

บทที่ 4

ผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลทางด้านแสง-เสียงและการปรับปรุงยิลด์ไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราชโดยจัดทำแผนที่เวกเตอร์จากภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ปี พ.ศ. 2553 แผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Mapping) จัดทำแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ รอบสถานีวิจัยพลังงานลมขนาด 15 กิโลเมตร ใช้ข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) มาตรฐาน 1:50,000 ชุด L7018 โดยอาศัยค่าแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ของกรมแผนที่ทหาร แล้วทำการสร้างแผนที่ความสูงต่ำของพื้นที่รอบๆ สถานีวิจัยพลังงานลมขนาด 15 กิโลเมตร เพื่อแสดงลักษณะสูงต่ำของภูมิประเทศของ ต.เขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช สำหรับเป็นข้อมูลอินพุตให้กับโปรแกรม WAsP 9.0 และโปรแกรม GH WindFarmer 4.1

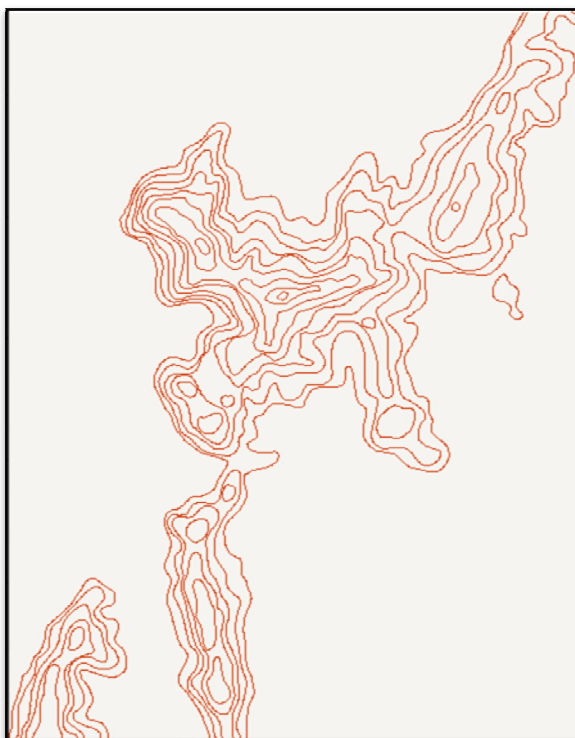
จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลลมสถิติเพื่อสร้างแผนที่แหล่งลม (Wind Resource Mapping) ครอบคลุมพื้นที่รอบเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้โปรแกรม WAsP 9.0 ในการวิเคราะห์นั้นได้อาศัยข้อมูลอินพุตของอัตราเร็วและทิศทางของลมระยะยาว (Observed Wind Climate) โดยนำเข้าข้อมูลแผนที่เวกเตอร์ซึ่งเป็นผลการรวมแผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Map) เข้ากับแผนที่ดัชนีความขรุขระ (Roughness Index Map) หลังจากนั้นจึงทำการอินพุตข้อมูลพิกัดสถานที่ติดตั้งกังหันลมสำหรับการผลิตไฟฟ้า แล้วทำการเลือกเส้นโค้งกำลัง (Power Curve) ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้เลือกกังหันลมที่มีกำลังการผลิตติดตั้ง (Installed Capacity) ขนาด 1.75 เมกะวัตต์ และทำการสร้างกริด (Resource Grid) เพื่อเป็นข้อมูลอินพุตให้กับโปรแกรม GH WindFarmer 4.1

จากนั้นจะนำเข้าแผนที่แหล่งลม (Wind Resource Mapping) แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ และแผนที่เวกเตอร์ เหนือบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 เพื่อศึกษาแสง-เงาและเสียงที่เกิดขึ้นและศึกษาทางด้านการปรับปรุงยิลด์โดยใช้ Optimization Module โดยกำหนด Stopping Criteria ที่ 10,000 รอบ และทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าในรูปแบบของ VSPP บริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช

จากนั้นทำการวิเคราะห์และสร้างแผนที่เสียงเท่า (Iso-noise Map) วิเคราะห์และสร้างแผนที่โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ของฟาร์มกังหันลม วิเคราะห์และสร้างแผนที่การเคลื่อนไหวของเงา (Shadow Flicker) ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1

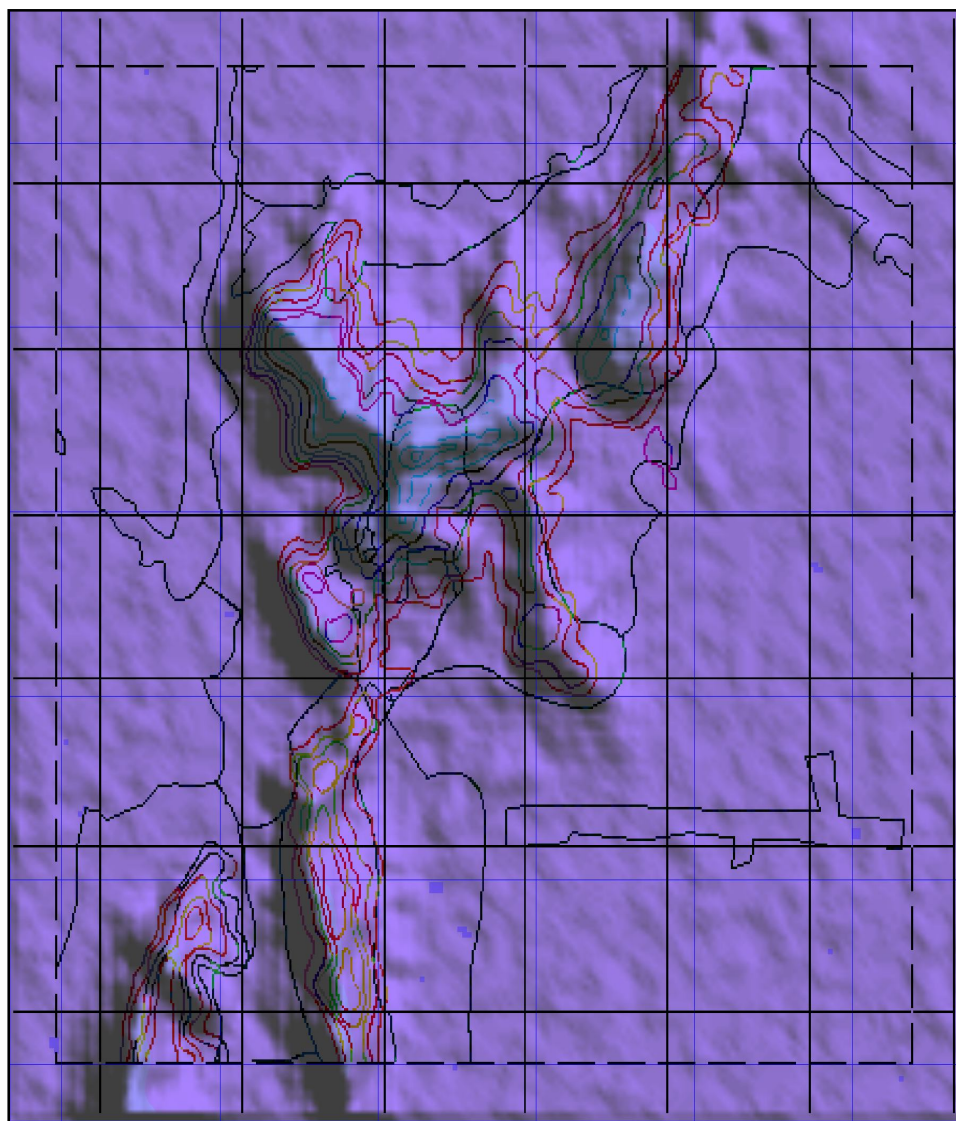
4.1 การเตรียมแผนที่เวกเตอร์โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Vector Mapping Using GIS) สำหรับโปรแกรม WASP 9.0

