

โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ลิงก์บัตเจตสำหรับดาวเทียม  
ที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์  
LINK BUDGET ANALYSIS FOR SOFTWARE DEFINED SATELLITE  
SIMULATOR



โดย  
นายกฤษณ์ชนะ อินทร์สุข  
นายธนาเดช ต้นไทย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ลิงก์บัตเจตสำหรับดาวเทียม  
ที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์  
LINK BUDGET ANALYSIS FOR SOFTWARE DEFINED SATELLITE  
SIMULATOR



โดย  
นายกฤษณ์ชนะ อินทร์สุข 63010037  
นายธนาเดช ต้นไทย 63010438

อาจารย์ที่ปรึกษา  
ดร.พีระเมศร์ โชติกวีกิจญาดา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ลิงก์บัตเจตสำหรับดาวเทียมที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์

LINK BUDGET ANALYSIS FOR SOFTWARE DEFINED SATELLITE SIMULATOR

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษณ์ชนะ อินทร์สุข 63010037
2. นายธนาเดช ตันไทย 63010438



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.พีระเมศร์ โชติกวีกิจญาดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ถึงกักบังเจตสำหรับดาวเทียมที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์” จะไม่สำเร็จลุล่วงตามที่วางแผนไว้ไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับการอนุเคราะห์และสนับสนุนจาก ดร.พีระเมศร์ โชติกวีกิจญาดา ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและแนวทางที่ดีที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและการแก้ปัญหาอนุญาตให้ใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานรวมถึงให้ประสบการณ์การทำงานต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในอนาคต

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านคอยให้กำลังใจ รวมถึงความห่วงใย และแรงบันดาลใจที่ช่วยผลักดันให้ผู้จัดทำทำงานได้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาทุกท่านด้านการศึกษาและให้กำลังใจด้วยดี

นายกฤษณ์ชนะ  
นายธนาเดช

อินทร์สุข  
ตันไทย  
ผู้จัดทำ

โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ลิงก์บิตเจตสำหรับดาวเทียมที่  
กำหนดโดยซอฟต์แวร์  
LINK BUDGET ANALYSIS FOR SOFTWARE DEFINED  
SATELLITE SIMULATOR

โดย นายกฤษณ์ชนะ อินทร์สุข 63010037  
นายธนาเดช ต้นไทย 63010438

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พิระเมศร์ โชติกวีกิจญาตา

### บทคัดย่อ

ดาวเทียมความเร็วสูงที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ (Software Defined High Throughput Satellite) เป็นเทคโนโลยีดาวเทียมที่สามารถปรับความถี่ กำลังส่ง ความกว้างของลำคลื่น รวมทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ และปริมาณช่องสัญญาณในการให้บริการได้ โดยสามารถรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลสูง แต่เนื่องจากดาวเทียมประเภทนี้ใช้เทคโนโลยีใหม่ ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องมือที่รองรับเทคโนโลยีดาวเทียมที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ ดังนั้นปริญญาานิพนธ์นี้จึงพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบตามความต้องการที่เปลี่ยนไปของผู้ใช้บริการ ซึ่งมีความหลากหลาย โดยระบบจะแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยในส่วนแรกคือ Front-end ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบ UX/UI และออกแบบพิกัดตำแหน่งของลำคลื่น ในส่วนที่สองคือ Back-end ซึ่งประกอบไปด้วยฐานข้อมูล เซิร์ฟเวอร์ และการคำนวณประสิทธิภาพของการสื่อสาร

## ABSTRACT

THE SOFTWARE DEFINED HIGH THROUGHPUT SATELLITE, A TECHNOLOGICAL INNOVATION CHARACTERIZED BY ITS ADAPTABILITY IN TERMS OF FREQUENCY, TRANSMISSION POWER, BEAM WIDTH, AND BANDWIDTH UTILIZATION WITHIN THE SERVICE AREA, WITH A PRIMARY AIM OF FACILITATING HIGH THROUGHPUT DATA TRANSMISSION. WHICH IN THAILAND HAS NOT HAD A TOOL TO SUPPORT SOFTWARE-DEFINED SATELLITE TECHNOLOGY. THEREFORE, THIS THESIS DEVELOPS A TOOL TO EVALUATE SYSTEM PERFORMANCE ACCORDING TO THE CHANGING NEEDS OF USERS, WHICH ARE DIVERSE. THE SYSTEM IS DIVIDED INTO TWO PARTS. THE FIRST PART IS FRONT-END, WHICH CONSISTS OF THE UX/UI DESIGN AND THE POSITIONAL COORDINATE DESIGN OF THE BEAM. THE SECOND PART IS THE BACK-END, WHICH CONSISTS OF A DATABASE, SERVER, AND COMMUNICATION PERFORMANCE CALCULATION.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XII
<b>บทที่ 1</b>	
<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>2</b>
2.1 HIGH THROUGHPUT SATELLITE	2
2.1.1 SOFTWARE DEFINED HIGH THROUGHPUT SATELLITE (SD-HTS)	2
2.2 SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEM	3
2.2.1 LOOK ANGLE	3
2.2.1.1 ระยะทางจากสถานีภาคพื้นถึงดาวเทียม	3
2.2.1.2 ELEVATION	4
2.2.1.3 AZIMUTH	4
2.2.2 สายอากาศส่งของดาวเทียม	5
2.2.2.1 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น	5
2.2.2.2 กำลังขยายของสายอากาศ	6
2.2.3 LINK BUDGET	6
2.2.3.1 กำลังสัญญาณคลื่นพาหะที่ได้รับ	6

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3.2 กำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณ	7
รบกวน	
2.2.3.3 กำลังสัญญาณคลื่นพาห์ที่รับได้ต่อกำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวน	7
2.2.4 คลื่นไมโครเวฟ	8
2.2.4.1 FREQUENCY REUSE	8
2.3 เว็บไซต์	9
2.3.1 FRONT-END	9
2.3.1.1 HTML	9
2.3.1.2 CSS	9
2.3.1.3 JAVASCRIPT	9
2.3.1.4 BOOTSTRAP	10
2.3.2 BACK-END	10
2.3.2.1 PYTHON	11
2.3.2.2 DJANGO	11
2.3.2.3 MYSQL	11
2.3.3 USER INTERFACE	11
2.3.4 USER EXPERIENCE	12
2.4 VISUAL STUDIO CODE	12
<b>บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์</b>	<b>13</b>
3.1 การออกแบบ	13
3.1.1 การออกแบบระบบ	13
3.1.2 การออกแบบ FRONT-END	13
3.1.2.1 เว็บไซต์ยืนยันตัวตน	14

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2.2 เรียบแอปพลิเคชัน	15
3.1.2.3 การออกแบบ UX และ UI	23
3.1.3 การออกแบบ BACK-END	31
3.1.3.1 การออกแบบระบบคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	33
3.2.1 คอมพิวเตอร์	33
3.2.2 โปรแกรม VISUAL STUDIO CODE	33
3.2.3 โปรแกรม MYSQL	33
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	34
3.3.1 การทดสอบหน้าเว็บยืนยันตัวตน	34
3.3.2 การทดสอบ FRONT-END	34
3.3.2.1 ปุ่ม BEAM INFO	34
3.3.2.2 ปุ่ม SHOW VALUE	34
3.3.2.3 ปุ่ม USER INFO	34
3.3.2.4 ปุ่ม REMOVE USER	34
3.3.2.5 ปุ่ม MOVE TOOL	34
3.3.2.6 ปุ่ม GRAPH	34
3.3.3 การทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง	34
3.3.3.1 ลำดับที่ที่กำหนดไว้ภายในระบบ	34
3.3.3.2 ลำดับที่สร้างจากผู้ใช้งาน	34
3.3.4 การทดสอบระบบฐานข้อมูล	34
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	<b>35</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1 ผลการทดสอบหน้าเว็บยืนยันตัวตน	35
4.2 ผลการทดสอบ FRONT-END	36
4.2.1 ปุ่ม BEAM INFO	36
4.2.2 ปุ่ม SHOW VALUE	38
4.2.3 ปุ่ม USER INFO	40
4.2.4 ปุ่ม REMOVE USER	41
4.2.5 ปุ่ม MOVE TOOL	43
4.2.6 ปุ่ม GRAPH	44
4.3 ผลการทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึง ปลายทาง	45
4.3.1 ลำคลื่นที่กำหนดไว้ในระบบ	45
4.3.2 ลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน	47
4.4 ผลการทดสอบระบบฐานข้อมูล	49
<b>บทที่ 5   สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>52</b>
5.1 สรุปผล	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>53</b>
<b>ภาคผนวก   ระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง</b>	<b>55</b>

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	เปรียบเทียบลำดับคลื่นของดาวเทียมแบบดั้งเดิม กับ HTS	2
2.2	การสื่อสารระหว่างเครื่องส่งต้นทางและเครื่องรับ	3
2.3	รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ	5
2.4	ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟแบ่งตามตัวอักษร	8
2.5	การใช้ความถี่ซ้ำแบบแบ่งอัตราส่วน (FRACTIONAL FREQUENCY REUSE)	8
2.6	โครงสร้างของ AJAX	10
3.1	บล็อกไดอะแกรมของการจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารสำหรับดาวเทียม	13
3.2	แผนผัง FRONT-END	14
3.3	เว็บยืนยันตัวตน	15
3.4	เว็บแอปพลิเคชัน	15
3.5	เมื่อกดปุ่ม BEAM INFO	16
3.6	เมื่อกดปุ่ม ADD ROW	16
3.7	กดที่กล่องด้านหน้าแต่ละแถว	17
3.8	เมื่อทำการกดปุ่ม DELETE ROW	17
3.9	ช่องสำหรับใส่ค่าพารามิเตอร์	17
3.10	เมื่อทำการใส่ใส่ค่าพารามิเตอร์จะประกอบด้วย ละติจูด ลองจิจูด ความถี่ รัศมี และ เป็นการเลือก แบนด์วิดท์ และ สี จากนั้นกดปุ่ม PIN SPOT BEAM	18
3.11	ผลลัพธ์จากการกดปุ่ม PIN SPOT BEAM	18
3.12	ผลลัพธ์หลังจากการกดปุ่ม DELETE-SPOTBEAM	19
3.13	เมื่อทำการกดปุ่ม SHOW VALUE	19
3.14	ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางในด้าน FORWARD	20

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.15 ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางในด้าน RETURN	20
3.16 ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง	21
3.17 ปุ่ม USER INFO	21
3.18 ปุ่ม REMOVE USER	22
3.19 ปุ่ม MOVE TOOL	22
3.20 ปุ่ม GRAPH	23
3.21 เครื่องหมายบวกและลบใช้ในการขยายแผนที่ให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้น	24
3.22 ปุ่มสำหรับพิมพ์เพื่อหาสถานที่	24
3.23 ผลลัพธ์จากการใช้เมาส์คลิกสองครั้งบนแผนที่	25
3.24 เครื่องหมายเพื่อแสดงตำแหน่ง GROUND STATION และ ดาวเทียมของบริษัทไทยคม	25
3.25 การแสดงผลของลำคลื่นและหมุดผู้ใช้งาน	26
3.26 การแสดงผลเครื่องหมายตรงกลางลำคลื่น	26
3.27 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีส้ม	27
3.28 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีดำ	27
3.29 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีแดง	28
3.30 เมื่อกดเครื่องหมายผู้ใช้งานแสดงแถบ SHOW VALUE และค่าใน USER INFO	28
3.31 ก่อนการย้ายตำแหน่งเครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่	29
3.32 หลังการย้ายตำแหน่งเครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่	29
3.33 การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาสร้างบนแผนที่	30

## สารบัญรูป (ต่อ)

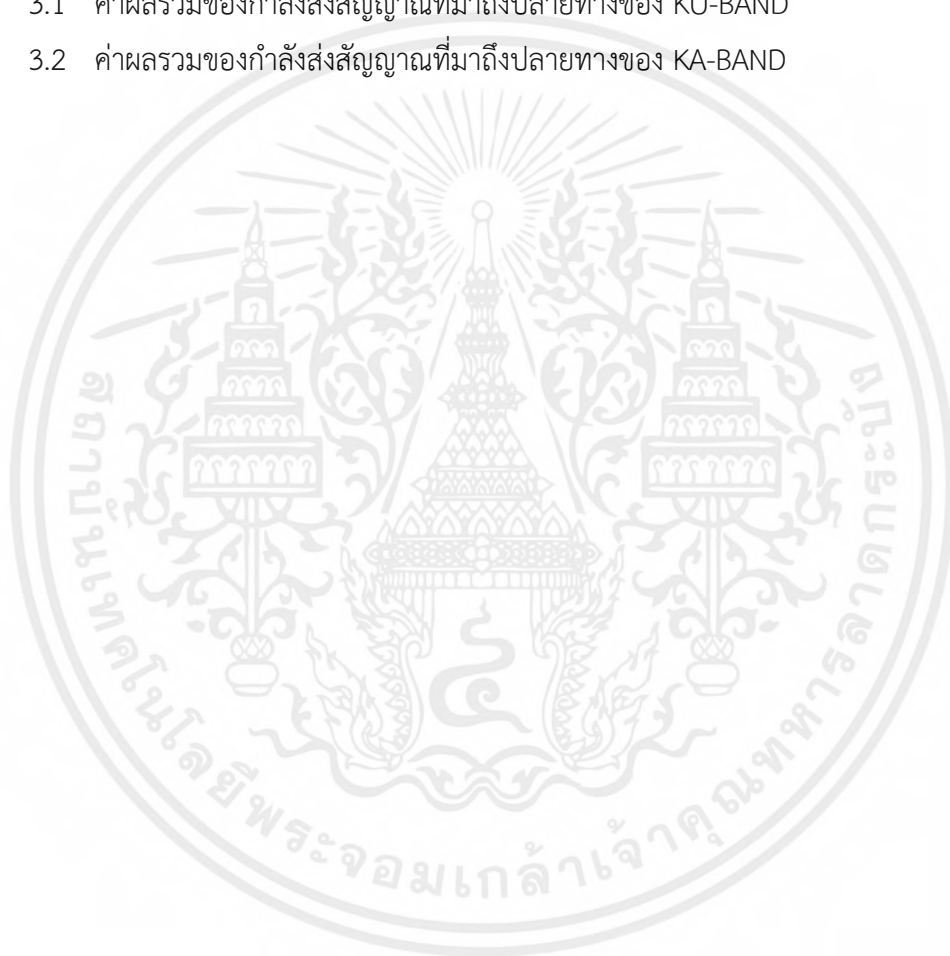
	หน้า	
3.34	เส้นทางการส่งข้อมูลจาก USER ผ่าน FRONT-END และ BACK-END	31
3.35	กราฟเปรียบเทียบค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางระหว่าง KA-BAND และ KU-BAND บนขนาดของสายอากาศเครื่องส่ง	33
4.1	เว็บยืนยันตัวตน	35
4.2	หลังจากทำการกดยืนยันตัวตน	35
4.3	กดปุ่ม BEAM INFO	36
4.4	การใส่ค่าพารามิเตอร์	36
4.5	ลำคลื่นถูกสร้างลงบนแผนที่	37
4.6	การใส่ค่าพารามิเตอร์หลายๆค่า	37
4.7	ลำคลื่นถูกสร้างลงบนแผนที่	37
4.8	ผลลัพธ์ฝั่ง FORWARD-UPLINK	38
4.9	ผลลัพธ์ฝั่ง FORWARD-DOWNLINK	39
4.10	ผลลัพธ์ของ RETURN-UPLINK	39
4.11	ผลลัพธ์ของ RETURN-DOWNLINK	40
4.12	ผลลัพธ์ของปุ่ม USER INFO	41
4.13	ก่อนทำการกดปุ่ม REMOVE USER	42
4.14	กดปุ่ม REMOVE USER แบบ ONE USER	42
4.15	กดปุ่ม REMOVE USER แบบ ALL USERS	43
4.16	ก่อนทำการกดปุ่ม MOVE TOOL	43
4.17	หลังจากการเคลื่อนย้ายตำแหน่งลำคลื่น	44
4.18	ผลลัพธ์จากการกดปุ่ม GRAPH	44
4.19	แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	45
4.20	แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	46

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
4.21 แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	46
4.22 แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	47
4.23 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน	48
4.24 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน	48
4.25 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน	49
4.26 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน	49
4.5 ค่าลำคลื่นที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	50
4.6 ค่า FORWARD-DOWNLINK ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	50
4.7 ค่า FORWARD-UPLINK ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	50
4.8 ค่า RETURN-DOWNLINK ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	50
4.9 ค่า RETURN-UPLINK ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	51
4.10 ค่าผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล	51
4.19 แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	45
4.20 แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ	46

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เงื่อนไขการคำนวณ AZIMUTH	5
3.1	ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางของ KU-BAND	32
3.2	ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางของ KA-BAND	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดาวเทียมบรอดแบนด์รุ่นใหม่ ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงแบบ Software Defined High Throughput Satellite (SD-HTS) ที่ย่านความถี่ Ku และ Ka ซึ่งมีแบนด์วิดท์ที่กว้างทำให้สามารถรองรับการสื่อสารความเร็วสูง หรือ อินเทอร์เน็ตจากดาวเทียมได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ ปริมาณช่องสัญญาณ รูปแบบการเข้ารหัสสัญญาณ เพื่อชดเชยค่าสัญญาณที่ถูกลดทอนให้ได้ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง (Link Budget) ที่เหมาะสม

ณ ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องมือที่จะรองรับเทคโนโลยีขั้นสูงแบบ SD-HTS ได้ ซึ่งทำให้เราเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือนี้ เพื่อเตรียมความพร้อมในการใช้งาน SD-HTS ภายในประเทศเราจึงมุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือที่จำลองการใช้งานดาวเทียมที่สามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ เช่น พลังงาน ความถี่ หรือ แบนด์วิดท์ เป็นต้น เพื่อสังเกตค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง (Link Budget) ที่แปรผันตามพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนไป ทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพรวมในการใช้งานดาวเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

### 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้งานดาวเทียมที่สามารถปรับค่าได้จากภาคพื้นดิน
- 2) เพื่อศึกษาการใช้พลังงาน ความถี่ และแบนด์วิดท์ของดาวเทียมในปัจจุบัน
- 3) เพื่อศึกษาการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อ

### 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- 1) พัฒนา Front-end และ ออกแบบ UX/UI สำหรับการใช้งานหน้าเว็บไซต์
- 2) พัฒนา Back-end ในด้านของฐานข้อมูล และเซิร์ฟเวอร์
- 3) พัฒนาโปรแกรมคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง โดยสามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

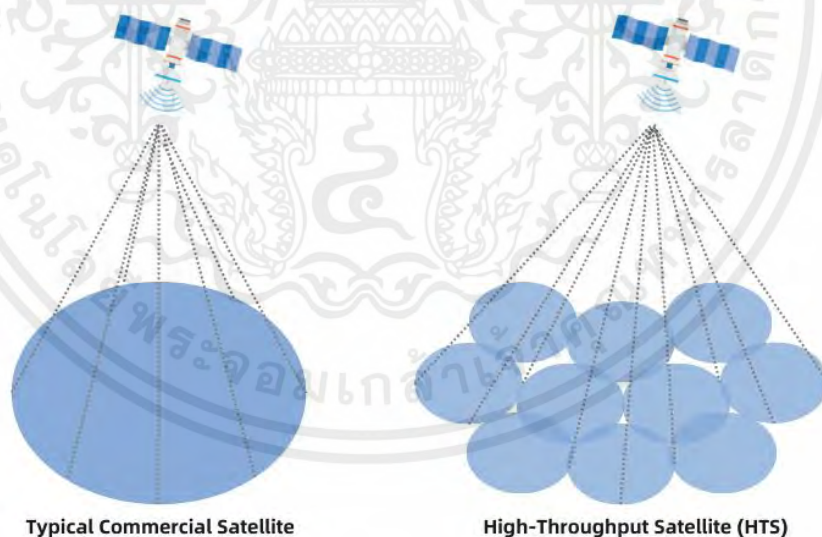
## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาบัตรเรื่องโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารสำหรับดาวเทียมที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ได้ทำการออกแบบ และพัฒนา โดยมีทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### 2.1 High Throughput Satellite

High Throughput Satellite (HTS) เป็นเทคโนโลยีอวกาศที่ออกแบบมาเพื่อให้มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่สูงขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับดาวเทียมแบบดั้งเดิม แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 HTS สามารถแบ่งออกเป็นวงโคจร geostationary orbit (GEO) และ non-geostationary orbit (NGSO) ตามวงโคจรที่ต่างกัน ปัจจุบันดาวเทียม HTS ที่ใช้ในวงโคจรส่วนใหญ่เป็น GEO



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบลำคลื่นของดาวเทียมแบบดั้งเดิม กับ HTS

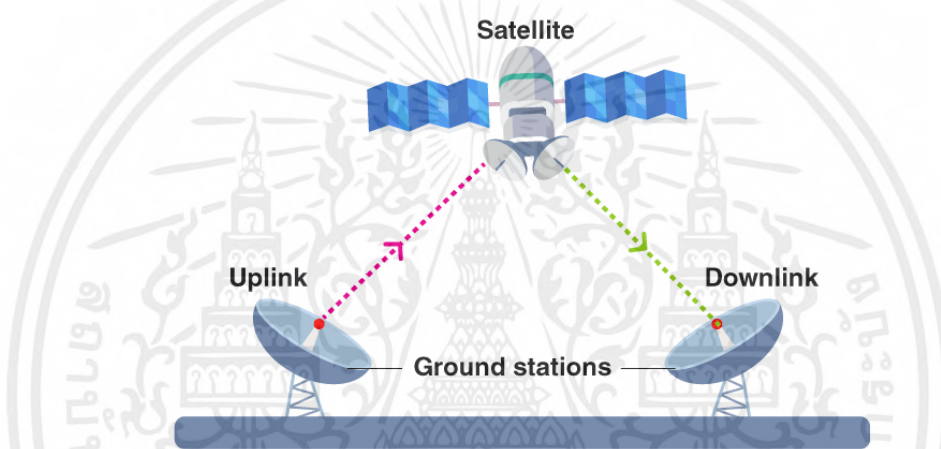
##### 2.1.1 Software Defined High Throughput Satellite (SD-HTS)

