

## บทที่ 2 ระบบวิทยุถ่ายทอด

### กล่าวทั่วไป

ในการใช้ระบบวิทยุถ่ายทอดปฏิบัติงานในทางยุทธวิธี มีความจำเป็นหลายประการที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อให้ระบบมีความเชื่อถือได้และสามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงได้ตามภารกิจที่ได้รับมอบ เนื่องจากว่าระบบวิทยุถ่ายทอดจะแตกต่างจากระบบวิทยุ AM/FM ธรรมดา วัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อการปฏิบัติงานในแบบ Multi-Channel การติดต่อด้วยความถี่ในย่าน VHF ขึ้นไป ทำให้เกิดการลดถอยกำลังงานในอากาศมาก ระยะการติดต่อจึงหวังผลแค่ระยะสายตา (Line of Sight) สายอากาศที่ใช้เป็นแบบบังคับทิศทาง ถ้าหากมีสิ่งกีดขวางเส้นทางการแพร่กระจายคลื่นในอากาศก็จะทำให้การติดต่อสื่อสารได้ไม่ดีหรือไม่ได้เลย ฉะนั้นการวางแผนการใช้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในเครื่องเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา การที่มีชุดวิทยุถ่ายทอดหลายรุ่น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึง และแต่ละรุ่นย่อมมีความแตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (ECCM) ที่พัฒนาขึ้นมาในแต่ละรุ่น รวมไปถึงคุณลักษณะทางเทคนิคอื่นๆ ด้วย

ความต้องการของผู้บังคับบัญชาเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องนำมาพิจารณา สถานการณ์ทางยุทธวิธี และเครื่องมือที่มีอยู่ก็สำคัญ ฉะนั้นการวางแผนระบบวิทยุถ่ายทอดต้องคำนึงว่าจะใช้ระบบในการสื่อสารเกี่ยวกับเรื่องใด เช่น การสื่อสารทางคำพูด การสื่อสารทางภาพ หรือการสื่อสารข้อมูล ตลอดจนการวางแผนเพื่อไว้สำหรับการเชื่อมต่อกับระบบการสื่อสารเดิมที่มีอยู่แล้วด้วย เหล่านี้ล้วนเป็นรายละเอียดที่ผู้วางแผนต้องนำมาพิจารณาให้รอบคอบ สำหรับเอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการวางแผน เป็นเพียงข้อเสนอแนะในการปฏิบัติ ไม่ใช่หลักเกณฑ์ เป็นเพียงหลักการ ผู้อ่านควรพิจารณาให้รอบครอบและหากมีปัญหาหรือพบข้อบกพร่องใดๆ กรุณาแจ้งให้ทางแผนกวิชาการสื่อสารประเภทสายทราบและพร้อมที่จะให้คำแนะนำเสมอ

ระบบวิทยุถ่ายทอดนั้นประกอบด้วยสถานีวิทยุหลายสถานี ซึ่งตั้งปฏิบัติงานเรียงรายอยู่ ใช้ความถี่ที่สูงกว่า 30 MHz (เมกกะเฮิร์ต) เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องรวมช่องสื่อสาร (Multiplexes) วิทยุถ่ายทอดสามารถให้ช่องการสื่อสารสำหรับโทรศัพท์, โทรพิมพ์, โทรสำเนา และข้อมูลได้ด้วย ถ้าเครื่องวิทยุที่ใช้มีความถี่แถบฐาน (Base-Band Frequency) ที่กว้างก็สามารถจะส่งสัญญาณข้อมูล และโทรทัศน์ไปได้

ระบบวิทยุถ่ายทอดทุกระบบ จะมีสถานีปลายทาง (Terminal Station) ประกอบด้วย เครื่องวิทยุปลายทางติดตั้งร่วมกับเครื่องรวมช่องการสื่อสาร เรียกว่าชุดวิทยุปลายทาง ระยะที่ไกลสุดระหว่างชุดวิทยุปลายทาง (เมื่อไม่มีสถานีถ่ายทอด) ขึ้นอยู่กับชนิดของวิทยุที่ใช้ และสถานีวิทยุถ่ายทอด (Relay Station) จะถูกติดตั้งให้ทำหน้าที่ถ่ายทอด (Relay) สัญญาณระหว่างสถานีวิทยุปลายทางในโอกาสที่มี

สิ่งกีดขวางหรือระยะทางไกลเกินกว่าระยะการติดต่อระหว่างสถานีปลายทาง หรือในกรณีที่เป็น การถ่ายทอดกันหลายๆช่วง (Hop) ก็สามารถที่จะถ่ายทอดสัญญาณที่ได้รับมาจากสถานีวิทยุถ่ายทอดที่อยู่ก่อนหน้านั้นได้

ระบบวิทยุถ่ายทอดใช้ปฏิบัติงานในย่านความถี่สูงมาก (VHF 30 ถึง 300 MHz) หรือย่านความถี่สูงอุลตรา (UHF 300 ถึง 3000 MHz.) ความถี่เหล่านี้อาจพิจารณาได้ว่าเป็นคลื่นตรง คือเคลื่อนที่เกือบเป็นเส้นตรงจากสายอากาศเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ การส่งคลื่นที่ได้ผลระหว่างเครื่องวิทยุเหล่านี้ในย่านความถี่ VHF และ UHF โดยทั่วไปจำกัดเพียง 25 ถึง 30 ไมล์ (40-48 กม.) ระยะที่ไกลกว่านั้นก็อาจทำได้ เช่น ตั้งสายอากาศให้อยู่บนยอดเขาสูง สภาพทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิและความชื้นของชั้นบรรยากาศโทรโป อาจมีผลทำให้เพิ่มระยะทางได้อีกมากโดยที่สัญญาณที่ได้รับยังพอให้ข่าวสารได้ สภาพการณ์นี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันออกไปและอาจเกิดขึ้นได้บ่อยๆ ถ้าเครื่องวิทยุเหล่านั้นตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งมหาสมุทรหรือพื้นน้ำอันกว้างขวาง

การที่ของคลื่นวิทยุในแถบความถี่ VHF และ UHF เคลื่อนที่เกือบจะเป็นเส้นตรง ทำให้การปฏิบัติการในย่านความถี่เหล่านี้ ตามปกติแล้วต้องการให้เส้นทางระหว่างสายอากาศเครื่องส่งกับเครื่องรับเป็นระยะสายตา (Line of Sight) ตามความหมายทางวิทยุ ทั้งนี้มิได้หมายความว่า จากสายอากาศอันหนึ่งจะต้องมองเห็นสายอากาศอีกอันหนึ่งได้ ขอเพียงว่าไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างสายอากาศทั้งสองเป็นการเพียงพอแล้ว เมื่อเครื่องส่งกับเครื่องรับอยู่ห่างกันเกินกว่า 30 ไมล์ (48 กม.) ส่วนโค้งของโลกจะมีผลต่อเส้นทางส่งคลื่น ถึงแม้ว่าจะไม่มีเนินเขาหรือสิ่งกีดขวางอยู่ในเส้นทางก็ตาม ส่วนโค้งของโลกก็อาจทำให้ไม่สามารถส่งคลื่นเป็นเส้นตรงได้ระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ

ถ้าตั้งสายอากาศเหนือภูมิประเทศที่ราบเรียบ โดยให้มีความสูงที่ถูกต้องและทิศทางการที่เหมาะสมแล้วอาจจะได้รัศมีการทำงานไกลขึ้น ไม่ควรตั้งสายอากาศในที่ที่ทำให้เส้นทางเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุมีสิ่งกีดขวาง เช่น ภูเขา สิ่งก่อสร้าง หน้าผา ป่าทึบ หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ ที่ลุ่ม หุบเขา และที่ต่ำอื่นๆ ก็เป็นที่ตั้งที่ไม่เหมาะสำหรับการรับและส่งวิทยุเช่นเดียวกัน เพราะคล้ายๆกันว่าจะเป็นสิ่งกีดขวางต่อเส้นทางส่งคลื่น ตามปกติแล้วการส่งเหนือพื้นน้ำจะดีกว่าการส่งเหนือพื้นดิน ขอแนะนำว่าควรส่งผ่านที่โล่ง หุบเขาที่มีแม่น้ำไหลและโล่งแจ้ง หรือจากที่สูงซึ่งอยู่เหนือป่าไม้ทึบ ถ้าเครื่องวิทยุไปปฏิบัติงานอยู่ใกล้สะพานเหล็ก ทางลวดหรือใกล้สายไฟแรงสูงอาจทำให้สัญญาณที่ได้รับอ่อนไปหรืออาจรับสัญญาณอื่นที่ไม่ต้องการเข้ามาได้ และถ้าเสาอากาศตั้งอยู่ ณ ตำแหน่ง ซึ่งสัญญาณที่ส่งหรือรับ ต้องผ่านเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า (POWER GENERATOR) ณ ปลายทางข้างใดข้างหนึ่งก็อาจได้รับสัญญาณซึ่งไม่ต้องการเข้ามาได้

### การใช้ระบบวิทยุถ่ายทอด

อาจใช้ระบบวิทยุถ่ายทอดเป็นอุปกรณ์การสื่อสารหลัก/รองหรือเสริมระบบทางสายที่มีอยู่แล้วได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบวิทยุถ่ายทอดอาจจะใช้ได้ดังต่อไปนี้

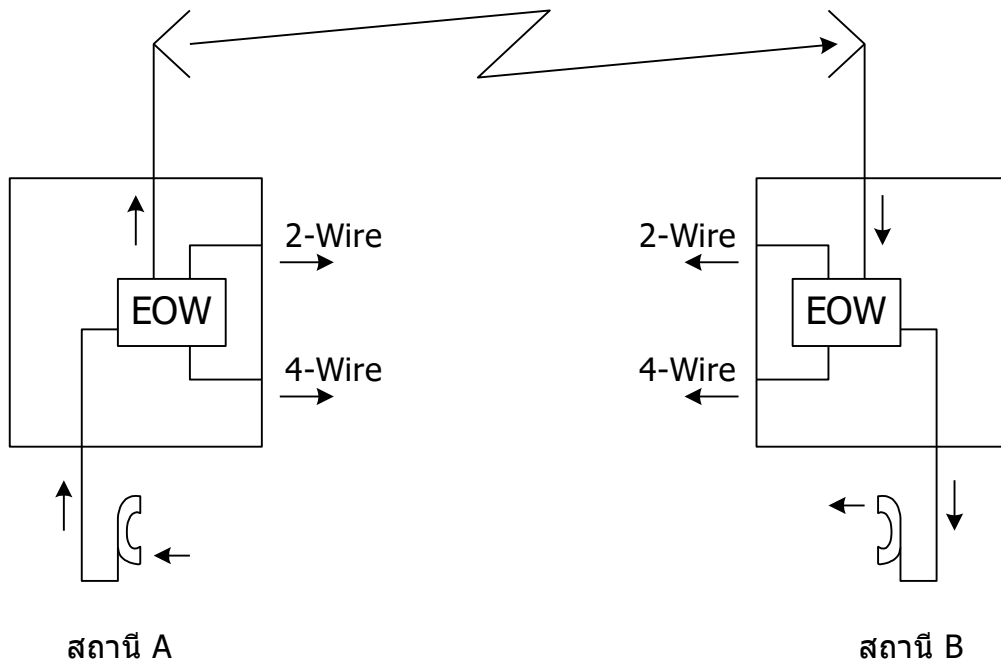
- ก. โดยทางยุทธวิธีในสถานการณ์เคลื่อนที่เร็วจะใช้เป็นการสื่อสารชนิดทางสายใหญ่ในตอนเริ่มต้น แล้วเสริมด้วยการวางสายหากสถานการณ์อำนวย
- ข. ใช้เป็นอุปกรณ์สื่อสารหลักในการสื่อสารแบบหลายช่อง
- ค. ใช้เพื่อเสริมหรือขยายระบบทางสาย
- ง. ในเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องรวมช่องสื่อสาร ทำให้สามารถส่งสัญญาณ โทรศัพท์ โทรพิมพ์ โทรสำเนาและวีดิทัศน์ หรือการสื่อสารข้อมูล (DATA) พร้อมกันได้

### การติดตั้งใช้งาน

ตามวัตถุประสงค์ของวิทยุถ่ายทอดจะติดตั้งเพื่อเป็นสื่อรับ-ส่ง (TRANSMISSION MEDIA) ระหว่างเครื่องรวมช่องการสื่อสารทั้งนี้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั่นเอง

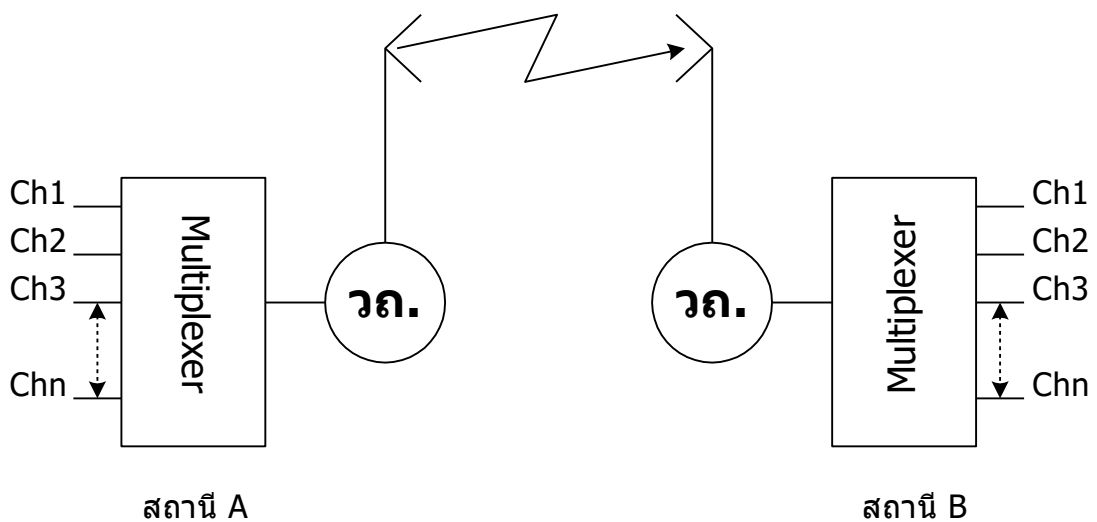
การติดตั้งใช้งานกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ

1. แบบ Single Channel การติดตั้งแบบนี้จะเป็นการใช้งานครั้งแรกโดยติดต่อทางวงจร Order - Wire เพื่อประโยชน์ในการจัดตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดให้ติดต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและระบบมีค่าความเชื่อถือได้สูง การติดตั้งแบบนี้จะไม่สามารถพูดสวนทางกันได้ (Half Duplex) ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 แสดงการส่งสัญญาณ EOW จากสถานี A ไป สถานี B Single Channel

