

นิพนธ์ต้นฉบับ

ระบบการสัญจรและผลกระทบบางประการภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ

Transportation System and some Impacts in Phu Ruea National Park

ดวงอารีย์ แก้วสีทา¹นภวรรณ ฐานะกาญจน์ พงษ์เจียว¹วันชัย อรุณประภารัตน์¹Duangaree Kaowsrita¹Noppawan Tanakanjana Phongkhio¹Wanchai Arunpraparut¹

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: fforntwt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 5 มิถุนายน 2562

รับแก้ไข 4 กรกฎาคม 2562

รับลงพิมพ์ 18 กรกฎาคม 2562

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the numbers of vehicles, carrying capacity of parking areas, impacts of transportation system on the visitor experience and some impacts on the soil and vegetation in Phu Ruea National Park. Data of the number of vehicles at the park entrance station and in the parking areas were collected along with the measurement of the parking area. Questionnaires were used to collect visitor data. Soil and vegetation impact data were collected in a systematic manner. The data were analyzed using descriptive statistics, multiple regression analysis and One-way ANOVA. It was found that the highest number of vehicles during holidays averaged 1,321 vehicles per day and the capacity of parking area in Phu Ruea National Park was 760 vehicles per cycle or 842 vehicles per hour. A comparison of the frequency of use with the carrying capacity indicated that most parking areas had a frequency of use less than 50% and below the park capacity. The only exception was the parking area at Campground 2 (Phu Son) which had a frequency of use more than 80% and exceeded the capacity. As for the visitor experience, it was found that overall travelling satisfaction level was high. The average highest and lowest satisfaction values were the air quality and quality of road surface. As for the impact on soil and vegetation, it was found that the soil bulk density and the number of invasive species at the road verges were higher than in the natural forest areas. Severe soil erosion was also found on the road from Check Point No.2 (Phu Ruea Summit) to Campground 2 (Phu Son).

Keywords: Transportation system, Impact of transportation system, Carrying capacity, Phu Ruea National Park

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณยานพาหนะ จิตความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ของลานจอดรถ ผลกระทบจากระบบการสัญจรต่อประสบการณ์ของผู้มาเยือน และผลกระทบบางประการต่อดินและพืชพรรณในอุทยานแห่งชาติภูเรือ โดยเก็บข้อมูลปริมาณยานพาหนะที่ผ่านเข้า-ออกพื้นที่และบริเวณลานจอดรถ วัดขนาดพื้นที่ของลานจอด ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากนักท่องเที่ยว และใช้วิธีวางแผนตัวอย่างแบบมีระบบในการศึกษาผลกระทบต่อดินและพืชพรรณ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์ถดถอยพหุ และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการศึกษาพบว่า อุทยานแห่งชาติภูเรือมีปริมาณยานพาหนะเข้าไปใช้ประโยชน์สูงสุดในช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์เฉลี่ย 1,321 คัน/วัน ลานจอดรถภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือสามารถรองรับยานพาหนะได้ 746 คัน/รอบหรือ 842 คัน/ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ประโยชน์กับจิตความสามารถในการรองรับได้พบว่า ลานจอดรถส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้ประโยชน์น้อยกว่าร้อยละ 50 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าจิตความสามารถในการรองรับได้ ยกเว้นลานจอดรถบริเวณลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสน) ที่มีปริมาณการใช้ประโยชน์มากกว่าร้อยละ 80 และอยู่ในระดับเกินจิตความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ สำหรับคุณภาพประสบการณ์ของผู้มาเยือน พบว่า ผู้มาเยือนมีความพึงพอใจโดยรวมในการเดินทางอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศสูงสุดและต่อสภาพผิวดินต่ำสุด สำหรับผลกระทบต่อดินและพืชพรรณ พบว่า บริเวณใกล้ถนนมีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติเช่นเดียวกับปริมาณของชนิดพรรณต่างถิ่นที่บริเวณใกล้ขอบถนนมีปริมาณสูงกว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และเส้นทางจากด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) ถึงลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสน) พบการกร่อนของดินอยู่ในระดับผลกระทบรุนแรง

คำสำคัญ: ระบบการสัญจร ผลกระทบจากระบบการสัญจร จิตความสามารถในการรองรับได้ อุทยานแห่งชาติภูเรือ

คำนำ

ระบบการสัญจรถือว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมและสร้างโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาเยือนพื้นที่ธรรมชาติ นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประกอบกิจกรรมนันทนาการได้ในตัว ทำให้นักท่องเที่ยวได้รับประสบการณ์ในการสัมผัสและชื่นชมความงามทางธรรมชาติตลอดเส้นทาง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมียานพาหนะเข้ามาภายในอุทยานแห่งชาติเพิ่มสูงขึ้น ย่อมส่งผลกระทบต่อฐานทรัพยากรและคุณภาพประสบการณ์ของนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะเมื่อปริมาณมีมากจนเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่ (Manning *et al.*, 2014) ซึ่งงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าระบบการสัญจรเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียชนิดพันธุ์ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างถนน และรบกวนชนิดพันธุ์บริเวณขอบถนน กระตุ้นให้เกิดการกร่อนของดิน การเปลี่ยนแปลงและขัดขวางทิศทางการไหลของน้ำ (Forman *et al.*, 2003)

นอกจากนั้นปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้คุณภาพประสบการณ์ของนักท่องเที่ยวลดลง (Manning *et al.*, 2014) เนื่องจากต้องประสบกับปัญหาความแออัดของการจราจร ความลำบากในการเดินทาง ความขัดแย้งระหว่างการเดินทาง และปัญหาพื้นที่จอดรถ (White, 2007)

อุทยานแห่งชาติภูเรือเป็นหนึ่งในอุทยานแห่งชาติของประเทศไทยที่ได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวจากสถิตินักท่องเที่ยวสะสมย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2552-2561) มีปริมาณสูงถึง 1.4 ล้านคน (National Park Office, 2019) ด้วยทัศนียภาพที่สวยงาม และอุณหภูมิที่หนาวเย็น โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวเป็นช่วงที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และถึงแม้ว่าการเดินทางมายังอุทยานแห่งชาติภูเรือสามารถเลือกได้หลายวิธี แต่การเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวเป็นวิธีที่สะดวกที่สุด จึงส่งผลให้อุทยานแห่งชาติภูเรือมียานพาหนะเข้ามาภายในพื้นที่เป็นจำนวนมาก พบว่าในช่วงฤดูหนาวมีปริมาณยานพาหนะสูงถึงร้อยละ 90 ของยานพาหนะ