ดาวเทียมที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ (SD-HTS) คือระบบดาวเทียมที่ใช้เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ขั้นสูงเพื่อจัดการฟังก์ชันและความสามารถของระบบ ทำให้มีความยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนได้ และอัปเดตได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดาวเทียมที่ใช้ฮาร์ดแวร์แบบดั้งเดิม ด้วยการนำแนวทางที่เน้นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอฟต์แวร์เป็นศูนย์กลาง ดาวเทียมเหล่านี้สามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ใช้ ตลาด และแอปพลิเคชันได้ดีขึ้น

## 2.2 Satellite Communications System

ดาวเทียมสื่อสารเป็นดาวเทียมที่ถ่ายทอดและขยายสัญญาณวิทยุโทรคมนาคมผ่านช่องสัญญาณ สร้างช่องทางการสื่อสารระหว่างเครื่องส่งต้นทางและเครื่องรับ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนโลก แสดงได้ดังรูปที่ 2.2 ดาวเทียมสื่อสารใช้สำหรับโทรศัพท์ โทรทัศน์ วิทยุ อินเทอร์เน็ต และการทหาร โดยดาวเทียมสื่อสารส่วนใหญ่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้า



รูปที่ 2.2 การสื่อสารระหว่างเครื่องส่งต้นทางและเครื่องรับ

### 2.2.1 Look angle

การชี้ตำแหน่งของดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าใช้เมื่อต้องการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียม หรือต้องการติดตั้งจานดาวเทียม

#### 2.2.1.1 ระยะทางจากสถานีภาคพื้นถึงดาวเทียม

ระยะทางจากสถานีภาคพื้นถึงดาวเทียม ( $d$ ) หน่วยเป็นกิโลเมตร สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.1)

$$d = \sqrt{R^2 + r_s^2 - \frac{2Rr_s \cos(B)}{\sqrt{(z/l)^2 + 1}}} \quad (2.1)$$

รัศมีของโลก ณ ตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด ( $R$ )

$$R = \sqrt{l^2 + z^2} \quad (2.2)$$

โดย  $l$  และ  $z$  เป็นตัวแปรอิสระ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.3) และ (2.4) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$l = \left( \frac{r_e}{\sqrt{1 - e_e^2 \sin^2(L_E)}} + H \right) \cos(L_E) \quad (2.3)$$

$$z = \left( \frac{r_e(1 - e_e^2)}{\sqrt{1 - e_e^2 \sin^2(L_E)}} + H \right) \sin(L_E) \quad (2.4)$$

$L_E$  คือ ละติจูดของสถานีภาคพื้น หน่วยเป็นองศา

$H$  คือ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลของสถานีภาคพื้น หน่วยเป็นกิโลเมตร

$r_e$  คือ รัศมีเส้นศูนย์สูตร มีค่า 6,378.14 กิโลเมตร

$r_s$  คือ รัศมีวงโคจรค้างฟ้า มีค่า 42,164.17 กิโลเมตร

$e_e$  คือ ความเยื้องศูนย์กลางของโลก มีค่า 0.08182

### 2.2.1.2 Elevation

Elevation ( $EL$ ) คือมุมเงยจากสถานีภาคพื้นขึ้นไปดาวเทียม หน่วยเป็นองศา สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.5)

$$EL = \cos^{-1} \left( \frac{\sin(\gamma)}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{r_s}\right)^2 - 2\left(\frac{R}{r_s}\right)\cos(\gamma)}} \right) \quad (2.5)$$

มุม  $\gamma$  คำนวณได้จากสมการที่ (2.6)

$$\gamma = \cos^{-1} \left( \sin(L_S)\sin(L_E) + \cos(L_S)\cos(L_E)\cos(l_S - l_E) \right) \quad (2.6)$$

$l_E$  คือ ลองจิจูดของสถานีภาคพื้น หน่วยเป็นองศา

$l_S$  คือ ลองจิจูดของดาวเทียม หน่วยเป็นองศา

$L_S$  คือ ละติจูดของดาวเทียม หน่วยเป็นองศา

### 2.2.1.3 Azimuth

Azimuth ( $\varphi_z$ ) คือมุมในระนาบจากสถานีภาคพื้นกวาดไปยังดาวเทียม หน่วยเป็นองศา สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.7)

$$\alpha = \sin^{-1} \left( \sin |l_E - l_S| \frac{\cos(L_S)}{\sin(\gamma)} \right) \quad (2.7)$$

โดยมีเงื่อนไขการคำนวณ Azimuth เพิ่มเติมดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เงื่อนไขการคำนวณ Azimuth

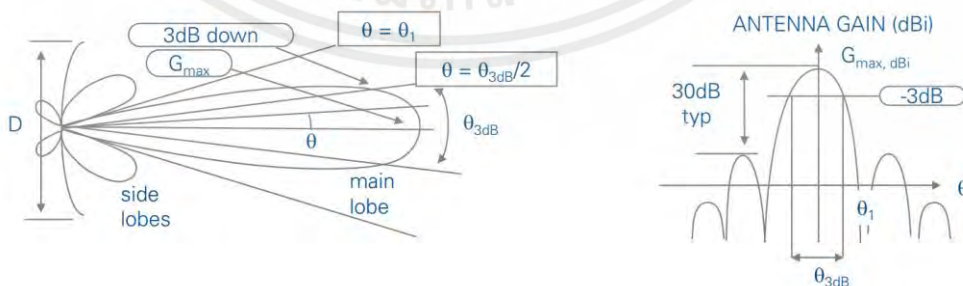
เงื่อนไข	$\varphi_z$
ดาวเทียมอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีภาคพื้น	$\alpha$
ดาวเทียมอยู่ที่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสถานีภาคพื้น	$360^\circ - \alpha$
ดาวเทียมอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีภาคพื้น	$180^\circ - \alpha$
ดาวเทียมอยู่ที่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของสถานีภาคพื้น	$180^\circ + \alpha$

### 2.2.2 สายอากาศส่งของดาวเทียม

สายอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีหน้าที่เปลี่ยนปริมาณทางไฟฟ้าในรูปของกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับดังกล่าวสามารถถูกใช้เป็นตัวนำพาสัญญาณข้อมูลออกไปสู่อวกาศ

#### 2.2.2.1 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น สำหรับสายอากาศกำหนดทิศทางทั่วไปสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ส่วนที่มีการแพร่กระจายสูงสุดเรียกว่า main lobe และส่วนอื่น ๆ เรียกว่า side lobe ซึ่งแต่ละ lobe จะถูกขึ้นด้วย nulls ซึ่งไม่มีการแพร่กระจายเกิดขึ้น โดยปกติ Ku-band จะมีความกว้างลำคลื่น  $\theta$  ระหว่าง 0.8 องศา ถึง 2 องศา ส่วน Ka-band จะมีความกว้างลำคลื่นน้อยกว่า 0.5 องศา



รูปที่ 2.3 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2.2 กำลังขยายของสายอากาศ

กำลังขยายของสายอากาศ คืออัตราส่วนของความเข้มข้นของการแพร่กระจายคลื่น เทียบกับสายอากาศไอโซโทรปิก โดยสามารถหากำลังขยายสูงสุดของสายอากาศ ( $G_{\max}$ ) หน่วยเป็นเดซิเบล ได้ดังสมการที่ (2.8)

$$G_{\max} = 10 \log \left( \eta \left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \right) \quad (2.8)$$

$D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายอากาศ หน่วยเป็นเมตร

$\eta$  คือ ประสิทธิภาพของสายอากาศ

จากสมการที่ (2.8) สามารถคำนวณกำลังขยายในทิศทาง  $\theta$  เทียบกับระยะสายตา ( $G(\theta)$ ) หน่วยเป็นเดซิเบล ได้ดังสมการที่ (2.9)

$$G(\theta) = G_{\max} - 12 \left( \frac{\theta}{\theta_{3dB}} \right)^2 \quad (2.9)$$

### 2.2.3 Link budget

ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อในการสื่อสารไร้สาย (Link budget) คืออัตราส่วนระหว่างกำลังของสัญญาณคลื่นพาร์ที่ใช้งานได้ต่อกำลังของสัญญาณที่ไม่ต้องการ (สัญญาณรบกวน)

#### 2.2.3.1 กำลังสัญญาณคลื่นพาร์ที่ได้รับ

ปริมาณของกำลังของสัญญาณคลื่นพาร์ที่ใช้งานได้ ( $C$ ) หน่วยเป็นวัตต์ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.10)

$$C = \frac{P_t G_t G_r \left( \frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2}{L_a} = \frac{(EIRP) G_r}{L_{fs} L_{am}} \quad (2.10)$$

$P_t$  คือ พลังงานที่จ่ายให้สายอากาศภาคส่ง

$G_t$  คือ อัตราขยายของสายอากาศภาคส่ง ในทิศทางของระบบภาครับ

$G_r$  คือ อัตราขยายของสายอากาศภาครับ ในทิศทางของระบบภาคส่ง

$L_{fs}$  คือ พลังงานที่จะสูญเสียไปในอากาศในการเดินทาง ระหว่างสายอากาศภาครับ - ส่ง

$L_{am}$  คือ พลังงานที่จะสูญเสียไปในชั้นบรรยากาศ

$EIRP$  คือ พลังงานการแพร่กระจายแบบไอโซโทรปิกที่มีประสิทธิภาพกำหนดลักษณะการทำงานของระบบส่งสัญญาณ หาได้จาก  $P_t G_t$

$R$  คือ ระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงสถานีภาคพื้นดินจากสมการที่ (2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3.2 กำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวน

ที่ภาครับ นอกจากสัญญาณคลื่นพาห์ที่ต้องการแล้ว ยังมีสัญญาณที่ไม่ต้องการเข้ามาด้วย เรียกว่า สัญญาณรบกวนจากอุณหภูมิของระบบ โดยแหล่งที่มาของสัญญาณรบกวนเหล่านี้รวมถึงสัญญาณรบกวนที่จับโดยเสาอากาศ และสร้างโดยตัวป้อน (feeder) ซึ่งสามารถวัดได้จริงที่อินพุตตัวรับ สัญญาณรบกวนจากความร้อนของระบบ ( $T$ ) หน่วยเป็นเคลวิน สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.11)

$$T = \frac{T_A}{L_{FRX}} + T_F \left( 1 - \frac{1}{L_{FRX}} \right) T_F + T_R \quad (2.11)$$

$T_A$  คือ อุณหภูมิของสายอากาศ

$L_{FRX}$  คือ ค่าความสูญเสียจากตัวป้อนของภาครับ

$T_F$  คือ อุณหภูมิของตัวป้อน

$T_R$  คือ อุณหภูมิที่ส่งผลให้เกิดสัญญาณรบกวนจากตัวรับสัญญาณ (ฟังก์ชันของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในองค์ประกอบของอุปกรณ์รับสัญญาณ)

ปริมาณของกำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวน ( $N_0$ ) หน่วยเป็นวัตต์ต่อเฮิรตซ์ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.12)

$$N_0 = kT \quad (2.12)$$

$k$  คือ ค่าคงที่ของ Boltzmann มีค่า  $1.38 \times 10^{-27} \text{ Joules / K}$

### 2.2.3.3 กำลังสัญญาณคลื่นพาห์ที่รับได้ต่อกำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวน

ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อของความถี่คลื่นวิทยุสามารถวัดค่าได้จาก อัตราส่วนระหว่าง กำลังสัญญาณคลื่นพาห์ที่รับได้ต่อกำลังความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวน ( $\frac{C}{N}$ ) หน่วยเป็นเดซิเบล สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.13)

$$\frac{C}{N} = EIRP - L + \frac{G}{T} - k - BW \quad (2.13)$$

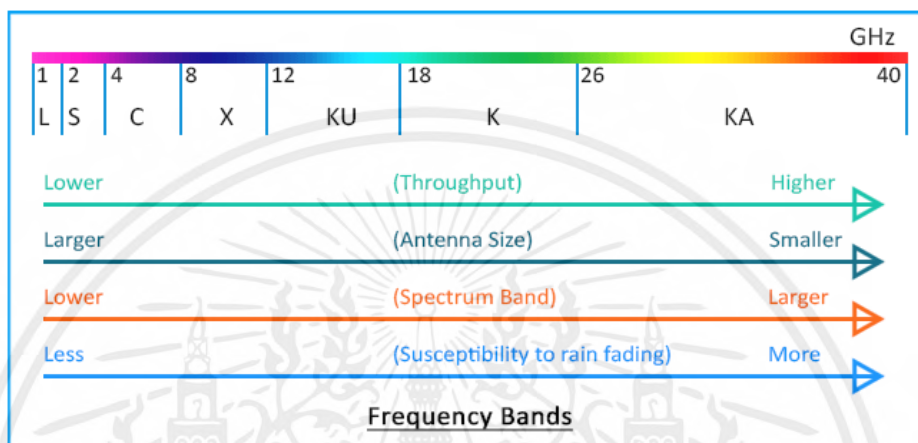
ค่าความสูญเสีย ( $L$ )

$$L = 10 \log(L_{fs} L_A) \quad (2.14)$$

$$BW = 10 \log(\text{bandwidth}) \quad (2.15)$$

## 2.2.4 คลื่นไมโครเวฟ

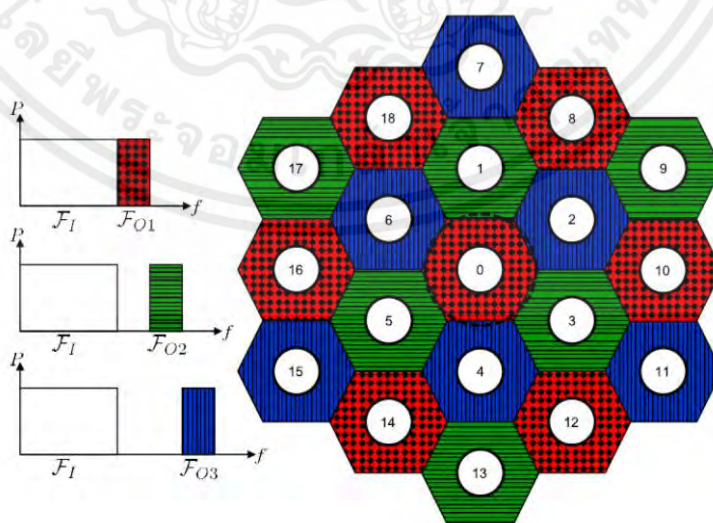
สเปกตรัมไมโครเวฟมักจะถูกกำหนดให้เป็นช่วงความถี่ตั้งแต่ 1 GHz ถึงมากกว่า 100 GHz ซึ่งช่วงนี้ถูกแบ่งออกเป็นช่วงความถี่จำนวนหนึ่ง โดยแต่ละช่วงจะแบ่งตามตัวอักษรสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟแบ่งตามตัวอักษร

### 2.2.4.1 Frequency reuse

การใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency reuse) คือการจัดสรรและนำช่องสัญญาณกลับมาใช้ใหม่ทั่วทั้งภูมิภาคที่ครอบคลุม โดยส่วนมากการใช้ความถี่ซ้ำจะใช้เทคนิคแบ่งอัตราส่วน (Fractional Frequency Reuse) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การใช้ความถี่ซ้ำแบบแบ่งอัตราส่วน (Fractional Frequency Reuse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 เว็บไซต์

เว็บไซต์ คือสื่อนำเสนอข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ คือการรวบรวมหน้าเว็บเพจหลายหน้า ซึ่งเชื่อมโยงกันผ่านทางไฮเปอร์ลิงก์ ซึ่งต้องเปิดด้วยโปรแกรมเฉพาะทางที่เรียกว่า เว็บเบราว์เซอร์ โดยถูกจัดเก็บไว้ในเว็ลด์ไวด์เว็บ และเว็บไซต์นั้นถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า HTML (Hyper Text Markup Language) และได้มีการพัฒนาและนำภาษาอื่นๆเข้ามารวมด้วย เพื่อให้มีความสามารถมากขึ้น เช่น PHP, SQL, Java ฯลฯ

### 2.3.1 Front-end

Front End คือโปรแกรมในส่วนด้านหน้าที่มองเห็นได้ทันทีของหน้าเว็บไซต์หรือที่เรียกแบบไม่เป็นทางการว่าหน้าบ้าน โดยผู้ใช้งานสามารถมองเห็น และโต้ตอบร่วมกันภายในเว็บเบราว์เซอร์ได้ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาหน้าเว็บไซต์มีดังนี้

#### 2.3.1.1 HTML

HTML (Hyper Text Markup Language) เป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างหน้าเว็บกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาบนหน้าเว็บ เช่น ตัวหนังสือ รูปภาพ ลิงค์ ตาราง และอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานเว็บไซต์สามารถอ่านและเข้าใจเนื้อหาตามที่ต้องการ โดย HTML ใช้สัญลักษณ์หรือที่เรียกว่า "tag" เพื่อระบุส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหา แต่ละ tag จะมีหน้าที่และบทบาทต่าง ๆ ที่ช่วยกำหนดลักษณะและโครงสร้างของเว็บไซต์

#### 2.3.1.2 CSS

CSS (Cascading Style Sheets) คือภาษาที่ใช้ในการกำหนดลักษณะการแสดงผลและจัดรูปแบบการแสดงผลของหน้าเว็บไซต์ โดย CSS สามารถควบคุมรูปแบบทางการแสดงผล เช่น สีพื้นหลัง รูปแบบตัวอักษร ขนาดขององค์ประกอบ และการจัดวางเนื้อหาบนหน้าเว็บไซต์ โดย CSS จะทำงานร่วมกับ HTML โดยสามารถปรับแต่งรูปแบบเพียงบางส่วนของหน้าเว็บหรือทั้งหมดได้ ซึ่งช่วยให้เว็บไซต์มีประสิทธิภาพในการแสดงผลต่อผู้ใช้งาน อีกทั้งยังรวมไปถึงการแสดงผลในอุปกรณ์ที่แตกต่างกันเช่นคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ

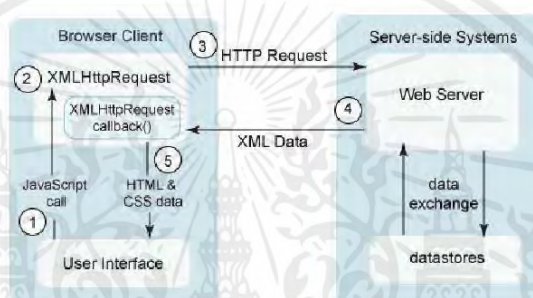
#### 2.3.1.3 JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมบนระบบของอินเทอร์เน็ต เป็นภาษาสคริปต์ในเชิงวัตถุ สำหรับการสร้างและการพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อให้เว็บไซต์ดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ที่เข้ามาใช้งานในเว็บไซต์ได้มากขึ้น จะมีวิธีการทำงานที่เป็นลักษณะการแปลความและดำเนินงานทีละคำสั่ง หรือที่เรียกว่า Object Oriented Programming เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาษาที่มีความสำคัญในการให้ประสบการณ์การใช้งานที่มีความแสดงผลและประสิทธิภาพในเว็บเบราว์เซอร์แก่ผู้ใช้งาน

### 1) AJAX

AJAX หรือ "Asynchronous JavaScript and XML" เป็นวิธีการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อสร้างการโหลดข้อมูลและอัปเดตข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องโหลดหน้าเว็บใหม่โดยแสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลและประสบการณ์การใช้งานที่ตอบสนองได้เร็วขึ้นและดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ AJAX

### 2) Leaflet

Leaflet เป็น Opensource JavaScript library เกี่ยวกับการแสดงแผนที่บนเว็บไซต์ ได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพบนคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ

#### 2.3.1.4 Bootstrap

Bootstrap คือโครงร่างหรือชุดเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาเว็บไซต์และแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ด้วยการใช้ HTML, CSS, และ JavaScript เป็นพื้นฐาน โครงร่างนี้ได้รวมองค์ประกอบต่าง ๆ และสไตล์ที่ถูกออกแบบมาแล้ว โดย Bootstrap มีระบบเส้นกริด (grid system) ที่ช่วยในการจัดวางองค์ประกอบของหน้าเว็บให้เป็นระเบียบ มีคลาส CSS สำเร็จรูปที่สามารถนำมาใช้ได้ทันที เช่น ปุ่ม แบบฟอร์ม และอื่น ๆ รวมถึงโครงสร้างส่วนหัวและส่วนท้ายเว็บไซต์ที่สามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการ

#### 2.3.2 Back-end

Back-end คือโปรแกรมในส่วนของการทำงานเบื้องหลังของต่าง ๆ ในเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานไม่สามารถโต้ตอบได้โดยตรง มีหน้าที่จัดการข้อมูลที่ Front-end ต้องการและส่งไปให้ รวมถึงการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบ Database ให้เก็บข้อมูลและดึงข้อมูลมาใช้ให้เร็วที่สุดได้ โดยส่วนใหญ่จะเลือกส่งผ่าน API (Application Programming Interface) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเบื้องหลังเว็บไซต์มีดังนี้

### 2.3.2.1 Python

Python เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ถูกออกแบบเพื่อให้มีโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาที่ไม่ซับซ้อน เป็นภาษาที่เข้าใจง่ายและมีการนำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันและเว็บไซต์อย่างแพร่หลาย รวมถึงแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นภาษาที่ทำหน้าที่ด้วยการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด ภาษา Python จึงถูกนำไปใช้ในอย่างแพร่หลายในองค์กรระดับโลก อาทิเช่น Netflix, Spotify, Google, Amazon, และ Facebook เป็นต้น

