

Short communications

ผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ
ต่อระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก

**Impact from Adventure Tourism Using Off-road Vehicles on the Ecosystem
of Western Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary**

พรมนัส โรจนสิทธิกุล

นภวรรณ ฐานะกาญจน์ พงษ์เขียว

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์

Pornmanus Rojanasitthikul

Noppawan Tanakanjana Phongkhiao

Nantachai Pongpattananurak

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

E-mail: nus_park@hotmail.com

รับต้นฉบับ 10 ตุลาคม 2555

รับลงพิมพ์ 4 ธันวาคม 2555

ABSTRACT

The objectives of this research were to study and quantify the use of dirt roads within the Western Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, to study the characteristics of the roads and their basic ecological characters, to analyze the impacts on and physical resistance of the areas accessed by off-road vehicles and to predict the severity of future impacts from off-road vehicles using the wildlife sanctuary. Data were collected from three roads and were analyzed by descriptive statistics, t-test, two-way analysis of variance and multiple regression analysis. The research found that the numbers of seedlings and saplings at the edge of the three roads studied were significantly less than the numbers found in nearby natural areas, indicating that off-road vehicles caused impacts to vegetation in the area. The quantity of soil loss on Takianthong-Sarawa road was the greatest at 118.43 t/ha. The three roads impacted on the habitat of six wildlife species because of the potential for habitat fragmentation. The physical resistance analysis found that Ti Neoy-Maharaj road within dry dipterocarp forest had the highest soil dispersion ratio of 52.43%. Two-way analysis of variance found that forest type significantly influenced the soil dispersion ratio. Finally, multiple regression analysis found that the soil dispersion ratio, percentage of soil moisture, and percentage of organic matter significantly influenced soil loss. However, the analysis yielded a low coefficient of determination of only 0.235.

Keywords: Tourism impact, Off-road vehicle, Western Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณและลักษณะการใช้ประโยชน์เส้นทาง ลักษณะเส้นทางและลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศบริเวณเส้นทางที่มีการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ วิเคราะห์ผลกระทบและวิเคราะห์ความคงทนทางกายภาพของพื้นที่บริเวณเส้นทางที่มีการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก และคาดการณ์ระดับความรุนแรงของผลกระทบในอนาคต โดยทำการเก็บข้อมูลจากเส้นทางรถยนต์ที่มีการใช้ประโยชน์จริงจำนวน 3 เส้นทาง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา การทดสอบที การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และการวิเคราะห์การถดถอยพหุ ผลการวิจัยพบว่า จำนวนกล้าไม้และไม่รู้แน่ชัดเส้นทางทั้งสามเส้นทางมีจำนวนน้อยกว่าในพื้นที่ธรรมชาติ โดยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หรือกิจกรรมการใช้เส้นทางส่งผลกระทบต่อพืชพรรณ ในด้านผลกระทบต่อการสูญเสียดิน พบว่า เส้นทางตะเคียนทอง-สาละวะ มีปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างมากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 118.43 ต้นต่อเฮกตาร์ ในด้านผลกระทบต่อดินที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อผ่านถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ถึง 6 ชนิด ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระจายและการแตกแยกของประชากร ในด้านความคงทนทางกายภาพของพื้นที่ พบว่า เส้นทางทิววย-มหาราช สังกมป่าเต็งรัง มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจายมากที่สุด คือ ร้อยละ 52.43 เมื่อวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยด้านสังคมป่า ความลาดชัน และปัจจัยร่วม พบว่า สังคมป่า มีอิทธิพลต่อค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุ พบว่า อัตราส่วนการแตกกระจายของดิน เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน และเปอร์เซ็นต์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สามารถคาดการณ์ความรุนแรงของผลกระทบในการสูญเสียดินได้ในระดับต่ำ ($R^2 = 0.235$)

คำสำคัญ: ผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยว รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ด้านตะวันตก

คำนำ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร เป็นส่วนหนึ่งของผืนป่าตะวันตก เป็นพื้นที่คุ้มครองที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และยังได้รับการประกาศจัดตั้งให้เป็นพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติแห่งแรกของประเทศไทย ร่วมกับพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยพื้นที่ดังกล่าวมีความโดดเด่นด้านความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่า ทั้งยังมีระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ โดยเป็นสถานที่ที่มีปริมาณและจำนวนชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และยังเป็นที่รวมของสารพันธุกรรม (genetic materials) เกือบครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในโลก (คณะวนศาสตร์, 2532) อย่างไรก็ตามพื้นที่แห่งนี้ก็ยังคงปรากฏการใช้ประโยชน์จากผู้มาเยือน โดยการใช้เส้น

ทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อเพื่อประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัย ซึ่งเป็นปัจจัยคุกคามต่อระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ปัจจุบันการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อเป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมมากขึ้น (สมาคมออฟโรดแห่งประเทศไทย, 2552) โดยลักษณะการเดินทางท่องเที่ยวส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ธรรมชาติที่ห่างไกล มีความสวยงามและมีความอุดมสมบูรณ์สูง การเข้าถึงทุรกันดาร จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่กิจกรรมนี้จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยตรง ในต่างประเทศมีการศึกษาพบว่ากิจกรรมรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อได้ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบนิเวศทั้งต่อด้านดิน พืชพรรณ สัตว์ป่าและน้ำ (Hammit and Cole, 1987; Nathaniel and Jeffrey, 2008) ในขณะที่

ในประเทศไทยการศึกษาผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อมีการดำเนินการเพียงการวิจัยทางด้านพฤติกรรมศาสตร์เกี่ยวกับแรงจูงใจและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้เท่านั้น (กรรณิกา, 2547) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องริเริ่มการศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะกรณีของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ถือเป็นกรณีที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ได้รับการนิยมนในการไปเยือน สร้างแรงกดดันให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้จะเป็นตัวช่วยสนับสนุนทางวิชาการ ในการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 4 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาปริมาณและลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตกของกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ 2) เพื่อศึกษาลักษณะเส้นทางและลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศบริเวณเส้นทางที่มีการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก 3) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อต่อองค์ประกอบบางประการของระบบนิเวศเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตกในปัจจุบัน และ 4) เพื่อวิเคราะห์ความคงทนทางกายภาพของพื้นที่บริเวณเส้นทางที่มีการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก และคาดการณ์ระดับความรุนแรงของผลกระทบในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ใช้อุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) อุปกรณ์เก็บดิน ประกอบด้วย พลั่วสำหรับขุดดิน ถังพลาสติก ขางรด ปากกาเมจิก กระบอกเก็บดิน (soil core) ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค้อนยาง แท่น

สังกะสี 3 นิ้ว 2) densiometer 3) เครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) 4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการวางแผนและบันทึกข้อมูล และ 5) สารเคมีในการวิเคราะห์ดินและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดปัจจัยในการศึกษาไว้ 3 ส่วนดังนี้ 1) ปัจจัยชี้วัดผลกระทบ ได้แก่ ปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้าง ความกว้างของเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ สภาพการรบกวนพรรณไม้บริเวณข้างทาง และการกระจายตัวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ 6 ชนิด คือ ช้าง เสือโคร่ง กระทิง วัวแดง กวาง และเก้ง จากข้อมูลทุติยภูมิการกระจายของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่สำคัญในประเทศไทย (บุญบง และคณะ, 2553) 2) ปัจจัยชี้วัดความคงทนทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการแตกกระจายของดิน และ 3) ปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อการสูญเสียดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละความลาดชันของพื้นที่ ร้อยละการปกคลุมของเรือนยอด และปริมาณการใช้ประโยชน์จริงในเส้นทาง

พื้นที่ศึกษาเป็นเส้นทางรถยนต์ที่มีการใช้ประโยชน์จริงที่ปรากฏในข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก, 2552) ได้แก่ เส้นทางที่ 1 ทินวย-ช่วงไถ่ เส้นทางที่ 2 ทินวย-น้ำโจน เส้นทางที่ 3 สะหน่งพ่อง-เกาะสะเค็ง และเส้นทางที่ 4 ตะเคียนทอง-สาละวะ โดยในแต่ละเส้นทาง ทำการกำหนดจุดเก็บข้อมูลออกเป็นช่วงๆ ช่วงละ 30 เมตร และทำการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) ใช้ปัจจัยด้านความลาดชันและชนิดของป่า โดยแบ่งปัจจัยความลาดชันออกเป็น 3 ช่วง คือ ความลาดชัน 0-10 องศา มากกว่า 10-30 องศา และมากกว่า 30 องศา และชนิดป่าที่พบ คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูการท่องเที่ยว (ฤดูแล้ง) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงปลายของฤดูการท่องเที่ยว ส่วนในช่วงปิดฤดูการท่องเที่ยว (ฤดูฝน) นั้นทางเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

ทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตกจะทำการซ่อมบำรุงทางที่ได้รับเสียหายจากการท่องเที่ยว ซึ่งใช้งบประมาณค่อนข้างมากและไม่สามารถเก็บข้อมูลช่วงดังกล่าวได้