ตลอดทั้งปี (National Park Office, 2019) ถือเป็นช่วงที่มีปริมาณยานพาหนะหนาแน่น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพประสบการณ์ของนักท่องเที่ยวซึ่งต้องที่กล่าวมาข้างต้น

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณยานพาหนะ วัดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ของระบบการสัญจร และผลกระทบของระบบการสัญจรภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ ประกอบด้วยผลกระทบต่อคุณภาพประสบการณ์ด้านการสัญจรของผู้มาเยือน ผลกระทบบางประการต่อดินและต่อพืชพรรณ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการระบบการสัญจรภายในอุทยานแห่งชาติ และเพื่อช่วยป้องกันผลกระทบต่อฐานทรัพยากรและรักษาประสบการณ์ของนักท่องเที่ยวที่มาเยือนในพื้นที่ให้สอดคล้องกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้อุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ กระจกเก็บดิน เชือกหมายระยะ เทปวัดระยะ ไม้มรทัด ดึงพลาสติค จอบ เครื่องอบดิน เครื่องชั่งดิน ตารางบันทึกข้อมูล เครื่องกำหนดพิกัดบนพื้นโลก (GPS) กล้องถ่ายรูป และแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การศึกษาปริมาณยานพาหนะ วัดความสามารถในการรองรับได้ของลานจอดรถ และคุณภาพประสบการณ์ด้านการสัญจรของผู้มาเยือน

1.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของถนนและลานจอดรถ โดยวัดความยาว และความกว้างของถนนเข้าถึงหลักและถนนสัญจร และคำนวณพื้นที่ของลานจอดรถ พร้อมบันทึกที่ตั้งของถนนและลานจอดรถ รวมถึงบันทึกประเภทและปริมาณยานพาหนะที่ผ่านเข้าออกพื้นที่บริเวณด่านเก็บค่าบริการ และปริมาณยานพาหนะบนลานจอดรถทั้ง 3 จุดของอุทยานแห่งชาติภูเรือ ดัง Figure 1 โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายน 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ เดือนละ 1 ครั้ง วันหยุดนักขัตฤกษ์ จำนวน 5

ครั้ง และวันธรรมดาเดือนละ 2 ครั้ง ตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. และบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

1.2 ศึกษาคุณภาพประสบการณ์ด้านการสัญจรของผู้มาเยือน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเลือกตามความสะดวก (convenience sampling) กำหนดประชากรเป้าหมายเป็นผู้มาเยือนชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ขนาดตัวอย่างคำนวณจากสูตรของ Yamane (1973) และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการสุ่มตัวอย่างไว้ที่ 0.05 ได้จำนวนตัวอย่างขั้นต่ำ 399 ตัวอย่าง ให้ผู้มาเยือนประเมินระดับความพึงพอใจต่อปัจจัยเกี่ยวกับระบบการสัญจรที่ได้จากการตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจำนวน 12 ปัจจัย ประกอบด้วย 1)ทัศนียภาพของเส้นทาง 2)ความสะดวกในการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว 3) ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรบนถนน 4) ปริมาณยานพาหนะที่จอดในบริเวณลานจอดรถ 5) คุณภาพของผิวถนน 6) คุณภาพของลานจอดรถ 7) ความชัดเจนของป้ายจราจร 8) ความคล่องตัวในการขับบนถนน 9) ความสะดวกในการจอดรถบริเวณลานจอดรถ 10) คุณภาพอากาศ 11) คุณภาพเสียง และ 12) ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่สนใจ แบ่งค่าคะแนนระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ตามแบบ Likert-type scales ตั้งแต่ค่าคะแนน 1-5 โดยค่าคะแนน 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยสุด และค่าคะแนน 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด เก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายน 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ เดือนละ 1 ครั้ง และวันธรรมดาเดือนละ 2 ครั้ง โดยแจกแบบสอบถามแก่ผู้มาเยือนที่ใช้ยานพาหนะภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ คันละ 1 ชุด

1.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ปริมาณการใช้ประโยชน์ยานพาหนะสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงและรายวันวิเคราะห์ขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ของลานจอดรถ และเปรียบเทียบปริมาณการใช้ประโยชน์ยานพาหนะบริเวณลานจอดรถกับความจุของลานจอดรถเพื่อประเมินระดับขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ ตามเกณฑ์ของ National Park

Office (2008) ดัง Table 1 และใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) ในการทดสอบปัจจัยที่

มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจโดยรวมในการเดินทางและความต้องการกลับมาเยือนพื้นที่

