

โครงการส่งเสริม พัฒนาระบบสื่อสารวิทยุคมนาคมให้ครอบคลุมทั่วประเทศ
กิจกรรมการพัฒนารูปแบบโครงข่ายสื่อสารสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมระบบดิจิทัล
ด้านการแพทย์ฉุกเฉินและสาธารณสุข

๑. หลักการและเหตุผล

กระทรวงสาธารณสุขมีการใช้ระบบสื่อสารทางวิทยุคมนาคม ในงานด้านการแพทย์ฉุกเฉินและสาธารณสุข อยู่ตลอดเวลา จากข้อมูลของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ในปีงบประมาณ ๒๕๖๓ มีผู้ป่วยฉุกเฉินทั่วประเทศ ที่ต้องส่งต่อการรักษาพยาบาลมากกว่า ๑๗๐,๐๐๐ คน โดยมีการใช้ระบบสื่อสารทางวิทยุคมนาคมในการติดต่อสื่อสารมากกว่า ๕๐๐,๐๐๐ ครั้ง โดยมีกองวิศวกรรมการแพทย์เป็นหน่วยงานรับผิดชอบการสื่อสารทางวิทยุคมนาคมของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารสนับสนุนงานด้านการแพทย์ฉุกเฉินและสาธารณสุขดังกล่าว ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค

เพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพระบบสื่อสารทางวิทยุคมนาคมให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้น ในปีงบประมาณ ๒๕๖๔ กองวิศวกรรมการแพทย์ จึงจัดทำโครงการดังกล่าว โดยดำเนินการพัฒนารูปแบบโครงข่ายสื่อสารสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมในระบบดิจิทัล เพื่อใช้งานด้านการแพทย์ฉุกเฉินและสาธารณสุข

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนารูปแบบโครงข่ายสื่อสารสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมในระบบดิจิทัล สำหรับใช้งานด้านการแพทย์ฉุกเฉินและสาธารณสุข

๓. เป้าหมาย/ขอบเขตโครงการ

พัฒนารูปแบบสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมระบบดิจิทัล จำนวน ๒ แห่ง ได้แก่ ในพื้นที่จังหวัด นครราชสีมาและกาญจนบุรี ให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ภายในพื้นที่และสามารถติดต่อสื่อสารมายังส่วนกลางได้

๔. วัน เวลา สถานที่

เวลา : วันที่ ๒๒-๒๖ มีนาคม ๒๕๖๔

สถานที่ : ๑) สถานีรายงานเขาเขียว กองทัพอากาศ จ.นครราชสีมา

๒) สถานีทวนสัญญาณเข้านางอ้อ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จ.กาญจนบุรี

๕. วิธีการดำเนินงาน

๑) แต่งตั้งคณะทำงาน

๒) ประชุมคณะทำงานวางแผนการปฏิบัติงานก่อนลงพื้นที่

๓) สำรวจพื้นที่ในการติดตั้งสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม

๖. ผลการดำเนินงาน

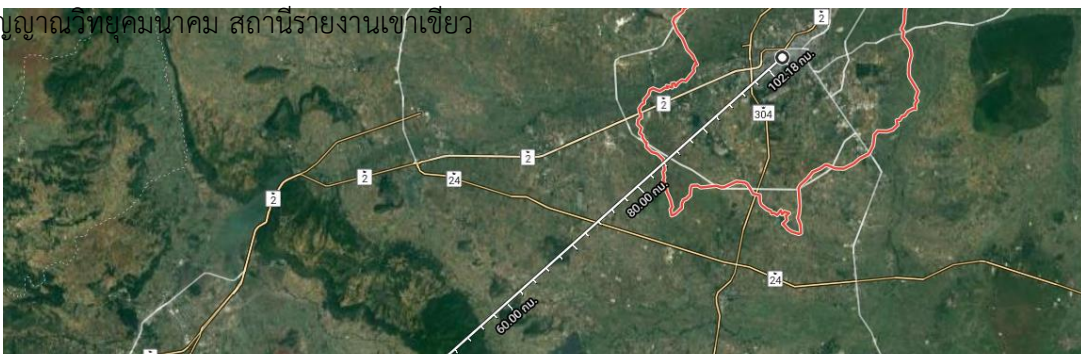
สถานีรายงานเรดาร์เขาเขียว ต.หินตั้ง อ.เมืองนครนายก จ.นครนายก ตั้งอยู่ห่างจาก อ.เมือง นครราชสีมา จ.นครราชสีมา ประมาณ ๑๐๒ กิโลเมตร ห่างจากกองวิศวกรรมการแพทย์ จ.นนทบุรี ประมาณ ๑๐๖ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๑,๒๐๐ เมตร สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมของกอง วิศวกรรมการแพทย์ที่ติดตั้งที่สถานีเรดาร์เขาเขียว มีเสาวิทยุใช้งานเป็นเสา Self Support สูงประมาณ ๓๐ เมตร สายอากาศเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด โดยทิศทางสายอากาศหันไปทางทิศตะวันตกเฉียง เหนือ ใช้สายนำสัญญาณ RG8 ยาว 50 เมตร วัดค่าการสะท้อนสัญญาณด้วยเครื่องวัดกำลังส่งคลื่นวิทยุ (RF Watt Meter) วัดกำลังส่งขาออก (Forward power) ได้ ≥ 50 Watt และวัดค่า Reflected power ได้ 1.2 Watt มี UPS สำรองไฟ 1 เครื่อง เครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมที่ใช้เป็นเครื่องยี่ห้อ TAIT รุ่น TB8100 วัดกำลังส่งได้ 36.5 Watt



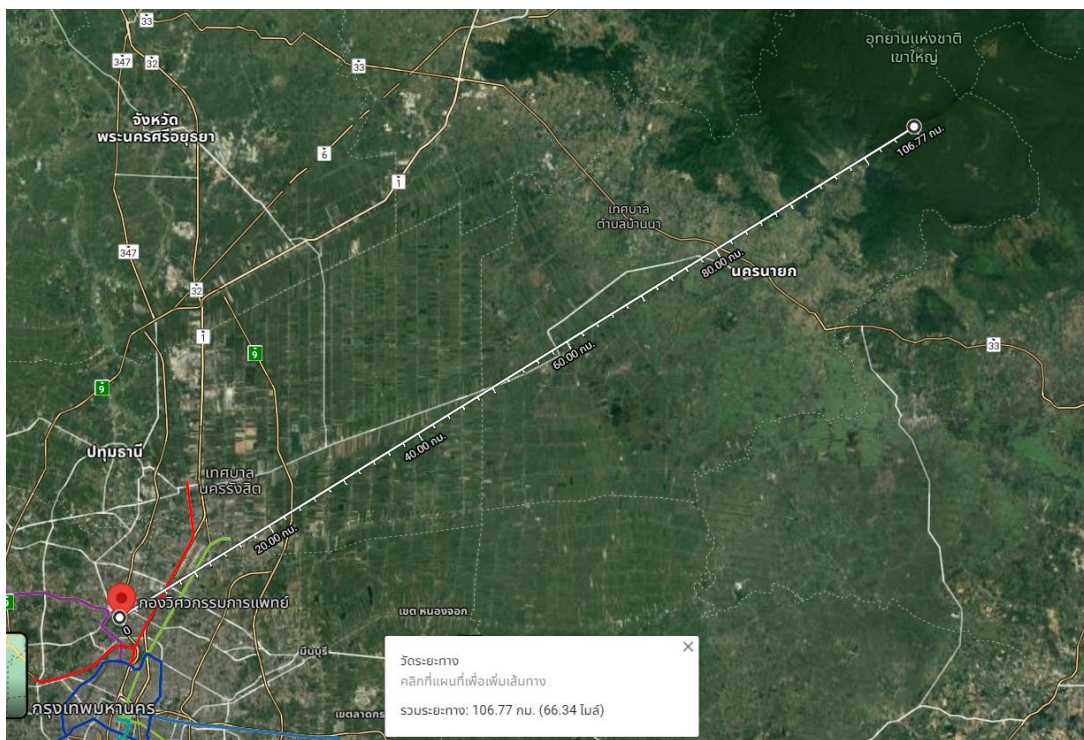
รูปภาพแสดงเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เข้าสำรวจพื้นที่และ ตรวจสอบเช็คระบบทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สถานีรายงานเขาเขียว



รูปภาพแสดงเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เข้าสำรวจพื้นที่และตรวจเช็คระบบ
ทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สถานีรายงานเขาเขียว



รูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมและตัวเมืองนครราชสีมา



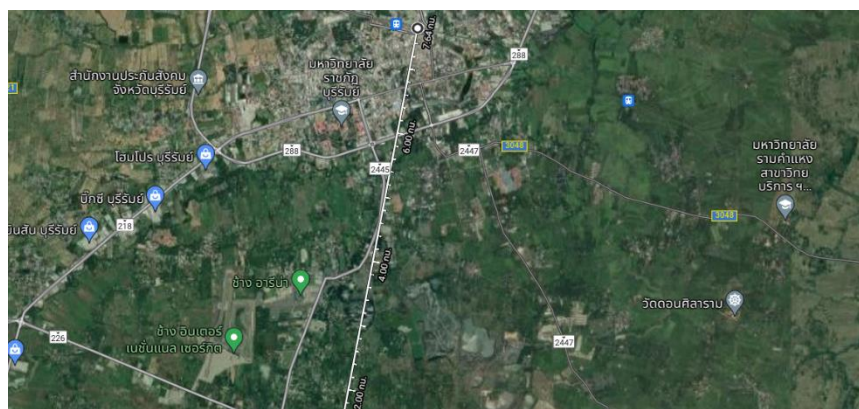
รูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมและกองวิศวกรรมการแพทย์

สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกช่อง ๕ จ.บุรีรัมย์ ต.เสม็ด อ.เมืองบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์ ตั้งอยู่ห่างจาก อ.เมืองบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์ ประมาณ ๗.๖ กิโลเมตร ห่างจากกองวิศวกรรมการแพทย์ จ.นนทบุรี ประมาณ ๓๐๐ กิโลเมตร ห่างจาก สถานีทวนสัญญาณเขาเขียว ประมาณ ๑๙๕ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๒๖๔ เมตร มี

เสาสัญญาณใช้งานเป็นเสา Self Support สูงประมาณ ๖๐ เมตร ทำการทดสอบสัญญาณจากรถ Mobile กอง
วิศวกรรมการแพทย์ พบว่า สัญญาณไปไม่ถึงสถานีทวนสัญญาณเขาเขียว จึงอาจไม่สามารถติดตั้งเครื่องทวน
สัญญาณที่นี่ได้



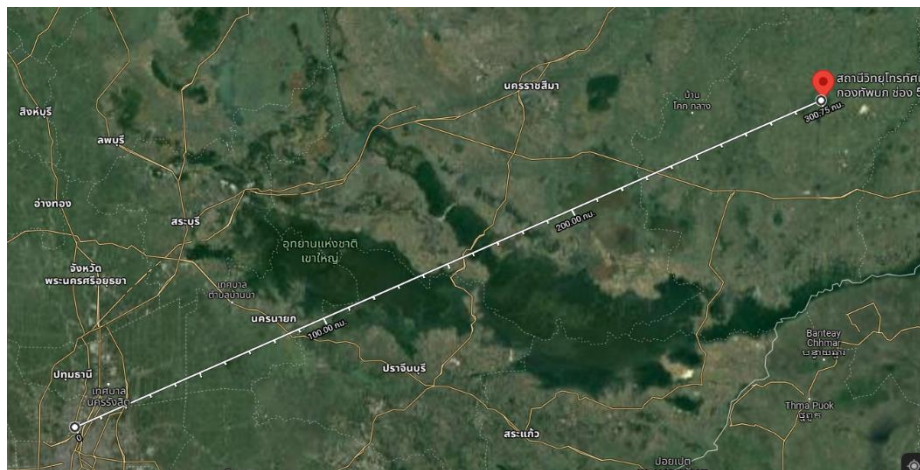
รูปภาพแสดงเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เข้าสำรวจพื้นที่และตรวจเช็คระบบ
ทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 จ.บุรีรัมย์



รูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมและตัวเมืองบุรีรัมย์



รูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมบุรีรัมย์และสถานีทวนสัญญาณเขาเขี้ยว



รูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมบุรีรัมย์และกองวิศวกรรมการแพทย์

อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับระบบเครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม

๑. เครื่องทวนสัญญาณ (Repeater) ทำหน้าที่ทวนสัญญาณและส่งต่อสัญญาณความถี่ เพื่อเพิ่มระยะ ทาง ในการส่งสัญญาณให้ไกลเพิ่มขึ้น

๒. ชุด Duplexer ทำหน้าที่แยกความถี่ภาครับและความถี่ภาคส่งของสัญญาณออกจากกัน เพื่อให้สามารถใช้งานสายอากาศชุดเดียวกันได้

๓. สายอากาศแบบ Folded dipole ๔-๘ stack จำนวน ๑ ชุด

๔. สายนำสัญญาณ (Transmission line) ชนิด ๘DFB

๕. ชุดอุปกรณ์ยึดสายอากาศ โดยจะต้องออกแบบตามลักษณะเสาสัญญาณที่จะใช้งาน

๖. ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องทวนสัญญาณ

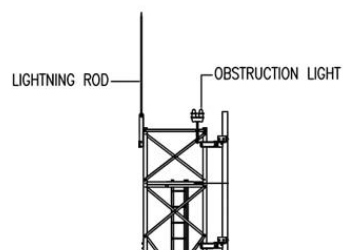
ปัญหาและอุปสรรค แนวทางการแก้ไข

ลักษณะ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ปัจจัยภายนอก	- ไม่มีผู้รับผิดชอบในหน่วยงานโดยตรง - การติดต่อประสานงานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพ - สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ	- ปรับปรุงฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ให้เป็นข้อมูลล่าสุดเสมอ - มีการชี้แจง การเตรียมข้อมูลที่จำเป็นเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน - ปรับแผนการดำเนินงาน ให้เป็นไปตามสถานการณ์
ปัจจัยภายใน	- การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนการที่กำหนด - มีการเปลี่ยนแปลงหมายกำหนดการณ์ดำเนินงาน เนื่องจากสถานการณ์ต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงกะทันหัน	- ปรับแผนการดำเนินงานให้เป็นไปตามสถานการณ์ล่าสุด กำหนดแผนการจัดการในกรณีต้องเลื่อนแผนการดำเนินงานในปัจจุบัน - ติดตามสถานการณ์ต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

การออกแบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบวิทยุคมนาคม

- เครื่องทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม กำลังส่ง 50 วัตต์
- Antenna ชนิด Folded Dipole 4 Stack : Directional Gain 6 dB
- สายนำสัญญาณ (Transmission line) RG8 ยาว 50 m
- มีค่า Attenuation ที่ย่านความถี่ช่วง 150 MHz = 4.92 dB/100m



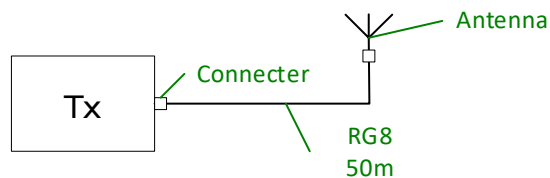
รายการอุปกรณ์สถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคม เขาเขียว

1. ใช้เสาสัญญาณต้นเดิม
2. สายอากาศแบบ Folded Dipole 4 Stack พร้อมอุปกรณ์ยึดสายอากาศ 1 ชุด
3. สายนำสัญญาณ RG8 ความยาว 50 เมตร
4. ขั้วสายสัญญาณ PL-259 2 ตัว

ขั้นตอนการคำนวณ

๑.) สถานีรายงานเรดาร์เขาเขียว

๑. คำนวณกำลังส่งออกของภาคส่ง



การคำนวณ Power P_{dB}

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log P_w \\ &= 10 \log (50w) \\ &= 16.99 \text{ dB} \end{aligned}$$

กำหนดให้การสูญเสียของ connector = 0.3 dB/point

จะได้กำลังส่งออกของภาคส่งเท่ากับ

$$P_{T,dB} = P_{dB} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - \frac{4.92}{2} \text{ dB} - 2(0.3) \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 19.93 \text{ dB}$$

สามารถเขียนอยู่ในรูปของหน่วย w (watt)

$$dB = 10 \log P_w$$

$$19.93 \text{ dB} = 10 \log P_w$$

$$P_w = 10^{\frac{19.93}{10}} = 98.4 \text{ w}$$

สามารถเขียนในหน่วย dBm ดังนี้

$$P_{T,dBm} = 10 \log \frac{P_{Tx,w}}{1m}$$

$$P_{T,dBm} = 10 \log \frac{98.4}{1m}$$

$$P_{T,dBm} = 49.93 \text{ dBm}$$

๒. คำนวณระยะทางที่ใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมบนสถานีเขาเขียวและตัวเมือง จ.นครราชสีมา

จะได้

๓. คำนวณ Path Loss

คำนวณ Free Space Path Loss (FSPL)

ค่าการสูญเสียกำลังของสัญญาณในอากาศว่าง

จากสูตร

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - FSPL$$

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - (32.44 + 20 \log(f) + 20 \log(d))$$

โดยที่ d มีหน่วยเป็น km และ f มีหน่วยเป็น MHz

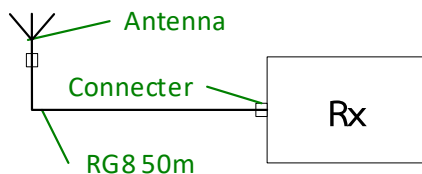
แทนค่าในสมการจะได้

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (32.44 + 20 \log(153.875) + 20 \log(102.01))$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (32.44 + 43.743 + 40.173)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (116.356)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = -66.426 \text{ dBm}$$



$$P_{Rx, \text{dBm}} = P_{R, \text{dBm}} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

$$P_{Rx, \text{dBm}} = -66.426 - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = -63.486 \text{ dBm}$$

