บทที่ 3
การวางแผนปฏิบัติงาน

ก่อนจะปฏิบัติงานสำรวจใดๆก็ตาม สมควรมีการวางแผนการปฏิบัติงานล่วงหน้าให้เรียบร้อยเสียก่อน เพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ ผลงานที่ได้รับมีความถูกต้อง,รวดเร็ว และ ประหยัด การรังวัดดาวเทียมก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องมีการวางแผนเสียก่อน Shiffer (1990) ได้ให้รายละเอียดการวางแผนการรังวัดดาวเทียมไว้ดังนี้

3.1 <u>การวางแผนเบื้องต้น</u>

เป็นการหาข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ ในโครงการที่จะปฏิบัติงาน และ เตรียมการปฏิบัติงาน มีรายละเอียดดังนี้

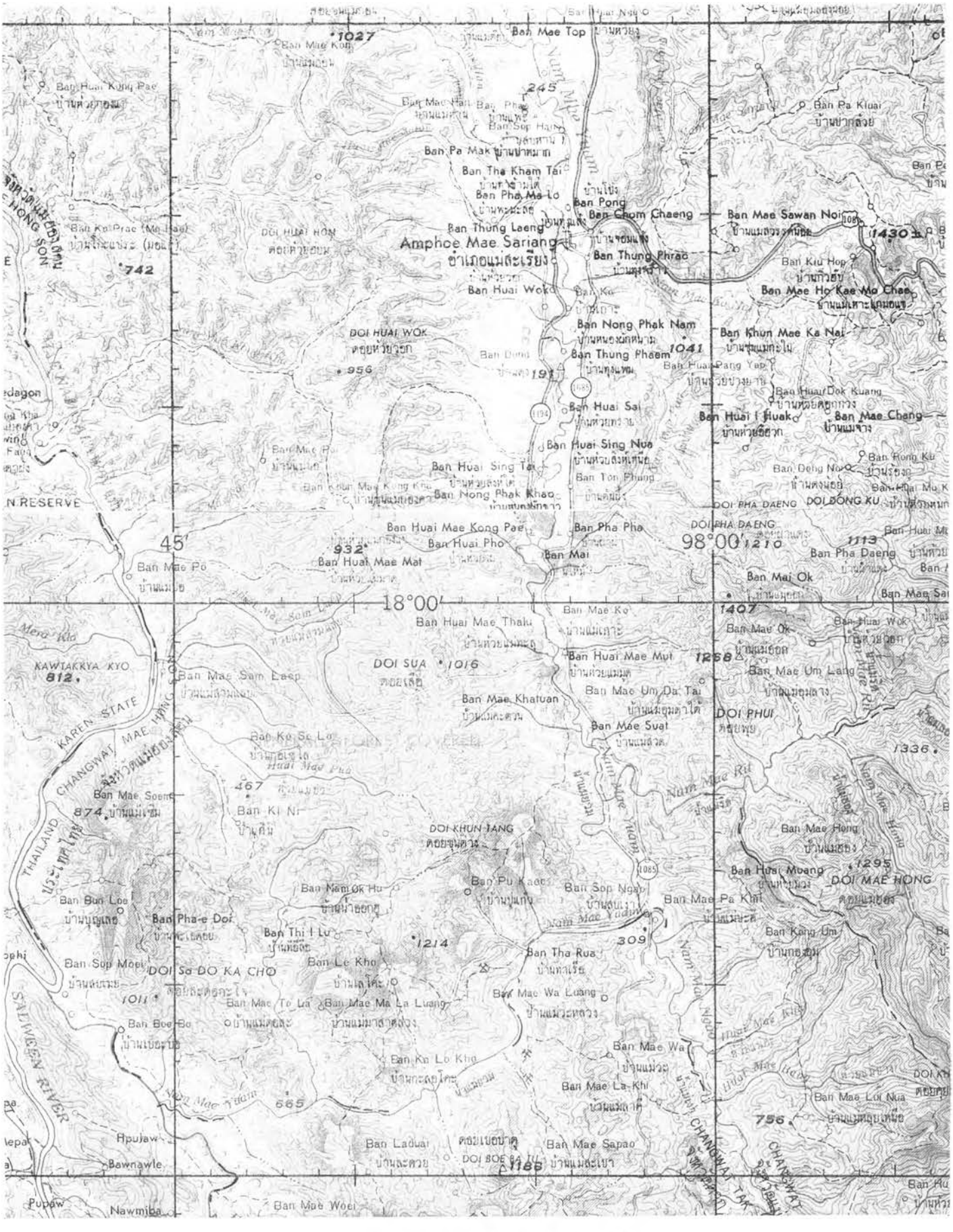
3.1.1 การสำรวจเบื้องต้น (RECONNAISSANCE)