2. แบบ Multi-Channel การติดตั้งแบบนี้จะต่อใช้งานร่วมกับเครื่องรวมช่องการสื่อสาร เพื่อให้สามารถต่อเครื่องมือทางด้านผู้ใช้ได้หลายชนิด เช่น โทรศัพท์ โทรพิมพ์ โทรสำเนา รวมทั้งอุปกรณ์การสื่อสารข้อมูล (Data) และยังสามารถใช้งานได้พร้อมกันทุกเครื่อง การติดตั้งแบบนี้จะรับส่งสัญญาณสวนทางกันได้ (Full Duplex) ดังรูปที่ 2-2



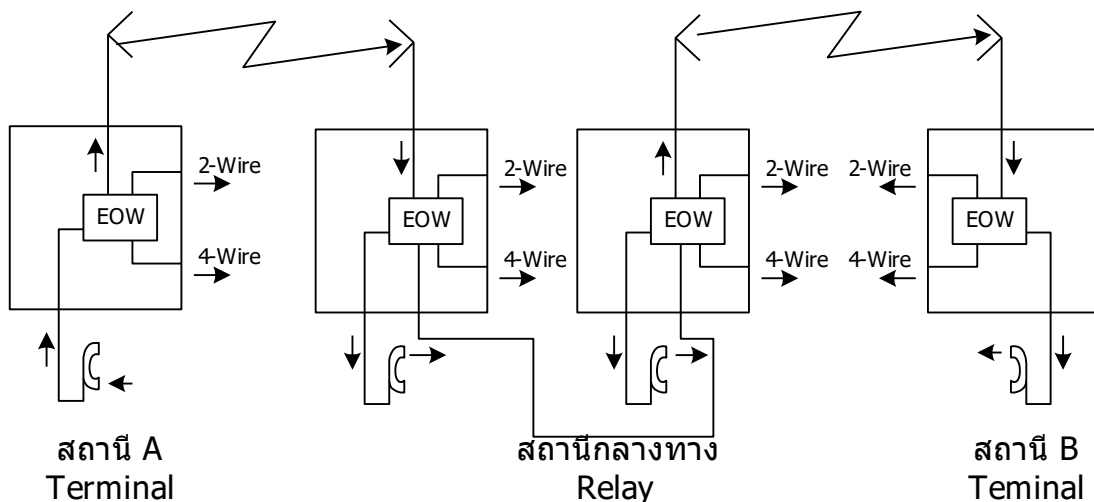
รูปที่ 2-2 แสดงการติดตั้งใช้งานแบบ Multi-Channel

รูปแบบการติดต่อสื่อสาร

รูปแบบการติดต่อสื่อสารมี 2 รูปแบบ

1. แบบจุดต่อจุด (Point To Point) เป็นรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีปลายทางโดยตรง มีประสิทธิภาพสูงสุดในระยะไม่เกิน 40-48 ก.ม. (Line Of Sight) ดังรูปข้างบนทั้งแบบช่องการสื่อสารเดี่ยวและหลายช่องการสื่อสาร

2. แบบหลายช่วงการสื่อสาร (Multi Hop) จะจัดเมื่อระยะการติดต่อระหว่างสถานีปลายทางเกินกว่าระยะสายตาหรือลักษณะภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวย โดยติดตั้งสถานีถ่ายทอด (Relay) เพื่อทำหน้าที่ส่งต่อสัญญาณ จำนวนสถานีถ่ายทอดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการและความเชื่อถือได้ของระบบ (Reliability) , ระยะการติดต่อสื่อสาร , สภาพภูมิประเทศและข้อจำกัดของเครื่องมือ



รูปที่ 2-3 แสดงการติดต่อแบบหลายช่วง Multi-Hop

การใช้ระบบวิทยุถ่ายทอด  
การใช้ทางยุทธวิธี

**กล่าวทั่วไป** เนื่องจากเครื่องวิทยุถ่ายทอดนั้นมีความอ่อนตัวและสามารถเปลี่ยนทิศทางได้รอบตัวจึงอาจจะใช้ระบบนี้ในการสื่อสารทางยุทธวิธีได้อย่างไม่มีกฏเกณฑ์ในแต่ละสถานการณ์ จำนวนเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่จะใช้จะบ่งไว้ในแผนการสื่อสารซึ่งเป็นผลจากการประมาณสถานการณ์การสื่อสารของผู้วางแผนการสื่อสาร

### ข้อพิจารณาจำเพาะ

ก. วงจรวิทยุถ่ายทอดนี้จะใช้งานระหว่างตำบลถึงตำบลเสมอ คือระหว่างสถานีปลายทางทั้งสองข้างหรือถ้าใช้สถานีถ่ายทอดด้วย ก็หมายความว่า จากสถานีปลายทางถึงสถานีปลายทางโดยให้ผ่านสถานีถ่ายทอดทั้งหลายนั้น

ข. โดยปกติแล้วกองบัญชาการหน่วยหนึ่งจะเป็นผู้จัดระบบวิทยุถ่ายทอด ทั้งระบบรวมทั้งเครื่องมือปลายทาง ณ ที่กองบัญชาการหน่วยรองและจัดสถานีถ่ายทอดที่จำเป็นด้วย ในแผนการสื่อสารจะต้องจัดชุดวิทยุปลายทางและชุดพนักงานที่ต้องไปขึ้นสมทบกับหน่วยรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหน่วยรองนั้นๆ ไม่มีเครื่องปลายทางและชุดปฏิบัติงานอยู่ในอัตรา ภายใต้สภาพปกติ การควบคุมทางการปฏิบัติต่อชุดปลายทางที่มาสมทบหน่วยรองนี้คงอยู่ภายใต้บังคับบัญชาของหน่วยต้นสังกัดหรือสุดแล้วแต่คำสั่งยุทธการ ผู้วางแผนการสื่อสารจะต้องพิจารณาถึงสิ่งดังต่อไปนี้ด้วย

1. ชนิดและจำนวนของเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่มีอยู่
2. คุณลักษณะของเครื่องและการใช้ที่คาดคิดว่าอาจจะเป็นไปได้
3. ความถี่ปฏิบัติการที่กำหนดให้นั้นใช้ได้เพียงใด
4. ชีตความสามารถของระบบทางสายที่มีอยู่และที่คิดไว้
5. การสนธิระบบวิทยุถ่ายทอดเข้ากับระบบทางสาย
6. ระบบการสื่อสารต่างๆ อยู่ใกล้กันหรือมีเส้นทางตัดกันก็ให้รวมสถานีถ่ายทอดต่างๆ

เข้ามาไว้เสียด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการสนับสนุนทางการส่งกำลังบำรุงและการรักษาความปลอดภัยและลดจำนวนกำลังพลลงด้วย

7.ความเป็นไปได้ในการขนส่งเครื่องวิทยุถ่ายทอดไปทางอากาศเพื่อจัดวางการสื่อสารสำหรับสถานการณ์พิเศษ เช่น ในการควบคุมความเสียหายเป็นพื้นที่ภายหลังการโจมตีด้วยอาวุธนิวเคลียร์

8.ความสามารถที่อาจจะเป็นไปได้ในการรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารเนื่องจากข้าศึกอาจรบกวนหรือทำให้การสื่อสารขาดได้

9. ความสามารถในการเข้าสู่ที่ตั้งต่างๆ ที่ได้เลือกไว้แล้ว ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงเรื่องทางธุรการที่อาจกระทบกระเทือนต่อการส่งกำลังบำรุง การซ่อมบำรุงและการขนส่งด้วย

## 10. คุณลักษณะทางภูมิศาสตร์และภูมิประเทศ

## ระเบียบปฏิบัติของระบบ

## ก่อนการปฏิบัติการ

1. การปฏิบัติการวิทยุถ่ายทอดจะให้ความเชื่อถือได้มากที่สุดเมื่อได้ใช้ รมจ. (ระเบียบปฏิบัติประจำ) สื่อสารที่ทำได้โดยละเอียดและชัดเจน ตลอดจนมี นปส. (คำแนะนำการปฏิบัติการสื่อสาร) และ นสป.(คำแนะนำการสื่อสารประจำ) ที่มีการวางแผนอย่างดีและเขียนไว้อย่างแจ่มแจ้ง รมจ. สื่อสารควรรวบรวมข้อความที่บ่งถึงการปฏิบัติการทางการสื่อสารทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับคำแนะนำที่มีอยู่ใน นปส. และ นสป. ฉบับปัจจุบัน

2. นปส. ที่ตัดตอนออกมาจะถูกแจกจ่ายให้แก่หัวหน้าชุดวิทยุถ่ายทอดแต่ละคน เรื่องที่ตัดตอนออกมาเหล่านี้จะประกอบด้วยประมวลข่าวที่จัดทำไว้ก่อน สัญญาณเรียกขาน ความถี่ ประมวลพิภคแผนที่ และระบบรับรองฝ่ายของหน่วย จะต้องจัดการไว้ล่วงหน้าเพื่อให้มั่นใจว่าการส่งมอบเรื่องที่ตัดตอนออกมาใหม่จาก นปส. นั้นทันเวลาตามต้องการ

3. หัวหน้าชุดวิทยุถ่ายทอดทุกคนจะได้รับแจกแผนที่ทางยุทธวิธีซึ่งคลุมพื้นที่ซึ่งชุดของตนอาจจะต้องปฏิบัติ

3.1 การใช้ในทางยุทธวิธี ในระหว่างการยุทธคำสั่งที่ใช้ในทางยุทธวิธีใดๆ ก็ตามจะต้องให้มาเป็นประมวลลับ เพื่อให้สอดคล้องตาม นปส. ฉบับที่ตัดตอนออกมา หัวหน้าชุดผู้รับข่าวจะต้องมีการรับรองฝ่ายในการส่ง ในทางตรงกันข้ามผู้ที่ออกคำแนะนำก็ควรจะต้องมีการรับรองฝ่ายด้วย

3.2 ห้ามส่งข่าวสารข้อความธรรมดาต่อไปนี้ทางวงจรพนักงาน (Order Wire)

1. ที่ตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอด
2. คำแนะนำการเคลื่อนย้ายไปยังสถานีต่าง ๆ
3. การพิสูจน์ฝ่ายของสถานีพร้อมทั้งนามหน่วย
4. คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดตั้งสถานีทางยุทธวิธีในอนาคต

3.2 การเปลี่ยนแปลงระบบ ข่าวสารในเรื่องการเปลี่ยนแปลงระบบจะต้องส่งออกไปทั้ง 2 ทิศทาง คือจากกองบัญชาการหน่วยเหนือไปยังหน่วยรอง และโดยกลับกัน ส่วนคำสั่งที่เกี่ยวกับระบบ จะมาจากสถานีปลายทางซึ่งประจำกองบัญชาการของหน่วยเหนือ

3.3 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับเครื่องมือ

1. ต้องใช้ความถี่ให้ตรงตามที่กำหนด
2. ต้องใช้ขั้วสายอากาศให้ถูกต้อง
3. สายอากาศต้องหันให้ตรงกับทิศทาง

3.3 การรักษาความปลอดภัย วิทยุเป็นเครื่องสื่อสารที่มีความปลอดภัยน้อยที่สุด ดังนั้นการรักษาความปลอดภัยทางวิทยุเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอยู่เสมอ ข้าศึกได้รับข่าวสารไปโดยเพียงแต่รู้ว่าชุดวิทยุกำลังปฏิบัติการอยู่ การวิเคราะห์ของข้าศึกเกี่ยวกับจำนวนของชุดที่ปฏิบัติการ ปริมาณของข่าวสาร หรือ บริเวณที่ตั้งของชุดวิทยุเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

### ความอ่อนตัวของระบบ

ระบบวิทยุถ่ายทอดมีความอ่อนตัวสูงมาก และทำให้มีขีดความสามารถในการสื่อสารหลายประการ ระบบเหล่านี้อาจจะใช้ได้ในวิธีดังต่อไปนี้คือ

1. เพื่อขยายเส้นทางการสื่อสารในสถานการณ์เคลื่อนที่เร็ว เครื่องวิทยุถ่ายทอดเคลื่อนที่ก็จะปฏิบัติงานโดยใช้ชุด JUMP TEAM ชุดเหล่านี้อาจจะเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่ตั้งซึ่งอยู่ทางหน้า ทางหลังหรือทางข้าง ก่อนหน้าจะมีการเคลื่อนย้ายกองบัญชาการจริงๆ การปฏิบัติเช่นนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าการสื่อสารจะเป็นไปโดยต่อเนื่อง ให้ดำรงการสื่อสาร ณ ทก. เก่า(ที่บัญชาการ)ไว้ก่อน ด้วยเครื่องวิทยุถ่ายทอดที่เหมือนกันหรือด้วยระบบทางสาย เมื่อจะปิดที่บัญชาการเก่าก็ต้องต่อวงจรเข้าไปยัง ทก. ใหม่

2. ระบบวิทยุถ่ายทอด อาจใช้เสริมเข้าไปในระบบทางสายได้ โดยไม่ทำให้ขีดความสามารถของทางสายลดลง ระบบวิทยุถ่ายทอดใช้ติดตั้งในภูมิภาคที่มีการสร้างสายกระทำได้ยากหรือไม่ได้เลย เช่น บริเวณป่าไม้ที่หนาแน่น พื้นที่หนองบึง ป่าทึบ หุบเขาลึก ลาดชัน ลำธารขนาดใหญ่หรือหุบเขาที่ขรุขระ

3. ในบางครั้งอาจต้องการที่จะนำช่องสื่อสารออกใช้หรือใส่ช่องสื่อสาร ณ ตำแหน่งถ่ายทอดทางวิทยุตำแหน่งหนึ่งก็ได้ โดยชุดวิทยุแต่ละชุดนั้นจะต้องต่ออยู่กับเครื่องรวมช่องการสื่อสาร

4. โดยการจักระบบวิทยุถ่ายทอดอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถจะขยายเส้นทางการสื่อสารไปยังระบบวิทยุถ่ายทอดอื่น หรือขยายการสื่อสารอื่นๆได้ เช่น ระบบการสื่อสารขององค์การโทรศัพท์ ระบบการสื่อสารของกองบัญชาการทหารสูงสุด

### การวางแผนระบบ

#### กล่าวทั่วไป

การวางแผนระบบ หมายถึง การวางแผนผังทั้งมวลของวงจรวิทยุถ่ายทอด การเลือกที่ตั้ง การเลือกใช้เครื่องมือ การจัดการทางความถี่ ตลอดจนการกำหนดบัญชีนามและบัญชีหมายเลขช่องการสื่อสาร ปัจจัยที่จะพิจารณาในการวางแผนระบบวิทยุถ่ายทอดมีดังต่อไปนี้