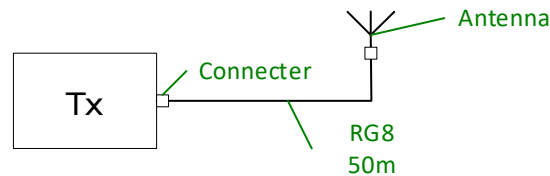
จากการคำนวณกำลังที่เครื่องรับ (receiver) ได้รับเท่ากับ $P_{Rx, \text{dBm}} = -63.486 \text{ dBm}$

ถ้ากำหนดให้ภาครับใช้เครื่องวิทยุคมนาคม TAIT TB8100 ซึ่งมีค่า Sensitivity = 0.25 μV หรือประมาณ

-119 dBm ก็แสดงว่าถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางมาบดบังสัญญาณระหว่างภาคส่งและภาครับ ระบบนี้ก็จะสามารถรับ-ส่งสัญญาณระหว่าง 2 สถานีนี้ได้

๒.) สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกช่อง ๕ จ.บุรีรัมย์

๑. คำนวณกำลังส่งออกของภาคส่ง



การคำนวณ Power P_{dB}

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log P_w \\ &= 10 \log (50w) \\ &= 16.99 \text{ dB} \end{aligned}$$

กำหนดให้การสูญเสียของ connector = 0.3 dB/point

จะได้กำลังส่งออกของภาคส่งเท่ากับ

$$P_{T,dB} = P_{dB} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - \frac{4.92}{2} \text{ dB} - 2(0.3) \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 19.93 \text{ dB}$$

สามารถเขียนอยู่ในรูปของหน่วย w (watt)

$$dB = 10 \log P_w$$

$$19.93 \text{ dB} = 10 \log P_w$$

$$P_w = 10^{\frac{19.93}{10}} = 98.4 \text{ w}$$

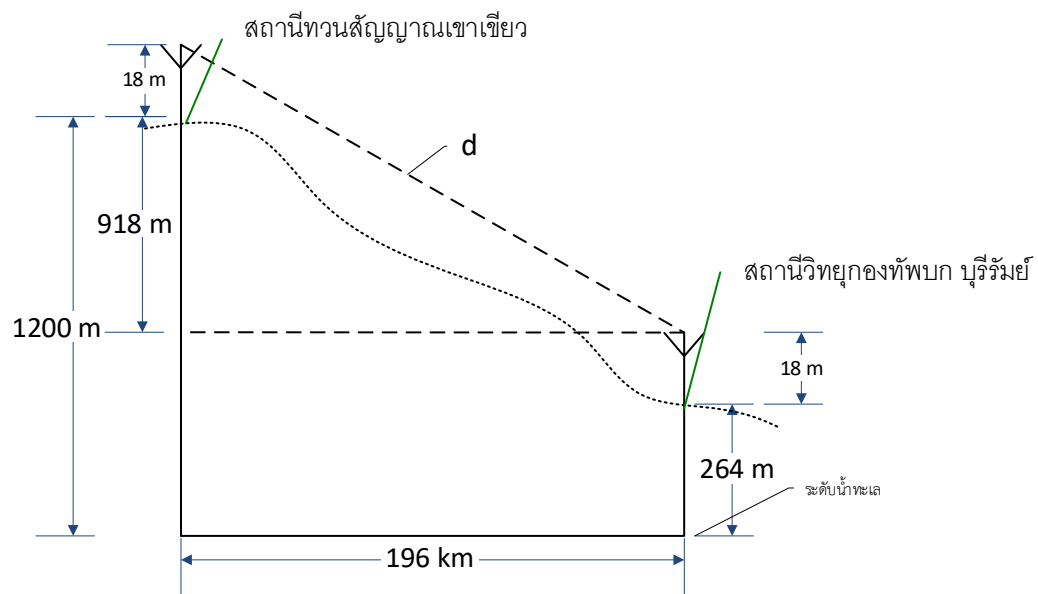
สามารถเขียนในหน่วย dBm ดังนี้

$$P_{T,dBm} = 10 \log \frac{P_{Tx,w}}{1m}$$

$$P_{T,dBm} = 10 \log \frac{98.4}{1m}$$

$$P_{T,dBm} = 49.93 \text{ dBm}$$

๒. คำนวณระยะทางที่ใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างสถานีทวนสัญญาณวิทยุคมนาคมบนสถานีวิทยุกองทัพบก จ.บุรีรัมย์และสถานีทวนสัญญาณเขาเขียว จ.นครราชสีมา



จากสมการ

$$c^2 = a^2 + b^2$$

จะได้

$$d = \sqrt{0.936^2 + 196^2}$$

$$d = 196.00 \text{ km}$$

๓. คำนวณ Path Loss

คำนวณ Free Space Path Loss (FSPL)

ค่าการสูญเสียกำลังของสัญญาณในอากาศว่าง

จากสูตร

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - FSPL$$

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - (32.44 + 20 \log(f) + 20 \log(d))$$

โดยที่ d มีหน่วยเป็น km และ f มีหน่วยเป็น MHz

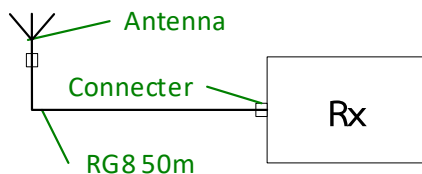
แทนค่าในสมการจะได้

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (32.44 + 20 \log(153.875) + 20 \log(196.00))$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (32.44 + 43.743 + 45.845)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (122.028)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = -72.098 \text{ dBm}$$



$$P_{Rx, \text{dBm}} = P_{R, \text{dBm}} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

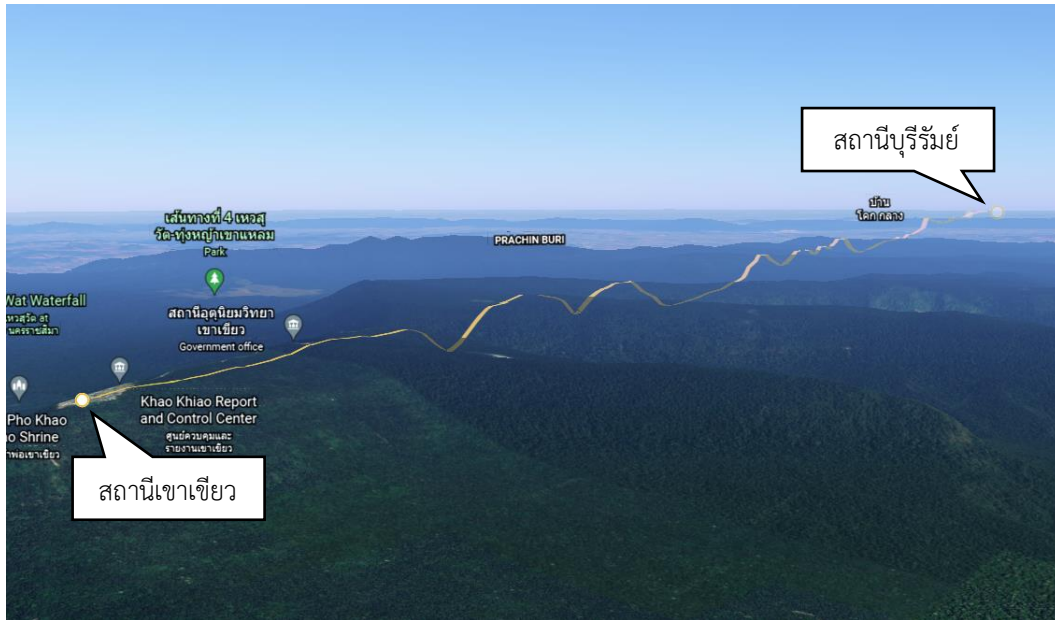
$$P_{Rx, \text{dBm}} = -72.098 - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = -75.038 \text{ dBm}$$

จากการคำนวณกำลังที่เครื่องรับ (receiver) ได้รับเท่ากับ $P_{Rx, \text{dBm}} = -75.038 \text{ dBm}$

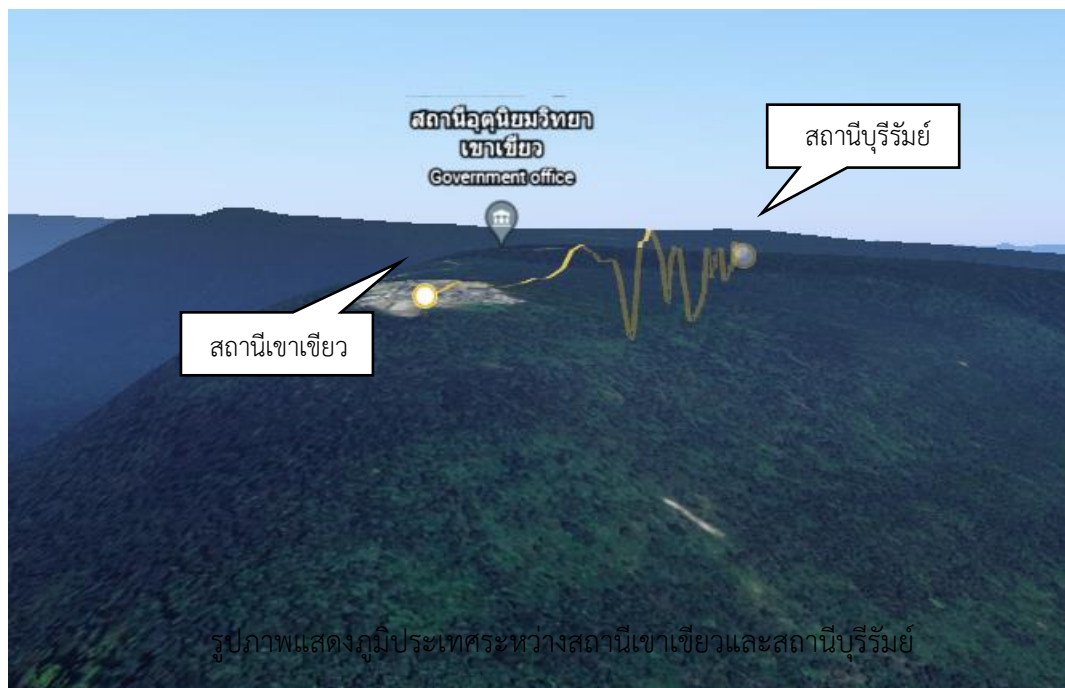
ถ้ากำหนดให้ภาครับใช้เครื่องวิทยุคมนาคม TAIT TB8100 ซึ่งมีค่า Sensitivity = 0.25 μV หรือประมาณ

