P-ISSN 2586-9000
E-ISSN 2586-9027

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj
ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2565) หน้า [186-199]

การวิเคราะห์หลายเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งระบบเอ็นแคป

Multi-criteria Analysis to Determine the Suitability for Network Centric Anti-Poaching System (NCAPS) Installation

ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล*, ฐิติกาญจน์ เทียนสิงห์, ปลื้มปิติ งิ้มนันใจ, เนรมิต สงแสง
ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
Laddawan Riantrakool*, Thitikarn Tiensing, Pluempeeti Nguemnanchai, Neramit Songsaeng
Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
Received 9 May 2021; Received in revised 15 July 2021; Accepted 2 August 2021

บทคัดย่อ

ระบบเอ็นแคป เป็นระบบที่ใช้ในการเฝ้าสังเกตทรัพยากรป่าไม้ก่อนที่จะมีการถูกลักลอบตัดไม้หรือถูกล่าสัตว์ตามมาตรการจับก่อนตัดของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยพิจารณาเลือกตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพจากฐานข้อมูลภัยคุกคามจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพซึ่งประกอบด้วยหลายปัจจัย ในการศึกษานี้จึงได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นในการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และความลาดชัน และกรณีที่ 2 ไม่นำปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มาพิจารณา ผลการศึกษาพบว่า กรณีที่ 1 ปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด และกรณีที่ 2 ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพส่วนใหญ่ยังไม่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ครอบคลุมทำให้เป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งระบบเอ็นแคป ผลการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปในพื้นที่ป่าไม้อื่นๆ และเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเอ็นแคปต่อไป

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** fforlwr@ku.ac.th doi:

คำสำคัญ: กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น; อุทยานแห่งชาติ; การลักลอบตัดไม้; กล้องดักถ่ายภาพ; ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์; ระบบเอ็นแคป

Abstract

Network Centric Anti-Poaching System (NCAPS) is a system for monitoring forest resources to protect the area from illegal logging and wildlife following the measures from the Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation that interception before illegal loggers succeed at felling trees. The location of the camera trap in the system is installed based on threat factors from smart patrolling. This study was applied the analysis hierarchy process (AHP) to determine weighted scores of criteria and used a Geographic information system to analyze the suitability area for NCAPS installation to prevent illegal logging at Khao Phanom Bencha National Park. There were 2 cases; case 1 including distance from valuable tree, distance from public roads, distance from patrol road, distance from guard unit, distance from community, distance from illegal logging case in the past, cell phone signal strength coverage and slope; case 2 excepting cell phone signal strength coverage. The result shows that the cell phone signal strength coverage was high impact criteria in case 1, and distance from patrol road was high impact criteria in case 2. The most suitable area for NCAPS installation is in the areas outside of the coverage of cell phone networks. This study will be used to determine the location for NCAPS installation in other forest areas and to improve their system.

Keywords: Analysis hierarchy process (AHP); National park; Illegal logging; Camera trap; Geographic information system; Network Centric Anti-Poaching System (NCAPS)

1. บทนำ

จากปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ไม่ว่าจะเป็นการลักลอบตัดไม้ หรือล่าสัตว์ เป็นปัญหาที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมป่าไม้ และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้พยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวไว้หลายแนวทาง เช่น การพัฒนาระบบลาดตระเวนเชิงคุณภาพ หรือ Smart Patrol System [1, 2] การศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกทำลายป่า [3, 4, 5] เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกัน และปกป้องผืนป่า นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ คือ ระบบเฝ้าระวังการกระทำผิดกฎหมายว่าด้วยการป่าไม้หรือที่เรียกว่า ระบบเอ็นแคป (Network Centric Anti – Poaching System: NCAPS) มาประยุกต์ใช้ในการป้องกันรักษาทรัพยากรป่าไม้ก่อนที่จะมีการถูกลักลอบตัดไม้หรือถูกล่าสัตว์ตามมาตรการจับก่อนตัดของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช [6, 7]

ระบบเอ็นแคป เป็นระบบที่ประกอบด้วยกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ที่ติดตั้งในพื้นที่ป่าไม้ เมื่อมีความเคลื่อนไหว กล้องจะบันทึกภาพ และส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแจ้งมาถึงเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายนอกป่า เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจหรือวางแผนดำเนินการจากภาพที่ได้รับ [7, 8] โดยปกติกล้องดักถ่ายภาพนิยมใช้ในการศึกษาความหนาแน่น และจำนวนของสัตว์ป่า เป็นต้น [9, 10, 11] กล้องดักถ่ายภาพจะมีหน่วยความ

จำในตัวเครื่องเพื่อบันทึกภาพและวิดีโอ [12] ซึ่งกล้องดักถ่ายภาพในระบบเอ็นแคปจะสามารถส่งข้อมูลออกมาภายนอกป่าไม้ได้โดยส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสื่อสาร เช่น ส่งข้อมูลผ่านระบบสัญญาณโทรศัพท์ เป็นต้น [7, 13]

ตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในระบบเอ็นแคปในกรณีการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพเพื่อการเฝ้าระวังการลักลอบตัดไม้หรือล่าสัตว์จะติดตั้งไว้บริเวณจุดเสี่ยงในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ โดยพิจารณาจากฐานข้อมูลภัยคุกคามจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ [14] ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหลายปัจจัย ในการศึกษานี้จึงได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Multi-criteria Decision Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจโดยวิเคราะห์จากปัญหาของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) เป็นหนึ่งในวิธีการที่นิยมนำมาช่วยแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย สามารถช่วยในการลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นๆ [15, 16] และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพจากข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้ พื้นที่ในการศึกษานี้คืออุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ เป็นพื้นที่ป่าดิบชื้นมียอดเขาสูงซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญหลายสาย และมีต้นไม้สำคัญหลายชนิด [17] ซึ่งมีแผนการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปในพื้นที่การศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปในอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจาเพื่อการเฝ้าระวังการลักลอบตัดไม้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ป่าไม้อื่นๆ ได้ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์

1) ข้อมูลขอบเขตของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา ตำแหน่งหน่วยพิทักษ์หรือหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉิน การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าชนิดดีมีค่า เส้นทางสาธารณะ เส้นทางตรวจการณ์ พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ เส้นชั้นความสูง และตำแหน่งของแหล่งชุมชนบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

2) แอปพลิเคชัน Network Cell Info

3) โปรแกรมสำเร็จรูประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4) คอมพิวเตอร์

2.2 วิธีการ

1) พื้นที่ศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ เป็นพื้นที่ป่าดิบชื้น มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี มียอดเขาสูงซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญหลายสาย ยอดเขาที่สูงสุดสูง 1,397 เมตรจากระดับน้ำทะเล และมีต้นไม้สำคัญหลายชนิด เช่น ตะเคียนทอง ยาง ตะแบก และหลุมพอ เป็นต้น สัตว์ป่าที่พบได้ในพื้นที่อุทยานได้แก่ สมเสร็จ เลียงผา เสือดำ และหมีควาย เป็นต้น [17]

2) การรวบรวมข้อมูล ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปประกอบด้วย 8 ปัจจัยหลัก ได้แก่ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และความลาดชัน สำหรับข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่รวบรวมข้อมูลโดยใช้แอปพลิเคชัน Network Cell Info วัดค่าสัญญาณในหน่วยเดซิเบลเมตร (dBm) ในแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติทุกๆ 100 เมตร และข้อมูลอื่นๆ จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยจัดเตรียมข้อมูลทุกปัจจัยในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ และกำหนดระดับค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยเป็นระดับชั้นคะแนนหรือปัจจัยย่อย ค่าคะแนนมากแสดงว่าปัจจัยย่อยนั้นๆ มีอิทธิพลต่อการ

พิจารณาในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปมาก ค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยย่อยนี้ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยปัจจัยระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน และความลาดชัน อ้างอิงจาก Buaban และคณะ [5] ปัจจัยการกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่ากำหนดระดับคะแนนจากข้อมูลตำแหน่งที่พบชนิดพันธุ์ไม้ป่าดีมีค่าห่างจากขอบเขตอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจาซึ่งมีความเสี่ยงในการถูกลักลอบตัดไม้ได้ง่ายและเป็นบริเวณที่ควรติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ซึ่งเป็นเส้นทางในพื้นที่ป่าที่มีการถางเป็นทางและเป็นเส้นทางที่ผู้กระทำผิดและเจ้าหน้าที่ลาดตระเวนใช้ในการเดินเท้า จากข้อจำกัดของเซนเซอร์กล้องดักถ่ายภาพและข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป ระยะ 0 – 5 เมตร จากเส้นทางตรวจการณ์ คือระยะที่กล้องสามารถตรวจจับภาพได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ในพื้นที่ป่า และกล้องจะไม่สามารถตรวจจับภาพได้ถ้าหากติดตั้งกล้องไว้เกินระยะ 20 เมตร ปัจจัยระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ใช้เกณฑ์จากของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชตามการแบ่งช่วงชั้นของปัจจัยในการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ปัจจัยพิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้แบ่งระดับคะแนนโดยอ้างอิงจากข้อมูลสถิติการเกิดคดีในอดีตบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา และปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นปัจจัยที่กล้องถ่ายภาพระบบเอ็นแคปใช้ในการส่งข้อมูลออกจากป่าไปยังเจ้าหน้าที่ ระดับความเข้มของสัญญาณที่สามารถส่งภาพถ่ายได้จะมีค่ามากกว่า -100 เดซิเบลเมตร [18] รายละเอียดแต่ละปัจจัยแสดงดังตารางที่ 1 และแปลงข้อมูลทุกปัจจัยให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ (Raster data) ที่มีความละเอียดของข้อมูลขนาด 4x4 เมตร

3) การวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) โดยการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปทีละคู่ (pairwise comparison) จากการให้ค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความเกี่ยวข้องในเรื่องกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป และพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จำนวนทั้งหมด 7 คน ได้แก่ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติทับลาน หัวหน้าอุทยานแห่งชาติตาพระยา หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา นักวิชาการป่าไม้ปฏิบัติการจำนวน 2 คนจากสำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และนักวิจัยโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก โดยให้คะแนนจนครบทุกคู่ปัจจัยแล้วจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบตารางเมตริกซ์ คำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญ (weight) ของแต่ละปัจจัย และปรับค่าของแต่ละสดมภ์ให้เท่ากับ 1 จากการนำค่าผลรวมของแต่ละสดมภ์ไปหารค่าคะแนนของแต่ละคู่ จากนั้นหาผลรวมของแต่ละแถวและหารด้วยจำนวนปัจจัยที่พิจารณา จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย และตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (consistency ratio: C.R.) คำนวณได้จากการนำค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) หารด้วยค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) ถ้าค่าสอดคล้องกันของเหตุผลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 แสดงว่าค่าคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบแต่ละคู่มีความสมเหตุสมผล ดังนั้นค่าน้ำหนักที่คำนวณได้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ต่อได้ในขั้นตอนถัดไป ผลจากขั้นตอนนี้จะได้ลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปตามค่าน้ำหนักของปัจจัยจากมากไปน้อย (รูปที่ 1)

Table 1 Criteria of the suitability analysis for NCAPS installation

Criteria	Categories	Suitable levels for NCAPS installation	Rating
Distance from valuable tree (m.)	0 – 639	Very high	9
	640 – 1278	High	7
	1279 – 1917	Moderate	5
	1918 – 2556	Slight	3
	2557 – 3195	Marginal	1
Distance from public roads (m.)	0 – 2000	Very high	9
	2001 – 4000	High	7
	4001 – 6000	Moderate	5
	6001 – 8000	Slight	3
	≥ 8001	Marginal	1
Distance from patrol road (m.)	0 – 5	Very high	9
	5 – 10	Moderate	5
	10 – 20	Marginal	1
Distance from guard unit (m.)	0 – 750	Marginal	1
	751 – 1500	Slight	3
	1501 – 2250	Moderate	5
	2251 – 3000	High	7
Distance from community (m.)	0 – 3000	Very high	9
	3001 – 5000	High	7
	5001 – 7000	Moderate	5
	7001 – 9000	Moderate	3
	≥ 9001	Marginal	1
Distance from illegal logging case in the past (m.)	0 – 369	Very high	9
	370 – 738	High	7
	739 – 1107	Moderate	5
	1108 – 1476	Slight	3
	1477 – 1845	Marginal	1
Cell phone signal strength coverage	≥ -100	Very high	9
	≤ -101	Marginal	1
Slope (degree)	< 2	Very high	9
	3 – 6	High	7
	7 – 11	Moderate	5
	12 – 19	Slight	3
	> 19	Marginal	1

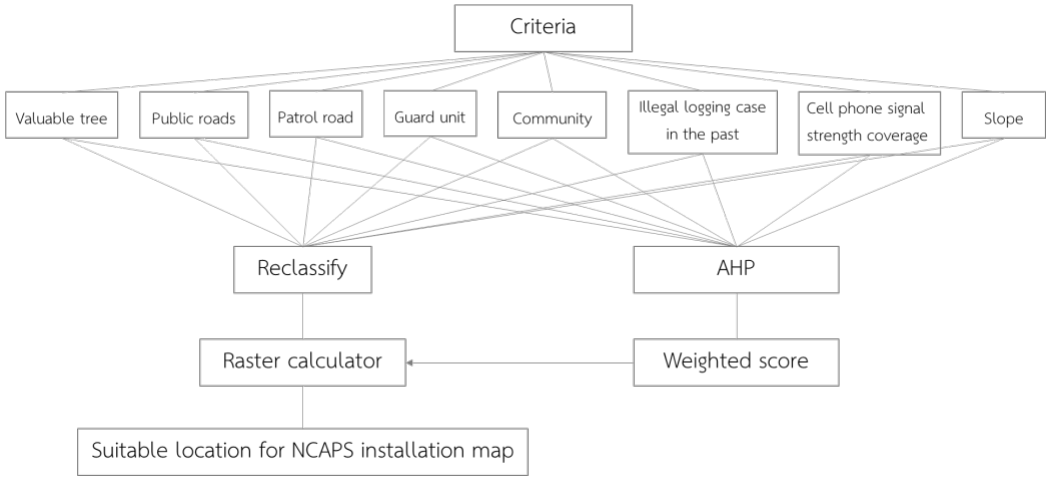

Figure 1 Research workflow

4) การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป เนื่องจากข้อมูลปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่เพราะข้อจำกัดด้านงบประมาณและการเข้าถึงพื้นที่บางส่วนในการเก็บข้อมูลจึงอาจส่งผลให้การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายมีขอบเขตที่จำกัด ดังนั้น จึงแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปจาก 8 ปัจจัย ได้แก่ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และความลาดชัน

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปจาก 7 ปัจจัย ได้แก่ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ และความลาดชัน ผลจากกรณีที่ 2 จะช่วยให้ทราบถึงพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพมากขึ้น เพื่อเพิ่มโอกาสในการพัฒนาขอบเขตของการกระจายสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในโอกาสต่อไป

การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปทั้งสองกรณี โดยคำนวณจากผลรวมของค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นคูณกับคะแนนตามเกณฑ์รายละเอียดของแต่ละปัจจัย ดังสมการที่ (1) จะได้ข้อมูลใหม่ที่แสดงค่าคะแนนรวมตามแต่ละกรณี ซึ่งสามารถจัดแบ่งพื้นที่ได้ 3 ระดับ คือ เหมาะสมน้อย เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมมาก โดยใช้เครื่องมือ Raster calculator ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3 + \ldots + WnRn \quad (1)$$

เมื่อ S คือ ค่าคะแนนรวมของปัจจัยที่เหมาะสมของพื้นที่ในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป

W คือ ค่าความสำคัญ (ค่าน้ำหนัก) ของทุกปัจจัยที่นำมาพิจารณา

R คือ ค่าคะแนนเกณฑ์รายละเอียดของแต่ละปัจจัย

n คือ จำนวนปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

3. ผลการวิจัย

ผลการจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยตามระดับค่าคะแนนจากตารางที่ 1 สามารถแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปของแต่ละปัจจัยดังรูปที่ 2-3 โดยรูปที่ 2 (A) คือ แผนที่การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า รูปที่ 2 (B) คือ แผนที่ระยะห่างจากถนนสาธารณะ รูปที่ 2 (C) คือ แผนที่ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ รูปที่ 2 (D) คือ แผนที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ รูปที่ 3 (A) คือ แผนที่ระยะห่างจากแหล่งชุมชน รูปที่ 3 (B) คือ แผนที่พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ รูปที่ 3 (C) คือ แผนที่ความลาดชัน และรูปที่ 3 (D) คือ แผนที่ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

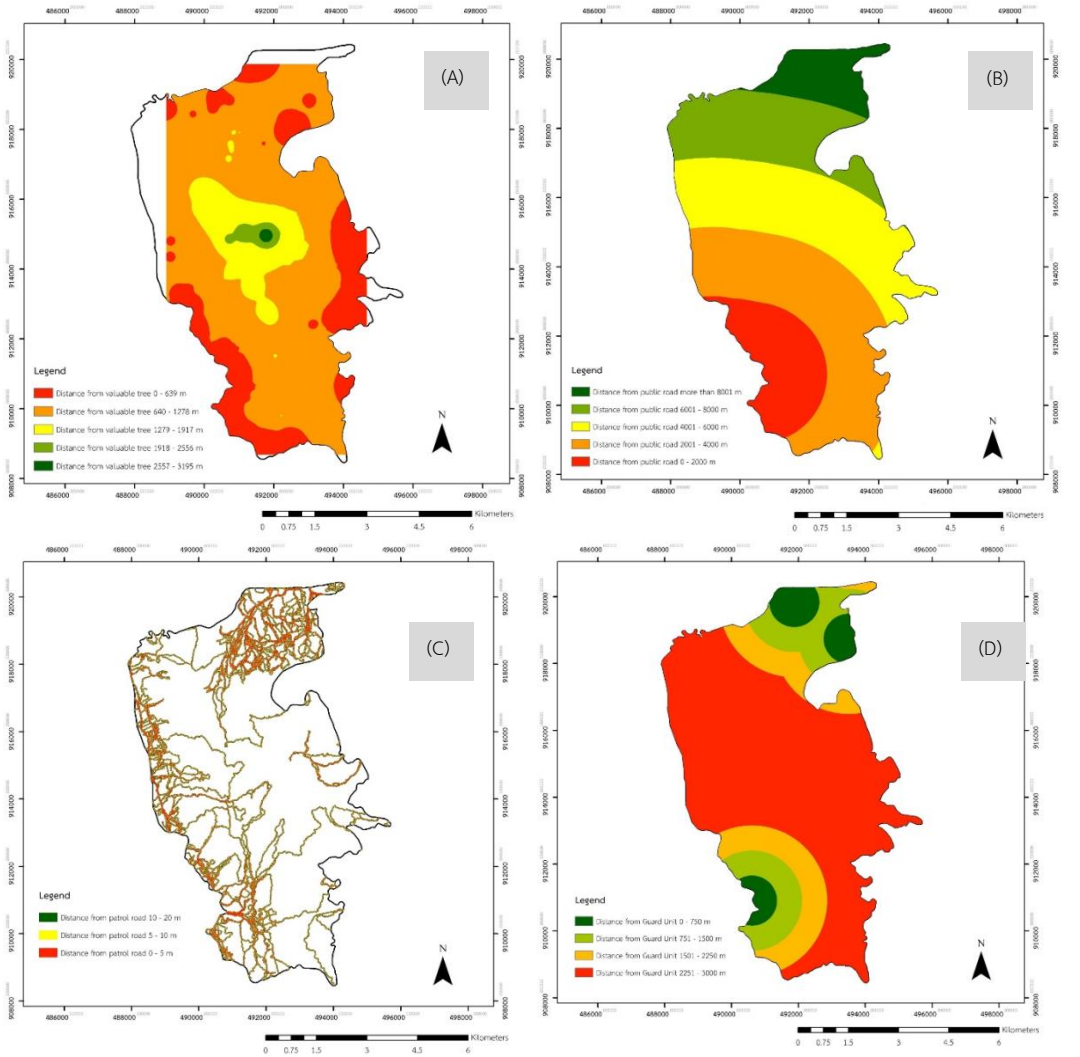

Figure 2 Criteria map of the suitability analysis for NCAPS installation (A) Distance from valuable tree (B) Distance from public roads (C) Distance from patrol road and (D) Distance from guard unit

