



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและ
ยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคง
พื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน
จังหวัดแม่ฮ่องสอน

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริมสุข บัวเจริญ และคณะ
กันยายน 2558

บทคัดย่อ

โครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการ และปัญหาในการใช้พลังงานของชุมชน และสร้างการเรียนรู้ของชุมชนในการใช้พลังงานทดแทนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ และวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบพลังงานทดแทนเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนและขยายผล รวมถึงการศึกษารูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหาร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน ตลอดจนการบำรุงรักษา

โครงการฯ ได้มีการดำเนินงานใน 4 แผนงานหลัก คือ การติดตั้งระบบไฟส่องสว่างในพื้นที่เป้าหมาย การติดตามประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของระบบไฟส่องสว่าง การประเมินความพึงพอใจของชุมชน และการสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทหาร หน่วยงานภาครัฐและประชาชนในพื้นที่ โดยได้มีการสำรวจหมู่บ้านในพื้นที่เป้าหมายทั้งหมด 43 หมู่บ้าน พบว่ามีไฟฟ้าใช้แล้ว 13 หมู่บ้าน จึงได้มีการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ใน 30 หมู่บ้านตามเป้าหมายของโครงการ ซึ่งจากการติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินการเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาและขยายผลคือ กำลังไฟฟ้าของโคมประหยัดฟลูออเรสเซนต์เดิม ใช้กำลังไฟฟ้า 19 วัตต์ ต่อโคม เมื่อเปลี่ยนเป็นโคมไฟ LED ใช้กำลังไฟฟ้า 9 วัตต์ ที่มีความสว่างเท่ากัน หากใช้กับ 1 หมู่บ้าน จำนวนประมาณ 50 หลังคาเรือนจะประหยัดได้ 500 วัตต์ พลังงานที่ประหยัดได้คือ 2,016 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง/ปี ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปี เท่ากับ 7,862.40 บาท เมื่อคำนวณไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากอายุการใช้งานของหลอด LED ซึ่งมีอายุการใช้งานประมาณ 50,000 ชั่วโมง จะพบว่าสามารถประหยัดได้จนสิ้นอายุการใช้งาน 97,500 บาท และเมื่อนำงบประมาณลงทุนค่าวัสดุ ไม่รวมค่าแรงจำนวนติดตั้ง 50 หลังคาเรือน คือ 60,980 บาท มาหารค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปี จะพบว่า มีระยะเวลาคืนทุน 7 ปี 7 เดือน ในกรณีที่มิระบบสายไฟเดิมอยู่แล้ว มีค่าใช้จ่ายเฉพาะการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นโคม LED จึงลงทุนเพียง 15,750 บาท ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนเพียง 2 ปี

นอกจากนี้โครงการฯ ได้เสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับศูนย์การเรียนรู้ทั้ง 4 แห่งภายใต้ความร่วมมือของโครงการ ได้แก่ ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนกรมทหารราบที่ 7 ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนกองพลทหารราบที่ 7 ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนหน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 และศูนย์การเรียนรู้กองกำกับการ 5 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน ซึ่งได้ดำเนินการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้และกระบวนการสร้างระบบพลังงานทดแทนให้กับกำลังพลของศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน กำลังพลประจำฐานปฏิบัติการในพื้นที่และประชาชนในพื้นที่ที่สนใจ และได้สร้างความร่วมมือขยายผลการดำเนินงานไปสู่หมู่บ้านและฐานปฏิบัติการต้นแบบภายใต้การรับผิดชอบ

ของกองกำกับการ 5 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน และกองกำกับการ
ตำรวจตระเวนชายแดนที่ 33

จากการติดตามประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของระบบไฟส่องสว่างและประเมินความพึง
พอใจของชุมชนพบว่า โดยภาพรวมระบบไฟฟ้าส่องสว่างมีประสิทธิภาพในการใช้งานดีชาวบ้านต้องการ
ความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถดูแลรักษาระบบได้เองจนถึงสามารถผลิตใช้เองได้ ชุมชนได้ประโยชน์จาก
ไฟส่องสว่างทำให้การเดินทางสะดวกปลอดภัยขึ้นในช่วงเวลากลางคืน ได้ออกมาพบปะพูดคุยและ
ประชุมหมู่บ้าน สามารถจัดเตรียมกิจกรรมและงานเทศกาลต่างๆ ของหมู่บ้าน มีแสงสว่างในการ
ประกอบอาหารและรับประทานอาหารเย็นร่วมกันในครัวเรือน เด็กนักเรียนใช้ในการอ่านหนังสือ ช่วยลด
การเกิดอาชญากรรม การมั่วสุม การดื่มสุรา และบางหมู่บ้านยังได้ประโยชน์จากการติดตั้ง
วิทยุกระจายเสียงในหมู่บ้านอีกด้วย ทั้งนี้โครงการได้สร้างความเข้าใจให้กับชุมชนในการเชื่อมโยงการ
ใช้ประโยชน์จากระบบพลังงานทดแทนกับการพึ่งตนเองตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงและร่วมแลกเปลี่ยน
เรียนรู้กับชุมชนในการใช้ประโยชน์จากระบบพลังงานทดแทน เพื่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาพลังงาน
ทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืน

Abstract

The project “Participatory and sustainable development of renewable energy in villages of development program for border security under the Royal guidelines in Mae Hong Son” aimed to study the demand and problems in energy use of community and create a learning community in the use of renewable energy as sufficiency economy. The project also purposed to develop of technologies to generate electricity from natural energy and analyze the performance of renewable energy systems to guide decisions on investment and expansion. Moreover, it studied the mechanical linkage relationship between military agencies and other local government agencies in a partnership to develop and learn about alternative energy sources, installation of renewable energy and maintenance.

The project had operations in four main plans. There are to install a lighting system in the target area, to calculate the performance of the lighting system, to evaluate a satisfaction of the community and to build partnerships between military agencies, government agencies and individuals in the areas. To explore all the villages in the target area, 43 villages, it was found that 13 villages already had electricity so installed solar lighting system in the 30 villages were targeted by the project. The installation of solar lighting was analyzed the cost of saving in order to develop productivity and expand setting area in the future. The original energy-saving fluorescent lamp used 19 watt per lamp. When was changed to 9 watt LED lamp it used low electric power with equal brightness. If set for one village of about 50 household it will be 500 watt energy saving which is 2,016 kilowatt - hours / year and electricity savings per year is 7,862.40 Baht. In case of based on electricity savings from the lifetime of the LED bulb which last for about 50,000 hours, the savings until the end of the lifetime is 97,500 Baht. When calculate only material cost and labor cost is not included, installation of 50 homes is 60,980 Baht divided the power savings per year are found to have a payback period of seven years and seven months. In the case of already existing wiring system, it costs only LED light bulb replacement which is therefore only 15,750 baht investment and a payback period is only two years.

The project tried to strengthen the 4 learning centers in military bases which has taken the training, knowledge transfer and process systems for the renewable energy workforce of renewable energy learning center, troops stationed in the base area and the public area of interest. It had created partnerships to expand the village and the underlying operating under the responsibility of the police and military base.

From monitoring of the performance of the lighting system and the satisfaction of the community, the overall lighting system efficiency was good. People needed to know more to maintain and produce by themselves. The community could benefit from the lighting to make the journey safer at night. They could meet, discuss and had village meetings at night. They also arranged activities and prepared festivals of the village. For household using, it was a light in the kitchen for cooking and having dinner together. Some students used to read books. Most people thought that it helped to reduce crime, drinking and drug addicting. Some villages also benefited from the installation of radio broadcasting in the village as well. The project had also created a community in understanding the link utilization of renewable energy systems, along with a self- sufficient economy and share knowledge with the community to take advantage of renewable energy systems and develop renewable energy participatory and sustainable.

สัญญาเลขที่ RDG55A0029

โครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน”

รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริมสุข บัวเจริญ

หน่วยงาน: มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาความต้องการ และปัญหาในการใช้พลังงานของชุมชน
2. เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ ที่ทนทานและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบพลังงานทดแทนที่นำไปติดตั้งเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของหน่วยงาน อปท. ในการลงทุนและขยายผลไปสู่พื้นที่อื่น
4. เพื่อศึกษารูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหารและหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กับชุมชนเป้าหมาย ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน และการบำรุงรักษา
5. เพื่อสร้างการเรียนรู้ของชุมชนในการใช้พลังงานทดแทนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง และประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจของชุมชน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	iii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 สภาพพื้นที่และความต้องการใช้พลังงานของชุมชน	8
2.1 ลักษณะสภาพทั่วไปของพื้นที่	9
2.2 ปัญหาและความต้องการใช้พลังงานทดแทน	12
บทที่ 3 การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงาน ธรรมชาติ	17
3.1 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่	17
3.2 การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงาน ธรรมชาติ	22
3.3 การติดตั้งระบบพลังงานทดแทน ให้กับชุมชนเป้าหมาย	51
บทที่ 4 ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและการประเมินความพอใจ ของชุมชน	60
4.1 การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานและความคุ้มค่า	62
4.2 การติดตามประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของระบบไฟส่องสว่างและการ ประเมินความพึงพอใจของชุมชน	64
บทที่ 5 การสร้างกลไกความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานสนับสนุนและชุมชนใน พื้นที่	73
5.1 การดำเนินการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้	73
5.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการและการถ่ายทอดความรู้	77
5.3 การประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า พลังงานทดแทน	83
5.4 การจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานของพื้นที่	83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

สภาพพื้นที่บริเวณแนวชายแดนภาคเหนือ ด้านจังหวัดแม่ฮ่องสอนติดต่อกับประเทศพม่า มีสภาพเป็นป่าภูเขาสูง เส้นเขตแดนในพื้นที่ไม่มีความชัดเจน ชนกลุ่มน้อยที่อาศัยตามแนวชายแดนใช้พื้นที่เป็นแหล่งพักพิงหลบซ่อน ผลิทยาเสพติดและเป็นฐานปฏิบัติการ ทำให้เกิดการรุกราน ล้าอธิปไตยบ่อยครั้ง ประชาชนที่อาศัยอยู่ตามแนวชายแดน เป็นบุคคลหลายเชื้อชาติชนเผ่าที่มีวัฒนธรรมความเป็นอยู่แตกต่างกัน โดยเฉพาะภาษาที่จะสื่อสารทำความเข้าใจกัน สถานการณ์ดังกล่าวนี้หากยังไม่มีการป้องกันหรือแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว อาจก่อให้เกิดผล กระทบต่อความมั่นคงของชาติต่อไปได้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ จึงได้พระราชทานแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคงตามแนวชายแดนแก่ พลเอกสุรยุทธ์ จุลานนท์ ผู้บัญชาการทหารบก เมื่อ 3 มีนาคม 2543 เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างความมั่นคงตามแนวชายแดน สรุปได้ว่า การสร้างความมั่นคงตามแนวชายแดน ต้องกระทำในลักษณะผสมผสาน มีการเคลื่อนไหวควบคู่ไปกับการปฏิบัติการจิตวิทยาเพื่อสร้างความใกล้ชิด รับทราบปัญหาและความต้องการที่แท้จริงของราษฎร การปฏิบัติจะต้องร่วมกันทุกฝ่าย กองทัพภาคที่ 3 และกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 3 ได้มองเห็นความสำคัญและน้อมนำเอาแนวทางดังกล่าวยึดถือปฏิบัติมาอย่างต่อเนื่อง และได้จัดทำแผนแม่บทฉบับนี้ขึ้นเพื่อเป็นกรอบแนวทางการดำเนินงาน โครงการหมู่บ้านพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำไปสู่การบูรณาการแผนงานโครงการต่างๆ ของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบพัฒนา และสร้างหมู่บ้านตามแนวชายแดนให้เป็นกำแพงชุมชนที่มีความเข้มแข็ง เป็นภูมิคุ้มกันสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามแนวชายแดนก่อนที่จะพัฒนาไปสู่ความรุนแรง หรือกระทบกับความมั่นคงภายในประเทศต่อไป