เป็นการศึกษาพื้นที่ที่ต้องการ ทำการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ด้วยแผนที่มาตราส่วนเล็ก และมาตราส่วนใหญ่ที่สุดเท่าที่หาได้ หาเส้นทางเดินทางที่รถยนต์สามารถไปถึงใกล้ที่สุด พร้อมทั้งออกสนามไปเพื่อศึกษาเส้นทางเหล่านั้นจริงๆ (ดังรูป ที่ 3.1)

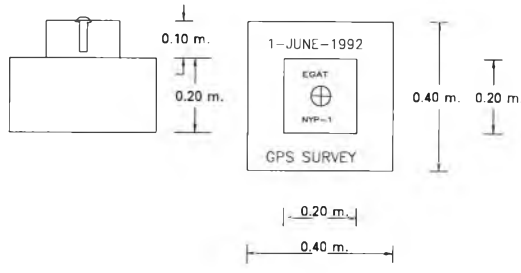
3.1.2 สร้างหมุดหลักฐาน

เมื่อศึกษาเส้นทางต่างๆเรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นการเลือกตำแหน่ง เพื่อสร้างหมุดหลักฐาน หมุดหลักฐานจีพีเอส ไม่ควรตั้งอยู่ใกล้ๆ ตึกสูง,ต้นไม้ใหญ่,เชิงเขา เพราะสิ่งเหล่านี้จะปิดกั้นสัญญาณจากดาวเทียมที่ส่งมายังเครื่องรับ และไม่ควรตั้งใกล้ สถานีวิทยุ,สถานีโทรคมนาคม,แนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เพราะสิ่งเหล่านี้ จะมีคลื่นรบกวนคลื่นสัญญาณจากดาวเทียมได้ ถ้าหลีกเลี่ยงได้ควรหลีกเลี่ยง

เนื่องด้วยการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ให้ผลลัพธ์เป็นค่าพิกัดที่มีความถูกต้องสูงมาก และเครื่องมือที่ใช้ก็มีราคาแพงมาก ดังนั้นหมุดหลักฐานที่ใช้ในการทำงานรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ควรเป็นหมุดหลักฐานถาวร เพื่อใช้เป็นหมุดควบคุมสำหรับการปฏิบัติงานในโครงการนั้นๆ หรือ สำหรับโครงการอื่นในบริเวณนั้นถ้ามีและ โครงการอื่นๆต่อไปในอนาคต หมุดหลักฐานของการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส สมควรเป็นหมุดคอนกรีต ที่หล่อในพื้นที่ ตรงกลางฝังด้วยน้อตหัวผ่า (ดังรูป 3.2) ซึ่งจะให้ค่าพิกัดทั้งทางราบ และทางดิ่ง อย่างละเอียด หรือ อย่างน้อยก็ควรเป็นหมุดคอนกรีตที่หล่อสำเร็จแล้วนำไปฝัง ไม่สมควรเป็นหมุดไม้หรือ ตะปูตอกตามริมถนน



รูป 3.1 แผนที่บริเวณที่ทำการวิจัย



รูป 3.2 ตัวอย่างหมุดหลักฐานจีพีเอสที่ใช้ในการทำงานของ กฟผ.

3.1.3 การเปิดแนว

หมุดหลักฐานจีพีเอสบางหมุด อาจจำเป็นต้องอยู่ในป่าที่มีต้นไม้เป็นจำนวนมาก ซึ่งต้นไม้เหล่านี้จะเป็นอุปสรรคต่อการรังวัดดาวเทียมเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะที่มีมุมสูงจากหมุด มากกว่า 15^{o} กับแนวราบ ถ้ามีต้นไม้บังจะทำให้คลื่นสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมถูกขัดขวาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเปิดแนว เป็นการริดใบไม้ หรือ ตัดกิ่งไม้บริเวณใกล้หมุดหลักฐานจีพีเอส ที่มีมุมสูงมากกว่า 15^{o} กับแนวราบ เป็นต้นไป