### 2.3.2.2 Django

Django เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเว็บได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ นักพัฒนาต้องเข้ารหัสฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกันลงในทุกเว็บที่แอปพวกเขาเขียน Django ทำให้งานของพวกเขาง่ายขึ้นโดยการจัดกลุ่มฟังก์ชันที่แตกต่างกันเป็นคอลเล็กชันโมดูลนำมาใช้ใหม่ขนาดใหญ่เรียกว่ากรอบแอปพลิเคชันบนเว็บ นักพัฒนาใช้กรอบเว็บ Django ในการจัดระเบียบและเขียนโค้ดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดเวลาในการพัฒนาเว็บ

### 2.3.2.3 MySQL

MySQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ Database Management System (DBMS) แบบข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หรือ Relational Database Management System (RDBMS) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นแถว (Row) และในแต่ละแถวแบ่งออกเป็นคอลัมน์ (Column) เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในตารางกับข้อมูลในคอลัมน์ที่กำหนด แทนการเก็บข้อมูลที่แยกออกจากกัน โดยไม่มีความเชื่อมโยงกัน

## 2.3.3 User Interface

User Interface (UI) คือ ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่เรื่องของหน้าตา การออกแบบ และการดีไซน์ ยกตัวอย่างเช่น หน้าจอ แพลตฟอร์ม เมนู ฟอนต์ต่าง ๆ การวางภาพ ขนาดตัวอักษร ปุ่ม แป้นพิมพ์ เสียง หรือแม้แต่แสงไฟ เป็นต้น สิ่งสำคัญสำหรับ UI ก็คือการออกแบบที่ดูสะอาด สวยงาม ดึงดูดใจ อีกทั้งต้องเข้าใจง่าย ใช้งานง่าย นอกจากนี้ยังต้องมีฟังก์ชันที่น่าสนใจ มีภาษาภาพที่ทำให้เกิดความรู้สึกอยากใช้งาน และที่สำคัญจะต้องมีความเป็นเอกลักษณ์ โดดเด่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 User Experience

User Experience (UX) คือ ประสบการณ์ของผู้ใช้งานในด้านความรู้สึกที่ตอบสนองต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ หรือระบบต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ความสะดวกสบาย ใช้งานง่าย ความสนุกสนาน จนเกิดเป็นความพึงพอใจสูงสุดหรือเกิดประสบการณ์ที่ดีของผู้ใช้งาน

## 2.4 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาหรือแก้ไขซอร์สโค้ด โดยสามารถทำงานบนเดสก์ท็อป และใช้สำหรับ Windows, macOS และ Linux รองรับหลากหลายภาษาโปรแกรม เช่น JavaScript, Python, Java, HTML, CSS และอื่น ๆ โดยในปริญญาโทนี้ได้ นำ VS Code มาใช้ร่วมกับ JavaScript, Python, HTML และ CSS

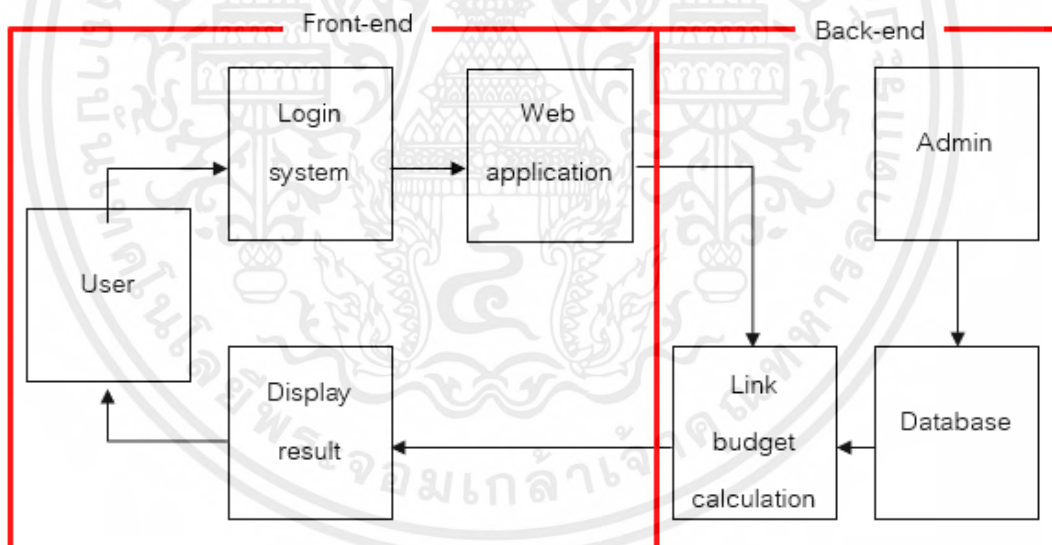
### บทที่ 3

## การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

### 3.1 การออกแบบ

#### 3.1.1 การออกแบบระบบ

บล็อกไดอะแกรมของการจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารสำหรับดาวเทียม แสดงได้ดังรูปที่ 3.1 โดยผู้ใช้งานเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชันสามารถทำการป้อนตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด แบนด์วิดท์ ความถี่ รัศมี และสี เพื่อสร้างลำคลื่น (Spot Beam) หรือใช้ลำคลื่นที่ถูกออกแบบไว้ภายในระบบ จากนั้นปรับค่าพารามิเตอร์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน เว็บไซต์จะส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการคำนวณ ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง เก็บค่าเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล (Database) จากนั้นแสดงค่ากลับมาให้ผู้ใช้งาน



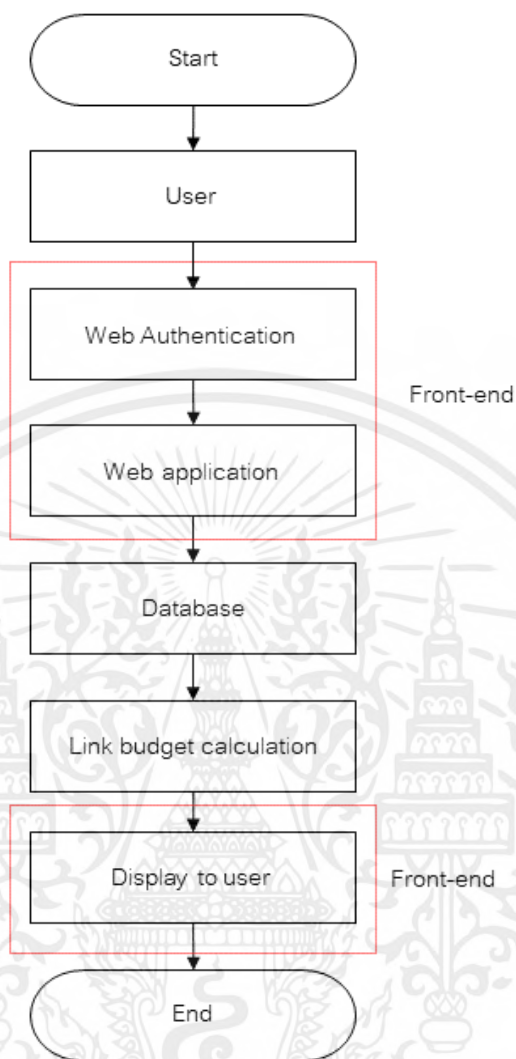
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารสำหรับดาวเทียม

#### 3.1.2 การออกแบบ Front-end

ในขั้นตอนการออกแบบ Front-end คือ การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานสามารถทำการป้อนตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด แบนด์วิดท์ ความถี่ รัศมี และสี เพื่อสร้างลำคลื่น หรือใช้ลำคลื่นที่ถูกออกแบบไว้ภายในระบบ จากนั้นปรับค่าพารามิเตอร์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมถึงการแสดงผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง แสดงแผนผัง Front-end ได้ดังรูปที่

### 3.2

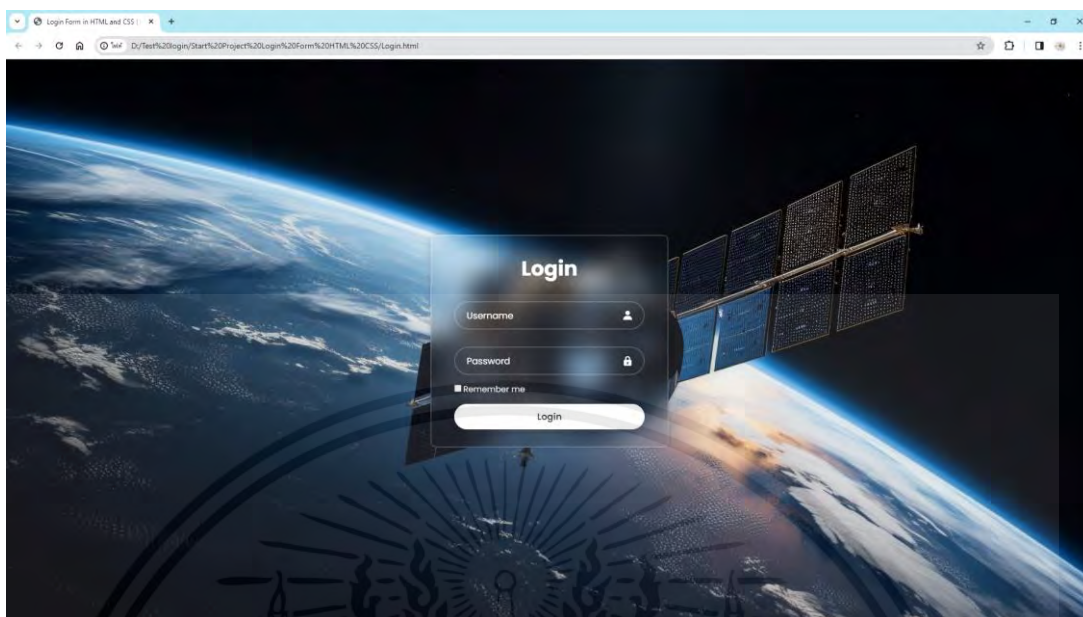
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผัง Front-end

### 3.1.2.1 เว็บบนยืนยันตัวตน

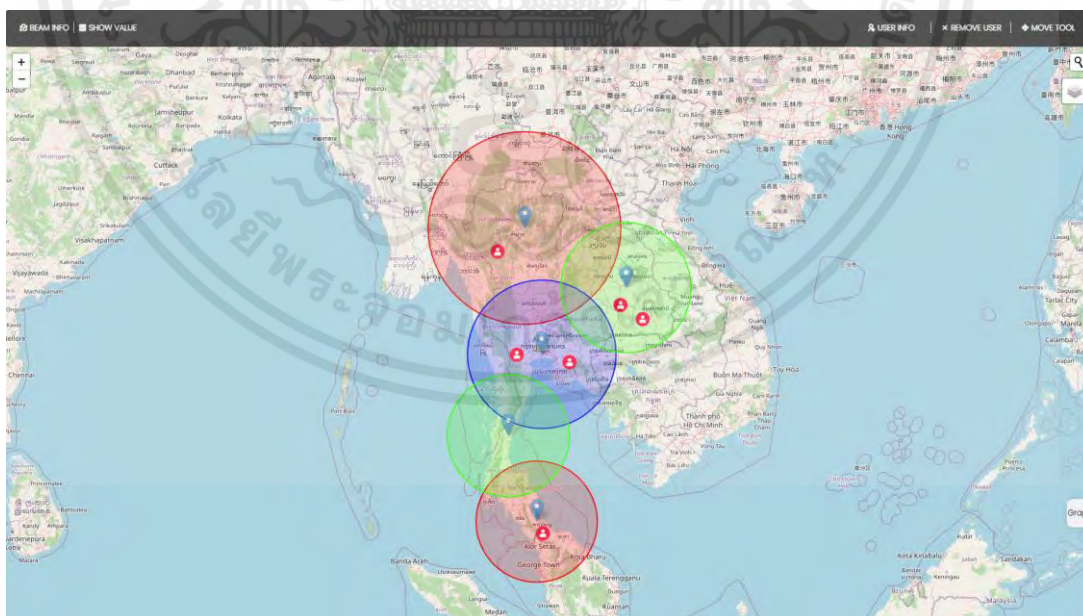
ทำการออกแบบเว็บยืนยันตัวตนเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานเพื่อยืนยันตัวตนเพื่อเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชันโดยแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เว็บยืนยันตัวตน

## 3.1.2.2 เว็บแอปพลิเคชัน

ในขั้นตอนนี้จะบอกส่วนประกอบของเว็บแอปพลิเคชันแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 โดยออกแบบให้มืองค์ประกอบทั้งหมด 7 ส่วน คือ



รูปที่ 3.4 เว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1) ปุ่ม BEAM INFO

เมื่อทำการกดที่ปุ่ม BEAM INFO จะแสดงหน้าต่างสำหรับการปกรหมุด Spotbeam ลงบนแผนที่ และข้อมูลของ Spotbeam ที่กำหนดภายในระบบ โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.5

Ku and Ka

Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
18.324707	99.777832	F3-Ku	12664.5	171	394.09	Red
16.136198	102.710988	F2-Ku	12475.5	171	270	Green
13.638318	100.447396	F1-Ku	12285.5	171	310	Blue
10.558697	99.151811	F2-Ku	12475.5	171	260	Green
7.272908	100.260244	F3-Ku	12664.5	171	260	Red
18.712756	99.973083	F2-Ka	19878.5	171	200	Cyan

Add Row Delete Row

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	Red

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 3.5 เมื่อกดปุ่ม BEAM INFO

ปุ่ม Add Row ใช้สำหรับการเพิ่มแถวสำหรับใส่ค่าพารามิเตอร์ ละติจูด ลองจิจูด ความถี่ รัศมี และเลือกความถี่ เมื่อเลือกช่วงความถี่จะแสดงค่าความถี่ แบนวิดท์ และสี โดยแสดงดังรูปที่ 3.6

Add Row Delete Row

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	Red
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	Red
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	Red

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 3.6 เมื่อกดปุ่ม Add Row

ปุ่ม Delete Row ใช้สำหรับการลบแถวใส่ค่าพารามิเตอร์ ละติจูด ลองจิจูด ความถี่ รัศมี และ เป็นการเลือก แบนวิดท์ และสี เริ่มจากการกดที่กล่องสี่เหลี่ยมด้านหน้าแต่ละแถว แสดงดังรูปที่ 3.7 และกดปุ่ม Delete Row ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(Km)	<span style="color: red;">■</span>
<input checked="" type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	<span style="color: red;">■</span>
<input checked="" type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(Km)	<span style="color: red;">■</span>

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 3.7 กดที่กล่องด้านหน้าแต่ละแถว

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	<span style="color: red;">■</span>

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 3.8 เมื่อทำการกดปุ่ม Delete Row

ช่องสำหรับใส่ค่าพารามิเตอร์จะประกอบด้วย ละติจูด ลองจิจูด ความถี่ รัศมี และ เลือกความถี่ เมื่อเลือกช่วงความถี่จะแสดงค่าความถี่ แบนวิดท์ และสี ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางโดยจะแสดงดังรูปที่ 3.9

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	<span style="color: red;">■</span>

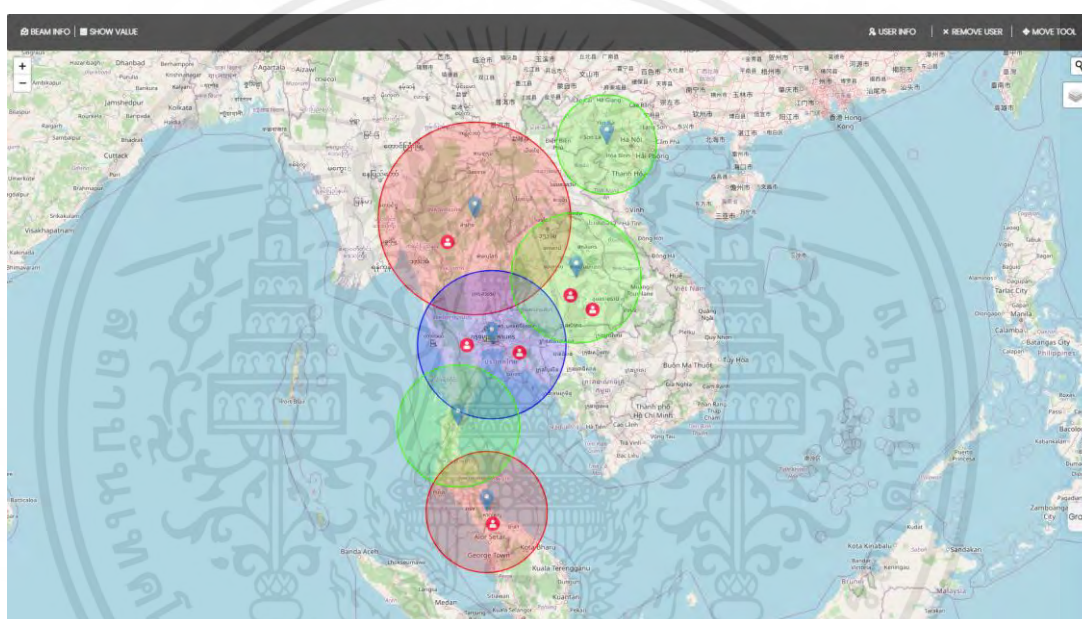
Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 3.9 ช่องสำหรับใส่ค่าพารามิเตอร์

ปุ่ม Pin Spot beam ใช้สำหรับปักหมุดลงบนแผนที่เมื่อทำการใส่ค่าพารามิเตอร์จะประกอบด้วย ละติจูด ลองจิจูด ความถี่ รัศมี และ เลือกช่วงความถี่ เมื่อเลือกช่วงความถี่จะแสดงค่าความถี่ แบนวิดท์ และสี แสดงดังรูปที่ 3.10 และผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 3.11

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	21.0434912	104.8974609	F2-Ku	12475.50	171	200	<span style="color: green;">■</span>
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius (km)	<span style="color: red;">■</span>

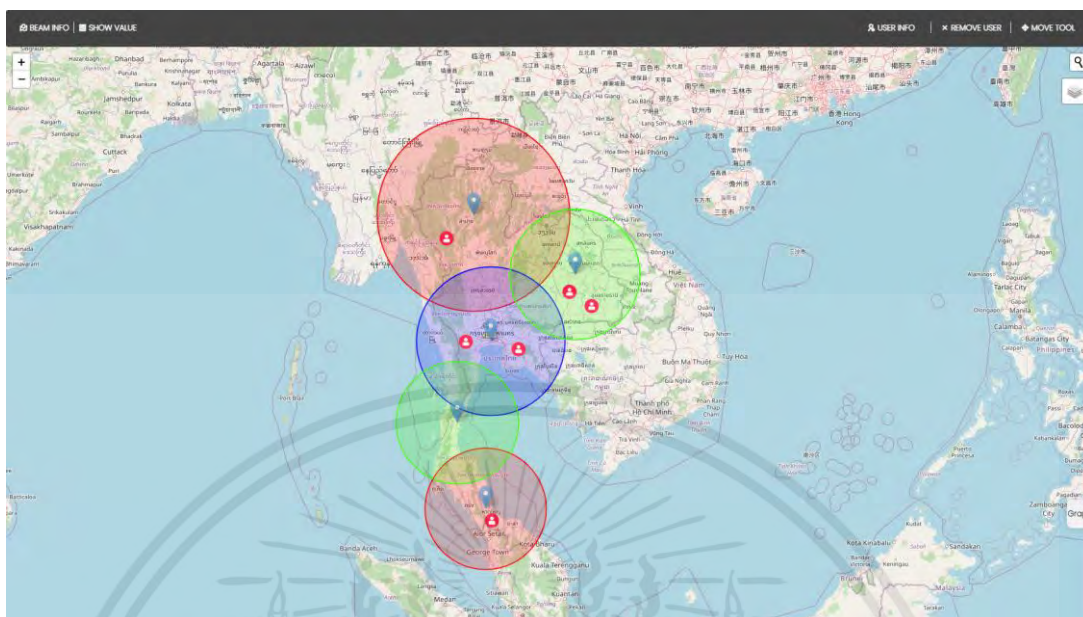
รูปที่ 3.10 เมื่อทำการใส่ค่าพารามิเตอร์จะประกอบด้วย ละติจูด ลองจิจูด รัศมี และ เลือกช่วงความถี่ เมื่อเลือกความถี่จะแสดงค่าความถี่ แบนวิทท์ และสี



รูปที่ 3.11 ผลลัพธ์จากการกดปุ่ม Pin Spot beam

ปุ่ม Delete-Spot beam ใช้สำหรับลบการปักหมุดบนแผนที่ เมื่อทำการกดจะลบการปักหมุดบนแผนที่ทั้งหมดยกเว้น Spotbeam ที่กำหนดภายในระบบ แสดงได้ดังรูปที่ 3.12

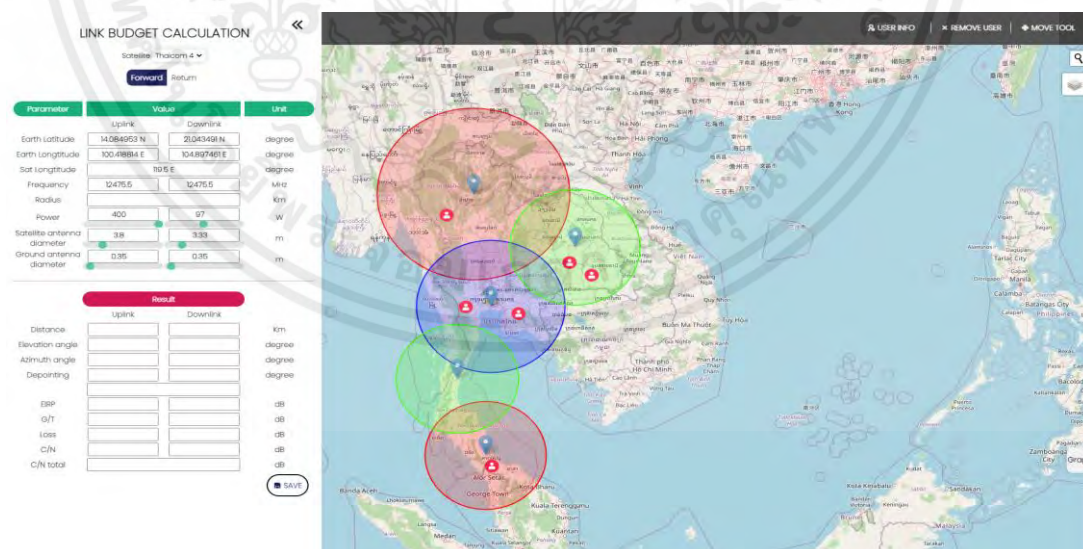
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ผลลัพธ์หลังจากการกดปุ่ม Delete-Spotbeam

