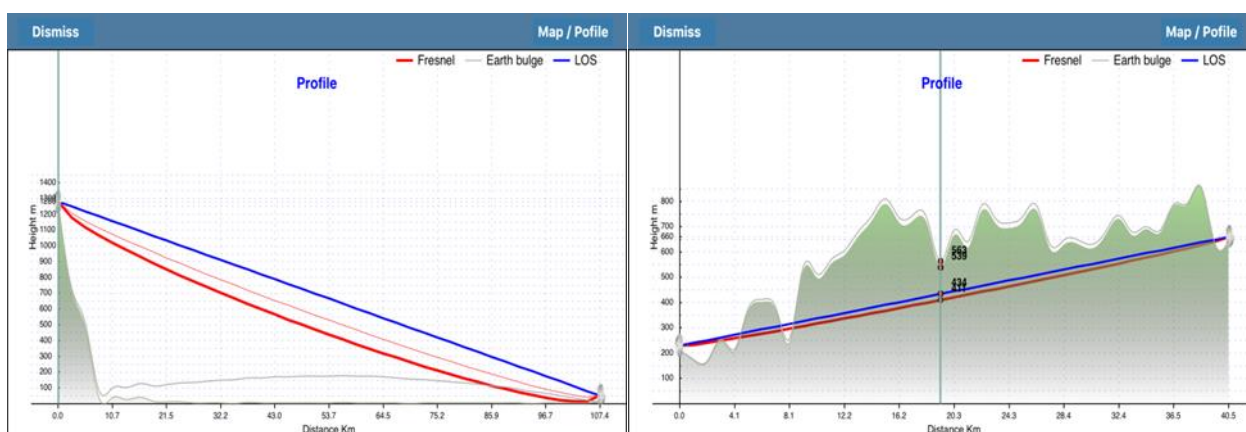
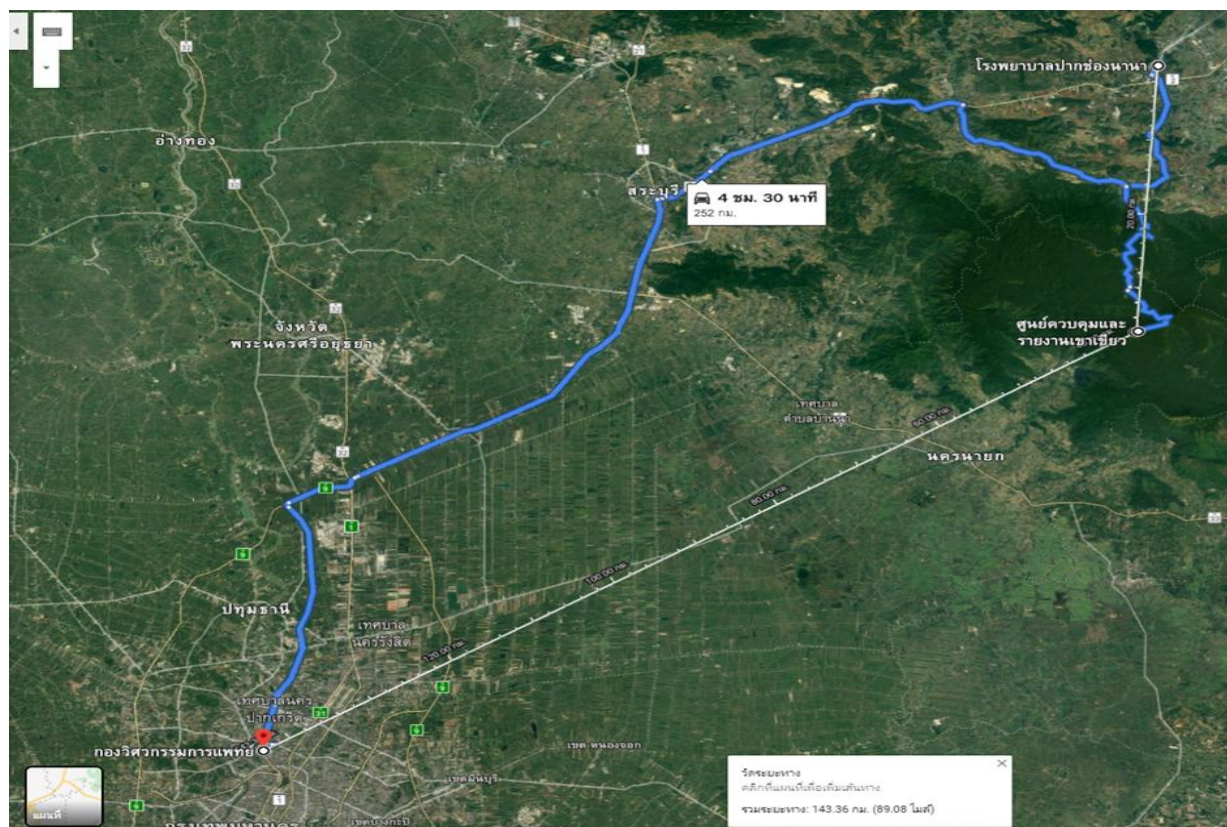
ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหา

รายชื่อสถานี	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางการแก้ปัญหา
--------------	--------------	-------------------

สถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท	วิทยุคมนาคมสถานีแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไท ภาครับRXปกติ ภาคส่งTXไม่มีกำลังส่งออกอากาศ	จากการตรวจสอบ วิเคราะห์ พบสาเหตุว่าแหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) มีแรงดันที่ ๑๐V ซึ่งตามมาตรฐานแรงดันแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนให้กับวิทยุคมนาคม คือ ๑๒.๐V - ๑๓.๘V จึงทำการปรับแรงดันแหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม(Power Supply) เป็นแรงดัน ๑๒.๕ Vภาคส่งวิทยุคมนาคมจึงสามารถมีกำลังส่งออกอากาศใช้งานได้ตามปกติ
สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจังหวัดนครราชสีมา (เขาใหญ่)	สถานีวิทยุแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไทไม่สามารถติดต่อกับโรงพยาบาลปากช่องนานา จ. นครราชสีมาได้	จากการตรวจสอบ วิเคราะห์ พบสาเหตุว่าเนื่องจากสายอากาศ ๕/๘ λ ชำรุดจึงทำการเปลี่ยนสายอากาศ ๕/๘ λ ต้นใหม่แทนสายอากาศ ๕/๘ λ ต้นเดิมที่ชำรุด สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจึงสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติ
สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ท่าพระจันทร์)	สถานีวิทยุแม่ข่ายสื่อสาร เทวะเวสม์ และพญาไทไม่สามารถติดต่อกับสถานีลูกข่ายที่อยู่บริเวณพื้นที่ท้องสนามหลวงได้	จากการตรวจสอบ วิเคราะห์ พบว่า ๑. ชุดDuplexerเดิมชำรุดเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าได้ทำการเปลี่ยนDuplexer ชุดใหม่แทน Duplexerชุดเดิมที่ชำรุด ๒. ภาคส่งTXเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมไม่มีกำลังส่งออกอากาศ พบสาเหตุว่าPAภาคส่งชำรุด จึงได้ทำการเปลี่ยนเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเครื่องใหม่แทนเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมเดิมที่ชำรุด สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมจึงสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติ

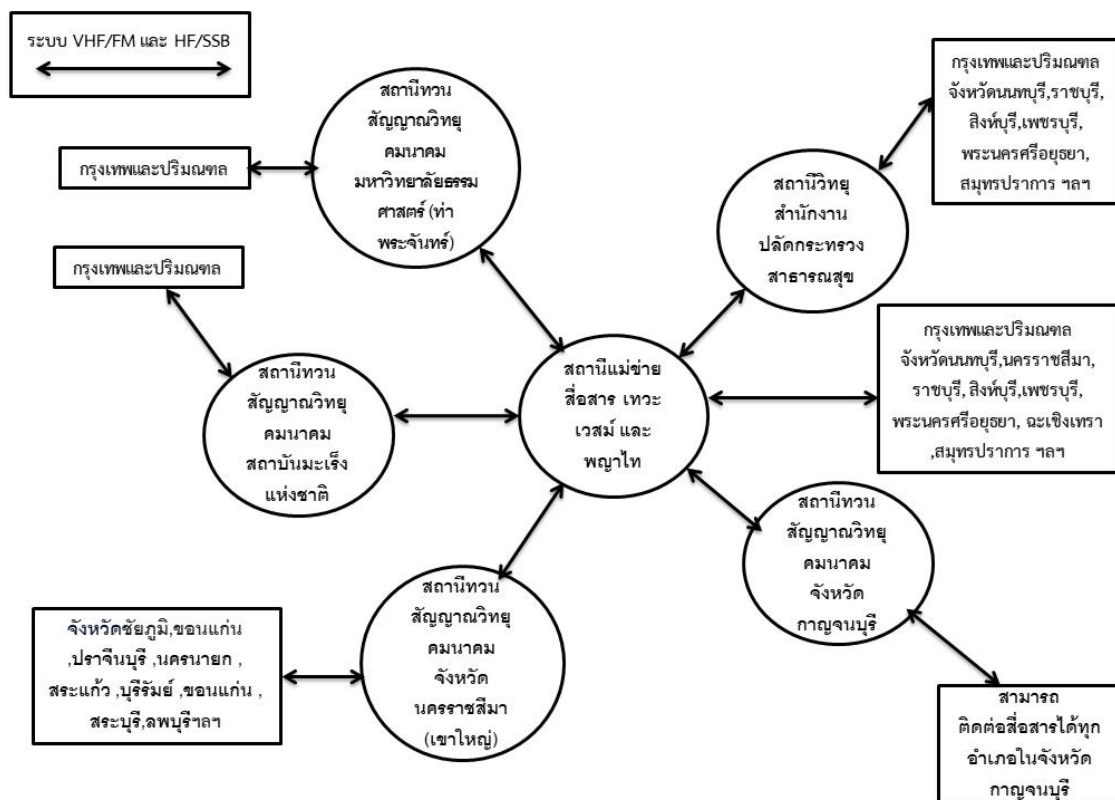
ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสื่อสารคู่ขนานควรมีการเพิ่มรอบบำรุงรักษาเป็น ๒ รอบต่อ ๑ ปี เนื่องจากระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม REPEATER มีการใช้งานมานานเกิน ๑๐ ปี เริ่มมีความเสถียรของการรับ-ส่งที่ลดน้อยลง และควรเพิ่มระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง (SOLAR CELL) ในกรณีกระแสไฟฟ้าหลักขัดข้อง ส่วนระบบ VoIP เช่น ระบบ Teamspeak๓ และระบบ e-Radio ควรมีการ update PC LINK ชุดใหม่ทดแทนPC LINK ชุดเดิมที่ใช้งานตลอด ๒๔ ชั่วโมงมากกว่า ๕ ปี



รูปที่ ๗.๑ แสดงภูมิศาสตร์ระยะทางตรงในการติดต่อสื่อสารทางวิทยุคมนาคมจากสถานีแม่ข่ายเทเวศม์-พญาไทไปยัง สถานีทวนสัญญาณฯเขาเขียว และ สถานีทวนสัญญาณเขาเขียว ไปยัง รพ.ปากช่องนานา.นครราชสีมา