-119 dBm ก็แสดงว่าถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางมาบดบังสัญญาณระหว่างภาคส่งและภาครับ ระบบนี้ก็จะสามารถรับ-ส่งสัญญาณระหว่าง 2 สถานีนี้ได้

แต่เนื่องจากภูมิประเทศระหว่าง 2 สถานีมีภูเขาสูงมาบดบัง ทำให้สัญญาณที่วัดได้ในทางปฏิบัติไม่เป็นไปตามการคำนวณข้างต้น ดังนั้นในทางปฏิบัติ การรับส่งสัญญาณวิทยุคมนาคมระหว่างสถานีเขาเขียวและสถานีบุรีรัมย์ จึงยัง
ไม่สามารถติดต่อสื่อสารรับส่งสัญญาณระหว่างกันได้



รูปภาพแสดงภูมิประเทศระหว่างสถานีเขาเขียวและสถานีบุรีรัมย์

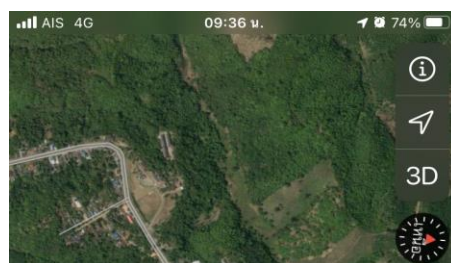


โรงพยาบาลสังขละบุรี อ.สังขละบุรี จ.กาญจนบุรี ตั้งอยู่ห่างจาก อ.เมือง ประมาณ ๒๑๕ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๒๐๐ เมตร เป็นโรงพยาบาลขนาด ๓๐ เตียง มีเสาวิทยุใช้งานเป็นเสาเหล็กกลมสูงประมาณ ๑๒ เมตร สายอากาศเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด เสาอากาศตั้งอยู่บริเวณหลังคาของอาคารผู้ป่วยนอกและอยู่ระหว่างปรับปรุงโครงสร้างอาคาร มีเหล็กเส้นและวัสดุโลหะขนาดใหญ่วางอยู่ใกล้กับชุดสายอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ใกล้กับโคนเสาวิทยุ ทำให้เกิดการรบกวนสัญญาณจากโลหะที่อยู่โดยรอบสายอากาศ ประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณจึงต่ำลง

ทั้งนี้ทางโรงพยาบาลสังขละบุรี มีแผนการก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลเพิ่มเติม และตั้งเสาวิทยุสื่อสารต้นใหม่ เพื่อประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับสถานพยาบาลที่อยู่ห่างไกล โดยทางกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ได้ทำการสำรวจพื้นที่โดยรอบโรงพยาบาล เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งเสาวิทยุสื่อสารและชนิดของสายอากาศที่จะนำมาใช้งาน



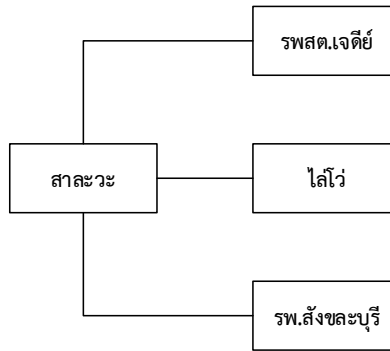
รูปภาพแสดงเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เข้าสำรวจพื้นที่และตรวจเช็คระบบวิทยุสื่อสาร โรงพยาบาลสังขละบุรี



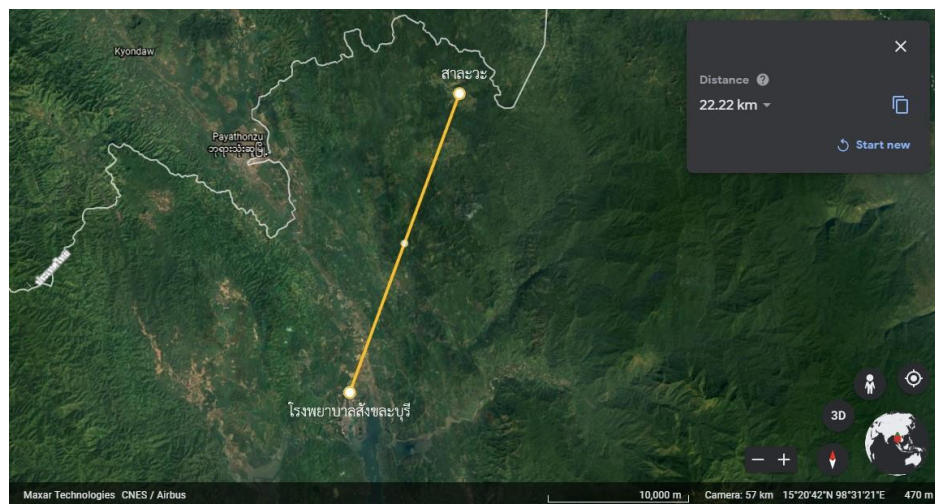
รูปภาพแสดงเสาวิทยุสื่อสารโรงพยาบาลสังขละบุรีและรูปภาพแสดงที่ตั้งทางอากาศ

โรงเรือนนอนมัยชุมชนบ้านสาละวะ ลักษณะเป็นอาคารชั้นเดียวมีพื้นที่ประมาณ ๒๕ ตารางเมตร อยู่ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรี อ.สังขละบุรี ทางอากาศ ประมาณ ๒๒ กิโลเมตรและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๔๗๐ เมตร เสาวิทยุเป็นเสาเหล็กกลมมีความสูง ๑๒ เมตร (ทาง สสอ.ทำการตั้งเสาเอง) สายอากาศเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด โดยทิศทางสายอากาศควรมีการปรับตั้งเพื่อประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณได้ดียิ่งขึ้น วัดค่าการสะท้อนสัญญาณด้วยเครื่องวัดกำลังส่งคลื่นวิทยุ(RF Watt Meter) วัดกำลังส่งขาออก (Forward power) ได้ ≥ 50 Watt และวัดค่า Reflected power ได้ ๑.๕ Watt

ทั้งนี้ทางกองวิศวกรรมการแพทย์ได้แนะนำทาง สสอ.สังขละบุรี ตั้งเสาวิทยุใหม่ เป็นเสาเหล็กกลมยาว ๖ เมตร จำนวนทั้งหมด ๓ ท่อน ยึดโครงสร้างด้วยลวดสลิง ๓ ด้านและทำการปรับตั้งสายอากาศให้มีทิศทางที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณ โดยแนะนำให้ทำหนังสือเบิกอุปกรณ์เสาวิทยุเก่าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เนื่องจากทางกองวิศวกรรมการแพทย์ มีอุปกรณ์เสาวิทยุเก่าที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่จำนวนมาก ทั้งนี้ทางกองวิศวกรรมการแพทย์ได้สำรวจและวัดขนาดพื้นที่โดยรอบ เพื่อกำหนดจุดติดตั้งเสาวิทยุใหม่ โดยอยู่ห่างจากจุดเดิมเล็กน้อย เพื่อความสะดวกในการขึงลวดสลิงยึดเสาวิทยุและการเชื่อมต่อสายสัญญาณไปยังเครื่องรับ-ส่งวิทยุภายในโรงเรือนนอนมัย



รูปแสดงโครงข่ายวิทยุสื่อสารอนามัยชุมชนบ้านสาละวะ



รูปภาพแผนที่แสดงตำแหน่งโรงเรียนอนามัยชุมชนบ้านสาละวะ

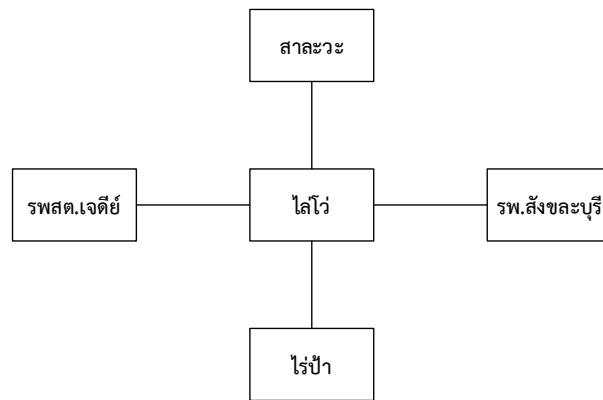


รูปภาพแสดงการเข้าสำรวจและตรวจวัดสัญญาณระบบวิทยุสื่อสาร อนามัยชุมชนบ้านสาละวะ
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

