

บทที่ 4

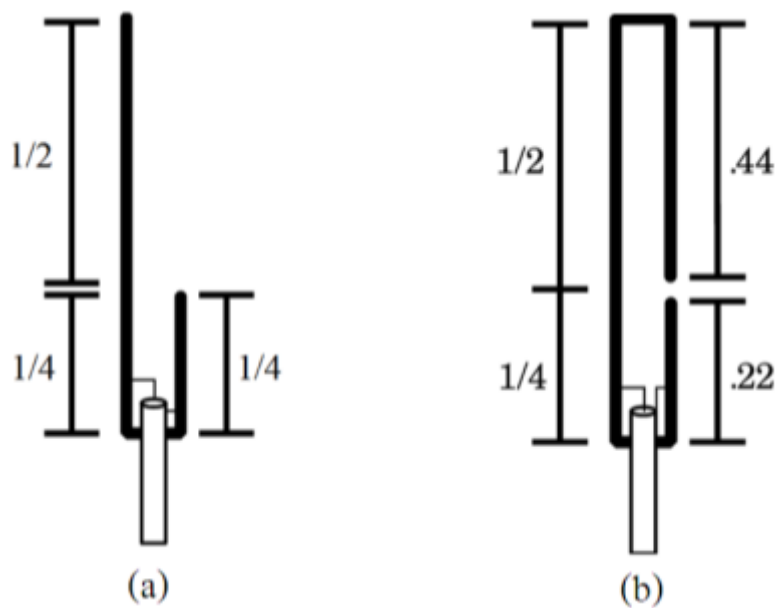
การออกแบบและการสร้างสายอากาศเจโพล

4.1 สายอากาศเจโพล [24]

สายอากาศเจโพลหรือสายอากาศแบบเจ หรือเรียกอีกอย่างว่าสายอากาศ Zepp' (ย่อมาจากคำว่า Zeppelin ที่แปลว่า เรือเหาะหรือบอลลูน) ถูกคิดค้นครั้งแรกโดยชาวเยอรมันสำหรับใช้งานบนบอลลูน [25] คุณสมบัติที่โดดเด่นคือมีค่า VSWR เข้าใกล้ 1 นั้นหมายความว่าทำให้ประสิทธิภาพการแพร่กระจายพลังงานคลื่นเกือบเต็ม 100% ต่อจากนั้นได้กลายเป็นที่นิยมสำหรับผู้ประกอบการวิทยุสมัครเล่นเพราะเนื่องจากจะมีประสิทธิภาพแล้วยังสามารถสร้างได้ง่ายอีกด้วย

สายอากาศเจโพลเป็นสายอากาศที่มีโครงสร้างดั้งเดิมแบบครึ่งคลื่น ($\lambda/2$) โดยที่มีการป้อนสัญญาณเข้ามาทางปลาย แล้วถูกแมตซ์อิมพีแดนซ์ให้เหมาะสมกับระบบของเครื่องรับหรือเครื่องส่งวิทยุด้วยควอเตอร์เวฟสแต็บ ด้วยหน้าเวลาที่โครงสร้างของสายอากาศเหมือนรูปตัว J จึงถูกตั้งชื่อว่าสายอากาศแบบ J

สายอากาศเจโพลเป็นสายอากาศที่มีการแพร่กระจายคลื่นแบบรอบทิศทาง ซึ่งข้อดีของสายอากาศแบบนี้คือ ไม่ต้องใช้ Ground plan เพราะคุณสมบัติทางไฟฟ้ามันสามารถเรโซแนนซ์ได้อยู่แล้ว และการแผ่คลื่นสูงสุดในแนวราบ ในขณะที่สายอากาศแบบอื่นที่ใช้กราวด์เพลนนั้น การแผ่คลื่นมักจะเอียงขึ้นฟ้า