1. วงจรที่ต้องการ
2. ขีดความสามารถของเครื่องวิทยุถ่ายทอดและเครื่องเพิ่มช่องการสื่อสาร
3. ลักษณะภูมิประเทศและการแพร่กระจายคลื่น



4. ที่ตั้งชุดวิทยุและสายอากาศ
5. การคำนวณหาค่าสมรรถนะของระบบ ( System Value) การจางหายและการเชื่อมต่อได้ของวงจร
6. การวางแผนการใช้ความถี่
7. การกำหนดบัญชีนามและบัญชีหมายเลขช่องการสื่อสาร
8. วิธีลดการรบกวนให้น้อยลงในสนาม

### ข้อพิจารณาเรื่องระบบ

ระบบวิทยุถ่ายทอดอาจใช้โดยตรงเป็นทางสายใหญ่หลัก หรือใช้เป็นตัวเชื่อมกับระบบทางสายที่มีอยู่ก่อนแล้วก็ได้ การติดตั้งอาจเป็นไปได้ทั้งชั่วคราวหรือถาวรก็ได้เช่นกัน สำหรับชุดวิทยุถ่ายทอดสามารถที่จะทำการต่อกับเครื่องรวมช่องการสื่อสารสำหรับอุปกรณ์ทางด้านผู้ใช้ ณ ตำบลใดตำบลหนึ่งก็ได้ จำนวนช่วงถ่ายทอดที่จะยอมให้มีได้นั้นขึ้นอยู่กับแบบของเครื่องและภูมิประเทศ การคิดเขียนของสัญญาณ เสี่ยงรบกวนและ โอกาสที่วงจรไม่ทำงานอันเนื่องมาจากเครื่องมือขัดข้องจะมีมากขึ้นตามจำนวนช่วงที่เพิ่มขึ้น

### เทคนิคการเลือกที่ตั้ง

มีปัจจัยหลายประการที่ต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนเลือกที่ตั้งของสถานีถ่ายทอดในระบบวิทยุถ่ายทอด

1. การรักษาความปลอดภัยทางวัตถุ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกที่ตั้งสถานีถ่ายทอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำเป็นมากในพื้นที่ที่แยกอยู่โดดเดี่ยว
2. ในการออกแบบสร้างระบบวิทยุถ่ายทอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีจำเป็นต้องปฏิบัติการโดยต่อเนื่องอย่างมาก ในกรณีที่ต้องพึ่งเล็งต่อภูมิประเทศที่เป็นลูกคลื่นหรือในพื้นที่ที่มีการเบี่ยงเบน (Diffraction) อย่างมากหรือการสะท้อนกลับ (Reflection) อาจจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ ตามปกติแล้วที่ตั้งวิทยุถ่ายทอดจะเป็นเส้นทางหักไปมา เหตุผลอย่างหนึ่งที่เป็นแบบนี้ก็คือ ลักษณะภูมิประเทศมักจะไม่อำนวยให้วิทยุถ่ายทอดติดตั้งเป็นเส้นตรงได้ กับทั้งระยะบางช่วงไกลเกินความจำเป็นและบางช่วงไกลเกินไปจนรับไม่ได้ดี นอกจากนั้นแล้วเนินเขาต่าง ๆ ที่มีความสูงเพียงพอก็ไม่ค่อยจะอยู่เรียงรายกันจนสามารถตั้งวิทยุถ่ายทอดให้เป็นเส้นตรงเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามกฎทุกข้อก็ยังมิข้อยกเว้น ดังนั้นการหักไปมาก็ไม่จำเป็นเสมอไป กล่าวคือในทางปฏิบัติที่เป็นไปได้ก็อาจจะเลือกที่ตั้งสถานีถ่ายทอดให้อยู่ในเส้นตรงและทำการรับให้ได้ผลที่แน่นอนด้วยการใช้ขั้วสายอากาศที่ต่างกันและ/หรืออาจใช้การสลับความถี่เพื่อให้การรับได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

3. การเลือกที่ตั้งอาจใช้วิธีการหลายวิธีก็ได้หรือด้วยการผสมวิธีการต่าง ๆ กันก็ได้ แผนที่เส้นลายขอบเขา แผนที่ทางทหาร ภาพถ่ายทางอากาศ และการสำรวจภูมิประเทศก็อาจนำมาใช้ได้อย่างได้ผล ปกติแล้วที่ตั้งจะถูกเลือกอย่างคร่าวๆ จากแผนที่ทางทหารแล้วทำการสำรวจทางพื้นดินหรือทางอากาศเพื่อยืนยันการเลือกนั้นอีกครั้งหนึ่ง

### การตรวจภูมิประเทศ

1. การลาดตระเวนทางแผนที่ เส้นชั้นความสูงขั้นต้นเพื่อเลือกที่ตั้งสถานีปลายทางและสถานีถ่ายทอดนั้นควรมีบริเวณที่ตั้งสำรองไว้หลายๆ แห่งสำหรับแต่ละสถานีที่ตั้งที่ได้คิดไว้ด้วยเมื่อได้ทำภาพตัดทางข้างแล้วอาจต้องยกเลิกที่ตั้งสำรองบางแห่งไป และจะต้องทำการตรวจสอบที่ตั้งสำรองที่เหลือนั้นด้วยการตรวจทางพื้นดินจริง

2. การตรวจภูมิประเทศควรจะได้กระทำเพื่อความมุ่งหมายที่จะกำหนดเส้นทางเข้าสู่ที่ตั้ง เพื่อตกลงใจว่าพื้นดินนั้นเหมาะแก่การใช้นานพหุและ การตั้งเสาอากาศหรือไม่ และเพื่อพิจารณาว่าในการเตรียมที่ตั้งนั้นจะต้องทำการถากถางพื้นที่ออกไปเท่าไร โดย

### การพิจารณาแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ความเชื่อถือได้ของวิทยุถ่ายทอดและระบบวิทยุถ่ายทอดทั้งระบบนั้น ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดกำลังเพื่อให้การปฏิบัติงานมีความเชื่อถือได้ ควรจะได้ยึดมั่นต่อระเบียบการใช้เครื่องและปรนนิบัติบำรุงตาม รปจ. และคู่มือประจำเครื่องอย่างเคร่งครัด ถ้ามีสายจ่ายกำลังไฟฟ้า ณ ที่ตั้งที่ตั้งใจไว้แล้ว ก็ควรประเมินค่าอย่างรอบคอบเพื่อกำหนดว่าสายนั้นมีขีดความสามารถที่จะรับภาระที่เพิ่มขึ้นของวิทยุถ่ายทอดได้หรือไม่ ควรจะคุมกำลังไฟฟ้าให้สม่ำเสมอทั้งความถี่และแรงดัน ทั้งสายไฟก็ต้องใหญ่พอที่จะรับภาระที่เพิ่มขึ้นโดยที่แรงดันไฟฟ้าไม่ตกมากจนเกินไป ในบางกรณีจะต้องเตรียมเครื่องชนิดกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และจะต้องเอาใจใส่เช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดกำลังหลักตามที่ได้กล่าวไว้

### ขั้วไฟฟ้าของสายอากาศ

กล่าวทั่วไป เพื่อความมุ่งหมายในทางปฏิบัติ, คลื่นวิทยุในย่าน VHF ที่ส่งออกจากสายอากาศแนวตั้ง ตามปกติจะถูกพิจารณาว่าเป็นขั้วไฟฟ้าทางตั้ง (Vertical Polar) ขณะเดียวกันคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสายอากาศแนวระดับก็จะถูกพิจารณาว่าเป็นขั้วไฟฟ้าทางระดับ (Horizontal Polar) จะใช้ขั้วไฟฟ้าแบบไหนก็ได้ ในการส่งคลื่น VHF นี้ การเลือกแบบขั้วไฟฟ้าที่จะใช้นั้นขึ้นอยู่กับความถี่ที่มีใช้ได้และ

สภาพการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดขั้วไฟฟ้าของสายอากาศรับปลายทางจะต้องเหมือนกับสายอากาศส่งที่ต้นทาง

#### ข้อดีของขั้วไฟฟ้าทางดิ่ง

1. สายอากาศขั้วคู่ทางดิ่ง(Dipole)แบบง่าย ๆ หรือสายอากาศแบบแส้ (Whip) จะแพร่คลื่นในทางระดับรอบตัว ลักษณะเช่นนี้เป็นข้อดีในเมื่อต้องการการสื่อสารที่ดีในทุกทิศทาง
2. เมื่อความสูงของสายอากาศไม่เกิน 10 ฟุต (3 เมตร) ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งในแถบความถี่ 50-100 MHz จะให้สัญญาณแรงกว่าจะได้จากขั้วไฟฟ้าทางระดับ ซึ่งใช้สายอากาศที่มีความสูงเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างนี้สามารถจะตัดทิ้งไปได้เมื่อใช้ความถี่สูงกว่า 100 MHz.
3. ในการส่งวิทยุไปเหนือน้ำทะเล เมื่อใช้สายอากาศที่อยู่ต่ำกว่าระยะสูงระยะหนึ่งแล้ว ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งจะดีกว่าขั้วไฟฟ้าทางระดับ ความสูงนี้ประมาณ 50 ฟุต (15 เมตร) ณ ความถี่ 85 MHz และความสูงนี้จะต่ำลงเมื่อความถี่สูงขึ้น ทั้งนี้หมายความว่าเมื่อใช้สายอากาศธรรมดาที่มีเสาสูง 45 ฟุต (13.7 เมตร) ขั้วไฟฟ้าทางดิ่งจะใช้ได้ผลดีกว่า ณ ความถี่ที่ต่ำกว่า 100 MHz ณ ความถี่ที่สูงกว่านั้น จะมีผลแตกต่างเพียงเล็กน้อย

#### ข้อดีของขั้วไฟฟ้าทางระดับ

1. การบังทิศซึ่งเป็นคุณสมบัติประจำสายอากาศทางระดับนั้น อาจจะใช้เป็นประโยชน์ในการลดการรบกวนให้น้อยที่สุดได้ สายอากาศทางระดับอย่างธรรมดา ๆ ที่แกนของมันชี้ไปทางทิศตะวันออก ตะวันตก จะส่งและรับได้ดีที่สุดในทิศทางเหนือใต้ และทำการรับส่งได้น้อยกว่าในทิศตะวันออกและตะวันตก
2. สายอากาศระดับรับเอาเสียงรบกวนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ไว้น้อย ซึ่งตามปกติแล้วเสียงรบกวนเหล่านี้จะเป็นขั้วไฟฟ้าทางดิ่ง
3. เมื่อสายอากาศตั้งอยู่ในป่าค่อนข้างทึบ คลื่นขั้วไฟฟ้าทางระดับจะประสบกับการสูญเสีย น้อยกว่าคลื่นขั้วไฟฟ้าทางดิ่งซึ่งจะเป็นจริงมากขึ้นในช่วงความถี่สูง ๆ ของย่าน VHF การย้ายที่ตั้งสายอากาศแต่เพียงเล็กน้อยในพื้นที่ป่าโปร่ง จะสำแดงผลทางคลื่นนิ่ง (Standing Wave) ของสายอากาศที่เป็นขั้วทางดิ่งจะทำให้ความเข้มของสนามเกิดการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ภายใต้อาณัติเดียวกันนี้มีผลเสียดังกล่าวแทบจะไม่ปรากฏในสายอากาศที่มีขั้วไฟฟ้าทางระดับ ส่วนในป่าทึบมากโดยทั่วไปแล้ว สมรรถนะของสายอากาศทั้งสองแบบจะเลวลง

#### การทำภาพพื้นฐานด้านข้างของภูมิประเทศระหว่างคู่สถานี (Path Profile)

หลังจากการกำหนดที่ตั้งและสำรวจภูมิประเทศในภูมิประเทศจริงแล้ว ผู้วางแผนระบบวิทยุถ่ายทอด มีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่ ในเส้นทางเดินของคลื่นวิทยุถ่ายทอดระหว่างคู่สถานีมีอุปสรรคหรือลักษณะภูมิประเทศเป็นเช่นไร การทำภาพพื้นฐานด้านข้างของภูมิประเทศ ประกอบกับ

ที่ตั้งระหว่างคู่สถานีรวมไปถึงเส้น Line Of Sight และ First Fresnel Zone มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากรูปข้างล่างแสดงภาพพื้นฐานด้านข้างงานวิทยุถ่ายทอดระหว่างสถานี A และ สถานี B

#### การ Plot จุดลงในกระดาษ Profile

1. พิจารณาว่าระยะทางระหว่างคู่สถานี ความสูงสูงสุดจากระดับน้ำทะเล
2. พิจารณาเลือกมาตราส่วนที่พอเหมาะต่อความสูงและระยะทางที่มีอยู่
3. นำระยะทางทั้งหมดหารด้วย 2 ถ้ามีเศษให้ปัดเศษทิ้ง กำหนดจุดกึ่งกลางของกระดาษให้มีค่าเท่ากับจำนวนเต็มที่ยอมรับได้
4. กำหนดระยะทางด้านซ้ายตามมาตราส่วนจนถึง กม.ที่ 0 และกำหนดระยะทางด้านขวาจนถึง กม.สุดท้าย
5. Plot จุดต่างๆที่อ่านได้โดยให้แกนตั้งเป็นสเกลความสูงตามมาตราส่วนที่เลือกไว้ ให้ตรงกับระยะทางในแนวของแกนนอน
6. ณ สถานีทั้งคู่จะต้องกำหนดความสูงของเสาอากาศเท่ากับความสูงจริงของเสาอากาศที่จะทำการติดตั้ง ณ บริเวณนั้น Plot จุดสูงสุดของเสาอากาศ ณ กม.ที่ 0 และ กม.สุดท้ายลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างคู่สถานีเพื่อแสดงแนวเส้นทางเดินของคลื่นวิทยุถ่ายทอด (อย่าลืมว่าเสาอากาศจะต้องตั้งจากระดับความสูง ณ ที่ตั้งสถานีวิทยุ)
7. ลากเส้นเชื่อมจุดต่างๆที่ Plot ไว้ จะแสดงเป็นภาพด้านข้างของภูมิประเทศจริง และให้สังเกตดูว่ามีส่วนใดของเส้นภูมิประเทศตัดกับเส้นแนวทางการเดินทางของคลื่นวิทยุถ่ายทอด ถ้ามี นั่นหมายความว่าภูมิประเทศบางส่วนที่สูงจนสามารถบ่งรัศมีการส่งคลื่น (Line Of Sight) ระหว่างคู่สถานี ให้พิจารณาย้ายที่ตั้งสถานีใหม่หรือเพิ่มความสูงของเสาอากาศหรือพิจารณาตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดกลางทาง ทั้งนี้แล้วแต่เหตุผลใดจะเหมาะสมและอยู่ในการตัดสินใจของฝ่ายอำนาจการ
8. Fresnel Zone คลื่นวิทยุในเส้นทางเดินคลื่นระหว่างสายอากาศทั้งสอง พิจารณาได้คล้ายกับการเคลื่อนที่ของกำลังงานส่วนใหญ่ซึ่งก่อตัวเป็นรูปวงรี (Ellipse) ในลักษณะตั้งฉากกับสายอากาศ Fresnel Zone สามารถคำนวณได้จากความเกี่ยวพันกับที่ตั้งสายอากาศได้ดังนี้

$$r = \sqrt{\frac{(d1 * d2)}{f_d}}$$

r = รัศมีของวงรี ณ จุดใดๆ

d1 = ระยะทางจากสถานี A

d2 = ระยะทางไปสถานี B

d = ระยะทางทั้งหมด

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

การตรวจภูมิประเทศ (Field Survey) จะกระทำหลังจากการเลือกที่ตั้งจากแผนที่เส้นชั้นและทำ Profile จากนั้นจึงทำการสำรวจภูมิประเทศ เพื่อ กำหนดเส้นทางเข้าสู่ที่ตั้ง เพื่อให้แน่ใจว่ายานพาหนะเข้าถึงได้ พื้นที่พอจะตั้งเสาอากาศหรือไม่ รวมทั้งเพื่อไว้เพื่อการสถานีเพิ่มเติมด้วย สิ่งที่จะต้องตรวจสอบคือ