2) ปุ่ม Show Value

ปุ่ม Show Value ใช้สำหรับตารางสำหรับปรับค่าพารามิเตอร์และแสดงค่าจากการคำนวณ Link Budget โดยจะมีแถบสไลด์ออกมาจากทางด้านซ้ายของเว็บแอปพลิเคชัน โดยแสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เมื่อทำการกดปุ่ม Show Value

ปุ่ม Show Value จะประกอบด้วยตัวเลือกดาวเทียม การเลือก Forward และ Return โดยจะมีสองตาราง ได้แก่ ตารางแรกจะใช้สำหรับปรับค่าพารามิเตอร์ของ Uplink และ Downlink ในส่วนตารางที่สองจะแสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางทั้งฝั่ง Uplink และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Downlink ในด้านล่างตารางที่สองจะมีปุ่ม Save สำหรับบันทึกข้อมูลไปเก็บที่ฐานข้อมูล โดยแสดงดังรูปที่ 3.14 และ 3.15

Parameter	Value	Unit
Earth Longitude	103.4920E	degree
Earth Latitude	14.68493 N	degree
Sat Longitude	103.4920E	degree
Sat Latitude	14.68493 N	degree
Frequency	12475.5	MHz
Radius		km
Power	400	W
Satellite antenna diameter	3.8	m
Ground antenna diameter	0.35	m

Result		Unit
Distance		km
Elevation angle		degree
Azimuth angle		degree
Deposition		degree
FSPL		dB
Loss		dB
C/N		dB
C/N (total)		dB

รูปที่ 3.14 ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางในด้าน Forward

Parameter	Value	Unit
Earth Longitude	103.4920E	degree
Earth Latitude	14.68493 N	degree
Sat Longitude	103.4920E	degree
Sat Latitude	14.68493 N	degree
Frequency	12475.5	MHz
Radius		km
Power	101	W
Satellite antenna diameter	3.4	m
Ground antenna diameter	0.35	m

Result		Unit
Distance		km
Elevation angle		degree
Azimuth angle		degree
Deposition		degree
FSPL		dB
Loss		dB
C/N		dB
C/N (total)		dB

รูปที่ 3.15 ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางในด้าน Return

เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด ของผู้ใช้งานและเลือกค่าลำคลื่นและปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เว็บแอปพลิเคชันจะส่งค่าไปทางด้าน Back-end เพื่อคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางและแสดงค่ากลับมาในตารางที่สอง โดยแสดงดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LINK BUDGET CALCULATION**

Baselink Thailand 4

Forward Return

Parameter	Uplink	Downlink	Unit
Earth Latitude	140.44523 W	140.44523 W	degree
Earth Longitude	100.48894 E	100.48894 E	degree
Sat Longitude	100.48894 E	100.48894 E	degree
Frequency	2475.5	2475.5	MHz
Radius	3840	3840	km
Power	400	9.8	W
Satellite antenna diameter	18	18	m
Ground antenna diameter	7.46	0.35	m

	Uplink	Downlink	Unit
Distance	38405.49	38405.49	km
Elevation angle	82.43	82.43	degree
Azimuth angle	129.13	129.13	degree
Slant range	0.98	0.98	degree
Scatterers in South-East			
alt	93.61	93.74	dB
SIT	14.77	-5.76	dB
Loss	205.65	205.98	dB
C/N	89.77	-98.1	dB
C/Ntotal	23.85		dB

Save

รูปที่ 3.16 ตารางปรับค่าพารามิเตอร์ และ ตารางแสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณ ที่มาถึงปลายทาง

### 3) ปุ่ม USER INFO

เมื่อกดปุ่ม USER INFO จะมีการเลื่อนของแถบออกมาจากปุ่ม USER INFO และเมื่อกดที่ผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่จะแสดงข้อมูลผู้ใช้งาน โดยสามารถตั้ง Name Speed Modulation FEC และ Bt Product จากนั้นจะส่งค่าไปยัง Back-end เพื่อคำนวณแสดงแบนด์วิดท์กลับมาที่หน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยแสดงดังรูปที่ 3.17

**USER INFO**

Name

User\_3

Speed

70

Modulation

16-QAM

FEC

7/8

Bt Product

153

Bandwidth

30.600000

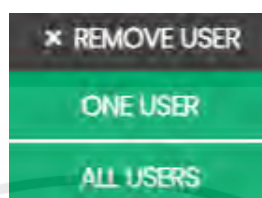
SAVE

รูปที่ 3.17 ปุ่ม USER INFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4) ปุ่ม REMOVE USER

เมื่อกดปุ่ม REMOVE USER จะมีการเลื่อนแถบออกมาจากปุ่ม REMOVE USER โดยจะประกอบด้วย ONE USER และ ALL USERS แสดงดังรูปที่ 3.18

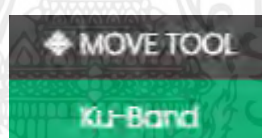


รูปที่ 3.18 ปุ่ม REMOVE USER

โดย ONE USER จะเป็นการลบหมดของผู้ใช้งานออกตามที่กดบนแผนที่และ ALL USERS จะเป็นการลบหมดของผู้ใช้งานออกทั้งหมด

## 5) ปุ่ม MOVE TOOL

เมื่อกดปุ่ม MOVE TOOL จะมีการเลื่อนแถบออกมาจากปุ่ม MOVE TOOL โดยจะประกอบด้วย Ku-Band แสดงดังรูปที่ 3.19

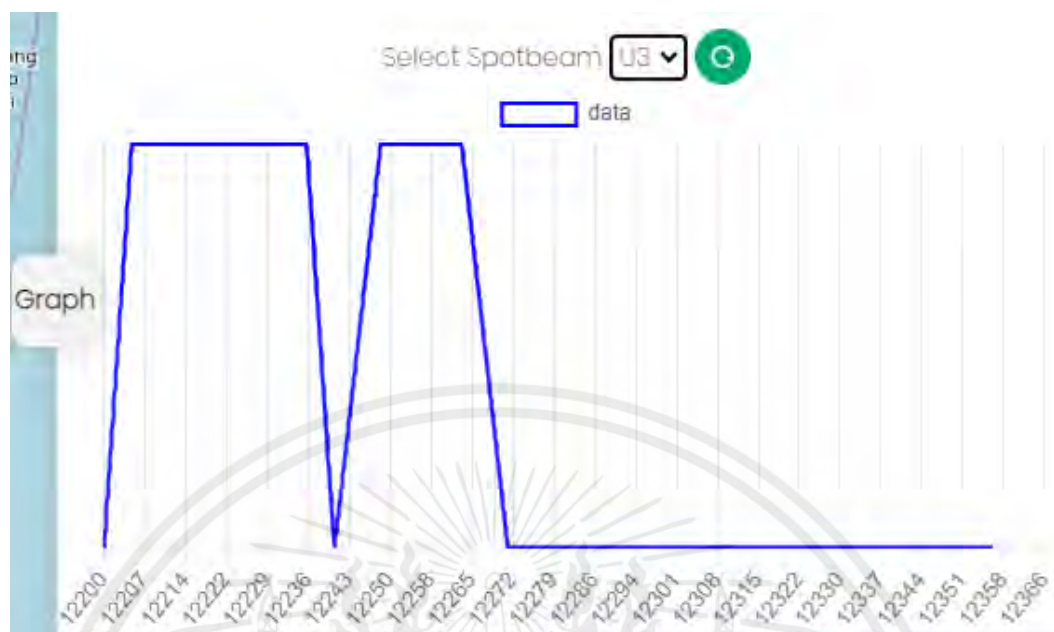


รูปที่ 3.19 ปุ่ม MOVE TOOL

โดย Ku-Band จะเป็นการเลื่อนตำแหน่ง Spot Beam ที่กำหนดภายในระบบ

## 6) ปุ่ม Graph

จะอยู่ทางด้านขวาล่างของเว็บแอปพลิเคชันใช้ในการแสดงค่าแบนด์วิดท์ของแต่ละลำคลื่นโดยแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ปุ่ม Graph

โดยจะประกอบด้วย Select Spotbeam เพื่อเลือกดูแบนด์วิดท์ของแต่ละลำคลื่น ปุ่มสีเขียวใช้เพื่อเรียกดูแบนด์วิดท์อีกครั้งหลังจากมีการเพิ่มหมุดผู้ใช้งานเข้าสู่ลำคลื่นนั้น

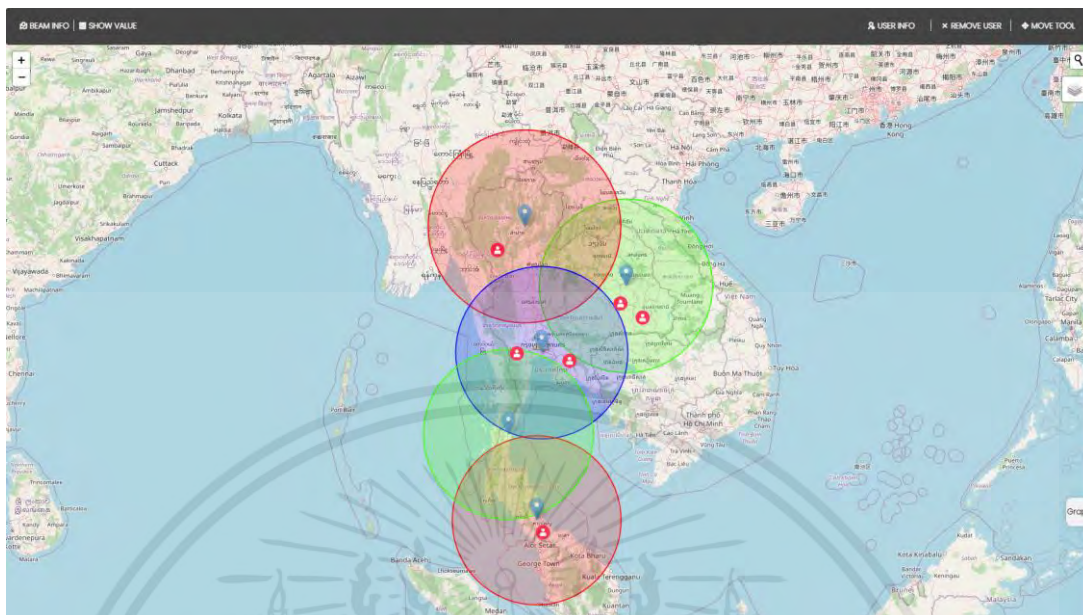
### 3.1.2.3 การออกแบบ UX และ UI

ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบประสบการณ์การใช้งานและความสวยงาม และความเข้าใจง่ายของผู้ใช้

#### 1) แผนที่

แผนที่ จะใช้ร่วมกับ ปุ่ม BEAM INFO ปุ่ม SHOW VALUE ปุ่ม USER INFO ปุ่ม REMOVE USER ปุ่ม MOVETOOL และ ปุ่ม Graph ในการแสดงผล การปิกหมุดจากผู้ใช้งานนอกจากนี้ยังประกอบด้วยแถบเครื่องมือของแผนที่ แถบด้านซ้ายมือ ประกอบด้วยเครื่องหมายบวกและลบมีหน้าที่ในการขยายแผนที่ให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้น และยังสามารถใช้ลูกเลื่อนของเมาส์แทนการกดเครื่องหมายบวกและลบ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 เครื่องหมายบวกและลบใช้ในการขยายแผนที่ให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้น

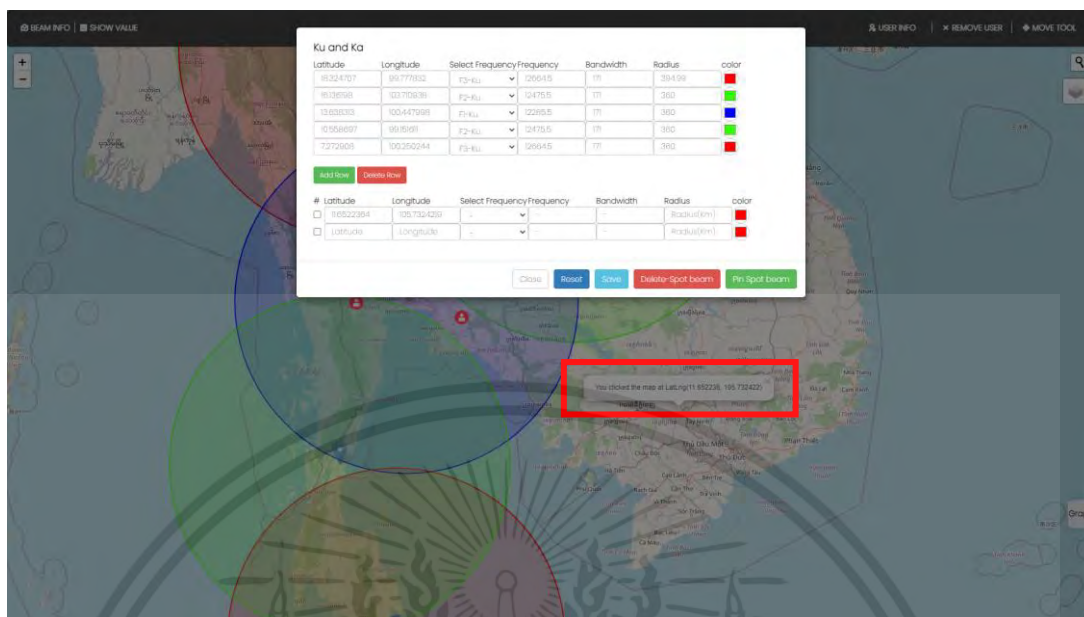
ทางด้านขวาของเว็บแอปพลิเคชันจะมีปุ่มที่เมื่อกดจะขึ้นแถบสำหรับพิมพ์เพื่อหาสถานที่ ที่ผู้ใช้งานต้องการโดยแสดงดังรูปที่ 3.22



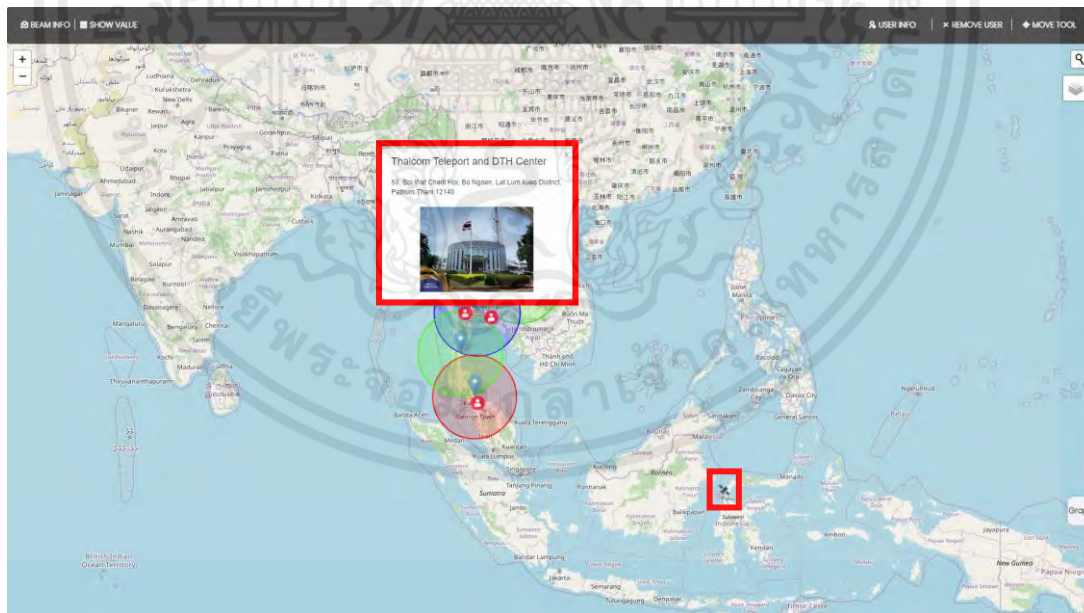
รูปที่ 3.22 ปุ่มสำหรับพิมพ์เพื่อหาสถานที่

เมื่อทำการใช้เมาส์คลิกสองครั้งบนแผนที่จะแสดงค่า ละติจูด และ ลองจิจูด ของตำแหน่งนั้นเพื่อส่งค่าไปยังปุ่ม BEAM INFO เพื่อสร้างล่าคลิ่น โดยแสดงดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



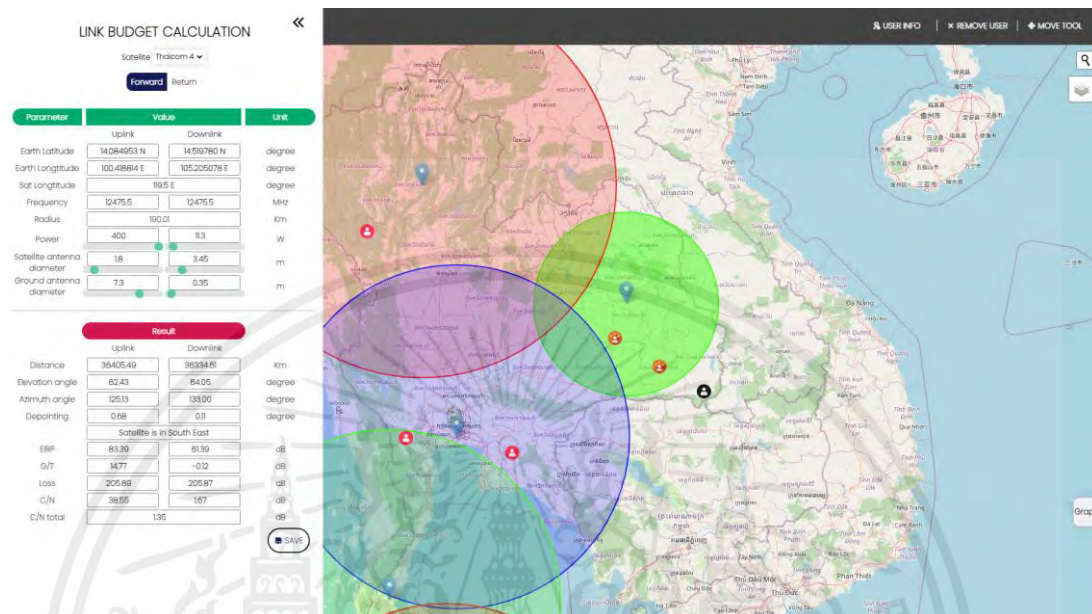
รูปที่ 3.23 ผลลัพธ์จากการใช้เมาส์คลิกสองครั้งบนแผนที่  
มีสัญลักษณ์ Ground Station และ ดาวเทียม ของบริษัทไทยคมเพื่อแสดงตำแหน่งที่ตั้ง โดยแสดงดัง  
รูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 เครื่องหมายเพื่อแสดงตำแหน่ง Ground Station และ ดาวเทียมของบริษัทไทยคม  
มีการแสดงผลของค่าคลื่นเมื่อมีขนาดรัศมีที่ลดลง โดยค่ารัศมีได้จากการคำนวณลิงก์บัตเจทที่ได้จาก  
ทางด้านของ Back-end และจะมีการเปลี่ยนแปลงของเครื่องหมายผู้ใช้งานถ้าเครื่องหมายผู้ใช้งานอยู่

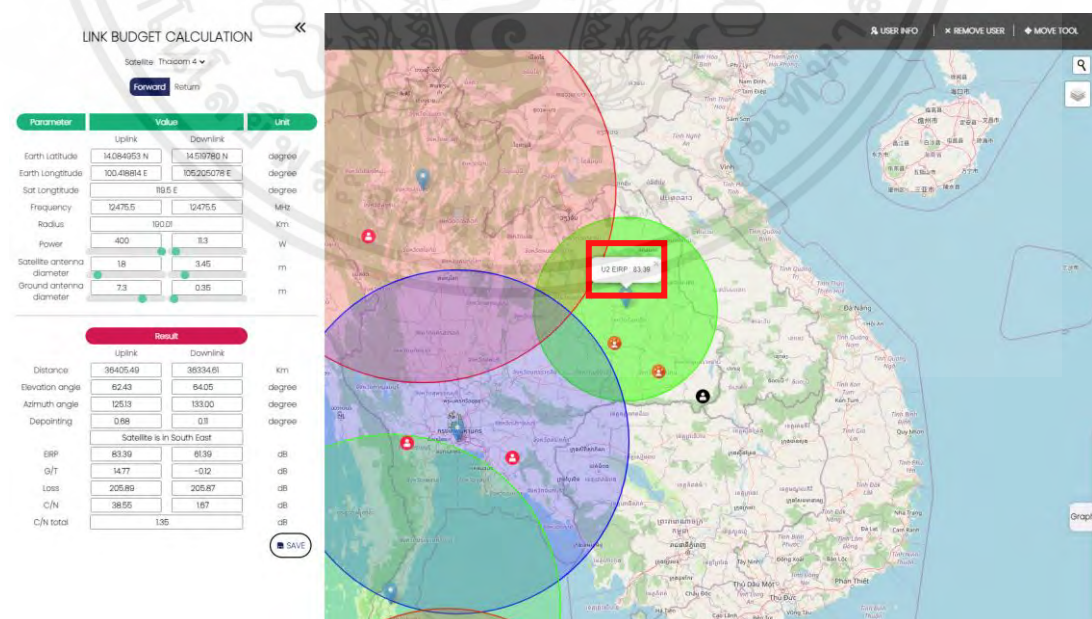
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบริเวณลาค์ลินจะแสดงเป็นสีส้ม ถ้าอยู่นอกลาค์ลินจะเป็นสีดำ และเครื่องหมายใช้ลาค์ลินอื่นอยู่จะเป็นสีแดงโดยแสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การแสดงผลของลาค์ลินและหมุดผู้ใช้งาน