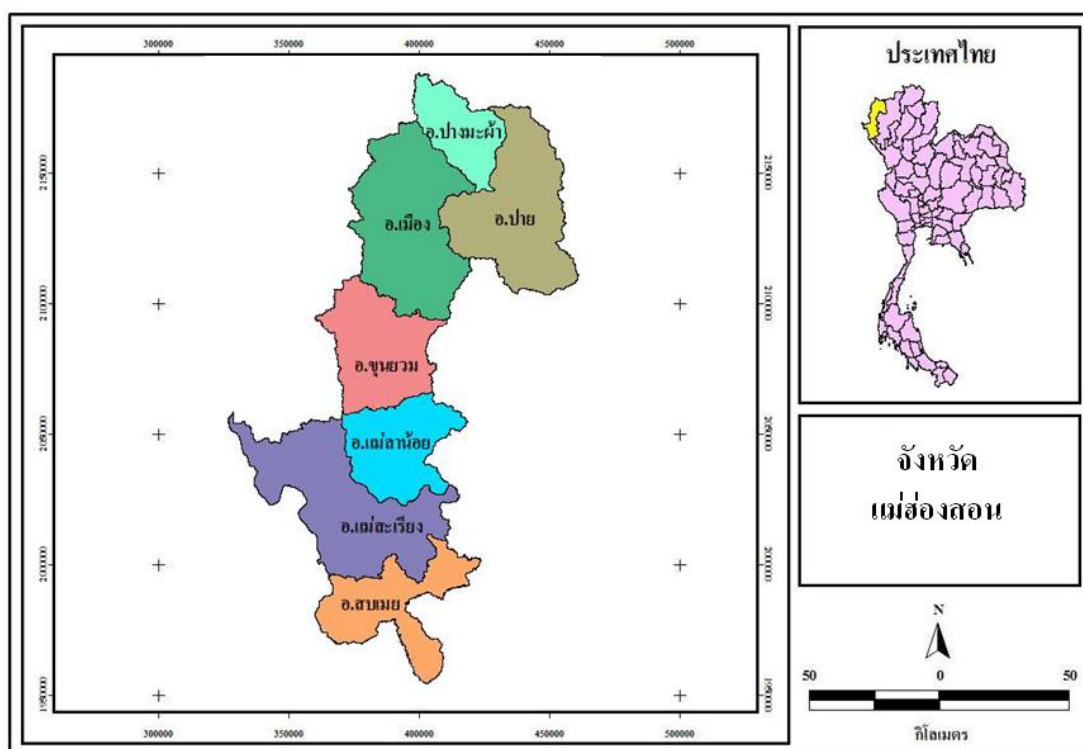
จากผลงานวิจัยโครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ” โดย ผศ.เสริมสุข บัวเจริญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้สร้างต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติที่ได้จากลม แสงแดด และน้ำ ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อให้แสงสว่างในชุมชนห่างไกล รวมถึงฐานปฏิบัติการทหาร ตามแนวชายแดนไทย พม่า ทั้งนี้โครงการได้ออกแบบและติดตั้งระบบพลังงานทดแทนตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยปัจจุบันได้ติดตั้งระบบพลังงานทดแทนให้กับฐานปฏิบัติการฯ หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 จำนวน 12 ฐาน และติดตั้งพลังงานทดแทนให้กับฐานปฏิบัติการฯ หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารราบที่ 7 จำนวน 14 ฐาน และหมู่บ้านตาม

โครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน 2 หมู่บ้าน รวมถึงการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนให้กับ หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารราบที่ 7 และกองกำกับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 33 จากผลการดำเนินงานพบว่า เทคโนโลยีการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบการเก็บและจ่ายกระแสไฟฟ้า รวมถึงการพัฒนาโคมไฟจากหลอด LED 12 โวลต์ จำเป็นต้องทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพและความคงทนของการใช้งาน โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล นอกจากนี้ความยั่งยืนของระบบพลังงานทดแทนที่ติดตั้งให้กับหมู่บ้านนั้น จะต้องอาศัยงานวิจัยกระบวนการความร่วมมือจากชุมชนและหน่วยงานทหารในพื้นที่ (เนื่องจากเป็นพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงานทหาร) ในการออกแบบและพัฒนาระบบพลังงานทดแทนร่วมกับนักวิจัย รวมถึงกระบวนการเรียนรู้ระบบที่นักวิจัยถ่ายทอดให้กับหน่วยงานทหารและชุมชนในพื้นที่ เพื่อที่จะสามารถบำรุงรักษาในระยะยาวได้ และการปลูกจิตสำนึกให้ชุมชนมีความพอเพียงในการใช้พลังงานที่ได้รับจากธรรมชาติ ที่สัมพันธ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

จากการสำรวจหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในอำเภอเมือง ปาย และปางมะผ้า ทั้งหมด 30 หมู่บ้าน พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ถึงแม้ว่าบางหมู่บ้านจะได้รับแผงโซลาร์เซลล์ ที่ติดตั้งในครัวเรือน แต่เกือบทั้งหมดไม่สามารถใช้งานได้ ด้วยสาเหตุมาจากอินเวอร์เตอร์เสีย และแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ ซึ่งชาวบ้านไม่มีงบประมาณที่จะซ่อมบำรุงได้เอง บางหมู่บ้านมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ แต่ปัจจุบันเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ โครงการ “พัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน” มุ่งเน้นที่จะพัฒนาและขยายผลงานวิจัยจากโครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ” ให้ครอบคลุมหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในการสร้างรูปธรรมการดำเนินงานในพื้นที่ให้บรรลุเป้าหมาย โดยโครงการนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ ที่ได้กระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ สามารถใช้ได้กับหลอดไฟ LED ที่ให้ความสว่างสูงแต่ใช้กระแสไฟต่ำ ซึ่งทำให้สามารถติดตั้งโคม LED ได้ทั่วทั้งหมู่บ้าน ทั้งทางสาธารณะ และที่อยู่อาศัย นอกจากนั้นการใช้อินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงกระแสไฟเป็นขนาด 220 โวลต์ เพื่อใช้กับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนให้กับโรงเรียน และที่สาธารณะของชุมชน เพื่อการรับชมข่าวสารและบันเทิงตามความเหมาะสม รวมถึงการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบพลังงานทดแทนที่นำไปติดตั้งเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและลงทุนของหน่วยงานอปท. สำหรับการขยายผลไปสู่ที่อื่นๆ ต่อไป

เพื่อเป็นการต่อยอดและขยายผลโครงการตามความต้องการและจำเป็นเร่งด่วนของพื้นที่ จึงได้มีการจัดทำโครงการ “พัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตาม

โครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน” ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อให้แสงสว่างในชุมชนห่างไกล รวมถึงฐานปฏิบัติการทหาร ตามแนวชายแดนไทย พม่า เพื่อให้การขยายผลครอบคลุมหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในการสร้างรูปธรรมการดำเนินงานในพื้นที่ให้บรรลุเป้าหมาย โดยโครงการนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ ที่ได้กระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ สามารถใช้ได้กับหลอดไฟ LED ที่ให้ความสว่างสูงแต่ใช้กระแสไฟต่ำ ซึ่งทำให้สามารถติดตั้งโคม LED ได้ทั่วทั้งหมู่บ้าน ทั้งทางสาธารณะ และที่อยู่อาศัย



ภาพที่ 1-1 แผนที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

1.2 วัตถุประสงค์

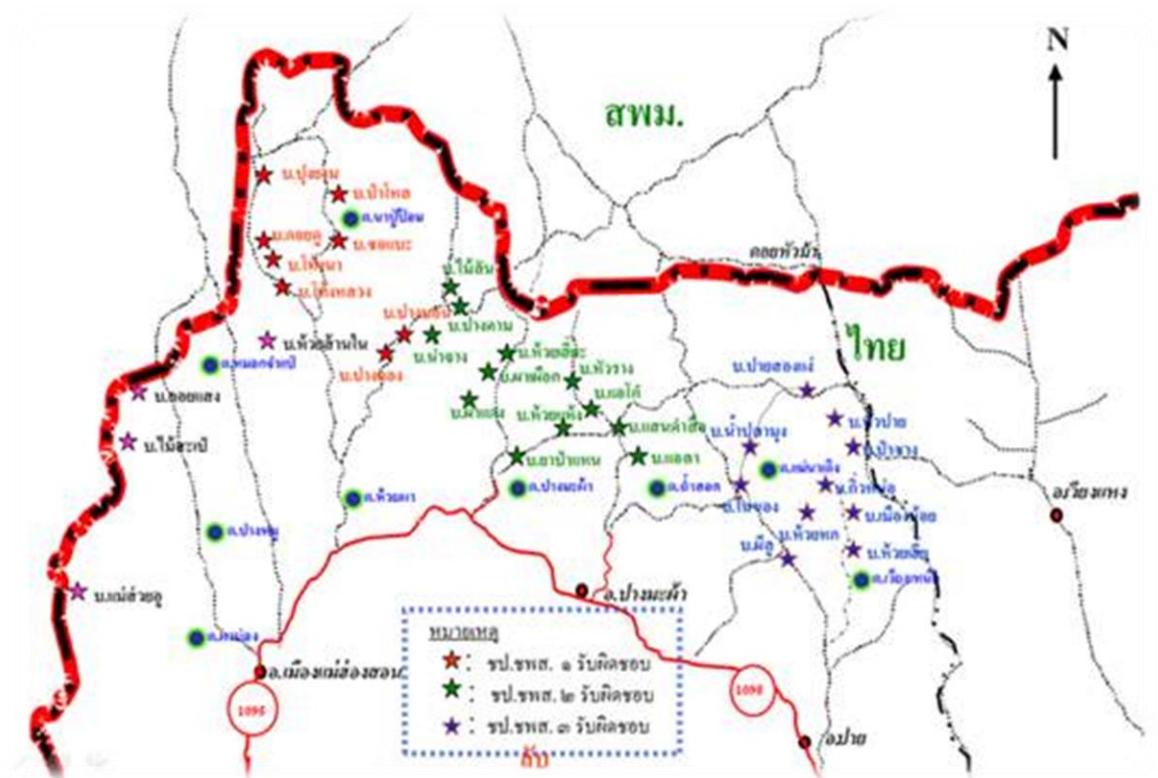
- 1) เพื่อศึกษาความต้องการ และปัญหาในการใช้พลังงานของชุมชน
- 2) เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ ที่ทนทานและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

- 3) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบพลังงานทดแทนที่นำไปติดตั้งเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการลงทุนและขยายผลไปสู่พื้นที่อื่น
- 4) เพื่อศึกษารูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหาร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กับชุมชนเป้าหมาย ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน และการบำรุงรักษา
- 5) เพื่อสร้างการเรียนรู้ของชุมชนในการใช้พลังงานทดแทนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง และประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจของชุมชน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่: 30 หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในพื้นที่อำเภอเมือง ปาย และปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ขอบเขตด้านเวลา: ระยะเวลาการดำเนินงาน 3 ปี



ภาพที่ 1-2 ที่ตั้งหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน

ตารางที่ 1 หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน
ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลำดับ	หมู่บ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	เชื้อชาติ/เผ่าพันธุ์
1	บ้านโทองหลวง	9	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
2	บ้านโทองนา	6	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
3	บ้านปงยาม	5	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
4	บ้านดอยคู	6	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
5	บ้านซอแบะ	8	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
6	บ้านป่าโหล	11	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
7	บ้านปางตอง	2	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
8	บ้านปางบอน	3	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
9	บ้านปางคาม	1	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
10	บ้านไม้ลัน	7	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
11	บ้านน้ำจาง	2	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
12	บ้านผาแดง	6	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
13	บ้านผาเผือก	10	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	มูเซอดำ
14	บ้านห้วยเสี้ยะ	8	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	มูเซอดำ
15	บ้านยาป่าแหน	5	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
16	บ้านห้วยแห้ง	6	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
17	บ้านแสนคำลือ	2	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
18	บ้านแอโก้	2	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
19	บ้านห้วยราง	6	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	ไทยใหญ่
20	บ้านแอลา	7	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	มูเซอแดง
21	บ้านเมืองน้อย	4	เวียงเหนือ	ปาย	กะเหรี่ยง,มูเซอ,ลีซอ
22	บ้านปายสองแฉ่	4	เวียงเหนือ	ปาย	มูเซอแดง
23	บ้านห้วยปาย	4	เวียงเหนือ	ปาย	มูเซอแดง
24	บ้านป่าซาง	4	เวียงเหนือ	ปาย	มูเซอแดง
25	บ้านห้วยหก	6	เวียงเหนือ	ปาย	กะเหรี่ยง
26	บ้านกิวหน่อ	9	เวียงเหนือ	ปาย	กะเหรี่ยง

ลำดับ	หมู่บ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	เชื้อชาติ/เผ่าพันธุ์
27	บ้านห้วยเฮี้ย	10	เวียงเหนือ	ปาย	กะเหรี่ยง
28	บ้านโนนทอง	9	แม่นาเติง	ปาย	มูเซอดำ
29	บ้านดอยผีลู	9	แม่นาเติง	ปาย	ลีซอ,จีนฮ่อ
30	บ้านน้ำปาลมุง	1	แม่นาเติง	ปาย	ลีซอ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