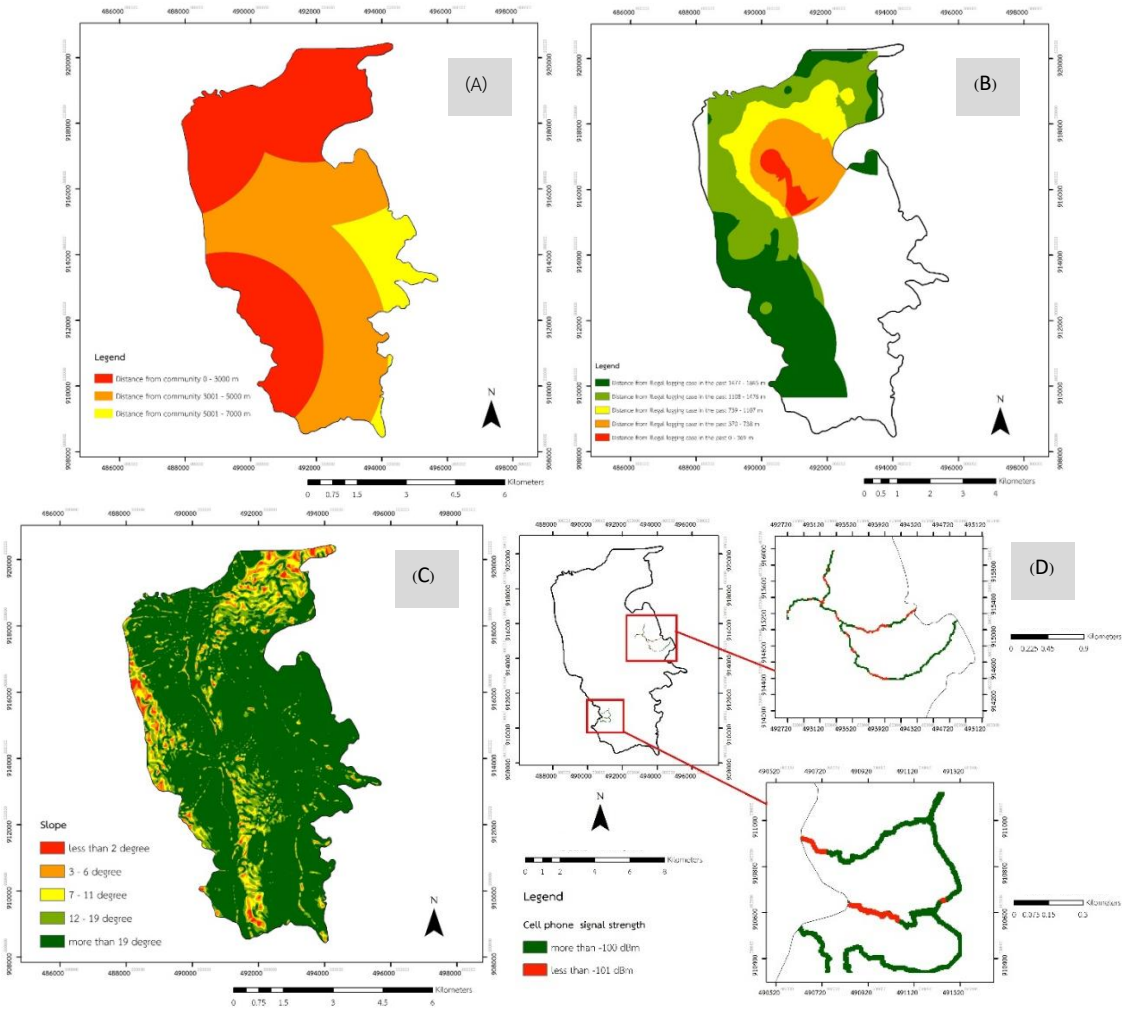

Figure 3 Criteria map of the suitability analysis for NCAPS installation (A) Distance from community (B) Distance from illegal logging case in the past (C) Slope and (D) Cell phone signal strength coverage

สำหรับผลการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) จากการให้ค่าคะแนนเปรียบเทียบทีละคู่ปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 คน เพื่อกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยหลักที่นำมาวิเคราะห์ ผลจากการคำนวณแบ่งเป็นสองกรณี คือ

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปจาก 8 ปัจจัย พบว่าค่าน้ำหนักของปัจจัยที่มากที่สุด คือ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.238 ซึ่งหมายถึงปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงต่อการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคป รองลงมาคือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ความลาดชัน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากถนนสาธารณะ และระยะห่างจากแหล่งชุมชน มีค่าน้ำหนัก

เท่ากับ 0.218, 0.167, 0.155, 0.070, 0.058, 0.056 และ 0.037 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) ของการให้ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าค่าคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบแต่ละคู่มีความสมเหตุสมผล