3.1.4 ทำแผนที่หมุดหลักฐานจีพีเอส

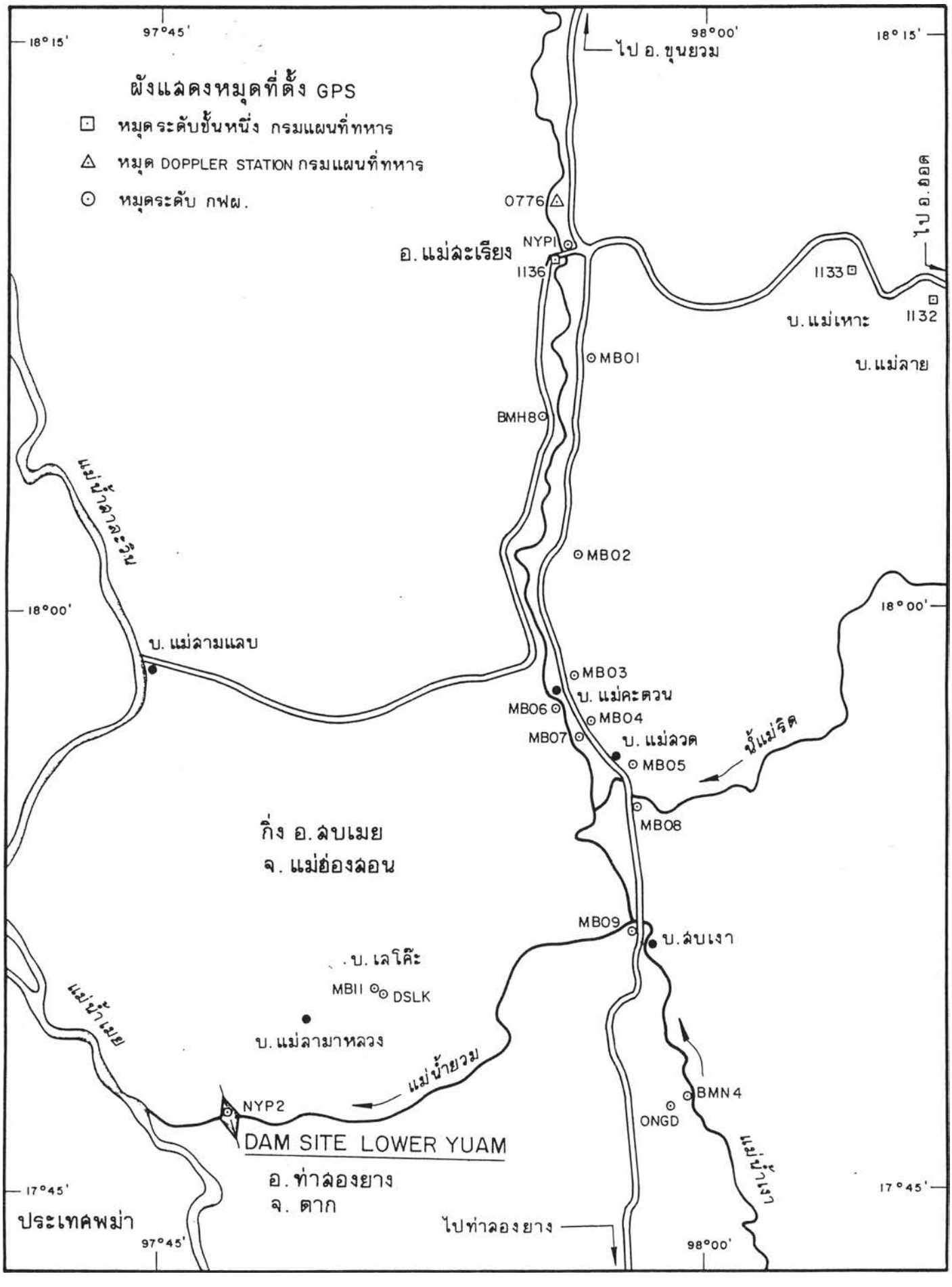
เป็นการทำแผนที่ตำแหน่งของหมุดหลักฐานจีพีเอสว่าอยู่ที่ หมู่บ้าน,อำเภอ,จังหวัดใด ดังรูป 3.3 พร้อมทั้งเส้นทางเข้าสู่หมุด ทั้ง ทางรถยนต์,ทางเรือ และทางเดินเท้า เวลาที่ใช้ในการเดินทาง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำงานสนามในการหาหมุดหลักฐาน และ การวางแผนปฏิบัติงานต่อไป

3.2 <u>การออกแบบโครงข่าย</u>

การรังวัดดาวเทียมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา มีค่าละเอียดถูกต้องสูง สมควรทำการรังวัดเป็นโครงข่าย เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีการตรวจสอบ และ ปรับแก้ โดยใช้การปรับแก้แบบ LEAST SQUARES ADJUSTMENT ดังนั้นค่ารังวัดที่ได้ต้องมากกว่าตัวไม่ทราบค่า (UNKNOWNS) จึงจะมีการปรับแก้ได้ โครงข่ายที่ใช้ในการรังวัดดาวเทียมจึงสมควรมีการออกแบบไว้ก่อน เพื่อผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องมาก และมีความเชื่อมั่นสูง หลักเกณฑ์ในการออกแบบโครงข่ายที่ต้องคำนึงถึงก็คือ

