



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้	ชีววิทยาป่าไม้
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	
การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกกกก (<i>Buceros bicornis</i> Linnaeus, 1758) และนกเงือก กรามข้าง (<i>Aceros undulatus</i> (Shaw) 1881) ด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่าน ดาวเทียม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา Habitat Use of Great Hornbill (<i>Buceros bicornis</i> Linnaeus, 1758) and Wreathed Hornbill (<i>Aceros undulatus</i> (Shaw) 1881) by Platform Transmitter Terminals in Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province	
นามผู้วิจัย	นายยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจักขณ์ นิมีโถม, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ศาสตราจารย์พิไล พูลสวัสดิ์, D.Sc.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์อนรรฆ พัฒนวิบูลย์, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจักขณ์ นิมีโถม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกกก (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758) และนกเงือกกรมช้าง (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881) ด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

Habitat Use of Great Hornbill (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758) and Wreathed Hornbill (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881) by Platform Transmitter Terminals in Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province

โดย

นายยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2554

ยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม 2554: การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกก (Buceros bicornis Linnaeus, 1758) และนกเงือกกรามช้าง (Aceros undulatus (Shaw) 1881) ด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ปรินญาวิทยาสาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักษณฉิม โฉม, Ph.D. 70 หน้า

การนำเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals: PTTs) ติดไปกับนกก 2 ตัว และนกเงือกกรามช้าง 2 ตัว ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิด ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 โดยนำตำแหน่งที่ได้รับ ไปวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่อาศัย และแผนผังการกระจายจากความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมด้วยวิธี Maximum Entropy

ผลการศึกษาพบว่าขนาดพื้นที่อาศัยของนกกตัวเต็มวัยมีขนาดเล็กกว่านกเงือกกรามช้างตัวเต็มวัย นกชนิดเดียวกันมีการหาอาหารชนิดและบริเวณเดียวกัน ในฤดูผสมพันธุ์ ดังนั้นการซ้อนทับของพื้นที่อาศัยในฤดูผสมพันธุ์จึงมากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ การเคลื่อนที่ของนกเงือกทั้งสองชนิดในฤดูผสมพันธุ์มีการเคลื่อนที่น้อยกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ โดยเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุด เพราะนกเงือกตัวผู้ต้องนำอาหารมาป้อนแก่ลูกนกบ่อยขึ้นเมื่อลูกนกเติบโตขึ้น จึงเดินทางหากินสั้นลง ป่าดิบแล้งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของนกเงือกทั้งสองชนิดมากที่สุด ในวิธี Maximum Entropy แต่นกกมีการใช้ประโยชน์ชนิดป่าที่ค่อนข้างหลากหลายกว่านกเงือกกรามช้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=159.14$, $n=8$, $P\text{-Value} < 0.05$)

การใช้ PTTs สามารถติดตามการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดได้ตลอดทั้งปี ซึ่งจากขนาดพื้นที่อาศัยและแผนผังพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดที่ได้จากการติดตามสัญญาณนกเงือก สามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงและป้องกันพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์นกเงือกต่อไปในอนาคต

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Yutharpoom Keartumsom 2011: Habitat Use of Great Hornbill (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758) and Wreathed Hornbill (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881) by Platform Transmitter Terminals in Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province. Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science, Department of Forest Biology. Thesis Advisor: Assistant Professor Vijak Chimchome, Ph.D. 70 pages.

Platform Transmitter Terminals: PTTs were used as a tracking device for habitat use of 2 hornbill species at Khao Yao National Park. This research has been conducted between May 2009 - December 2010. During monitoring period, PTTs were installed in four hornbills: two for Great Hornbills and another two for Wreathed Hornbills. Coordinates of the tracked hornbills received from Argos-system were used to analyze home range size and the relationship between environmental factors by using Maximum Entropy model of the geographic distribution.

The study showed that when applying PTTs, home range size of Wreathed Hornbills was larger than home range size of Great Hornbill. The same species forages similar food and resources in the breeding season so that the overlap percentage of home range in breeding season was larger than non-breeding season. Movement of hornbills in breeding season was less than in non-breeding and was found the least in April and May as the fact that male has to deliver food to the brood more frequent as chick grows up so the male has to travel less. Dry evergreen forest is the key factor on an appearance of both hornbills in the Maximum Entropy model. However, Great hornbills utilized more kinds of forest type than Wreathed Hornbills did ($\chi^2 = 159.14$, $n = 8$, $P\text{-Value} < 0.05$).

PTTs can be applied through the whole year. Home range size and habitat suitability map of Great Hornbills and Wreathed Hornbills derived from monitoring their distribution are able to be guidelines to improve and protect area for hornbill conservation in the future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำ ตลอดจน
แก้ไขสิ่งบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จาก รศ.ดร.อุทิศ ภูฏอินทร์ ประธาน
กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ยอดชาย ช่วยเงิน ผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.ดร.วิจักขณ์ นิมีโหม อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศ.ดร.พีไล พูลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.อนรรฆ
พัฒนวิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และดร.นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ร่วม ข้าพเจ้าจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกทุกท่านที่ให้ความ
ช่วยเหลือในภาคสนาม และคำแนะนำต่างๆ ขอบพระคุณดร.ประทีป ค้างคาว
คุณเพิ่มศักดิ์ กนิษฐชาติ คุณศศิธร หาสิน คุณจุฑามาศ ทีฟอง และคุณสิทธิชัย จินะมอย สำหรับ
คำแนะนำและคำปรึกษาในการเขียนวิทยานิพนธ์ ขอบพระคุณคุณพัชรพันธ์ ทองสันต์ สำหรับการ
ตรวจคำผิดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณพี่ๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ รวมทั้ง
ผู้ที่มิได้เอ่ยนาม สำหรับกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก และมูลนิธิศึกษาวิจัยนกเงือก ด้วย
การสนับสนุนเงินทุนจากปตท.สผ. บางส่วนในการจัดซื้อเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่าน
ดาวเทียม

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณ คุณแม่ พี่สาว น้องชาย และครอบครัวเกียรติอุ้มสม ที่ให้ความ
รัก ความเข้าใจ กำลังใจ และให้การสนับสนุนการศึกษาตลอดมา จนประสบผลสำเร็จในการศึกษา

ยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	15
ผลและวิจารณ์	21
สรุปและข้อเสนอแนะ	61
สรุป	61
ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	70

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รหัสเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ และข้อมูลต่างๆ ของนกเงือกทั้ง 4 ตัวที่ทำการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	21
2	จำนวนข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลกรอง ข้อมูลที่ตัดออก และร้อยละของข้อมูลกรองที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่อาศัยและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	22
3	ขนาดพื้นที่อาศัย และจำนวนจุดที่ใช้ในการหาขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้ง 4 ตัว ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	23
4	การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัย และเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับของนกเงือกแต่ละตัวในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	30
5	ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของนกเงือกกรมช่างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากโปรแกรม MaxEnt	50
6	ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากโปรแกรม MaxEnt	54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยตลอดทั้งปีของนกกกและนกเงือกกรมช่างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	24
2	ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยช่วงฤดูผสมพันธุ์ของนกกกและนกเงือกกรมช่างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	25
3	ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยนอกฤดูผสมพันธุ์ของนกกกและนกเงือกกรมช่างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	26
4	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกกก ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	31
5	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช่าง ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	31
6	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช่าง 88943 และนกกก 88945 ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	32
7	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช่าง 88943 และลูกนกกก 88948 ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	32
8	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช่าง 88944 และนกกก 88945 ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
9	ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช้าง 88944 และลูกนกกก 88948 ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	33
10	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88943 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	36
11	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88943 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	36
12	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88943 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	37
13	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88944 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	38
14	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88944 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	38
15	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88944 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	39
16	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกกก 88945 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	40
17	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกกก 88945 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	40
18	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกกก 88945 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	41
19	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนกกก 88948 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนกกก 88948 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	42
21	ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนกกก 88948 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยาน แห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	43
22	ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกกรมช้าง และนกกกในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2553	44
23	พื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้างแต่ละเดือนในฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขา ใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	46
24	พื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้างแต่ละเดือนนอกฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	46
25	พื้นที่อาศัยนกกกแต่ละเดือนในฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	47
26	พื้นที่อาศัยนกกกแต่ละเดือนนอกฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา	47
27	ค่า Receiver Operating Characteristic (ROC) ของนกเงือกกรมช้าง	49
28	พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่	52
29	ค่า Receiver Operating Characteristic (ROC) ของนกกก	53
30	พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	56
31	การใช้ประโยชน์ชนิดป่าของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2553	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	การเลือกใช้ความลาดชันของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	59
33	การเลือกใช้พื้นที่ที่ระยะห่างจากแหล่งน้ำของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	59
34	การเลือกใช้พื้นที่ที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	60
35	การเลือกใช้พื้นที่ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553	60

การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกกก (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758) และนกเงือก
 กรามข้าง (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881) ด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์
 ผ่านดาวเทียม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

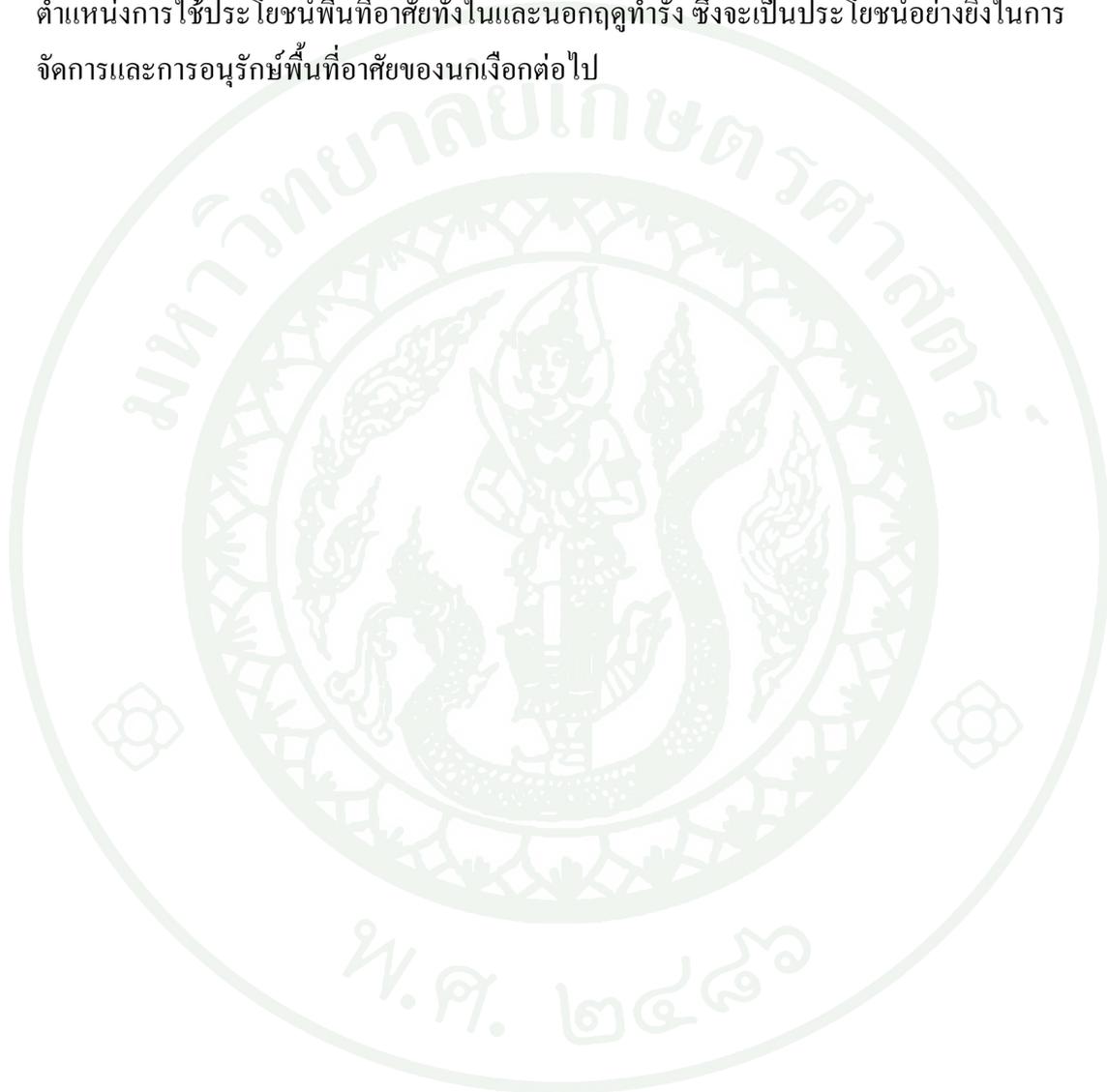
**Habitat Use of Great Hornbill (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758) and Wreathed
 Hornbill (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881) by Platform Transmitter Terminals in
 Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province**

คำนำ

นกเงือกเป็นนกขนาดใหญ่ มีพื้นที่หากินกว้างไกล และกินผลไม้เป็นอาหารหลัก ผลไม้ที่
 นกเงือกกินได้มักมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่นกขนาดเล็กและสัตว์อื่นจะกินได้ จึงมีความสำคัญโดยเป็น
 Keystone species คือ เป็นผู้กระจายเมล็ดพันธุ์ไม้ (Seed disperser) ให้ไปได้ไกลจากต้นแม่ซึ่งเป็น
 การรักษาโครงสร้างของระบบนิเวศป่าไม้ในพื้นที่ และเป็นผู้ล่าที่คอยควบคุมประชากรของสัตว์
 ขนาดเล็กหลายชนิด จึงเป็นการควบคุมปริมาณสัตว์ที่เป็นเหยื่อไม่ให้มีมากเกินไปในธรรมชาติ นก
 เงือกมีความต้องการลักษณะพื้นที่อาศัยที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง โดยการทำรังอยู่ตามโพรงต้นไม้ซึ่ง
 เกิดจากสัตว์อื่นทำไว้ ตัวเมียจะฟักไข่และเลี้ยงลูกอ่อนอยู่ในโพรงต้นไม้และตัวผู้จะทำหน้าที่หา
 อาหารมาเลี้ยงดูตัวเมียและลูกอ่อนจนกระทั่งลูกนกออกจากโพรง ต้นไม้ที่มีศักยภาพเป็นโพรงรังให้
 นกเงือกใช้ได้มักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 40 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งต้นไม้ขนาดนี้จะอยู่ใน
 พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์และไม่มีปัจจัยคุกคาม หรือมีผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การ
 ล่าสัตว์ การลักลอบตัดไม้ และการบุกรุกพื้นที่ ดังนั้นนกเงือกจึงมีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้
 และเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าได้เป็นอย่างดี (ณรงค์ และพงษ์สรร, 2545)

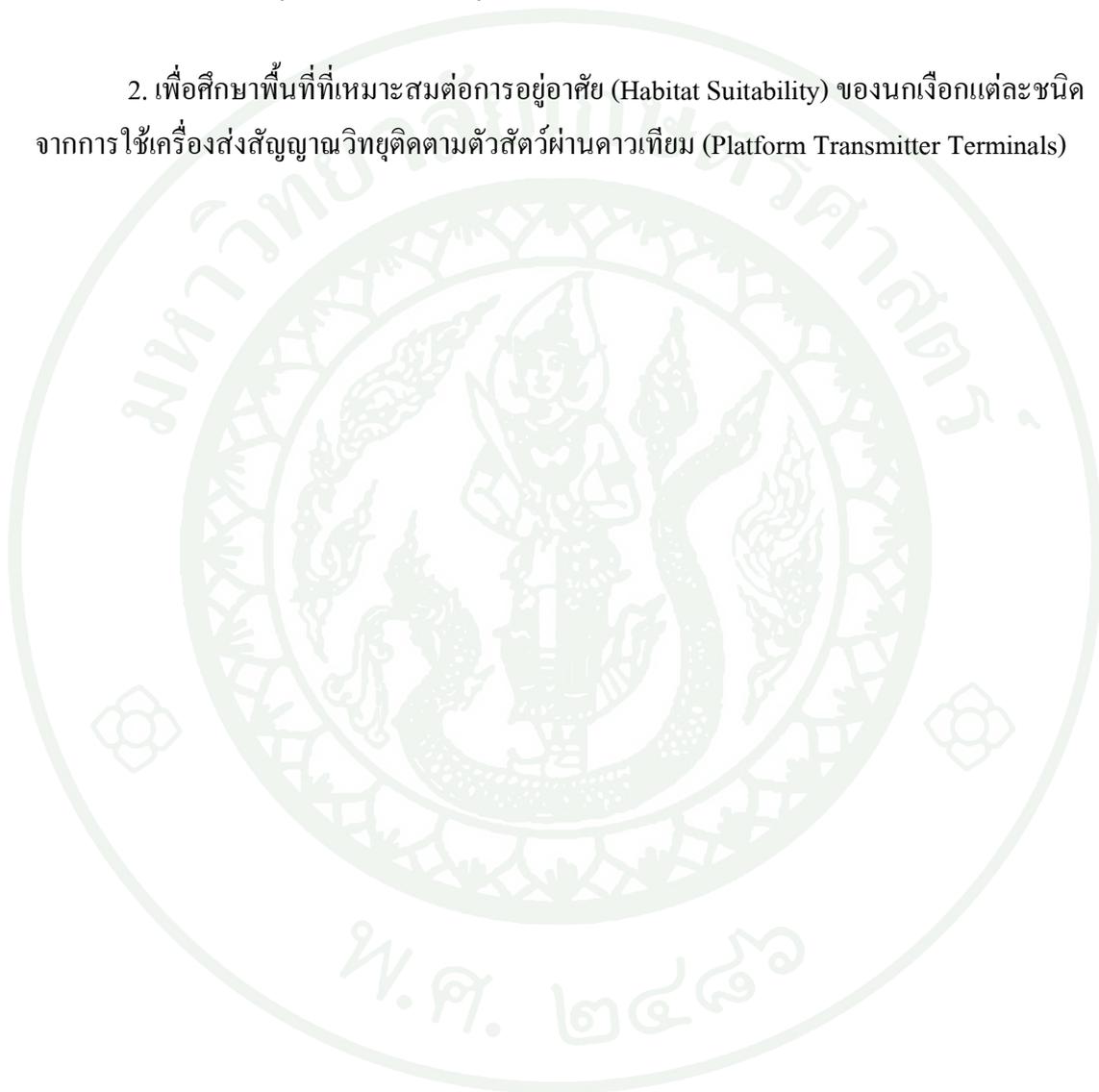
การศึกษาวิจัยนกเงือกในประเทศไทย ได้มีการศึกษาทั้งทางด้านชีววิทยา และทางด้าน
 นิเวศวิทยา ซึ่งประกอบด้วยความรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่างๆ ทั้งแหล่งพื้นที่หากิน และ
 แหล่งที่พักนอน ทั้งในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง รวมทั้งตำแหน่งโพรงรังสำหรับฟักไข่และเลี้ยงดู
 ลูกนก แต่จากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัว (radio-telemetry) ศึกษาการใช้ประโยชน์
 พื้นที่อาศัยของนกเงือก พบว่าในบางครั้งการรับสัญญาณจากตัวนกขาดหายไป ไม่สามารถติดตาม

ได้ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากนกบินไปอยู่ในตำแหน่งอับสัญญาณหรือบินไกลออกไปจากบริเวณที่รับสัญญาณตามปกติ โดยเฉพาะในช่วงนอกฤดูทำรัง ซึ่งนกไม่จำเป็นต้องอยู่บริเวณรัง (Poonswad and Tsuji, 1994) ดังนั้นการนำเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals) เข้ามาศึกษาการเคลื่อนที่และตรวจหาตำแหน่งของนกเงือก จะทำให้ทราบตำแหน่งการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยทั้งในและนอกฤดูทำรัง ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการและการอนุรักษ์พื้นที่อาศัยของนกเงือกต่อไป



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะพื้นที่ ขนาดพื้นที่อาศัย และการเคลื่อนที่ของนกกกและนกเงือก
กรรมช่วงระหว่างในฤดูผสมพันธุ์ นอกฤดูผสมพันธุ์ และตลอดทั้งปี
2. เพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย (Habitat Suitability) ของนกเงือกแต่ละชนิด
จากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals)



การตรวจเอกสาร

นกเงือก

นกเงือกอยู่ในวงศ์ Bucerotidae มีทั้งหมด 52 ชนิด และในวงศ์ Bucorvidae จำนวน 2 ชนิด คือ Ground Hornbill มีขอบเขตแพร่กระจายในแอฟริกา อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นิวกีนี ไปจนถึงหมู่เกาะโซโลมอน (Kemp, 1995) จากข้อมูลการสำรวจนกเงือกที่ได้ศึกษาไว้โดย Poonswad and Tsuji (1994) บ่งชี้ว่ามีนกเงือกอยู่ในประเทศไทยจำนวน 13 ชนิด ซึ่งเป็นจำนวนเกือบ 22% หรือ 1 ใน 4 ของโลก และเกือบครึ่งหนึ่งของ 31 ชนิดที่มีอยู่ในทวีปเอเชีย โดยปกตินกเงือกจะอยู่รอดได้ในป่าเกือบทุกประเภทที่ยังคงเหลืออยู่ แต่เนื่องด้วยนกเงือกถูกล่าเพื่อเป็นอาหาร และเพื่อนำลูกไปขาย นกเงือกจึงถูกทำลายไปจากพื้นที่ที่ยังคงเหลืออยู่ของทางแถบเหนือ (Poonswad and Kemp, 1993)

นิเวศวิทยาของนกเงือก

1. ชีววิทยาการสืบพันธุ์

ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกระตุ้นให้นกเงือกเริ่มมีการสืบพันธุ์ คือ ความแห้งแล้ง และช่วงเวลาที่เกิดผลไม้ป่า (Poonswad *et al.*, 1999) นกเงือกมีพฤติกรรมการจับคู่แบบผัวเดียวเมียเดียว Monogamous และส่วนใหญ่จะใช้รังเดิมเพื่อทำรังวางไข่ทุกปี ทรายที่สภาพภายในและภายนอกรังยังเหมาะสม และยังไม่ถูกนกเงือกชนิดอื่น หรือสัตว์อื่นเข้าครอบครอง (Kemp, 1995) นกเงือกยังมีพฤติกรรมการเลือกรังที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งนกเงือกแต่ละชนิดมีความต้องการ โพรงรังลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น สถานที่และชนิดของต้นไม้ ขนาดและรูปร่างของปากโพรง ขนาดและรูปร่างของโพรง (Poonswad *et al.* 1999)

ช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์เริ่มต้นเมื่อนกเงือกตัวเมียเข้าโพรง และปิดปากโพรงโดยใช้ส่วนผสมของเศษไม้ ดิน โคลน เศษอาหารที่สำรอกออกมา และมูลนก โดยจะสิ้นสุดเมื่อนกเงือกออกจากรัง ปกติฤดูกาลสืบพันธุ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดเป็นระยะเวลาประมาณ 85-120 วัน โดยแตกต่างกัน