Output

ด้านการวิจัย

1. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน เศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ ความต้องการ และปัญหาของชุมชนด้านการใช้พลังงาน ที่สามารถวิเคราะห์ความต้องการของชุมชน รวมถึงการออกแบบพลังงานทดแทนเพื่อติดตั้งตามบริบทของพื้นที่
2. นวัตกรรมระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลม แสงแดด และน้ำที่ออกแบบตาม บริบทของพื้นที่
3. ข้อมูลประสิทธิภาพและผลการใช้งานของระบบพลังงานทดแทน รวมถึงต้นทุนการผลิตต่อ หน่วย
4. รูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหาร และหน่วยงานภาครัฐ อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กับชุมชนเป้าหมาย ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบ พลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน และการบำรุงรักษา
5. แนวทางการจัดการเรียนรู้ของชุมชนในการใช้พลังงานทดแทนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง
6. คู่มือการลงทุนการพัฒนาระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทนให้กับหมู่บ้านห่างไกล โดยเน้นการ ให้แสงสว่าง

ด้านการพัฒนา

1. เกิดรูปธรรมการดำเนินงานกิจกรรมของพื้นที่เป้าหมายที่เกิดจากผลงานวิจัยและ กระบวนการมีส่วนร่วมของหน่วยงานภาครัฐและชุมชนในพื้นที่
2. ศูนย์เรียนรู้พลังงานทดแทนของหน่วยงานความมั่นคงที่ได้รับการพัฒนาขีดความสามารถ ของกำลังพลในการผลิตและบำรุงรักษาระบบพลังงานทดแทน
3. เกิดเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาและใช้พลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคง ในพื้นที่ ตามแนวชายแดน จ. แม่ฮ่องสอน และเกิดเครือข่ายกำลังประชาชนในพื้นที่ เพื่อสร้าง ความมั่นคงตามแนวชายแดนให้กับประเทศ

Outcome

1. แนวทางการขยายผลงานไปสู่พื้นที่อื่นเพื่อเป้าหมายในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและความมั่นคงตามแนวชายแดน
2. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับชุมชนในพื้นที่ ในการร่วมมือกันอนุรักษ์สภาพแวดล้อมและดูแลพื้นที่เพื่อความมั่นคงของประเทศ

บทที่ 2

สภาพพื้นที่และความต้องการใช้พลังงานของชุมชน

จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยที่พื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงเป็นป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ โดยมีพื้นที่ป่าไม้ประมาณร้อยละ 88 ของพื้นที่จังหวัด หรือประมาณ 7 ล้านกว่าไร่ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีสภาพเป็นป่าไม้และเทือกเขาสลับซับซ้อนนี้ ได้มีราษฎรชาวไทยภูเขาอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากรวมทั้งสิ้น 8 เผ่า คือ กะเหรี่ยง (กะเหรี่ยงโปว์ และกะเหรี่ยงสะกอ) แม้ว (หรือม้ง) มูเซอร์ (มูเซอร์แดง และมูเซอร์ดำ) ไทยใหญ่ ลีซอ ปาดอง (หรือกะเหรี่ยงคอยาว) และจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพรมแดนติดต่อกับประเทศพม่า ทั้งทางบกและทางน้ำเป็นระยะทางยาวกว่า 326 กิโลเมตร ประชากรที่อาศัยอยู่ตามแนวตะเข็บชายแดนในฝั่งประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชุมชนปากะญอ ซึ่งชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณตะเข็บชายแดนของอำเภอขุนยวม อำเภอแม่สะเรียง อำเภอสบเมย และอำเภอแม่ลาน้อย จะประสบปัญหาเกี่ยวกับภาวะสงครามการสู้รบระหว่างกองกำลังทหารพม่า กองทัพกะเหรี่ยงพุทธประชาธิปไตย (DKBA) และสหภาพชาติพันธุ์กะเหรี่ยง (KNU) อีกทั้งประสบปัญหาเกี่ยวกับการทำลายทรัพยากรป่าไม้ แหล่งน้ำ รวมทั้งความมั่นคงตามแนวชายแดน อันเนื่องมาจากการอพยพเข้าออกของชนกลุ่มน้อย ทั้งนี้หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ซึ่งมีหน้าที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ ความมั่นคงตามแนวชายแดน ได้แก่ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 สาขาแม่สะเรียง กรมทหารพรานที่ 36 แม่สะเรียง ซึ่งหน่วยงานทั้ง 2 นี้ จะมีฐานปฏิบัติการย่อยกระจายอยู่ตามพื้นที่บริเวณชายแดน ซึ่งจากการสำรวจพบว่า ฐานปฏิบัติการย่อยต่างๆ เหล่านี้ขาดแคลนพลังงาน โดยทั่วไปฐานบางแห่งมีโซลาเซลล์ใช้ แต่ในช่วงฤดูฝนจะเกิดการขาดแคลนพลังงาน ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปได้ยากลำบาก และฐานบางแห่งไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ อย่างไรก็ตามพื้นที่ดังกล่าวพบว่ามีแหล่งน้ำธรรมชาติ รวมถึงพื้นที่บางแห่งเป็นพื้นที่รับกระแสลม ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะพัฒนาโครงการพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ให้กับหน่วยงานภาครัฐข้างต้น รวมทั้งการพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าวให้กับชุมชนใกล้เคียงกับฐานปฏิบัติการโดยมุ่งเน้นที่จะให้ชุมชนมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และการร่วมมือประสานระหว่างบุคลากรภาครัฐกับชุมชนในพื้นที่ เพื่อสร้างความสามัคคี และความสัมพันธ์อันดีซึ่งกันและกัน

โครงการได้ทำการศึกษาสภาพทั่วไปของหมู่บ้านและรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการใช้พลังงานของชุมชน โดยได้มีการสรุปข้อมูลในภาพรวมแยกเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ

- 1) ลักษณะสภาพทั่วไปของพื้นที่
- 2) ปัญหาและความต้องการใช้พลังงานทดแทน

2.1 ลักษณะสภาพทั่วไปของพื้นที่

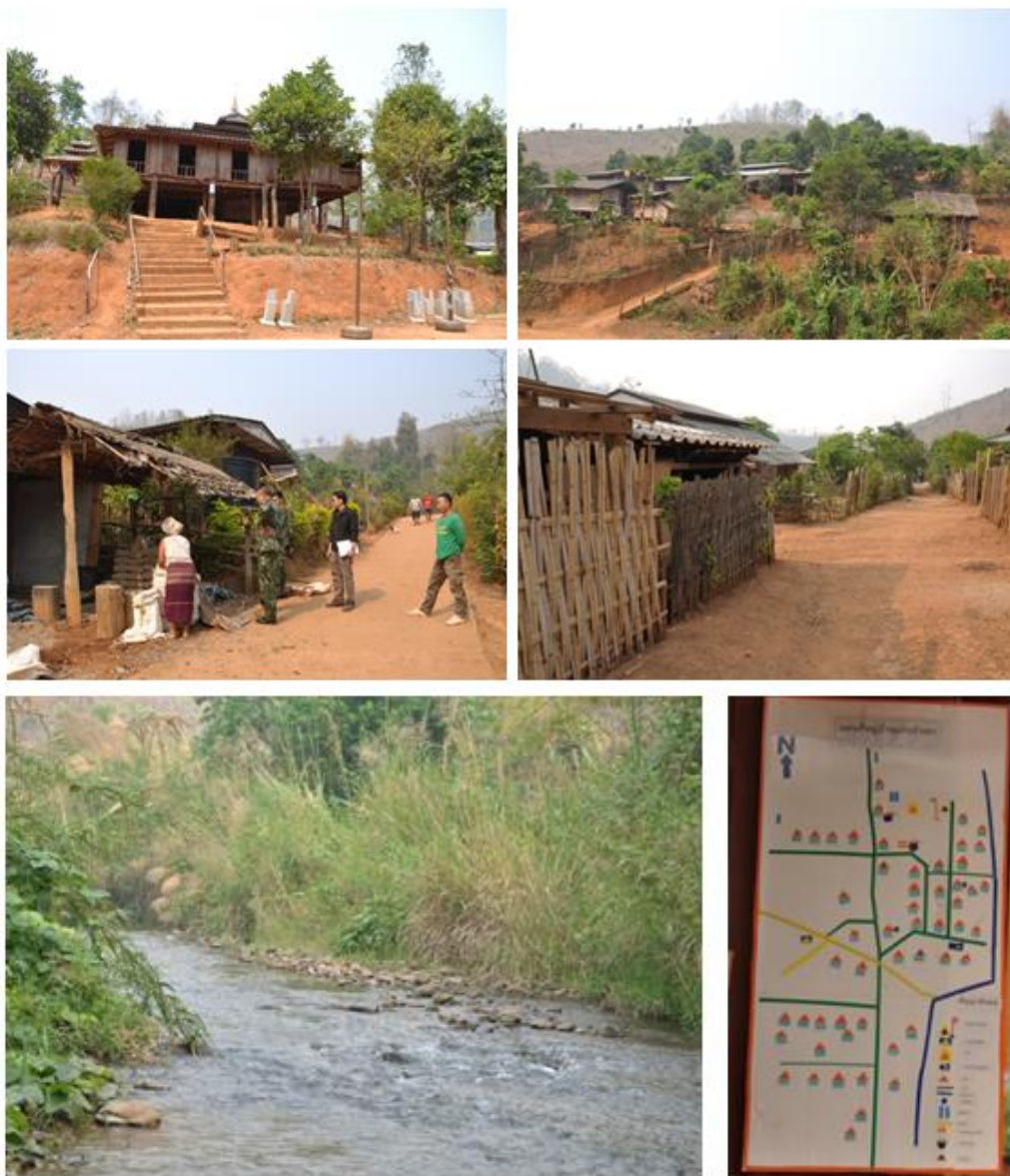
ลักษณะสภาพทั่วไปของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและในพื้นที่ขยายผลของโครงการรวม 30 หมู่บ้าน มีการตั้งถิ่นฐานอยู่บนพื้นที่ราบสูง บริเวณเชิงเขา และที่ราบลุ่มเชิงเขา บางชุมชนมีลำห้วยที่เป็นแหล่งน้ำสำหรับเกษตรกรรมที่สำคัญในพื้นที่ ที่อยู่อาศัยจะกระจุกตัวอยู่บริเวณสายหลักของหมู่บ้าน ส่วนใหญ่มีสัญชาติไทใหญ่ (ไต) ใช้ภาษาไตเป็นภาษาหลัก และมีชนเผ่าอื่นๆ ได้แก่ มูเซอร์แดง ชาวปะโอ ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ รองลงมาได้แก่ ผี และคริสต์ มีระบบสังคมแบบกึ่งเครือญาติ ในลักษณะอยู่ร่วมกันแบบครอบครัวใหญ่ทั้งเป็นญาติพี่น้องกันและไม่ใช้ญาติพี่น้อง ส่วนระบบการศึกษา และสาธารณสุข พบว่า มีเพียงบางหมู่บ้านเท่านั้น ทุกหมู่บ้านประกอบอาชีพเกษตรกรรมเพื่อบริโภคในครัวเรือนและจำหน่าย มีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ส้ม หอมแดง ข้าวโพด ถั่วแดง กระเทียม ข้าวไร่ และข้าวบาร์เลย์ รองลงมา ได้แก่ อาชีพรับจ้างทั้งภายในและนอกชุมชน ส่วนการค้าขายพบในบางหมู่บ้านที่มีพื้นที่ติดกับประเทศเมียนมาร์