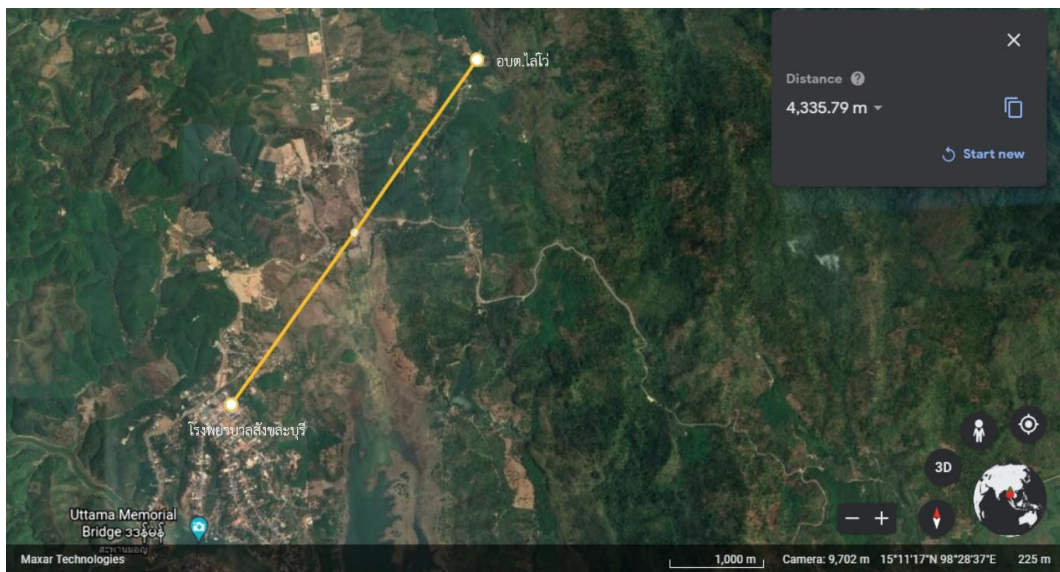
โรงเรียนอนามัยชุมชนบ้านไผ่ไร่ ลักษณะเป็นอาคารไม้ชั้นเดียวยกพื้นใต้ถุนสูง มีพื้นที่ประมาณ ๘๐ ตารางเมตร อยู่ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรี อ.สังขละบุรี ทางอากาศประมาณ ๔.๕ กิโลเมตรและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๒๐๐ เมตร เสาวิทยุทำจากต้นไม้ไผ่มีความสูง ๑๐ เมตร (ทาง สสอ.ทำการตั้งเสาเอง) สายอากาศเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด ทิศทางสายอากาศควรมีการปรับตั้ง เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณได้ดียิ่งขึ้น วัดค่าการสะท้อนสัญญาณด้วยเครื่องวัดกำลังส่งคลื่นวิทยุ (RF watt meter) โดยกำลังส่งขาออก (Forward power) วัดได้ ≥ 50 Watt และวัดค่า Reflected power ได้ ๒.๕ Watt

ทางกองวิศวกรรมการแพทย์ได้แนะนำทาง สสอ.สังขละบุรี ตั้งเสาวิทยุใหม่ โดยจะมีโครงสร้าง วัสดุและความสูง แบบเดียวกับเสาวิทยุอนามัยชุมชนบ้านสาละวะ ซึ่งได้แนะนำให้ทำการติดตั้งใหม่เช่นเดียวกัน

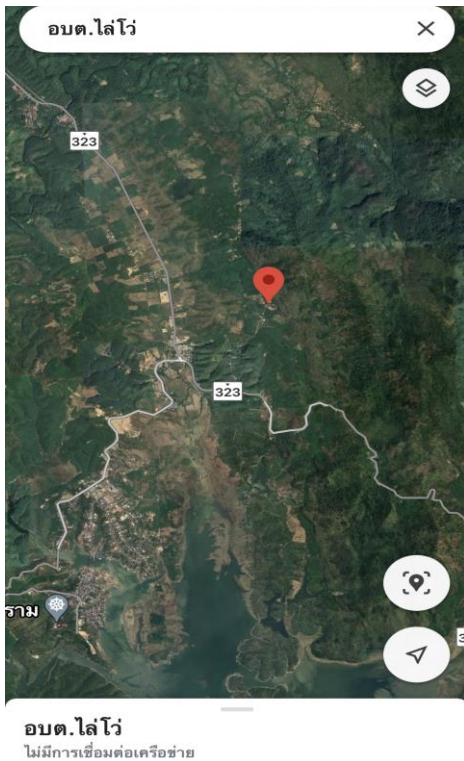


รูปแสดงโครงข่ายวิทยุสื่อสารอนามัยชุมชนบ้านโลโว



รูปภาพแผนที่แสดงตำแหน่งโรงเรียนอนามัยชุมชนบ้านโลโว





สัญญาณระบบวิทยุสื่อสาร อนามัยชุมชนบ้านเลเว

สถานีทวนสัญญาณเขาเรดาห์ ตั้งอยู่ในสถานีรายงานกาญจนบุรี กองทัพอากาศ บริเวณยอดเขาใหญ่ อ.สังขละบุรี ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรีประมาณ ๑๙ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๑,๔๐๐ เมตร สายอากาศที่มีใช้งานเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด และอุปกรณ์ชุดทวนสัญญาณอื่นๆ ประกอบไปด้วย Repeater ICOM , Duplexer, สายอากาศและสายนำสัญญาณ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ในสภาพดีใช้งานได้ ทำการวัดค่าการสะท้อนสัญญาณโดยใช้เครื่องวัดกำลังส่งคลื่นวิทยุ (RF Watt Meter) วัดกำลังส่งขาออก (Forward power) ได้ ≥ 20 Watt และค่า Reflected power ได้ ๑.๕ Watt วัดค่า Amplitude ด้วยเครื่อง RF communications test set

ทั้งนี้ได้ทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่สำรองไฟ UPS ขนาด ๑๒ โวลต์ จำนวน ๒ ก้อน เนื่องจากแบตเตอรี่สำรองไฟดังกล่าว ใช้งานมาแล้วเป็นเวลาประมาณ ๒ ปี ซึ่งใกล้หมดอายุการใช้งานแล้ว เมื่อเปลี่ยนแบตเตอรี่สำรองไฟแล้ว UPS สามารถใช้งานได้ปกติ

ในการเข้าตรวจเช็คระบบวิทยุสื่อสารในครั้งนี มีการนำเครื่อง Repeater VERTEX STANDARD มาทดสอบการทำงานด้วย ซึ่งเมื่อทดสอบใช้งานอุปกรณ์แล้ว ปรากฏว่าอุปกรณ์ดังกล่าวไม่สามารถใช้งานได้