กันตามชนิดของนกเงือก รูปแบบการสืบพันธุ์นี้ยังมีความแตกต่างกันตามชนิดนกอีกด้วย โดยแบ่งได้เป็นสามรูปแบบหลักๆ (ฟิล, 2543) คือ

1. พ่อนกทำหน้าที่ป้อนอาหารแม่นกและลูกนกที่อยู่ในโพรงผ่านทางช่องปากโพรงจนถึงสุดการทำรัง
 2. พ่อนกทำหน้าที่ป้อนอาหารแม่นกที่อยู่ในโพรงไประยะหนึ่งจนกระทั่งลูกนกอายุประมาณ 4-6 สัปดาห์ แม่นกออกจากโพรง แต่ลูกนกยังคงอยู่ในโพรงและปิดปากโพรงต่อ โดยมีพ่อกและแม่นกช่วยกันป้อนอาหาร
 3. พ่อนกมีนกผู้ช่วย ช่วยกันป้อนอาหารแม่นกและลูกนกที่อยู่ในโพรงจนถึงสุดการทำรัง
- ฤดูทำรังจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ (ณรงค์ และพงษ์สรร, 2545) นกเงือกทุกชนิดจะเลือกทำรังอยู่ในโพรงไม้ของต้นไม้ขนาดใหญ่ โดยนกเงือกแอฟริกาจะไม่ปิดปากโพรง แต่จะหาวัสดุมารองรับ ส่วนนกเงือกเอเชียจะมีลักษณะแตกต่างจากนกเงือกแอฟริกาคือ เมื่อตัวเมียอยู่เข้าไปอยู่ในโพรงไม้เพื่อวางไข่แล้วจะปิดปากโพรงด้วยมูลของนกผสมกับเศษดินภายในโพรง และอาหารที่สำรองออกมาจนเหลือเพียงช่องแคบเล็กๆ เป็นทางผ่านให้ตัวผู้ซึ่งเป็นผู้หาอาหารมาป้อนแม่นกและลูกนกจนกระทั่งลูกนกเจริญเติบโตจนพร้อมจะออกจากรัง (Kemp, 1995)

2. องค์ประกอบอาหาร และการเลือกกิน

Poonswad *et al.* (1998) ได้ศึกษาอาหารของนกเงือกพบว่าประกอบไปด้วย 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ผลไม้และสัตว์โดยอาหารประเภทผลไม้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยคือ ไทร (*fig-Ficus spp.*) และผลไม้อื่นๆ (*non-fig fruit*) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลไม้ในสกุล *Polyalthia*, *Cinnamomum*, *Horsfieldia*, *Aglaia*, *Syzygium*, *Knema* และ *Strombosia* เป็นต้น ส่วนอาหารประเภทสัตว์มีความหลากหลายมากเช่นกันและสามารถจำแนกได้ 9 กลุ่มใหญ่ คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น ค้างคาว หนู กระรอก และกระรอกบิน นก ได้แก่ นกชนิดต่างๆ ลูกนก และไข่นก สัตว์เลื้อยคลาน ได้แก่ งู จิ้งเหลน กิ้งก่า กิ้งก่าบิน และตุ๊กแก สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น กบและเขียด ปลา สัตว์ในกลุ่ม

Molluscs เช่น หอยขม และหอยทาก แมลง เช่น จักจั่น แมลงทับ ค้างคาว แมลงสาบป่า และผีเสื้อ สัตว์
ในกลุ่ม Arthropods เช่น ปู ตะขาบ และกิ้งกือ สัตว์อื่นๆ เช่น ไส้เดือนดินและหนอน เป็นต้น

3. ถิ่นที่อยู่อาศัย

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานกเงือกโดยใช้วิทยุติดตามตัว (radio-telemetry) ในนกกก และนก
เงือกกรมช้าง แสดงให้เห็นว่าพื้นที่หากินนอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดระหว่าง 2.0- 28.0 ตาราง
กิโลเมตร อย่างไรก็ตามปรากฏว่าพื้นที่หากินของนกเงือกจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ศึกษาติดตามตัว
นก (Poonswad, 1993b; Poonswad and Tsuji, 1994) จากการคำนวณขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสม
สำหรับประชากรนกเงือกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่หากต้องการประชากรนกกก (*Buceros*
bicornis) จำนวน 500 ตัว ซึ่งเป็นจำนวนที่สายพันธุ์จะคงอยู่ได้ในระยะยาวต้องการพื้นที่ประมาณ
1,800 ตารางกิโลเมตร ส่วนนกเงือกหัวแรด (*Buceros rhinoceros*) (Kemp and Poonswad, 1993)
และนกเงือกกรมช้าง (*Rhyticeros undulatus*) ในป่าประเทศมาเลเซียพบว่าต้องการพื้นที่ประมาณ
2,000 ตารางกิโลเมตร (Kemp, 1995)

4. ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดประชากรนกเงือก

การสืบพันธุ์จะประสบผลสำเร็จขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย นอกจากปัจจัยพื้นฐานด้านความ
เหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการสืบพันธุ์ ซึ่ง
รวมถึงการแก่งแย่งรังกับสัตว์อื่นๆ เช่น พญากระรอกบิน (*Petaurista petaurista*) ตะกวด (*Varanus*
bengalensis) งูจงอาง (*Ophiophaga hannah*) ผึ้ง (*Apis* spp.) แมลงชันโรง (*Trigona* spp.) และต่อ
(*Vespa* spp.) เป็นต้น นอกจากนี้นกเงือกต่างชนิดกันยังแข่งขันกันเพื่อยึดครองรังอีกด้วย โดยพบว่า
79 % ของการทิ้งรังมีสาเหตุจากการแก่งแย่งรัง และยังอาจก่อให้เกิดความล้มเหลวในการสืบพันธุ์
ส่วนปริมาณและความหลากหลายของอาหารทั้งพืชและสัตว์ก็นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในช่วงฤดูทำรัง
วางไข่ ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดความสำเร็จในการสืบพันธุ์อีกปัจจัยหนึ่งคือการถูกล่าโดยหมาไม่
(*Martes flavigula*) (Chimchome et al. 1998) และนกผู้ล่าอื่นๆ เช่น อีกาและนกในกลุ่มนกเค้าแมว
(Poonswad et al. 1999)

5. สถานภาพของนกเงือก

สถานภาพของนกเงือกไทยในปัจจุบันนับได้ว่าน่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง การบุกรุกพื้นที่ป่าซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของนกเงือก ทำให้ประชากรนกเงือกลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าในพื้นที่ราบต่ำถูกบุกรุกเพื่อทำสวนยาง สวนผลไม้ และสวนปาล์มน้ำมัน เป็นผลให้นกเงือกหลายชนิดทางภาคใต้อยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์ Kemp and Poonswad (1993) ได้จัดสถานภาพของนกเงือกตามขนาดประชากรของนกเงือกแต่ละชนิด แนวโน้ม ปัจจัยคุกคามที่มีต่อนกเงือก และการอนุรักษ์พบว่าจากข้อมูลการกระจายในอดีตและปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนกเงือกบางชนิดได้หายไปและไม่มีรายงานจากบางพื้นที่ของประเทศ เช่น นกกก นกเงือกกรมช้าง และนกเงือกคอแดง ในอดีตเคยพบนกเงือกดังกล่าวในอุทยานแห่งชาติคอยสุเทพ - ปุย แต่ปัจจุบันได้สูญพันธุ์จากพื้นที่เนื่องจากการล่า (Round, 1984) การล่าจึงนับว่าเป็นอีกสาเหตุสำคัญที่ทำให้ประชากรของนกเงือกลดลง การจับลูกนกเงือกเพื่อนำมาเป็นสัตว์เลี้ยงก็เป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อจำนวนประชากรนกเงือกเช่นเดียวกัน จากการสำรวจของเจ้าหน้าที่โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกณรงค์ และพงษ์สรร (2545) กล่าวว่าในป่าหลายแห่งได้พบร่องรอยที่ชาวบ้านในพื้นที่ปิ่นตันไม้ขึ้นไปขโมยลูกนกจากในโพรง โดยเฉพาะพื้นที่ทางภาคใต้นั้นพบว่า มีการจับลูกนกโดยวิธีนี้มากที่สุด

นกเงือกขนาดใหญ่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา เป็นส่วนหนึ่งของผืนป่ามรดกโลกดงพญาเย็น-เขาใหญ่พบนกเงือกทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นกกก (Great Hornbill; *Buceros bicornis*) นกเงือกกรมช้าง (Wreathed Hornbill; *Aceros undulatus*) นกเงือกสีน้ำตาลคอขาว (White-throated Brown Hornbill; *Anorrhinus austeni*) และนกแก๊ก (Oriental Pied Hornbill; *Anthracoceros albirostris*) ซึ่งนกเงือกขนาดใหญ่ที่วัดจากขนาดความยาวจากปลายปากถึงปลายหางต้องมีขนาดมากกว่า 91 เซนติเมตร (โอภาส, 2541) ได้แก่ นกกก และนกเงือกกรมช้าง ซึ่งต้องการพื้นที่อยู่อาศัยและหากินขนาดใหญ่กว่านกแก๊ก และนกเงือกสีน้ำตาลคอขาว ลักษณะโดยทั่วไปของนกเงือกขนาดใหญ่ทั้ง 2 ชนิด มีดังนี้

1. นกกก Great Hornbill (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758)

นกกกเป็นนกขนาดใหญ่มาก ความยาวของลำตัวจากปลายปากถึงปลายหาง 130-150 เซนติเมตร ใบหน้ามีสีดำ คอสีขาว ลำตัวด้านบนสีดำ อกสีดำ คอและท้องสีขาว ปากและโหนกแข็ง สีเหลือง โหนกแข็งมีขนาดใหญ่ ด้านบนแบนหรือนูนเล็กน้อย ส่วนท้ายโค้ง ส่วนหน้าเว้าเล็กน้อย จึงคล้ายมีสองปลาย ซึ่งปลายกิ่งอาจแหลมหรือทู่ ปีกสีดำ ขณะบินจะเห็นแถบกว้างสีเหลืองกลาง ปีก ขอบปลายปีกสีขาว หางสีขาวคาดแถบสีดำ ตัวผู้มีตาสีแดง โหนกแข็งมีสีดำที่ส่วนหน้า ตัวเมียมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ ไม่มีสีดำที่โหนกส่วนหน้า และตามีสีขาว (โอภาส, 2541; จารุจินต์ และคณะ, 2550; Kemp and Poonswad, 1993)

2. นกเงือกกรมช้างหรือนกกุ๊ก Wreathed Hornbill (*Aceros undulatus* (Shaw) 1881)

นกเงือกกรมช้างเป็นนกขนาดใหญ่มาก ความยาวของลำตัวจากปลายปากถึงปลายหาง 100 เซนติเมตร หางสีขาว อกใต้คางมีแถบสีดำ ปากสีงาช้าง โคนปากมีรอยหยักเป็นขี้ๆ ตัวผู้บริเวณ กระหม่อมสีขาว หงอนขนสีน้ำตาลเข้ม หนังเปลือกกรอบตาสีแดง หน้าผาก ใบหน้าและคอสีขาว อก ใต้คาง (pouch) สีเหลือง โหนกแข็งมีรอยขี้คล้ายพินกรรมของช้าง ตัวเมียมีหนังเปลือกกรอบตาสีฟ้า และมีขนสีดำตลอดทั้งตัว ยกเว้นหางสีขาว อกใต้คางสีฟ้า ตัวผู้เต็มวัยยังไม่มีโหนก (โอภาส, 2541; Poonswad, 1993b)

นกเงือกทั้งสองชนิดอาศัยอยู่ตามป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าชายเลน อาจพบนกกกได้ในป่าผสมผลัดใบที่ติดต่อกับป่าดิบ ตั้งแต่ที่ราบจนถึงระดับความสูงไม่เกิน 1,800 เมตรจากระดับน้ำทะเล มักพบอยู่เป็นคู่หรือเป็นฝูงเล็กๆ ประมาณ 3-5 ตัว แต่อาจพบเป็นฝูงใหญ่กว่า 30 ตัว ยกเว้นช่วงฤดูผสมพันธุ์มักจะพบบินอยู่โดดเดี่ยว เวลากลางวันจะเกาะหลั่นบนอนรวมกันหลายตัว บนเรือนยอดของต้นไม้ขนาดใหญ่ อาหารส่วนใหญ่ของนกกทั้งสองชนิด ได้แก่ ผลไม้ต่าง เช่น ไทร ตาเสือ ยางโอน เป็นต้น (โอภาส, 2541; Poonswad *et al.*, 1987) และสัตว์ขนาดเล็ก เช่น ค้างคาว ผีเสื้อ แมลงสาบ ตั๊กแตน แมงป่อง หนอน กบ กิ้งก่า ตุ๊กแก จิ้งเหลน และงู เป็นต้น (โอภาส, 2541; Poonswad *et al.*, 1998) ฤดูผสมพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม ทำรังตามโพรงต้นไม้ที่เกิดตามธรรมชาติหรือโพรงที่สัตว์อื่นทำทิ้งไว้ ตั้งแต่ระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 18 ถึง 30 เมตร ช่วงที่ตัวเมียฟักไข่ ตัวผู้จะคอยหาอาหารมาป้อน หลังจากไข่ฟักเป็นตัวแล้ว ลูกนกจะอยู่

ในโพรงอีก 3-12 สัปดาห์ จากนั้นตัวผู้จะเจาะปากโพรงให้ตัวเมียและลูกนกออกจากโพรง ช่วงนี้ตัวผู้และตัวเมียจะยังคงหาอาหารมาป้อนลูกนก จนกระทั่งลูกนกแข็งแรง บินได้ดี และหาอาหารเองได้ จากนั้นจะทิ้งรังไปรวมฝูงกันจนครบคร้วอื่น (โอภาส, 2541; Poonswad, 1993b)

เครื่องส่งสัญญาณวิทยุที่ใช้ในการติดตามตัวสัตว์

การใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุเพื่อติดตามตัวสัตว์เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ (movement) พฤติกรรม (behavior) การใช้พื้นที่ (habitat use) อัตราการรอดตาย (survival rate) และคำถามอีกหลายอย่างเกี่ยวกับสัตว์ (Samuel and Fuller, 1996) เครื่องส่งสัญญาณวิทยุที่ใช้ในการติดตามตัวสัตว์ มี 3 แบบ (Kenward, 2001) ได้แก่

1. เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัว

การติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ (radio-telemetry) ในการศึกษาและติดตามสัตว์ป่าเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมาก โดยการใช้เครื่องส่งวิทยุติดไว้กับตัวสัตว์ป่า และใช้เครื่องรับวิทยุ (receivers) สำหรับรับสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งวิทยุจากสถานีต่างๆ ที่กำหนดขึ้น ควรมีอย่างน้อย 2 สถานีหลัก และมีสถานีย่อยเพื่อใช้เป็นสถานีสำรองในช่วงที่สถานีหลักไม่สามารถรับสัญญาณได้ ซึ่งสถานีรับสัญญาณควรอยู่ใกล้ และครอบคลุมกับพื้นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่ทำการศึกษา นอกจากนี้สถานีรับสัญญาณควรอยู่สูงกว่าบริเวณข้างเคียง เพราะจะสามารถรับสัญญาณวิทยุได้ดี (Brander and Cochran, 1971; Tsuji, 1993) ตำแหน่งของสัตว์ป่าได้จากการรับสัญญาณจากสถานี 2 สถานีในเวลาเดียวกัน โดยคุณลักษณะสัญญาณที่แรงที่สุด วัดมุม แล้วนำมาหาจุดตัดซึ่งจะได้ตำแหน่งของสัตว์ป่าช่วงเวลานั้นๆ

2. เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวผ่านดาวเทียม

การติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียมเป็นการติดตามศึกษาการเคลื่อนที่ของสัตว์ที่สนใจได้ทุกสภาพพื้นที่ ทุกสภาพอากาศ และสามารถติดตามได้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน โดยอาศัยดาวเทียมที่โคจรรอบโลกเป็นตัวรับสัญญาณวิทยุที่ถูกส่งออกมาจากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ

จากนั้นดาวเทียมจะทำการส่งคลื่นสัญญาณวิทยุมายังสถานีรับสัญญาณยังพื้นโลก เพื่อทำการแปลข้อมูลสัญญาณเป็นตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ต่อไป ซึ่งระบบนี้เรียกว่า Platform Transmitter Terminals หรือ PTTs

ข้อมูลที่ได้รับจากสัญญาณดาวเทียมมีการแบ่งระดับชั้นคุณภาพของข้อมูลออกเป็น 7 ระดับชั้น โดยการประมาณค่าความผิดพลาด (estimated error) (Collecte Localisation Satellites [CLS], 2008) จากน้อยไปมาก ดังนี้

Z	ไม่สามารถประเมินหาตำแหน่งพิกัดได้
B	ไม่สามารถประมาณค่าความผิดพลาดได้
A	ไม่สามารถประมาณค่าความผิดพลาดได้
0	มีค่าประมาณความผิดพลาดมากกว่า 1500 เมตร
1	มีค่าประมาณความผิดพลาดระหว่าง 500 ถึง 1500 เมตร
2	มีค่าประมาณความผิดพลาดระหว่าง 250 ถึง 500 เมตร
3	มีค่าประมาณความผิดพลาดน้อยกว่า 250 เมตร

ซึ่งชั้นคุณภาพของข้อมูลนั้นเป็นค่าความถูกต้อง (accuracy) ของตำแหน่งที่ประเมินได้จากจำนวนของสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องส่งสัญญาณที่ติดอยู่กับตัวสัตว์ ดังนั้นจำนวนสัญญาณที่ได้รับยิ่งมากค่าความถูกต้องของข้อมูลยิ่งมากตามขึ้นตามจำนวนสัญญาณที่ได้รับ (Millsbaugh and Marzluff, 2001)

3. เครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก

สัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียมนั้นแม้จะสามารถติดตามตัวสัตว์ได้แม้จะอยู่ในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล แต่ค่าความถูกต้องของข้อมูลที่ได้นั้นยังเป็นข้อจำกัดสำหรับการศึกษาที่ต้องการความถูกต้องมากของตำแหน่งพิกัดที่ได้รับ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System หรือ GPS) มาใช้ในการศึกษาติดตามการเคลื่อนที่ของสัตว์ ซึ่งเครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกนั้นอาศัยระยะทางเฉลี่ยจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณตั้งแต่ 3 ดวงขึ้นไปจนถึง 24 ดวง เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก ซึ่งตัวรับสัญญาณดาวเทียมหรือ GPS

นั้นจะคำนวณหาค่าความถูกต้องของข้อมูลและจัดเก็บค่าพิกัดหรือตำแหน่งไว้ในตัวเครื่อง GPS ดังนั้นตำแหน่งพิกัดที่ได้รับจาก GPS จึงมีค่าความถูกต้องของตำแหน่งมากกว่าการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียม เพราะฉะนั้นเมื่อต้องการทราบตำแหน่งพิกัดของสัตว์ต้องนำตัวเครื่องรับสัญญาณออกจากตัวสัตว์ แล้วดึงข้อมูลออกจากตัวเครื่องเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อดูตำแหน่งพิกัดต่อไป ค่าความผิดพลาดที่ประมาณได้จากวิธีการนี้น้อยกว่า 100 เมตร (CLS, 2008; Millspaugh and Marzluff, 2001)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tsuji *et al.* (1987) ทำการศึกษารูปแบบการกระจายของนกเงือกจำนวน 4 ชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุ นอกฤดูผสมพันธุ์นกเงือกกรมช้างมีการกระจายจากตำแหน่งรังอย่างน้อย 10 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่หากินและพักผ่อนของฝูงนกเงือกกรมช้างครอบคลุมพื้นที่ 6 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในอดีตเคยพบนกเงือกมาเกาะพักผ่อนเป็นฝูงขนาดใหญ่อยู่ระหว่าง 400-1,000 ตัว นกตกที่อยู่เป็นครอบครัวมีการเคลื่อนที่รอบๆ บริเวณรังรัศมีประมาณ 2 กิโลเมตร และพบฝูงนกตกจำนวน 70 ตัวหากินและพักผ่อนร่วมกับฝูงนกเงือกกรมช้าง นกแก๊กที่อยู่เป็นครอบครัวจะเคลื่อนที่อยู่รอบๆ รัง ส่วนพวกที่อยู่เป็นฝูงมีพื้นที่หากินประมาณ 10 ตารางกิโลเมตร ฤดูผสมพันธุ์นกกกเพศผู้และนกเงือกกรมช้างเพศผู้ต้องการอาหารที่คล้ายคลึงกันจึงมีแหล่งหาอาหารที่เหมือนกัน ข้อมูลจากการใช้วิทยุติดตามตัวพบว่านกเงือกสีน้ำตาลเพศผู้ในช่วงฤดูผสมพันธุ์มีพื้นที่พักผ่อนอยู่ใกล้รังมากกว่านกเงือกกรมช้างเพศผู้

Poonswad and Tsuji (1994) ศึกษาขอบเขตการกระจายและพื้นที่อาศัยของนกเงือกเพศผู้ 3 ชนิด ได้แก่ นกกก นกเงือกสีน้ำตาล และนกเงือกกรมช้างทั้งในฤดูผสมพันธุ์และนอกฤดูผสมพันธุ์ โดยใช้วิทยุติดตามตัว นกกกและนกเงือกสีน้ำตาลทำการศึกษานในปี 1988 และ 1989 ขนาดพื้นที่อาศัยในฤดูผสมพันธุ์มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ 3.7 และ 4.3 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ นอกฤดูผสมพันธุ์นกกกใช้พื้นที่อาศัย 14.7 ตารางกิโลเมตร ปี 1989-1991 ศึกษาขอบเขตพื้นที่อาศัยของนกเงือกกรมช้างพบว่าช่วงฤดูผสมพันธุ์นกเงือกกรมช้างใช้พื้นที่ขนาด 10 ตารางกิโลเมตร นอกฤดูผสมพันธุ์ 28.0 ตารางกิโลเมตร ความแตกต่างของชนิดอาหาร และความแตกต่างของวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์เป็นปัจจัยที่ทำให้นกเงือกแต่ละชนิดมีขอบเขตการกระจายแตกต่างกัน พื้นที่ที่นกเงือกทั้ง 3

ชนิดใช้ นำมาซ้อนทับกันเพื่อประมาณค่าพื้นที่ที่เล็กที่สุดในการอนุรักษ์นกเงือกในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่