ภาพที่ 2-1 สภาพทั่วไปของพื้นที่

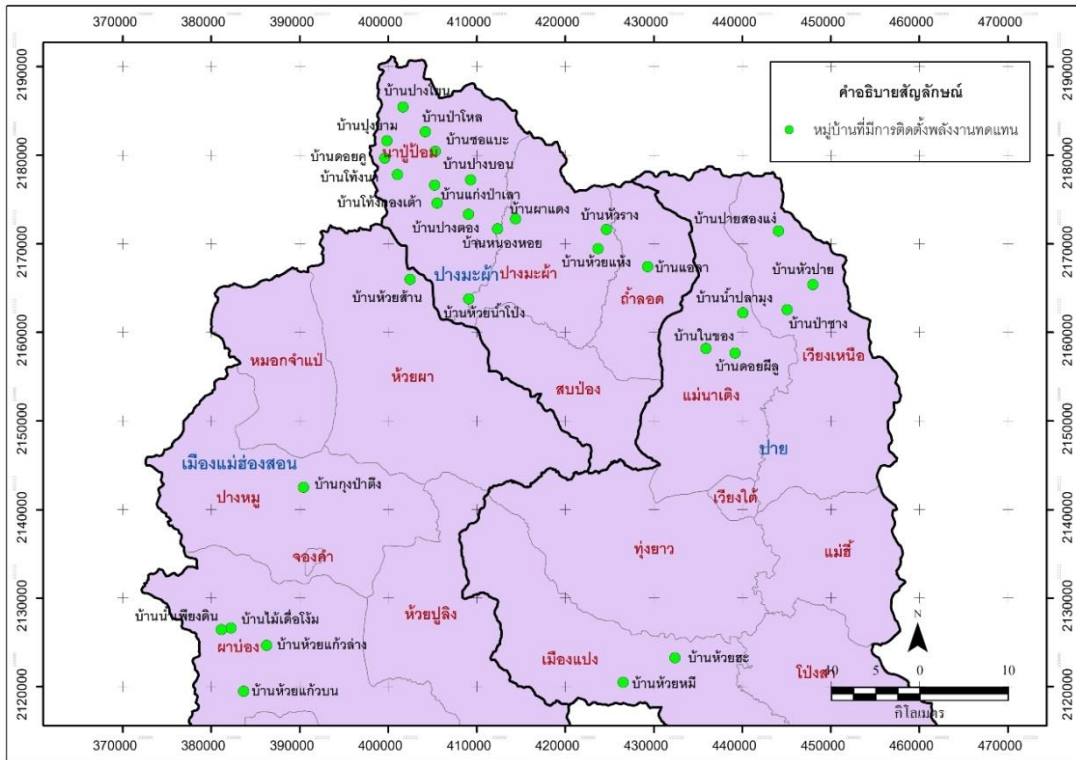
ชุมชนส่วนใหญ่มีสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ที่ควรได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีคุณภาพที่ได้มาตรฐาน แต่ลักษณะภูมิประเทศยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนา จากการสำรวจสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานทุกชุมชน ส่วนใหญ่มีระบบประปาภูเขา มีระบบไฟฟ้าใช้บางครัวเรือนโดยเป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนหรือโซลาร์โฮมที่ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงพลังงานเมื่อประมาณ 7-10 ปีก่อน ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานลดลงไปมาก อุปกรณ์และแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ แม้ว่าบางบ้านจะซื้อแบตเตอรี่ใหม่มาเปลี่ยนก็ไม่สามารถใช้ได้เต็มประสิทธิภาพ บางบ้านสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เพียงวันละ 20 นาที บางหมู่บ้านใช้การต่อเชื่อมสายไฟจากบ้านที่มีโซลาร์โฮมไปยังบ้านข้างเคียงที่ไม่มีแผงผลิต

กระแสไฟฟ้า แต่ก็ใช้งานได้น้อยเพราะเป็นการใช้ร่วมกันจากแผงโซลาร์โฮมແພງเดียว นอกจากนี้ชาวบ้านเกือบทั้งหมดใช้ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟมากหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไฟ 220 โวลต์ เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องเล่นวีซีดี ฯลฯ ทำให้กำลังไฟที่ผลิตได้ไม่พอใช้ และขาดแคลนมากในช่วงฤดูฝนที่มีแสงแดดน้อย แสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้ใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ส่วนกลางของหมู่บ้านส่วนใหญ่ยังไม่มีไฟ ส่วนกลางใช้ บางหมู่บ้านมีการติดตั้งแล้วแต่ไม่สามารถใช้งานได้จริงและไม่มีหน่วยงานเข้าไปดูแลซ่อมบำรุง และบางหมู่บ้านมีการทดลองผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ แต่ให้พลังงานไม่สม่ำเสมอและแหล่งน้ำอยู่ไกลจากหมู่บ้านมาก ส่วนสภาพถนนเป็นถนนดิน มีคอนกรีตบ้างเพียงบางช่วงที่ลาดชันมาก จึงเป็นอุปสรรคในการเดินทางโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ตู้โทรศัพท์สาธารณะมีอยู่ทุกหมู่บ้าน แต่บางตู้ไม่สามารถใช้งานได้ และไม่ได้รับการดูแลรักษาซ่อมบำรุงมานาน



ภาพที่ 2-2 สภาพพื้นที่และโครงสร้างพื้นฐาน

บริบทของพื้นที่กลุ่มหมู่บ้านพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 30 หมู่บ้าน อยู่ในเขตอำเภอปางมะผ้า อำเภอปาย มีพื้นที่เขตติดต่อกับประเทศพม่ามีสภาพเป็นป่าภูเขาสูงมีสันปันน้ำเป็นเส้นแบ่งเขต



ภาพที่ 2-3 แผนที่แสดงที่ตั้งของหมู่บ้านในโครงการ 30 หมู่บ้าน

เนื่องจากสภาพพื้นที่ตั้งของหมู่บ้านส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่ป่าร้อนชื้น บนภูเขาสูงต่ำสลับกัน ตั้งแต่ 800 – 1200 เมตรจากระดับน้ำทะเล บาง มีแหล่งน้ำจากภูเขามากในฤดูฝน และบริเวณที่ในหุบเขาที่สามารถรับแสงอาทิตย์ อยู่ห่างไกลจากสายส่งไฟฟ้าของแห่งมีกระแสลมท้องถิ่น รัฐบาล แต่บางหมู่บ้านสายส่งไฟฟ้า เริ่มขยายเข้าไปถึง สำหรับหมู่บ้านที่ยังไม่มีสายส่ง จะมีโครงการพลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ของรัฐบาล สำหรับครัวเรือนใช้แต่ยังไม่ทั่วถึง บางบ้านไม่สามารถใช้การได้ เนื่องจากความรู้ขั้นพื้นฐาน ในการใช้งาน เทคโนโลยีพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน ปัญหาที่ตามมาคือขาดการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เสียโอกาสในการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า เพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

จากการสำรวจบริบทของพื้นที่หมู่บ้าน พมพ. แบ่งเป็นประเด็นปัญหาดังนี้

- 1) ส่วนใหญ่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ถึงแม้ว่าบางหมู่บ้านจะได้รับแผงโซลาเซลล์ ที่ติดตั้งในครัวเรือน แต่เกือบทั้งหมดไม่สามารถใช้งานได้ ด้วยสาเหตุมาจากอินเวอร์เตอร์เสีย และแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ
- 2) ชาวบ้านไม่มีงบประมาณที่จะซ่อมบำรุงได้เอง บางหมู่บ้านมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ แต่ปัจจุบันเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้

- 3) กลุ่มหมู่บ้านพมพ. พื้นที่อำเภอปาย และอำเภอปางมะผ้า มีการบุกรุกทำลายป่าต้นน้ำค่อนข้างรุนแรงมีผลต่อปริมาณของน้ำที่ไม่เพียงพอ
- 4) บริเวณหมู่บ้านที่ตั้งในพื้นที่บนภูเขาสูง มีลมท้องถิ่น แต่จะมีลมกรรโชกในเวลากลางคืน มีความเร็วลมมากกว่า 15 เมตรต่อวินาที
- 5) สภาพที่ตั้งหมู่บ้านอยู่ในเขตป่าร้อนชื้น ใกล้จากสายส่งของการไฟฟ้า
- 6) ชาวบ้านเป็นชุมชนชาวไทยภูเขาซึ่งประกอบไปด้วย ไทยใหญ่ จีนฮ่อ ม้ง กะเหรี่ยง ลีซอ มูเซอร์ดำ มูเซอร์แดง มีความหลากหลายทางเผ่าพันธุ์ วัฒนธรรม ระดับความรู้ และการดำรงชีวิต
- 7) ขาดไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อความปลอดภัย และเพื่อการศึกษา

2.2 ปัญหาและความต้องการใช้พลังงานทดแทน

จากการลงสำรวจความต้องการจำเป็นและปัญหาในการใช้พลังงานทดแทนของชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย ร่วมกับกำลังพลของหน่วยเฉพาะกิจกรมทหารราบที่ 7 พบว่า ชาวบ้านส่วนหนึ่งมีไฟฟ้าใช้เองในครัวเรือนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ในบางหมู่บ้านมีระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากโครงการของกระทรวงพลังงานแต่ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากอุปกรณ์เสื่อมสภาพมีอายุใช้งานมากกว่า 7 ปี ชุมชนความต้องการไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับทางเดินในหมู่บ้าน เพื่อความปลอดภัยในการสัญจรตอนกลางคืน สำหรับเด็กและผู้ชรา ลักษณะพื้นที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและพลังงานลม ในมิติของการลงทุนเนื่องจากความไม่เสถียรของน้ำในหน้าแล้ง และลมซึ่งเป็นลมท้องถิ่น แต่ยังมีข้อดีที่ ถึงแม้สถานที่ตั้งหมู่บ้านจะอยู่ในที่ราบเชิงเขาแต่ยังมีพื้นที่ๆที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดวันไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง นักวิจัยจึงได้พัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ใน 3 อุปกรณ์ คือ ปรับปรุงประสิทธิภาพของกังหันน้ำขนาด 2 kW เพื่อรองรับความไม่เสถียรของน้ำ ปรับปรุงโครงสร้างใบกังหันลมให้สามารถต้านทานแรงลมได้ในกรณีบนภูเขาสูงเมื่อมีลมกรรโชก ปรับปรุงและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างแรงดันต่ำจากโซลาเซลล์

ปัญหาและความต้องการของชุมชน เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงระดับคุณภาพชีวิต ทุกชุมชนยังคงมีปัญหาด้านความต้องการในการปรับปรุงด้านสาธารณูปโภค โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าที่ยังคงเป็นปัญหาและความต้องการ หมู่บ้านส่วนใหญ่นอกจากมีความต้องการไฟฟ้าในครัวเรือนแล้ว พื้นที่สาธารณะ เช่น ถนน ลานกิจกรรม หรือลานเอนกประสงค์ของหมู่บ้านก็เป็นสิ่งที่ชุมชนถือว่ามีความจำเป็นในการใช้แสงสว่างสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ

การขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภค บริโภคที่ไม่เพียงพอ รวมถึงคุณภาพของน้ำที่ควรจะมีระบบการผลิตที่สุขลักษณะได้มาตรฐาน ส่วนแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรบางหมู่บ้านมีปัญหามากโดยเฉพาะฤดูแล้ง ที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้ตลอดทั้งปี และเกิดปัญหาหลังการติดตั้งกังหันน้ำเพื่อผลิตพลังงานทดแทน เนื่องจากระดับน้ำในหน้าแล้งไม่สูงและมีแรงส่งพอที่จะผลิตพลังงาน และในฤดูน้ำหลากก็ต้องขนย้ายกังหันน้ำขึ้นไว้บนฝั่งเพื่อป้องกันกระแสน้ำพัดกังหันน้ำหลุดพังเสียหาย

นอกจากนี้การสำรวจยังพบปัญหาการจัดการด้านระบบสาธารณูปโภค อื่นๆ เช่น ขาดการจัดการขยะที่สุขลักษณะในชุมชน หอกระจายข้าวของหมู่บ้านที่ไม่มีประสิทธิภาพ และโทรศัพท์สาธารณะที่ใช้การไม่ได้

ปัญหาหลักๆ คือ การเข้าถึงบริการสาธารณะและการได้รับการสนับสนุนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภค เนื่องจากการตั้งถิ่นฐานของชุมชนอยู่บริเวณเนินเขาลาดชันของภูเขา ห่างไกลจากเส้นทางคมนาคมหลัก ต้องใช้เวลาในการเดินทางมาก และเดินทางยากลำบากในฤดูฝน การพยายามใช้พลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าพบข้อจำกัด เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นแอ่งหุบเขา เป็นสาเหตุให้อับลม แหล่งน้ำที่มีอยู่ก็มีความผันผวนของระดับน้ำและกระแสน้ำ และแหล่งน้ำอยู่ห่างไกลจากชุมชน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงจำกัดอยู่ที่พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก



ภาพที่ 2-4 การสอบถามปัญหา ความต้องการและความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการของชุมชน

จากการดำเนินการโครงการที่ได้มีการสำรวจพื้นที่หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและในพื้นที่ขยายผลของโครงการ โดยทำการสำรวจพื้นที่ทั้งหมด 43 หมู่บ้าน พบหมู่บ้านที่มีไฟฟ้าใช้แล้วจากไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและไฟฟ้าพลังน้ำจำนวน 13 หมู่บ้าน จึงได้ทำการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างจากพลังงานทดแทนในบริเวณถนนสาธารณะสายหลักของหมู่บ้านและแยกต่อโคมส่องสว่างใช้ในแต่ละครัวเรือน จำนวน 30 หมู่บ้านตาม