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

### Path Calculation

ในส่วนของการคำนวณนี้เป็นการคำนวณหาค่าโดยประมาณที่จะนำไปสู่การสรุปและพิจารณาว่าระบบวิทยุถ่ายทอดที่จะทำการติดตั้งในแต่ละช่วง มีค่าความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด สมมุติว่าความต้องการของระบบต้องการขีดความสามารถสูงสุดถึงระบบส่งผ่านการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ จำเป็นอย่างยิ่งว่าความเชื่อถือได้ของระบบควรเป็นเท่าไร และมีทางเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณานั้นมีมากมาย แต่ในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีมีหลักนิยามหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบ สิ่งสำคัญที่สุดคือความต้องการของผู้บังคับบัญชา รวมถึงระบบวิทยุถ่ายทอดที่มีอยู่ ฉะนั้นในการวางแผนการติดตั้งสถานีวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อระบบบางประการก็อาจเป็นอุปสรรคได้ในการวางแผน ซึ่งถ้าหากเป็นการปฏิบัติในทางยุทธศาสตร์ที่ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งมากนัก จึงมีความจำเป็นในการวางแผนให้มีความละเอียดมากกว่าเพื่อให้ได้ความเชื่อถือได้สูงสุดและตลอดเวลา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีที่ต้องนำมาพิจารณา มีดังนี้

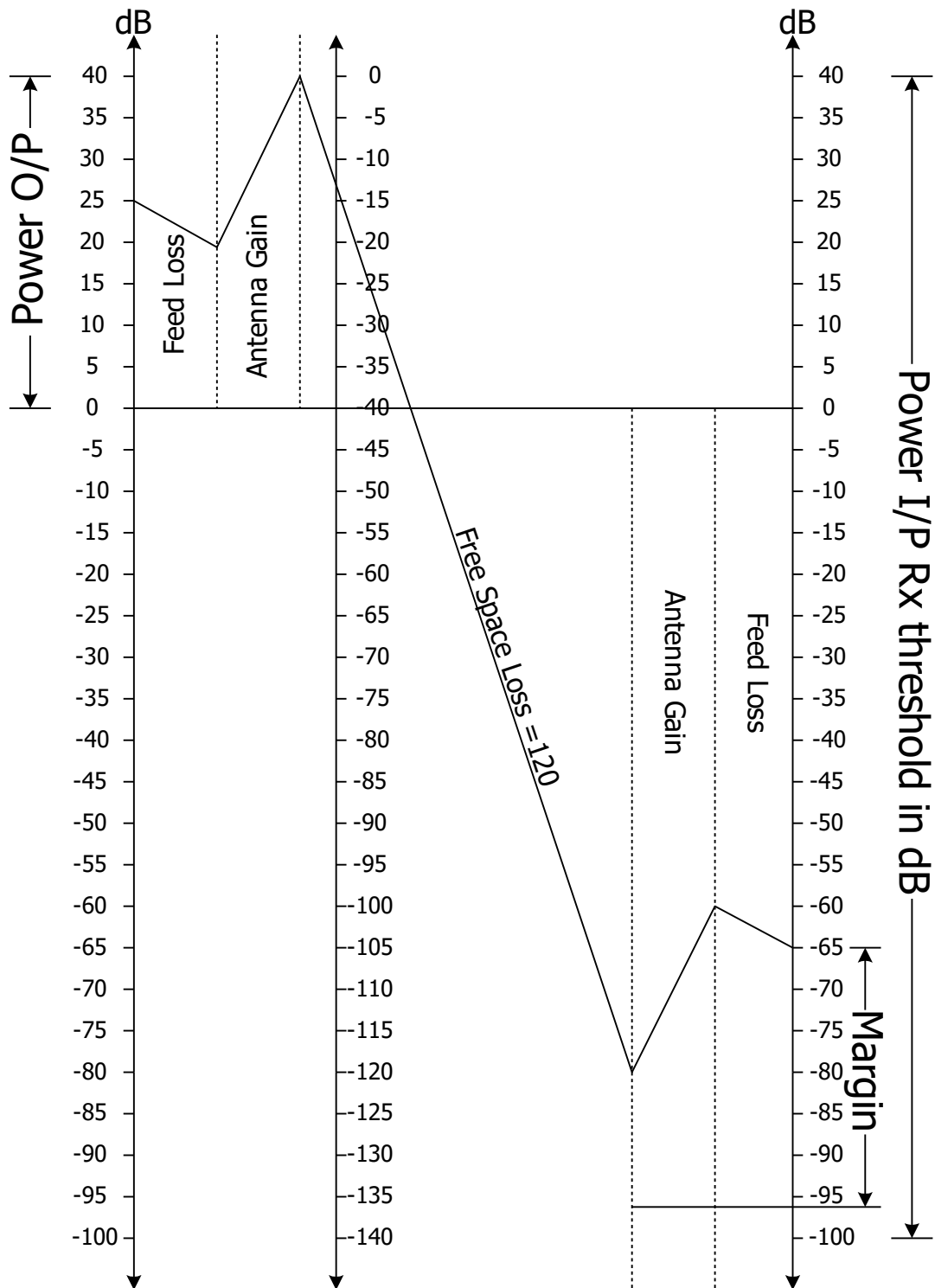
1. ค่าของระบบ (System Value) ที่มีอยู่
2. ระยะในการติดต่อ (Distance)
3. ความถี่ที่ใช้งาน (Frequency)
4. ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain)

ทั้งหมดนี้จะนำมาพิจารณาเพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ค่าความเชื่อถือได้เป็นค่าที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณที่แพร่ออกไปและการได้รับกลับมา ถ้าระบบที่ดีต้องมีความเชื่อถือได้ 99.99 % แต่นั่นเป็นเพียงค่าที่คาดหวังไว้เท่านั้น ซึ่งก็เป็นไปได้ยากมาก สิ่งที่ต้องการในระบบการสื่อสารทางวิทยุวิธีนั้นคือ การตอบสนองต่อความต้องการของผู้บังคับบัญชาต่อภารกิจที่ได้รับตามสถานการณ์นั้นๆ ก็เพียงพอแล้ว ค่าความเชื่อถือได้ที่ต้องการในระบบวิทยุถ่ายทอดเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องมือทางด้านผู้ใช้จากเครื่อง 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

การคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้นี้หาได้จากค่าต่างๆ ที่เป็นปัจจัยตามที่กล่าวมาแล้วทั้ง 4 ข้อ โดยจะนำมาพิจารณาร่วมกันตามขั้นตอนดังนี้

1. ค่าของระบบ (System Value S.V.)
2. ค่าการสูญเสียในอากาศ (Free space loss  $A_0$ )
3. ค่าการสูญเสียเพิ่มเติมเนื่องจากสิ่งกีดขวาง (Addition loss  $A_a$ )



รูปที่ 2-4 การแสดงค่าต่างๆที่มีผลต่อในระบบวิทยุถ่ายทอด เพื่อหาค่า Margin ณ Bit rate 1024 Kb/s ชุดวิทยุ RL-432

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

จากรูปที่ 4 ข้างบน จะแสดงให้เห็นทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อระบบวิทยุถ่ายทอด 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 โดยเทียบจากค่าของกำลังออกอากาศของเครื่องจากสูตร

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

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 ของเครื่องรับเป็นขีดความสามารถในการการออกแบบจากผู้ผลิตและจะกำหนดไว้เป็นคุณลักษณะของเครื่องรับในที่นี้จะหมายถึง Rx Threshold ณ Bit rate ต่างๆในกรณี BER ไม่เกิน  $10^{-3}$  ของเครื่องรับ ตารางต่อไปนี้ใช้ในประกอบในการการคำนวณหาค่าของระบบ

ลำดับ	ชุดวิทยุ RL-Series			หมายเหตุ
	420/421A	422A	432A	
RX Threshold Pi ณ BER = $10^{-3}$ หน่วยเป็น dB				
256 Kb/s	-100	-100	-100	
512 Kb/s	-97	-96	-96	
1024 kb/s	-94	-93	-93	
2048 Kb/s	-91	-90	-90	
Power O/P Po หน่วยเป็น Watt				
Low	0.1	0.1	0.5	
High	$\geq 10$	$\geq 10$	$> 7$	
Auto	0.2-15	0.2-15	0.05-7	
Antenna Gain G หน่วยเป็น dB				
	12	12	19.8	
Feed Loss L หน่วยเป็น dB				
	-4	-4	-4.9	



POWER Watt to dB						Reliability (Percent)							
Watt	DB	Watt	DB	Watt	dBm	MG	%	MG	%	MG	%	MG	%
	m		m										
0.0	0.0	4	36.0	11	40.4	13	99.97	20	99.00	27	99.80	34	99.96
0.01	10.0	5	37.0	12	40.8	14	96.02	21	99.21	28	99.84	35	99.97
0.05	17.0	6	37.8	13	41.1	15	96.84	22	99.37	29	99.87	36	99.97
0.1	20.0	7	38.5	14	41.5	16	97.49	23	99.50	30	99.90	37	99.98
1	30.0	8	39.0	15	41.8	17	98.00	24	99.60	31	99.92	38	99.98
2	33.0	9	39.5	16	42.0	18	98.42	25	99.68	32	99.94	39	99.99
3	34.8	10	40.0	17	42.3	19	98.74	26	99.75	33	99.95	40	99.99

จากตารางใช้ในการหาค่าของระบบตามสูตรดังนี้

$$S.V. = (P_o - P_i) + 2G + 2L$$

จากสูตรค่าของระบบ ณ Bit rate 512 Kb/s กำลังออกอากาศสูงสุดจะได้ดังนี้  
ชุดวิทยุ RL-420/421A

$$\begin{aligned} S.V. &\geq (40 - (-97)) + 2 \cdot 11 + (2 \cdot -4) \\ &\geq (40 + 97) + 22 - 8 \\ &\geq 151 \text{ dB} \end{aligned}$$

จากสูตรค่าของระบบ ณ Bit rate 512 Kb/s กำลังออกอากาศสูงสุดจะได้ดังนี้  
ชุดวิทยุ RL-422A

$$\begin{aligned} S.V. &\geq (40 - (-96)) + 2 \cdot 11 + (2 \cdot -4) \\ &\geq (40 + 97) + 22 - 8 \\ &\geq 150 \text{ dB} \end{aligned}$$

จากสูตรค่าของระบบ ณ Bit rate 512 Kb/s กำลังออกอากาศสูงสุดจะได้ดังนี้

ชุดวิทยุ RL-432A

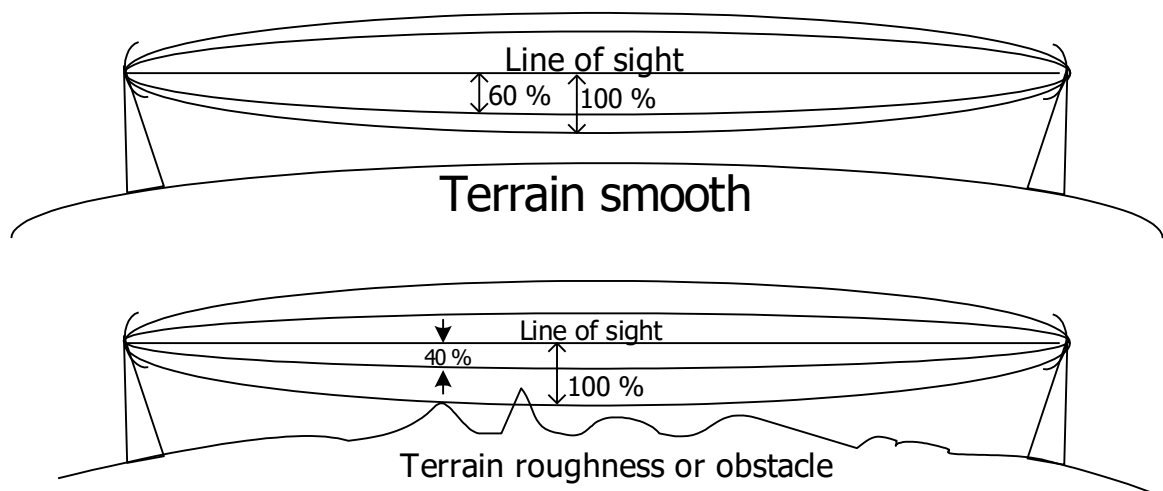
$$\begin{aligned}
 S.V. &\geq (38.5 - (-96)) + 2 * 19.8 + (2 * -4.9) \\
 &\geq (38.5 + 96) + 39.6 - 9.8 \\
 &\geq 164.3 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

ค่าของระบบถ้ามีค่ามากจะเป็นผลดีต่อการรับส่งสัญญาณ

### การคำนวณหาค่าการการลดทอนกำลังในอากาศ (Free Space Attenuation)

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นในอากาศ แบ่งเป็น การสูญเสียเนื่องจากการแพร่กระจายคลื่นในอากาศและการแพร่กระจายคลื่นผ่านสิ่งกีดขวางในภูมิประเทศ ประกอบด้วย

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



รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะของสัญญาณที่ยอมรับได้ใน First Fresnel zone

ในการคำนวณหาค่าการลดทอนกำลังรวมในอากาศ โดยปกติแล้วจะต้องพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศเป็นหลัก ซึ่งลักษณะภาพพื้นฐานด้านข้างนี้จะได้จากการทำการทำ Profile นั้นเอง ถ้าภูมิประเทศที่เลือกระหว่างคู่สถานีเป็นพื้นราบเรียบ (Terrain Smooth) การพิจารณาภาพวงรีของ First Fresnel Zone จากเส้น Line of Sight ถึงขอบล่างวงรี ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 60 % ของรัศมี First

Fresnel Zone และถ้าลักษณะภูมิประเทศที่เลือกระหว่างคู่สถานีเป็นพื้นผิวขรุขระหรือมีสิ่งกีดขวางขรุขระขึ้นไปในอากาศ (Terrain Roughness or Obstacle) การพิจารณาภาพวงรีของ First Fresnel Zone จากเส้น Line of Sight ถึงขอบล่างวงรี ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 40 % ของรัศมี First Fresnel Zone การรับส่งสัญญาณจึงจะเชื่อถือได้แน่นอนทั้งนี้ต้องรวมถึงการคำนวณหาค่าการลดถอยสัญญาณด้วย

สูตรการคำนวณหาค่าการลดถอยสัญญาณ คือ

$$A = A_o + A_a$$

การหาค่า  $A_o$  หรือ Free Space Loss หาได้โดย

$$A_o = 32.44 + 20\text{Log}D + 20\text{Log}F$$

$D$  = Distance ระยะทาง หน่วยเป็น กม.