Hays *et al.* (2003) ทดสอบการเดินทางของ เต่าตนุ (*Chelonia mydas*) ภายใต้อสมมติฐานว่า ลมเป็นตัวกำหนดทิศทาง จากพื้นที่หากินตามชายฝั่งประเทศบราซิล ไปยังพื้นที่วางไข่บนเกาะ Ascension กลางมหาสมุทรแอตแลนติก ซึ่งมีระยะทางกว่า 2,200 กิโลเมตร ผลการศึกษาพบว่าเต่าที่ถูกติดวิทยุดาวเทียมทั้งหมด 3 ตัวหลังจากวางไข่เสร็จบนเกาะ Ascension ถูกนำไปปล่อยห่างจากพื้นที่วางไข่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งเป็นด้านใต้ลม 50 กิโลเมตร และอีก 3 ตัวถูกนำไปปล่อยทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นทางด้านเหนือลมห่างจากพื้นที่วางไข่ไป 50 กิโลเมตร พบว่าเต่าที่ถูกนำไปปล่อยทางด้านใต้ลมเดินทางกลับมายังเกาะ Ascension ภายใน 1, 2 และ 4 วัน ตามลำดับ ขณะที่เต่าที่ถูกปล่อยทางด้านเหนือลม 2 ตัวใช้เวลาในการเดินทางกลับมายังเกาะ 10 และ 27 วัน และเต่าอีกหนึ่งตัวไม่สามารถหาทางกลับมายังเกาะ ได้ จึงเดินทางกลับไปยังชายฝั่งประเทศบราซิล

McCulloch *et al.* (2003) ศึกษาการอพยพและการเคลื่อนที่ของนกฟลามิงโก 2 ชนิด ได้แก่ Lesser Flamingos (*Phoeniconaias minor*) และ Greater Flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*) ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ Makgadikgadi Salt Pans ประเทศบอสวานา เพื่อการจัดการและอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำแหล่งอื่นๆ ที่นกฟลามิงโกมีการอพยพไปใช้ประโยชน์ การศึกษาเริ่มขึ้นในเดือนกรกฎาคม ปี 2001 โดยการติดวิทยุดาวเทียมกับนกฟลามิงโกทั้งหมด 8 ตัว พบว่านกฟลามิงโกมีการอพยพไปทางตะวันตกเข้าประเทศนามิเบีย และลงใต้เข้าประเทศแอฟริกาใต้และโมซัมบิก โดยมีการอพยพในเวลากลางคืน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่านกฟลามิงโกที่อาศัยอยู่ทางตอนใต้ของทวีปแอฟริกามีการอพยพมาทำรังวางไข่ที่พื้นที่ชุ่มน้ำ Makgadikgadi Salt Pans ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ นกฟลามิงโกมีการอพยพเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ชุ่มน้ำต่างๆ ทางตอนใต้ของทวีปแอฟริกา รวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดเล็กที่ถูกคุกคามจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ก็เป็นแหล่งอาหารและเส้นทางที่ นกฟลามิงโกใช้อพยพ ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนั้นจึงมีประโยชน์ในการจัดการและอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นแหล่งหากินและอพยพของนกฟลามิงโกทั้ง 2 ชนิดที่มีประชากรลดลง

Meyburg *et al.* (2004) ศึกษาเส้นทางการอพยพของแรมี่อียิปต์ (*Neophron percnopterus*) โดยการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียมทั้งหมด 3 ตัว จากประเทศฝรั่งเศสและบัลแกเรีย เพื่อ

ศึกษารูปแบบ เวลา เส้นทาง ความเร็ว และพฤติกรรมการอพยพ ผลปรากฏว่าได้ตำแหน่งพิกัดของ
 แร้งทั้งหมด 4,300 จุด แร้งอียิปต์ 2 ตัวอพยพจากฝรั่งเศสไปมอริเตเนีย ทวีปแอฟริกาเป็นระยะทาง
 3,570 กิโลเมตร ส่วนแร้งอียิปต์จากบัลแกเรียอพยพเป็นระยะทาง 5,340 กิโลเมตร ไปยังเขตซูดาน-
 ซาฮีเลียน (Sudano-Sahelian) ของแอฟริกาตะวันตก ซึ่งจากการติดตามแร้งทั้ง 3 ตัวพบว่าสามารถ
 บินได้ไกลถึงวันละ 500 กิโลเมตรจากการบินข้ามทะเลทรายซาฮารา เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์
 แร้งอียิปต์จากบัลแกเรียบินไกล 2,600 กิโลเมตรถึงประเทศไนจีเรีย ส่วนแร้งจากฝรั่งเศสยังอยู่ที่
 มอริเตเนียและมีอาณาเขตการหากิน 69,000 และ 50,000 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

Meyburg *et al.* (2004) ติดตามเครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียมในนกอินทรี Lesser Spotted
 Eagle ที่ประเทศสโลวาเกียตั้งแต่ปี 1992 ถึงปี 2002 เพื่อศึกษาการอพยพและสถานที่พักอาศัย
 ระหว่างการอพยพ พบว่านกอินทรีได้กลับมาใช้รังเดิมตลอดระยะเวลา 11 ปี และมีการอพยพลงไปยัง
 ทวีปแอฟริกา ปี 2001 ใช้เวลา 43% อยู่ในสถานที่ทำรังวางไข่ 33% อาศัยอยู่ทางตอนเหนือ และ
 24% ใช้ในช่วงอพยพ ฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงมีการบินอพยพเฉลี่ยวันละ 178 กิโลเมตร ระยะ
 อพยพที่ไกลที่สุด 1,650 กิโลเมตรใช้เวลาทั้งหมด 5 วัน ฤดูหนาวนกอินทรีอพยพมาอาศัยใน
 ประเทศซิมบับเว แอฟริกาใต้ และโมซัมบิก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับดักจับนก

- 1.1 ตาข่ายสำหรับดักจับนก ขนาดตาของตาข่าย 227 มิลลิเมตร ความยาว 12 เมตร และสูง 4 เมตร
- 1.2 เชือกไนลอนขนาดใหญ่
- 1.3 มีดสำหรับตัดไม้ทำเสาตึ๊งตาข่าย
- 1.4 อุปกรณ์ยิงเชือกตาข่าย: หนังสติ๊ก, ลูกตะกั่ว, ที่ม้วนคันเบ็ด, เอ็นเบ็ด
- 1.5 ผ้าใบผืนใหญ่
- 1.6 ไฟฉาย
- 1.7 ชุ่มบั้งไฟพรสำหรับนั่งเฝ้ารอดักจับนก

2. อุปกรณ์ติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ และจับสัญญาณวิทยุ

- 2.1 เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม Microwave Telemetry รุ่น Argos GPS/PTT-100 45 กรัม
- 2.2 เชือกรัดติดหลังนก
- 2.3 ไหมขัดฟันสำหรับเย็บเชือกรัดติดหลังนก
- 2.4 เข็ม
- 2.5 กรรไกร
- 2.6 กล้องส่องทางไกล
- 2.7 อุปกรณ์จับบันทึก
- 2.8 โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ Arc GIS 9.2
- 2.9 ชุดคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การดักจับนกเงือกติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม

การจับนกเงือกติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียม กระทำการดักจับนกเงือกในช่วงปลายฤดูผสมพันธุ์ หรือปลายเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงที่ลูกนกใกล้ออกจากโพรงรัง โดยดักจับนกเงือกช่วงเวลารุ่งสางที่นกตัวผู้เข้าป้อนอาหารแก่ลูกนกเป็นครั้งแรกของวัน โดยการแขวนตาข่ายดักนกบริเวณหน้าโพรงรังเวลาเช้ามืด นั่งรอภายในบังไพรจนกระทั่งถึงเวลารุ่งสาง ที่นกเงือกเข้าป้อนอาหารแก่ลูกนกเป็นครั้งแรกของวัน หลังจากที่นกเงือกติดตาข่ายทำการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ โดยการร้อยสายเทปล่อนเข้ากับเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ แล้วคล้องเข้ากับตัวนก ให้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุอยู่กึ่งกลางหลังของนก แล้วเย็บครึ่งสายคล้องตัวให้แน่นด้วยไหมขัดฟัน แต่ต้องไม่รัดตัวนกจนเกินไป โดยให้สายคล้องนี้หลวมเท่ากับหนึ่งนิ้วสอดเข้าไปได้ และต้องเย็บให้แน่นเพื่อป้องกันเครื่องส่งสัญญาณวิทยุหลุดออกตลอดระยะเวลาที่ทำการจับสัญญาณนกเงือก

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่อาศัย

ข้อมูลตำแหน่งพิกัดที่ได้รับมาจาก www.argos-system.com ซึ่งจะได้รับสัญญาณทุกๆ 5 วัน มาทำการคัดกรองข้อมูลโดยการตัดข้อมูลตำแหน่งที่คาดว่ามีความผิดพลาดออก แล้วจึงนำมาหาขนาดพื้นที่อาศัยด้วยวิธี MCP 95% (minimum convex polygon) โดยการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของนกเงือกแต่ละชนิดรวมตลอดทั้งปี และแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาล คือฤดูผสมพันธุ์ ซึ่งหมายถึงระยะเวลาระหว่างที่นกเงือกตัวเมียปีครึ่งเริ่มรื้อจนถึงวันที่ลูกนกออกจากรัง และนอกฤดูผสมพันธุ์ ซึ่งหมายถึงระยะเวลาหลังจากลูกนกออกจากรังจนถึงวันที่ตัวเมียปีครึ่งในฤดูถัดไป (นันทิศา, 2548; จุฑามาศ, 2550; Schoener, 1981) เพื่อเปรียบเทียบขนาดการใช้พื้นที่อาศัยของนกเงือกแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาล

2.2 การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัย

นำขนาดพื้นที่ของนกเงือกแต่ละตัว ในแต่ละฤดูกาลมาซ้อนทับกัน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับ การใช้ประโยชน์พื้นที่ร่วมกันของนกเงือกแต่ละตัวแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาล

2.3 การเคลื่อนที่ในรอบปีของนกเงือกแต่ละตัว

หาขนาดพื้นที่ที่นกเงือกมีการใช้ประโยชน์ในแต่ละเดือนด้วยวิธี MCP 50% (minimum convex polygon) และนำตำแหน่งนกเงือกในแต่ละเดือนมาหาจุดกึ่งกลาง จะได้จุดกึ่งกลางตำแหน่งของนกเงือกในแต่ละเดือน หลังจากนั้นหาระยะทางจากตำแหน่งนกเงือกทุกๆ จุดไปยังจุดกึ่งกลาง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยและขนาดพื้นที่ของนกเงือกทุกตัวในแต่ละเดือน เพื่อนำมาหาเปรียบเทียบรูปแบบการเคลื่อนที่ของนกเงือกแต่ละตัวในรอบปี

2.4 วิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย (Habitat Suitability) ของนกเงือกจากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals)

Maximum Entropy (MaxEnt) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ประมาณความน่าจะเป็นของตัวแปรอิสระจากตัวแปรตาม โดยอาศัยหลักการของ Maximum Entropy และการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้จากข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลอง (training data) และใช้เฉพาะข้อมูลที่ปรากฏเท่านั้น (presence-only data) (Franklin, 2009; Phillips *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2006; Ratnaparkhi, 1997) แตกต่างจากเทคนิค Logistic Regression ที่จะประมาณความน่าจะเป็นของตัวแปรตามจากตัวแปรอิสระจากการใช้ข้อมูลปรากฏและไม่ปรากฏ โดยมีสมการความน่าจะเป็นดังนี้

$$q_{\lambda}(x) = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j f_j(x)\right)}{Z_{\lambda}} \quad (1)$$

โดยที่ $q_{\lambda}(x)$ คือแบบจำลองกระจายความน่าจะเป็นที่ได้จาก maximum entropy ของพื้นที่ x ใดๆ, $f_j(x)$ คือรูปแบบ (features) ได้จากการหาค่าความสัมพันธ์ในรูปแบบฟังก์ชันต่างๆ ของปัจจัยแวดล้อม เช่น linear, quadratic และ/หรือ product เป็นต้น โดยรูปแบบของฟังก์ชัน

ดังกล่าวก็คือการกระจายของความน่าจะเป็นของ λ ที่มี entropy มากที่สุด, λ_j คือ กลุ่มของสัมประสิทธิ์หรือค่าถ่วงน้ำหนักของรูปแบบฟังก์ชันต่างๆ (feature ที่ 1 ถึง feature ที่ n) และ Z_λ คือค่าคงที่การปรับค่ามาตรฐาน (normalization constant) เพื่อให้ผลรวม q_λ ของทุก pixel ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1 การที่ q_λ มีค่ามากที่สุด หมายถึงการกระจายของความน่าจะเป็นนั้นมีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะถูกนำมาใช้ ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นการเกิด maximum entropy เห็นได้ว่าแนวคิดดังกล่าวเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองจากกลุ่มของตัวแปรอิสระ (ปัจจัยแวดล้อม) ซึ่งไม่ทราบรูปแบบการกระจายของความน่าจะเป็นที่แน่นอน ตามวิธีการ MaxEnt ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นการประมาณค่าจากตัวแปรอิสระ (ปัจจัยแวดล้อม) ที่อยู่ในฟังก์ชันรูปแบบต่างๆ (feature functions) โดยมีได้เจาะจงว่าจะต้องเป็นฟังก์ชันรูปแบบหรือตัวแปรอิสระใดๆ โดยเฉพาะ แต่หากการประมาณค่าดังกล่าวจะสะท้อนจากฟังก์ชันรูปแบบหรือปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดไปพร้อมๆ กัน โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าค่าความคาดหวังของฟังก์ชันรูปแบบ f_j ; $\hat{\kappa}[f_j]$ เท่ากับค่าความคาดหวังของฟังก์ชันรูปแบบ f_j ที่ได้จากข้อมูลการปรากฏที่สังเกตได้จริงจากพื้นที่; $\tilde{\kappa}[f_j]$

แบบจำลองการกระจายที่ได้จะมีค่าประมาณใกล้เคียงกับความเป็นจริงบริเวณที่ได้ตำแหน่งพิกัดของสัตว์ป่า แต่บริเวณที่ไม่มีตำแหน่งพิกัดของสัตว์ป่าค่าประมาณที่ได้จะมีความถูกต้อง ซึ่งเรียกว่า over-fitting ดังนั้นจึงมีการแก้ไขผิดพลาดในการประมาณบริเวณที่ไม่มีตำแหน่งพิกัดของสัตว์ป่า Phillips *et.al.* (2006) ได้ผ่อนคลายค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการสังเกตของ features ใดๆ มีค่าใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการประมาณค่าโดย maximum entropy โดยกำหนดให้ $\hat{\kappa}[f_j] - \tilde{\kappa}[f_j] \leq \beta_j$ โดยที่ β_j คือ ค่าคงที่จำนวนหนึ่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ เรียกว่า regularization

ข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่นำมาใช้ในการหาความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกเงือก เพื่อนำไปสร้างแผนที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดถูกเตรียมให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยใช้ข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่มีขนาดกริดเท่ากับ 100×100 เมตร ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมดังนี้

1. ชนิดป่า แบ่งออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณผสมไฟ ป่าเบญจพรรณพื้นฟู ป่าดิบเขา ทุ่งหญ้า และป่าเบญจพรรณผสมต้นลาน

2. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Digital Elevation Model: DEM) เป็นพื้นที่ระดับสูงเชิงเลข
3. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ทำการเตรียมข้อมูลโดยคำนวณระยะทางที่ใกล้ที่สุดในแต่ละกริดไปยังแหล่งน้ำ
4. ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ทำการเตรียมข้อมูลโดยคำนวณระยะทางที่ใกล้ที่สุดในแต่ละกริดไปยังหน่วยพิทักษ์ป่า
5. ความลาดชัน คำนวณเป็นร้อยละความลาดชันจากความสูงจากระดับน้ำทะเล

ดังนั้นการจัดทำแบบจำลองการกระจาย และแผนที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดจากการใช้โปรแกรม MaxEnt จึงใช้ข้อมูลตำแหน่งพิกัดของนกเงือกทั้งสองชนิดที่ได้จากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมเท่านั้น และป้อนข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมต่อการกระจายของนกเงือก และสร้างแผนที่โอกาสการใช้พื้นที่ของนกเงือกทั้งสองชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยกำหนดรูปแบบฟังก์ชันที่ใช้ในการหาความน่าจะเป็น ได้แก่ linear, quadratic และ product เท่านั้น และกำหนดค่า random test percentage = 25%, maximum iteration = 500, convergence threshold = 0.00001

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง MaxEnt ได้จากการนำค่าทำนายที่ได้จากแบบจำลองมาเขียนเส้นกราฟ ROC (Receiver Operating Characteristic) โดยกราฟ ROC เกิดจากค่า 1-specificity และค่า sensitivity โดยที่ specificity คือสัดส่วนของจำนวนค่าสังเกตที่แบบจำลองทำนายลักษณะสิ่งที่ไม่ให้ความสนใจได้ถูกต้อง (true negative) หากด้วยจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่มีการปรากฏของลักษณะที่ไม่ให้ความสนใจ และ sensitivity คือสัดส่วนของจำนวนค่าสังเกตที่แบบจำลองทำนายลักษณะสิ่งที่ไม่ให้ความสนใจได้ถูกต้อง (true positive) หากด้วยจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่มีการปรากฏของลักษณะที่ไม่ให้ความสนใจ จากนั้นคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (area under the curve, AUC) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 1.0 โดยที่ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ROC บอกถึงความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้ซึ่งมีเกณฑ์กำหนดดังนี้ 0.50 - 0.60 = ไม่ดี (Not So Good), 0.60 - 0.75

= ค่อนข้างดี (Fair), 0.75 - 0.90 = ดี (Good), 0.90 - 0.97 = ดีมาก (Very Good), 0.97 - 1.00 = ดีเยี่ยม (Excellent) (Swets, 1988; Hosmer and Lemeshow, 2000)

สถานที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาพนมดงรักหรือ บริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของที่ราบสูงโคราช ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 05' ถึง 14° 15' เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 05' ถึง 101° 50' ตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งสิ้นประมาณ 2,168 ตารางกิโลเมตรหรือ 1,355,397 ไร่ มีอาณาเขตครอบคลุม 11 อำเภอ ของ 4 จังหวัด คือ จังหวัดสระบุรี จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดนครนายก ได้ถูกรองรับว่าเป็นหนึ่งในพื้นที่อุทยานมรดกโลกเป็นป่าผืนใหญ่ตั้งอยู่ในเทือกเขาพนมดงรักในส่วนหนึ่งของดงพญาไฟหรือดงพญาเย็นในอดีต สภาพทั่วไปของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ประกอบด้วยเทือกเขาสลับซับซ้อนมีระดับความสูงแตกต่างกันไป และยังประกอบด้วยทุ่งกว้างสลับกับป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ หินที่พบในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นหินทรายกลุ่มโคราช นอกจากนี้ยังพบหินปูนชุกราชบุรีด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หินตะกอนซึ่งเกิดจากการทับถมด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ และหินดินดานกับหินทรายด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับลักษณะของดินส่วนใหญ่พบว่าเป็น low-humic gley soils และ podzolic soils with laterite ซึ่งเกิดจากการพัดพาของน้ำมาทับถม อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทำให้เกิดฝนตกชุกตามฤดูกาล โดยจะมีฝนตกตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ณ บริเวณที่ทำการของอุทยานแห่งชาติมีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร พื้นที่ที่ได้รับปริมาณน้ำฝนมากที่สุดอยู่บริเวณลุ่มน้ำคลองท่าด่าน ซึ่งวัดปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 3,000 มิลลิเมตร ส่วนบริเวณที่ได้รับปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดได้แก่ พื้นที่ทางตอนล่างสุดของทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ของอุทยาน โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,600 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 23 องศาเซลเซียส โดยในหนึ่งปีสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดูคือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ประเภทของสังคมพืชภายในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ทุ่งหญ้าและป่ารุ่น ทรัพยากรสัตว์ป่าที่พบในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ประกอบไปด้วยสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประมาณ 71 ชนิด นกชนิดต่างๆ กว่า 340 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานประมาณ 205 ชนิด และแมลงมีมากกว่า 5,000 ชนิด (สมโภชน์ และ แชนเซล, 2543; รุ่งนภา, 2545; ภาวินี, 2549)

ระยะเวลาทำการวิจัย

เก็บข้อมูลภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูล เขียนรายงาน จัดพิมพ์รายงาน และนำเสนอผลงาน
ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2552 – กุมภาพันธ์ 2554



ผลและวิจารณ์

การดักจับนกกก และนกเงือกกรมช้างเพื่อติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals: PTTs) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา สามารถจับนกกก และนกเงือกกรมช้างได้รวมทั้งหมด 4 รัง แบ่งเป็นนกกกตัวผู้ 1 ตัว ลูกนกกก 1 ตัว และนกเงือกกรมช้างตัวผู้ 2 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รหัสเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ และข้อมูลต่างๆ ของนกเงือกทั้ง 4 ตัวที่ทำการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

รหัส PTTs	ชนิดนกเงือก	เพศ	วันที่ติดวิทยุ	วันที่ลูกนกออกจากรัง	ตำแหน่งรัง	
					X	Y
88943	นกเงือกกรมช้าง	ผู้	22/5/2552	12/6/2552	757825	1590968
88944	นกเงือกกรมช้าง	ผู้	25/5/2552	9/6/2552	754701	1597924
88945	นกกก	ผู้	26/5/2552	13/6/2552	757674	1597488
88948	ลูกนกกก	-	5/6/2552	5/6/2552	771729	1597496

จากการติดตามสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมสามารถรับสัญญาณนกกกทั้งสองตัวและนกเงือกกรมช้าง 88943 ได้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 เป็นเวลาทั้งสิ้น 20 เดือน ส่วนนกเงือกกรมช้าง 88944 สามารถรับสัญญาณได้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 เป็นเวลาทั้งสิ้น 17 เดือน ได้รับตำแหน่งนกเงือกทั้งหมด 1,670 ตำแหน่ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคัดกรองข้อมูลที่คิดว่ามีความผิดพลาดออก โดยการพิจารณาช่วงเวลาและสถานที่ของตำแหน่งพิกัดที่ได้รับแบบจุดต่อจุดถึงความเป็นไปได้ว่านกเงือกสามารถเดินทางไปยังตำแหน่งพิกัดต่อไปได้ด้วยระยะเวลาที่ต่างกันของตำแหน่งพิกัดแรกและตำแหน่งพิกัดที่สองหรือไม่ ซึ่งจากการพิจารณาแบบจุดต่อจุดสามารถตัดข้อมูลที่คาดว่าเกิดความผิดพลาดได้ทั้งหมด 283 ตำแหน่ง เหลือตำแหน่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่อาศัยและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกจำนวน 1,387 ตำแหน่ง คิดเป็นร้อยละ 83.05 ของข้อมูลทั้งหมด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลกรอง ข้อมูลที่ตัดออก และร้อยละของข้อมูลกรองที่นำมาใช้
ในการวิเคราะห์หาพื้นที่อาศัยและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกใน
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึง เดือนธันวาคม 2553