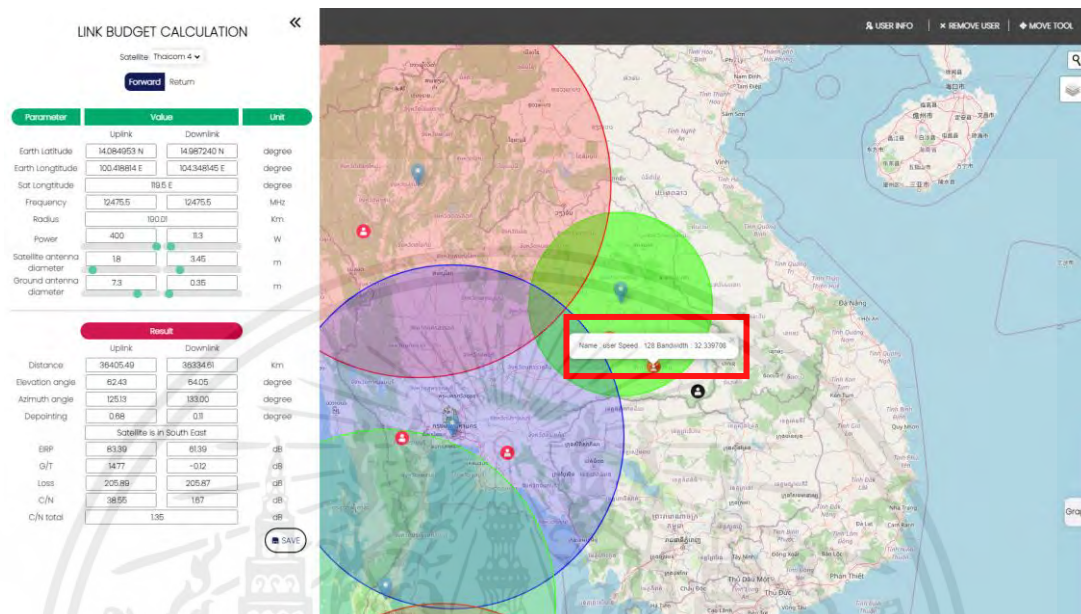
เมื่อนำเครื่องหมายเมาส์ไปใกล้ๆ เครื่องหมายตรงกลางลาค์ลินจะแสดงชื่อและ EIRP ที่ได้จากการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อโดยแสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การแสดงผลเครื่องหมายตรงกลางลาค์ลิน

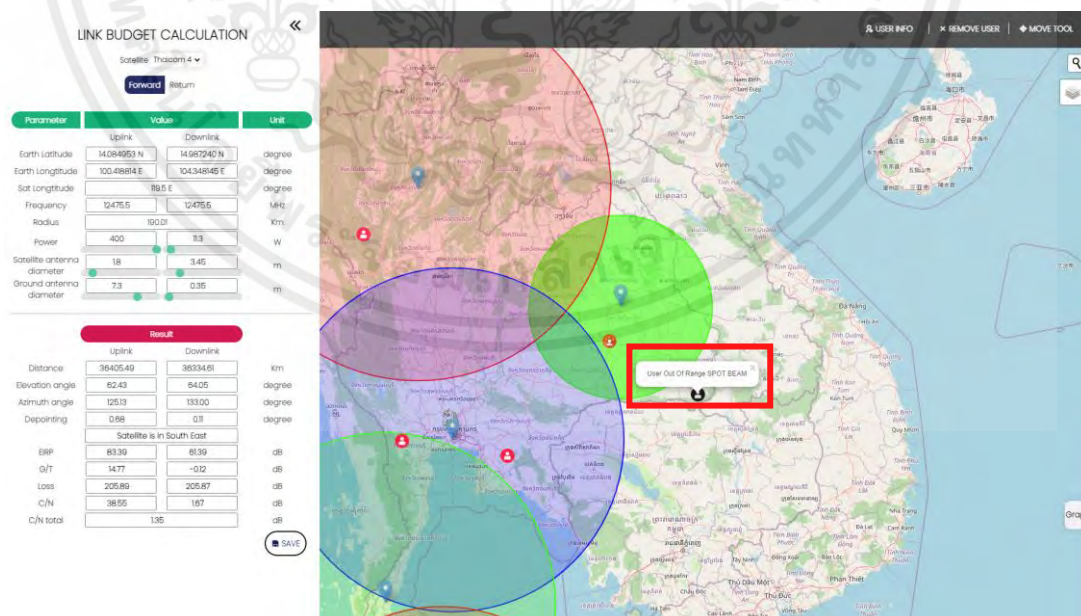
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำเครื่องหมายเมาส์ไปคลิก เครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่ถ้าเป็นสีส้มจะแสดงชื่อ ความเร็ว และแบนด์วิดท์แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีส้ม

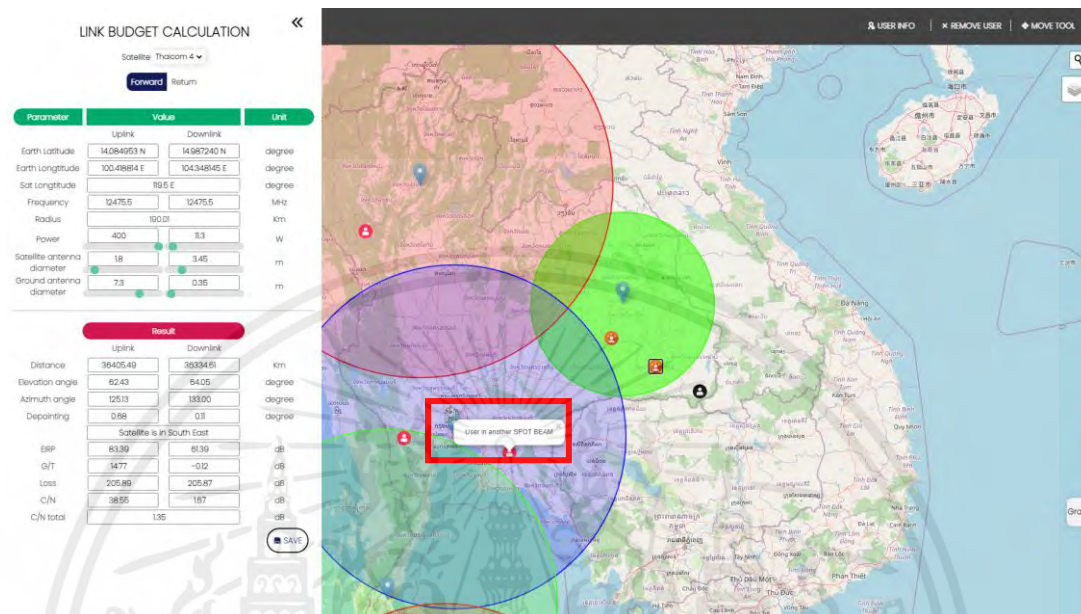
เมื่อนำเครื่องหมายเมาส์ไปคลิก เครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่ถ้าเป็นสีดำจะแสดงเป็นคำว่า User Out Of Range Spotbeam ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีดำ

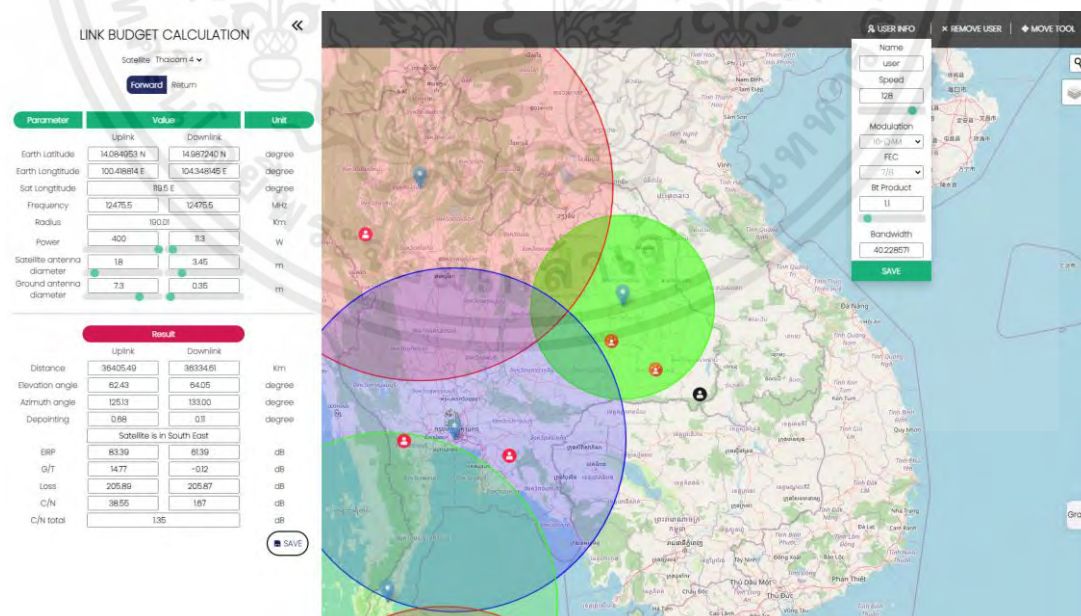
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำเครื่องหมายมาใส่ไปใกล้ๆ เครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่ถ้าเป็นสีแดงจะแสดงเป็นคำว่า User In Another Spotbeam ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การแสดงผลของเครื่องหมายผู้ใช้งานสีแดง

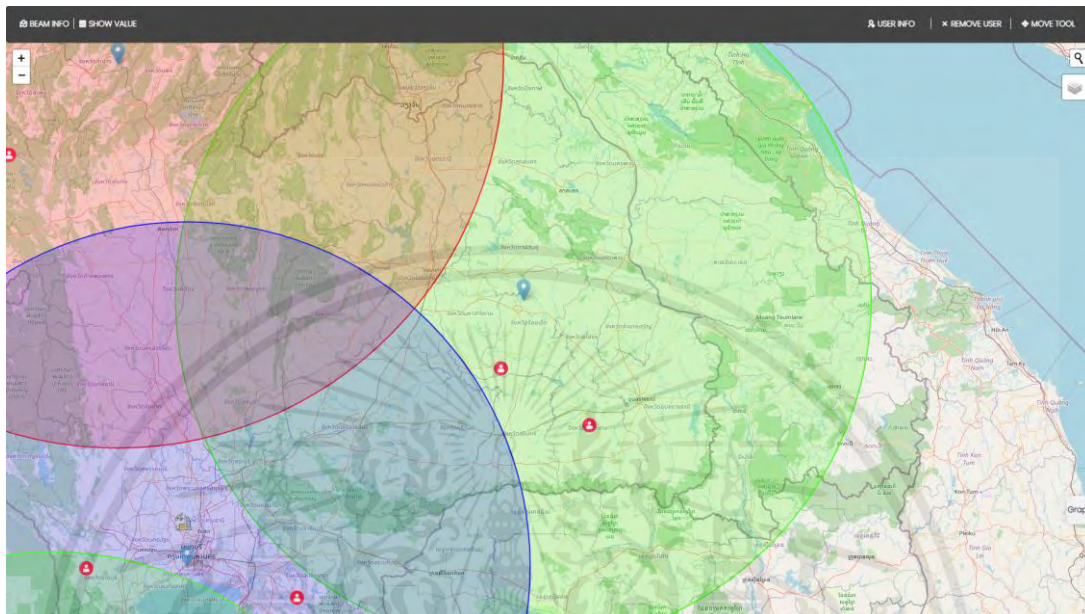
เมื่อคลิกที่เครื่องหมายผู้ใช้งานสามารถแสดงแถบ SHOW VALUE และใน USER INFO จะแสดงค่าของเครื่องหมายผู้ใช้งาน โดยแสดงดังรูปที่ 3.30



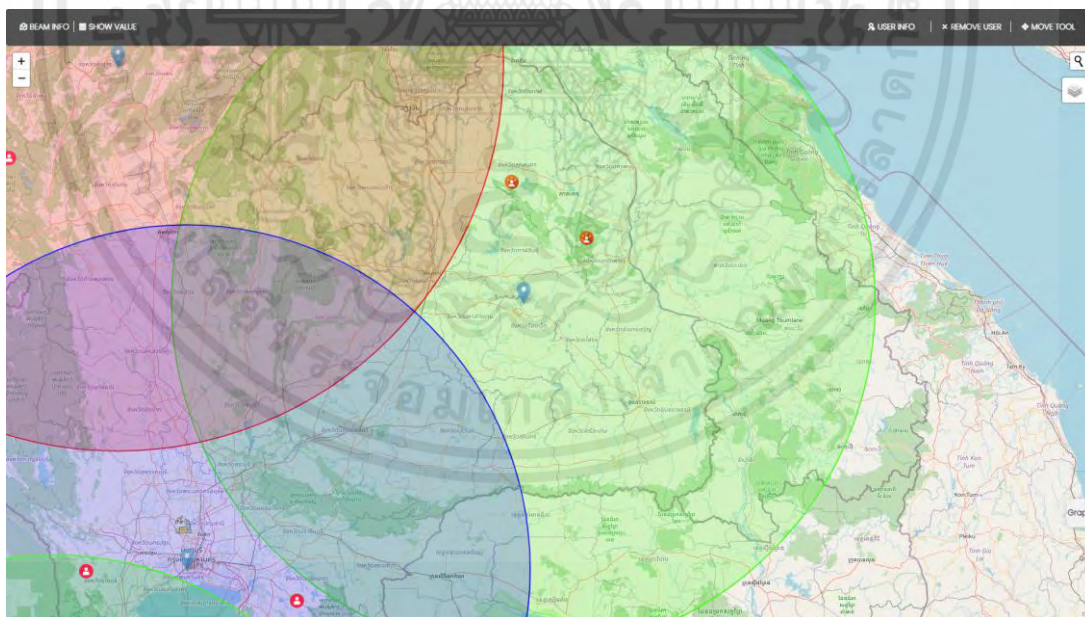
รูปที่ 3.30 เมื่อกดเครื่องหมายผู้ใช้งานแสดงแถบ SHOW VALUE และค่าใน USER INFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถลากเครื่องหมายผู้ใช้งานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยแสดงดังรูปที่ 3.31 และ 3.32



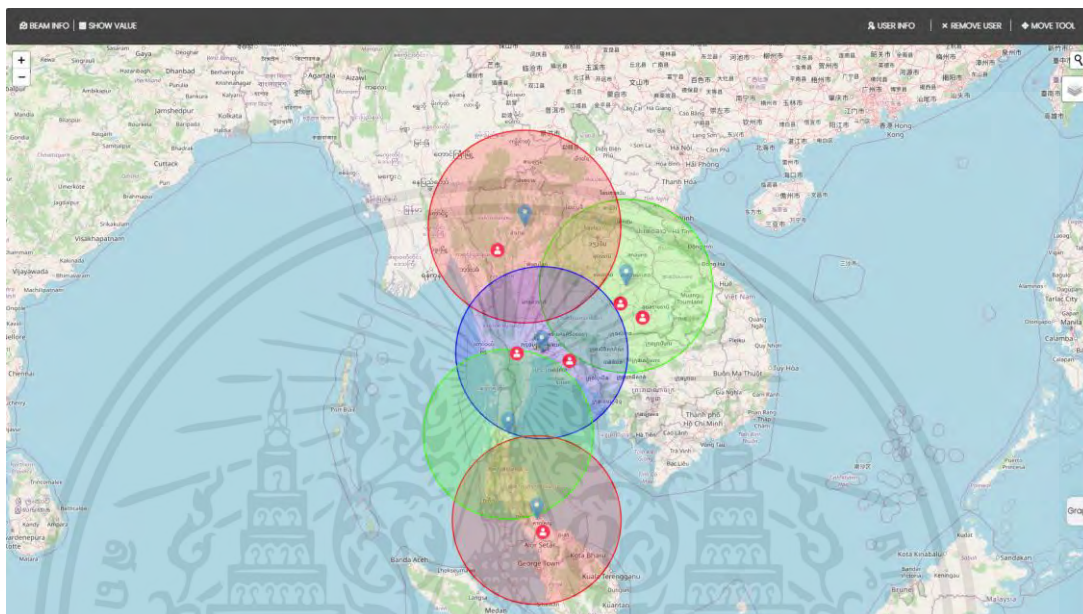
รูปที่ 3.31 ก่อนการย้ายตำแหน่งเครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่



รูปที่ 3.32 หลังการย้ายตำแหน่งเครื่องหมายผู้ใช้งานบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาสร้างเครื่องหมายผู้ใช้งานและถ่าคลื่นมาสร้างบนแผนที่เมื่อเริ่มเข้าหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยแสดงดังรูปที่ 3.33

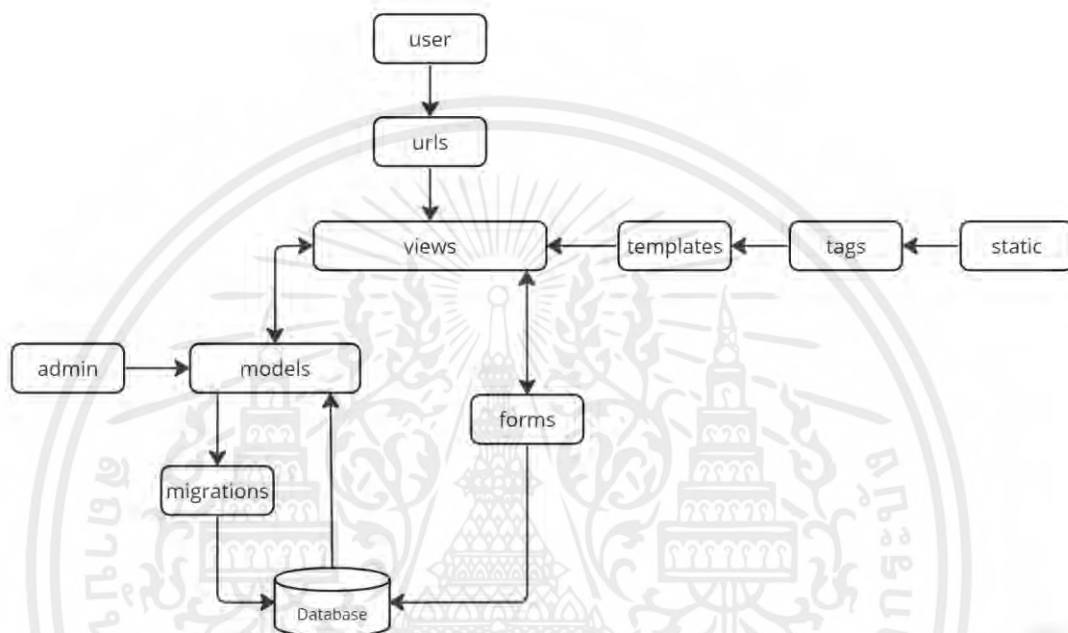


รูปที่ 3.33 การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาสร้างบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 การออกแบบ Back-end

ในการออกแบบ Back-end จะออกแบบ เส้นทางการส่งผ่านข้อมูลตามเฟรมเวิร์คของ Django โดยมีศูนย์กลางการคำนวณค่าต่างๆที่ views (ส่วนหนึ่งของเส้นทางการส่งข้อมูล) เส้นทางการส่งข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 เส้นทางการส่งข้อมูลจาก user ผ่าน Front-end และ Back-end

#### 3.1.3.1 การออกแบบระบบคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึง

ปลายทาง  $\left(\frac{C}{N_0}\right)$

ในการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง มีตัวแปรดังนี้

- 1) กำลังของเครื่องส่ง ( $P_t$ )
- 2) ขนาดของสายอากาศเครื่องส่ง ( $D_t$ )
- 3) ขนาดของสายอากาศเครื่องรับ ( $D_r$ )
- 4) ความถี่ ( $f$ )

โดยจะแบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วงความถี่ คือ Ku-band และ Ka-band โดยแต่ละช่วงจะเปลี่ยนค่าขนาดของสายอากาศเครื่องส่งเพื่อสังเกตค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง กำหนดให้จุดที่คำนวณอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางลำคลื่น 0.17 องศา แสดงได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางของ Ku-band

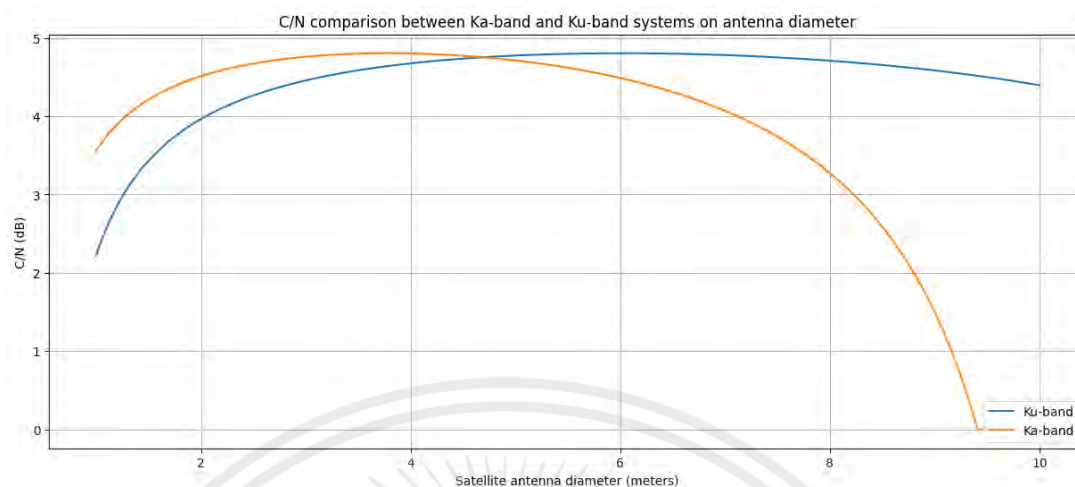
$P_t$ (W)	$D_t$ (เมตร)	$D_r$ (เมตร)	$f$ (MHz)	$\frac{C}{N}$ (dB)
10	1	0.35	12475.5	2.22
10	2	0.35	12475.5	3.96
10	3	0.35	12475.5	4.46
10	4	0.35	12475.5	4.68
10	5	0.35	12475.5	4.78
10	6	0.35	12475.5	4.80
10	7	0.35	12475.5	4.78
10	8	0.35	12475.5	4.71
10	9	0.35	12475.5	4.59
10	10	0.35	12475.5	4.40