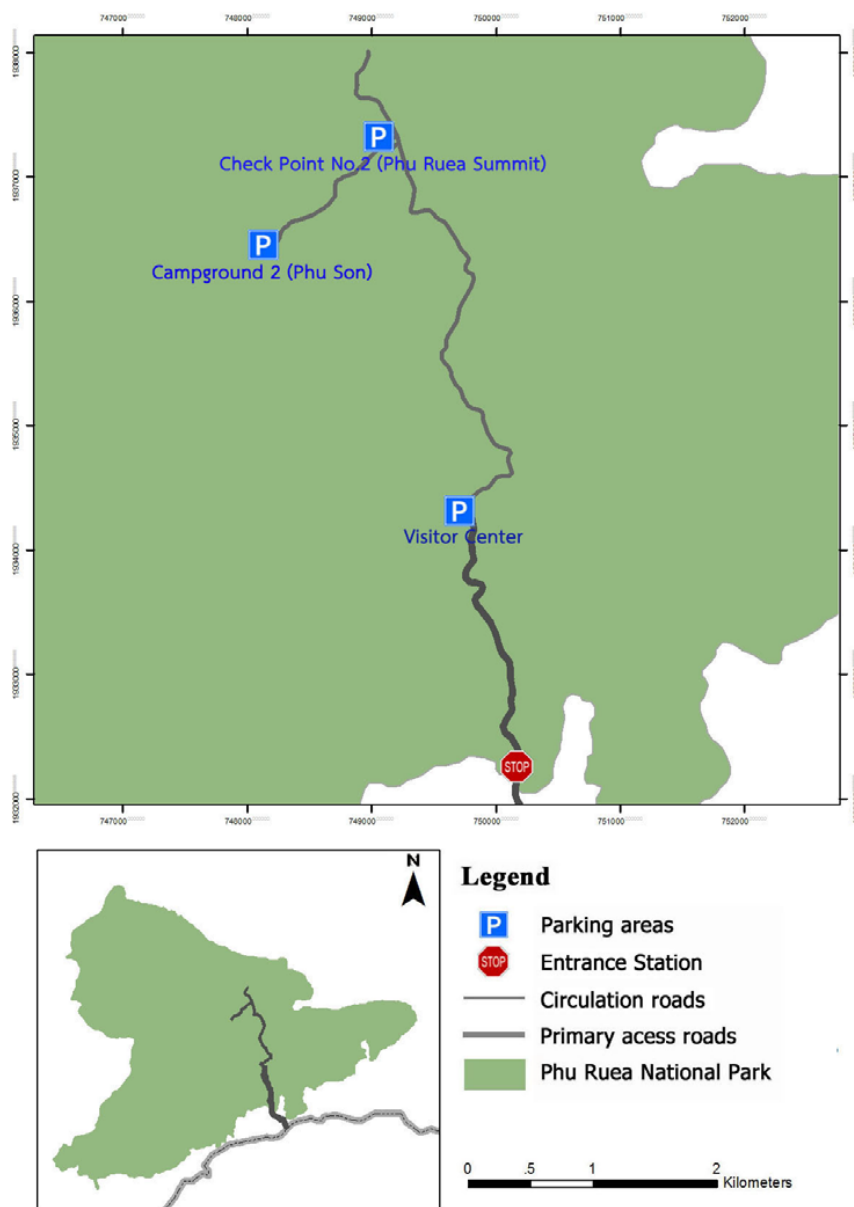


Figure 1 Map of roads and parking areas in Phu Ruea National Park.

Table 1 Levels of carrying capacity based on the frequency of use.

Levels of carrying capacity	The frequency of use compared
Below CC	The numbers of car less than 50 % of existing parking slots
Approaching CC	The numbers of car are 50%-80% of existing parking slots
Exceeding CC	The numbers of car more than 80% of existing parking slots

2. การศึกษาผลกระทบบางประการต่อดินและพืชพรรณจากระบบการสัญจร

2.1 ทำการวางแปลงตัวอย่างขนานกับแนวถนน โดยใช้ถนนเป็นแนวเส้นฐาน (baseline) และสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling) จำนวน 30 จุดสุ่ม แต่ละจุดวางแปลงห่างจากขอบถนน 9 ระยะ ได้แก่ 2.5, 5.0, 7.5, 10, 20, 50, 100, 200 และ 350 เมตร ดัง Figure 2-1 ตามวิธีการของ Lee *et al.* (2012) และทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวน โครงสร้าง (undisturbed) ดัง Figure 2-2 เพื่อศึกษาความหนาแน่นของดิน (bulk density) โดยใช้กระบอกลบดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และวางแปลงขนาด 1×1 เมตร ดัง Figure 2-3 เพื่อสำรวจจำนวนและชนิดพันธุ์ของพืชต่างถิ่น (exotic species) พร้อมทั้งวัดความกว้างและความลึกของร่องรอยการกร่อนของดินตลอดแนวเส้นทาง แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณของเนื้อดินที่สูญเสียไปตามสูตรของ National Park Office (2008) เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึงธันวาคม 2561

2.2 วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ด้วย core method (Blake and Hartge, 1986) จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{น้ำหนักดินอบแห้ง (กรัม)}}{(\text{กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}) \times \text{ปริมาตรรวมของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของตัวอย่าง และใช้ F-test ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินและค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นบริเวณห่างจากขอบถนน 350 เมตร กับระยะห่างจากขอบถนน 2.5, 5, 7.5, 10, 20, 50, 100 และ 200 เมตร พร้อมทั้งเปรียบเทียบการกร่อนของดินกับเกณฑ์ระดับผลกระทบการสูญเสียดินในเส้นทางของ National Park Office (2008) 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับผลกระทบน้อยถึงไม่มีผลกระทบ มีอัตราการกร่อนของดินระหว่าง 0–31.25 ตัน/เฮกตาร์ 2) ระดับผลกระทบปานกลาง มีอัตราการกร่อนของดินมากกว่า 31.25–125 ตัน/เฮกตาร์ และ 3) ระดับผลกระทบรุนแรง มีอัตราการกร่อนของดินมากกว่า 125 ตัน/เฮกตาร์