คุณภาพข้อมูล	Z	B	A	0	1	2	3	ทั้งหมด
จำนวนข้อมูลทั้งหมด	67	473	333	109	211	267	210	1,670
จำนวนข้อมูลกรอง	42	312	285	85	201	255	207	1,387
จำนวนข้อมูลที่ตัดออก	25	161	48	24	10	12	3	283
ร้อยละของข้อมูลกรอง	62.69	65.96	85.59	77.98	95.26	95.51	98.57	83.05

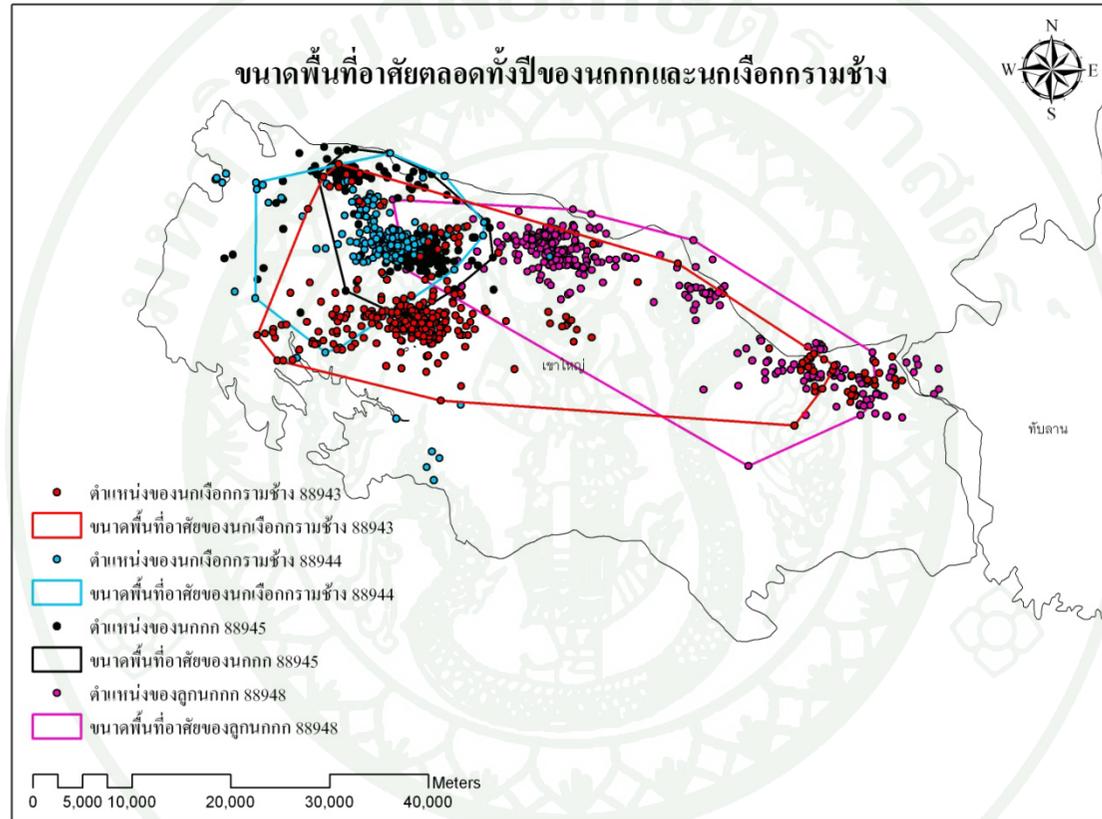
1. ขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิด การใช้พื้นที่ซ้อนทับกัน และการเคลื่อนที่ของนกเงือกแต่ละตัวระหว่างในฤดูผสมพันธุ์ นอกฤดูผสมพันธุ์ และตลอดทั้งปี

1.1 ขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกแต่ละตัวระหว่างฤดูผสมพันธุ์ นอกฤดูผสมพันธุ์ และตลอดทั้งปี

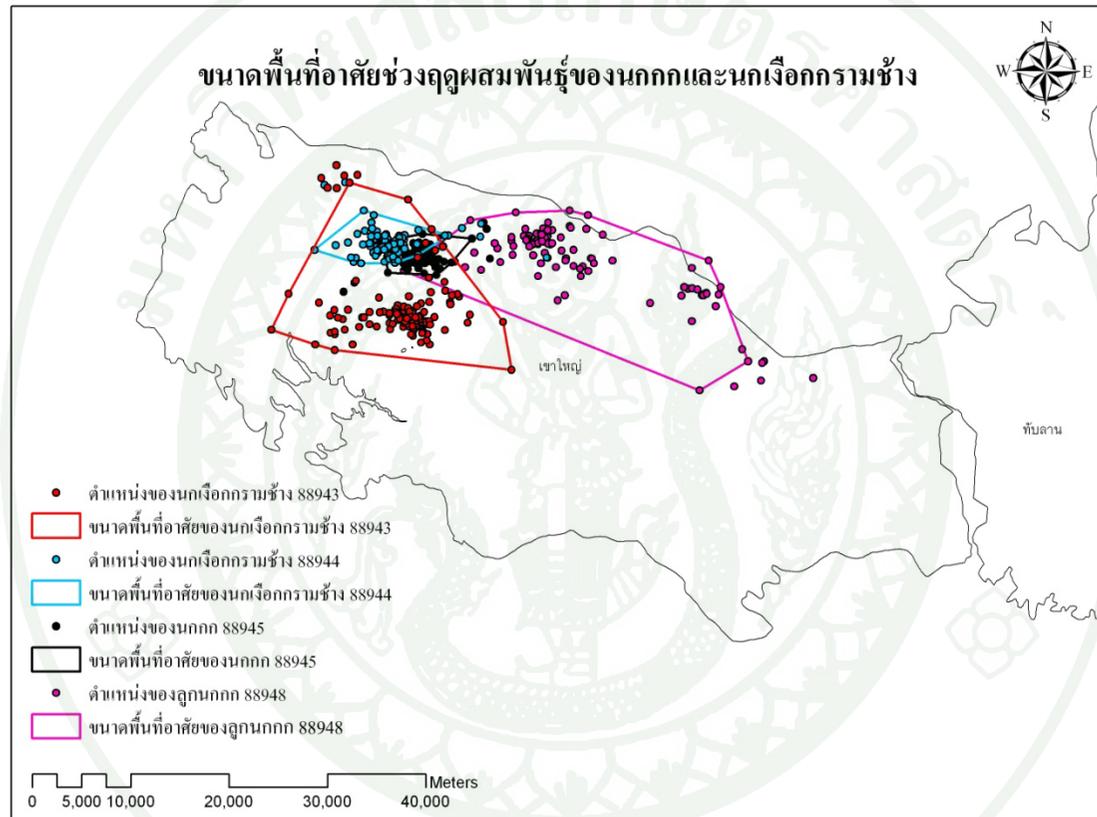
ขนาดพื้นที่อาศัยของนกกก และนกเงือกกรมช้างแต่ละตัวระหว่างฤดูผสมพันธุ์ นอกฤดูผสมพันธุ์ และตลอดทั้งปี จากการใช้วิธี minimum convex polygon ที่ 95% ได้ผลดังตารางที่ 3 และตำแหน่งการกระจายของนกเงือกทั้ง 4 ตัว ดังแสดงในภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 3 พบว่านกเงือกกรมช้างมีขนาดพื้นที่อาศัยตลอดปีอยู่ระหว่าง 305.72-883.32 ตร.กม. โดยในช่วงฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยอยู่ระหว่าง 40.63-261.74 ตร.กม. นอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยอยู่ระหว่าง 346.79-844.62 ตร.กม. ส่วนนกกกเพศผู้ตัวเต็มวัยมีขนาดพื้นที่อาศัยตลอดปีเท่ากับ 184.83 ตร.กม. โดยในช่วงฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 26.32 ตร.กม. นอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 138.46 ตร.กม. และลูกนกกกมีขนาดพื้นที่อาศัยตลอดปีเท่ากับ 619.20 ตร.กม. โดยในช่วงฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 333.51 ตร.กม. นอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 548.94 ตร.กม.

ตารางที่ 3 ขนาดพื้นที่อาศัย และจำนวนจุดที่ใช้ในการหาขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้ง 4 ตัว ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553

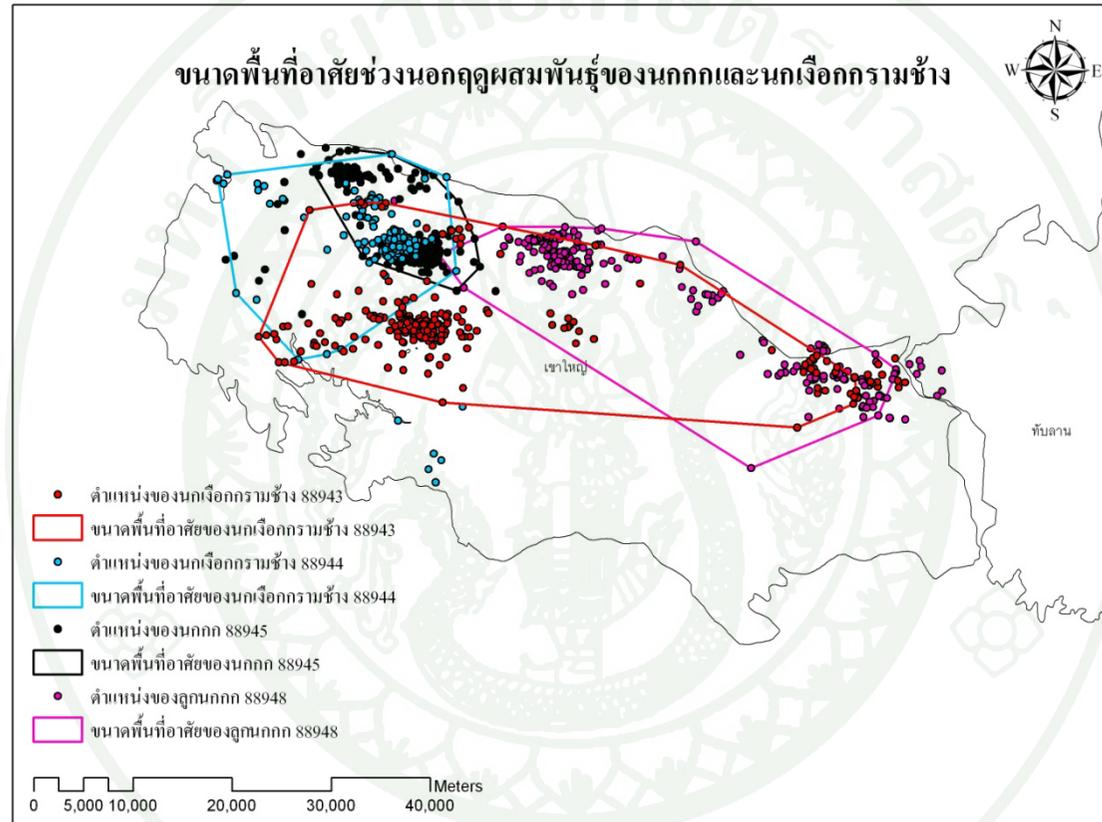
รหัส PTTs	ชนิดนกเงือก	ขนาดพื้นที่อาศัย					
		ตลอดปี (ตร.กม.)	จำนวนจุด	ฤดูผสมพันธุ์ (ตร.กม.)	จำนวนจุด	นอกฤดูผสมพันธุ์ (ตร.กม.)	จำนวนจุด
88943	นกเงือกกรมช้าง	883.32	411	261.74	125	844.62	286
88944	นกเงือกกรมช้าง	305.72	260	40.63	125	346.79	135
88945	นกกก	184.83	370	26.32	114	138.46	256
88948	ลูกนกกก	619.20	384	333.51	108	548.94	276



ภาพที่ 1 ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยตลอดทั้งปีของนกกกกและนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 2 ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยช่วงฤดูผสมพันธุ์ของนกกกและนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553



ภาพที่ 3 ตำแหน่งและขนาดพื้นที่อาศัยนอกฤดูผสมพันธุ์ของนกกกและนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553

จากการศึกษาขนาดพื้นที่อาศัยของนกกกและนกเงือกกรมช้างตลอดทั้งปี และแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูผสมพันธุ์และนอกฤดูผสมพันธุ์ พบว่านกกก 88945 ที่เป็นนกตัวเต็มวัยมีขนาดพื้นที่อาศัยเล็กกว่านกเงือกกรมช้างทั้ง 2 ตัว เมื่อแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาลพบว่าพื้นที่อาศัยของนกกก 88945 ทั้งช่วงฤดูผสมพันธุ์และนอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดเล็กกว่านกเงือกกรมช้าง ซึ่งไม่แตกต่างจากการศึกษาของ Poonswad and Tsuji (1994) ที่ศึกษาหาขนาดพื้นที่อาศัยของนกกกและนกเงือกกรมช้าง ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่านกเงือกกรมช้างมีขนาดพื้นที่อาศัยช่วงฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์ขนาด 10 ตารางกิโลเมตร และ 28 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ซึ่งใหญ่กว่านกกกที่มีขนาดพื้นที่อาศัยในช่วงฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์ขนาด 3.7 ตารางกิโลเมตร และ 4.3 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ส่วนลูกนกกก 88948 เป็นลูกนกที่เพิ่งออกจากรังเป็นปีแรกยังไม่ มีพื้นที่อาศัยและโพรงรังเป็นของตัวเอง ไม่มีการป้องกันโพรงรังของตัวเองเหมือนนกเงือกตัวเต็มวัย จึงออกหากินและหาพื้นที่อาศัยไปเรื่อยๆ (Kemp, 1995) ทำให้พื้นที่อาศัยมีขนาดใหญ่กว่านกตัวเต็มวัยและนกเงือกกรมช้าง ซึ่งความแตกต่างของขนาดพื้นที่อาศัยในนกเงือกแต่ละชนิดอาจจะมีความสัมพันธ์ในเรื่องความแตกต่างของการกินอาหารที่นกเงือกกรมช้างมีความเจาะจงกับชนิดของอาหาร (diet specialist) มากกว่านกกกที่สามารถกินอาหารได้หลากหลาย (diet generalist) (Poonswad *et al.*, 1998) และช่วงระยะเวลาของการผสมพันธุ์ (Poonswad and Tsuji, 1994) ที่ลูกนกจะยังไม่จับคู่ผสมพันธุ์จนกว่าจะถึงวัยเจริญพันธุ์

การศึกษานี้ขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดจากร่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (PTTs) มีขนาดใหญ่กว่าการศึกษาของ Poonswad and Tsuji (1994) จากการใช้ร่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ (radio-transmitter) ที่มีข้อจำกัดในการติดตามสัญญาณ เมื่อนกเงือกที่ติดวิทยุบินออกไปไกลเกินกว่าที่เครื่องรับสัญญาณวิทยุจะรับได้ ทำให้ไม่สามารถติดตามตำแหน่งของนกเงือกได้ โดยเฉพาะเมื่อถึงช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์นกเงือกทั้งสองชนิดจะบินไปไกลออกจากรังมากกว่าที่เครื่องรับสัญญาณวิทยุจะรับได้ แต่ร่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมอาศัยดาวเทียมในการติดตามสัญญาณของนกเงือก ดังนั้นจึงสามารถติดตามตำแหน่งของนกเงือกได้ทุกที่ ขนาดพื้นที่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดในการศึกษานี้จึงมีขนาดพื้นที่ใหญ่กว่าการศึกษาของ Poonswad and Tsuji (1994) ที่ศึกษาไว้เมื่อปี 1988-1991

เมื่อพิจารณานกเงือกแต่ละตัวทั้งสองชนิดพบว่า ขนาดพื้นที่อาศัยในฤดูผสมพันธุ์ที่นกเงือกตัวผู้จะต้องการมาป้อนแก่ลูกนกและนกตัวเมียที่อยู่ในโพรงรัง มีขนาดเล็กกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ ซึ่งนกเงือกทั้ง 4 ตัว มีการเคลื่อนย้ายออกห่างจากโพรงรังเมื่อลูกนกแข็งแรงและออกจากรังตั้งภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ที่นกเงือกทั้ง 4 ตัวจะมีตำแหน่งที่อยู่ไม่ห่างจากบริเวณโพรงรังในฤดูผสมพันธุ์ขนาดพื้นที่อาศัยจึงมีขนาดเล็ก แตกต่างจากนอกฤดูผสมพันธุ์ตำแหน่งของนกเงือกทั้ง 4 ตัวห่างไกลจากโพรงรังออกไป ซึ่งนกเงือกกรมช้าง 88943 มีการเคลื่อนย้ายไปจากโพรงรังที่อยู่ด้านบนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ไปด้านทิศตะวันออกบริเวณที่ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติทับลาน และลูกนก 88948 มีการเคลื่อนย้ายจากบริเวณโพรงรังไปยังอุทยานแห่งชาติทับลานช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553

1.2 การใช้พื้นที่ซ้อนทับกันของนกเงือกแต่ละตัวระหว่างฤดูผสมพันธุ์ นอกฤดูผสมพันธุ์ และตลอดทั้งปี

การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยของนกกก และนกเงือกกรมช้างแต่ละตัวในช่วงตลอดทั้งปี ฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์มีขนาดพื้นที่อาศัยและเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันดังตารางที่ 4 และภาพที่ 4-9

จากการศึกษาการซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยในนกชนิดเดียวกัน พบว่านกกก 88945 และนก 88948 มีเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันในช่วงตลอดปี ฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์เท่ากับ 11.59, 24.47 และ 0.1 ตามลำดับดังภาพที่ 4 ซึ่งมีขนาดพื้นที่ซ้อนทับกันน้อยกว่านกเงือกกรมช้าง 88943 และนกเงือกกรมช้าง 88944 มีเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันเท่ากับ 51.53, 56.88 และ 39.46 ตามลำดับดังภาพที่ 5

การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยระหว่างนกต่างชนิดกัน พบว่านกเงือกกรมช้าง 88943 มีเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยกับนกกก 88945 ในช่วงตลอดปี ฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์เท่ากับ 53.69, 46.73 และ 33.36 ตามลำดับดังภาพที่ 6 นกเงือกกรมช้าง 88943 มีเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยกับนกกก 88948 ในช่วงตลอดปี ฤดูผสมพันธุ์ และนอกฤดูผสมพันธุ์เท่ากับ 61.52, 6.46 และ 59.89 ตามลำดับดังภาพที่ 7 ส่วนนกเงือกกรมช้าง 88944 มี

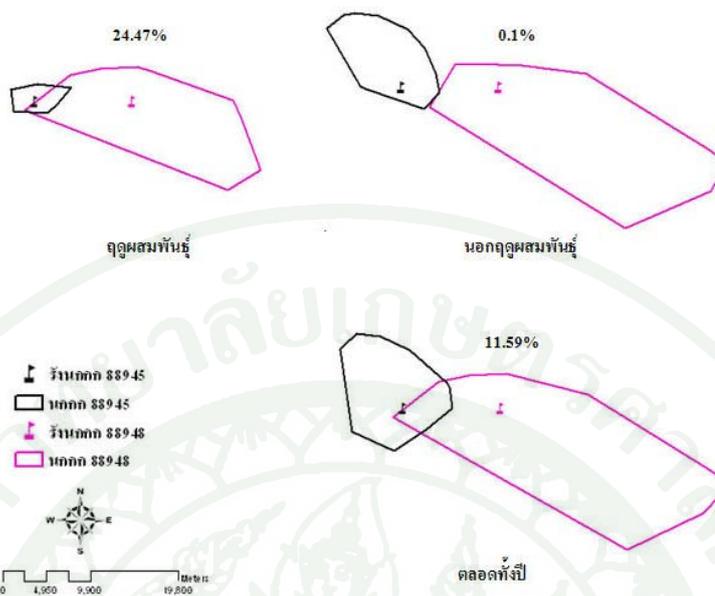
เปอร์เซ็นต์การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยกับนกกก 88945 ในช่วงตลอดปี ฤดูแล้ง และนอก
ฤดูผสมพันธุ์เท่ากับ 70.09, 32.18 และ 59.59 ตามลำดับดังภาพที่ 8



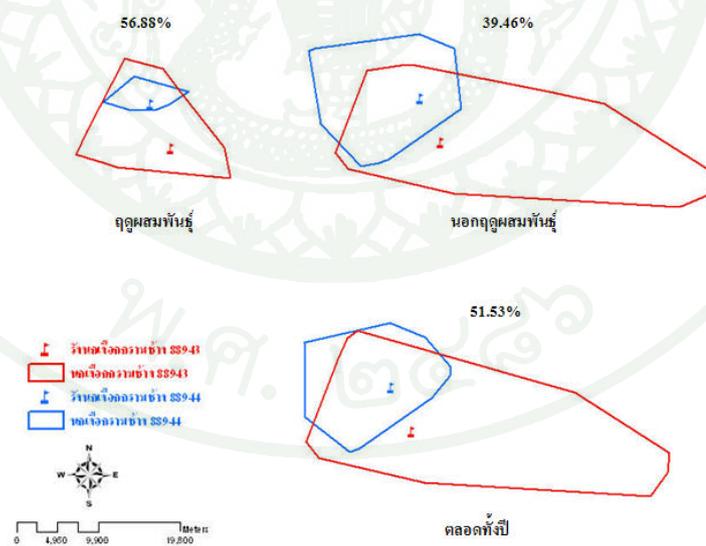
ตารางที่ 4 การซ้ดนท้บกันของพื้นที่อศัศย และเปอร์เซ็นต์การซ้ดนท้บของนกเงือกแต่ละตัวในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553

ช่วงเวลา	ขนาดพื้นที่อศัศยที่ซ้ดนท้บ (ตร.กม.)											
	ชนิดเดียวกัน				ต่างชนิดกัน							
	GH		WH		WH 88943 กับ GH 88945		WH 88943 กับ GH 88948		WH 88944 กับ GH 88945		WH 88944 กับ GH 88948	
	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%	พื้นที่ ซ้ดนท้บ	%
	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ	ซ้ดนท้บ
ตลอดปี	33.26	11.59	234.06	51.53	164.12	53.69	447.92	61.52	161.47	70.09	20.36	4.96
ฤดูผสมพันธุ์	11.94	24.47	40.01	56.88	22.36	46.73	18.95	6.46	10.28	32.18	-	-
นอกฤดูผสมพันธุ์	0.16	0.1	193.98	39.46	79.38	33.36	398.55	59.89	117.94	59.59	-	-