Table 2 Weight scores derived from AHP in case of 8 criteria

Criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total of Rows	Weight scores
C1	0.19	0.23	0.19	0.22	0.26	0.25	0.21	0.19	1.74	**0.218**
C2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.10	0.45	**0.056**
C3	0.22	0.16	0.17	0.16	0.13	0.17	0.18	0.16	1.34	**0.167**
C4	0.04	0.06	0.06	0.05	0.09	0.08	0.04	0.05	0.47	**0.058**
C5	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.30	**0.037**
C6	0.12	0.17	0.18	0.11	0.14	0.15	0.19	0.18	1.24	**0.155**
C7	0.28	0.24	0.25	0.28	0.21	0.19	0.22	0.23	1.90	**0.238**
C8	0.08	0.05	0.06	0.08	0.09	0.06	0.08	0.06	0.56	**0.070**
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	

เมื่อ C1 คือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า, C2 คือ ระยะห่างจากถนนสาธารณะ, C3 คือ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์, C4 คือ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์, C5 คือ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน, C6 คือ พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้, C7 คือ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และ C8 คือ ความลาดชัน

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปจาก 7 ปัจจัย เมื่อไม่นำปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มาพิจารณาพบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.265 ซึ่งหมายถึงระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปในกรณีที่สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มีครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ในการศึกษา รองลงมาคือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน และความลาดชัน มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.227, 0.192, 0.089, 0.084, 0.076 และ 0.067 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) ของการให้ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าค่าคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบแต่ละคู่มีความสมเหตุสมผล

Table 3 Weight scores derived from AHP in case of 7 factors

Criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C8	Total of Rows	Weight scores
C1	0.20	0.22	0.21	0.27	0.28	0.18	0.24	1.59	**0.227**
C2	0.11	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.10	0.62	**0.089**
C3	0.30	0.28	0.28	0.25	0.24	0.30	0.22	1.86	**0.265**
C4	0.05	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.07	0.59	**0.084**
C5	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.07	0.53	**0.076**
C6	0.22	0.21	0.21	0.15	0.11	0.19	0.26	1.35	**0.192**
C8	0.05	0.06	0.06	0.09	0.10	0.04	0.05	0.47	**0.067**
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	

เมื่อ C1 คือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า, C2 คือ ระยะห่างจากถนนสาธารณะ, C3 คือ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์, C4 คือ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์, C5 คือ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน, C6 คือ พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ และ C8 คือ ความลาดชัน

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปจากการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยตามค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามสมการที่ 2 ในกรณีที่ 1 และตามสมการที่ 3 ในกรณีที่ 2

$$S_1 = 0.218R_1 + 0.056R_2 + 0.167R_3 + 0.058R4 + 0.037R_5 + 0.155R_6 + 0.238R_7 + 0.070R_8 \quad (2)$$

$$S_2 = 0.227R_1 + 0.089R_2 + 0.265R_3 + 0.084R_4 + 0.076R_5 + 0.192R_6 + 0.067R_8 \quad (3)$$

เมื่อค่าคะแนนเกณฑ์รายละเอียดของแต่ละปัจจัย R_1 คือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า, R_2 คือ ระยะห่างจากถนนสาธารณะ, R_3 คือ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์, R_4 คือ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์, R_5 คือ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน, R_6 คือ พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้, R_7 คือ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และ R_8 คือ ความลาดชัน

ผลจากการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยดังสมการข้างต้นสามารถแสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปโดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ เหมาะสมน้อย เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมมาก พบว่า กรณีที่ 1 ที่พิจารณารวมทั้ง 8 ปัจจัย มีพื้นที่เหมาะสมมากในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปประมาณ 31.993 ไร่ พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 4.483 ไร่ และพื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 6.117 ไร่ (ตารางที่ 4) ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมทั้งสามระดับอยู่บริเวณแนวสำรวจสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติใกล้ที่ทำงานอุทยาน (รูปที่ 4 (A))

สำหรับกรณีที่ 2 ที่พิจารณาเพียง 7 ปัจจัย พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปประมาณ 1,428.101 ไร่ (รูปที่ 4 (B)) พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 1,976.363 ไร่ และพื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 1,210.245 ไร่ (ตารางที่ 4) ผลการวิเคราะห์จากกรณีที่ 2 นี้มีพื้นที่ที่เหมาะสมเพิ่มมากขึ้น กระจายไปตามค่าน้ำหนักของปัจจัยโดยพื้นที่เหมาะสมส่วนใหญ่อยู่ในแนวเส้นทางตรวจการณ์