เป้าหมายของโครงการ โดยการมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยหน่วยทหารและชุมชนในการพัฒนาติดตั้งระบบแสงสว่างสำหรับไฟส่องทางเดินในหมู่บ้านและครัวเรือน มีรายชื่อหมู่บ้านแสดงดังนี้

ตาราง 2-1 แสดงการดำเนินการสำรวจและติดตั้งระบบไฟส่องสว่างพลังงานทดแทน

ลำดับ	หมู่บ้าน	หมู่	ตำบล	อำเภอ	สำรวจพื้นที่	ติดตั้งระบบ
1	บ้านโทองนา	6	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
2	บ้านปงยาม	5	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
3	บ้านดอยคุด	6	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
4	บ้านโทองหลวง	9	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
5	บ้านซอแบะ	8	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
6	บ้านป่าโหล	11	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
7	บ้านปางตอง	2	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
8	บ้านปางบอน	3	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
9	บ้านปางคาม	1	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
10	บ้านไม้ลั่น	7	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
11	บ้านน้ำจาง	2	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าพลังน้ำ
12	บ้านผาแดง	6	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	✓
13	บ้านผาเผือก	10	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
14	บ้านห้วยเฮี้ยะ	8	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
15	บ้านยาป่าแหน	5	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
16	บ้านห้วยแห้ง	6	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	✓	✓
17	บ้านแสนคำลือ	2	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
18	บ้านแอโก้	2	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
19	บ้านห้วยราง	6	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	✓	✓
20	บ้านแอลา	7	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	✓	✓
21	บ้านเมืองน้อย	4	เวียงเหนือ	ปาย	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
22	บ้านปายสองแฉ่	4	เวียงเหนือ	ปาย	✓	✓

ลำดับ	หมู่บ้าน	หมู่	ตำบล	อำเภอ	สำรวจพื้นที่	ติดตั้งระบบ
23	บ้านหัวปาย	4	เวียงเหนือ	ปาย	✓	✓
24	บ้านป่าซาง	4	เวียงเหนือ	ปาย	✓	✓
25	บ้านห้วยหก	6	เวียงเหนือ	ปาย	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
26	บ้านก๊วหน่อ	9	เวียงเหนือ	ปาย	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
27	บ้านห้วยเฮี้ย	10	เวียงเหนือ	ปาย	✓	มีไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
28	บ้านในทอง	9	แม่นาเติง	ปาย	✓	✓
29	บ้านดอยผีลู	9	แม่นาเติง	ปาย	✓	✓
30	บ้านน้ำปาลามุง	1	แม่นาเติง	ปาย	✓	✓
31	บ้านกุงป่าตึง	2	ปางหมู	เมือง	✓	✓
32	บ้านโถ้งกองเต้า	10	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
33	บ้านแก่งป่าเลา		นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
34	บ้านห้วยส้านใน	8	ห้วยผา	เมือง	✓	✓
35	บ้านปางโยน		นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
36	บ้านห้วยแก่งล่าง		ผาบ่อง	เมือง	✓	✓
37	บ้านห้วยน้ำโป่ง		นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
38	บ้านหนองหอย		นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	✓	✓
39	บ้านห้วยแก้วบน		ผาบ่อง	เมือง	✓	✓
40	บ้านน้ำเพียงดิน		ผาบ่อง	เมือง	✓	✓
41	บ้านไม้เตื่อโง้ม		ผาบ่อง	เมือง	✓	✓
42	บ้านห้วยหมี่ศรี สวัสดิ์		เมืองแปง	ปาย	✓	✓
43	บ้านห้วยฮะ		เมืองแปง	ปาย	✓	✓
สรุปการดำเนินโครงการฯ					ทำการสำรวจทั้งหมด 43 จุด	ทำการติดตั้งไฟฟ้าพลังงานทดแทน 30 จุด พบหมู่บ้านที่มีไฟฟ้าใช้ อยู่แล้ว 13 จุด

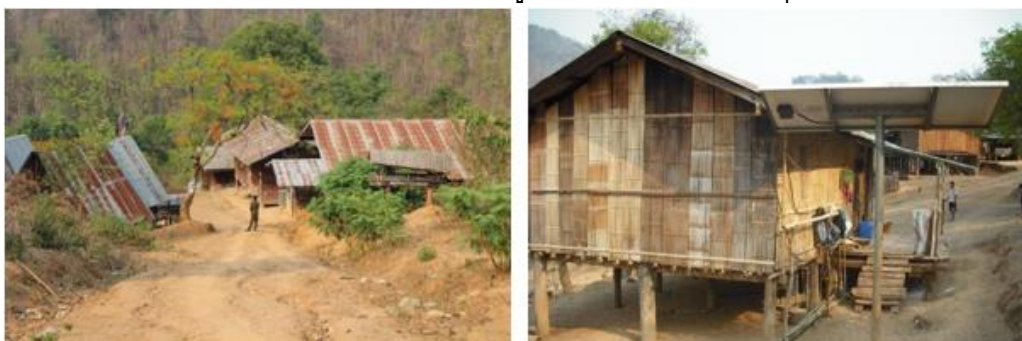
การประเมินความพร้อมและความต้องการของชุมชนต่อโครงการ

- 1) ชุมชนมีความพร้อมสามารถรองรับโครงการได้ และมีความต้องการไฟฟ้าส่องสว่างในพื้นที่ส่วนกลางของชุมชน
- 2) ชุมชนยินยอมให้นำแผงผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากส่วนกลางมาปรับปรุงใช้งานได้
- 3) มีความพร้อมในการเปิดรับองค์ความรู้ และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลรักษาระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่ติดตั้งให้

ทุกหมู่บ้านมีความต้องการการใช้พลังงาน แต่ทั้งนี้โอกาสและการสนับสนุนการใช้พลังงานของหมู่บ้าน ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ เช่นบางหมู่บ้านเป็นพื้นที่ราบเชิงเขาหรือมีพื้นที่ราบในขนาดที่เหมาะสมต่อการติดตั้งอุปกรณ์การรับแดด แสงลม และการไหลของน้ำ เป็นต้น ปัจจัยนี้จะสามารถยกระดับโครงสร้างพื้นฐานชุมชนได้ นอกจากศักยภาพทางด้านที่ตั้งแล้ว สิ่งสำคัญที่เป็นโอกาสในพัฒนาด้านการใช้พลังงานของหมู่บ้าน คือ การมีส่วนร่วมความร่วมมือกันภายในชุมชน ซึ่งจะ เป็นพื้นฐานสำคัญในการต่อยอดการพัฒนาการใช้พลังงานของหมู่บ้านต่อไป ความพร้อมแต่ละหมู่บ้าน ส่วนใหญ่เกิดจากผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบแต่ละเขตในพื้นที่ที่มีการประสานงาน ลงมือปฏิบัติ การดูแลรักษาของอาสาสมัครหรือคนในชุมชน และพร้อมให้ความร่วมมือกับคณะทำงานอย่างเต็มที่

จากการจัดประชาคมหมู่บ้านในพื้นที่เป้าหมายของโครงการพบว่า ชุมชนมีความพร้อม สามารถรองรับโครงการได้ และมีความต้องการไฟฟ้าส่องสว่างในพื้นที่ส่วนกลางของชุมชน ได้แก่ ถนน และลานกิจกรรม รวมถึงการจัดการเรื่องการกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงหน้าแล้ง รวมทั้งพร้อมเปิดรับองค์ความรู้ด้านเกษตรกรรมทางเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ ทั้งนี้ชุมชนยินยอมให้นำแผงผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จากส่วนกลางมาปรับปรุงใช้งานได้ โดยในส่วนของกายภาพชุมชน มีถนนเส้นหลักของหมู่บ้านซึ่งอาคารส่วนใหญ่เกาะตัวติดตามแนวถนนเป็นหลัก ชุมชนมีหอย่อมบ้านหลัก และย่อยกระจายตัวออกไป โดยหอย่อมบ้านหลักมีบ้านของผู้นำชุมชนเป็นศูนย์กลางในการประกอบ กิจกรรมของชุมชน

ทั้งนี้ความยั่งยืนของการพัฒนา คือ การมอบองค์ความรู้ให้แก่ชุมชนในการบริหารจัดการดูแลระบบสาธารณูปโภคร่วมกัน ทั้งนี้ชุมชนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในวิธีการจัดการกักเก็บน้ำ การดูแลรักษา ระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ หรือขาดการดูแลอย่างต่อเนื่อง ขาดอุปกรณ์เพิ่มเติม เป็นต้น



ภาพที่ 2-5 ลักษณะพื้นที่และโซล่าโฮมที่ใช้ในปัจจุบัน

บทที่ 3

การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้า พลังงานธรรมชาติ

โครงการ “พัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน” มุ่งเน้นที่จะพัฒนาและขยายผลงานวิจัยจากโครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ” ให้ครอบคลุมหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน ในการสร้างรูปธรรมการดำเนินงานในพื้นที่ให้บรรลุเป้าหมาย

การศึกษา และวิเคราะห์การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติทดแทนที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจึงมีบทบาทสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติที่ทนทานและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมถึงการคำนึงระบบพลังงานทดแทนที่นำไปติดตั้ง จะสามารถเป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการลงทุนและขยายผลไปสู่พื้นที่อื่น

3.1 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่

นักวิจัยได้ถอดบทเรียนจากงานวิจัยเดิมการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและบริบทจากพื้นที่ พบว่าในการพัฒนาประสิทธิภาพเทคโนโลยีที่ถูกเลือกเชิงกระบวนการซึ่งจะให้น้ำหนักอยู่บนฐานการเรียนรู้(Knowledge Base)ที่นักวิจัยพัฒนาให้กับชุมชนเพื่อสร้างความยั่งยืนในมิติดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพของการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี จะพิจารณาจากทฤษฎีและความพร้อมของปัจจัยในพื้นที่ร่วมกับชุมชนและเครือข่ายเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจร่วมกัน

การพัฒนาประสิทธิภาพของกังหันลมกับบริบทของพื้นที่หมู่บ้าน พมพ.เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการที่จะตัดสินใจเลือกใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแสงสว่างในชุมชน นักวิจัยได้พิจารณาจากข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1 ทฤษฎีพลังงานลม

สมการพื้นฐานในการหา กำลังของลม

3

$$\text{Power in the Wind} = \frac{1}{2} \rho A V^3 \dots\dots\dots$$

(1)

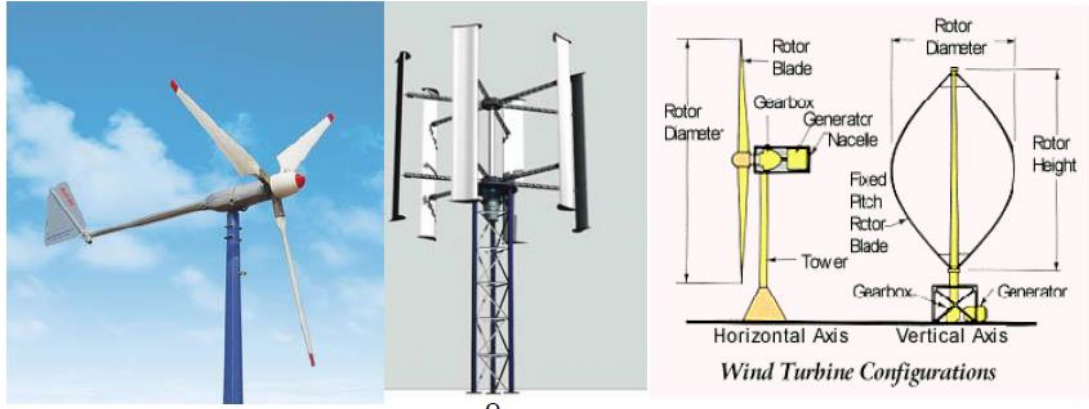
เมื่อกำลังของลม Power in the Wind

(มีหน่วยเป็นN-m/sec =

Watt)

ρ คือความหนาแน่นของอากาศ (มีหน่วยเป็น kg/m³)

A คือพื้นที่ของใบกังหันลม (มีหน่วยเป็น m^2)
V คือความเร็วลม (มีหน่วยเป็น V^3)