รูปที่ ๑ - ภาพถ่ายจากภายนอกของหอคอยวิทยุสื่อสารและอาคารที่พักของอุปกรณ์ Repeater



รูปภาพแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีทวนสัญญาณเขาเรดาร์

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบสถานีทวนสัญญาณเขาเรดาร์

รท.วัฒนชัย โทร.๐๘๖-๗๘๘๗๘๓๙

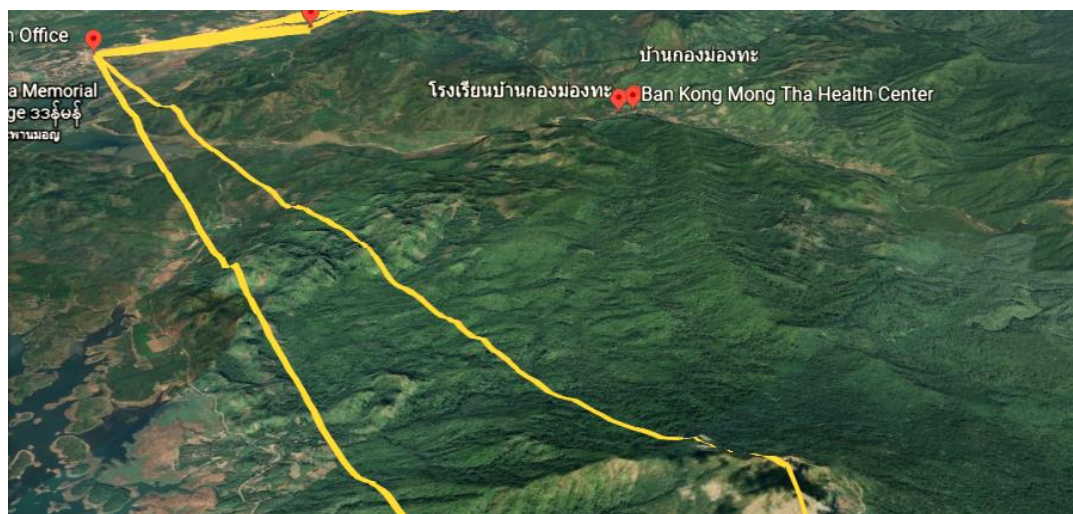
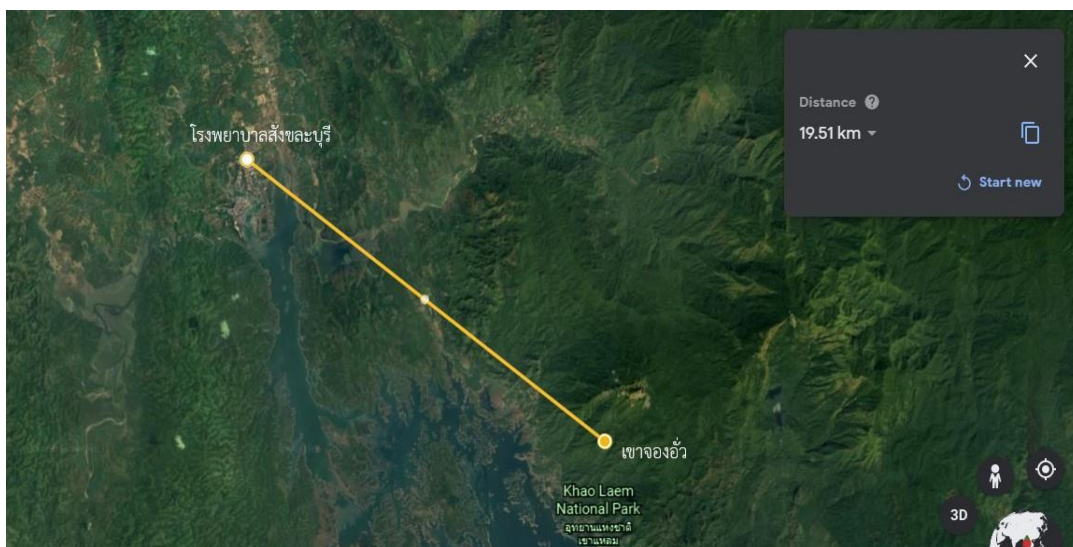
สถานีทวนสัญญาณเขาน้ำจอบอ้าว อยู่ห่างจาก อ.สังขละบุรี จ.กาญจนบุรี ประมาณ ๑๙ กิโลเมตรอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๘๐๐ เมตร เป็นอาคารที่อยู่ภายใต้การดูแลของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งทางกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ได้ขออนุญาตใช้อาคารดังกล่าวเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ Repeater (VERTEX STANDARD) พร้อมชุด Duplexer สายนำสัญญาณและเสาสัญญาณโทรศัพท์เพื่อติดตั้งสายอากาศ โดยมีสายอากาศใช้งานเป็นแบบ Yagi มีทั้งสิ้น ๒ ชุด สายอากาศอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ ๑๗ เมตร และมีสายอากาศสำรอง ๑ ชุด มีสภาพหักและหลุดออกจากขายึด สายนำสัญญาณมีความยาวประมาณ ๒๕ เมตร โดยอุปกรณ์ทั้งหมดยังใช้งานได้ดี วัดอัตราขยายสัญญาณขาเข้าได้ ๒.๘ Watt และอัตราขยายสัญญาณขาออกได้ ๑๐ Watt





EX STA

สายอากาศ Yagi ของสถานีทวนสัญญาณเขาน้ำจืด



รูปภาพแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีทวนสัญญาณเขаб้านจองอ้ว โดยอยู่ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรี อ.สังขละบุรี จ.กาญจนบุรี ประมาณ ๑๙ กิโลเมตรและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๘๐๐ เมตร

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลสถานีทวนสัญญาณเขาบ้านจองอ้ว

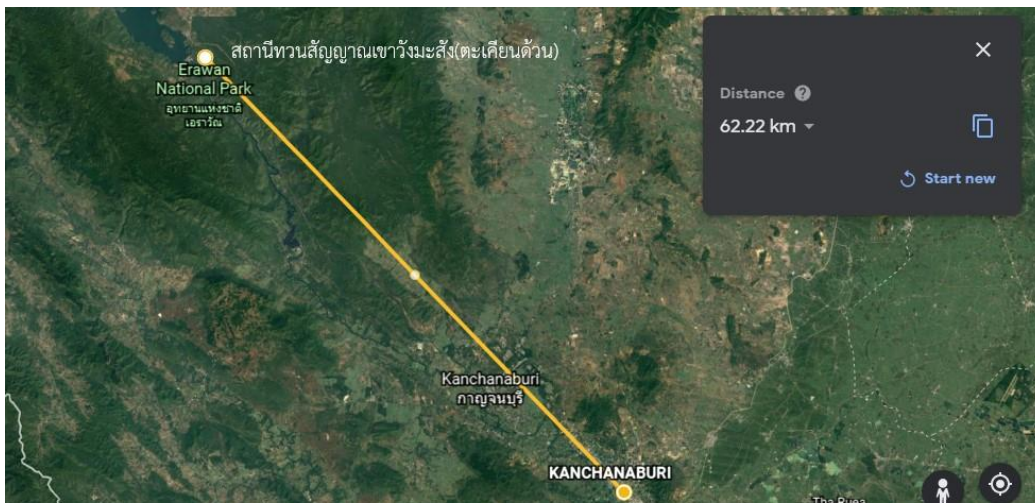
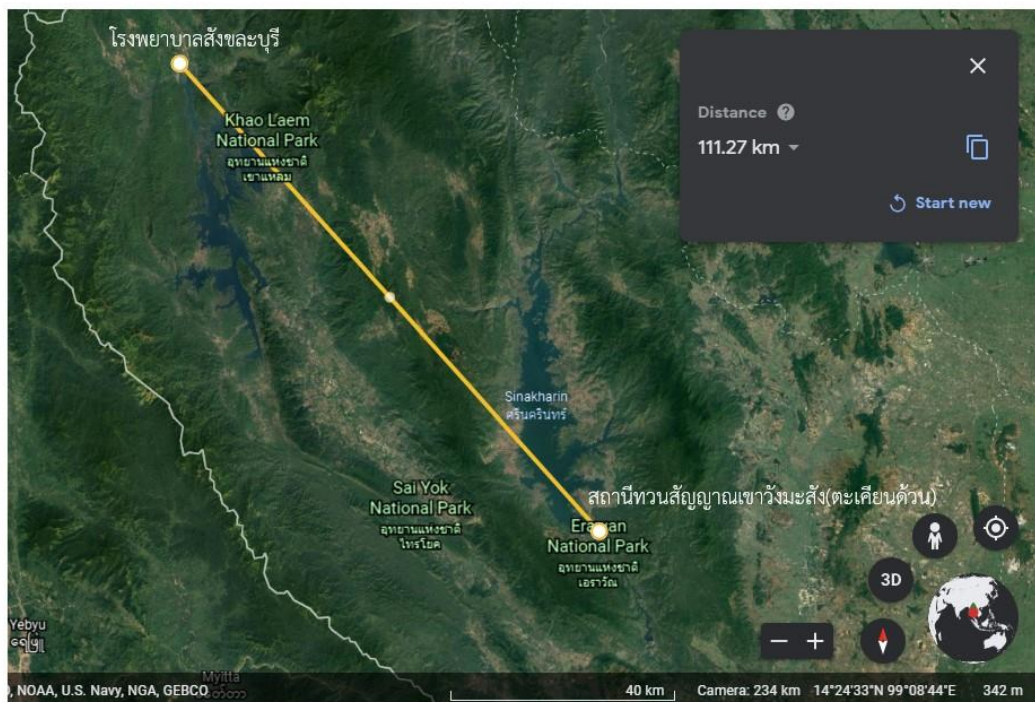
นายนิยม ม่วงคัน โทร.๐๘๖-๑๖๙๖๗๒๕

สถานีทวนสัญญาณเขาวังมะสัง เป็นอาคารที่อยู่ภายใต้การดูแลของ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ได้ขออนุญาตใช้อาคารเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ Repeater ชุด Duplexer สายนำสัญญาณและขอใช้เสาสัญญาณโทรศัพท์เพื่อติดตั้งสายอากาศ ตั้งอยู่ใน ต.ท่ากระดาน อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี อยู่ห่างจากโรงพยาบาลสังขละบุรี อ.สังขละบุรี ทางอากาศประมาณ ๑๑ กิโลเมตรอยู่ห่างจากโรงพยาบาลพลพลพยุหเสนา อ.เมือง จ.กาญจนบุรี ทางอากาศประมาณ ๖๒ กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๕๐๐ เมตร สายอากาศเป็นแบบ Folded dipole ๔ stack จำนวน ๑ ชุด อุปกรณ์สายอากาศและสายนำสัญญาณ จากการประเมินเบื้องต้นอยู่ในสภาพปกติ แนะนำให้มีการตรวจเช็คอุปกรณ์อย่างละเอียดอีกครั้ง ในกรณีที่ต้องการใช้งานอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ผ่านการใช้งานมาแล้วเป็นเวลานาน