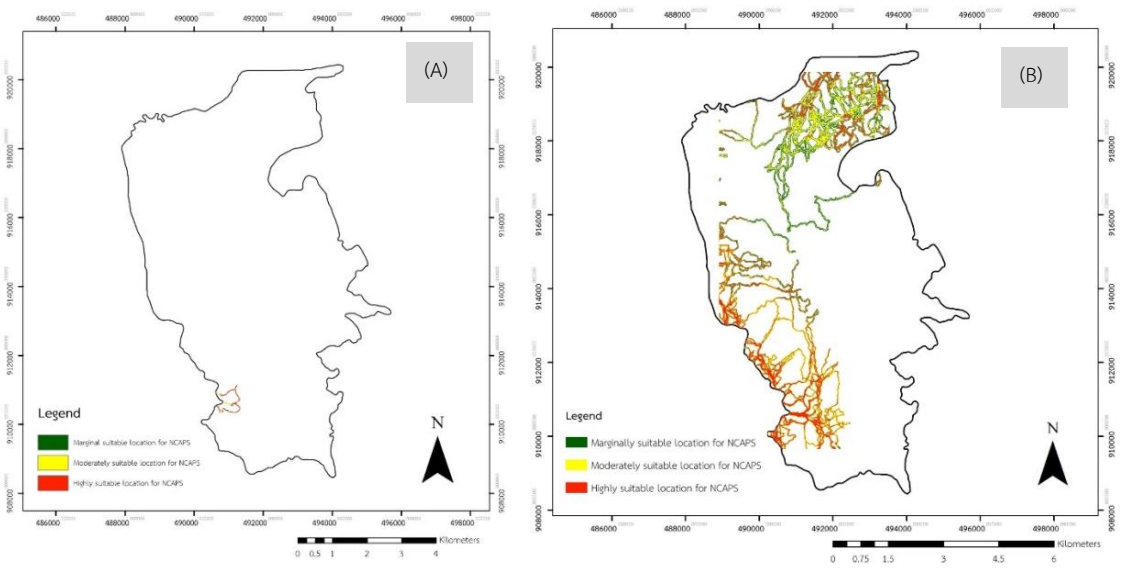

Figure 4 Suitable area map for NCAPS installation in Khao Phanom Bencha National Park (A) Case 1 (8 criteria) (B) and Case 2 (7 criteria)

Table 4 Suitable area level for NCAPS installation in Khao Phanom Bencha National Park

Suitable area for NCAPS installation	Area	
	rai	sq.km
Case 1 (8 criteria)		
Highly	31.993	0.051
Moderately	4.483	0.007
Marginally	6.117	0.010
Case 2 (7 criteria)		
Highly	1,428.101	2.285
Moderately	1,976.363	3.162
Marginally	1,210.245	1.936

4. วิจารณ์

พื้นที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปเพื่อการเฝ้าระวังการลักลอบตัดไม้ โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 8 ปัจจัย คือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และความลาดชัน พบว่าปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของระบบเอ็นแคปที่ต้องการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อส่งข้อมูลไปยังเจ้าหน้าที่ป่าไม้ [7, 13] ปัจจัยรองลงมาคือ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยด้านการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูลังกาของ Ket-ord [19] ที่พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกมักอยู่ใกล้กับเส้นทางคมนาคม และปัจจัยการกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่าเป็นอีกปัจจัยที่พบว่ามีผลต่อการเลือกตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปสอดคล้องกับผลการศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูงในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ซึ่งได้อธิบายว่าระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้พะยูงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกลักลอบตัดไม้ [5] ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกลักลอบตัดไม้ในพื้นที่ป่าไม้ซึ่งควรมีการวางมาตรการในการป้องกันพื้นที่ดังกล่าว การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการป้องกันทรัพยากรป่าไม้ แต่ปัจจัยสำคัญคือขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงดังกล่าว ทำให้เป็นข้อจำกัดในการกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ แนวทางในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการลักลอบตัดไม้ได้ คือ การพัฒนาโครงข่ายการสื่อสารในพื้นที่ป่าไม้ อาจเป็นการสื่อสารอื่นที่ไม่จำกัดเพียงการสื่อสารผ่านสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น การสื่อสารที่ส่งข้อมูลกำลังต่ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่กำลังต่ำแบบทางไกล (Long Range: :LoRa) เป็นต้น

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจาพบว่า ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดในการพิจารณารองลงมาคือ การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่าและระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ โดยผลการศึกษากรณีที่ 1 ที่พิจารณาจากทุกปัจจัยพบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปประมาณ 32 ไร่ แต่ผลการศึกษากรณีที่ 2 ที่ไม่นำขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์มาพิจารณาพบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมมากในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปมีประมาณ 1,428 ไร่ แสดงให้เห็นว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการติดตั้งระบบเอ็นแคปแต่ไม่มีสัญญาณโทรศัพท์ครอบคลุมอยู่มากซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกลักลอบตัดไม้ ผลการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพิจารณากำหนดตำแหน่งในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปในพื้นที่ป่าไม้อื่นๆ โดยอาจปรับเกณฑ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ เช่น ระยะห่างจากการกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้ป่าไม้ดีมีค่า ระยะห่างจากพิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ในอดีต ซึ่งควรพิจารณาจากสถิติในอดีตของแต่ละพื้นที่ และเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเอ็นแคปให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ป่าไม้ได้มากขึ้นโดยอาจเพิ่มการกระจายสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือใช้รูปแบบในการสื่อสารผ่านระบบอื่น เช่น การสื่อสารที่ส่งข้อมูลกำลังต่ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่กำลังต่ำแบบทางไกล (Long Range: LoRa) เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วันชัย อรุณประภารัตน์ ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูล คุณประวัติศาสตร์ จันทร์เทพ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติทับลาน คุณคมสัน มณีกาญจน์ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติตาพระยา คุณบำรุงรัตน์ พลอยดำ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด คุณกมล แฝงบุปผา คุณฉัตรวรุฬ อ่างแก้ว นักวิชาการป่าไม้ปฏิบัติการ สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ให้คำปรึกษาเรื่องกล้องดักถ่ายภาพระบบเอ็นแคปและการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ ขอขอบคุณคุณสิทธิชัย จินะมอย นักวิจัยโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาเรื่องสัญญาณโทรศัพท์ที่ใช้ในกล้องดักถ่ายภาพระบบต่างๆ