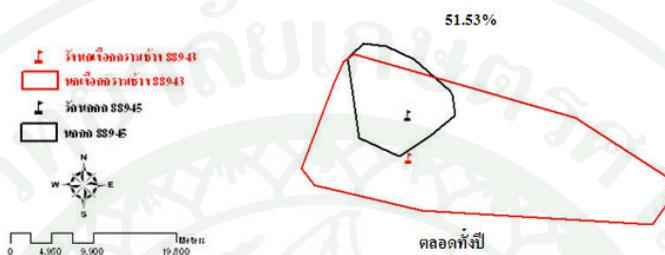
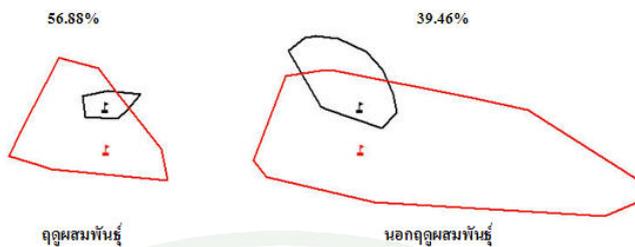
หมายเหตุ ขนาดพื้นที่อศัศยที่ซ้ดนท้บของนกเงือกกรามข้าง 88944 กับลูกนกกก 88948 มีการซ้ดนท้บต่างฤดูกาลกัน จึงมีพื้นที่ซ้ดนท้บเฉพาะตลอดปี
 GH หมายถึง นกกก
 WH หมายถึง นกเงือกกรามข้าง



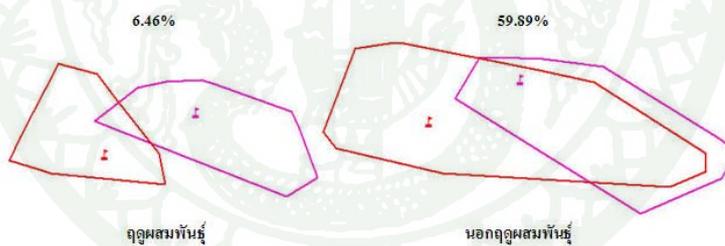
ภาพที่ 4 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัด นครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 5 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรามช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัด นครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



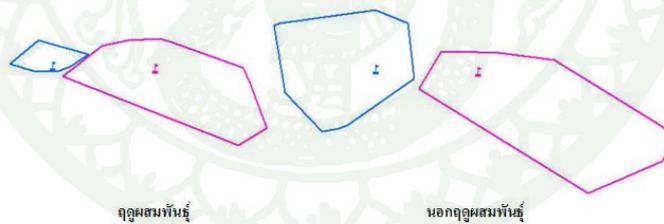
ภาพที่ 6 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช้าง 88943 และนกกก 88945 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 7 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช้าง 88943 และลูกนกกก 88948 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 8 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช้าง 88944 และนกกก 88945 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



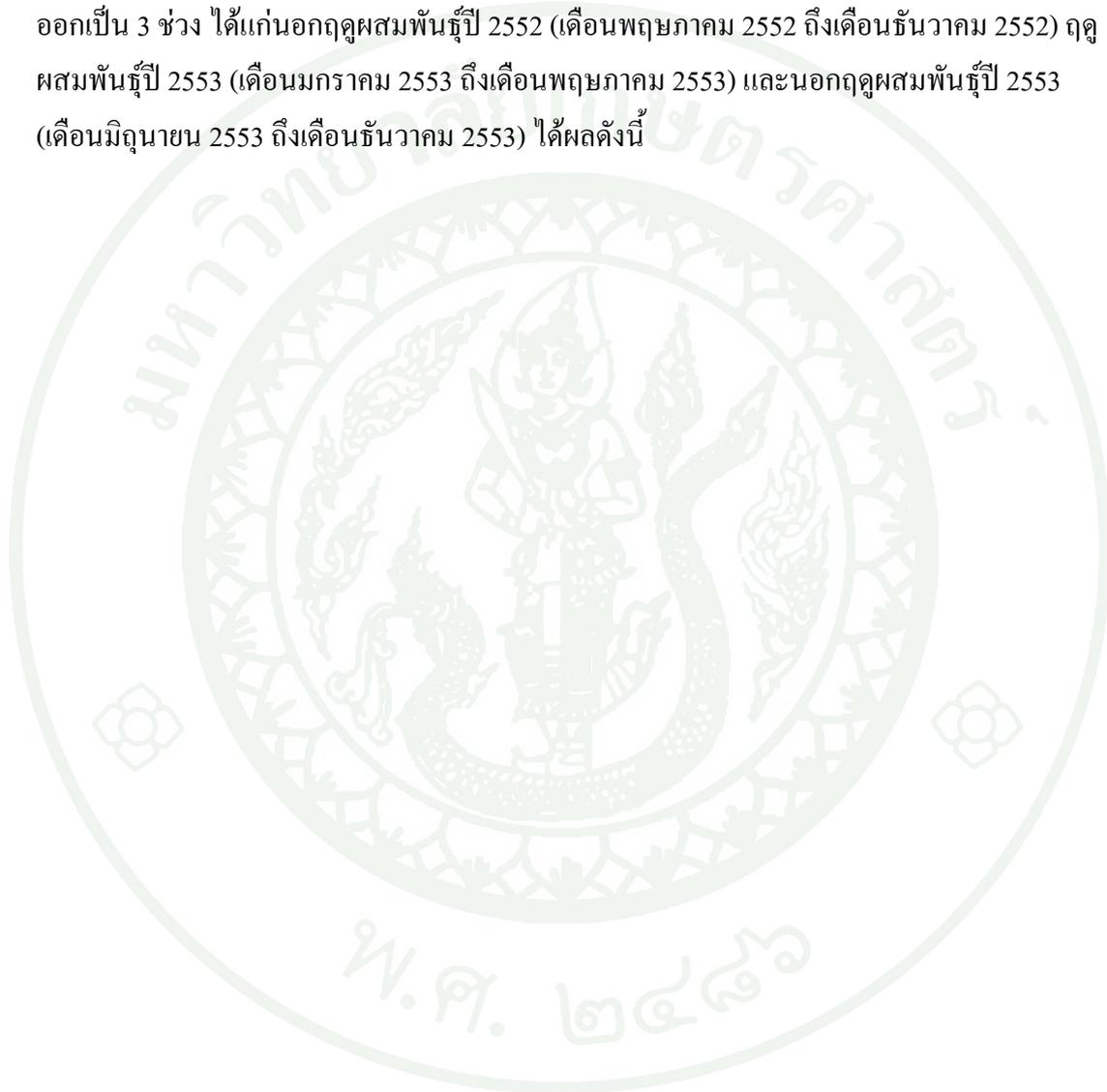
ภาพที่ 9 ขอบเขตพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกันของนกเงือกกรมช้าง 88944 และลูกนกกก 88948 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553

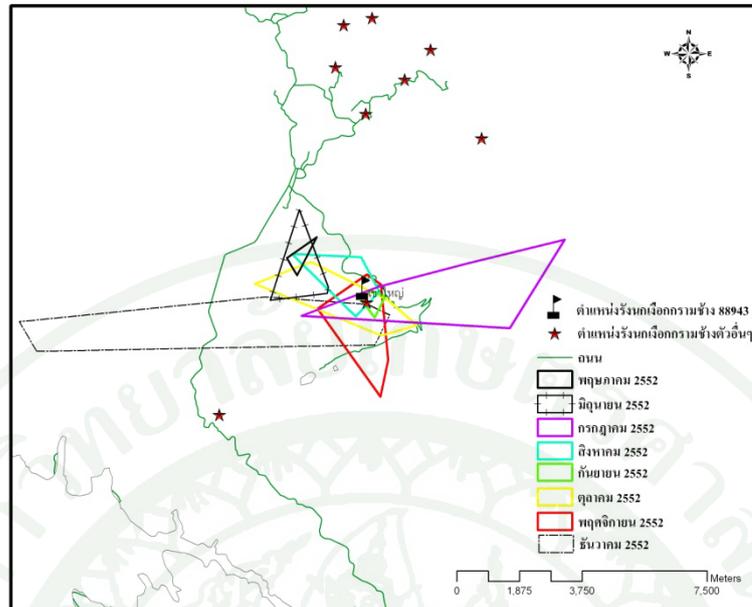
นกเงือกกรมช้าง 88944 มีเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับของพื้นที่อาศัยกับลูกนกกก 88948 เฉพาะในช่วงตลอดปีเท่ากับ 4.96 ตร.กม. ดังภาพที่ 9 เนื่องจากการหาพื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกัน จากตำแหน่งของนกเงือกแต่ละตัวที่แบ่งออกเป็นแต่ละช่วงฤดูกาลแล้วนำมาหาพื้นที่อาศัยด้วยวิธี MCP% (minimum convex polygon) ที่ 95% แล้วจึงนำพื้นที่อาศัยของนกเงือกแต่ละตัวในแต่ละ ฤดูกาลมาซ้อนทับกันเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การซ้อนทับของพื้นที่อาศัย พื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับของนกเงือกกรมช้าง 88944 และลูกนกกก 88948 ไม่ได้ซ้อนทับในฤดูกาลเดียวกัน แต่ซ้อนทับต่างฤดูกาล คือพื้นที่อาศัยของนกเงือกกรมช้าง 88944 นอกฤดูผสมพันธุ์ซ้อนทับกับพื้นที่อาศัยลูกของนกกก 88948 ฤดูผสมพันธุ์ พื้นที่อาศัยของนกเงือกกรมช้าง 88944 ที่ซ้อนทับกับของลูกนกกก 88948 จึงมีแค่ช่วงตลอดฤดูกาลเท่านั้น

จากตารางที่ 4 พบว่าการซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยในนกชนิดเดียวกัน ฤดูผสมพันธุ์มีการซ้อนทับมากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ แตกต่างจากนกต่างชนิดกันที่มีการซ้อนทับของพื้นที่อาศัย ฤดูผสมพันธุ์น้อยกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ ความต้องการอาหารที่เหมือนกันและมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกนก เป็นสาเหตุการใช้พื้นที่อาศัยเหมือนกันของนกชนิดเดียวกัน ดังนั้นนกตัวผู้จึงมีการหาอาหารจากแหล่งเดียวกัน การใช้พื้นที่อาศัยฤดูผสมพันธุ์จึงมากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ในนกชนิดเดียวกัน และการซ้อนทับของพื้นที่อาศัยของนกเงือกกรมช้างมีการซ้อนทับกันมากกว่านกกก เพราะจำนวนชนิดพืชอาหารของนกเงือกกรมช้างมีน้อยกว่านกกก (Poonswad *et al.*, 1998) ดังนั้นการหาอาหารของนกเงือกกรมช้างจึงมาจากแหล่งเดียวกันมากกว่านกกก อีกทั้งตำแหน่งรังของนกกกทั้งสองตัวห่างไกลกันมากกว่านกเงือกกรมช้างดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ขณะที่นกต่างชนิดต้องการอาหารที่แตกต่างกันในการเจริญเติบโต นกตัวผู้ของนกกก และนกเงือกกรมช้าง จึงมีการหาอาหารจากคนละแหล่งหรือต้นไม้คนละต้นกัน ดังนั้นการใช้พื้นที่อาศัยฤดูผสมพันธุ์จึงน้อยกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ ยกเว้นนกเงือกกรมช้าง 88943 และนกกก 88945 ที่นกเงือกกรมช้าง 88943 มีการอพยพไปด้านตะวันออกของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ด้านที่ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติทับลาน ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ดังภาพที่ 3 การซ้อนทับกันของพื้นที่อาศัยฤดูผสมพันธุ์จึงมากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์

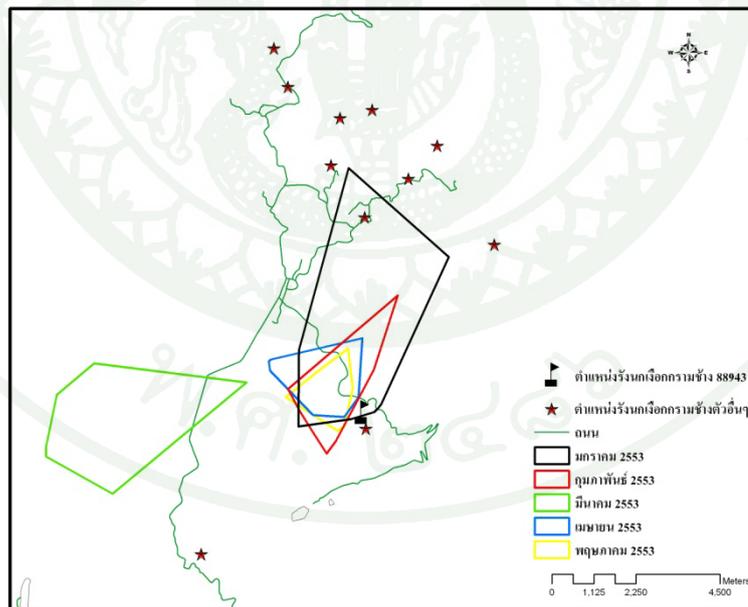
1.3 การเคลื่อนที่ของนกเงือกกรมช่าง และนกกกในรอบปี

จากการหาขนาดพื้นที่ที่นกเงือกมีการใช้ประโยชน์ด้วยวิธี MCP 50% และระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกทั้งสองชนิดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 (เดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2552) ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 (เดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553) และนอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 (เดือนมิถุนายน 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553) ได้ผลดังนี้

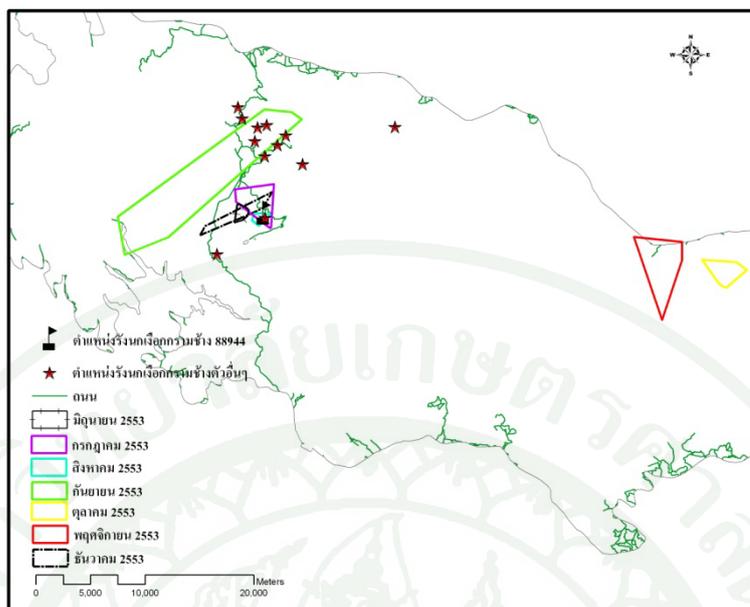




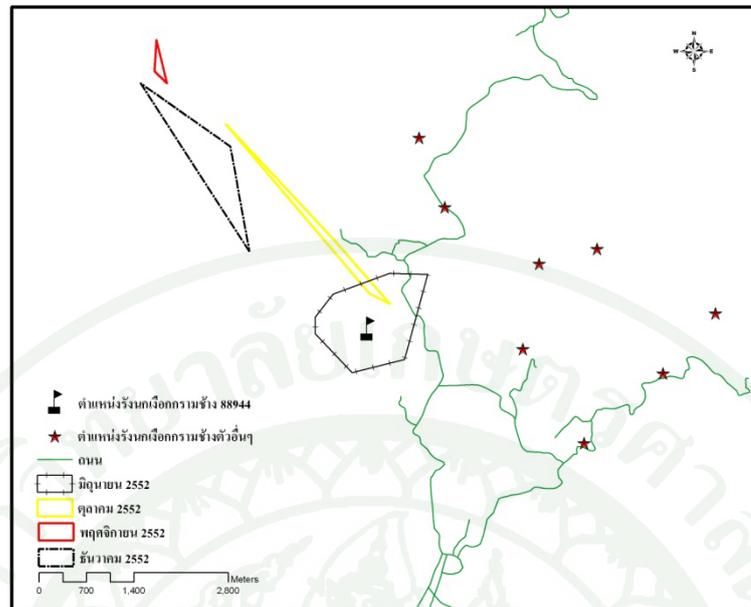
ภาพที่ 10 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรามช้าง 88943 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



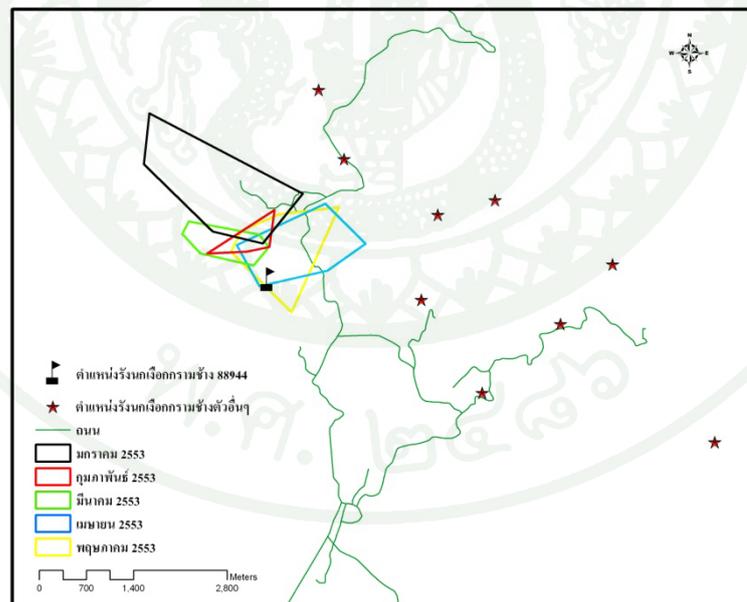
ภาพที่ 11 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรามช้าง 88943 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



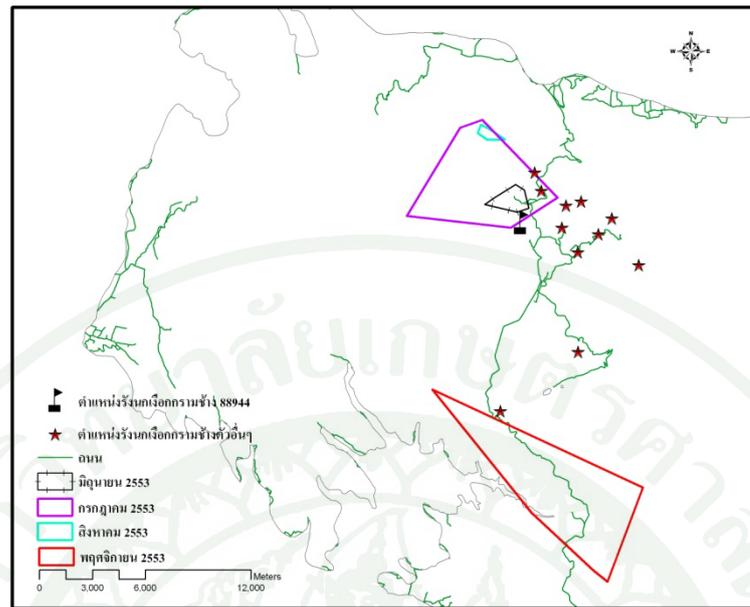
ภาพที่ 12 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช่าง 88943 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



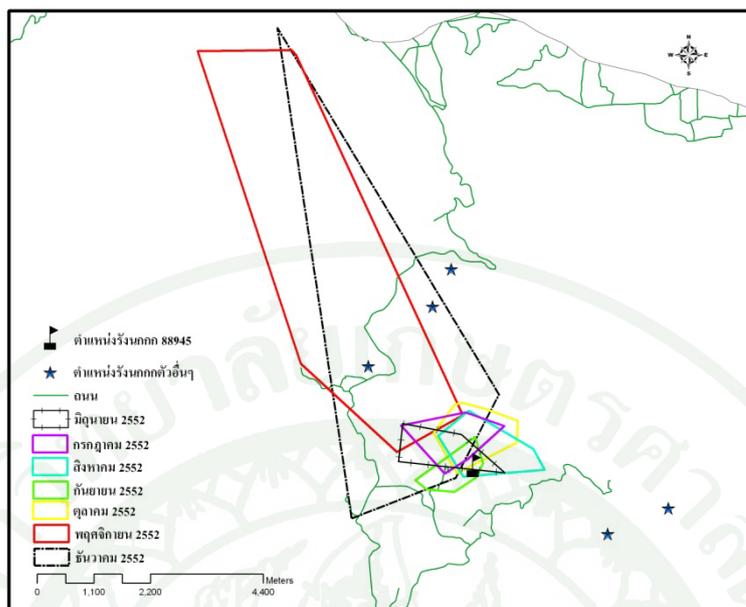
ภาพที่ 13 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรามช้าง 88944 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



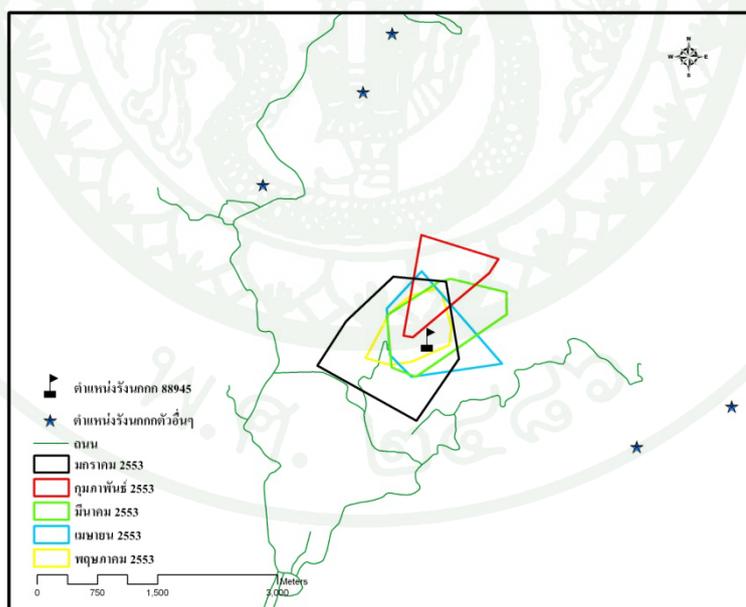
ภาพที่ 14 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรามช้าง 88944 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