ในการเก็บตัวอย่างดินในเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ บริเวณช่วง 30 เมตร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ในแต่ละความลาดชัน ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturb) และแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturb) โดยใช้กระบอกเก็บดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาร้อยละคอลลอยด์ (colloid) ร้อยละอนุภาคทรายแป้ง (silt) ร้อยละอนุภาคดินเหนียว (clay) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic materials) และความหนาแน่น (density) ทำการวัดความกว้างของเส้นทาง และวัดความกว้างความลึกของร่องรอยการชะล้างพังทลายในเส้นทาง ด้านพืชพรรณ ใช้เครื่อง densimeter ในการวัดร้อยละการปกคลุมของเรือนยอด วางแปลงขนาด 1×1 เมตร และ 4×4 เมตร นับจำนวนกล้าไม้และไม่รู้บริเวณข้างทาง และห่างจากบริเวณข้างทางออกไป 10 เมตร ด้านสัตว์ป่าใช้ข้อมูลพฤติกรรมการกระจายของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่สำคัญในประเทศ เรื่องถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ 6 ชนิด คือ ช้าง เสือโคร่ง กระทิง วัวแดง กวาง และเก้ง เพื่อกำหนดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น

ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณและลักษณะการใช้ประโยชน์ รวมถึงลักษณะเส้นทางและลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศบริเวณเส้นทางที่มีการใช้ประโยชน์จริงใช้สถิติเชิงพรรณนา สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อต่อองค์ประกอบบางประการของระบบนิเวศ ได้แก่ ด้านปริมาณพืชพรรณ ใช้วิธีการทดสอบที (t-test) วิเคราะห์การสูญเสียดินด้วยสมการประมาณตะกอนที่ถูกชะล้าง (เดชาวูธ และคณะ, 2551) ด้านสัตว์ป่า ใช้การซ้อนทับของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ค่าการแตกกระจายของดิน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และคาดการณ์ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุ

ผลและวิจารณ์

ปริมาณ ลักษณะการใช้ประโยชน์ และลักษณะเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก

เส้นทางในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก มีการใช้งาน 2 ส่วนหลัก คือ 1) ใช้สำหรับภารกิจของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก เช่น การเดินทางไปตามหน่วยพิทักษ์ป่าเพื่อการเสริมกำลัง ผลัดเปลี่ยนกำลังตามหน่วยพิทักษ์ป่า การขนส่งเสบียงและการลาดตระเวนในพื้นที่ 2) เพื่อกิจกรรมการท่องเที่ยวในพื้นที่ตามป้ายประกาศกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ลงวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2547 เรื่องการกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อทดลองแก้ไขปัญหาท่องเที่ยวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งทำการเปิดใน 4 เส้นทาง

เส้นทางที่ 1 ทินวย-มหาราช เป็นเส้นทางหลักที่มีการใช้ประโยชน์ที่มากที่สุด โดยเริ่มต้นเส้นทางจากบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าทินวยซึ่งตั้งอยู่บริเวณทางเข้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ลักษณะสังคมพืชที่ปรากฏในเส้นทาง ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา สามารถพบเห็นสัตว์ป่าและร่องรอยได้ในเส้นทาง โดยในการเข้าใช้เส้นทางเพื่อการท่องเที่ยว มีช่วงกว้างที่สุด คือ 3.50 เมตร โดยพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ราบ และไม่มีไม้ใหญ่หรือแนวดินข้างทาง และในเส้นทางมีการปรากฏของหินจำนวนมากทำให้ผู้ขับขี่เกิดการเบี่ยงเส้นทางทำให้มีการขยายเส้นทางออกไปจากแนวเดิมและช่วงที่แคบที่สุด คือ 2.20 เมตร ลักษณะทางมีความลาดชันและเป็นโคลนที่บังคับล้อรถยนต์ให้วิ่งในแนวเดียวทำให้ไม่มีการขยายเส้นทางออกไปนอกทาง โดยเส้นทางมีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร

เส้นทางที่ 2 ทินวย-น้ำโจน เป็นเส้นทางที่เริ่มต้นจากจุดเดียวกับเส้นทางที่ 1 แต่จะแยกกันบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่า ทิกอง เพื่อลงไปบริเวณน้ำโจน ลักษณะสังคม

พืชเป็นที่ปรากฏ ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ปัจจุบันไม่มีการใช้ประโยชน์เนื่องจากปัญหาปริมาณน้ำที่มากเกินไปในปี พ.ศ. 2554 ทำให้เกิดปัญหาดินโคลนถล่มปิดทับเส้นทาง ทำให้เส้นทางดังกล่าวยังคงปิดให้บริการและทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถที่จะเข้าไปเก็บข้อมูลได้ และคาดการณ์ว่าในอนาคตเส้นทางอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น การเปิดเส้นทางใหม่หรือการซ่อมบำรุงเส้นทางเดิม