ตารางที่ 3.2 ค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางของ Ka-band

$P_t$ (W)	$D_t$ (เมตร)	$D_r$ (เมตร)	$f$ (MHz)	$\frac{C}{N}$ (dB)
10	1	0.35	19875.5	3.56
10	2	0.35	19875.5	4.51
10	3	0.35	19875.5	4.76
10	4	0.35	19875.5	4.80
10	5	0.35	19875.5	4.71
10	6	0.35	19875.5	4.49
10	7	0.35	19875.5	4.07
10	8	0.35	19875.5	3.27
10	9	0.35	19875.5	1.50
10	10	0.35	19875.5	0

จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 สามารถแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 กราฟเปรียบเทียบค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางระหว่าง Ka-band และ Ku-band บนขนาดของสายอากาศเครื่องส่ง

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

### อุปกรณ์การทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง
2. โปรแกรม Visual Studio Code
3. โปรแกรม MySQL

#### 3.2.1 คอมพิวเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับใช้งานโปรแกรมในการทำเว็บไซต์และโปรแกรมระบบฐานข้อมูล

#### 3.2.2 โปรแกรม Visual Studio Code

ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา HTML JavaScript CSS และ Python ในการทำเว็บไซต์เพื่อใช้ในการแสดงผลข้อมูล

#### 3.2.3 โปรแกรม MySQL

ใช้สำหรับเป็นโปรแกรมระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้จากหน้าเว็บไซต์

### 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

#### 3.3.1 การทดสอบหน้าเว็บยืนยันตัวตน

ทดสอบโดยการยืนยันตัวตนเข้าสู่ระบบและเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน

#### 3.3.2 การทดสอบ Front-end

ทดสอบโดยการใช้งานหน้าเว็บไซต์และแสดงผลตามที่ได้ออกแบบการทำงานของระบบ

##### 3.3.2.1 ปุ่ม BEAM INFO

##### 3.3.2.2 ปุ่ม SHOW VALUE

##### 3.3.2.3 ปุ่ม USER INFO

##### 3.3.2.4 ปุ่ม REMOVE USER

##### 3.3.2.5 ปุ่ม MOVE TOOL

##### 3.3.2.6 ปุ่ม GRAPH

#### 3.3.3 การทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง

ทดสอบโดยการเก็บรวบรวมค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางที่แสดงผลทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

##### 3.3.3.1 ลำคลื่นที่กำหนดไว้ภายในระบบ

##### 3.3.3.2 ลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน

#### 3.3.4 การทดสอบระบบฐานข้อมูล

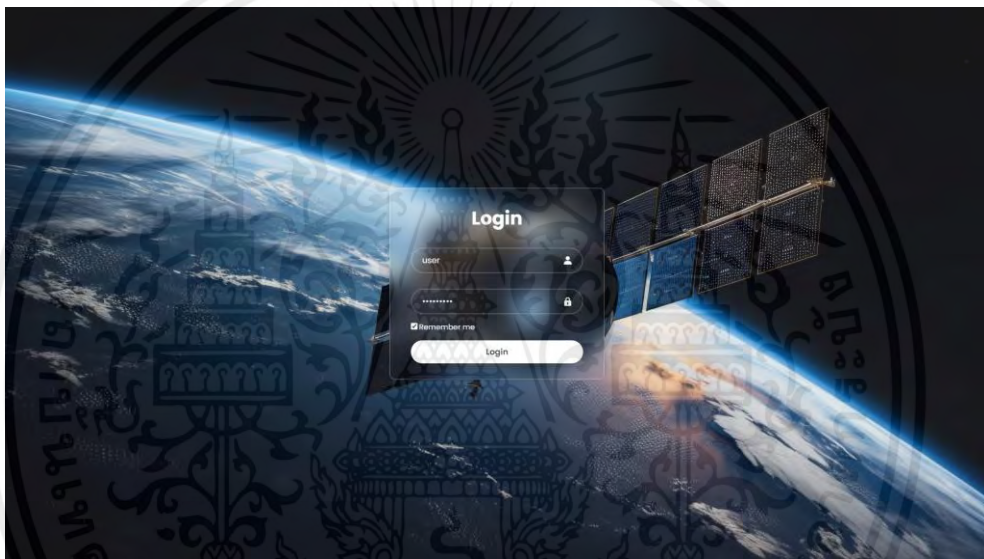
ทดสอบโดยการทำเมื่อมีการส่งค่าพารามิเตอร์มาจากหน้าเว็บแอปพลิเคชันระบบฐานข้อมูลจะทำการเก็บค่าข้อมูลของผู้ใช้งาน

## บทที่ 4

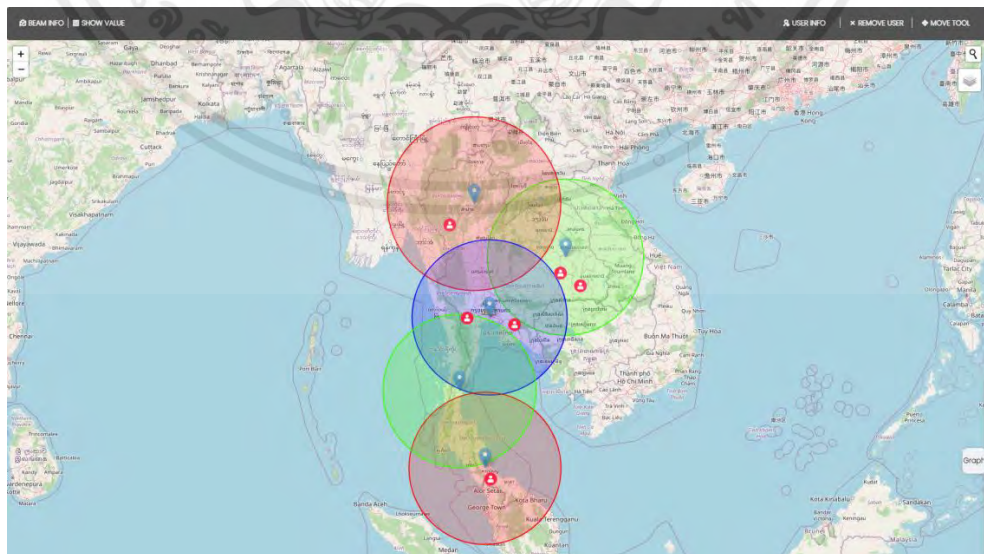
### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดสอบหน้าเว็บยืนยันตัวตน

โดยเมื่อเข้าสู่เว็บยืนยันตัวตนและกรอกข้อมูลสามารถเข้าสู่หน้าเว็บแอปพลิเคชันได้โดยแสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 เว็บยืนยันตัวตน



รูปที่ 4.2 หลังจากทำการกดยืนยันตัวตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการทดสอบ Front-end

### 4.2.1 ปุ่ม BEAM INFO

โดยเมื่อเข้าหน้าเว็บครั้งแรกและกดปุ่ม BEAM INFO จะสามารถแสดงข้อมูลลำคลื่นจากฐานข้อมูลโดยแสดงดังรูปที่ 4.3

Ku and Ka

Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
18.324707	99.777832	F3-Ku	12664.5	171	394.99	<span style="color: red;">■</span>
16.136198	103.710938	F2-KU	12475.5	171	356.28	<span style="color: green;">■</span>
13.636813	100.447998	F1-KU	12285.5	171	360	<span style="color: blue;">■</span>
10.558897	99.161611	F2-KU	12475.5	171	360	<span style="color: green;">■</span>
7.272908	100.250244	F3-KU	12664.5	171	360	<span style="color: red;">■</span>

Add Row Delete Row

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	21.0434912	104.8974609	F2-KU	12475.50	171	200	<span style="color: green;">■</span>
<input type="checkbox"/>	22.0434912	106.8974609	F1-KU	12285.50	171	100	<span style="color: blue;">■</span>

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 4.3 กดปุ่ม BEAM INFO

โดยเมื่อทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ ละติจูด ลองจิจูด รัศมี เลือกความถี่ เมื่อเลือกช่วงความถี่จะแสดงค่าความถี่ แบนวิดท์ และสี สามารถสร้างลำคลื่นตามค่าที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยแสดงดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 และผู้ใช้งานสามารถสร้างลำคลื่นได้หลายๆลำคลื่นโดยแสดงดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

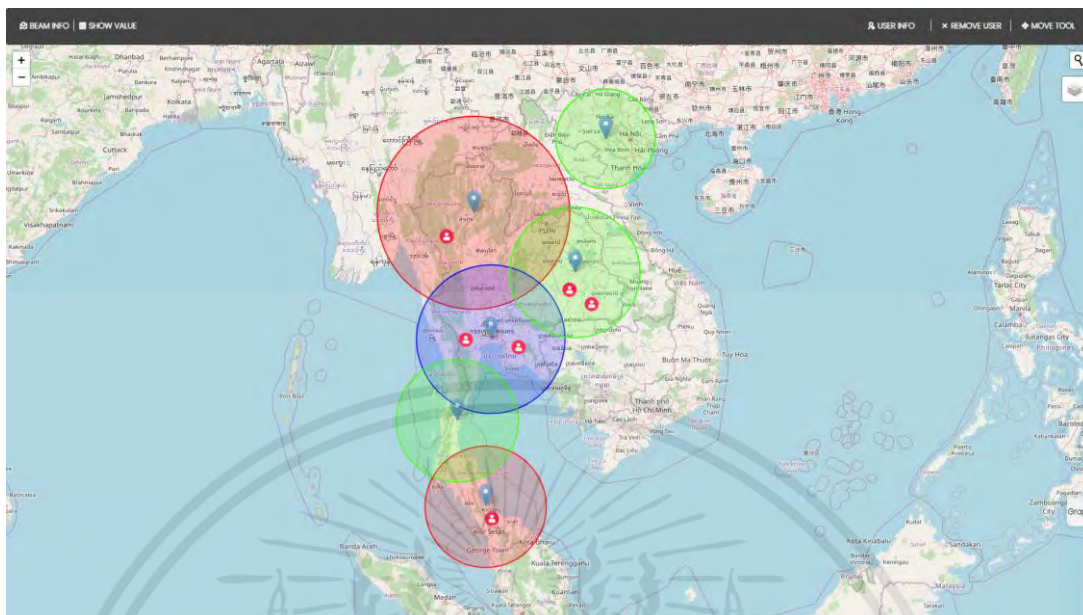
Add Row Delete Row

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	21.0434912	104.8974609	F2-KU	12475.50	171	200	<span style="color: green;">■</span>
<input type="checkbox"/>	Latitude	Longitude	-	-	-	Radius(km)	<span style="color: red;">■</span>

Close Reset Save Delete-Spot beam Pin Spot beam

รูปที่ 4.4 การใส่ค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

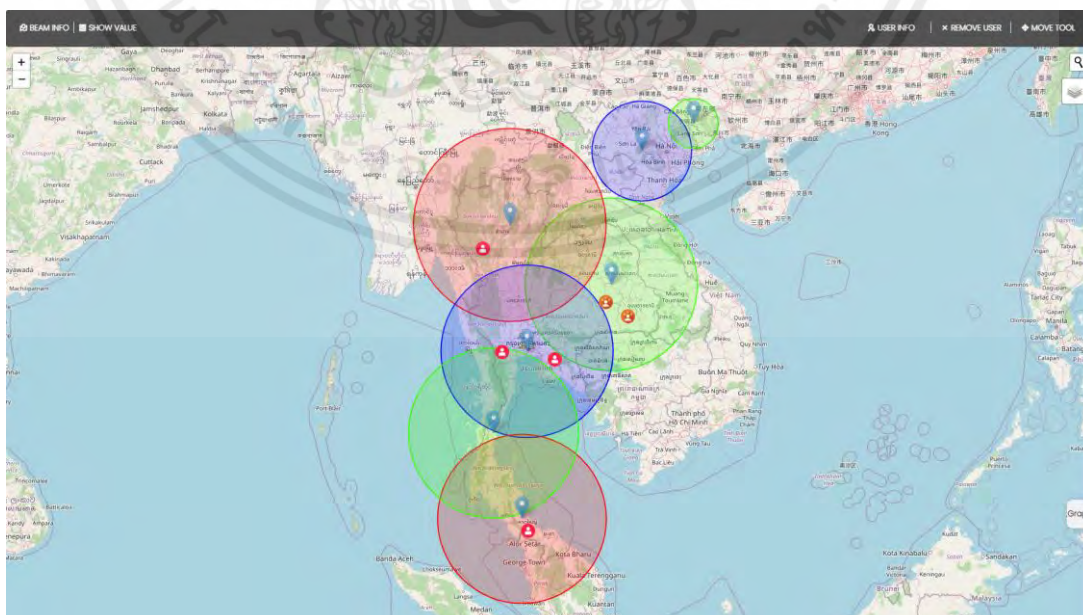


รูปที่ 4.5 ลำคลื่นถูกสร้างลงบนแผนที่

#	Latitude	Longitude	Select Frequency	Frequency	Bandwidth	Radius	color
<input type="checkbox"/>	21.0424912	104.897480E	F2-Ku	12475.50	7	200	Green
<input type="checkbox"/>	22.0434912	106.897480E	F1-Ku	12285.50	7	100	Blue

Buttons: Close, Reset, Save, Delete-Spot beam, Pin Spot beam

รูปที่ 4.6 การใส่ค่าพารามิเตอร์หลายๆค่า



รูปที่ 4.7 ลำคลื่นถูกสร้างลงบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2.2 ปุ่ม SHOW VALUE

ผู้ใช้งานสามารถปรับค่าพารามิเตอร์และแสดงผลค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่ง สัญญาณ ที่มาถึงปลายทาง Forward-Uplink, Forward-Downlink, Return-Uplink และ Return-Downlink โดยแสดงดังรูปที่ 4.8 4.9 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ

LINK BUDGET CALCULATION

Satellite: Thacom4

Forward Return

Parameter	Value	Unit	
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	14.084853 N	15.577205 N	degree
Earth Longitude	100.428514 E	103.481271 E	degree
Sat Longitude	105.6		degree
Frequency	12475.5	12475.5	MHz
Radius	35678		km
Power	400	18.9	W
Satellite antenna diameter	3.61	1.84	m
Ground antenna diameter	7.3	0.35	m

Result

	Uplink	Downlink	Unit
Distance	38405.49	38334.61	km
Elevation angle	62.43	64.05	degree
Azimuth angle	125.13	133.00	degree
Boresighting	0.68	0.11	degree
Satellite is in South East			
ERP	63.361	16.92	dB
G/T	29.82	0.38	dB
Loss	205.60	205.67	dB
C/N	44.69	7.68	dB
SN Margin		3.67	dB

SAVE

รูปที่ 4.8 ผลลัพธ์ฝั่ง Forward-Uplink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINK BUDGET CALCULATION <<

Satellite: Thaicom 4 v

**Forward** Return

Parameter	Value		Unit
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	14.084953 N	15.617205 N	degree
Earth Longitude	100.418814 E	103.401271 E	degree
Sat Longitude	103.8 E		degree
Frequency	12475.5	12475.5	MHz
Radius	35528		km
Power	400	732	W
Satellite antenna diameter	3.81	1.84	m
Ground antenna diameter	7.3	0.95	m

**Result**

	Uplink	Downlink	Unit
Distance	35405.49	35334.81	km
Elevation angle	62.43	64.05	degree
Azimuth angle	125.13	133.00	degree
Dispensing	0.68	0.71	degree
Satellite is in South East			
SRP	83.39	64.04	dB
G/T	20.82	0.36	dB
Loss	205.89	205.87	dB
C/N	44.69	4.81	dB
C/N total	2.55		dB

รูปที่ 4.9 ผลลัพธ์ฝั่ง Forward-Downlink

LINK BUDGET CALCULATION <<

Satellite: Thaicom 4 v

Forward **Return**

Parameter	Value		Unit
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	15.617205 N	14.084953 N	degree
Earth Longitude	103.401271 E	100.418814 E	degree
Sat Longitude	103.8 E		degree
Frequency	12475.5	12475.5	MHz
Radius	35528		km
Power	11.3	400	W
Satellite antenna diameter	1.84	3.81	m
Ground antenna diameter	1.21	7.3	m

**Result**

	Uplink	Downlink	Unit
Distance	35234.81	35405.49	km
Elevation angle	64.05	62.43	degree
Azimuth angle	133.00	125.13	degree
Dispensing	0.71	0.68	degree
Satellite is in South East			
SRP	62.29	71.23	dB
G/T	14.77	20.84	dB
Loss	205.87	205.89	dB
C/N	7.46	32.25	dB
C/N total	3.81		dB

รูปที่ 4.10 ผลลัพธ์ของ Return-Uplink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINK BUDGET CALCULATION <<

Satellite: Thaicom 4 v

Forward

Parameter	Value		Unit
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	15.67205 N	14.084953 N	degree
Earth Longitude	103.49221 E	100.419814 E	degree
Sat Longitude	105 E		degree
Frequency	12475.5	12475.5	MHz
Radius	6367.8		km
Power	113	400	W
Satellite antenna diameter	18	5.88	m
Ground antenna diameter	101	7.3	m

Result			
	Uplink	Downlink	Unit
Distance	38334.81	35405.49	km
Elevation angle	64.05	62.43	degree
Azimuth angle	139.00	125.33	degree
Depointing	0.11	0.68	degree
Satellite is in South East			
RA	52.29	81.61	deg
SL	14.77	-52.29	deg
LOS	205.87	205.89	deg
C/N	7.48	-18.40	dB
C/N total		5.01	dB

รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ของ Return-Downlink

### 4.2.3 ปุ่ม USER INFO

ผู้ใช้งานสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ของผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่และแสดงปริมาณแบนด์วิดท์โดยแสดงดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**USER INFO**

Name  
user

Speed  
128

Modulation  
16-QAM

FEC  
7/8

Bt Product  
11

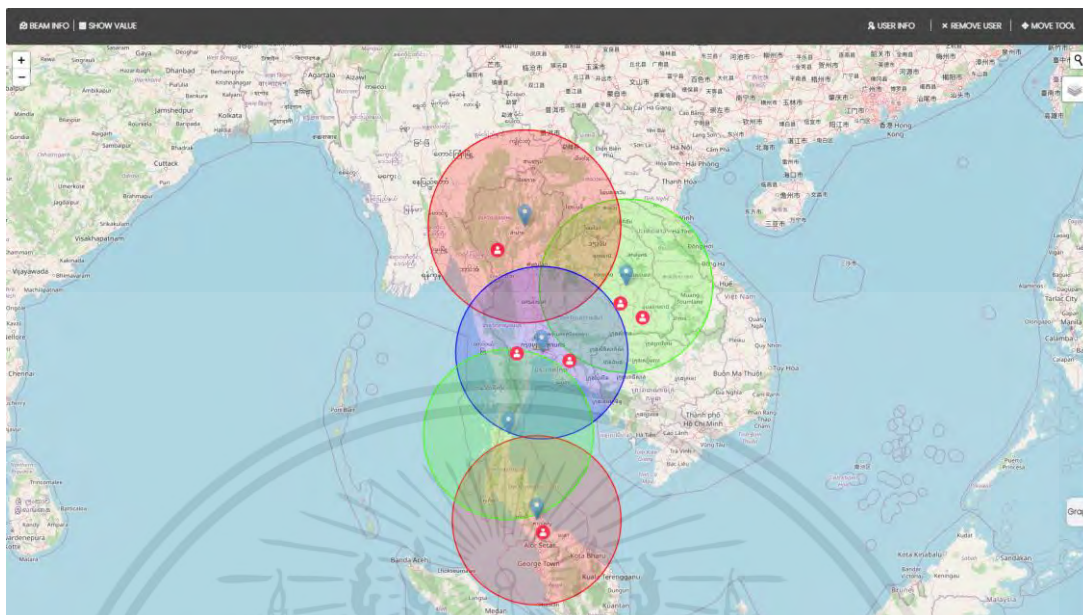
Bandwidth  
40.228571

SAVE

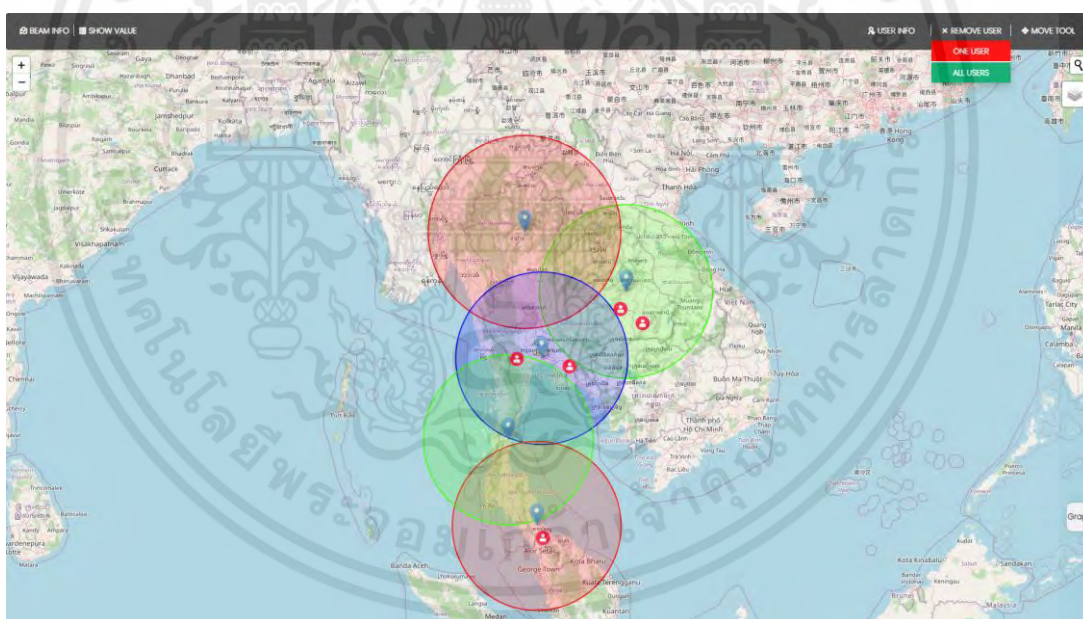
รูปที่ 4.12 ผลลัพธ์ของปุ่ม USER INFO

#### 4.2.4 ปุ่ม REMOVE USER

ผู้ใช้งานสามารถลบเครื่องหมายของผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่โดยเลือกได้ว่าลบทีละคนหรือ ลบทั้งหมด โดยแสดงดังรูปที่ 4.13 4.14 และ 4.15

