

ฉบับร่าง



กองทัพบก

คู่มือราชการสนาม

ว่าด้วย

เทคนิคการใช้วิทยุถ่ายทอดสนาม

(รส.๒๔-๒๑)

---

พ.ศ.๒๕๖๔



# สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 คำนำ	1
บทที่ 2 ระบบวิทยุถ่ายทอด	2
บทที่ 3 การใช้ระบบวิทยุถ่ายทอด	6
บทที่ 4 การวางแผนระบบ	9
บทที่ 5 การจัดและการเลือกความถี่วิทยุ	21
บทที่ 6 เทคนิคในการใช้ระบบการสื่อสาร	25
บทที่ 7 การกำหนด IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด	29
บทที่ 8 การใช้งานวิทยุถ่ายทอดร่วมกับโครงข่ายโทรคมนาคม	33
บทที่ 9 การต่อสู้ – การก่อกรวน	37
บทที่ 10 การแสงวงเครื่องในสนาม	40
บทที่ 11 การปฏิบัติการซ่อมบำรุง	44
บทที่ 12 การทำลายเครื่องวิทยุถ่ายทอด	48
ผนวก ก หลักฐานอ้างอิง	50
ผนวก ข การรักษาความปลอดภัยทางวัตถุ	51
ผนวก ค การย้ายอุปกรณ์วิทยุถ่ายทอดในพื้นที่กองพล	53
ผนวก ง การสื่อสารด้วยวิทยุถ่ายทอดระหว่างชั้นการปฏิบัติการ ทางยุทธวิธี	54
นิยามศัพท์	57

## บทที่ 1

### คำนำ

#### 1. ความมุ่งหมาย

คู่มือนี้ใช้เป็นแนวทางสำหรับเจ้าหน้าที่วิทยุถ่ายทอดสนามในการใช้เครื่องวิทยุถ่ายทอดภายใต้สถานการณ์ทางยุทธวิธี

#### 2. ขอบเขต

คู่มือนี้ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้วิทยุถ่ายทอด, ระบบการวางแผน, ลักษณะที่ตั้งและการติดตั้ง, การเลือกความถี่, การต่อต้านการก่อกวน, การบำรุงรักษาและเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในทางยุทธวิธี

#### 3. การใช้

คู่มือนี้อาจใช้ได้ทั้งในสงครามที่ใช้อาวุธปรมาณูหรือสงครามที่ไม่ใช้อาวุธปรมาณูก็ตาม โดยมีต้องมีการดัดแปลงแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น

#### 4. หลักฐานอ้างอิง

บรรณสารและหลักฐานอ้างอิงอื่นๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องภายในขอบเขตของคู่มือนี้ปรากฏอยู่ในผนวก ก

#### 5. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ขอให้ผู้ใช้คู่มือราชการสนามฉบับนี้เสนอข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการเปลี่ยนแปลง เพื่อการปรับปรุงคู่มือให้ดีขึ้น ข้อคิดเห็นต่างๆ ควรจะได้บ่งให้ทราบหน้า, หัวข้อ และบรรทัดในหนังสือไว้ให้ชัดเจน เหตุผลสำหรับข้อคิดเห็นนั้นควรมีประกอบไว้ด้วยเพื่อความเข้าใจและการประเมินค่าได้เหมาะสม ข้อคิดเห็นนั้นให้ส่งมาที่ กรมการทหารสื่อสาร ผ่านคณะกรรมการบริหารสถานศึกษา รร.ส.สส.

## บทที่ 2

### ระบบวิทยุถ่ายทอด

---

#### ตอนที่ 1 คำนำ

##### 1. กล่าวทั่วไป

ก. ระบบวิทยุถ่ายทอดนั้นประกอบด้วยสถานีวิทยุหลายสถานี ซึ่งตั้งปฏิบัติงานเรียงรายอยู่ ใช้ความถี่ที่สูงกว่า 30 MHz (เมกะเฮิรตซ์) เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องรวมช่องสื่อสาร ( Multiplexer ) วิทยุถ่ายทอดสามารถให้ช่องการสื่อสารสำหรับโทรศัพท์ โทรสำเนา และข้อมูลได้ด้วย

(1) ถ้าเครื่องวิทยุที่ใช้มีความถี่แถบฐาน (Base-Band Frequency) ที่กว้างก็สามารถ จะส่ง สัญญาณข้อมูล และโทรศัพท์ไปได้

(2) ระบบวิทยุถ่ายทอดทุกระบบ จะมีสถานีปลายทาง (Terminal) 2 แห่ง คือที่ต้นทางและ ปลายทางแห่งละหนึ่งสถานี เครื่องวิทยุปลายทางโดยมากจะติดตั้งให้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องรวมช่อง การสื่อสาร หรือมีฉะนั้นก็อยู่ใกล้เคียงกัน ระยะที่ไกลสุดระหว่างชุดวิทยุปลายทาง (เมื่อไม่มีสถานีถ่ายทอด กลางทาง) ขึ้นอยู่กับชนิดของวิทยุที่ใช้

(3) ถ้าจำเป็น ชุดวิทยุถ่ายทอดจะถูกติดตั้งให้ทำหน้าที่ส่งต่อ (Relay) สัญญาณที่รับจาก เครื่องวิทยุปลายทางได้ หรือในกรณีที่เป็นการถ่ายทอดกันหลายๆ ช่วง (Hop) ก็สามารรถที่จะถ่ายทอด สัญญาณที่รับมาจากชุดวิทยุถ่ายทอดที่อยู่ก่อนหน้านั้นได้

ข. ระบบวิทยุถ่ายทอดใช้ปฏิบัติงานในย่านความถี่สูงมาก (VHF) คลุมความถี่ตั้งแต่ 30 - 300 MHz. หรือย่านความถี่สูงอัลตรา(UHF) คลุมความถี่ตั้งแต่ 300 - 3000 MHz. และในปัจจุบันมีการนำวิทยุ ถ่ายทอดรุ่นใหม่ที่ใช้ความถี่ 4.4-5 GHz. ซึ่งอยู่ในย่าน SHF ด้วยความถี่เหล่านี้อาจพิจารณาได้ว่าเป็น คลื่นตรง คือเคลื่อนที่เกือบเป็นเส้นตรงจากสายอากาศเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ การส่งคลื่นที่ได้ผลระหว่าง เครื่องวิทยุเหล่านี้ในย่านความถี่ VHF และ UHF โดยทั่วไปจำกัดเพียง 25 - 30 ไมล์ (40-48 กม.) ระยะ ที่ไกลกว่านั้นก็อาจทำได้ เช่น ตั้งสายอากาศให้อยู่บนยอดเขาสูง สภาพทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ และความชื้นของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ อาจมีผลทำให้เพิ่มระยะทางได้อีกมากโดยที่สัญญาณที่ได้รับ ยังพอให้ข่าวสารได้ สภาพการณ์นี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันออกไปและอาจเกิดขึ้นได้บ่อยๆ ถ้าเครื่องวิทยุเหล่านั้นตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งมหาสมุทรหรือพื้นน้ำอันกว้างขวาง

ค. การที่คลื่นวิทยุในแถบความถี่ VHF และ UHF เคลื่อนที่เกือบจะเป็นเส้นตรงทำให้การ ปฏิบัติการในย่านความถี่เหล่านี้ ตามปกติแล้วต้องการให้เส้นทางระหว่างสายอากาศเครื่องส่งกับเครื่องรับ เป็นระยะสายตา ตามความหมายทางวิทยุ ทั้งนี้ได้หมายความว่า จากสายอากาศอันหนึ่ง จะต้องมองเห็น สายอากาศอีกอันหนึ่งได้ ขอเพียงว่าไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างสายอากาศทั้งสองเป็นการเพียงพอแล้ว

เมื่อเครื่องส่งกับเครื่องรับอยู่ห่างกันเกินกว่า 30 ไมล์ (48 กม.) ส่วนโค้งของผิวโลกจะมีผลต่อเส้นทางส่งคลื่น ถึงแม้ว่าจะไม่มีเนินเขาหรือสิ่งกีดขวางอยู่ในเส้นทางก็ตาม ส่วนโค้งของผิวโลกก็อาจทำให้ไม่สามารถส่งคลื่นเป็นเส้นตรงได้ระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ

ง. ถ้าตั้งสายอากาศเหนือภูมิประเทศที่ราบเรียบ โดยให้มีความสูงที่ถูกต้องและทิศทางที่เหมาะสมแล้วอาจจะได้รัศมีการทำงานไกลขึ้น ไม่ควรตั้งสายอากาศในที่ที่ทำให้เส้นทางการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุมีสิ่งกีดขวาง เช่น ภูเขา สิ่งก่อสร้าง หน้าผา ป่าทึบ หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ ที่ลุ่ม หุบเขา และที่ต่ำอื่นๆ ก็เป็นที่ตั้งที่ไม่เหมาะสำหรับการรับและส่งวิทยุเช่นเดียวกัน เพราะคล้ายๆ กับว่าจะเป็นสิ่งกีดขวางต่อเส้นทางส่งคลื่น ตามปกติแล้วการส่งเหนือพื้นน้ำจะดีกว่าการส่งเหนือพื้นดิน ขอแนะนำว่าควรส่งผ่านที่โล่ง หุบเขาที่มีแม่น้ำไหลและโล่งแจ้ง หรือจากที่สูงซึ่งอยู่เหนือป่าไม้ทึบ ถ้าเครื่องวิทยุไปปฏิบัติงานอยู่ใกล้สะพานเหล็ก ทางลอดหรือใกล้สายไฟแรงสูงอาจจะทำให้สัญญาณที่ได้รับอ่อนไปหรืออาจรับสัญญาณอื่นที่ไม่ต้องการเข้ามาได้ และถ้าเสาอากาศตั้งอยู่ ณ ตำแหน่ง ซึ่งสัญญาณที่ส่งหรือรับ ต้องผ่านเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า (Power Generator) ณ ปลายทางข้างใดข้างหนึ่งก็อาจได้รับสัญญาณซึ่งไม่ต้องการเข้ามาได้

## 2. การใช้ระบบวิทยุถ่ายทอด

อาจใช้ระบบวิทยุถ่ายทอดเป็นอุปกรณ์การสื่อสารหลัก/รองหรือเสริมระบบทางสายที่มีอยู่แล้วได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบวิทยุถ่ายทอดอาจจะใช้ได้ดังต่อไปนี้

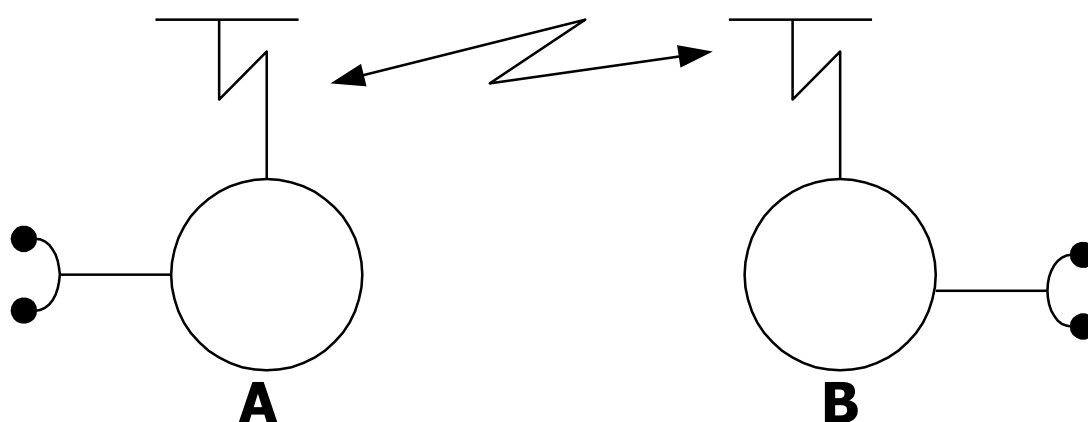
- ก. โดยทางยุทธวิธีในสถานการณ์เคลื่อนที่เร็วจะใช้เป็นการสื่อสารชนิดทางสายใหญ่ในตอนเริ่มต้น แล้วเสริมด้วยการวางสายหากสถานการณ์อำนวย
- ข. ใช้เป็นอุปกรณ์สื่อสารหลักในการสื่อสารแบบหลายช่อง
- ค. ใช้เพื่อเสริมหรือขยายระบบทางสาย
- ง. ในเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องรวมช่องสื่อสาร ทำให้สามารถส่งสัญญาณโทรศัพท์ โทรสำเนาและวิทยุทัศน์ หรือการสื่อสารข้อมูล (Data) พร้อมกันก็ได้

## ตอนที่ 2 การติดตั้งใช้งาน

### 1. การติดตั้งใช้งาน

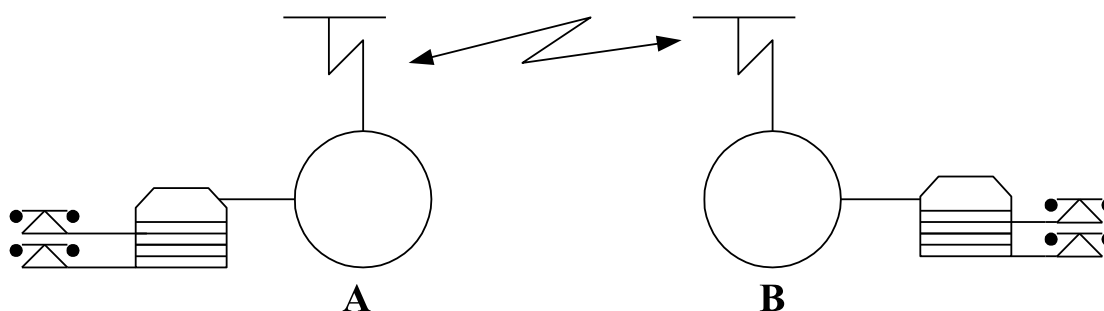
ตามวัตถุประสงค์ของวิทยุถ่ายทอดจะติดตั้งเพื่อเป็นสื่อรับ-ส่ง (Transmission Media) ระหว่างเครื่องรวมช่องการสื่อสารทั้งนี้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด การติดตั้งใช้งานกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ

1. แบบ Single Channel การติดตั้งแบบนี้จะเป็นการใช้งานครั้งแรกโดยติดต่อทางวงจร Order - Wire เพื่อประโยชน์ในการจัดตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดให้ติดต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและระบบมีค่าความเชื่อถือได้สูงการติดตั้งแบบนี้จะไม่สามารถพูดสวนทางกันได้ (Half Duplex) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การใช้งานแบบ SINGLE CHANNEL

2. แบบ Multi Channel การติดตั้งแบบนี้จะต่อใช้งานร่วมกับเครื่องรวมช่องการสื่อสารให้สามารถต่อเครื่องมือทางด้านผู้ใช้ได้หลายชนิด เช่น โทรศัพท์ โทรสำเนา รวมทั้งอุปกรณ์การสื่อสารข้อมูล(Data) และยังสามารถใช้งานได้พร้อมกันทุกเครื่อง การติดตั้งแบบนี้จะรับ-ส่งสัญญาณสวนทางกันได้ (Full Duplex) ดังรูปที่ 2



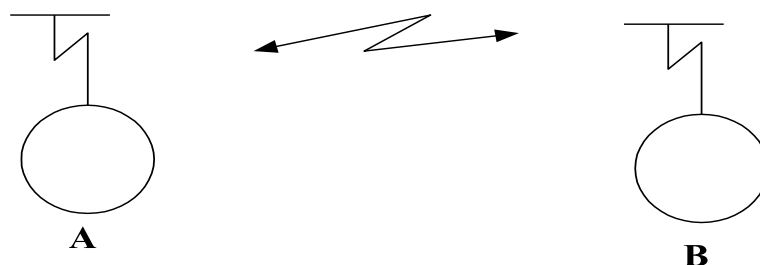
รูปที่ 2 การใช้งานแบบ MULTI CHANNEL

## 2. รูปแบบการติดต่อสื่อสาร

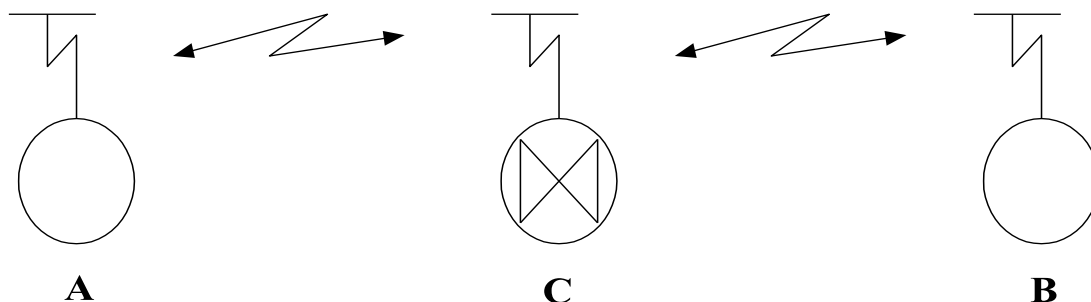
รูปแบบการติดต่อสื่อสารมี 2 รูปแบบ คือ

1. แบบจุดต่อจุด (Point To Point ) เป็นรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีต้นทางถึงปลายทางโดยตรง มีประสิทธิภาพสูงสุดในระยะไม่เกิน 40-48 ก.ม. (Line Of Sight ) ( รูปที่ 3 )

2. แบบหลายช่วงการสื่อสาร (Multi Hop) จะจัดเมื่อระยะการติดต่อระหว่างสถานีต้นทางถึงปลายทางเกินกว่าระยะสายตาหรือลักษณะภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวย โดยติดตั้งสถานีถ่ายทอด (Relay) เพื่อทำหน้าที่ส่งต่อสัญญาณ จำนวนสถานีถ่ายทอดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการในความเชื่อถือได้ของระบบ(Reliability) ,ระยะการติดต่อสื่อสาร ,สภาพภูมิประเทศและข้อจำกัดของเครื่องมือ ( รูปที่ 4 )



รูปที่ 3 การติดต่อสื่อสารแบบจุดต่อจุด



รูปที่ 4 การติดต่อสื่อสารแบบหลายช่วงการสื่อสาร

## บทที่ 3

### การใช้ระบบวิทยุถ่ายทอด

---

#### ตอนที่ 1 การใช้ทางยุทธวิธี

##### 1. กล่าวทั่วไป

เนื่องจากเครื่องวิทยุถ่ายทอดนั้นมีความอ่อนตัวและสามารถเปลี่ยนทิศทางได้รอบตัวจึงอาจจะใช้ระบบนี้ในการสื่อสารทางยุทธวิธีได้อย่างไม่มีกฎเกณฑ์ในแต่ละสถานการณ์ จำนวนเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่จะใช้ จะบ่งไว้ในแผนการสื่อสารซึ่งเป็นผลจากการประมาณสถานการณ์การสื่อสารของผู้วางแผนการสื่อสาร

##### 2. ข้อพิจารณาจำเพาะ

ก. วงจรวิทยุถ่ายทอดนี้จะใช้งานระหว่างตำบลถึงตำบลเสมอ คือระหว่างสถานีปลายทางถึงสถานีปลายทาง หรือถ้าใช้สถานีถ่ายทอดด้วยก็หมายความว่า จากสถานีปลายทางถึงสถานีปลายทางโดยให้ผ่านสถานีถ่ายทอดทั้งหลายนั้น

ข. โดยปกติแล้วกองบัญชาการหน่วยหนึ่งจะเป็นผู้จัดระบบวิทยุถ่ายทอดทั้งระบบ รวมทั้งเครื่องมือปลายทาง ณ ที่กองบัญชาการหน่วยรองและจัดสถานีถ่ายทอดที่จำเป็นด้วย ในแผนการสื่อสารจะต้องจัดชุดวิทยุปลายทางและชุดพนักงานที่ต้องไปขึ้นสมทบกับหน่วยรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหน่วยรองนั้นๆ ไม่มีเครื่องปลายทางและชุดปฏิบัติงานอยู่ในอัตรา ภายใต้สภาพปกติ การควบคุมทางการปฏิบัติต่อชุดปลายทางที่มาสมทบหน่วยรองนี้คงอยู่ภายใต้บังคับบัญชาของหน่วยต้นสังกัดหรือสุดแล้วแต่คำสั่งยุทธการ

ค. ผู้วางแผนการสื่อสารจะต้องพิจารณาถึงสิ่งดังต่อไปนี้ด้วย

- (1) ชนิดและจำนวนของเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่มีอยู่
- (2) คุณลักษณะของเครื่องและการใช้ที่คาดว่าจะอาจจะเป็นไปได้
- (3) ความถี่ปฏิบัติการที่กำหนดให้ใช้นั้นใช้ได้เพียงใด
- (4) ชีตความสามารถของระบบทางสายที่มีอยู่และที่คิดไว้
- (5) การสนธิระบบวิทยุถ่ายทอดเข้ากับระบบทางสาย
- (6) ระบบการสื่อสารต่างๆ อยู่ใกล้กันหรือมีเส้นทางตัดกันก็ให้รวมสถานีถ่ายทอดต่างๆ เข้ามาไว้เสียด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการสนับสนุนทางการส่งกำลังบำรุงและการรักษาความปลอดภัยและลดจำนวนกำลังพลลงด้วย
- (7) ความเป็นไปได้ในการขนส่งเครื่องวิทยุถ่ายทอดไปทางอากาศเพื่อจัดวางการสื่อสาร



สำหรับสถานการณ์พิเศษ เช่น ในการควบคุมความเสียหายเป็นพื้นที่ภายหลังการโจมตีด้วยอาวุธนิวเคลียร์

- (8) ความสามารถที่อาจจะเป็นไปได้ในการรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารเนื่องจากข้าศึกอาจรบกวนหรือทำให้การสื่อสารขาดได้
- (9) ความสามารถในการเข้าสู่ที่ตั้งต่างๆ ที่ได้เลือกไว้แล้ว ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงเรื่องทางธุรการที่อาจกระทบกระเทือนต่อการส่งกำลังบำรุงการซ่อมบำรุงและการขนส่งด้วย
- (10) คุณลักษณะทางภูมิศาสตร์และภูมิประเทศ

### 3. ระเบียบปฏิบัติของระบบ

#### ก. การปฏิบัติการ

(1) การปฏิบัติการวิทยุถ่ายทอดจะให้ความเชื่อถือได้มากที่สุดเมื่อได้ใช้ รปจ. (ระเบียบปฏิบัติประจำ) สื่อสารที่ทำไว้อย่างละเอียดและชัดเจน ตลอดจนมี นปส. (คำแนะนำการปฏิบัติการสื่อสาร) และ นสป. (คำแนะนำการสื่อสารประจำ) ที่มีการวางแผนอย่างดีและเขียนไว้อย่างชัดเจน รปจ. สื่อสาร ควรจะรวมข้อความที่บ่งถึงการปฏิบัติการทางการสื่อสารทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับคำแนะนำที่มีอยู่ใน นปส. และ นสป. ฉบับปัจจุบัน

(2) นปส. ที่ตัดตอนออกมาจะถูกแจกจ่ายให้แก่หัวหน้าชุดวิทยุถ่ายทอดแต่ละคน เรื่องที่ตัดตอนออกมาเหล่านี้จะประกอบด้วยประมวลข่าวที่จัดทำไว้ก่อน สัญญาณเรียกขาน ความถี่ ประมวลพิกัดแผนที่ และระบบรับรองฝ่ายของหน่วย จะต้องจัดการไว้ล่วงหน้าเพื่อให้มั่นใจว่าการส่งมอบเรื่องที่ตัดตอนออกมาใหม่จาก นปส. นั้นทันเวลาตามต้องการ

(3) หัวหน้าชุดวิทยุถ่ายทอดทุกคนจะได้รับแจกแผนที่ทางยุทธวิธีซึ่งคลุมพื้นที่ซึ่งชุดของตนอาจจะต้องปฏิบัติ

ข. การใช้ในทางยุทธวิธี ในระหว่างการยุทธคำสั่งที่ใช้ในทางยุทธวิธีใดๆ ก็ตามจะต้องให้มาเป็นประมวลลับ เพื่อให้สอดคล้องตาม นปส. ฉบับที่ตัดตอนออกมา หัวหน้าชุดผู้รับข่าวจะต้องมีการรับรองฝ่ายในการส่ง ในทางตรงกันข้ามผู้ที่ออกคำแนะนำก็ควรจะต้องมีการรับรองฝ่ายด้วย ห้ามส่งข่าวสารข้อความธรรมดาต่อไปนี้ทางวงจรพนักงาน (Order Wire)

- (1) ที่ตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอด
- (2) คำแนะนำการเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ต่างๆ
- (3) การพิสูจน์ฝ่ายของสถานีพร้อมับนามหน่วย
- (4) คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดตั้งสถานีทางยุทธวิธีในอนาคต

ค. การเปลี่ยนแปลงระบบ ข่าวสารในเรื่องการเปลี่ยนแปลงระบบจะต้องส่งออกไปทั้ง 2 ทิศทางคือจากกองบัญชาการหน่วยเหนือไปยังหน่วยรองและโดยกลับกัน ส่วนคำสั่งที่เกี่ยวกับระบบจะมาจากสถานีปลายทางซึ่งประจำกองบัญชาการของหน่วยเหนือ

ง. ข้อพิจารณาเกี่ยวกับเครื่องมือ

- (1) ต้องใช้ความถี่ให้ตรงตามที่กำหนด
- (2) ต้องใช้ขั้วสายอากาศให้ถูกต้อง
- (3) สายอากาศต้องหันให้ตรงกับทิศทาง