จากการเข้าสำรวจพื้นที่และตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆ ข้างต้นนั้น ไม่พบอุปกรณ์ Repeater เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวชำรุดและมีการย้ายอุปกรณ์ออกไป ทำให้สถานีทวนสัญญาณแห่งนี้ไม่สามารถทวนสัญญาณวิทยุสื่อสารได้



รูปภาพแสดงอาคารสถานีทวนสัญญาณเขาวังมะสัง สายอากาศ Folded dipole ๔ stack จุฬาวาง



รูปภาพแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีทวนสัญญาณเขาวังมะสัง(ตะเคียนดวน)

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบสถานีทวนสัญญาณเขาวังมะสัง(ตะเคียนดวน)

นายชัยชนะ เพชรทอง โทร.๐๖๑-๖๐๔๓๔๙๑

อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับระบบเครื่องทวนสัญญาณฯ

๑. เครื่องทวนสัญญาณ (Repeater) ทำหน้าที่ทวนสัญญาณและส่งต่อสัญญาณความถี่ เพื่อเพิ่มระยะ ทางในการส่งสัญญาณให้ไกลเพิ่มขึ้น

๒. ชุด Duplexer ทำหน้าที่แยกความถี่ภาครับและความถี่ภาคส่งของสัญญาณออกจากกัน เพื่อให้สามารถใช้งานสายอากาศชุดเดียวกันได้

๓. สายอากาศแบบ Folded dipole ๔-๘ stack จำนวน ๑ ชุด

๔. สายนำสัญญาณ (Transmission line) ชนิด ๘DFB

๕. ชุดอุปกรณ์ยึดสายอากาศ โดยจะต้องออกแบบตามลักษณะเสาสัญญาณที่จะใช้งาน

๖. ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องทวนสัญญาณ

ปัญหาและอุปสรรค แนวทางการแก้ไข

ลักษณะ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ปัจจัยภายนอก	- ไม่มีผู้รับผิดชอบในหน่วยงานโดยตรง - การติดต่อประสานงานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพ - สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ	- ปรับปรุงฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับแผนดำเนินงาน ให้เป็นข้อมูลล่าสุดเสมอ - มีการชี้แจง การเตรียมข้อมูลที่จำเป็นเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน - ปรับแผนการดำเนินงาน ให้เป็นไปตามสถานการณ์
ปัจจัยภายใน	- การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนการที่กำหนด - มีการเปลี่ยนแปลงหมายกำหนดการณ์ดำเนินงาน เนื่องจากสถานการณ์ต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงกะทันหัน	- ปรับแผนการดำเนินงานให้เป็นไปตามสถานการณ์ล่าสุด กำหนดแผนการจัดการในกรณีต้องเลื่อนแผนการดำเนินงานในปัจจุบัน - ติดตามสถานการณ์ต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

การออกแบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบวิทยุคมนาคม

เครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้คือ Yaesu FM Transceiver FT-2980

- ใช้งานช่องความถี่ 155.375 MHz
- กำลังส่งที่วัดได้ 50 w

Antenna ชนิด Folded Dipole 4 Stack

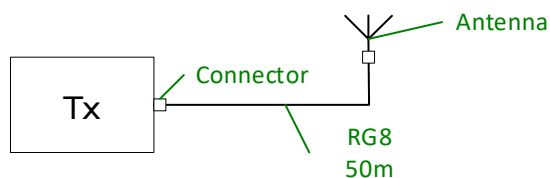
- Directional Gain 6 dB

สายนำสัญญาณ (Transmission line)

- ใช้ RG8 ยาว 50 m
- มีค่า Attenuation ที่ย่านความถี่ช่วง 150 MHz = 4.92 dB/100m

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณกำลังส่งออกของภาคส่ง



การคำนวณ Power P_{dB}

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log P_w \\ &= 10 \log (50w) \\ &= 16.99 \text{ dB} \end{aligned}$$

กำหนดให้การสูญเสียของ connector = 0.3 dB/point

จะได้กำลังส่งออกของภาคส่งเท่ากับ

$$P_{T,dB} = P_{dB} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - (4.92 \div 2) \text{ dB} - (0.3 \times 2) \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

$$P_{T,dB} = 16.99 \text{ dB} - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 19.93 \text{ dB}$$

สามารถเขียนอยู่ในรูปของหน่วย w (watt)

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log P_w \\ 19.93 \text{ dB} &= 10 \log P_w \\ P_w &= 10^{\frac{19.93}{10}} = 98.4 \text{ w} \end{aligned}$$

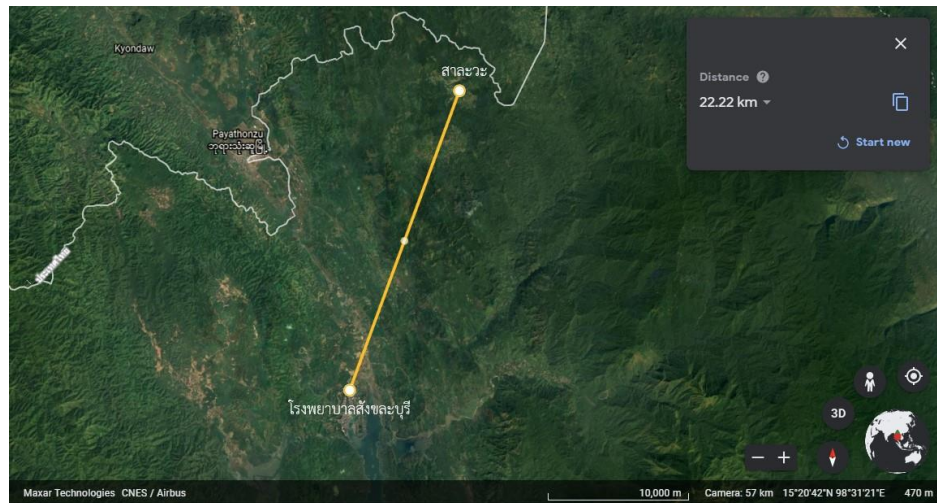
สามารถเขียนในหน่วย dBm ดังนี้

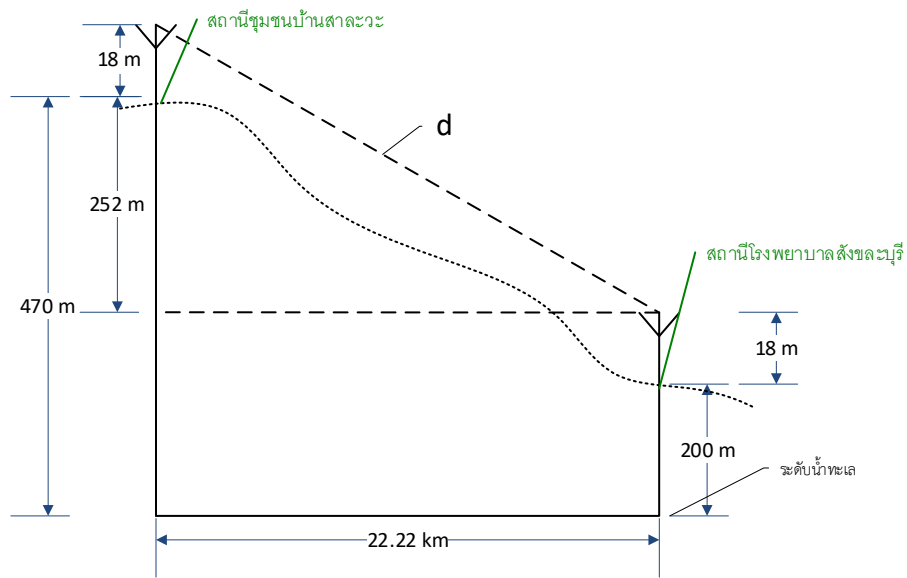
$$P_{T,dBm} = 10 \log \left(\frac{P_{Tx,w}}{1mw} \right)$$

$$P_{T,dBm} = 10 \log \left(\frac{98.4}{1mw} \right)$$

$$P_{T,dBm} = 49.93 \text{ dBm}$$

2. คำนวณระยะทางที่ใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างสถานีวิทยุโรงเรียนอนามัยชุมชนบ้านสาละวะและสถานีวิทยุโรงพยาบาลสังขละบุรี





จากสมการ

$$c^2 = a^2 + b^2$$

กำหนดให้ $c = d$ จะได้

$$d = \sqrt{0.27^2 + 22.22^2}$$

$$d = 22.221 \text{ km}$$

3. คำนวณ Path Loss

คำนวณ Free Space Path Loss (FSPL)