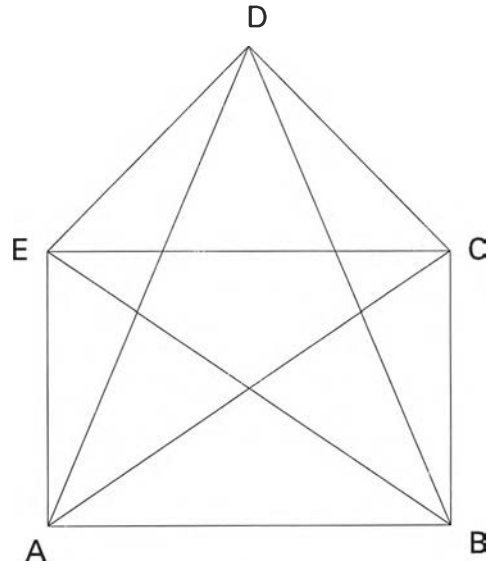
3.2.1 ความถูกต้องของงาน

การรังวัดดาวเทียมเพื่อหาเส้นฐาน ถ้าต้องการให้งานมีความละเอียดถูกต้องสูง โครงข่ายที่ออกแบบก็ต้องใช้การรังวัดเส้นฐานจำนวนมาก ถ้าต้องการความถูกต้องน้อยโครงข่ายที่ออกแบบ ก็สามารถใช้การรังวัดเส้นฐานจำนวนน้อยได้

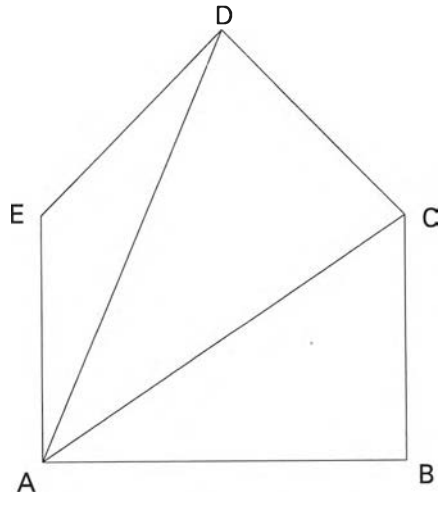


รูป 3.3 แผนที่ตำแหน่งและเส้นทางสู่หมุดหลักฐานจีพีเอส

การรังวัดเส้นฐานจำนวนมาก จะให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องสูง แต่ก็ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูงเช่นเดียวกัน ถ้างานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูงมาก การทำการรังวัดเส้นฐานจำนวนมากเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงเกินความจำเป็น ทำนองเดียวกัน การรังวัดเส้นฐานจำนวนน้อยเกินไปจะให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องลดลง รูป 3.4 A,B และ C แสดงโครงข่ายที่ออกแบบตามความต้องการความถูกต้องที่ต่างกัน

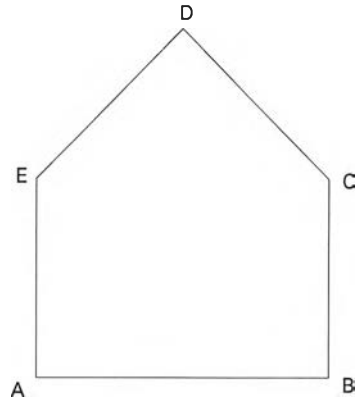


รูป 3.4 A โครงข่ายออกแบบตามความต้องการความถูกต้องสูงสุด



รูป 3.4 B โครงข่ายออกแบบตามความต้องการความถูกต้องปานกลาง

I1714517X



รูป 3.4 C โครงข่ายออกแบบตามความต้องการความถูกต้องน้อยสุด

การตัดสินใจว่าจะเลือกออกแบบโครงข่ายมีความถูกต้องสูงเท่าใด ขึ้นอยู่กับชั้นงานที่ต้องการ,เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และ งบประมาณค่าใช้จ่ายที่มี รูป 3.5 แสดงโคร่างข่ายที่ออกแบบในการวิจัยครั้งนี้