จ. การรักษาความปลอดภัย วิทยุเป็นเครื่องสื่อสารที่มีความปลอดภัยน้อยที่สุด ดังนั้นการรักษาความปลอดภัยทางวิทยุเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอยู่เสมอ ข้าศึกได้รับข่าวสารไปโดยเพียงแต่รู้ว่าชุดวิทยุกำลังปฏิบัติการอยู่ การวิเคราะห์ของข้าศึกเกี่ยวกับจำนวนของชุดที่ปฏิบัติการ ปริมาตรของข่าวสาร หรือบริเวณที่ตั้งของชุดวิทยุเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

#### 4. ความอ่อนตัวของระบบ

ระบบวิทยุถ่ายทอดมีความอ่อนตัวสูงมากและทำให้มีขีดความสามารถในการสื่อสารหลายประการ ระบบเหล่านี้อาจจะใช้ได้ในวิธีดังต่อไปนี้คือ

(1) เพื่อขยายเส้นทางการสื่อสารในสถานการณ์เคลื่อนที่เร็ว เครื่องวิทยุถ่ายทอดเคลื่อนที่ก็จะปฏิบัติงานโดยใช้ชุด Jump team ชุดเหล่านี้อาจจะเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่ตั้งซึ่งอยู่ทางหน้า ทางหลัง หรือทางข้าง ก่อนหน้าจะมีการเคลื่อนย้ายกองบัญชาการจริงๆ การปฏิบัติเช่นนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าการสื่อสารจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ให้ดำรงการสื่อสาร ณ ทก. เก่า(ที่บัญชาการ) ไว้ก่อน ด้วยเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่เหมือนกันหรือด้วยระบบทางสาย เมื่อจะปิดที่บัญชาการเก่าก็ต้องต่อวงจรเข้าไปยัง ทก. ใหม่

(2) ระบบวิทยุถ่ายทอดอาจใช้เสริมเข้าไปในระบบทางสายได้โดยไม่ทำให้ขีดความสามารถของทางสายลดลง ระบบวิทยุถ่ายทอดใช้ติดตั้งในภูมิภาคที่มีการสร้างสายกระทำได้ยากหรือทำไม่ได้เลย เช่น บริเวณป่าไม้ที่หนาแน่น พื้นที่หนองบึง ป่าทึบ หุบเขาลึก ลาดชัน ลำธารขนาดใหญ่หรือหุบเขาที่ขรุขระ

(3) ในบางครั้งอาจต้องการที่จะนำช่องสื่อสารออกใช้หรือใส่ช่องสื่อสาร ณ ตำแหน่งถ่ายทอดทางวิทยุตำแหน่งหนึ่งก็ได้ โดยชุดวิทยุแต่ละชุดนั้นจะต้องต่ออยู่กับเครื่องรวมช่องการสื่อสาร

(4) โดยการจัดระบบวิทยุถ่ายทอดอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถจะขยายเส้นทางการสื่อสารไปยังระบบวิทยุถ่ายทอดอื่นหรือข่ายการสื่อสารอื่นๆ ได้ เช่นระบบการสื่อสารของบริษัทโทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด มหาชน หรือระบบการสื่อสารของกองบัญชาการกองทัพไทย

## บทที่ 4

### การวางแผนระบบ

---

#### ตอนที่ 1 คำนำ

##### 1. กล่าวทั่วไป

ก. การวางแผนระบบ หมายถึง การวางแผนผังทั้งมวลของวงจรวิทยุถ่ายทอดการเลือกที่ตั้ง การเลือกใช้เครื่องมือการจัดการทางความถี่ ตลอดจนการกำหนดบัญชีนามและบัญชีหมายเลขช่องการสื่อสาร

ข. ปัจจัยที่จะพิจารณาในการวางแผนระบบวิทยุถ่ายทอดมีดังต่อไปนี้

- (1) วงจรที่ต้องการ
- (2) ชีตความสามารถของเครื่องวิทยุถ่ายทอดและเครื่องเพิ่มช่องการสื่อสาร
- (3) ลักษณะภูมิประเทศและการแพร่กระจายคลื่น
- (4) ที่ตั้งชุดวิทยุและสายอากาศ
- (5) การคำนวณค่าสมรรถนะของระบบ (System Value) การจางหาย และการเชื่อถือได้ของวงจร
- (6) การวางแผนการใช้ความถี่
- (7) การกำหนดบัญชีนามและบัญชีหมายเลขช่องการสื่อสาร
- (8) วิธีลดการรบกวนให้น้อยลงในสนาม

##### 2. ข้อพิจารณาเรื่องระบบ

ก. ระบบวิทยุถ่ายทอดอาจใช้โดยตรงเป็นทางสายใหญ่หลัก หรือใช้เป็นตัวเชื่อมกับระบบทางสายที่มีอยู่ก่อนแล้วก็ได้ การติดตั้งอาจเป็นไปอย่างชั่วคราวหรือถาวรก็ได้เช่นกัน สำหรับชุดวิทยุถ่ายทอด สามารถที่จะทำการต่อกับเครื่องรวมช่องการสื่อสารสำหรับอุปกรณ์ทางด้านผู้ใช้ ณ ตำบลใดตำบลหนึ่งก็ได้

ข. จำนวนช่วงถ่ายทอดที่จะยอมให้มีได้นั้นขึ้นอยู่กับแบบของเครื่องและภูมิประเทศ การผิพื่นของสัญญาณ เสี่ยงรบกวนและโอกาสที่วงจรไม่ทำงานอันเนื่องมาจากเครื่องมือขัดข้องจะมีมากขึ้นตามจำนวนช่วงที่เพิ่มขึ้น

### 3. การแยกเครื่องวิทยุปลายทางออกจากเครื่องรวมช่องการสื่อสาร

ก. ณ ที่ตั้งสถานีปลายทางของระบบซึ่งใช้เครื่องรวมช่องการสื่อสารนั้น เครื่องรวมช่องการสื่อสารอาจจะตั้งอยู่กับเครื่องวิทยุปลายทางหรือตั้งรวมกันอยู่ใกล้กับศูนย์สลับสายโทรศัพท์ก็ได้

ข. ตามปกติแล้วในระดับของกองพลและต่ำกว่า เครื่องรวมช่องการสื่อสารจะติดตั้งอยู่กับเครื่องวิทยุในยานพาหนะคันเดียวกัน การจัดเช่นนี้จะทำให้เครื่องรวมช่องการสื่อสารวิทยุปลายทางมีลักษณะเหมือนกันทางยุทธวิธี และลดเวลาในการติดตั้งและรื้อถอน อย่างไรก็ตามความยาวของสายที่จะต่อระหว่างเครื่องรวมช่องการสื่อสาร จะแตกต่างกันตามชนิดของเครื่องมือที่ใช้

ค. ณ กองบัญชาการหน่วยเหนือ (ตั้งแต่กองทัพภาคขึ้นไป) โดยมากเครื่องรวมช่องการสื่อสารมักจะตั้งรวมกันอยู่ใกล้ๆ กับศูนย์สลับสายโทรศัพท์ ซึ่งทำให้การใช้เครื่องรวมช่องการสื่อสารที่มีอยู่มีความอ่อนตัวมากขึ้น

## ตอนที่ 2 เทคนิคการเลือกที่ตั้ง

### 1. กล่าวทั่วไป

มีปัจจัยหลายประการที่ต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนเลือกที่ตั้งของสถานีถ่ายทอดในระบบวิทยุถ่ายทอด

ก. การรักษาความปลอดภัยทางวัตถุ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกที่ตั้งสถานีถ่ายทอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำเป็นมากในพื้นที่ที่แยกอยู่โดดเดี่ยว แนวทางในการป้องกันรอบตัวมีปรากฏอยู่ ณ ผนวก ข.

ข. ในการออกแบบสร้างระบบวิทยุถ่ายทอดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีจำเป็นต้องปฏิบัติการโดยต่อเนื่องอย่างมากในกรณีที่ต้องพึ่งเล็งต่อภูมิประเทศที่เป็นลูกคลื่น หรือในพื้นที่ที่มีการเบี่ยงเบน (Diffraction) อย่างมากหรือการสะท้อนกลับ (Reflection) อาจจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้

ค. ตามปกติแล้วที่ตั้งวิทยุถ่ายทอดจะเป็นเส้นทางหักไปมา เหตุผลอย่างหนึ่งที่เป็นแบบนี้ก็คือ ลักษณะภูมิประเทศมักจะไม่อำนวยให้วิทยุถ่ายทอดติดตั้งเป็นเส้นตรงได้ กับทั้งระยะบางช่วงไกลเกินความจำเป็นและบางช่วงไกลเกินไปจนรับไม่ได้ดี นอกจากนั้นแล้วเนินเขาต่างๆ ที่มีความสูงเพียงพอ ก็ไม่ค่อยจะอยู่เรียงรายกันจนสามารถตั้งวิทยุถ่ายทอดให้เป็นเส้นตรงเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามกฎทุกข้อก็ยังมิข้อยกเว้น ดังนั้นการหักไปมาก็ไม่จำเป็นเสมอไป กล่าวคือในทางปฏิบัติที่เป็นไปได้ก็อาจจะเลือกที่ตั้งสถานีถ่ายทอดให้อยู่ในเส้นตรงและทำการรับให้ได้ผลที่แน่นอนด้วยการใช้ขั้วสายอากาศที่ต่างกันและหรืออาจใช้การสลับความถี่เพื่อให้การรับได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ง. การเลือกที่ตั้งอาจใช้วิธีการหลายวิธีก็ได้หรือด้วยการผสมวิธีการต่างๆ กันก็ได้ แผนที่เส้นลายขอบเขา แผนที่ภูมิศาสตร์ทางทหาร ภาพถ่ายทางอากาศ และการสำรวจภูมิประเทศก็อาจนำมาใช้ได้อย่าง

ได้ผล ปกติแล้วที่ตั้งจะถูกเลือกอย่างคร่าวๆ จากแผนที่ภูมิศาสตร์ทางทหารแล้วทำการสำรวจทางพื้นดินหรือทางอากาศเพื่อยืนยันการเลือกนั้นอีกครั้งหนึ่ง

## 2. การตรวจภูมิประเทศ

ก. การลาดตระเวนทางแผนที่ เส้นชั้นความสูงขั้นต้นเพื่อเลือกที่ตั้งสถานีปลายทางและสถานีถ่ายทอดนั้นควรให้มีบริเวณที่ตั้งสำรองไว้หลายๆ แห่งสำหรับแต่ละสถานีที่ตั้งที่ได้คิดไว้ด้วยเมื่อได้ทำภาพตัดทางข้างแล้วอาจต้องยกเลิกที่ตั้งสำรองบางแห่งไป และจะต้องทำการตรวจสอบที่ตั้งสำรองที่เหลือนั้นด้วยการตรวจทางพื้นดินจริงๆ

ข. การตรวจภูมิประเทศควรจะได้กระทำเพื่อความมุ่งหมายที่จะกำหนดเส้นทางเข้าสู่ที่ตั้ง เพื่อตกลงใจว่าพื้นดินนั้นเหมาะแก่การใช้นานพาทะและการตั้งเสาอากาศหรือไม่ และเพื่อพิจารณาว่าในการเตรียมที่ตั้งนั้นจะต้องทำการถากถางพื้นที่ออกไปเท่าไร จึงเพียงพอสำหรับการจัดตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดนั้น

## 3. การกำหนดที่ตั้งด้วยมาตรวัดความสูงวิทยุ

ก. ในพื้นที่ซึ่งแผนที่เส้นชั้นความสูงที่แน่นอนหาไม่ได้ มาตรวัดความสูงบนเครื่องบิน และบนเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพบก ก็อาจนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ในการทำภาพตัดทางข้าง(Profile) ช่วงหนึ่งของ VHF. ที่คิดไว้ เครื่องวัดความกดอากาศหรือวัดความสูงวิทยุอาจนำมาใช้ประโยชน์เพื่อความมุ่งหมายนี้ได้ด้วย เริ่มแรกควรวัดค่าความสูงทั้งต้นทางและปลายทางของช่วง ครึ่งต่อๆ ไป วัด ณ ภูมิประเทศที่สูงเด่นทั้งหลายที่อยู่ในเส้นทางตรงระหว่างปลายทั้งสองของช่วงแล้วเขียนลงไปบนกระดาษ รัศมี 4/3 ของโลก ในการใช้ข้อมูลเหล่านี้ก็เช่นเดียวกับการนำภาพตัดทางข้างซึ่งทำจากแผนที่เส้นชั้นความสูงคืออาจจะต้องคำนวณหาส่วนโค้งของโลกและการหักเหเฉลี่ยส่วนโค้งของโลกรวมกับการหักเหเนื่องจากชั้นบรรยากาศจะเป็นผลให้สิ่งกีดขวางต่างๆ สูงขึ้นหลายร้อยฟุตกว่าที่เป็นจริงบนโลกที่แบนราบ หรือบนภาพตัดทางข้างซึ่งเขียนบนพิกัดสี่เหลี่ยมธรรมดา เรื่องที่กล่าวแล้วนี้จะเห็นว่าเป็นจริงมากขึ้นในช่วงซึ่งมีระยะทางไกลๆ

ข. ภาพถ่ายทางอากาศมีประโยชน์มาก ในการพิจารณาแนวถนน การส่งกำลัง หรือรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งอาจกระทบกระเทือนต่อการเลือกที่ตั้ง อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย การตรวจจริงๆ ณ ที่ตั้งแต่ละแห่งเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาอย่างยิ่งเพราะจะทำให้ทราบปัญหาต่างๆ โดยที่การตรวจด้วยวิธีอื่นไม่ปรากฏ

## 4. ความสามารถเข้าสู่ที่ตั้งต่างๆ

ก. ข้อพิจารณาที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการเลือกที่ตั้งวิทยุถ่ายทอดก็คือความสามารถในการเข้าถึงได้ซึ่งไม่มีถนนไปยังบริเวณที่ต้องการ จะต้องมีการตรวจภูมิประเทศจริง เพื่อกำหนดปริมาณของงานที่จำเป็นในการสร้างเส้นทาง สำหรับภูมิประเทศที่เป็นลูกคลื่นการสร้างถนนอาจจะไม่ยากนัก



แต่ภูมิประเทศที่เป็นหิน เป็นเนิน จะประสบปัญหายุ่งยากมากกว่า มักจะปรากฏเสมอว่าการเลี้ยวไปเลือกที่ตั้งอื่นที่ถูกความประสงค์ในทางวิทยุน้อยกว่าที่นั้นเป็นผลดีกว่าจะพยายามสร้างทางเข้าไปยังที่ตั้งที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามปัญหาเกี่ยวกับความสามารถเข้าสู่ที่ตั้งนี้ย่อมเกี่ยวข้องทั้งการพิจารณาในทางยุทธวิธี และการส่งกำลังบำรุงในพื้นที่ภูเขา แผ่นดินถล่มและน้ำเซาะพัง จะขัดขวางการปฏิบัติและทำให้เกิดอันตรายแก่พนักงานและเจ้าหน้าที่ปรนนิบัติบำรุงคุณภาพของถนนและลักษณะภูมิประเทศที่ถนนนั้นผ่านจะเป็นเครื่องกำหนดปริมาณในการใช้ถนนนั้น

ข. ในกรณีที่มีความต้องการทางยุทธวิธีบังคับให้เลือกที่ตั้งในบริเวณที่ไม่อาจจะเข้าถึงได้แล้ว การพิจารณาใช้เฮลิคอปเตอร์จะเป็นประโยชน์มากในการส่งกำลังทั้งยามปกติและฉุกเฉิน (เร่งด่วน) แต่มีปัญหาที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ

1. จะมีเฮลิคอปเตอร์ใช้ได้เมื่อต้องการหรือไม่
2. เฮลิคอปเตอร์จะลงได้หรือไม่
3. ถ้าลงไม่ได้จะเข้าไปใกล้ที่ตั้งได้พอที่จะทิ้งสิ่งอุปกรณ์ลงมาได้หรือไม่

## 5. การพิจารณาแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ความเชื่อถือได้ของวิทยุถ่ายทอดและระบบวิทยุถ่ายทอดทั้งระบบนั้นขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดกำลัง เพื่อให้การปฏิบัติงานมีความเชื่อถือได้ ควรจะได้ยึดมั่นต่อระเบียบการใช้เครื่องและปรนนิบัติบำรุงตาม รปจ. และคู่มือประจำเครื่องอย่างเคร่งครัด ถ้ามีสายจ่ายกำลังไฟฟ้า ณ ที่ตั้งที่ตั้งใจไว้แล้ว ก็ควรพิจารณาอย่างรอบคอบเพื่อกำหนดว่าสายนั้นมีขีดความสามารถที่จะรับภาระที่เพิ่มขึ้นของวิทยุถ่ายทอดได้หรือไม่ ควรจะคุมกำลังไฟฟ้าให้สม่ำเสมอทั้งความถี่และแรงดัน ทั้งสายไฟก็ต้องใหญ่พอที่จะรับภาระที่เพิ่มขึ้นโดยที่แรงดันไฟฟ้าไม่ตกมากจนเกินไป ในบางกรณีจะต้องเตรียมเครื่องย่นดักกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และจะต้องเอาใจใส่เช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดกำลังหลักตามที่ได้กล่าวไว้

## 6. ขั้วไฟฟ้าของสายอากาศ

ก. กล่าวทั่วไป เพื่อความมุ่งหมายในทางปฏิบัติ คลื่นวิทยุในย่าน VHF ที่ส่งออกจากสายอากาศแนวตั้ง ตามปกติจะถูกพิจารณาว่าเป็นขั้วไฟฟ้าทางตั้ง ขณะเดียวกันคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสายอากาศแนวระดับก็จะถูกพิจารณาว่าเป็นขั้วไฟฟ้าทางระดับ จะใช้ขั้วไฟฟ้าแบบไหนก็ได้ในการส่งคลื่น VHF นี้ การเลือกแบบขั้วไฟฟ้าที่จะใช้นั้นขึ้นอยู่กับความถี่ที่มีใช้และสภาพการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ขั้วไฟฟ้าของสายอากาศรับปลายทางจะต้องเหมือนกับสายอากาศส่งที่ต้นทาง

ข. ข้อดีของขั้วไฟฟ้าทางตั้ง

- (1) สายอากาศขั้วคู่ทางตั้ง(Dipole) แบบง่ายๆ หรือสายอากาศแบบแส้(Whip) จะแพร่คลื่นในทางระดับรอบตัว ลักษณะเช่นนี้เป็นข้อดีในเมื่อต้องการการสื่อสารที่ดีในทุกทิศทาง

- (2) เมื่อความสูงของสายอากาศไม่เกิน 10 ฟุต (3 เมตร) ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งในแถบความถี่ 50-100 MHz จะให้สัญญาณแรงกว่าจากขั้วไฟฟ้าทางระดับ ซึ่งใช้สายอากาศที่มีความสูงเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างนี้สามารถจะตัดทิ้งไปได้เมื่อใช้ความถี่สูงกว่า 100 MHz.
  - (3) ในการส่งวิทยุไปเหนือน้ำทะเล เมื่อใช้สายอากาศที่อยู่ต่ำกว่าระยะสูงระยะหนึ่งแล้ว ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งจะดีกว่าขั้วไฟฟ้าทางระดับความสูงนี้ประมาณ 50 ฟุต (15 เมตร) ณ ความถี่ 85 MHz และความสูงนี้จะต่ำลงเมื่อความถี่สูงขึ้น ทั้งนี้หมายความว่าเมื่อใช้สายอากาศธรรมดาที่มีเสาสูง 45 ฟุต (13.7 เมตร) ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งจะได้ผลดีกว่า ณ ความถี่ที่ต่ำกว่า 100 MHz ณ ความถี่ที่สูงกว่านั้น จะมีผลแตกต่างเพียงเล็กน้อย
- ค. ข้อดีของขั้วไฟฟ้าทางระดับ
- (1) การบังทิศซึ่งเป็นคุณสมบัติประจำสายอากาศทางระดับนั้น อาจจะใช้เป็นประโยชน์ในการลดการรบกวนให้น้อยที่สุดได้ สายอากาศทางระดับอย่างธรรมดาๆ ที่แกนของมันชี้ไปทางทิศตะวันออก ตะวันตก จะส่งและรับได้ดีที่สุดในทิศทางเหนือใต้ และทำการรับส่งได้ดีน้อยกว่าในทิศตะวันออกและตะวันตก
  - (2) สายอากาศระดับรับเอาเสียงรบกวนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ไว้น้อย ซึ่งตามปกติแล้วเสียงรบกวนเหล่านี้จะเป็นขั้วไฟฟ้าทางดิ่ง
  - (3) เมื่อสายอากาศตั้งอยู่ในป่าค่อนข้างทึบ คลื่นขั้วไฟฟ้าทางระดับจะประสบกับการสูญเสียน้อยกว่าคลื่นขั้วไฟฟ้าทางดิ่งซึ่งจะเป็นจริงมากขึ้นในช่วงความถี่สูงๆ ของย่าน VHF การย้ายที่ตั้งสายอากาศแต่เพียงเล็กน้อยในพื้นที่ป่าโปร่ง จะแสดงผลทางคลื่นนิ่ง (Standing Wave) ของสายอากาศที่เป็นขั้วทางดิ่งจะทำให้ความเข้มของสนามเกิดการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ภายใต้อาณัติเดียวกันนี้มี ผลเสียดังกล่าวแทบจะไม่ปรากฏในสายอากาศที่มีขั้วไฟฟ้าทางระดับ ส่วนในป่าทึบมากโดยทั่วไปแล้วสมรรถนะของสายอากาศทั้งสองแบบจะแย่ง

### ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ภูมิประเทศและคำนวณเส้นทางวิทยุถ่ายทอด

#### 1. การทำภาพพื้นฐานด้านข้างของภูมิประเทศระหว่างคู่สถานี (Path Profile)

หลังจากการกำหนดที่ตั้งและสำรวจภูมิประเทศในภูมิประเทศจริงแล้ว ผู้วางแผนระบบวิทยุถ่ายทอด มีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่า ในเส้นทางเดินของคลื่นวิทยุถ่ายทอดระหว่างคู่สถานีมีอุปสรรคหรือลักษณะภูมิประเทศเป็นเช่นไร การทำภาพพื้นฐานด้านข้างของภูมิประเทศ ประกอบกับที่ตั้งระหว่างคู่สถานีรวมไปถึงเส้น Line Of Sight และ First Fresnel Zone มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

## การ Plot จุดลงในกระดาด Profile

1. พิจารณาดูว่าระยะทางระหว่างคู่สถานี ความสูงสูงสุดจากระดับน้ำทะเล
2. พิจารณาเลือกมาตราส่วนที่พอเหมาะต่อความสูงและระยะทางที่มีอยู่
3. นำระยะทางทั้งหมดหารด้วย 2 ถ้ามีเศษให้ปัดเศษทิ้ง กำหนดจุดกึ่งกลางของกระดาดให้มีค่าเท่ากับจำนวนเต็มหารได้

4. กำหนดระยะทางด้านซ้ายตามมาตราส่วนจนถึง กม.ที่ 0 และกำหนดระยะทางด้านขวาจนถึง กม.สุดท้าย

5. Plot จุดต่างๆ ที่อ่านได้โดยให้แกนตั้งเป็นสเกลความสูงตามมาตราส่วนที่เลือกไว้ ให้ตรงกับระยะทางในแนวของแกนนอน

6. ณ สถานีทั้งคู่จะต้องกำหนดความสูงของเสาอากาศเท่ากับความสูงจริงของเสาอากาศที่จะทำการติดตั้ง ณ บริเวณนั้น Plot จุดสูงสุดของเสาอากาศ ณ กม.ที่ 0 และ กม. สุดท้ายลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างคู่สถานีเพื่อแสดงแนวเส้นทางเดินของคลื่นวิทยุถ่ายทอด (อย่าลืมว่าเสาอากาศจะต้องตั้งจากระดับความสูง ณ ที่ตั้งสถานีวิทยุ)

7. ลากเส้นเชื่อมจุดต่างๆ ที่ Plot ไว้ จะแสดงเป็นภาพด้านข้างของภูมิประเทศจริง และให้สังเกตดูว่ามีส่วนใดของเส้นภูมิประเทศตัดกับเส้นแนวทางการเดินของคลื่นวิทยุถ่ายทอด ถ้ามี นั้นหมายความว่าภูมิประเทศบางส่วนที่สูงจนสามารถบังรัศมีการส่งคลื่น (Line Of Sight) ระหว่างคู่สถานี ให้พิจารณาย้ายที่ตั้งสถานีใหม่หรือเพิ่มความสูงของเสาอากาศหรือพิจารณาตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดกลางทาง ทั้งนี้แล้วแต่เหตุผลใดจะเหมาะสมและอยู่ในการตัดสินใจของฝ่ายอำนวยการ

