

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลกระทบการคมนาคมบนทางหลวงหมายเลข 304 ต่อสัตว์ป่า :
กรณีศึกษาระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 191 ถึง 250

The Impact of Traffic on Highway No. 304 on the Wildlife:
A Case Study Between Markers 191 and 250 Kilometers

เกริกฤทธิ์ ศรีสูวอ^{1,2}รองลาภ สุขมาสรวง^{1*}ประทีป ดั่งวงแคะ¹Kroekrit Srisuwor^{1, 2}Ronglarp Sukmasuang^{1*}Prateep Duengkae¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

²สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Planning and Information Technology Bureau, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: mronglarp@gmail.com

รับต้นฉบับ 19 ธันวาคม 2562

รับแก้ไข 25 กุมภาพันธ์ 2563

รับลงพิมพ์ 28 กุมภาพันธ์ 2563

ABSTRACT

The study of impact of traffic on highway No. 304 on wildlife was investigated along the highway between Sakaerat Environmental Research Station, Wang Nam Khieo district, Nakhon Ratchasima province and Park Ranger Station (Lam Phraya Tarn), Nadi district, Prachinburi province, between markers 191 and 250 kilometers, with a total length of 59 km. The study was undertaken between December 2018 and August 2019 and had a total accumulative distance of 1,062 km. The objectives were to study the species diversity, abundance, and environmental conditions of wildlife species that were killed by traffic on the road. The results found 41 wildlife species, with 176 individuals were killed by the traffic. There were 14 aves species with 79 individuals, followed by 14 reptilian species with 37 individuals, 6 amphibian species with 36 individuals, and 7 mammalian species with a total of 24 individuals. The study also found that most of the deaths occurred during night time. A higher number of aves, reptilian, and mammalian species were killed by cars in the wet season compared to the dry season. On the other hand, a higher number of amphibian species were killed by cars during the dry season. All the wild species were killed by cars near villages or areas under human activity. The study also found that the highest death rate of the species was between the markers 200th - 209th kilometers. This study also showed that the number of vehicles on the highway were positively correlated with mammalian species killed by cars. This study confirmed that the

usage of highway by all the vehicles mostly impacted the reptilian species as determined by the diversity index. Recommendations based on this study to reduce rate of the wildlife death are to restrict the car speeds on the road, and to protect the fallen agricultural produce from trucks during passage from the forest. The recommendation also concerns with the adaptation in activities of the local people that are located along both sides of the highway to reduce the frequency of wildlife especially by reducing the garbage in the area. The construction of a wildlife corridor should be undertaken. Barriers should be placed along both sides of the road to protect and prevent wildlife crossings on the highway to reduce the loss of diversity.

Keywords: Road kill, Wildlife corridor, Dong Phrayayen - Khao Yai Forest Complex, Natural World Heritage Site

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบการคมนาคมบนทางหลวงหมายเลข 304 ต่อสัตว์ป่ากรณีศึกษาระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 191 ถึง 250 ดำเนินการตามเส้นทางหลวงหมายเลข 304 ตั้งแต่บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา จนถึงหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ขญ.7 (ลำพระยาธาร) อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี ระยะทาง 59 กิโลเมตร รวมระยะทางสะสมตลอดการเก็บข้อมูล 1,062 กิโลเมตร ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และปัจจัยแวดล้อมที่สัมพันธ์กับการตายของสัตว์ป่าเนื่องจากถูกรถชนหรือทับ ผลการศึกษาพบจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนหรือทับจำนวน 41 ชนิด รวม 176 ตัว เป็นนก 14 ชนิด รวม 79 ตัว รองลงมาได้แก่ สัตว์เลื้อยคลาน 14 ชนิด จำนวน 37 ตัว สัตว์สะเทินน้ำสะเทิน 6 ชนิด จำนวน 36 ตัว และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 7 ชนิด จำนวน 24 ตัว พบว่า สัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายเกิดขึ้นในเวลากลางคืนมากกว่าเวลากลางวันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถูกรถชนตายหรือทับตายในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบถูกรถชนตายหรือทับตายช่วงฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ สัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายมากที่สุดในพื้นที่ใกล้ชุมชนหรือบริเวณพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ โดยพบจำนวนสัตว์ป่าตายสูงที่สุดระหว่างช่วงกิโลเมตรที่ 200-209 ขณะที่จำนวนรถยนต์ที่ใช้เส้นทางหลวงมีความสัมพันธ์กับการตายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษานี้พบว่า การใช้เส้นทางหลวงที่ผ่านป่าอนุรักษ์มีผลต่อความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานมากที่สุดทั้งเมื่อพิจารณาค่าความหลากหลายของชนิดที่พบ ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษานี้ นอกเหนือการจำกัดความเร็วรถยนต์ เพื่อลดการตายของสัตว์ป่า ควรเข้มงวดเรื่องการรบกวนของพืชผลเกษตรบนถนน ควรมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมของราษฎรที่อาศัยอยู่ตามแนวเส้นทางทั้งสองฝั่งของอุทยานแห่งชาติ เพื่อลดการดึงดูดสัตว์ป่าให้ออกมานอกพื้นที่ ทั้งการปลูกพืชเกษตร การทิ้งขยะของเสียที่ดึงดูดสัตว์ป่า การรบกวนทำลายสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการก่อสร้างทางลอดใต้ถนนเพื่อให้สัตว์ป่าสามารถเดินไปมาระหว่างพื้นที่ การสร้างแนวป้องกันตลอดความยาวของเส้นทางเพื่อมิให้สัตว์ป่าออกมาที่ผิวทางหลวงเพื่อลดการตายและการสูญเสียความหลากหลายทางชนิดของสัตว์ป่า

คำสำคัญ: สัตว์ป่าที่ถูกรถชนหรือรถทับตาย แนวเชื่อมต่อสำหรับสัตว์ป่า ผืนป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ มรดกโลกทางธรรมชาติ

คำนำ

การพัฒนาสาธารณูปโภค และโครงสร้างพื้นฐานเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเฉพาะการสร้างถนนเพื่อการคมนาคมขนส่ง อย่างไรก็ตามการใช้เส้นทางคมนาคมได้ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์ป่า การรบกวนถิ่นอาศัยทั้งทางตรงและทางอ้อม การเพิ่มโอกาสการรบกวน การเข้าถึงพื้นที่ใจกลาง การขาดออกจากกันเป็นหย่อมป่า (fragmentation) (Benitez-Malvido and Arroyo-Rodríguez, 2008) ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัย การขาดออกจากกันเป็นประชากรย่อยเกิดปัญหาการผสมเลือดชิด (inbreeding) (Wilcove *et al.*, 1986; Bogaert, 2000) การเพิ่มขึ้นของชนิดสัตว์ป่าต่างถิ่น (Pardini, 2004) การเพิ่มโอกาสการรุกรานจนเกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติโดยรวม (Levins, 1969) โดยเฉพาะมีผลต่อชนิดและประชากรของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม นก (Hermes *et al.*, 2016) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Diaz *et al.*, 2000) และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Silva *et al.*, 2003) ดังเช่นที่ปรากฏขึ้นในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต่างๆ โดยความสูญเสียต่อสัตว์ป่าที่กีดกันท้องถิ่นมีจำนวนมากกว่าความสูญเสียที่เกิดจากการล่าของมนุษย์ (Forman and Alexander, 1998)

ผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ ประกอบด้วยพื้นที่คุ้มครอง (protected areas) จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติทับลาน อุทยานแห่งชาติตาพระยา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดงรัก รวมพื้นที่ 6,152.13 ตารางกิโลเมตร (Chettamart *et al.*, 2006) ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกทางธรรมชาติของโลกจากการประชุมคณะกรรมการมรดกโลก ครั้งที่ 29 ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ประเทศแอฟริกาใต้ โดยมีคุณสมบัติตรงตามหลักเกณฑ์ที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของชนิดสัตว์และพืชที่หายาก หรือที่ตกอยู่ในสภาวะอันตราย แต่ยังคงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งรวมถึงระบบนิเวศอันเป็นแหล่งรวมความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์ป่า เมื่อได้รับการประกาศเป็นมรดกทางธรรมชาติของโลก ประเทศไทย