3.2.2 ความยาวเส้นฐาน

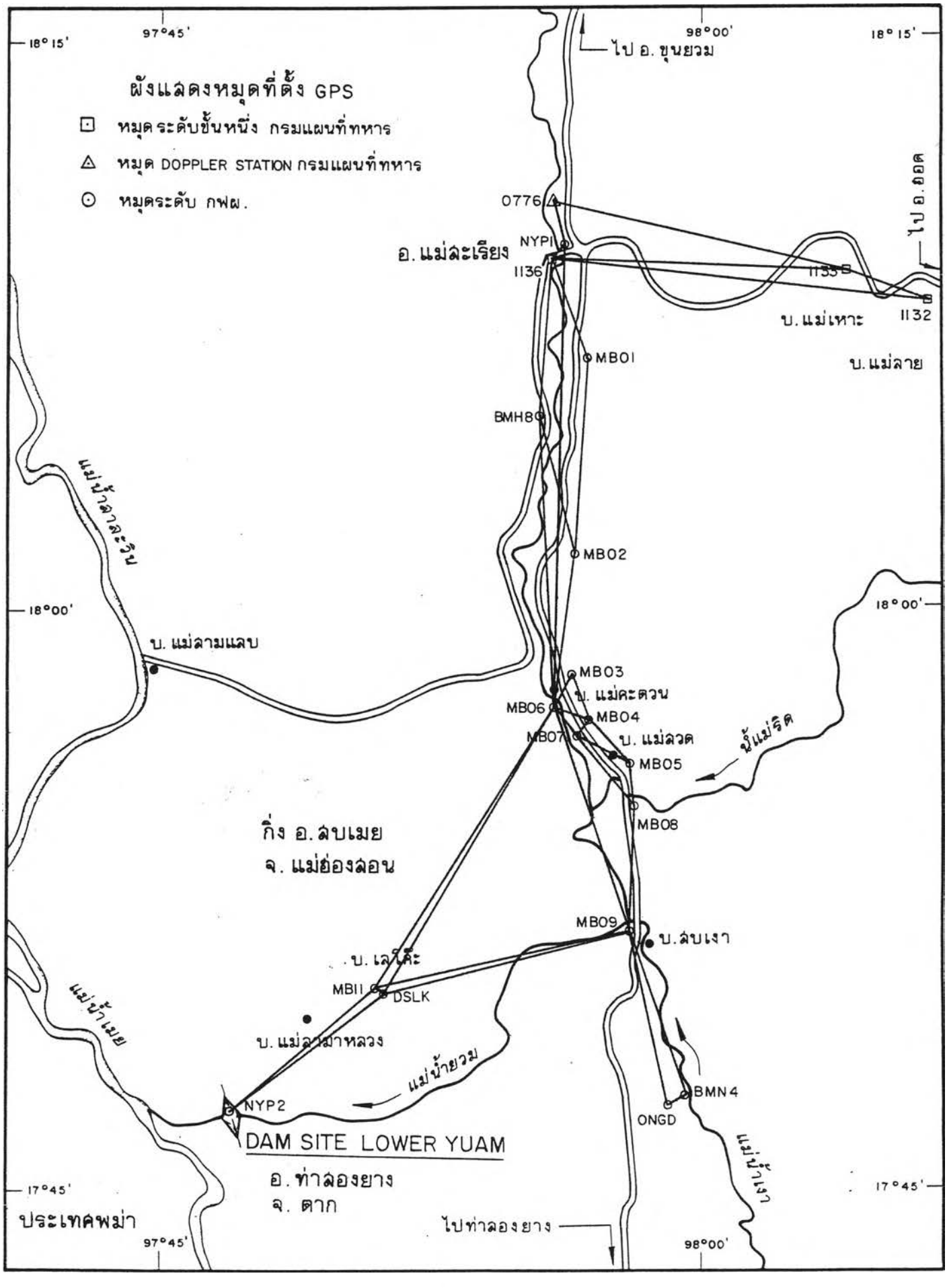
เนื่องด้วยการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ให้ความถูกต้องของความยาวเส้นฐานตามข้อกำหนดของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม 4000 SE และ โปรแกรมประมวลผลเส้นฐาน TRIMVEC อยู่ในเกณฑ์ความถูกต้อง 1 ซม. +/- (2 PPM.Xความยาวเส้นฐาน) และ การประมวลผลความยาวเส้นฐานเหล่านี้จะใช้แบบจำลองของชั้นบรรยากาศที่เหมือนกัน ดังนั้นความยาวเส้นฐานที่ยาวมากเกินไป ชั้นบรรยากาศระหว่างจุดปลายทั้ง 2 ด้าน จะมีสภาพต่างกัน ความยาวเส้นฐานที่ประมวลผลได้ก็จะมีความคลาดเคลื่อนสูง ส่วนเส้นฐานที่มีความยาวน้อยเกินไป ค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ที่มีอยู่จะสูง ความยาวเส้นฐานที่เหมาะสมสำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และโปรแกรมประมวลผลดังกล่าวข้างต้นคือ 5-20 กม.การออกแบบโครงข่ายจึงสมควรคำนึงถึงความยาวเส้นฐาน ควรใช้ความยาวเส้นฐานที่เหมาะสม