8. Fresnel Zone คลื่นวิทยุในเส้นทางเดินคลื่นระหว่างสายอากาศทั้งสอง พิจารณาได้คล้ายกับการเคลื่อนที่ของกำลังงานส่วนใหญ่ซึ่งก่อตัวเป็นรูปวงรี (Ellipse) ในลักษณะตั้งฉากกับสายอากาศ Fresnel Zone สามารถคำนวณได้จากความเกี่ยวข้องกับที่ตั้งสายอากาศได้ดังนี้

$$r = 17.3 \sqrt{(d1 * d2) / fd}$$

r = รัศมีของวงรี ณ จุดใด ๆ

d1 = ระยะทางจากสถานี A

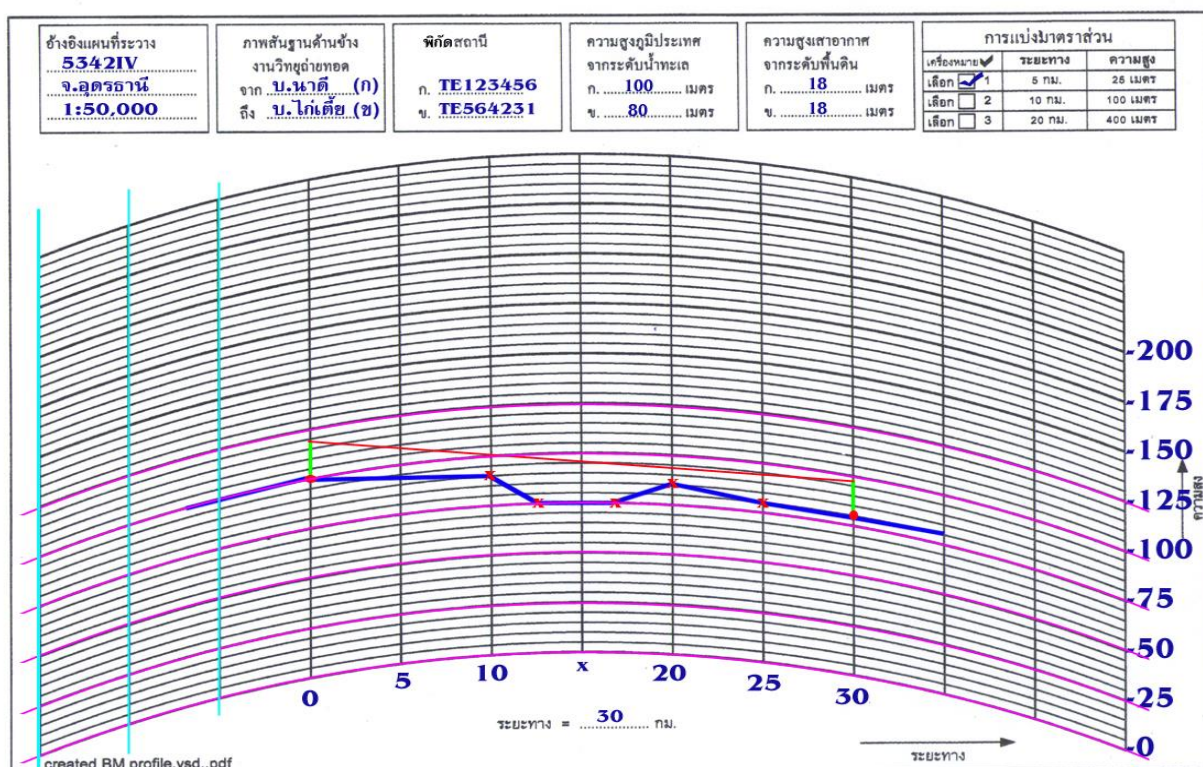
d2 = ระยะทางไปสถานี B

d = ระยะทางทั้งหมด

Effective Earth Radius Factor หรือปัจจัยค่า K บริเวณบรรยากาศชั้นผิวโลกมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา คลื่นวิทยุที่เคลื่อนที่ผ่านดังกล่าวเกิดการหักเหของคลื่น (Refraction) ลงสู่พื้นโลก จึงดูเหมือนว่าคลื่นวิทยุเดินทางขนานกับพื้นโลก มิได้เดินทางเป็นเส้นตรงทั้งหมด ผลการหักเหของคลื่น (Bending Effect) นี้ แก่ด้วย ปัจจัยค่า K ข้อแตกต่างความโค้งพื้นโลก ที่ใช้กับคลื่นวิทยุเคลื่อนที่ในระยะสายตากับความโค้งกับพื้นโลกจริงๆ นั้น นำมาพิจารณาเมื่อต้องการกระทำ Path Profile โดยอาศัยค่า  $K = 4/3$  ในเขตศูนย์สูตร

การตรวจภูมิประเทศ (Field Survey) จะกระทำหลังจากการเลือกที่ตั้งจากแผนที่และทำ Profile จากนั้นจึงทำการสำรวจภูมิประเทศ เพื่อกำหนดเส้นทางเข้าสู่ที่ตั้ง เพื่อให้แน่ใจว่ายานพาหนะเข้าถึงได้ พื้นที่ที่จะตั้งเสาอากาศหรือไม่ รวมทั้งเผื่อไว้เพื่อการสถานีเพิ่มเติมด้วย สิ่งที่จะต้องตรวจสอบคือ

1. Line Of Sight
2. Critical Point ด้านล่างและด้านข้างของเส้น Line Of Sight จุดเหล่านี้หมายถึงรวมถึงจุดที่คาดว่าจะเกิด Reflection รวมทั้งการเพาะปลูก อาคารสิ่งปลูกสร้างและอื่นๆ
3. เพื่อทราบระยะทางและความสูงของสิ่งกีดขวาง
4. เพื่อพิจารณาหรือรับรองเส้นทางเดินคลื่น
5. เพื่อพิจารณาจุดพิกัดในการตั้งสถานี
6. เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของสถานที่ตั้งที่เลือกไว้
7. เพื่อเป็นการตรวจสอบสถานที่ตั้ง Site การลดถอยกำลังงานในเส้นทาง (Path Attenuation)



รูปที่ 5 ตัวอย่างการทำ Path Profile บนกระดาษ Profile (ค่า  $K=4/3$ )

## 2. Path Calculation

ในส่วนของการคำนวณนี้เป็นการคำนวณหาค่าโดยประมาณที่จะนำไปสู่การสรุปและพิจารณาว่าระบบวิทยุถ่ายทอดที่จะทำการติดตั้งในแต่ละช่วง มีค่าความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด สมมติว่าความต้องการของระบบต้องการขีดความสามารถสูงสุดถึงระบบส่งผ่านการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ จำเป็นอย่างยิ่งว่าความเชื่อถือได้ของระบบควรเป็นเท่าไร และมีทางเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณานั้นมีมากมาย แต่ในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีมีหลักนิยมหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบ สิ่งสำคัญที่สุดคือความต้องการของผู้บังคับบัญชา รวมถึงระบบวิทยุถ่ายทอดที่มีอยู่ ฉะนั้นในการวางแผนการติดตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีปัจจัยหลายอย่าง ที่มีผลต่อระบบบางประการก็อาจเป็นอุปสรรคได้ในการวางแผน ซึ่งถ้าหากเป็นการปฏิบัติในทางยุทธศาสตร์ที่ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งมากนัก จึงมีความจำเป็นในการวางแผนให้มีความละเอียดมากกว่าเพื่อให้ได้ความเชื่อถือได้สูงสุดและตลอดเวลา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีที่ต้องนำมาพิจารณา มีดังนี้

1. ค่าของระบบ (System Value) ที่มีอยู่
2. ระยะในการติดต่อ (Distance)
3. ความถี่ที่ใช้งาน (Frequency)
4. ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain)

ทั้งหมดนี้จะนำมาพิจารณาเพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ค่าความเชื่อถือได้เป็นค่าที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณที่แพร่ออกไปและการได้รับกลับมา ถ้าระบบที่ดีต้องมีความเชื่อถือได้ 99.99 เปอร์เซ็นต์ แต่นั่นเป็นเพียงค่าที่คาดหวังไว้เท่านั้น ซึ่งก็เป็นไปได้อย่างมาก สิ่งที่ต้องการในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีนั้นคือ การตอบสนองต่อความต้องการของผู้บังคับบัญชาต่อภารกิจที่ได้รับตามสถานการณ์นั้นๆ ก็เพียงพอแล้ว ค่าความเชื่อถือได้ที่ต้องการในระบบวิทยุถ่ายทอดเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องมือทางด้านผู้ใช้งานจากเครื่อง Multiplex ประกอบด้วย

1. ค่าความเชื่อถือได้สำหรับการสื่อสารด้วยคำพูด (Voice) ระบบ ควรมีค่าความเชื่อถือได้ไม่ต่ำกว่า 98.0 เปอร์เซ็นต์
2. ค่าความเชื่อถือได้สำหรับการสื่อสารทางโทรสำเนา (Facsimile) ระบบ ควรมีค่าความเชื่อถือได้ไม่ต่ำกว่า 99.9 เปอร์เซ็นต์
3. ค่าความเชื่อถือได้สำหรับการสื่อสารข้อมูล (Data communication) ระบบ ควรมีค่าความเชื่อถือได้ไม่ต่ำกว่า 99.99 เปอร์เซ็นต์

การคำนวณหาความเชื่อถือได้นี้หาได้จากค่าต่างๆ ที่เป็นปัจจัยตามที่กล่าวมาแล้วทั้ง 4 ข้อ โดยจะนำมาพิจารณาร่วมกันตามขั้นตอนดังนี้

1. ค่าของระบบ (System Value S.V.)
2. ค่าการสูญเสียในอากาศ (Free space loss : Ao.)
3. การคำนวณหา Fading Margin



### การคำนวณหาค่าของระบบ (System Value S.V.)

การคำนวณหาค่าของระบบนั้น สิ่งที่จะนำมาพิจารณาส่วนใหญ่จะเป็นขีดความสามารถของเครื่อง  
ดังนี้

1. กำลังออกอากาศ Power O/P (Po.)
2. Sensitivity Rx Threshold (Pi.)
3. การสูญเสียในสายส่งกำลัง Feed Loss (L)
4. การขยายในสายอากาศ Antenna Gain (G)

หน่วยสำหรับการคำนวณเกี่ยวกับกำลังงานของเครื่องจะนับเป็น dB โดยเทียบจากค่าของกำลัง  
ออกอากาศของเครื่องจากสูตร

$$\text{กำลังเป็น dB} = 10 \log P_o / 10^{-3}$$

ยกตัวอย่างเช่นกำลังออกอากาศเท่า 10 Watt แปลงเป็น dB

$$\begin{aligned} \text{กำลังออกอากาศเป็น dB} &= 10 \log 10 / 10^{-3} \\ &= 10 (\log 10 - \log 10^{-3}) \\ &= 10 (1+3) = 40 \end{aligned}$$

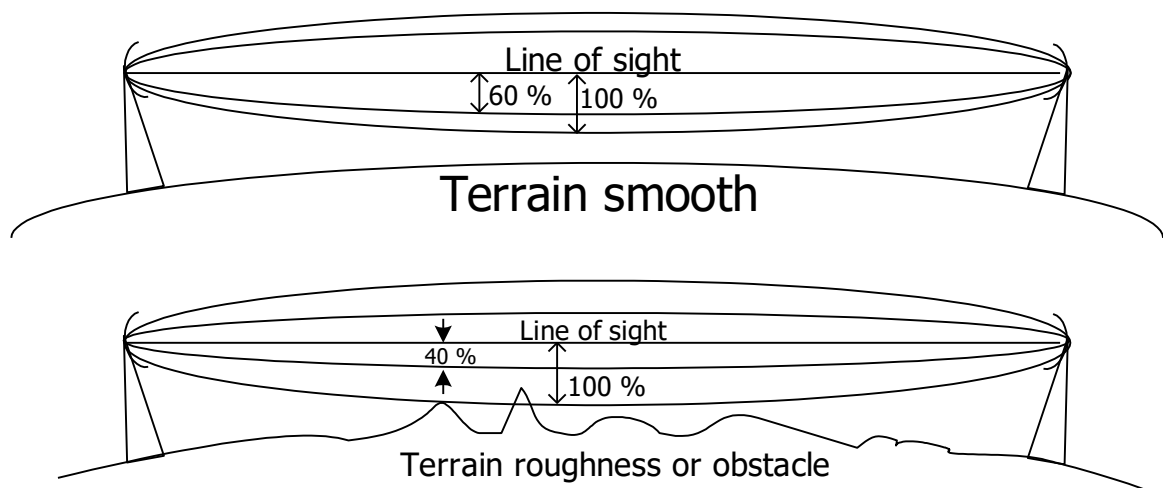
สำหรับ Sensitivity ของเครื่องรับเป็นขีดความสามารถในการการออกแบบจากผู้ผลิต และจะ  
กำหนดไว้เป็นคุณลักษณะของเครื่องรับในที่นี้จะหมายถึง Rx Threshold ณ Bit rate ต่างๆ ในกรณีที่  
BER (Bit Error Rate) ไม่เกิน  $10^{-3}$  ของเครื่องรับ การหาค่าของระบบตามสูตร คือ  $S.V. = (P_o - P_i) + 2G + 2L$  (ค่าของระบบถ้ามีค่ามากจะเป็นผลดีต่อการรับส่งสัญญาณ)

### การคำนวณหาค่าการการลดถอยกำลังในอากาศ (Free Space Attenuation)

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นในอากาศ แบ่งเป็น การสูญเสียเนื่องจากการแพร่กระจาย  
คลื่นในอากาศและการแพร่กระจายคลื่นผ่านสิ่งกีดขวางในภูมิประเทศ ประกอบด้วย

1. ระยะทางระหว่างคู่สถานี (Distance : D)
2. ความถี่ในการรับ-ส่ง (Frequency : F)
3. ลักษณะภูมิประเทศและสิ่งกีดขวาง (Terrain and Obstacle) ที่ยื่นเข้าไปใน First Fresnel

zone



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของสัญญาณที่ยอมรับได้ใน First Fresnel zone

ในการคำนวณค่าการลดถอยกำลังรวมในอากาศ โดยปกติแล้วจะต้องพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศเป็นหลัก ซึ่งลักษณะภาพสัณฐานด้านข้างนี้จะได้จากการทำ Profile นั้นเอง ถ้าภูมิประเทศที่เลือกระหว่างคู่สถานีเป็นพื้นราบเรียบ (Terrain Smooth) การพิจารณาภาพวงรีของ First Fresnel Zone จากเส้น Line of Sight ถึงขอบล่างวงรี ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 60 % ของรัศมี First Fresnel Zone และถ้าลักษณะภูมิประเทศที่เลือกระหว่างคู่สถานีเป็นพื้นผิวขรุขระหรือมีสิ่งกีดขวางยื่นขึ้นไปในอากาศ (Terrain Roughness or Obstacle) การพิจารณาภาพวงรีของ First Fresnel Zone จากเส้น Line of Sight ถึงขอบล่างวงรี ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 40 % ของรัศมี First Fresnel Zone การรับส่งสัญญาณจึงจะเชื่อถือได้แน่นอนทั้งนี้ต้องรวมถึงการคำนวณค่าการลดถอยสัญญาณด้วย

สูตรการคำนวณค่าการลดถอยสัญญาณ คือ

$$A = A_o + A_a$$

การหาค่า  $A_o$  หรือ Free Space Loss หาได้โดย

$$A_o = 32.44 + 20\log D + 20\log F$$

$D$  = Distance ระยะทาง หน่วยเป็น กม.

$F$  = Frequency ความถี่รับส่ง หน่วยเป็น MHz

การหาค่า  $A_a$  หรือ Addition Loss ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางยื่นเข้าไปใน First Fresnel zone แต่ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงเนื่องจากในการสื่อสารทางยุทธวิธีถ้าหากมีสิ่งกีดขวางยื่นเข้าไปใน Fresnel Zone จะหลีกเลี่ยงการใช้ภูมิประเทศนั้นหรือถ้าต้องการใช้จริงๆ จะทำการติดตั้งสถานี Relay แทน เพราะฉะนั้นการลดถอยกำลังรวมจึงคิดเฉพาะค่า Free Space Loss เท่านั้น

ผู้วางแผนจะกำหนดช่องการสื่อสารสำหรับเขียนลงในแผนผังระบบวิทยุถ่ายทอดแทนการเขียนความถี่ของเครื่องเนื่องจากว่า ในช่องการสื่อสารจะมีทั้งความถี่ที่ใช้ในการส่งและความถี่ที่ใช้ในการรับ และจะมีค่ากลับกันระหว่างคู่สถานี ฉะนั้นตัวเลขความถี่ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจะต้องคำนึงถึงว่าในการใช้ช่องการสื่อสารนั้นๆค่าความถี่ส่งหรือความถี่รับความถี่ไหนสูงกว่า ให้ใช้ค่าที่สูงที่สุดในการคำนวณหาค่าการสูญเสียในอากาศ เนื่องจากว่าความถี่สูงจะทำให้เกิดการสูญเสียมากกว่าความถี่ต่ำเพื่อรับประกันหรือเพื่อไว้สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้ สมมุติว่าความถี่สูงสุดคือความถี่ส่ง  $T_x = 4500$  MHz ระยะทางไกลสุดที่หวังผลได้  $D = 48$  กม. จากสูตร

$$A_o = 32.44 + 20\log D + 20\log F$$

แทนค่า

$$A_o = 32.44 + 20\log 48 + 20\log 4500$$

$$A_o = 32.44 + 33.62 + 73.06$$

$$A_o = 139.13 \text{ dB}$$

หมายความว่าในการส่งสัญญาณวิทยุถ่ายทอดด้วยความถี่ 4500 MHz ระยะทาง 48 กม. จะทำให้เกิดการสูญเสียในอากาศเท่ากับ 139.13 dB ค่าการสูญเสียนี้ไม่ควรมีค่าสูง เนื่องจากเป็นค่าการสูญเสีย ถ้าหากค่าของระบบที่มีไม่สูงพอจะทำให้ได้ค่าความเชื่อถือได้ต่ำ ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการสูญเสียนี้คือระยะทางและความถี่ ยิ่งค่าเหล่านี้สูงเท่าไร ค่าการสูญเสียก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

### การคำนวณค่า Fading Margin

การจางหาย Fading เป็นผลเนื่องมาจากการแพร่กระจายคลื่นในอากาศ การส่งสัญญาณในระบบตลอดจนขีดความสามารถของระบบ ถ้าต้องการทราบว่าสัญญาณที่ส่งออกจากภาคส่ง ผ่านเข้าไปในสายอากาศ แพร่กระจายไปในอากาศจนถึงรับกลับเข้ามาในเครื่องรับมีเหลืออยู่เท่าไรและมีการจางหายไปเท่าไร ในการบอกค่าจะเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเปรียบเทียบกันระหว่าง สัญญาณที่ส่งไปแล้วคาดว่าจะรับกลับมาได้หรือมีระดับความแรงเท่าที่เครื่องรับจะรับได้ กับสัญญาณที่รับกลับมาได้จริงๆ เรียกว่า Fading Margin จากตัวอย่างการคำนวณที่ผ่านมา ทั้งการหาค่าของระบบและการคำนวณหาค่าการสูญเสียในอากาศทำให้สามารถหาค่า Margin ได้จากสูตร

$$\text{Margin} = S.V.-A_o$$

จากตัวอย่างค่าของระบบ ณ Bit rate 34 Mb/s มีค่า  $\geq 162$  dB และถ้าส่งสัญญาณวิทยุถ่ายทอดด้วยความถี่ 4500 MHz ระยะทาง 48 กม. จะทำให้เกิดการสูญเสียในอากาศเท่ากับ 139.13 dB

$$\text{Margin} = S.V.-A_o$$

$$\text{Margin} = 162 - 139.13$$

$$\text{Margin} \approx 22.87$$

เมื่อได้ค่า Margin แล้วจะนำค่านี้ไปคิดเป็นเปอร์เซ็นต์และค่าที่ได้เรียกว่า เปอร์เซ็นต์ของค่าความเชื่อถือได้ Reliability หรือหมายความว่าระบบมีความเชื่อถือได้กี่เปอร์เซ็นต์นั่นเอง การเทียบค่ามีสูตรสำหรับการหาค่าแต่ในที่นี้ได้หาค่าเหล่านี้ไว้ตามตารางที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้แล้ว และจะได้เท่ากับ 99.48 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายความว่า ระบบมีความเชื่อถือได้ 99.48 และมีการจางหายไป 0.52 จาก 100 ซึ่ง 99.48 เปอร์เซ็นต์นี้ ในระบบวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีสามารถที่จะทำการติดต่อได้เฉพาะเป็นคำพูด (Voice) เท่านั้น นี่คือการคิดในกรณีที่ BER ไม่เกิน  $10^{-3}$  ของเครื่องรับ ในปัจจุบัน ผู้ผลิตเครื่องวิทยุถ่ายทอดส่วนใหญ่จะผลิตมาให้สามารถส่ง DATA ได้ ดังนั้นจึงมีการกำหนดค่าขั้นต่ำของ BER ไม่เกิน  $10^{-6}$  ในกรณีเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่กำหนด BER ไม่เกิน  $10^{-6}$  เมื่อคำนวณได้ค่า Fading Margin แล้ว ค่าที่ได้ถ้าไม่ติดลบก็ถือว่าระบบวิทยุถ่ายทอดที่คำนวณนี้สามารถส่ง DATA ได้ (Fading Margin ค่าที่คำนวณได้ถ้าเป็นบวกมากยิ่งขึ้น)

### การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ภูมิประเทศและคำนวณเส้นทาง

ในปัจจุบันมีการ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศและคำนวณเส้นทางช่วยให้การวางแผนระบบวิทยุถ่ายทอดทำได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาตั้งแต่การใช้โปรแกรมพื้นฐาน โปรแกรมประยุกต์ในรูปแบบต่างๆ รวมไปถึงการให้บริการผ่านเว็บไซต์ ที่ให้บริการเกี่ยวกับระบบโทรคมนาคม ก็สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี เพราะโปรแกรมสามารถเชื่อมโยงภาพภูมิประเทศที่ต้องการติดตั้งระบบวิทยุถ่ายทอดเข้ากับแผนที่ดิจิทัล ทำให้มองเห็นภาพภูมิประเทศที่เป็นมิติมากขึ้น รวมถึงสามารถรายงานผลและบันทึกข้อมูลเก็บไว้ได้

## บทที่ 5

### การจัดและการเลือกความถี่วิทยุ

---

#### ตอนที่ 1 การจัดความถี่

##### 1. กล่าวทั่วไป

คลื่นความถี่วิทยุเป็นแหล่งกำเนิดอันจำกัดอย่างหนึ่งซึ่งจะต้องถูกแบ่งใช้ทั่วโลกทั้งพลเรือน รัฐบาลและทหารไม่ว่าในยามปกติและยามสงคราม และผู้ใช้แต่ละฝ่ายก็จะได้รับเพียงส่วนหนึ่งของคลื่นความถี่เท่านั้น คลื่นความถี่วิทยุที่นานาชาติควบคุมนั้นมีความถี่ตั้งแต่ 3 KHz. ถึง 40 GHz. และชาติต่างๆ ได้พบปะกันเป็นครั้งคราวเพื่อตกลงให้มีการแบ่งคลื่นความถี่นี้อย่างเสมอหน้ากัน เพื่อผลประโยชน์ร่วมกันทั่วโลก

##### 2. ระดับนานาชาติ

การจัดความถี่นานาชาติ เกิดจากสภาพโทรคมนาคมสากลหรือที่เรียกว่า ITU (International Telecommunications Union) ซึ่งเป็นองค์แทนควบคุมพิเศษของสหประชาชาติ ได้มีการเรียกประชุมนานาชาติเป็นครั้งคราวเพื่อสรุปสนธิสัญญาการควบคุมการใช้คลื่นความถี่วิทยุ การใช้ได้มาซึ่งมาตรฐานแห่งวิธีการและระเบียบปฏิบัติและการลดการรบกวนให้น้อยที่สุด ประเทศสมาชิก ITU โดยมากได้กำหนดมาตรการควบคุมเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากมาตรการซึ่งสนธิสัญญาสากลต้องการ

ก. ข้อบังคับวิทยุสากลได้ระบุรายละเอียดในการควบคุมการปฏิบัติการสื่อสารสากลไว้และระบุตารางการแบ่งมอบความถี่อันเป็นมูลฐานสำหรับการใช้ความถี่สากลทั้งหมด

ข. เพื่อความมุ่งหมายของการแบ่งมอบความถี่จึงได้แบ่งโลกเป็น 3 เขต ชนิดของบริการ (Type of service) อาจจะเหมือนกันในทุกเขตหรืออาจจะแตกต่างกันระหว่างเขตก็ได้แล้วแต่ข้อตกลงระหว่างนานาชาติ การแบ่งมอบเหล่านี้ได้ใช้กันทั่วโลกเพื่อควบคุมการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า

##### 3. ระดับกองทัพบก

ในฐานะที่เป็นผู้ใช้คลื่นความถี่วิทยุที่สำคัญหน่วยหนึ่ง กองทัพบกจึงมีส่วนได้ส่วนเสียอย่างสำคัญต่อการจัดความถี่ทุกด้าน กองทัพบกจะต้องมีส่วนแบ่งคลื่นความถี่วิทยุให้กับบริการต่างๆ ทางทหาร หน่วยงานของรัฐบาลและการปฏิบัติของพลเรือน หัวหน้าการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นจุดรวมของการให้คำแนะนำทางฝ่ายอำนาจการและการประสานงานของกิจกรรมสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพบกทั้งสิ้น การให้คำแนะนำประสานงานนี้รวมถึงการกำหนด การแบ่งมอบและการควบคุมความถี่วิทยุของกองทัพบก และการเจรจาให้ได้ความถี่วิทยุใหม่ๆ เพื่อให้บรรลุความต้องการที่เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ



#### 4. ระดับกองทัพนาม

ผู้บังคับทหารสื่อสารของกองทัพรับผิดชอบในการจัดความถี่เพื่อสนับสนุนทุกหน่วยในกองทัพ ได้แก่