7. References

[1] Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Smart Patrol System, Available Source: http://portal.dnp.go.th/Content?contentId=15401, April 26, 2021. (in Thai)

[2] WCS, Smart Patrol Technique for Protected Area Management, Available Source: https://thailand.wcs.org/th-th/Initiatives/Smart-Patrol-System.aspx, April 26, 2021. (in Thai)

[3] Pimdee, P. and Suwanwerakamtorn, R., 2011, Application of geoinformations technology to determining areas at risk of encroachment of agriculture on forest reserve in Phu Luang wildlife sanctuary, Loei province, Khon Kaen University, Khon Kaen, 24 p. (in Thai)

[4] Sirilert, R. and Saguantam, P., 2016, Application of Geographic Information System to Determining Risk Area Encroachmentin Khuean Srinagarindra National Park, Kanchanaburi Province, Journal of Forest Management. 10(19): 1-13. (in Thai)

[5] Buaban, C., Suksawang, S., Muenjit, S., Chaimoon, P. and Pha-laeng, C., 2018, The application of Geographic information system to determine encroachment risk area for rosewood in Khao Yai National Park, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 89 p. (in Thai)

[6] Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, 2021, NCAPS, Available Source: http://portal.dnp.go.th/Content?contentId=15506, April 26, 2021. (in Thai)

[7] IUCN, 2017, Report on the Mission to Dong Phayayen-Khao Yai Forest Complex, Thailand from 13 to 19 December 2016, 52 p.

[8] Phongsapaphat, P., 2017, NCAPS Technology for Fighting Illegal Logging and Wildlife Poaching, Available Source: https://www.seub.or.th/bloging/into-the-wild/กล้องเอ็นแคป-เทคโนโลยี/, April 26, 2021. (in Thai)

[9] Duangchantrasiri, S., Vijittrakoolchai, C., Teuktao, W., Sonsa, M., Saisamorn, A., Chatson, D. and O-chakull, W., 2019, Estimating of tiger population in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary (West), Kanchanaburi Province, Wildlife Yearbook 17: 101-116. (in Thai)

[10] Wongchoo K., Chimchome, V., Simcharoen, S., Duangchantrasiri, S., 2013,

Abundance and Distribution of Some Viverrid Species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thai J. of Forestry 32, Supplementary issue: 1-9. (in Thai)

[11] Phimphasut C., Chaiyarat, R., Phutthai, T. and Thongtip, N., 2019, Habitat utilization of the Gaur (*Bos gaurus* C.H. Smith, 1827) in Phu Khieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province, J. of RESGAT. 20, Special: 151-161. (in Thai)

[12] Kays, R., Kranstauber, B., Jansen, P.A., Carbone, C., Rowcliffe, M., Foundtain, T. and Tilak, S., 2009, Camera traps as sensor networks for monitoring animal communities, The 34th IEEE Conference on Local Computer Networks, pp. 1-8.

[13] Globalconservation, 2020, Umphang & Thung Yai, Thailand 2019-2020 Progress Report, Available Source: https://globalconservation.org/news/umphang-thung-yai-2019-2020-progress-report/, May 8, 2021.

[14] ThaiPBS, 2019, Introduction to NCAPS "Spy" illegal logging, Available Source: https://news.thaipbs.or.th/content/277821, April 26, 2021. (in Thai)

[15] Khiaosalab, P. and Tongdeenok, P., 2015, Application Techniques Analytic Hierarchy Process and Geographic Information System Comparison Susceptible Landslide area in Huai Mae Saroi Watershed, Phrae Province and Khlong Tha Thon Watershed, Nakhon Si Thammarat Province, KKU Res J (GS), 15 (1): 63-79. (in Thai)

[16] Nurda, N., Noguchi, R. and Ahamed, T., 2020, Change Detection and Land Suitability Analysis for Extension of Potential Forest Areas in Indonesia Using Satellite Remote Sensing and GIS, Forests 2020, 11(4): 398.

[17] Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, 2021, Khao Phanom Bencha. Available Source: http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1030, April 26, 2021. (in Thai)

[18] Engiz, B. K. and Kurnaz, C., 2016, Comparison of Signal Strengths of 2G/3G/4G Services on a University Campus, Int. J. of Applied Mathematics Electronics and Computers 4: 37-42.

[19] Ket-ord, R., 2015, Analysing of Invasive Risk Area of Phu Langka Forest Park, Phayao Province, Proceedings of 53rd Kasetsart University Ann. Conf., 1282-1288. (in Thai)