3.2.3 การเดินทางไปยังหมุดหลักฐาน

การออกแบบโครงข่ายต้องคำนึงถึง การเดินทางเข้าไปตั้งเครื่องรับที่หมุดหลักฐานด้วยหมุดหลักฐานใด ที่มีเส้นทางการเดินทางเข้าไปยังหมุดหลักฐานนั้น ยากลำบากไม่สะดวก จำนวนเส้นฐานที่เชื่อมโยงกับหมุดนั้น ก็สมควรมีให้พอเพียงสำหรับเป็นข้อมูล ในการประมวลผลหาตำแหน่งและการปรับแก้ไม่สมควรมีมากเกินไป เพราะจะทำให้เสียเวลามากขึ้น และ ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการรังวัดดาวเทียม

การออกแบบโครงข่ายจำเป็นต้องทราบว่า จะใช้เครื่องมือชนิดใด มีคุณสมบัติอย่างไรเพื่อให้ทราบถึง ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และ เวลาที่ใช้ในการรังวัดดาว



รูป 3.5 โครงข่ายที่ออกแบบ

เทียม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท TRIMBLE รุ่น 4000 SE จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

- TRIMBLE 4000 SE GPS. RECEIVER
- ANTENNA
- BATTERY
- OFFICE SUPPORT MODULE (OSM.)
- OSM. TO COMPUTER CABLE WITH 9 PIN CONNECTORS
- 4000 SE OPERATION MANUAL

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม TRIMBLE 4000 SE รุ่นนี้สามารถรับคลื่นสัญญาณดาวเทียมได้เฉพาะคลื่น L1 เท่านั้น

ก่อนจะออกแบบโครงข่ายงานใดๆก็ตาม สมควรศึกษาเครื่องมือให้ละเอียดเสียก่อนเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และ เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบโครงข่ายที่มีความยาวเส้นฐานทั้งระยะสั้น,ระยะปานกลาง และระยะยาว ตามรูปที่ 3.5 เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ของความยาวเส้นฐานในระยะทางที่ต่างกัน ว่าจะมีความถูกต้องแตกต่างกันอย่างไร

3.3 แผนการปฏิบัติงาน

เมื่อผ่านการวางแผนเบื้องต้น และ การออกแบบโครงข่ายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ แผนการปฏิบัติงาน ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

3.3.1 กำหนดวันเริ่มปฏิบัติงาน

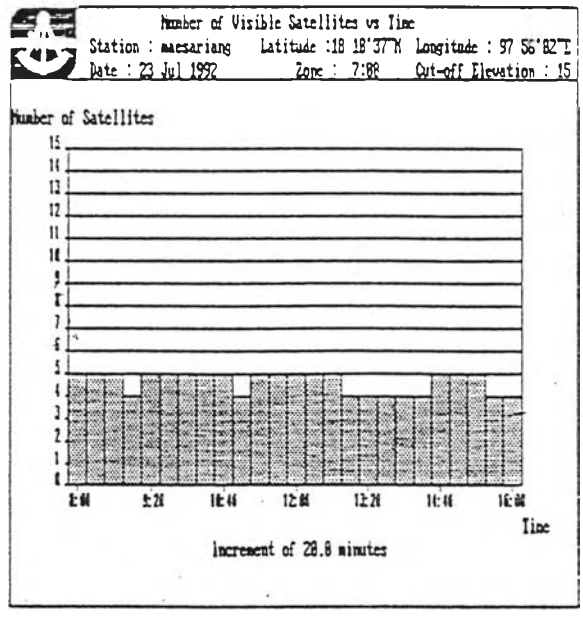
เพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ,ผู้ปฏิบัติงาน,สถานที่พัก และ ยานพาหนะ ให้เรียบร้อยก่อนวันเริ่มปฏิบัติงาน

3.3.2 ตรวจสอบจำนวนดาวเทียม ,รูปทรงเรขาคณิตดาวเทียม ,มุมสูง และ มุมภาคทิศเหนือของดาวเทียม เท่าที่จำเป็น ณ.สถานที่และวันที่ปฏิบัติงานเพื่อเลือกเวลาและระยะเวลา ในการปฏิบัติงานให้เหมาะสม สิ่งเหล่านี้มีอยู่ในโปรแกรม PLAN ซึ่งเป็นโปรแกรมเตรียมงานของบริษัทผู้ผลิตเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจัดให้มา การตรวจสอบสิ่งต่างๆข้างต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