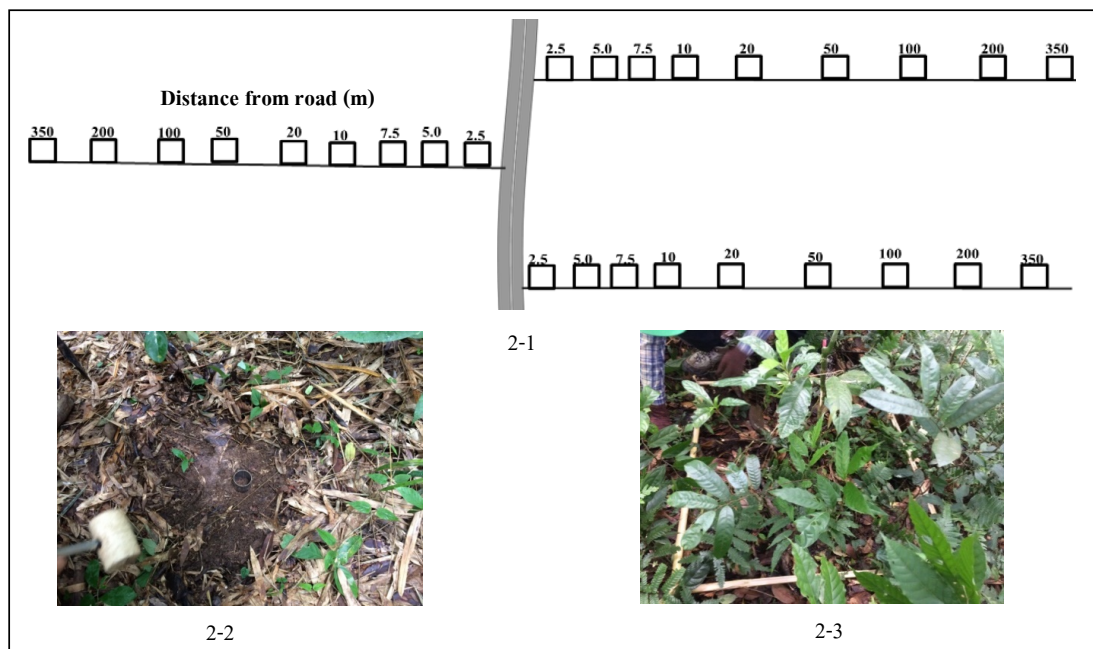


Figure 2 Sampling methods used in sampling the vegetation and soil.

ผลและวิจารณ์

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปริมาณยานพาหนะ ขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับ ได้ของระบบการสัญจร และคุณภาพ ประสบการณ์ด้านการสัญจรของผู้มา เยือน

1.1 จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของถนนและลานจอดรถภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ พบว่าถนนมีลักษณะเป็นถนน 2 เลน มีป้ายจราจรตลอดเส้นทาง และลูกระนาดระหว่างเส้นทาง เพื่อช่วยในการชะลอ

ความเร็วของยานพาหนะ โดยความยาวและความกว้างของถนน แสดงใน Table 2 มีความยาวรวมประมาณ 8 กิโลเมตร และความกว้างเฉลี่ย 4.87 เมตร สำหรับลักษณะของลานจอดรถพบว่า มีลานจอดรถ 2 แบบ คือ 1) ลานจอดรถแบบถาวร จำนวน 5 ลาน และ 2) ลานจอดรถแบบชั่วคราว จำนวน 2 ลาน โดยลานจอดรถแบบชั่วคราวอนุญาตให้ใช้ประโยชน์เฉพาะช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว นอกจากนั้น ยังมีจุดพักรถริมทาง จำนวน 5 จุด เพื่อให้ผู้มาเยือนใช้ในกรณีฉุกเฉิน เนื่องจากเส้นทางมีลักษณะคดเคี้ยว และลาดชัน

Table 2 Physical characteristics of roads in Phu Ruea National Park.

Road section	Distance (km)	Width of road (m)
Entrance station to Visitor Center	2.2	4.5
Visitor Center to Check Point No.2 (Phu Ruea Summit)	3.8	6.0
Check Point No.2 (Phu Ruea Summit) to Campground 2 (Phu Son)	1.3	4.5
Check Point No.2 (Phu Ruea Summit) to Phu Ruea Summit	0.7	4.5

1.2 จากการศึกษาขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ของลานจอดรถ โดยการนับจำนวนช่องจอดรถ (parking lot) สำหรับลานจอดรถที่มีการตีเส้นสำหรับจอดรถ และคำนวณจากขนาดพื้นที่ลานจอดรถ สำหรับลานจอดรถที่ไม่มีการตีเส้นสำหรับจอดรถตามประกาศกฎกระทรวงฉบับที่ 41 (2537) กำหนดขนาดพื้นที่ของช่องจอดรถยนต์ 1 คัน แบบตั้งฉากกับแนวทางเดินรถ ความกว้างไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร และตามประกาศกฎกระทรวงฉบับที่ 7 (2517) กำหนดทางเข้าออกรถต้องกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตรซึ่งลานจอดรถส่วนใหญ่มีนักท่องเที่ยวมีการใช้ประโยชน์ทั้งแบบไป-กลับ และแบบพักค้างแรม โดย

ใช้เวลาในพื้นที่ประมาณ 1 ชั่วโมงหรือมากกว่าเช่นเดียวกับการจอดรถบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวมีลานจอดรถจำนวน 2 จุดจากทั้งหมด 3 จุดที่นักท่องเที่ยวใช้เวลาในการจอดรถประมาณ 15 นาที/คัน/รอบ โดยลานจอดรถทั้ง 2 จุดมีช่องจอดรถจำนวน 32 ช่อง ดังนั้นสามารถรองรับยานพาหนะได้ 128 คัน/ชั่วโมง ส่วนลานจอดรถอีก 1 จุด มีช่องจอดรถจำนวน 35 ช่อง นักท่องเที่ยวใช้เวลาในพื้นที่ประมาณ 1 ชั่วโมงหรือมากกว่าเช่นเดียวกับลานจอดรถบริเวณอื่น โดยขนาดของพื้นที่ลานจอดรถจำนวนช่องจอดรถ และขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ของลานจอดรถ แสดงใน Table 3

Table 3 Physical characteristics and maximum capacity of the parking areas in Phu Ruea National Park.

Car park location	Area (sq.m)	Amount of lot	Maximum carrying capacity of parking lot	Total (vehicles per hour)
Visitor Center	1,090	67	67	163
Check Point No.2 (Phu Ruea Summit)	10,500	-	545	545
Campground 2 (Phu Son)	2,820	35	134	134
Total			746	842

1.3 จากการศึกษาปริมาณยานพาหนะบนถนนและบริเวณลานจอดรถพบว่าปริมาณยานพาหนะที่สัญจรบนถนนภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือมีปริมาณสูงสุดในช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์เฉลี่ย 1,321 คัน/วัน และลานจอดรถบริเวณด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) มีปริมาณการใช้ประโยชน์เฉลี่ยสูงสุด 966 คัน/วัน โดยช่วงเวลา

ที่มีการใช้ประโยชน์สูงสุดคือ ระหว่าง 08.00-09.00 น. (Table 4) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นจุดเด่นของอุทยานแห่งชาติ และผู้มาเยือนเดินทางมาเพื่อชมความงามของพระอาทิตย์ขึ้น สัมผัสอากาศหนาว และชมทะเลหมอกยามเช้า

Table 4 Average number of vehicles on roads and in the parking areas in Phu Ruea National Park.