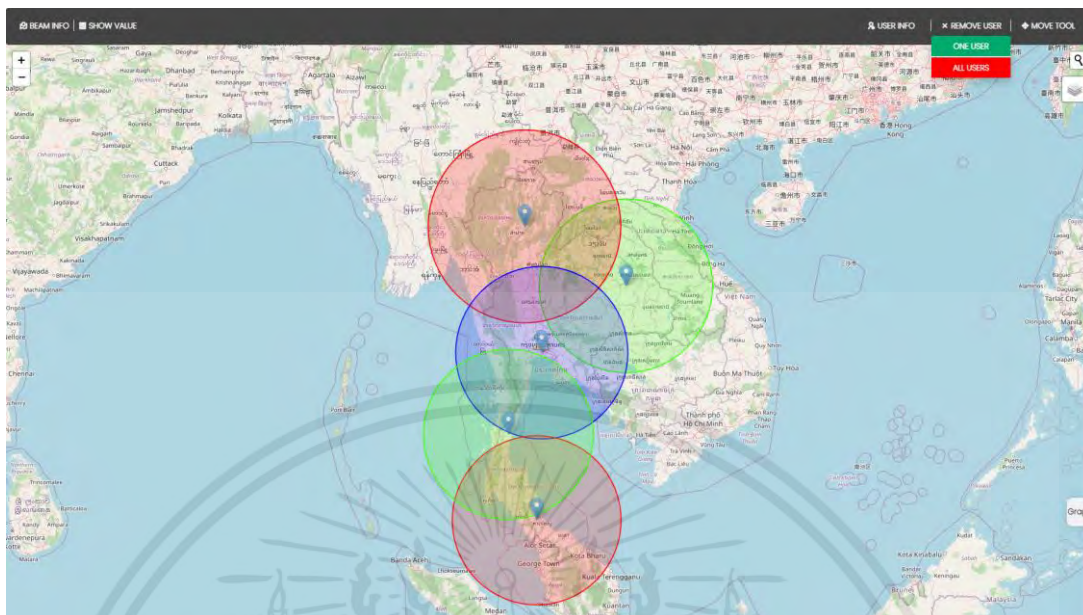


รูปที่ 4.13 ก่อนทำการกดปุ่ม REMOVE USER



รูปที่ 4.14 กดปุ่ม REMOVE USER แบบ ONE USER

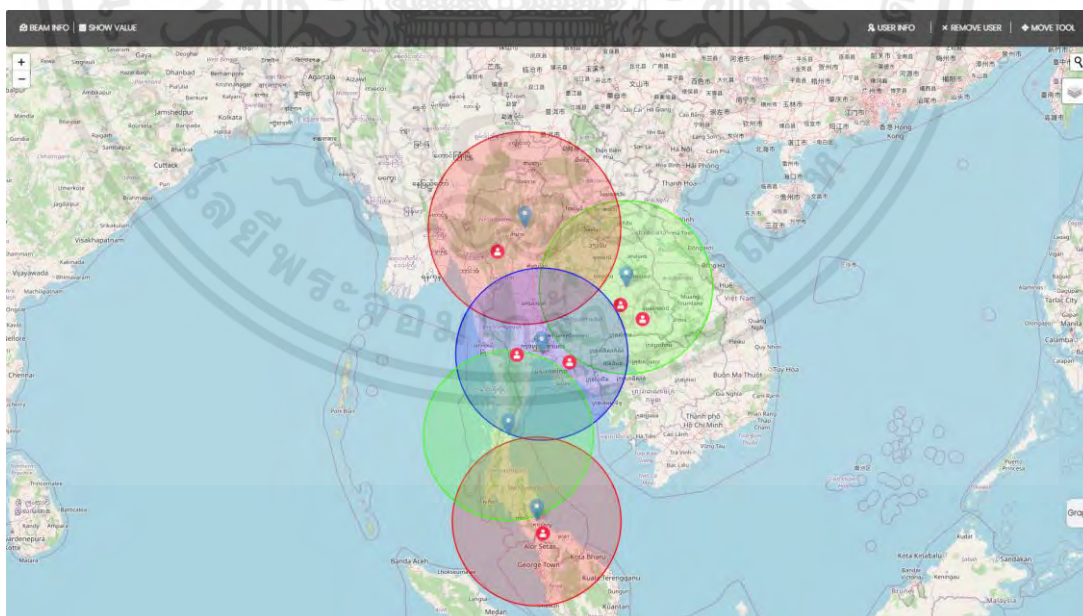
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กดปุ่ม REMOVE USER แบบ ALL USERS

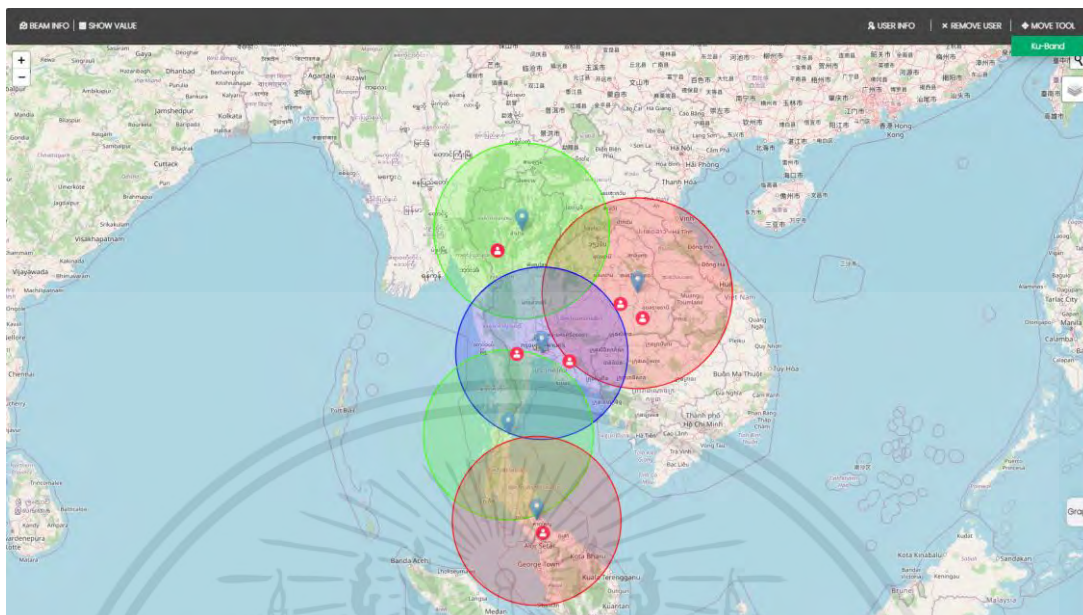
#### 4.2.5 ปุ่ม MOVE TOOL

ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายลาค์ลินจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้โดยแสดงดังรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 ก่อนทำการกดปุ่ม MOVE TOOL

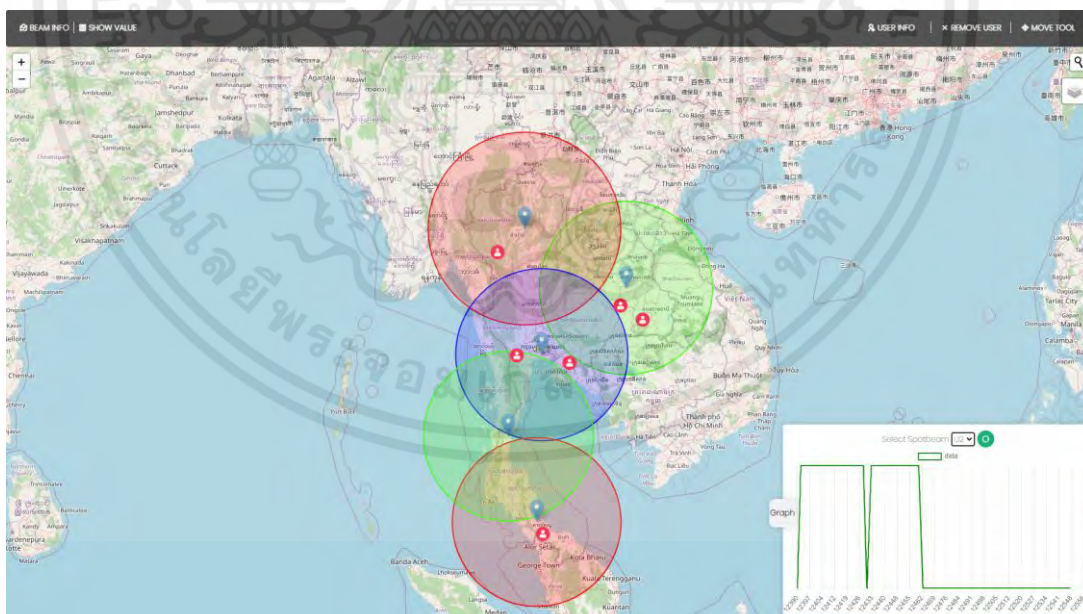
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หลังจากการเคลื่อนย้ายตำแหน่งลำคลื่น

#### 4.2.6 ปุ่ม Graph

ผู้ใช้งานสามารถดูแบนด์วิดธ์ของลำคลื่นแต่ละลำคลื่นโดยแสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ผลลัพธ์จากการกดปุ่ม Graph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 ผลการทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง

### 4.3.1 ลำคลื่นที่กำหนดไว้ในระบบ

ทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง โดยใช้ค่าลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบและปรับค่าพารามิเตอร์ โดยแสดงดังรูปที่ 4.19 4.20 4.21 และ 4.22

LINK BUDGET CALCULATION <<

Satellite: Thracom 4

Forward Return

Parameter	Uplink	Downlink	Unit
Start Longitude	110.44053 N	13.365243 N	degree
End Longitude	100.44054 E	101.51692 E	degree
Start Longitude		119.5 E	degree
Frequency	12285.5	12285.5	MHz
Radius		370.27	km
Power	400	113	W
Satellite antenna diameter	1.8	1.8	m
Ground antenna diameter	6.68	0.35	m

Result			Unit
	Uplink	Downlink	
Distance	36426.49	36341.20	km
Elevation angle	62.43	62.01	degree
Azimuth angle	125.13	125.66	degree
Dip pointing	0.05	0.19	degree
Satellite is in South East			
SNR	62.49	55.61	dB
G/T	14.64	-0.08	dB
Loss	205.75	205.74	dB
C/N	37.64	-3.94	dB
C/N ratio		-0.31	dB

SAVE

รูปที่ 4.19 แสดงค่าการคำนวณผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนดภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINK BUDGET CALCULATION <<

Satellite: Thaicom 4

Forward Return

Parameter	Uplink	Downlink	Unit
Earth Longitude	13.368263 N	108.4853 N	degree
Earth Longitude	101.515672 E	100.41894 E	degree
Sat Longitude	119.5 E		degree
Frequency	12285.5	12285.5	MHz
Radius	30713		km
Power	78.5	3481	W
Satellite antenna diameter	2.16	1.6	m
Ground antenna diameter	0.35	7.46	m

Result			Unit
	Uplink	Downlink	
Distance	36341.20	36405.49	km
Elevation angle	63.61	62.43	degree
Azimuth angle	125.48	125.13	degree
Depointing	0.10	0.08	degree
Satellite is in South East			
Bit/s	49.66	70.47	dB
C/N	19.58	26.88	dB
Loss	205.74	205.76	dB
C/N	9.80	37.69	dB
C/N Initial	10.0		dB

SAVE

รูปที่ 4.22 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่กำหนด  
ภายในระบบ

### 4.3.2 ลำคลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งาน

ทดสอบระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง โดยใช้ค่าลำ  
คลื่นที่สร้างจากผู้ใช้งานและปรับค่าพารามิเตอร์ โดยแสดงดังรูปที่ 4.23 4.24 4.25 และ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINK BUDGET CALCULATION

Satellite: Thailand 4

Forward Return

Parameter	Value	Unit	
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	14.084053 N	18.338884 N	degree
Earth Longitude	100.418814 E	97.737022 E	degree
Sat Longitude	109.5 E		degree
Frequency	12475.50	12475.50	MHz
Radius	174.00		Km
Power	400	87	W
Satellite antenna diameter	3.8	3.8	m
Ground antenna diameter	3.98	0.35	m

Result			
	Uplink	Downlink	
Distance	36405.49	36652.80	Km
Elevation angle	52.43	57.12	degree
Azimuth angle	125.13	128.24	degree
Depointing	0.88	0.02	degree
Satellite is in South East			
ERP	78.12	71.57	dB
G/T	21.26	0.53	dB
Loss	205.89	205.95	dB
C/N	39.77	12.42	dB
C/N total		4.43	dB

SAVE

รูปที่ 4.23 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจาก  
ผู้ใช้งาน

LINK BUDGET CALCULATION

Satellite: Thailand 4

Forward Return

Parameter	Value	Unit	
	Uplink	Downlink	
Earth Latitude	14.084053 N	18.338884 N	degree
Earth Longitude	100.418814 E	97.737022 E	degree
Sat Longitude	109.5 E		degree
Frequency	12475.50	12475.50	MHz
Radius	223.58		Km
Power	400	87	W
Satellite antenna diameter	3.8	2.86	m
Ground antenna diameter	3.98	0.35	m

Result			
	Uplink	Downlink	
Distance	36405.49	36652.80	Km
Elevation angle	52.43	57.12	degree
Azimuth angle	125.13	128.24	degree
Depointing	0.88	0.02	degree
Satellite is in South East			
ERP	78.12	68.18	dB
G/T	21.26	0.54	dB
Loss	205.89	205.95	dB
C/N	39.77	10.02	dB
C/N total		4.08	dB

SAVE

รูปที่ 4.24 แสดงค่าการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางจากลำคลื่นที่สร้างจาก  
ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลการทดสอบระบบฐานข้อมูล

จากการทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่าลำคลื่นแสดงดังรูปที่ 4.27

	id	beam_name	beam_lat	beam_long	beam_frequency	beam_radius	beam_bw
▶	182	u2	16.136198	103.710938	12475.5	360	171
	183	u1	18.324707	99.777832	12664.5	394.99	171
	184	u3	13.638313	100.447998	12285.5	360	171
	185	u5	7.272908	100.250244	12664.5	360	171
	187	u4	10.558697	99.151611	12475.5	360	171
✱	HULL	HULL	HULL	HULL	HULL	HULL	HULL

รูปที่ 4.27 ค่าลำคลื่นที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

ทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่า Forward-downlink แสดงดังรูปที่ 4.28

	id	fd_lat	fd_long	fd_center_lat	fd_center_long	fd_power	fd_frequency	fd_sat_ant_diameter	fd_user_ant_diameter	fd_bandwidth	fd_name	fd_sat_long
▶	9	14.0849535 N	100.4188142 E	18.324707	99.777832	126.4	12664.5	3.31	0.35	171	u1	119.5 E
	10	15.517205 N	103.491211 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.32	0.35	171	u2	119.5 E
	11	15.517205 N	103.491211 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.33	0.35	171	u3	119.5 E
	12	15.517205 N	103.491211 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.34	0.35	171	u4	119.5 E
	13	15.517205 N	103.491211 E	16.136198	103.710938	97	12476.5	3.35	0.35	171	u5	119.5 E

รูปที่ 4.28 ค่า Forward-downlink ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

ทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่า Forward-uplink แสดงดังรูปที่ 4.29

	id	fu_lat	fu_long	fu_center_lat	fu_center_long	fu_power	fu_frequency	fu_sat_ant_diameter	fu_user_ant_diameter	fu_bandwidth
▶	1	15.580711 N	104.458008 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.8	0.35	171
	2	15.220589 N	104.392090 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.8	0.35	171
	3	15.220589 N	104.392090 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.8	0.35	171
	4	15.220589 N	104.392090 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.8	0.35	171
	5	15.178181 N	104.523926 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.8	0.35	171
	6	17.497389 N	98.723145 E	18.324707	99.777832	97	12664.5	3.8	0.35	171
	7	17.497389 N	98.723145 E	18.324707	99.777832	97	12664.5	3.8	0.35	171
	8	17.497389 N	98.723145 E	18.324707	99.777832	120	12664.5	3.8	0.35	171
	9	17.497389 N	98.723145 E	18.324707	99.777832	120	12664.5	3.8	0.35	171
	10	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	400	12475.5	3.8	0.35	171
	11	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	400	12475.5	3.8	0.35	171
	12	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	400	12475.5	3.8	0.35	171

รูปที่ 4.29 ค่า Forward-uplink ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

ทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่า Return-downlink แสดงดังรูปที่ 4.30

	id	rd_lat	rd_long	rd_center_lat	rd_center_long	rd_power	rd_frequency	rd_sat_ant_diameter	rd_user_ant_diameter	rd_bandwidth	rd_sat_long
▶	1	14.084953 N	100.418814 E	18.324707	99.777832	126.4	12664.5	3.33	0.35	171	119.5 E
	2	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	400	12475.5	3.33	0.35	171	119.5 E
	3	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	365.5	12475.5	3.33	0.35	171	119.5 E
	4	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	365.5	12475.5	3.33	0.35	171	119.5 E

รูปที่ 4.30 ค่า Return-downlink ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่า Return-uplink แสดงดังรูปที่ 4.31

id	ru_lat	ru_long	ru_center_lat	ru_center_long	ru_power	ru_frequency	ru_sat_ant_diameter	ru_user_ant_diameter	ru_bandwidth	ru_name
1	17.497389 N	98.723145 E	18.324707	99.777832	120	12664.5	3.4	0.35	171	u1
2	15.517205 N	103.491211 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.4	0.35	171	u1
3	14.987240 N	104.348145 E	16.136198	103.710938	97	12475.5	3.4	0.35	171	u1
4	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	100	12475.5	3.4	0.35	171	u1
5	14.084953 N	100.418814 E	16.136198	103.710938	101	12475.5	3.4	0.35	171	u1

รูปที่ 4.31 ค่า Return-uplink ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

ทดสอบระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่าผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่ แสดงดังรูปที่ 4.32

id	user_name	speed	fec	mod	bt	bw	user_lat	user_long	beam
8	user	128	0.875	4	1.1	40.228571428571435	14.987240	104.348145	u2
9	tam	100	0.889	4	1.15	32.339707536557924	15.517205	103.491211	u2
12	tri	122	0.875	2	1	69.71428571428571	17.497389	98.723145	u1
14	test2	121	0.75	2	1.2	96.8	6.839170	100.480957	u5
20	test	74	0.875	2	1	42.285714285714285	13.368243	101.513672	u3
21	test	49	0.5	3	1.24	40.506666666666667	13.368243	101.513672	u3
22	user_3	70	0.875	4	1.53	30.6	13.645987	99.470215	u3
24	tri	150	0.875	4	1	42.857142857142854	17.497389	98.723145	u1

รูปที่ 4.32 ค่าผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่ที่เก็บในระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์เรื่อง โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารดาวเทียม ที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ จะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนการพัฒนา Front-end และออกแบบ UX/UI สำหรับการใช้งานหน้าเว็บไซต์ และส่วนการพัฒนา Back-end ในด้านของฐานข้อมูลและเซิร์ฟเวอร์ และส่วนการพัฒนาโปรแกรมคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง โดยสามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ได้ โดยได้ทำการศึกษาวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ และสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

- 1) สามารถออกแบบและสร้างเว็บไซต์ในการสร้างค่าคลื่นลงบนแผนที่และปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อส่งไปคำนวณในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และออกแบบ UX/UI เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 2) สามารถพัฒนาและออกแบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บค่าพารามิเตอร์
- 3) สามารถพัฒนาและออกแบบเซิร์ฟเวอร์เพื่อเชื่อมต่อระหว่าง Front-end และ Back-end
- 4) สามารถเขียนโปรแกรมคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง โดยรับค่าพารามิเตอร์จากเว็บไซต์และส่งค่ากลับไปแสดงที่หน้าเว็บไซต์
- 5) สามารถแสดงค่าแบนด์วิดท์ของผู้ใช้งานที่อยู่บนแผนที่
- 6) สามารถแสดงกราฟแบนด์วิดท์ของผู้ใช้งาน
- 7) สามารถนำข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลมาใช้ได้

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ระดับสัญญาณการสื่อสารดาวเทียม ที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ สามารถคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง การแสดงค่าแบนด์วิดท์ของผู้ใช้งานและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ได้จริงแต่ยังมีข้อที่ต้องปรับปรุงอยู่ คือ ยังต้องมีบางพารามิเตอร์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจริงในการคำนวณเพื่อทำให้การคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทางมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

## บรรณานุกรม

- [1] Jirayut Intachai. "HTML คืออะไร."  
<https://goterrestrial.com/2021/05/19/what-is-html/>.
- [2] Astari S. "What Is HTML? Hypertext Markup Language Basics Explained."  
<https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-html>.
- [3] Domantas G. "What Is CSS and How Does It Work?."  
<https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-css>.
- [4] Jordana A. "What Is JavaScript? A Basic Introduction to JS for Beginners."  
<https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-css>.
- [5] Alexandre Ouellette "What is Bootstrap: A Beginner's Guide."  
<https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-is-bootstrap-a-beginners-guide/>.
- [6] Vladimir Agafonkin. "leaflet." <https://leafletjs.com/>.
- [7] Rahul Awati. "AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)."  
<https://www.theserverside.com/definition/Ajax-Asynchronous-JavaScript-and-XML>.
- [8] Arthur D.Little."High Throughput Satellites."  
[https://www.avanti.space/wpcontent/uploads/2018/08/ADL\\_High\\_Throughput\\_Satellites-Main\\_Report.pdf](https://www.avanti.space/wpcontent/uploads/2018/08/ADL_High_Throughput_Satellites-Main_Report.pdf).
- [9] รศ.ดร. วิทวัส สิริฐกุล, และ ผศ.ดร. ปาลีรัตน์ วงจำปา. วิศวกรรมสายอากาศ (Antenna Engineering). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2563.
- [10] นิรนาม. "Thaicom 4 (IPstar-1) Provisonal Frequency Plan."  
[http://frequencyplansatellites.altervista.org/Thaicom/Thaicom\\_4.pdf](http://frequencyplansatellites.altervista.org/Thaicom/Thaicom_4.pdf).
- [11] นิรนาม. "Eutelsat KaSat 9A Provisonal Frequency Plan."  
[http://frequencyplansatellites.altervista.org/Eutelsat/Eutelsat\\_KaSat\\_9A.pdf](http://frequencyplansatellites.altervista.org/Eutelsat/Eutelsat_KaSat_9A.pdf).
- [12] โชติพันธุ์ หล่อเลิศสุนทร. คู่มือเรียนเขียนโปรแกรม python (ภาคปฏิบัติ) . นนทบุรี : คอร์ฟิงก์ชั่น, 2554.
- [13] MySQLtm. "what is MySQL?."  
<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>.