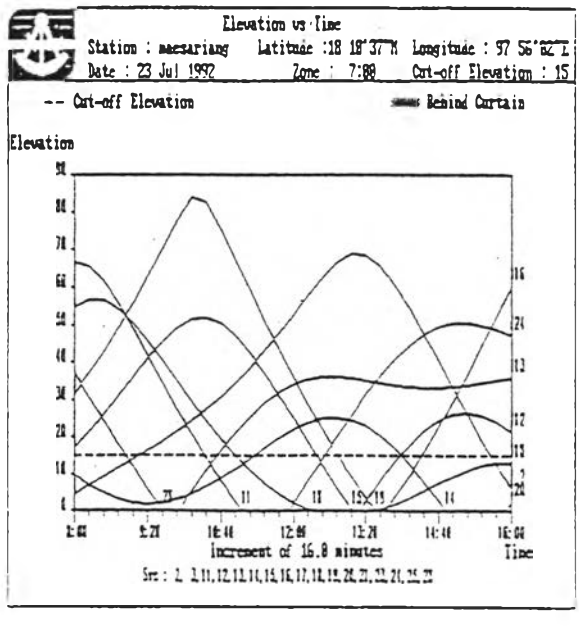
3.3.2.1 ตรวจสอบจำนวนดาวเทียม และ เวลา (NUMBER OF VISIBLE SATELLITES VS TIME) เพื่อดูว่าเวลาที่ปฏิบัติงานขณะนั้นรับสัญญาณดาวเทียมได้ทั้งหมดกี่ดวง ดังรูป 3.6

3.3.2.2 ตรวจสอบมุมสูงและเวลาของดาวเทียม (ELEVATION VS TIME) ระหว่างวันที่ปฏิบัติงาน โดยมีมุมสูงที่กำหนดไว้อย่างต่ำ 15^{o} (CUT OFF ELEVATION) หมายถึงว่าดาวเทียมดวงใดมีมุมสูงต่ำกว่า 15^{o} จะไม่รับสัญญาณดาวเทียมจากดวงนั้น เนื่องจากมุมสูงที่ต่ำกว่า 15^{o} จะมีต้นไม้หรือสิ่ง

ต่างๆมาบังสัญญาณจากดาวเทียมเป็นจำนวนมาก ทำให้สัญญาณที่ได้รับไม่ถูกต้อง ดังรูป 3.7



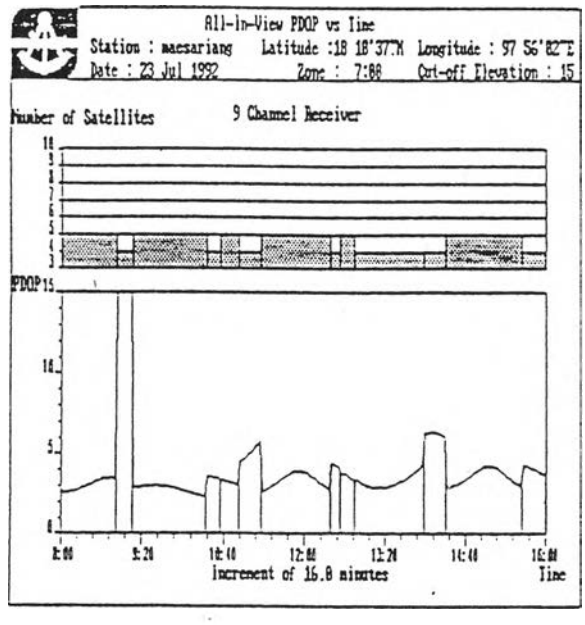
รูป 3.6 NUMBER OF VISIBLE SATELLITES VS TIME



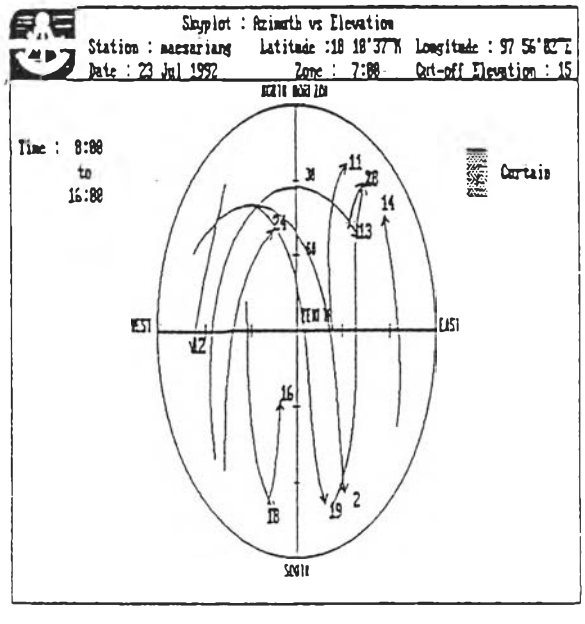
รูป 3.7 ELEV VS TIME

3.3.2.3 ตรวจสอบ PDOP และ เวลา (ALL IN VIEW PDOP VS TIME)เพื่อดูว่าเวลาที่

ปฏิบัติงานช่วงไหนมี PDOP เท่าใด PDOP ที่มีค่ามากกว่า 7 จะให้ค่าความถูกต้องในการหาตำแหน่งต่ำลง จึงจำเป็นต้องเพิ่มเวลารับสัญญาณดาวเทียมเพิ่มขึ้น ดังรูป 3.8