เส้นทางที่ 3 สะแห่งฟอง-เกาะสะเค็ง เริ่มต้นเส้นทางบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าสะแห่งฟองและสิ้นสุดบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าเกาะสะเค็ง เส้นทางนี้เป็นเส้นทางที่มีการใช้ประโยชน์ร่วมกับชุมชน เนื่องจากมีหมู่บ้านในพื้นที่ที่จัดตั้งมาก่อนการประกาศเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ตั้งอยู่ในบริเวณก่อนถึงที่ทำการหน่วยพิทักษ์ป่าเกาะสะเค็ง โดยในการใช้เส้นทางต้องมีการวิ่งตัดลำน้ำในพื้นที่ลักษณะสังคมพืชเป็นที่ปรากฏ ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ มีช่วงกว้างที่สุดคือ 3.50 เมตร โดยพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ราบ และไม่มีไม้ใหญ่หรือแนวคันทาง และในเส้นทางมีการปรากฏของหินจำนวนมากทำให้ผู้ขับขี่เกิดการเบี่ยงเส้นทาง ทำให้มีการขยายเส้นทางออกไปจากแนวเดิมและช่วงที่แคบที่สุด คือ 2.20 เมตร ลักษณะทางมีความลาดชันและเป็นโคลนที่บังคับล้อรถยนต์ให้วิ่งในแนวเดียว ทำให้ไม่มีการขยายเส้นทางออกไปนอกทาง โดยเส้นทางมีความยาวประมาณ 15 กิโลเมตร

เส้นทางที่ 4 ตะเคียนทอง-สาละวะ เริ่มต้นบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าตะเคียนทองและสิ้นสุดบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าสาละวะ เส้นทางมีความลาดชันค่อนข้างสูง ในการเข้าพื้นที่ต้องขออนุญาตจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชเสียก่อน เส้นทางมีช่วงกว้างที่สุดคือ 3.00 เมตร โดยพื้นที่ที่มีความกว้างมากนั้นส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบและไม่มีไม้ใหญ่ข้างทางทำให้มีการขยายเส้นทางออกไป รวมไปถึงพื้นที่ที่จอดค้างช้างเพื่อหลบรถที่วิ่งสวนทาง และในช่วงที่แคบที่สุด คือ 2.20

เมตร ลักษณะของเส้นทางมีความลาดชันสูงและมีสันดินซ้ายขวาทำให้ ทางค่อนข้างแคบ ซึ่งเป็นการบังคับให้รถยนต์ต้องวิ่งไปตามเส้นทางโดยเส้นทางมีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร

จำนวนการใช้ประโยชน์ในเส้นทางมีการเก็บข้อมูลการใช้รถ ที่วิ่งผ่านเข้าออกเฉพาะนักท่องเที่ยวจากหน่วยพิทักษ์ที่เป็นจุดสกัด แยกตามเส้นทางได้ดังนี้ เส้นทางนวย-มหาราช ประมาณ 300 คันต่อปี เส้นทางสะแห่งฟอง-เกาะสะเค็ง ประมาณ 170 คันต่อปี เส้นทางตะเคียนทอง-สาละวะ ประมาณ 70 คันต่อปี

ผลกระทบจากการใช้เส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตกต่อระบบนิเวศ

จากการศึกษาจำนวนกล้าไม้และไม้รুনในเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ในเส้นทางนวย-มหาราช สะแห่งฟอง-เกาะสะเค็ง และตะเคียนทอง-สาละวะ บริเวณข้างเส้นทางรถยนต์ที่ปรากฏข้างต้น และในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติที่อยู่ห่างออกจากถนนไป 10 เมตร พบว่าปริมาณกล้าไม้และไม้รুনบริเวณข้างเส้นทางน้อยกว่าปริมาณที่พบในพื้นที่ธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโดยใช้การทดสอบที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังรายละเอียดใน Table 1

โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนกล้าไม้และไม้รুনในพื้นที่ธรรมชาติมีจำนวนต้นที่มากกว่าบริเวณริมเส้นทางทุกเส้นทาง ซึ่งแสดงว่าพื้นที่ริมเส้นทางได้รับผลกระทบต่อจำนวนกล้าไม้และไม้รুনมากกว่าบริเวณที่ห่างออกไป ในส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบว่ามีค่าของพื้นที่ริมเส้นทางส่วนใหญ่มากกว่าค่าเฉลี่ยสามารถอธิบายได้ว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นที่ไม่ได้เกิดทุกจุดบนเส้นทาง แต่มีการกระจายตัวของผลกระทบออกไปตลอดเส้นทาง

Table 1 Differences in mean numbers of seedlings and saplings between road edge area and natural area (10 meters from the road)

Road	Indicator	Sampling area	Mean	SD	t	p-value
Thi Nuai - Maharaj	seedling	natural area	416.67	268.68	-4.924	.000
		road edge	223.33	257.93		
	sapling	natural area	71.667	48.460	-6.353	.000
		road edge	31.667	34.915		
Sa Neng Pong- Koh Sa Dieng	seedling	natural area	613.33	388.82	-5.033	.000
		road edge	260.00	265.77		
	sapling	natural area	48.332	41.765	-5.293	.000
		road edge	11.667	20.365		
Takhianthong - Sarawa	seedling	natural area	680	226.51	-4.797	.000
		road edge	420	191.9		
	sapling	natural area	275	23.99	-5.190	.000
		road edge	90	61.45		

ผลกระทบจากการสูญเสียดินบนเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อจากการวัดตัวอย่างร่องรอยการชะล้างพังทลายของดินที่เก็บได้ในเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อทั้งหมด 3 เส้นทาง มาทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างแยกตามปัจจัยในด้านสังคมป่า โดยแบ่งสังคมป่า ออกได้เป็น 4 สังคมป่า ได้แก่ สังคมป่าเบญจพรรณ สังคมป่าดิบเขา สังคมป่าเต็งรัง สังคมป่าดิบแล้ง พบว่าเส้นทางตะเคียนทอง-สาละวะ สังคมป่าเบญจพรรณมีปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างมากที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 118.43 ต้นต่อเฮกแตร์ รองมาได้แก่เส้นทางทิวเขา-มหาราช สังคมป่าดิบแล้ง เส้นทางทิวเขา-มหาราช สังคมป่าดิบเขา เส้นทางสะเท่งพ่อง-เกาะสะเค็งสังคมป่าเบญจพรรณ เส้นทางทิวเขา-มหาราชสังคมป่าเต็งรัง และเส้นทางทิวเขา-มหาราช สังคมป่าเบญจพรรณ มีปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างเท่ากับ 103.68 91.98 76.51

76.18 และ 68.80 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ จากการศึกษ พบว่า พื้นที่ที่มีความลาดชันมากจะมีการสูญเสียดินที่สูงกว่าความลาดชันน้อย และดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูงมีโอกาสสูญเสียดินมากเช่นกัน

เดชาวุธ และคณะ (2551) มีการจำแนกผลกระทบที่เกิดขึ้น ในเส้นทางในอุทยานแห่งชาติออกเป็น 3 ระดับ แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาคั้งนี้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและยังเป็นพื้นที่มรดกโลกจึงมีความจำเป็นที่จะต้องตั้งเกณฑ์ให้เข้มงวดขึ้น โดยมีการตั้งเกณฑ์ดังนี้ 1) ระดับผลกระทบน้อยถึงไม่มีผลกระทบ มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินระหว่าง 0-15.63 ต้นต่อเฮกแตร์ 2) ระดับผลกระทบปานกลาง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดิน >15.63-62.5 ต้นต่อเฮกแตร์ 3) ระดับผลกระทบรุนแรง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดิน >62.5 ต้นต่อเฮกแตร์ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก จึงมีระดับผลกระทบต่อ การสูญเสียดินที่รุนแรง

ในส่วนของผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของ สัตว์ป่า จากการนำข้อมูลวิทยุภูมิจากฐานข้อมูลการ กระจายเชิงพื้นที่ของสัตว์ป่าสำคัญ 6 ชนิด ได้แก่ ช้าง ป่า เสือโคร่ง กระทิง วัวแดง กวาง และเก้งมาซ้อนทับ กับเส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก ได้ผลดังปรากฏตาม Figure 1 ซึ่งตามบัญชีรายชื่อสัตว์ป่าที่ถูกคุกคาม หรือ Red List of threatened species ของ IUCN (2012) ช้าง

ป่า เสือโคร่ง และวัวแดง จัดเป็นชนิดพันธุ์ที่มีสถานภาพ ใกล้สูญพันธุ์ (EN-endangered species) ระดับความเสี่ ยงสูงต่อการสูญพันธุ์จากที่อาศัยตามธรรมชาติ ในขณะที่ กระทิงและกวางป่า เป็นชนิดพันธุ์ที่เกือบอยู่ในข่าย ใกล้การสูญพันธุ์ (VU-vulnerable species) ระดับความ เสี่ยงขั้นอันตรายต่อการสูญพันธุ์จากที่อาศัยตามธรรมชาติ และเก้ง เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความเสี่ยงต่ำต่อการสูญพันธุ์ (LC-least concern) ไม่อยู่ในข่ายใดข้างต้น ยังมีอยู่โดยทั่วไป พบว่าสัตว์ป่า 5 จาก 6 ชนิด ที่ทำการศึกษา เป็น ชนิดพันธุ์ที่กำลังถูกคุกคาม หรือสิ่งมีชีวิตที่มีความเสี่ยง ต่อการสูญพันธุ์ (threatened species)