$F$  = Frequency ความถี่รับส่ง หน่วยเป็น MHz

การหาค่า  $A_a$  หรือ Addition Loss ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางขรุขระเข้าไปใน First Fresnel zone แต่ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงเนื่องจากการสื่อสารทางวิทยุวิธีถ้าหากมีสิ่งกีดขวางขรุขระเข้าไปใน Fresnel Zone จะหลีกเลี่ยงการใช้ภูมิประเทศนั้นหรือถ้าต้องการใช้จริงๆ จะทำการติดตั้งสถานี Relay แทน เพราะฉะนั้น การลดถอยกำลังรวมจึงคิดเฉพาะค่า Free Space Loss เท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น

สถานี A ติดต่อกับสถานี B ด้วยชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A ช่องความถี่ A000B

จากตัวอย่างโจทย์การวางแผนระบบวิทยุถ่ายทอด ผู้วางแผนจะกำหนดช่องการสื่อสารสำหรับเขียนลงในแผนผังระบบวิทยุถ่ายทอดแทนการเขียนความถี่ของเครื่องเนื่องจากว่า ในช่องการสื่อสารจะมีทั้งความถี่ที่ใช้ในการส่งและความถี่ที่ใช้ในการรับ และจะมีค่ากลับกันระหว่างคู่สถานี ฉะนั้นตัวเลขความถี่ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจะต้องคำนึงถึงว่าในการใช้ช่องการสื่อสารนั้นๆค่าความถี่ส่งหรือความถี่รับความถี่ไหนสูงกว่า ให้ใช้ค่าที่สูงที่สุดในการคำนวณหาค่าการสูญเสียในอากาศ เนื่องจากว่าความถี่สูงจะทำให้เกิดการสูญเสียมากกว่าความถี่ต่ำ เพื่อรับประกันหรือเพื่อไว้สำหรับการคำนวณหาความถี่เชื่อถือได้ ปัญหาที่อีกประการหนึ่งคือเราจะทราบได้อย่างไรว่าช่องการสื่อสาร A000B มีความถี่อย่างไร (คู่มือ การวางแผนความถี่) สมมุติว่าความถี่สูงสุดคือความถี่ส่ง  $T_x = 697.5$  MHz ระยะทางไกลสุดที่หวังผลได้  $D = 48$  กม. จากสูตร

$$A_o = 32.44 + 20\text{Log}D + 20\text{Log}F$$

$$\text{แทนค่า } A_o = 32.44 + 20\text{Log}48 + 20\text{Log}697.5$$

$$A_o = 32.44 + 33.625 + 56.871$$

$$A_o = 122.94 \text{ dB}$$

หมายความว่าในการส่งสัญญาณวิทยุถ่ายทอดด้วยความถี่ 697.5 MHz ระยะทาง 48 กม. จะทำให้เกิดการสูญเสียในอากาศเท่ากับ 122.94 dB ค่าการสูญเสียนี้ไม่ควรมีค่าสูง เนื่องจากเป็นค่าการ

สูญเสีย ถ้าหากค่าของระบบที่มีไม่สูงพอจะทำให้ได้ค่าความเชื่อถือได้ต่ำ ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการสูญเสียนี้คือ ระยะทางและความถี่ ยิ่งค่าเหล่านี้สูงเท่าไร ค่าการสูญเสียก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

### การคำนวณหาค่า Fading Margin

การจางหาย Fading เป็นผลเนื่องมาจากการแพร่กระจายคลื่นในอากาศ การส่งสัญญาณในระบบ ตลอดจนขีดความสามารถของระบบ ถ้าต้องการทราบว่าสัญญาณที่ส่งออกจากภาคส่ง ผ่านเข้าไปในสายอากาศ แพร่กระจายไปในอากาศจนถึงรับกลับเข้ามาในเครื่องรับมีเหลืออยู่เท่าไรและมีการจางหายไปเท่าไร ในการบอกค่าจะเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเปรียบเทียบกันระหว่าง สัญญาณที่ส่งไปแล้ว คาดว่าจะรับกลับมาได้หรือมีระดับความแรงเท่าที่เครื่องรับจะรับได้ กับสัญญาณที่รับกลับมาได้จริงๆ เรียกว่า Fading Margin ดังแสดงไว้ในรูปที่ผ่านมา จากตัวอย่างการคำนวณที่ผ่านมา ทั้งการหาค่าของระบบและการคำนวณหาค่าการสูญเสียในอากาศทำให้สามารถหาค่า Margin ได้จากสูตร

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

จากตัวอย่างค่าของระบบ ณ Bit rate 512 Kb/s ชุดวิทยุ RL-422A กำลังออกอากาศสูงสุด มีค่า  $\geq 150$  dB และถ้าส่งสัญญาณวิทยุถ่ายทอดด้วยความถี่ 697.5 MHz ระยะทาง 48 กม. จะทำให้เกิดการสูญเสียในอากาศเท่ากับ 122.94 dB

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

$$\text{Margin} = 150 - 122.94$$

$$\text{Margin} \approx 27$$

เมื่อได้ค่า Margin แล้วจะนำค่านี้ไปคิดเป็นเปอร์เซ็นต์และค่าที่ได้เรียกว่า เปอร์เซ็นต์ของความเชื่อถือได้ Reliability หรือหมายความว่าระบบมีค่าความเชื่อถือได้กี่เปอร์เซ็นต์นั่นเอง การเทียบค่ามีสูตรสำหรับการหาค่าแต่ในที่นี้ได้หาค่าเหล่านี้ไว้ตามตารางที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้แล้ว และจะได้เท่ากับ 98.00 % นั่นหมายความว่า ระบบมีความเชื่อถือได้ 98 และมีการจางหายไป 12 จาก 100 ซึ่ง 98% นี้ในระบบวิทยุถ่ายทอดทางยุทธวิธีสามารถที่จะทำการติดต่อได้เฉพาะเป็นคำพูด (Voice) เท่านั้น

### แผนการจัดความถี่ (Frequency Plan)

การวางแผนเกี่ยวกับความถี่ เนื่องจากว่าระบบวิทยุถ่ายทอดเป็นการติดต่อระหว่างวิทยุถ่ายทอดหลายๆชุดติดตั้งทำงานร่วมกัน การรับส่งสัญญาณจะมีการแยกจากกันระหว่างความถี่รับกับความถี่ส่ง รวมไปถึงในระบบเดียวกันมีวิทยุถ่ายทอดติดตั้งร่วมกันหลายรุ่น มีทั้งความถี่ Fixed และความถี่ Hopping การจัดสรรความถี่จึงต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของระบบ เนื่องจากความถี่ก้าวกระโดดจะมีผลต่อความถี่อื่นที่อยู่ภายในย่านเดียวกัน ปัจจัยอีกหลายประการที่ต้องนำมาพิจารณาก็คือ ย่านความถี่ สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ ความเร็วในการส่งข้อมูล เหล่านี้ต้องนำมาพิจารณา

วิทยุถ่ายทอด RL-Series มีย่านความถี่ ระหว่าง 610-960 MHz และ 1350-1850 MHz มีการจัดการเกี่ยวกับความถี่ไว้แล้วดังนี้

1. ชุดวิทยุ RL-420/421

ประกอบด้วย การตั้งความถี่แบบ Auto เลือก Radio Ch ประกอบด้วย ตัวอักษรนำ C D และช่องความถี่ประกอบด้วย ช่อง 000-999 จัดไว้ดังนี้

ช่องความถี่ส่งสูง (High Tx) ประกอบด้วย

ช่อง C000-C999 ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 860.0 - 959.9 MHz

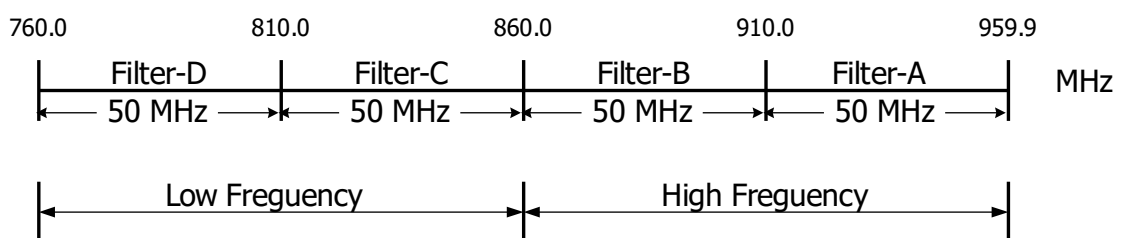
ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 760.0 - 859.9 MHz

ช่องความถี่รับสูง (High Rx) ประกอบด้วย

ช่อง D000-D999 ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 860.0 - 959.9 MHz

ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 760.0 - 859.9 MHz

จากการจัดการความถี่ไว้เช่นนี้ก็เนื่องมาจากความต้องการให้ผู้ใช้งานติดตั้งเครื่องใช้งานประหยัดเวลาขึ้น บริษัทผู้ผลิตจะโปรแกรมความถี่รับส่งเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องวิทยุเอง และได้กำหนดให้ความถี่รับ-ส่ง ห่างกันเท่ากับ 100 MHz และแต่ละช่องความถี่ที่ติดกันจะมีความถี่ห่างกันช่องละ 100 KHz ทั้งความถี่รับและความถี่ส่ง และจะกำหนดให้ช่องความถี่ C และ D ช่องเดียวกัน (หมายถึงตัวเลข 000-999) เป็นคู่สถานีกัน ยกตัวอย่างเช่น ช่องความถี่ C000 จะคู่กับ ช่องความถี่ D000 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการตั้งความถี่แบบ ตั้งเอง (Manual Rx-Tx) การตั้งแบบนี้ผู้วางแผนจะเป็นผู้กำหนดให้พนักงานประจำชุดวิทยุเอง ซึ่งก็มีหลักเกณฑ์ว่า ความรับและความถี่ส่งในเครื่องเดียวกันจะต้องห่างกันอย่างน้อย 50.1 MHz และต้องข้าม 1 Filter ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 แสดงความถี่วิทยุ RL – 420,421

ที่ Low Frequency ถ้าตั้งความถี่ส่งที่ Filter-D จะสามารถตั้งความถี่รับ ที่ Filter-B และ Filter-A ได้ และถ้าตั้งความถี่ส่งที่ Filter-C จะสามารถตั้งความถี่รับได้เฉพาะที่ Filter-A เท่านั้น ในทางกลับกัน

ที่ High Frequency ถ้าตั้งความถี่ส่ง ที่ Filter-A จะสามารถตั้งความถี่รับได้ที่ Filter- C และ Filter-D และถ้าตั้งความถี่ส่งที่ Filter-B จะสามารถตั้งความถี่รับได้เฉพาะที่ Filter-D เท่านั้น จะทำการตั้งความถี่ส่ง หรือ ความถี่รับก่อนก็ได้ ถ้านอกเหนือจากที่กล่าวมาเครื่องจะไม่รับการตั้งและจะยังคงใช้ความถี่ครั้งสุดท้ายที่ตั้งได้ถูกต้องแทน

## 2. ชุดวิทยุ RL-422A

ประกอบด้วย การตั้งความถี่แบบ Auto เลือก Radio Ch ประกอบด้วย ตัวอักษรนำ A B C D E และ F ช่องความถี่ประกอบด้วย ช่อง 000-699 จัดไว้ดังนี้

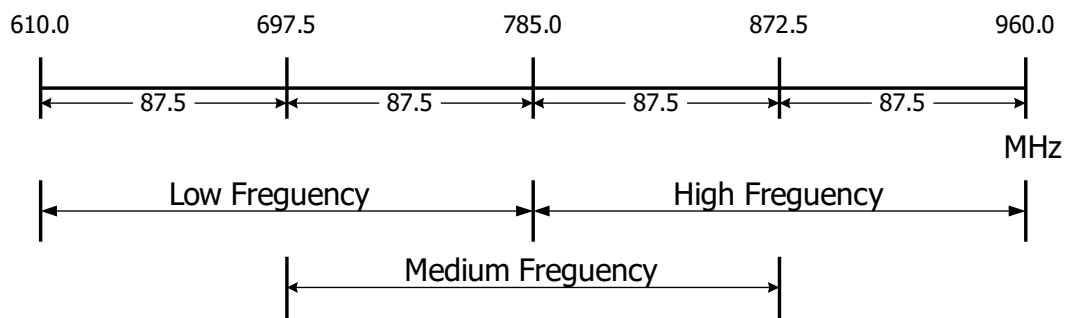
ช่องความถี่ส่งสูง (High Tx) ประกอบด้วย

ช่อง A000-A699	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 697.5 - 785.0 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 610.0 - 697.5 MHz
ช่อง C000-C699	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 785.0 - 872.5 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 697.5 - 785.0 MHz
ช่อง E000-E699	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 872.5 - 960.0 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 785.0 - 872.0 MHz

ช่องความถี่รับสูง (High Rx) ประกอบด้วย

ช่อง B000-B699	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 697.5 - 785.0 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 610.0 - 697.5 MHz
ช่อง D000-D699	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 785.0 - 872.5 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 697.5 - 785.0 MHz
ช่อง F000-F699	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 872.5 - 960.0 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 785.0 - 872.5 MHz