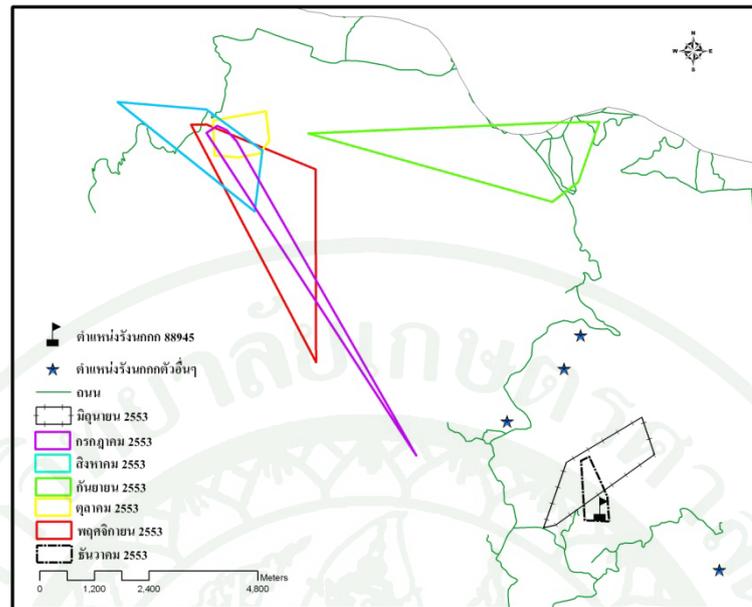
ภาพที่ 15 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้าง 88944 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



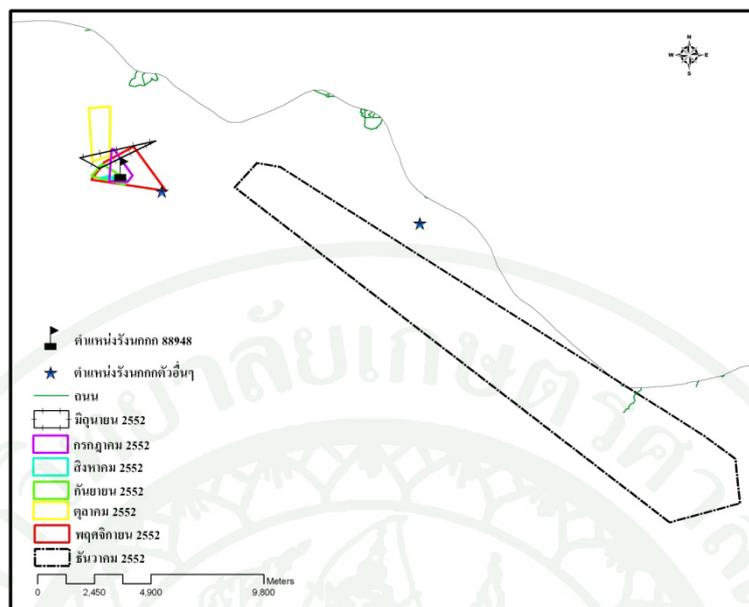
ภาพที่ 16 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกก 88945 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



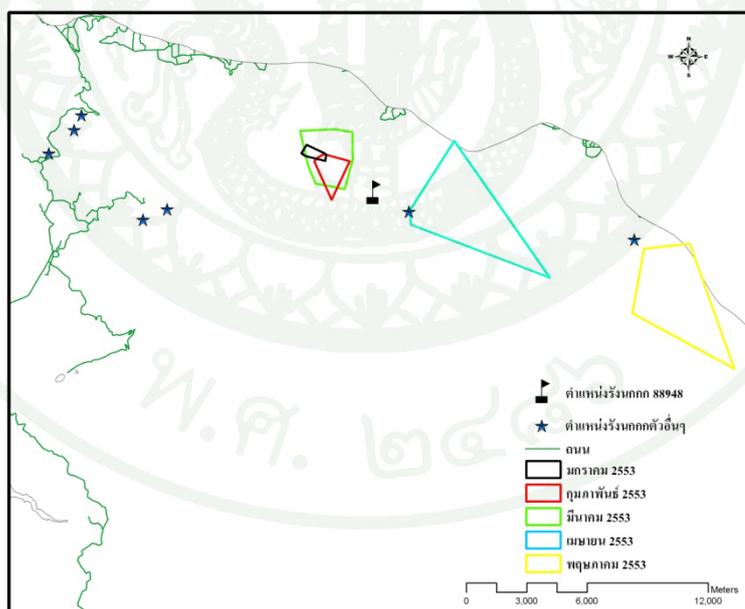
ภาพที่ 17 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกก 88945 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



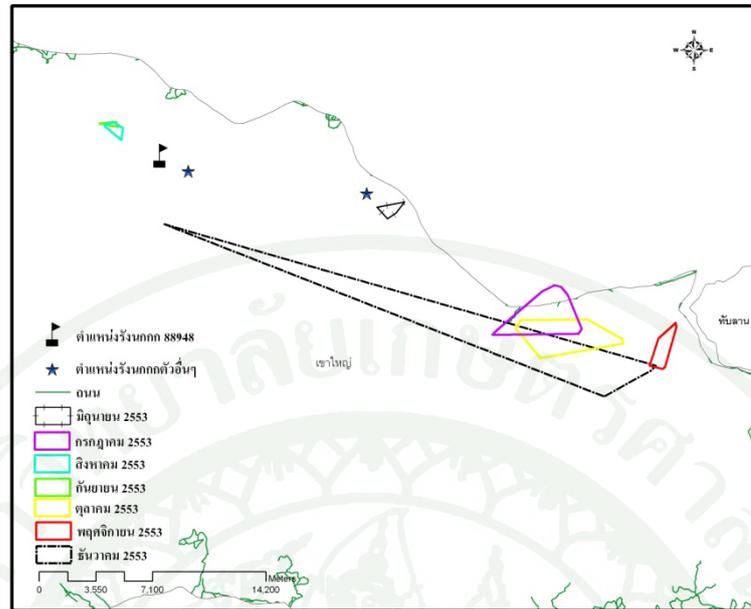
ภาพที่ 18 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยนกก 88945 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 19 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนก กก 88948 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2552 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

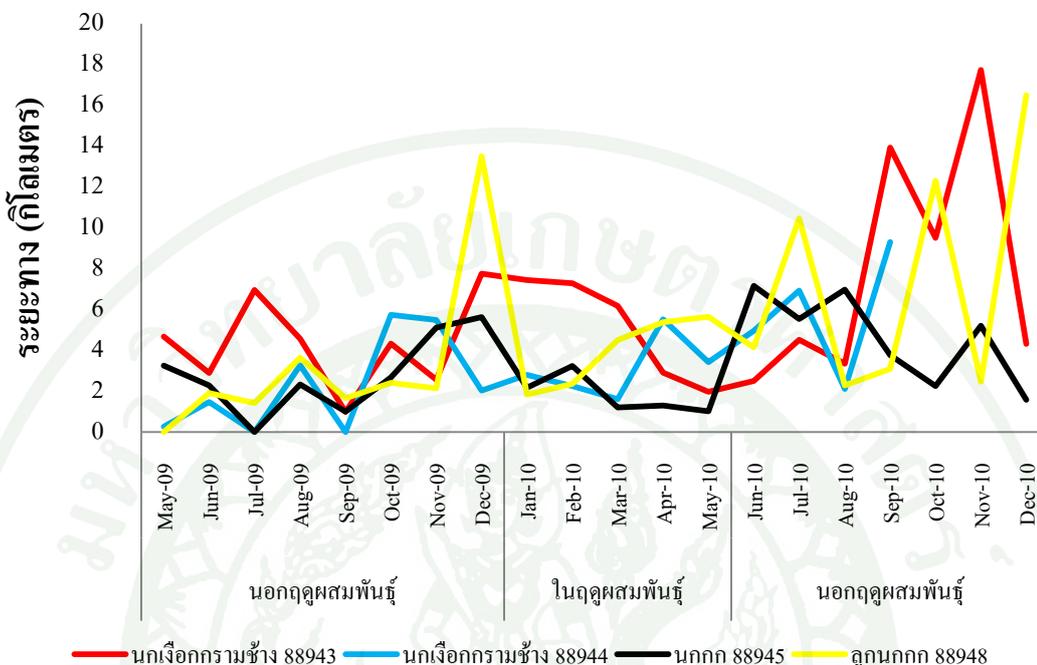


ภาพที่ 20 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนก กก 88948 ฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 21 ตำแหน่งพื้นที่อาศัยลูกนก 88948 นอกฤดูผสมพันธุ์ปี 2553 ในอุทยานแห่งชาติเขาน้อย จังหวัดนครราชสีมา

ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกในแต่ละเดือน

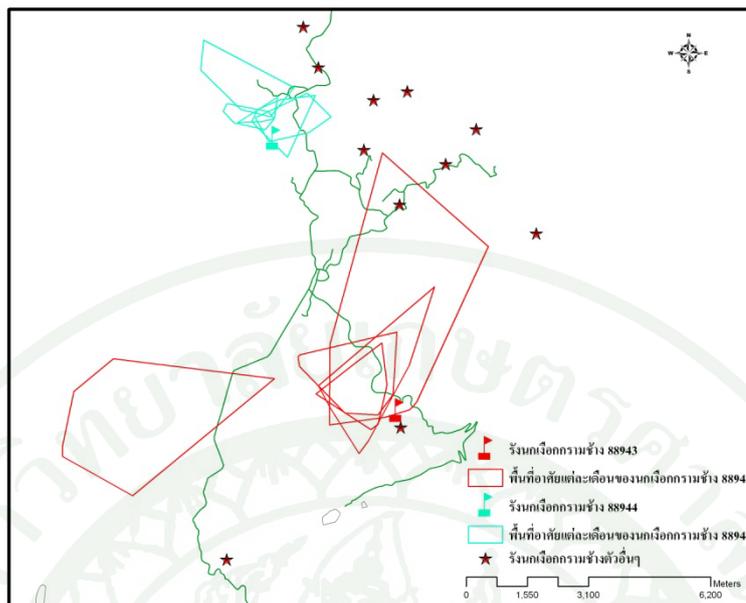


ภาพที่ 22 ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกกรมช้าง และนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553

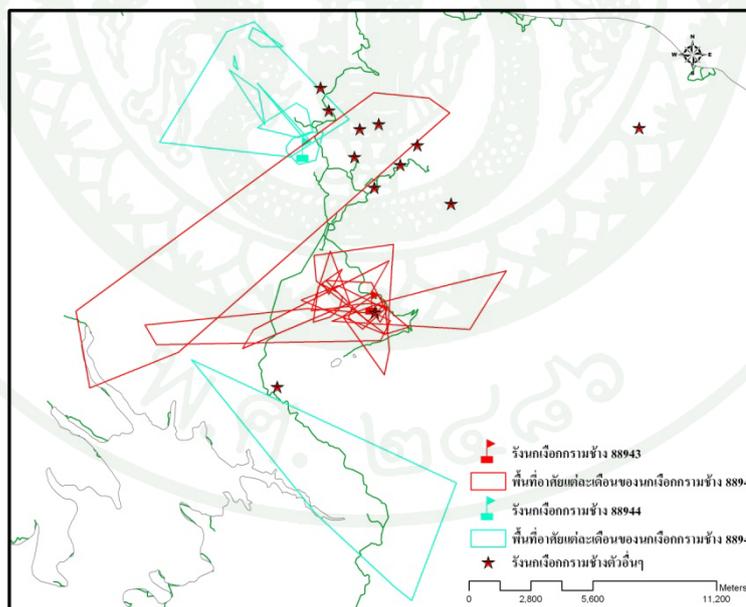
จากภาพที่ 10 ถึงภาพที่ 21 พบว่าตำแหน่งนกเงือกกรมช้าง 88943 นกเงือกกรมช้าง 88944 และนกกก 88945 ที่เป็นนกเงือกตัวเต็มวัยมีความคล้ายคลึงกัน คือฤดูผสมพันธุ์ที่นกเงือกตัวเต็มวัยจะอยู่บริเวณ โพรงรังเพื่อหาอาหารมาเลี้ยงลูกนกและนกเงือกตัวเมียที่อยู่ในโพรงรังตลอด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยน้อยกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ที่ลูกนกออกจากโพรงรัง นอกฤดูผสมพันธุ์ในช่วงแรกที่ลูกนกออกจากโพรงรังตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงที่ลูกนกยังคงอยู่กับพ่อและแม่เพื่อหาอาหารพบว่าตำแหน่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ไม่ห่างจากโพรงรัง แต่พอเข้าสู่เดือนตุลาคมนกเงือกทั้งสามตัวมีการเคลื่อนย้ายออกห่างจากโพรงรังไป และจะกลับมายังโพรงรังอีกครั้งในเดือนธันวาคม เพื่อเตรียมตัวจับคู่ผสมพันธุ์ และสร้างรังกับนกเงือกตัวเมียในปีถัดไป ทำให้ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกลดลงในเดือนธันวาคม

จากภาพที่ 21 พบว่าช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือก
 กรามข้าง 88943 สูงขึ้นในเดือนกันยายนจนถึงเดือนพฤศจิกายน ที่นกมีการเคลื่อนที่ไปยังด้านทิศ
 ตะวันออกของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งค่อยๆ เคลื่อนที่ไปตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงต้นเดือน
 ตุลาคม และอยู่บริเวณนั้นตลอดเดือนตุลาคม หลังจากนั้นเคลื่อนที่กลับมาถึงต้นรังนกลายเดือน
 พฤศจิกายน ทำให้ระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของนกเงือกกรามข้างเดือนตุลาคมน้อยกว่าเดือนกันยายน
 และสูงที่สุดเดือนพฤศจิกายนที่นกเงือกกรามข้างใช้เวลาเคลื่อนที่กลับมายังต้นรังนกละน้อยกว่าการ
 เคลื่อนที่ไปในเดือนกันยายน ส่วนลูกนกกก 88948 มีการเคลื่อนที่ไปยังด้านทิศตะวันออกของอุทยาน
 แห่งชาติเขาใหญ่ ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงต้นเดือนกรกฎาคม และเคลื่อนที่กลับมายังต้นรังนกล
 ายเดือนกรกฎาคม โดยใช้เวลาในการเคลื่อนกลับมาน้อยกว่าการเคลื่อนที่ไป ทำให้ระยะการ
 เคลื่อนที่เฉลี่ยสูงขึ้นในเดือนกรกฎาคม และมีการเคลื่อนที่กลับไปยังด้านทิศตะวันออกของอุทยาน
 แห่งชาติเขาใหญ่อีกครั้งเดือนตุลาคม และกลับมายังต้นรังนกลเดือนธันวาคม โดยเดือนพฤศจิกายน
 ลูกนกกกอยู่บริเวณรอยต่อของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลานตลอดทั้งเดือน
 จากการเคลื่อนที่ดังกล่าวระยะทางการเคลื่อนที่เฉลี่ยของลูกนกกกจึงสูงขึ้นในเดือนตุลาคมและ
 เดือนธันวาคม

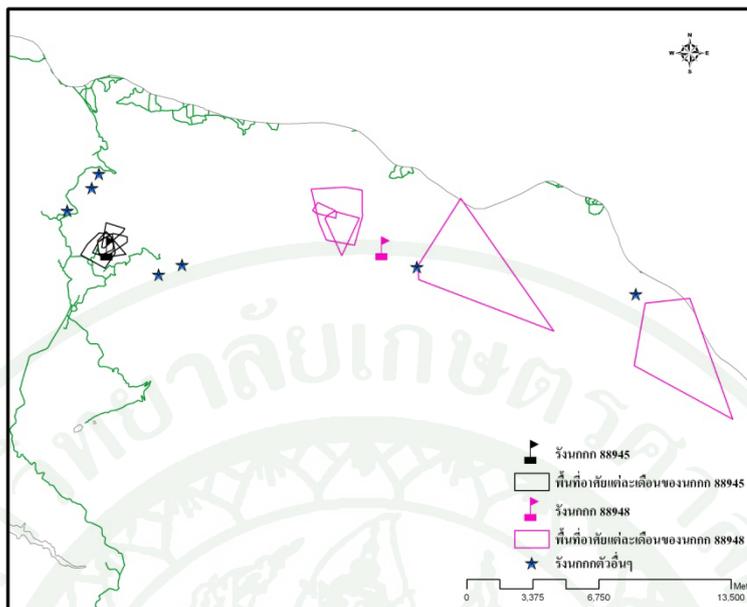
ปริมาณอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้การเคลื่อนที่ของสัตว์แตกต่างกันในรอบปี (Savini *et al.*, 2009) ฤดูผสมพันธุ์ที่นกเงือกตัวผู้ต้องการหาอาหารมาป้อนลูกนกและนกตัวเมียปริมาณอาหารจึงมี
 ความสำคัญมากกว่าคุณค่าของธาตุอาหารในผลไม้ (Poonswad *et al.*, 1998) การเดินทางหาอาหาร
 ในช่วงนี้จึงต้องมีระยะทางที่สั้นและได้ปริมาณมาก ดังนั้นนกเงือกกรามข้าง 88944 และนกกก
 88945 ที่โพรงรังอยู่ในป่าดิบแล้งบนเส้นทางศึกษาธรรมชาติวังจำปี จึงมีการเคลื่อนที่น้อยกว่าเมื่อ
 เทียบกับนกเงือกกรามข้าง 88943 ที่โพรงรังอยู่ขอบป่าดิบแล้งกับทุ่งหญ้าบนเส้นทางขึ้นเขาเขียวใน
 เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม แต่พอเข้าสู่เดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคมเป็นช่วงที่ต้นผลไม้ที่
 เป็นพืชอาหารของนกเงือกมีการสุกของผลไม้พร้อมๆ กันมากที่สุดในรอบปี (Poonswad *et al.*,
 1998) การเคลื่อนที่ของนกเงือกทั้งสามตัวจึงไม่ออกไปห่างไกลจากโพรงรังเหมือนกัน



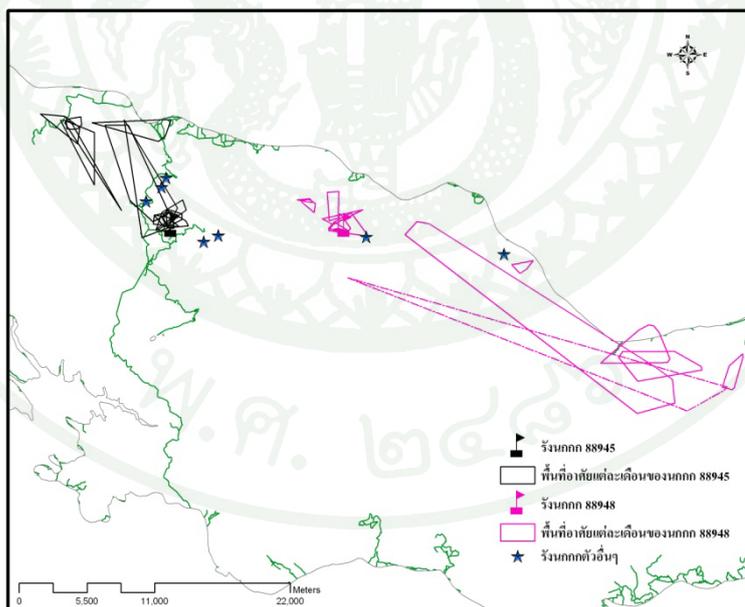
ภาพที่ 23 พื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้างแต่ละเดือนในฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 24 พื้นที่อาศัยนกเงือกกรมช้างแต่ละเดือนนอกฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 25 พื้นที่อาศัยนกกแต่ละเดือนในฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัด นครราชสีมา



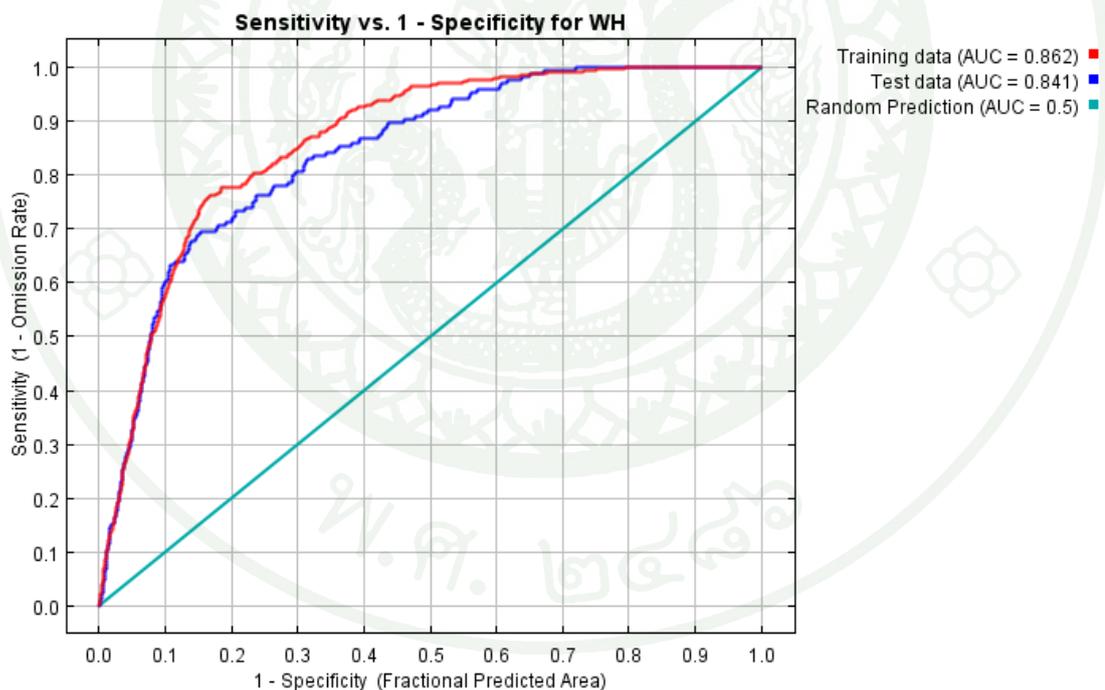
ภาพที่ 26 พื้นที่อาศัยนกกแต่ละเดือนนอกฤดูผสมพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัด นครราชสีมา

นกเงือกกรามช้าง และนกกกหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกับนกตัวอื่นๆ ในชนิดเดียวกันดังภาพที่ 23 ถึงภาพที่ 26 แม้ตำแหน่งรังจะอยู่ใกล้กัน โดยนกเงือกทั้งสองชนิดจะเลี่ยงโดยการหันไปใช้พื้นที่ในด้านที่ไม่มีรังของนกเงือกตัวอื่นๆ อยู่ ทั้งในฤดูผสมพันธุ์และนอกฤดูผสมพันธุ์ ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยที่มีการหลีกเลี่ยงเช่นนี้ Poonswad and Tsuji (1994) ได้ทำการศึกษานกเงือกที่อาศัยช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ของนกกก 2 ตัว ที่มีรังอยู่ห่างกัน 4 กิโลเมตร พบว่าไม่มีการซ้อนทับกัน และ Kalyakool (2010) ได้ทำการศึกษากการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกกกที่มีระยะห่างระหว่างรัง 1.500 เมตร ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบว่านกกกหลีกเลี่ยงการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยที่ซ้อนทับกับนกกกด้วยกัน ดังนั้นระยะห่างระหว่างรังนกเงือกชนิดเดียวในนกเงือกขนาดใหญ่มีความสำคัญมากกว่านกเงือกขนาดเล็ก (Poonswad, 1993b)

2. พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย (Habitat Suitability) ของนกเงือกแต่ละชนิด จากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (Platform Transmitter Terminals)

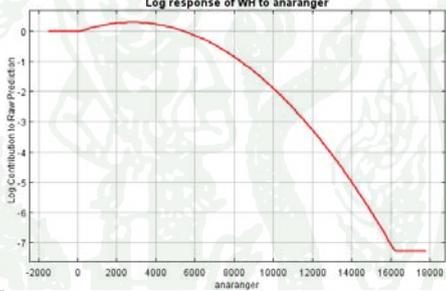
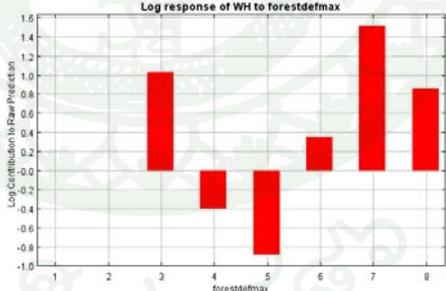
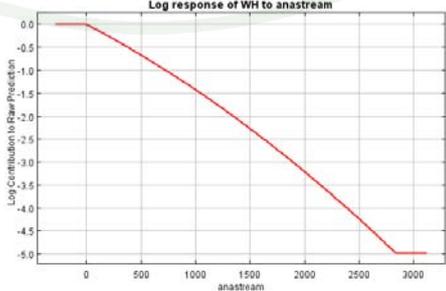
นกเงือกกรมช้าง

จากการนำตำแหน่งของนกเงือกกรมช้างทั้ง 2 ตัว และปัจจัยแวดล้อมเข้าโปรแกรม MaxEnt พบว่าค่า ROC ที่บอกถึงความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้จากค่า Area Under Curve (AUC) เท่ากับ 0.841 ดังภาพที่ 27 สำหรับปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของนกเงือกกรมช้างมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ระดับความสูงจากน้ำทะเล ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และสังคมพืชคลุมดิน โดยมีค่าสัดส่วนความสัมพันธ์เท่ากับ 47.5, 27.5 และ 14.1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

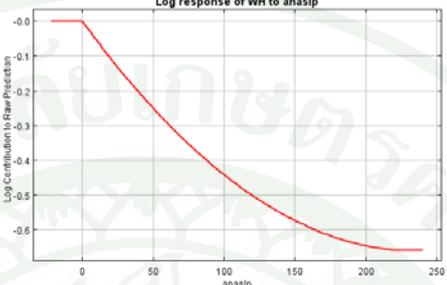


ภาพที่ 27 ค่า Receiver Operating Characteristic (ROC) ของนกเงือกกรมช้าง

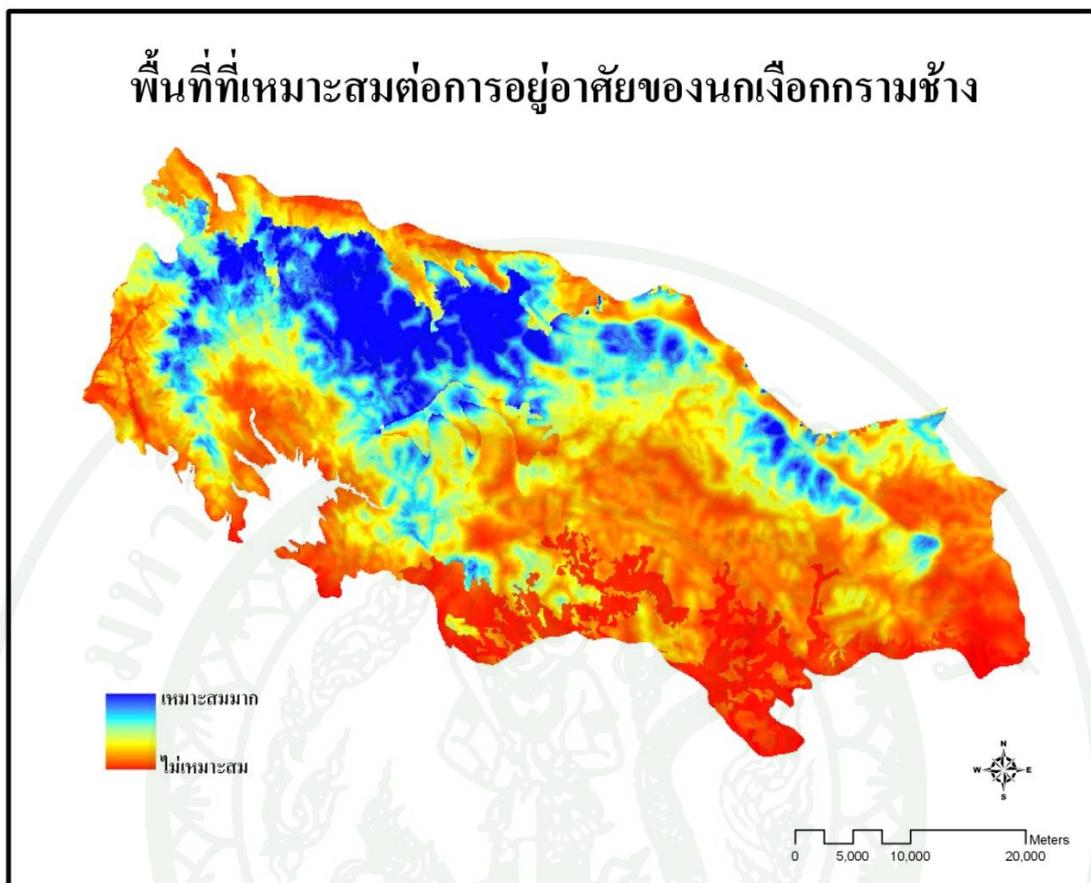
ตารางที่ 5 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
จากโปรแกรม MaxEnt

ปัจจัยแวดล้อม	ค่าสัดส่วน ความสัมพันธ์	แนวโน้มการปรากฏของนกเงือกจากปัจจัย แวดล้อม	ความหมาย
ระดับความสูง จากน้ำทะเล	47.5		โอกาสพบนกเงือก กรมช้างมากขึ้น เมื่อความสูงจาก ระดับน้ำทะเล (anadem) เพิ่มขึ้น
ระยะห่างจาก หน่วยพิทักษ์ ป่า	27.5		โอกาสพบนกเงือก กรมช้างมากขึ้น เมื่อเข้าไปใกล้หน่วย พิทักษ์ป่า (anaranger)
ชนิดป่า	14.1		โอกาสพบนกเงือก กรมช้างมากขึ้นใน ป่าดิบแล้ง ป่าดิบ เขา ทุ่งหญ้า และป่า เบญจพรรณผสม ต้นลาน (forestdefmax)
ระยะห่างจาก แหล่งน้ำ	9.8		โอกาสพบนกเงือก กรมช้างมากขึ้น เมื่อเข้าไปใกล้แหล่งน้ำ (anastream)

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ปัจจัยแวดล้อม	ค่าสัดส่วน ความสัมพันธ์	แนวโน้มการปรากฏของนกกจากปัจจัย แวดล้อม	ความหมาย
ความลาดชัน	1.1		นกเงือกกรมช้าง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มี ความลาดชันสูง (anasp)

หมายเหตุ ชนิดป่าดูภาพที่ 31 หน้า 58 ประกอบ



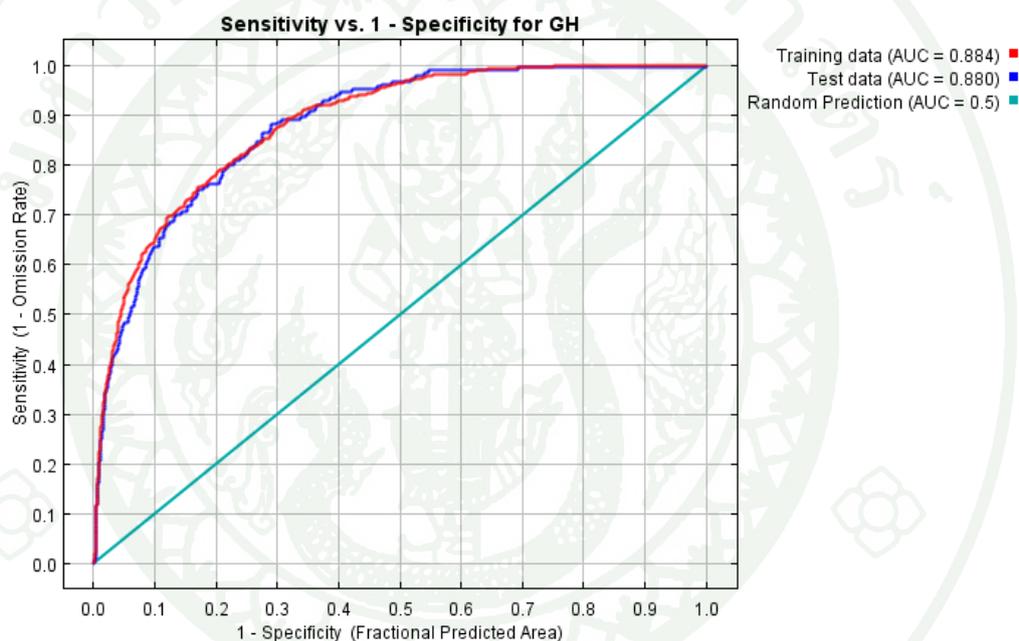
ภาพที่ 28 พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

จากตำแหน่งที่พบนกเงือกกรมช้าง และปัจจัยทั้งหมด 12 ปัจจัยที่นำเข้าไปโปรแกรม MaxEnt สามารถสร้างแผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างได้ดังภาพที่ 28 โดยสีน้ำเงินแสดงความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างน้อยที่สุด และสีแดงแสดงความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างมากที่สุด

การสร้างแผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างด้วยโปรแกรม MaxEnt พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกกรมช้างจะอยู่บริเวณพื้นที่ทางตอนเหนือของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และจากปัจจัยที่ใช้ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกทั้ง 12 ปัจจัยของทั้งสองวิธีการพบว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกเงือกกรมช้าง

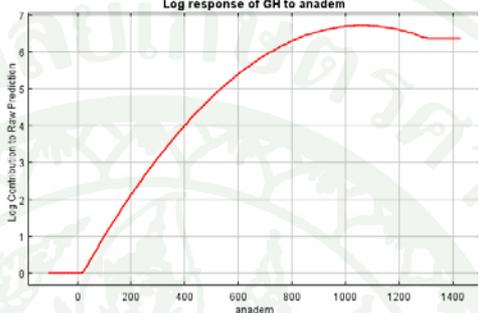
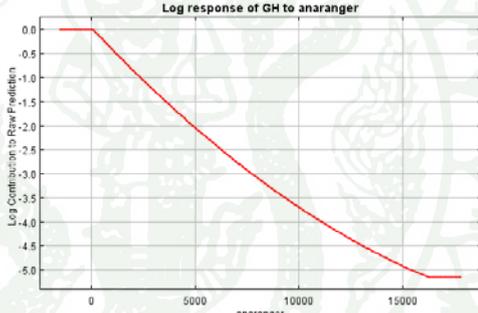
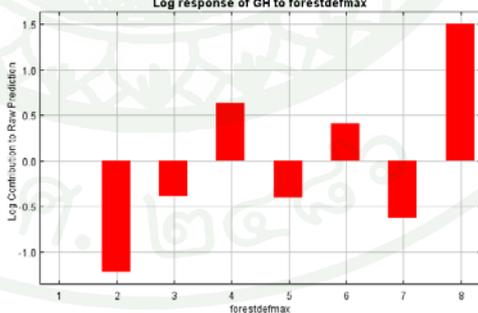
นกกก

จากการนำตำแหน่งของนกกกทั้ง 2 ตัว และปัจจัยแวดล้อมเข้าโปรแกรม MaxEnt พบว่าค่า ROC ที่บอกลถึงความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้จากค่า Area Under Curve (AUC) เท่ากับ 0.880 ดังภาพที่ 29 สำหรับปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของนกกกมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ระดับความสูงจากน้ำทะเล ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และสังคมพืชคลุมดิน โดยมีค่าสัดส่วนความสัมพันธ์เท่ากับ 41.9, 37.3 และ 16.3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

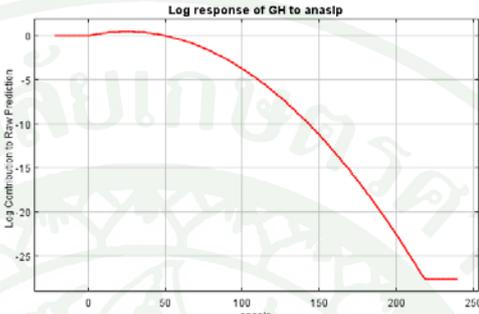
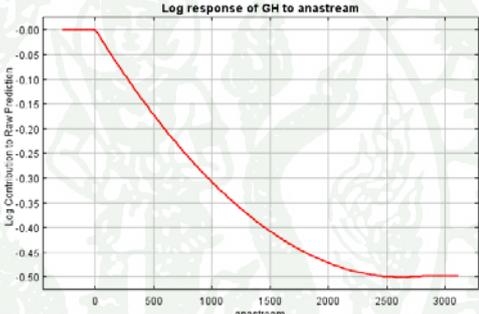


ภาพที่ 29 ค่า receiver operating characteristic (ROC) ของนกกก

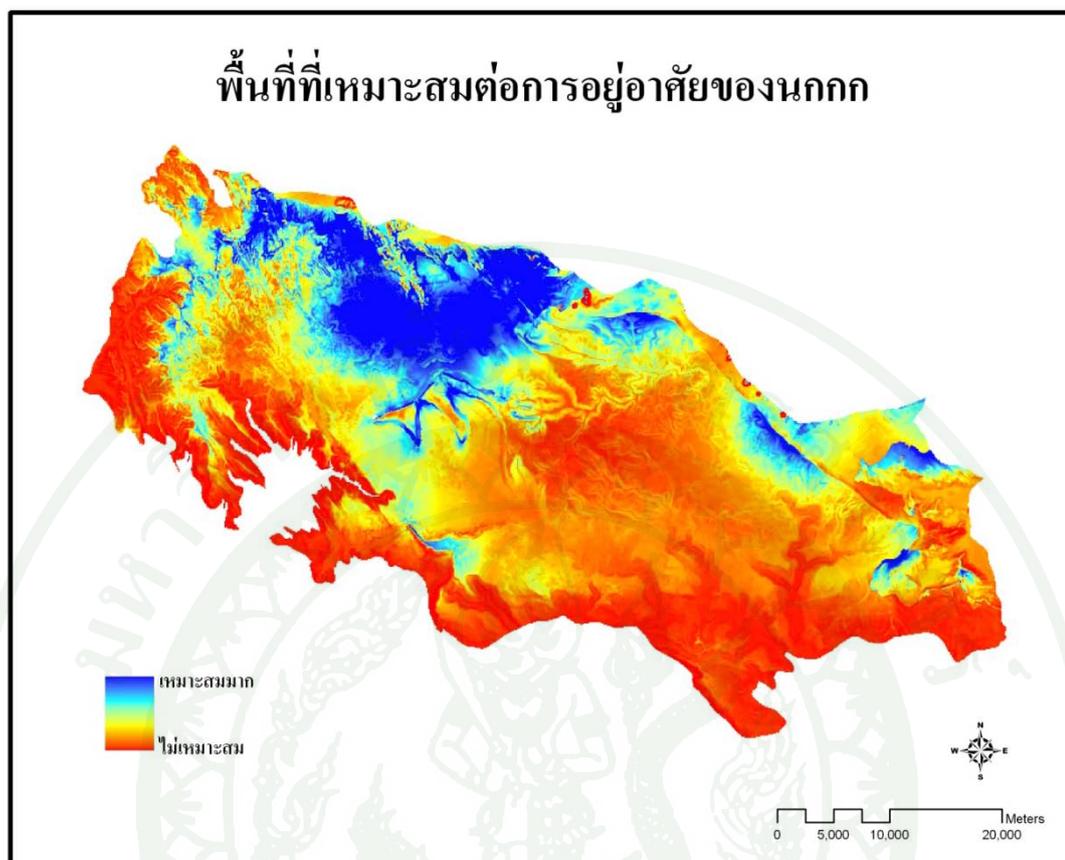
ตารางที่ 6 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากโปรแกรม MaxEnt

ปัจจัยแวดล้อม	ค่าสัดส่วน ความสัมพันธ์	แนวโน้มการปรากฏของนกกกจากปัจจัย แวดล้อม	ความหมาย
ระดับความสูง จากน้ำทะเล	41.9		โอกาสพบนก กกมากขึ้นเมื่อ เข้าระดับความ สูงจากน้ำทะเล เพิ่มขึ้น (anadem)
ระยะห่างจาก หน่วยพิทักษ์ ป่า	37.3		โอกาสพบนก กกมากขึ้นเมื่อ เข้าใกล้หน่วย พิทักษ์ป่า (anaranger)
ชนิดป่า	16.3		โอกาสพบนก กกมากขึ้นเมื่อ อยู่ในป่าเบญจ พรรณผสมไผ่ ป่าดิบเขา และ ป่าเบญจพรรณ ผสมต้นลาน (forestdefmax)

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัจจัยแวดล้อม	ค่าสัดส่วน ความสัมพันธ์	แนวโน้มการปรากฏของนกกจากปัจจัย แวดล้อม	ความหมาย
ความลาดชัน	3.2		นกกหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (anaslp)
ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	2.7		โอกาสพบนกมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้แหล่งน้ำ (anastream)

หมายเหตุ ชนิดป่าดูภาพที่ 31 หน้า 58 ประกอบ



ภาพที่ 30 พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

จากตำแหน่งที่พบนกกก และปัจจัยทั้งหมด 12 ปัจจัยที่นำเข้าไปโปรแกรม MaxEnt สามารถสร้างแผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกได้ดังภาพที่ 30 โดยสีน้ำเงินแสดงความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกคน้อยที่สุด และสีแดงแสดงความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกที่สุด

การสร้างแผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกด้วยโปรแกรม MaxEnt พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกกกจะอยู่บริเวณพื้นที่ทางตอนเหนือของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และจากปัจจัยที่ใช้ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกทั้ง 12 ปัจจัยของทั้งสองวิธีการพบว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกกก

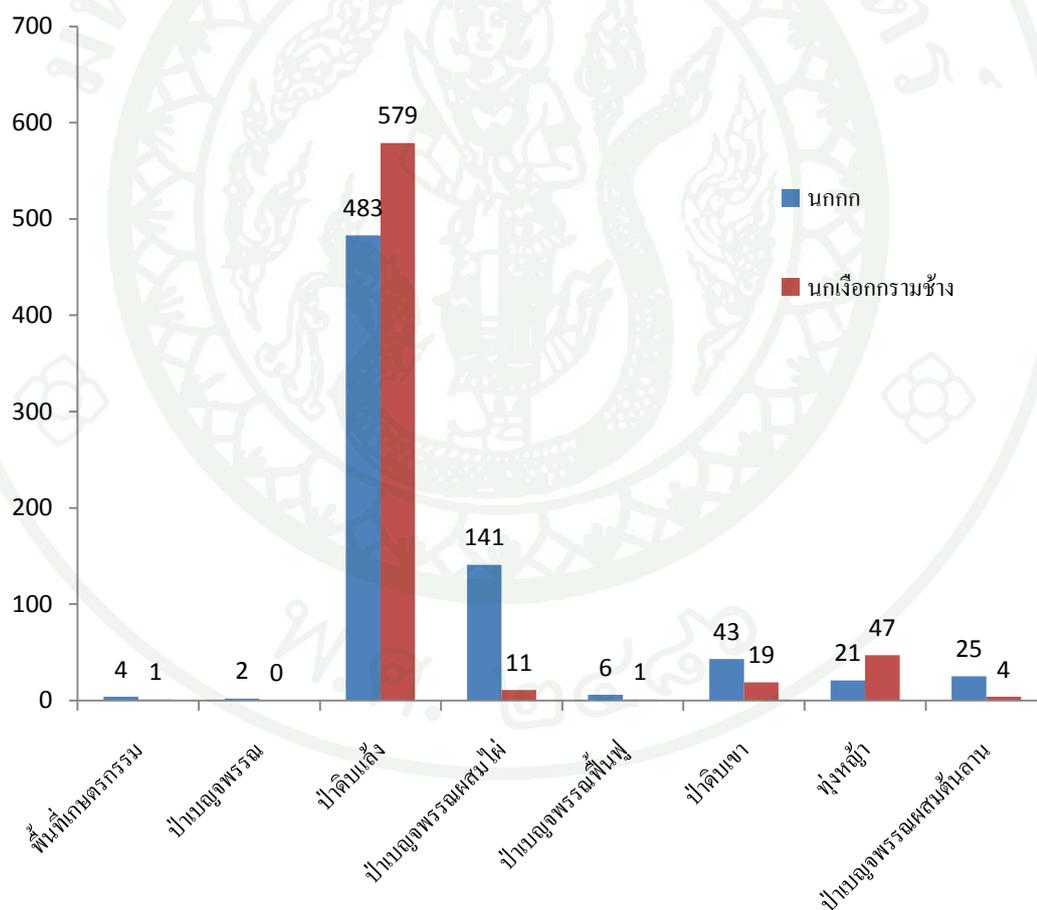
ความแตกต่างของปัจจัยต่อการเลือกใช้พื้นที่ของนกกก และนกเงือกกรมช้าง

จากการนำปัจจัยแวดล้อมทั้ง 12 ปัจจัยจากตำแหน่งของนกกก และนกเงือกกรมช้างที่ได้จากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมมาเปรียบเทียบความถี่ในการใช้ประโยชน์ของแต่ละปัจจัยพบว่านกเงือกทั้งสองชนิดมีการใช้ประโยชน์ปัจจัยแวดล้อมที่ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลที่คล้ายคลึงกันคือ พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ระยะทางไม่ห่างไกลจากแหล่งน้ำและหน่วยพิทักษ์ป่า และอาศัยอยู่ที่ความสูงประมาณ 750 เมตรจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด ดังภาพที่ 31 ถึงภาพที่ 35