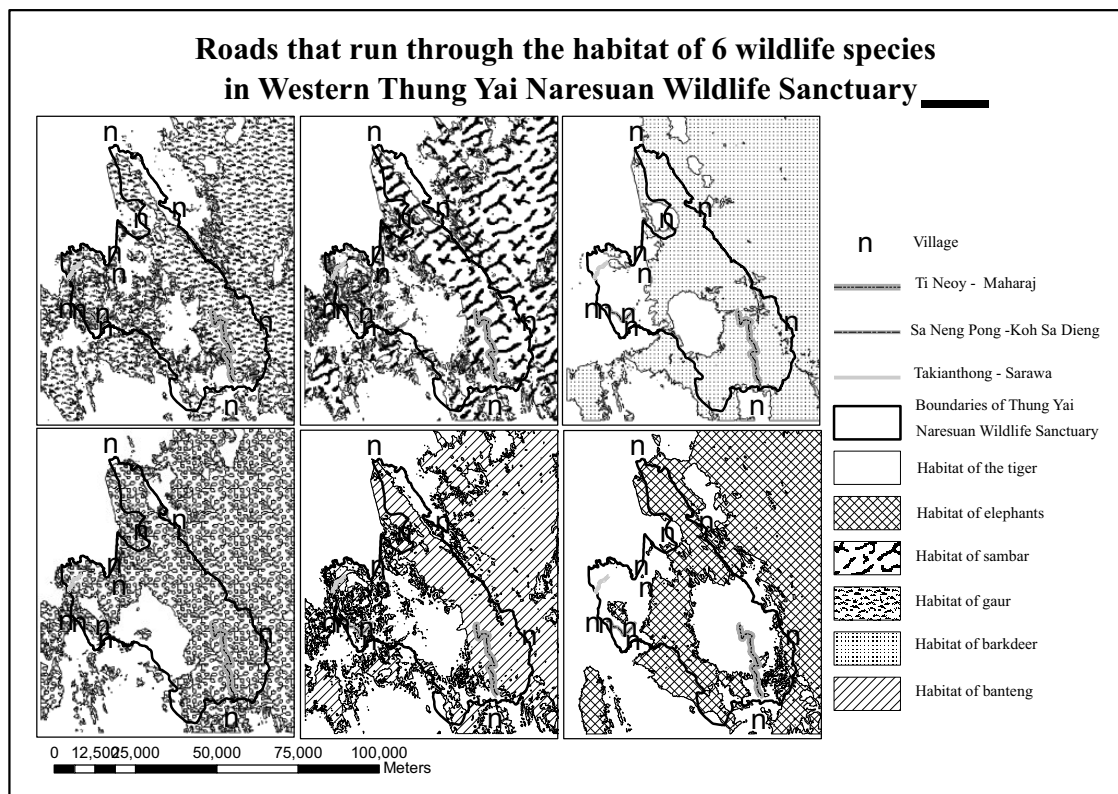


Figure 1 Roads that run through the habitat of 6 wildlife species in Western Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary.

โดย Cole *et al.* (1997) ได้กล่าวว่า กิจกรรม รยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ ทำให้มีการลดจำนวนประชากร ขนาดประชากร บริเวณกระจายทางภูมิภาค อัตราการ กระจายของประชากร และ การแตกแยกของกลุ่ม

ประชากร จากการรุกรานเข้าสู่พื้นที่ของกิจกรรมดังกล่าว จึงถือว่าเป็นอันตรายต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่มี ความเสี่ยงสูงต่อการสูญพันธุ์

ความคงทนทางกายภาพของพื้นที่

การวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินเป็นปัจจัยที่บ่งบอกความคงทนทางกายภาพของพื้นที่ พบว่า เส้นทางทินวย-มหาราช สังกมป่าเต็งรัง มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจายมากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 52.43 รองมาได้แก่ เส้นทางสะแห่งพอง-เกาะสะเค็ง สังกมป่าเบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจาย เท่ากับ ร้อยละ 35.78 เส้นทางทินวย-มหาราช สังกมป่าดิบเขา มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจาย เท่ากับ ร้อยละ 35.32 เส้นทางตะเคียนทอง-สาละวะ สังกมป่าเบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจาย เท่ากับ ร้อยละ 34.82 เส้นทางทินวย-มหาราช สังกมป่าเบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจาย เท่ากับ ร้อยละ 27.01 เส้นทางทินวย-มหาราช สังกมป่าดิบแล้ง มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนแตกกระจาย เท่ากับ ร้อยละ 26.25

เมื่อวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยด้านสังคมป่าปัจจัยด้านความลาดชัน และปัจจัยร่วมระหว่างสังคมป่ากับความลาดชัน ต่ออัตราส่วนการแตกกระจายของดิน โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนการแตกกระจายของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ปัจจัยด้านสังคมป่า ($F=6.996$; $p\text{-value}<0.001$) หรือ ในสังคมป่าที่แตกต่างกันจะมีค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินที่แตกต่างกันด้วย ส่วนปัจจัยด้านความลาดชันและปัจจัยร่วมระหว่างสังคมป่ากับความลาดชัน ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนการแตกกระจาย ($F=2.809$; $p\text{-value}=0.063$, $F=0.462$; $p\text{-value}=0.070$) หรือ ความลาดชันและปัจจัยร่วมระหว่างสังคมป่ากับความลาดชัน ถึงแม้จะมีความแตกต่างในแต่ละปัจจัย แต่ก็ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินจะแตกต่างกันด้วยจากผลการศึกษาแสดงว่าความแตกต่างของค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินในพื้นที่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสังคมป่ามากกว่าปัจจัยในด้านความลาดชันของพื้นที่ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Influence of forest type, slope, and interaction between forest type and slope on soil dispersion ratio.