ในฐานะที่เป็นประเทศภาคีสมาชิก มีหน้าที่ต้องดูแลพื้นที่นี้มิให้เสื่อมโทรมหรือให้ตกอยู่ในภาวะอันตราย ต้องเพิ่มมาตรการการจัดการคุ้มครองให้คงอยู่อย่างยั่งยืน โดยหนึ่งในพันธะสัญญาที่ประเทศไทยต้องดำเนินการได้แก่ การสร้างแนวเชื่อมต่อป่าระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน การจัดการเรื่องความเร็วของยานพาหนะตามเส้นทางดังกล่าว เพื่อลดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ (Safuwong *et al.*, 2012) รัฐบาลไทยเสนอให้มีแนวเชื่อมต่อผืนป่าทั้งสองที่ถูกแยกออกจากกัน โดยการสร้างแนวเชื่อมต่อประมาณช่วงหลักกิโลเมตร 191+860 ถึง กิโลเมตร 195+310 ช่วงกิโลเมตร 207+760 ถึง กิโลเมตร 216+560 และช่วงกิโลเมตร 216+560 ถึง กิโลเมตร 223+269 ปัจจุบันมีการขยายช่องทางจราจรจาก 2 ช่องทางจราจรเป็น 4 ช่องทางจราจร (Department of Highways, 2017) ซึ่งส่งผลกระทบต่อเคลื่อนย้ายของสัตว์ป่าและพืชป่าเพิ่มขึ้น ตลอดจนความสมบูรณ์ของระบบนิเวศดงพญาเย็น-เขาใหญ่เพิ่มขึ้น ส่งผลเสียต่อคุณค่าสากลที่โดดเด่นของผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ ในระยะยาว

การศึกษาผลกระทบของเส้นทางหลวงในพื้นที่มรดกโลกดงพญาเย็น-เขาใหญ่ที่มีต่อทรัพยากรสัตว์ป่าพบมีการศึกษาน้อยมากโดยมีเพียงการศึกษาในลักษณะของการแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมในช่วงก่อนหน้าและในระหว่างการก่อสร้างแนวเชื่อมต่อผืนป่าเฉพาะในช่วงที่ดำเนินการก่อสร้างรวมระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตรเท่านั้น การศึกษาผลกระทบของการคมนาคมต่อสัตว์ป่านี้ ได้ดำเนินการตลอดระยะทางที่ผ่านผืนป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน รวมระยะทางประมาณ 59 กิโลเมตร เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการตายของสัตว์ป่า ผลการศึกษาที่ได้ช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งชุมชน องค์การบริหารงานส่วนท้องถิ่น กรมทางหลวง สำนักงานมรดกโลก องค์การเอกชน ตลอดจนประชาชนที่ใช้เส้นทางเพื่อร่วมกันลดผลกระทบจากการใช้เส้นทาง สร้างความ

ร่วมมือในการป้องกันรักษาพื้นที่ เพื่อรักษาแหล่งมรดกทางธรรมชาติของโลกให้คงอยู่ตามพันธสัญญาในการร่วมมือร่วมใจในการรักษา คัมภีร์มรดกโลกทางธรรมชาตินี้ให้อำนวยประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการตามเส้นทางหลวงหมายเลข 304 ระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 191 ถึง 250 ช่วงกบินทร์บุรี-ปักธงชัย ซึ่งอยู่ภายในผืนป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่

อุปกรณ์

1. รถยนต์
2. เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS Garmin 60csx)
3. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล
4. คู่มือจำแนกสัตว์ป่า

วิธีการ

1. การค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้น โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎี และการศึกษาของผลกระทบของถนนที่มีต่อสัตว์ป่า ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกรถชนตายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน (Wanghongsa and Boonkird, 2001) จากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร สามารถกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการตายของสัตว์ป่า ได้แก่ ช่วงเวลา ช่วงฤดูกาล ช่วงกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ข้างถนน เขตพื้นที่อนุรักษ์และเขตพื้นที่ชุมชน และปริมาณรถยนต์

2. การสำรวจสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายบนทางหลวงหมายเลข 304 โดยสำรวจสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายบนถนน เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562 โดยสำรวจวันละ 2 ช่วงเวลา คือ 07.00 น. และ 15.00 น. ใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการสำรวจ ขับด้วยความเร็วไม่เกิน 40 กม./ชม. ซึ่งเป็นความเร็วที่สามารถสังเกตได้ ทั้งขาไปและขากลับ บันทึกสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย ดังนี้

- 2.1 บันทึกจำนวนและจำแนกชนิดของสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย จำแนกชนิดสัตว์โดยอาศัยคู่มือจำแนก และเก็บซากสัตว์ป่าออกจากถนนเพื่อป้องกันการนับซ้ำ โดยสามารถจำแนกสัตว์ได้แก่ นก (Lekagul and Round, 1991) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Francis, 2001) สัตว์เลื้อยคลาน (Cox *et al.*, 1998) และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Frost, 1985)

- 2.2 บันทึกวันที่ เดือน ปี และช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนของสัตว์ป่าและประมาณเวลาที่คาดว่าสัตว์ป่าตาย โดยแบ่งเป็นสองช่วง คือ สัตว์ที่ตายก่อน 06.00 น. หรือเริ่มตั้งแต่มีแสง เพื่อเป็นตัวแทนของสัตว์ที่ออกหากินตอนกลางคืน และสัตว์ที่ตายหลังเวลา 06.00 น. เพื่อเป็นตัวแทนของสัตว์ที่ตายตอนกลางวัน

- 2.3 แบ่งช่วงฤดูกาลที่ศึกษาออกเป็น 2 ฤดูกาล ฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และฤดูฝนระหว่างพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม การแบ่งฤดูกาลตามการศึกษานี้ อาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่อำเภอนาดี จังหวัดนครนายก และสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ในรอบ 8 ปี ที่สามารถแบ่งฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดูดังกล่าว โดยช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน ขณะที่ช่วงฤดูฝนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน

- 2.4 บันทึกระยะบนถนนที่พบสัตว์ตาย โดยสังเกตจากหลักกิโลเมตรของกรมทางหลวงที่อยู่ข้างถนน พร้อมทั้งบันทึกพิกัดซากสัตว์ป่าด้วยเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS Garmin 60csx)

- 2.5 บันทึกลักษณะพื้นที่ข้างถนนซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการตายของสัตว์ป่าโดยจำแนกตามลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่ พื้นที่ป่าอนุรักษ์และพื้นที่ที่เป็นลักษณะของชุมชนหรือชุมชนใช้ประโยชน์

3. สำรวจจำนวนรถยนต์ที่ใช้บนทางหลวงหมายเลข 304 โดยบันทึกจำนวนรถยนต์ที่ใช้เส้นทางผ่านทางหลวงบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชซึ่งอยู่ริมทางหลวงหมายเลข 304 เป็นจุดนับ ทำการนับรถทุกคันที่วิ่งผ่านหน้าสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช เริ่ม

บันทึกตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น. ทำการนับรถทุกๆ เดือน เดือนละ 1 ครั้ง นับในวันเสาร์ ซึ่งตรงกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลซากสัตว์บนถนนเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์กัน โดยทำการบันทึกรถทุกคันที่วิ่งผ่าน แยกเป็นขาไปขากลับ โดยถ้าวัดกันเดียวกันวิ่งผ่าน 2 รอบ ก็นับเป็น 2 คัน และนำข้อมูลสถิติของ Srikrachang (2006) ที่ได้ทำการสำรวจยานพาหนะที่ใช้เส้นทางหลวงสาย 3259 ช่วงที่ผ่านป่าของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน ซึ่งทำการเก็บข้อมูลจำนวนรถยนต์ตลอด 24 ชั่วโมง นำมาคิดเป็นจำนวนรถต่อ 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนซากสัตว์ป่าและจำนวนรถยนต์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และ ร้อยละ (percentage) สำหรับนำเสนอจำนวนชนิดและจำนวนตัวของสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย และกำหนดสถานภาพทางการอนุรักษ์ของสัตว์ป่าแต่ละชนิดตาม IUCN Red List (IUCN, 2019) และพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562