Time period	Average number of vehicles on roads and in the parking areas											
	Road			Visitor Center			Check Point No.2 (Phu Ruea Summit)			Campground 2 (Phu Son)		
	WD	WE	H	WD	WE	H	WD	WE	H	WD	WE	H
08.00-09.00	49	147	193	13	17	26	51	91	160	24	44	91
09.01-10.00	44	148	179	6	9	17	33	75	137	16	32	33
10.01-11.00	43	138	156	5	8	9	29	78	124	10	19	17
11.01-12.00	40	125	155	5	7	10	27	62	117	6	16	20
12.01-13.00	39	124	155	5	6	11	25	60	103	8	19	22
13.01-14.00	43	123	140	5	6	10	23	56	91	10	25	27
14.01-15.00	36	119	125	5	5	10	20	52	88	14	35	39
15.01-16.00	33	126	127	5	5	11	18	50	76	18	40	50
16.01-17.00	25	97	91	4	5	9	14	47	70	23	62	63
Average Vehicles per hour	39	127	147	6	7	13	27	63	107	14	32	40
Average Vehicles per hour	39	127	147	6	7	13	27	63	107	14	32	40

Remarks : WD = Weekday, WE = Weekend, H = Holiday

เมื่อนำปริมาณการใช้ประโยชน์ของยานพาหนะบริเวณลานจอดรถมาเปรียบเทียบกับขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้ พบว่า ลานจอดรถบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวและบริเวณด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ)

ทั้งในวันธรรมดา วันเสาร์อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้ประโยชน์อยู่ในระดับต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้ ยกเว้น ลานจอดรถบริเวณลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสน) ที่มีปริมาณการใช้

ประโยชน์อยู่ในระดับเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ โดยปริมาณยานพาหนะเกินขีดความสามารถในการรองรับได้จำนวน 20 ครั้ง แสดงดังใน Table 5 ซึ่งตรงกับช่วงวันหยุดเทศกาลปีใหม่ที่มีผู้มาเยือนมีความต้องการมาพักค้างแรมบริเวณลานกางเต็นท์จำนวนมาก โดยพบ

ปริมาณยานพาหนะเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ในช่วงเช้าและเย็น ระหว่างเวลา 08.00-10.00 น. และ 15.00-17.00 น. ทำให้มีการจอดรถบริเวณริมถนน ปิดเส้นทางในการเดินรถ และจอดปิดขวางรถบริเวณด้านในลานจอดรถ และเกิดปัญหาการจราจรติดขัด

Table 5 Time period of over capacity usage of parking areas.

Parking area	day	Time period								
		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Campground 2 (Phu Son)	weekdays	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	weekends	2	2	1	1	1	2	2	1	3
	holidays	2	-	-	-	-	-	1	1	1

Remarks : weekdays, n=14; weekends, n=12; holidays, n=5

1.4 จากการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้มาเยือนต่อปัจจัยด้านระบบการสัญจร จำนวน 12 ปัจจัย จากตัวอย่างจำนวน 506 ตัวอย่าง พบว่า ผู้มาเยือนมีความพึงพอใจโดยรวมในการเดินทางอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 (SD=0.61) โดยมีความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 (SD=0.62) รองลงมาคือทัศนียภาพตลอดเส้นทางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.23 (SD=0.70) และอยู่ในระดับความพึงพอใจสูงมากที่ทางอุทยานแห่งชาติภูเรือควรมีการรักษามาตรฐานให้คงอยู่หรืออาจมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น แต่พบว่าผู้มาเยือนมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของผิวนถนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.57 (SD = 0.83) ซึ่งทางอุทยานแห่งชาติภูเรือควรมีการปรับปรุงและพัฒนาเส้นทางให้ดีขึ้นกว่าเดิมโดยด่วน (Table 6)

Table 6 Satisfaction levels of the visitors about the transportation system.

(n=506)

Factor/Variable	Satisfaction levels of visitors (%)					$\bar{X}$	SD	Satisfaction levels
	Lowest	Low	Moderate	High	Highest			
Scenic view along roadside	0.2	0.8	12	49	38	4.23	0.70	Highest
Area accessibility	0	1.2	26.6	57.1	15	3.86	0.67	High
Vehicle volume on road	0	1.4	43.1	52.2	13.3	3.57	0.58	High
Vehicle volume in parking area	2	2.6	51.6	37.2	6.5	3.44	0.74	High
Quality of road surface	8.1	39.4	41.9	48.7	1.8	2.57	0.83	Relatively low
Quality of parking area	1	10	70.8	13	3.3	3.08	0.63	Moderate
Clarity of traffic signs	0.4	2.8	62.6	29.5	4.7	3.35	0.64	Moderate
Travel flexibility	0.6	4.3	38.4	51	5.7	3.57	0.69	High
Parking convenience	0.6	1.4	43.3	49.8	4.9	3.57	0.64	High
Air quality	0.4	0.2	3.9	45.3	50.2	4.45	0.62	Highest
Noise disturbance from transportation	0.2	0.8	12.8	55.1	31.1	4.16	0.68	High
Traveling time to tourist attraction	0	0.6	37.3	49.5	11.6	3.72	0.67	High
Overall travelling satisfaction	0.2	0.4	20.5	64.6	14.2	3.92	0.61	High

Remarks : Score 1.00-1.80 = Low satisfaction 1.81-2.60 = Relative low satisfaction
 2.61-3.40 = Moderate satisfaction 3.41-4.20 = High satisfaction
 3.41-4.20 = Highest satisfaction

เมื่อนำทั้ง 12 ปัจจัยมาทดสอบอิทธิพลต่อความพึงพอใจโดยรวมในการเดินทางด้วยวิธี Stepwise Multiple regression พบว่า มีเพียง 5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจโดยรวมต่อการเดินทาง (Table 7) โดยก่อให้เกิดการแปรผันต่อความพึงพอใจโดยรวมต่อการเดินทางประมาณร้อยละ 45.5 ($R^2=0.455$) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือระยะเวลาในการเดินทางไปยังพื้นที่ที่สนใจ ($\beta = 0.417$; $p < 0.01$) ผู้มาเยือนที่

ความพึงพอใจต่อระยะเวลาในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่สนใจมากมีความพึงพอใจโดยรวมในการเดินทางมากเพราะสามารถเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่สนใจได้ตามแผนที่วางไว้ ทำให้สามารถจัดการการเดินทางและใช้เวลาในการประกอบกิจกรรมนันทนาการในพื้นที่ตามที่ต้องการ มีเวลาเพียงพอในการแวะชมแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ จึงทำให้ความพึงพอใจโดยรวมเพิ่มขึ้น

Table 7 Results from multiple regression analysis testing the influences of transportation system factors and the overall satisfaction on traveling of the park visitors.

Factor/Variable	Beta	t	p
Traffic volume on the road way	0.107	2.948	0.003
Traffic signs	0.167	4.650	0.000
Parking convenience	0.152	3.828	0.000
Air quality	0.129	3.659	0.000
Time to attraction areas	0.417	10.706	0.000

Remarks: $F = 81.03$; $p < 0.01$; $R^2 = 0.455$

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลกระทบบางประการ ต่อดินและพืชพรรณจากระบบการ สัญจรภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ

2.1 ผลกระทบต่อดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระยะห่างจากขอบถนน 2.5, 5.0, 7.5, 10, 20, 50, 100, 200 และ 350 เมตร พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.40 (SD = 0.18), 1.29 (SD = 0.27), 1.21 (SD = 0.32), 1.15 (SD = 0.29), 1.01 (SD = 0.23), 0.94 (SD = 0.16), 0.91 (SD = 0.19), 0.99 (SD = 0.20) และ 0.92 (SD = 0.27) กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อนำมาทดสอบค่าความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 11.075$; $p < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD โดยกำหนดให้ดินที่ระยะ 350 เมตรจากขอบถนนเป็นดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติไม่ได้รับผลกระทบจากระบบการสัญจร (Lee *et al.*, 2012) พบว่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระยะ 350 เมตรจากขอบถนน แตกต่างกับระยะ 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 เมตรจากขอบถนน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 8)

Table 8 Difference in mean values of soil bulk density as a function of distance from the road.

Distance from road (m)	$\bar{X}$	Distance from road (m)								
		2.5	5	7.5	10	20	50	100	200	350
2.5	1.40	-	0.11 ^{ns}	0.19**	0.25**	0.39**	0.45**	0.49**	0.40**	0.47**
5.0	1.29	-	-	0.08 ^{ns}	0.14*	0.28**	0.35**	0.38**	0.30**	0.36**
7.5	1.21	-	-	-	0.06 ^{ns}	0.20**	0.27**	0.30**	0.22*	0.28**
10	1.15	-	-	-	-	0.14**	0.20**	0.24**	0.16 ^{ns}	0.22**
20	1.01	-	-	-	-	-	0.06 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.08 ^{ns}
50	0.94	-	-	-	-	-	-	0.03 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.01 ^{ns}
100	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-0.08 ^{ns}	-0.02 ^{ns}
200	0.99	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06 ^{ns}
350	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remarks: ns Not significant* Significant at $p < 0.05$ ** Significant at $p < 0.01$

จะเห็นว่าดินที่ระยะ 2.5 เมตรจากขอบถนน มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด เนื่องจากระยะ 2.5 เมตรเป็นบริเวณไหล่ทาง ซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากโครงสร้างและการใช้ประโยชน์ของยานพาหนะ ทำให้ดินเกิดการอัดแน่นตัวสูง รองลงมาคือ ดินที่ระยะ 5.0 เมตร โดยบริเวณดังกล่าวเป็นร่องระบายน้ำ ที่ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโครงสร้างของระบบการสัญจร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Auerbach *et al.* (1997) ที่พบว่า ดินบริเวณใกล้ถนนมีค่าความหนาแน่นของดินสูง แต่พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินที่ระยะ 200 และ 350 เมตรจากขอบถนนมีค่าสูงกว่าที่ระยะ 100 เมตรจากขอบถนน เนื่องจากในจุดเก็บตัวอย่างดินบางจุดเป็นลานหิน จึงทำให้ดินความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าที่ระยะ 100 เมตรจากขอบถนน และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ทำให้ทราบว่าดินที่ระยะ 10 เมตรจากขอบถนน เป็นระยะใกล้สุดที่ได้รับผลกระทบจากโครงสร้างและการใช้ประโยชน์ของยานพาหนะ เนื่องจากบริเวณเส้นทางในบางจุดมีการกำหนดให้เป็นจุดพักรถริมทาง ทำให้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการจอดยานพาหนะของผู้มาเยือน

และจากการศึกษาการกร่อนของดินแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับของผลกระทบจากการสูญเสียดินในเส้นทางของ National Park office (2008) พบว่า เส้นทางจากด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) ถึงลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสน) มีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดเท่ากับ 135.89 ตัน/เฮกตาร์ และอยู่ในระดับผลกระทบรุนแรง รองลงมาคือ เส้นทางจากด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) ถึงยอดภูเรือ มีปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 80.71 ตัน/เฮกตาร์ อยู่ในระดับผลกระทบปานกลาง และเส้นทางจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยวถึงด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) มีปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 19.66 ตัน/เฮกตาร์ อยู่ในระดับผลกระทบน้อย

ทั้งนี้บริเวณที่เกิดการกร่อนของดินมาก ส่วนใหญ่เป็นระยะที่ห่างจากขอบถนนประมาณ 2-5 เมตร เพราะเป็นบริเวณไหล่ทางและร่องระบายน้ำ ซึ่งการกัดเซาะของกระแสน้ำทำให้ร่องระบายน้ำได้รับความเสียหาย และเกิดการกร่อนของดิน แสดงว่าการออกแบบถนนและร่องระบายน้ำในบริเวณดังกล่าวไม่สามารถรองรับการระบายน้ำได้ควรมีการบำรุงรักษาบริเวณที่เกิดการกร่อนของดิน และออกแบบร่องระบาย

ให้เหมาะสมกับพื้นที่จากข้อเสนอแนะของ Tanakanjana *et al.* (1998) ได้กล่าวว่า การตัดถนนจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับระบบทางระบายน้ำควรออกแบบถนนให้สามารถระบายน้ำจากผิวถนนได้ดี และสามารถดักน้ำให้ไหลลงสู่ทางระบายน้ำที่เตรียมไว้ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และข้อเสนอแนะของ Fogg (1997) ที่ว่าขนาดของทางระบายน้ำไม่ควรต่ำกว่า 45 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถระบายน้ำได้ดี