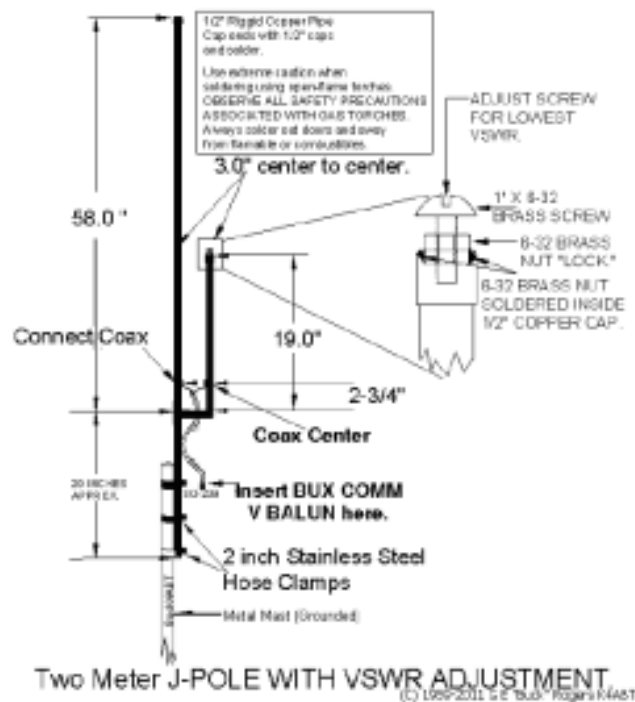


ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างสายอากาศแบบ J (a) สายอากาศเจโพล
(b) สายอากาศสลิมจิม (Slim Jim Antenna)

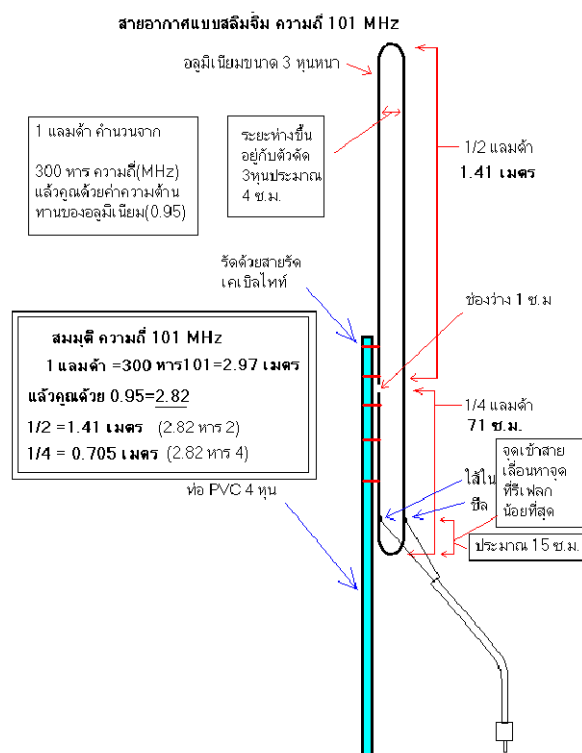
4.2 คุณสมบัติเด่นของสายอากาศเจโพล [26]