4.2 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการตายของสัตว์ป่าระหว่างกลางวันและกลางคืน ช่วงฤดูกลางระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน และตามประเภทพื้นที่ ระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ชุมชน โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการตายของสัตว์ป่าในช่วงกิโลเมตรต่างๆ (6 ช่วงกิโลเมตร) และลักษณะพื้นที่ข้างถนน (5 ลักษณะ) โดยใช้ Chi-square test เพื่อทดสอบความเป็นอิสระต่อกัน (test for independent)

4.3 วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนกับปริมาณรถยนต์ โดยการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation)

4.4 วิเคราะห์ค่าความหลากหลายของสัตว์ป่า โดยการคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon Diversity Index ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้อย่างแพร่หลาย มีสูตรในการคำนวณโดยอ้างอิง

จาก Shannon and Weaver (1949) จากสูตร

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ป่าที่พบบนถนน

p_i = สัดส่วนกลุ่มสัตว์ i ที่พบบนถนน

S = จำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบบนถนน

ผลและวิจารณ์

ชนิดและจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชน

จากการศึกษาผลกระทบการคมนาคมบนทางหลวงหมายเลข 304 ต่อสัตว์ป่า ระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 191 ถึง 250 พบจำนวนสัตว์ป่าถูกรถชนจำนวน 176 ตัว จำแนกได้ 41 ชนิด ประกอบด้วย นก 14 ชนิด จำนวน 79 ตัว คิดเป็นร้อยละ 44.89 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด สัตว์เลี้ยงลูก 14 ชนิด จำนวน 37 ตัว คิดเป็นร้อยละ 21.02 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด สัตว์สะเทินน้ำสะเทิน 6 ชนิด จำนวน 36 ตัว คิดเป็นร้อยละ 20.45 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด และสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม 6 ชนิด จำนวน 25 ตัว คิดเป็นร้อยละ 13.64 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ชนิดของสัตว์ป่าส่วนใหญ่ที่ตายได้รับการจัดสถานภาพทางการอนุรักษ์ตามสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: IUCN, 2019) จำนวน 28 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 68.29 ของชนิดสัตว์ป่าที่ตายจากการถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด ประกอบด้วย นก 12 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 29.27 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด โดยพบว่ามีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable: VU) จำนวน 1 ชนิด และอยู่ในสถานภาพเป็นกังวลน้อยที่สุด (Least Concern: LC) จำนวน 11 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูก 6 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.63 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด โดยพบว่าสัตว์เลี้ยงลูกทุกชนิดที่สำรวจพบอยู่ในสถานภาพเป็นกังวลน้อยที่สุด (Least Concern: LC) ทั้งหมด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.20 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับ

ตาย พบว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทุกชนิดอยู่ในสถานภาพเป็นกังวลน้อยที่สุด (Least Concern: LC) ทั้งหมด และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จำนวน 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.20 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable: VU) จำนวน 1 ชนิด และอยู่ในสถานภาพเป็นกังวลน้อยที่สุด (Least Concern: LC) จำนวน 4 ชนิด

สัตว์ป่าที่พบว่าตายเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 จำนวน 17 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 41.46 ของชนิดสัตว์ป่า

ที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด จำแนกเป็น นก จำนวน 11 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 26.83 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จำนวน 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.20 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จำนวน 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.44 ของชนิดสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด ในขณะที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ไม่พบว่าเป็นสัตว์ป่าที่จัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง และสัตว์ป่าสงวนตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 (Table 1)

Table 1 Wildlife species, number of road kills reported, and the conservation status found on Highway 304 between markers 191 and 250 kilometers, studied during December 2018 and August 2019.

Taxon group	No.	Scientific name	Thai name	Number of road kills detected	Status *	
					WPPA (2019)	IUCN (2020)
Birds	1	<i>Passer</i> sp.	นกกระจอก	17	-	LC-
	2	<i>Anastomus oscitans</i>	นกปากห่าง	1	P	LC
	3	<i>Phaenicophaeus tristis</i>	นกบั้งรอกใหญ่	1	P	LC
	4	<i>Coracias benghalensis</i>	นกตะขาบทุ่ง	3	P	LC
	5	<i>Acridotheres javanicus</i>	นกเอี้ยงหงอน	1	P	VU
	6	<i>Acridotheres grandis</i>	นกเอี้ยงสาลิกา	25	P	LC
	7	<i>Columba livia</i>	นกพิราบ	6	-	LC
	8	<i>Caprimulgus</i> sp.	นกตบยุง	1	P	-
	9	<i>Zosterops palpebrosus</i>	นกแว่นตาขาวสีทอง	1	P	LC
	10	<i>Copsychus saularis</i>	นกกาขี	3	P	LC
	11	<i>Centropus sinensis</i>	นกกระปูดใหญ่	6	P	LC
	12	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	นกยางไฟธรรมดา	1	P	LC
	13	<i>Bubulcus ibis</i>	นกยางควาย	1	P	LC
	14	Unknown bird spp.	-	12	-	-
Amphibians	1	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	คางคกบ้าน	23	-	LC
	2	<i>Fejervarya limnocharis</i>	กบหนอง	2	-	LC
	3	<i>Rana</i> spp.	กบ	4	-	-
	4	<i>Kaloula pulchra</i>	อึ่งอ่าง	3	-	LC
	5	<i>Ichthyophis kohtaoensis</i>	เขียดงูเกาะเต่า	1	-	LC
	6	<i>Polypedates leucomystax</i>	ปาดบ้าน	3	-	LC

Table 1 (continued)

Taxon group	No.	Scientific name	Thai name	Number of road kills detected	Status *	
					WPPA (2019)	IUCN (2020)
Reptiles	1	<i>Calotes versicolor</i>	กิ้งก่าหัวแดง	3	P	-
	2	<i>Calotes emma</i>	กิ้งก่าแก้ว	3	P	-
	3	<i>Varanus bengalensis</i>	ตะกวด	1	P	LC
	4	<i>Naja kaouthia</i>	งูเห่า	1	-	LC
	5	<i>Xenochrophis flavipunctatus</i>	งูลายสอบ้าน	2	-	LC
	6	<i>Elaphe radiata</i>	งูทางมะพร้าว	3	P	LC
	7	<i>Enhydris bocourti</i>	งูไซ	1	-	-
	8	<i>Chrysopelra ornate</i>	งูเขียวพระอินทร์	3	-	-
	9	<i>Dendrelaphis pictus</i>	งูสายमानพระอินทร์	1	-	-
	10	<i>Psammodynastes pulverulentus</i>	งูหมอก	1	-	-
	11	<i>Ptyas korros</i>	งูสิง	1	P	LC
	12	<i>Calloselasma rhodostoma</i>	งูกะปะ	1	-	LC
	13	<i>Gekko gecko</i>	ตุ๊กแก	2	-	-
	14	Unknown sake spp.	-	14	-	-
Mammals	1	<i>Callosciurus finlaysoni</i>	กระรอกหลากสี	4	-	LC
	2	<i>Menetes berdmorei</i>	กระจ๊อน	2	-	LC
	3	<i>Cynopterus sphinx</i>	ค้างคาวขอบหูขาวกลาง	8	-	LC
	4	<i>Rattus</i> sp.	หนู	5	-	-
	5	<i>Bandicota savilei</i>	หนูพุก	2	-	LC
	6	<i>Arctonyx collaris</i>	หมูหริ่ง	1	P	VU
	7	Unknown Mammals spp.	จำแนกไม่ได้	2	-	-

176

Remarks: * WPPA (2019): Wildlife Preservation and Protection Act 2019, P: Protected species IUCN (2019) Red List Categories: VU - Vulnerable, LC - Least Concern

อย่างไรก็ตาม การศึกษาจำนวนสัตว์ป่าที่ถูก
รถชนตายหรือทับตายมัก พบว่า มีจำนวนสัตว์ป่าน้อย
กว่าความเป็นจริง เนื่องจากสัตว์ป่าที่ตายบนถนนจาก
รถยนต์บางส่วนมักสูญหายไปโดยการถูกลูกสัตว์กินซาก ถูก
ผู้คนเก็บซาก หรือถูกรถทับซ้ำ Wanghongsa and
Boonkird (2001) ศึกษาการสูญหายของจำนวนซาก
สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่าง
ฤๅไน จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ซากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

มีการสูญหายไปก่อนการสำรวจพบ 3.53 เท่า ซากนกมี
การสูญหายไปก่อนการสำรวจพบ 1.94 เท่า ซากสัตว์
เลื้อยคลานมีการสูญหายไปก่อนการสำรวจพบ 4.44 เท่า
และซากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการสูญหายไปก่อน
การสำรวจพบ 5.61 เท่า จากความเป็นจริง ดังนั้น ผล
การศึกษานี้ควรเป็นจำนวนตัวของสัตว์ป่าที่ตายที่น้อย
ที่สุดในพื้นที่ศึกษา

จำนวนสัตว์ที่ถูกรถชนตายหรือทับตายตามฤดูกาล

ผลการศึกษาพบว่า นก สัตว์เลื้อยคลาน และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถูกรถชนตายหรือทับตายมากในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกถูกรถชนตายหรือทับตายช่วงฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1) โดยจำนวนนกและสัตว์เลื้อยคลาน ($t = 2.889, p = 0.024$ และ $t = -3.584, p = 0.009$) มีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ในกรณีของนกที่พบว่าตาย ทั้งหมดเป็นนกที่พบอาศัยหากินตามบ้านเรือน ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงฤดูฝนการผลิตพืชผลทางการเกษตรโดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นฤดูกาลผลิตข้าวนาปีเนื่องจากใช้น้ำฝนเป็นหลัก (Bunsong *et al.*, 2015) ส่งผลให้ถิ่นที่อยู่อาศัยของนกในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมจะมีความอุดมสมบูรณ์ของพืชที่เป็นอาหาร (Tarachai, 2010) พืชพรรณทางการเกษตรในพื้นที่กำลังงอกงามอย่างสมบูรณ์ทั้งดอกและผล ดึงดูดแมลงจำนวนมาก จึงเหมาะสมเป็นแหล่งอาหารของนก ทั้งนกกินแมลง นกกินเกสรดอกไม้ และนกกินสัตว์ที่รวมเป็นฝูงกันอยู่ตามต้นไม้ดอกไม้ (Nadee, 2000) จึงทำให้นกมีโอกาสถูกรถชนตายหรือทับตายมากขึ้น สำหรับสัตว์เลื้อยคลาน ในช่วงฤดูฝนมักมีแหล่งน้ำขังตามพื้น และสัตว์ในกลุ่มที่วางไข่ในน้ำขังก็ออกมาจับคู่ผสมพันธุ์ เช่น คางคกบ้าน กบหนอง ปาดบ้าน

เป็นต้น (Chuaynkern, 2001) ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยมีพฤติกรรมมากขึ้น ระบบย่อยอาหาร และระบบประสาททำงานได้ดีในวันที่มีฝนตก จึงทำให้พบจำนวนสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในฤดูฝนมาก (Noble, 1954) จึงส่งผลให้มีโอกาสถูกรถชนมากกว่าในฤดูแล้ง แต่ไม่พบความแตกต่างดังกล่าวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($t = 0.204, p = 0.844$ และ $t = -1.063, p = 0.323$ ตามลำดับ) เนื่องจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการโยกย้ายไปยังพื้นที่แหล่งน้ำแหล่งใหม่สำหรับการผสมพันธุ์ ส่วนมากถูกกระตุ้นด้วยปริมาณน้ำฝน แต่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะมีการโยกย้ายไม่ไกลจากแหล่งเดิม (Lauhachinda, 2009) จึงทำให้อากาศที่จะถูกรถชนตายหรือทับตายระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แม้ว่าในฤดูฝนปริมาณอาหารในธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นทั้งพืชอาหาร และลูกไม้ แต่มีปริมาณน้ำฝนในนาข้าวที่มาก ส่งผลให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยเฉพาะหนูน้อยลง เพราะหนูขาดแคลนแหล่งอาศัยแล้วสร้างรัง แต่ในช่วงฤดูแล้งกลับพบหนูมาก เพราะอาหารเริ่มขาดแคลน หนูจึงอพยพเข้ามาเพื่อหาอาหาร ดังนั้น พื้นที่ใดมีแหล่งอาหารก็จะพบหนูจำนวนมาก นอกจากนี้การที่ระดับน้ำในนาข้าวลดลงในฤดูแล้งย่อมมีที่สำหรับซ่อนและสร้างรังมากขึ้น (Boonsong *et al.*, 1999) จึงทำให้อากาศถูกรถชนตายหรือทับตายระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีความแตกต่างกัน

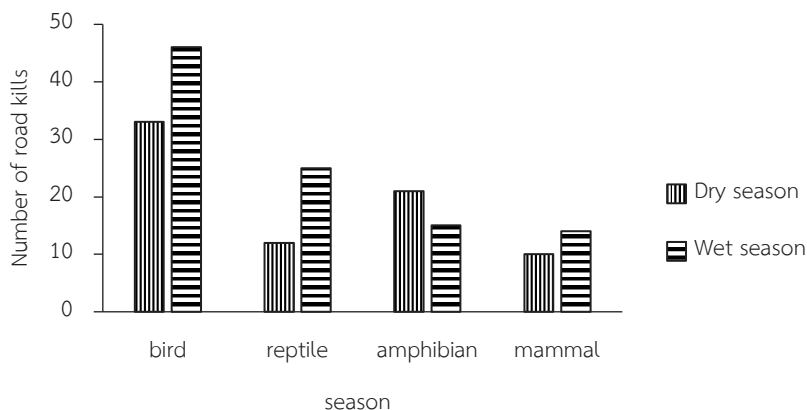


Figure 1 The number of road kills compared between the wet and the dry seasons on highway No. 304 between markers 191 and 250 kilometers studied during December 2018 and August 2019.

จำนวนสัตว์ที่ถูกรถชนตายหรือทับตายระหว่างกลางวันและกลางคืน

ผลการศึกษาพบว่า สัตว์ป่าส่วนใหญ่ถูกรถชนตายหรือทับตายในเวลากลางวันมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wanghongsra and Boonkird (2001) ที่พบว่า สัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน (18.00-06.00 น.) โดยจำนวนนก ($t = -3.08, p = 0.007$) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($t = -1.52, p = 0.0147$) ที่ถูกรถชนมีความแตกต่างระหว่างกลางวันและกลางคืน (Figure 2) เนื่องจากชนิดนกที่ถูกรถชนส่วนใหญ่เป็นนกที่หากินในช่วงเวลากลางวันและส่วนใหญ่เป็นนกที่หากินในช่วงเช้านั้น ซึ่งในช่วงพระอาทิตย์ยังไม่ขึ้นส่งผลให้ผู้ขับขี่มองไม่เห็นนก จึงทำให้มีโอกาสรถชนตายหรือทับตายมากกว่านกที่หากินในเวลากลางคืนที่สำรวจพบไม่มาก สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจากการศึกษาพบจำนวนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ถูกรถชนตายหรือทับตายในช่วงเวลากลางวันเป็นส่วนใหญ่ โดย Chuaynkern (2001) ได้กล่าวว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดมีนิสัยหากินกลางวัน และกลางวันหลบซ่อนตัว และยังพบว่าหลายชนิดแม้ว่ามีนิสัยหากิน และมีกิจกรรมในเวลา

กลางวัน เช่น กิ้งก่าในสกุล *Calotes* แต่จะพบในเวลากลางคืนเป็นจำนวนตัวมากกว่าเวลากลางวัน ซึ่งการตายของสัตว์ป่าในเวลากลางคืนนั้น สอดคล้องกับ Allen and McCullough (1976) ที่พบว่า สัตว์ป่าส่วนใหญ่ตายมากสุดในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง คือ หลังพระอาทิตย์ตกและหลังพระอาทิตย์ขึ้น มีการตายสูงกว่าครึ่งหนึ่งของสัตว์ที่ตายทั้งหมด แต่ไม่พบความแตกต่างดังกล่าวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ($t = -1.35, p = 0.195$) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($t = -1.76, p = 0.107$) เนื่องจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่แหล่งน้ำแหล่งใหม่ ซึ่งถูกกระตุ้นด้วยปริมาณน้ำฝนหรือระดับอุณหภูมิจึงเริ่มมีการเคลื่อนย้ายตั้งแต่เวลากลางวันและเมื่อเกิดขึ้นแล้วอาจต่อเนื่องไปถึงเวลากลางวันถ้าสัตว์ป่ามีประชากรมาก (Lauhachinda, 2009) ดังนั้น โอกาสถูกรถชนตายหรือทับตายจึงไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เนื่องจากชนิดของซากสัตว์ที่พบเป็นสัตว์ที่หากินในตอนกลางวัน เช่น ค่างควา ขอบหูขาวกลาง และสัตว์ในวงศ์ Muridae และสัตว์ที่หากินในตอนกลางวัน เช่น กระรอกหลากสี กระจ๊่อน มีจำนวนใกล้เคียงกันจึงทำให้ไม่มีความแตกต่างในแต่ละช่วงเวลา