4.1.1 การจัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Mapping) จัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูงเป็นระยะทาง 6 กิโลเมตรโดยรอบจากจุดศูนย์กลางของเขાพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ดังภาพที่ 37 สำหรับเป็นข้อมูลอินพุตให้กับโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ซึ่งได้ดำเนินการจัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูง เส้นละ 30 เมตร มาตรฐาน 1:50,000 โดยอาศัยแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ขนาด 3×3 กิโลเมตร ซึ่งเป็นแผนที่ DEM ของกรมแผนที่ทหาร ชุด L7018



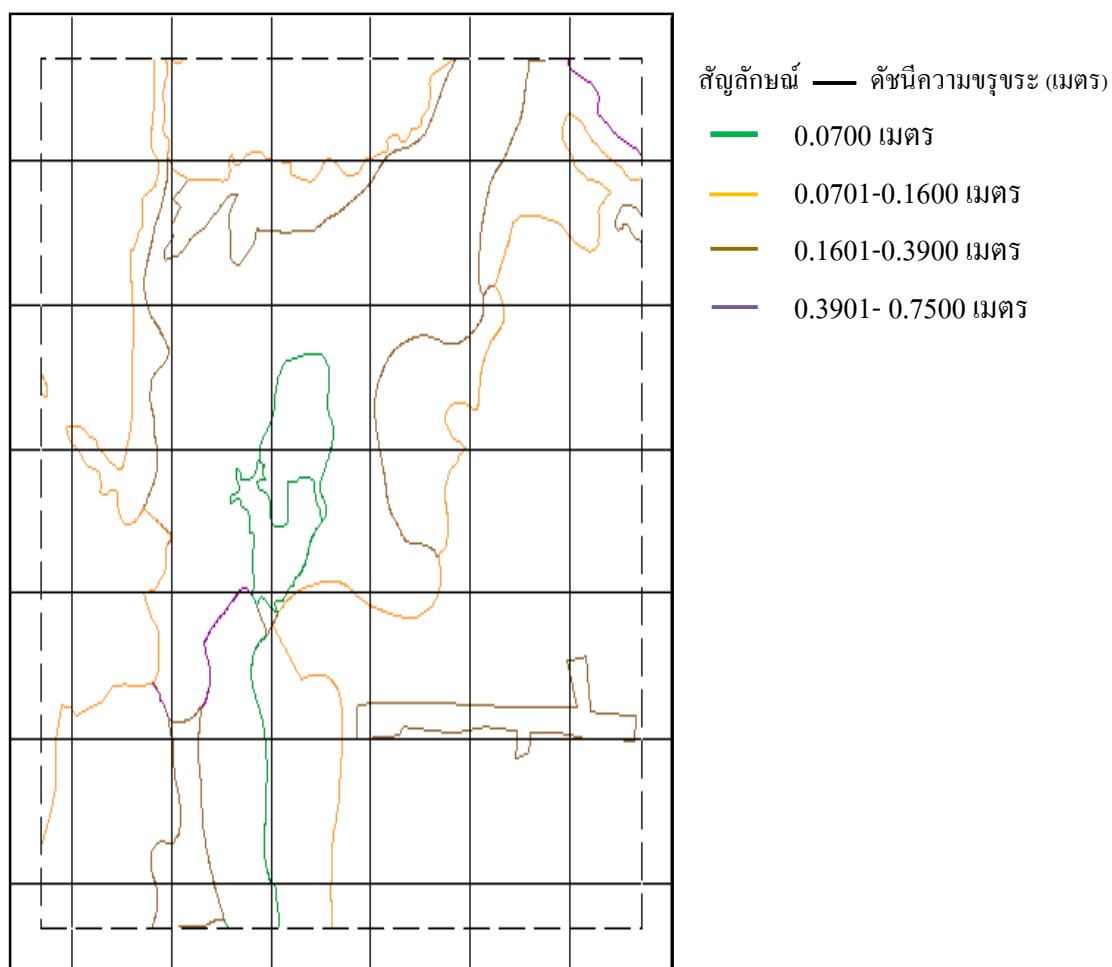
ภาพที่ 37 แผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Mapping)

4.1.2 การจัดทำแผนที่ลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ (3-D Oblique Mapping) จัดทำแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ เป็นระยะทาง 6 กิโลเมตรโดยรอบจากจุดศูนย์กลางของเขาวพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช แสดงดังภาพที่ 38 โดยใช้ข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 โดยอาศัยค่าแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ของกรมแผนที่ทหาร แล้วทำการสร้างแผนที่ความสูงต่ำของพื้นที่โดยอาศัยโปรแกรม MicroDEM เพื่อแสดงลักษณะสูงต่ำของภูมิประเทศ



ภาพที่ 38 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ (3-D Oblique Mapping)

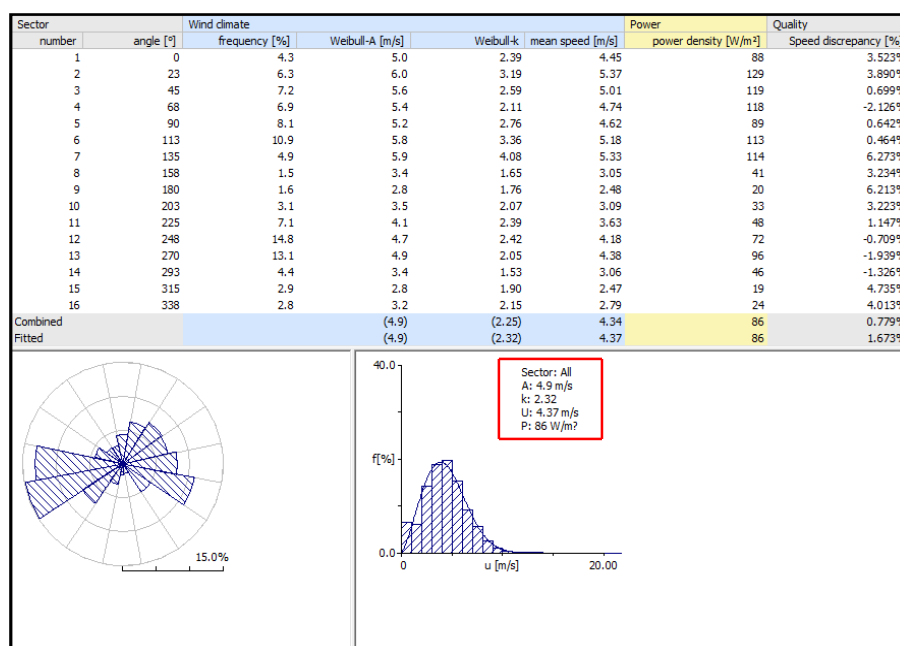
4.1.3 การจัดทำแผนที่ดัชนีความขรุขระ (Roughness Index Mapping) จัดทำแผนที่ดัชนีความขรุขระ (Roughness Index Map) ของพื้นที่โดยรอบ 6 กิโลเมตร จากจุดศูนย์กลางของเขาวพระบาท อ.ห้วยไทร จ.นครศรีธรรมราช ต.เขาวพระบาท อ.ห้วยไทร จ.นครศรีธรรมราช ดังภาพที่ 39 โดยอาศัยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) ซึ่งแปลผลจากภาพถ่ายดาวเทียม THEOS



ภาพที่ 39 แผนที่ดัชนีความขรุขระ (Roughness Index Mapping)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลลมสถิติ

ผลการศึกษาพบว่าอัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 60 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 2.47-5.37 เมตรต่อวินาที และทิศทางของลมแสดงดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 ข้อมูลสถิติของความเร็วและทิศทางของลม บริเวณเขาพระบาท
อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช

4.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1

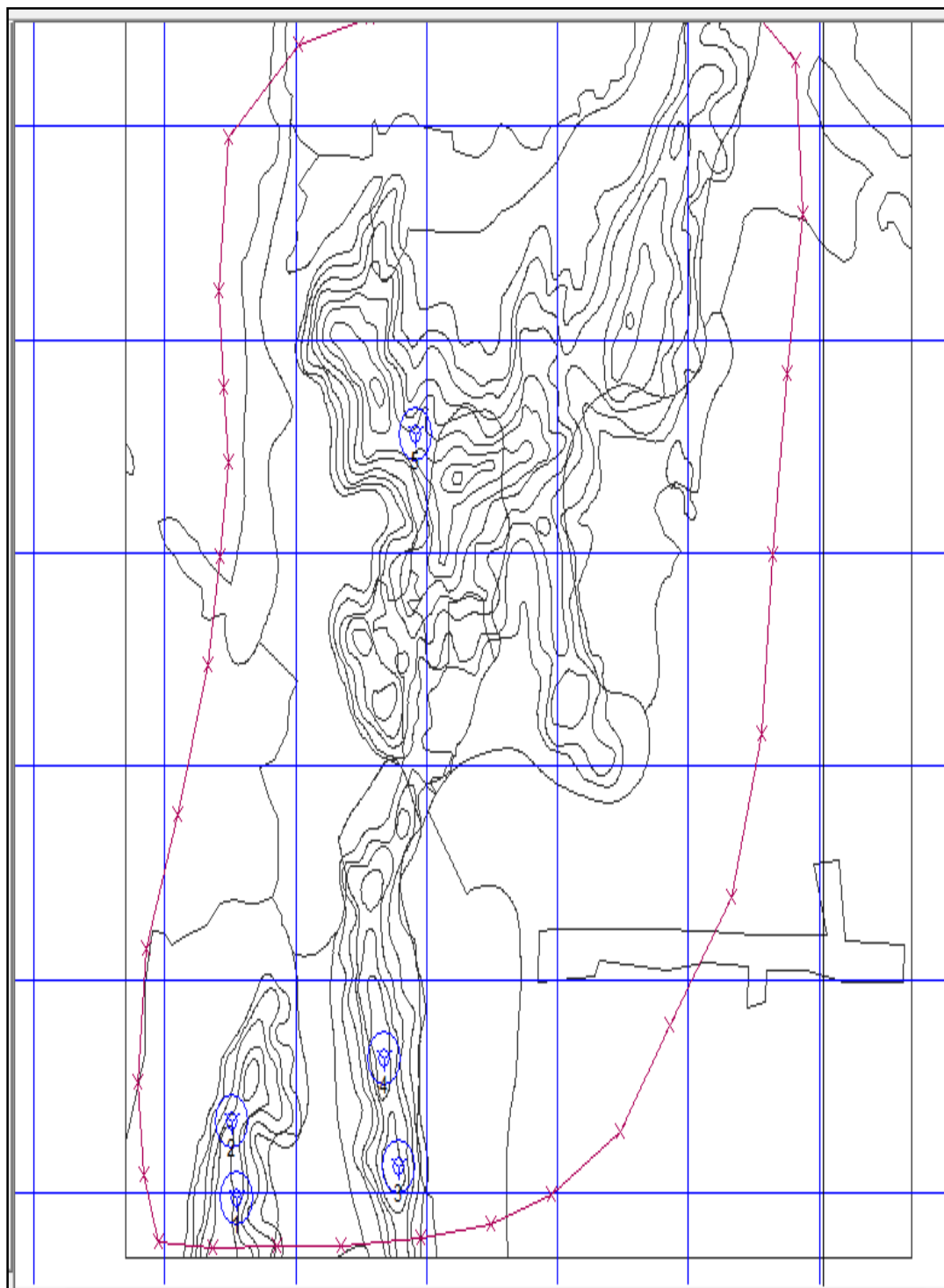
4.3.1 การปรับปรุงยิลด์ไฟฟ้า (Optimization Module)

การวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช จะทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 เป็นการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 1.75 เมกกะวัตต์จากประเทศเดนมาร์กยี่ห้อ Vestas รุ่น V66-1.75 MW จำนวน 5 ตัว เพื่อสร้างโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8.75 เมกกะวัตต์ การวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราชนี้ จะทำการวิเคราะห์ด้วยกัน 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ทำการวิเคราะห์โปรแกรมเพื่อปรับปรุงยิลด์และหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในกรณีที่ยังไม่กำหนด Constraint ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งในการติดตั้งกังหันลมทั้ง 5 ตัว แสดงดังภาพที่ 41 โดยตำแหน่งที่ติดตั้งกังหันลมนั้นได้ติดตั้งตามบริเวณที่มีอัตราเร็วลมมากที่สุด และตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกังหันลมแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตำแหน่งของกังหันลมของโรงไฟฟ้ากังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร
จ.นครศรีธรรมราชในกรณีที่ยังไม่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Eastings (m)	Northings (m)
1	631550.0	888973.0
2	631514.0	889335.0
3	632785.0	889121.0
4	632681.0	889627.0
5	632920.0	892557.0



ภาพที่ 41 ตำแหน่งที่ติดตั้งกั้นขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8.75 เมกกะวัตต์
บริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในกรณีที่ยังไม่กำหนด
จำนวนรอบในการรัน โปรแกรม (Constraint)

เมื่อได้ตำแหน่งในการติดตั้งกังหันลมแล้วก็ทำการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (Annual Energy Production, AEP) จากโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 8.75 เมกกะวัตต์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 3.4 GWh/year ซึ่งกังหันลมแต่ละตัวสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้แสดงดังตารางที่ 10 และมีค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ (Capacity Factor) ของกังหันลมแต่ละตัว จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ในกรณีที่ยังไม่กำหนดจำนวนรอบในการรัน โปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Mean Wind Speed (m/s)	Gross Yield (MWh/yr)	Net Yield (MWh/yr)
1	3.36	492	486
2	3.35	510	504
3	3.28	445	429
4	3.46	549	537
5	4.61	1445	1445

ตารางที่ 11 ค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ (Capacity Factor) ของกังหันแต่ละตัวจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ในกรณีที่ยังไม่กำหนดจำนวนรอบในการรัน โปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Capacity Factor (%)
1	10.31
2	9.70
3	12.20
4	11.39
5	10.38

กรณีที่ 2 ทำการวิเคราะห์โปรแกรมเพื่อปรับปรุงยิลด์และหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในกรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint) โดยการกำหนด Stopping Criteria จำนวน

10,000 รอบ ได้ผลการวิเคราะห์ว่าตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกังหันลมบริเวณดังกล่าวซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดแสดงดังภาพที่ 42 และตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกังหันลมแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 13 และเงื่อนไขในการวิเคราะห์การปรับปรุงยิลด์ไฟฟ้า (Optimization Module) ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ดังตารางที่ 12

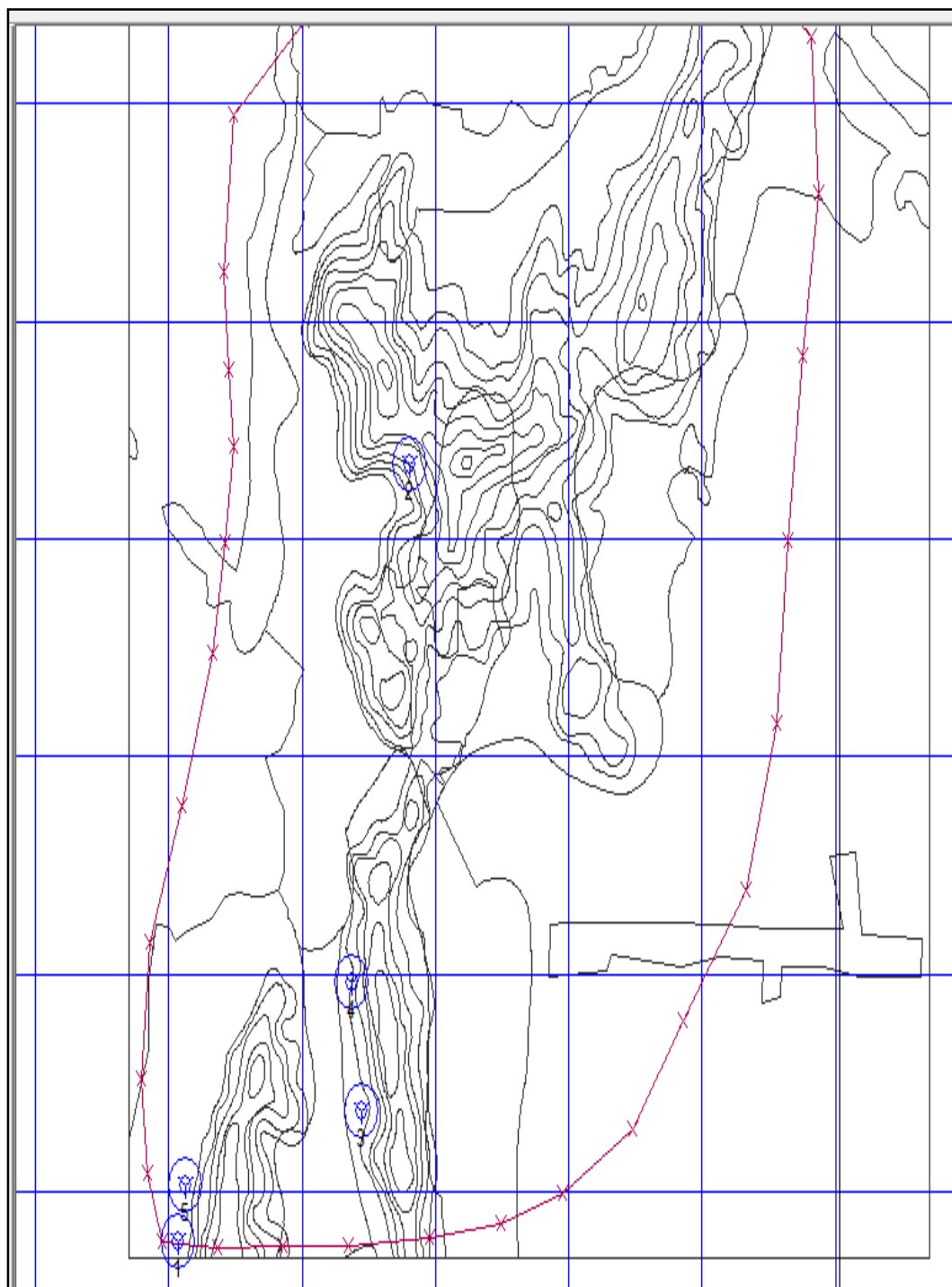
ตารางที่ 12 เงื่อนไขในการวิเคราะห์การปรับปรุงยิลด์ไฟฟ้า (Optimization Module)

เงื่อนไข	สิ่งที่กำหนด
Iterations	10,000
Use Circular Minimum Separation Distance	4 Diameters
Maximum Slope for Turbine Placement	20 Degrees from Horizontal

ตารางที่ 13 ตำแหน่งของกังหันลมของโรงไฟฟ้ากังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร
จ.นครศรีธรรมราชในกรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Eastings (m)	Northings (m)
1	632451.0	889374.0
2	632811.0	892334.0
3	631073.0	888772.0
4	631131.0	889035.0
5	632390.0	889964.0

ผลการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (Annual Energy Production, AEP) จากโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 8.75 เมกกะวัตต์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 8.6 GWh/year ซึ่งกังหันลมแต่ละตัวสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้แสดงดังตารางที่ 14 และมีค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ (Capacity Factor) ของกังหันลมแต่ละตัว จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 แสดงดังตารางที่ 15



ภาพที่ 42 ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง
 8.75 เมกกะวัตต์ บริเวณเขาพระบาท อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช
 กรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constrain)

ตารางที่ 14 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ในกรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Mean Wind Speed (m/s)	Gross Yield (MWh/yr)	Net Yield (MWh/yr)
1	4.75	1617	1582
2	4.63	1488	1488
3	5.00	1878	1871
4	4.86	1757	1747
5	4.74	1598	1592

ตารางที่ 15 ค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ (Capacity Factor) ของกังหันแต่ละตัวจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ในกรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint)

Turbine ID	Capacity factor (%)
1	10.31
2	9.70
3	12.20
4	11.39
5	10.38

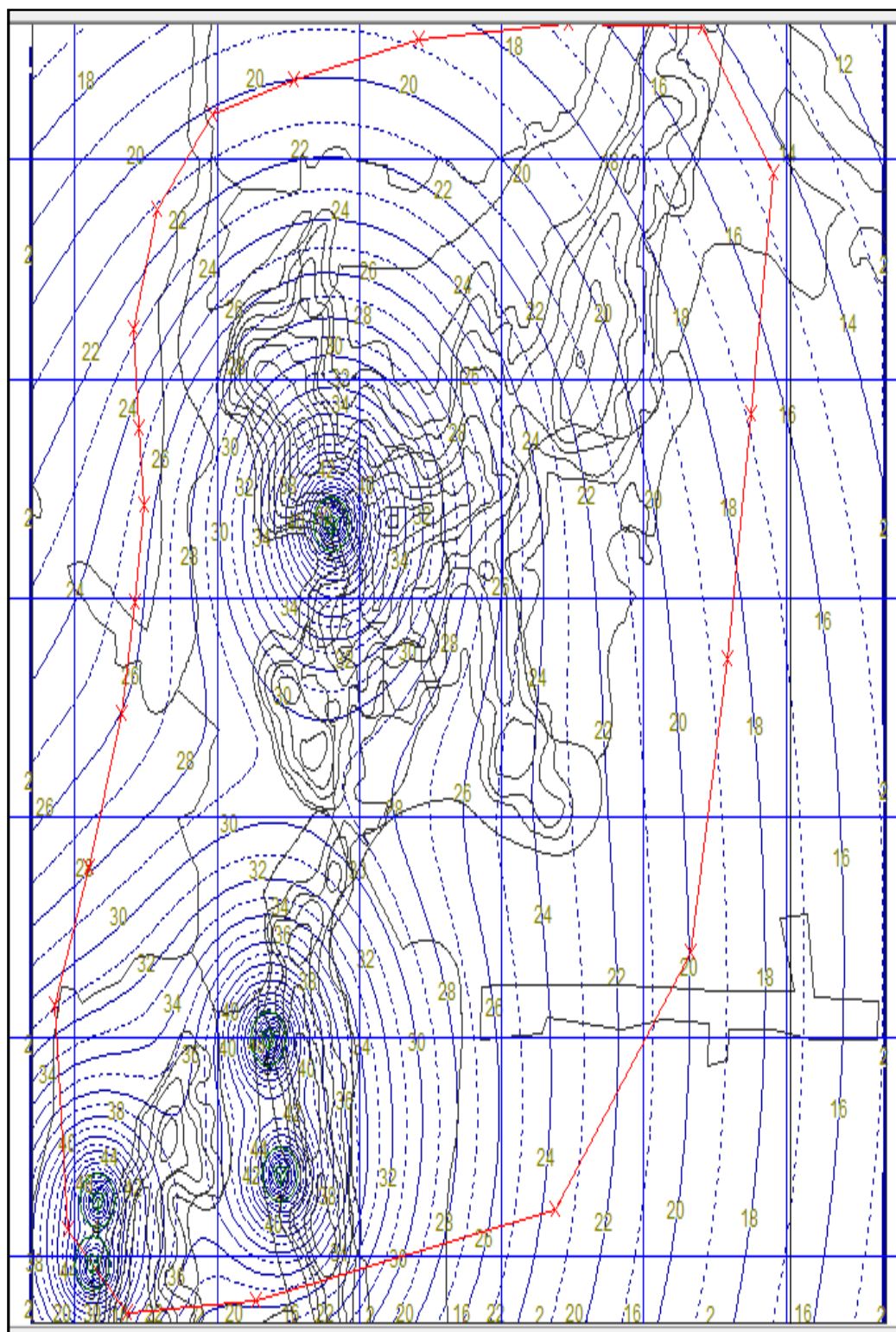
จากผลการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในกรณีที่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint) ได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีเท่ากับ 8.6 GWh/year และไม่กำหนดจำนวนรอบในการรันโปรแกรม (Constraint) ได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีเท่ากับ 3.4 GWh/year จะเห็นว่าเมื่อมีการปรับปรุงยึดไฟฟ้าแล้วโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ขนาด 8.75 เมกะวัตต์นั้นสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้เป็น 152.9 %

4.3.2 การวิเคราะห์และสร้างแผนที่เสียงเท่า (Noise Module)

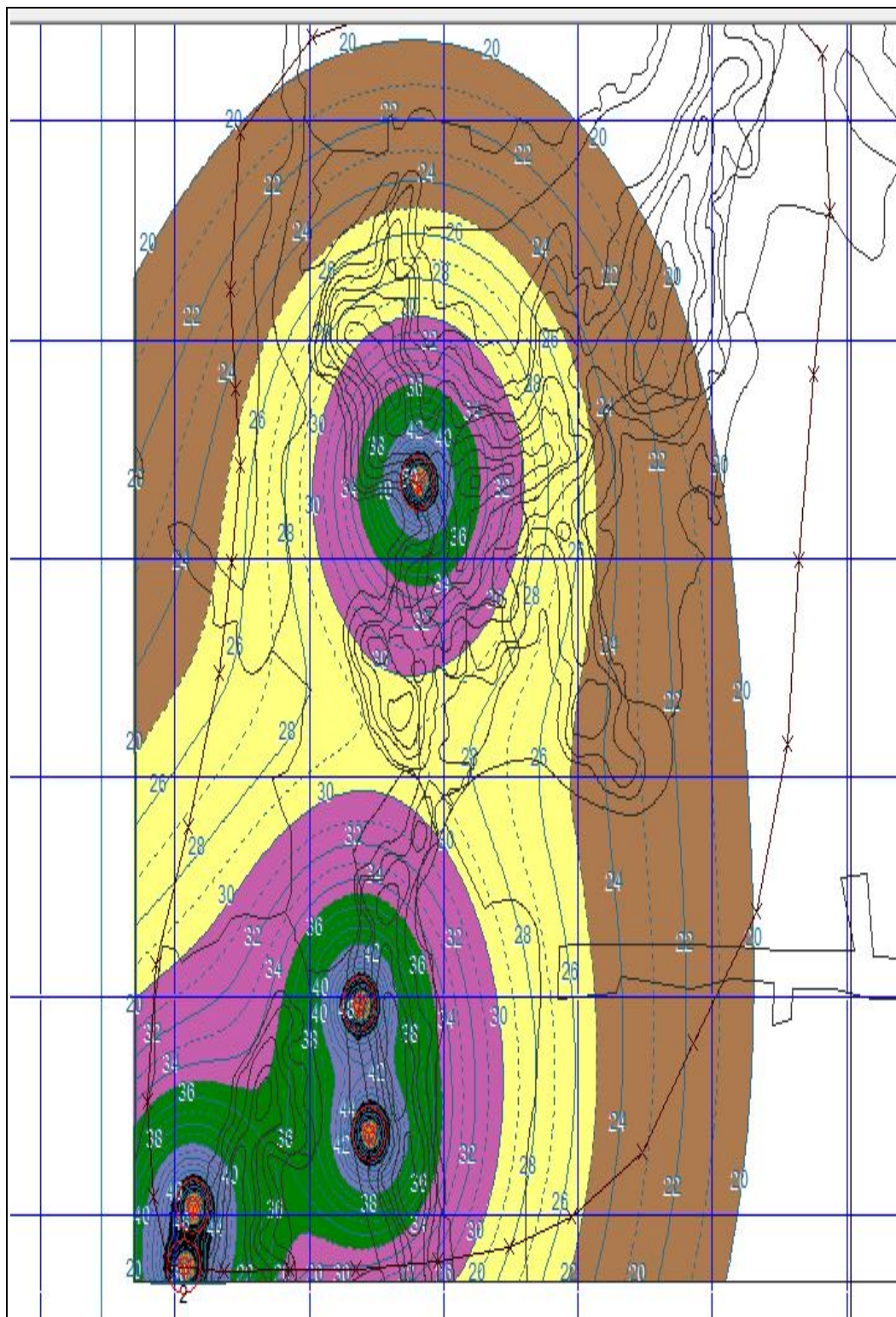
จากการหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังการผลิต 1.75 เมกะวัตต์จากประเทศเดนมาร์กยี่ห้อ Vestas รุ่น V66-1.75 เมกะวัตต์ จำนวน 5 ตัว เพื่อสร้างโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8.75 เมกะวัตต์นั้น จำเป็นต้องมีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (IEE) ก่อนทุกโครงการ โดยโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมส่วนใหญ่จะมีประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อม คือ เรื่องมลพิษทางเสียง (Noise Emission) และผลกระทบทางสายตา (Visual Impact) และผลกระทบต่อภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) ในพื้นที่ของโครงการ ซึ่งจากการทำการวิเคราะห์และสร้างแผนที่เสียงเท่า (Iso-noise Map) ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ผลการวิเคราะห์ได้ว่า เสียงจากกังหันลมในแต่ละตัวนั้น มีความความเข้มเสียงอยู่ในช่วง 20-50 เดซิเบล และเสียงที่เกิดจากการติดตั้งกังหันลมทั้ง 5 ตัวนี้ จะมีความเข้มเสียงที่แตกต่างกันโดยพื้นที่ที่ห่างจากกังหันลมจะมีความเข้มเสียงน้อยลง ส่วนบริเวณใดที่อยู่ใกล้กับกังหันลมก็จะมีเสียงมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 43 โดยบริเวณใดมีความเข้มเสียงเท่าใหร่นั้นได้แสดงเป็นแถบสีดังภาพที่ 44 และตารางที่ 17 ซึ่งการวิเคราะห์และสร้างแผนที่เสียงเท่า (Iso-noise Map) ได้กำหนดเงื่อนไขในโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เงื่อนไขในการวิเคราะห์และสร้างแผนที่เสียงเท่า (Noise Module)

เงื่อนไข	สิ่งที่กำหนด
From of Noise Model to be Used	Simple
Default Attenuation Coefficient	2 dB/km
Ground Effect	Hard Ground
Meteorological Correction Factor Co	0 dB
Other Attenuation to be Considerd	0 dB
Calculation Grid Spacing is	10 m
Height Above Ground for Noise Mapping	2 m



ภาพที่ 43 แผนที่เสียงเท่าของฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร
จ.นครศรีธรรมราช แบบเส้นชั้น (Contour Line)



ภาพที่ 44 แผนที่เสียงเท้าของฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร
จ.นครศรีธรรมราช แบบเส้นชั้นและเติมสี (Fill Contour)

ตารางที่ 17 ความเข้มเสียงของกังหันลม

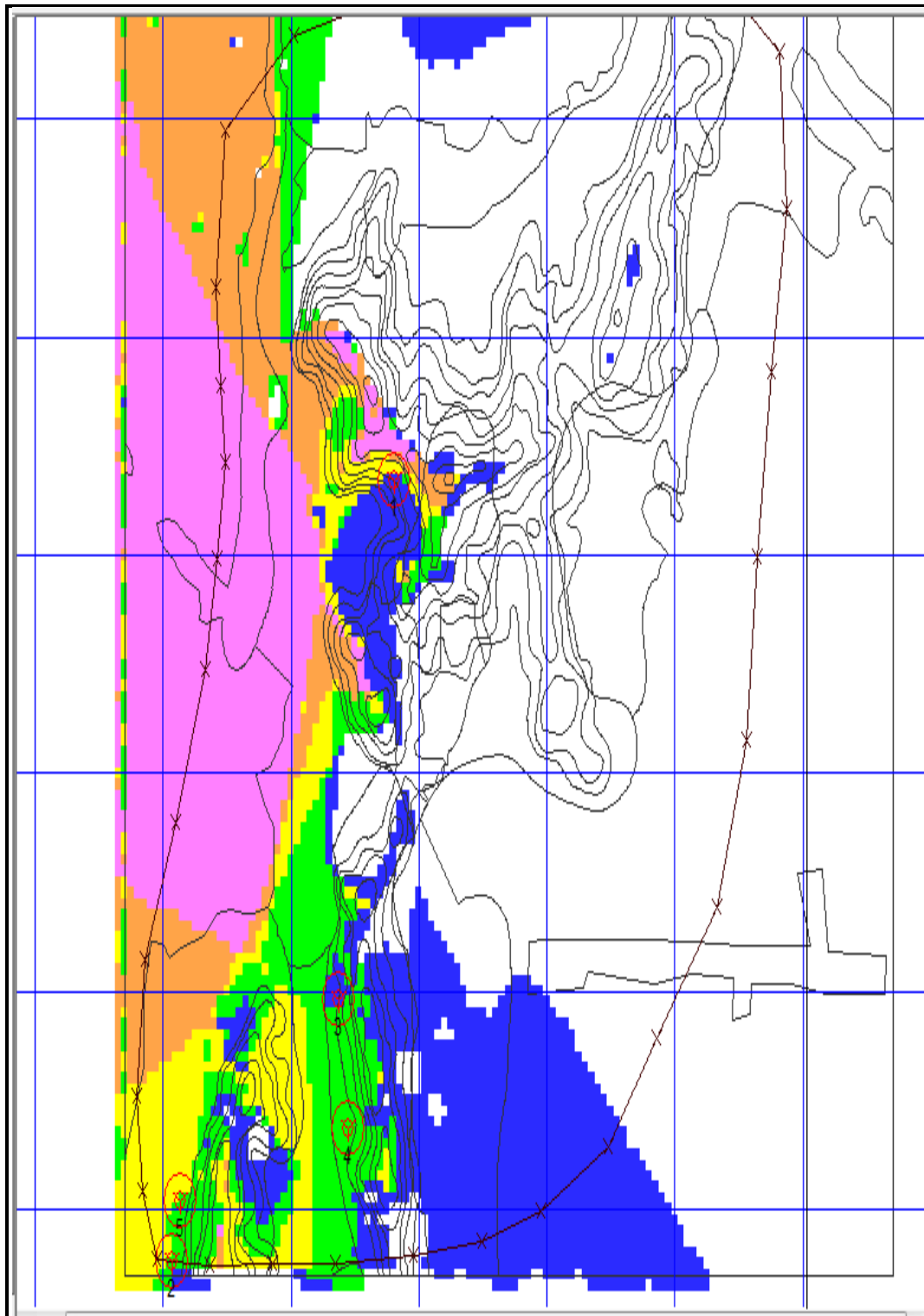
สี	แถบสี	ความเข้มเสียง (dB)
แดง		0-5
ชมพู		5-10
น้ำเงิน		10-15
เทา		15-16
น้ำตาล		16-20
เหลือง		20-25
ม่วง		25-30
เขียว		30-35
ฟ้า		35-40
ดำ		40-45
ส้ม		45-50

4.3.3 การวิเคราะห์และสร้างแผนที่โซนที่ได้รับอิทธิพล (Visual Influence Module)

ผลการวิเคราะห์และสร้างแผนที่โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ของฟาร์มกังหันลมด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 เป็นการวิเคราะห์การมองเห็นกังหันลมบริเวณโดยรอบ 6 กิโลเมตรจากจุดศูนย์กลางของเขાพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ในแบบต่างๆ ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์แผนที่โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ด้วยกัน 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 การมองเห็นจำนวนกังหันลม (Number of Hub Visible) กรณีที่ 2 การมองเห็นกังหันลมได้ในแนวนอน (Horizontal Subtended Angle (HSA) of Site) กรณีที่ 3 การมองเห็นกังหันลมได้ในแนวนอน (Vertical Subtended Angle (VSA) of Site)

4.3.3.1 การมองเห็นจำนวนกังหันลม (Number of Hub Visible)

ผลการวิเคราะห์จะเป็นจำนวนกังหันลมที่สามารถมองเห็นได้ตามจุดต่างๆ ที่ได้ติดตั้งกังหันลมซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 จะออกมาในรูปแบบของแถบสีที่ได้กำหนดตามเงื่อนไขในโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 แสดงดังภาพที่ 45 โดยสีขาวแสดงว่าไม่มองเห็นกังหันลม สีน้ำเงิน มองเห็นกังหันลมจำนวน 1 ตัว และสีเขียว สีเหลือง สีส้ม สีชมพู มองเห็นกังหันลมจำนวน 2, 3, 4, 5 ตัว ตามลำดับ ดังตารางที่ 18



ภาพที่ 45 โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ของฟาร์มกังหันลม
 กรณีกำหนดเงื่อนไขแบบเห็นจำนวนกังหันลม (Number of Hub Visible)

ตารางที่ 18 แถบสีที่แสดงถึงจำนวนกังหันลมที่มองเห็นได้

สี	แถบสี	จำนวนกังหันลมที่มองเห็น(ตัว)
ขาว		0
น้ำเงิน		1
เขียว		2
เหลือง		3
ส้ม		4
ชมพู		5

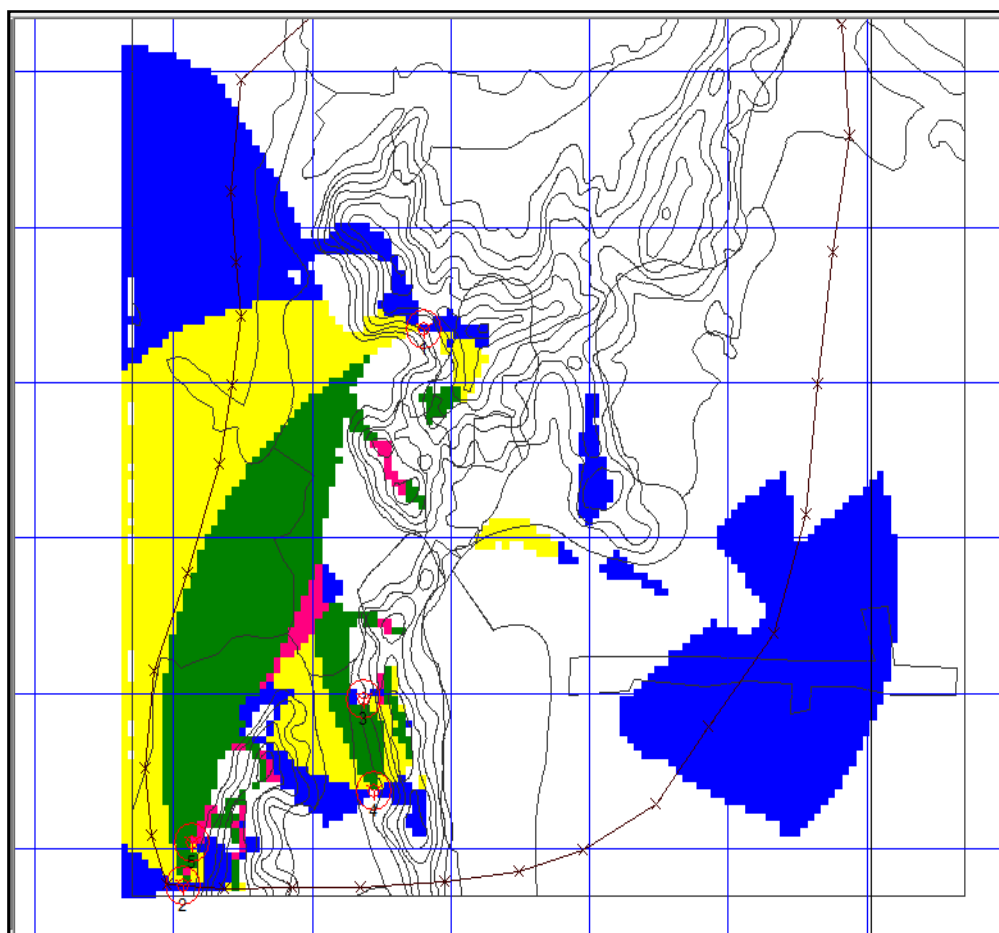
4.3.3.2 การมองเห็นกังหันลมได้ในแนวนอน (Horizontal Subtended Angle (HSA

of Site)

ผลการวิเคราะห์จะแสดงถึงองศาที่มองเห็นกังหันลมได้ในแนวนอนตามจุดต่างๆ ที่ได้ติดตั้งกังหันลมซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 จะออกมาในรูปแบบของแถบสีที่ได้กำหนดตามเงื่อนไขในโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 แสดงดังภาพที่ 46 โดยสีขาว สามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 0-45 องศาจากตัวกังหันลม สีน้ำเงิน สามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 45-90 องศาและสีเหลือง สีเขียว สีชมพู สีม่วง สีเทา สีส้มสามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 90-360 แสดงดังตารางที่ 19 ซึ่งฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ. นครศรีธรรมราช ที่ทำการวิจัยนี้สามารถมองเห็นกังหันลมในช่วง 0-225 องศา

ตารางที่ 19 แถบสีที่แสดงถึงองศาที่มองเห็นได้ในแนวนอน (Horizontal Subtended Angle (HSA) of Site)

สี	แถบสี	องศาที่มองเห็นกังหันลม (องศา)
ขาว		0-45
น้ำเงิน		45-90
เหลือง		90-135
เขียว		135-180
ชมพู		180-225
ม่วง		225-270
เทา		270-315

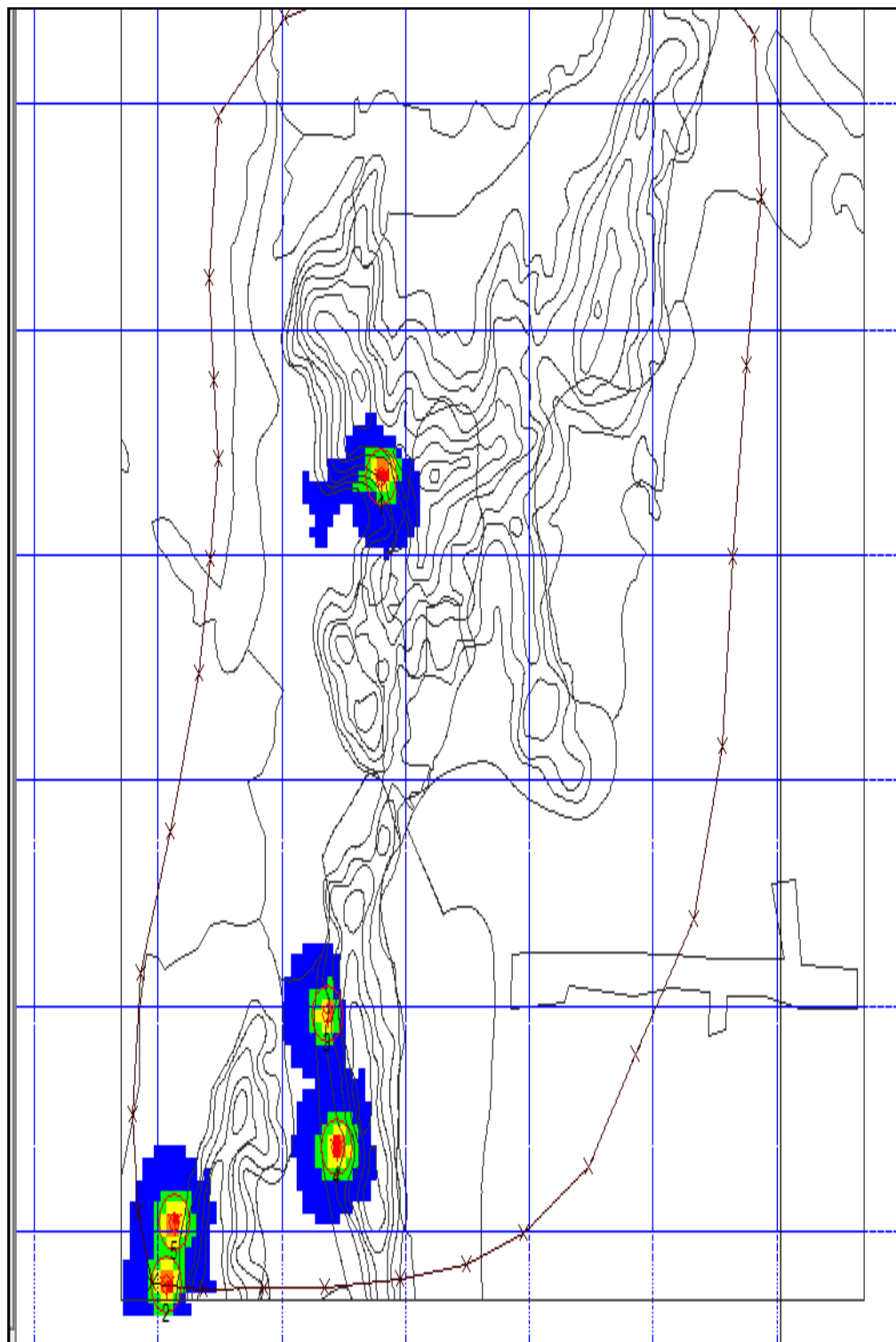


ภาพที่ 46 โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ของฟาร์มกังหันลม กรณีกำหนดเงื่อนไขแบบการมองเห็นกังหันลมได้ในแนวนอน (Horizontal Subtended Angle (HSA) of Site)