- สายอากาศเจโพลสามารถสร้างได้ง่าย
- สายอากาศเจโพลมีแบนด์วิดท์กว้าง

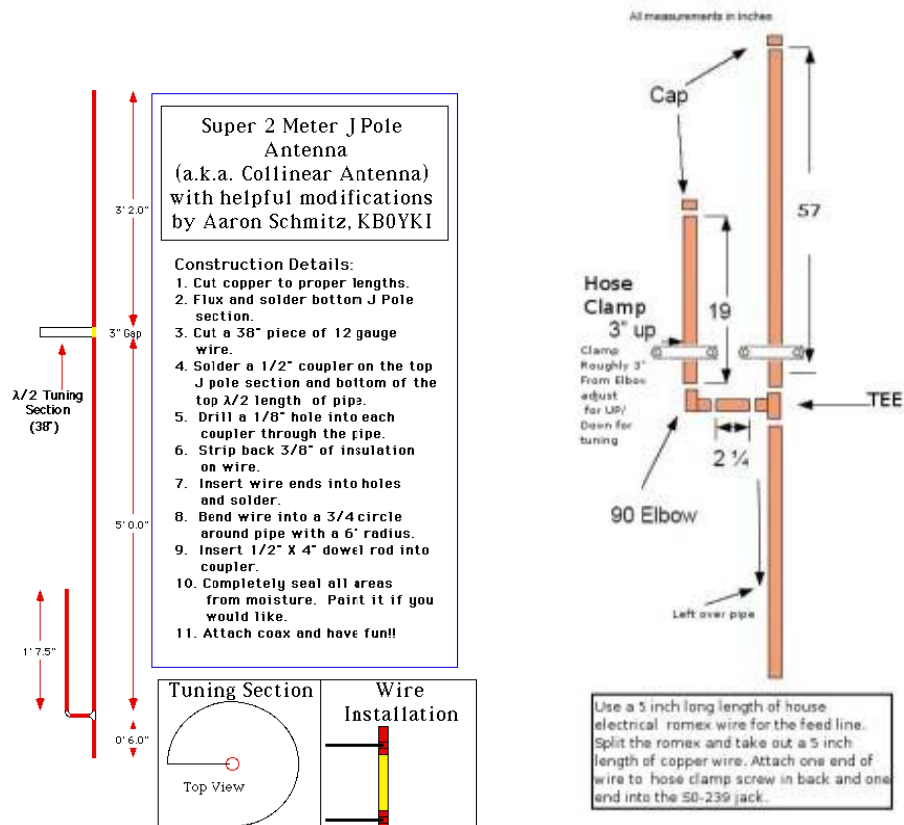
- สายอากาศเจ็พโพลีมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศภูมิประเทศได้ดี
- สายอากาศเจ็พโพลีมีต้นทุนในการสร้างต่ำ ค่าใช้จ่ายถูก



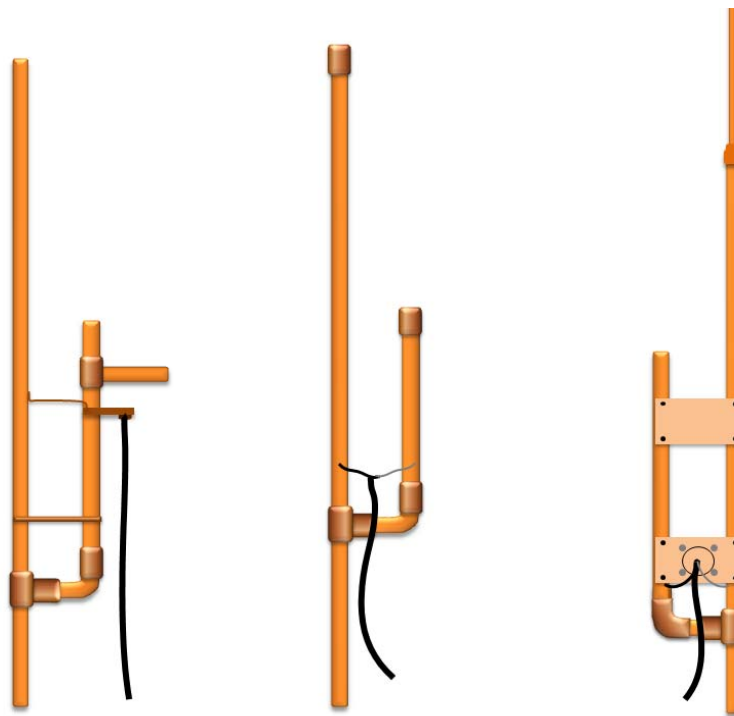
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการสร้างสายอากาศแบบเจ็พโพลี 2 เมตร



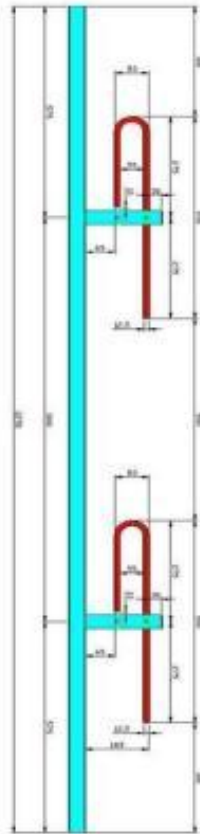
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการสร้างสายอากาศแบบสลิมจิม [27]