รูป 3.8 ALL IN VIEW PDOP VS TIME



รูป 3.9 SKYPLOT

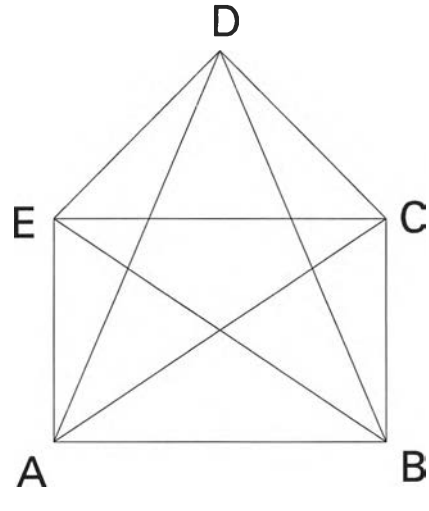
3.3.2.4 ตรวจสอบ SKYPLOT เป็นการตรวจสอบ มุมภาคทิศเหนือ และ มุมสูงของดาวเทียม แต่ละดวงที่สามารถทำการรังวัดได้ โดยแสดงให้เห็นว่าดาวเทียมเหล่านั้น โคจรมาจากทิศใด และมีมุมสูงเท่าใด ดังรูป 3.9

จากการตรวจสอบทั้งหมดที่กล่าวมา ทำให้ทราบถึง จำนวนดาวเทียม มุมสูงของดาวเทียม มุมภาคทิศเหนือของดาวเทียม และ PDOP ในช่วงเวลาปฏิบัติงาน สิ่งเหล่านี้ทำให้เรากำหนดเวลาเริ่มปฏิบัติงาน และเวลาที่ต้องใช้รับสัญญาณดาวเทียมได้ ปกติการรังวัดดาวเทียมจะใช้เวลาประมาณ 1.5 - 2 ชั่วโมง ถ้าตรวจสอบสิ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเห็นว่า บางช่วงเวลามี PDOP สูงมากจนใช้ไม่ได้ ดาวเทียมมีมุมสูงต่ำไปจำนวนดาวเทียมมีน้อยกว่าที่กำหนด ในบางทิศทางจากหมุดหลักฐานต้องมีมุมสูงมากกว่า15^{o} มาก จึงรับสัญญาณดาวเทียมได้ เนื่องจากถูกบังจาก ต้นไม้ใหญ่ ภูเขาสูง หรือ สิ่งก่อสร้าง ทำให้ต้องใช้เวลาในการรับสัญญาณดาวเทียมเพิ่มมากขึ้นอีก

ในการทำวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน เป็นลักษณะภูเขา (MOUNTAINOUS AREA) และการเดินทางไปปฏิบัติงานในบางหมุดหลักฐานยากลำบากมาก จึงกำหนดเวลารับสัญญาณดาวเทียมไว้ 3 ชั่วโมง เพื่อป้องกันข้อมูลที่ได้มาไม่เพียงพอ และ ต้องกลับไปซ่อมงานอีก ทำให้สิ้นเปลืองเวลา และ ค่าใช้จ่าย โดยไม่จำเป็น

3.3.3 กำหนด SESSION ของงาน

SESSION คือ การตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมทั้งหมดพร้อมกันทั้งหมดทุกเครื่องตามหมุดหลักฐานต่างๆ และ ทำการรังวัดดาวเทียมพร้อมกัน 1 SESSION จะได้ความยาวเส้นฐานที่เป็นอิสระต่อกัน เท่ากับ จำนวนเครื่อง - 1 เช่น ดังรูป 3.10 เครื่องรับทั้งหมดมี 5 เครื่อง ทำการรังวัดดาวเทียมพร้อมกัน จะได้ความยาวเส้นฐานทั้งหมด 10 เส้น แต่ความยาวเส้นฐานที่เป็นอิสระต่อกันมีเพียง 4 เส้น ความยาวเส้นฐานที่เหลือสามารถหาได้จาก 4 เส้นที่เป็นอิสระต่อกัน เราสามารถเลือก4 เส้นใดก็ได้เป็นตัวแทนใน SESSION นี้



รูป 3.10 การรังวัดดาวเทียม 1 SESSION

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมทั้งหมด 3 เครื่อง และกำหนด SESSION ในการปฏิบัติงาน ตามโครงข่ายที่ออกแบบ และ ข้อมูลที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดข้างต้น การวางแผนปฏิบัติงาน ปฏิบัติงานที่ดี จะสามารถกำหนดจำนวนวันที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และ ค่าใช้จ่าย ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด