ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้)

ปริญญา

วิศวกรรมป่าไม้ วิศวกรรมป่าไม้

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Application of Geographic Information System in Evaluation of Habitat Suitability for Large Mammals in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

นามผู้วิจัย นายนัฐพล สีสุรักษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รองลาภ สุขมาสรวง, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ์, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Application of Geographic Information System in Evaluation of Habitat Suitability for Large Mammals in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

โดย

นายนัฐพล สีสุรักษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นัฐพล สีสุรักษ์ 2555: การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้) สาขาวิชาวิศวกรรมป่าไม้ ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์, D.Agr. 130 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของสัตว์ป่าและปัจจัยแวดล้อม และเพื่อจัดทำแผนที่ถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เสือดาว (*Panthera pardus*) เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*) สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) จำนวน 2 ชนิดได้แก่ เก้ง (*Muntiacus muntjak*) และกวางป่า (*Rusa unicolor*) ทำการศึกษาโดยเก็บข้อมูลการปรากฏจากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพ และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปัจจัยแวดล้อมด้านกายภาพ และชีวภาพ ร่วมกับ Maximum Entropy อัลกอริทึม สร้างแบบจำลองถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า แล้วทำการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธี Cross Validation ร่วมกับการวิเคราะห์ซ้อนทับ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลสูงต่อกลุ่มสัตว์กินเนื้อ ได้แก่ ระยะห่างจากถนน (ร้อยละ 49.8) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ร้อยละ 35.5) และชั้นระดับความสูง (ร้อยละ 10.8) ค่าความถูกต้องของแบบจำลองร้อยละ 59.5 ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อกลุ่มสัตว์กีบคู่ ได้แก่ ระยะห่างจากถนน (ร้อยละ 69.8) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ร้อยละ 9.1) ความลาดชันของพื้นที่ (ร้อยละ 8.7) และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล (ร้อยละ 5.1) ค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 71 พื้นที่มีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มสัตว์กินเนื้อและกลุ่มสัตว์กีบคู่ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 27.31 และ 26.14 ของพื้นที่ศึกษาตามลำดับ

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nattaphol Sisuruk 2012: Application of Geographic Information System in Evaluation of Habitat Suitability for Large Mammals in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary Master of Science (Forest Engineering), Major Field: Forest Engineering, Department of Forest Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Wanchai Arunpraparut, D.Agr. 130 pages.

The objectives of this study is to find out the relationship between wildlife occurrences and environmental factors and to determine suitable habitats for five large mammals in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. They are three meat-eating mammals, including leopard (*Panthera pardus*), tiger (*Panthera tigris*), leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), and two even-toed ungulates, including barking deer (*Muntiacus muntjak*) and sambar deer (*Rusa unicolor*). The study used the occurrences data recorded from camera trap, Geographic Information System, physical and biological factors and Maximum Entropy algorithm to develop habitat suitability models, as well as to assess model accuracy using cross validation and overlay analysis method. The results indicated that considerable factors for meat-eating mammals were distance to road (49.8%), distance to ranger station (35.5%) and elevation (10.8%); and the accuracy of model was 59.52%. In addition, the considerable factors for even-toed ungulates were distance to road (69.8 %), distance to permanent stream (9.1%), slope (8.7%) and distance to seasonal stream (5.1%) and the model accuracy of even-toed ungulates group was 71.0%. The predicted suitable habitats for meat-eating mammals and even-toed ungulates cover 27.31% and 26.14% of the study area, respectively.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รองลาภ สุขมาสรวง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัยและข้อมูลทางวิชาการ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วง

นัฐพล สีสุรักษ์

กุมภาพันธ์ 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	37
อุปกรณ์	37
วิธีการ	37
ผลและวิจารณ์	51
สรุปและข้อเสนอแนะ	107
สรุป	107
ข้อเสนอแนะ	110
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	113
ภาคผนวก	123
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	130

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเตรียมปัจจัยแวดล้อมเพื่อการวิเคราะห์และจำแนกขนาดข้อมูลในพื้นที่ศึกษา	47
2	กลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษาและข้อมูลการปรากฏ	52
3	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามชนิดปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ	55
4	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามชนิดปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ	55
5	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีและระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	56
6	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีและระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	57
7	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามชั้นระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่	59
8	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามชั้นระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่	60
9	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าและระยะห่างจากถนน	62
10	การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าและระยะห่างจากถนน	63
11	กลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษาและการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบและตรวจสอบ	64
12	ค่า Percent Contribution ของปัจจัยแวดล้อมต่อกลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษา	65
13	ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่เมื่อตรวจสอบด้วยวิธีการ cross validation และวิเคราะห์ซ้อนทับและการดูค่าพื้นที่ใต้กราฟ AUC	104
14	การแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองและผลลัพธ์ที่ได้	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สรุปข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา	124
2	ช่วงเวลาในการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ศึกษา	126
3	รายชื่อแหล่งโป่งและตำแหน่งในพื้นที่ศึกษา	127

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วิธีการในการเชื่อมต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองภายนอก โดยพิจารณาตามระดับการรวมที่เพิ่มสูงขึ้น	26
2	ประสิทธิภาพของแบบจำลองเมื่อจำนวนพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น	28
3	ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งเพื่อใช้ในการทดลองและตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี K-fold cross validation โดยมี ค่า k = 3 ส่วนที่เป็นสีดำจะถูกนำไปทดลองในแบบจำลอง และ ส่วนสีเทาจะถูกเก็บไว้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	30
4	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัยกับชนิดสัตว์ โดย ○ และ ● แทนชนิดสัตว์ ⬭ แทนสิ่งแวดล้อมที่สนใจศึกษา และ ⟶ แทนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม	32
5	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี	36
6	ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่	39
7	พื้นที่ศึกษาในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี	41
8	แผนที่แสดงตำแหน่งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ในพื้นที่ศึกษา	43
9	ลุ่มน้ำสาขาในพื้นที่ศึกษาในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี	44
10	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเสือดาว (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	69
11	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเสือดาวเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	71
12	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่ง (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเสือโคร่ง เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	76
14	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของแมวดาว (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	79
15	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของแมวดาว เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	81
16	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของแมวดาว (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	84
17	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	86
18	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเก้ง (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	90
19	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเก้ง เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	92
20	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของกวาง (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	95
21	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของกวาง เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่น้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	100
23	แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม เมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ	102
24	ผลลัพธ์จากการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการวิเคราะห์ซ้อนทับเมื่อทำการแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าออกเป็น 2 ระดับ	105
25	ค่า Area Under Curve (AUC) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MaxEnt ตามขนาดตัวอย่างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Application of Geographic Information System in Evaluation of Habitat Suitability for Large Mammals in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

คำนำ

สัตว์ป่า เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีประโยชน์ทั้งทางตรงทางอ้อมต่อมนุษย์ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาทางสังคมในปัจจุบัน ส่งผลกระทบต่อทั้งถิ่นที่อาศัย และประชากรของสัตว์ป่า ทำให้สัตว์ป่าหลายชนิดลดจำนวนลง บางชนิดสูญหายไปอย่างถาวร ซึ่งในที่สุดได้ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม การศึกษาวิจัยถึงความอยู่รอดปลอดภัยของทรัพยากรสัตว์ป่าอย่างยั่งยืนควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงพัฒนาของเทคโนโลยีปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ในการอนุรักษ์สัตว์ป่า และถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่า โดยเฉพาะการอนุรักษ์ในถิ่นกำเนิด จึงมีความสำคัญ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งซึ่งเป็นผืนป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางด้านชีวภาพ มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่หลายชนิดที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ อาทิเช่น เสือโคร่งและเสือดาว เป็นต้น แม้ว่าได้รับการประกาศให้เป็นมรดกทางธรรมชาติของโลกนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 แต่ยังคงต้องการสารสนเทศเพื่อการประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในพื้นที่เพื่อการวางแผนการจัดการและอนุรักษ์

เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลอธิบายรายละเอียด (attribute data) ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่จำแนกได้ด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ (camera trap) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องสำหรับการจำแนกชนิด ความถูกต้องของตำแหน่ง และจำนวนครั้งที่พบ การทำนายหรือวิเคราะห์จากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เช่น ชุดข้อมูลที่มีการปรากฏเท่านั้นหรือข้อมูลที่มีขนาดตัวอย่างเล็ก การทดสอบด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) มีความเหมาะสม เมื่อ MaxEnt ถูกประยุกต์ใช้ในการแสดงโอกาสในการปรากฏของสัตว์ป่าและสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ ปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ และปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมมนุษย์ ต่อการปรากฏของสัตว์ป่า เพื่อแสดงอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมและการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ โดยการประยุกต์ใช้ MaxEnt อัลกอริทึมร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่า เพื่อใช้ประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมและเพื่อประโยชน์ในการศึกษา ตลอดจนการจัดการพื้นที่ตามความเหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏและการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งด้วยแบบจำลอง MaxEnt

2. เพื่อจัดทำแผนที่ถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ (large mammal)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จัดอยู่ในไฟลัม (Phylum) สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีการวิวัฒนาการและพัฒนาร่างกายที่ดี รวมทั้งมีระบบประสาทที่เจริญก้าวหน้า สามารถดำรงชีวิตได้ในทุกสภาพสิ่งแวดล้อม (บพิธ, 2547) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญสำหรับการอนุรักษ์ธรรมชาติ ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมการอนุรักษ์โดยทั่วไป (Hunter, 1995) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ กรณีสัตว์กินเนื้อการดำรงอยู่ของชนิดอาจมีผลกระทบต่อประชากรของเหยื่อ และในกรณีของสัตว์กินพืชที่อาศัยในพื้นที่การแทะเล็มอาจส่งผลต่อองค์ประกอบของชนิดพืชในพื้นที่ (Morrison *et al*., 2007) โดย Lovegrove (2005) ได้จำแนกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมออก เป็น 3 ประเภทตามขนาด หรือน้ำหนักร่างกายของสัตว์ ดังนี้

1.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก (small mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ไม่เกิน 100 กรัม

1.2 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดกลาง (intermediate-size mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ระหว่าง 100 ถึง 1,000 กรัม

1.3 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ (small mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ตั้งแต่ 1,000 กรัมขึ้นไป

กรณีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็กพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดน้ำหนักของสัตว์ โดยเฉพาะในฤดูหนาวสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กจะมีขนาดลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์จากฤดูกาลปกติ เนื่องจากต้องมีการเก็บกักพลังงาน โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Dehnel Effect ในขณะที่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดกลาง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ไม่มีผลกระทบมากนัก แต่เนื่องจากยังมีการศึกษาวิจัยที่น้อยมากทำให้ สาเหตุของการลดลงของน้ำหนักอาจมาจากปัญหาทางโภชนาการหรือปัจจัยอื่นๆ (Lovegrove, 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามพบว่า การจำแนกขนาดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อาศัยอยู่บนบก โดย Jones *et al*. (1996) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ศึกษาตัวอย่างสัตว์ ได้แบ่งประเภทของสัตว์ตามความเหมาะสมของกับดัก โดยกำหนดมาตรฐานการจำแนกไว้ดังนี้ (นนท์, 2551)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บนบก (small terrestrial mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ไม่เกิน 50 กรัม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดกลางที่อาศัยอยู่บนบก (medium-size terrestrial mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ระหว่าง 50 กรัมถึง 5 กิโลกรัม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่บนบก (large terrestrial mammals) กำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักไว้ตั้งแต่ 5 กิโลกรัมขึ้นไป

การจำแนกขนาดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ตามวิธีของ Jones *et al*. (1996) สอดคล้องกับ Jathanna *et al*. (2003) ที่ศึกษาความหนาแน่นของสัตว์กินพืชขนาดใหญ่ในป่าเขตร้อนทางตอนใต้ของอินเดียโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามระยะทางซึ่งกำหนดให้สัตว์กีบขนาดใหญ่มีน้ำหนักตั้งแต่ 5 กิโลกรัมขึ้นไป (นนท์, 2551)

2. ถิ่นที่อาศัย

สัตว์ป่าแต่ละชนิดมิได้ดำรงชีพอยู่ด้วยตัวเองโดยลำพัง แต่สัตว์ทุกชนิดมีความสัมพันธ์อย่างแยกไม่ได้ต่อถิ่นที่อาศัยตามธรรมชาติ ต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ จากถิ่นที่อาศัยในการดำรงชีพ ความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ป่าและถิ่นที่อาศัยเป็นประโยชน์ต่อการค้นหาติดตามศึกษาและประเมินประชากรได้ถูกต้องตามความหนาแน่นทางนิเวศตามสภาพถิ่นอาศัยที่สัตว์ป่าใช้ประโยชน์จริง (นริศ, 2542)

2.1 ถิ่นที่อาศัย

ถิ่นที่อาศัย (habitat) หมายถึง พื้นที่ซึ่งสัตว์ป่าใช้ประโยชน์ และทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมดในการดำรงชีวิต ภายในถิ่นอาศัยของสัตว์ป่ามีปัจจัยจำเป็นต่อการดำรงชีวิต (welfare factor)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบด้วย น้ำ (water) อาหาร (food) สิ่งปกคลุม (cover) และพื้นที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ (living space) (นริศ, 2542)

2.1.1 อาหาร (food) เป็นแหล่งที่ให้พลังงานในการดำรงชีพ ได้แก่ พืช และสัตว์ที่เป็นอาหารแก่สัตว์ชนิดต่างๆ เช่น หญ้า ยอดไม้ ใบ และสัตว์ป่าต่างๆ

2.1.2 น้ำ (water) น้ำเป็นองค์ประกอบหลักที่มีสัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่งในร่างกายของสิ่งมีชีวิต สัตว์ป่าหลายชนิดใช้แหล่งน้ำจากธรรมชาติโดยตรงและการบริโภคอาหารซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ สัตว์บางชนิดใช้แหล่งน้ำเป็นที่หาอาหาร สัตว์น้ำใช้แหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัย การกระจายของแหล่งน้ำถาวรโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งมีความสำคัญและเป็นปัจจัยจำกัดต่อการแพร่กระจาย (limitation of dispersal) ของสัตว์ป่าหลายชนิด

2.1.3 สภาพสิ่งปกคลุม (cover) แยกการพิจารณาออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ที่หลบภัย (escape cover) และความต้องการถิ่นอาศัย (habitat requirement)

2.1.4 พื้นที่เพื่อการดำรงชีพ และสิ่งจำเป็นพิเศษอื่นๆ (living space and special needs) สัตว์ป่าแต่ละชนิดต้องการปัจจัยพิเศษเพื่อให้มีชีวิตสมบูรณ์ดียิ่งขึ้น เช่น ปลักโคลน (mud wallow) สำหรับควายป่า หมูป่า และช้างป่าใช้ระบายความร้อน

สัตว์ป่าแต่ละชนิดอาจใช้สภาพถิ่นอาศัยเพียงประเภทเดียวหรือหลายประเภทขึ้นกับความต้องการด้านนิเวศ (ecological niches) ของสัตว์แต่ละชนิด ข้อพิจารณาว่าสัตว์ป่าจะสามารถมีชีวิตอยู่รอด และสามารถขยายพันธุ์สร้างประชากรทดแทนได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมระหว่างสัตว์ป่ากับปัจจัยสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในภาพรวม 2 ประการ ได้แก่ ศักยภาพทางชีววิทยาของตัวสัตว์ป่าเอง (พันธุกรรม) และแรงเสียดทานจากสิ่งแวดล้อม เช่น ที่หลบภัย แหล่งอาหาร โรค สัตว์ผู้ล่ากิจกรรมของมนุษย์ และสภาพอากาศเป็นต้น (นริศ, 2542)

3. นิเวศวิทยาและพฤติกรรมของสัตว์ป่าที่ศึกษา

การเข้าใจนิเวศวิทยาและพฤติกรรมของสัตว์เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ช่วยในการอธิบายการปรากฏและการเลือกใช้พื้นที่อาศัย และการกระจายตัวของประชากร การศึกษาจากข้อมูลการปรากฏที่ได้จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพของสัตว์ที่มีการกระจายในพื้นที่ทั้งหมด 5 ชนิด โดยสามารถจำแนก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามระบบอนุกรมวิธานได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) 3 ชนิดได้แก่ เสือดาว เสือโคร่ง และแมวดาว 2) สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) 2 ชนิดได้แก่ เก้ง และกวางป่า

3.1 สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals)

3.1.1 เสือโคร่ง (*Panthera tigris*)

เสือโคร่งเป็นสัตว์ผู้ล่าอยู่ในอันดับ Carnivora วงศ์ Felidae เสือโคร่งเป็นสัตว์ผู้ล่าในวงศ์แมวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เป็นสัตว์ป่าที่ถือว่าเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความสมบูรณ์โดยรวมของระบบนิเวศในพื้นที่ โดยเสือโคร่งมีความทนทานต่อทุกสภาพแวดล้อม จึงอาศัยได้ในหลากหลายประเภทป่า ปัจจัยจำกัดของเสือโคร่งที่สำคัญ คือ ต้องมีสิ่งปกคลุมหนาแน่น แหล่งน้ำ และเหยื่อ เสือโคร่งมีอาณาเขตหาอาหารของตนเอง เป็นสัตว์ที่ว่ายน้ำได้ดีและมักจะหากินในเวลากลางคืน พลบค่ำ หรือเช้ามืด การล่าเหยื่อมักใช้การมองเห็นและการได้ยินเสียงมากกว่าการดมกลิ่น อาหารของเสือโคร่งได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่เช่น หมูป่า เก้ง กวางป่า เนื้อทราย ควาย กระทิง และพบว่ากินสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก เช่น อีเห็นข้างลาย ชะนี ลิ่น และนก (Lekagul and McNeely, 1988)

3.1.2 เสือดาว (*Panthera pardus*)

เสือดาวเป็นสัตว์ผู้ล่าอยู่ในอันดับ Carnivora วงศ์ Felidae ชอบอาศัยอยู่ตามป่าแต่ก็มักพบในพื้นที่เปิดโล่งใกล้แนวหินหรือพุ่มไม้แห้ง เสือดาวมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเสือโคร่ง และสามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำได้ เสือดาวเป็นสัตว์ไม่ชอบว่ายน้ำแต่สามารถทำได้เมื่อจำเป็น เสือดาวชอบอยู่ใกล้กับต้นไม้ตามขอบป่า และด้วยขนาดตัวที่เล็กและขาที่สั้นกว่าเสือโคร่งจึงทำให้ง่ายต่อการอาศัยอยู่ตามต้นไม้ เสือดาวจะกินสัตว์ทุกชนิดที่สามารถจับได้ เช่น หมูป่า กวางป่า ลิง แมลง นกยูง และหมาป่า เป็นต้น โดยจะทำการจู่โจมเหยื่อจากบนต้นไม้แล้วลากเหยื่อขึ้นไปบนต้นไม้เพื่อให้ปลอดภัยจากสัตว์กินซาก (Lekagul and McNeely, 1988) เสือดาวเป็นสัตว์ที่หากินโดยลำพัง อาหารหลักมักจะเป็นสัตว์กินพืชขนาดกลางอย่างเช่น กวางป่า หมูป่า และควาย ซึ่งจะล่าเหยื่อด้วยวิธีการเดิน ย่อง วิ่งไล่และตะครุบเหยื่อ หรือกินซากสัตว์ที่ตายแล้วอย่างไรก็ตามเสือดาวล่าสัตว์ที่ขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าในบางสถานการณ์ (ศลิษา และ อลัน, 2538)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.3 แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*)

แมวดาวจัดอยู่ในอันดับ Carnivora วงศ์เสือและแมวป่า Felidae แมวดาวเป็นแมวป่าชนิดที่ตัวเล็กที่สุด มีลายคล้ายเสือดาว มีรูปร่างขนาดเล็กกว่าแมวบ้านเล็กน้อย และดูปราดเปรียว แมวดาวอาศัยอยู่ในสภาพป่าที่หลากหลาย แต่โดยทั่วไปมักอาศัยอยู่ตามป่าดงดิบ ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง อาศัยได้ในพื้นที่หลายชนิด เช่น ป่าโปร่ง ป่าทึบ ชอบอาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำ มักหากินบนดินมากกว่าบนต้นไม้ ไม่ค่อยตกใจกลัวมนุษย์ จึงพบได้บ่อยใกล้สิ่งก่อสร้างของมนุษย์ อาหารหลักของแมวดาวคือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็ก เช่น หนู ปลา กระรอก และยังกินซากสัตว์ด้วย (ศลิษา และ อลัน, 2538) แมวดาวเป็นสัตว์ชนิดที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางของสัตว์ตระกูลเสือและแมวป่าของเอเชีย และมีถิ่นที่อยู่กว้าง พบการกระจายตั้งแต่ประเทศรัสเซีย จีน อินเดีย พม่า ไทย จนไปถึงอินโดนีเซีย และเป็นสัตว์ตระกูลเสือและแมวป่าเพียงชนิดเดียวที่พบในประเทศไทย แมวดาวไม่ค่อยตื่นตระหนกมนุษย์ ดังนั้นจึงมักพบเห็นได้บ่อยๆบริเวณใกล้หมู่บ้าน และมักจะจับสัตว์เลี้ยงจำพวกเป็ด ไก่ เป็นอาหาร เหยื่อโดยทั่วไปของแมวดาวได้แก่ พวกจิ้งจก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นก สัตว์ที่ใช้ฟันแทะ หรือ แม้กระทั่งกวางป่าขนาดเล็ก แมวดาวสามารถปีนต้นไม้ได้อย่างรวดเร็ว และมักจะดักโจมตีเหยื่อจากบนต้นไม้ บางครั้งพบแมวดาวตามถ้ำซึ่งจะคอยจับค้างคาวหรือนกนางแอ่นที่ตกลงมากินเป็นอาหาร แมวดาวสามารถว่ายน้ำได้ดี มีการพบประชากรตามเกาะที่ไกลออกไปจากชายฝั่ง (Lekagul and McNeely, 1988)

3.2 สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates)

3.2.1 เก้ง (*Muntiacus muntjak*)

เก้งจัดอยู่ในอันดับสัตว์กีบคู่ (Artiodactyla) วงศ์กวางป่า (Cervidae) เป็นสัตว์ขนาดเล็กที่มักอาศัยอยู่ในเขตร้อน และบริเวณใกล้เขตร้อน พบได้ทั่วไปในทวีปเอเชีย โดยพบมากบริเวณที่ราบ ใกล้แหล่งน้ำ หรือบริเวณเนินเตี้ยๆ (Nagargoti *et al*., 2007) เก้ง สามารถอาศัยอยู่ได้ในหลากหลายภูมิประเทศ เช่น ป่าเต็งรัง, ป่าเบญจพรรณ, ป่าดงดิบแล้ง, ป่าดงดิบชื้น, ชายป่าใกล้พื้นที่เกษตรกรรม มีการกระจายตั้งแต่อินเดีย เนปาล จีน และอินโดจีน จนถึงอินโดนีเซีย โดยมักพบตามป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณเก้งเป็นสัตว์กินพืช พืชอาหารได้แก่ ใบไม้ชนิดต่างๆ หญ้าชนิดต่างๆ ผลไม้ เก้งมักอาศัยตามลำพังยกเว้นในช่วงผสมพันธุ์หรือมีลูกอ่อน ที่อาจพบเห็นว่าลงกินดินโป่งด้วยกันมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปออกหากินในเวลากลางวัน เก้งเป็นสัตว์ที่มักถูกล่าเนื่องจากเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหยื่อที่มีเนื้อคุณภาพดี เก้งจะหากินผลไม้ที่ตกหล่นหรือแทะเล็มหญ้าบริเวณขอบป่าหรือพื้นที่เปิดโล่งเวลาเช้าหรือตอนกลางคืน (Lekagul and McNeely, 1988)

3.2.2 กวางป่า (*Rusa unicolor*)

กวางป่าจัดอยู่ในอันดับสัตว์กีบคู่ (Artiodactyla) วงศ์กวาง (Cervidae) กวางป่าเป็นสัตว์ที่พบเห็นได้ทั่วไป สามารถพบเห็นได้ในป่าทุกชนิด กวางป่าชอบอาศัยอยู่ตามเขตป่าและป่าที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่น ชอบกัดกินหญ้าเป็นอาหารมากกว่าแทะเล็มหญ้านอกจากนั้นยังชอบกินผลไม้ที่ตกตามพื้นดิน กวางป่าส่วนใหญ่พบพบในป่าโปร่ง เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และทุ่งหญ้า ตั้งแต่พื้นราบจนถึงยอดเขาสูง กวางป่าออกหากินตั้งแต่พลบค่ำถึงเช้ามืด กวางป่าเป็นสัตว์ที่ไม่ตกใจมนุษย์ และชอบออกมาหากินในพื้นที่ใช้ประโยชน์มนุษย์ตามแนวขอบป่า ในช่วงที่กวางป่าเริ่มแตกเขาความต้องการแคลเซียมจะสูงมาก ดังนั้นจึงมักพบเห็นกวางป่าที่โป่งหรือแหล่งอาหารได้บ่อยในช่วงเวลานี้ กวางป่ามักดื่มกินน้ำในเวลากลางคืนและมักจะเดินทางเป็นระยะทางไกลๆ เพื่อไปยังแหล่งน้ำ และจำเป็นต้องกินโป่งเพื่อให้ได้แร่ธาตุครบถ้วน โดยเฉพาะช่วงเวลาผลัดเขา ซึ่งกวางป่าต้องอาศัยอยู่ใกล้แหล่งโป่งหรือเดินทางระยะไกลไปยังแหล่งโป่ง (Lekagul and McNeely, 1988)

4. การสำรวจชนิดสัตว์ป่า (Species survey)

การสำรวจชนิดสัตว์ป่าเพื่อทราบข้อมูลด้านความหลากชนิดของสัตว์ที่พบในพื้นที่สามารถดำเนินการได้หลายแนวทางประกอบกัน จากการกำหนดเส้นทางสำรวจที่กระจายครอบคลุมทุกสังคมหรือทุกสภาพถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่า กล้องส่องทางไกลทั้งแบบสองตา (binoculars) และแบบตาเดียว (telescope) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการมองในระยะไกลได้ดี ทำการบันทึกชนิดและจำนวนที่พบพร้อมทั้งสภาพถิ่นที่อาศัยหรือสังคมพืชที่พบ เช่น ลำธาร หน้าผาหินปูน ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณหรือทุ่งหญ้า เป็นต้น โดย นริศ (2543) กล่าวถึงวิธีการสำรวจสัตว์ป่าสรุปได้ดังนี้

4.1 การสำรวจบนเส้นทาง (roadside surveys) ทำการสำรวจเดินไปตามเส้นทางด่านสัตว์ป่า แนวลำห้วย และแม่น้ำโดยเรือ การสำรวจดำเนินการบนเส้นทางที่มีอยู่แล้วเป็นหลักเพื่อสังเกตและบันทึกชนิดสัตว์ที่พบเห็นโดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 การสำรวจจากการวางแนวเส้นตรง (transect survey) เป็นการสำรวจที่สุ่มผ่านพื้นที่โดยอาศัยการวางทิศจากเข็มทิศ และเดินสำรวจตามแนวทิศที่กำหนดไว้ แม้ว่าจะผ่านพื้นที่รกทึบหรือลาดชัน การเดินสำรวจค่อนข้างลำบากกว่าการสำรวจบนเส้นทาง แต่ได้ผลดีในส่วนของการรวบรวมชนิดสัตว์ที่พบเห็นในพื้นที่จริงด้วยไม่ลำเอียงที่จะเลือกแต่เฉพาะพื้นที่ง่ายต่อการเก็บข้อมูล

4.3 การส่องไฟในเวลากลางคืน (spotlighting) สัตว์ป่าที่หากินในเวลากลางคืน เช่น นกตบยุง บ่าง กระรอกบิน ลิงลม และอื่นๆ เราสามารถใช้ไฟสปอตไลท์ หรือไฟฉายกำลังแรงในการส่องหา แสงสะท้อนจากดวงตาช่วยบอกตำแหน่งสัตว์ สัตว์ขนาดเล็กในระยะไกลอาจจำแนกชนิดได้ยาก

4.4 การใช้ตาข่ายและกับดัก (netting and trapping) เพื่อตรวจสอบชนิดสัตว์ที่สามารถดักจับได้เพื่อตรวจชนิด ถ่ายภาพ และปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ การใช้อุปกรณ์ดักสัตว์ต้องเหมาะสมและไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ป่า การสำรวจและเก็บตัวอย่างสัตว์ป่าในอดีตใช้กับตี หรืออีทุบ (snap trap) ด้วง แร้ว บ่วง ปืนลม กรณีใช้ยาเบื่อ หรือไฟฟ้าในกรณีของสัตว์น้ำต้องมีความรอบคอบและระวังผลกระทบ

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันใช้กับดักเป็น (live traps) สำเร็จรูป เช่น กับดักแบบพับเก็บได้ (shermen trap) สำหรับสัตว์ฟันแทะ หนู กระรอก กระแต กับดักแบบโทมาฮอค (tomahawk trap) สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดกลาง เช่น ชะมด อีเห็น แมวดาว และหมาริ่ง เป็นต้น ใช้ตะข่ายสำหรับนกแต่ต้องมีการเฝ้าและติดตามอย่างใกล้ชิดเพื่อมิให้นกติดข่ายนานเกินไป การแกะต้องระมัดระวังและจับนกในลักษณะให้ส่วนท้องหงายขึ้นเพื่อลดการดิ้น มีถุงผ้าดิบทึบสำหรับใส่นก การดำเนินการต่างๆ ต้องรวดเร็วก่อนปล่อยคืนธรรมชาติ

แนวทางการดักจับสัตว์ป่า การเลือกใช้ยาสลบ ประเภทยา และขนาดปริมาณการใช้ยาในสัตว์ป่าแต่ละชนิด รวมทั้งการทำเครื่องหมาย (marking) (Taber and Cowan, 1971)

4.5 การใช้หลุมดัก (pitfall) หลุมดักเหมาะสำหรับสัตว์ป่าขนาดเล็ก เช่น กบ เขียด และสัตว์เลื้อยคลาน สำหรับสัตว์ใหญ่นับว่าไม่เหมาะสม จากวิธีการใช้หลุมเพื่อจับสัตว์ใหญ่โดยการขุดหลุมขนาดใหญ่กว่าสัตว์ป่าที่ต้องการเล็กน้อย ด้านบนคลุมด้วยกิ่ง และพรางด้วยไม้ใบไม้เมื่อสัตว์ตกลงไปและขึ้นไม่ได้ใช้วิธีการขุดดินเพื่อเปิดทางขึ้น ตัวอย่างที่พบในประเทศมาเลเซียใช้ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การดักจับกระซู่ หลุมดักช้างป่าของชาวกะเหรี่ยงในบริเวณประเทศพม่าและประเทศไทยที่อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และที่เขตปกครองตนเองสิบสองปันนา ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีผู้ลักลอบจับช้างป่าโดยใช้หลุมดักเช่นกัน ในกรณีของสัตว์ใหญ่อาจไม่เหมาะเพราะการพลัดตกหลุมอาจทำให้สัตว์ขาหักบาดเจ็บได้ และไม่มีความจำเป็นใดใดที่ต้องกระทำ

4.6 การเฝ้าสังเกตจากซุ้มบังไพร และห้างบนต้นไม้ การสร้างบังไพรสามารถสร้างได้ทั้งบนพื้นดินและบนต้นไม้ในบริเวณใกล้แหล่งดินโป่ง แหล่งน้ำ และบริเวณที่สร้างรัง โดยใช้กิ่งไม้และใบไม้ให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมรอบข้างวัสดุที่ใช้ เช่น กิ่งไม้และใบไม้ต้องจัดหาจากบริเวณอื่นเพื่อมิให้เกิดความผิดปกติในพื้นที่ และตำแหน่งที่สร้างต้องไม่กีดขวางการเคลื่อนที่ของสัตว์ป่า การสร้างห้างบนต้นไม้มีมุมมองกว้างกว่าบังไพรบนพื้นดินแต่ต้องมีความแข็งแรงรับน้ำหนักตัวผู้สังเกตได้ดี ซุ้มบังไพรจะต้องปิดมิดชิดทั้งด้านบนและด้านข้าง เพื่อไม่ให้นกและสัตว์อื่นๆ มองเห็น การร้องตกใจของนกและกระรอกอาจทำให้สัตว์อื่นๆ ไม่ผ่านเข้ามาในพื้นที่สังเกต ด้านข้างของซุ้มบังไพรเปิดออกเป็นช่องเล็กน้อยไว้สำหรับมองหรือถ่ายภาพ ผู้สังเกตต้องใช้ความอดทนในการนั่งเฝ้าอย่างเงียบๆ เป็นเวลานานๆ โดยไม่สูบบุหรี่หรือเดินเข้า เดินออกจากซุ้มบังไพร มีการเตรียมอาหาร น้ำดื่ม และภาชนะสำหรับปัสสาวะไว้ใช้เมื่อจำเป็น ทำการจดบันทึกชนิดถ่ายภาพ และสังเกตพฤติกรรมสัตว์ป่าไปด้วยในเวลาเดียวกัน

4.7 การใช้เสียงร้องในการเรียกและต่อสัตว์ป่า แนวทางการต่อสัตว์สามารถประยุกต์มาใช้ในการสำรวจสัตว์บางชนิดได้ การเลียนเสียงสัตว์ป่า ผิวปาก เป่าใบไม้ เคาะพื้นสามารถใช้ในการเรียกสัตว์บางชนิดได้ เทปเสียงสัตว์ป่า โดยเฉพาะนกป่าสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบชนิดนกในพื้นที่สำรวจได้ เช่น เสียงขันของไก่ป่า นกกางเขนดง นกเขียวก้านตอง นกคุ่มอืด สามารถใช้เรียกนกป่าให้ออกมาจากที่ซ่อนได้ เคยมีผู้อัดเสียงนกแว่นสีเทาจากกรงเลี้ยงและนำมาทดสอบเรียกนกแว่นในป่าดิบแล้งของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งได้ผลดี นักต่อนกทางปักษ์ใต้ใช้เทปเสียงนกและใช้กระจกเงาติดในกรงต่อนก สามารถจับนกป่าที่เข้ามาเกาะและจิกตีภาพในกระจกเงา

4.8 การใช้สุนัขในการสำรวจสัตว์ป่า สุนัขที่ผ่านการฝึกหรือมีประสบการณ์ในการล่าสัตว์ เช่น หมาพราน สามารถนำมาใช้ในการหาตำแหน่งสัตว์ป่าบางชนิด เช่น เต่าเหลือง ตะกวด และสัตว์อื่นๆ จากประสิทธิภาพในการดมกลิ่น และการฟังเสียงในช่วงคลื่นที่หูมนุษย์ไม่สามารถได้ยิน ในต่างประเทศใช้สุนัขบอกตำแหน่งสัตว์ (pointer dog) ช่วยในการไล่นกกระทาบอบไวท์ (Bobwhite quail) หรือสัตว์บางชนิดจากที่ซ่อน ในสหรัฐใช้สุนัขติดวิทยุ (transmitter) ช่วยในการหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งเสือพูมา สุนัขไล่ติดตามและตรึงให้เสือพูมาติดค้างบนต้นไม้ นักวิจัยสามารถตามหาสุนัขจากวิทยุติดตามสุนัขดังกล่าวและพบตำแหน่งของเสือพูมา

4.9 การจำแนกรอยทางเดินและร่องรอย (tracks and signs identification) ร่องรอยต่างๆ ที่เกิดจากสัตว์ป่ากระทำทิ้งไว้ เช่น รอยทางเดิน รอยเท้า รอยขวิดลับเขา รอยทำปลัก รอยถูโพรงมูลดิน รอยกัดกินพืชอาหาร เศษขน กองมูล ไข่ และรังนก ต้องใช้ความสามารถสังเกตและจำแนกเพื่อทราบชนิด แหล่งที่มีร่องรอยของสัตว์ป่าต่างๆ ปรากฏอยู่มาก ได้แก่ บริเวณ แหล่งดินโป่ง น้ำซับ และตามพื้นที่ชานห้วย ในฤดูฝนพื้นดินอ่อนตัวสามารถพบรอยสัตว์ป่าอยู่ทั่วไป

4.10 การจำแนกเสียงร้องเสียงขัน (song and call identification) เสียงร้องของสัตว์ป่าบางชนิดมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวใช้การจำแนกชนิดได้ เช่น ไก่ป่า นกยูง อีเก้ง กบทูด เป็นต้น หากศึกษาจากสภาพที่พบเห็นตัว ได้ยินเสียงร้อง และบันทึกเสียงร้องเสียงขัน ใส่เทปเก็บไว้เรื่อยๆ เมื่อมีมากเพียงพอสามารถนำเทปเสียงนกมาตัดต่อจัดจำแนกชนิดตามกลุ่มและวงศ์ จะเป็นประโยชน์ต่อการเปิดฟังเปรียบเทียบในโอกาสถัดไป และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นในการใช้เสียงสำหรับการสำรวจชนิดสัตว์ป่า

4.11 การใช้อุปกรณ์ดักถ่ายภาพ (camera trapping) มีสองประเภท ได้แก่ (1) ชุดอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยแผ่นเหยียบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (pressure-mat trigger) ควบคุมการลั่นชัตเตอร์ของกล้อง เมื่อสัตว์วางเท้ากดลงบนแผ่นเหยียบที่ซ่อนพรางกลบด้วยใบไม้ วงจรควบคุมการถ่ายภาพที่ต่อมายังกล้องจะทำการถ่ายภาพทันที (2) ชุดอุปกรณ์ Infrared Trial Monitors เป็นชุดการทำงานที่ใช้อินฟราเรดตรวจจับตัวส่งรังสีอินฟราเรด (transmitter) และเครื่องรับหรือตัวตรวจนับ (receiver or counter) ที่วางห่างกันในระยะไม่เกิน 7 เมตร และมีสาย cable ต่อไปยังกล้องถ่ายภาพซึ่งขึ้นฟิล์มได้โดยอัตโนมัติ เมื่อสัตว์เคลื่อนที่ผ่านรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นรังสีอยู่ในช่วงคลื่นที่ตาของมนุษย์และสัตว์มองไม่เห็นกล้องจะทำการถ่ายภาพสัตว์ดังกล่าว (นริศ, 2543)

5. ปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

ปัจจัยในการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า ได้แก่ อาหาร น้ำ ที่หลบภัย และปัจจัยพิเศษ (นริศ, 2543) ในพื้นที่ธรรมชาติ ปัจจัยดังกล่าวมีการกระจายในเชิงพื้นที่ และช่วงเวลาต่างๆ นอกจากนี้ การดำรงชีวิตของสัตว์ป่าในธรรมชาติ ยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ เช่น กับสัตว์ป่าชนิดเดียวกัน หรือกับสัตว์ป่าต่างชนิด ในรูปแบบต่างๆ ทั้งยังสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ เช่น สภาพภูมิประเทศ ระยะทางไปยัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งกิจกรรมมนุษย์ เป็นต้น (อุทิศ, 2541) ดังนั้นหากพิจารณาความสัมพันธ์ของสัตว์ป่าในพื้นที่ธรรมชาติกับสภาพแวดล้อม สามารถแบ่งปัจจัยแวดล้อมที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยกายภาพ โดยมีรายละเอียดของปัจจัยหลักทั้ง 2 ปัจจัยดังนี้

5.1 ปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ

จากการศึกษาของ ธีระพงษ์ (2545) พบว่าปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพมีอิทธิพลโดยตรงกับสัตว์ป่า โดยสัตว์ที่มีสรีระทางร่างกาย ขนาด และน้ำหนักต่างกัน ก็จะมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น สัตว์ป่าที่มีขนาดใหญ่ มักมีอาณาเขตในการหากินกว้าง สามารถหากินได้อย่างอิสระ มีอาณาเขตหากินตั้งแต่ที่ราบไปถึงภูเขาสูง อย่างไรก็ตามการเลือกทำกิจกรรมต่างๆ ของสัตว์ป่าก็ยังมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ โดยปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสัตว์ป่า ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากแหล่งโป่ง ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ความสูง และความลาดชัน

5.2 ปัจจัยทางด้านชีวภาพ

จากการศึกษาของ ศุภกิจ (2546) พบว่าปัจจัยทางด้านชีวภาพเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสัตว์ป่าในแง่ของการเป็นแหล่งอาหาร แหล่งน้ำ และแหล่งหลบภัยของสัตว์ป่า สัตว์ป่าเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่และกระทำกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ที่มีปัจจัยทางชีวภาพที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ป่าแต่ละชนิด ปัจจัยทางชีวภาพเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดต่อการอยู่รอดของสัตว์ป่าในธรรมชาติ ปัจจัยทางชีวภาพที่มีความสำคัญต่อสัตว์ป่า คือ ชนิดป่า

6. การประเมินโอกาสในการใช้ถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าตามปัจจัยแวดล้อมด้วย MaxEnt

6.1 การสร้างแบบจำลองในการประเมินโอกาสในการใช้ถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่า สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาถึง คือ การใช้อัลกอริทึมทางสถิติและชนิดข้อมูลการปรากฏของชนิดสัตว์ แบบจำลองได้สร้างการทำนายที่หลากหลายในระบบนิเวศ ขณะที่แบบจำลองการกระจายของชนิดสัตว์ (species distribution modeling) ไม่ได้ทำนายการปรากฏชนิดสัตว์เฉพาะทางภูมิศาสตร์ แต่ยังสร้างโอกาสการใช้พื้นที่เพื่อแสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษาหลังจากพิจารณาเงื่อนไขและปัจจัยแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เกี่ยวข้อง (Herkt, 2007) จากทฤษฎีถิ่นอาศัยเฉพาะทางนิเวศวิทยา (ecological niche theory) ที่กล่าวว่า สัตว์แต่ละชนิดจะอยู่รอดได้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือปัจจัยเฉพาะทางธรรมชาติเพื่อการอยู่รอดในระยะยาว (Hutchison, 1957) คำกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพมีผลต่อการกระจายของชนิดสัตว์และปฏิสัมพันธ์ห่วงโซ่อาหาร ในขณะที่ลำดับความสัมพันธ์ทางชีวภาพ เช่น การแข่งขัน หรือ การล่า รวมทั้งปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อการกระจายหรือการรวมกลุ่ม และการรบกวนจากมนุษย์ ส่งผลให้สัตว์ไม่สามารถอาศัยอยู่ในถิ่นอาศัยเฉพาะได้ (Anderson *et al*., 2003) สิ่งสำคัญจากทฤษฎีดังกล่าวเพื่อใช้ในแบบจำลองการกระจายของชนิดสัตว์ คือ ข้อมูลการปรากฏที่ได้จากถิ่นอาศัยเฉพาะ โดยผลลัพธ์จากการทำนายจะแสดงแนวโน้มเพื่อประเมินศักยภาพการกระจายของชนิดสัตว์ (Philips *et al*., 2006)

องค์ประกอบในการสร้างแบบจำลองเพื่อการทำนายการกระจายของชนิดสัตว์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ (Austin, 2002)

1) แบบจำลองที่สามารถรองรับปัจจัยแวดล้อมเพื่อการวิเคราะห์
2) ข้อมูลการปรากฏของชนิดสัตว์ที่บอกชนิดข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูล
3) แบบจำลองทางสถิติที่ใช้ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การพิสูจน์ความสำคัญของปัจจัยและปริมาณความสำคัญของปัจจัยเป็นเป้าหมายหลักในการตัดสินใจแบบจำลองทางนิเวศวิทยา สำหรับข้อมูลชนิดสัตว์ที่ใช้ในแบบจำลองมีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาว่าเป็นข้อมูลที่พบการปรากฏและไม่พบการปรากฏ (presence/absence) หรือ ข้อมูลที่พบการปรากฏเท่านั้น (presence-only) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการใช้เทคนิคในการประเมินความเหมาะสมและการเลือกใช้แบบจำลองทางสถิติ (Guisan and Zimmermann, 2000; Phillips *et al*., 2006)

สำหรับชุดข้อมูลที่พบการปรากฏและไม่พบการปรากฏ พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้หลักการของ logistic regression โดยเฉพาะ GLMs (McCullagh and Nelder, 1989) และ GAMs (Hastie and Tibshirani, 1990) ขณะที่ชุดข้อมูลที่พบการปรากฏเท่านั้น พบว่ามีการเลือกใช้แบบจำลองที่หลากหลาย ถึงแม้ว่าการเลือกใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในปัจจุบันจะมีสัดส่วนที่มากกว่าในอดีต (Elith *et al.,* 2006) อย่างเช่น BIOCLIM (Busby, 1991) และ DOMAIN (Carpenter *et al*., 1993) เป็นต้น แบบจำลองที่ใช้เฉพาะข้อมูลที่พบการปรากฏเท่านั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้ ตัวอย่างที่ไม่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ (background samples) ขณะที่บางวิธีจะใช้ ข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างเช่นวิธี GAMs และ GLMs ซึ่งในช่วงเริ่มแรกถูกสร้างเพื่อใช้กับงานที่มีข้อมูลที่พบการปรากฏและไม่พบการปรากฏ แต่ได้ทำการดัดแปลงเพื่อใช้ในงานที่มีข้อมูลที่พบการปรากฏเท่านั้น (Elith *et al.,* 2006) ส่วนแบบจำลอง GARP (Stockwell and Peters, 1999) ได้เชื่อมโยงระหว่าง กฎขั้นพื้นฐาน (rule-based) และการวนซ้ำตัวแปรสุ่ม (iterative random elements) เพื่อแสดงการกระจายของชนิดสัตว์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเปรียบเทียบขนาดใหญ่ (large comparative study) (Elith *et al.*, 2006) ได้พิสูจน์แล้วว่า MaxEnt (Phillips *et al.*, 2004) มีประสิทธิภาพที่สูงกว่า GARP โดยเฉพาะเมื่อใช้กับตัวอย่างขนาดเล็ก (Hernandez *et al.*, 2006) ในขณะที่แบบจำลองอื่นที่ได้พัฒนามาจาก machine learning เพื่อใช้ในการศึกษาการกระจายของชนิดสัตว์ได้แก่ BRT (Friedman *et al.*, 2000) และ ENFA (Hirzel *et al*., 2002) เป็นแบบจำลองที่เพิ่มการพิจารณาเพื่อประยุกต์องค์ประกอบหลักและมุมมองเฉพาะเพื่อเข้าถึงหลักการของถิ่นอาศัยเฉพาะทางนิเวศวิทยา แบบจำลองทางด้าน Community-based เป็นแบบจำลองที่ส่งผลให้เข้าถึงแก่นของงานวิจัยมากขึ้น เช่น GDM (Ferrier *et al*., 2002) ซึ่งเน้นที่ความแตกต่างทางด้านองค์ประกอบ และ การดัดแปลงวิธีการสร้างแบบจำลอง เช่น MARS-COMM (Friedman, 1991) โดยแบบจำลองเหล่านี้จะใช้ข้อมูลการปรากฏของสัตว์ชนิดอื่นๆเพื่อเป็นตัวแทนในการทำนายชนิดสัตว์ที่ต้องการ (Elith *et al.*, 2006) ข้อแตกต่างที่สำคัญของแบบจำลองเหล่านี้เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่ปรากฏ คือ การคัดเลือก (selection) การถ่วงน้ำหนัก (weighting) และการทดสอบ (fitting) ของแต่ละแบบจำลอง และการหาปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ท่ามกลางตัวแปรและรูปแบบผลลัพธ์ที่แสดงออกมาในการทำนาย (Elith *et al.*, 2006) อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบจากงานศึกษาโดยใช้แบบจำลองตามวิธี GLM หรือ GAM คือ การที่ผู้สำรวจไม่พบการปรากฏของชนิดพันธุ์ในพื้นที่สำรวจ ไม่สามารถยืนยันการไม่ปรากฏของชนิดสัตว์นั้นได้อย่างมั่นใจ (Brotons *et al*., 2004; Elith *et al*., 2006; Phillips *et al*., 2006) เนื่องจากเป็นการสำรวจสัตว์ที่มีสถานภาพใกล้สูญพันธุ์หรือมีน้อยอยู่แล้วตามสภาพธรรมชาติ ซึ่งมีความยากต่อการตรวจพบ (Engler *et al*., 2004; Pearson *et al*., 2006) หรือการสำรวจที่ไม่ครอบคลุมถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของชนิดสัตว์นั้นๆนั่นเอง (Hirzel *et al*., 2001) ผลดังกล่าวทำให้สรุปว่าสัตว์ป่าชนิดนั้นๆ ไม่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา ส่งผลให้เกิดอุปทานอคติ ต่อการวิเคราะห์ ทั้งในขั้นตอนของการคัดเลือกตัวแปรและการประเมินค่าแบบจำลอง ทำให้ได้แบบจำลองที่ไม่มีคุณภาพ (Tyre *et al*., 2003) แม้ว่าวิธีการสำรวจซ้ำหลายๆครั้งสามารถหาค่าความน่าจะเป็นในการพบได้ซึ่งช่วยทำให้ผลการประเมินแบบจำลองดีขึ้นก็ตาม (Tyre *et al*., 2003; Wintle *et al*., 2005) แต่ถ้าไม่สามารถสำรวจซ้ำได้อาจใช้ทางเลือกโดยการพัฒนาสร้างแบบจำลองจากข้อมูลการปรากฏอย่างเดียว ดังเช่น วิธีการ Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) (Chefaoui *et al*., 2005; Santos *et al*., 2006) วิธีการ Genetic Algorithm for Rule-set production (GARP) (Stockwell and Peters, 1999) และวิธีการ MaxEnt (MaxEnt) (Phillips *et al*., 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 หลักการของ MaxEnt

MaxEnt เป็น วิธี General-purpose สำหรับการทำนายหรือหาข้อสรุปจากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete data) โดยถือกำเนิดจากกลศาสตร์เชิงสถิติ (statistical mechanics) (Jaynes, 1957) โดยมีหลักการ คือ การหาวิธีที่ดีที่สุดเพื่อให้แน่ใจว่าการประมาณค่าตรงตามข้อจำกัดใดๆ ที่เกี่ยวกับการกระจายที่ไม่ทราบค่าที่กำลังพิจารณา และอยู่ภายใต้ประเด็นเหล่านั้น โดยการกระจายนั้นควรจะมีค่าเอนโทรปีสูงสุด (Jaynes, 1957) ในการศึกษาการกระจายของชนิดสัตว์ เมื่อกำหนดให้ π เป็นชุดของพิกเซลในพื้นที่ศึกษา แต่ละพิกเซลจะแทนค่าจุดที่พิจารณา การกระจายของ π จะเป็นค่าโอกาสที่ไม่ติดลบของ π (x) ไปยังแต่ละจุด x และค่าโอกาสเหล่านี้จะมีผลรวมทั้งหมดเท่ากับ 1 โดยการประมาณค่าของ π คือ การกระจายของโอกาส โดยกำหนดให้เป็น $\hat{\pi}$ และค่าเอนโทรปีของ $\hat{\pi}$ ถูกนิยามดังสมการ

$$H(\hat{\pi}) = -\sum_{x \in X} \hat{\pi}(x)\, In\, \hat{\pi}(x)$$

เมื่อ ln แทนค่า log ธรรมชาติ โดยค่าเอนโทรปีจะมีค่าไม่ติดลบและเป็นค่าสูงสุด log ธรรมชาติ ของชุดข้อมูล X ในพื้นที่ศึกษา ทฤษฎีสารสนเทศได้อธิบาย เอนโทรปีไว้ว่าเป็นการวัดค่าทางเลือกที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเหตุการณ์ที่พิจารณา ซึ่งการกระจายที่มีเอนโทรปีสูงกว่าจึงเกี่ยวข้องกับทางเลือกที่มากกว่า ดังนั้นหลักการของ MaxEnt สามารถสรุปได้ว่า คือ การไม่พบข้อจำกัดใดๆ ในการกระจายของโอกาส หรืออีกนัยหนึ่งเอนโทรปีสูงสุดกระจายโอกาสที่แน่นอนตามข้อมูลที่แสดงถึงข้อจำกัดที่มี โดยเป็นคุณสมบัติพื้นฐานซึ่งช่วยกำหนดการกระจายเพื่อหาขอบเขตโดยการกระจายจะพบมากกับสิ่งที่พิจารณา แต่ก็หลีกเลี่ยงการกระจายกับสิ่งที่ไม่ทราบหรือไม่อยู่ในประเด็น (Jaynes, 1990)

6.3 อัลกอริทึมพื้นฐานของ MaxEnt

Weinman *et al*. (2011) อธิบายว่าแนวความคิดทางคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่า MaxEnt เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เมื่อกำหนดให้ X คือ ค่าตำแหน่งทั้งหมดของชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบ และ W คือ ค่าถ่วงน้ำหนักจองแมทริกซ์มีขั้นตอนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) คำนวนค่าแมทริกซ์รวมของระบบ U = WX

2) ใส่ log-normalizing ตามแนวของ U เพื่อสร้าง แมทริกซ์ *LxN* ของ log propabilities, L

3) รวมค่าของแต่ละแถว L ตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์และคำนวณค่า exponential ของแมทริกซ์ทั้งหมดในระบบเพื่อสร้างค่าความน่าจะเป็น หรือโอกาส P

4) ทำการคำนวณค่า gradient เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการเคลื่อนย้ายข้อมูลในแมทริกซ์ X

6.4 ลักษณะเด่นและข้อจำกัดของ MaxEnt

MaxEnt ทำการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลการปรากฏอย่างเดียว โดยมีลักษณะเด่นและข้อจำกัด ดังต่อไปนี้ (Phillips *et al.*, 2006) ดังนี้

ลักษณะเด่นของ MaxEnt

1) ใช้เฉพาะข้อมูลการปรากฏ และข้อมูลปัจจัยแวดล้อมของทั้งพื้นที่ศึกษาในการสร้างแบบจำลอง

2) สามารถใช้ข้อมูลได้ทั้งประเภทต่อเนื่อง (continuous) และข้อมูลแบ่งชนิด (categorical) ในการสร้างแบบจำลอง และสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แตกต่างกันได้

3) พัฒนาจากอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการทำนายการกระจายค่าโอกาสที่เหมาะสม

4) การกระจายค่าโอกาสของ MaxEnt มีการนิยามทางคณิตศาสตร์จึงสามารถแก้ไขได้เพื่อการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากการนำแบบจำลองไปใช้ทำนายข้อมูลอื่นๆ ได้ไม่ดี (over-fitting) ด้วย l-regularization

6) เนื่องจากความอิสระของการกระจายโอกาสของ MaxEnt ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ปรากฏ ทำให้งานวิจัยในอนาคตมีศักยภาพในการแก้ปัญหาความอคติในการสุ่มตัวอย่าง

7) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง ช่วยทำให้เกิดความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างความเหมาะสมแบบจำลองของพื้นที่ที่แตกต่างกัน

8) MaxEnt ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏ

9) MaxEnt เป็นแบบจำลองที่ใช้สร้างแบบจำลองได้จากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด

10) การสร้างแบบจำลอง MaxEnt มีความเหมาะสมกับงานวิจัยทางด้านสถิติ และ Machine Learning และมีการพัฒนาเพื่อใช้งานกับสาขาที่มีการประยุกต์ใช้

11) MaxEnt เป็นวิธีการทางสถิติที่มีความยืดหยุ่น มีการคาดหวังว่าจะสามารถประยุกต์ใช้งานได้ทุกสาขาและทุกระดับของงานวิจัย

ข้อจำกัดของ MaxEnt

1) เนื่องจากเป็นวิธีการทางสถิติที่มีการใช้งานมาไม่นานทำให้มีแนวทางการใช้งานที่น้อย และวิธีการสำหรับการประมาณความผิดพลาดในการทำนายยังมีอยู่น้อย

2) ประสิทธิภาพการใช้ regularization เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการนำแบบจำลองไปใช้ทำนายข้อมูลอื่นๆ ได้ไม่ดี ยังต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเลือกตัวอย่างแบบอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) MaxEnt ใช้แบบจำลอง exponential เพื่อสร้างค่าความน่าจะเป็น ซึ่งไม่ได้ล้อมรอบขอบเขตที่แท้จริงและยังให้ค่าการทำนายที่กว้างสำหรับข้อจำกัดปัจจัยแวดล้อมภายนอกช่วงการปรากฏในพื้นที่ศึกษา จึงต้องมีการระมัดระวังเมื่อใช้คาดการณ์ไปยังพื้นที่อื่น

4) MaxEnt จำเป็นต้องใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ด้านอื่นๆ สำหรับการใช้งานเฉพาะทาง

6.5 การใช้งานแบบจำลอง

MaxEnt ใช้ตำแหน่งในการปรากฏของข้อมูลน้อยกว่าวิธีการอื่นในการสร้างแบบจำลอง โดยบางกรณีใช้เพียง 5 ตำแหน่งปรากฏข้อมูลก็เพียงพอต่อการสร้างแบบจำลอง (Elith *et al*., 2006; Hernandez *et al*., 2006; Phillips *et al*., 2006) แม้ว่าขนาดตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองควรที่จะมากกว่า 30 ตำแหน่ง (Wisz *et al*., 2008) MaxEnt เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาโดย machine learning community โดยให้ค่าการทำนายจากตำแหน่งที่ปรากฏของชนิดสัตว์และสุ่มเลือกตำแหน่งอื่นๆ อีก 10,000 พิกเซลในพื้นที่ศึกษา โดย MaxEnt จะคำนวณความน่าจะเป็นที่เป็นไปได้จากทุกกริดเซลล์ในพื้นที่ โดยใช้อัลกอริทึมตามหลักการของ MaxEnt เพื่อหาทางเลือกที่เป็นไปได้ของโอกาสการกระจาย ในขณะเดียวกันก็จะละเว้นทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้ของการกระจาย ตามข้อจำกัดของเงื่อนไขที่แน่นอน เงื่อนไขต่างๆ จะถูกคำนวณโดยฟังก์ชั่นลักษณะ (features) ใน MaxEnt โดยจะแสดงลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการกระจายโอกาสในแต่ละฟังก์ชั่นลักษณะ และค่าถ่วงน้ำหนักเฉพาะของแต่ละฟังก์ชั่นลักษณะเหล่านั้น จะถูกนำมาเรียงลำดับ ค่า gain จะเพิ่มขึ้น เมื่อพบจุดที่มีความเหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น ถ้าค่า gain เท่ากับ 1.8 แสดงถึงการกระจายเหมาะสมกับจุดที่ใช้ทดสอบประมาณ 6 เท่า [=exp(1.8)] มากกว่าการกระจายแบบสุ่ม การเพิ่มของค่า gain จะเพิ่มขึ้นสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นค่าสูงสุดและอยู่ภายใต้ข้อกำหนดที่ตั้งไว้ (Herkt, 2007) MaxEnt เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดตัวอย่างเล็กโดยสามารถรองรับข้อมูลแบบทั้งแบบ category และ continuous รวมทั้งสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างในแบบจำลอง (Phillips *et al.*, 2006) ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบจำลอง MaxEnt จะเกิดความไม่เหมาะสมเมื่อการกระจายของโอกาสเกาะกลุ่มอยู่รอบจุดที่พบสัตว์ ดังนั้นการลดระดับการกระจายจึงใช้กระบวนการของ regularization ที่มีอยู่แล้วในโปรแกรม MaxEnt เพื่อเป็นตัวควบคุมการกระจายที่ไม่เหมาะสมโดยยอมให้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละปัจจัยทำการประมาณค่าเฉลี่ยรวมแต่ต้องมีค่าไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยรวม ซึ่งองค์ประกอบของ regularization สามารถปรับเปลี่ยนไปตามตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ (Phillips and Dudik, 2008) รูปแบบผลลัพธ์ที่ได้จาก MaxEnt มีสามรูปแบบ คือ raw, cumulative, logistic (Phillips and Dudik,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2008) รูปแบบผลลัพธ์เริ่มแรกของ MaxEnt คือ raw อย่างไรก็ตามค่าผลลัพธ์ที่ได้ก็ไม่ง่ายต่อการใช้งานเนื่องจากค่าที่ได้ต้องมีผลรวมเท่ากับ 1 ดังนั้นในแต่ละจุดจึงมีค่าที่เล็กมาก และทำให้การแปลความหมายของผลลัพธ์รูปแบบนี้มีความยุ่งยาก ขณะที่รูปแบบ cumulative เป็นผลลัพธ์ที่มีความอิสระกับค่าคะแนนของตำแหน่งเทียบเท่ากับโอกาสของการพบชนิดสัตว์ที่สนใจ รวมกับค่าคะแนนโอกาสอื่นๆ ที่มีเท่าเทียมหรือน้อยกว่าบริเวณที่ปรากฏ โดยช่วงของค่าคะแนนจาก 0 ถึง 1 (Phillips *et al*., 2006) ดังนั้นผลลัพธ์จึงมีความง่ายมากขึ้นเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ถึงแม้ว่าการโปรเจคชั่นจะไม่ได้สัดส่วนที่ดีพอของความน่าจะเป็นต่อการปรากฏของสัตว์ ดังนั้นการเลือกใช้รูปแบบ logistic จึงมีความเหมาะสมเนื่องจากผลลัพธ์การทำนายมีการประเมินค่าโอกาสการปรากฏของชนิดสัตว์ร่วมกับปัจจัยแวดล้อม (Phillips and Dudik, 2008) โดยความแตกต่างที่มากในผลลัพธ์ที่ออกมาจะมีการตอบสนองที่ดีกว่าความแตกต่างที่มากในความเหมาะสม โดยมีช่วงของค่าคะแนนจาก 0 ถึง 1 ดังนั้นผลลัพธ์รูปแบบ logistic จึงมีความง่ายและความถูกต้องในการแปรความหมายที่มากกว่า ทุกรูปแบบผลลัพธ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ (Baldwin, 2009)

6.6 การประเมินแบบจำลอง

แบบจำลองจะต้องมีการถูกประเมินเพื่อช่วยตัดสินใจในการใช้งานแบบจำลอง ซึ่งการประเมินจากกราฟ receiver operating characteristic (ROC) ซึ่ง กราฟ ROC ได้มาจากการสร้างกราฟของ sensitivity และ 1-specificity ที่ได้จาก MaxEnt โดยค่า sensitivity แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ทำนายการปรากฏได้อย่างถูกต้อง ขณะที่ specificity แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ทำนายการไม่ปรากฏได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างกราฟ ROC จะมีการแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบในแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้อง โดยแบบจำลองที่ดีจะแสดงกราฟที่มี sensitivity สูงสุดสำหรับค่าต่ำของส่วน false-positive (Hernandez *et al*., 2006) ซึ่งนัยสำคัญของเส้นกราฟถูกคำนวณด้วย area under curve (AUC) และมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-1.0 ในบางครั้งค่า AUC มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าการสุ่มที่คาดคะเน (Engler *et al*., 2004) ค่า AUC เป็นค่าตำแหน่งของความน่าเชื่อถือของแบบจำลองซึ่งช่วยตัดสินความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จุดที่พบสัตว์มีค่าตำแหน่งที่สูงกว่าจุด random background หรือ pseudo-absences (Phillips *et al*., 2006) ค่า AUC ที่ได้จากวิธี MaxEnt เพื่อดูค่าความเหมาะสมของแบบจำลองประกอบ โดยค่า AUC มากกว่าร้อยละ 90 แสดงถึงแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูง ค่า AUC ในช่วงร้อยละ 70-90 แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ และค่า AUC ที่ต่ำกว่าร้อยละ 70 แสดงถึงแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือต่ำ (Swets, 1988)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ ระบบเครื่องมือที่มีขีดความสามารถในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไว้อย่างเป็นระบบในฐานข้อมูลและสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นออกมาใช้ดัดแปลงแก้ไขวิเคราะห์และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ เป็นระบบที่เก็บข้อมูลที่ประกอบด้วย location attribute และ topological การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้นั้นส่วนใหญ่แล้วมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์ และใช้ผลการวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจในการปฏิบัติการหรือละเว้นการปฏิบัติการใดๆ โดยงานบางอย่างอาจใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยมีวัตถุประสงค์ข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองประการพร้อมกันก็ได้ (Benz *et al.*, 2003) ในปี พ.ศ. 2538 สุวิทย์ ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่าคือ เครื่องมือในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลอธิบายรายละเอียด (attribute data) โดยข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้จะถูกนำไปประมวลผล แปรความ หรือวิเคราะห์จนเกิดผลลัพธ์ที่มีความหมาย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ได้ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะถูกเรียกว่า ข้อมูลสารสนเทศ (information) ซึ่งสามารถอ้างอิงแสดงตำแหน่งที่ตั้งได้

ในด้านความหมายนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูล และบุคลากร ซึ่งทำงานร่วมกันในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ดัดแปลงแก้ไขและวิเคราะห์ (manipulation and analysis) และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล (display/output) ซึ่งสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ (แก้ว และ สุภัค, 2536)

7.1 องค์ประกอบ

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (computer hardware) มีส่วนประกอบดังนี้

หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit-CPU) เป็นหน่วยควบคุมในการจัดลำดับของระบบ และหน่วยคำนวณเปรียบเทียบข้อมูลโดยใช้หลักทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์เพื่อคำนวณค่าทางสถิติ ตลอดจนการแปลคำสั่งและปฏิบัติตามคำสั่ง

หน่วยจัดเก็บข้อมูล (disk drive storage unit) ได้แก่ Hard Disk Drive, Floppy Disk Drive และ Tape Drive เป็นต้น

อุปกรณ์ในการนำเข้าข้อมูล (input devices) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูล จากแผนที่ให้อยู่ในรูปของตัวเลข (digital) ได้แก่ Digitizer, Mouse และ Scanner เป็นต้น และอุปกรณ์การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น Keyboard เป็นต้น

หน่วยแสดงผล (output devices) เป็นเครื่องมือแสดงข้อมูลออกมา เช่น เครื่องวาดรูป (plotter) เครื่องพิมพ์ (printer) และหน่วยแสดงผล (visual display unit) เป็นต้น

7.1.2 คอมพิวเตอร์ซอฟท์แวร์ (computer software) เป็นซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS software modules) ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่จัดเรียงไว้สำหรับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยคำสั่งย่อย 5 กลุ่ม ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

- การนำเข้าและการทวนสอบข้อมูล (data input and verification)

- การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (data storage and database management)

- การแสดงผลข้อมูลและการนำ เสนอ (data output and presentation)

- การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล (data transformation)

- การตอบโต้กับผู้ใช้ (interaction with the user)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 ข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ข้อมูลภูมิศาสตร์ต่างกับข้อมูลอื่นที่ใช้อยู่ในระบบสารสนเทศสมัยใหม่ คือ ข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบจะบรรยายถึงสิ่งต่างๆ ในโลกที่เป็นจริงในด้านตำแหน่งทางระบบพิกัดและข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute) ที่ไม่เกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้ง และความเกี่ยวข้องกันทางพื้นที่ (topology) สารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถเก็บและแสดงผลใน 2 รูปแบบ (Collect, 1986) ดังนี้

7.2.1 ข้อมูลเชิงบรรยาย (non-spatial data or attribute data)

ข้อมูลเชิงบรรยายเป็นข้อมูลคุณลักษณะของพื้นที่ (attribute) อาจเป็นค่าเชิงปริมาณหรืออยู่ในรูปตารางเพื่อให้อธิบายถึงสภาพพื้นที่ได้เด่นชัด สามารถนำไปใช้ในการจัดการทรัพยากรต่างๆ เช่น ข้อมูลประชากรในพื้นที่ป่า ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลคุณภาพน้ำ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การป้อนข้อมูลชนิดนี้มักนิยมกำหนดเป็นรหัส และจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เรียกว่า Topology File ซึ่งเป็นการแสดงความเกี่ยวข้องกันระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะในสภาวะซึ่งมีเวลาเกี่ยวข้องด้วย

7.2.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data)

ข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือข้อมูลภูมิศาสตร์เป็นข้อมูลที่แสดงสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ ด้วยตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูล 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบข้อมูลเชิงเส้น (vector format) เป็นโครงสร้างข้อมูลที่แสดงทิศทางและตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในลักษณะของจุด (vector data structure), การเชื่อมจุด (point) เพื่อแสดงข้อมูลเป็นเส้น (arcline) และเส้นที่ต่อกันจนเกิดเป็นรูปขอบเขตของพื้นที่หลายเหลี่ยม (polygon) รูปแบบของข้อมูลเชิงเส้น จะอาศัยค่าพิกัดที่ต่อเนื่องของจุดในการกำหนดขอบเขตของวัตถุที่สนใจ (Russell,1992)

รูปแบบของข้อมูลราสเตอร์ (raster or grid format) เป็นโครงสร้างของข้อมูลที่แสดงในรูปของสี่เหลี่ยมหรือจุดภาพ (raster data structure) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็กๆ ที่ต่อเนื่อง ขนาดของกริด หรือ Pixel จะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับการจัดแถวและคอลัมน์ของการจัดเก็บข้อมูลและรายละเอียดของข้อมูลที่ศึกษา (Russell, 1992)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันของข้อมูลทั้ง 2 ชนิด คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) ส่วนมากจะมีสภาวะของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ข้อมูลเหล่านี้จะเชื่อมโยงกันด้วยตัวเลขเฉพาะ (identifier) ที่ไม่ซ้ำกัน

7.3 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถที่จะวิเคราะห์เหตุการณ์และคาดการณ์สิ่งต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายได้หลายวิธีการ ซึ่งเทคนิควิธีการในการวิเคราะห์นั้นแบ่งออกได้ดังนี้ (Russell, 1992)

7.3.1 การวิเคราะห์การซ้อนทับ (overlay analysis)

เป็นการสร้างข้อมูลใหม่ที่ได้มาจากการซ้อนทับชั้นข้อมูลที่มีอยู่จำนวน 2 ชั้น หรือมากกว่าหรืออาจมาจากการผสมผสานข้อมูลสารสนเทศใหม่กับข้อมูลสารสนเทศอื่นจากในชั้นข้อมูลเดิม การวิเคราะห์การซ้อนทับสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ การปฏิบัติการแบบจุด (point operations) และการปฏิบัติการแบบบริเวณข้างเคียงหรือพื้นที่ (neighborhood or region operations)

7.3.2 การสร้างแบบจำลอง (modeling)

แบบจำลองแผนที่ (cartographic modeling) แบบจำลองจะช่วยแนะนำรายละเอียดของผังการทำงานและแผนงานที่รอบคอบในการตัดสินใจกับประเภทของข้อมูลที่มีความสำคัญและการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์

การค้นหารูปแบบ (simulation approach) เพื่อที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนบางอย่าง โดยการผสมผสานข้อมูลเชิงพื้นที่และไม่ใช่พื้นที่เข้าด้วยกัน

แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์ (predictive modeling) จะใช้เทคนิคทางสถิติในการสร้างแบบจำลองแบบการคาดการณ์ โดยการพิจารณาแต่ละชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และองค์ประกอบของข้อมูล เพื่อดูว่าข้อมูลใดมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่จะทำการคาดการณ์หลังจากสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลที่เหลือ เช่น การใช้สมการถดถอยโลจิสติคในการคาดการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่ต้องการคาดการณ์โดยมีรูปแบบของสมการ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$P(X) = \frac{e^{y}}{1+e^{y}}$$

เมื่อ P(X) = ความน่าจะเป็นหรือค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไข

e = ln e

Y = ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

$= \beta_0 + \beta_1 X$

7.3.3 การทำบัฟเฟอร์ (buffering)

เป็นเทคนิคการสร้างขอบเขตพื้นที่ตามระยะที่กำหนดเพื่อปิดล้อมข้อมูลจุดหรือเส้นตรง ตัวอย่างเช่น การกำหนดพื้นที่ขอบแม่น้ำ เพื่อมิให้มีการทำไม้ หรือการกำหนดพื้นที่สองข้างถนนเพื่อห้ามมิให้มีการขุดดิน

7.3.4 การวิเคราะห์เครือข่าย (network analysis)

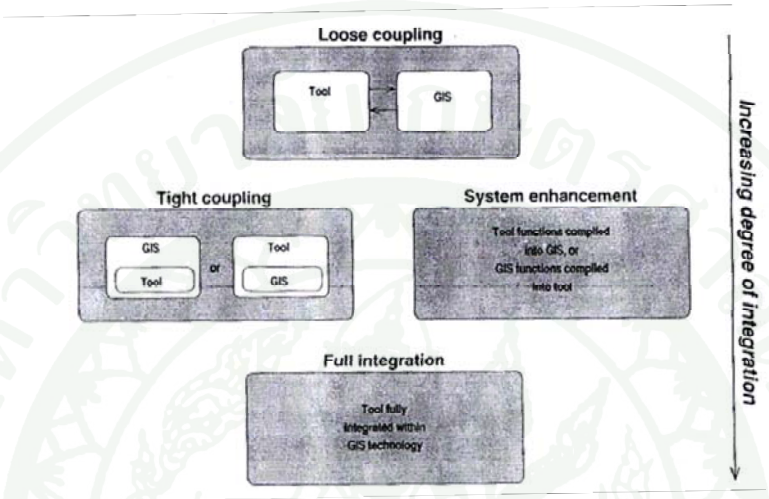
การวิเคราะห์เครือข่ายหรือทางเดิน (corridor analysis) เป็นการวิเคราะห์หาแนวทางเดินของเส้นที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุบางชนิดผ่านพื้นที่การวิเคราะห์โครงข่ายสามารถใช้ประโยชน์ได้มากในสาขาอุทกวิทยาการคมนาคม เป็นต้น

8. การรวมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลอง (Integrating GIS and models)

ในปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับในการคำนวณเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ปรากฏการณ์และข้อมูลเชิงพื้นที่จากเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ แต่การแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่เฉพาะทาง และมีความซับซ้อนมากขึ้นยังคงต้องใช้การเชื่อมโยงระหว่าง GIS กับ แบบจำลองจากภายนอก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบแผนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

GIS สามารถเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ แลกเปลี่ยน และเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ นอกจากนั้นโครงสร้างของระบบยังถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ พยากรณ์และทำนายปรากฏการต่างๆในรูปแบบแผนที่ (Goodchild, 1993)



ภาพที่ 1 วิธีการในการเชื่อมต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองภายนอกโดยพิจารณาตามระดับการรวมที่เพิ่มสูงขึ้น

ที่มา: Fischer (1994)

Flowerdew (1991) กล่าวว่าการรวมข้อมูลเชิงพื้นที่คือกระบวนการสร้างชุดข้อมูลที่แตกต่างกันให้สามารถทำงานร่วมกันได้ สามารถถูกแสดงบนแผนที่อันเดียวกันและสามารถใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกันได้ การจำลองปรากฏการณ์เชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่ยากสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปอีกทั้งต้องใช้ความชำนาญในการสร้างและพัฒนา แบบจำลองไม่ได้เป็นเพียงจำนวนของโมดูลที่ใช้ในการรวมกับ GIS แต่ยังรวมถึง decision support tool, statistical procedure และ visualization programs ลักษณะของการรวม GIS และแบบจำลองสามารถแบ่งได้ดังภาพที่ 1 โดย loose coupling เป็นวิธีการที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นการรวมโดยแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง Tight coupling คือ วิธีที่ต้องใช้กลไกในการทดสอบโปรแกรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ ขณะที่ System enhancement และ Full integration เป็นวิธีการที่ต้องใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อรวม GIS และแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

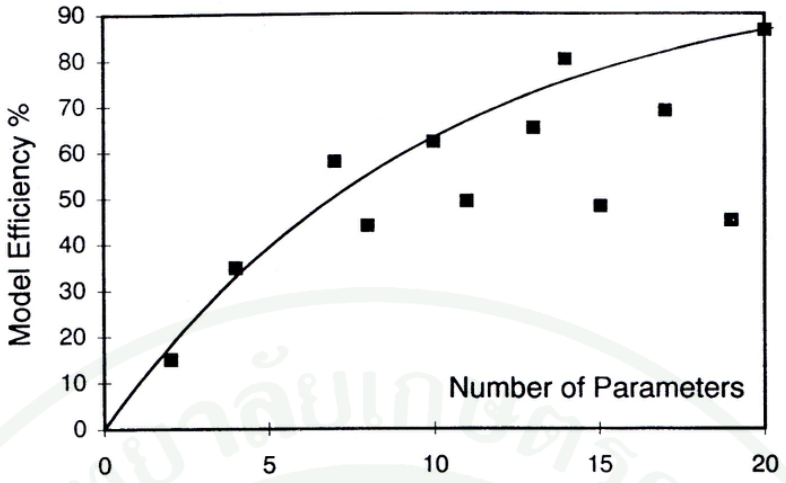
Sadler and Hamid (1992) ได้แบ่งการเชื่อมต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองเป็นสามวิธีด้วยกัน วิธีแรก คือ Connected Systems เป็นการเชื่อมต่อที่ใช้การแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่างแบบจำลองและ GIS วิธีที่สอง คือ Interfaced Systems เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบอย่างสมบูรณ์โดยไม่ออกจากระบบอย่างใดอย่างหนึ่ง และวิธีที่สาม คือ Integrated Systems เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงชุดข้อมูลหนึ่งจะส่งผลต่อข้อมูลทุกชุดที่อยู่ในระบบเดียวกัน

Park (1993) ได้ให้เหตุผลสามข้อที่ต้องรวมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลอง ข้อแรก คือ การนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่มักเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม แต่ GIS ยังขาดความสามารถในการวิเคราะห์และทำนายเพื่อใช้ในการทดสอบปัญหาที่มีความซับซ้อน โดยปัญหาเหล่านี้จะถูกวิเคราะห์หรือทำนายจากแบบจำลองหรือระบบภายนอกกรอบการทำงานของ GIS ข้อสองคือแบบจำลองมีความยืดหยุ่นไม่มากพอในด้านองค์ประกอบการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเป็นสิ่งที่เข้าไปแก้ไขได้ยากสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป และข้อสาม คือ GIS และแบบจำลองสามารถใช้งานร่วมกันเพื่อทำให้เกิดผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยการเชื่อมต่อและประเมินผลร่วมกัน

ข้อจำกัดในการเลือกเครื่องมือหรือระบบที่เหมาะสมในการวิเคราะห์และทำนายขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้ตามประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ และค่าใช้จ่ายในการพัฒนาคุณภาพของผลลัพธ์ ดังนั้นถ้าการรวม GIS และแบบจำลองช่วยยกระดับคุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้ จะทำให้เป็นสิ่งที่น่าสนใจในการทำวิจัยเพราะจะเป็นการเพิ่มวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ ในอีกด้านหนึ่งถ้าการรวม GIS และแบบจำลองมีค่าใช้จ่ายที่สูง โดยไม่สามารถแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ก็จะทำให้ความสนใจในการรวม GIS และแบบจำลองลดน้อยลงไป (Burrough, 1992)

Djokic *et al.* (1996) พบว่าการรวม GIS กับแบบจำลอง เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของระบบ โดยพิจารณาถึงเวลาที่สูญเสียไปในการวิเคราะห์และประมวลผล รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการคงอยู่ของส่วนที่เชื่อมต่อกันระหว่างระบบ แบบจำลองส่วนใหญ่มักถูกพัฒนาในส่วนการทำงานของวงจรและโปรแกรมที่รองรับปัญหาขนาดใหญ่มากขึ้น โดยมีเพียงบางส่วนที่เน้นการพัฒนาในด้านความเข้าใจและวิธีการแก้ปัญญาที่เป็นประเด็นสนใจหรือการพิจารณาความเพียงพอของข้อมูลเพื่อสนับสนุนระดับความซับซ้อนของปัญหา ทีมวิจัยยังพบสองช่องทางที่สามารถรวม GIS และแบบจำลอง คือ การลงทุนและสร้างระบบใหม่ทั้งหมด หรือการพัฒนาแบบจำลองภายใต้กรอบการทำงานของระบบเดิมโดยการเขียนโปรแกรมและทดสอบจนได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพของแบบจำลองเมื่อจำนวนพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น

ที่มา: Kirkby (1996)

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการสร้างแบบจำลองทางด้านธรณีวิทยาและสิ่งแวดล้อม คือ การเชื่อมต่อแบบจำลองไปยังระบบใหม่และความเหมาะสมในการเพิ่มขนาดของพารามิเตอร์ การทำให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นของแบบจำลองสามารถหาได้จากการผสมผสานระหว่างค่าพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทางกายภาพต่อแบบจำลองและค่าที่สามารถจะได้มาอย่างอิสระ อย่างไรก็ตามพารามิเตอร์ของแบบจำลองส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมกับตัวของแบบจำลองเองโดยได้จากหลักการของกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ (optimization) กับชุดข้อมูลการตรวจสอบความถูกต้อง (validation data set) ซึ่งความซับซ้อนเหล่านี้ทำให้เป็นเรื่องยากในการเปรียบเทียบหรือแลกเปลี่ยนพารามิเตอร์ระหว่างระบบ อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ให้มีมากขึ้นเป็นผลดีต่อความเหมาะสมที่มากขึ้นของแบบจำลอง และทำให้แนวโน้มแบบจำลองมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังภาพที่ 2

อีกหนึ่งทางเลือกในการรวมแบบจำลองเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือ การลดจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่จำเป็นและพยายามทำความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ที่สำคัญ (significant interaction) ทั้งภายในระบบและระหว่างระบบที่แสดงออกมาจากแบบจำลองที่กำลังศึกษา (Kirkby, 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธี cross validation (CV)

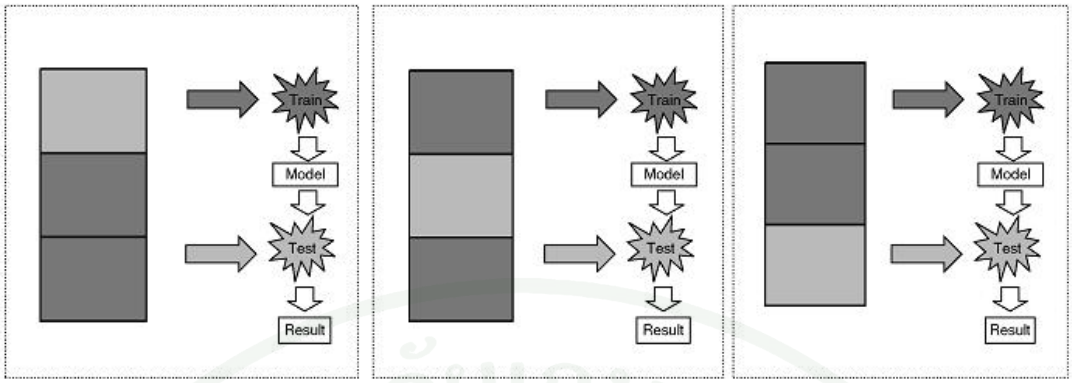
แนวความคิดของวิธี cross validation (CV) ถูกคิดค้นเมื่อ ปี ค.ศ. 1930 (Larson, 1931) โดยมีการแบ่งข้อมูลเป็นสองชุด เพื่อใช้ทดสอบอัลกอริทึมและประเมินการแสดงผลทางสถิติจากผลลัพธ์ของข้อมูลชุดเดิม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ดีพอ หลังจากนั้น CV ได้เข้ามาแก้ปัญหานี้โดยเริ่มจากการตรวจสอบผลลัพธ์ของอัลกอริทึมจากข้อมูลชุดใหม่ ซึ่งได้ผลลัพธ์การประเมินที่ดีในการแสดงผล

Arlot and Celisse (2010) กล่าวว่าถึงแม้ว่า likelihood maximization, least squares และ emperical contrast minimization เป็นวิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกหรือประเมินแบบจำลองทางสถิติ หรืออาจเรียกว่า statistical algorithm โดยจะให้ค่าประมาณการ (estimator) จากข้อมูลคืนกลับมาเพื่อใช้ในการพิจารณา แต่ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง จากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกิดแนวความคิดของการแบ่งชุดข้อมูลเป็นชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบในอัลกอริทึมและชุดข้อมูลตรวจสอบเพื่อใช้ในการประเมินการแสดงผลของอัลกอริทึมโดยตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบจะเปรียบเสมือนข้อมูลชุดใหม่ ตราบเท่าที่ข้อมูลทั้งสองมีความอิสระต่อกัน ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งแต่ละชุดจะให้ผลการตรวจสอบความเสี่ยง และค่าเฉลี่ยจากทุกชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งจะกลายเป็นค่าประเมินของ cross validation จากวิธีการแบ่งชุดข้อมูลที่หลากหลายทำให้ เกิดเทคนิค cross validation เพิ่มมากขึ้น เช่น Leave one out (LOO), Monte-Carlo CV (MCCV), V-Fold CV หรือ K-fold cross validation เป็นต้น

สิ่งที่ทำให้ CV ได้รับการยอมรับ คือ การคงอยู่ของชุดข้อมูลที่ถูกแบ่ง โดยข้อมูลมีการกระจายที่เหมือนกัน และข้อมูลที่ใช้ทดสอบและตรวจสอบมีความอิสระต่อกัน ดังนั้น CV สามารถถูกประยุกต์ใช้กับอัลกอริทึมทุกขอบเขตการทำงาน เช่น regression, density estimation และ classification เป็นต้น โดยต่างจากวิธีการอื่นซึ่งมักจะต้องใช้กับขอบเขตงานเฉพาะและไม่สามารถใช้หลักการเดียวกันกับขอบเขตงานอื่นๆ อาทิเช่น Cp เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการใช้กับ least-squares regression เป็นต้น (Stone, 1974)

cross validation เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่เป็น machine learning (Salzberg, 1997) รูปแบบพื้นฐานของวิธี cross validation คือ K-fold cross validation โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกแบ่งให้มีขนาดเท่าๆ กัน ทั้งหมด K ชุด โดยทั้ง k รอบของการทดสอบ จะใช้ข้อมูลทดสอบและข้อมูลตรวจสอบมาทำการวิเคราะห์ โดยชุดข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบในแต่ละรอบจะไม่ซ้ำกัน ขณะที่ข้อมูลที่เหลือ k-1 ชุด จะใช้ทดสอบในแบบจำลอง ดังภาพที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งเพื่อใช้ในการทดลองและตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี K-fold cross validation โดยมี ค่า k = 3 ส่วนที่เป็นสีดำจะถูกนำไปทดลองในแบบจำลอง และส่วนสีเทาจะถูกเก็บไว้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ที่มา: Salzberg (1997)

cross validation ถูกใช้เพื่อประเมินและเปรียบเทียบอัลกอริทึม โดยในแต่ระรอบอัลกอริทึมจะใช้ชุดข้อมูล k-1 ชุด เพื่อทำการเรียนรู้หรือทำนายแบบจำลอง หลังจากนั้นข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปทดลองจะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละรอบการทดลองสามารถนำไปตรวจสอบความถูกต้อง อีกทั้งผลลัพธ์ของข้อมูลทั้งหมด k ชุดยังสามารถนำไปใช้หาค่าเฉลี่ยทางสถิติเพื่อวัดค่าความถูกต้องของตัวอย่างที่ใช้ทดลองทั้งหมด หรือเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่น

ในการแบ่งชุดข้อมูลขนาดเล็ก ต้องพยายามให้ชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบมีความสมดุล โดยการแบ่งข้อมูลที่มีตัวอย่างเดียวกันทั้งที่เป็นค่าบวกและค่าลบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กทำให้บางชุดข้อมูลที่แบ่ง (fold) จะมีตัวอย่างมากกว่า fold อื่นๆ การทำให้เหมาะสมสามารถทำได้โดยการเพิ่มตัวอย่างที่เกินมาเข้ากับ fold ที่เหลือ เพื่อทำให้ข้อมูลที่ใช้ทดสอบได้ใช้ตัวอย่างที่เกินมาร่วมกันในแต่ละรอบ (Airola *et al.,* 2011)

Glen *et al*. (2007) ได้ใช้วิธีการ K-fold cross validation และ Area Under The ROC Curve (AUC) เพื่อใช้ในการประเมินแบบจำลองที่ทำนายผลกระทบของการจัดการป่า black spruce boreal ต่อถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกวางป่า woodland caribou ในประเทศแคนาดา โดย แบบจำลองที่ไม่มีประสิทธิภาพจะมีค่า AUC เท่ากับ 0.5 และแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีค่า AUC เท่ากับ 1.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขณะที่กระบวนการ K-fold cross validation ได้แบ่งข้อมูลที่ใช้ทดสอบแบบจำลองเท่ากับร้อยละ 80 และเก็บชุดข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบไว้ร้อยละ 20 โดยได้ข้อมูลทั้งหมดห้าชุดเท่าๆกันและใช้ค่าเฉลี่ยสุดท้ายในการตรวจสอบแบบจำลอง ซึ่งทั้งสองเทคนิคให้ค่าการพยากรณ์ที่สูง นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคนิค K-fold cross validation ในการประเมินแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลการปรากฏอย่างเดียว (present only) เพื่อให้เข้าใจข้อจำกัดของแบบจำลองที่กำลังศึกษา (Wiens *et al*., 2008)

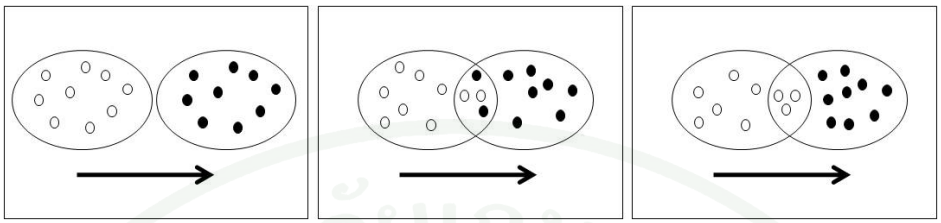
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับในประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยี GIS เข้ามาใช้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2534 โดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย ได้เริ่มแนะนำเทคโนโลยี GIS เพื่อให้ผู้ใช้เห็นถึงความสำคัญและเข้าใจถึงระบบ ตลอดจนถึงการทำฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยใช้พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเป็นจุดเริ่มต้น มีการจัดทำแผนที่แสดงแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า เส้นทางคมนาคม ลำน้ำ ลำห้วยซึ่งนำ เข้าจากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน1: 50,000 การเก็บข้อมูลภาคสนามใช้เครื่องหาตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์จากดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) แล้วนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล การแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อสำรวจสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกนำมาสาธิตให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบ GIS และประโยชน์ในการตรวจสอบ ปัญหาการบุกรุกที่ดิน การติดตามสัตว์ป่าหายากบางชนิด (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย, 1992) การใช้ GIS ในการจัดการทรัพยากรสัตว์ป่านั้น มีข้อเด่น คือ สามารถสร้างแบบจำลองของการแพร่กระจายของสัตว์ป่า ภายใต้เงื่อนไขของสิ่งแวดล้อมและถิ่นที่อยู่อาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแบบจำลองนี้จะบอกความหนาแน่นของประชากรสัตว์ในที่ต่างๆ ก่อน จากนั้นจึงสร้างเป็นแบบจำลอง ซึ่งสามารถเลือกสร้างได้หลายแบบ เช่น สร้างแบบจำลองตามถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ แบ่งตามชนิด สายพันธุ์ หรือสถานที่ได้ (Benz *et al*., 2003) อย่างไรก็ตามการใช้ GIS จะไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างชนิดสัตว์หรืองานด้านประวัติศาสตร์ได้ (Herbst and Herbst, 2003)

Costa *et al*., (2008) สร้างแบบจำลองถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์สองชนิด โดยใช้เทคนิค GIS ในด้านความสัมพันธ์ของสัตว์ชนิดต่างๆในเขตพื้นที่เดียวกัน โดยถ้าผลจาก GIS พบว่าสัตว์ทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีการซ้อนทับกันในด้านถิ่นที่อยู่เลย แสดงว่าสัตว์ทั้งสองชนิดสามารถอาศัยได้เฉพาะในสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งอย่างใดเท่านั้นดังภาพที่ 4 (ก) ถ้าผลจาก GIS พบสัตว์ทั้งสองชนิดซ้อนทับกันในด้านถิ่นที่อยู่ แสดงว่าสัตว์สามารถอยู่ร่วมกันในสิ่งแวดล้อมหนึ่งได้ตามภาพที่ 4 (ข) และถ้าพบสัตว์ชนิดหนึ่งในอีกถิ่นที่อยู่อาศัย แสดงว่าสัตว์ชนิดนั้นสามารถอาศัยได้ในทั้งสองสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามภาพที่ 4 (ค) ซึ่งจากการสำรวจทำให้ทราบถึงถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์และลักษณะการอพยพย้ายถิ่นฐานเมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 4 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัยกับชนิดสัตว์ โดย ○ และ ● แทนชนิดสัตว์ ⬭ แทนสิ่งแวดล้อมที่สนใจศึกษา และ ⟶ แทนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Costa *et al*. (2008)

มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (remote sensing) ร่วมกับ GIS เพื่อหาถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของเสือ (*Panthera tigris*) บริเวณอุทยานแหล่งชาติจันโดลิ (Chandoli) ประเทศอินเดีย โดยใช้ GIS สร้างแบบประเมินถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat suitability index; HSI) เพื่อหาศักยภาพของพื้นที่ที่สามารถเป็นเขตอนุรักษ์พันธุ์เสือได้ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลประกอบอื่นๆ จะถูกสร้างมาจากแผนที่ภูมิประเทศในขอบเขตของ GIS ทำให้ได้ชั้นข้อมูลจากตัวแปรที่แตกต่างกัน เช่น ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลความหนาแน่นของป่า ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำและชั้นข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ โดยชั้นข้อมูลเหล่านี้ร่วมกับตำแหน่ง GPS ของสัตว์ที่ปรากฏ และ Binomial multiple logistic regression technique (BMLR) จะถูกนำมาสร้างแบบจำลอง HSI ภายใต้ขอบเขตงานของ GIS (Ekwal *et al.*, 2009)

ปัจจุบันการศึกษาการใช้ถิ่นอาศัยของสัตว์ป่านิยมใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลเชิงพื้นที่ (spatial data) เทคนิคทาง GIS ที่เป็นพื้นฐานได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การซ้อนทับ (overlay analysis) การสร้างแบบจำลอง (modeling) การสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ (buffering) และการวิเคราะห์โครง่ข่าย (network analysis) (Congalton and Green, 1992) การใช้แบบจำลองการถดถอยโลจิสติคเพื่อใช้ในการประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่า เป็นที่นิยมใช้ในประเทศไทย (ปรีชา, 2546; สมหญิง, 2546; ศุภกิจ, 2546; The Western Forest Complex

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ecosystem Management Project, 2004) โดยมีตัวอย่างงานซึ่งมีการนำไปใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่เป็นรูปธรรม และเป็นต้นแบบของการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ในลักษณะผืนป่า คือ แบบจำลองถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าในพื้นที่ผืนป่าตะวันตก โดยโครงการจัดการผืนป่าตะวันตกเชิงระบบนิเวศ The Western Forest Complex Ecosystem Management Project (2004) ได้นำข้อมูลจากแบบจำลองถิ่นอาศัยของสัตว์ป่ารวมกับข้อมูลทางด้านอื่นๆ เช่น ข้อมูลทางด้านชุมชน และแหล่งนันทนาการมาใช้ในการวางแผนการแบ่งเขตพื้นที่อนุรักษ์นั่นเอง ทั้งนี้มีชนิดสัตว์ป่าที่นำมาวิเคราะห์แบบจำลองถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า ในผืนป่าตะวันตก คือ กระทิง (*Bos gaurus*) วัวแดง (B. *javanicus*) กวางป่า (*Cervus unicolor*) ช้างป่า (*Elephas maximux*) เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) นกยูง (*Pavo mulicus*) และสมเสร็จ (*Tapirus indicus*) โดยพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่มีนัยสำคัญต่อสัตว์ป่าที่ทำการศึกษา เช่น ชั้นความสูง ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระยะห่างจากหมู่บ้าน (The Western Forest Complex Ecosystem Management Project, 2004)

Trisurat *et al*. (2006) นำเสนอวิธีการสร้างแบบจำลองทางด้านสัตว์ป่าเพื่อทำแผนที่การกระจายสัตว์ป่านับตั้งแต่วิธีการ sketch map แต่หลังจากที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาททำให้เกิดการสร้าง cartography map จากการซ้อนทับกับปัจจัยแวดล้อม ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการจัดการสัตว์ป่า แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis Techniques) เช่น logistic multiple regression และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Kriging เพื่อดูการกระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่กว้างและได้รับการยอมรับ อีกทั้งยังนำเสนอข้อจำกัดแต่ละเทคนิคเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้หรือพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ ต่อไปในอนาคต นันทชัย และ ประทีป (2553) ได้เสนอแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนในการคาดคะเนพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่ได้รับการคัดเลือก โดยสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองทางสถิติต่างๆ เช่น สมการถดถอยโลจิสติก (binary logistic regression) สำหรับข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏ (presence) และการไม่ปรากฏของสัตว์ป่า (absence) หรือแนวคิดการสร้างแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลการปรากฏเท่านั้น (presence-only model) เช่นการประยุกต์ใช้หลักการของ MaxEnt โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในหมู่นักวิจัยทางด้านสัตว์ป่ามากที่สุด คือ โปรแกรม MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006) เพื่อใช้สร้างข้อมูลพื้นฐานในการหาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง wildland block และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแผนที่แสดงสภาพถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่าที่ครอบคลุมพื้นที่ของเส้นทางเชื่อมต่อ wildland block นอกจากนั้นยังมีการสร้างแบบจำลองทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่า จากชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏและการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียมและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ การศึกษานิเวศวิทยาและการใช้พื้นที่อาศัยของควายป่า (*Bubalus bubalis*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี พบว่าในหน้าแล้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควายป่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีพ ได้แก่ แหล่งน้ำถาวร สังคมพืชริมน้ำ (riparian habitat) แหล่งโป่ง ปลักโคลน ซึ่งอยู่ในพื้นที่ราบ รวมทั้งอยู่ใกล้หน่วยพิทักษ์ป่า ขณะที่การศึกษาของ ศักดิ์สิทธิ์ (2550) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสือดาวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง กับปัจจัยแวดล้อม ด้วยหลักการวิเคราะห์ความถดถอยทางสถิติ (regression analysis) โดยใช้ตำแหน่งของเสือดาวที่ได้จากการติดตามสัญญาณวิทยุ และพบว่าในช่วงฤดูแล้ง ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้พื้นที่ของเสือดาวมี 5 ปัจจัย คือ ความลาดชัน ลำห้วย หน่วยพิทักษ์ป่า ถนน และแหล่งโป่ง

สถานที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามุ่งเน้นพื้นที่บริเวณห้วยเหลือง ผ่านสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำไปจนถึงบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 180 ตารางกิโลเมตร ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ในเขตท้องที่อำเภอลานสัก อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี การเก็บข้อมูลการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่จากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์พร้อมพิกัดภูมิศาสตร์ในพื้นที่ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

1. ที่ตั้งและอาณาเขตของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ทางภาคตะวันตกของจังหวัดอุทัยธานี ในท้องที่ตำบลคอกควาย ตำบลแก่นมะกรูด อำเภอบ้านไร่ ตำบลทองหลางของกิ่งอำเภอห้วยคต ตำบลป่าอ้อ อำเภอลานสัก และบางส่วนของจังหวัดตาก ในเขตอำเภอแม่ละมุ้ง อำเภออุ้มผาง ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 50 ลิบดาเหนือ และเส้นแวงที่ 90 องศา ถึง 99 องศา 20 ลิบดาตะวันออก รวมเนื้อที่ทั้งหมด ประมาณ 2,780.14 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,737,587ไร่ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้ (สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ, 2536) ดังภาพที่ 5

ทิศเหนือ ติดต่อแนวเขตจังหวัดนครสวรรค์ และห้วยแม่ละมุ้งใต้ อำเภออุ้งผาง จังหวัดตาก

ทิศใต้ ติดต่อห้วยหินตั้งและห้วยโป่ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี

ทิศตะวันออก ติดต่อห้วยทับเสลา ห้วยสองทาง อำเภอลานสัก และสันเขาใหญ่ เขาน้ำเย็น จังหวัดอุทัยธานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิศตะวันตก ติดต่อห้วยแม่ละมุ้งใต้ อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร

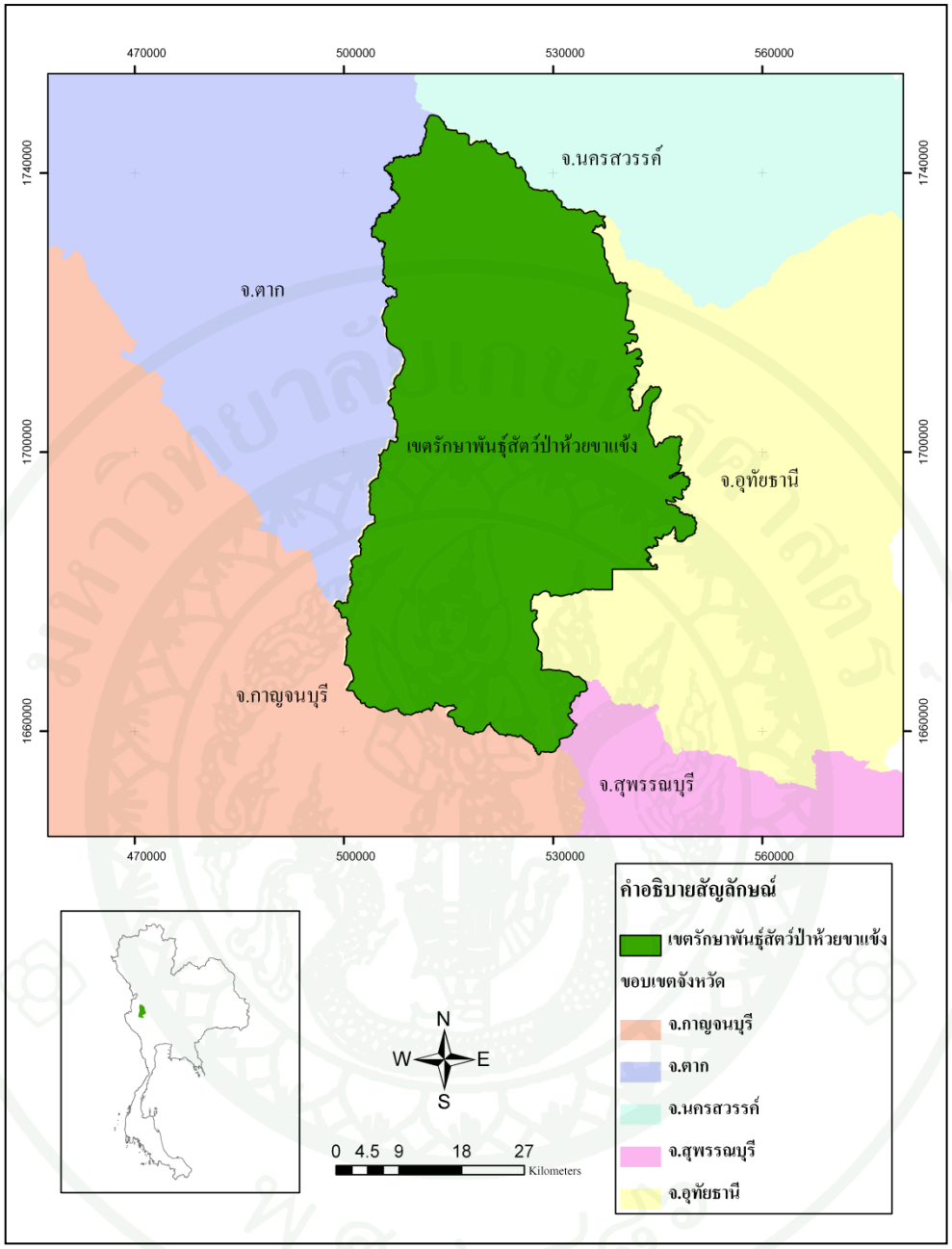
2. ลักษณะภูมิประเทศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งครอบคลุมพื้นที่ส่วนหนึ่งของเทือกเขาถนนธงชัย ประกอบด้วยสันเขาน้อยใหญ่หลายสันด้วยกัน โดยเฉพาะทางตอนเหนือของพื้นที่สภาพภูมิประเทศลาดเทไปทางตอนใต้ และมีที่ราบไม่กว้างขวางมากนัก โดยเฉพาะริมสองฝั่งลำห้วยขาแข้ง ยอดเขาที่สำคัญในพื้นที่ได้แก่ เขาต้นห้วยขาแข้งสูง 1,678 เมตร ยอดเขาใหญ่สูง 1,554 เมตร ยอดเขาน้ำเย็นสูง 1,530 เมตร ยอดเขาเขียวสูง 1,347 เมตร เป็นต้น ยอดเขาเหล่านี้อยู่บนทิวเขาที่ทอดขนานกันจากเหนือลงใต้ โดยมีลำห้วยขาแข้งเป็นแนวแบ่งตลอดกลางพื้นที่ ทิวเขาดังกล่าวเป็นที่ก่อกำเนิดของลำห้วยลำธารมากหลายสายในพื้นที่ลำห้วยขาแข้งซึ่งใช้เป็นชื่อเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งนี้ จัดได้ว่าเป็นลำน้ำสายหลักในพื้นที่ทอดยาวจากเหนือจรดใต้ รวมความยาวในช่วงที่มีน้ำตลอดปีประมาณ 100 กิโลเมตรมีห้วยแยกย่อยเป็นสาขาที่สำคัญ คือ ห้วยอ้ายเยาะ ห้วยแม่ดี ห้วยกรึงไกร เป็นต้น (สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ, 2536)

3. ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจัดเป็นภูมิอากาศในแนวเชื่อมต่อระหว่างภูมิอากาศในแถบร้อน (tropical climate) กับภูมิอากาศในแถบกึ่งร้อน (subtropical climate) โดยมีรอบฤดูกาลต่างๆ ตลอดปีมี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือ เดือนเมษายน ฤดูฝนเริ่มระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม โดยที่ในเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด เพราะเป็นช่วงที่มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม โดยที่เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดจากสถิติข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษาตามที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำได้เก็บรวบรวมไว้ (สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ, 2536)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภูมิประเทศบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัด อุทัยธานี มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

2. เครื่องรับสัญญาณระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมบนโลก (GPS receiver)

3. กล้องดักถ่ายภาพสัตว์ Trail Master

4. อุปกรณ์จดบันทึก

5. คอมพิวเตอร์

6. โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

7. โปรแกรมวิเคราะห์ MaxEnt

8. โปรแกรม Microsoft Office

วิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่พบมากจากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ ทั้งหมด 5 ชนิด โดยสามารถจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) 3 ชนิดได้แก่ เสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว และกลุ่มสัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) 2 ชนิดได้แก่ เก้ง กวางป่า โดยจัดกลุ่มการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ชุด ได้แก่

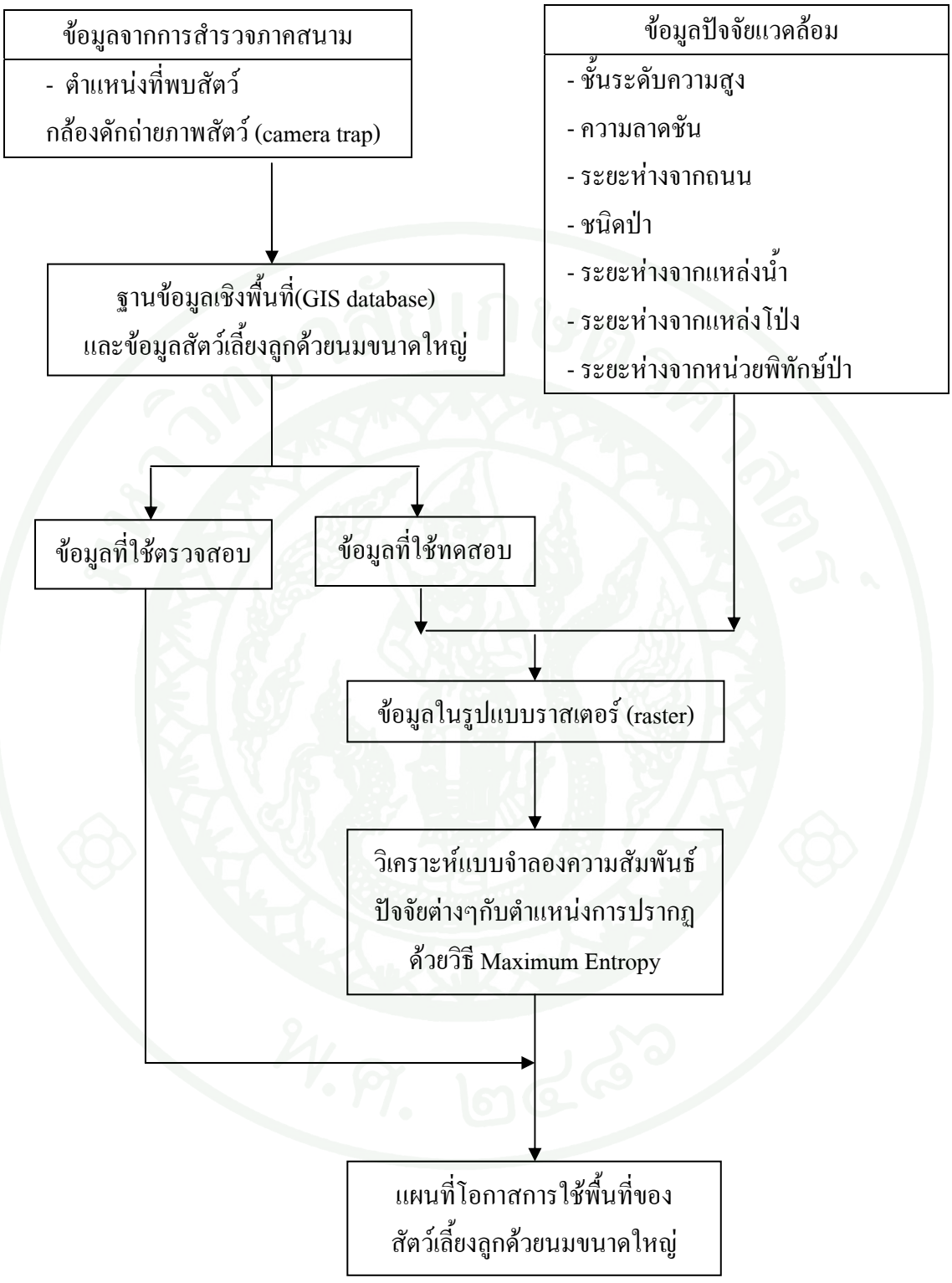
   - ข้อมูลการปรากฏของเสือดาว
   - ข้อมูลการปรากฏของเสือโคร่ง
   - ข้อมูลการปรากฏของแมวดาว
   - ข้อมูลการปรากฏสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม

2. สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ชุด ได้แก่

   - ข้อมูลการปรากฏของเก้ง
   - ข้อมูลการปรากฏของกวางป่า
   - ข้อมูลการปรากฏสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม

และลำดับขั้นตอนในการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



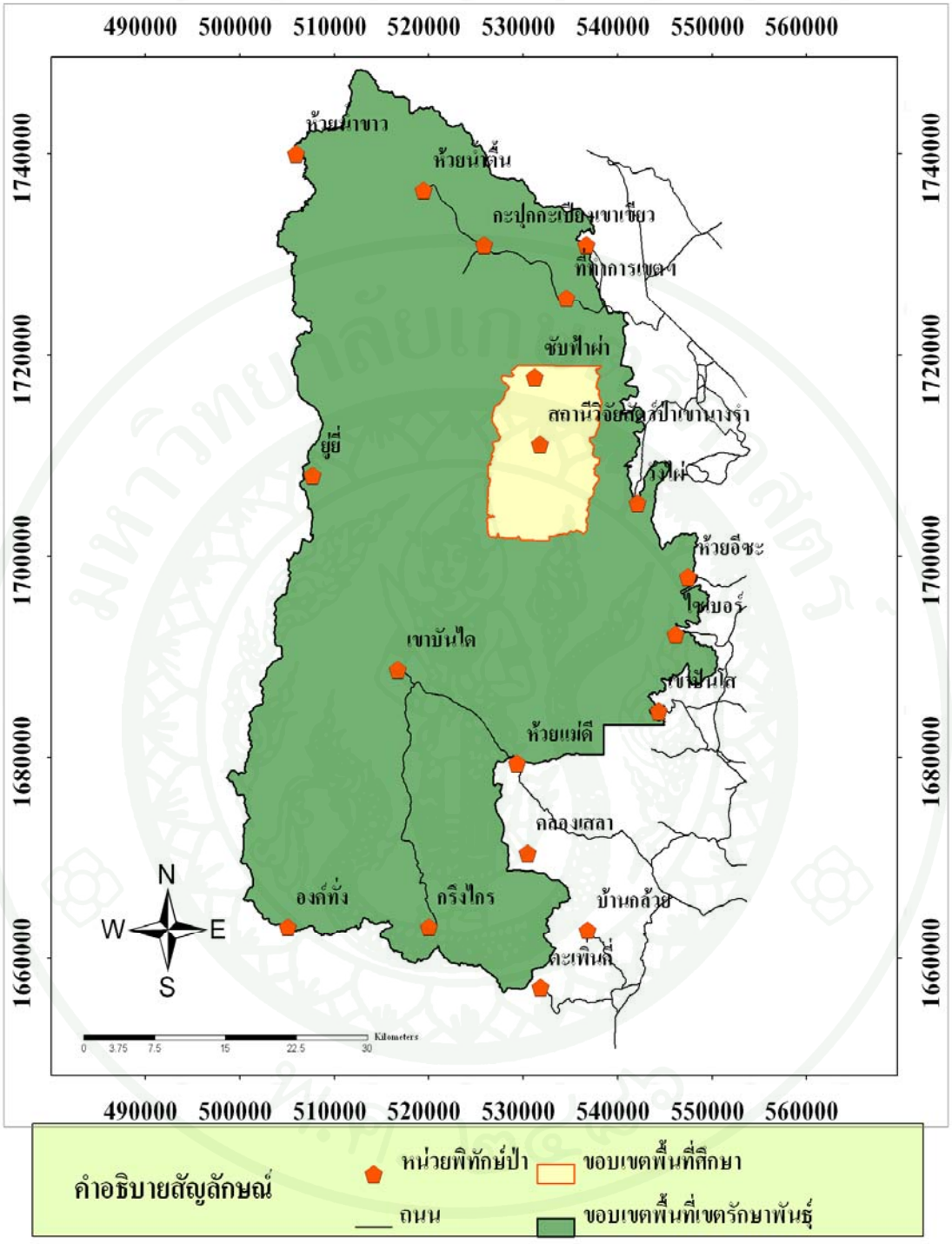
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การสำรวจเก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

ทำการเก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งอยู่ในท้องที่อำเภอลานสักและอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี โดยใช้กล้องดักถ่ายภาพสัตว์ (นริศ, 2543) พื้นที่ศึกษาคลอบคลุมลุ่มน้ำสาขาคลองคลอซึ่งอยู่ทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา อยู่บริเวณห้วยเหลืองไปจนถึงสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ และลุ่มน้ำสาขาห้วยสองทางซึ่งอยู่ทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาจากบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำไปจนถึงบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า โดยพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 180 ตารางกิโลเมตร ดังภาพที่ 7 การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 97 จุดตั้งกล้อง ในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2542 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



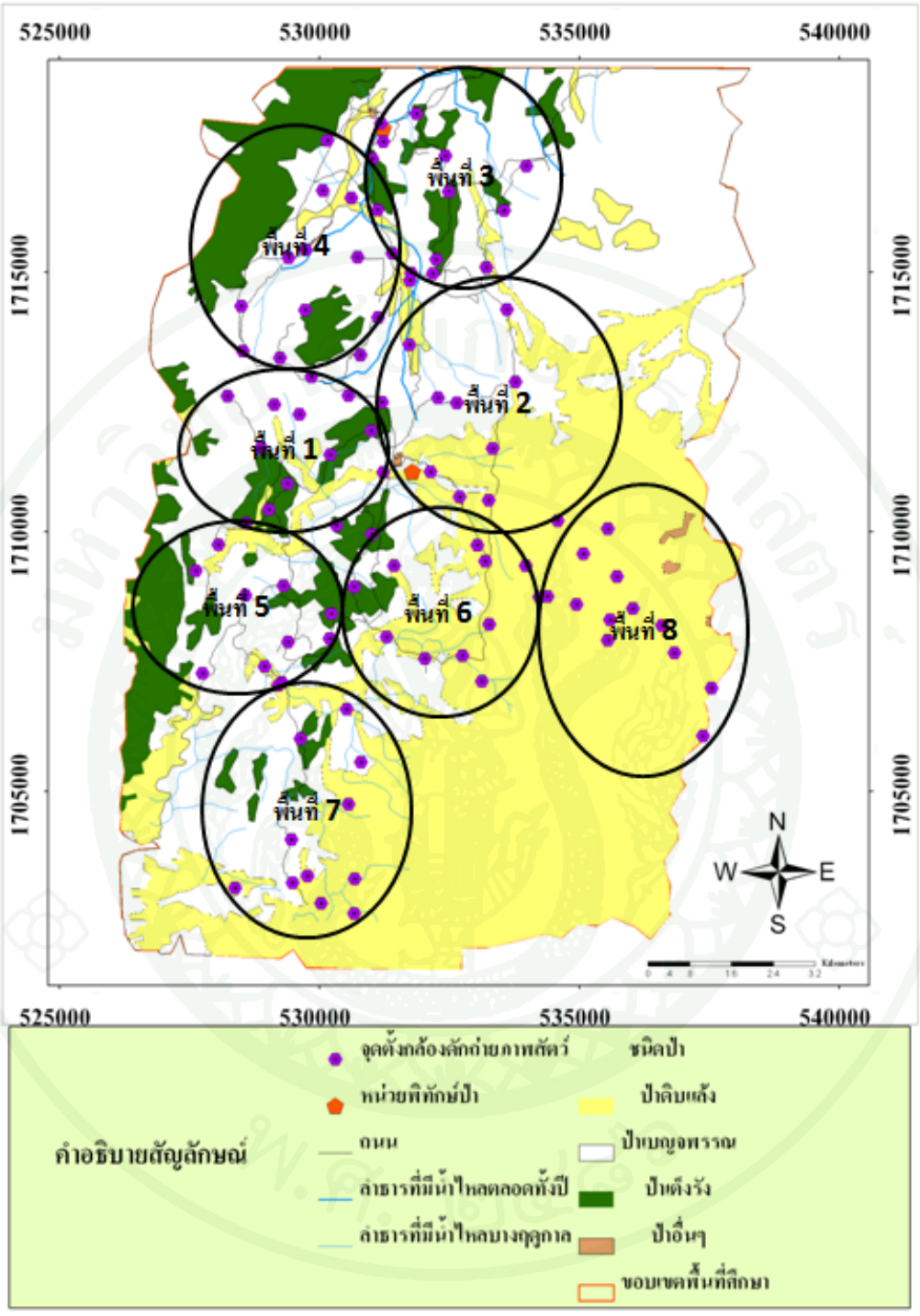
ภาพที่ 7 พื้นที่ศึกษาในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์จะทำการติดตั้งกระจายไปตามชนิดป่าที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ซึ่งพบบริเวณสันเขาหรือหุบห้วยแห้งที่มีน้ำเฉพาะฤดูฝนทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา ป่าดิบแล้งอาจมีไฟป่ารุกล้ำในปีที่แห้งแล้งแต่ไม่มาก พบในพื้นที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 400-1000 เมตร หรือมากกว่า 1000 เมตร ป่าเบญจพรรณ พบในบริเวณพื้นที่ตอนกลางของพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ทิศเหนือไปยังทิศใต้ โดยพบในบริเวณสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 450-900 เมตร มักมีไม้ไผ่ขึ้นผสมเนื่องจากความแห้งแล้งและใบไม้ที่ร่วงลงมาเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี ป่าชนิดนี้จึงมักจะถูกไฟป่าเผาไหม้ทุกปี ป่าเต็งรัง พบมากทางด้านแนวป่าด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา และตอนกลางบางส่วน ป่าเต็งรังพบในพื้นที่แห้งแล้ง ดินเก็บความชื้นได้ไม่นาน ปรากฏในระดับความสูงจากน้ำทะเล 200-600 เมตร พันธุ์ไม้เกือบทุกชนิดจะผลัดใบจึงเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีในการเกิดไฟป่าในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนพื้นป่าค่อนข้างรกทึบด้วยหญ้า และพบพื้นที่ป่าฟื้นฟูซึ่งมีพื้นที่ขนาดเล็ก ดังภาพที่ 8 การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพแบ่งแยกเป็น 8 พื้นที่ ตั้งแต่พื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ไปจนถึงห้วยเหลือง ทางทิศใต้ของพื้นที่ หมุนเวียนกันไป โดยแต่ละจุดติดตั้งห่างกัน 1 กิโลเมตร เป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นเปลี่ยนไปติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในบริเวณอื่นตั้งแต่พื้นที่ที่ 1 ถึง 8 จนครอบคลุมพื้นที่ โดยเริ่มจากพื้นที่ 1 ตอนกลางของพื้นที่บริเวณทิศตะวันตกของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จำนวน 12 จุด พื้นที่ 1 ตอนกลางของพื้นที่บริเวณทิศตะวันออกของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จำนวน 12 จุด พื้นที่ 3 ตอนบนของพื้นที่บริเวณทิศตะวันออกของหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า จำนวน 12 จุด พื้นที่ 4 ตอนบนของพื้นที่บริเวณทิศตะวันตกของหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า จำนวน 12 จุด พื้นที่ 5 ตอนล่างของพื้นที่บริเวณทิศตะวันตกของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จำนวน 12 จุด พื้นที่ 6 ตอนล่างของพื้นที่บริเวณทิศตะวันออกของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จำนวน 12 จุด พื้นที่ 7 ตอนล่างของพื้นที่ทางด้านทิศใต้บริเวณลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ จำนวน 12 จุด และพื้นที่ 8 ตอนกลางของพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออก บริเวณสันเขาใหญ่ จำนวน 13 จุด ดังภาพที่ 8

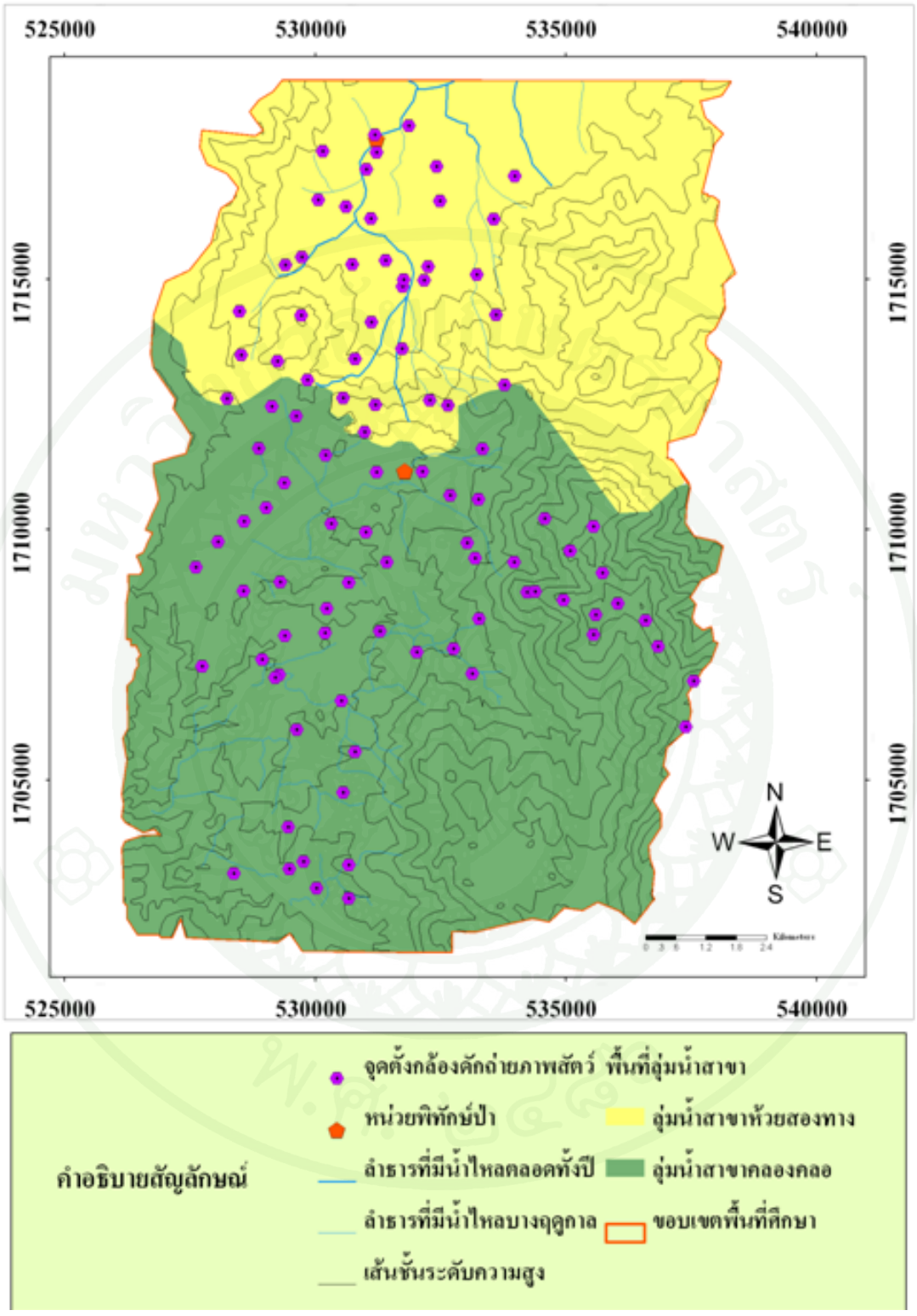
เมื่อแบ่งพื้นที่ศึกษาตามขอบเขตลุ่มน้ำสาขา และแบ่งได้เป็นสองลุ่มน้ำได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาห้วยสองทางซึ่งครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า หุบเขานางรำ มีจุดตั้งกล้องทั้งหมด 40 จุด และลุ่มน้ำสาขาคลองคลอซึ่งครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำออกไปถึงแนวเขาใหญ่ทางทิศตะวันออกและติดตั้งกระจายลงมาทางด้านห้วยเหลืองและลำธารทางด้านทิศใต้ มีจุดตั้งกล้องทั้งหมด 57 จุด ดังภาพที่ 9 โดยการติดตั้งกล้องส่วนใหญ่จะติดใกล้กับแนวเครือข่ายถนนแต่ก็มีบางส่วนที่ติดตั้งตามแนวสันเขาบริเวณแนวเขาใหญ่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งการใช้กล้องดักถ่ายภาพไม่สามารถดำเนินการในช่วงฤดูฝนได้ เนื่องจากความชื้นสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงตำแหน่งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ลุ่มน้ำสาขาในพื้นที่ศึกษาในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่และการจำแนกข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

2.1 การนำเข้าข้อมูลพิกัดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และปัจจัยแวดล้อมอื่น

2.1.1 นำเข้าข้อมูลตำแหน่งพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมบนโลกที่มีข้อมูลปรากฏสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ได้จากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ โดยแยกตามชนิดสำรวจและกลุ่มสัตว์ควบคู่กับปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ หลังจากนั้นทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเวคเตอร์ เพื่อนำไปใช้ในการหาความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

2.1.2 การนำเข้าข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

1) ปัจจัยทางด้านชีวภาพ ได้แก่

- ชนิดป่า ทำการจำแนกชนิดป่าจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลชนิดป่า

2) ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่

- ระยะห่างจากแหล่งน้ำ สร้างชั้นข้อมูลแหล่งน้ำให้อยู่ในรูปแบบของเวคเตอร์

- ระยะห่างจากแหล่งโป่ง นำค่าพิกัดของแหล่งโป่งที่ได้มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเวคเตอร์

- ชั้นระดับความสูง ทำการนำเข้าข้อมูลชั้นระดับความสูงในรูปแบบของเวคเตอร์ แล้วทำการแปลงชั้นความสูงที่ได้โดย Software ERDAS IMAGINE 8.4 โดยมีขนาดกริดเท่ากับ 30 × 30 เมตร

- ความลาดชัน สร้างข้อมูลความลาดชัน จากการแปลงข้อมูลความสูงที่อยู่ในรูปแบบเวคเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า นำเข้าข้อมูลหน่วยพิทักษ์ป่าจากตำแหน่งพิกัดของหน่วยพิทักษ์ป่าที่ได้แล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบเวคเตอร์

- ระยะห่างจากถนน นำเข้าข้อมูลถนนในรูปแบบของเวคเตอร์

2.2 การจำแนกข้อมูลปัจจัยแวดล้อมและข้อมูลการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

นำข้อมูลการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ศึกษาและข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ประโยชน์ถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางกายภาพ มาจำแนกข้อมูลเพื่อดูการกระจายของสัตว์ในพื้นที่กับปัจจัยแวดล้อมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยสัตว์ป่าแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อการเลือกใช้ปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการคัดเลือกตามธรรมชาติและวิวัฒนาการที่ทำให้สัตว์ป่ามีการปรับตัวและเลือกใช้ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่แตกต่างกัน และมีการแบ่งเวลาการปรากฏและจัดสรรทรัพยากรต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันซึ่งกันและกันในถิ่นที่อาศัยเดียวกัน

2.3 การเตรียมข้อมูลราสเตอร์

ทำการแปลงค่าข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบราสเตอร์เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดขนาดตารางกริดให้เท่ากับ 30×30 เมตร เนื่องจากแผนที่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีมาตราส่วน 1:50,000 เมื่อเป็นจุดภาพที่ปรากฏในแผนที่สามารถจำแนกด้วยสายตาได้ชัดเจน โดยแบ่งประเภทข้อมูลเป็นสองประเภท คือ ข้อมูลต่อเนื่อง (continuous) และข้อมูลแบ่งแยกประเภท (category) ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 การจำแนกข้อมูลปัจจัยแวดล้อมและแบ่งประเภทเพื่อการวิเคราะห์

ลำดับ	ปัจจัยแวดล้อม	ชนิด	ขนาดข้อมูล
1	ความลาดชัน	Continuous	0-10%
			10-20%
			20-30%
			30-40%
			มากกว่า 40%
2	ชั้นระดับความสูง	Continuous	0-300 เมตร
			300-500 เมตร
			500-700 เมตร
			มากกว่า 700 เมตร
3	ชนิดป่า	Category	ป่าดิบแล้ง
			ป่าเบญจพรรณ
			ป่าเต็งรัง
			ป่าอื่นๆ
4	ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	Continuous	84.19 กิโลเมตร
5	ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี	Continuous	18.20 กิโลเมตร
6	ระยะห่างจากแหล่งโป่ง	Continuous	77 แห่ง
7	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า	Continuous	หน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า
			สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ
8	ระยะห่างจากถนน	Continuous	24.25 กิโลเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างแบบจำลองถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การสร้างแบบจำลองโอกาสในการใช้พื้นที่ตามปัจจัยแวดล้อมของสัตว์ป่าโดยวิธี MaxEnt

3.1.1 นำข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลอธิบายรายละเอียด (attribute data) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ใช้ศึกษามาสร้างฐานข้อมูลแยกตามชนิดสัตว์ที่ศึกษา สร้างฐานข้อมูลโดยให้ชื่อชนิดสัตว์เป็นแถวแรกของฐานข้อมูลและตำแหน่งพิกัดที่พบต้องเป็นแถวที่อยู่ติดกัน

3.1.2 แบ่งข้อมูลการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ได้จากการสร้างฐานข้อมูลเป็นสองชุดด้วยอัตราส่วน 80:20 คือ ข้อมูลที่ใช้ทดสอบในโปรแกรม MaxEnt ร้อยละ 80 และข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบ ร้อยละ 20

3.1.3 แบ่งรูปแบบปัจจัยแวดล้อมที่เป็นข้อมูลแบบราสเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยแวดล้อมที่มีความต่อเนื่องกัน (continuous) ซึ่งได้แก่ ค่าชั้นความสูง ความลาดชัน ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ระยะห่างจากแหล่งโป่ง ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะห่างจากถนนสายหลัก ปัจจัยแวดล้อมที่แบ่งแยกออกเป็นประเภท (categorical) คือ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดป่าที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

3.1.4 กำหนดการแสดงผลในการวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธี MaxEnt โดยเลือกใช้วิธีการแสดงผลแบบ Logistic (Bladwin, 2009) และทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ตามค่า default ของโปรแกรม MaxEnt software version 3.3.2 คือ regularization multiplier = 1, maximum iteration = 500, convergence threshold = 0.00001 และ maximum number of background points = 10,000 และกำหนดค่า feature ที่ใช้ในการทดสอบ 3 แบบ คือ linear feature quadratic feature และ product feature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การแปลผลการวิเคราะห์

3.2.1 จุดตัด (cut-off) ที่ใช้แบ่งการพบสัตว์ และไม่พบสัตว์ที่ศึกษา ได้มาจากการพิจารณาค่า Equal training sensitivity and specificity โดยเลือกข้อเกณฑ์กำหนดแบบ Logistic Threshold

3.2.2 ค่า percent contribution ของแต่ละปัจจัยแวดล้อมที่ได้จากการทดสอบแบบจำลอง เป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพิกัดที่พบการปรากฏของสัตว์ป่ากับสิ่งแวดล้อมหลัก (Phillips, 2008) โดยพิจารณาความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife โดยผลลัพธ์ของ jackknife จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงความสำคัญของแต่ละปัจจัยแวดล้อมในแบบจำลองที่อธิบายการกระจายของชนิดสัตว์และค่าความสัมพันธ์ที่ได้เฉพาะปัจจัย ดังนั้นจึงช่วยให้สามารถบอกได้ถึงปัจจัยที่มีความสำคัญหรืออิทธิพลสูง

3.2.3 กราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่า ได้มาจากการสร้างกราฟระหว่างระยะห่างจากปัจจัยแวดล้อมหลักถึงจุดที่พบการปรากฏของสัตว์ป่าชนิดนั้นๆ กับโอกาสในการใช้พื้นที่หรือโอกาสในการปรากฏของสัตว์ป่าชนิดนั้นๆ (Phillips, 2008)

3.2.4 ค่าที่ได้จากเส้นโค้ง receiver operating characteristic (ROC) จะแสดงเป็นค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ROC หรือ area under the ROC curve (AUC) ซึ่งค่า AUC ที่วิเคราะห์ได้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือมาก (Fawcett, 2006)

4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

4.1 การใช้เทคนิค cross validation และการวิเคราะห์ซ้อนทับ (overlay analysis)

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ 5 folds cross validation มาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องโดยนำพิกัดมาซ้อนทับกับแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ได้ทำการวิเคราะห์และได้จัดชั้นข้อมูลไว้ ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลโดยหาสัดส่วนของจำนวนจุดที่ซ้อนทับอยู่ในชั้นข้อมูลที่พบการกระจายกับจุดที่ไม่ซ้อนทับอยู่ในชั้นข้อมูลที่พบการกระจาย แล้วทำการเปรียบเทียบและคำนวณร้อยละความถูกต้อง แบ่งข้อมูลที่ได้ออกเป็นห้าชุดที่แตกต่างกัน ตามหลักการของ cross validation โดยแต่ละชุดมีอัตราส่วน ร้อยละ 80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และร้อยละ 20 ข้อมูลชุดแรกนำไปใช้ทดสอบในแบบจำลอง (training data) และ ข้อมูลชุดหลังนำไปตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง (testing data) หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ซ้อนทับข้อมูลที่ได้แบ่งไว้ทั้ง 5 ชุด ลงบนแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ทั้ง 5 ชนิด เพื่อหาค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของแบบจำลองสัตว์ป่าแต่ละชนิด

4.2 การพิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) จากโปรแกรม MaxEnt

พิจารณาค่าจากการสร้างกราฟ ROC ที่ได้จากการทดสอบในโปรแกรม MaxEnt ซึ่งเกิดจากการสร้างพื้นที่ใต้กราฟของข้อมูลการปรากฏที่ใช้ทดสอบในโปรแกรมเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟของข้อมูลสุ่มจากโปรแกรม และค่า AUC เป็นค่าตำแหน่งของความน่าเชื่อถือของแบบจำลองซึ่งช่วยตัดสินความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จุดที่พบสัตว์มีค่าตำแหน่งที่สูงกว่าจุด random background หรือ pseudo-absences (Phillips *et al*., 2006) โดย sensitivity แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ทำนายการปรากฏได้อย่างถูกต้อง ขณะที่ specificity แสดง ถึงคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ทำนายการไม่ปรากฏได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างกราฟ ROC จะมีการแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบในแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้อง โดยแบบจำลองที่ดีจะแสดงกราฟที่มี sensitivity สูงสุดสำหรับค่าต่ำของส่วน false-positive (Hernandez *et al*., 2006) ซึ่งเส้นกราฟถูกคำนวณด้วย ค่า AUC โดยจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-1.0 ในบางครั้งค่า AUC อาจมีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าการสุ่มที่คาดคะเน (Engler *et al*., 2004) เกณฑ์ความเหมาะสมของแบบจำลองสามารถพิจารณา โดยค่า AUC มากกว่าร้อยละ 90 แสดงถึงแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูง ค่า AUC ในช่วงร้อยละ 70-90 แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ และค่า AUC ที่ต่ำกว่าร้อยละ 70 แสดงถึงแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือต่ำ (Swets, 1988)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งผลการศึกษาที่ได้แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การสำรวจเก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 97 จุดตั้งกล้อง ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2544 พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ทั้งหมด 30 ชนิด ดังแสดงที่ตารางผนวกที่ 1 โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่พบมากจากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ ทั้งหมด 5 ชนิดโดยสามารถจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) กลุ่มเสือและแมวป่า 3 ชนิดได้แก่ เสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว และกลุ่มสัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) 2 ชนิดได้แก่ เก้ง กวางป่า การหาความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยทำโดยการพิจารณาถึงตำแหน่งพิกัดที่พบสัตว์ที่ได้จากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ 5 ชนิด และกลุ่มของสัตว์ทั้ง 2 ชนิด จากการแจกแจงความถี่ของข้อมูลปัจจัยต่างๆของสัตว์ป่าแต่ละชนิด หาความสัมพันธ์ของจุดพิกัดที่พบสัตว์กับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ชนิดป่า ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ระยะห่างจากแหล่งโป่งความลาดชันของพื้นที่ ชั้นระดับความสูง ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และระยะห่างจากถนน ทำการวิเคราะห์หาถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าโดยประยุกต์ข้อมูลดังกล่าวกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม MaxEnt เพื่อจัดทำแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าที่ศึกษา

ตารางที่ 2 แสดงกลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษาและและจำนวนจุดที่พบการปรากฏเพื่อ โดยพบการปรากฏของสัตว์กินเนื้อรวมกันทั้งหมด 62 จุด บางจุดมีการพบสัตว์กินเนื้อมากกว่าหนึ่งชนิด โดยพบเสือดาว เสือโคร่ง และแมวดาว เป็นจำนวน 44 30 และ 20 จุดตามลำดับ ขณะที่การปรากฏของสัตว์กีบคู่มีทั้งหมด 48 จุด บางจุดมีการพบสัตว์กีบคู่มากกว่าหนึ่งชนิด โดยพบเก้งและกวางป่าเป็นจำนวน 36 และ 29 จุดตั้งกล้องตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 กลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษาและจำนวนจุดที่พบการปรากฏ

ลำดับ	ชนิดสัตว์	จำนวนจุดที่พบสัตว์
1	สัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม *	68
2	เสือดาว	44
3	เสือโคร่ง	30
4	แมวดาว	20
5	สัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม *	48
6	เก้ง	36
7	กวางป่า	29

หมายเหตุ: * จุดตั้งกล้องพบสัตว์มากกว่า 1 ชนิด

2. การจำแนกข้อมูลปัจจัยแวดล้อมและการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่

จากการศึกษาปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเลือกใช้ประโยชน์ถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษาได้แก่ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางกายภาพ พบว่ามีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์ในพื้นที่ โดยสัตว์ป่าแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อการเลือกใช้ปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการคัดเลือกตามธรรมชาติและวิวัฒนาการที่ทำให้สัตว์ป่ามีการปรับตัวและเลือกใช้ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่แตกต่างกัน และมีการแบ่งเวลาการปรากฏและจัดสรรทรัพยากรต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันซึ่งกันและกันในถิ่นที่อาศัยเดียวกัน จากการศึกษาปัจจัยสำคัญต่างๆ ที่มีผลต่อการประเมินความเหมาะสมถิ่นที่อยู่ของสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

2.1 ปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ

ในพื้นที่ศึกษามีปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพด้วยกัน 1 ปัจจัย คือ ชนิดป่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดป่า

ชนิดป่าในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทได้แก่ ป่าดิบแล้ง (ร้อยละ 42.34) ป่าเบญจพรรณ (ร้อยละ 46.34) ป่าเต็งรัง (ร้อยละ 11.17) และ ป่าอื่นๆ (ร้อยละ 2.41) ซึ่งในอดีตเคยเป็นไร่ร้างและถูกพัฒนาให้เป็นป่าปลูกในปัจจุบัน จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาจากจุดที่พบสัตว์ พบว่าสัตว์กินเนื้อถูกพบในบริเวณป่าเบญจพรรณร้อยละ 48.39 ป่าดิบแล้ง ร้อยละ 38.71 ป่าเต็งรัง ร้อยละ 12.90 และไม่พบการปรากฏในป่าอื่นๆ ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่พบการปรากฏในป่าเบญจพรรณ ร้อยละ 56.25 ป่าดิบแล้ง ร้อยละ 27.08 ป่าเต็งรัง ร้อยละ 16.67 และไม่พบการปรากฏในป่าอื่นๆ ดังตารางที่ 4 การปรากฏของสัตว์ป่าส่วนใหญ่พบที่บริเวณป่าเบญจพรรณ เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าส่วนใหญ่ตอนกลางของพื้นที่ศึกษาตั้งแต่หน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า ผ่านสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ไปจนถึงห้วยเหลืองและลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ ซึ่งคลอบคลุมแหล่งน้ำ แหล่งโป่งและพื้นที่เปิดโล่ง ขณะที่ป่าดิบแล้ง ซึ่งพบการปรากฏของสัตว์ป่ามากเป็นอันดับสองพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาลงมาทางทิศใต้ผ่านแนวเขาใหญ่ ห้วยเหลือง และลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและมีแหล่งน้ำไหลผ่านบางส่วนทำให้การพบสัตว์มีน้อยกว่าป่าเบญจพรรณ แม้จะมีจำนวนการติดตั้งกล้องมากเท่าๆ กัน ขณะที่ป่าเต็งรังพบบริเวณทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา และพบการกระจายในตอนกลางบางส่วนของพื้นที่โดยการปรากฏของสัตว์กีบคู่จะมีมากกว่า เนื่องจากเป็นบริเวณเปิดโล่งใกล้แหล่งน้ำ แหล่งอาหารของเก้ง และกวางป่า แม้จะมีขนาดพื้นที่ไม่เยอะ แต่ก็ยังพบการปรากฏของสัตว์ในร้อยละที่สูง ในขณะที่ป่าอื่นๆ เป็นบริเวณไร่ร้างซึ่งกำลังถูกพัฒนาเป็นป่าปลูกมีพื้นที่ขนาดเล็กมากอยู่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ในบริเวณป่าดิบแล้ง อีกทั้งไม่ได้มีการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ในบริเวณนั้นจึงทำให้ไม่พบการปรากฏของสัตว์ป่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามชนิดปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ

ปัจจัยแวดล้อม	เสือดาว		เสือโคร่ง		แมวดาว		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชนิดป่า								
ป่าดิบแล้ง	14	31.82	12	40	10	50	24	38.71
ป่าเบญจพรรณ	21	47.73	15	50	9	45	30	48.39
ป่าเต็งรัง	9	20.45	3	10	1	5	8	12.9
ป่าอื่นๆ	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามชนิดปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ

ปัจจัยแวดล้อม	เก้ง		กวางป่า		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชนิดป่า						
ป่าดิบแล้ง	10	27.78	9	31.03	13	27.08
ป่าเบญจพรรณ	20	55.56	13	44.83	27	56.25
ป่าเต็งรัง	6	16.67	7	24.14	8	16.67
ป่าอื่นๆ	0	0	0	0	0	0

2.2 ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ

ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่ศึกษามีด้วยกัน 7 ปัจจัย คือ ลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล และแหล่งโป่ง ชั้นระดับความสูง ความลาดชันของพื้นที่ หน่วยพิทักษ์ป่า และถนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.1 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี

การกระจายของลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีอยู่เฉพาะด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาบริเวณหุบเขาลุ่มน้ำสาขาห้วยสองทางตั้งแต่หน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปยังทางขึ้นสู่สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ โดยลำห้วยสองทางเป็นลำธารสายหลักในพื้นที่ จากตารางที่ 5 พบว่าจะพบกลุ่มสัตว์กินเนื้อที่ระยะห่างจากลำธาร 0-1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 33.87 ระยะห่างจากลำธาร 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 12.90 ระยะห่างจากลำธาร 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 11.29 และที่ระยะห่างจากลำธารมากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 41.94 ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่พบการปรากฏที่ระยะห่างจากลำธาร 0-1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 41.67 ระยะห่างจากลำธาร 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 16.67 ระยะห่างจากลำธาร 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 10.42 และระยะห่างมากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 29.17 ดังตารางที่ 6 โดยระยะทางที่ใกล้ลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นแหล่งน้ำสำคัญของสัตว์กีบคู่ โดยเฉพาะกวางป่าที่พบการปรากฏในสัดส่วนที่สูงและยังผลให้เกิดการปรากฏของสัตว์กินเนื้อด้วย

2.2.2 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

การกระจายของลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลมีการกระจายตั้งแต่ทิศเหนือลงมาถึงทิศใต้ของพื้นที่ศึกษาโดยพบมากทางตอนกลางของพื้นที่ตั้งแต่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสองทางบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามพื้นที่หุบเขาผ่านสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำไปจนถึงห้วยเหลืองและเขตลุ่มน้ำย่อยคลองคลอ จากตารางที่ 5 พบว่าจะพบกลุ่มสัตว์กินเนื้อที่ระยะห่างจากลำธาร 0-1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 88.71 ระยะห่างจากลำธาร 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 4.84 ระยะห่างจากลำธาร 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 4.84 และที่ระยะห่างจากลำธารมากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 1.61 ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่พบการปรากฏที่ระยะห่างจากลำธาร 0-1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 97.92 ระยะห่างจากลำธาร 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 2.08 ระยะห่างจากลำธาร 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 0 และระยะห่างมากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 0 ดังตารางที่ 6 ลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นแหล่งน้ำสำคัญของทั้งสัตว์กีบคู่และสัตว์กินเนื้อมีการกระจายของลำธารคลอบคลุมบริเวณตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ทำให้พบการปรากฏของสัตว์ป่ามาก แต่ก็ยังมีสัตว์กินเนื้อบางชนิดปรากฏอยู่บริเวณที่สูงบนภูเขา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ปัจจัยแวดล้อม	เสือดาว		เสือโคร่ง		แมวดาว		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะห่างจากลำธาร ที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี								
1,000 เมตร	16	36.36	13	43.33	7	35	21	33.87
1,000-2,000 เมตร	6	13.64	3	10.00	1	5	8	12.90
2,000-3,000 เมตร	6	13.64	2	6.67	3	15	7	11.29
มากกว่า 3,000 เมตร	16	36.36	12	40.00	9	45	26	41.94
ระยะห่างจากลำธาร ที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล								
1,000 เมตร	44	100	27	90.0	15	75	55	88.71
1,000-2,000 เมตร	0	0	1	3.30	2	10	3	4.84
2,000-3,000 เมตร	0	0	2	6.70	2	10	3	4.84
มากกว่า 3,000 เมตร	0	0	0	0	1	5	1	1.61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ปัจจัยแวดล้อม	เก้ง		กวางป่า		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี						
1,000 เมตร	15	41.67	17	58.62	20	41.67
1,000-2,000 เมตร	4	11.11	6	20.69	8	16.67
2,000-3,000 เมตร	4	11.11	3	10.34	5	10.42
มากกว่า 3,000 เมตร	13	36.11	3	10.34	14	29.17
ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล						
1,000 เมตร	35	97.22	29	100.00	47	97.92
1,000-2,000 เมตร	1	2.78	0	0	1	2.08
2,000-3,000 เมตร	0	0	0	0	0	0
มากกว่า 3,000 เมตร	0	0	0	0	0	0

2.2.3 แหล่งโป่ง

แหล่งโป่งที่ปรากฏในพื้นที่มีทั้งหมด 77 แห่ง พบว่าโป่งสัตว์โดยทั่วไปเป็นโป่งดินร้างเป็นส่วนใหญ่ พบการกระจายของแหล่งโป่งตั้งแต่ทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาลงไปทางทิศใต้ โดยพบมากบริเวณหุบเขาระหว่างหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่ากับสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ รายชื่อและตำแหน่งของแหล่งโป่ง แสดงในตารางผนวกที่ 3

2.2.4 ชั้นระดับความสูง

พื้นที่ศึกษามีความสูงจากระดับน้ำทะเลอยู่ตั้งแต่ 200-1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความลาดชันอันเป็นปัจจัยที่มีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ โดยพื้นที่มีความสูงไม่เกิน 300 เมตร มีพื้นที่ร้อยละ 31.05 พื้นที่มีความสูงตั้งแต่ 300-500 เมตร มีพื้นที่ร้อยละ 29.94 พื้นที่มีความสูงตั้งแต่ 500-700 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีพื้นที่ร้อยละ 16.63 และพื้นที่มีความสูงมากกว่า 700 เมตร มีพื้นที่ร้อยละ 22.73 จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จากตารางที่ 7 พบว่าสัตว์กินเนื้อมีการปรากฏที่ชั้นระดับความสูงไม่เกิน 300 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 20.97 ชั้นระดับความสูงระหว่าง 300-500 เมตรพบการปรากฏร้อยละ 30.65 ชั้นระดับความสูงระหว่าง 500-700 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 37.10 และ ชั้นระดับความสูงมากกว่า 700 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 11.29 ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่มีการปรากฏที่ชั้นระดับความสูงไม่เกิน 300 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 27.08 ชั้นระดับความสูงระหว่าง 300-500 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 43.75 ชั้นระดับความสูงระหว่าง 500-700 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 29.17 และชั้นระดับความสูงมากกว่า 700 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 0 ดังตารางที่ 8 กลุ่มสัตว์กินเนื้อจะมีการปรากฏที่กระจายทุกระดับชั้นในพื้นที่ทั้งในเขตที่ลุ่มและภูเขา แต่สัตว์กีบคู่ไม่พบการปรากฏในบริเวณภูเขาหรือที่สูงมากกว่า 700 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางโดยพบมากที่ความสูงระหว่าง 300-500 เมตร

2.2.5 ความลาดชันของพื้นที่

ความลาดชันของพื้นที่มีบทบาทสำคัญในการแพร่กระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยระดับความลาดชันของพื้นที่ศึกษามีรายละเอียดคือ ระดับความลาดชัน 0-10% มีพื้นที่ร้อยละ 28.15 ระดับความลาดชัน 10-20% มีพื้นที่ร้อยละ 12.20 ระดับความลาดชัน 20-30% มีพื้นที่ร้อยละ 10.53 ระดับความลาดชัน 30-40% มีพื้นที่ร้อยละ 9.43 และระดับความลาดชันมากกว่า 40% มีพื้นที่ร้อยละ 39.50 จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จากตารางที่ 7 สัตว์กินเนื้อพบการปรากฏมากบริเวณความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 0-10 มากถึงร้อยละ 40.32 ความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 10-20 พบการปรากฏร้อยละ 20.97 ความลาดชันของพื้นที่ 20-30% พบการปรากฏร้อยละ 17.74 ความลาดชันของพื้นที่ 30-40% พบการปรากฏร้อยละ 12.90 ความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 40% พบการปรากฏร้อยละ 8.06 ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่พบการปรากฏมากบริเวณความลาดชันของพื้นที่ 0-10% พบการปรากฏร้อยละ 47.92 ความลาดชันของพื้นที่ 10-20% พบการปรากฏร้อยละ 25 ความลาดชันของพื้นที่ 20-30% พบการปรากฏร้อยละ 16.67 ความลาดชันของพื้นที่ 30-40% พบการปรากฏร้อยละ 10.42 ความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 40% ไม่พบการปรากฏของเก้งและกวางป่า ดังตารางที่ 8 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ทั้งสองกลุ่ม พบการปรากฏมากบริเวณที่ราบความลาดชันน้อย โดยไม่พบสัตว์กีบคู่บริเวณภูเขาหรือที่ชัน แต่พบการปรากฏของเสือโคร่งและแมวดาวในบริเวณพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามชั้นระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่

ปัจจัยแวดล้อม	เสือดาว		เสือโคร่ง		แมวดาว		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชั้นระดับความสูง								
0-300 เมตร	11	25.00	10	33.33	3	15.00	13	20.97
300-500 เมตร	15	34.09	6	20	6	30.00	19	30.65
500-700 เมตร	18	40.91	11	36.67	6	30.00	23	37.10
มากกว่า 700 เมตร	0	0	3	10	5	25.00	7	11.29
ความลาดชันของพื้นที่								
0-10%	17	38.64	14	46.67	6	30.00	25	40.32
10-20%	10	22.73	8	26.67	4	20.00	13	20.97
20-30%	10	22.73	3	10.00	3	15.00	11	17.74
30-40%	7	15.91	2	6.67	4	20.00	8	12.90
มากกว่า 40%	0	0	3	10.00	3	15.00	5	8.06

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามชั้นระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่

ปัจจัยแวดล้อม	เก้ง		กวางป่า		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชั้นระดับความสูง						
0-300 เมตร	9	25.00	11	37.93	13	27.08
300-500 เมตร	14	38.89	11	37.93	21	43.75
500-700 เมตร	13	36.11	7	24.14	14	29.17
มากกว่า 700 เมตร	0	0	0	0	0	0
ความลาดชันของพื้นที่						
0-10%	16	44.44	15	51.72	23	47.92
10-20%	10	27.78	8	27.59	12	25.00
20-30%	6	16.67	3	10.34	8	16.67
30-40%	4	11.11	3	10.34	5	10.42
มากกว่า 40%	0	0	0	0	0	0

2.2.6 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า

ในเขตพื้นที่ศึกษามีหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าตั้งอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ และสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำตั้งอยู่ตอนกลางของพื้นที่ จากตารางที่ 9 การปรากฏของกลุ่มสัตว์กินเนื้อที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าไม่เกิน 1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 9.86 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 17.74 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 17.74 เท่ากัน และที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏมากถึงร้อยละ 54.84 ขณะที่สัตว์กีบคู่ที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าไม่เกิน 1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 18.75 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 25 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 10.42 เท่ากัน และที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 3,000 เมตร พบการปรากฏถึงร้อยละ 45.83 ดังแสดงในตารางที่ 10 พื้นที่โดยรอบของหน่วยพิทักษ์ป่ามีผลต่อการกระจายและการปรากฏของสัตว์ป่าโดยตรง เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์กีบคู่สามารถใช้เป็นพื้นที่กำบัง หลบหลีกจากผู้ล่า อีกทั้งเป็นพื้นที่ราบเปิดโล่งเหมาะแก่การหาอาหารและทำกิจกรรมเฉพาะ

2.2.7 ระยะห่างจากถนน

ถนนในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นเส้นทางตรวจการต่อเนื่องมาจากที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งโดยเครือข่ายถนนกระจายอยู่บริเวณตั้งแต่ที่ราบหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามหุบเขาผ่านสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำและข้ามไปยังพื้นที่เขตห้วยเหลืองและลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ จากตารางที่ 9 การปรากฏของกลุ่มสัตว์กินเนื้อที่ระยะห่างจากถนนไม่เกิน 1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 87.10 ระยะห่างจากถนน 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 3.23 ระยะห่างจากถนน 2,000-3,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 6.45 และที่ระยะห่างจากถนนมากกว่า 3,000 เมตรพบการปรากฏร้อยละ 3.23 ขณะที่สัตว์กีบคู่ที่ระยะห่างจากถนนไม่เกิน 1,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 97.92 ระยะห่างจากถนน 1,000-2,000 เมตร พบการปรากฏร้อยละ 2.08 โดยไม่พบการปรากฏของสัตว์กีบคู่ที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000-3,000 เมตร และระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 3,000 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 10 การปรากฏของสัตว์พบมากบริเวณถนนเนื่องจาก การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์จะติดบริเวณแนวเครือข่ายถนน แต่ถนนก็ยังเป็นพื้นที่เปิดโล่งเหมาะแก่การหาอาหารและเป็นที่หลบหลีกหรือซ่อนตัวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บางชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กินเนื้อตามระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าและระยะห่างจากถนน

ปัจจัยแวดล้อม	เสือดาว		เสือโคร่ง		แมวดาว		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า								
1,000 เมตร	6	13.64	2	6.67	2	10	6	9.68
1,000-2,000 เมตร	9	20.45	5	16.67	3	15	11	17.74
2,000-3,000 เมตร	8	18.18	4	13.33	4	20	11	17.74
มากกว่า 3,000 เมตร	21	47.73	19	63.33	11	55	34	54.84
ระยะห่างจากถนน								
1,000 เมตร	44	100	26	86.67	15	75	54	87.1
1,000-2,000 เมตร	0	0	1	3.33	1	5	2	3.23
2,000-3,000 เมตร	0	0	2	6.67	2	10	4	6.45
มากกว่า 3,000 เมตร	0	0	1	3.33	2	10	2	3.23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 การจำแนกการปรากฏของชนิดสัตว์กีบคู่ตามระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าและระยะห่างจากถนน

ปัจจัยแวดล้อม	เก้ง		กวางป่า		รวมทั้งกลุ่ม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า						
1,000 เมตร	5	13.89	4	13.79	9	18.75
1,000-2,000 เมตร	8	22.22	11	37.93	12	25.00
2,000-3,000 เมตร	5	13.89	5	17.24	5	10.42
มากกว่า 3,000 เมตร	18	50.00	9	31.03	22	45.83
ระยะห่างจากถนน						
1,000 เมตร	35	97.22	29	100	47	97.92
1,000-2,000 เมตร	1	2.78	0	0	1	2.08
2,000-3,000 เมตร	0	0	0	0	0	0
มากกว่า 3,000 เมตร	0	0	0	0	0	0

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

จากตารางที่ 11 แสดงจำนวนจุดที่พบสัตว์ที่ศึกษาและการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบและใช้ทดสอบในแบบจำลองโดยพบว่าเสือดาวเป็นสัตว์ที่พบมากที่สุด 44 จุดตั้งกล้อง ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 35 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 9 จุด เก้งเป็นสัตว์ที่พบ 36 จุดตั้งกล้อง ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 29 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 7 จุด เสือโคร่งเป็นสัตว์ที่พบ 30 จุดตั้งกล้อง ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 24 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 6 จุด กวางป่าเป็นสัตว์ที่พบ 29 จุดตั้งกล้อง ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 23 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 6 จุด และแมวดาวเป็นสัตว์ที่พบน้อยที่สุด 20 จุดตั้งกล้อง ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 16 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 4 จุด เมื่อทำการทดสอบแบบจำลองจากตัวอย่างสัตว์ที่ศึกษาทั้ง 5 ชนิดแล้วยังทำการวิเคราะห์กลุ่มของสัตว์กินเนื้อซึ่งนำจุดที่ปรากฏของ เสือโคร่ง เสือดาว และแมวดาว ทำการสร้างแบบจำลองของสัตว์กินเนื้อกลุ่มเสือและแมวป่าในพื้นที่ซึ่งได้ตำแหน่งที่พบสัตว์ทั้งหมด 62 จุด ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 50 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 12 จุด นอกจากนั้นยังทำการศึกษากลุ่มของสัตว์กีบคู่ซึ่งได้จากการนำจุดที่ปรากฏของ เก้ง และกวางป่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาทำการสร้างแบบจำลองสัตว์กีบคู่ในพื้นที่ศึกษาซึ่งได้ตำแหน่งที่พบสัตว์ทั้งหมด 48 จุด ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ 38 จุด ข้อมูลที่ใช้แบ่งไว้ตรวจสอบความถูกต้อง 10 จุด

ตารางที่ 11 แสดงกลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษาและการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบและตรวจสอบ

การจำแนกประเภทข้อมูล	สัตว์กินเนื้อ				สัตว์กีบคู่		
	เสือดาว	เสือโคร่ง	แมวดาว	ทั้งกลุ่ม	เก้ง	กวางป่า	ทั้งกลุ่ม
จำนวนจุดที่พบสัตว์	44	30	20	62	36	29	48
ข้อมูลตรวจสอบ ร้อยละ 20	9	6	4	12	7	6	10
ข้อมูลทดสอบ ร้อยละ 80	35	24	16	50	29	23	38

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี MaxEnt ให้ค่าระดับโอกาสการใช้พื้นที่ในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าโอกาสที่ได้จากการคำนวณจากจุดตัดของเส้นกราฟ sensitivity กับ specificity ที่ได้จาก MaxEnt อัลกอริทึม โดยจุด Equal training sensitivity and specificity เป็นจุดสมดุลในการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่พบสัตว์ที่ศึกษาและไม่พบสัตว์ที่ศึกษา

โดยพบว่า เสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว กลุ่มสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม เก้ง และกลุ่มสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม มีจุดตัดที่ได้ คือ 0.5 ขณะที่กวางป่ามีจุดตัดที่ได้ คือ 0.4 การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแบ่งระดับชั้น 2 ระดับ แบ่งเป็น 2 ระดับ โดยระดับ 1 พื้นที่สีเขียว มีค่าโอกาสการใช้พื้นที่ระหว่าง 0-0.4 และ 0-0.5 เป็นบริเวณที่มีโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าน้อยมาก (ไม่พบสัตว์ที่ศึกษา) และระดับ 2 พื้นที่สีขาว มีค่าโอกาสการใช้พื้นที่ระหว่าง 0.4-1.0 และ 0.5-1.0 เป็นบริเวณที่มีโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่ามาก (พบสัตว์ที่ศึกษา) โดยแถบสีที่แตกต่างเกิดจากการนำปัจจัยแวดล้อมมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการปรากฏของสัตว์ ซึ่งแสดงถึงระดับของอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อม นอกจากนั้นยังได้พิจารณาค่า Percent Contribution ที่ได้จากการคำนวณค่า Heuristic Estimate ร่วมกับการพิจารณาค่า regularized training gain ที่ได้จากการทดสอบ Jackknife ในโปรแกรม MaxEnt เพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์ และกราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าตามปัจจัยแวดล้อมที่ศึกษาเพื่อดูค่าโอกาสการปรากฏของสัตว์แต่ละชนิดเมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย ผลการศึกษาที่ได้มีดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่า Percent Contribution ของสัตว์ทั้ง 5 ชนิด กลุ่มสัตว์กินเนื้อและสัตว์กีบคู่ จากตารางที่ 12 พบว่าระยะทางจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อการปรากฏของกลุ่มสัตว์กินเนื้อ เสือดาว เสือโคร่ง สัตว์กีบคู่ และเก้ง ขณะที่ระยะทางจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อการปรากฏของแมวดาว และลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมสำคัญต่อการปรากฏของกวางป่า

ตารางที่ 12 ค่า Percent Contribution ของปัจจัยแวดล้อมต่อกลุ่มสัตว์ที่ใช้ศึกษา

ปัจจัยแวดล้อม	ค่า Percent Contribution						
	สัตว์กินเนื้อ				สัตว์กีบคู่		
	เสือดาว	เสือโคร่ง	แมวดาว	ทั้งกลุ่ม	เก้ง	กวางป่า	ทั้งกลุ่ม
ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี	0.3	2	0	0.5	1	40.4	9.1
ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล	4.2	0	0	0.6	5.8	2.5	5.1
ชนิดป่า	0.6	13.2	6.7	0.6	1.7	0.2	2.3
ระยะห่างจากแหล่งโป่ง	1	5.6	0	1.3	4.8	2	0.3
ชั้นระดับความสูง	3.5	0.3	0.8	10.8	0.6	2.1	0.8
ความลาดชันของพื้นที่	0.5	0	7.1	0.9	16.4	4.3	8.7
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า	0.3	35.8	83.1	35.5	6.5	18.7	3.9
ระยะห่างจากถนน	89.6	43	2.4	49.8	63.2	29.8	69.8
รวม	100	100	100	100	100	100	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อแยกการพิจารณาเฉพาะกลุ่มและชนิดสัตว์ให้ผลการศึกษาดังนี้

3.1 สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals)

3.1.1 เสือดาว (*Panthera pardus*)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวมากที่สุดถึงร้อยละ 89.6 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 4.2 ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 3.5 ส่วนปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 0.3 ดังภาพที่ 10(ช) พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีโอกาสพบเสือดาว 0.53 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลง เมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 1,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบ 0.45 เมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 2,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 4.2 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาวกับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบเสือดาวประมาณ 0.58 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลงเล็กน้อย โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 4,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.58 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลประมาณ 12,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังภาพที่ 10 (ซ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 0.6 เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาวกับชนิดป่าดังภาพที่ 10 (ข) พบว่าเสือดาวจะอาศัยอยู่ในป่าทุกชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าชนิดอื่นๆ เมื่ออยู่ในบริเวณพื้นที่ป่าเหล่านี้จะมีโอกาสพบเสือดาวถึง 0.56 แต่เมื่ออยู่ในพื้นที่ป่าดิบแล้งจะพบว่าจะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลงเหลือ 0.20 ดังนั้นเสือดาวจึงมีโอกาสพบในทุกชนิดป่า แต่จะมีโอกาสพบเห็นลดลงเมื่ออยู่ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง

ระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 1.0 โดยพบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณแหล่งโป่งจะมีโอกาสพบเสือดาวประมาณ 0.58 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งจะมีโอกาสในการพบเสือดาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยถ้าห่างจากแหล่งโป่ง 3,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.59 และเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 6,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่า 0.61 ดังภาพที่ 10 (ซ)

ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 3.5 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาว กับชั้นระดับความสูง ดังภาพที่ 10 (ก) พบว่า เมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบเสือดาว 0.53 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบเสือดาวมากโดยถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 1,200 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.72 และเมื่อระยะทางห่างจากชั้นระดับความสูงมากกว่า 1,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาว มีค่า 0.77

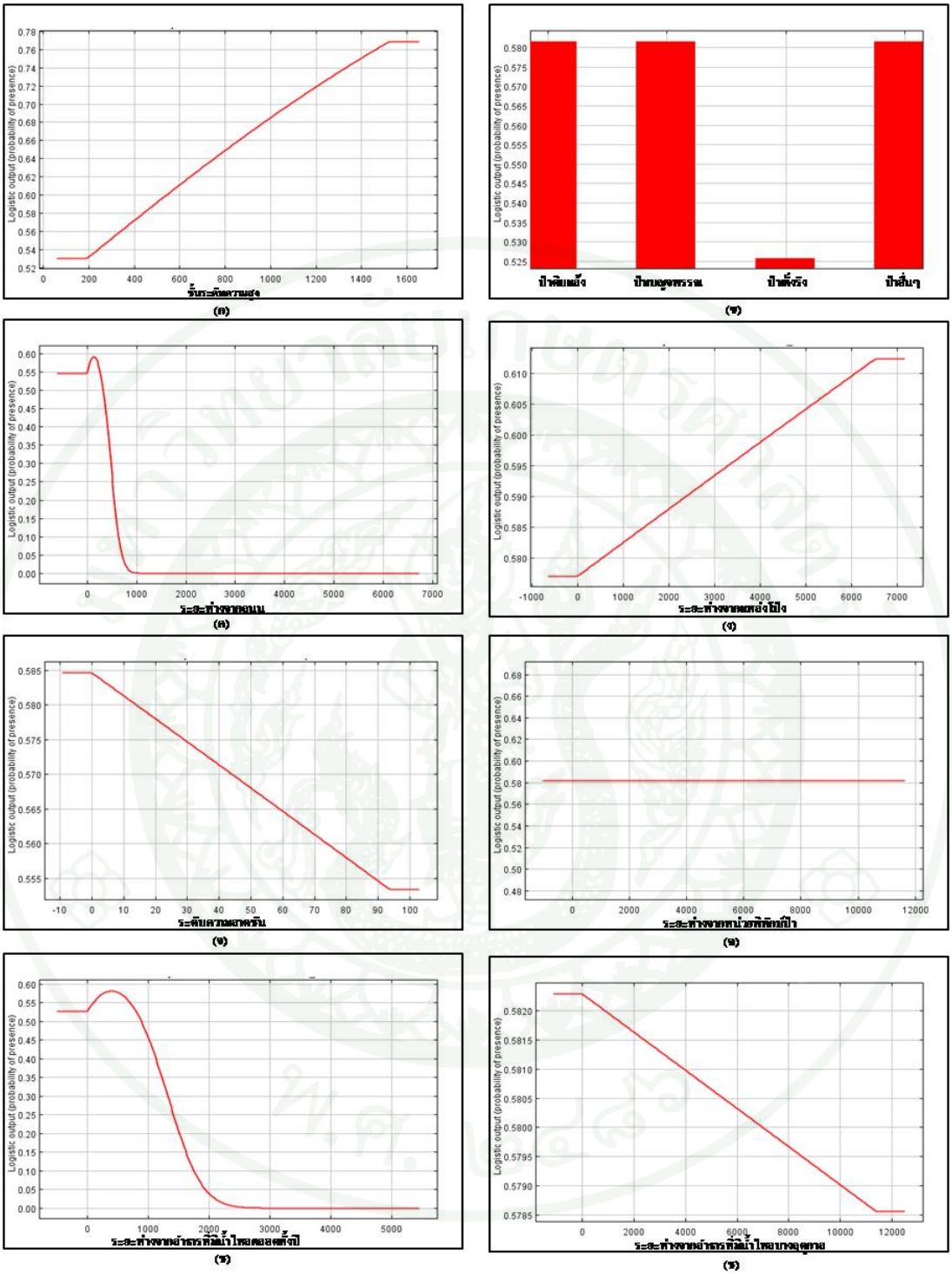
ระยะห่างจากความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 0.5 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาว กับความลาดชันของพื้นที่ดังภาพที่ 10 (จ) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบเสือดาว 0.58 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้น โอกาสในการพบเสือดาวจะลดลงเล็กน้อย โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 30% จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.57 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 90 % จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาว มีค่าประมาณ 0.55

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวถึงร้อยละ 0.3 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาวกับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าภาพที่ 10 (ฉ) เมื่ออยู่ในระยะห่างจากบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าไม่เกิน 12,000 เมตร จะมีโอกาสพบเสือดาว 0.54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ถึงร้อยละ 89.6 เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือดาวกับระยะทางห่างจากถนน ดังภาพที่ 10 (ค) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเสือดาวถึง 0.59 แต่เมื่อออกห่างจากถนน จะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลงโดยถ้าห่างจากถนน 500 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.20 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 1,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

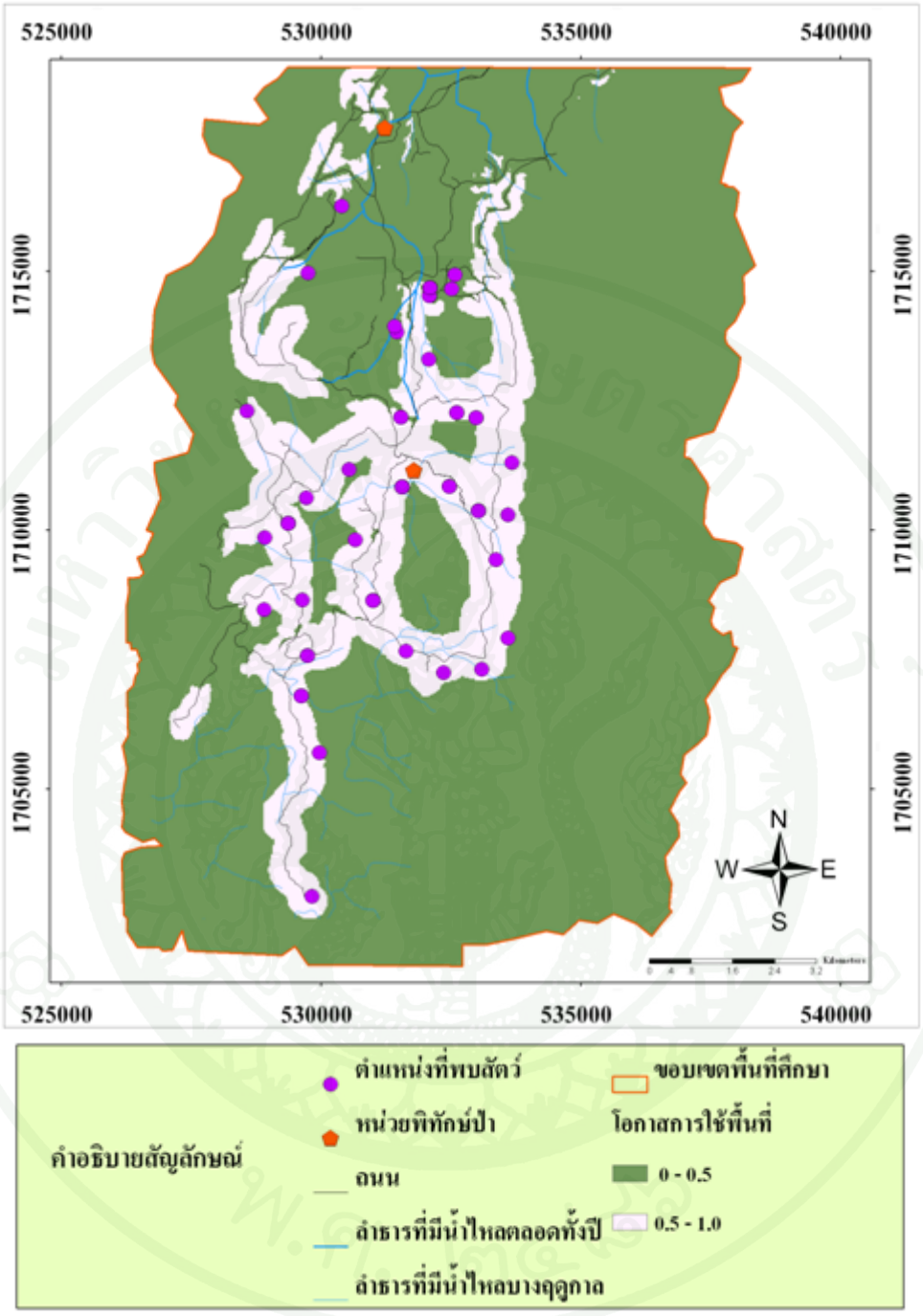


ภาพที่ 10 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเสือดาว (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบสัตว์อยู่ตามแนวถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีค่าโอกาสในการพบสัตว์เป็นพื้นที่ประมาณ 31.61 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 17.56 ของพื้นที่ศึกษา การกระจายไปยังบริเวณห้วยเหลืองทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ศึกษาโดยการกระจายของค่าโอกาสจะเกาะกลุ่มอยู่ตามเครือข่ายถนนตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 11 จากการสำรวจยังพบว่าสามารถบันทึกภาพเสือดาวด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ได้ทั้งหมด 76 ครั้ง โดยสามารถจำแนกช่วงเวลาที่พบและความถี่ที่พบได้ดังตารางภาคผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของเสือดาว ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลและชั้นระดับความสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศักดิ์สิทธิ์ (2550) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสือดาวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งกับปัจจัยแวดล้อม พบว่าในช่วงฤดูแล้งปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้พื้นที่ของเสือดาว มี 5 ปัจจัย คือ ความลาดชัน ลำห้วย หน่วยพิทักษ์ป่า ถนน และแหล่งโป่ง โดยระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวมากที่สุดถึงร้อยละ 89.6 เนื่องจากบริเวณเครือข่ายถนนเป็นที่ราบมีความลาดชันของพื้นที่ต่ำเหมาะการทำกิจกรรมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ และเป็นพื้นที่เปิดโล่งในบริเวณป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังซึ่งเป็นป่าโปร่งเหมาะแก่การอาศัยของเหยื่อ ดังนั้นจึงเป็นบริเวณที่เหมาะแก่การดักจับเหยื่อ พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเสือดาวถึง 0.59 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลงตามระยะทางโดยถ้าห่างจากถนน 500 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.20 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 1,000 เมตรจะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวร้อยละ 4.2 เสือดาวเป็นสัตว์ที่ทนความร้อนได้มากกว่าเสือโคร่ง แต่ก็ยังต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีพและซุ่มดักเหยื่อโดยเฉพาะบริเวณที่มีแหล่งน้ำจำกัดและใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบเสือดาวประมาณ 0.58 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบเสือดาวลดลง ดังนั้นระยะทางห่างจากลำธารที่ระยะใดๆ จึงมีโอกาสในการพบเสือดาวใกล้เคียงกัน ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาวร้อยละ 3.5 โดยเสือดาวมักอาศัยอยู่บนต้นไม้และบริเวณที่มีเหยื่อ เมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบเสือดาว 0.53 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบเสือดาวมากขึ้น ถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 1,200 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือดาว 0.72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเสือดาวเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 เสือโคร่ง (*Panthera tigris*)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งมากที่สุดถึงร้อยละ 43.0 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 35.8 ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ร้อยละ 13.2 ปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ร้อยละ 2 ดังภาพที่ 12 (ช) พบว่าลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีไม่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งมากโดยโอกาสในการพบเสือโคร่งในระยะทางต่างกันมีค่าเท่ากับ 0.53

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ร้อยละ 0 แต่เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่งกับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ดังภาพที่ 12 (ซ) เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบเสือโคร่งถึง 0.53 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลงโดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 1,000 เมตร มีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.52 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลประมาณ 11,000 เมตร พบว่าโอกาสที่พบเสือโคร่งประมาณ 0.425

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ร้อยละ 13.2 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่งกับชนิดป่าดังภาพที่ 12 (ฃ) พบว่าเสือโคร่งจะอาศัยอยู่ในป่าทุกชนิด ป่าเต็งรังจะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.41 ป่าดิบแล้งจะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.61 ป่าเบญจพรรณจะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.50 และป่าอื่นๆ จะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 5.6 ภาพที่ 12 (ง) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้แหล่งโป่งจะมีโอกาสพบเสือโคร่งถึง 0.55 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากแหล่งโป่ง 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.50 และเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 6,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือโคร่งมีค่าประมาณ 0.28

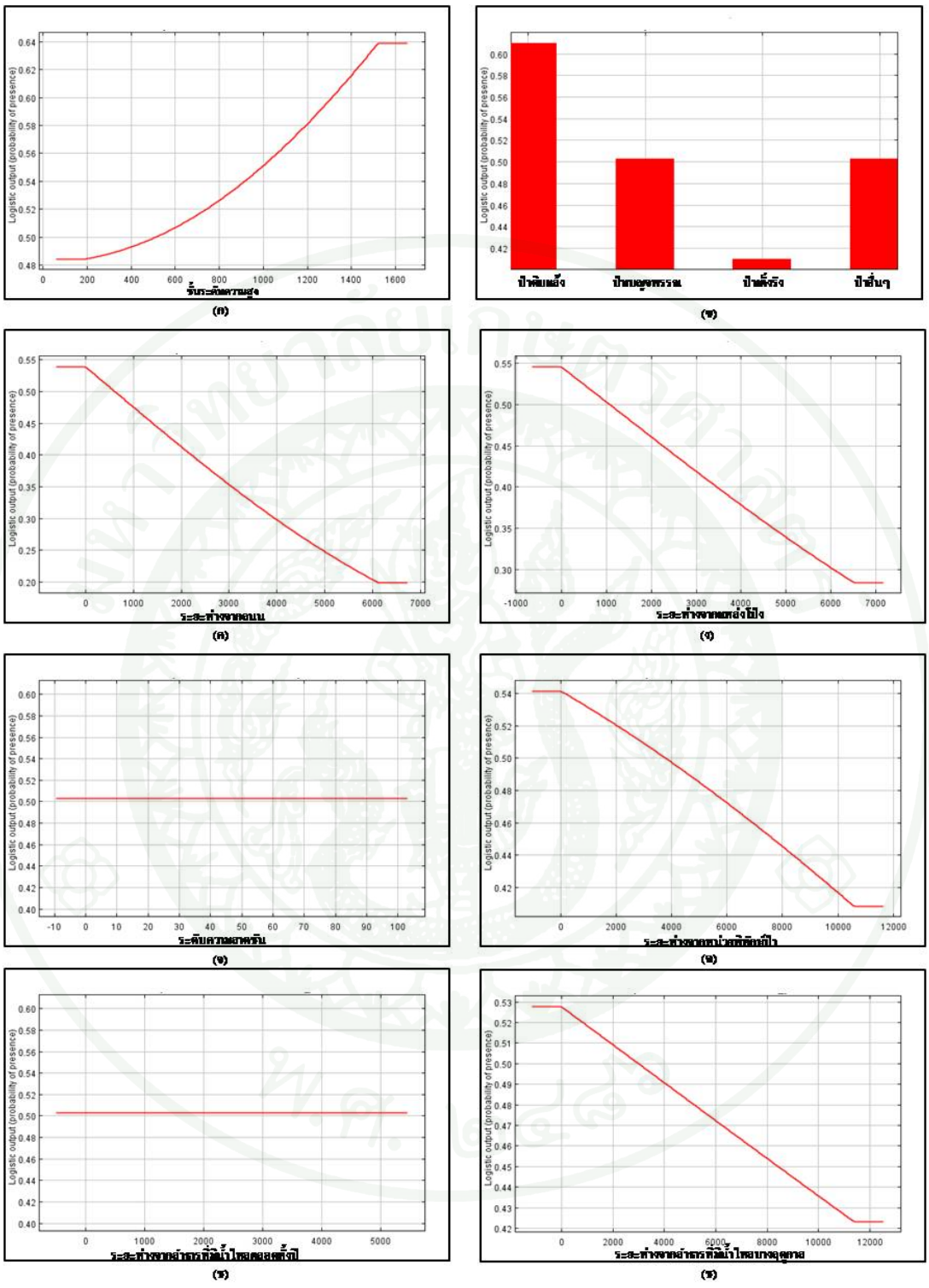
ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 0.3 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่งกับชั้นระดับความสูงดังภาพที่ 12 (ก) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณความสูง 200 เมตร มีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.48 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง โดยถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 900 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.54 และเมื่อชั้นระดับความสูงประมาณ 1,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือโคร่งมีค่า 0.64

ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 0 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่งกับความลาดชันของพื้นที่ดังภาพที่ 12 (จ) พบว่าที่ความลาดชันระดับใดๆ ของพื้นที่มีโอกาสในการพบเสือโคร่งเท่ากับ 0.50

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งถึงร้อยละ 35.8 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.53 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 10,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือโคร่งเท่ากับ 0.41 ดังภาพที่ 12 (ฉ)

ระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งมากที่สุดถึงร้อยละ 43.0 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่งกับระยะทางห่างจากถนนดังภาพที่ 12 (ค) เมื่ออยู่บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเสือโคร่งถึง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.48 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนมากกว่า 6,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเสือโคร่งมีค่า 0.20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