ภาพที่ 3-1 กังหันลมใบพัดแนวตั้งและใบพัดแนวนอน

ที่มา : <http://www.mastertower.com/neeproducts.htm>

พลังงานลมถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกลของแกนหมุนกังหันลม มวลของอากาศที่ปะทะเข้ากับใบกังหันจะเคลื่อนที่ช้าลง ในทางปฏิบัติแล้วพลังงานจากลมไม่สามารถถ่ายเทให้กับกังหันลมได้ทั้งหมด ซึ่งถ้าเกิดขึ้นจริง จะหมายความว่ามวลของอากาศที่ปะทะเข้ากับใบกังหันจะต้องหยุดสนิทอยู่กับที่บริเวณพื้นที่หน้าตัดของใบกังหันทั้งหมด สมการที่ (2) ใช้ในการอธิบาย พลังงานทั้งหมดที่กังหันลมสามารถเปลี่ยนรูปได้จากพลังงานลม(Siegfried, 1998)

$$P_{wt} = P_w \quad C_p = \frac{P}{\frac{1}{2} A_R V^3} C_p \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ P_{wt} คือ กำลังของกังหันลม (w)

C_p คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะของกังหันลม

A_R คือ พื้นที่กวาดของใบกังหัน (m^2)

ปริมาณไฟฟ้าที่กังหันลมจะผลิตได้ขึ้นอยู่กับ 3 ตัวแปร

- 1) ความเร็วลม (Wind speed) หมายความว่า กำลังของกังหันลมจะแปรไปตามปริมาตรของความเร็วม นั่นคือ ถ้าความเร็วลมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จะให้กำลังหรือพลังงานเพิ่มเป็น 8 เท่า
- 2) ประสิทธิภาพของกังหันลมที่สามารถรับลมผลิตไฟฟ้าได้ ประมาณ 98% (HAWT)
- 3) ที่ทางการรับลมของกังหันลม ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งกังหันลม

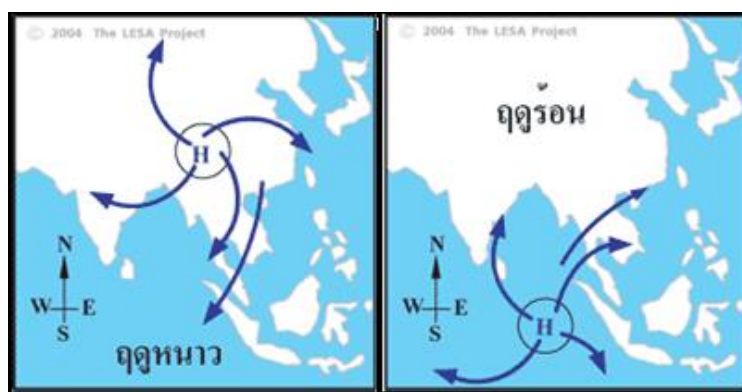
3.1.2 พฤติกรรมของลมตามบริบทพื้นที่

พื้นที่ตั้งของหมู่บ้าน พมพ.ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในพื้นที่ราบเชิงเขา หลายหมู่บ้าน รายล้อมด้วยภูเขาสูงต่ำ ลักษณะของลมที่เกิดขึ้นจะเป็นลม ตามฤดูกาล และลมท้องถิ่นเป็นลมตามเวลา จากข้อมูลอ้างอิง กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544)

ลมประจำฤดู

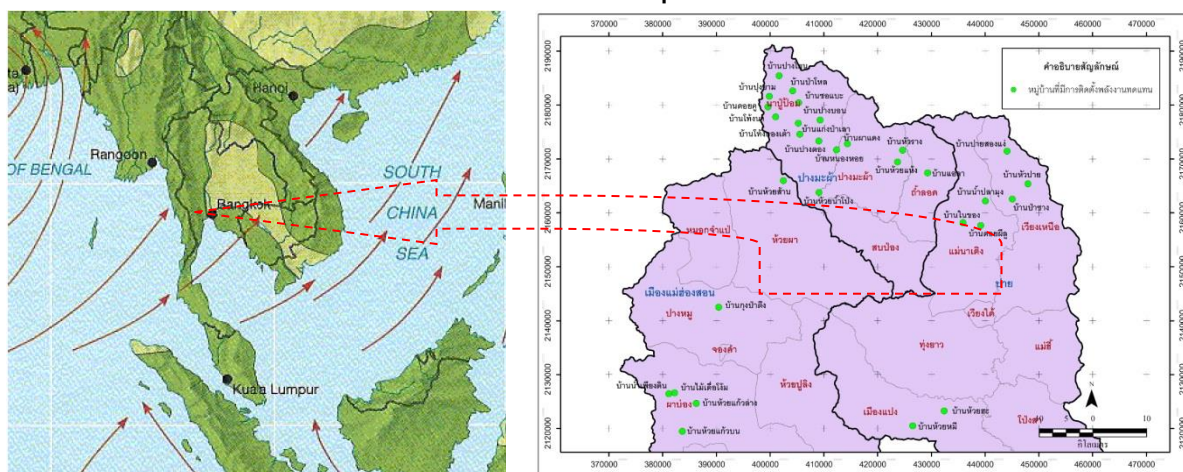
ลมประจำฤดูหรือลมประจำฤดูกาล เป็นลมที่พัดเป่ล มรสุมเปลี่ยนทิศทางตามฤดู เรียกว่าลมมรสุม สำหรับลมมรสุมจัดว่า เป็นลมที่มีความสำคัญมาก ถ้าสามารถศึกษาและสังเกตของช่วงระยะเวลาที่เกิดขึ้นได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานทดแทนได้มาก ลมมรสุมในประเทศไทยแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

- 1) ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ลมมรสุม"ฤดูหนาว"
- 2) ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ลมมรสุมฤดูร้อน"



ภาพที่ 3-2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนจะได้รับอิทธิพลจาก ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 3-3 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

ในช่วงเดือนมีนาคม – ตุลาคม อากาศบริเวณตอนกลางทวีปมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือมหาสมุทรอินเดีย อากาศร้อนยกตัวพัดเข้าหาแผ่นดินใจกลางทวีป ในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา (ไซโคลน) ทำให้เกิด “ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้” เมื่ออากาศชั้นปะทะเข้ากับชายฝั่งและภูมิประเทศซึ่ง เป็นภูเขา มันจะยกตัวอย่างรวดเร็วและควบแน่น ทำให้เกิดเมฆและพายุฝนฟ้าคะนอง

ลมประจำเวลา

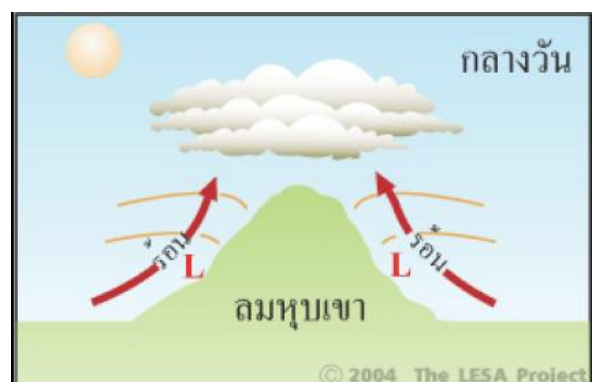
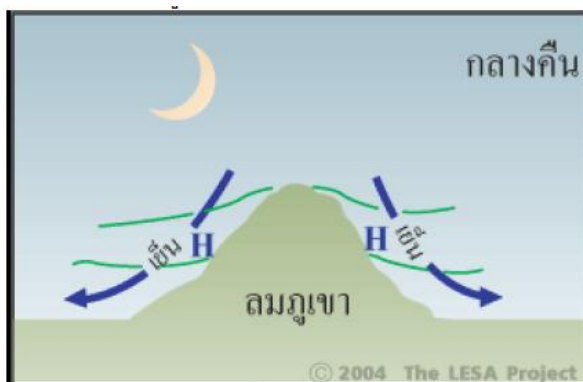
ลมประจำเวลา เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ ระหว่าง 2 บริเวณ ในระยะสั้นๆได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา และลมหุบเขา พื้นที่ของหมู่บ้าน พมพ. จะได้รับอิทธิพลจาก ลมประจำเวลาด้วยเช่นกันส่วนใหญ่จะเป็น ลมภูเขาและลมหุบเขา

ลมภูเขา (Mountain Breeze)

ลมภูเขาหรือลมพัดลงลาดเขา เป็นลมเฉื่อยที่พัดตามแดนภูเขาในเวลากลางคืน กล่าวคือมวลอากาศที่อยู่ตามหุบเขา มีพีชธรรมชาติชั้นอยู่อย่างหนาแน่นกว่าบนไหล่เขาที่สูงขึ้นไป จึงทำให้อากาศเหนือหุบเขาอุ่นกว่าและลอยตัวสูงขึ้นกอบปรักภูมิอากาศตามไหล่เขา และยอดเขาลดต่ำลงอย่างรวดเร็วทำให้มวลอากาศตามไหล่เขาและยอดเขาเย็นลงและมีน้ำหนักเคลื่อนที่ลงสู่หุบเขาตามอำนาจการดึงดูดของโลก

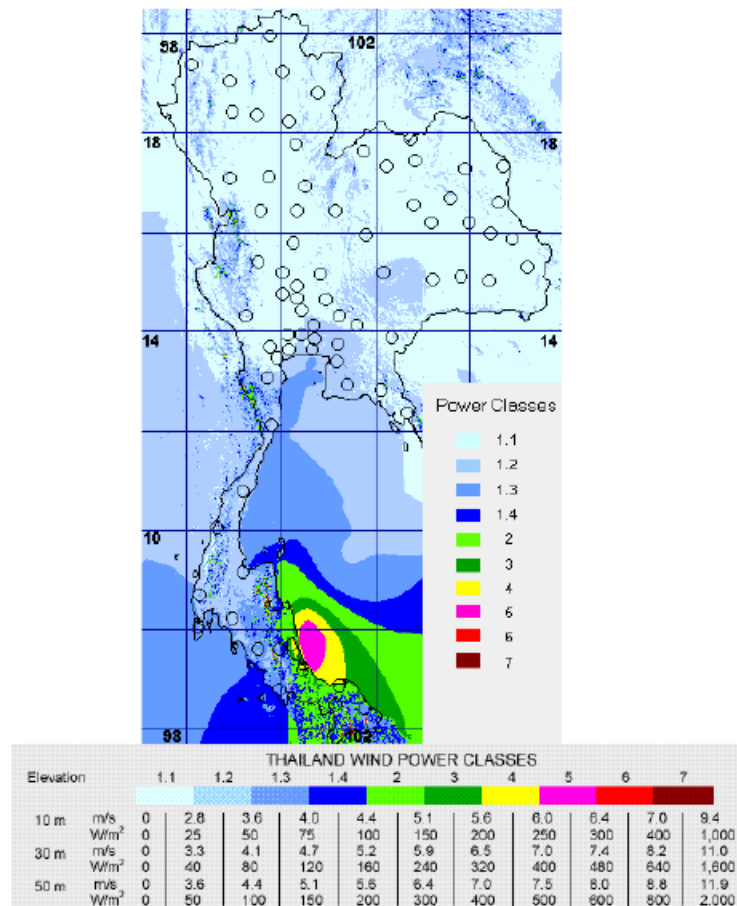
ลมหุบเขา (Valley Breeze)

ลมหุบเขาหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ลมพัดขึ้นลาดเขา” เป็นลมพัดในตอนกลางวันและช่วยลดอุณหภูมิที่ร้อนอบอ้าว จะเกิดความแตกต่างของมวลอากาศ มีปรากฏระหว่างหุบเขากับยอดเขาสูง กล่าวคือในตอนกลางวันตามไหล่เขาและยอดเขาสูง ซึ่งมีพืชพรรณธรรมชาติปกคลุมอยู่น้อยมาก และมีโขดหินใหญ่น้อยปรากฏกระจายทั่วไปส่งผลให้ดูดซับความร้อนได้ดีและรวดเร็วกว่าหุบเขาซึ่งทำให้อากาศเหนือพื้นผิวยอดเขาลอยตัวสูงขึ้นและมีมวลอากาศเย็นเบื้องล่างเคลื่อนที่ไปแทน ซึ่งทำให้เกิดลมหุบเขาขึ้น



ภาพที่ 3-4 ทิศทางของลมภูเขาและลมหุบเขา

แหล่งที่มีศักยภาพลมของภาคเหนือตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน จะมีความเร็วลมอยู่ประมาณ 4.4 เมตร/วินาที ที่ความสูงระดับ 50 เมตร



ภาพที่ 3-5 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมช่วงลมสงบ -เฉลี่ยรายปี