- (1) จัดผู้แทนร่วมการประชุมความถี่ของกองบัญชาการหน่วยเหนือตามต้องการ
- (2) ประสานงานกับกองทัพนามข้างเคียงและหน่วยรอง การกำหนดความถี่ให้แก่หน่วยทางปีกหรือหน่วยสนับสนุน
- (3) เตรียมทำรายการ นปส. และ นสป. ของกองทัพให้เหมาะสมเพื่อความมุ่งหมายคือ
  - ก. แบ่งมอบรายการความถี่ให้กองทัพน้อยและกองพล ตามการจัดวางกำลัง และภารกิจทางยุทธวิธี
  - ข. แบ่งมอบรายการนามเรียกขานเช่นเดียวกับในเรื่องของความถี่
  - ค. กำหนดความถี่และนามเรียกขานให้กองบัญชาการกองทัพและข่ายวิทยุของหน่วย ต่างๆ ของกองทัพ
- (4) จัดปัญหาต่างๆ เรื่องการรบกวนของหน่วยรอง
- (5) รักษาบันทึกการกำหนดความถี่ทั้งปวงภายในพื้นที่ของกองทัพนาม
- (6) รับความต้องการความถี่วิทยุสำหรับการปฏิบัติการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ทั้งปวงในพื้นที่กองทัพนาม

เป็นที่คาดกันว่าความต้องการวิทยุถ่ายทอดจะมีมากกว่าช่องการสื่อสารที่มีให้ใช้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในพื้นที่ที่มีการใช้อุปกรณ์ทางโทรทัศน์และการเดินอากาศอย่างกว้างขวาง แผนอันมีประสิทธิภาพอีกแผนหนึ่งควรจะใช้เพื่อให้ได้ประโยชน์มากที่สุดของแต่ละความถี่ที่มีให้ใช้ได้ ในแผนการกำหนดความถี่ใดๆ ที่จะนำมาใช้นั้นกองทัพจะต้องเป็นผู้ควบคุมการใช้ความถี่วิทยุถ่ายทอด ความสำคัญของการสื่อสารวิทยุถ่ายทอดหลายช่องในพื้นที่กองทัพต้องการควบคุมอย่างเข้มงวด การกำหนดความถี่ให้กองทัพน้อยและกองพลนั้น อาจจะใช้วิธีแยกการก็ได้ แต่จะต้องส่งการกำหนดความถี่นั้นๆ ไปยังฝ่ายการสื่อสารของกองทัพ

#### 5. ระดับกองพล

ณ ระดับกองพล การควบคุมความถี่เป็นความรับผิดชอบของ ตอน ผบ.ส. ของกองพลตามลำดับ

ก. ความถี่วิทยุถ่ายทอดได้มาจาก นปส. ของกองทัพซึ่งบรรจุรายการวิทยุถ่ายทอดให้แก่กองทัพนาม รายการความถี่นี้ใช้ร่วมกันในกองทัพนามทุกๆ กองทัพ

ข. ระเบียบปฏิบัตินี้ได้กำหนดขึ้นเพื่อควบคุมและกำหนดความถี่วิทยุถ่ายทอดคือ

- (1) การควบคุมแบบรวมการ กองพลเสนอระบบวิทยุถ่ายทอดไปยังฝ่ายการสื่อสารของกองทัพ แผนดังกล่าวนี้ จะทำเป็นรูปแผนผังของระบบซึ่งบอกและชี้ที่ตั้งสถานีปลายทาง สถานีถ่ายทอด และสถานีปลายทางที่อยู่ไกลออกไปด้วยพิกัดตาราง (GRID coordinate) จากแผนที่มาตรฐาน สถานีปลายทางหรือถ่ายทอดที่ตั้งอยู่บนเนินเขาสูง

จะแสดงหมายเลขของเนินเขาด้วย ศูนย์การสัญญาณต่างๆ จะถูกกำหนดด้วยชื่อ ซึ่งได้คัดเลือกมาจากรายชื่อต่างๆ ที่ได้มอบให้แต่ละหน่วยตั้งระบุไว้ใน นปส. ของกองทัพ

ก. เมื่อได้รับแผนวิทยุถ่ายทอดทั้งหมดแล้ว นายทหารฝ่ายอำนวยการของกองทัพเขียนวงจรทั้งหมดลงในแผนที่สถานการณ์ และกำหนดความถี่ให้แต่ละวงจร ทั้งในปัจจุบันและที่คาดคิดไว้โดยใช้เทคนิคของการกำหนดความถี่วิทยุถ่ายทอดต่างๆ

ข. หลังจากทีหน่วยต่างๆ ได้รับการกำหนดความถี่วิทยุถ่ายทอดแล้ว การประสานงานต่อจากนั้นให้กระทำโดยตรงระหว่างหน่วยที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายการสื่อสารของกองทัพ

(2) การควบคุมแบบแยกการ ถ้าความถี่วิทยุถ่ายทอดอำนาจให้ใช้ได้หลายความถี่ รายการย่อยของความถี่วิทยุถ่ายทอดอาจจะกระทำ ณ ระดับกองทัพและแบ่งมอบให้แก่หน่วยรองต่างๆ โดยเมื่อได้ใช้การแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์ให้ห่างกันพอเหมาะแล้ว ก็อาจใช้รายการย่อยของความถี่ที่ซ้ำกันได้ นายทหารวิทยุของกองพลเป็นผู้กำหนดความถี่วิทยุในนามของผู้บังคับทหารสื่อสารของกองพลให้แก่แต่ละวงจรที่อยู่ในระบบของวิทยุถ่ายทอดตามลำดับของตน ทั้งในปัจจุบันและที่คาดคิดไว้ โดยใช้เทคนิคการกำหนดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อจะใช้งานจะต้องส่งแผนระบบวิทยุถ่ายทอดที่สมบูรณ์ พร้อมด้วยการกำหนดความถี่ที่ได้บันทึกไว้ ไปยังแผนกความถี่วิทยุของกองทัพ

## ตอนที่ 2 การเลือกความถี่

### 1. วิธีเลือกความถี่

- ก. หลักปฏิบัติโดยทั่วไปในการเลือกความถี่
  1. เลือกตามความถี่ของเครื่องวิทยุให้มีความห่างระหว่างความถี่ข้างเคียงเพียงพอ
  2. แบ่ง Sub Band ออกเป็นส่วนเท่าๆ กันและจัดสรรให้กับส่วนต่างๆ ของหน่วยรองเครือข่ายหลักหรือเครือข่าย Access
  3. ใน Node เดียวกันให้เลือกช่องความถี่เครื่องส่งให้อยู่ใน Low Sub Band (L) หรือ High Sub Band (H) สลับกัน ในกรณีที่ไม่อาจกระทำได้ เช่น จำนวนของ Node เป็นเลขคู่ให้เลือกช่องใน Sub Band อื่นที่ไม่ขัดแย้งกัน
  4. ให้จัดสรรอย่างน้อย 3-5 Channel Number ลงในแต่ละส่วน Sub Band ของแต่ละเครือข่าย
  5. ใช้ความถี่ซ้ำเมื่อจำเป็นทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนจาก Co-Channel Interference ในเส้นทางการติดต่อสื่อสารให้มากที่สุด
  6. ตรวจสอบความถี่ที่จัดสรรอีกครั้งเพื่อมิให้เกิด Co-Channel และ Adjacent Interference

ข. โดยหลักการแล้ววิธีเลือกความถี่ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือที่ใช้และการสร้างข่ายงานของวิทยุถ่ายทอด วิธีเลือกความถี่ของแต่ละเครื่องได้กล่าวไว้แล้วในคู่มือนั้นๆ

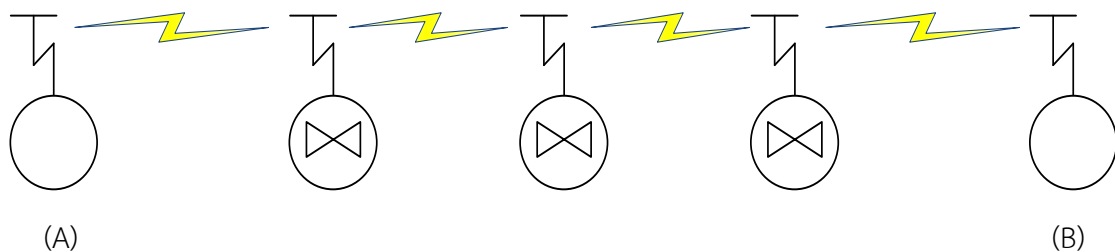
ค. แนวทางและระเบียบปฏิบัติที่ใช้ในวิธีการกำหนดความถี่แบบเส้นหลักและการกำหนดความถี่แบบพื้นที่ ขึ้นอยู่กับเครื่องวิทยุถ่ายทอดในแต่ละรุ่นซึ่งก็จะมีเงื่อนไขและข้อจำกัดในการใช้งานที่ไม่เหมือนกัน

## 2. การรบกวนกันระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ

ความมุ่งหมายของแผนความถี่ใดๆ ก็เพื่อลดการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ และระหว่างเครื่องรับด้วยกันให้น้อยที่สุดด้วยชุดวิทยุที่ปฏิบัติการแบบ full duplex ที่สมบูรณ์ กำลังของเครื่องส่งตามปกติแล้วจะมากกว่าเป็นล้านๆ เท่า ของกำลังของสัญญาณที่ได้รับ เครื่องรับจะต้องสามารถที่จะตัดสัญญาณเครื่องส่งที่มีกำลังออกไปและเลือกรับสัญญาณอ่อนๆ ซึ่งจะรับเข้ามา ความไวและการเลือกเฟ้นของเครื่องรับวิทยุสามารถที่จะพิจารณาและคาดคะเนได้

## 3. แผนกำหนดความถี่แบบเส้นหลัก

แผนกำหนดความถี่แบบเส้นหลัก ที่ใช้สำหรับกำหนดความถี่ให้แก่ระบบวิทยุถ่ายทอดอย่างง่าย ๆ ที่ประกอบด้วย 2 สถานีปลายทางและ 3 สถานีถ่ายทอด ( ดูรูปที่ 7 ประกอบ )



รูปที่ 7 แผนกำหนดความถี่แบบเส้นหลัก

การกำหนดความถี่ต่างๆ สำหรับส่งผ่านตลอดทั้งระบบนี้ เริ่มต้นจากสถานีต้นทาง(A) ไปจนถึงสถานีปลายทาง(B) โดยความถี่ต้องห่างกันอย่างน้อย 2-3 MHz ขึ้นอยู่กับวิทยุถ่ายทอดของแต่ละรุ่น

## 4. แผนกำหนดความถี่แบบพื้นที่

ก. แผนการกำหนดความถี่แบบนี้ใช้สำหรับกำหนดความถี่ให้กับระบบที่ซับซ้อน ซึ่งมีเครื่องวิทยุถ่ายทอดมากกว่า 2 เครื่องในสถานีเดียวกัน

ข. การจัดแบบนี้จะต้องมีการกำหนดความถี่ใน Node เดียวกัน และ Node อื่นๆ ที่เชื่อมต่อถึงกันให้ความถี่ไม่รบกวนกันเอง โดยจะต้องคำนึงถึงข้อมูลที่จะต้องส่งผ่านระบบวิทยุถ่ายทอดทั้งระบบด้วยว่ามี Bandwidth กว้างเท่าใด แล้วนำมาคำนวณระยะห่างระหว่างความถี่ของแต่ละเครื่องใน Node เดียวกัน และ Node อื่นๆ ที่เชื่อมต่อถึงกัน

## บทที่ 6

### เทคนิคในการใช้ระบบการสื่อสาร

---

#### ตอนที่ 1 กล่าวนำ

##### 1. การฝึกการปฏิบัติ

จะต้องกำหนดการฝึกการปฏิบัติให้เป็นระเบียบเดียวกันตลอดทั่วทั้งระบบการสื่อสาร เพื่อให้เป็นที่มั่นใจว่าการใช้เจ้าหน้าที่และอุปกรณ์สื่อสารมีประสิทธิภาพดี ต้องแจกจ่าย ropic. ไปยังจุดต่างๆ ในระบบ ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ใช้และบำรุงรักษาการสื่อสารอยู่

##### 2. การควบคุมระบบ

ก. แต่ละระบบต้องกำหนดให้มีสถานีควบคุมระบบขึ้นไว้ เพื่อช่วยให้ปัญหาในการจัดระบบได้ง่าย และเพื่อป้องกันการควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปอย่างมีระเบียบ โดยปกติแล้วเครื่องปลายทางที่ประจำอยู่ ณ กองบัญชาการหน่วยเหนือ หรือหน่วยใหญ่กว่าขึ้นไปจะถูกกำหนดให้เป็นสถานีควบคุม ซึ่งรับผิดชอบในการกำกับดูแลการทดสอบเบื้องต้น และการทดสอบทั้งปวง การประสานงานและการซ่อมบำรุง รวมทั้งการแก้ไขและการกำหนดวงจรขึ้นใหม่เป็นการชั่วคราว เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการยามฉุกเฉิน

ข. สถานีควบคุมจะต้องได้ทำประวัติไว้เพื่อแสดงให้เห็นว่าวงจรใดที่ใช้การไม่ได้บ้าง พร้อมด้วยเหตุผล การคืนสภาพตามที่ได้คาดหมายไว้ ในประวัติจะต้องแสดงให้เห็นว่าเมื่อไรจะได้รับอนุญาตให้สถานีวิทยุถ่ายทอดปลดวงจรออกเพื่อทดสอบตามปกติ เพื่อต่อวงจรอะไหล่เข้าไปหรือเพื่อดำเนินการปฏิบัติใดๆ อันเป็นผลต่อสมรรถนะของระบบ สำเนาคำสั่งต่างๆ เกี่ยวกับระบบจะต้องส่งไปยังสถานีควบคุมโดยทันทีเพื่อประกันว่า เจ้าหน้าที่ควบคุมจะได้รับข่าวสารที่แน่นอนเกี่ยวกับสภาพของวงจรที่ได้กำหนดให้

##### 3. การใช้วงจรพนักงาน

ก. วงจรพนักงาน ( Order wire ) จะใช้เป็นมัชฌิมาการสื่อสารในระหว่างการจัดระบบ เพราะฉะนั้นจึงเป็นการสำคัญที่จะต้องปรับจัดวงจรพนักงาน (Order wire) ให้สมบูรณ์เสียก่อนที่จะปรับจัดช่องสื่อสารอื่นๆ

ข. ในการดำเนินการทดสอบที่จำเป็นนั้นตามปกติจะใช้วงจรพนักงาน สำหรับการปฏิบัติการซ่อมบำรุง และคำแนะนำต่างๆ

## ตอนที่ 2 การปรับระบบ

### 1. กล่าวทั่วไป

จะต้องทำการปรับทั้งระบบโดยการปรับระดับกำลังส่ง ณ ทุกๆ จุดในระบบซึ่งสามารถทำได้โดยอาศัยคำแนะนำที่มีอยู่ในคู่มือประจำเครื่องนั้นๆ การปรับทั้งระบบนั้นประกอบด้วยการปรับวิทยุ ซึ่งควรจะต้องกระทำให้เสร็จก่อนแล้วจึงทำการปรับเครื่องรวมช่องการสื่อสารภายหลังระเบียบในการปรับเครื่องมือทั้งสองชนิดนั้นปรากฏรายละเอียดอยู่ในคู่มือประจำเครื่องแล้ว

### 2. การปรับระบบวิทยุ

ก. การปรับระบบวิทยุจะกระทำเฉพาะภายหลังที่ได้ดำเนินการตามระเบียบการเปิดสถานีทุกแห่งในระบบวิทยุตั้งที่ได้กล่าวในคู่มือประจำเครื่องนั้นๆ การปรับกระทำเพื่อให้มั่นใจว่าระบบวิทยุได้ปฏิบัติงานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าได้ต่อระบบวิทยุเข้ากับเครื่องรวมช่องการสื่อสารแล้วก็ต้องแจ้งให้สถานีปลายทางที่ทำหน้าที่ควบคุมได้ทราบ เมื่อได้ทำการปรับระบบวิทยุเรียบร้อยแล้ว จึงจะสามารถทำการปรับทั่วทั้งระบบให้เป็นผลสำเร็จได้

ข. ระเบียบการปรับวิทยุให้กระทำในลักษณะเป็นคู่สถานีให้สำเร็จเรียบร้อยเสียก่อนจากนั้นสถานีกลางทางดำเนินการเชื่อมต่อวงจรพนักงานเข้าด้วยกันเพื่อให้การสั่งการกระทำได้ตลอดทั้งระบบ

ค. หลังจากทั้งระบบสามารถติดต่อทางวงจรพนักงานได้แล้วก็ให้ต่อเครื่องรวมช่องการสื่อสารเข้ากับระบบ

### 3. การเฝ้าตรวจและการตรวจสอบการปฏิบัติ

การเฝ้าตรวจและการตรวจสอบการปฏิบัติจะต้องกระทำเป็นครั้งคราว ตามปกติการตรวจสอบเหล่านี้จะกระทำในระหว่างที่กำลังใช้ระบบอยู่ และไม่ควรให้ขัดขวางต่อการใช้งานตามปกติของเครื่องวิทยุและเครื่องรวมช่องการสื่อสารนั้นๆ รายการตรวจสอบที่จะให้ปฏิบัตินั้นมีอยู่ในคู่มือประจำเครื่องและ ปรจ.

## ตอนที่ 3 เสียงรบกวนและการรบกวน

### 1. กล่าวทั่วไป

ปริมาณของเสียงรบกวนหรือการรบกวน ณ ที่ตั้งเครื่องรับและจำกัดความยาวของช่วงระหว่างเครื่องวิทยุถ่ายทอด กล่าวคือถ้าเสียงรบกวนมีมากขึ้นระยะช่วงของวิทยุถ่ายทอดจะต้องสั้นลงจึงจะได้ผล ผลที่เป็นอุปสรรคที่มากที่สุดของระดับเสียงรบกวนที่สูงจะทำให้การฟังทางโทรศัพท์ไม่ชัดเจนและทำให้เกิดการผิดพลาดในวงจรการสื่อสาร เครื่องมือไฟฟ้าสายส่งกำลัง ระบบจุดระเบิดของรถยนต์



เครื่องมือประจำโรงพยาบาลบางอย่างและเครื่องยนต์ทำไฟฟ้าที่ไม่มีการกันคลื่น (Unshielded) ล้วนแต่เป็นแหล่งเสียงรบกวนทางวิทยุทั้งสิ้น ตามปกติแล้วเครื่องรับจะตั้งห่างจากเส้นทางที่มีการจราจรด้วยยานยนต์ที่หนาแน่นและจะต้องไม่ยอมให้ยานพาหนะต่างๆ เข้าไปใกล้สายอากาศเครื่องรับภายในระยะ 200 หลา (182 เมตร)

การแผ่รังสีคลื่นทบทวี (Harmonic) จากเครื่องส่งอื่นๆ ก็อาจทำให้เกิดการรบกวนได้มากเหมือนกัน สิ่งสำคัญสำหรับการสื่อสารที่ดี คือต้องการให้มีอัตราส่วนสัญญาณ-ต่อ-สัญญาณรบกวนมีค่าสูง

## 2. การรบกวนกันเอง

ก. การรบกวนกันเองนั้นอาจเกิดขึ้นได้หลายประการ กล่าวคือ

- (1) การแผ่รังสีคลื่นมูลฐานต่อความถี่มูลฐานของเครื่องรับ
- (2) การปล่อยคลื่นแผ่ (Spurious radiation) ของเครื่องส่งต่อความถี่มูลฐานของเครื่องรับ
- (3) การแผ่รังสีคลื่นมูลฐานของเครื่องส่งต่อการปล่อยคลื่นแผ่ของเครื่องรับ
- (4) การปล่อยคลื่นแผ่ของเครื่องส่งต่อการปล่อยคลื่นแผ่ของเครื่องรับ
- (5) การแผ่รังสีของเครื่องรับ (Receiver radiation) ต่อความถี่มูลฐานของเครื่องรับ

ข. คลื่นแผ่คือสัญญาณที่แผ่รังสีจากเครื่องส่งด้วยหลายๆ ความถี่ซึ่งไม่ใช่ความถี่มูลฐานหรือความถี่คลื่นพาห้ก็ตาม ก็อาจจะมีพลังพอที่จะก่อให้เกิดการรบกวน (เสียงรบกวน) ขึ้นในเครื่องรับที่อยู่ใกล้เคียงได้เสียงรบกวนนี้จะแรงที่สุดเมื่อปรับเครื่องรับไปตรงกับคลื่นแผ่ของเครื่องส่ง

ค. ถ้าสัญญาณอื่นๆ เหล่านี้สูงหรือต่ำกว่าความถี่ที่ได้ปรับตั้งเครื่องรับไว้และมีความแรงพอแล้ว ก็อาจจะถูกขยายขึ้นไปจนถึงจุดที่ทำให้ไม่อาจจะรับฟังสัญญาณที่ต้องการได้

ง. เมื่อเครื่องรับตั้งอยู่ใกล้ชิดกับเครื่องส่งจะต้องแยกความถี่ให้ห่างกันมากกว่าปกติ

จ. การรบกวนเนื่องจากการปล่อยคลื่นแผ่ของเครื่องส่งที่มีต่อคลื่นแผ่ของเครื่องรับนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาเฉพาะเมื่อมีเครื่องส่งและเครื่องรับเป็นจำนวนมาก ที่ปฏิบัติงานอยู่ในที่ตั้งเดียวกัน และสัญญาณที่ต้องการรับนั้นอ่อน การรบกวนแบบนี้จะไม่เกิดขึ้นในระบบการสื่อสารเมื่อเครื่องส่งและเครื่องรับใช้สายอากาศแยกห่างจากกันอย่างน้อย 60 ฟุต (18 เมตร) และเมื่อเครื่องรับ รับสัญญาณที่แรงๆ

## 3. การปฏิบัติเมื่อมีเสียงรบกวนของระบบมาก

ก. ในบางโอกาสมีเสียงรบกวนในช่องการสื่อสารมากเกินไป เรื่องนี้อาจเนื่องมาจากระดับเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นในช่วงหนึ่งหรือหลายช่วงสูงกว่าช่วงอื่นๆ ช่วงหนึ่งอาจจะมีการลดกำลังในเส้นทางมากเนื่องจากเส้นทางส่งนั้นยาวหรือมีสิ่งกีดขวางสายตา นอกจากนั้นแล้วระดับเสียงรบกวนสูงอาจเกิดขึ้นจากแหล่งภายนอก เช่น การจุดระเบิดของเครื่องยนต์หรือการรบกวนทางวิทยุด้วยก็ได้

ข. ในสภาพการเช่นนั้นก็จำเป็นต้องปรับปรุงอัตราส่วนสัญญาณ – ต่อ – สัญญาณรบกวนทั่วทั้งระบบบ่อยๆ การรับสัญญาณอาจทำให้ดีขึ้นได้โดยการเพิ่มกำลังออกอากาศของเครื่องส่งและลดผลเพิ่ม (Gain) ที่เครื่องรับลงเมื่อสัญญาณรบกวนมีมาก

ค. เมื่อช่วงใดช่วงหนึ่งมีเสียงรบกวนมากเกินไปก็ให้ปฏิบัติตามระเบียบที่กล่าวไว้ในคู่มือประจำเครื่อง

## บทที่ 7

# การกำหนด IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด

---

### 1. กล่าวทั่วไป

ระบบวิทยุถ่ายทอดที่กองทัพบกมีใช้งาน โดยปกติจะใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบตู้ชุมสายสนามแบบอัตโนมัติ และมีการส่งข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือต่างๆ ผ่านระบบตู้ชุมสายสนามซึ่งทำได้ยากและมีข้อจำกัดในเรื่องของความเร็วในการรับส่งข้อมูล แต่ในปัจจุบันเครื่องวิทยุถ่ายทอดรุ่นใหม่ ๆ จะมีขีดความสามารถสูง สามารถรองรับการส่งข้อมูลได้ง่ายและมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงมาก รองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเชื่อมต่อแบบ IP Network เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่สะดวกและง่ายมาก แต่การเชื่อมต่อแบบ IP Network จะต้องมีการวางแผนใช้งานให้ถูกต้องด้วย ดังนั้นผู้ใช้และผู้วางแผนใช้งานจะต้องมีความเข้าใจเรื่อง พื้นฐาน IP Network

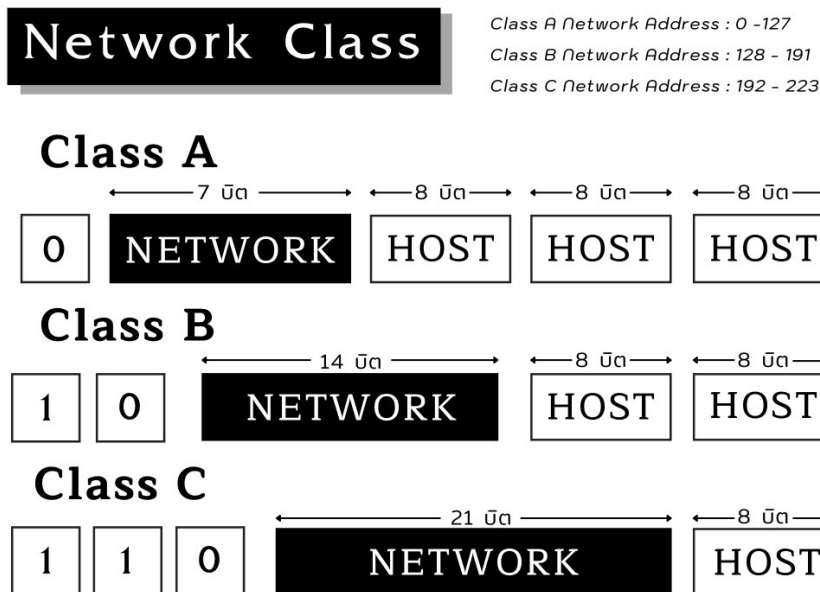
### 2. IP Address (Internet Protocol Address)