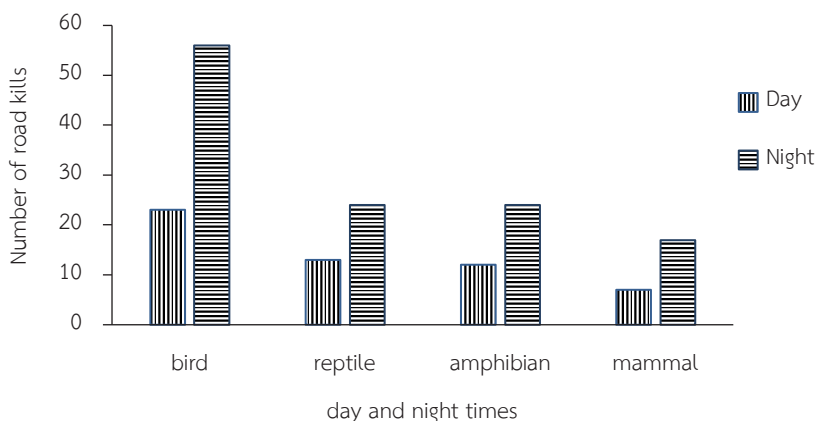


Figure 2 The number of road kills compared between day and night times on highway No. 304 between markers 191 and 250 kilometers studied during December 2018 and August 2019.

จำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายในแต่ละช่วงกิโลเมตร

ผลการศึกษานับจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายในแต่ละช่วงกิโลเมตรของทางหลวงหมายเลข 304 ตั้งแต่บริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ ที่ ขญ 7 (ลำพระยาธาร) ถึงบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช พบว่า ระหว่างช่วงกิโลเมตรที่ 200-209 เป็นช่วงกิโลเมตรที่มีสัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายมากที่สุด (Figure 3) มีจำนวนทั้งหมด 65 ตัว คิดเป็นร้อยละ 37.14 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด โดยในช่วงกิโลเมตรนี้ได้มีการสร้างแนวเชื่อมต่อผืนป่าขึ้น ในช่วงกิโลเมตรที่ 209+483 ถึง 209+823 ระยะทาง 340 เมตร แต่จำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนกลับมีจำนวนสูงที่สุด อาจเป็นเพราะในช่วงกิโลเมตรที่ 200-209 พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขตชุมชนที่มีการทำเกษตรกรรม ดึงดูดสัตว์เข้ามาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะสัตว์ที่มีพฤติกรรมตอบสนองต่อมนุษย์ที่ได้ประโยชน์จากการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Chaiyarat, 2015) จากการศึกษาพบว่า นกเป็นสัตว์ป่าในกลุ่มที่ถูกชนมากที่สุด ในบริเวณนี้ เนื่องจากนกที่ถูกชนส่วนใหญ่เป็นนกที่อาศัยอยู่ตามทุ่งโล่ง แหล่งกสิกรรม หมูบ้าน และส่วนใหญ่นกบินตามพื้นดิน อาจเป็นบริเวณขึ้นแฉะ ทุ่งนา ทุ่งหญ้าริมถนน และบริเวณแหล่งกสิกรรมทั่วไป (Khobkhet, 1998) เช่น นกเอี้ยง (*Acridotheres tristis*) นกพิราบ ซึ่งเป็นชนิดที่สำรวจพบมากที่สุด โดยจำนวนนกที่ถูกรถชน ($\chi^2 = 0.035$, $p < 0.05$) และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่ถูกรถชน ($\chi^2 = 0.017$, $p < 0.05$) มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงกิโลเมตร เป็นเพราะความแตกต่างในด้านอาหารบริเวณข้างถนนและบนถนน เนื่องจากถนน

สายนี้ช่วงที่ผ่านเขตชุมชน มีการทำเกษตรกรรมและมีการล่าเลี้ยงผลผลิตบ่อยครั้ง ฉะนั้นจึงมีการรบกวนของผลผลิตทางการเกษตร ดึงดูดให้นักซึ่งส่วนใหญ่มีถิ่นหากินบริเวณชุมชนออกมาใช้ประโยชน์และถูกรถชนตายหรือทับตาย ซึ่งนกพบมากที่สุดถึงร้อยละ 45.41 สำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกพบตายมากในบริเวณชุมชนที่มีแหล่งน้ำขัง และแอ่งน้ำขนาดเล็กริมทาง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นชั่วคราว สอดคล้องกับการศึกษาของ Nabhitabhata (1988) ที่กล่าวว่า เมื่อปริมาณน้ำลดลง ส่งผลให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการเคลื่อนย้ายที่หากินใหม่ ซึ่งในบางครั้งมีการเดินทางข้ามถนน จึงมีโอกาสรถชนมากขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในสัตว์เลื้อยคลาน ($\chi^2 = 0.518$, $p > 0.05$) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($\chi^2 = 0.456$, $p > 0.05$) สำหรับสัตว์เลื้อยคลาน เนื่องจากลักษณะพื้นที่อาศัยและพฤติกรรมที่มีความแตกต่างกันหลากหลายของพื้นที่ที่พบสัตว์ และในแต่ละชนิดอาจพบได้มากกว่าลักษณะพื้นที่เดียว ซึ่งความแตกต่างกันหลากหลายขึ้นกับกิจกรรมและชนิดสัตว์เลื้อยคลาน และรวมทั้งปัจจัยด้านอื่นๆ ของพื้นที่ด้วยที่จะดึงดูดสัตว์ให้ไปอาศัยอยู่ ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร แหล่งน้ำ ความชื้น แสงแดด สิ่งปกคลุม เป็นต้น (Suttanon, 2009) และพื้นที่ที่แบ่งเป็นช่วงกิโลเมตรมีสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างกันมากจึงส่งผลให้การตายของสัตว์เลื้อยคลานในแต่ละช่วงกิโลเมตรไม่มีความแตกต่างกัน ในส่วนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กมีความสามารถในการปรับตัวสูงโดยจะเคลื่อนที่หากินไปมาระหว่างบริเวณที่ถูกคุกคามหรือถูกรบกวนได้ดี (Lynam and Billick, 1999) จึงทำให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลีกเลี่ยงหนีจากการถูกรถชน

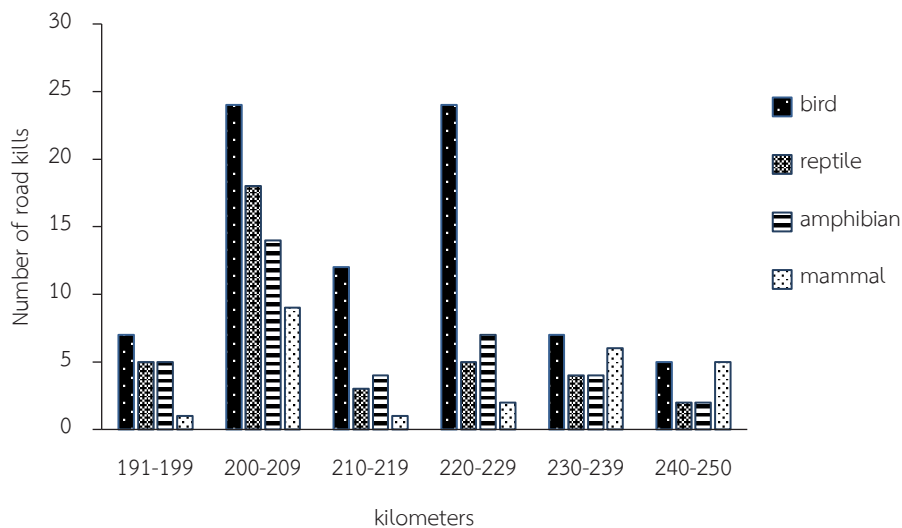


Figure 3 The number of road kills in a 9 kilometer stretch on highway No. 304 between markers 191 and 250 kilometers studied during December 2018 and August 2019.

จำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายในแต่ละประเภทที่พบบนเส้นทาง จำแนกตามประเภทพื้นที่ข้างถนน

ผลการศึกษาจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย ในพื้นที่ข้างถนนประเภทต่างๆ พบว่า สัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายมากที่สุดในพื้นที่ใกล้ชุมชนหรือบริเวณพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ จำนวน 86 ตัว คิดเป็นร้อยละ 48.86 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด (Figure 4) โดยจำนวนนกที่ถูกรถชน และสัตว์เลื้อยคลานที่ถูกรถชนมีความแตกต่างกันในพื้นที่ข้างถนนประเภทต่างๆ ($\chi^2 = 0.001$, $p < 0.05$) ($\chi^2 = 0.038$, $p < 0.05$) เป็นเพราะในสภาพพื้นที่ข้างถนนที่มีความแตกต่างในด้านอาหารและสิ่งปกคลุม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยแรกที่ต้องพิจารณาก่อนองค์ประกอบอื่นในถิ่นที่อยู่อาศัย (Lauhachinda, 2009) และบางช่วงของถนนสายนี้ได้มีการตัดผ่านเขตชุมชนซึ่งมีการทำเกษตรกรรมและมีการล่าเหยื่อชนส่งผลผลิตการเกษตรจึงอาจมีการตกหล่น ประกอบกับในบริเวณชุมชนมีการประกอบกิจกรรมบริเวณข้างถนน เช่น ทิ้งขยะเศษอาหาร ซึ่งดึงดูดให้สัตว์เข้ามาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะนกที่มีแหล่งหากินในบริเวณชุมชน นกเอี้ยง นกกระจอก (*Passeridae* sp.)

นกพิราบ จึงทำให้มีรถชนมากกว่าบริเวณอื่น ส่วนสัตว์เลื้อยคลาน เป็นเพราะมีการขยายตัวของชุมชนรวมถึงการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณชุมชน ซึ่งถือว่าเป็นภัยคุกคามจากมนุษย์จึงทำให้ต้องย้ายที่อยู่อาศัย ส่งผลให้เพิ่มโอกาสการถูกรถชนมากขึ้น โดย Lauhachinda (2009) ได้กล่าวว่า สัตว์จำพวกตุ๊กแกได้รับประโยชน์จากหลอดไฟตามบ้านเรือนที่ช่วยดึงดูดแมลงเข้ามามากขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างในสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม ($\chi^2 = 0.106$, $p > 0.05$) และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ($\chi^2 = 0.405$, $p > 0.05$) อาจเป็นเพราะว่าตลอดระยะทางการสำรวจมีแหล่งน้ำขัง และแอ่งน้ำขนาดเล็กชั่วคราวกระจายอยู่ในพื้นที่ข้างถนนทุกประเภท สอดคล้องกับการศึกษาของ Inger and Voris (2008) ที่พบว่า สภาพนิเวศของแหล่งน้ำมีอิทธิพลต่อการกระจายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จึงทำให้การตายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่ข้างถนนประเภทต่างๆ สำหรับสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม ซึ่งจากการสำรวจพบว่าเป็นสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมขนาดเล็ก เช่น หนูพุก หมูหริ่ง โดยสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในสภาพธรรมชาตินั้นมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้อย่างอิสระในสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เป็นระบบ

ประชากรแบบเปิด ทำให้ประชากรของสัตว์กลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่เสมอ (Hamarit, 1997) จึงทำให้สัตว์

เลี้ยงลูกด้วยนมมีการกระจายเคลื่อนย้ายตลอดเส้นทาง

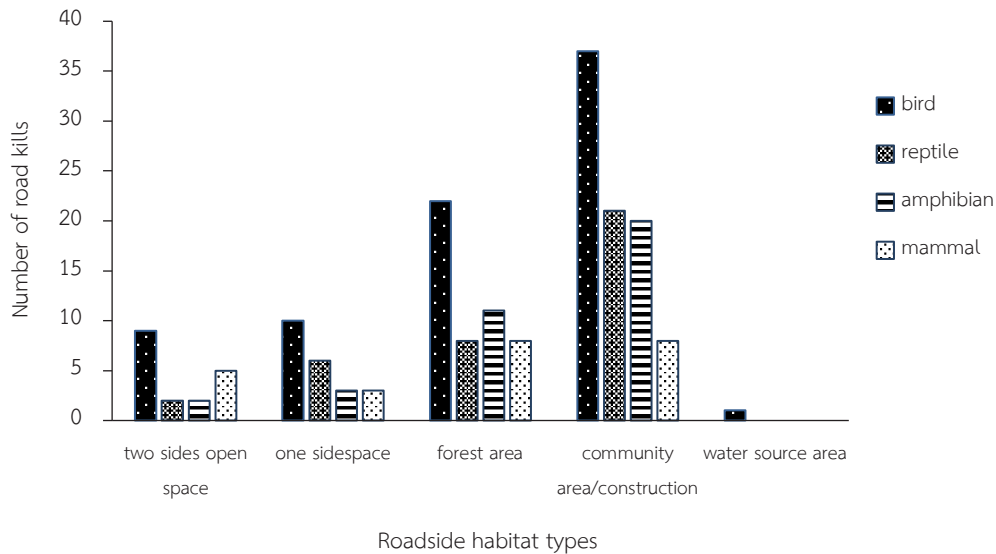


Figure 4 The number of road kills compared between different types of habitat along the road on highway No. 304 between markers 191 and 250 kilometers studied during December 2018 and August 2019.

จำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย แต่ละประเภทกับพื้นที่

ผลการศึกษาจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตายในประเภทพื้นที่ พบว่า สัตว์ป่าส่วนใหญ่ถูกรถชนตายหรือทับตายมากที่สุดในเขตพื้นที่อาศัยของมนุษย์ จำนวน 123 ตัว คิดเป็นร้อยละ 69.89 ของสัตว์ที่ตายทั้งหมด (Figure 5) โดยพบว่า จำนวนนกที่ถูกรถชนมีความแตกต่างในเขตพื้นที่อนุรักษ์และเขตที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ($t = 2.579, p = 0.002$) และจากการศึกษาพบว่า นกส่วนใหญ่ที่พบถูกรถชนตายหรือทับตายเป็นนกที่มีพื้นที่หากินบริเวณชุมชน และมีพฤติกรรมหากินตามพื้นดินและบนถนน จึงมีโอกาสถูกรถชนมากกว่า นกที่มีพื้นที่หากินในพื้นที่ป่าซึ่งเป็นเขตอนุรักษ์ แต่ไม่พบความแตกต่างกับสัตว์เลื้อยคลาน ($t = 1.685, p = 0.12$) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ($t = 2.155, p = 0.49$) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($t = 2.138, p = 0.51$) เป็นเพราะในพื้นที่เขตอาศัยของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ

พื้นที่จากป่าไปเป็นชุมชน แต่การเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นมีผลดึงดูดสัตว์เลื้อยคลานเข้ามาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะกลุ่มงู กิ้งก่า และงู การระบายน้ำออกหรือการถมดินในแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อตั้งเป็นพื้นที่ชุมชนหรือใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นอีกกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้แหล่งผสมพันธุ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกถูกทำลาย ตลอดจนทำลายแหล่งอาศัยของสัตว์เลื้อยคลานด้วย กิจกรรมดังกล่าวอาจเป็นผลดีกับสัตว์บางกลุ่ม การเปลี่ยนแปลงแหล่งน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมทำให้สัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดได้รับประโยชน์ เนื่องจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในกลุ่มหนูมักอาศัยในพื้นที่เกษตรกรรม จึงมีแหล่งอาหารมากขึ้น หรือกิ้งก่า จิ้งเหลน จิ้งจก ตุ๊กแก ขอบอาศัยอยู่บริเวณชุมชนเนื่องจากมีแมลงชุกชุมจากแสงไฟในเวลากลางคืน (Lauhachinda, 2009) จึงส่งผลให้สัตว์จำพวกสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งส่วนใหญ่ที่สำรวจพบเป็นสัตว์ในกลุ่มหนูขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน บางชนิดมีการเคลื่อนย้ายจากพื้นที่ธรรมชาติเข้ามาสู่เขต