Source	SS	df	MS	F	p-value
Forest type	3196.491	3	1065.497	6.996	0.000
Slope	855.708	2	427.854	2.809	0.063
Forest type * Slope	1348.306	4	337.077	0.462	0.070
Error	23605.997	155	152.297		
Corrected Total	30227.168	164			

เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินระหว่างสังคมป่าพบว่า ในสังคมป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขาและป่าดิบแล้ง มีค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินจะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p\text{-value}>0.05$) โดยทั้งสามสังคมป่าเปรียบเทียบกับสังคมป่าเต็งรัง พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}\leq 0.05$) ผลการเปรียบเทียบปรากฏดัง Table 3

Table 3 Results from comparison of percentage of soil dispersion ratio from different forest types.

Forest Type	Mixed Deciduous Forest	Hill Evergreen Forest	Deciduous Dipterocarp Forest	Dry Evergreen Forest
Dispersion ratio	32.54 ^a	35.32 ^a	52.43 ^b	26.25 ^a

Remark: *Values labeled with different letters are significantly different (p-value ≤ 0.05).

เมื่อนำตัวแปรมาทำการวิเคราะห์การถดถอย พบเพื่อทดสอบสมมติฐานระหว่างตัวแปรอิสระคือ ค่าการแตกกระจายของดิน (DR) เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน (MC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) และเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด (CC) กับตัวแปรตามที่บ่งบอกถึงผลกระทบของเส้นทางคือ การสูญเสียดิน (GE) พบว่าตัวแปรทุกตัวรวมกันมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=12.301$; $p\text{-value}<0.001$) โดยตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันก่อให้เกิดการแปรผันในตัวแปรตาม ที่ระดับ 0.001 ประมาณร้อยละ 23 ($R^2=0.235$) แต่เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวต่อการสูญเสียดิน พบว่า มีตัวแปรอิสระ 3 ตัวที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ค่าการแตกกระจายของดิน มีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Beta) เท่ากับ 0.308 ($t=4.428$; $p\text{-value}=0.000$) เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน มีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Beta) เท่ากับ 0.447 ($t=5.710$; $p\text{-value}=0.000$) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Beta) เท่ากับ 0.156 ($t=2.052$; $p\text{-value}=0.042$) และได้สมการถดถอยของการสูญเสียดิน ดังนี้

$$GE = -33.662 + 1.149(DR) + 2.670(MC) + 2.562(OM)$$

จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระที่เข้ามาในสมการสามารถอธิบายผลหรือคาดการณ์ความรุนแรงของผลกระทบในการสูญเสียดิน ได้ประมาณร้อยละ 23 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ต่างจากผลการศึกษาที่มีการศึกษาเรื่องการสูญเสียดินอื่นๆ (นิวัติ, 2514; เกษม, 2522; Hammitt

and Cole, 1987) ที่พบว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบข้างต้นสามารถที่จะคาดการณ์ได้ดี โดยเฉพาะการปกคลุมของเรือนยอด แต่ในการทดสอบครั้งนี้กลับไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปร เพราะปัจจัยที่นำมาเข้าสมการจากการตรวจเอกสารเป็นสมการที่อาศัยตัวชี้วัดทางธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่เข้ามาทำให้เกิดผลกระทบ คือ การใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อในพื้นที่

สรุป

ผลการศึกษาผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อต่อระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก พบว่าเส้นทางที่มีการปรากฏการใช้ประโยชน์เพื่อประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวมี ทั้งหมด 3 เส้นทาง ได้แก่ ทินวย-มหาราช สะหน่งพ่อง-เกาะสะเค็ง และตะเคียนทอง-สาละวะ ผ่านสังคมป่า 4 ชนิด คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา และป่าดิบแล้ง โดยกิจกรรมการใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อส่งผลกระทบต่อจำนวนกล้าไม้และไม้รุ่นบริเวณเส้นทางทั้งสามเส้นทางในด้านผลกระทบต่อการสูญเสียดิน พบว่า เส้นทางตะเคียนทอง-สาละวะ สังคมป่าเบญจพรรณ มีปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างมากที่สุด รองมาได้แก่ เส้นทางทินวย-มหาราช สังคมป่าดิบแล้ง เส้นทางทินวย-มหาราช สังคมป่าดิบเขา เส้นทางสะหน่งพ่อง-เกาะสะเค็ง สังคมป่าเบญจพรรณ เส้นทางทินวย-มหาราช สังคมป่าเต็งรัง และเส้นทางทินวย-มหาราช สังคมป่าเบญจพรรณ