ลำดับ	รายชื่อสถานี	ความสูง (เมตร)	ระยะทางทางอากาศจากสถานีทวนสัญญาณเขาเขียวสูง ๑,๓๐๐ เมตรจากระดับน้ำทะเล	ระดับความชัดเจนของสัญญาณ(ว.๑๖)
๑	รพ.ปากช่องนานา	๓๑๔	๒๐กิโลเมตร	๕
๒	สถานีแม่ข่ายเทเวศม์-พญาไท	๑๐	๑๐๐กิโลเมตร	๕



รูปที่ ๗.๒ โครงข่ายสถานีวิทยุคมนาคม และสถานีวิทยุคมนาคมระบบ VHF/FM และ HF/SSB
จำนวน ๖ แห่ง

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

แบบตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนาน (E-RADIO & TEAMSPEAK)

ตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดข้อมูลของสถานีวิทยุคมนาคม ชื่อหน่วยงาน..... อำเภอ..... จังหวัด.....	ภาครับวิทยุคมนาคม ความไวภาครับ Sensitivity μ V ($\leq 0.5 \mu$ V)	ภาคส่งวิทยุคมนาคม กำลังส่งออกWATT กำลังส่ง สะท้อนกลับWATT	ข้อควรระวัง เปิดระบบ ปฏิบัติ การ E-RADIO & TEAMSPEAK	การเชื่อมต่อ (INTERFACE) E-RADIO & TEAMSPEAK เข้าสู่ระบบ อินเทอร์เนต	ชนิด สายอากาศ ชนิดสายนำ สัญญาณ	แหล่งจ่ายไฟ วิทยุคมนาคม แรงดันV กระแสA	ผลการ ตรวจเช็ค ความ ชัดเจน (วัด๑๖) กับสถานี ☐ เม้าข่าย ☐ ลูกข่าย	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจเช็ค ๑. WATTMETER ชื่อ.....รุ่น..... ๒. RF COMMUNICATION TEST SET ชื่อ.....รุ่น..... ๓. MULTIMETER ชื่อ.....รุ่น.....					
ดี	ชำรุด	ดี	ชำรุด	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ดี	ชำรุด	ดี	ชำรุด	วัด๑๖	หมายเหตุ
ตำแหน่งที่ตั้ง..... ชื่อ.....รุ่น..... ☐ ระบบVHF/FM ☐ ระบบHF/SSB ความถี่รับ (RX).....MHz ความถี่ส่ง (TX).....MHz เลขรหัส.....SS/SSS												☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓ ☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕	
ที่ตั้ง..... ชื่อ.....รุ่น..... ☐ ระบบVHF/FM ☐ ระบบHF/SSB ความถี่รับ (RX).....MHz ความถี่ส่ง (TX).....MHz เลขรหัส.....SS/SSS												☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓ ☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕	
เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ ๑. (.....) ตำแหน่ง..... ๓. (.....) ตำแหน่ง..... วันที่.....เดือน.....ปี.....	๒. (.....) ตำแหน่ง..... (.....) ตำแหน่ง..... วันที่.....เดือน.....ปี.....	เจ้าหน้าที่หน่วยงาน ตำแหน่ง..... วันที่.....เดือน.....ปี..... หมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงาน..... หมายเลขโทรศัพท์ประสานงานของเจ้าหน้าที่.....											

รูปที่ ๗.๒ แบบตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนาน (E-RADIO & TEAMSPEAK)

บรรณานุกรม

๑. <http://dtv.mcot.net/data/manual/book๑๓๐๙๕๖๐๑๙๐.pdf>
๒. http://hq.prd.go.th/engineer/ewt_dl_link.php?nid=๑๖๔
๓. <http://medi.moph.go.th/download/ktc/eradio/Flink.pdf>
๔. <http://medi.moph.go.th/download/ktc/eradio/book/e-radio.pdf>
๕. <http://group.wunjun.com/itsupport/topic/๒๘๔๐๒๖-๗๘๘๖>
๖. <https://www.hs๓nuka.com/antenna/losses-in-transmission-lines/>
๗. <http://medi.moph.go.th/eradio/>

ภาคผนวก