2.2 ผลกระทบต่อพืชพรรณ

ผลการศึกษากำหนดจำนวนต้นของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในแต่ละระยะทางขอบถนน 2.5, 5.0, 7.5, 10, 20, 50, 100, 200 และ 350 เมตร พบชนิดพันธุ์ต่างถิ่นจำนวน 40 ชนิด โดยชนิดพันธุ์ที่พบจำนวนมากที่สุดคือ สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob.) จำนวน 363 ต้น และพบในแปลงตัวอย่างตั้งแต่ระยะ 2.5 เมตรจากขอบถนนถึงระยะ 350 เมตรจากขอบถนน รองลงมาคือ หญ้าคา (*Imperata cylindrica*

(L.) Raeusch.) จำนวน 334 ต้น พบในแปลงตัวอย่างตั้งแต่ระยะ 2.5 เมตรจากขอบถนน ถึงระยะ 200 เมตรจากขอบถนน และค่าเฉลี่ยจำนวนต้นของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในแต่ละระยะทางขอบถนนมีค่าเท่ากับ 37.37 (SD=29.56), 15.00 (SD=38.16), 10.07 (SD=20.21), 11.90 (SD=21.57), 4.79 (SD=7.45), 3.30 (SD=4.69), 1.84 (SD=3.78), 1.77 (SD=2.62) และ 1.38 (SD=2.39) ต้น ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบค่าความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ปริมาณของชนิดพรรณต่างถิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=7.181$; $p<0.001$) และนำไปเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD พบว่า ปริมาณของชนิดพรรณต่างถิ่นที่ระยะ 350 เมตรจากขอบถนน แตกต่างกับระยะ 2.5 เมตรจากขอบถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะ 5.0, 7.5, 10, 20, 50 และ 200 เมตรจากขอบถนน ($p>0.05$) (Table 9)

Table 9 Difference in the mean values of the amount of invasive species as a function of distance from the road.

Distance from road (m)	$\bar{X}$	Distance from road (m)								
		2.5	5.0	7.5	10	20	50	100	200	350
2.5	37.37	-	22.37**	27.30**	25.47**	32.58**	34.06**	35.52**	35.60**	35.99**
5.0	15.00	-	-	4.93 ^{ns}	3.10 ^{ns}	10.21 ^{ns}	11.70 ^{ns}	13.16*	13.23 ^{ns}	13.63 ^{ns}
7.5	10.07	-	-	-	-1.83 ^{ns}	5.28 ^{ns}	6.76 ^{ns}	8.22 ^{ns}	8.30 ^{ns}	8.69 ^{ns}
10	11.90	-	-	-	-	7.11 ^{ns}	8.60 ^{ns}	10.06 ^{ns}	10.13 ^{ns}	10.53 ^{ns}
20	4.79	-	-	-	-	-	1.48 ^{ns}	2.94 ^{ns}	3.02 ^{ns}	3.41 ^{ns}
50	3.30	-	-	-	-	-	-	1.46 ^{ns}	1.54 ^{ns}	1.93 ^{ns}
100	1.84	-	-	-	-	-	-	-	0.07 ^{ns}	0.47 ^{ns}
200	1.77	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39 ^{ns}
350	1.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remarks: ns Not significant

* Significant at $p<0.05$

** Significant at $p<0.01$

จากผลการศึกษาพบสามเสือปรากฏในแปลงตัวอย่างทั้ง 9 ระยะ แสดงว่าสามเสือมีความสามารถในการกระจายพันธุ์ เติบโตและปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ได้หลากหลาย ซึ่งสามเสือและหญ้าคา เป็นชนิดพรรณที่ปรากฏอยู่ในรายงานที่ 1 ชนิดพรรณต่างถิ่นที่รุกรานแล้ว ตามทะเบียนชนิดพรรณต่างถิ่นที่ควรป้องกันควบคุม และจำกัดของประเทศไทย เป็นชนิดพรรณที่อาจทำให้ชนิดพรรณท้องถิ่นหรือชนิดพรรณพื้นเมืองสูญพันธุ์ และส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพภายในพื้นที่ และระยะห่างจากขอบถนน 2.5 เมตร มีจำนวนของชนิดพรรณต่างถิ่นสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Johnston and Johnston (2004) และ Lee *et al.* (2012) ที่บริเวณใกล้ถนนจะพบปริมาณของชนิดพรรณต่างถิ่นมากกว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และจะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ เมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มขึ้น แต่พบว่าที่ระยะห่างจากขอบถนน 10 เมตร พบปริมาณชนิดพรรณสูงกว่าที่ระยะ 7.5 เมตร เนื่องจากในบางจุดมีการเปิดพื้นที่ เพื่อเป็นจุดพักรถริมทาง ทำให้สามารถรับแสงได้ดี ซึ่งจากการศึกษาของ Withayawongruchi and Poopath (2012) พบว่า ชนิดพรรณต่างถิ่นมีการแปรผันตามกับค่าความเข้มแสง จึงทำให้บริเวณพบปริมาณพืชต่างถิ่นใกล้เคียงกัน และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ทำให้ทราบว่าบริเวณ 2.5 เมตรจากขอบถนนได้รับผลกระทบจากการแพร่กระจายของชนิดพรรณต่างถิ่น เนื่องจากบริเวณ 2.5 เมตรจากขอบถนนเป็นบริเวณไหล่ทางที่ใกล้กับการสัญจรของยานพาหนะ ซึ่งยานพาหนะถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการกระจายของชนิดพรรณต่างถิ่น จากการศึกษาของ Charungphan *et al.* (2015) ที่พบว่า การกระจายตัวของชนิดพรรณต่างถิ่นแปรผันตามจำนวนของยานพาหนะ นอกจากนั้นที่ระยะ 2.5 เมตรจากขอบถนนมีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง สามารถรับแสงได้ดี ซึ่งชนิดพรรณต่างถิ่นเป็นพืชพรรณที่มีความทนทานต่อแสง

จากผลการศึกษากระบวนการสัญจรและผลกระทบภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ จะเห็นว่าเมื่อจำนวน

ยานพาหนะเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่มากจนเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของลานจอดรถนั้น ส่งผลกระทบต่อดินและพืชพรรณ เนื่องจากพบผู้มาเยือนจอดรถบริเวณริมถนน และพื้นที่ที่ไม่ใช่ลานจอดรถทำให้ดินเกิดการอัดแน่น และพืชพรรณได้รับความเสียหาย นอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อประสบการณ์ของผู้มาเยือน จากการที่ต้องประสบปัญหาการจราจรติดขัด และจากการจอดรถปิดขวางทางเดินรถ ทำให้ไม่สะดวกในการเดินทางและเกิดความยากลำบากในการเข้าออกพื้นที่ ดังนั้นควรให้ความสำคัญในการจำกัดจำนวนยานพาหนะไม่ให้เกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของลานจอดรถแต่ละแห่ง เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพประสบการณ์ของผู้มาเยือน

สรุป

จากการศึกษาระบบการสัญจรและผลกระทบบางประการภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือ พบว่า มีปริมาณยานพาหนะเข้ามาใช้ประโยชน์สูงสุดในช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์ และลานจอดรถภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือสามารถรองรับยานพาหนะได้ถึง 746 คัน/รอบ หรือ 842 คัน/ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ประโยชน์ของยานพาหนะกับขีดความสามารถสูงสุดในการรองรับได้พบว่า ลานจอดรถส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้ประโยชน์น้อยกว่าร้อยละ 50 และอยู่ในระดับต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้ ยกเว้น ลานจอดรถบริเวณลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสวน) ที่มีปริมาณการใช้ประโยชน์มากกว่าร้อยละ 80 และอยู่ในระดับเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ ทางอุทยานแห่งชาติควรมีมาตรการในการจัดการปริมาณยานพาหนะในช่วงเวลาและบริเวณมีการใช้ประโยชน์เกินขีดความสามารถในการรองรับได้ โดยกระจายยานพาหนะไปยังลานจอดรถบริเวณใกล้เคียง เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดต่อฐานทรัพยากร และคุณภาพประสบการณ์ของ

ผู้มาเยือน และจากการสอบถามระดับความพึงพอใจของผู้มาเยือนต่อระบบการสัญจร พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง ยกเว้น ด้านคุณภาพของผิวถนนที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบการสัญจรภายในอุทยานแห่งชาติภูเรือควรพิจารณาพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผิวถนนเป็นอันดับแรกและดำเนินการโดยด่วน สำหรับผลกระทบต่อดินและพืชพรรณจากระบบการสัญจรพบว่าบริเวณใกล้ขอบถนนมีความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด และพบจำนวนชนิดพรรณต่างถิ่นมากที่สุด ในบางจุดมีการเปิดพื้นที่เป็นจุดพักรถริมทาง ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูง และจำนวนชนิดพรรณต่างถิ่นเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นควรควบคุมการเปิดพื้นที่สำหรับเป็นจุดพักรถริมทางเฉพาะที่มี ควรจำกัดทั้งในด้านจำนวนของจุดพักรถและขนาดของพื้นที่ที่เปิดออก นอกจากนี้ยังพบการกร่อนของดินบริเวณร่องระบายน้ำเส้นทางจากด่านตรวจที่ 2 (ยอดภูเรือ) ถึงลานกางเต็นท์ที่ 2 (ภูสน) มีผลกระทบระดับรุนแรง ทางอุทยานแห่งชาติจึงควรมีการซ่อมแซม และออกแบบร่องระบายน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสามารถรองรับปริมาณน้ำจากพื้นที่ได้เพียงพอ

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยภายใต้แผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ตามทิศทางการยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม ประเภทบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2562

REFERENCES

- Auerbach, N.A., M.D. Walker and D.A. Walker. 1997. Effects of roadside disturbance on substrate and vegetation properties in arctic tundra. *Ecological Applications* 7: 218-235.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods**. 2nd ed. Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison.
- Charungphan, K., B. Maungsri, N. Kongcheepyun, T. Ruengmak and S. Kongcheepyun. 2015. Species and distribution of invasive alien plants in national park, pp. 170-176. In **Proceedings of the 5th Thai forest Ecological Research Network (T-FERN)**. 16-17 December 2015. Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai)
- Fogg, G.E. 1997. **Park Planning Guidelines**. 3rd ed. National Recreation and Park Association, Washington, D.C.
- Forman, R.T.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C.R. Goldman, K. Heanue, J.A. Jones, F.J. Swanson, T. Turrentine and T.C. Winter. 2003. **Road Ecology Science and Solutions**. Island Press, Washington.
- Johnston, F.M. and S.W. Johnston. 2004. Impacts of road disturbance on soil properties and on exotic plant occurrence in subalpine area of the Australian Alps. **Arctic, Antarctic, and Alpine Research** 36: 201-207.
- Lee, M.A., L. Davies and A. Power. 2012. Effects of roads on adjacent plant community composition and ecosystem function: An example from three calcareous ecosystems. **Environmental Pollution** 163: 273-280
- Manning, R., S. Lawson, P. Newman, J. Hallo and C. Monz. 2014. Principles of sustainable transportation in the national park. **The George Wright Forum** 31: 345-358.

- National Park Office. 2008. **Handbook 10th Monitoring of Recreation Carrying Capacity in National Park.** *Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation*, Bangkok. (in Thai)
- _____. 2019. **Amount of National Park Revenue, Tourist, and Vehicles.** Available Source: <http://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=11191>, February 10, 2019. (in Thai)
- Tanakanjana, N., S. Chetamas, D. Emphandhu, N. Pichakum, L. Temtrakul, S. Singhawarawut and S. Ratchakiri. 1998. **Handbook for Develop Facilities in Tourism Site to Ecotourism.** Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai)
- White, D. 2007. An interpretive study of Yosemite National Park visitors' perspectives toward alternative transportation in Yosemite Valley. **Environmental Management** 39: 50-62.
- Withayawongruchi, C. and M. Poopath. 2012. **Species and Distribution of Invasive Plants in Kaeng Krachan Forest Complex: Case of Prache Rever Wildlife Sanctuary, Ratchaburi Province.** Division of Wild Fauna and Flora Protection, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (Mimeographed) (in Thai)
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introduction Analysis.** 3rd ed. Harper & Row, New York.
-