เป็นหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายจะมีหมายเลขประจำเครื่องเป็นของตัวเองที่ใช้ Protocol TCP/IP โดยสามารถเปรียบเทียบให้เข้าใจง่ายๆ คือ IP Address ก็เหมือนเลขที่บ้าน, หมายเลขห้อง, หมายเลขโทรศัพท์, เป็นต้น IP Address มีความสำคัญ เช่น การส่งไฟล์หากันระหว่างสองเครื่องจำเป็นต้องมีที่อยู่ผู้ส่ง และ ผู้รับเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ จะไม่ได้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลเวลาทำการส่ง IP Address จะประกอบไปด้วยตัวเลข 4 ชุดและจะมีเครื่องหมายจุดชั้นกลางระหว่างตัวเลขของชุด (Private IP) เช่น

- 10.10.0.1
- 172.16.0.1
- 192.168.0.1

IP Address คือหมายเลขที่สามารถระบุแยกแยะความแตกต่างของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ ที่มีการเชื่อมต่อในเครือข่ายเดียวกัน หรือจะเป็นการเชื่อมต่อนอกเครือข่ายก็ได้เช่นกัน อย่างที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า IP Address เปรียบได้ดังเลขที่บ้านในการตั้ง IP Address จะตั้งไม่ให้ซ้ำกันอย่างเด็ดขาด เพราะถ้าซ้ำกันจะทำให้เกิดความสับสนในการติดต่อสื่อสารภายในเครือข่าย ซึ่งนี่เองเลยมีหน่วยงานที่ออกมากำหนดเรื่องของการตั้งค่า IP Address ขึ้นมา

IP Address นี้จะแบ่งได้เป็น 5 ระดับ (Class) ที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมีเพียง 3 ระดับคือ Class A, Class B, Class C ซึ่งจะแบ่งตามขนาดของเครือข่ายนั่นเอง ถ้าเครือข่ายนั้นมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่มากก็จะจัดอยู่ใน Class A ถ้ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ลดหลั่นกันลงมาก็จะจัดอยู่ใน Class B, Class C ตามลำดับ (ดูรูปที่ 8 การแบ่ง Class ของ IPv4)



Class	IP เริ่มต้น	IP สิ้นสุด	NetID(bit)	HostID(bit)
Class A	0.0.0.0	127.255.255.255	8	24=16777216
Class B	128.0.0.0	191.255.255.255	16	16=65536
Class C	192.0.0.0	223.255.255.255	24	8=256
Class D	224.0.0.0	239.255.255.255	-	Multicast address
Class E	240.0.0.0	247.255.255.255	-	Reserve

รูปที่ 8 การแบ่ง Class ของ IPv4

IP Address ที่ใช้งานอยู่จะเป็นเวอร์ชัน 4 (IPv4) เป็นชุดตัวเลขฐานสองขนาด 32 บิต เพื่อให้  
 ง่ายในการจำ จึงแบ่งออกเป็น 4 ส่วนๆ ละ 8 บิต (หรือ 1 Byte) คั่นแต่ละส่วนด้วยจุด (.) แล้วแทนค่าเป็น  
 เลขฐาน 10 แต่ละส่วนมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 255 ตัวอย่างเช่น

11000000.00000001.00000010.00000011

เขียนแทนค่าเป็นเลขฐาน 10 ได้เป็น 192.1.2.3

การเพิ่มจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างมากมาย เป็นผลให้ จำนวน IP Address จะมีไม่เพียงพอ  
 ต่อความต้องการใช้งาน โดยทางแก้ของปัญหานี้ทำได้โดยการเพิ่มจำนวนบิตขึ้น และเรียกว่า IPv6 โดยจะ  
 มีขนาด 128 bit (มากกว่าเดิมถึง 4 เท่า) ซึ่งเพื่อให้การสื่อสารเข้าใจง่ายขึ้น จึงมีการแปลงเป็นเลขฐาน 16  
 (คือเลข 0-9 และ a-f) ดังนั้นเลข IP ก็จะเป็นเลขฐาน 16 จำนวน 32 หลัก และใช้ ":" คั่นในแต่ละ 4 หลัก

ของเลขฐาน 16 เราจึงจะเห็นหน้าตาของเจ้า IPv6 เป็นในลักษณะตัวอย่าง ดังต่อไปนี้  
3ffe:ffff:0100:f101:0210:a4ff:fee3:9566

### 3. Subnet Mask

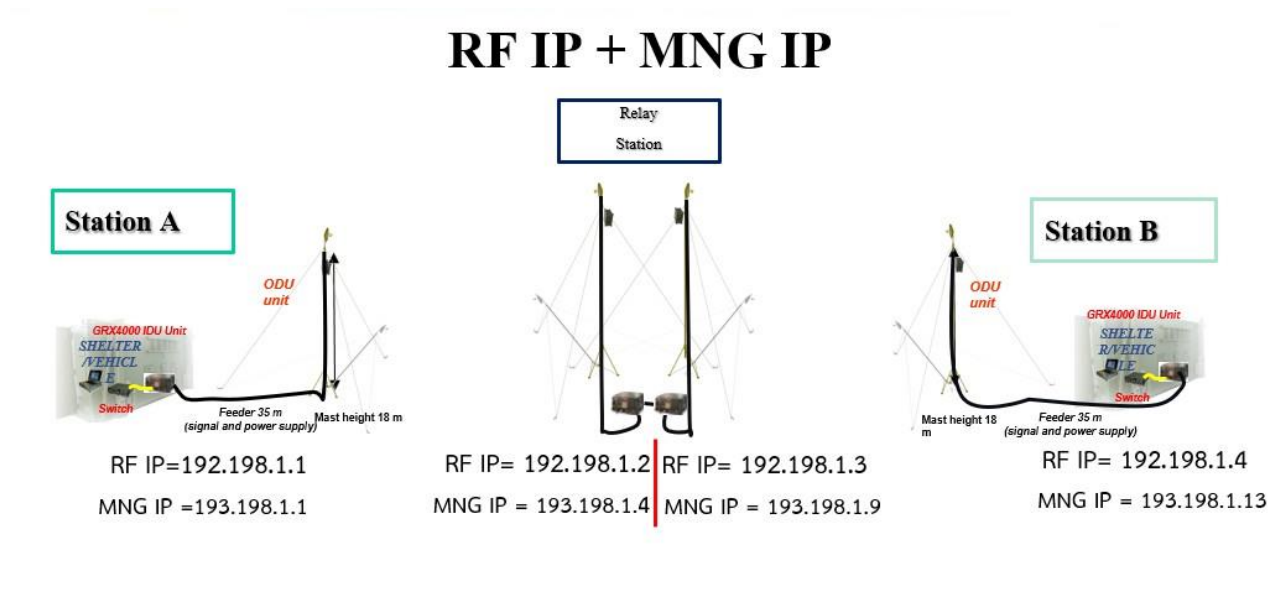
Subnet คือ การแบ่งเครือข่ายใหญ่ให้เป็นหลายเครือข่ายย่อยโดยการนำเอาบิตที่เป็นส่วนของ Host ID มาเป็น Network ID ผลที่ได้ คือ จำนวน Network ID หรือ เครือข่ายจะเพิ่มขึ้น แต่จำนวนของ Host ID หรือเครื่องคอมพิวเตอร์จะลดลง Subnet Mask คือ ตัวเลขที่ใช้แสดงว่าส่วนไหนของ IP Address เป็น Network ID และส่วนไหนเป็น Host ID ซึ่ง Subnet Mask จะมีความยาวเท่ากับ IP Address คือ 32 bit โดยในส่วน Network ID นั้นทุก bit จะเป็น 1 และในส่วน Host ID นั้นทุก bit จะเป็น 0 (ดูรูปที่ 9 ตารางการกำหนด Subnet Mask )

Subnet mask quick reference							
Host Bit Length	Math	Max Hosts	Subnet Mask	Mask Octet	Binary Mask	Mask Length	Subnet Length
0	$2^0 =$	1	255.255 .255.255	4	11111111	32	0
1	$2^1 =$	2	255.255 .255.254	4	11111110	31	1
2	$2^2 =$	4	255.255 .255.252	4	11111100	30	2
3	$2^3 =$	8	255.255 .255.248	4	11111000	29	3
4	$2^4 =$	16	255.255 .255.240	4	11110000	28	4
5	$2^5 =$	32	255.255 .255.224	4	11100000	27	5
6	$2^6 =$	64	255.255 .255.192	4	11000000	26	6
7	$2^7 =$	128	255.255 .255.128	4	10000000	25	7
8	$2^8 =$	256	255.255 .255.0	3	11111111	24	8
9	$2^9 =$	512	255.255 .254.0	3	11111110	23	9
10	$2^{10} =$	1024	255.255 .252.0	3	11111100	22	10
11	$2^{11} =$	2048	255.255 .248.0	3	11111000	21	11
12	$2^{12} =$	4096	255.255 .240.0	3	11110000	20	12
13	$2^{13} =$	8192	255.255 .224.0	3	11100000	19	13
14	$2^{14} =$	16384	255.255 .192.0	3	11000000	18	14
15	$2^{15} =$	32768	255.255 .128.0	3	10000000	17	15
16	$2^{16} =$	65536	255.255 .0.0	2	11111111	16	16
17	$2^{17} =$	131072	255.254 .0.0	2	11111110	15	17
18	$2^{18} =$	262144	255.252 .0.0	2	11111100	14	18
19	$2^{19} =$	524288	255.248 .0.0	2	11111000	13	19
20	$2^{20} =$	1048576	255.240 .0.0	2	11110000	12	20
21	$2^{21} =$	2097152	255.224 .0.0	2	11100000	11	21
22	$2^{22} =$	4194304	255.192 .0.0	2	11000000	10	22
23	$2^{23} =$	8388608	255.128 .0.0	2	10000000	9	23
24	$2^{24} =$	16777216	255.0.0.0	1	11111111	8	24

รูปที่ 9 ตารางการกำหนด Subnet Mask

#### 4. การกำหนด IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด

วิทยุถ่ายทอด รุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันจะเป็นวิทยุถ่ายทอดที่เป็นระบบ IP Network ดังนั้นการใช้งาน นอกจากการวางแผนใช้งานในเรื่องของความถี่แล้ว จะต้องมีการวางแผนใช้งานในเรื่อง IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอดด้วย ซึ่งการวางแผน IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด จะใช้หลักการเดียวกับ IP ของเครื่องคอมพิวเตอร์ คือหมายเลข IP ของเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่จะติดต่อกัน จะต้องเป็น Network เดียวกันทั้งระบบ ซึ่งวิทยุถ่ายทอดบางรุ่นอาจต้องตั้งหมายเลข IP หลายชุด เช่น RF IP , MNG IP (ดูรูปที่ 10 ตัวอย่างการกำหนด IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด GRX-4000 )



รูปที่ 10 ตัวอย่างการกำหนด IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอด GRX-4000

#### หมายเหตุ

RF IP คือ หมายเลข IP Address ของเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่จะเชื่อมต่อถึงกัน

MNG IP คือ หมายเลข IP Address สำหรับโปรแกรมควบคุมระบบวิทยุถ่ายทอด

## บทที่ 8

## การใช้งานวิทยุถ่ายทอดร่วมกับโครงข่ายโทรคมนาคม

## 1. กล่าวทั่วไป

เนื่องจากโครงข่ายยุทธศาสตร์มีการวางระบบเอาไว้อย่างแน่นแฟ้น ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ การวางระบบยุทธวิธีจากส่วนบัญชาการลงไปถึงพื้นที่ปฏิบัติการ ในทางเทคนิคนั้นสามารถกระทำได้ แต่ถ้ามองถึงความรวดเร็ว ความง่ายในการปฏิบัติงาน และจำนวนทรัพยากรที่จะต้องนำไปใช้อาจจะเป็นการดำเนินการที่ไม่คุ้มค่าเท่าใดนัก กรอบแนวคิดที่จะวางระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี โดยเริ่มต้นจากจุดสิ้นสุดของระบบโครงข่ายที่มีอยู่ ในพื้นที่ เช่นศูนย์โทรคมนาคมต่างๆ นับว่าเป็นแนวทางที่ดีสามารถทำได้ และประหยัด แต่ถ้าเรามุ่งที่จะใช้ กรอบดังกล่าวเพื่อเชื่อมระบบแล้ว การวางแผนระบบการสื่อสารในภาพรวมจะต้องชัดเจน มาตรฐานการเชื่อมต่อ การบริหารจัดการ เรื่อง IP Address ต้องถูกจัดสรรอย่างลงตัว รัดกุม ถูกต้อง และไม่ซ้ำซ้อน เนื่องจากปัจจุบันเครื่องมือต่างๆ ล้วนแล้วแต่ต้องการ IP Address ด้วยกันทั้งสิ้น

## 2. วิทยุถ่ายทอดที่มีใช้งานในปัจจุบัน

ปัจจุบันกองทัพบก ได้มีการใช้งานวิทยุถ่ายทอดหลายรุ่น เพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายทางยุทธวิธี เข้ากับระบบโทรคมนาคม มีทั้งวิทยุถ่ายทอดที่เป็นรุ่นเก่าและวิทยุถ่ายทอดที่เป็นรุ่นใหม่ แต่ก็สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ตามคุณลักษณะของวิทยุถ่ายทอดแต่ละรุ่น ถ้าเป็นวิทยุถ่ายทอดรุ่นใหม่ก็จะมีขีดความสามารถบางอย่างที่สูงกว่า โดยในแต่ละหน่วยของกองทัพบกอาจจะมีวิทยุถ่ายทอดไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับภารกิจของหน่วย ซึ่งวิทยุถ่ายทอดที่ยังนำมาใช้งานในปัจจุบันมีดังนี้

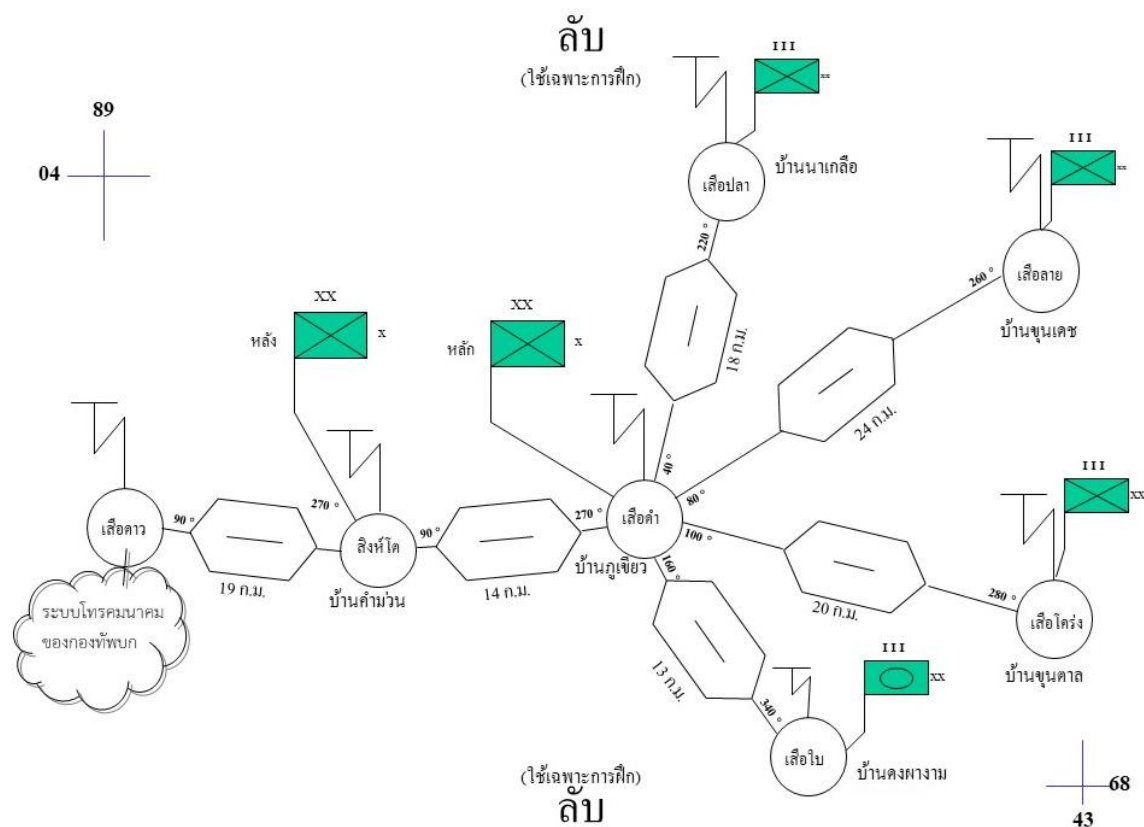
1. วิทยุถ่ายทอด TRC-4000
2. วิทยุถ่ายทอด MH-544
3. วิทยุถ่ายทอด GRX-4000

ตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่กองทัพบกมีใช้งานในปัจจุบัน

ลำดับ	รายการวิทยุถ่ายทอด	ความถี่ (MHz.)	กำลังออกอากาศ สูงสุด	รูปแบบการเชื่อมต่อ	ความเร็วในการรับส่งข้อมูล สูงสุด (Mb/s)
1	TRC-4000	4400-5000	35 dB.	E1,Eurocom,V11	34
2	MH-544	4400-5000	35 dB.	E1,Eurocom,Ethernet	65
3	GRX-4000	4400-5000	35 dB.	E1,Eurocom,Ethernet	104

### 3. การใช้งานวิทยุถ่ายทอดร่วมกับโครงข่ายโทรคมนาคม

ในการติดตั้งใช้งานทางยุทธวิธีที่ผ่านมามักจะมีข้อจำกัดในการสร้างเครือข่ายของระบบวิทยุถ่ายทอดเนื่องจากจำนวนเครื่องวิทยุถ่ายทอดมีอย่างจำกัด การสร้างเครือข่ายที่ใหญ่ให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างๆ ก็จะต้องใช้เครื่องวิทยุถ่ายทอดจำนวนมากด้วย แต่ในปัจจุบันเครื่องวิทยุถ่ายทอด ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถที่สูงขึ้น สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือสื่อสารได้หลายแบบ ดังนั้นการใช้งานจึงมีความอ่อนตัวสูง การสร้างเครือข่ายของระบบวิทยุถ่ายทอดสามารถใช้เครือข่ายร่วมกับระบบโครงข่ายโทรคมนาคมที่มีอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติการได้ เช่น ในพื้นที่ปฏิบัติการของกองพล ถ้ามีศูนย์โทรคมนาคมอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติการ การติดตั้งระบบวิทยุถ่ายทอดในพื้นที่ของกองพลและหน่วยดำเนินกลยุทธ์ก็สามารถเชื่อมต่อเข้ากับศูนย์โทรคมนาคมเพื่อติดต่อกับหน่วยเหนือได้เลย ไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบวิทยุถ่ายทอดของกองทัพอากาศเหมือนกับระบบวิทยุถ่ายทอดแบบเก่า (ดูรูปการเชื่อมต่อใช้งานวิทยุถ่ายทอดร่วมกับโครงข่ายโทรคมนาคม)



รูปที่ 11 การเชื่อมต่อใช้งานวิทยุถ่ายทอดร่วมกับโครงข่ายโทรคมนาคม



#### 4. มาตรฐานการเชื่อมต่อ

การเชื่อมต่อระบบวิทยุถ่ายทอดกับโครงข่ายโทรคมนาคม จะต้องคำนึงถึงมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องวิทยุถ่ายทอดกับเครื่องในระบบโทรคมนาคม ซึ่งมีมาตรฐานอยู่หลายแบบ ในปัจจุบันที่มีใช้งาน ดังนี้

##### 1. มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ E1/T1/J1

E1 เป็นโปรโตคอลเลเยอร์ที่ 1 (Physical Layer) กำหนดกฎเกณฑ์การเชื่อมต่อระหว่างจุด 2 จุด มีความเร็ว 2.048 Mbps จะมีแบนด์วิธ (Bandwidth) แต่ละช่องสัญญาณเท่ากับ 64-kbit/s และมีช่องสัญญาณทั้งหมด 30 ช่องสัญญาณหรือ 30 คู่สายนั่นเอง มี Bandwidth ทั้งหมด 2.048 Mbps /1 วงจร ซึ่งปกติคู่สายแบบ E1 จะนิยมใช้กันในแถบโซนยุโรปและในประเทศไทยก็ใช้ E1 นี้เป็นมาตรฐานการใช้งาน ในส่วนของ T1 จะมีแบนด์วิธ (Bandwidth) แต่ละช่องสัญญาณเท่ากับ 64-kbit/s และมีช่องสัญญาณทั้งหมด 23 ช่องสัญญาณหรือ 23 คู่สายนั่นเอง มี Bandwidth ทั้งหมด 1.536 Mbit/s /1 วงจร ซึ่งปกติคู่สายแบบ T1 จะนิยมใช้กันในแถบโซนอเมริกา และ J1 ใช้ในประเทศญี่ปุ่น แตกต่างจาก T1 นิดหน่อย ก็เลยเรียกชื่อว่า T1 เวอร์ชันญี่ปุ่น ทั้งสามแบบรับส่งได้ทั้งเสียง ข้อมูล และทั้งสองพร้อมๆกัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้า E1 ถูกจองไว้ใช้ กับช่องสัญญาณเสียงเท่านั้น ช่องสัญญาณขนาด 2.048 Mbps จะถูกแยกออกเป็นช่องสัญญาณเล็กๆ ขนาด 64 Kbps จำนวน 32 ช่องสัญญาณ ในจำนวนช่องสัญญาณนี้ มี 30 ช่องสัญญาณใช้รับส่ง สัญญาณเสียงได้ ส่วนอีก 2 ช่องสัญญาณจะใช้เพื่อรับส่ง Signaling และ Timing เพื่อควบคุมการ ติดต่อสื่อสาร แต่บางครั้งก็ไม่ได้ใช้งาน E1 ครบทุกช่องสัญญาณ ใช้เพียงช่องสัญญาณส่วนหนึ่ง เรียก E1 แบบนี้ว่า Fractional E1

##### 2. มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ SIP Trunk

เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตู้สาขาแบบ IP PABX, SIP Server, Call Manager เข้ากับชุมสาย Soft Switch โดยใช้ SIP Protocol ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันบนโครงข่าย IP และให้บริการลักษณะเดียวกับบริการ ISDN-PRI Interface การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของเราเป็นแบบ IP (SIP) RJ45

##### 3. มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ LAN-Ethernet

LAN (Local Area Network) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันมีลักษณะ ทางฮาร์ดแวร์ที่ยึดมาตรฐานของสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของสหรัฐฯ หรือ IEEE (Institute of Electronic and Electrics Engineering) โดย แบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ Ethernet และ Token-Ring

Ethernet คือเทคโนโลยีเครือข่าย LAN ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันเพราะเป็นการส่งข้อมูลด้วย ความเร็วสูง มีอุปกรณ์สนับสนุนเพื่อใช้งานมากที่สุดในท้องตลาด ตั้งอยู่บนพื้นฐานโทโปโลยีแบบบัส (Bus) โดยใช้สาย Coaxial ทั้งแบบหนา (Thick Ethernet Cable : RG-8) และแบบบาง (Thin Ethernet Cable : RG-45 A/U) ซึ่งต่อมาก็ได้มีการพัฒนาด้วยการนำมาใช้กับโทโปโลยีแบบดาว (Star) โดยมี ฮับ เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณเพื่อกระจายสัญญาณ ไปยังเครือข่าย อีเธอร์เน็ต Ethernet ใน

ระยะแรกใช้สาย Coaxial เป็นหลัก ต่อมาได้พัฒนาไปใช้สายแบบ UTP มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งในช่วงแรกสามารถที่จะส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็ว 10 เมกะบิต ต่อวินาที (Mbps) แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า Fast Ethernet และ Gigabit Ethernet ที่ทำความเร็วได้ถึง 100 เมกะบิตต่อ วินาที (Mbps) หรือ 1 Gbps และ 1000 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือ 10 GbE ตามลำดับ

ในปัจจุบันลักษณะสำคัญแต่เดิมของ Ethernet คือข้อมูลทุกอย่างจะส่งผ่านตัวกลางหรือ Ether ที่เชื่อมระหว่างทุกๆ node ซึ่งในที่นี้ก็คือสาย Coaxial นั่นเอง ดังนั้น Ethernet ในยุคแรกจึงใช้การต่อสายแบบ Bus ที่วิ่งผ่านทุกเครื่อง และต่อมาค่อยๆ เปลี่ยนไปสู่การต่อแบบ Star ที่รวมสายเข้าสู่ศูนย์กลาง เมื่อมีการใช้สาย UTP ที่ต่อผ่าน อุปกรณ์ HUB เกิดขึ้น มาตรฐานของระบบ Ethernet เป็นไปตามมาตรฐานที่ชื่อ IEEE 802.3 สายที่ใช้ Ethernet แบบดั้งเดิมนั้นมีความเร็วเพียง 10 Mbps และมีการต่อสาย 3 แบบ ต่อมาสาย Fiber Optic เพิ่มขึ้นมา และสาย UTP ก็พัฒนาขึ้นไปจนทำความเร็วได้เป็น 1000 Mbps