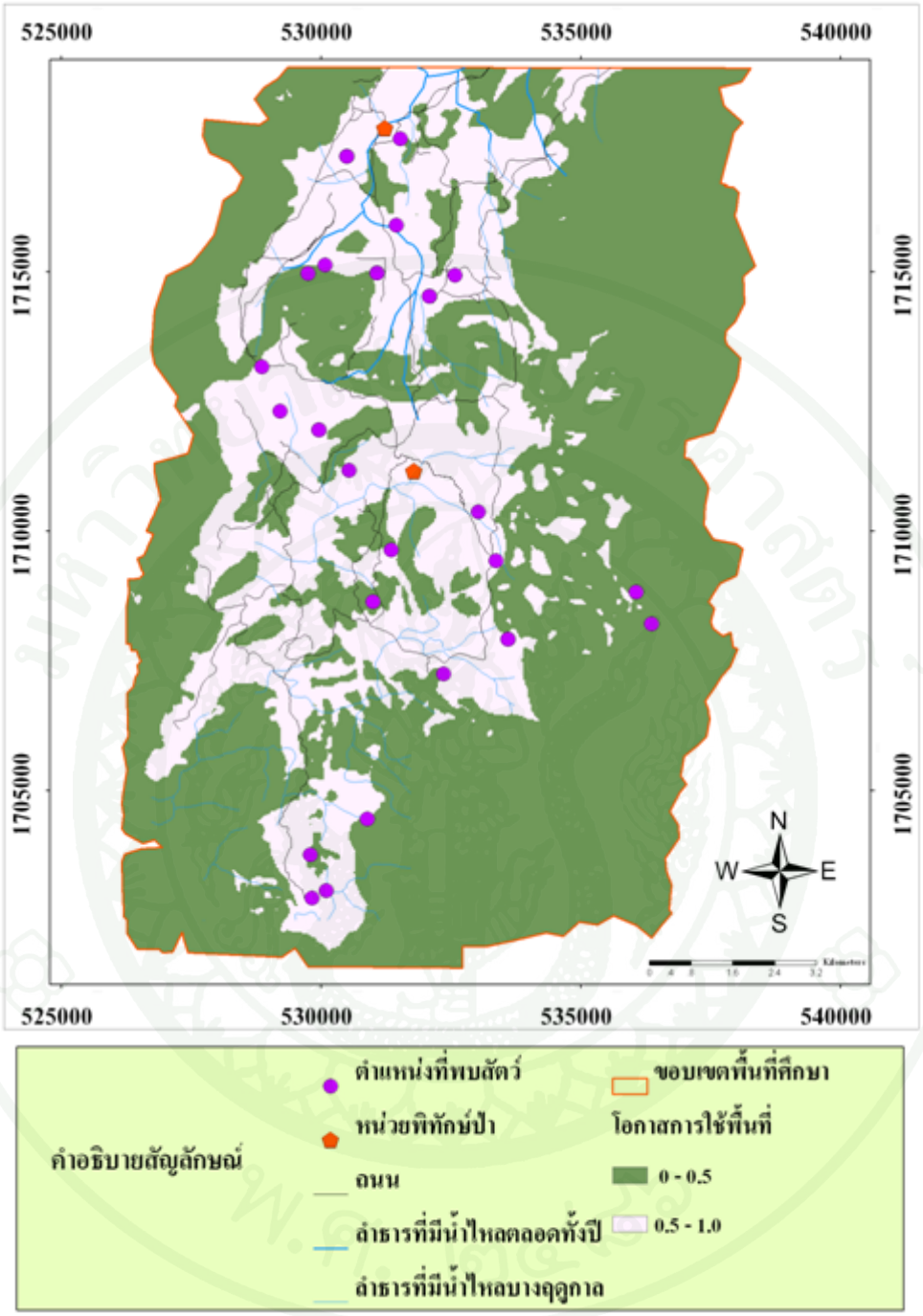


ภาพที่ 12 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเสือโคร่ง (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบเสือโคร่งอยู่กระจายทั่วบริเวณเป็นพื้นที่ประมาณ 43.76 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 24.31 ของพื้นที่ศึกษาโดยเฉพาะตามบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่า เครือข่ายถนน ป่าแต้งรังและป่าเบญจพรรณ ซึ่งเป็นพื้นที่เปิดโล่งตั้งแต่หน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามแนวถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาจนถึงทิศใต้บริเวณลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ ดังภาพที่ 13 จากการสำรวจพบว่าบันทึกภาพเสือโคร่งด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ได้ทั้งหมด 40 ครั้ง โดยสามารถจำแนกช่วงเวลาที่พบและความถี่ที่พบได้ดังตารางภาคผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ได้แก่ ระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งมากที่สุดถึงร้อยละ 43.0 เมื่ออยู่บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเสือโคร่งถึง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตรจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.48 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง ร้อยละ 35.8 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.53 ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 13.2 พบว่าเสือโคร่งจะอาศัยอยู่ในป่าทุกชนิด ป่าดิบแล้งจะมีโอกาสพบเสือโคร่งมากที่สุด 0.61 ป่าแต้งรังมีโอกาสพบเสือโคร่งน้อยที่สุด 0.41 ป่าเบญจพรรณและป่าอื่นๆ มีโอกาสพบเสือโคร่ง 0.50 เท่ากัน และระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่งร้อยละ 5.6 พบว่าเมื่ออยู่ใกล้แหล่งโป่งจะมีโอกาสพบเสือโคร่งถึง 0.55 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งจะมีโอกาสในการพบเสือโคร่งลดลง โดยถ้าห่างจากแหล่งโป่ง 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเสือโคร่ง 0.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเสือโคร่งเมื่อแบ่งระดับโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.3 แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวมากที่สุดถึงร้อยละ 83.1 ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 7.1 ขณะที่ชนิดป่าและระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 6.7 และ 2.4 โดยปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 0 ดังภาพที่ 14 (ช) พบว่าโอกาสในการพบการปรากฏของแมวดาวในระยะทางต่างๆ ห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีค่าประมาณ 0.56

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 0 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ภาพที่ 14 (ซ) พบว่า โอกาสในการพบการปรากฏของแมวดาวในระยะทางต่างๆ ห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลมีค่าประมาณ 0.56

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 6.7 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับชนิดป่า ดังภาพที่ 14 (ข) พบว่าแมวดาวมีโอกาสพบในป่าทุกชนิด ป่าดิบแล้งมีโอกาสพบแมวดาว 0.57 ป่าเบญจพรรณและป่าอื่นๆ มีโอกาสพบแมวดาวประมาณ 0.56 เท่ากัน และป่าเต็งรังมีโอกาสพบแมวดาว 0.40

ระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 0 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับระยะทางห่างจากแหล่งโป่งดังภาพที่ 14 (จ) พบว่าโอกาสในการพบการปรากฏของแมวดาวในระยะทางใดๆ ห่างจากแหล่งโป่งมีค่าประมาณ 0.56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

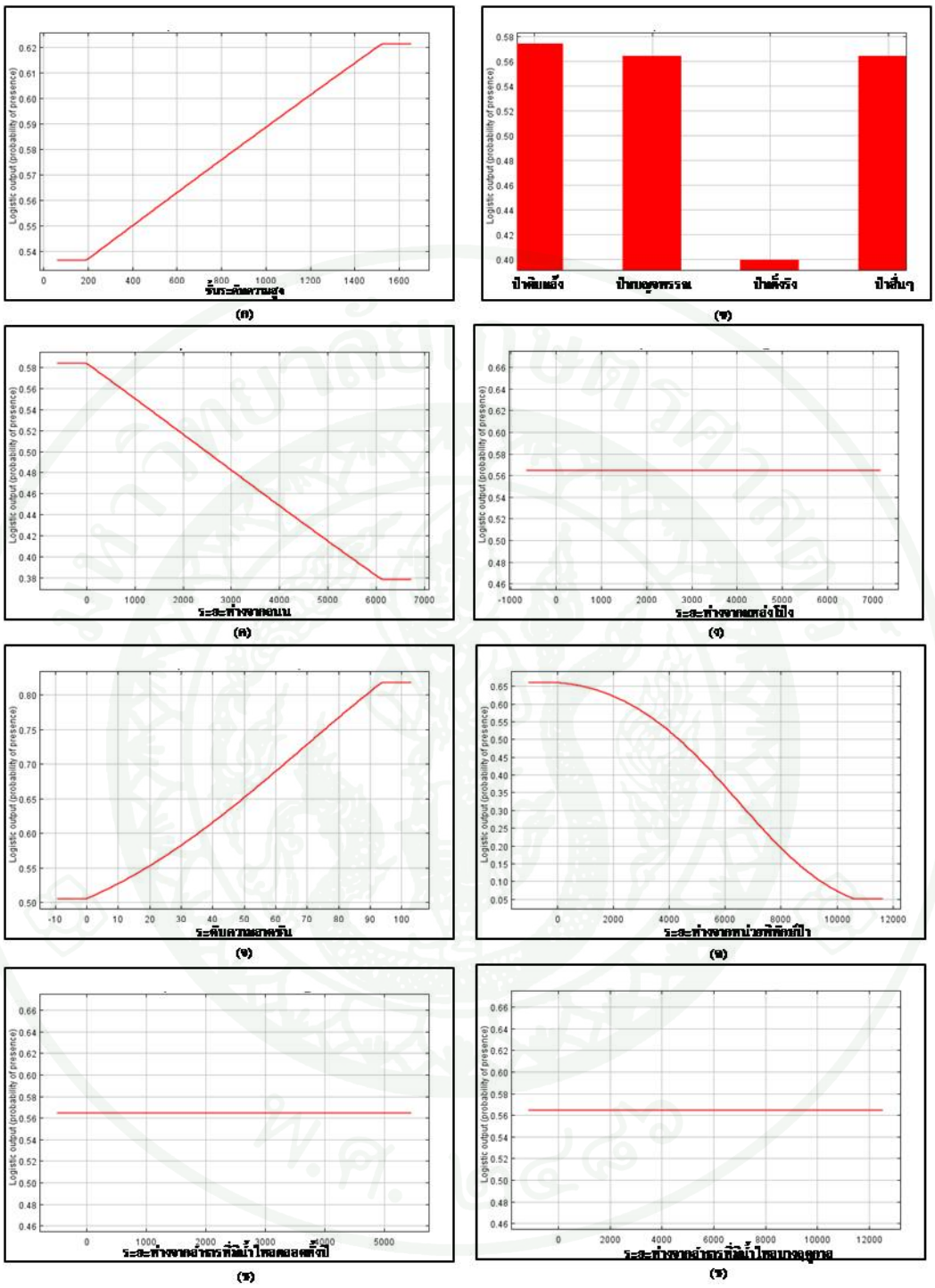
ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 0.8 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาว กับชั้นระดับความสูง ดังภาพที่ 14 (ก) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณความสูง 200 เมตร จะมีโอกาสพบแมวดาว 0.535 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบแมวดาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบแมวดาวประมาณ 0.59 และเมื่อชั้นระดับความสูงประมาณ 1,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบแมวดาว มีค่า 0.62

ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 7.1 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับความลาดชันของพื้นดังภาพที่ 14 (จ) พบว่าในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบแมวดาว 0.50 แต่เมื่อความลาดชันมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบแมวดาวเพิ่มขึ้น โดยถ้าความลาดชัน 50% จะมีโอกาสในการพบแมวดาวประมาณ 0.65 และถ้าความลาดชัน 95% จะมีโอกาสในการพบแมวดาวประมาณ 0.83

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวมากที่สุดถึงร้อยละ 83.1 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าดังภาพที่ 14 (ฉ) พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบแมวดาวถึง 0.66 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบแมวดาวลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบแมวดาว 0.65 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบแมวดาว คือ 0.05

ระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 2.4 แต่เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของแมวดาวกับระยะทางห่างจากถนนภาพที่ 14 (ค) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบแมวดาวถึง 0.59 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบแมวดาวลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบแมวดาว 0.55 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 6,100 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบแมวดาว คือ 0.38

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

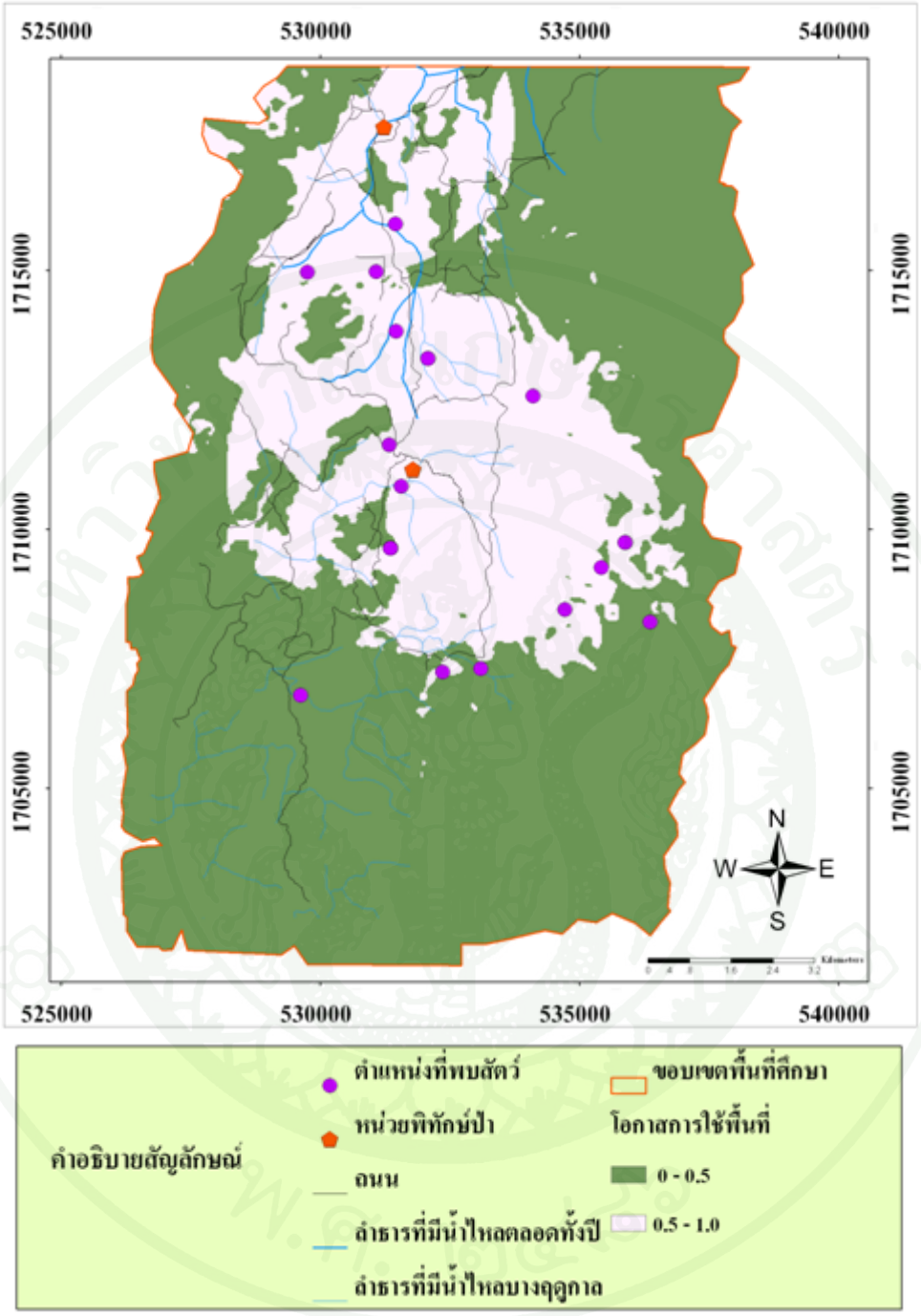


ภาพที่ 14 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของแมวดาว (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบแมวดาวกระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 39.35 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 21.86 ของพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะตามบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามแนวถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาและค่าโอกาสยังกระจายไปทางทิศตะวันออกไปบริเวณแนวเขาใหญ่ ดังภาพที่ 15 จากการสำรวจยังพบว่าสามารถบันทึกภาพแมวดาวด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ได้ทั้งหมด 27 ครั้ง โดยสามารถจำแนกช่วงเวลาที่พบและความถี่ที่พบได้ดังตารางภาคผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของแมวดาว พบว่าระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาวมากที่สุดถึงร้อยละ 83.1 พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบแมวดาวถึง 0.66 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบแมวดาวลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบแมวดาว 0.65 และเมื่อระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบแมวดาวคือ 0.05 ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว 7.1% พบว่า ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบแมวดาว 0.50 แต่เมื่อความลาดชันมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบแมวดาวเพิ่มขึ้น โดยถ้าความลาดชัน 50% จะมีโอกาสในการพบแมวดาวประมาณ 0.65 ขณะที่ชนิดป่ามีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 6.7 พบว่าแมวดาวมีโอกาสพบในป่าทุกชนิด คือ ป่าดิบแล้ง มีโอกาสพบแมวดาว 0.57 ป่าเบญจพรรณและป่าอื่นๆ มีโอกาสพบแมวดาวประมาณ 0.56 เท่ากัน และป่าเต็งรังมีโอกาสพบแมวดาวน้อยที่สุด คือ 0.40 และระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว ร้อยละ 2.4 พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบแมวดาวถึง 0.59 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบแมวดาว โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบแมวดาว 0.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของแมวดาวเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.4 สัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากถนนซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อมากที่สุดถึงร้อยละ 49.8 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 35.5 ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 10.8 ส่วนปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 0.5 ดังภาพที่ 16 (ช) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อ 0.51 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลงเล็กน้อยตามระยะทาง เมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 2,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อมีค่า 0.48 และเมื่ออยู่ห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 5,000 เมตร จะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อน้อยกว่า 0.44 ลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการปรากฏน้อย

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 0.6 เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อกับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลพบว่าทุกระยะห่างจากจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อเท่ากันที่ 0.50 ดังภาพที่ 16 (ซ)

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 0.6 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อกับชนิดป่าดังภาพที่ 16 (ข) พบว่า สัตว์กินเนื้อจะปรากฏอยู่ในป่าทุกชนิด ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าชนิดอื่นๆ เมื่ออยู่ในบริเวณพื้นที่ป่าเหล่านี้จะมีโอกาสพบเสือดาวถึง 0.50 แต่เมื่ออยู่ในพื้นที่ป่าเต็งรังจะพบว่าจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลงเหลือ 0.47 สัตว์กินเนื้อจึงมีโอกาสพบในทุกชนิดป่า แต่จะมีโอกาสพบเห็นลดลงเมื่ออยู่ในพื้นที่ป่าเต็งรัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 1.3 โดยพบว่าเมื่ออยู่ห่างจากแหล่งโป่งในระยะต่างๆจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อที่ความน่าจะเป็น 0.50 ดังภาพที่ 16 (ง)

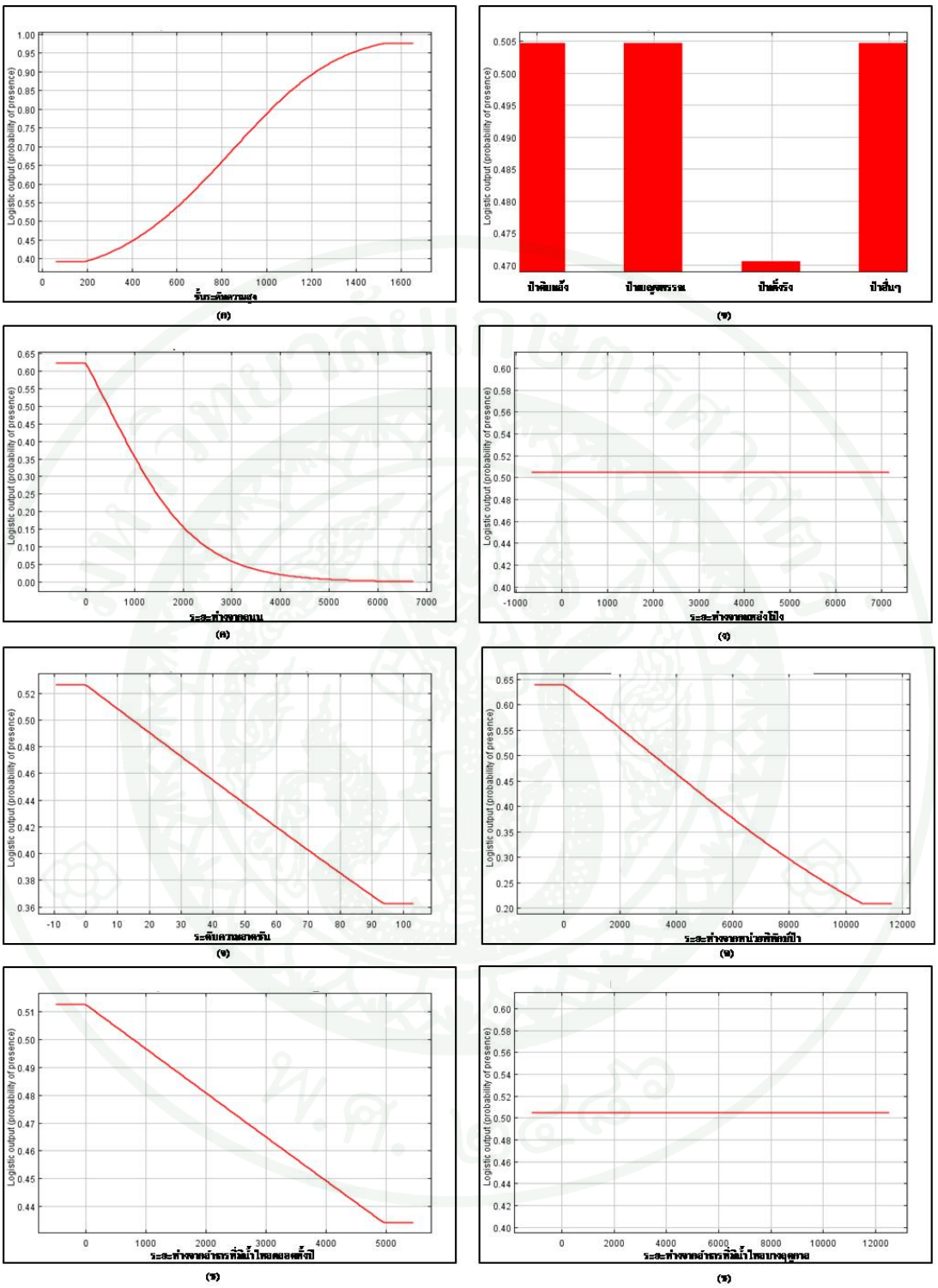
ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 10.8 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ กับชั้นระดับความสูงดังภาพที่ 16 (ก) พบว่า เมื่ออยู่ในบริเวณชั้นระดับความสูง 200 เมตร จะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อ 0.40 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อมากขึ้น โดยถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 400 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.45 และเมื่อระยะทางห่างจากชั้นระดับความสูงประมาณ 1,600 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อ มีค่าประมาณ 0.97 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงมาก

ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ ร้อยละ 0.9 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อกับความลาดชันของพื้น ดังภาพที่ 16 (จ) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อ 0.53 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อน้อยลง ถ้าความลาดชันของพื้นที่ 60% จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.42 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่ 95% จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อ มีค่า 0.36

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อถึงร้อยละ 12.6 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อกับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าภาพที่ 16 (ฉ) เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อถึง 0.84 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.64 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 12,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อกับระยะห่างจากถนนดังภาพที่ 16 (ค) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อถึง 0.63 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.35 และเมื่อระยะห่างจากถนนประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

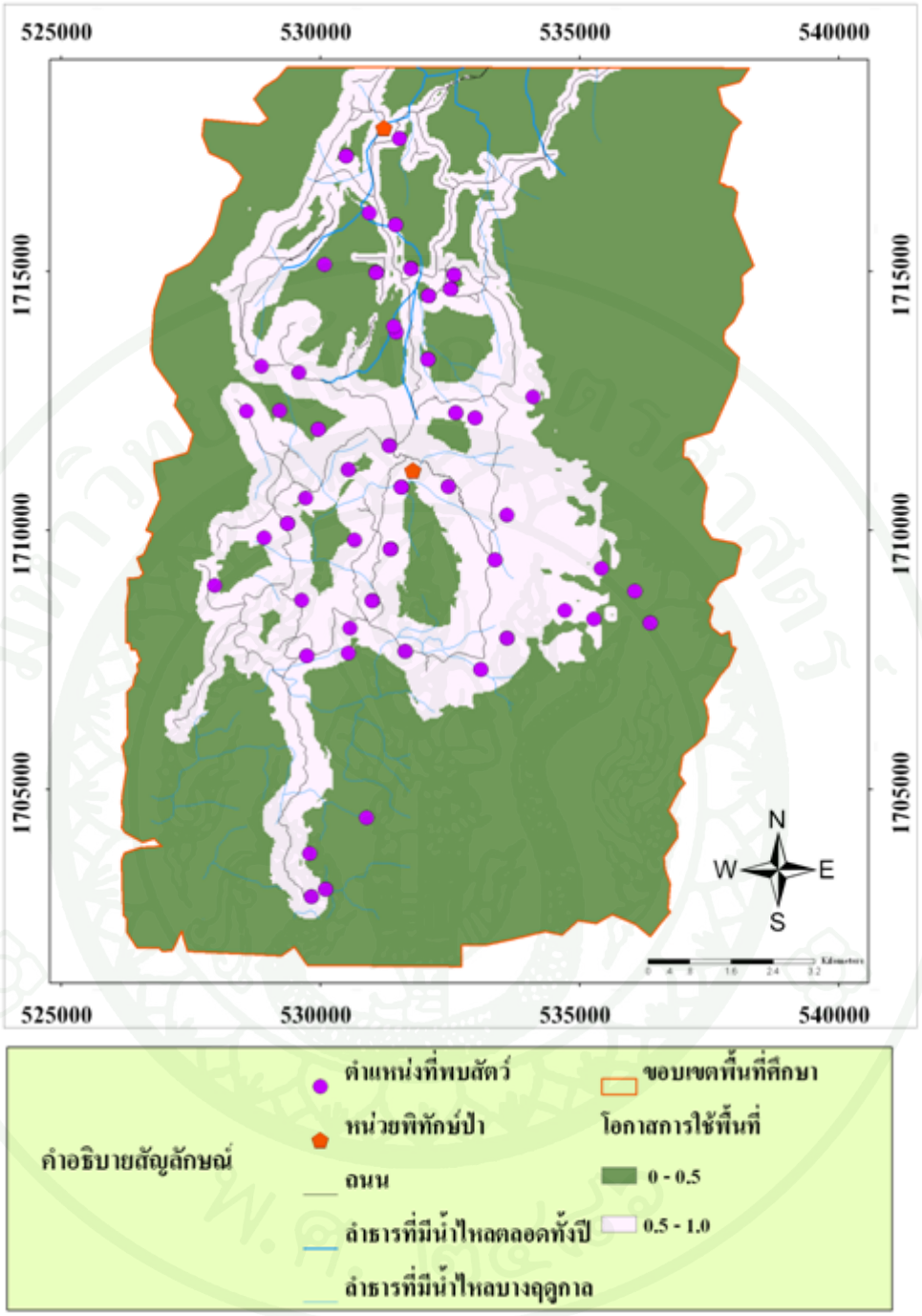


ภาพที่ 16 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของสัตว์กินเนื้อ (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบสัตว์เป็นพื้นที่ประมาณ 49.15 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 27.31 ของพื้นที่ศึกษา อยู่รอบบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษามาตามแนวถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีค่าโอกาสในการพบสัตว์เป็นบริเวณกว้างและกระจายต่อไปยังบริเวณเขาใหญ่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 17 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อจากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของกลุ่มสัตว์กินเนื้อ ได้แก่ ระยะห่างจากถนน เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อมากที่สุดถึงร้อยละ 49.8 เนื่องจากบริเวณเครือข่ายถนนเป็นที่ราบมีความลาดชันของพื้นที่ต่ำเหมาะการทำกิจกรรมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ และเป็นพื้นที่เปิดโล่งในบริเวณ ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังซึ่งเป็นป่าโปร่งเหมาะแก่การอาศัยของเหยื่อ พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อถึง 0.63 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.35 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กินเนื้อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อร้อยละ 35.5 เสือดาวและเสือโคร่งมีพฤติกรรมที่หลีกหนีพื้นที่กิจกรรมมนุษย์แต่แมวดาวเป็นสัตว์ที่ไม่ค่อยตกใจต่อมนุษย์ อีกทั้งยังชอบจับหนูหรือแมลงขนาดเล็กกินเป็นอาหาร เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อถึง 0.84 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อลดลงตามระยะทาง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.64 ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กินเนื้อร้อยละ 10.8 พบว่า เมื่ออยู่ในบริเวณชั้นระดับความสูง 200 เมตร จะมีโอกาสพบสัตว์กินเนื้อ 0.40 แต่เมื่อพื้นที่มีชั้นระดับความสูงมากขึ้นจะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อมากขึ้น โดยถ้าชั้นระดับความสูงเป็น 400 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อ 0.45 จากการเก็บข้อมูลพบสัตว์ส่วนใหญ่ปรากฏในระดับความสูงไม่เกิน 700 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่มเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates)

3.2.1 เก้ง (*Muntiacus muntjak*)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งมากที่สุด ถึงร้อยละ 63.2 ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 16.4 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 6.5 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 5.8 ขณะที่ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 1.0 ดังภาพที่ 18 (ช) พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีโอกาสพบเก้ง 0.55 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบเก้งลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น เมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 1,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่า 0.35 เมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่าลดลงเหลือ 0.03

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 5.8 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ดังภาพที่ 18 (ฌ) เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบเก้ง 0.48 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบเก้งลดลงเล็กน้อยตามระยะทาง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 1,000 เมตร ยังมีโอกาสในการพบเก้ง 0.48 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่า 0.47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งร้อยละ 1.7 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับชนิดป่า ดังภาพที่ 18 (ข) พบว่าโอกาสพบเก้งในป่าดิบแล้งมีค่า 0.56 โอกาสพบเก้งในป่าเต็งรังและป่าอื่นๆ มีค่า 0.48 เท่ากัน โอกาสพบเก้งในป่าเบญจพรรณมีค่า 0.47

ระยะห่างจากแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว ร้อยละ 4.8 ดังภาพที่ 18 (ง) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณแหล่งโป่งจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.47 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งมีโอกาสในการพบเก้งเพิ่มขึ้น โดยถ้าห่างจากแหล่งโป่ง 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.54 และเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 6,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่า 0.94

ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 0.6 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับชั้นระดับความสูงดังภาพที่ 18 (ก) พบว่าที่ระดับชั้นความสูงที่ต่างกันมีโอกาสพบเก้งที่ค่า 0.48 เท่ากัน

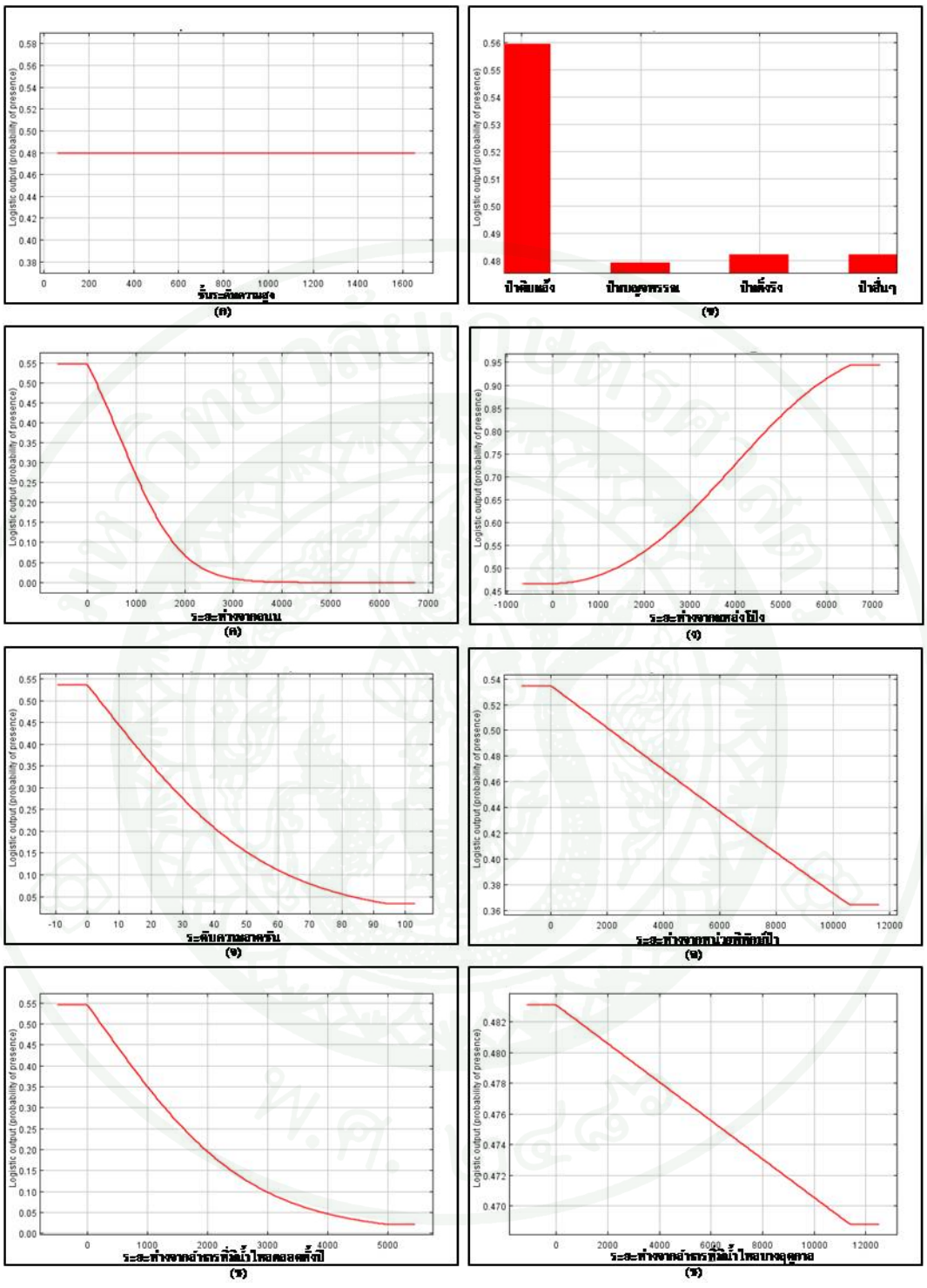
ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 16.4 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับความลาดชันของพื้นดังภาพที่ 18 (จ) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบเก้ง 0.54 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบเก้งน้อยลง โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 50% จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.15 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่เท่ากับ 90% จะพบว่าโอกาสที่พบเสือดาวมีค่าน้อยกว่า 0.05

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 6.5 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ดังภาพที่ 18 (ฉ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.53 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามีโอกาสในการพบเก้งลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.52 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 10,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่าประมาณ 0.36

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งมากที่สุด ถึงร้อยละ 63.2 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของเก้งกับระยะทางห่างจากถนน ดังภาพที่ 18 (ค) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.55 แต่เมื่อออกห่างจากถนน จะมีโอกาสในการพบเก้งลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.26 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 3,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่าลดลงเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