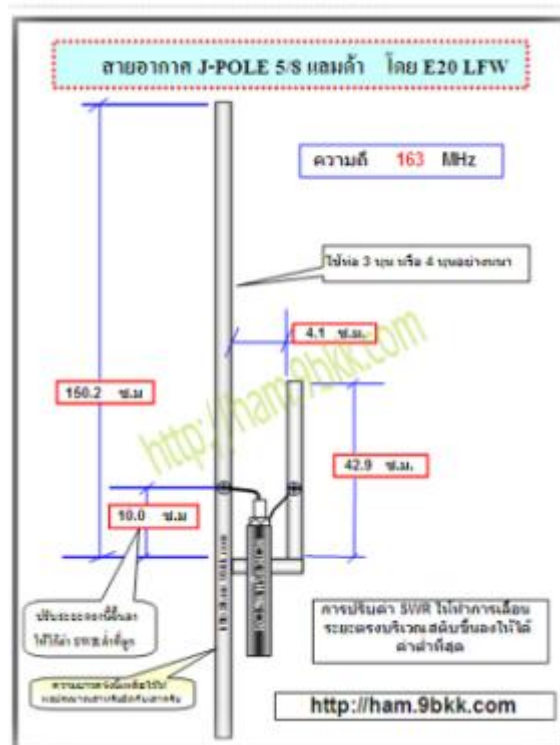
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการสร้างสายอากาศซูเปอร์เจโพล 2 เมตร [28]



ภาพที่ 4.5 รูปร่างของสายอากาศเจโพลแบบต่าง ๆ



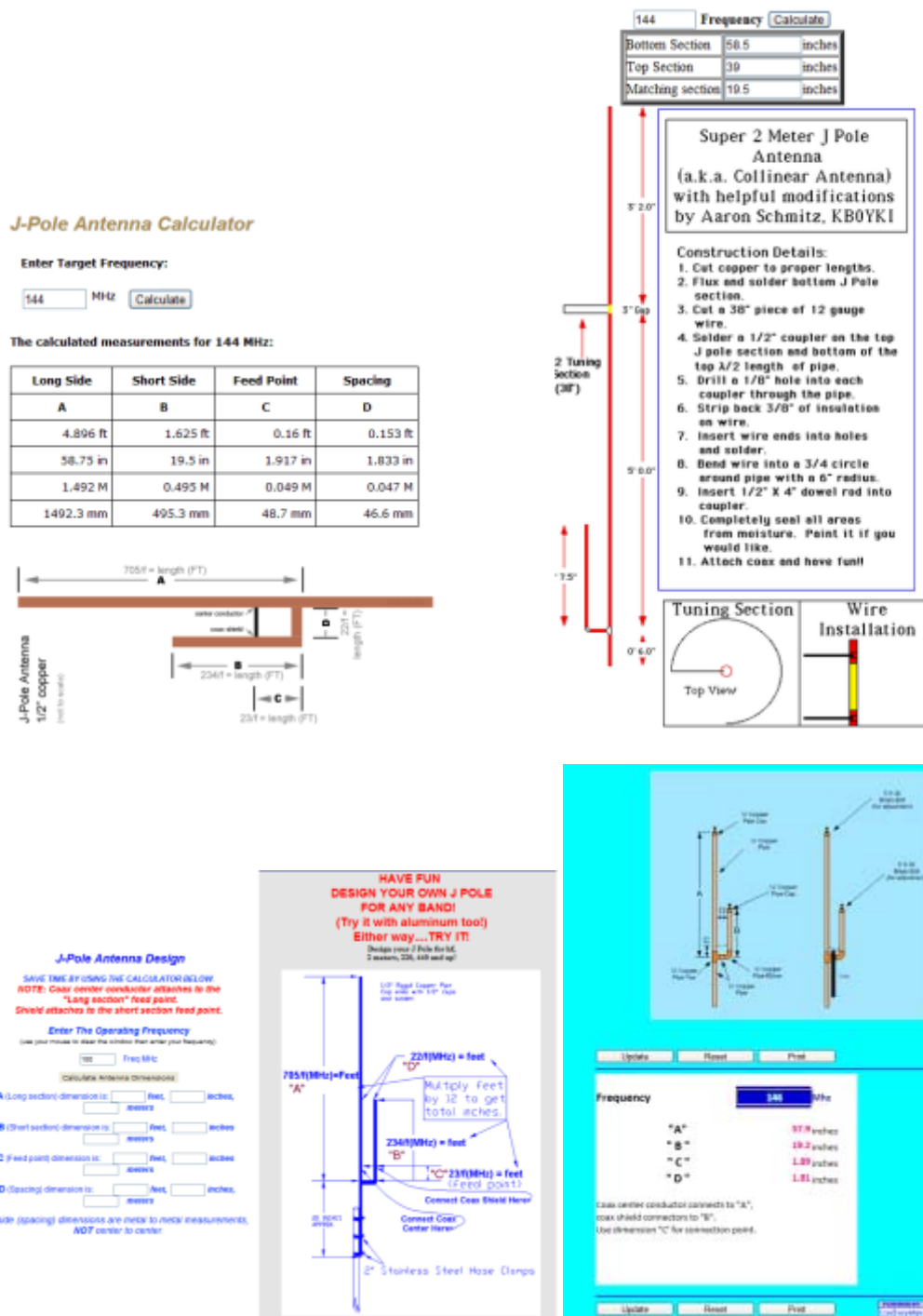
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างสายอากาศเจโพล 2 สแตก