ที่อยู่อาศัยของมนุษย์มากขึ้น จึงมีโอกาสถูกรถชนเพิ่มขึ้น สำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแม้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรและชุมชน มีผลต่อประชากรสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการแผ้วถางต้นไม้เป็นบริเวณกว้าง ทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกสูญหาย เพราะแสงอาทิตย์ส่องกระทบพื้นผิวดินโดยตรงและเป็นปริมาณมาก อุณหภูมิผิวดินจึงสูงขึ้นทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกตาย (Lauhachinda, 2009) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดแหล่งน้ำชั่วคราวซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ

เช่น แอ่งน้ำจากรอยล้อรถ แอ่งน้ำขังในพื้นที่เกษตรกรรมเปิดโล่ง และแหล่งน้ำจากภาชนะกักเก็บน้ำตามบ้านเรือน ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์จำพวกกบ เขียด คางคก อึ่ง (Lerdrungroj and Taksintum, 2018) ส่งผลให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกระจายอยู่ตามพื้นที่ชุมชนเป็นจำนวนมาก จึงทำให้โอกาสตายจากการใช้เส้นทางรถยนต์มากเช่นเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นตามเส้นทางโดยตลอดเส้นทางสายนี้ในช่วงที่ผ่านป่าจึงมีผลต่อพลวัตประชากรสัตว์ป่าและการตายบนเส้นทางเป็นประจำแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม

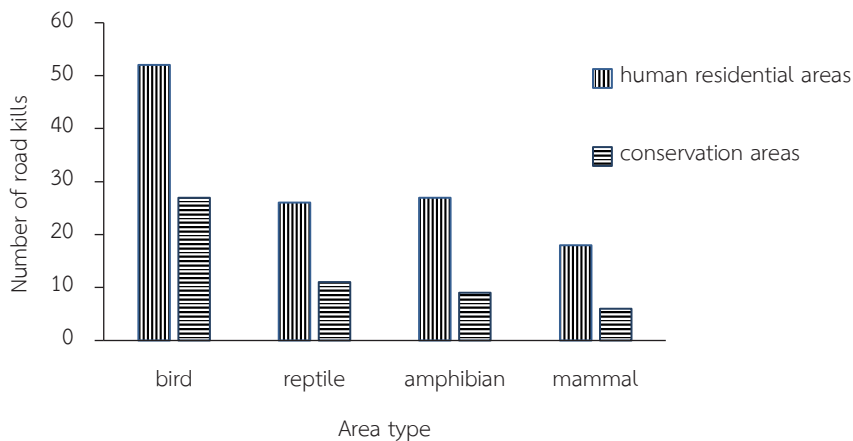


Figure 5 The number of wildlife road kills compared between human activities or human residential areas and natural habitat along the road on highway No. 304 between markers 191 and 250 kilometers studied during December 2018 and August 2019.

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย กับปริมาณรถยนต์

ผลการศึกษาจำนวนรถยนต์บนทางหลวงหมายเลข 304 จำนวน 9 ครั้งในช่วง 9 เดือน เมื่อนำมาคำนวณเป็นจำนวนรถยนต์ในรอบวัน หรือ 24 ชั่วโมง พบจำนวนรถยนต์ทั้งหมด 558,263 คัน และนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์ที่ใช้เส้นทางบนทางหลวงหมายเลข 304 และจำนวนสัตว์ที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($R = 0.70$,

$p = 0.03$) ซึ่งหมายความว่าจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น มีผลให้สัตว์ป่าตายเพิ่มมากขึ้น

แม้ว่าปริมาณรถยนต์ที่สัญจรบนเส้นทางหลวงสายนี้มีผลโดยตรงต่อจำนวนสัตว์ที่ตายบนถนน แต่พฤติกรรมของผู้ใช้เส้นทางก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการตายของสัตว์ป่า โดยถนนสายนี้มีการขยายช่องทางการจราจร ทำให้ผู้ใช้ทางส่วนใหญ่ใช้ความเร็ว จึงง่ายต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะกับสัตว์ป่าซึ่งไม่คุ้นชินกับพฤติกรรมของมนุษย์ จึงถูกรถชนหรือทับตายเพิ่มมากขึ้น

ดัชนีความหลากหลาย (Shannon Diversity Index)

ผลการศึกษาสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตายหรือทับตาย พบว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด ($H' = 2.442$) รองลงมา คือ นก ($H' = 1.865$) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ($H' = 1.618$) และน้อยที่สุด คือ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ($H' = 1.205$) ค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ป่าที่ถูกรถชนหรือทับตาย สามารถอธิบายถึงจำนวนชนิดและจำนวนตัวของสัตว์ป่าที่ตายว่า มีความมากน้อยแตกต่างกันตามค่าดัชนีความหลากหลายที่ปรากฏ ซึ่งค่าดังกล่าวไม่สอดคล้องกับรายงานจำนวนชนิดสัตว์ป่าแต่ละประเภทที่พบบริเวณแนวเชื่อมต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน เช่น Safuwong *et al.* (2012) รายงานจำนวนชนิดนกบริเวณพื้นที่ศึกษาว่ามี 138 ชนิด แต่ที่พบว่าตายจากการถูกรถชนหรือทับตายมีเพียง 41 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่อาศัยหากินตามบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม อย่างไรก็ตามในกรณีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบว่า ตาย 7 ชนิด จากที่มีรายงานว่าพบในพื้นที่จำนวนมากกว่า 33 ชนิด มีสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่ถูกรถชนหรือทับตายที่สำคัญ ได้แก่ หมูหริ่ง นอกจากนี้มีรายงานการพบหมีควาย ชะมด อีเห็น ถูกรถชนหรือทับตายด้วยเช่นกัน แต่ไม่ได้นำมารวมไว้ในการศึกษาครั้งนี้ ในกรณีของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพบว่า ตาย 14 ชนิด นับว่าเป็นกลุ่มสัตว์ป่าที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดที่มีรายงานว่าพบในพื้นที่ศึกษาว่ามีอย่างน้อย 36 ชนิด ขณะที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก พบว่า ตายเพียง 6 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานจำนวนชนิดที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาอย่างน้อย 23 ชนิด ผลการศึกษาค้นครั้งนี้ยืนยันว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้รับผลกระทบในสัดส่วนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานจำนวนชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่

สรุป

การศึกษผลกระทบการคมนาคมบนทางหลวงหมายเลข 304 ต่อสัตว์ป่า กรณีศึกษาระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 191 ถึง 250 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.

2561 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 พบจำนวนสัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายทั้งหมด จำนวน 176 ตัว 41 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นนก พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ถูกรถชนตายหรือทับตายสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการใช้เส้นทางสูงสุดเมื่อพิจารณาจากความหลากหลายทั้งจากชนิดและจำนวนที่พบ ผลการศึกษาพบว่า สัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายเกิดขึ้นในเวลากลางคืนมากกว่าเวลากลางวันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถูกรถชนตายหรือทับตายในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกถูกรถชนตายหรือทับตายช่วงฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ สัตว์ป่าถูกรถชนตายหรือทับตายมากที่สุดในพื้นที่ใกล้ชุมชนหรือบริเวณพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ โดยพบจำนวนสัตว์ป่าตายสูงสุดระหว่างช่วงกิโลเมตรที่ 200-209 ขณะที่จำนวนรถยนต์ที่ใช้เส้นทางหลวงมีความสัมพันธ์กับการตายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษานี้ การตายของสัตว์ป่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์ขนาดเล็ก ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาเมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการตายของสัตว์ป่าแสดงให้เห็นว่าบริเวณชุมชนเป็นพื้นที่ที่สัตว์ป่าถูกรถชนตายมากที่สุด ดังนั้น ควรมีมาตรการในการลดผลกระทบของสัตว์ป่าที่ถูกรถชนตาย เช่น ควรเพิ่มความเข้มงวดระมัดระวังการทำกิจกรรมในบริเวณไหล่ทางที่ซีกนาคิงดูดให้สัตว์ป่ามาใช้ประโยชน์ เช่น การปลูกพืชอาหารสัตว์ และการทิ้งขยะบริเวณไหล่ทาง การทิ้งขยะของเสียที่ดึงดูดสัตว์ป่า การรบกวนทำลายสิ่งแวดล้อม ควรมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้เส้นทางของผู้ขับขีรถยนต์ การควบคุมความเร็วอย่างเข้มงวด