Gigabit Ethernet หรือเรียกกันเป็น 1000Base-T (สาย UTP) หรือ 1000Base-F (Fiber Optic) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่จะทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ ในระดับความเร็ว 1,000 Mbps หรือ 1 Gigabit per second (1 Gbps) ซึ่งกำลังจะเป็นมาตรฐานใหม่ของเครือข่ายระดับ high-end สำหรับงานที่ต้องการความเร็วสูงมาก เช่น งานกราฟิก หรือใช้เชื่อมต่อตรงช่วงที่เข้าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้สามารถรองรับงานจากเครื่องอื่นๆ ได้มากพร้อมๆ กัน สายที่ใช้ก็จะมีได้ทั้งแบบที่เป็น UTP (แต่ความยาวไม่มากนัก) และ Fiber Optic 10 Gigabit Ethernet เป็นเทคโนโลยีใหม่ซึ่งจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ในระดับความเร็ว 10,000 Mbps หรือ 10 Gbps คาดว่าระยะแรกจะใช้กับการเชื่อมต่อ ระหว่างเมือง หรือ WAN

## 5. โครงข่ายโทรคมนาคม

โครงข่ายโทรคมนาคม ที่กระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย ที่สามารถเชื่อมต่อได้มีดังนี้

1. ศูนย์โทรคมนาคมทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย
2. ศูนย์โทรคมนาคม กองทัพบก
3. ศูนย์โทรคมนาคม กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม
4. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัด กระทรวงมหาดไทย
5. บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด มหาชน
6. โครงข่ายโทรคมนาคม อื่นๆ ในพื้นที่ปฏิบัติการ

## บทที่ 9

### การต่อสู้ – การก่อกวน

---

#### ตอนที่ 1 ลักษณะการปฏิบัติการก่อกวน

##### 1. กล่าวทั่วไป

การก่อกวนของข้าศึก คือการส่งสัญญาณวิทยุที่ก่อความรำคาญไปรบกวนการรับสัญญาณที่ฝ่ายเรากำลังรับส่งกันอยู่ ผลที่ข้าศึกต้องการคือทำลายระบบและขัดขวางการใช้วิทยุของฝ่ายเรา เทคนิคที่ใช้เพื่อลดผลการก่อกวนของข้าศึกให้เหลือน้อยที่สุดเรียกว่า การต่อสู้การก่อกวน (Anti-Jamming) คำว่ามาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Counter – Counter measures, “ECCM”) หรือ มตตอ. หมายถึงการต่อสู้การก่อกวนด้วย

ก. เครื่องวิทยุถ่ายทอดทั้งหมดนั้นย่อมล่อแหลมต่อการถูกก่อกวน และจะต้องถือว่าการปฏิบัติการก่อกวนนั้นข้าศึกกระทำได้ทุกเมื่อเพื่อผลประโยชน์ของตน

ข. ก่อนที่จะทำการก่อกวน ข้าศึกจะค้นหาคลื่นความถี่เพื่อหาสัญญาณต่างๆ ที่แพร่กระจายคลื่นออกมา หลังจากได้พิสูจน์ทราบการส่งสัญญาณของฝ่ายเราแล้ว ข้าศึกจะปรับตั้งเครื่องส่งให้ได้ความถี่เดียวกันแล้วทำการส่งสัญญาณก่อกวนออกไปเพื่อที่จะป้องกันมิให้รับสัญญาณที่ต้องการด้วยความถี่นั้นได้ผล

##### 2. การป้องกันการก่อกวน

ส่วนมากแล้วมาตรการ มตตอ. จะอยู่นอกเหนือวิสัยของพนักงานวิทยุ เครื่องวิทยุถ่ายทอดส่วนมากมักจะมีลักษณะการต่อต้านการก่อกวนอยู่ในตัว การกำหนดความถี่เป็นพิเศษก็ดี การเปลี่ยนความถี่ก็ดี การใช้เส้นทางการสื่อสารสำรองก็ดี ตลอดจนการปรับเครื่องเหล่านี้เป็นเทคนิคที่อาจนำมาใช้เพื่อเอาชนะการก่อกวนของข้าศึกได้ด้วยกันทั้งนั้น ถ้าทำได้ควรจะค้นหาที่ตั้งสถานีก่อกวนของข้าศึกแล้วทำลายเสีย นอกจากนั้นแล้วมาตรการในการป้องกันยังรวมถึงการกำหนดที่ตั้งที่เหมาะสม การใช้ความถี่สำรอง การใช้ประมวลคำพูดและระบบการเปลี่ยนความถี่อีกด้วย

ปัจจุบันวิทยุถ่ายทอดรุ่นใหม่ ๆ อาจมีเทคนิคเรื่อง ECCM ติดมาด้วย เช่นการทำงานในแบบความถี่ก้าวกระโดด (Frequency hopping) ซึ่งการทำงานแบบนี้เป็นเทคนิคพิเศษ การทำงานแบบความถี่ก้าวกระโดด จะเป็นการทำงานที่เครื่องส่งของเครื่องวิทยุต้นทางจะทำงานสัมพันธ์กับเครื่องรับปลายทาง ความถี่ที่ใช้จะถูกเปลี่ยนไปตลอดเวลา โดยวิทยุทั้งสองเครื่องจะสุ่มเอาความถี่ขึ้นมาใช้งานเองตลอดห่วงการทำงาน ดังนั้นข้าศึกจะทำการก่อกวนได้ยากขึ้น แต่เทคนิคแบบนี้จำเป็นต้องใช้แถบความถี่

ที่กว้าง จึงต้องคำนวณการใช้ความถี่ให้ดีเพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนข่ายการสื่อสารกันเอง และที่สำคัญวิทยุจำเป็นจะต้องมีระบบ Synchronization เป็นอย่างดีจึงจะทำงานได้

เทคนิค ECCM อีกประการของวิทยุถ่ายทอดก็คือ การกำหนดคู่ความถี่เอาไว้ล่วงหน้า เช่นกำหนดเอาไว้ 5 คู่ และกำหนดการทำงานให้กับเอาไว้ว่า ถ้าเกิดการก่อกวน ก็ให้วิทยุเปลี่ยนไปใช้ความถี่ในคู่ที่ 1 และถ้าถูกก่อกวนอีก ก็กระโดดไปยังคู่อื่นๆ ต่อไปเป็นต้น

การทำงานของวิทยุแบบนี้ ไม่มีความยุ่งยากและซับซ้อนอะไร ถ้าข้าศึกยังคงมุ่งมั่นที่จะค้นหาและก่อกวน ก็จะทำให้ได้ง่ายกว่าเทคนิคความถี่ก้าวกระโดด

## ตอนที่ 2 คำแนะนำในการต่อสู้การก่อกวน

### 1. กล่าวทั่วไป

ความชำนาญและความเชื่อมั่นของพนักงานวิทยุเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการดำรงไว้ซึ่งการสื่อสารในระหว่างการก่อกวนของข้าศึก เรื่องนี้จะพัฒนาได้ด้วยการฝึกเป็นบุคคล เป็นชุดและเป็นหน่วย ซึ่งอาจจะนำเอาการก่อกวนของข้าศึกกับการก่อกวนสมมุติมาใช้ให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในสนาม พนักงานวิทยุจะต้องคุ้นเคยกับคำแนะนำ การต่อสู้การก่อกวนที่ปรากฏในคู่มือประจำเครื่อง

### 2. คำแนะนำสำหรับผู้บังคับบัญชาและนายทหารฝ่ายอำนวยการ

- ก. ถ้าทำได้ให้ศึกษาและวางแผนการปฏิบัติทั้งปวงไว้ล่วงหน้าใช้ประมวลคำย่อเพื่อกำกับแผน
- ข. ทำข่าวให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ค. กวดขันวินัยในการใช้วิทยุและการรักษาความปลอดภัย
- ง. ถ้าทำได้ให้ทำลายสถานีก่อกวนของข้าศึกเสีย
- จ. รายงานการก่อกวนของข้าศึกไปยัง บก. หน่วยเหนือเสมอ

### 3. คำแนะนำสำหรับผู้บังคับทหารสื่อสารและฝ่ายการสื่อสาร

ก. การเลือกที่ตั้งขั้นต้นบางทีก็เป็นมาตรการต่อสู้การก่อกวนที่มีประสิทธิผลและสำคัญมากที่สุด เรื่องนี้จะสำคัญมากยิ่งขึ้นเมื่อสถานีวิทยุถ่ายทอดอยู่ใกล้ข้าศึกมากขึ้น ถ้าทำได้ที่ตั้งของสถานีปลายทางและสถานีถ่ายทอดในพื้นที่ข้างหน้า ควรจะเลือกให้มีที่สูงเนินอันเหมาะสมเพื่อกำบังมิให้ข้าศึกดักจับหรือทำการก่อกวนได้ นอกจากที่สูงเนินแล้วพุ่มไม้และสิ่งก่อสร้างที่มนุษย์ทำขึ้นก็อาจจะมาใช้เป็นเครื่องป้องกันได้

ข. เมื่อใช้สายอากาศบังคับทิศทางก็อาจจะหันไปในทิศทางที่จะลดความแรงของสัญญาณก่อกวนลงให้เหลือน้อยที่สุด แต่ยังคงรับสัญญาณที่ต้องการได้

- ค. ควรจะย้ายที่ตั้งอุปกรณ์สื่อสารที่เคลื่อนที่ได้ไปยังที่ซึ่งสัญญาณก่อกวนมีกำลังน้อยที่สุด
- ง. อาจจะเปลี่ยนแปลงขั้วไฟฟ้าของสายอากาศเพื่อให้ได้สัญญาณแรงที่สุด
- จ. ถ้าทำได้ให้กำหนดความถี่สำรองไว้และใช้เครื่องวิทยุชุดอะไหล่ปฏิบัติงานด้วยความถี่ใหม่ ส่วนเครื่องวิทยุชุดเก่านั้นยังคงให้ปฏิบัติงานด้วยความถี่เดิมต่อไป
- ฉ. ควรจัดตั้งวงจรต่างๆ ขึ้นโดยใช้กำลังแต่น้อยที่สุด โดยที่วงจรยังมีคุณภาพอยู่ และควรใช้กำลังที่สูงในระหว่างถูกก่อกวนเพื่อที่จะข่มการรบกวน ถ้ามีเครื่องวิทยุอยู่หลายเครื่องในพื้นที่ที่กำหนดให้ ควรจะกำหนดไว้ใน นปส. โดยอาศัยความแรงตัวเป็นมูลฐานว่าวงจรใดๆ จะเปลี่ยนไปใช้กำลังสูง
- ช. โดยทั่วไปไม่ควรจะติดตั้งวงจรวิทยุถ่ายทอดในพื้นที่ที่ส่วนหน้าให้เป็นเส้นตั้งฉากกับแนวปะทะกับข้าศึก เรื่องนี้อาจจะป้องกันได้โดยการวางวิทยุถ่ายทอดให้เข้าไปในพื้นที่ส่วนหน้า โดยทำเป็นมุมๆ หนึ่ง การใช้วิทยุถ่ายทอดดังกล่าวต้องชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกับความต้องการอื่นๆ ด้วย
- ซ. ถ้ามีเครื่องกรองคลื่น ก็ควรจะใช้เพื่อลดสัญญาณที่ไม่ต้องการลงให้เหลือน้อยที่สุด

#### 4. คำแนะนำสำหรับพนักงาน

- ก. ตั้งสถานีและสายอากาศเพื่อลดการก่อกวนของข้าศึกให้เหลือน้อยที่สุด
- ข. เรียนรู้การก่อกวนของข้าศึก แล้วรายงานรายละเอียดทั้งหมดต่อนายทหารผู้รับผิดชอบ
- ค. เรียนการปรับเครื่องเพื่อลดการก่อกวนให้เหลือน้อยที่สุด
- ง. ใช้เครื่องด้วยกำลังต่ำสุดจนกว่าจะถูกก่อกวนแล้วจึงค่อยเพิ่มกำลังขึ้นภายหลัง
- จ. เปลี่ยนไปใช้ความถี่และนามเรียกขานสำรองตามที่สั่ง
- ฉ. ใช้การรับรองฝ่ายในการส่งทั้งปวงทางวงจรพนักงาน
- ช. ส่งข่าวโดยทางวงจรพนักงานให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ซ. เมื่อถูกก่อกวนสงบใจใช้ความพยายามแล้วปฏิบัติงานต่อไป พนักงานที่มีความชำนาญอาจจะทำงานฝ่าการรบกวนเช่นนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพบ่อยๆ (รส. 24-150)

#### 5. การรายงานการก่อกวนของข้าศึก

การรายงานการก่อกวนของข้าศึกโดยทันที ถูกต้อง และสมบูรณ์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการก่อกวนของข้าศึกตามปกติ เป็นส่วนของแผนที่ได้มีการจัดอย่างดีและมักจะกระทำก่อนการดำเนินกลยุทธ์ที่สำคัญ รายงานจากพนักงานวิทยุแต่ละคนซึ่งมักจะให้ข่าวร่งเกี่ยวกับขอบเขตและความสำคัญของการปฏิบัติของข้าศึก และตามปกติเจ้าหน้าที่สงครามอิเล็กทรอนิกส์จะเป็นผู้รวบรวมไว้ที่กองบัญชาการกองพลหรือกองทัพน้อย การแสวงหาความเกี่ยวข้องของข่าวสารการก่อกวนอย่างเหมาะสม อาจใช้เป็นการแจ้งเตือนให้เรารับถึงการปฏิบัติของข้าศึกที่จะกระทำในพื้นที่บางตอนหรือตลอดแนวได้

## บทที่ 10

### การแสงเครื่องในสนาม

---

#### 1. คำจำกัดความ

ก. การแสงเครื่องในสนามเป็นการปฏิบัติอย่างแข็งขันที่เจ้าหน้าที่อาจจะกระทำเพื่อดำรงรักษาการสื่อสารให้มีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น ในสภาวะอันผิดปกติ สภาวะเหล่านี้อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้เครื่องหรือสื่อกหรือตามปกติ การชำรุดโดยอุบัติเหตุหรือการกระทำของข้าศึก การใช้วิธีการแสงเครื่องในสนามนั้น ย่อมต้องใช้สามัญสำนึกและความเฉลียวฉลาดของเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องที่อยู่ใกล้ชิด

ข. เนื่องจากการชำรุดของเครื่องสื่อสารอาจจะเกิดขึ้นได้ในโอกาสต่างๆ กัน จึงทำให้ไม่อาจจะวางแผนการแก้ไขที่สมบูรณ์และกว้างขวางได้ อย่างไรก็ตามในบทนี้ได้กล่าวถึงแสงเครื่องในสนามแบบธรรมดาๆ บางอย่างไว้

#### 2. สายอากาศ

ต่อไปนี้เป็นแสงเครื่องบางประการที่อาจจะใช้ในการติดตั้งสายอากาศคือ

ก. ติดตั้งสายอากาศไว้กับต้นไม้ อาคาร บ้านเรือนหรือโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันในยามฉุกเฉิน

ข. ใช้สายโทรศัพท์สนาม สายเชือก หรือวัตถุที่คล้ายคลึงกันใดๆ ก็ได้เพื่อแทนสายหมวดพราหมณ์ (guy wires) ที่สูญหายหรือที่ชำรุด

ค. เมื่อที่ตั้งอยู่บนที่สูงก็ให้ใช้เสาอากาศที่สั้นกว่าปกติ ทั้งนี้จะให้ความสะดวกในการบำรุงรักษาและการหันให้ถูกทิศและทั้งยังสะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับการตั้งสายอากาศซึ่งอาจจะต้องกระทำเพื่อเปลี่ยนขั้วสายอากาศ

#### 3. วิธีลดเสียงรบกวนจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในพื้นที่ตั้งส่วนหน้า

ระเบียบปฏิบัติดังที่วางไว้ต่อไปนี้ กำหนดขึ้นเพื่อลดเสียงรบกวนจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ประมาณ 90 %

ก. ขุดคูขึ้น 1 แห่งให้มีความกว้างและความลึกเพียงพอ เพื่อให้มีที่ว่างสำหรับการซ่อมบำรุงและระบายอากาศ

ข. เลือกที่ขุดคูให้อยู่ทางด้านที่เป็นลาดหรือเนิน เพื่อให้ระบายน้ำฝนที่ขังอยู่ออกได้แล้วขุดร่องระบายน้ำ จากด้านต่ำของคูนั้น

ค. เสริมด้านข้างของที่กำลังกันด้วยกระสอบทราย หรือโครงไม้ หรือเหล็กเพื่อค้ำยันและป้องกันไม่ให้ดินพัง

ง. สร้างหลังคาด้วยวัสดุที่มีอยู่เพื่อป้องกันลมฟ้าอากาศ ให้มีที่ว่างสำหรับการระบายอากาศ เพื่อให้ไอเสียออกได้ (ระบบท่อไอเสียอาจจัดทำขึ้นชั่วคราวด้วย การใช้ท่อโลหะที่อ่อนตัวได้ หรือใช้กล่องใส่บรรจุกระสุน ขนาด 155 มิลลิเมตรก็ได้)

จ. ใช้ผ้าใบหรือกระสอบเปล่าแขวนไว้ตามหลังคาเพื่อระงับเสียงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ฉ. พรางหลุมด้วยวัสดุที่หาได้ ให้กลมกลืนไปกับภูมิประเทศโดยรอบ

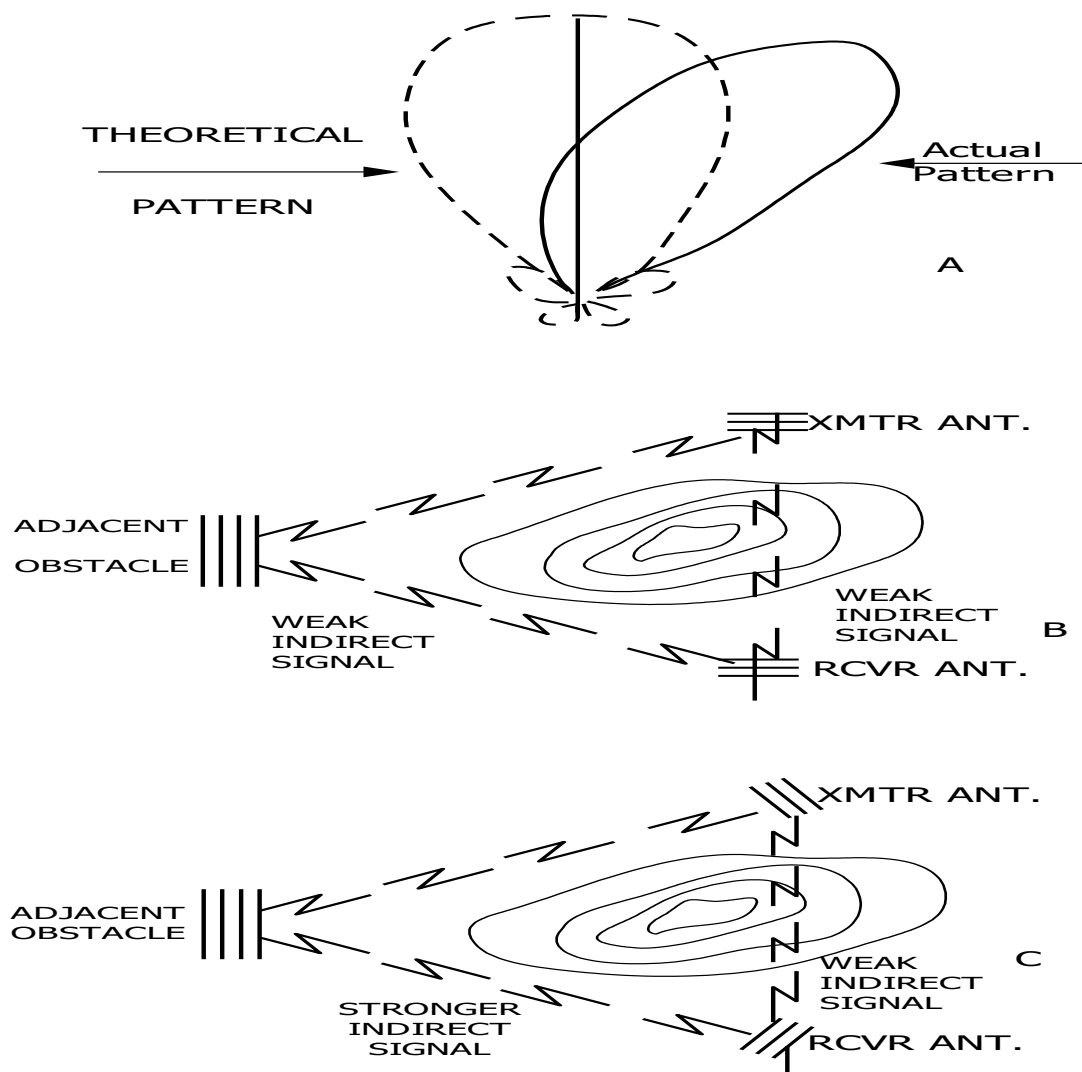
#### 4. การแสวงหาเครื่องอื่นๆ สำหรับแหล่งจ่ายกำลัง

ก. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำไว้ใช้กับเครื่องสื่อสารโดยเฉพาะนั้นมักจะให้ผลดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในสถานการณ์ฉุกเฉิน ให้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใดๆ ก็ได้ที่มีกำลังออกที่เหมาะสมให้แก่ศักยภาพ กำลัง และความถี่ไฟฟ้า บางทีอาจจะมีเครื่องทำไฟอะไหล่ เพื่อให้มีกำลังออกเพิ่มเติมในกรณีเช่นนี้ จึงเสนอแนะว่าให้ใช้หลายๆ เครื่องตามที่ต้องการ เพื่อให้รับภาระได้

ข. ในกรณีฉุกเฉิน ให้ปิดเครื่องสื่อสาร และเครื่องให้แสงสว่างทั้งหมดเว้นไว้แต่เครื่องที่ต้องการจริงๆ เพื่อให้การสื่อสารดำเนินการต่อไปได้

#### 5. การหั่นสายอากาศให้เหมาะสมเพื่อขยายวงจร Marginal Circuits

ภูมิประเทศที่ใกล้เคียงกับสายอากาศส่ง หรือสายอากาศรับ อาจจะทำให้ Pattern การแผ่รังสีของสายอากาศเพี้ยนได้อย่างรุนแรงจนทำให้ แทนที่จะได้รับสัญญาณแรงกลับได้รับสัญญาณอ่อนไป (รูปที่ 12A) มีอยู่บ่อยครั้งที่สามารถรับสัญญาณแรงได้โดยวิธีลองทำดู ในระหว่างหั่นสายอากาศเพื่อทดสอบอยู่นั้นอาจใช้สิ่งกีดขวางที่ใกล้เคียงให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ภูเขาสูงเพื่อใช้เป็นเส้นทางส่งวิทยุอ้อมได้หลายทาง (รูปที่ 12B ) ได้มีการหั่นสายอากาศสำหรับทางส่งที่ตรง แต่ปรากฏว่าได้รับสัญญาณอ่อนไปเนื่องจากมีเนินเขากีดขวาง ไม่แค่นั้นบางส่วนของสัญญาณ ยังสะท้อนจากสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้เคียง ดังนั้นเราจึงเลิกใช้สัญญาณทางตรงเสีย รูปที่ 12C สายอากาศส่งและสายอากาศรับได้หันไปใช้เส้นทางอ้อม ซึ่งเป็นผลให้สัญญาณแรงขึ้นกว่าที่ได้รับจากทางตรง



รูปที่ 12 การหักเหของคลื่นวิทยุและรับไปใช้เส้นทางสัญญาณในทางอ้อม

## 6. การปรับปรุงวงจร

ตามปกติที่ตั้งในการปฏิบัติงานของสถานี ควรจะได้เลือกตั้งแสดงไว้ในบทที่ 4 อย่างไรก็ตามในสถานการณ์เฉพาะบางครั้งอาจไม่เหมาะที่จะกำหนดที่ตั้งสถานีให้อยู่ในระยะแนวสายตาได้ วงจร Marginal Circuits อาจเกิดจากการปฏิบัติงานเกินระยะแนวสายตา การเพิ่มความไวของวงจร Marginal Circuits ให้ดำเนินการระเบียบปฏิบัติโดยจะกล่าวต่อไปนี้

- ตรวจสอบและขันการต่อขั้วสายอากาศให้แน่น
- ปรับตั้งเครื่องส่ง และเครื่องรับในวงจรเสียใหม่ทั้งหมดให้ถูกต้องจริงๆ
- ตรวจสอบการปรับสายอากาศตรงตามมุมทิศและแบบขั้วสายอากาศให้ถูกต้อง



- ง. พยายามเปลี่ยนแปลงความสูงของสายอากาศ
- จ. พยายามเปลี่ยนแปลงที่ตั้งของสายอากาศ
- ฉ. แยกเครื่องส่งและเครื่องรับให้ห่างจากกันถ้าเป็นการเหมาะสม

## 7. การส่งและการรับสัญญาณแรงๆ

ก. หลังจากได้เลือกที่ตั้งที่พอใจ และให้ห็นสายอากาศที่เหมาะสมแล้วระดับของสัญญาณ เครื่องรับจะเป็นปฏิกากับความแรงของสัญญาณส่ง

ข. ความแรงของสัญญาณที่มากเกินไปอาจจะทำให้เกิดการรบกวนต่อช่องสื่อสารที่ใกล้เคียงกัน และช่องสื่อสารร่วมได้ ถ้าใช้สายอากาศ Gain สูงแล้วก็จะได้รับสัญญาณที่แรงขึ้น ส่วนมากสายอากาศ Gain สูงจะประกอบไปด้วยเครื่องสะท้อนความถี่สูงๆ แบบ Parabolic การสูญเสียกำลังระหว่างสายอากาศกับตัวเครื่องจะทำให้ลดลงได้โดยการใช้สายส่งที่มีคุณภาพสูงให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และให้ Impedance ที่ปลายทั้งสองเท่าเทียมกัน