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างสายอากาศเจโพล 5/8 ๑

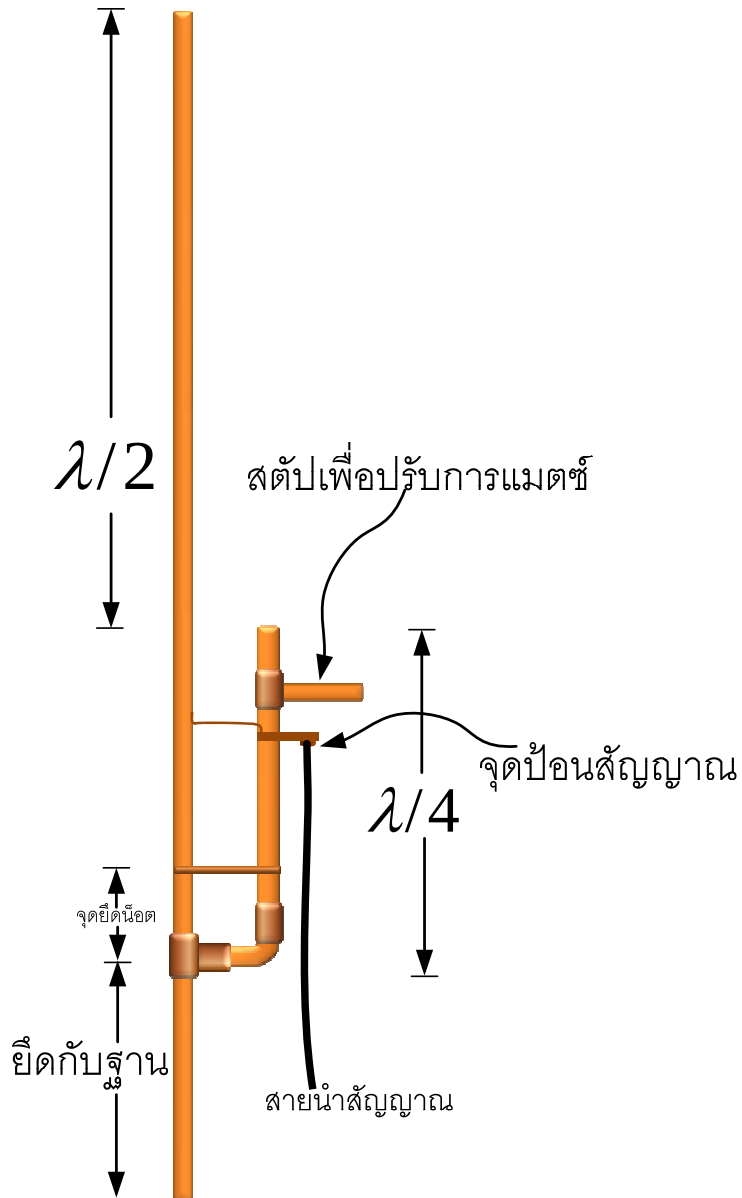
4.3 การออกแบบและการสร้างสายอากาศเจโพลสำหรับโทรทัศน์ดิจิทัล