3.1.3 ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าของกังหันลม

จากข้อมูลข้างต้นนักวิจัยได้ออกแบบกังหันลมที่เหมาะสมกับพื้นที่ และสภาพลม เป็นกังหันลมแนวตั้ง (VAWT) ที่สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง ใช้ความเร็วลมไม่มาก เป็นกังหันลมรอบต่ำ ขนาด 200 วัตต์ แต่ประสิทธิภาพจะต่ำกว่ากังหันลมแนวนอนที่รอบการหมุนจะสูงกว่า และเสริมความทนทานของโครงสร้างให้ทนต่อลมกรรโชกหรือผันผวนจากสภาพของหุบเขา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สราวุธ วังพลับ และสราวุธ สุขเจริญ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างกังหันลมแกนตั้ง ผลการวิจัยกล่าวว่า การออกแบบและสร้างกังหันลมแกนตั้ง อัตราความเร็วรอบต่ำ สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้วัสดุเป็นเหล็กเกือบทุกส่วนสามารถหมุน

ด้วยอัตราความเร็วรอบสูงได้โดยไม่เกิดความเสียหาย แต่พบว่ากังหันลมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่ำ คือประมาณ 3-6 % และอัตราเร็วค่อนข้างช้าอันเนื่องมาจากปัจจัยลม สถานที่ตั้ง และน้ำหนัก

3.2 การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ

ในการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติที่ทนทานและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจะเป็นส่วนในการคิดค้นการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติที่เหมาะสมต่อบริบทสภาพพื้นที่ และกลุ่มผู้ใช้ ซึ่งตลอดระยะเวลาการดำเนินงานของโครงการได้มีการทดลอง ปรับเปลี่ยนระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งจากพลังงานลม แสงแดด และน้ำที่ออกแบบตามบริบทของพื้นที่เพื่อให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติที่ทนทานและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ชุมชนในหมู่บ้านห่างไกลได้รับประโยชน์สูงสุดการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติใน 3 ระยะตามการดำเนินงานของโครงการดังนี้

3.2.1 ระยะที่ 1 การออกแบบโคมไฟ LED สำหรับถนนและภายในครัวเรือน

คณะวิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับออกแบบระบบไฟแสงสว่างจากหลอด LED ที่ใช้กับแหล่งพลังงานทดแทน เช่น โซลาร์เซลล์ พลังงานน้ำ หรือพลังงานลม โดยเน้นที่จะใช้ระบบไฟ 12 V โดยใช้วัสดุภายในประเทศ ซ่อมบำรุงรักษาง่าย ได้มาตรฐาน กินไฟน้อย LED ที่ใช้คณะวิจัยเลือกใช้ LED 2 ชนิด ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโคมไฟที่ชาวบ้านสามารถหาได้ในท้องถิ่น

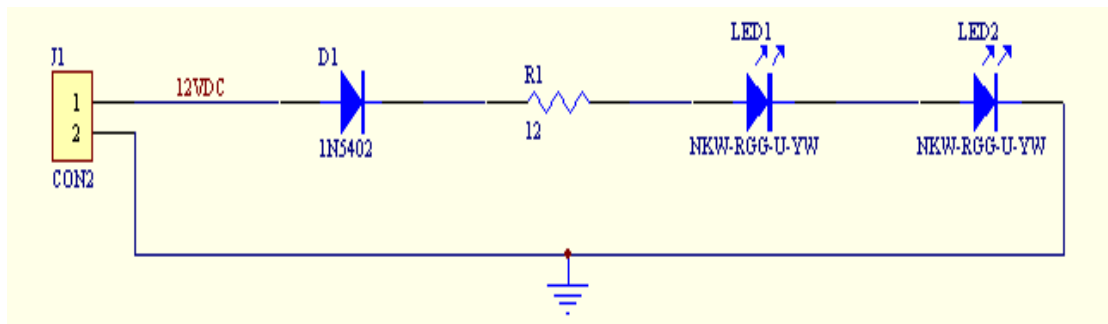
ในการออกแบบความสว่างโคมไฟ จะต้องมีการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 2.1 lx , ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง $E_{min}/E_{av} > 1/2.5$, $E_{min}/E_{max} > 1/6$ ตามเกณฑ์การส่องสว่างไฟถนนของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยที่จะต้องพิจารณาดังนี้

- 1) การต่อวงจรขับแรงดันไฟฟ้าจุดหลอด LED
- 2) ค่าการส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน
- 3) ค่าความเชื่อมั่นประสิทธิภาพของโคมไฟในช่วงอายุการใช้งาน
- 4) ปริมาณการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของหลอด LED ที่เลือกใช้
- 5) การติดตั้งและการบำรุงรักษา
- 6) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน

การต่อวงจรขับแรงดันและกระแสไฟฟ้าจุดหลอด LED ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ดังนี้

- 1) การออกแบบวงจรโคม LED สำหรับใช้ภายในบ้าน

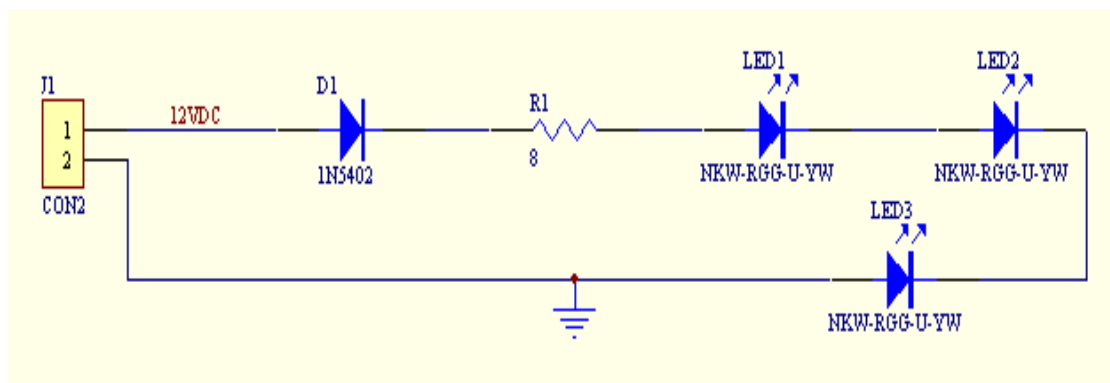
ในการออกแบบระบบแสงสว่างภายในบ้านโดยใช้โคมไฟ LED นั้น ผู้วิจัยได้กำหนดใช้ Power LED จำนวน 2 ดวงต่อแบบอนุกรม และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานประมาณ 4.2W ที่แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC โดยวงจรที่ออกแบบแสดงดังภาพ



ภาพ 3-6 วงจรโคมไฟ LED สำหรับใช้ภายในบ้าน

2) การออกแบบวงจรโคมLED สำหรับใช้เป็นไฟส่องถนน

ในการออกแบบระบบแสงสว่างภายในบ้านโดยใช้โคมไฟ LED นั้น ผู้วิจัยได้กำหนดใช้ Power LED จำนวน 2 ดวงต่อแบบอนุกรม และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานประมาณ 4.2 W แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC เช่นเดียวกับวงจรที่ 1 โดยวงจรที่ออกแบบแสดงดังภาพ



ภาพ 3-7 วงจรโคมไฟ LED สำหรับใช้เป็นไฟส่องถนน

จากรูปวงจรทั้งสองที่ออกแบบจะใช้พลังงานเท่ากัน แต่ความสว่างที่ได้จากวงจรในรูปที่สองจะมากกว่า เนื่องจากการต่อวงจรเป็นแบบอนุกรม และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณ 350 mA และใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC

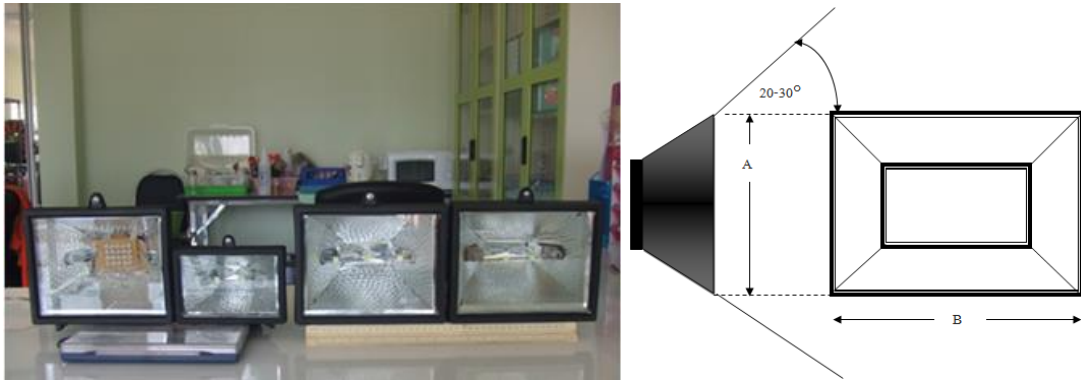
คณะวิจัยได้ทดลองออกแบบโคมไฟกับหลอด LED ชนิดหลอดเหลือด ขนาด 6 มม จำนวน 2 ดวง และ 3 ดวง ต่อดังตามลำดับ กับโคมไฟรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด กว้าง 200 มม ยาว 250 มม ลึก 15 มม. มุมสะท้อนของแผ่นสะท้อนแสงภายในทำมุมเอียง 20-30° จากแนวดิ่ง



ภาพที่ 3-8 โคมไฟที่ออกแบบโดยใช้หลอด LED ชนิดหลอดเหลือด
จำนวน 2 ดวงและจำนวน 3 ดวง



ภาพที่ 3-9 โคมไฟที่ออกแบบโดยใช้หลอด LED ชนิดหลอดเหลือด จำนวน 2 ดวง(โคมขนาดเล็ก)
และโคมไฟที่ออกแบบโดยใช้หลอด LED ขนาด 5 มม. จำนวน 20 ดวง



ภาพที่ 3-10 โคมไฟ LED ขนาดต่างๆและขนาดมุมโคมไฟ LED ขนาดต่างๆ



ภาพที่ 3-11 เครื่องมือที่ใช้วัดการส่องสว่าง Lux meter

การทดสอบประสิทธิภาพการส่องสว่างโคมไฟ LED

ตารางที่ 3-1 ค่าความส่องสว่างโคมไฟถนน LED ชนิดหลอดเหลือ จำนวน 3 ดวง
ที่ระยะความสูง 1 เมตร

โคมที่	กำลังส่องสว่าง (lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
1	134	132	133	135	134	133.6	1.140
2	132	135	134	132	135	133.6	1.516
3	134	132	132	136	135	133.8	1.788
4	131	133	134	132	135	133.0	1.581
5	134	135	131	132	135	133.4	1.816
ค่าเฉลี่ยรวม						133.48	1.568

ตารางที่ 3-2 ค่าความส่องสว่างโคมไฟถนน LED ชนิดหลอดเหลือด จำนวน 3 ดวง
ที่ระยะความสูง 2 เมตร

โคมที่	กำลังส่องสว่าง (lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
1	32	31	33	32	32	32.0	0.707
2	31	32	31	33	32	31.8	0.836
3	33	32	32	31	33	32.2	0.836
4	31	33	34	32	30	32.0	1.581
5	34	30	31	32	32	31.8	1.483
ค่าเฉลี่ยรวม						31.96	1.088

ตารางที่ 3-3 ค่าความส่องสว่างโคมไฟถนน LED ชนิดหลอดเหลือด จำนวน 3 ดวง
ที่ระยะความสูง 3 เมตร

โคมที่	กำลังส่องสว่าง (lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
1	16	15	16	14	17	15.4	1.341
2	15	17	14	16	16	15.6	1.140
3	17	16	16	14	15	15.6	1.140
4	16	16	15	17	16	16.0	0.707
5	14	16	15	16	17	15.6	1.140
ค่าเฉลี่ยรวม						15.64	1.093

ตารางที่ 3-4 ค่าความส่องสว่างโคมไฟถนน LED ชนิดหลอดเหลือด จำนวน 3 ดวง
ที่ระยะความสูง 4 เมตร

โคมที่	กำลังส่องสว่าง (lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
1	9	8	9	10	8	8.8	0.836
2	8	7	10	9	9	8.6	1.140
3	9	10	8	9	8	8.8	0.836
4	10	9	7	8	9	8.6	1.140
5	9	8	9	7	9	8.4	0.894
ค่าเฉลี่ยรวม						8.64	0.969

จากการวัดค่าการกระจายตัวทางสถิติการส่องสว่างของโคมไฟถนน LED ที่ออกแบบทดสอบที่ระยะ 1 เมตร – 4 เมตร พบว่าโคมไฟถนนที่ออกแบบมีการกระจายตัวของค่าความส่องสว่างสูง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 133.48, 31.96, 15.64 และ 8.64 lux ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD มีค่า 1.568, 1.088, 1.093 และ 0.969 ตามลำดับ ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่างของไฟถนนตามข้อบังคับของกรมทางหลวงและทางหลวงชนบท ($E_{min}/E_{av} > 1/2.5$, $E_{min}/E_{max} > 1/6$) โคมไฟที่ออกแบบ มีค่า $E_{min}/E_{av} = 1/5.3$, $E_{min}/E_{max} = 1/5.6$) และค่าน้อยสุดของความส่องสว่างที่ ระยะ 4 เมตร มีค่าเฉลี่ย 8.64 lux มากกว่าค่าน้อยสุดที่กำหนดไว้สำหรับไฟถนนในพื้นที่ชนบท คือ 2.1 lux โคมไฟที่ออกแบบโดยคณะวิจัยสามารถนำไปใช้ในพื้นที่เป้าหมายในโครงการวิจัยได้