หมายเหตุ วงจร Marginal Circuits คือ วงจรวิทยุซึ่งเป็นปลายสุดรัศมีการทำงาน หรือเป็นปลายสุดของวงจรวิทยุ ซึ่งการรับเกือบไม่ได้ผล

## 8. การปฏิบัติงานในภูมิภาคที่มีภูเขาหนาแน่น

เรื่องราวที่เป็นประโยชน์ซึ่งได้จากประสบการณ์ทางปฏิบัติในภูมิภาคที่เป็นภูเขามิ ดังจะกล่าวต่อไปนี้

- ก. ข้อเสนอแนะให้ใช้โซ่กันลื่นกับยานพาหนะที่ปฏิบัติงานบนถนนที่ยังไม่ได้ปูลาดโดยไม่คำนึงถึงลมฟ้าอากาศ
  - ข. ควรจะฝึกเจ้าหน้าที่เป็นอย่างดีในการใช้เชือกและรอก
  - ค. ควรจะห่อหุ้มตัวเครื่องเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันอันตรายในขณะยกขึ้นยกลง
- เครื่องวิทยุถ่ายทอดสามารถจะปฏิบัติงานผ่านเนินเขาที่กำลังคลื่นได้บ่อยๆ เหมือนกัน

## บทที่ 11

### การปฏิบัติการซ่อมบำรุง

---

#### ตอนที่ 1 กล่าวนำ

##### 1. กล่าวทั่วไป

ก. การปฏิบัติการซ่อมบำรุงได้กำหนดไว้โดยเฉพาะระดับของการบังคับบัญชาตามภารกิจหลัก คุณลักษณะ และความคล่องตัวของระดับการบังคับบัญชานั้นๆ ตลอดจนการกระจายของแหล่งทรัพยากรทางเศรษฐกิจด้วย

ข. การจัดสรร และแบ่งมอบชิ้นส่วนซ่อมที่อนุมัติให้และมีไว้ในชั้นต้น สำหรับการซ่อมบำรุงระดับหน่วย การสนับสนุนโดยตรง การสนับสนุนทั่วไป และหน่วยซ่อมบำรุงระดับคลัง กำหนดไว้ในข้อบังคับกองทัพบก การส่งกำลังชิ้นส่วนซ่อม ณ ระดับหน่วยสนับสนุนโดยตรงและต่ำกว่านั้นเป็นหน้าที่ของหน่วยสนับสนุนการซ่อมบำรุงนั่นเอง

##### 2. ประเภทการซ่อมบำรุง

กระทรวงกลาโหมได้แบ่งประเภทการซ่อมบำรุงไว้ทุกสายยุทธบริการอย่างกว้างๆ รวมเป็น 4 ประเภท เพื่ออำนวยความสะดวกในภารกิจการซ่อมบำรุงและกำหนดความรับผิดชอบภายในกระทรวงกลาโหมเองด้วย

ก. การซ่อมบำรุงระดับหน่วย การซ่อมบำรุงระดับหน่วยคือการซ่อมบำรุงซึ่งหน่วยใช้ได้รับอนุมัติให้รับผิดชอบและดำเนินการซ่อมยุทธโศภรณ์ในความครอบครองของหน่วยเอง การซ่อมบำรุงประเภทนี้มีพันธกิจการซ่อมภายในขีดความสามารถของเจ้าหน้าที่ๆ อนุมัติตามอัตราโดยใช้เครื่องมือและเครื่องตรวจวัดประจำหน่วยนั่นเอง การซ่อมบำรุงที่เกินอำนาจหน้าที่นั้นอาจกระทำได้เมื่อได้รับอนุมัติจากผู้บังคับหน่วยสนับสนุนการซ่อมบำรุงชั้นเหนือ

ข. การซ่อมบำรุงสนับสนุนโดยตรง การซ่อมบำรุงสนับสนุนโดยตรง คือการซ่อมบำรุงซึ่งตามปกติอนุมัติให้ชุดซ่อมเคลื่อนที่จากหน่วยซ่อมบำรุงที่กำหนดให้เป็นผู้กระทำเพื่อสนับสนุนโดยตรงต่อหน่วยใช้ การซ่อมบำรุงประเภทนี้จะจำกัดอยู่เพียงการซ่อมรายการสำเร็จรูปหรือชิ้นส่วนชำรุด เพื่อสนับสนุนหน่วยใช้โดยมูลฐานการส่ง-คือ-ผู้ใช้

ค. การซ่อมบำรุงสนับสนุนทั่วไป การซ่อมบำรุงสนับสนุนทั่วไป คือการซ่อมบำรุงซึ่งอนุมัติให้หน่วยที่กำหนดให้เป็นผู้กระทำในโรงซ่อมกึ่งประจำที่หรือถาวร เพื่อสนับสนุนระบบการส่งกำลังของกองทัพ ตามปกติหน่วยซ่อมบำรุงสนับสนุนทั่วไปจะทำการซ่อมหรือซ่อมสร้าง (Overhaul) ให้เข้าสู่

มาตรฐานการซ่อมบำรุงที่ต้องการในสภาพ พร้อม-เพื่อ-จ่าย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ การส่งกำลังบำรุงในพื้นที่กองทัพที่ได้รับสนับสนุนเท่าที่กระทำได้

ง. การซ่อมบำรุงระดับคลัง กิจกรรมในการซ่อมบำรุงระดับคลังกระทำโดยการซ่อมสร้างวัสดุที่คุ้มค่า เป็นการเสริมโครงการจัดหาเพื่อให้บรรลุถึงความต้องการของกองทัพเป็นส่วนรวม และจัดให้มีการซ่อมวัสดุที่เกินขีดความสามารถของหน่วยซ่อมบำรุงสนับสนุนทั่วไปถ้าจำเป็น

### 3. ขีดความสามารถการซ่อมบำรุงสิ่งอุปกรณ์สายสื่อสาร

ก. กองคลังสื่อสาร ซ่อมบำรุง สป.สาย ส. นอก อจย. ให้กับ ทบ.ในระดับคลัง

ข. กองซ่อมบำรุงเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ซ่อมบำรุงเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในระดับสนับสนุนโดยตรง, สนับสนุนทั่วไป และระดับคลัง

ค. กองพันทหารสื่อสารซ่อมบำรุงเขตหลัง ซ่อมบำรุง สป.สาย ส. ตาม อจย. ในระดับคลัง

ง. บชร. ซ่อมบำรุง สป.สาย ส. ตาม อจย. และ อสอ. ในระดับสนับสนุนทั่วไป

พัน.ส.พล. หรือ พัน.ชบร.กรม.สน. ซ่อมบำรุง สป.สาย ส. ตาม อจย. และ อสอ. ในระดับสนับสนุนโดยตรง

## ตอนที่ 2 การปรนนิบัติบำรุง

### 1. กล่าวทั่วไป

การปรนนิบัติบำรุงเป็นการรักษา การตรวจ และการให้บริการต่อยุทธโธปกรณ์อย่างมีระเบียบ เพื่อที่จะทำให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้และป้องกันการชำรุด การปฏิบัติบำรุงดังกล่าวนี้พนักงานประจำเครื่องและเจ้าหน้าที่บำรุงรักษาประจำหน่วยเป็นผู้กระทำ

ก. พนักงานวิทยุซึ่งได้รับการฝึกการปฏิบัติทางเทคนิคมาแล้วอย่างดีจะทำการบำรุงรักษาตามปกติอย่างง่าย ๆ เท่านั้น ซึ่งอาจจะใช้เจ้าหน้าที่ที่มีพื้นความรู้ทางเทคนิคอย่างจำกัดกระทำก็ได้ คู่มือทางเทคนิคของแต่ละเล่มจะมีมาตรการในการปฏิบัติบำรุงเหล่านี้อยู่ในรายการตรวจสอบแล้ว

ข. เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาประจำหน่วยทำการบำรุงรักษาเพื่อช่วยเหลือพนักงานประจำเครื่อง และรับผิดชอบการบำรุงรักษาระดับหน่วยซึ่งต้องการฝึกทางเทคนิคอย่างจำกัด คู่มือทางเทคนิคแต่ละเล่มจะมีรายการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องและเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา ระดับหน่วยอยู่ด้วย

### 2. ความรับผิดชอบ

ผู้บังคับบัญชารับผิดชอบให้เจ้าหน้าที่ในบังคับบัญชาปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติและคำแนะนำเกี่ยวกับการปรนนิบัติบำรุงและให้ทำบันทึกการบำรุงรักษาตามที่กล่าวไว้ในคู่มือทางเทคนิค

### 3. การให้บริการปรนนิบัติบำรุง

ก. บริการประจำวัน พนักงานวิทยุเป็นผู้กระทำทุกวันที่มีการใช้เครื่อง การตรวจและการบริการต่อเครื่องมือให้กระทำตามระเบียบปฏิบัติที่กำหนดไว้ในคู่มือทางเทคนิคประจำเครื่อง ขอบกพร่องที่พนักงานไม่อาจจะแก้ไขได้หรือได้แก้ไขโดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนแล้วให้บันทึกไว้ในแบบการบำรุงรักษาที่ปรากฏในคู่มือทางเทคนิค

ข. บริการตามระยะเวลา การตรวจและบริการเหล่านี้เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาประจำหน่วยเป็นผู้กระทำตามที่ได้กล่าวไว้ในคู่มือทางเทคนิคแล้ว เมื่อถึงเวลาที่จะให้บริการเจ้าหน้าที่บำรุงรักษาประจำหน่วย ซึ่งมีพนักงานประจำเครื่องเป็นผู้ช่วยเหลือจะตรวจและให้บริการต่อเครื่องมืออื่นๆ ตามระเบียบสิ่งที่บกพร่องหรือใกล้จะบกพร่องตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องนั้นๆ จะต้องนำมาบันทึกไว้ในแบบเอกสารการบำรุงรักษาที่ปรากฏในคู่มือทางเทคนิค ถ้าจำเป็นต้องซ่อมในขั้นที่สูงกว่าก็ให้ทำแบบเอกสารการซ่อมบำรุงขึ้น และส่งไปยังหน่วยซ่อมบำรุง ที่ให้การสนับสนุนพร้อมกับเครื่องมือ

### 4. อันตรายเนื่องจากไฟฟ้าและข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัย

ก. กล่าวทั่วไป อาจต้องการใช้ไฟฟ้าแรงสูงในการทำงานของเครื่องวิทยุ ดังนั้นพนักงานวิทยุและเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงควรจะต้องทำความเข้าใจกับคู่มือประจำเครื่องเสียก่อนที่จะใช้เครื่องมือ

**คำเตือน** จะช่วยเตือนพนักงานประจำเครื่องและเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงที่ละเลยต่อข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัย

ข. ข้อควรระวัง ขณะที่เครื่องวิทยุใช้ไฟแรงสูง พนักงานวิทยุควรสังเกต ข้อควรระวังในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาต่อไปนี้

- (1) จงระวังอย่าแตะต้องไฟฟ้าแรงสูงหรือจุดต่อกำลังไฟ
- (2) หลีกเลี่ยงการแตะต้องสายส่งกำลังหรือสายอากาศซึ่งมีศักย์ความถี่วิทยุ
- (3) เมื่อจะปฏิบัติงานภายในตัวเครื่องวิทยุต้องให้แน่ใจว่าได้ตัดแหล่งจ่ายกำลังไฟออกแล้ว และทำการคายประจุตัวเก็บประจุ(Capacitor) แล้ว
- (4) ตรวจคู่มือประจำเครื่องเพื่อดูว่าส่วนใดบ้างที่มีไฟแรงสูง

## ตอนที่ 3 การตรวจสอบทั้งเครื่องและเป็นตอนๆ เพื่อแก้ไขข้อขัดข้อง

### 1. ระบบหลายช่องสื่อสาร

ก. ระบบวิทยุถ่ายทอดหลายช่องสื่อสาร โดยมูลฐานแล้วประกอบไปด้วยสิ่งดังต่อไปนี้

- (1) ชุดวิทยุปลายทาง
- (2) ชุดวิทยุถ่ายทอด
- (3) เครื่องรวมช่องการสื่อสาร

ข. ข้อขัดข้องในระบบอาจค้นหาได้ด้วยการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- (1) วงจรวิทยุระหว่างสถานีปลายทางทั้งสองทิศทาง
- (2) สายเชื่อมต่อระหว่างเครื่องวิทยุกับเครื่องรวมช่องการสื่อสารในแต่ละสถานี

## 2. การตรวจสอบทั่วทั้งระบบ

ก. การตรวจสอบการพูด การส่งสัญญาณ การส่งข่าวและอื่นๆ ทั่วทั้งระบบนั้นกระทำระหว่างเครื่องสลับสายโดยการกำกับดูแลของสถานีควบคุม ถ้าพบข้อขัดข้องให้ตัดช่องสื่อสารที่บกพร่องออกจากเครื่องสลับสาย แล้วทำการตรวจสอบต่อไปอีกระหว่างแผงต่อทางสาย

ข. ถ้าสงสัยหรือได้รับรายงานว่ามีข้อขัดข้องเกิดขึ้นแล้วควรจะมีการตรวจสอบทั่วทั้งวงจรเพื่อให้ทราบสภาพของข้อขัดข้องนั้น ควรจะตรวจสอบเป็นตอนๆ และเฉพาะแห่งเพื่อให้ทราบว่าจุดขัดข้องอยู่ที่ใด

## 3. การปฏิบัติของสถานีและการบำรุงรักษา

การตรวจสอบช่องการสื่อสารทั่วทั้งวงจร หมายถึงการตรวจสอบขั้นต้น และการตรวจสอบตามระยะเวลาเพื่อประกันว่าใช้งานได้ ต้องเตรียมเครื่องตรวจสอบอย่างเพียงพอที่ตำบลปลายทางและระหว่างทางเพื่อตรวจสอบเป็นตอนๆ และทั่วทั้งวงจร สถานีควบคุมควรจะทำกำกับการกำกับดูแลการตรวจการส่งสัญญาณการพูดและการส่งข่าวทั่วทั้งวงจร จากสถานีปลายทางถึงสถานีปลายทางเป็นอันดับแรก แล้วจึงตรวจสอบเป็นตอนๆ ระหว่างสถานีควบคุมและระหว่างสถานีถ่ายทอดเป็นขั้นสุดท้าย

## 4. การตรวจสอบทางสายใหญ่ของระบบวิทยุถ่ายทอด

ก. เนื่องจากวงจรทางไกลจะต้องผ่านเครื่องรวมช่องการสื่อสารและสถานีวิทยุถ่ายทอดหลายแห่งในพื้นที่ต่างๆ กันจึงต้องวางระเบียบปฏิบัติประจำขึ้นเพื่อให้ความมั่นใจว่าการควบคุมการซ่อมบำรุงและงานอื่นๆ เป็นไปอย่างมีระเบียบ

ข. การตรวจสอบทางสายใหญ่ของระบบวิทยุถ่ายทอดเป็นส่วนๆ และทั่วทั้งระบบนั้นสามารถใช้วงจรพนักงานสำหรับการตรวจสอบได้ วงจรพนักงานที่กล่าวถึงเหล่านั้นอาจต่อขยายไปยังวงจรพนักงานของระบบที่ต่อเชื่อมเข้ามาในวงจรได้อีกด้วย

ค. ขอบเขตของความรับผิดชอบสำหรับกิจกรรมต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยระบบการสื่อสารสนธิวิทยุถ่ายทอดและทางสายนั้น ระเบียบปฏิบัติและลำดับขั้นในการตรวจสอบและการค้นหาข้อขัดข้องได้กำหนดไว้ใน ปรจ. ของหน่วย

## บทที่ 12

### การทำลายเครื่องวิทยุถ่ายทอด

---

#### 1. กล่าวทั่วไป

ในสถานการณ์ทางยุทธวิธีบางครั้งไม่อาจจะทำการขนย้ายเครื่องวิทยุถ่ายทอดได้ทั้งหมด เพราะฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำลายเครื่องวิทยุที่ไม่สามารถจะขนย้ายได้ เพื่อให้มั่นใจว่ามีให้ข้าศึกนำไปใช้ได้

เครื่องที่ถูกยึดไปได้นั้นข้าศึกอาจนำไปใช้เป็นประโยชน์แก่ฝ่ายตนได้หรืออาจจะเป็นการเปิดเผยเรื่องราวที่ข้าศึกไม่ทราบมาก่อนก็ได้

#### 2. ลำดับความเร่งด่วนในการทำลาย

ก. คำแนะนำการทำลายเครื่องในเขตปฏิบัติการแห่งหนึ่งจะต้องมีเพียงพอ เป็นแบบฉบับเดียวกันและปฏิบัติตามได้ง่าย

ข. การทำลายเครื่องต้องให้สมบูรณ์เท่าที่มีเวลาและเครื่องมือในการทำลาย และเจ้าหน้าที่ที่จะอำนวยความสะดวกในการทำลายเครื่องที่สมบูรณ์มักจะกระทำไม่ได้เพราะเวลาไม่อำนวยให้ จึงต้องกำหนดความเร่งด่วนในการทำลายขึ้นเพื่อให้มั่นใจว่า สิ่งใดที่มีชั้นความลับสูงๆ ต้องทำลายเป็นอันดับแรก ต่อมาจึงทำลายสิ่งที่มีชั้นความลับต่ำรองลงมา ตามลำดับความสำคัญที่จะมีต่อข้าศึก ต้องทำลายส่วนประกอบสำคัญทั้งหมดเพื่อป้องกันมิให้ข้าศึกรวบรวมชิ้นส่วนเหล่านั้นจากเครื่องที่ชำรุดหลายๆ เครื่อง มาประกอบกันเป็นชุดที่สมบูรณ์ได้

#### 3. แผนการทำลาย

ก. การทำลายเครื่องที่อาจจะถูกข้าศึกยึดได้นั้น ผู้บังคับบัญชาเท่านั้นที่จะเป็นผู้สั่งการ และแผนการทำลายนั้นจะต้องเป็นแบบฉบับเดียวกันทั่วทั้งหน่วย

ข. การทำให้เป็นแบบฉบับเดียวกันนั้น เจ้าหน้าที่ทั้งหมดจะต้องคุ้นเคยกับแผนการทำลาย รวมทั้งระดับความเร่งด่วนในการทำลายด้วย นอกจากนั้นเจ้าหน้าที่จะต้องได้รับการฝึกให้ใช้ระเบียบปฏิบัติที่เป็นแบบเดียวกันในการทำลายเครื่อง

#### 4. วิธีการทำลาย

วิธีการทำลายซึ่งจะกล่าวตามหัวข้อต่อไปนี้จะป้องกันข้าศึกมิให้ใช้ประโยชน์ การกู้ซ่อม หรือการพิสูจน์ทราบเครื่องมือได้

**ก. การทุบ**

โดยใช้ตะลุมพุก ขวานใหญ่ ขวานเล็ก เสียมเล็ก ค้อน ชะแลง เครื่องมือหนักๆหรือเครื่องหนักอื่นๆ เพื่อทุบปลั๊กแร่ หลอด มาตรวัด ปุ่มควบคุม ชุดหุ้ฟ้งสวมศีรษะ ปากพูด ตัวต้านทาน แบตเตอรี่ หน้าปัดและหลอดไฟฟ้า

**ข. การตัด**

โดยใช้ขวานใหญ่ ขวานเล็ก มีดเหน็บ หรือเครื่องมือที่มีคมอื่นๆ เพื่อตัดเคเบิลและสายไฟ และเลาะสายไฟออกจากแท่นเครื่อง

**ค. การเผา**

โดยใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด หรือน้ำมันอื่นๆ เพื่อเผาเครื่องมือทางเทคนิค (หรือหนังสือคำแนะนำ แผนผัง เคเบิล สายไฟ ถังยาม )

**ง. การหักงอ**

ทำให้หน้าปัด กล้องบรรจุ ท่อนเสาอากาศและแท่นเครื่องหักงอ

**จ. การระเบิด**

ถ้าต้องการทำลายด้วยการระเบิดให้ใช้อาวุธยิง ระเบิดขว้าง ขนวนระเบิด ดินระเบิด หรือ ที-เอ็น-ที

**ฉ. การทำให้แตก**

คือการทำให้ส่วนปฏิบัติการทั้งหมดแตกหัก เช่น ลำโพง ชุดปากพูดหุ้ฟ้ง

**ช. การกำจัด**

โดยการฝังหรือกระจายส่วนที่ทำลายแล้ว ลงในคูสนามเพลาะ หลุมบุคคล หรือ หลุมอื่นๆ หรือ ขว้างลงลำธารหรือทะเลสาบเป็นต้น

## ผนวก ก

### หลักฐานอ้างอิง

---

#### 1. บรรณสาร

- AR 320-5-----Dictionary of United States Army Terms.
- FM 5-20-----Camouflage, Basic Principles and Field Camouflage.
- FM 11-9-----Signal Radio Relay Company.
- FM 21-5-----Military Training Management.
- FM 21-6-----Techniques of Military Instruction.
- FM 21-11-----First Aid For Soldiers.
- FM 21-26-----Map Reading.
- FM 21-30-----Military Symbols.
- FM 21-31-----Topographic Symbols.
- FM 21-40-----Small Unit Procedures in CBR Operations
- FM 24-1-----Tactical Communications Doctrine.
- FM 24-16-----Signal Orders, Records and Reports.
- FM 24-18-----Field Radio Techniques.
- FM 24-19-----Communications-Electronics Reference Data.
- FM 24-20-----Field-Wire and Field-Cable Techniques.
- TM 11-459-----International Morse Code (Instructions).
- TM 11-486-6----Electrical Communications Systems Engineering Radio.
- TM 11-486-11--Electrical Communications Systems Engineering-Engineering  
Definitions and Abbreviations.
- TM 11-661-----Electrical Fundamentals (Direct Current).
- TM 11-662-----Basic Theory and Application of Electron Tubes.
- TM 11-665-----CW and AM Radio Transmitters and Receivers.
- TM 11-666-----Antennas and Radio Propagation.
- TM 11-668-----FM Transmitters and Receivers.
- TM 11-681-----Electrical Fundamentals (Alternating Current).