สำหรับการสร้างสายอากาศเจโพล สามารถออกแบบได้ 2 วิธี คือ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณ ซึ่งโดยส่วนมากจะมีอยู่ด้วยกันหลายเว็บไซต์ จากนั้นเราสามารถกรอกข้อมูลหรือป้อนความถี่ตามที่เรากำลังต้องการ ต่อมาโปรแกรมจะทำการคำนวณขนาดของความยาวส่วนต่าง ๆ มาให้ ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้โปรแกรมแสดงดังภาพที่ 4.8 และวิธีที่สอง คำนวณด้วยการใช้สูตรแทนค่าตามทฤษฎี



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างเว็บไซต์ที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณสายอากาศเจโพล [29], [30]

สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างสายอากาศสำหรับโทรทัศน์ดิจิทัลย่าน UHF ช่องความถี่วิทยุที่ 21 ช่วงความถี่ระหว่าง 470 - 478 MHz [31] ซึ่งมีแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณเท่ากับ 8 MHz สำหรับขั้นตอนการออกแบบและสร้างสายอากาศมีดังนี้



ภาพที่ 4.9 แบบจำลองการออกแบบสายอากาศเจโพลสำหรับโทรทัศน์ดิจิทัล

- 1) คำนวณความยาวคลื่น (λ)

จากสูตร $\lambda = \frac{c}{f}$ เมตร

จากข้อมูลความถี่ที่เราจะทำการออกแบบ ต้องความหาความถี่เฉลี่ย จากสูตร

$$f_m = \sqrt{f_L \times f_H} \quad (4.1)$$

เมื่อ f คือความถี่เฉลี่ยเชิงเลขคณิต

f_L คือความถี่ต่ำสุดที่นำมาใช้งาน

f_H คือความถี่สูงสุดที่นำมาใช้งาน

$$\text{ดังนั้น } f_m = \sqrt{470 \times 478} = 473.98 \text{ MHz}$$

$$\text{จะได้ว่า ความยาวคลื่น} = \frac{3 \times 10^8}{473.98 \times 10^6} = 63.3 \text{ เซนติเมตร}$$

$$2) \text{ คำนวณความยาว } \frac{\lambda}{2} \text{ ได้เท่ากับ } 63.3/2 = 31.65 \text{ เซนติเมตร และคำนวณ } \frac{\lambda}{4} \text{ ได้}$$

$$\text{เท่ากับ } 63.3/4 = 15.83 \text{ เซนติเมตร}$$

$$3) \text{ คำนวณ } \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \text{ ได้ } 31.65 + 15.83 = 47.48 \text{ เซนติเมตร หรือประมาณ } 50$$

เซนติเมตร แล้วบวกความยาวเพื่อสำหรับไว้อยู่กับฐานอีก 70 เซนติเมตร รวมเป็น 117.48 เซนติเมตร ในที่นี้กำหนดให้เป็น 1.20 เมตร

$$4) \text{ คำนวณ } \frac{\lambda}{4} \text{ บวกเพื่อจุดยึดน๊อต } 30 \text{ เซนติเมตร ได้ } 15.83 + 30 = 45.83 \text{ เซนติเมตร}$$

5) เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสายอากาศ ประกอบด้วย

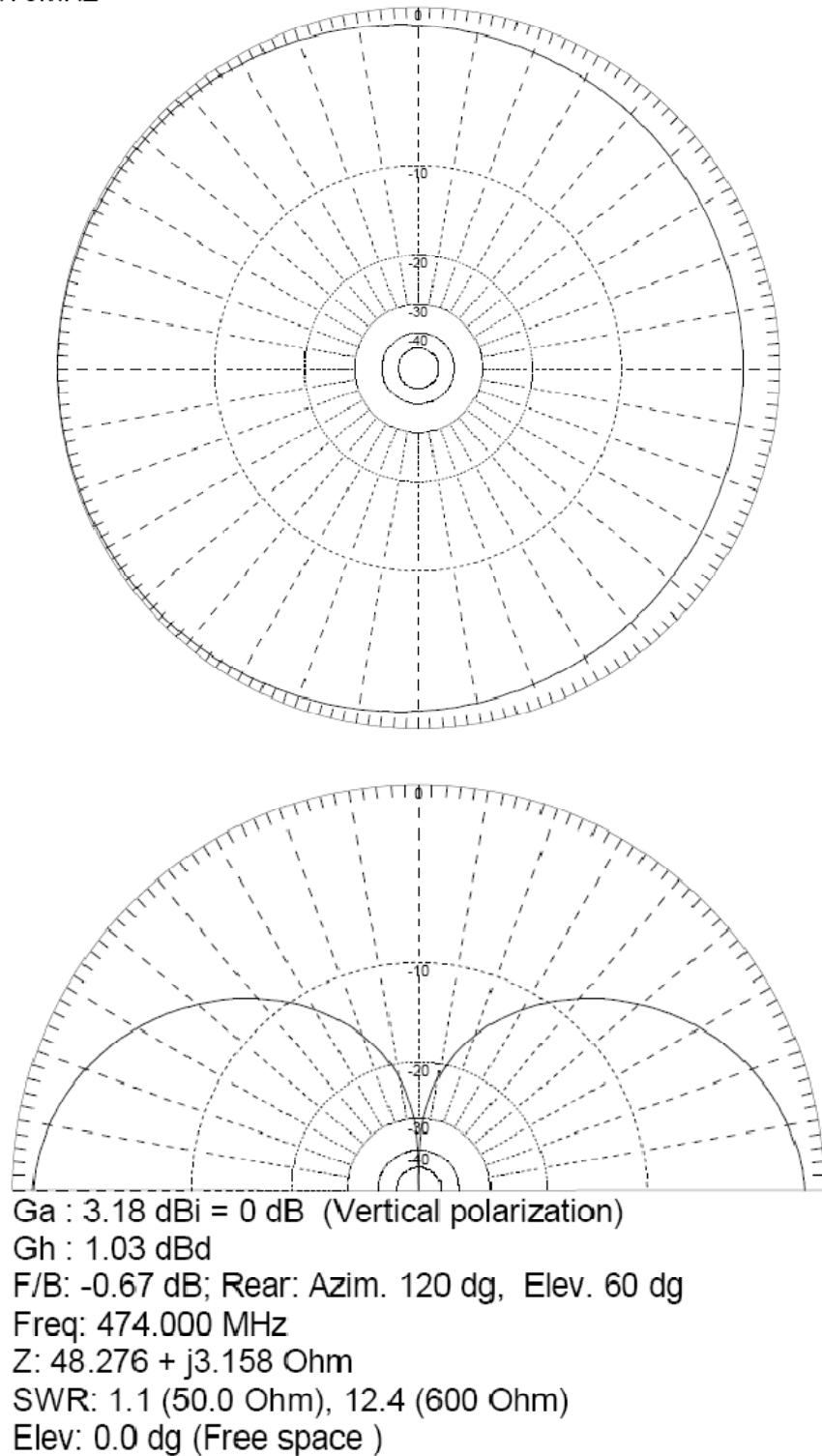
- ท่อทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว
- น๊อตสแตนเลส ขนาดยาง 4 นิ้ว
- สายนำสัญญาณ RG-58 พร้อมคอนเนกเตอร์ PL 259
- เครื่องมือที่จำเป็น เช่น หัวแร้งบัดกรี ไขควง ตะไบ สว่าน เป็นต้น