นอกจากนี้การสร้างทางลอดใต้ถนนสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมควรต้องมีการดำเนินการตลอดระยะความยาวของถนนที่ผ่านพื้นที่ป่า เพื่อลดผลกระทบจากการใช้เส้นทางต่อสัตว์ป่ากลุ่มนี้ให้มากที่สุด โดยการก่อสร้างทางลอดใต้ถนนยังมีผลต่อการใช้เป็นทางข้ามของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยเฉพาะสัตว์กินเนื้อ พวกรูปร่าง ชะมด

อีเห็น เสือขนาดเล็กด้วย นอกเหนือจากการก่อสร้างทางข้าม (overpass) และทางยกระดับ (underpass) สำหรับสัตว์ป่าขนาดใหญ่ชนิดอื่น

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ คุณณรงค์ศักดิ์ ศรีสุวอ และครอบครัวที่เอื้อเฟื้อสถานที่พักอาศัยและพาหนะในการเก็บข้อมูล รวมทั้งขอบคุณคณะทีมงานศึกษาวิจัยที่สละเวลาอันมีค่าในการช่วยเก็บข้อมูลสัตว์ป่าที่ถูกรถชนและจำนวนรถที่ใช้บนทางหลวงหมายเลข 304

REFERENCES

- Allen, R.E. and D.R. McCullough. 1976. Deer-car accidents in southern Michigan. *Journal of Wildlife Management* 40(2): 317-325.
- Benítez-Malvido, J. and V. Arroyo-Rodríguez. 2008. Habitat fragmentation, edge effects and biological corridors in tropical ecosystems. In K. Del Claro, P.S. Oliveira, V. Rico-Gray, A. Ramirez, A.A. Almeida, A. Bonet, F.R. Scarano, F.L. Consoli, F.J. Morales, J. Naoki, J.A. Costello, M.V. Sampaio, M. Quesada, M.R. Morris, M. Palacios, N. Ramirez, O. Marcal, R.H. Ferraz, R.J. Marquis, R. Parentoni, S.C. Rodriguez and U. Luttge, eds. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. International Commission on Tropical Biology and Natural Resources. UNESCO, Eolss Publishers, Oxford.
- Bogaert, J. 2000. *Quantifying Habitat Fragmentation as a Spatial Process in a Patch Corridor-Matrix Landscape Model*. Ph.D. Thesis, University of Antwerp.
- Boonsong, P., S. Hongnark, K. Suasa-ard, Y. Khoprasert, P. Promkerd, G. Hamarit, P. Nookarn and T. Jäkel. 1999. Rodent management in Thailand, pp. 338-357. In G.R. Singleton, L.A. Hinds, H. Leirs and Z. Zhang, eds. *Ecologically-based Management of Rodent Pests*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.
- Bunsong, P., S. Charernjiratragul and A. Nissapa. 2015. Development of Production and Price with the Response to Pricing Policies of Major Rice in Thailand. *Parichart Journal, Thaksin University* 28(3) (Special Edition): 250-267. (in Thai)
- Chaiyarat, R. 2015. *Wildlife Ecology and Management Vol. 1*. Charansanitwong Printing Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Chettamart, S., V. Sutthipibul, C. Ampholchantana, P.D. Kappelle, V. Charoensiri and R. Lukanawarakul. 2006. *Dong Phrayayen-Khao Yai Forest Complex: Thailand Word Heritage*. National Park Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)
- Chuaynkern, Y. 2001. *Species Diversity of Amphibians and Reptiles at Pang Sida National Park, Sakaeo Province*. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Cox, M.J., P.P. van Dijk, J. Nabhitabhata and K. Thirakhupt. 1998. *A Photographic Guide to Snakes and Other Reptiles of Thailand and Southeast Asia*. Asia Books Co., Ltd., Bangkok.
- Department of Highways. 2017. *Highway No. 304, Kabin Buri District – Pak Thong Chai District, the Prototype of the*

- World's First World Heritage Forest Interconnected Route for the Development of a Highway Network Connecting Neighboring Transportation to Conserve Natural Resources and the Environment Sustainably.** Available Source: <http://www.doh.go.th/content/page/news/45970>, February 1, 2020.
- Díaz, J.A., R. Carbonell, E. Virgós, T. Santos and J.L. Tellería. 2000. Effects of forest fragmentation on the distribution of the lizard *Psammotriton auratus*. **Animal Conservation** 3: 235-240.
- Forman, R.T.T. and L.E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29: 207-231.
- Francis, C.M. 2001. **A Photographic Guide to Mammals of Thailand & South-East Asia.** Asia Books Co. Ltd., Bangkok.
- Frost, D.R. 1985. **Amphibian Species of the World: A Taxonomic and Geographical Reference.** Allen Press Inc. and the Association of Systematics Collections, Lawrence, Kansas.
- Hamarit, G. 1997. **Species Diversity and Ecology of Murid Rodents in Forest and Agricultural Area along Mekhong Riverbank, Amphoe Sangkhom, Changwat Nong Khai.** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Hermes, C., A. Döpper, H.M. Schaefer and G. Segelbacher. 2016. Effects of forest fragmentation on the morphological and genetic structure of a dispersal-limited, endangered bird species. **Nature Conservation** 16: 39-58.
- Inger, R.F. and H.K. Voris. 2008. The biogeographical relations of the frogs and snakes of Sundaland. **Journal of Biogeography** 28(7): 863-891.
- IUCN. 2019. **The IUCN Red List of Threatened Species Version 2019-2.** Available Source: <https://www.iucnredlist.org/search?searchType=species>, November 25, 2018.
- Khobkhet, O. 1998. **Birds of Bueng Boraphet.** Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok. (in Thai)
- Lauhachinda, V. 2009. **Herpetology.** Kasetsart Press Co. Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Lekagul, B. and P.D. Round. 1991. **A Guide to the Birds of Thailand.** Saha Karn Bhaet Co., Ltd., Bangkok.
- Lerdrungroj, K. and W. Taksintum. 2018. Species diversity and habitats utilization of herpetofauna in Bang Saphan district, Prachuap Khiri Khan province. **Journal of Wildlife in Thailand** 25: 1-20.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. **Bulletin of the Entomological Society of America** 15(3): 237-240.
- Lynam, A.J. and I. Billick. 1999. Differential response of small mammals to fragmentation in Thailand tropical forest. **Biological Conservation** 91: 191-200.
- Nabhitabhata, J. 1988. **Amphibians.** The Kurusapa Business Organization, Bangkok. (in Thai)
- Nadee, N. 2000. Bird species diversity in Klai Kangwon Royal Palace. **Journal of Wildlife in Thailand** 8: 76-85. (in Thai)

- Noble, G.K. 1954. **The Biology of Amphibia**. Dover Publication, Inc., New York.
- Pardini, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity and Conservation** 13: 2567-2586.
- Safuwong, M., U. Prayoon, P. Piyasomboon, B. Kanchanasaka and K. Hirunkriracha. 2012. **Biodiversity, Abundance and Habitat Suitability of the Wildlife in Habitat Corridor between Khao Yai National Park and Thap Lan Park**. Wildlife Research Division, Wildlife Conservation Bureau, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. The University of Illinois Press, Urbana.
- Silva, M., L.A. Hartling, S.A. Field and K. Teather. 2003. The effects of habitat fragmentation on amphibian species richness of Prince Edward Island. **Canadian Journal of Zoology** 81: 563-573.
- Sriktrachang, M. 2006. Survey to determine the point and width of the wildlife walkway across Highway No.304 at Km 27-29 between Khao Yai National Park and Thap Lan National Park. **Wildlife Yearbook** 7: 44-67. (in Thai)
- Suttanon, N. 2009. **Species Diversity and Distribution of Reptilians in Different Forest Types and Reasons of Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Tarachai, P. 2010. **Bird Habitat Management**. Available Source: http://www.as.mju.ac.th/EBook/t_prapakorn/บทที่%20๖%20การจัดการถิ่นอาศัยของนก.pdf, February 1, 2020. (in Thai)
- Wanghongsa, S. and K. Boonkird. 2001. Road-kill vertebrates in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary. **Wildlife Yearbook** 3: 103-117. (in Thai)
- Wilcove, D.S., C.H. McClellan and A.P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone, pp. 237-256. In M.E. Soule, ed. **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity**. Sinauer Associates, Sunderland.
-