เช่นเดียวกับชุดวิทยุ RL-420/421A บริษัทผู้ผลิตจะโปรแกรมความถี่รับส่งเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องวิทยุเอง และได้กำหนดให้ความถี่รับ-ส่ง ห่างกันเท่ากับ 87.5 MHz และแต่ละช่องความถี่ที่ติดกันจะมีความถี่ห่างกันช่องละ 125 KHz ทั้งความถี่รับและความถี่ส่ง และจะกำหนดให้ช่องความถี่ A-B, C-D และ E-F ช่องเดียวกัน (หมายถึงตัวเลข 000-699) เป็นคู่สถานีกัน ยกตัวอย่างเช่น ช่องความถี่ E000 จะคู่กับ ช่องความถี่ F000 เป็นต้น



รูปที่ 2-7 แสดงความถี่วิทยุ RL-422

นอกจากนี้ยังมีการตั้งความถี่แบบ ตั้งเอง (Manual Rx-Tx) การตั้งแบบนี้ผู้วางแผนจะเป็นผู้กำหนดให้พนักงานประจำชุดวิทยุเอง ซึ่งก็มีหลักเกณฑ์ว่า ความรับและความถี่ส่งในเครื่องเดียวกันจะต้องห่างกันอย่างน้อย 50.1 MHz ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

### 3. ชุดวิทยุ RL-432A

ประกอบด้วย การตั้งความถี่แบบ Auto เลือก Radio Ch ประกอบด้วย ตัวอักษรนำ A B C D E และ F ช่องความถี่ประกอบด้วย ช่อง 000-999 จัดไว้ดังนี้

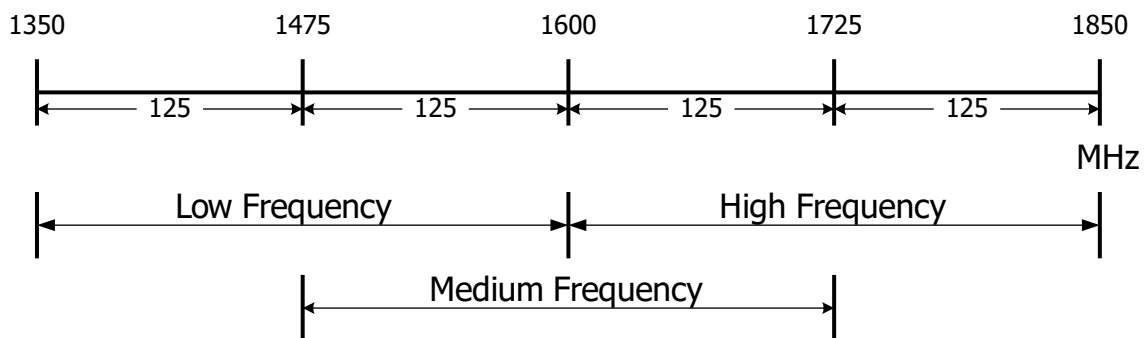
ช่องความถี่ส่งสูง (High Tx) ประกอบด้วย

ช่อง A000-A999	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1475 - 1600 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1350 - 1475 MHz
ช่อง C000-C999	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1600 - 1725 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1475 - 1600 MHz
ช่อง E000-E999	ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1725 - 1850 MHz ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1600 - 1725 MHz

ช่องความถี่รับสูง (High Rx) ประกอบด้วย

ช่อง B000-B999	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1475 - 1600 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1350 - 1475 MHz
ช่อง D000-D999	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1600 - 1725 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1475 - 1600 MHz
ช่อง F000-F999	ความถี่รับเริ่มตั้งแต่ 1725 - 1850 MHz ความถี่ส่งเริ่มตั้งแต่ 1600 - 1725 MHz

เช่นเดียวกับชุดวิทยุ RL-420/421A และ RL-422A บริษัทผู้ผลิตจะโปรแกรมความถี่รับส่งเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องวิทยุเอง และได้กำหนดให้ความถี่รับ-ส่ง ห่างกันเท่ากับ 125 MHz และแต่ละช่องความถี่ที่ติดกันจะมีความถี่ห่างกันช่องละ 125 KHz ทั้งความถี่รับและความถี่ส่ง และจะกำหนดให้ช่องความถี่ A-B, C-D และ E-F ช่องเดียวกัน (หมายถึงตัวเลข 000-999) เป็นคู่สถานีกัน ยกตัวอย่างเช่น ช่องความถี่ A000 จะคู่กับ ช่องความถี่ B000 เป็นต้น



รูปที่ 2-8 แสดงความถี่วิทยุ RL-432

การจัดการความถี่ในระบบการสื่อสารแบบต่างๆ

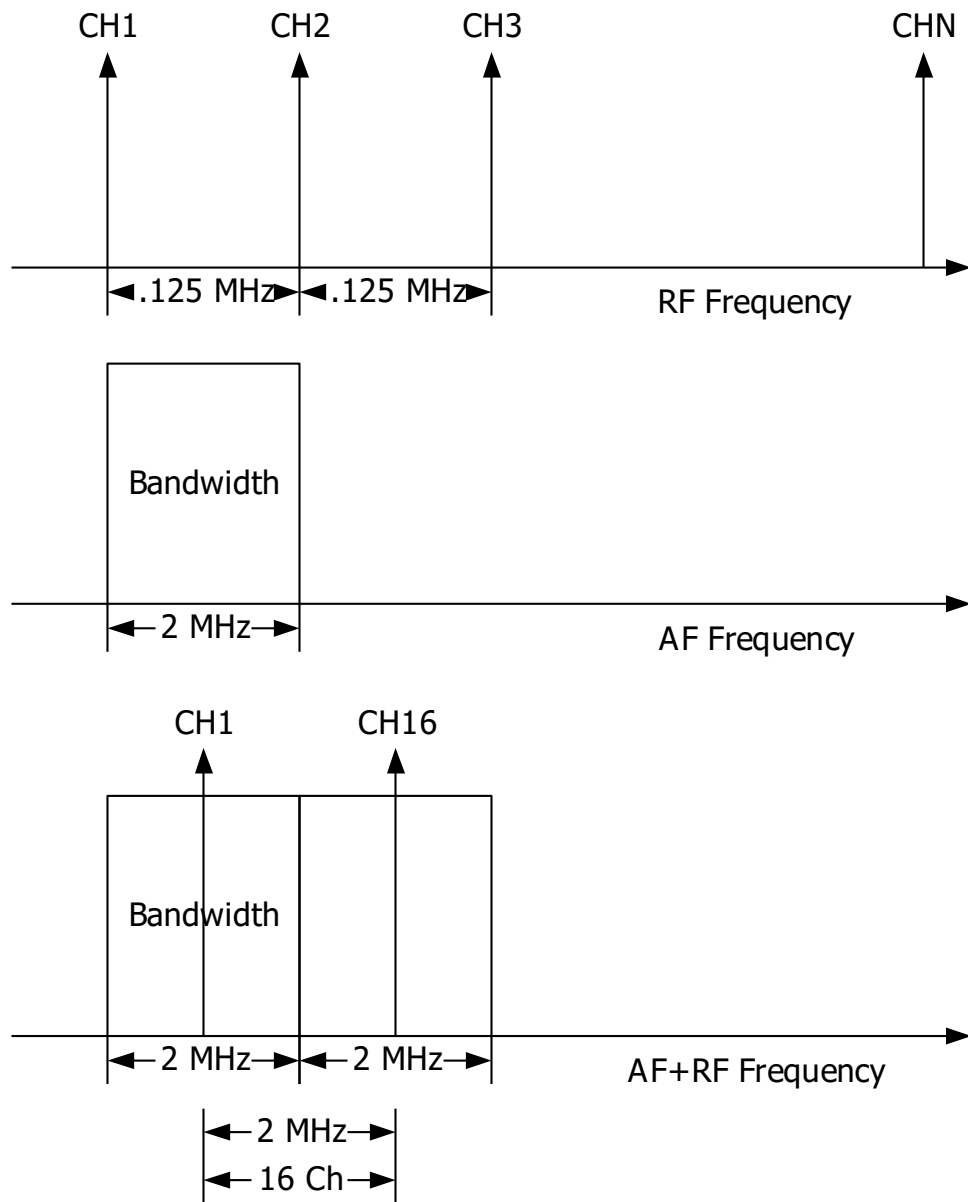
1. ข่ายแบบลูกโซ่ (Chain Form)
2. ข่ายแบบร่างแห (Mesh Form)
3. ข่ายแบบดาว (Star Form)

ไม่ว่าจะเป็นการจัดข่ายแบบใดก็ตาม สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงเสมอคือการจัดการความถี่ในระบบไม่ให้รบกวนซึ่งกันและกัน ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณา คือ อัตราเร็ว (Bit Rate) ในการส่งสัญญาณ และแบบของการใช้ความถี่ (Fixed หรือ Hopping)

อัตราเร็วในการส่งสัญญาณข้อมูลข่าวสารที่ต่างกันจะทำให้ Bandwidth ของสัญญาณต่างกันด้วย ซึ่งเมื่อนำเอาสัญญาณเหล่านี้ไป Modulate กับสัญญาณ RF จะทำให้เกิดแถบความกว้างของสัญญาณต่างกัน เพื่อป้องกันการเข้าไปรบกวนความถี่ช่องถัดไปจึงมีการเผื่อช่องความถี่หรือตั้งความถี่

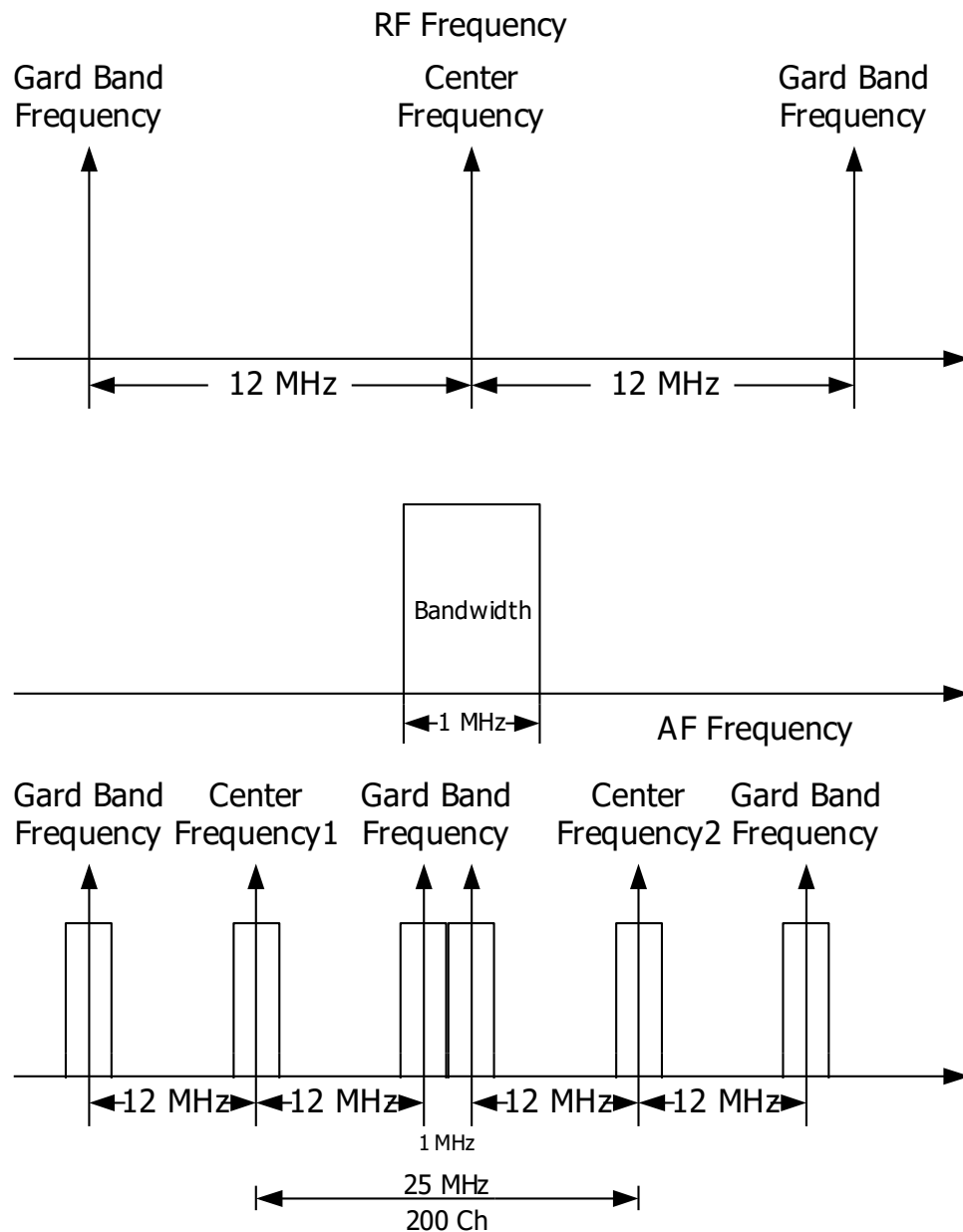
ของช่องสัญญาณให้ห่างกันพอสมควร พิจารณาจากรูปที่ 2-9





รูปที่ 2-9 แสดงช่องความถี่วิทยุ RL

Bandwidth สูงสุดของสัญญาณข่าวสารจะอยู่ที่ อัตราเร็ว 2048 Kb/s ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 2 MHz โดยประมาณ ส่วน 512 Kb/s และ 1024 Kb/s จะอยู่ที่ 1 MHz ในการวางแผนเพื่อป้องกันการรบกวนกันควรที่จะเลือกช่องความถี่ให้ห่างกันมากกว่า 16 Ch ตามรูปที่แสดงไว้ และจะใช้ได้เฉพาะในกรณี que เลือกความถี่แบบ Fixed Frequency เท่านั้น ส่วนการเลือกความถี่แบบ Frequency Hopping จะต้องเลือกเพื่อไว้สำหรับช่วงของการก้าวกระโดดของความถี่จากความถี่ Center ด้วย ดังรูปที่ 2-10