ค่าการสูญเสียกำลังของสัญญาณในอากาศว่าง

จากสูตร

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - \text{FSPL}$$

$$P_R \text{ (dBm)} = P_T \text{ (dBm)} - [32.44 + 20 \log (f) + 20 \log (d)]$$

โดยที่ d มีหน่วยเป็น km และ f มีหน่วยเป็น MHz

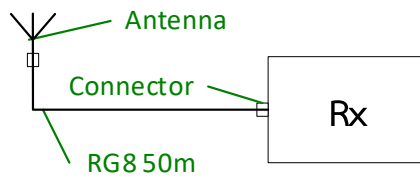
แทนค่าในสมการจะได้

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - [32.44 + 20 \log (155.375) + 20 \log (22.22)]$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (32.44 + 43.827 + 26.934)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = 49.93 \text{ dBm} - (103.201)$$

$$P_R \text{ (dBm)} = -53.271 \text{ dBm}$$



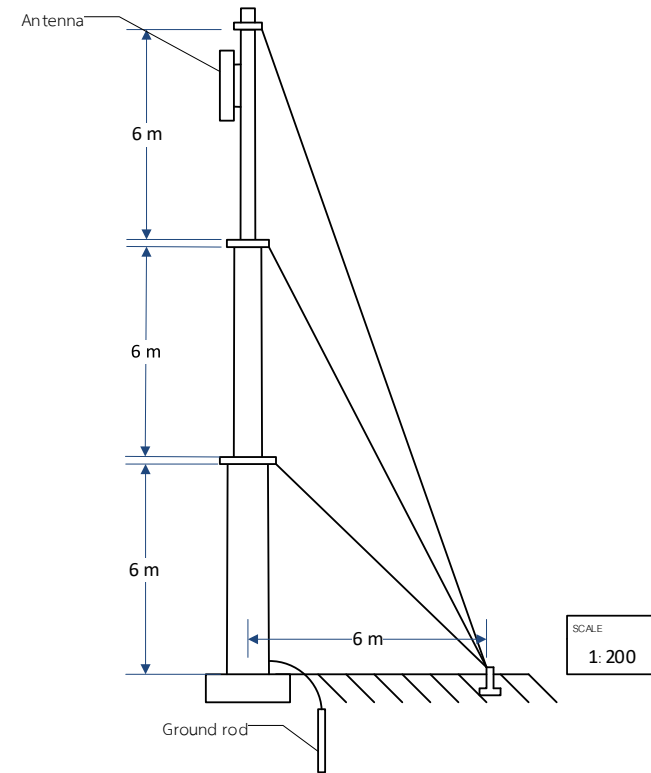
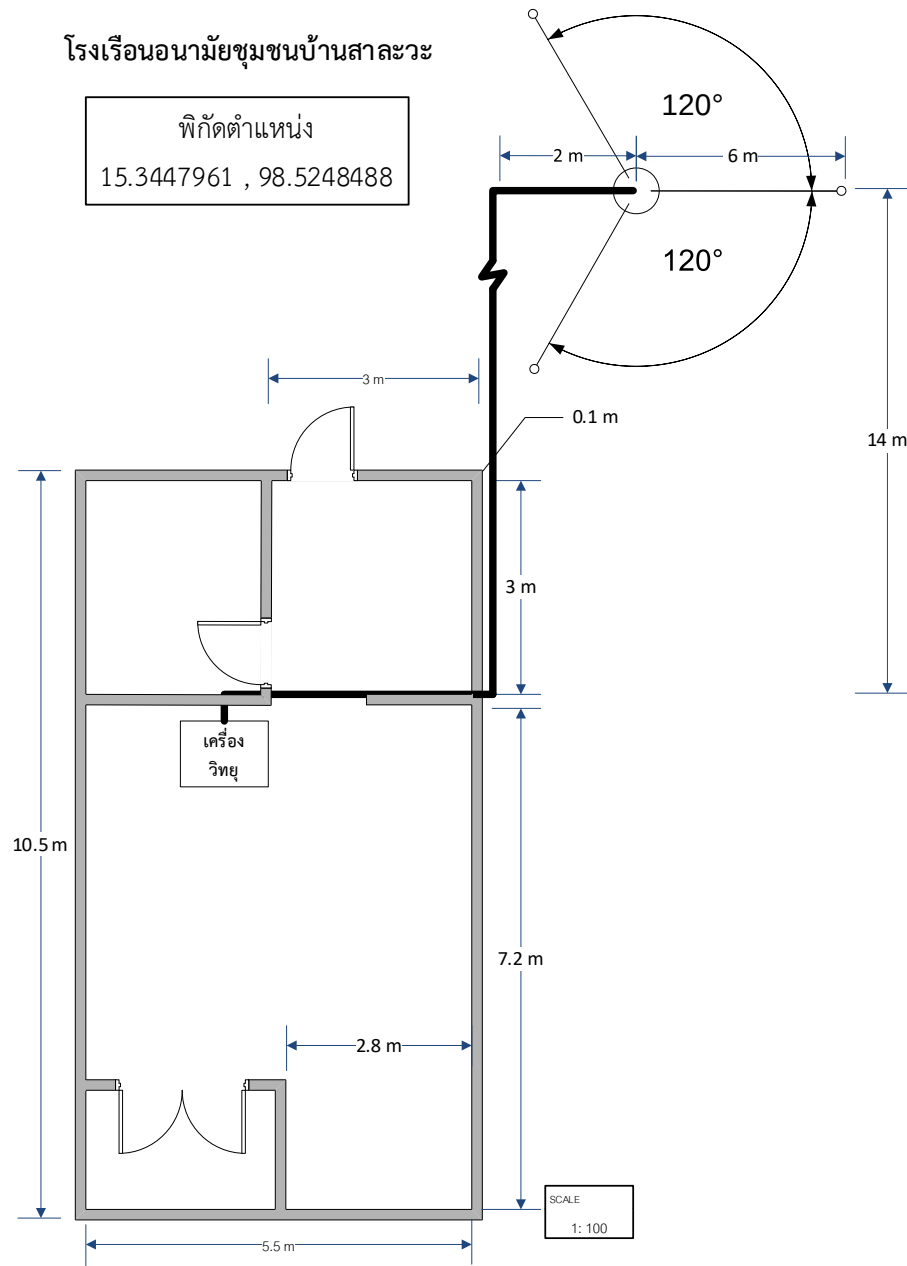
$$P_{Rx,dBm} = P_{R,dBm} - \text{Transmission line loss} - \text{Connector loss} + \text{Antenna Gain}$$

$$P_{Rx,dBm} = -53.271 - 2.46 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = -50.331 \text{ dBm}$$

จากการคำนวณกำลังที่เครื่องรับ (receiver) ได้รับเท่ากับ $P_{Rx,dBm} = -50.331 \text{ dBm}$
 ถ้ากำหนดให้ภาครับใช้เครื่องวิทยุคมนาคม Yaesu FM Transceiver FT-2980 (รุ่นเดียวกับภาคส่ง) ซึ่งมีค่า Sensitivity (for 12dB SINAD) = $0.4 \mu\text{V}$ หรือประมาณ -115 dBm ก็แสดงว่า ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางมาบดบัง สัญญาณระหว่างภาคส่งและภาครับ ระบบนี้ก็จะสามารถรับ-ส่งสัญญาณระหว่าง 2 สถานีนี้ได้

โรงเรียนอนามัยชุมชนบ้านสาละวะ

พิกัดตำแหน่ง
15.3447961 , 98.5248488



รายการอุปกรณ์เสาอากาศวิทยุแบบ Tower ชนิดเสากลม สูง 18 เมตร

1. ท่อเหล็กกลมชุบกาไวท์ ยาว 6 เมตร กว้าง 2 นิ้ว, 1 1/2 นิ้ว, 1 นิ้ว อย่างละ 1 ท่อน
2. ฐานเสาอากาศ (Base plate) 1 ชุด
3. น็อตพร้อมสลกรู (Bolt&Nut) ขนาด 3/8 ยาว 2 นิ้ว, ขนาด 3/8 ยาว 2 1/2 นิ้วและ 3/8 ยาว 3 นิ้ว อย่างละ 1 ชุด
4. ลวดสลิงขนาด 1/8 นิ้ว (Galvanized steel wire) ยาว 200 เมตร
5. เกลียวขันแรง (Turn buckle) ขนาด 5/16 นิ้ว 9 อัน
6. คลิปรัดสลิง (U - clamp) ขนาด 5/16 นิ้ว 36 ตัว
7. ท่อนหัวใจรองลวดสลิง (Guy timber) 18 อัน
8. เหล็กสมอบอก (Anchor rod) ขนาด 3/4 นิ้ว ยาว 1 เมตร 3 อัน
9. หน้าแปลนท่อเหล็กกลม ขนาด 2 นิ้ว, 1 1/2 นิ้ว, 1 นิ้ว อย่างละ 1 ตัว
10. หัวครอบท่อขนาด 1 นิ้ว 1 อัน
11. สายกราวด์ THWA ขนาด 25 มิลลิเมตร พร้อมตัวจับยึดสาย
12. แท่งกราวด์ทองแดง (Ground rod) ขนาด 25 มิลลิเมตร ยาว 180 เซนติเมตร
13. สายอากาศแบบ Folded dipole 4 stack พร้อมอุปกรณ์ยึดสายอากาศ 1 ชุด
14. สายนำสัญญาณ RG8 ความยาว 50 เมตร
15. ขั้วสายสัญญาณ (connector) PL-259 2 ตัว
16. เหล็กแผ่นเรียบสี่เหลี่ยมคางหมูหนา 3/8 นิ้ว ขนาด 4*6 นิ้ว 3 แผ่น
17. สเก็น (Shackles) ขนาด 3/8 นิ้ว 3 ตัว