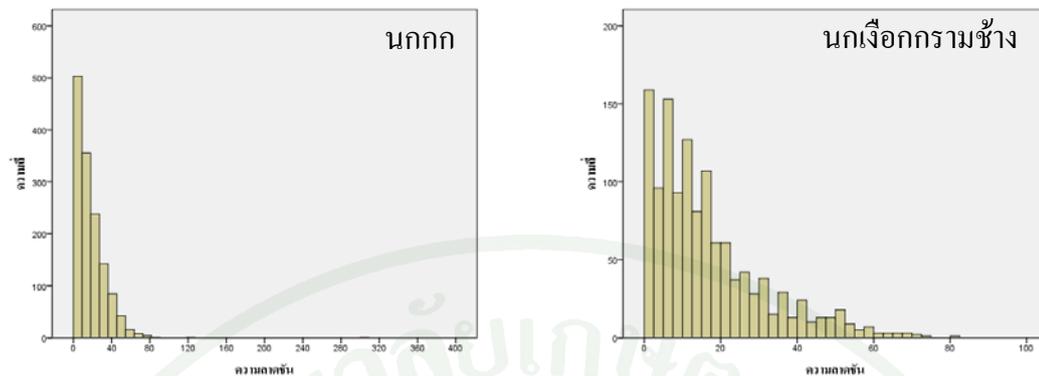
ปัจจัยแวดล้อมที่นกเงือกทั้งสองชนิดมีการเลือกใช้มีความสัมพันธ์กับต้นไม้ที่เป็นรังนก และพืชอาหาร โดยต้นไม้ที่เป็นรังของนกเงือกทั้งสองชนิดต้องมีขนาดใหญ่พอต่อการทำรังของนกเงือก การที่ต้นไม้จะสามารถเติบโตมีขนาดใหญ่ได้ต้องอยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ซึ่งจากต้นไม้ที่เป็นรังของนกเงือกทั้งสองชนิดตั้งอยู่บนความสูงประมาณ 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล บริเวณด้านบนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นผลให้ตำแหน่งการปรากฏของนกเงือกทั้งสองชนิดพบมากอยู่ที่ระดับความสูง 750 เมตรจากระดับน้ำทะเล และเป็นบริเวณที่มีความลาดชันน้อย นอกจากนี้พืชอาหารของนกเงือกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย คือ ไทรและผลไม้อื่นๆ ที่อยู่ในสกุล *Polyalthai*, *Cinnamomum*, *Horsfieldia*, *Aglaiia*, *Syzygium*, *Knema* และ *Strombosia* (Poonswad et al., 1998) เป็นสกุลที่พบขึ้นอยู่ใกล้แหล่งน้ำ (กรมป่าไม้, 2542; ภาณุมาศ, 2550) ดังนั้นตำแหน่งการปรากฏของนกเงือกทั้งสองชนิดจึงสัมพันธ์ในบริเวณที่ใกล้แหล่งน้ำ

ในส่วนของตำแหน่งการปรากฏในชนิดป่า พบว่านกเงือกทั้งสองชนิดมีการปรากฏอยู่ในป่าดิบแล้งมากที่สุดซึ่งพืชอาหารของนกเงือกแต่ละชนิดพบอยู่ในป่าชนิดนี้ (คอกรัก และอุทิศ, 2552) นกกกมีการปรากฏอยู่ในชนิดป่าที่ค่อนข้างหลากหลายมากกว่านกเงือกกรมช้างที่ใช้ประโยชน์ป่าดิบแล้งเป็นหลักดังภาพที่ 35 เมื่อทำการเปรียบเทียบการปรากฏในชนิดป่าโดยการทดสอบหาความแตกต่างการปรากฏของนกกก และนกเงือกกรมช้างจากความถี่ในการปรากฏในแต่ละชนิดป่า พบว่าตำแหน่งของนกกก และนกเงือกกรมช้างที่ได้รับจากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=159.14$, $n=8$, $P\text{-Value} < 0.05$) แสดงให้เห็นว่านกเงือกทั้งสองชนิดมีการเลือกใช้ชนิดป่าที่แตกต่างกัน สอดคล้อง

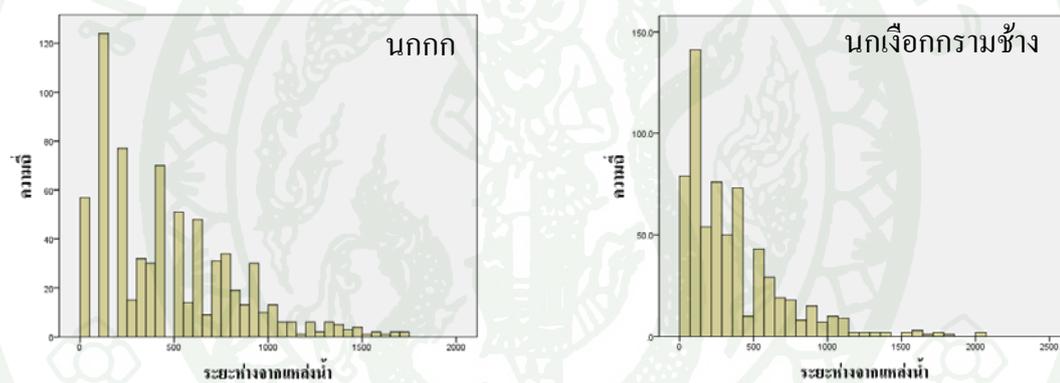
กับการศึกษาของ Poonswad *et al.* (1998) พบว่านกเงือกกรมช้างมีความเป็นสัตว์กินพืชมากกว่านกคกที่สามารถล่าสัตว์กินเป็นอาหารได้มากกว่า และจำนวนชนิดพืชอาหารที่นกเงือกกรมช้างกินมีจำนวนชนิดน้อยกว่านกคก แสดงให้เห็นว่านกเงือกกรมช้างค่อนข้างเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืชอาหารที่มากกว่านกคก ดังนั้นการใช้ประโยชน์ชนิดป่าของนกเงือกกรมช้างจึงไม่ค่อยหลากหลายเหมือนนกคก นอกจากนี้ยังพบว่าในเวลากลางคืนนกคกมีการเกาะต้นไม้ผ่นอน (Poonswad, 1993a) ตำแหน่งการปรากฏในป่าเบญจพรรณผสมไม้ของนกคกจึงพบมากเป็นอันดับสองรองจากป่าดิบแล้ง นกเงือกทั้งสองชนิดไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ทุ่งหญ้า แต่การปรากฏในทุ่งหญ้าที่ได้รับน่าจะมาจากการเคลื่อนที่ผ่านทุ่งหญ้าที่อยู่ใกล้กับป่าดิบแล้งที่นกเงือกทั้งสองชนิดทำรัง ซึ่งทุ่งหญ้าไม่มีอะไรมาบดบังการส่งสัญญาณทำให้การรับส่งสัญญาณเป็นไปได้ด้วยดี



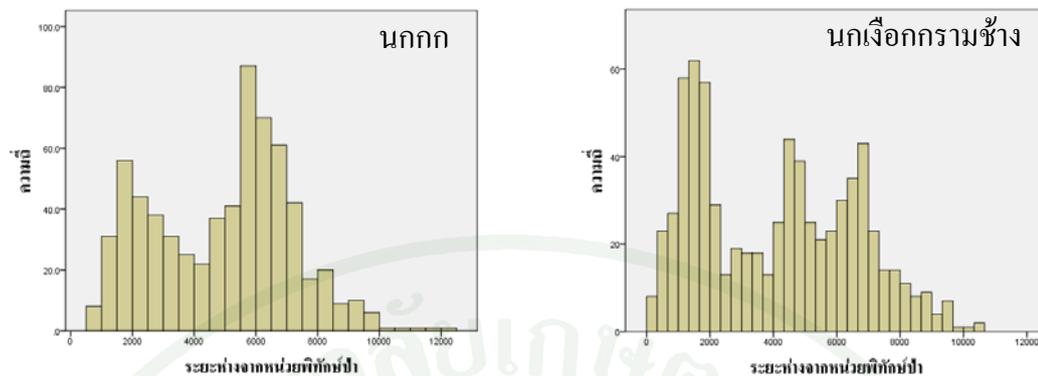
ภาพที่ 31 การใช้ประโยชน์ชนิดป่าของนกคก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



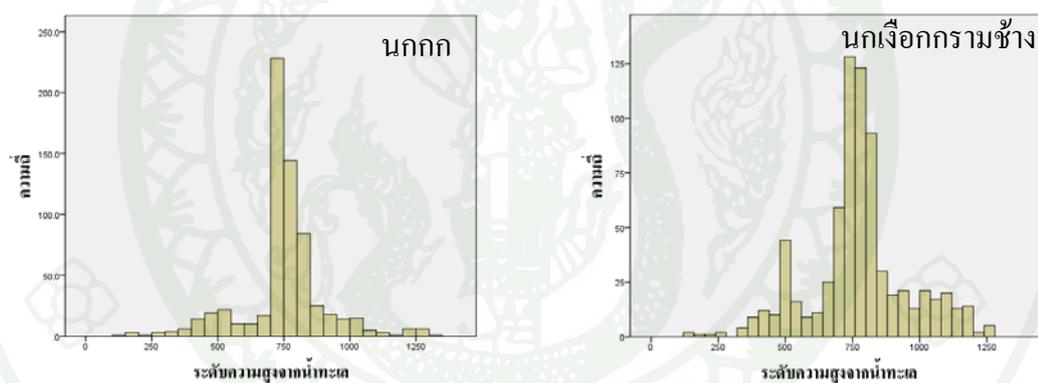
ภาพที่ 32 การเลือกใช้ความลาดชันของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 33 การเลือกใช้พื้นที่ที่ระยะห่างจากแหล่งน้ำของนกกก และนกเงือกกรมช้างในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553



ภาพที่ 34 การเลือกใช้พื้นที่ที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าของนกกก และนกเงือกกรมช้างใน อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2553



ภาพที่ 35 การเลือกใช้พื้นที่ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลของนกกก และนกเงือกกรมช้างใน อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2553

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกกก และนกเงือกกรมช้างด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. พื้นที่อาศัยของนกกกตัวเต็มวัยและนกเงือกกรมช้างที่ได้จากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม (PTTs) มีขนาดพื้นที่ใหญ่กว่าขนาดพื้นที่ที่ได้จากการใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ (radiotelemetry) และสามารถติดตามสัญญาณของนกเงือกทั้งสองชนิดได้ตลอดทั้งปี
2. พื้นที่อาศัยของนกนกมีขนาดใหญ่กว่านกกกตัวเต็มวัย เพราะยังไม่มีพื้นที่อาศัยและโพรงรังเป็นของตัวเอง ไม่มีการป้องกันโพรงรังของตัวเองเหมือนนกเงือกตัวเต็มวัย จึงออกหากินและหาพื้นที่อาศัยไปเรื่อยๆ ทำให้พื้นที่อาศัยมีขนาดใหญ่กว่านกกกตัวเต็มวัย
3. นกเงือกชนิดเดียวกันมีการซ้อนทับของพื้นที่อาศัยในฤดูผสมพันธุ์มากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์ ส่วนนกเงือกต่างชนิดกันมีการซ้อนทับของพื้นที่อาศัยนอกฤดูผสมพันธุ์มากกว่าฤดูผสมพันธุ์ ยกเว้นนกเงือกกรมช้าง 88943 กับนกกก 88945 ที่มีการซ้อนทับของพื้นที่อาศัยฤดูผสมพันธุ์มากกว่านอกฤดูผสมพันธุ์
4. การเคลื่อนที่ของนกเงือกทั้งสองชนิดมีระยะการเคลื่อนที่นอกฤดูผสมพันธุ์มากกว่าในฤดูผสมพันธุ์ ที่นกเงือกตัวผู้ต้องหาอาหารมาป้อนลูกนก และนกตัวเมียที่อยู่ในโพรงรัง ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ห่างไกลไปจากโพรงรังได้ ระยะการเคลื่อนที่ในฤดูผสมพันธุ์จึงน้อยกว่านอกฤดูผสมพันธุ์

5. ระดับความสูงจากน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของนกเงือกทั้งสองชนิดมากที่สุดจากวิธีการของ MaxEnt ซึ่งเป็นผลมาจากตำแหน่งรังของนกเงือกทั้งสี่ตัวที่อยู่ในระดับความสูงประมาณ 700-800 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งปกคลุมไปด้วยป่าดิบแล้งที่นกเงือกทั้งสองชนิดมีการปรากฏมากที่สุด นกเงือกปรากฏอยู่ในป่าชนิดอื่นๆ ได้มากกว่านกเงือกกรมช้าง เป็นผลจากนกเงือกสามารถกินอาหารได้หลากหลาย (diet generalist) มากกว่านกเงือกกรมช้างที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดของอาหาร (diet specialist) ทำให้พบนกเงือกได้หลากหลายชนิดป่ากว่านกเงือกกรมช้าง

6. ตำแหน่งพิกัดจากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียมมีจำนวนทั้งหมด 1,670 ตำแหน่ง เมื่อคัดกรองข้อมูลแล้วพบว่ามีความหนาแน่นที่ผิดพลาดทั้งหมด 283 ตำแหน่ง เหลือตำแหน่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่อาศัยและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกจำนวน 1,387 ตำแหน่ง คิดเป็นร้อยละ 83.50 ของข้อมูลทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้เครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ควรมีการตรวจสอบอุปกรณ์ให้แน่ใจว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานก่อนนำไปติดกับตัวสัตว์ และการรับสัญญาณตำแหน่งพิกัดของสัตว์ควรได้รับสัญญาณทุกๆ วัน เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ในรอบวัน (daily movement)
2. การศึกษาการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของนกเงือกควรมีการศึกษาด้านสังคมพืชเพิ่มเติมเพื่อเป็นปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญต่อการใช้พื้นที่ของนกเงือก และหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกต่อไป
3. แผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิด ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากนกเงือก 2 ตัว และนกเงือกกรมช้าง 2 ตัวที่ทำการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัวสัตว์ผ่านดาวเทียม ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ดังนั้นควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกเงือกทั้งสองชนิดเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อคู่มือแนวโน้มนการใช้ประโยชน์พื้นที่และเพิ่มความถูกต้องให้กับแผนที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกทั้งสองชนิดต่อไป

4. ข้อมูลการกระจายและผลการวิเคราะห์หาพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกเงือกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาแนวเชื่อมต่อผืนป่าระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และอุทยานแห่งชาติทับลาน เพื่อการจัดการผืนป่ามรดกโลกคงพญาเย็น-เขาใหญ่



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2542. พรรณไม้ต้นของประเทศไทย. บริษัทไคมอนด์พรินติ้ง, กรุงเทพฯ.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2544. การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2551. การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จารุจินต์ นภีตะภัก, กานต์ เลขะกุล และวัชระ สงวนสมบัติ. 2550. คู่มือดูนก หมอบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย. ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

จุฑามาศ ทีฟอง. 2550. ขนาดพื้นที่อาศัย และลักษณะการใช้พื้นที่อาศัยของนกเงือกคอดแดง (*Aceros nipalensis*) โดยใช้วิทยุติดตามตัวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ จิระวัฒน์กวี และพงษ์สรร สุวรรณ. 2545. นกเงือกไทย. สำนักพิมพ์องค์การค้ำชูสุภา. กรุงเทพฯ. 41 หน้า

ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูอินทร์. 2552. นิเวศวิทยาป่าไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทิดา สุธรรมวงศ์. 2548. แบบจำลองพื้นที่อาศัยของเป็ดดำ *Aythya baeri* และเป็ดดำหัวสีน้ำตาล *Aythya nyroca* ในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองบงคาย จังหวัดเขียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิไล พูลสวัสดิ์ 2543. **นกเงือก: สัญลักษณ์แห่งป่าดงดิบ.**สำนักพิมพ์สารคดี. กรุงเทพฯ

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร และทรอย แชนเซล. 2543. **สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** ครั้งที่ 2. มูลนิธิโลกสีเขียว, บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ. 2550. **ความหลากหลายและการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของไม้สกุลมะเดื่อ ในสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาวินี อริยะกุลวงศ์. 2549. **ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกับความหลากหลายและการกระจายของเห็บแข็ง (Acari: Ixodidae) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งนภา พูลจำปา. 2545. **การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืชในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอภาส ขอบเขตต์. 2541. **หนังสือชุด นกในเมืองไทย เล่ม 1.** ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์สารคดี.

Brander, R. B. and W.W. Cochran. 1971. Radio-Location Telemetry, pp. 44-103. In R. H. Giles, ed. **Wildlife Management Technique Third edition.** The Wildlife Society, Washington, D.C.

Chimchome, V., A. Vidhidharm, S. Simchareon, S. Bumrungsri and P. Poonswad. 1998. **Comparative Study of the Breeding Biology and Ecology of Two Endangered Hornbill Species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand.** 111-136 pp. In Poonswad, P. (ed). *The Asian Hornbills: Ecology and Conservation*; Bangkok. Thai Studies in Biodiversity. No.2: 325.

Collecte Localisation Satellites. 2008. **Argos User's Manual**. User Area. แหล่งที่มา:

<http://www.argos-system.org/manual.htm>, August 14, 2009.

Del Hoyo, J., A. Elliott and J. Sargatal. 2001. **Handbook of the Birds of the World**. 1 ed.
Lynx Edicions, Barcelona.

Franklin J. 2009. **Mapping Species Distribution: Spatial Inference and Prediction**.
Cambridge University Press, Cambridge.

Hays, G.C., S. Åkesson, A.C. Broderick, F. Glen, B.J. Godley, F. Papi and P. Luschi. 2003.
Island-finding ability of marine turtles. **The Royal Society of London B (suppl)**
(270): S5-S7.

Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 2000. **Applied Logistic Regression 2nd ed.** John Wiley &
Sons INC. New York.

Kalyakool, W. 2010. **Use of Radiotelemetry to Determine Habitat Use and Food Resources
of the Great Hornbill (*Buceros bicornis*) in the Non-breeding Season in Different
Types of Forests**. M.S. Thesis. Mahidol University.

Kemp, A.C. and P. Poonswad. 1993. Life History of Great Hornbill *Buceros bicornis*. In P.
Poonswad and A. C. Kemp, eds. **Manual to the Conservation of Asian Hornbill**.
Sirivatana Interprint Co., Ltd., Bangkok.

Kemp, A.C. 1995. **The Hornbill: Bucerotiformes**. Oxford University Press, Oxford.

Kenward, R.E. 2001. **A Manual for wildlife radio tagging**. Academic Press, California.

- Kinnaird, M.F. and T.G. O'Brien. 2007. **The Ecology & Conservation of Asian Hornbills: Farmers of the Forest**. 1 ed. The University of Chicago Press, The United States of America.
- McCulloch, G., A. Aebischer and K. Irvine. 2003. Satellite tracking of flamingos in southern Africa: the importance of small wetlands for management and conservation. **Oryx** 37 (4).
- Meyburg, B.U., M. Gallardo, C. Meyburg and E. Dimitrova. 2004. Migrations and sojourn in Africa of Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) tracked by satellite. **Journal of Ornithology** 2004 (10).
- Meyburg, B.U., C. Meyburg, T. Belka, O. Šreibr and J. Vrana. 2004. Migration, wintering and breeding of a Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) from Slovakia tracked by Satellite. **Journal of Ornithology** 2004 (145): 1-7.
- Millspaugh, J.J. and J.M. Marzluff. 2001. **Radio Tracking and Animal Populations**. 1 ed. Academic Press, London, UK.
- Phillips, S. J. and M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography** 31(2): 161-175.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190(3-4): 231-259.
- Poonswad, P. 1993a. **Comparative Ecology of Sympatric Hornbills (Bucerotidae) in Thailand**. Ph.D. Thesis. Osaka City University.

- Poonswad, P. 1993b. Aspects of the biology and ecology of some Asian Hornbills, *In* P. Poonswad and A.C. Kemp eds, pp. 76 – 97. **Manual to Conservation of Asian Hornbill**. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- Poonswad, P. and A. Tsuji. 1994. Ranges of males of the Great Hornbill *Buceros bicornis*, Brown Hornbill *Ptilolaemus tickelli* and Wreathed Hornbill *Rhyticeros undulates* in Khao Yai National Park, Thailand. **Ibis** 136: 79-86
- Poonswad, P., Tsuji, A., Jirawatkavi, N. and V. Chimchome. 1998. **Some aspects of food and feeding ecology of sympatric hornbill species in Khao Yai National Park, Thailand**. 137-158 pp. In Poonswad, P. (ed). *The Asian Hornbills: Ecology and Conservation*; Bangkok. Thai Studies in Biodiversity. No.2: 325 pp.
- Poonswad, P., Tsuji, A. and C. Ngarmpongsai. 1987. **A comparative study of breeding biology of sympatric hornbill species (Bucerotidae) in Thailand with implications for breeding in captivity**. Proc. Jean Delacour/IFCB Symp. Breeding birds in Captivity. Los Angeles: International Foundation for the Conservation of Birds.
- Poonswad, P., Chuailua, P., Plangmai, K. and S. Nakkuntod. 1998. **Phenology of Some *Ficus* Species and Utilisation of *Ficus* Sources in Khao Yai National Park, Thailand**. 227-244 pp. In Poonswad, P. (ed). *The Asian Hornbills: Ecology and Conservation*; Bangkok. Thai Studies in Biodiversity. No.2: 325 pp.
- Poonswad, P., Chimchom, V., Plongmai, K., and P. Chuilua. 1999. **Ecological Factors influencing the reproduction of Asian Hornbills**. In Adams, N. and Slotow, R. (eds). Proc. 22 Int. Ornithol. Congr. Durban, University of Natal.

- Ratnaparkhi, A. 1997. A simple introduction to maximum entropy models for natural language processing”, **Technical Report IRCS 97-08**, Institute for Research in Cognitive Science, University of Pennsylvania.
- Round, P.D. 1984. The status and conservation of bird community in Doi Suthep –Pui National Park, North-west Thailand. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc.** 32: 21-46
- Samuel, M. D., and M.R. Fuller. 1996. Wildlife radiotelemetry, pp.370-418. *In* T. A. Bookhout. Ed. **Research and Management Techniques for Wildlife and Habitat**. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Savini, T., C. Boesch and U.H. Reichard. 2009. Varying Ecological Quality Influences the Probability of Polyandry in White-handed Gibbons (*Hylobates lar*) in Thailand. **Biotropica** 41(4): 503-513.
- Schoener, T.W. 1981. An empirically based estimate of home range. **Theoretical Population Biology** (20): 281-325.
- Swet, J.A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science** 240, 1285-93.
- Tsuji, A., P. Poonswad and N. Jirawatkavi. 1987. Application of tracking to study ranging pattern of Hornbills (Bucerotidae) in Thailand. *In* **Symposium on Breeding Birds in Captivity**. International Foundation for the Conservation of Birds, North Hollywood, California, USA.
- Tsuji, A. 1993. Radio-tagging of Hornbills in Tropical Forest with Practical Applications in Khao Yai National Park, Thailand. *In* P. Poonswad and A. C. Kemp, eds. **Manual to the Conservation of Asian Hornbill**. Sirivatana Interprint Co., Ltd., Bangkok.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นายยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม

เกิดวันที่ 8 พฤษภาคม 2527

สถานที่เกิด เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและ/หรือผลงานทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ทุนผู้ช่วยสอนจากคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2551-2552)
ทุนวิจัยจากมูลนิธิศึกษาวิจัยนกเงือก