ตามลำดับ ในด้านผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เส้นทางรถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อได้ วิ่งผ่านเข้าสู่ถิ่นที่อยู่อาศัยของเสือโคร่ง ช้างป่า กระทิง วัวแดง กวางและเก้ง โดยตรงเป็นการรบกวนสัตว์ป่าและส่งผลต่อการลดจำนวนประชากรสัตว์ป่า อัตราการกระจายของประชากร และการแตกแยกของกลุ่มประชากร (Cole *et al.*, 1997) ในส่วนของความคงทนทางกายภาพของพื้นที่ ซึ่งใช้ค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินเป็นปัจจัยที่บ่งบอกความคงทน พบว่าเส้นทางทินว-มหาราชสังคมป่าเต็งรัง มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกกระจายมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยด้านสังคมป่า ปัจจัยด้านความลาดชัน และปัจจัยร่วมระหว่างสังคมป่ากับความลาดชันต่ออัตราส่วนการแตกกระจายของดิน พบว่ามีเพียงปัจจัยด้านสังคมป่าที่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนการแตกกระจายของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำตัวแปรมาทำการวิเคราะห์การถดถอยพบว่าระหว่างตัวแปรอิสระคือ ค่าการแตกกระจายของดิน ร้อยละความชื้นในดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และร้อยละการปกคลุมเรือนยอด กับตัวแปรตามที่เป็นบ่งบอกถึงผลกระทบของเส้นทาง คือ การสูญเสียดิน พบว่าตัวแปรทุกตัวรวมกันมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภาพรวมผลการวิจัยครั้งนี้ยืนยันว่ากิจกรรมการท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก และควรที่จะห้ามการประกอบกิจกรรมดังกล่าวในพื้นที่เพื่อลดผลกระทบต่อระบบนิเวศของพื้นที่คุ้มครองที่สำคัญแห่งนี้

คำนิยม

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (ทุนวิจัยมหัศจรรย์ สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัยทุน สกว.-อุตสาหกรรม)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรรณิกา พิมพ์ศรี. 2547. พฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวแบบผจญภัยโดยใช้รถยนต์ขับเคลื่อนสี่ล้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกษม จันทร์แก้ว. 2522. หลักปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก. 2552. ข้อมูลทั่วไป. ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (บ้านโป่ง), กาญจนบุรี
- คณะวนศาสตร์. 2532. รายงานฉบับสมบูรณ์แผนแม่บทการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรจังหวัดกาญจนบุรี-ตาก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เดชาวุธ เศรษฐพรพงศ์, วสา สุทธิพิบูลย์, หทัยรัตน์ นกุล, คมกริช เศรษฐบุบผา, ชุติมา พงศ์พัชรพันธุ์, ปรียะพงษ์ นามโส, ดลฤดี พัฒนา, เนรธรรม วรรณมาศ และ ผกาวิดิ ดุษฎีเจริญ. 2551. การติดตามขีดความสามารถในการรองรับได้ด้านนันทนาการของอุทยานแห่งชาติ. ส่วนศึกษาและวิจัยอุทยานแห่งชาติ สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- นิวัต เรืองพาณิชย์. 2514. ความหนาแน่นของเรือนยอดต้นไม้ป่าดิบเขาที่มีผลต่อการสูญเสียดิน. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 7. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญบง กาญจนสาขา, นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, ศิริพร ทองอารีย์, ศักสิทธิ์ ชัมเจริญ, ไสว วังหงษา, ประทีป โรจนดิกล, สมหญิง ทัทภิกรณ์, เกรียงศักดิ์ ศรีบัวรอด, สุกกิจ วินตพรสวรรค์,

- อัมพรพิมล ประยูร, สมโภชน์ ดวงจันทราศิริ, ไชยพร ชารีแสน และ กลม แฝงบุบผา. 2553. การกระจายของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่สำคัญในประเทศไทย. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ. สมาคมออฟโรดแห่งประเทศไทย. 2552. จำนวนกลุ่มสมาชิกออฟโรด. แหล่งที่มา: <http://www.offroaderthailand.com/home.asp>, 12 มกราคม 2553.
- Cole, E.K., M.D. Pope and R.G. Anthony. 1997. Effects of road management on movement and survival of Roosevelt elk. **Journal of Wildlife Management** 61: 1115-1126.
- Hammitt, W. E. and D. N. Cole. 1987. **Wild Recreation Ecology and Management**. John Wiley & Son, New York.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 2012. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Source: <http://www.iucnredlist.org/search>, 27 August 2012
- Nathaniel, D.O. and L. M. Jeffrey. 2006. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreational trails. **Journal of Environmental Management**. 1483-1493.
-