4.3.3.3 การมองเห็นกังหันลมได้ในแนวตั้ง (Vertical Subtended Angle(VSA)

of site)

ผลการวิเคราะห์จะแสดงถึงองศาที่มองเห็นกังหันลมได้ในแนวตั้งตามจุดต่างๆ ที่ได้ติดตั้งกังหันลมซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 จะออกมาในรูปแบบของแถบสีที่ได้กำหนดตามเงื่อนไขในโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 แสดงดังภาพที่ 47 โดยสีขาว สามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 0-15 องศาจากตัวกังหันลม สีน้ำเงิน สามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 15-30 องศาและสีเขียว สีเหลือง สีส้ม สีแดง สีชมพู สีฟ้า สีดำ สีน้ำตาล สีเทา สีม่วง สามารถมองเห็นกังหันลมในมุม 30-180 องศา ดังตารางที่ 20 ซึ่งฟาร์มกังหันลมบริเวณเขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช ที่ทำการวิจัยนี้สามารถมองเห็นกังหันลมในช่วง 0-90 องศา



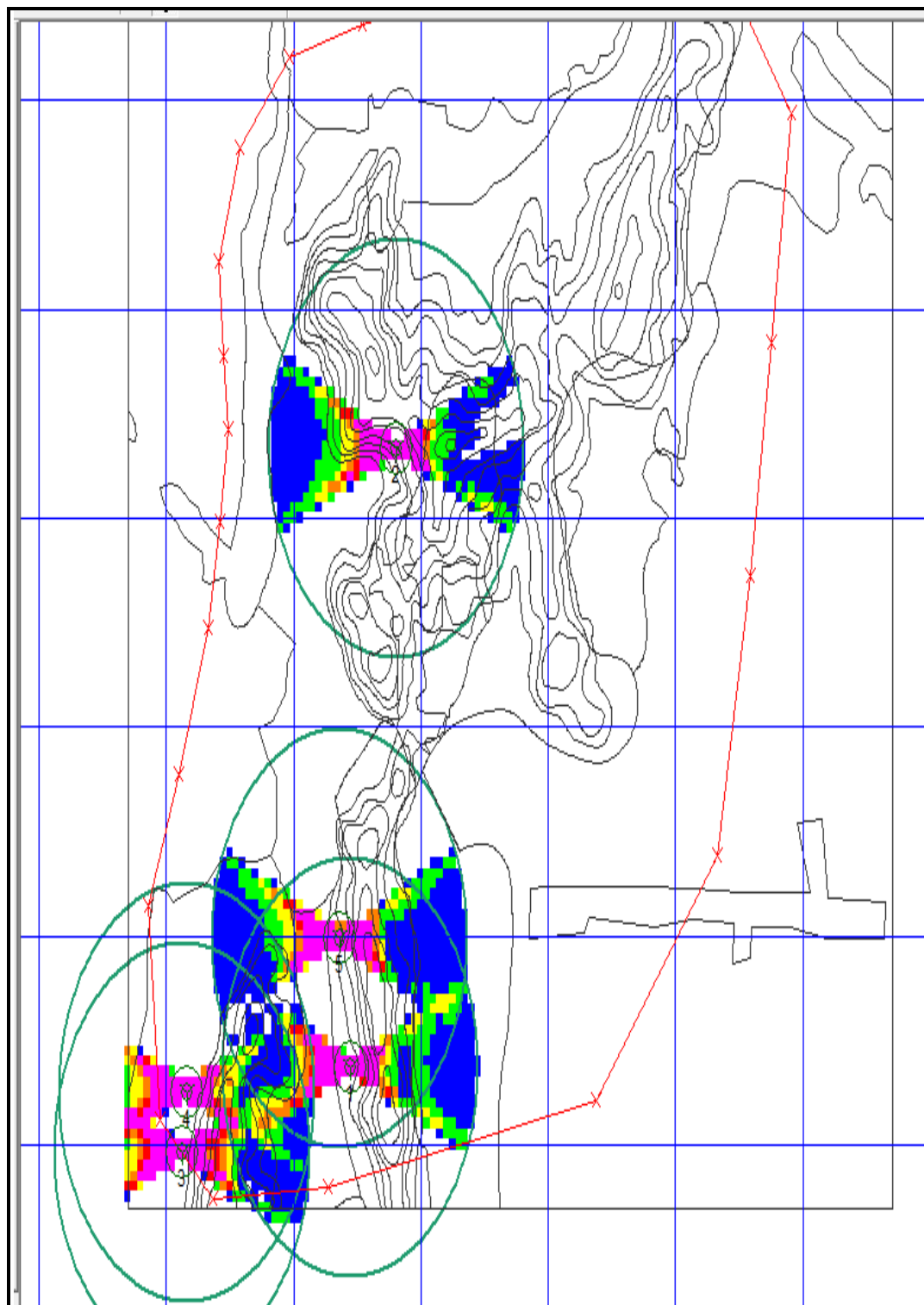
ภาพที่ 47 โซนที่ได้รับอิทธิพล (Zone of Visual Influence) ของฟาร์มกังหันลม กรณีกำหนด
 เงื่อนไข แบบการมองเห็นกังหันลมได้ในแนวตั้ง (Vertical Subtended Angle
 (HSA) of Site)

ตารางที่ 20 แถบสีที่แสดงถึงองศาที่มองเห็นได้ในแนวตั้ง (Vertical Subtended Angle (VSA) of site)

สี	แถบสี	องศาที่มองเห็นทั้งหมด (องศา)
ขาว		0-15
น้ำเงิน		15-30
เขียว		30-45
เหลือง		45-60
ส้ม		60-75
แดง		75-90
ชมพู		90-105
ฟ้า		105-120
ดำ		120-135
น้ำตาล		135-150

4.3.4 การวิเคราะห์และสร้างแผนผังการเคลื่อนไหวของเงา (Shadow Flicker Module)

เป็นการวิเคราะห์และสร้างแผนผังการเคลื่อนไหวของเงา (Shadow Flicker) ด้วยโปรแกรม GH WindFarmer 4.1 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์จะออกมาในรูปแบบของแถบสี แสดงดังภาพที่ 48 ซึ่งแสดงถึงจำนวนชั่วโมงที่เกิดเงาพาดผ่านภายในระยะเวลา 1 ปี ดังตารางที่ 21



ภาพที่ 48 แผนที่การเคลื่อนไหวของเงา (Shadow Flicker) ของฟาร์มกังหันลมบริเวณ
เขาพระบาท อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม GH WinFamer 4.1 ได้ว่า แลบสีขาว หมายถึง ไม่มีเงาเกิดขึ้นสีน้ำเงิน มีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 1-10 ชั่วโมงต่อปี สีเขียวมีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 11-20 ชั่วโมงต่อปี สีเหลือง มีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 21-30 ชั่วโมงต่อปี สีส้ม มีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 31-40 ชั่วโมงต่อปี สีแดง มีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 41-50 ชั่วโมงต่อปี สีชมพู มีเงาพาดผ่านเป็นระยะเวลา 51-1000 ชั่วโมงต่อปี แสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนชั่วโมงที่เกิดเงาภายในระยะเวลา 1 ปี

สี	แลบสี	จำนวนชั่วโมงที่เงาพาดผ่าน (h/yr)
ขาว		0
น้ำเงิน		1-10
เขียว		11-20
เหลือง		21-30
ส้ม		31-40
แดง		41-50
ชมพู		51-1000