- [14] Editorial Team-everything RF “What is a High-Throughput Satellite?”  
<https://www.everythingrf.com/community/what-is-a-high-throughput-satellite>.
- [15] threespot.&andrevv.“django.”  
<https://www.djangoproject.com/>.
- [16] Patrick Gannon. “Understanding the Basics of HTS.”  
<https://www.bcsatellite.net/blog/understanding-the-basics-of-hts/>.
- [17] GETSAT. “Ku-band vs. Ka-band.”  
<https://www.getsat.com/knowledge-base/ku-band-vs-ka-band/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งระบบการคำนวณค่าผลรวมของกำลังส่งสัญญาณที่มาถึงปลายทาง

```
import numpy as np

#constant params
pi = np.pi
kilo = 10**3
mega = 10**6
giga = 10**9
c = 0.3*giga

re = 6378.14 #km
rs = 42164.17 #km
hGSO = rs-re
ee = 0.08182
#####

#define
def log(x):
    y = np.log10(x)
    return y

def sin(x):
    y = np.sin(pi*x/180)
    return y

def cos(x):
    y = np.cos(pi*x/180)
    return y

def arctan(x):
    y = np.arctan(x)*180/pi
    return y

class LookAngle:
    def __init__(self,Le,le,ls,Lc,lc):
        Le_txt = Le.split(" ")
        le_txt = le.split(" ")
        ls_txt = ls.split(" ")
        Le_val = float(Le_txt[0])
        le_val = float(le_txt[0])
        ls_val = float(ls_txt[0])
        self.Le = Le_val
        self.le = le_val
        self.ls = ls_val
        self.Le_dir = Le_txt[1]
        self.le_dir = le_txt[1]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.ls_dir = ls_txt[1]
self.Lc = Lc
self.lc = lc

def distance(self):
    B = self.le-self.ls
    l = (re/(np.sqrt(1-(ee**2)*(sin(self.Le)**2))))*cos(self.Le)
    z = (re*(1-ee**2)/(np.sqrt(1-
(ee**2)*(sin(self.Le)**2))))*sin(self.Le)
    R = np.sqrt((l**2)+(z**2)) #km
    psi = np.arctan(z/l)*180/pi
    d = np.sqrt((R**2)+(rs**2)-(2*R*rs*cos(psi)*cos(B)))
    return d

def distance_c(self):
    B = self.lc-self.ls
    l = (re/(np.sqrt(1-(ee**2)*(sin(self.Lc)**2))))*cos(self.Lc)
    z = (re*(1-ee**2)/(np.sqrt(1-
(ee**2)*(sin(self.Lc)**2))))*sin(self.Lc)
    R = np.sqrt((l**2)+(z**2)) #km
    psi = np.arctan(z/l)*180/pi
    d = np.sqrt((R**2)+(rs**2)-(2*R*rs*cos(psi)*cos(B)))
    return d

def El(self):
    l = (re/(np.sqrt(1-(ee**2)*(sin(self.Le)**2))))*cos(self.Le)
    z = (re*(1-ee**2)/(np.sqrt(1-
(ee**2)*(sin(self.Le)**2))))*sin(self.Le)
    R = np.sqrt((l**2)+(z**2)) #km

    gamma = np.arccos(cos(self.Le)*cos(self.le-self.ls))*180/pi
    test = np.arccos(R/rs)*180/pi
    if gamma <= test:
        e1 = np.arccos(sin(gamma)/np.sqrt(1+((R/rs)**2)-
2*(R/rs)*cos(gamma)))*180/pi
        return e1
    else:
        return(print("Visibility test is not pass!!"))

def Az(self):
    gamma = np.arccos(cos(self.Le)*cos(self.le-self.ls))*180/pi
    a = np.arcsin(sin(abs(self.le-self.ls))/sin(gamma))*180/pi
    if self.le_dir == 'W':
        self.le = 360-self.le
    if self.ls == 'W':
        self.ls = 360-self.ls

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    dirt_vec = np.array([[cos(self.ls)], [sin(self.ls)]]) -
np.array([[cos(self.le)], [sin(self.le)]])
    if self.Le_dir == 'S': #North
        if (dirt_vec[0] < 0): #East
            az = a
        elif(dirt_vec[0] >= 0): #West
            az = 360-a
            dirt = "Satellite is in North West"
    else: #South
        if (dirt_vec[0] < 0): #East
            az = 180-a
            dirt = "Satellite is in South East"
        elif(dirt_vec[0] >= 0): #West
            az = 180+a
            dirt = "Satellite is in South West"
    return az, dirt

def depoint(self):
    x = np.sqrt((self.Le-self.Lc)**2+(self.le-self.lc)**2)*111
    dp = arctan(x/self.distance())
    return dp

def run(self):
    d = self.distance()
    el = self.El()
    az,dirt = self.Az()
    dp = self.depoint()
    return d,el,az,dirt,dp

class LinkBudget:
    def
__init__(self,power,tx_ant_size,rx_ant_size,f,sys_temp,r,r_c,depoint,bw)
:
        self.power = power
        self.tx_ant_size = tx_ant_size
        self.rx_ant_size = rx_ant_size
        self.f = f*mega
        self.sys_temp = sys_temp
        self.r = r
        self.r_c = r_c
        self.lmd = c/(f*mega)
        self.depoint = depoint
        self.bw = bw*mega

    def eirp(self):

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

P = 10*log(self.power)
G = 10*log((6/10)*((pi*self.tx_ant_size/self.lmd)**2))
EIRP = P+G
return EIRP

def gOt(self):
    Gmax = 10*log((6/10)*((pi*self.rx_ant_size/self.lmd)**2))
    hpbw = 70*(self.lmd/self.tx_ant_size)
    G = Gmax-12*((self.depoint/hpbw)**2)
    T = 10*log(self.sys_temp)
    NF = 3
    Lfrx = 1
    GoT = G-T-NF-Lfrx
    return GoT

def loss(self):
    Lfs = 20*log(4*pi*self.r*kilo/self.lmd)
    La = 0.3
    L = Lfs+La
    return L

def cOn(self):
    k = -228.6 #dBW/K/Hz
    b0 = 10*log(self.bw)
    CoN = self.eirp()+self.gOt()-self.loss()-b0-k #dB.Hz
    return CoN

def circle(self):
    w = 0.75*self.r_c*(self.lmd/self.tx_ant_size)
    return w

def run(self):
    eirp = self.eirp()
    got = self.gOt()
    loss = self.loss()
    con = self.cOn()
    radius = self.circle()
    return eirp, got, loss, con, radius

class User():
    def __init__(self, speed, fec, mod, bt):
        self.speed = speed
        self.fec = fec
        self.mod = mod
        self.bt = bt

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

def bw(self):
    bw = self.speed*self.bt/(self.fec*self.mod)
    return bw

def run(self):
    bw = self.bw()
    return bw

class Sat:
    longitude = "119.5 E"
    sys_temp = 440 #Kelvin

class CoI:
    adj = 25 #dB
    intermod = 25 #dB
    xpol = 25 #dB

from django.shortcuts import render
import numpy as np
from .forms import *
from .models import *
from django.http import JsonResponse
from json import dumps
from .calculator import *
from django.db.models import Q

def duplicate(x):
    y = []
    for i in range(len(x)):
        y.extend(x[i])
    y = list(dict.fromkeys(y))
    return y

def str2num(x):
    text = dumps(list(x), ensure_ascii=True)
    removed_text = text.strip("[]")
    y = float(removed_text)
    return y

def pulse(bw,bt):
    p = np.array([])
    x = np.arange(0,bw,0.1)
    if bt == 1:
        s = 1
    else:
        s = 1/(len(x)*((bt-1)/2))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lfade = np.arange(0,1,s)
rfade = np.arange(1,0,-s)
peak = np.ones((len(x)-len(lfade)-len(rfade)))
p = np.concatenate((lfade,peak,rfade))
return p

def calculator(request):
    forward_gateway_run = None
    forward_user_run = None
    forward_uplink_run = None
    forward_downlink_run = None
    forward_conTotal = None

    return_gateway_run = None
    return_user_run = None
    return_uplink_run = None
    return_downlink_run = None
    return_conTotal = None
    x = None
    y = None

    beamlist = duplicate(BeamInfo.objects.values_list('beam_name'))
    namelist = duplicate(UserInput.objects.values_list('user_name'))

    #information calc
    if request.method == 'POST':
        fu_form = FuClassForm(request.POST)
        fd_form = FdClassForm(request.POST)
        ru_form = RuClassForm(request.POST)
        rd_form = RdClassForm(request.POST)
        user_form = UserInputClassForm(request.POST)
        beam_form = BeamInfoClassForm(request.POST)
        graph_form = Graphform(request.POST)

        if fu_form.is_valid() and fd_form.is_valid():
            fu_data = fu_form.cleaned_data
            fu = FuInput()
            fu.fu_lat = fu_data['fu_lat']
            fu.fu_long = fu_data['fu_long']
            fu.fu_center_lat = fu_data['fu_center_lat']
            fu.fu_center_long = fu_data['fu_center_long']
            fu.fu_power = fu_data['fu_power']
            fu.fu_frequency = fu_data['fu_frequency']
            fu.fu_sat_ant_diameter = fu_data['fu_sat_ant_diameter']
            fu.fu_user_ant_diameter = fu_data['fu_user_ant_diameter']
            fu.fu_bandwidth = fu_data['fu_bandwidth']

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

fd_data = fd_form.cleaned_data
fd = FdInput()
fd.fd_name = fd_data['fd_name']
fd.fd_lat = fd_data['fd_lat']
fd.fd_long = fd_data['fd_long']
fd.fd_center_lat = fd_data['fd_center_lat']
fd.fd_center_long = fd_data['fd_center_long']
fd.fd_sat_long = fd_data['fd_sat_long']
fd.fd_power = fd_data['fd_power']
fd.fd_frequency = fd_data['fd_frequency']
fd.fd_sat_ant_diameter = fd_data['fd_sat_ant_diameter']
fd.fd_user_ant_diameter = fd_data['fd_user_ant_diameter']
fd.fd_bandwidth = fd_data['fd_bandwidth']

if fu_form['s'].value() == '1':
    fu.save()
    fd.save()

gateway = LookAngle(fu.fu_lat, fu.fu_long, fd.fd_sat_long,
fu.fu_center_lat, fu.fu_center_long)
forward_gateway_run = gateway.run()

forward_uplink = LinkBudget(fu.fu_power,
                             fu.fu_user_ant_diameter,
                             fu.fu_sat_ant_diameter,
                             fu.fu_frequency,
                             Sat.sys_temp,
                             gateway.distance(),
                             gateway.distance_c(),
                             0,
                             10)

forward_uplink_run = forward_uplink.run()

user = LookAngle(fd.fd_lat, fd.fd_long, fd.fd_sat_long,
fd.fd_center_lat, fd.fd_center_long)
forward_user_run = user.run()

forward_downlink = LinkBudget(fd.fd_power,
                               fd.fd_sat_ant_diameter,
                               fd.fd_user_ant_diameter,
                               fd.fd_frequency,
                               Sat.sys_temp,
                               user.distance(),
                               user.distance_c()),

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        user.depoint(),
        10)

    forward_downlink_run = forward_downlink.run()

    forward_conTotal = 1/((1/forward_downlink.c0n()) +
(1/forward_uplink.c0n()) + (1/CoI.adj) + (1/CoI.intermod) +
(1/CoI.xpol))

    return JsonResponse({'forward_user': forward_user_run,
        'forward_downlink':
forward_downlink_run,
        'forward_gateway': forward_gateway_run,
        'forward_uplink': forward_uplink_run,
        'forward_conTotal' : forward_conTotal,
        })

if ru_form.is_valid() and rd_form.is_valid():
    ru_data = ru_form.cleaned_data
    ru = RuInput()
    ru.ru_name = ru_data['ru_name']
    ru.ru_lat = ru_data['ru_lat']
    ru.ru_long = ru_data['ru_long']
    ru.ru_center_lat = ru_data['ru_center_lat']
    ru.ru_center_long = ru_data['ru_center_long']
    ru.ru_power = ru_data['ru_power']
    ru.ru_frequency = ru_data['ru_frequency']
    ru.ru_sat_ant_diameter = ru_data['ru_sat_ant_diameter']
    ru.ru_user_ant_diameter = ru_data['ru_user_ant_diameter']
    ru.ru_bandwidth = ru_data['ru_bandwidth']

    rd_data = rd_form.cleaned_data
    rd = RdInput()
    rd.rd_lat = rd_data['rd_lat']
    rd.rd_long = rd_data['rd_long']
    rd.rd_center_lat = rd_data['rd_center_lat']
    rd.rd_center_long = rd_data['rd_center_long']
    rd.rd_sat_long = rd_data['rd_sat_long']
    rd.rd_power = rd_data['rd_power']
    rd.rd_frequency = rd_data['rd_frequency']
    rd.rd_sat_ant_diameter = rd_data['rd_sat_ant_diameter']
    rd.rd_user_ant_diameter = rd_data['rd_user_ant_diameter']
    rd.rd_bandwidth = rd_data['rd_bandwidth']

    if ru_form['s'].value() == '1':

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ru.save()
rd.save()

gateway = LookAngle(ru.ru_lat, ru.ru_long, rd.rd_sat_long,
ru.ru_center_lat, ru.ru_center_long)
return_gateway_run = gateway.run()

user = LookAngle(rd.rd_lat, rd.rd_long,
rd.rd_sat_long,
rd.rd_center_lat,
rd.rd_center_long)

return_user_run = user.run()

return_downlink = LinkBudget(ru.ru_power,
ru.ru_user_ant_diameter,
ru.ru_sat_ant_diameter,
ru.ru_frequency,
Sat.sys_temp,
gateway.distance(),
gateway.distance_c(),
0,
171)

return_uplink = LinkBudget(rd.rd_power,
rd.rd_sat_ant_diameter,
rd.rd_user_ant_diameter,
rd.rd_frequency,
Sat.sys_temp,
user.distance(),
user.distance_c(),
user.depoint(),
171)

return_uplink_run = return_uplink.run()
return_downlink_run = return_downlink.run()

return_conTotal = 1/((1/return_downlink.cOn()) +
(1/return_uplink.cOn()) + (1/CoI.adj) + (1/CoI.intermod) + (1/CoI.xpol))

return JsonResponse({'return_user': return_user_run,
'return_downlink': return_downlink_run,
'return_gateway': return_gateway_run,
'return_uplink': return_uplink_run,
'return_conTotal' : return_conTotal,
})

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if user_form.is_valid():
    user_data = user_form.cleaned_data
    user = UserInput()
    user.user_name = user_data['user_name'].lower()
    user.speed = user_data['speed']
    user.fec = user_data['fec']
    user.mod = user_data['mod']
    user.bt = user_data['bt']
    user.user_lat = user_data['user_lat']
    user.user_long = user_data['user_long']
    user.beam = user_data['beam']

    u = User(user.speed, user.fec, user.mod, user.bt)
    user.bw = u.bw()

    user_in_beam = []
    for i in range(len(namelist)):
        each_user =
UserInput.objects.filter(user_name=namelist[i], beam =
user.beam,).order_by('-id')[ :1].values_list('user_name')
        user_in_beam.extend(each_user)
    user_in_beam = duplicate(user_in_beam)

    last_bw_txt =
dumps(list(UserInput.objects.filter(user_name=user.user_name).order_by('-
-id')[ :1].values_list('bw')), ensure_ascii=True)

    if last_bw_txt == '[']:
        last_bw = 0
    else:
        last_bw =
str2num(UserInput.objects.filter(user_name=user.user_name).order_by('-
id')[ :1].values_list('bw'))

    total_bw = user.bw-last_bw
    for i in range(len(user_in_beam)):
        bw =
UserInput.objects.filter(user_name=user_in_beam[i]).order_by('-
id')[ :1].values_list('bw')
        bw = str2num(bw)
        total_bw += bw

    if user_form['s'].value() == '1':
        user.save()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

print(user_in_beam)

if total_bw < 171:
    return JsonResponse({'user_bw' : user.bw})
else:
    return JsonResponse({'user_bw': 'NOT ENOUGH BANDWIDTH'})
# user.save()

if beam_form.is_valid():
    beam_data = beam_form.cleaned_data
    beam = BeamInfo()
    beam.beam_name = beam_data['beam_name'].lower()
    beam.beam_lat = beam_data['beam_lat']
    beam.beam_long = beam_data['beam_long']
    beam.beam_radius = beam_data['beam_radius']
    beam.beam_bw = beam_data['beam_bw']
    beam.beam_frequency = beam_data['beam_frequency']
    beam.save()

if graph_form.is_valid():
    beamName = graph_form['graph_beam'].value()
    print(beamName)
    user_in_beam = []
    spectrum = np.array([])
    total_used_bw = 0

    for i in range(len(namelist)):
        each_user =
        UserInput.objects.filter(user_name=namelist[i], beam =
        beamName).order_by('-id')[:1].values_list('user_name')
        user_in_beam.extend(each_user)
        user_in_beam = duplicate(user_in_beam)

    for i in range(len(user_in_beam)):
        bw =
        UserInput.objects.filter(user_name=user_in_beam[i]).order_by('-
        id')[:1].values_list('bw')
        bt =
        UserInput.objects.filter(user_name=user_in_beam[i]).order_by('-
        id')[:1].values_list('bt')
        bw = str2num(bw)
        bt = str2num(bt)
        p = pulse(bw, bt)
        spectrum = np.append(spectrum, p)
        total_used_bw += bw

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        f = BeamInfo.objects.filter(beam_name=beamName).order_by('-
id')[0].values_list('beam_frequency')
        print(f)
        print(user_in_beam)
        full_bw =
BeamInfo.objects.filter(beam_name=beamName).order_by('-
id')[0].values_list('beam_bw')
        center_f = str2num(f)
        start_f = str2num(f)-(str2num(full_bw)/2)
        stop_f = str2num(f)+(str2num(full_bw)/2)

        used_y = spectrum
        free_y = np.zeros(int((stop_f-center_f)*10))

        x = np.arange(start_f,stop_f,0.1).tolist()
        y = np.append(used_y,free_y).tolist()

        return JsonResponse({'graph_x' : x,
                             'graph_y' : y
                             })
    else:
        fu_form = FuClassForm(request.POST)
        fd_form = FdClassForm(request.POST)
        ru_form = RuClassForm(request.POST)
        rd_form = RdClassForm(request.POST)
        user_form = UserInputClassForm(request.POST)
        beam_form = BeamInfoClassForm(request.POST)
        graph_form = Graphform(request.POST)

        all_beam = []
        for i in range(len(beamlist)):
            data =
BeamInfo.objects.filter(beam_name=beamlist[i]).order_by('-
id')[0].values_list()
            all_beam.extend(data)

        user_default = []
        for i in range(len(namelist)):
            each_user =
UserInput.objects.filter(user_name=namelist[i]).order_by('-
id')[0].values_list()
            user_default.extend(each_user)

        fd_default = []
        fd_list = duplicate(FdInput.objects.values_list('fd_name'))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for i in range(len(fd_list)):
    each_fd = FdInput.objects.filter(fd_name=fd_list[i]).order_by('-
id')[:1].values_list()
    fd_default.extend(each_fd)

fu_default = list(FuInput.objects.order_by('-id')[:1].values_list())

ru_default = []
ru_list = duplicate(RuInput.objects.values_list('ru_name'))
for i in range(len(ru_list)):
    each_ru = RuInput.objects.filter(ru_name=ru_list[i]).order_by('-
id')[:1].values_list()
    ru_default.extend(each_ru)

rd_default = list(RdInput.objects.order_by('-id')[:1].values_list())

return render(request, 'app_calculator/calculator.html', {
    'fu_form': fu_form,
    'fd_form': fd_form,
    'ru_form': ru_form,
    'rd_form': rd_form,
    'user_form': user_form,
    'beam_form': beam_form,
    'graph_form': graph_form,
    'fu_default': dumps(fu_default, ensure_ascii=True),
    'fd_default': dumps(fd_default, ensure_ascii=True),
    'ru_default': dumps(ru_default, ensure_ascii=True),
    'rd_default': dumps(rd_default, ensure_ascii=True),
    'user_default': dumps(user_default, ensure_ascii=True),
    'beamlist': dumps(all_beam, ensure_ascii=True),
})

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้