## ผนวก ข

### การรักษาความปลอดภัยทางวัตถุ

---

#### 1. ปัจจัยในการรักษาความปลอดภัย

สถานีวิทยุถ่ายทอดในพื้นที่ที่อยู่โดดเดี่ยวจะต้องมีการรักษาความปลอดภัยอย่างเพียงพอเพื่อประกันให้มีการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง การรักษาความปลอดภัยนั้นจะกระทำได้ดีที่สุด โดยการจัดให้มีการป้องกันรอบตัวเพื่อมิให้บุคคลผู้ไม่มีอำนาจหน้าที่บุกรุกเข้าไปในพื้นที่ตั้งนั้น ปัจจัยในการรักษาความปลอดภัยที่จะต้องคำนึงถึงมีดังต่อไปนี้ คือ

ก. **ภูมิประเทศ** การป้องกันการโจมตีของข้าศึกอาจกระทำได้โดยอาศัยประโยชน์จากลักษณะภูมิประเทศตามธรรมชาติ

ข. **ความล่อแหลม** บริเวณของที่ตั้งที่อยู่ใกล้เคียงกับกำลังฝ่ายข้าศึกจะเป็นเหตุให้ต้องเพิ่มมาตรการในการป้องกันมากยิ่งขึ้น

ค. **ความต้องการทางยุทธวิธีและการส่งกำลังบำรุง** ความต้องการทางยุทธวิธี เช่น เจ้าหน้าที่และวัสดุที่มีอยู่ จะต้องนำมาพิจารณาขณะที่วางแผนป้องกันรอบตัว ถ้ายานพาหนะไม่อาจเข้าถึงที่ตั้งได้ก็อาจจำเป็นต้องใช้การทิ้งจากอากาศ (AIR DROP)

#### 2. การเตรียมการป้องกัน

ก. หลังจากที่ได้เข้าที่ตั้งแล้ว เจ้าหน้าที่ ที่ยังไม่ต้องเกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารควรจะเริ่มเตรียมการป้องกันรอบตัวโดยทันที ต้องมีการลาดตระเวนพื้นที่เพื่อกำหนดบริเวณที่ดีที่สุดสำหรับวางแผนป้องกันรอบตัว ปัจจัยบางประการที่มีผลกระทบต่อบริเวณป้องกัน คือ

- (1) ลักษณะภูมิประเทศสำคัญโดยรอบหรือใกล้ที่ตั้ง
- (2) ตำบลตรวจการณ์และพื้นที่ที่ดี
- (3) ตำบลที่อำนวยให้มีการพรางและการซ่อนพรางเจ้าหน้าที่และเครื่องมือได้ดีที่สุด
- (4) ตำบลที่เป็นประโยชน์ในการใช้เป็นเครื่องกีดขวาง
- (5) จัดการป้องกันเส้นทางที่ดีที่สุดที่ข้าศึกจะเข้ามา

ข. เครื่องกีดขวางที่อาจใช้ในการป้องกันรอบตัวได้แก่

- (1) ลวดหนามยุทธวิธี (ลวดกระโจม และ ลวดหีบเพลง)
- (2) เครื่องสะดุดระเบิด (TRIP FIRING DEVICE) ที่ใช้กับระเบิดขว้าง, พลุ่ส่องแสง
- (3) ดงระเบิดสังหาร และต่อสู้อากาศ
- (4) เครื่องกีดขวางและสิ่งอื่นๆ ที่ใช้เป็นป้อมสนามได้

ค. เพื่อเสริมกำลังเจ้าหน้าที่ป้องกันอาจจำเป็นต้องใช้ทหารราบ (หรือกำลังของทหารเหล่าอื่นที่มีอยู่) การเสริมกำลังเช่นนี้จะอำนวยความสะดวกให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานวิทยุถ่ายทอดได้ตลอดเวลา

### 3. การกำบังและการซ่อนพราง

ให้ปฏิบัติตามหลักการที่กำหนดไว้ใน รส. 5-20 อย่างเคร่งครัดในกรณีเฉพาะที่ไม่อาจทำการพรางได้อย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น วัสดุในการพรางอาจทำให้ความแรงของสัญญาณที่สายอากาศลดลงอย่างมาก การพรางเสาอากาศและสายหวนดพราหมณ์อาจทำได้โดยไม่เกิดผลเสีย

### 4. การป้องกันการโจมตีทางอากาศ

การป้องกันทางพื้นดินต่อการโจมตีทางอากาศนั้นหมายรวมทั้งมาตรการเชิงรุกและเชิงรับ

ก. มาตรการเชิงรุกต่อการโจมตีทางอากาศ ประกอบด้วย การรวมกำลังยิงจากอาวุธเล็กและปืนกล แต่เนื่องจากเครื่องบินที่ทำการโจมตีจะเป็นเป้าอยู่ชั่ว 2-3 วินาทีเท่านั้น, อาวุธทุกชนิดที่มีอยู่จะต้องทำการยิงโดยทันที

ข. มาตรการเชิงรับต่อการโจมตีทางอากาศหมายถึง

- (1) กระจายเครื่องมือต่างๆ ออกไป ภายในพื้นที่นั้น
- (2) ทำการพรางยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ โดยการพรางหรือการลวง
- (3) การใช้ลักษณะภูมิประเทศให้เป็นประโยชน์ในการซ่อนพราง
- (4) รักษาวินัยในการพรางไฟอย่างเคร่งครัด
- (5) ควบคุมการใช้ไฟเพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดเผยที่มั่นด้วยควันหรือแสง

## ผนวก ค

## การย้ายอุปกรณ์วิทยุถ่ายทอดในพื้นที่กองพล

## 1. กล่าวทั่วไป

อุปกรณ์วิทยุถ่ายทอดในระบบการสื่อสารพื้นที่ของกองพล ต้องให้สามารถโยกย้ายได้โดยไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องของผู้ใช้ระบบนั้น การที่จะทำให้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารนั้นจะกระทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้ไหวพริบและการวางแผนล่วงหน้าอย่างละเอียดของผู้บังคับทหารสื่อสารของกองพลและการประสานงานอย่างใกล้ชิดกับฝ่ายอำนวยการของกองพล โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับ สธ.3 วิธีที่เป็นแบบฉบับในการโยกย้ายอุปกรณ์วิทยุถ่ายทอด ณ ที่บัญชาการหลักสำรอง และพื้นที่ส่วนหน้าของกองพลมีดังต่อไปนี้

## 2. ที่บัญชาการหลักของกองพล

ให้นำเครื่องวิทยุถ่ายทอดจากแหล่งเก็บอุปกรณ์สำรองไปติดตั้ง ณ ที่ตั้งใหม่แล้วใช้วงจรวิทยุถ่ายทอด ณ ที่บัญชาการหลักของกองพลทำการเฝ้าฟัง และให้พวกที่จัดไปล่วงหน้าทำการแทนเมื่อที่บัญชาการเคลื่อนไปข้างหน้า ทำการปิดที่บัญชาการกองพลเดิม และนำเครื่องวิทยุถ่ายทอดของที่บัญชาการกองพลเดิมส่งเข้าแหล่งเก็บอุปกรณ์สำรอง ณ ที่ตั้งแห่งใหม่

## 3. ที่บัญชาการสำรองของกองพล

การย้ายเครื่องวิทยุถ่ายทอด ณ ที่บัญชาการสำรองนั้น กระทำโดยนำเครื่องวิทยุถ่ายทอดสำรองไปติดตั้ง ณ ที่บัญชาการสำรองแห่งใหม่ เมื่อเสร็จแล้วให้เฝ้าฟังระบบวิทยุถ่ายทอดปัจจุบัน และรับปฏิบัติงานแทนตามเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หลังจากทีระบบวิทยุถ่ายทอด ณ ที่ตั้งแห่งใหม่ได้ปฏิบัติงานแทนแล้ว เครื่องวิทยุถ่ายทอดปลายทาง ณ ที่บัญชาการเดิมของกองพลที่เลิกใช้แล้วให้เก็บเข้าแหล่งอุปกรณ์สำรองเพื่อเตรียมไว้สำหรับการเคลื่อนย้ายคราวต่อไป

## ผนวก ง

# การสื่อสารด้วยวิทยุถ่ายทอดระหว่างชั้นการปฏิบัติการทางยุทธวิธี

---

## 1. กล่าวทั่วไป

ข้อความที่จะกล่าวโดยย่อต่อไปนี้ เป็นการใช่วิทยุถ่ายทอดตามชั้นการปฏิบัติการทางยุทธวิธีต่างๆ กล่าวคือ

- ก. ในพื้นที่รวมพล
- ข. ระหว่างการเดิน
- ค. การเคลื่อนที่เข้าปะทะ
- ง. การรุก
- จ. การตั้งรับ
- ฉ. การร่นถอย
- ช. การผ่านแนวและการผลัดเปลี่ยนในแนว

## 2. พื้นที่รวมพล

ในพื้นที่รวมพลเป็นที่ซึ่งหน่วยต่างๆ ในบังคับบัญชาจะมารวมกันเพื่อเตรียมการปฏิบัติทางยุทธวิธีขั้นต่อไป ตามปกติแล้วจะจำกัดการใช้การสื่อสารทางวิทยุหรือระงับวิทยุ ชุดวิทยุถ่ายทอดอาจจะวางไว้ทั่วพื้นที่แต่ตามปกติแล้วยังไม่ปฏิบัติงาน ทั้งนี้ มีข้อยกเว้นคือ การกระจายเสียงแจ้งเตือนภัยและการส่งข่าวจากหน่วยลาดตระเวนที่กำลังปะทะกับข้าศึก เครื่องวิทยุทั้งหมดจะต้องได้รับการปรนนิบัติบำรุงและตรวจสอบทุกช่องการสื่อสารตามที่ได้กล่าวไว้ในการปฏิบัติงานตามแผนซึ่งจะปรากฏอยู่ใน นปส. และนสบ. ฉบับปัจจุบัน

## 3. การเดิน

การเดินแบ่งออกได้เป็นการเดินทางยุทธวิธีหรือทางธุรการ ซึ่งอาจจะกระทำเป็นขั้นเดียวหรือหลายขั้นด้วยการจัดเป็นหนึ่งหรือหลายขบวน บนเส้นทางเดียวหรือหลายเส้นทาง การสื่อสารจะใช้สำหรับควบคุมขบวนเดิน สำหรับติดต่อกับหน่วยลาดตระเวนและส่วนระวังป้องกัน หรือสำหรับสื่อสารกับหน่วยรับการสนับสนุนและกับหน่วยเหนือ เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการจัดการสื่อสารที่จำเป็นแต่น้อยที่สุด ผบ.ส. (หรือฝ่ายการสื่อสาร) จะต้องได้รับการสรุปย่อล่วงหน้าเกี่ยวกับแผนการเดิน เมื่อกระทำได้ ผบ.ส. ควรจะต้องลาดตระเวนเส้นทางเดินเพื่อพิจารณาว่าจำเป็นต้องใช้สถานีวิทยุถ่ายทอดเพื่อดำรงการสื่อสารให้ต่อเนื่องหรือไม่ เมื่อมีพาหนะทางอากาศสำหรับควบคุมขบวนเดินแล้ว เครื่องสื่อสารที่จะทำการติดต่อกับ

ยานพาหนะนั้นๆ ก็ควรจะได้กระจายกันอยู่ภายในขบวนในระหว่างช่วงเวลาที่จะรับวิทยุหรือเจียบฟัง อาจใช้ทัศนสัญญาณที่ได้เตรียมไว้แล้วเพื่อติดต่อกันระหว่างยานพาหนะทางอากาศกับพื้นดิน

ก. การเดินทางยุทธวิธี อาจใช้วิทยุถ่ายทอดในระหว่างการเดินทางยุทธวิธีในเมื่อไม่ขัดต่อการรักษาความปลอดภัยหรือเป็นอุปสรรคต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ ตามปกติแล้วการใช้วิทยุถ่ายทอดนี้จะป็นลักษณะเส้นหลักเดียวหันไปตามเส้นทางการเดิน ในการวางแผนการสื่อสารด้วยวิทยุถ่ายทอด สถานีกลางทางนั้นควรจะอยู่ในลักษณะที่เลี้ยงตัวได้ แต่อาจต้องการความช่วยเหลือในเรื่องการป้องกันอันตราย

ข. การเดินทางธุรการ การเดินแบบนี้กระทำเมื่อไม่มีการรบกวนทางพื้นดินจากข้าศึกเข้ามาเกี่ยวกับ วิทยุและพยานยานยนต์เป็นม้ขัณมิหลักของการสื่อสาร อย่างไรก็ตาม การรักษาความปลอดภัยทางวิทยุจะต้องดำรงไว้เพื่อลดหรือป้องกันมิให้ข้าศึกทราบข่าวสาร

#### 4. การเคลื่อนที่เข้าปะทะ

การเคลื่อนที่เข้าปะทะในระหว่างขั้นแรกของการแปรขบวน จะยังไม่ใช้วิทยุถ่ายทอด แต่อย่างไรก็ตามจะต้องวางแผนวิทยุถ่ายทอดไว้ ณ ตำบลซึ่งสามารถให้การสนับสนุนการปฏิบัติการในขั้นต่อไปได้ดีที่สุด

#### 5. การรุก

แบบพื้นฐานของกลยุทธ์ในการรุกคือ การเจาะและการโอบ การขยายผลเป็นการปฏิบัติการรุกอย่างหนึ่งที่สามารถกระทำหลังจากการเจาะและการโอบสำเร็จลงแล้ว

ก. การเจาะ ก่อนที่จะเข้าปะทะข้าศึก ตามปกติจะต้องจำกัดการสื่อสารทางวิทยุให้เป็นแต่เพียงเจียบฟัง เพื่อหวังผลในการจู่โจม ภายหลังที่ได้ทำการเข้าตีแล้ว ก็จะยกเลิกข้อจำกัดพิเศษในการใช้วิทยุและวิทยุถ่ายทอด แล้ววิทยุและวิทยุถ่ายทอดนี้ก็จะกลายมาเป็นเครื่องมือสื่อสารหลัก การรักษาความปลอดภัยทางวิทยุจะต้องดำรงไว้ เนื่องจากข้าศึกวิทยุเป็นแหล่งที่สำคัญของข้ากรองแก่ข้าศึก

ข. การโอบ ในการโอบนั้นกำลังที่ทำการเข้าตีจะต้องหลีกเลี่ยงพื้นที่การตั้งรับหลักของข้าศึก และเข้าไปถึงที่หมายต่างๆ ในพื้นที่ส่วนหลังของข้าศึกโดยทางปีกทั้ง 2 ข้าง เพราะฉะนั้นระยะทางในการสื่อสารจะเพิ่มขึ้นและเนื่องจากการต้องการความรวดเร็วในการปฏิบัติทางยุทธวิธีและการจู่โจมก็เพิ่มขึ้น ฉะนั้นช่วงระยะเวลาของการระงับวิทยุก็อาจต้องนานกว่า จากข้อยกเว้นดังกล่าวนี้ การสื่อสารด้วยวิทยุถ่ายทอดคงเป็นเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องการเจาะ

ค. การขยายผล อัตราเร็วของการรุกในระหว่างการขยายผลนั้นจะจำกัดการใช้วิทยุถ่ายทอด เมื่อทำได้ควรจัดตั้งระบบวิทยุถ่ายทอดขึ้นโดยใช้แผนอันเดียวกันกับที่ใช้สำหรับการเดินทางยุทธวิธี (ข้อ 3 ก)

## 6. การตั้งรับ

ระหว่างทำการตั้งรับ การสื่อสารทางวิทยุใช้เป็นเครื่องมือรองจากการสื่อสารทางวิทยุถ่ายทอดทางสายและพจนานุกรม ข่ายวิทยุคงเปิดอยู่แต่ให้เงียบฟังเพื่อเสริมการสื่อสารทางวิทยุถ่ายทอด เมื่อขัดข้องระหว่างขั้นแรกของการตั้งรับ ถ้ามีความปลอดภัยก็อาจใช้ระบบวิทยุถ่ายทอดเพื่อให้มีขีดความสามารถเป็นวงจรขนาดใหญ่ที่ต้องการได้ตามความพอใจ

## 7. การร่นถอย

การร่นถอยหมายถึงการถอนตัว การร่นช่วงเวลา การถอยหรือผสมกัน การสื่อสารด้วยวิทยุจะต้องอยู่ในความควบคุมระหว่างการเลิกปะทะจากข้าศึกทุกขั้นตอน ยังคงให้มีการเงียบฟังอยู่จนกระทั่งหน่วยที่ถอนตัวถึงที่มั่นที่กำหนดหรือเข้าทำการรบกับข้าศึก ณ ที่แห่งอื่นๆ แล้ว

## 8. การผ่านแนวและการผลัดเปลี่ยนในแนว

ก. การผ่านแนว เครื่องวิทยุถ่ายทอดของหน่วยที่ผ่านแนวฝ่ายเดียวกันจะยังไม่ใช่จนกว่าจะผ่านแนวไปเรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตาม หน่วยที่ยึดที่มั่นอยู่นั้นจะต้องดำรงลักษณะการรับส่งข่าวทางวิทยุถ่ายทอดไว้ตามปกติ หน่วยที่ผ่านอาจจะใช้เครื่องรวมช่องการสื่อสารของหน่วยที่ยึดที่มั่นก็ได้

ข. การผลัดเปลี่ยนในแนว การใช้วิทยุถ่ายทอดในการผลัดเปลี่ยนในแนวมีการควบคุมอย่างเดียวกันกับการผ่านแนว

## นิยามศัพท์

---

Absorption	(การดูดซึม, ความดูดซึม) การสูญเสียกำลังงานแผ่รังสีซึ่งหายไปในตัวนำ
Amplification	(การขยาย) กรรมวิธีในการเพิ่มกำลังทางไฟฟ้าของสัญญาณ
Antenna	(สายอากาศ) ตัวนำไฟฟ้าอันหนึ่ง หรือระบบของตัวนำต่างๆ ที่ใช้แผ่รังสีหรือรับคลื่นวิทยุ
Array antenna	การจัดระเบียบ (สายอากาศ) การจัดส่วนประกอบของสายอากาศเพื่อให้ได้คุณลักษณะตามทิศทางที่ต้องการ
Attenuation	(การลดถอย) การลดลงของความแรงของสัญญาณ
Authentication	(การรับรองฝ่าย) มาตรการรักษาความปลอดภัยที่กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันระบบการสื่อสาร มิให้ถูกหลอกลวงด้วยข่าวหรือการส่งข่าวอื่นๆ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาด
Axis of communication	(เส้นหลักการสื่อสาร) แนวหรือเส้นทางซึ่งเป็นที่ตั้งขึ้นต้นและที่ตั้งขึ้นต่อไปที่คาดคิดไว้ของที่บัญชาการหรือหน่วยระหว่างการเคลื่อนย้ายหน่วยทหาร เส้นทางหลักซึ่งใช้ทำการถ่ายทอดหรือส่งข่าวไปมาระหว่างหน่วยรบในสนาม
Band of frequencies	(แถบความถี่) ย่านของความถี่ระหว่างจุดจำกัดจำเพาะ 2 จุด
Carrier frequency	(ความถี่คลื่นพาห้) ความถี่ของคลื่นวิทยุที่ยังไม่ได้ปรุง
Channel	(ช่องการสื่อสาร) เส้นทางไฟฟ้าซึ่งสามารถทำการส่งสัญญาณจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง
Command post (CP)	(ที่บังคับการ, ที่บัญชาการ) (ทก.) กองบังคับการ, กองบัญชาการของหน่วยหรือหน่วยย่อยซึ่งผู้บังคับบัญชาและฝ่ายอำนวยการใช้ปฏิบัติพันธกิจของตนในการรบ กองบัญชาการนี้มักจะแบ่งออกเป็นส่วนๆ
Communication center	(ศูนย์การสื่อสาร) องค์แทนการสื่อสารที่มีความรับผิดชอบต่อการรับ, การส่ง และการส่งมอบข่าวต่างๆ ตามปกติประกอบด้วยตอนศูนย์ข่าว, ตอนการอักษรลับและตอนเครื่องมือ
Conductivity	(ความเป็นสื่อนำ, อำนาจสื่อนำ) ความสามารถสัมพัทธ์ (relative ability) ของวัตถุที่ยอมให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้
Decibel (db)	(เดซิเบล) หน่วยมาตรฐานของการวัดอัตราส่วนของกำลัง ตามปกติหมายถึงอัตราส่วนของกำลังออกต่อกำลังเข้า

Demodulation	(การแยกคลื่น) กรรมวิธีในการแยกเอาองค์ประกอบที่เป็นเสียง (สัญญาณเสียง) ออกจากคลื่นพาห้ความถี่วิทยุที่ปรุงแล้ว
Dielectric	วัตถุที่เป็นฉนวนซึ่งคั่นระหว่างแผ่นของตัวประจุไฟฟ้า
Dipole antenna	(สายอากาศขั้วคู่) ส่วนที่เป็นโลหะสองส่วนวางหันปลายเข้าหากันแต่ละส่วนจะมีความยาว $1/4$ ของช่วงคลื่นโดยประมาณ
Direct path	(ทางตรง) ทางซึ่งไม่มีสิ่งกีดขวางกั้นอยู่ และกล่าวได้ว่าเป็นแนวเส้นสายตา
Distortion	(ความเพี้ยน) รูปคลื่นที่ออกมาไม่เหมือนกับรูปคลื่นที่ป้อนเข้า ความเพี้ยนอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการส่งหรือการขยายที่ผิดปกติในช่วงสูง, ความถี่หรือภาคไฟฟ้า (phase)
Duplex	การปฏิบัติงานของเครื่องวิทยุซึ่งกรรมวิธีในการส่งและการรับดำเนินไปพร้อมๆ กัน
Electromagnetic field	(สนามแม่เหล็กไฟฟ้า) สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบตัวนำซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
Facsimile	(โทรสำเนา) ระบบสำหรับการส่งภาพนิ่งหรือสิ่งพิมพ์โดยอาศัยแรงกระตุ้นทางไฟฟ้าที่ควบคุมด้วย photo-electric cell และเกิดเป็นสำเนาขึ้นที่เครื่องรับด้วยเครื่องมือกล
Fading	(การจางหาย) ความเปลี่ยนแปลงความแรงของสัญญาณวิทยุที่รับได้อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของมีขมิมในการแบ่งกระจายหรือส่งคลื่น
Frequency	(ความถี่) จำนวนรอบที่สมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าหรือคลื่นเสียงซึ่งปรากฏขึ้นในห้วงเวลา 1 วินาที
Frequency distortion	(การเพี้ยนทางความถี่) การเพี้ยนซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากข้อบกพร่องในการขยายหรือการลดถอยกำลังไม่เท่ากัน ทุกความถี่ในคลื่นผสม
Frequency modulation	(การปรุงคลื่นทางความถี่) กรรมวิธีในการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาห้ด้วยช่วงสูงและความถี่ของสัญญาณเสียง
Ground	(การต่อลงดิน) ค่าของแรงดันไฟฟ้าหรือศักย์ที่อ้างอิง ซึ่งโดยปกติได้แก่ดินหรือตัวนำซึ่งเป็นที่ต่อร่วมของวงจรต่างๆ
Hop	(ช่วง) ระยะทางบนภูมิประเทศระหว่างเครื่องส่งวิทยุกับเครื่องรับที่รับการส่งนั้น
Indirect path	(ทางอ้อม) ทางใดๆ ที่ไม่ใช่ทางตรงระหว่าง 2 สถานี
Interference	(การรบกวน) การรบกวนทางไฟฟ้าจากแหล่งต่างๆ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการตอบสนองที่ไม่ต้องการขึ้นในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์
Ionosphere	(ชั้นบรรยากาศไอโอโน) ชั้นบรรยากาศซึ่งมีการแตกตัวของไอออน (ionized) อย่างสูง (ชั้นบรรยากาศของโลกที่อยู่ระหว่างความสูง 90 - 800 กิโลเมตรเหนือพื้นโลก) ที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ



Jamming	(การก่อกวน) การจงใจ ขัดขวางหรือทำให้การรับสัญญาณวิทยุไม่ได้ผล โดยการรบกวนด้วยการแผ่รังสีทางไฟฟ้า
Means of signal communication	(มัชนิมการสื่อสาร) มัชนิมซึ่งใช้สื่อข่าวจากบุคคลหรือสถานที่ แห่งหนึ่งไปยังบุคคลหรือสถานที่อีกแห่งหนึ่ง
Modulated carrier	(คลื่นพาห์ที่ปรุงแล้ว) ความถี่วิทยุคลื่นพาห์ซึ่งได้เปลี่ยนทางช่วงสูงหรือทาง ความถี่แล้วด้วยข่าวที่จะส่งไป
Modulation	(การปรุงคลื่น) กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงช่วงสูงหรือความถี่ของคลื่นพาห์ด้วย สัญญาณอื่นๆ เพื่อส่งข่าวนั้นไป สัญญาณที่จะใช้ปรุงอาจจะเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ (เช่น โทรทัศน์) หรือห้วงคลื่นไฟฟ้าหรือระดับเสียง (tones)
Network	(ข่ายงาน) ระบบที่กำหนดขึ้นซึ่งประกอบด้วยสถานีตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไปซึ่ง สามารถทำการสื่อสารซึ่งกันและกันได้
Path	[ทาง (สื่อสาร)] ส่วนของบรรยากาศซึ่งคลื่นวิทยุผ่านไป
Point-to-point circuit	[วงจรตำบล-ถึง-ตำบล (วงจรคู่สถานี)] วงจรที่ไม่เปลี่ยนทางซึ่งต่ออย่างถาวร ระหว่างเครื่องปลายทางวิทยุ 2 ชุด หรือเครื่องปลายทางอื่นๆ
Radiate	(การแผ่รังสี) การส่งกำลังงานออกไปในอวกาศ เช่น การส่งคลื่นความถี่วิทยุ
Radio frequency (RF)	(ความถี่วิทยุ) ความถี่ใด ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และสนามไฟฟ้าสถิตย์ที่ สามารถแพร่กำลังงานไปในอวกาศ ความถี่วิทยุ ตามปกติสูงกว่าคลื่นวิทยุที่ ผสมไปกับคลื่นเสียง
Radio relay system	เครื่องวิทยุปลายทาง 2 เครื่องและมีเครื่องวิทยุถ่ายทอดหลายเครื่องตามความ จำเป็น (ทั้งนี้แล้วแต่ขีดความสามารถทางเทคนิคของเครื่องแต่ละ ชนิด) เพื่อยึดระยะทางระหว่างสถานีปลายทางทั้ง 2 นั้น
Radio terminal set	(ชุดวิทยุปลายทาง) ชุดวิทยุที่ออกแบบให้ทำงาน 2 ทาง คือเป็นทั้งเครื่องรับ และเครื่องส่ง (ไปยังชุดวิทยุกลางทาง หรือชุดวิทยุปลายทางอื่น) และมีเครื่อง รวมช่องการสื่อสารประกอบอยู่ด้วย
Reflection	(การสะท้อนกลับ) การหันกลับของคลื่นวิทยุจากวัตถุที่เป็นโลหะ , ผิวพื้นโลก หรือบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ด้วยมุมตกและมุมสะท้อนเท่ากันและอยู่ในพื้นราบ เดียวกัน
Refraction	(การหักเห) ปรากฏการณ์ซึ่งเป็นเหตุให้คลื่นที่เข้าสู่มัชนิมอีกอันหนึ่งใน ลักษณะเฉียง และมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางอย่างฉับพลันใน มัชนิมนั้นด้วย นอกจากนั้นยังหมายถึงการโค้งงอของคลื่นวิทยุในบรรยากาศ โทรโป หรือบรรยากาศรอบๆวัตถุที่กีดขวาง
Relay	(การถ่ายทอด) กรรมวิธีในการส่งข่าวซ้ำผ่านสถานีกลางทาง

Repeater	(เครื่องซ้ำสัญญาณ) เครื่องมือสำหรับการรับและการส่งซ้ำสัญญาณรวมกัน ซึ่งอาจทำให้มีการขยายหรือซ้ำรูป (reshaped) หรือทั้งสองอย่าง
Siting	(การเลือกที่ตั้ง) การกำหนดที่ตั้งของสายอากาศ(หรือเครื่องวิทยุ)ให้เหมาะสม เพื่อให้มีสมรรถนะสูงสุด
Transmission line	(สายส่งกำลัง) ตัวนำหรือระบบของตัวนำใดๆ ที่ใช้นำกำลังงานทางไฟฟ้าจาก แหล่งกำเนิดไปยัง load
Wave length	(ความยาวคลื่น, ช่วงคลื่น) ระยะทางเป็นเมตรที่คลื่นลูกหนึ่งเคลื่อนที่ไปในหนึ่ง เวลาที่ครบหนึ่งรอบ มีค่าเท่ากับความเร็วเป็นเมตรต่อวินาทีหารด้วยความถี่เป็น ไซเกิล

-----

รศ.๒๔-๒๑

พ.ศ.๒๕๖๔