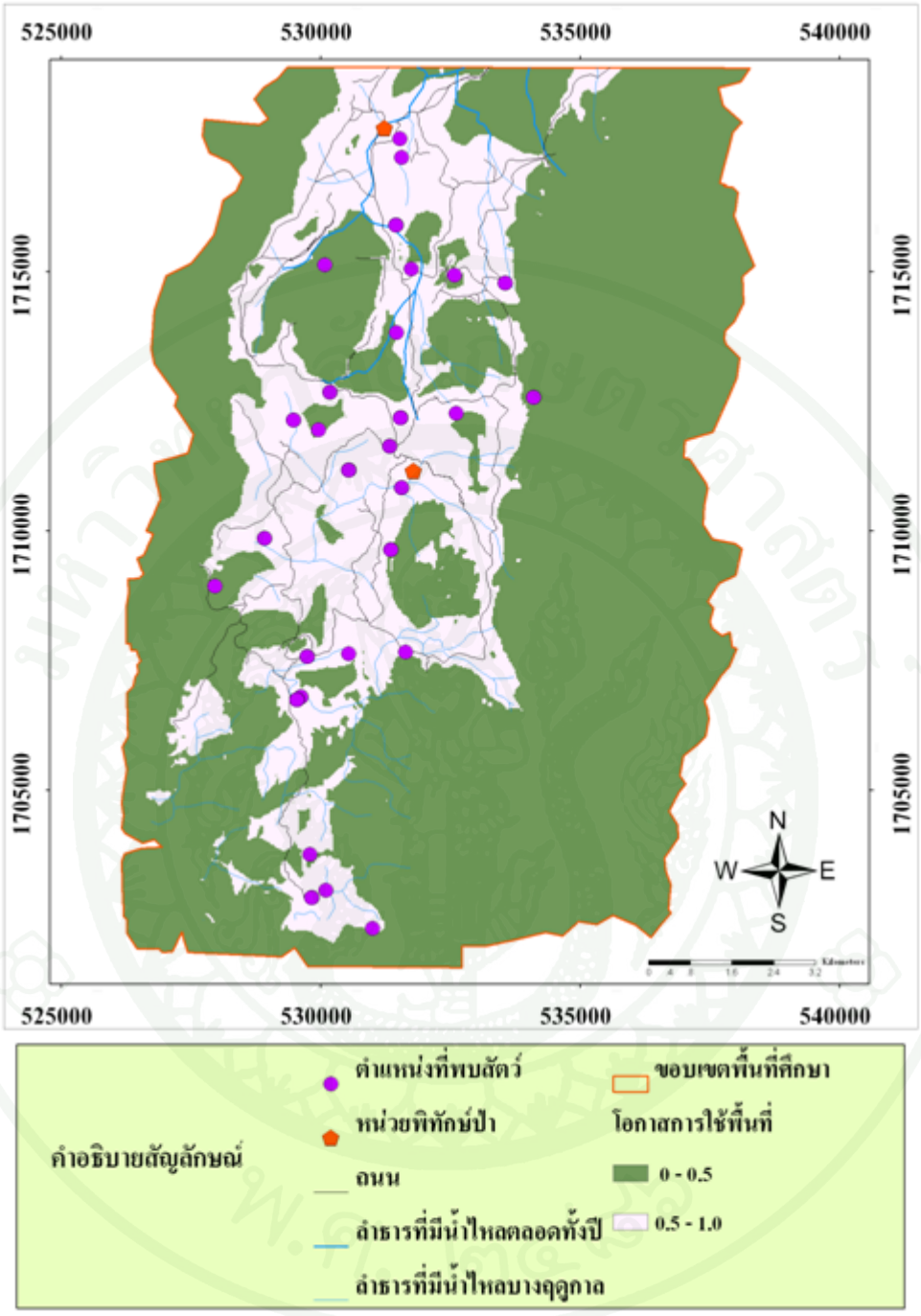


ภาพที่ 18 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของเก้ง (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบเก้ง กระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 51.58 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 28.66 ของพื้นที่ศึกษาตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำ บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า แนวถนนและสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและเป็นแหล่งหาอาหารได้ และค่าโอกาสการปรากฏของเก้งยังกระจายไปตามป่าโปร่ง เช่น ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ อีกทั้งลำธารในพื้นที่ก็มีโอกาสในการปรากฏของเก้ง ดังภาพที่ 19 จากการสำรวจยังพบว่าสามารถบันทึกภาพเก้งด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ได้ทั้งหมด 71 ครั้ง โดยสามารถจำแนกช่วงเวลาที่พบและความถี่ที่พบได้ดังตารางผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของเก้ง ได้แก่ ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งมากที่สุดถึงร้อยละ 63.2 พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.55 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบเก้งลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.26 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 3,500 เมตรจะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่าลดลงเข้าใกล้ศูนย์ ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง 16.4% พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบเก้ง 0.54 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบพบเก้งน้อยลง โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 50% จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.15 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่ 90% จะพบว่าโอกาสที่พบเก้งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้งร้อยละ 6.5 พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.53 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามีโอกาสในการพบเก้งลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตรจะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.52 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง ร้อยละ 5.8 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบเก้งถึง 0.48 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบเก้งลดลงเล็กน้อย โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบเก้ง 0.48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของเก้งเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 กวางป่า (*Rusa unicolor*)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่ามากที่สุด ร้อยละ 40.4 ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 29.8 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 18.7 โดยปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่าน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 40.4 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ดังภาพที่ 20 (ซ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.56 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.43 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 5.6 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ดังภาพที่ 20 (ซ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบกวางป่า 0.61 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.44 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารชั่วคราวประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าประมาณ 0.03

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 0.2 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับชนิดป่าดังภาพที่ 20 (ข) พบว่ามีโอกาสพบกวางป่าใน ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าอื่นๆ ในโอกาสที่เท่ากันคือ 0.55 แต่เมื่ออยู่ในบริเวณป่าเบญจพรรณจะมีโอกาสพบกวางป่า 0.52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากแหล่งโป่งซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 2.0 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับระยะทางห่างจากแหล่งโป่ง เมื่ออยู่ใกล้บริเวณแหล่งโป่งจะมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.51 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งจะมีโอกาสในการพบกวางป่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่ง ประมาณ 3,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าเข้าใกล้ 0.53 และเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 6,500 เมตรจะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าประมาณ 0.55 ดังภาพที่ 20 (ซ)

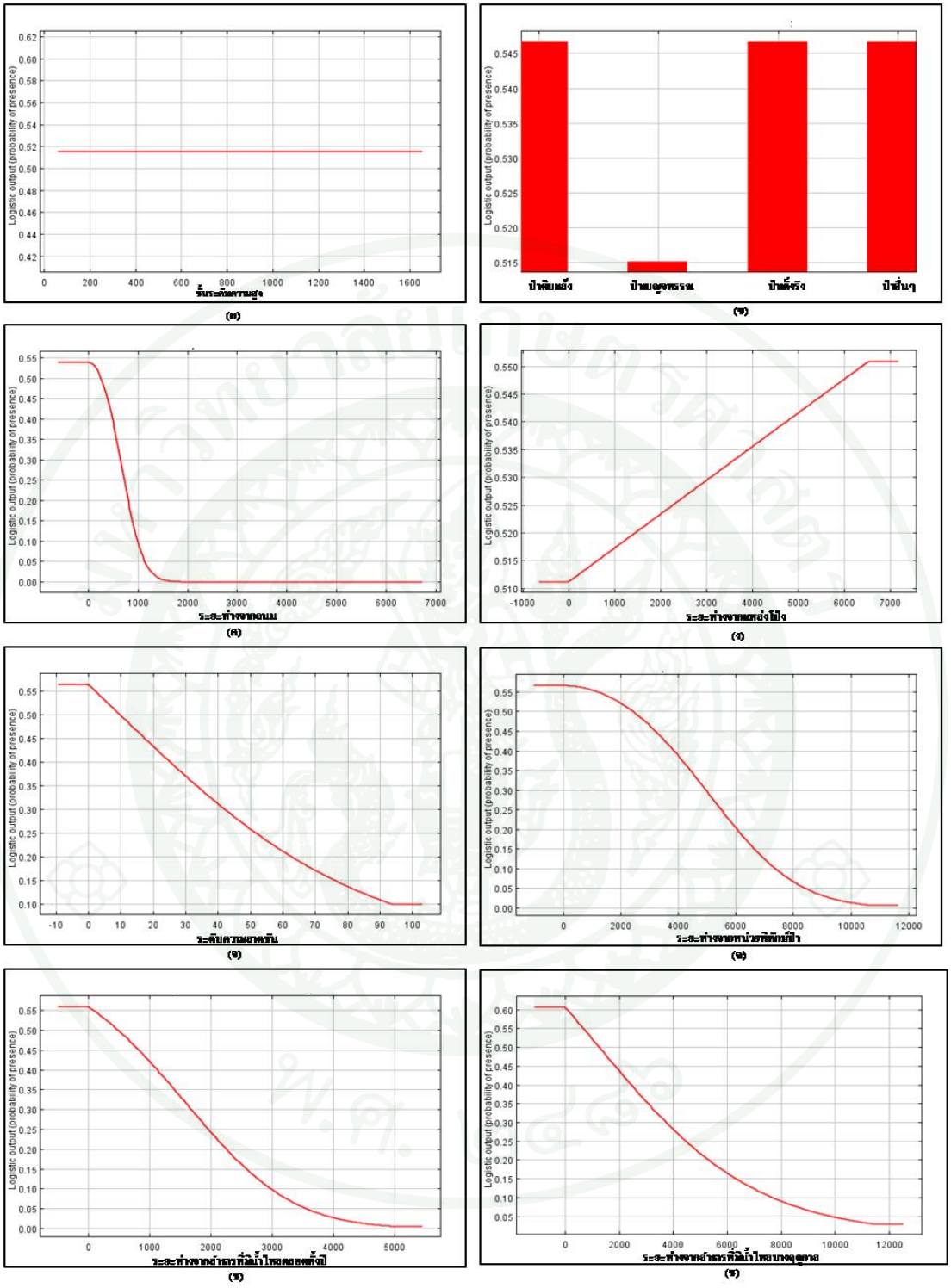
ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 2.1 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับชั้นระดับความสูง (ภาพที่ 20 (ก)) พบว่าแต่ละพื้นที่ที่มีระดับความสูงแตกต่างกันจะมีโอกาสในการพบกวางป่าเท่ากันที่ 0.52

ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 4.3 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับความลาดชันของพื้นที่ดังภาพที่ 20 (จ) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบกวางป่า 0.56 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 50% จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.25 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 90% จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่า 0.10

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่ามาก ร้อยละ 18.7 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าดังภาพที่ 20 (ฉ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบกวางป่า 0.56 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.53 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่ามากถึงที่สุด ร้อยละ 29.8 เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของกวางป่ากับระยะทางห่างจากถนนดังภาพที่ 20 (ค) พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.10 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 1,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

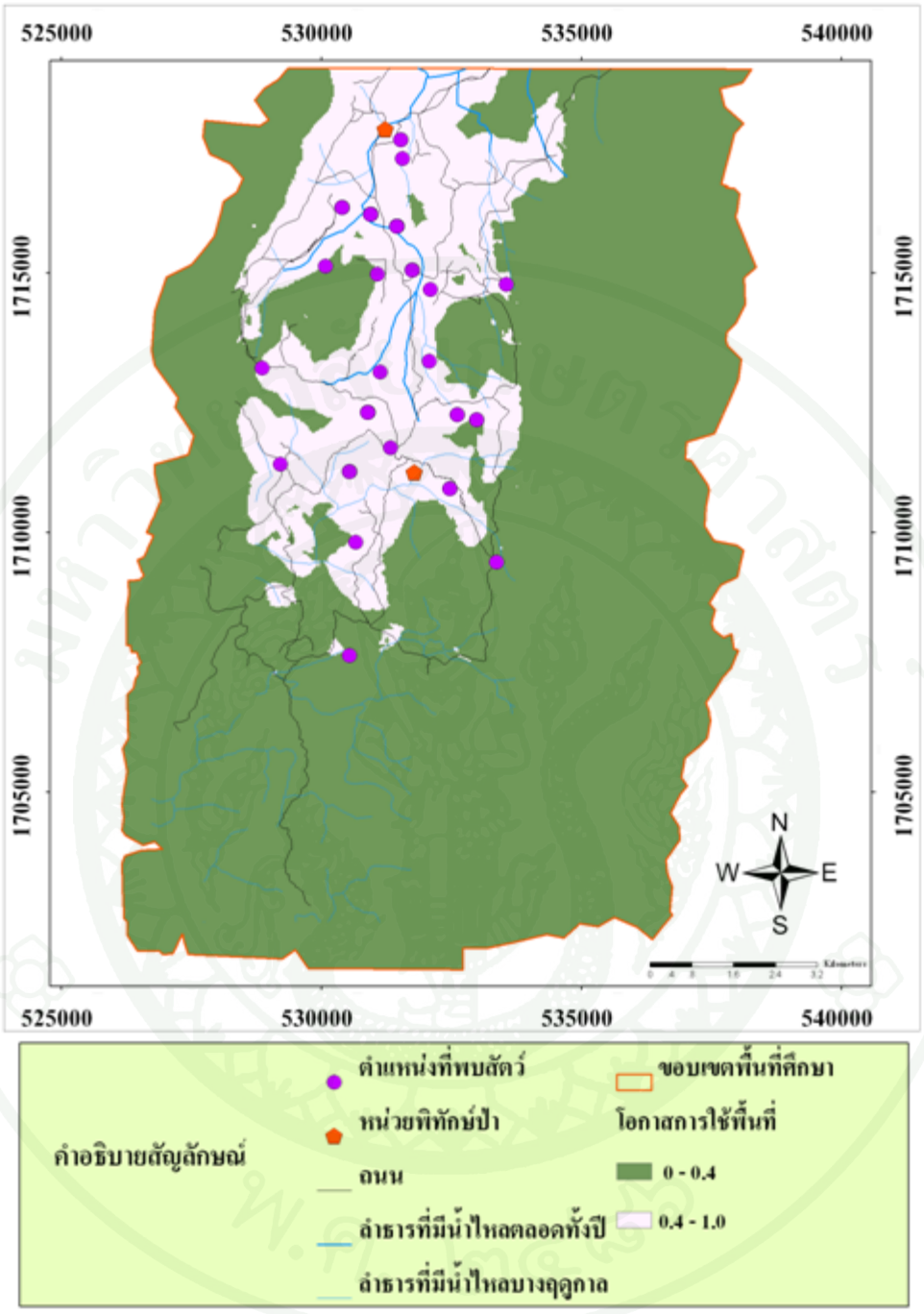


ภาพที่ 20 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของกวางป่า (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบกวางป่า กระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 33.91 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 18.84 ของพื้นที่ศึกษาตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า แนวถนนและสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและเป็นแหล่งหาอาหารได้ และกระจายตามแนวลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ดังภาพที่ 21 จากการสำรวจยังพบว่าสามารถบันทึกภาพกวางป่าด้วยกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ได้ทั้งหมด 53 ครั้ง โดยสามารถจำแนกช่วงเวลาที่พบและความถี่ที่พบได้ดังตารางผนวกที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของเก้ง ได้แก่ ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่ามากที่สุดร้อยละ 40.4 พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.56 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.43 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่า มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่าร้อยละ 29.8 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.54 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.10 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า ร้อยละ 18.7 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบกวางป่าถึง 0.56 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบกวางป่าลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบกวางป่า 0.53 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าประมาณ 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบกวางป่ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของกวางป่าเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 สัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกลุ่มสัตว์กีบคู่ จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ มากถึงร้อยละ 69.8 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ร้อยละ 9.1 ความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 8.7 และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 8.7 ขณะที่ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏน้อยมาก และค่ากราฟโอกาสในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าเมื่อแยกตามชนิดปัจจัยแวดล้อมได้ผลดังนี้

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 5.6 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ดังภาพที่ 22 (ซ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.50 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลงเล็กน้อย โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.47 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลมากกว่า 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่า 0.33

ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกลุ่มสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 8.7 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ดังภาพที่ 22 (ซ) พบว่า เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.50 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.35 และเมื่อระยะทางห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีประมาณ 5,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่า 0.05

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 2.3 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับชนิดป่า ดังภาพที่ 22 (ข) พบว่าโอกาสพบสัตว์กีบคู่ในป่าเต็งรังมีค่าสูงสุดประมาณ 0.56 ป่าดิบแล้งมีค่าประมาณ 0.50 ป่าเบญจพรรณ มีค่าประมาณ 0.44 และป่าอื่นๆ มีค่าประมาณ 0.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะห่างจากแหล่งโป่งซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 0.3 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับระยะทางห่างจากแหล่งโป่ง เมื่ออยู่ใกล้บริเวณแหล่งโป่งจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.42 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 1,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่า 0.45 และเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 6,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่า 0.83 ดังภาพที่ 22 (ซ)

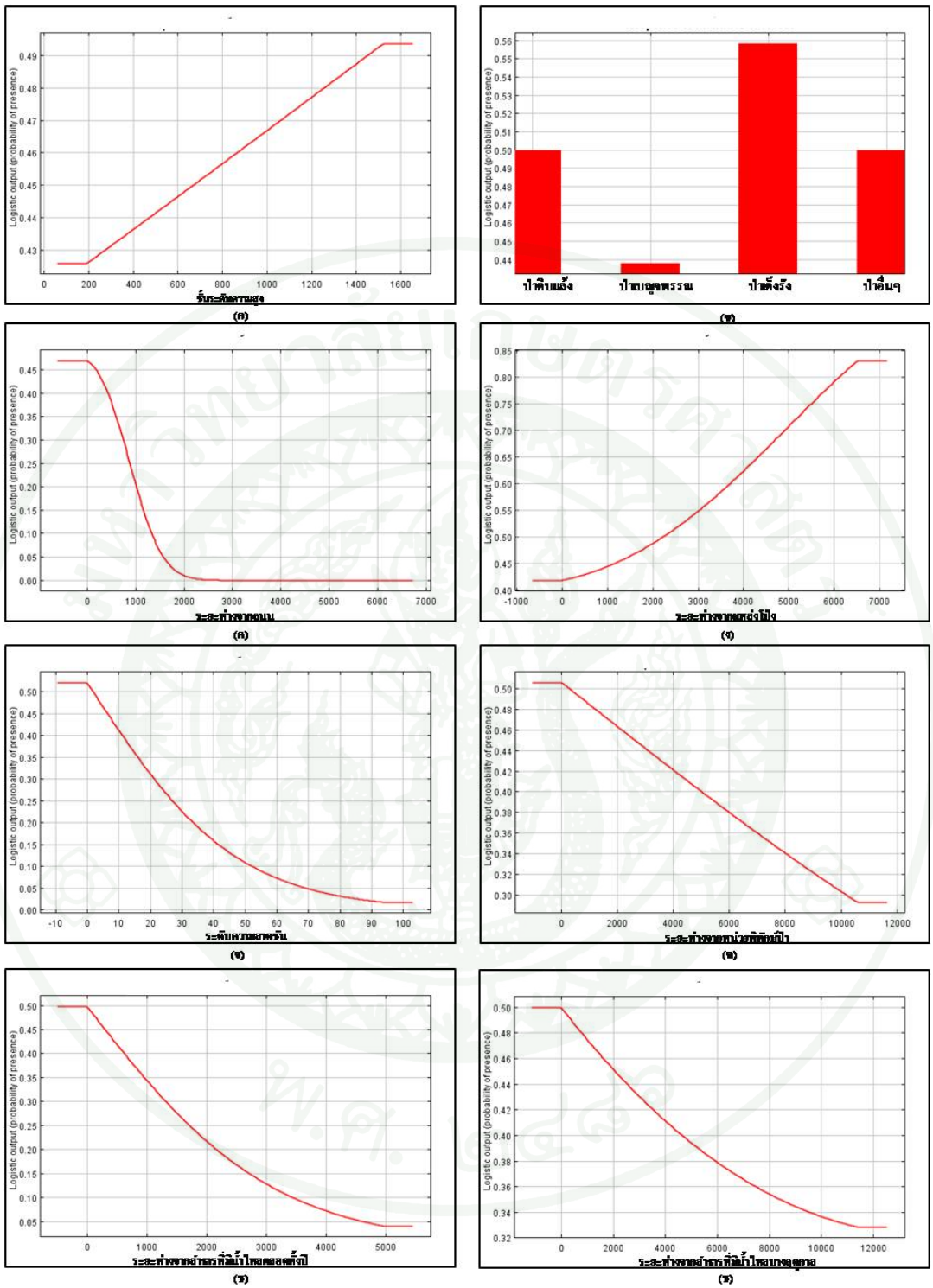
ชั้นระดับความสูงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 0.8 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับชั้นระดับความสูง ดังภาพที่ 22 (ก) พบว่าพื้นที่มีความสูง 200 เมตร มีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.43 พื้นที่มีความสูง 500 เมตร มีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.44 และพื้นที่มีความสูง 1,500 เมตร มีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.50

ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 8.7 และเมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่ กับความลาดชันของพื้นที่ ดังภาพที่ 22 (จ) พบว่าเมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.53 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 50% จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.1 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 90% จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่าน้อยกว่า 0.03

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่มาก ร้อยละ 3.9 จากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่กับระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ดังภาพที่ 22 (ฉ) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.51 แต่เมื่อออกห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.48 และเมื่อระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 11,000 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่า 0.29

ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่มากที่สุด ร้อยละ 69.8 เมื่อดูจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่ กับระยะทางห่างจากถนน ดังภาพที่ 22 (ค) พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ถึง 0.47 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.20 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 2,500 เมตรจะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

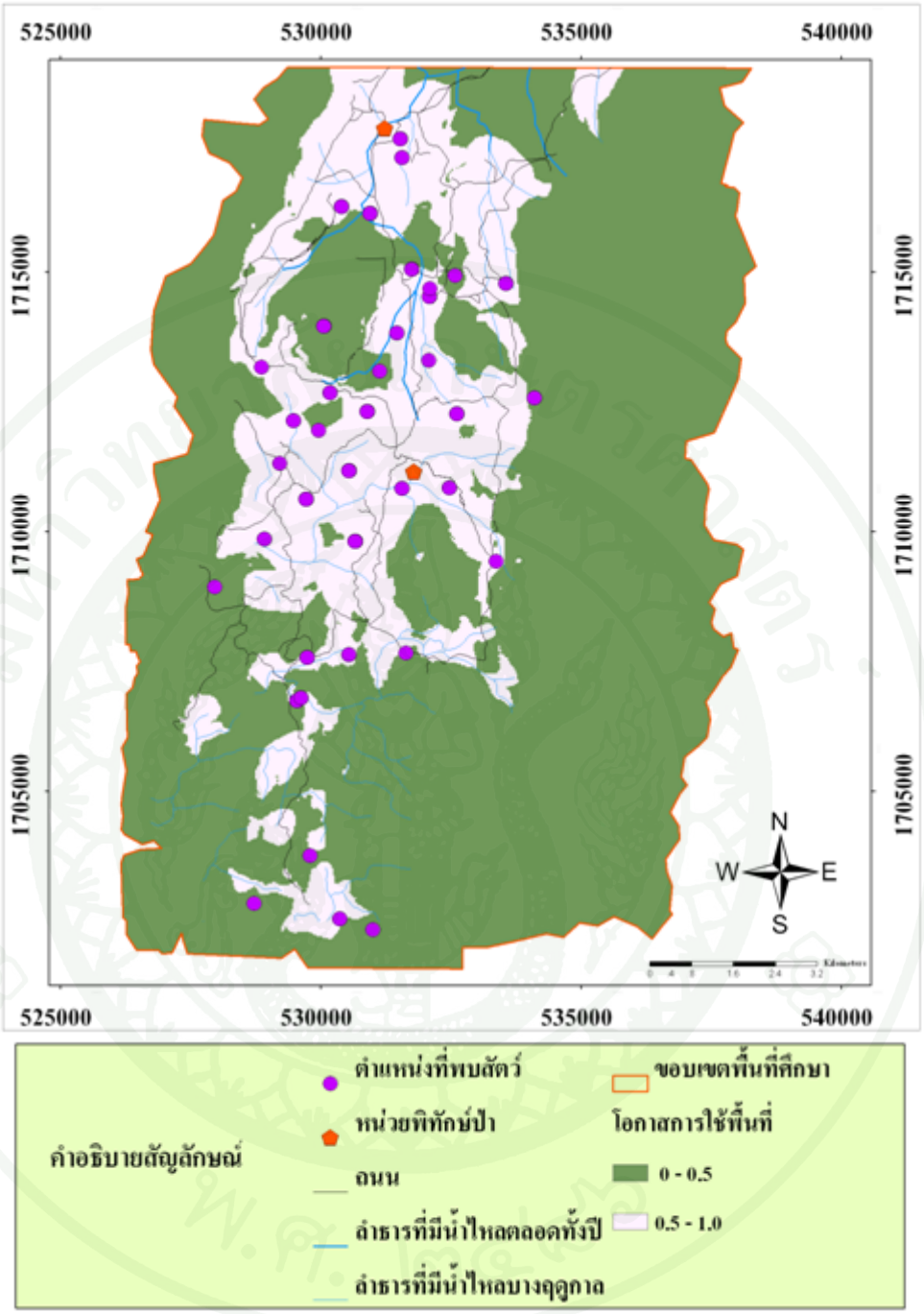


ภาพที่ 22 อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อโอกาสในการปรากฏของสัตว์กีบคู่ (ก) ชั้นระดับความสูง (ข) ชนิดป่า (ค) ระยะห่างจากถนน (ง) ระยะห่างจากแหล่งโป่ง (จ) ระดับความลาดชัน (ฉ) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (ช) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี (ซ) ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ กระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 47.06 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 26.14 ของพื้นที่ศึกษาตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำทั้งหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าและสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและแหล่งอาหารได้และบริเวณป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่งเหมาะกับการทำกิจกรรมและเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์กีบคู่ ดังภาพที่ 23 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกลุ่มสัตว์กีบคู่ จากตารางแสดงค่า Percent Contribution (ตารางที่ 12) ที่ได้จากค่า Heuristic Estimate ร่วมกับค่ากราฟที่ได้จากการทดสอบ jackknife และการดูกราฟค่าโอกาสในการใช้พื้นที่จากผลลัพธ์ในโปรแกรม MaxEnt ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่พบว่า ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ มากถึงร้อยละ 69.8 พบว่าเมื่ออยู่ใกล้บริเวณถนนมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ถึง 0.47 แต่เมื่อออกห่างจากถนนจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าห่างจากถนน 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.20 และเมื่อระยะทางห่างจากถนนประมาณ 2,500 เมตร จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ร้อยละ 9.1 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.50 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลงตามระยะทาง โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.35 ความลาดชันของพื้นที่ 8.7% เมื่ออยู่ในบริเวณที่ราบจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.53 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันของพื้นที่มากขึ้นจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลง โดยถ้าความลาดชันของพื้นที่ 50% จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.1 และเมื่อความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 90% จะพบว่าโอกาสที่พบสัตว์กีบคู่มีค่าน้อยกว่า 0.03 และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์กีบคู่ ร้อยละ 5.1 เมื่ออยู่ใกล้บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสพบสัตว์กีบคู่ 0.50 แต่เมื่อออกห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาลจะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ลดลงเล็กน้อย โดยถ้าห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล 1,000 เมตร จะมีโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่ 0.47 ขณะที่ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการปรากฏน้อยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 แผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่มเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี cross validation มาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง โดย 5 folds cross validation เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เนื่องจากมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองชุด คือ training data และ testing data ในอัตราส่วน 80: 20 ดังนั้นข้อมูลร้อยละ 80 จะถูกใช้ทดลองในแบบจำลอง ขณะที่ข้อมูลที่เหลือร้อยละ 20 จะถูกเก็บไว้ตรวจสอบความถูกต้อง การศึกษาการกระจายของสัตว์ที่ได้จากข้อมูลการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์นั้นข้อมูลส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 30) เนื่องจากสัตว์ใกล้สูญพันธุ์บางชนิดมีพฤติกรรมหลบซ่อนและพบเห็นได้ยาก ดังนั้นการเลือกวิธีการ 5 folds cross validation จึงมีความเหมาะสมในการศึกษาสัตว์หายากหรือกลุ่มสัตว์ที่สนใจเหล่านี้ เนื่องจากเมื่อแบ่งข้อมูลแล้วจะได้ข้อมูลทั้งหมด 5 ชุดไม่ซ้ำกัน หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ซ้อนทับ (overlay analysis) ข้อมูลที่ได้แบ่งไว้ทั้ง 5 ชุด ลงบนแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ทั้ง 7 กลุ่ม เพื่อหาค่าเฉลี่ยร้อยละความถูกต้องของแบบจำลองเมื่อแบ่งค่าโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เป็น 2 ระดับ ผลการตรวจสอบความถูกต้องเฉลี่ยได้ผลตามตารางที่ 13

โดยแบบจำลองของกวางป่ามีความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ความถูกต้อง 2 ระดับ พบว่าความถูกต้องของแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม มีค่าร้อยละความถูกต้องของแบบจำลอง เท่ากับ 59.52 ขณะที่เสือดาว มีค่าร้อยละความถูกต้องเท่ากับ 66.39 ส่วนแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของเสือโคร่ง มีค่าร้อยละความถูกต้องเท่ากับ 53.33 แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของแมวดาว มีค่าร้อยละความถูกต้องเท่ากับ 45.00 ขณะที่กลุ่มสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม มีค่าร้อยละความถูกต้องสูงสุดเท่ากับ 71.00 แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของเก้ง มีค่าร้อยละความถูกต้องเท่ากับ 50 แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกวางป่า มีค่าร้อยละความถูกต้องเท่ากับ 66.00

จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองด้วยค่า AUC ซึ่งได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรม MaxEnt พบว่ามีค่าพื้นที่ใต้กราฟอยู่ระหว่าง 0.5-1.0 ค่า AUC ที่เข้าใกล้ 0.5 แสดงว่าแบบจำลอง มีความน่าเชื่อถือต่ำ ในทางกลับกันถ้าค่า AUC เข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือสูง (Engler *et al.*, 2004) เมื่อทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของเสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว เก้ง กวางป่า สัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม และสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม โดยค่า AUC ของสัตว์เท่ากับ 0.872, 0.757, 0.713, 0.840, 0.878, 0.778 และ 0.829 ตามลำดับ พบว่าแบบจำลองมีความเหมาะสม มีความน่าเชื่อถือ ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือได้ผลตามตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่เมื่อตรวจสอบด้วยวิธีการ cross validation และวิเคราะห์ซ้อนทับและการดูค่าพื้นที่ใต้กราฟ AUC

การตรวจสอบ	สัตว์กินเนื้อ				สัตว์กีบคู่		
ความถูกต้อง	เสือดาว	เสือโคร่ง	แมวดาว	ทั้งกลุ่ม	เก้ง	กวางป่า	ทั้งกลุ่ม
ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย (2 ระดับ)*	66.39	53.33	45	59.52	50	66	71
ค่าความน่าเชื่อถือ**	0.872	0.757	0.713	0.778	0.84	0.878	0.829

หมายเหตุ * เมื่อตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี cross validation และการวิเคราะห์การซ้อนทับ
** เมื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยค่าพื้นที่ใต้กราฟ AUC

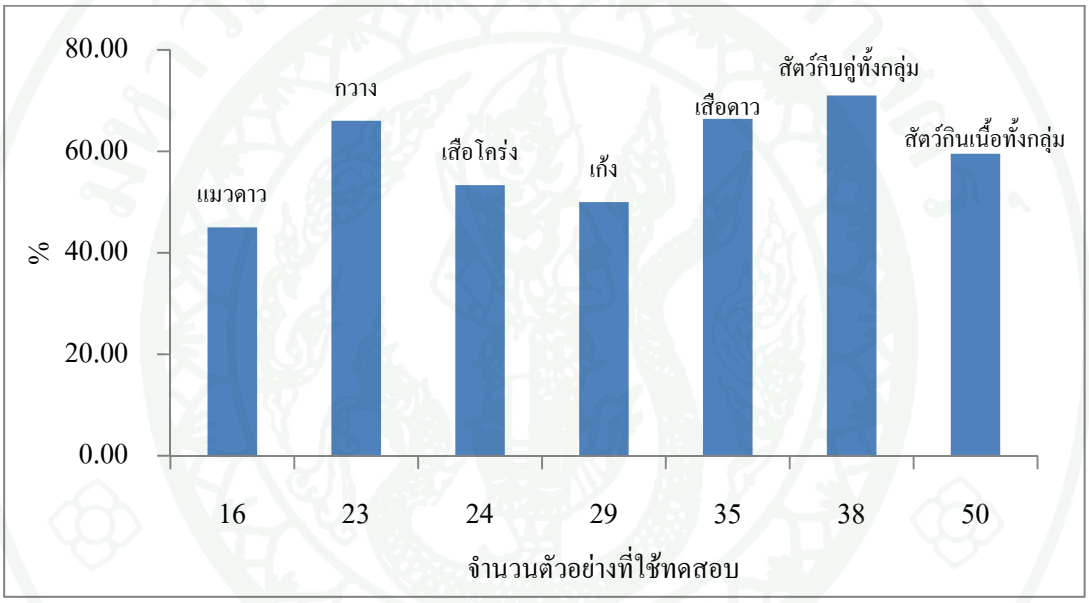
ตารางที่ 14 การแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองและผลลัพธ์ที่ได้

ลำดับ	ชนิดสัตว์	จำนวนกล้อง	ข้อมูลร้อยละ 20	ข้อมูลร้อยละ 80	ค่า AUC	แบ่งโอกาสเป็น 2 ระดับ
1	สัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม*	62	12	50	0.778	59.52
2	เสือดาว	44	9	35	0.872	66.39
3	เสือโคร่ง	30	6	24	0.757	53.33
4	แมวดาว	20	4	16	0.713	45.00
5	สัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม*	48	10	38	0.829	71.00
6	เก้ง	36	7	29	0.840	50.00
7	กวางป่า	29	6	23	0.878	66.00

หมายเหตุ * จุดตั้งกล้องพบสัตว์มากกว่า 1 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

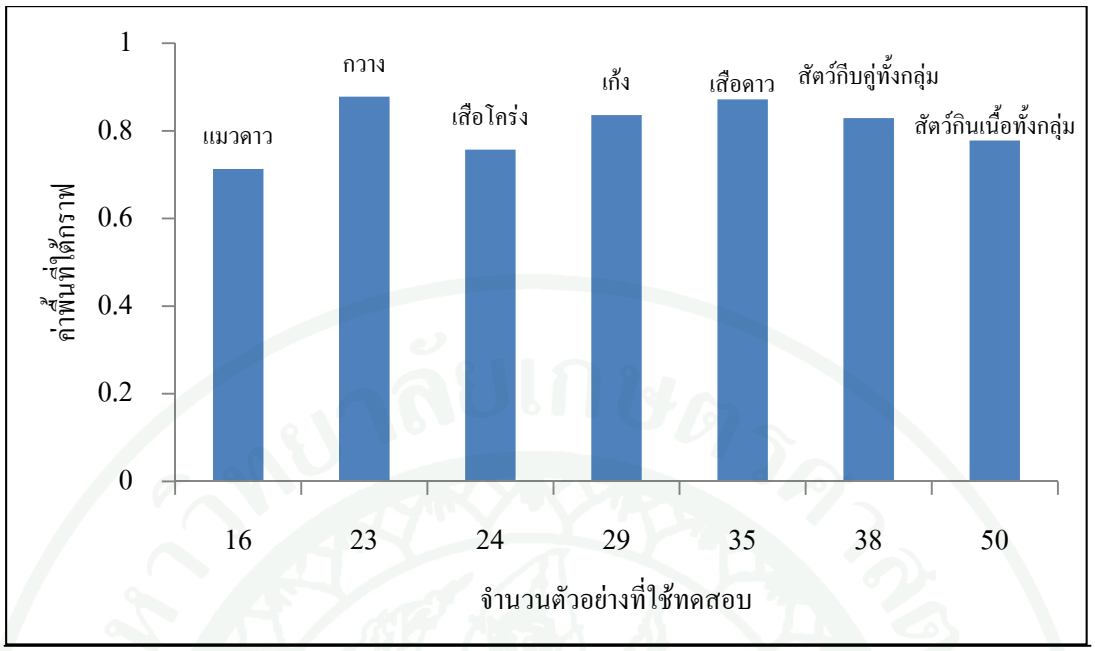
เมื่อนำข้อมูลที่ใช้ทดลองในแบบจำลอง MaxEnt ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่กับผลลัพธ์จากการตรวจสอบความถูกต้อง จากการวิเคราะห์ซ้อนทับเมื่อทำการแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าออกเป็น 2 ระดับ มาสร้างเป็นกราฟเพื่อแสดงข้อมูล ดังภาพที่ 24 พบว่าค่าความถูกต้องของแบบจำลองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่มีค่าความถูกต้องของแบบจำลองอยู่ระหว่างร้อยละ 50-70 มีเพียงแบบจำลองของแมวดาวเท่านั้นที่มีค่าความถูกต้องของแบบจำลองที่ร้อยละ 45 โดยสัตว์กีบคู่ที่มีขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 38 เป็นแบบจำลองที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุด ขณะที่แบบจำลองของแมวดาวที่มีขนาดตัวอย่างน้อยที่สุด คือ 16 เป็นแบบจำลองที่มีค่าความถูกต้องน้อยที่สุดโดยเมื่อแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าออกเป็น 2 ระดับ มีค่าความถูกต้องที่ร้อยละ 45



ภาพที่ 24 ผลลัพธ์จากการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการวิเคราะห์ซ้อนทับ เมื่อทำการแบ่งโอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าออกเป็น 2 ระดับ

ขณะที่กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบในแบบจำลอง MaxEnt ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่กับค่า AUC ดังภาพที่ 25 พบว่า ค่า AUC ของแบบจำลองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่มีค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองอยู่ระหว่าง 0.70-0.88 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือโดยกวางป่า ถึงแม้จะมีตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 23 แต่มีค่า AUC ที่สูงสุด คือ 0.878 ส่วนแมวดาวที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 16 ก็มีค่า AUC น้อยที่สุดที่ 0.713