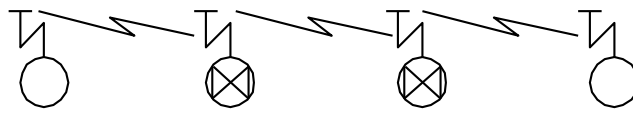


รูปที่ 2-10 แสดงการทำงานแบบ Frequency Hopping

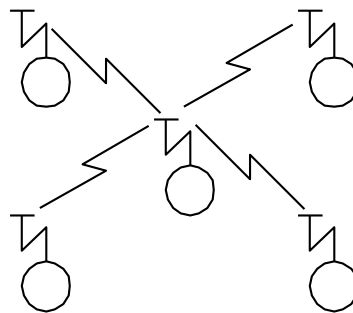
จากรูปที่ 2-10 เป็นการแสดงให้เห็นว่าในการทำงานแบบ Frequency Hopping นั้นมีความจำเป็นที่ต้องให้ความกว้างของความถี่เท่ากับ 24 MHz สำหรับชุดวิทยุ RL- 432A และ 20 MHz สำหรับชุดวิทยุ RL- 422A เมื่อรวมกับ bandwidth ของข้อมูลข่าวสาร (512 Kb/s หรือ 1024 Kb/s) 1 MHz จะต้องมีช่องความถี่ห่างกันมากกว่า 200 ช่อง(>25 MHz) สำหรับชุดวิทยุ RL- 432A และ 168 ช่อง(>21 MHz) สำหรับชุดวิทยุ RL- 422A จึงจะไม่รบกวนกัน

สำหรับรูปประกอบข่ายแบบต่าง

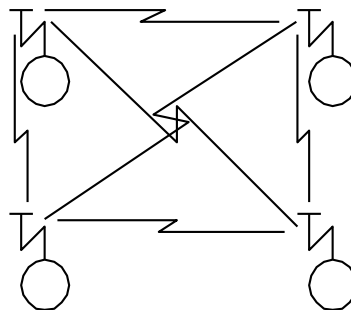
ข่ายแบบ ลูกโซ่



ข่ายแบบ ดาว



ข่ายแบบ ร่างแห



รูปที่ 2-11 แสดงข่ายการสื่อสารแบบต่าง ๆ

การพิจารณาวางแผนความถี่จากช่องความถี่ที่กำหนดให้

ในการวางแผนความถี่วิทยุถ่ายทอดและกำหนดช่องการสื่อสารสำหรับคู่สถานี สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้ทำการวางแผนจะต้องทราบคือ ในแต่ละช่องการสื่อสารนั้นมีความถี่อะไรอยู่บ้างทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการคำนวณหาค่าความเชื่อได้ของระบบ

การเลือกความถี่ใช้งานนอกจากจะคำนึงถึงความถูกต้องแล้ว ความรวดเร็วและการรักษาความปลอดภัยทางการสื่อสารนั้นก็จะต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน

ในด้านความรวดเร็วนั้น ในวิทยุ RL-422A และ RL-432A นั้นมีรูปแบบของการตั้งความถี่แบบล่วงหน้าเพื่อเตรียมไว้ใช้งานได้อย่างรวดเร็วได้ถึง 99 ชุดความถี่ด้วยกัน ซึ่งจะแตกต่างจากการตั้งความถี่ที่กล่าวมา กล่าวคือ การตั้งความถี่แบบล่วงหน้านี้เพียงแต่เราเลือกช่องที่เราต้องการจะใช้งานขึ้นมาเพียงอย่างเดียว จะได้รายละเอียดทั้งหมดที่เครื่องต้องการเพื่อทำการส่งออกอากาศ เช่น เราต้องการตั้งช่องการสื่อสารที่ 01 โดยมีความถี่รับเป็น 1400 MHz. และความถี่ส่งเป็น 1800 MHz.

โดยใช้ความเร็วในการส่งข้อมูลเป็น 1024 Kb/s และกำลังออกอากาศเป็น High รูปแบบของการออกอากาศเป็น Fix Frequency ซึ่งทั้งหมดนี้จะอยู่ในช่องการสื่อสารที่ 01 และเมื่อใดก็ตามที่เราเลือกช่องการสื่อสารที่ 01 มาใช้งานก็จะได้รับรายละเอียดทั้งหมดตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเมื่อเทียบกับแบบเดิม ถ้าเราต้องการรายละเอียดของการติดต่อสื่อสารตามที่กล่าวมาเราจะต้องโปรแกรมเครื่องอย่างน้อย 2 ขั้นตอน คือเลือกความถี่และเลือก Operating mode จากตรงนี้สามารถยกตัวอย่างให้เห็นเด่นชัดได้อีกคือ เราต้องการตั้งช่องการสื่อสารที่ 50 ให้มีรายละเอียดดังนี้ ความถี่รับเป็น 1450 MHz. และความถี่ส่งเป็น 1700 MHz. โดยใช้ความเร็วในการส่งข้อมูลเป็น 512 Kb/s และกำลังออกอากาศเป็น Automatic รูปแบบของการออกอากาศเป็น Frequency Hopping ในแบบ Adaptive โดยใช้ Frequency Hopping Key ชุดที่ 15 และมี Key เป็น 0000, 4444, 0000, 4444, 0000, 4444, 0000, 4444 จากตัวอย่างนี้ถ้าเรามองถึงการตั้งความถี่ในแบบเดิมเราจะต้องเสียเวลาในการตั้งค่าต่างๆ ให้กับเครื่องมากพอสมควร แต่ถ้าทั้งหมดนี้เราเตรียมล่วงหน้าไว้ในช่องการสื่อสารที่ 50 และเมื่อเราต้องการรายละเอียดดังกล่าวนี้ เราก็เพียงเลือกเอาช่องการสื่อสารที่ 50 ขึ้นมาใช้เราก็จะได้รายละเอียดดังกล่าวทั้งหมด เราจะเสียเวลาไม่นานจะเกิน 1 นาที

ในเรื่องการรักษาความปลอดภัย Frequency Hopping Key ถือเป็นความลับ ซึ่งถ้า Key ตัวนี้ทราบไปถึงฝ่ายตรงข้ามอาจจะทำให้ข้าศึกสามารถดักจับสัญญาณจากเราได้โดยใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน แต่ถ้ามีการตั้งความถี่ล่วงหน้า จะมีคนทราบอยู่เพียงคนทำแผนและคนที่ทำหน้าที่โปรแกรมลงในเครื่องเท่านั้น หัวหน้าชุดที่ออกไปปฏิบัติงานจะทราบเพียงว่าใช้ Key ชุดที่ 15 เท่านั้น แต่จะไม่ทราบว่าในชุดที่ 15 นั้นประกอบไปด้วยอะไรบ้าง ถึงแม้ว่าในช่วงเวลานั้นเราไม่แน่ใจว่ารายละเอียดของวิทยุที่ใช้อยู่ปัจจุบันนี้จะยังคงปลอดภัยอยู่หรือไม่ เราก็ยังสามารถเปลี่ยนไปใช้ช่องการสื่อสารอื่นๆ ที่เราเตรียมไว้ได้ถึง 99 ช่อง หรืออาจจะเปลี่ยนเฉพาะชุดของ Frequency Hopping key อย่างเดียวก็ได้ซึ่งมีให้เลือกถึง 20 ชุด (02-20) และในการกำหนดความถี่รับกับความถี่ส่งนั้นยังยึดหลักการเดิมที่กล่าวมาแล้ว

**สรุป** ข้อพิจารณาการใช้ระบบวิทยุถ่ายทอดคนนั้นจะเชื่อถือได้ ต้องปฏิบัติตาม รปจ. และ รปจ. ต้องกระจำมีรายละเอียดสอดคล้องกับ นปส.-นสป. วิทยุถ่ายทอดมีความอ่อนตัวมากที่สุดสามารถนำไปใช้ได้หลายวิธี ใช้ขยายเส้นทางสื่อสารในสถานะที่ต้องเคลื่อนที่เร็ว เช่น การรุก การขยายผล โดยการจัดเป็น Jump Team และใช้สอดแทรกไปในระบบทางสาย ในกรณีที่ว่าสายไม่ได้

## Numbering Plan

กล่าวทั่วไป โดยที่ ทบ.ได้จัดหาวิทยุถ่ายทอด RL และชุดสลับสายสนามอัตโนมัติ DX เข้ามาเพื่อทดแทนของเดิม ด้วยคุณลักษณะของเครื่อง DX-111 และ DX-200B ที่มีขีดความสามารถสูง ทำหน้าที่ความคุมระบบการสื่อสาร การนำมาใช้งานจึงต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับการจัดหน่วยของ ทบ. โดยจะเน้นการใช้ทางยุทธวิธีเป็นหลัก ในการจัดแผนตัวเลขมีความจำเป็นมากที่จะต้องจัดทำให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งถ้าหากมีการเชื่อมต่อระบบถึงกันได้ทุกกองทัพภาคก็จะทำให้การจัดการเกี่ยวกับตัวเลขเข้ากันได้อย่างลงตัว ดังนั้นการแบ่งมอบตัวเลขต่างให้อยู่ในความรับผิดชอบของแต่ละกองทัพโดยไม่ข้องเกี่ยวกัน ก็อาจจะเป็นผลดีในการปฏิบัติการกิจที่จำเป็นที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตและหากการจัดวางหมายเลขไม่เกี่ยวข้องกันการเชื่อมต่อระบบถึงกันก็จะไม่มีปัญหาเกิดขึ้น

ข้อพิจารณา ทบ.แบ่งการจัดหน่วยเป็นระดับสูงลงสู่ระดับล่าง คือ จากกองบัญชาการกองทัพบก , กองทัพภาค., กองพล, และหน่วยระดับกรม กองพัน, กองร้อย หมวด หมู่ ตามลำดับ เช่นกันในสายยุทธบริการทั้ง 9 หน่วย ซึ่งในส่วนของหน่วยทหารสื่อสารก็จะมีการจัดหน่วยเพื่อปฏิบัติการกิจสนับสนุนการช่วยรบให้กับหน่วยต่างตั้งแต่ระดับกองทัพกลางไปจนถึงหน่วยระดับ กองพล และวางการสื่อสารลงไปถึงหน่วยระดับกรม ในส่วนของหน่วยขึ้นตรงกรมทหารต่างๆ ให้ทหารหน่วยนั้นๆจัดเจ้าหน้าที่สื่อสารดูแลการปฏิบัติการสื่อสารกันเอง

### ระบบตัวเลข

ระบบตัวเลขแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวเลขสำหรับเลขหมายโทรศัพท์และเลขย่อของ DX-111 และ DX-200B

#### ระบบตัวเลขของเครื่อง DX-111

ประกอบด้วย

1. ตัวเลขสำหรับเลขย่อและรหัสใช้ 80-89 และ 00-09
2. ตัวเลขใช้สำหรับเลขหมายผู้สลับสายและเลขหมายโทรศัพท์เป็นเลข 4 หลัก

#### การจัดและแบ่งมอบผู้รับผิดชอบ

1. บก.ทบ.เป็นหน่วยที่ปฏิบัติการในการสั่งการในระดับสูงสุดผู้บังคับบัญชาระดับสูงจะใช้ในการสั่งการไปยังหน่วยรอง กรมทหารสื่อสารที่ 1 เป็นผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการสื่อสารทั้งหมด

- 1.1 ตัวเลขสำหรับเลขย่อและรหัส Loop แทนด้วย 89 การเรียกจากภายนอก Loop ของ ทบ.จะต้องเรียกขึ้นต้นด้วย 89 เพื่อเป็นรหัสสำหรับเข้าสู่ Loop ส่วนการเรียกออกก็ขึ้นอยู่กับว่าต้องการที่จะเรียกไปไหนหรือต่ออยู่กับกองทัพภาคไหน

1.2 ตัวเลขใช้สำหรับเลขหมายตู้สลับสาย DX-111 ในส่วนของกองบัญชาการ กองทัพบก ประกอบด้วย 9000, 9600, 9700, 9800 และ 9900 ในส่วนของกองพลที่ขึ้นตรงกับกองทัพบกใช้ตัวเลขใช้สำหรับเลขหมายตู้สลับสาย DX-111

หมายเลข 9110, 9120-9190 สำหรับกองพลทหารม้าที่ 1

หมายเลข 9210, 9220-9290 สำหรับกองพลทหารม้าที่ 2 รอ.

หมายเลข 9310, 9320-9390 สำหรับกองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

2. กองทัพอากาศ ถือเป็นระดับพื้นฐานของการจัด สำหรับหน่วยที่มีโอกาสใช้งานมาก กองพันทหารสื่อสารกองทัพอากาศเป็นผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการสื่อสาร แทนได้ดังนี้

2.1 ตัวเลขสำหรับเลขย่อและรหัส Loop

ทภ.1 แทนด้วย 81

ทภ.2 แทนด้วย 82

ทภ.3 แทนด้วย 83

ทภ.4 แทนด้วย 84

นสศ. แทนด้วย 85

2.2 ตัวเลขใช้สำหรับเลขหมายตู้สลับสาย DX-111

ทภ.1 แทนด้วย 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800 และ 1900

ทภ.2 แทนด้วย 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800 และ 2900

ทภ.3 แทนด้วย 3000, 3100, 3200, 3300, 3400, 3500, 3600, 3700, 3800 และ 3900

ทภ.4 แทนด้วย 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700, 4800 และ 4900

นสศ. แทนด้วย 5000, 5100, 5200, 5300, 5400, 5500, 5600, 5700, 5800 และ 5900

3. กองพล ในกองทัพจะประกอบด้วย 1, 2 หรือ 3 กองพล แล้วแต่ความจำเป็น กองพันทหารสื่อสารกองพลรับผิดชอบเรื่องการปฏิบัติการสื่อสารทั้งหมดและการวางแผนการสื่อสารต้องวางลงไปจนถึงกรมทหารที่ขึ้นตรงกองพลด้วย

3.1 ไม่ว่าจะเป็องพลที่ขึ้นตรงกับกองทัพอากาศไหนก็ตามการใช้หมายเลขแทนเลขย่อและรหัส Loop กำหนดให้เหมือนกัน โดยเรียงลำดับจากกองพลที่มีตัวเลขต่ำไปหาสูง ดังนี้

กองทัพอากาศที่ 1 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 1 รักษาพระองค์ แทนด้วย 01

กองพลทหารราบที่ 2 รักษาพระองค์ แทนด้วย 02

กองพลทหารราบที่ 9 แทนด้วย 03

กองพลอื่นๆที่มาสทบ แทนด้วย 04

กองทัพภาคที่ 2 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 3 แทนด้วย 01

กองพลทหารราบที่ 6 แทนด้วย 02

กองพลอื่นๆที่มาสมทบ แทนด้วย 03

กองทัพภาคที่ 3 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 4 แทนด้วย 01

กองพลทหารม้าที่ 1 แทนด้วย 02

กองพลอื่นๆที่มาสมทบ แทนด้วย 03

กองทัพภาคที่ 4 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 5 แทนด้วย 01