6) ลงมือสร้างตามแบบที่ได้คำนวณไว้

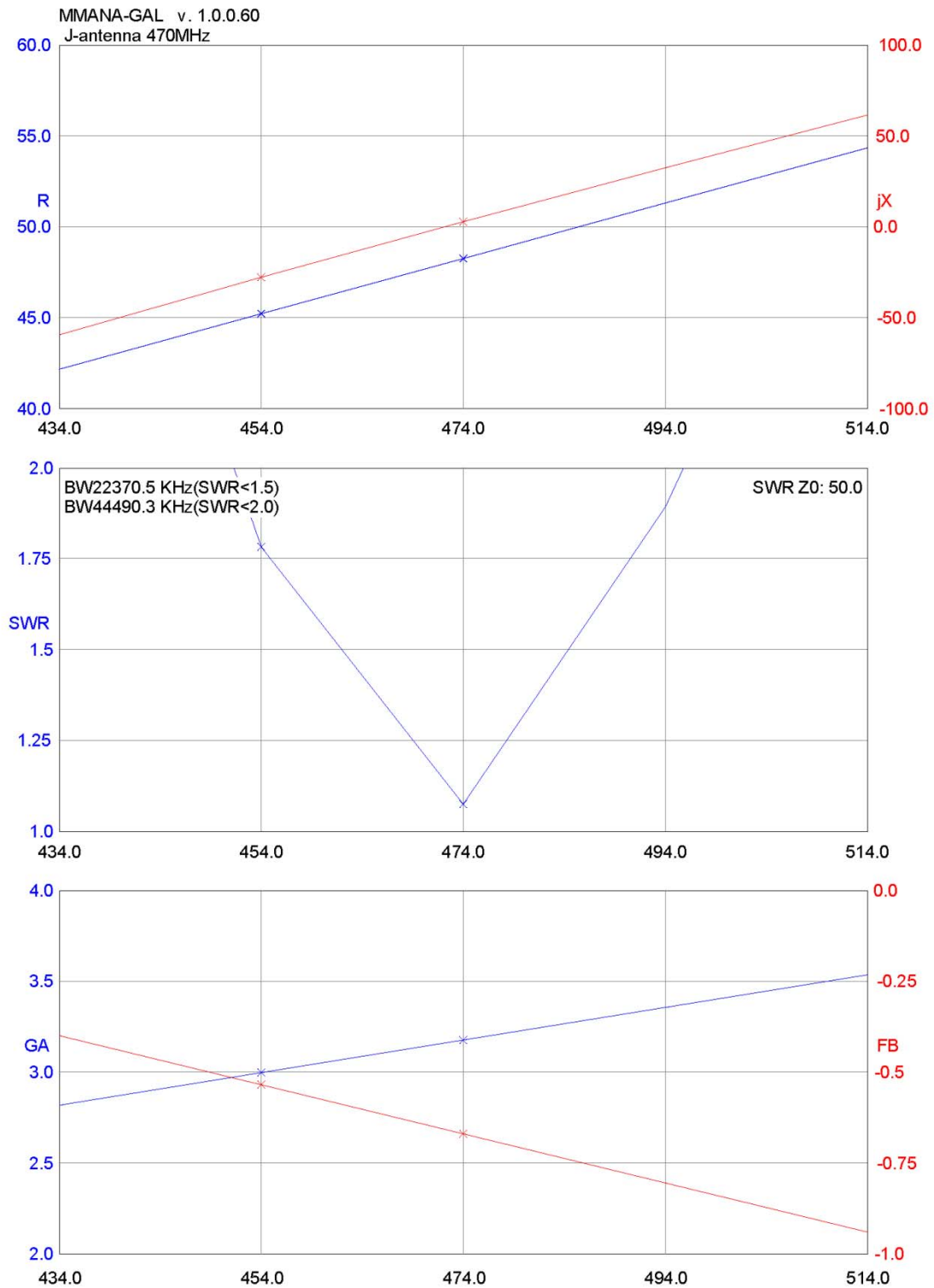
7) ทำการทดสอบและปรับแต่ง โดยติดตั้งสายอากาศให้อยู่ห่างจากพื้นอย่างน้อย 1.5 เมตร ปรับค่าการแมตซ์ของสายอากาศหรือ VSWR ด้วยทำการเลื่อนหรือปรับสลับ

MMANA-GAL v. 1.0.0.60

J-antenna 470MHz



ภาพที่ 4.10 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศเจโพลที่ย่านความถี่ UHF
โดยการจำลองด้วยโปรแกรม MMANA-GAL [32]



ภาพที่ 4.11 ค่าการแมตช์ของสายอากาศ ค่า VSWR และค่า Gain ของสายอากาศเจโพล ที่ย่านความถี่ UHF โดยการจำลองด้วยโปรแกรม MMANA-GAL



ภาพที่ 4.12 ตำแหน่งจุดป้อนสัญญาณของสายอากาศเจโพล



ภาพที่ 4.13 สตับที่ใช้ในการปรับค่าแมตซ์ของสายอากาศ



ภาพที่ 4.14 สายอากาศเจโพลสำหรับโทรทัศน์ดิจิทัลที่สร้างเสร็จสมบูรณ์