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 ค่า Area Under Curve (AUC) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MaxEnt ตามขนาดตัวอย่างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบความถูกต้องเฉลี่ยด้วยเทคนิค 5 folds cross validation และการวิเคราะห์ซ้อนทับ กับค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองจากการพิจารณาพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากโปรแกรม MaxEnt จะพบว่าขนาดตัวอย่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าความถูกต้องของแบบจำลองโดยถ้าขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะได้รับการยอมรับมากกว่าตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 30) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ทดสอบและใช้ทดลองในแบบจำลองมีมาก แต่แบบจำลองที่มีตัวอย่างขนาดใหญ่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะให้ค่าความถูกต้องและค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่สูงกว่าแบบจำลองขนาดเล็กเสมอ โดยลักษณะการเกาะกลุ่มหรือการกระจายของจุดและตำแหน่งที่พบสัตว์กับการวางตัวของปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ศึกษานั้น ส่งผลต่อค่าความถูกต้องและค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองและขนาดตัวอย่างที่เท่ากันก็มีค่าความถูกต้องและค่าความน่าเชื่อถือที่แตกต่างกันได้ จากจำนวนตัวอย่างตั้งแต่ 16 จนถึง 50 พบว่าค่าความถูกต้องและค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ อนึ่งการใช้กล้องดักถ่ายภาพสัตว์เพื่อทำการเก็บข้อมูลควรคำนึงถึงพฤติกรรมของสัตว์และนิเวศวิทยา เนื่องจากอาจทำให้ได้ขนาดตัวอย่างที่เล็กเกินไปจนทำให้แบบจำลองมีความถูกต้องน้อยลง เช่น แมวดาว เป็นต้น ดังตารางที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสมจากความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ กับปัจจัยแวดล้อม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง แสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่พบจากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ ทั้งหมด 5 ชนิด โดยสามารถจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์กินเนื้อ (meat-eating mammals) 3 ชนิด ได้แก่ เสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว สัตว์กีบคู่ (even-toed ungulates) 2 ชนิด ได้แก่ เก้ง และกวางป่า นอกจากนั้นยังได้ประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่มและสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม โดยพบว่า

การกระจายของค่าโอกาสในการพบเสือดาวอยู่ตามแนวระยะห่างจากถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีค่าโอกาสในการพบสัตว์เป็นเป็นพื้นที่ประมาณ 31.61 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 17.56 ของพื้นที่ศึกษา กระจายต่อไปยังบริเวณห้วยเหลืองทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา โดยการกระจายของค่าโอกาสจะเกาะกลุ่มอยู่ตามเครือข่ายระยะห่างจากถนนตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือดาว คือ ระยะห่างจากถนน ร้อยละ 89.6 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ร้อยละ 4.2 และชั้นระดับความสูง ร้อยละ 3.5 มีค่าความถูกต้องแบบจำลอง ร้อยละ 66.39 เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาที่พบการปรากฏของเสือดาว พบว่าช่วงเวลาที่สามารถพบเห็นเสือดาว คือ ตั้งแต่เช้ามืดจนถึงพลบค่ำ และช่วงเวลา 06.00-08.00 น. มีความถี่ในการพบเสือดาวมากที่สุด

การกระจายของค่าโอกาสในการพบเสือโคร่งอยู่กระจายทั่วบริเวณเป็นพื้นที่ประมาณ 43.76 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 24.31 ของพื้นที่ศึกษาโดยเฉพาะตามบริเวณระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า เครือข่ายระยะห่างจากถนน ป่าแต็งรังและป่าเบญจพรรณ ตั้งแต่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามแนวระยะห่างจากถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาจนถึงทิศใต้บริเวณลุ่มน้ำสาขาคลองคลอ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเสือโคร่ง คือ ระยะห่างจากถนนร้อยละ 43.0 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ร้อยละ 35.8 ชนิดป่า ร้อยละ 13.2 และระยะห่างจากแหล่งโป่ง ร้อยละ 5.6 มีค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 53.33 เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาที่พบการปรากฏของเสือโคร่ง สามารถพบเห็นเสือโคร่งได้ทั้งวัน ตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00-10.00 น. มีความถี่ในการพบเสือโคร่งมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายของค่าโอกาสในการพบแมวดาวกระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 39.35 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 21.86 ของพื้นที่ศึกษาโดยเฉพาะตามบริเวณระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าไปตามแนวระยะห่างจากถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาและค่าโอกาสยังกระจายไปทางทิศตะวันออกไปบริเวณแนวเขาใหญ่ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของแมวดาว คือ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ร้อยละ 83.1 ความลาดชันของพื้นที่ 7.1% ชนิดป่า ร้อยละ 4.7 และระยะห่างจากถนน ร้อยละ 2.4 มีค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 45 เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาที่พบการปรากฏของแมวดาว สามารถพบเห็นแมวดาวเฉพาะตอนกลางคืนตั้งแต่ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. มีความถี่ในการพบแมวดาวมาก

การกระจายของค่าโอกาสในการพบเก้งกระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 51.58 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 28.66 ของพื้นที่ศึกษาตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำบริเวณระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า แนวระยะห่างจากถนน และสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและเป็นแหล่งหาอาหารได้ และค่าโอกาสการปรากฏของเก้งยังกระจายไปตามป่างเช่นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณซึ่งเป็นป่าโปร่งตลอดทั้งตามแนวลำธารในพื้นที่ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเก้ง คือ ระยะห่างจากถนน ร้อยละ 63.2 ความลาดชันของพื้นที่ 16.4% ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ร้อยละ 6.5 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ร้อยละ 5.6 มีค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาที่พบการปรากฏของเก้งสามารถพบเห็นเก้งได้ตลอดทั้งวัน ขณะที่ช่วงเวลา 08.00-10.00 น. มีความถี่ในการพบเก้งมาก

การกระจายของค่าโอกาสในการพบกวางป่าเป็นพื้นที่ประมาณ 33.91 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 18.84 ของพื้นที่ศึกษา การกระจายพบมากตั้งแต่ตอนกลางไปทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษาโดยกระจายตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำบริเวณระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า แนวระยะห่างจากถนน และสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและเป็นแหล่งหาอาหารได้ และกระจายตามแนวระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางป่า คือ ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ร้อยละ 40.4 ระยะห่างจากถนน ร้อยละ 29.8 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ร้อยละ 18.7 มีค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 66.00 เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาที่พบการปรากฏของกวางป่าสามารถพบเห็นกวางป่าในตอนกลางคืนและตอนเช้าขณะที่ช่วงเวลา 18.00-20.00 น. มีความถี่ในการพบกวางป่ามากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขณะที่ผลลัพธ์จากการประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่มและสัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่มพบว่าการกระจายของค่าโอกาสในการพบสัตว์กินเนื้อเป็นพื้นที่ประมาณ 49.15 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 27.31 ของพื้นที่ศึกษา อยู่รอบบริเวณระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษามาตามแนวระยะห่างจากถนนตรวจการผ่านหุบเขาไปยังสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีค่าโอกาสในการพบสัตว์เป็นบริเวณกว้างและกระจายต่อไปยังบริเวณเขาใหญ่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลสูงต่อกลุ่มสัตว์กินเนื้อ ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ร้อยละ 49.8 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ร้อยละ 35.5 และชั้นระดับความสูง ร้อยละ 10.8 โดยค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 59.52 การกระจายของค่าโอกาสในการพบสัตว์กีบคู่กระจายเป็นพื้นที่ประมาณ 47.06 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 26.14 ของพื้นที่ศึกษาตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำทั้งระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่าและสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและแหล่งอาหารได้ และบริเวณป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่งเหมาะกับการทำกิจกรรมและเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์กีบคู่ส่วนปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อกลุ่มสัตว์กีบคู่ ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ร้อยละ 69.8 ระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ร้อยละ 9.1 ความลาดชันของพื้นที่ 8.7% และระยะห่างจากลำธารที่มีน้ำไหลบางฤดูกาล ร้อยละ 5.1 โดยค่าความถูกต้องของแบบจำลอง ร้อยละ 71 นอกจากนั้นเมื่อนำแผนที่โอกาสมาตรวจสอบการใช้ประโยชน์พื้นที่ร่วมกันของกลุ่มสัตว์กินเนื้อและสัตว์กีบคู่พบว่ามีพื้นที่ซ้อนทับกันเป็นเนื้อที่ประมาณ 38.56 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 21.42 ของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ซ้อนทับอยู่ตามบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำทั้งระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า หุบเขานางรำ และสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำซึ่งเป็นที่เปิดโล่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยและแหล่งอาหารได้และบริเวณป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่ง

เมื่อนำแบบจำลองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ได้มาพิจารณาความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยใช้ค่า AUC พบว่า แบบจำลองของ เสือดาว เสือโคร่ง แมวดาว สัตว์กินเนื้อทั้งกลุ่ม เก้ง กวางป่า สัตว์กีบคู่ทั้งกลุ่ม มีค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองเท่ากับ 0.87, 0.76, 0.71, 0.78, 0.84, 0.88 และ 0.83 ตามลำดับ โดยทุกแบบจำลองมีค่าระหว่างร้อยละ 70-90 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ

ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะห่างจากลำธาร และความลาดชันของพื้นที่ เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลสูงต่อการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษาลำธารเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่ศึกษาเนื่องจากลำธารเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนระยะห่างจากถนนเป็นพื้นที่เปิดโล่งและเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญตามระบบนิเวศวิทยา เนื่องจากเป็นบริเวณที่ทำให้สัตว์ที่ไม่กินเนื้อสามารถหาอาหารและสามารถหลบหนีสัตว์ผู้ล่าขณะที่สัตว์กินเนื้อก็มีโอกาสที่จะพบเหยื่ออีกทั้งระยะห่างจากถนนยังมีเครือข่ายอยู่ทั่วบริเวณศึกษา สำหรับระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าถึงแม้จะเป็นแหล่งอาศัยของมนุษย์แต่บริเวณนี้ยังเป็นแหล่งอาหารของ หนู แมลง หรือสัตว์ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์บางชนิด รวมทั้งเป็นแหล่งหลบภัยที่สำคัญของสัตว์ไม่กินเนื้อจากผู้ล่า และความลาดชันของพื้นที่น้อยหรือบริเวณที่ราบมีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสูง ขณะที่ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลรองลงมา ได้แก่ ชั้นระดับความสูง ระยะห่างจากแหล่งโป่ง ชนิดป่า เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับถิ่นอาศัยเฉพาะและพฤติกรรมเฉพาะของสัตว์ อย่างเช่น การรวมกลุ่ม ลักษณะการดำรงชีวิต แหล่งอาศัยเฉพาะ หรือลักษณะการหาอาหารและการล่าเหยื่อ ดังนั้นการเข้าใจในแหล่งน้ำ แหล่งอาหาร และพฤติกรรมเฉพาะของสัตว์ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการศึกษาการปรากฏของสัตว์ป่า เพื่อให้ทราบถึงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

1.1 การเก็บข้อมูลควรเก็บให้กระจายครอบคลุมลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายและให้จำนวนตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเพื่อลดความอคติและสร้างแบบจำลองที่มีความถูกต้องมากขึ้นในการทำนายการกระจายของชนิดสัตว์

1.2 การเก็บข้อมูลในครั้งนี้เก็บเฉพาะข้อมูลในช่วงฤดูแล้งเท่านั้น ดังนั้นการที่จะทำให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ควรทำการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ตลอดทั้งปีเพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

2. การใช้ผลจากการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมด้วย MaxEnt อัลกอริทึมเพื่อการวางแผนจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

2.1 ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะห่างจากลำธาร และความลาดชันของพื้นที่ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่โดยถนนหน่วยพิทักษ์ป่า โดยเป็นพื้นที่เปิดโล่ง และเป็นแหล่งกำบังหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หาอาหารของสัตว์บางชนิด และลำธารเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในการดำรงชีพของสัตว์ในพื้นที่ ขณะที่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะอาศัยอยู่ตามพื้นที่ราบมีความลาดชันต่ำ เนื่องจากมีแหล่งน้ำกระจายอยู่และยังเหมาะสมในการทำกิจกรรมเฉพาะ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาและทำความเข้าใจพฤติกรรมสัตว์ป่ายังคงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เข้าใจและใช้อธิบายการใช้ประโยชน์พื้นที่ของสัตว์ป่า

2.2 การศึกษาครั้งนี้ทำการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ตามเครือข่ายถนน เนื่องจากเป็นบริเวณที่เข้าถึงได้ง่าย ทำให้ค่า percent contribution ของถนน มีค่าที่สูงและมีอิทธิพลต่อการปรากฏเมื่อเทียบกับปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ

3. การประยุกต์ใช้ MaxEnt อัลกอริทึม ในการศึกษาการกระจายของสัตว์ป่าต่อไป

3.1 การประยุกต์ใช้ MaxEnt อัลกอริทึมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาการกระจายของสัตว์ป่าครั้งนี้เป็นการรวมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองจากภายนอกในระดับการแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่างระบบ เพื่อให้เกิดการรวมแบบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นต้องใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อระหว่างระบบ โดยการใช้ Visaul Basic for Application (VBA) Python หรือ interpreter ตัวอื่น ในการจัดการฐานข้อมูลและการวิเคราะห์โดยการเขียนโปรแกรมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างฟังก์ชั่นในการเรียกดูและจัดการข้อมูลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีที่ทำให้เรียกข้อมูลได้รวดเร็ว และสะดวกอีกทั้งยังเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนางานวิจัยเฉพาะด้านที่ทั้งในด้านฐานข้อมูล หรือการวิเคราะห์เพิ่มเติมจากโปรแกรมหลัก และยังลดปัญหาในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างระบบ และเพื่อความถูกต้องของชุดข้อมูลมากขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ในระบบ

3.2 การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้วิธี 5 folds cross validation เป็นวิธีการในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เนื่องจากตัวอย่างมีขนาดเล็ก และสัตว์บางชนิดพบเห็นได้ยาก ถ้าขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่การเลือก 10 folds cross validation เป็นอีกวิธีการที่ได้รับการยอมรับในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่มาจาก machine learning เนื่องจากข้อมูลร้อยละ 90 ได้ถูกทดสอบในโปรแกรมและเหลือข้อมูลอีกร้อยละ 10 ในการตรวจสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 ค่า AUC ที่ได้จากผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม MaxEnt จะมีค่ามากเมื่อการกระจายของจุดที่ปรากฏสัตว์ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาหรือใกล้กับปัจจัยแวดล้อมที่พิจารณา โดยจำนวนจุดที่ปรากฏสัตว์มากสามารถให้ค่า AUC ที่น้อยกว่าจำนวนจุดที่ปรากฏสัตว์น้อยกว่า และเมื่อจุดที่ปรากฏสัตว์มีจำนวนเท่ากันยังพบว่าการกระจายของจุดที่ปรากฏสัตว์ยังส่งผลต่อค่า AUC ที่แตกต่างกัน

3.4 แบบจำลองที่มีค่า AUC มากกว่า 0.7 จะมีจุดหรือตำแหน่งที่ค่าโอกาสในการพบสัตว์สูงใกล้บริเวณจุดที่ปรากฏชนิดสัตว์และปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพล ขณะที่แบบจำลองที่มีค่า AUC ต่ำกว่า 0.7 จะมีค่าโอกาสในการพบสัตว์ที่มีค่าสูงกระจายไปทั่วทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา

3.5 วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการประเมินความถูกต้องและคัดเลือกแบบจำลองที่สร้างจาก MaxEnt อัลกอริทึม ยังต้องมีการศึกษาและทดลองในพื้นที่อื่นเพื่อการพัฒนาต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

แก้ว นวลฉวี และ สุภัค วงษ์ปาน. 2536. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสำรวจรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม**. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี. 2545. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2542. **สิ่งแวดล้อมของสัตว์ป่า (Environment of Wildlife)**. เอกสารประกอบการเรียนเทคนิคการสำรวจสัตว์ป่า. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2543**. การจัดการสัตว์ป่า (Wildlife Management).** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ และ ประทีป ด้วงแค. 2553. นิเวศวิทยาของการออกแบบแนวเชื่อมต่อสำหรับสัตว์ป่า: แนวความคิดในเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย**. 17(1): 1-25.

นนท์ เขียวหวาน. 2551. **การประเมินความหนาแน่นและการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2547**. สัตววิทยา (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม)**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปรีชา พรหมะกุล. 2546. **การใช้ถิ่นที่อาศัยและเหยื่อของเสือโคร่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันชัย อรุณประภารัตน์. 2541. **การกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

วิริยา ต๊ะปุก. 2548. **การตอบสนองในการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าต่อรูปแบบและการใช้ประโยชน์ถนนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศลิษา สถาปรวัฒน์ และ อลัน ราบิโนวิทซ์. 2538. **เสือ จ้าวแห่งนักล่า.** สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์สิทธิ์ ซิ้มเจริญ, สมพร พากเพียร และวันชัย อรุณประภารัตน์. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างเสือดาวกับปัจจัยแวดล้อมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย**. 14: 65-79.

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์. 2546. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ. 2536. **รวมบทคัดย่องานวิจัยที่ศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี**. สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์. 2538. สถานภาพและแนวโน้มของการพัฒนา Remote Sensing กับ GIS. น.45-57. ใน **"ดร. สถิต วัชรกิตติ อนุสรณ์" ครั้งที่ 5**. สำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2534. **จากห้วงอวกาศสู่แผ่นดินไทย.** สำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และมูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่า และพรรณพืชแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์. 2536. **พืชและสัตว์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุทิศ กุฎอินทร์. 2541. **นิเวศวิทยา พื้นฐานเพื่อการป่าไม้ (Ecology: Fundamental Basics in Forestry)**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Airola, A., T. Pahikkala, W. Waegeman, B. De Baets and T. Salakoski. 2011. An ecperimental comparison of cross-validation techniques for estimating the are under the ROC curve. **Comput Stat Data An** 55: 1828-1844.

Arlot, S. and A. Celisse. 2010. A survey of cross-validation procedures for model selection. **Statistics Surveys.** 4: 40-70.

Anderson, R. P., D. Lew and A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: Criteria for selecting optimal models. **Ecol Model**. 162: 211-232.

Austin, M. P. 2002. Spatial prediction of species distribution: An interace between ecological theory and statistical modeling. **Ecol Model**. 200: 1-19.

Burrough, P. A. 1992. Development of intelligent geographical information system. **IJGIS**. 6: 1-11.

Benz, U. C., P. Hofmann, G. Willhauck, I. Lingenfelder and M. Heynen. 2003. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **J Photogramm Remote Sens**. 58: 239-258.

Baldwin, R. A. 2009. Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. **Entropy**. 11(4): 854-866.

Busby, J. R. 1991. BIOCLIM-A Bioclimatic Analysis and Prediction System. *In* Margules, C. R. and M. P. Austin (eds.) **Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis**. CSIRO, Canberra.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Brotons, L., W. Thuiller, M. B. Araujo and A. H. Hirzel. 2004. Presence-absence versus presence-only modeling methods for predicting bird habitat suitability. **Ecography**. 27: 437-448.

Carpenter, G., A. N. Gillison and J. Winter. 1993. DOMAIN: A flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. **Biodiv. & Cons.** 2: 667-680.

Chefaoui, R. M., J. Hortal and J. M. Lobo. 2005. Potential distribution modeling niche characterization and conservation status assessment using GIS tool: a case study of Iberian Copris species. **Biol. Conserv**. 122: 327-338.

Collect, C. J. 1986. **In The field of Environments: GIS management and analysis: Geographical information technology**. UNDP/UNITAR and EPEL Training Program, Switzerland.

Costa G. C., C. Wolfe, D. B. Shepard, J. P. Caldwell and L. J. Vitt. 2008. Detecting the influence of climatic variables on species distributions: A test using GIS niche-based models along a steep longitudinal environmental gradient. **J. Biogeogr**. 35: 637-646.

Congalton, R. G. and K. Green. 1992. The ABCs of GIS: An introduction to geographic information system. **J. For**. 90(11): 16-17.

Djokic, D., A. Coates and J. Ball. 1996. Generic data exchange-integrating models and data providers. *In* **Proceedings of the 3rd international conference on integrating GIS and environmental modelling**, NCGIA, UC Santa Barbara.

Ekwal, I., S. P. S. Kushwaha and A. Singh. 2009. Evaluation of suitable tiger habitat in Chandoli National Park, India using multiple logistic regression. **International Symposium on "Spatial landscape modeling" from dynamic approach to functional evaluation**. Foulouse, France.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Elith, J., C. H. Graham, R.P. Anderson, M. Didik, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Mortiz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. S. Scachettipereira, R. E. Schapire, J. Sobero, S. Williams, M. S. Wisz, and N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species distribution from occurrence data. **Ecography**. 29: 129-151.

Engler, R., G. Guisan and L. Rechsteiner. 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **J. Appl Ecol**. 41: 263-274.

Fawcett, T. 2006. And introduction to ROC analysis. **Pattern Recog Lett**. 27: 861-874.

Ferrier, S., G. Watson, J. Pearce and M. Drielsma. 2002. Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiver-sity in northeast New South Wales. 1. Species-level modeling.Biodivers. **Conserv**. 11: 2275-2307.

Fischer, M. M. 1994. From conventional to knowledge-based geographic information systems. **Comput Environ Urban**. 18: 233-242.

Flowerdew, R. 1991. Spatial data integration. pp.245-250. *In* Maguire, D., M. F. Goodchild and D. Rhind (eds) **Geographical Information Systems**. Longman, London.

Friedman, J. H. 1991. Multivariate Adaptive Regression Splines. **Ann Stat**. 19: 1-67.

Friedman, J., T. Hastie and R. Tibshirani. 2000. Additive logistic regression: A statistical view of boosting (With discussion and a rejoinder by the authors). **Ann Stat**. 28: 337-407.

Glen, S. B., W. J. Rettie, R. J. Brooks and F. F. Mallory. 2007. Predicting the impacts of forest management on woodland caribou habitat suitability in black spruce boreal forest. **Forest Ecol Manag**. 245: 137-147.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Goodchild, M. F. 1993. The state of GIS for environmental problem Solving. pp.147-155. *In* Goodchild, M. J., B. O. Parks and L. T. Steyaert (eds) **Environmental modelling with GIS**. Oxford University Press, Oxford.

Guisan, A. and N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecol. Model**. 135: 147-186.

Hastie, T. and R. Tibshirani. 1990. **Generalized Additive Models**. Chapman & Hall, London.

Hekt, M. 2007. **Modelling of Habitat Suiability to predict the potential distribution of Erhard's Wall Lizard Podar erhardii on Crete**, Msc.Thesis. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherland.

Herbst, H. and V. Herbst. 2003. The development of an evaluation method using a geographic information system to determine the importance of wasteland sites as urban wildlife areas. **Landscape Urban Plan**. 77: 178-195.

Hernandez, P. A., C. H. Graham, L. L. Master and D. L. Albert. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Ecography**. 29: 773-785.

Hirzel, A. H., V. Helfer and F. Metral. 2001. Assessing habitat suitability models with a virtual species. **Ecol. Model**. 145: 111-121.

Hirzel, A. and A. Guisan. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling. **Ecol. Model**. 157: 331-341.

Hunter Jr., M. L. 1995. **Fundamentals of Conservation Biology**. Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hutchison, G. E. 1957. **Concluding remarks**. pp.415-427. *In* Proceedings of the Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology.

Jaynes, E. T. 1957. Information theory and statistical mechanics. **Phys. Rev.** 106: 620-630.

_____. 1990. Notes on present status and future prospects. pp.510-520. *In* Grandy Jr. W. T., L. H. Schick (eds.). **Maximum Entropy and Bayesian Methods**. Kluwer, The Netherlands.

Jathanna, D., K. U. Karanth and A. J. T. Johnsingh. 2003. Estimation of large herbivore densities in the tropical forests of southern India using distance sampling. **J. Zool**. 261: 285-290.

Weinman, J. J., A. Lidaka and S. Aggarwal. 2011. Large-Scale Machine Learning. **GPU Computing Gems**. 277-291.

Jones, C., W. L. Mcshea, M. J. Conroy and T. H. Kunz. 1996. **Capturing Mammals, Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Mammals**. Smiithsonian Institution Press, Washington.

Kirkby, M. J. 1996. A role for theoretical models in geomorphology?. pp.222-240. *In* Rhoads, B. L. and C. E. Thorn (eds). **The Scientific Nature of Geomorphology**. Wiley, Chichester.

Larson, S. 1931. The shrinkage of the coefficient of multiple correlation. **J. Educat. Psychol.** 22: 45-55.

Lekagul, B. and J. A. Mcneely. 1988. **Mammals of Thailand**. White Lotus Press, Bangkok.

Lovegrove, B. G. 2005. Seasonal thermoregulatory responses in mammals. **J. Comp Psysiol B**. 175(4): 231-247.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

McCullagh, P. and J. A. Nelder. 1989. **Generalized Linear Models**. Chapman & Hall, New York.

Morrison, J. C., W. Sechrest, E. Dinerstein, D. S. Wilcove and J. F. Lamoreux. 2007. Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. **J. Mammal** 88(6): 1363-1380.

Nagarkoti A. and T. B. Thapa. 2007. Distribution pattern and habitat preference of baking deer (*Muntiacus muntjac* Zimmermann) in Nagarjun forest, Kathmandu. **Himalaya J. Sci.** 4(6): 70-74.

Parks. B. O. 1993. The need for integration in Goodchild. pp.874-900. *In* Parks, M. J.and L. T. Steyaert (eds). **Environmental Modelling with GIS**. Oxford University Press, Oxford.

Pearson, R. G., C. J. Raxworthy, M. Nakamura and A. T. Peterson. 2006. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagacar. **J. Biogeogr**. 34: 102-117.

Phillips, S. J., M. Dudik, M. and R. E. Schapire. 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. pp.112-147. *In* **Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning**. Banff, Canada.

Phillips, S. J., M. Dudik. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography.** 31: 161-175.

Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol. Model**. 190: 231-259.

Phillips, S. J. 2008. **A Brief Tutorial on MaxEnt.** Available Source: http://www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt/tutorial/tutorial.doc, January 2, 2008.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Russell, G. 1992. The ABCs of GIS: An Introduction to geographic information systems. **J. For**. 90: 65-70.

Sadler, G. and A. Hamid. 1992. Integrated analytical tools to monitor the urban environment. pp.212-220. *In* Harts, J., H. Ottens and H. Scholten (eds). **Proceedings of EGIS'92.** EGIS Foundation, Utrecht.

Salzberg, S. 1997. On comparing classifiers: pitfalls to avoid and a recommended approach, **Data Min Knowl Disc**. 1(3): 317-328.

Santos, X., J. C. Brito, N. Sillero, J. M. Pleguezuelos, G. A. Llorente., S. Fahd and X. Parellada. 2006. Inferring habitat-suitability areas with ecological modeling techniques and GIS: A contribution to assess the conservation status of *Vipera latastei*. **Biol. Conserv**. 130(3): 416-425.

Stockwell, D. and D. Peters. 1999. The GARP modelling system: problem and solutions to automated spatial prediction. **IJGIS**. 13: 143-158.

Stoms, D. M., F. W. Davis and C. B. Cogon. 1992. Sensitivity of Wildlife Habitat Models to Uncertainties *In* GIS Data. **Photogramm Eng Rem Sens**. 58(6): 843-850.

Stone, M. 1974. Cross-validatory choice and assessment of statistical predictions. **J. Royal Stat. Soc.** 36(2): 111-147.

Swets, J. A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**. 240: 1285-1293.

Taber, R. D. and I. M. Cowan. 1971. Capturing and marketing wild animals. pp.250-260. *In* Giles, R. H. Jr., (ed). **Wildlife Management Techniques Manual. 3rd ed**. Wildlife Society, Washington, D.C.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wiens T. S., B. C. Dale , M. S. Boyce and G. P. Kershaw. 2008. Three way k-fold cross-validation of resource selection functions. **Ecol Model**. 212: 244-255.

Trisurat, Y., Bhumpakhan, N. and A. Patanavibool. 2549. Wildlife modeling in Thailand: Methods and Implications. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย.** 13(1): 201-221.

Tyre, A. J., B. Tenhumberg, S. A. Field, H. P. Possingham, D. Niejalke and K. Parris. 2003. Improving precision and reducing bias in biological surveys by estimating false negative error rates in presence-absence data. **Eco Appl**. 13: 1790-1801.

The Western Forest Complex Ecosystem Management Project. 2004. **GIS Database and Its Applications for Ecosystem Management The Western Forest Complex.** The Western Forest Complex Ecosystem Management Project. National Park, Wildlife and Conservation Department, Bangkok.

Wintle, B. A., J. Elith and J. M. Potts. 2005. Fauna habitat modeling and mapping: a review and case study in the Lower Hunter Central Coast region of NSW. **Austral Ecol**. 30: 719-738.

Wisz, M. S., R. J. Hijmans, J. Li, A. T. Peterson, C. H. Graham and A. Guisan. 2008. NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity Distrib**. 14: 763-773.

Zweig, M. H. and G. Campbell. 1993. Receiver-Operating Characteristic (ROC) Plots: A Fundamental Evaluation Tool Clinical Medicine. **Clin Chem.** 39(4): 561-577.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สรุปข้อมูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ชนิดสัตว์	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	รวม		% การกระจาย
				จำนวนครั้งที่พบ	จำนวนกล้อง	ด้วยกล้อง 97 ตัว
1	ชะมดหางปล้อง	Large Indian Civet	*Viverra zibetha*	143	58	59.79
2	เสือดาว	Leopard	*Panthera pardus*	76	44	45.36
3	เม่นใหญ่	Malayan Porcupine	*Hystrix brachyura*	87	39	40.21
4	เก้ง	Barking Deer	*Muntiacus muntjak*	75	36	37.11
5	เสือโคร่ง	Tiger	*Panthera tigris*	40	30	30.93
6	กวางป่า	Samba Deer	*Rusa unicolor*	56	29	29.90
7	หมูป่า	Wild Pig	*Sus scrofa*	28	21	21.65
8	ช้าง	Elephant	*Elephas maximus*	37	20	20.62
9	แมวดาว	Leopard Cat	*Prionailurus bengalensis*	27	20	20.62
10	สมเสร็จ	Malayan Tapir	*Tapirus indicus*	25	13	13.40
11	หมาใน	Asian Wild Dog	*Cuon alpinus*	15	13	13.40
12	หมาจิ้งจอก	Asiatic Jackal	*Canis aureus*	37	14	14.43
13	พังพอนกินปู	Crab Eating Mongoose	*Herpestes urva*	16	11	11.34
14	อีเห็นข้างลาย	Asian Palm Civet	*Paradoxurus hermaphroditus*	11	9	9.28
15	วัวแดง	Banteng	*Bos javanicus*	10	7	7.22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดสัตว์	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	รวม		% การกระจาย
				จำนวนครั้งที่พบ	จำนวนกล้อง	ด้วยกล้อง 97 ตัว
16	อีเห็นเครือ	Masked Palm Civet	*Paguma larvata*	8	7	7.22
17	ลิงกัง	Pig-tailed Macaque	*Macaca nemestrina*	3	3	3.09
18	เสือลายเมฆ	Clouded Leopard	*Neofelis nebulosa*	3	3	3.09
19	หมูหริ่ง	Hog Badger	*Arctonyx collaris*	3	2	2.06
20	กระทิง	Guar	*Bos gaurus*	2	2	2.06
21	หมีหมา	Malayan Sun Bear	*Helarctos malayanus*	2	2	2.06
22	หมี ควาย	Asiatic Black Bear	*Ursus thibetanus*	2	2	2.06
23	ชะมดแผงสันหางดำ	Large-spotted Civet	*Viverra megaspila*	1	1	1.03
24	เม่นหางพวง	Brush-tailed Porcupine	*Atherurus macrourus*	1	1	1.03
25	ลิงวอก	Rhesus Macaque	*Macaca mulatta*	1	1	1.03
26	เหี้ย	Water Monitor	*Varanus salvator*	1	1	1.03
27	แมวลายหินอ่อน	Marbled Cat	*Pardofelis marmorata*	1	1	1.03
28	เสือไฟ	Asian Golden Cat	*Catopuma temminckii*	1	1	1.03
29	กระต่ายป่า	Burmese Hare	*Lepus peguensis*	1	1	1.03
30	หมาไม้	Yellow Throated-Marten	*Martes flavigula*	1	1	1.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ช่วงเวลาในการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ศึกษา

ช่วงเวลาที่พบสัตว์	เสือดาว		เสือโคร่ง		แมวดาว		เก้ง		กวางป่า	
	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	ร้อยละ
00.00-02.00	1	1.32	2	5	4	14.81	3	4.23	6	11.32
02.00-04.00	1	1.32	4	10	7	25.93	6	8.45	5	9.43
04.00-06.00	5	6.58	3	7.5	4	14.81	3	4.23	4	7.55
06.00-08.00	14	18.42	5	12.5	0	0	7	9.86	6	11.32
08.00-10.00	8	10.53	7	17.5	0	0	12	16.9	4	7.55
10.00-12.00	6	7.89	3	7.5	0	0	10	14.08	0	0
12.00-14.00	8	10.53	2	5	0	0	4	5.63	0	0
14.00-16.00	11	14.47	2	5	0	0	5	7.04	0	0
16.00-18.00	6	7.89	2	5	0	0	5	7.04	0	0
18.00-20.00	9	11.84	6	15	4	14.81	4	5.63	17	32.08
20.00-22.00	6	7.89	1	2.5	5	18.52	5	7.04	6	11.32
22.00-24.00	1	1.32	3	3.95	3	11.11	7	9.86	4	7.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 รายชื่อแหล่งโป่งและตำแหน่งในพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ชื่อ	พิกัด X	พิกัด Y
1	โป่งไทร	530900	1704441
2	โป่งกระเชา	527340	1705040
3	โป่งกระโดน	527343	1705159
4	โป่งเต็ง	527640	1705740
5	โป่งทะลุ	529694	1706862
6	โป่งสามพี่น้อง	532407	1707112
7	โป่งช้างคลองค้อ	528950	1707300
8	โป่งกาละมัง	529574	1707478
9	โป่งเสลา	530015	1707596
10	โป่งตะค้ำ	530682	1707828
11	โป่งA	530600	1708240
12	โป่งอินทะนิน	531358	1709162
13	โป่งไข่เน่า	529828	1709295
14	โป่ง(เทียม)หัวหน้าสืบ	531173	1710054
15	โป่งช้างหลังสถานี (2)	533140	1710430
16	โป่งมะค่า	529483	1710615
17	โป่งไผ่ line3	529684	1711299
18	โป่งแดง line4	530660	1712220
19	โป่งE (กระเปาลิง)	529343	1712275
20	โป่งดิน	533330	1714110
21	โป่งกระทิง	533682	1714112
22	โป่งตะคอง	533212	1714199
23	โป่งไผ่ line6 (2)	532680	1714290
24	โป่งไผ่ line6 (1)	532580	1714320
25	โป่งแดง	533390	1714390
26	โป่งผวองคู่	533090	1714450

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	พิกัด X	พิกัด Y
27	โป่งซับหิน	528854	1714458
28	โป่งซับหิน1	528970	1714527
29	โป่งงู	532530	1714680
30	โป่งชิงชัน1	532720	1714710
31	โป่งC	533090	1714710
32	โป่งชิงชัน2	532730	1714800
33	โป่งสำโรง	531840	1715100
34	โป่งD	532810	1715120
35	โป่งกระพี้จั่น2	530179	1715146
36	โป่งกระพี้จั่น1	530184	1715179
37	โป่งกระพี้จั่น	530284	1715257
38	โป่งตะแบกเลือด	532730	1715350
39	โป่งคางแมว1	531872	1715354
40	โป่ง B	532731	1715356
41	โป่งประดู่	531920	1715370
42	โป่งขี้มอด	530398	1715548
43	โป่งซับมะค่า	529595	1715635
44	โป่งตะแบกline8	533520	1715876
45	โป่งข้างร่องห้วย	531105	1715927
46	โป่งก้านเหลือง	530960	1716040
47	โป่งสมอไทย	531059	1716333
48	โป่งยาว	532402	1716390
49	โป่งสมอแหน	530333	1716392
50	โป่งตะแบก	530929	1716432
51	โป่งสวอง	531020	1716450
52	โป่งซับน้าห้วยน้ำดิบ	533160	1716460
53	โป่งน้ำดิบ	533160	1716460
54	โป่งผวองline8	531026	1716472

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	พิกัด X	พิกัด Y
55	โป่งใหญ่	530875	1716474
56	โป่ง 3 โป่ง	533000	1716500
57	โป่งหว้า	531973	1716556
58	โป่งคางแมว2	531887	1716587
59	โป่งหวาย	533630	1716620
60	โป่งยางห้วยสองทาง	530770	1716720
61	โป่งซับเสือเผ่น	529849	1716896
62	โป่งซับหวาย	530913	1716896
63	โป่งตะขบ	532487	1716912
64	โป่งแคทราย	532330	1716922
65	โป่งซับตะเคียน	534547	1716951
66	โป่งline 9	532139	1717010
67	โป่งกล้วยไม้	531815	1717054
68	โป่งกม.10	531223	1717086
69	โป่งเสลาเศร้า	531783	1717098
70	โป่งตะคองเล็ก	532088	1717100
71	โป่งยอ	530491	1717207
72	โป่งมะขามป้อมline9	531697	1717413
73	โป่งส้มกบ	533412	1717458
74	โป่งป่าฝาง	532470	1717667
75	โป่งซับฟ้าผ่า	530955	1717767
76	โป่งงิ้ว	534895	1718196
77	โป่งเนินซับฟ้าผ่า	531180	1718382

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายนัฐพล สีสุรักษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	24 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) วิศวกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์