กองพลอื่นๆที่มาสมทบ แทนด้วย 02

หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษ ประกอบด้วย

กองพลรบพิเศษที่ 1 แทนด้วย 01

กองพลรบพิเศษที่ 2 แทนด้วย 02

กองพลอื่นๆที่มาสมทบ แทนด้วย 03

ในส่วนของกองพลที่ขึ้นตรงกับกองทัพบก ยกเว้นกองพลทหารม้าที่ 1 รอ. ประกอบด้วย

กองพลทหารม้าที่ 2 รักษาพระองค์ แทนด้วย 01

กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน แทนด้วย 02

กองพลอื่นๆที่มาสมทบ แทนด้วย 03

3.2 เลขหมายแทนชุดสลับสาย DX-111 ในส่วนของกองพลที่ขึ้นตรงกับกองทัพภาคไหนหรือกองทัพบกก็ให้แทนเลขหมายหลักแรกด้วยเลขหมายที่เหมือนกับเลขหมายหลักแรกของหน่วยเหนือ  
นั้นๆ ดังนี้

กองทัพภาคที่ 1 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 1 รักษาพระองค์ แทนด้วย 1110,1120, 1130, 1140, 1150, 1160, 1170, 1180 และ 1190

กองพลทหารราบที่ 2 รักษาพระองค์ แทนด้วย 1210,1220, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270, 1280 และ 1290

กองพลทหารราบที่ 9 แทนด้วย 1310,1320, 1330, 1340, 1350, 1360, 1370, 1380 และ 1390

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460,  
1470, 1480 และ 1490

กองทัพภาคที่ 2 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 3 แทนด้วย 2110, 2120, 2130, 2140, 2150, 2160,  
2170, 2180 และ 2190

กองพลทหารราบที่ 6 แทนด้วย 2210, 2220, 2230, 2240, 2250, 2260,  
2270, 2280 และ 2290

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 2310, 2320, 2330, 2340, 2350, 2360,  
2370, 2380 และ 2390

กองทัพภาคที่ 3 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 4 แทนด้วย 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160,  
3170, 3180 และ 3190

กองพลทหารม้าที่ 1 แทนด้วย 3210, 3220, 3230, 3240, 3250, 3260,  
3270, 3280 และ 3290

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 3310, 3320, 3330, 3340, 3350, 3360,  
3370, 3380 และ 3390

กองทัพภาคที่ 4 ประกอบด้วย

กองพลทหารราบที่ 5 แทนด้วย 4110, 4120, 4130, 4140, 4150, 4160,  
4170, 4180 และ 4190

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 4210, 4220, 4230, 4240, 4250, 4260,  
4270, 4280 และ 4290

หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษ ประกอบด้วย

กองพลรบพิเศษที่ 1 แทนด้วย 5110, 5120, 5130, 5140, 5150, 5160,  
5170, 5180 และ 5190

กองพลรบพิเศษที่ 2 แทนด้วย 5210, 5220, 5230, 5240, 5250, 5260,  
5270, 5280 และ 5290

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 5310, 5320, 5330, 5340, 5350, 5360,  
5370, 5380 และ 5390

ในส่วนของกองพลที่ขึ้นตรงกับกองทัพบกยกเว้น กองพลทหารม้าที่ 1 รอ.  
ประกอบด้วย



กองพลทหารม้าที่ 2 รักษาพระองค์ แทนด้วย 9110, 9120, 9130, 9140, 9150, 9160, 9170, 9180 และ 9190

กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน แทนด้วย 9210, 9220, 9230, 9240, 9250, 9260, 9270, 9280 และ 9290

กองพลอื่นๆที่มาสบทบ แทนด้วย 9310, 9320, 9330, 9340, 9350, 9360, 9370, 9380 และ 9390

4. กรม ร. ถือว่าเป็นระดับต่ำสุด ความรับผิดชอบเป็นของกองพันทหารสื่อสารกองพล ในการวางการสื่อสาร ส่วนมากจะเป็นชุดปลายทาง การโปรแกรมหมายเลขเพื่อแทนเลขหมายของผู้สลับสาย DX-111 ให้ยึดถือกลุ่มหมายเลขของกองพลเป็นหลักโดยกำหนดให้หมายเลขหลักที่ 3 เป็นหมายเลขแทนกรมทหารราบเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ตามด้วยกรมทหารปืนใหญ่ โดยเริ่มต้นเลขหลักที่ 3 ด้วยเลข 1 เช่น

ร.1	แทนด้วย	XX1X
ร.2	แทนด้วย	XX2X
ร.3	แทนด้วย	XX3X
ป.1	แทนด้วย	XX4X

5. หมายเลขโทรศัพท์ให้แทนด้วย เลข 2-16 แล้วแต่ระดับหน่วย ในระดับกองทัพบก และกองทัพอากาศ ใช้หมายเลข 2 หลักท้ายของชุมสายตามตำแหน่งของ Extension เช่น Extension ที่ 1 เลขหมายเท่ากับ XXX1 ที่ Extension ที่ 16 เลขหมายเท่ากับ XX16 ส่วนกองพลใช้หลักสุดท้ายของเลขชุมสายแทนเลขหมายโทรศัพท์คือ 2-9 เช่น Extension ที่ 1 เลขหมายเท่ากับ XXX1 ที่ Extension ที่ 9 เลขหมาย เท่ากับ XXX9 ส่วน Extension ที่เหลือ ให้ใช้เลขหมายซ้ำกันได้แล้วแต่ความจำเป็นที่จะใช้งาน

#### ระบบตัวเลขของเครื่อง DX-200B

เนื่องจากว่าเป็นเครื่องมือที่จัดหามาใหม่แจกจ่ายยังไม่ครบทุกหน่วย โดยเฉพาะกองพันทหารสื่อสารกองพล ยังไม่มี รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการกำหนดตัวเลข เครื่องจะเป็นตัวกำหนดไว้ก่อนแล้วเพียงเลือก Config. ที่ใช้งานให้ถูกต้อง และมีการวางแผนการใช้งานที่รัดกุม จะทำให้ลดปัญหาในการทำงานลงได้บ้าง ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงตัวเลขต่างๆ ที่ใช้งานกับเครื่อง DX-200B ว่าเป็นอย่างไร ก่อนอื่นมาทำความรู้จักกับส่วนต่างๆ ของการเชื่อมต่อ ของเครื่อง DX-200B ก่อน การต่อใช้งานทางด้าน TDM PORT การต่อเครื่องมือที่ทำหน้าที่ Switch เรียกว่า CPX ทำงานทางด้าน Access เรียกว่า DMU-220 ทำงานทางด้าน External Networks เรียกว่า STANAG 4206-14 และ EUROCOM เชื่อมต่อทางด้าน

Subscriber แบบ Analog Line Card เรียกว่า CHA3 และ Digital line card เราเรียกว่า CHP, LTD และ CHO1 อุปกรณ์พวกนี้จะต่อร่วมกันในประกอบเป็น DX-200B ซึ่งในแต่ละส่วนเมื่อมีการเชื่อมต่อกันเกิดขึ้นก็มีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดรหัสหรือรูปแบบในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเชื่อมต่อระหว่าง Switch ในที่นี้หมายถึง CPX-200 กับ CPX-200 ในแบบการทำงานปกติหมายความว่า ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อกันสามารถที่จะเรียกหากันได้โดยไม่ต้องใช้รหัสในการติดต่อถึงกัน คือ STANDARD การกำหนดหมายเลขของ Network ต้องกำหนดเป็นกลุ่มเดียวกัน ตั้งแต่เลข 0-9

2. การเชื่อมต่อแบบ Gateway เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง Network กับ Network โดยแต่ละ Network แยกการทำงานจากกันการเรียกต้องใช้รหัสในการเรียก ดังนี้

2.1 CPX-Gateway เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง CPX กับ CPX โดยที่หมายเลขของ Network จะแตกต่างกันการเรียกจะขึ้นต้นด้วย 95+หมายเลขของ Network การเชื่อมต่อแบบนี้จะกระทำในกรณีที่ CPX ในระบบมีมากเกินไป (ประมาณ 30 CPX)

2.2 STANAG 4206-14 Gateway เป็นการเชื่อมระบบ CPX กับเครื่องมือที่มี Standard ของทวีปอเมริกาเหนือ เป็นหลัก การเรียกระหว่าง Network จะกระทำได้โดย การกำหนดรหัส Network ID และ Area Code (NI+AC) ซึ่งหมายเลขของ NI=900-920 และ AC=XYZ โดยที่ X = 0-8 และ Y = 0 หรือ 1 และ Z = 0-9 ในการติดต่อสื่อสารทางยุทธวิธี

2.3 EUROCOM Gateway เป็นการเชื่อมระบบ CPX กับเครื่องมือที่มี Standard ของทวีปยุโรป เป็นหลัก การเรียกระหว่าง Network จะกระทำได้โดย การกำหนดรหัส Network ID และ Area Code (NI+AC) ซึ่งหมายเลขของ NI=900-920 และ AC=XYZ โดยที่ X = 0-8 และ Y = 0 หรือ 1 และ Z = 0-9 ในการติดต่อสื่อสารทางยุทธวิธี

การกำหนดหมายเลขสำหรับการเรียกทางด้าน Subscriber เลขหมายโทรศัพท์หรือเครื่องมือทางด้านผู้ใช้ จะประกอบด้วยเลข 7 หลัก 4 หลักแรกจะขึ้นอยู่กับการเลือก Configuration ต่างๆ มาใช้งาน โดยจะมีทั้งหมด 5 Configuration โดยถ้าเลือก Configuration 1 หมายเลข 4 หลัก จะเท่ากับ 1101 เลือก Configuration 2 หมายเลข 4 หลัก จะเท่ากับ 1102 เลือก Configuration 3 หมายเลข 4 หลัก จะเท่ากับ 1103 เลือก Configuration 4 หมายเลข 4 หลัก จะเท่ากับ 1104 เลือก Configuration 5 หมายเลข 4 หลัก จะเท่ากับ 1105 ส่วนตัวเลข 3หลักท้าย จะขึ้นอยู่กับการเลือก Position และ Line Card ที่นำมาใส่ไว้

เนื่องจาก CPX-200 และ DMU-220 มี Line สำหรับการต่อใช้งานขึ้นอยู่กับการเลือก Card ที่นำมาใส่ไว้ในแต่ละตำแหน่ง (Position) ดังนี้

**CPX-200 ประกอบด้วย**

Position ที่ 1 Card CHO1 ประกอบด้วย 2 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 201 และ Line 2 = 202 (เป็นหมายเลขที่อยู่ภายใน ใช้สำหรับการเชื่อมต่อ Port 5 หรือ 6 -ของ SP-200 ไปหา Port 6 หรือ 5 ของ SP-200 ในชุด DX-200B เครื่องอื่นในระบบ)

Position ที่ 2 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 601

Position ที่ 3 Card LTD ประกอบด้วย 3 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 602 และ Line 2 = 603 และ Line 3 = 604

Position ที่ 4 Card LTD ประกอบด้วย 3 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 605 และ Line 2 = 606 และ Line 3 = 607 (เป็นตำแหน่งสำรองสำหรับ LTD Card ในความเป็นจริงแล้วจะใช้งานได้เฉพาะ หมายเลขที่ลงท้ายด้วย 605 เนื่องจากมี CHP Card อยู่)

Position ที่ 5 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 608

Position ที่ 6 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 609

Position ที่ 7 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 610

Position ที่ 8 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 611

Position ที่ 9 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 612

Position ที่ 10 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 613

Position ที่ 11 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 614

Position ที่ 12 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 615

Position ที่ 13 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 616

Position ที่ 14 Card CHP ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 617

Position ที่ 15 Card COF เป็น Card สำหรับต่อประชุมแบบ Full duplex

#### **DMU-220 ประกอบด้วย**

Position ที่ 1 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 101

Position ที่ 2 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 102

Position ที่ 3 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 103

Position ที่ 4 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 104

Position ที่ 5 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 105

Position ที่ 6 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 106

Position ที่ 7 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 107

Position ที่ 8 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 108

Position ที่ 9 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 109

Position ที่ 10 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 110

Position ที่ 11 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 111

Position ที่ 12 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 112

Position ที่ 13 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 113

Position ที่ 14 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 114

Position ที่ 15 Card CHA3 ประกอบด้วย 1 Line หมายเลข 3 หลักท้ายคือ Line 1 = 115

ในการกำหนดหมายเลขของ 4 หลักแรก สามารถเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานโดยขึ้นต้นด้วยเลข 2-7 เท่านั้น และในการใช้งานกับเลขหมายโทรศัพท์จะใช้เป็นเลขเจ็ดหลักดังนี้

$$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$$

$X_1 = 7$  ใช้ในหน่วยระดับกองทัพบก

$X_1 = 6$  เป็นตัวเลขสำรอง (ใช้ในหน่วยการศึกษา)

$X_1 = 5$  ใช้ในหน่วยบัญชาการสงครามพิเศษ

$X_1 = 4$  ใช้ในหน่วยระดับกองทัพภาค ที่ 4

$X_1 = 3$  ใช้ในหน่วยระดับกองทัพภาค ที่ 3

$X_1 = 2$  ใช้ในหน่วยระดับกองทัพภาค ที่ 2

$X_1 = 1$  ใช้ในหน่วยระดับกองทัพภาค ที่ 1

$X_2 = 0$  หมายถึงติดตั้งใช้งานในหน่วยระดับกองทัพบก และกองทัพภาค

= 1, 2 และ 3 หมายถึงติดตั้งใช้งานในหน่วยระดับกองพล เช่นเดียวกับ DX-111

ส่วนเลขอื่นสำรองไว้ใช้งานในอนาคต

$X_3 X_4 =$  ให้หมายลำดับหรือจำนวนเครื่อง DX-200B ที่ติดตั้งใช้งานในพื้นที่ส่วนนั้นๆ

$X_5 X_6 X_7 =$  ให้หมายถึง 3 หลักสุดท้ายได้กล่าวไว้แล้ว ซึ่งในส่วนนี้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนก็ได้ เครื่องจะใส่ให้เองโดยอัตโนมัติ สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องเปลี่ยนให้ตรงคือ First four Digit สมมุติว่าเครื่องอยู่ในพื้นที่กองทัพภาค ที่ 1 เลขหมายควรจะเป็น เช่น 1001601 หมายถึง CPX-200 ของ เครื่อง DX-200B ตัวที่ 1 ในพื้นที่กองทัพภาคที่ 1 หรือ 1001201 หมายถึง SP200 ของ เครื่อง DX-200B ตัวที่ 1 ในพื้นที่กองทัพภาคที่ 1 หรือ 1001101 หมายถึง DMU-220 ของ เครื่อง DX-200B ตัวที่ 1 ในพื้นที่กองทัพภาคที่ 1 เป็นต้น

๘ ๘ ๘ ๘ ๘ ๘ ๘ ๘