3.2.2 ระยะที่ 2 การออกแบบกังหันน้ำระบบแกนร่วมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคู่ AC/DC (Dual Systems Micro – Hydro Electric Turbine ขนาด 1 – 5 kW)

พื้นที่ชนบทบนที่สูงที่ระบบไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง ก็จะมีแหล่งน้ำจากลำห้วยที่ได้จากการกักเก็บสะสมจากป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์จำเป็นต้องพึ่งพาตัวเองในการพึ่งพาพลังงานน้ำจากธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าให้แสงสว่างกับครัวเรือนเพื่อความปลอดภัยจากกังหันน้ำ การใช้กังหันน้ำตามพื้นที่ดังกล่าวมักจะประสบปัญหาปริมาณน้ำไม่พอเพียงจะผลิตไฟฟ้าได้พอเพียงเนื่องจากรอบการหมุนไม่ได้ตามที่ต้องการ ในหน้าแล้ง เนื่องจากสภาวะอากาศของโลกเปลี่ยนแปลง และการตัดไม้ทำลายป่า จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบกังหันน้ำระบบเครื่องกำเนิดคู่ ที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งรอบต่ำขณะที่ปริมาณน้ำไม่พอในหน้าแล้งและรอบสูงปริมาณน้ำพอเพียงในหน้าฝน ในการพัฒนากังหันน้ำระบบแกนร่วมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคู่แบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่

1) ออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอบต่ำจากวัสดุภายในประเทศ

ทฤษฎีจากกฎของฟาราเดย์ ได้กล่าวไว้ว่าแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นแปรผันกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กตัดลวดตัวนำ ในหนึ่งหน่วยเวลา

ถ้า e = แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเส้นแรงแม่เหล็กตัดลวดตัวนำ

Φ = เส้นแรงแม่เหล็ก

t = เวลาในการตัดของเส้นแรงแม่เหล็ก

ดังนั้นเขียนสมการได้

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

N = จำนวนรอบของขดลวด

ถ้า $\Phi = B \cdot A$

$$A = l \times 2\pi r \quad (2)$$

$$e = NdBA/dt.$$

(3)

$$e = NdBI \times 2\pi r/dt.$$

(4)

$$e = NI \times Bd2\pi r /dt.$$

B = ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก เวเบอร์/ตร.ม. ถ้า คงที่เป็นแม่เหล็กถาวร

$$e = NI \times Bd(2\pi r) /dt$$

(5)

$(2\pi r)$ = ความยาวเส้นรอบวงครบ 1 รอบ

$$\omega = d(2\pi r) /dt \quad (6)$$

$$\omega = \text{ความเร็วเชิงมุม} = 2\pi f \quad (7)$$

$$f = \text{ความถี่ในการหมุนครบรอบในหนึ่งวินาที} = n$$

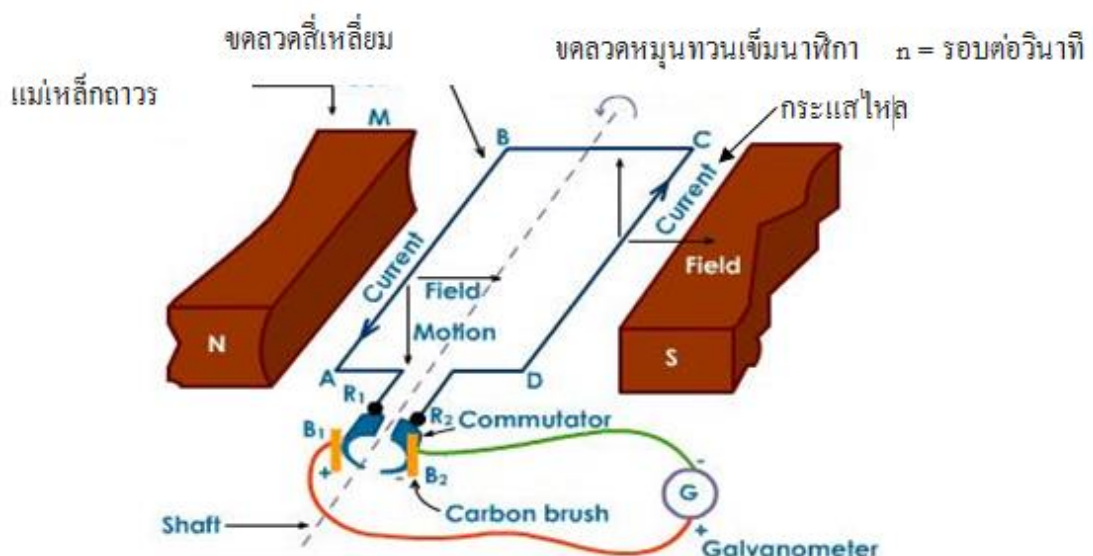
$$\text{ถ้าความเร็วในหนึ่งนาที rpm} = 60n \quad (8)$$

ดังนั้นได้แรงดันดังสมการเมื่อแทนค่า(6),(8) ใน (5)

$$e = NI \times B60n \quad (9)$$

$$\text{หรือ } e = K n \quad (10)$$

ถ้าทราบค่า N, B หาค่า e, n ได้จากการวัด แทนค่า e,n ใน (10) ได้ค่า K ดังนั้นเมื่อ n คงที่หาค่า e ได้หนึ่งค่า ถ้า n แปรไปหาความสัมพันธ์ระหว่าง e,n นำไปเขียนได้ดังภาพ



2) การเลือกวัสดุและการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้เลือกวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นนำมาพัฒนาให้ใช้ประโยชน์สูงสุด การเลือกสเตเตอร์และโรเตอร์ (Stator and Rotor) จากอัลเตอร์เนเตอร์ที่ใช้แล้วแต่สามารถนำมาพัฒนาให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับกังหันน้ำรอบต่ำ ความเร็วรอบตั้งแต่ 300 รอบต่อนาทีไปจนถึง ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ เพียงพอที่จะนำไปชาร์จแบตเตอรี่สำหรับพื้นที่ห่างไกล (Local area) ไฟฟ้า

อัลเตอร์เนเตอร์ ของเครื่องชักผ้าเป็นอัลเตอร์เนเตอร์ที่ออกแบบมาใช้กับเครื่องชักผ้ามีความเร็วรอบสูง ข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ข้อวิเคราะห์อันนี้เป็นสมมุติฐานนำไปสู่ทฤษฎีของฟาราเดย์ซึ่งแรงดันที่ได้จากอัลเตอร์เนเตอร์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กต่อวินาทีสูงมาก และนั่นหมายถึงรอบการหมุนของอัลเตอร์เนเตอร์ต้องสูงด้วย ในทางกลับกัน เส้นแรงแม่เหล็กที่ออกแบบไว้ในอัลเตอร์เนเตอร์ไม่ต้องสูง

การตรวจสอบความเข้มแม่เหล็กในอัลเตอร์เนเตอร์ ได้ความเข้มแม่เหล็กอยู่ในช่วง 4500 เกาส์ (Gauss) ไปจนถึง 7000 เกาส์ (Gauss) บนขดลวดที่เกิดในสเตเตอร์ ตั้งแต่ 9 รอบจนถึง 12 รอบต่อ ขด ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบจนถึง 1500 รอบต่อวินาที จะเห็นว่าไม่เหมาะที่จะนำมาทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำ ต้องนำมาพัฒนาต่อเพื่อให้ได้แรงดันที่สูงกว่าเดิมและที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 300 รอบต่อนาทีเป็นเป็นต้นไป

จากทฤษฎีของฟาราเดย์ เราต้องเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็ก และรอบของขดลวดให้มากกว่าเดิม และต้องเสริมโรเตอร์ให้มี ช่อง (Slot) เพื่อใส่แม่เหล็กจำนวน 36 ช่องดังภาพ ซึ่งให้เท่ากับขั้วแม่เหล็กในอัลเตอร์เนเตอร์เดิม



โครงติดตั้งแม่เหล็กถาวร

ในการออกแบบงานวิจัยนี้ได้เลือกแม่เหล็กถาวรชนิด นีโอไดเมียม (Neodymium) แทนขดลวดสนามไฟฟ้าของอัลเตอร์เนเตอร์ วัดความเข้มแม่เหล็กได้ 1000 เกาส์ เกรด N 35, N45 ความหนา 18 มิลลิเมตร กว้าง 14 มิลลิเมตร ยาว 28 มิลลิเมตร



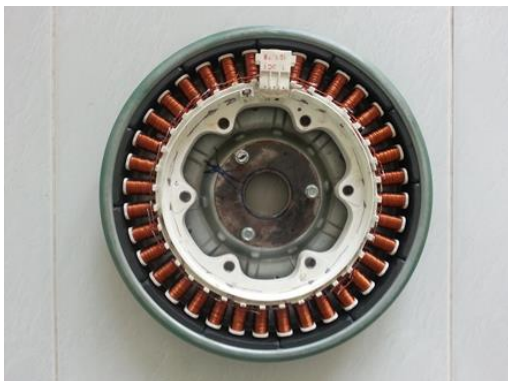
แม่เหล็กถาวร

ทางสเตเตอร์ปรับจำนวนรอบของขดลวดเป็น 20 รอบ เบอร์ 18 พันขดลวด 1 เฟส 36 ขด ต่อเฟส รวม 36 ขด



ขดลวดใน อัลเตอร์เนเตอร์

เมื่อนำทางด้านสเตเตอร์ (Stator) ประกอบเข้ากับโรเตอร์(Rotor) ได้ตัวอัลเตอร์เนเตอร์ ขนาด 13.8 โวลต์ กระแส 72 แอมแปร์กำลังไฟฟ้าดีซี 1000 วัตต์ ได้ต่อกับวงจร แปลงไฟฟ้า กระแสสลับ 1 เฟส เป็นกระแสตรง (Rectifier)



อัลเตอร์เนเตอร์เตรียมปรับแต่งเพิ่ม ขั้วแม่เหล็กถาวร

การทดสอบเบื้องต้นอัลเตอร์เนเตอร์ ที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบเบื้องต้นทางกลก่อนนำไปติดตั้งใบพัดกังหันน้ำ มีดังนี้

โครงสร้าง: ความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพอากาศ

อไลเมนต์ (Alignment): เฟลา , ตลับลูกปืน, ตัวถังภายนอก

เกลียวหัวเฟลา (Shaft thread): ร่องเกลียว และน็อตหัวเฟลา

ฐานยึด : ขนาดรู, ขนาดน็อตตัวผู้ที่น่ามายึด ฐานที่น่ามาประกอบ

แรงบิดที่ รัศมีตั้งฉากกับแนวแรง 100 เซนติเมตร < 300 gf

การทดสอบทางไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า(Voltage) : 13.8 vdc ที่ ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที
กระแสไฟฟ้า(Current): 0 – 72 Adc ที่ โหลดต่าง ๆ กัน
กำลังไฟฟ้า (Power) : 1000 watts Max.

3) ออกแบบใบและโครงสร้างกังหันน้ำ

เนื่องจากกังหันน้ำชนิด Pelton turbine ที่จะใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 ชุด จึงจำเป็นต้องคำนวณขนาดของใบกังหัน และระบบส่งกำลังให้สามารถสร้างแรงบิดพิกัดกังหันหมุนตัวเครื่องที่ติดตั้งแกนร่วม

ผลการสำรวจ ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วย

- การวัดอัตราการไหลของน้ำ
- การหาความสูงของน้ำ (Head)
- สถานที่ตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ชนิดของตัวขับเคลื่อนเบื้องต้น(Prime mover)
- ปริมาตรของแหล่งเก็บพลังงานที่เพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้าแสงสว่างในเวลา กลางคืน

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลปริมาณน้ำในฤดูแล้ง

ครั้งที่	อัตราการไหล(ลิตร/วินาที)	Head (เมตร)	เดือน	ฤดู
1	8.5	40	มิถุนายน	แล้ง
2	8.3	40	มิถุนายน	แล้ง
3	8.5	40	มิถุนายน	แล้ง

ตารางที่ 3-6 ข้อมูลปริมาณน้ำในฤดูฝน

ครั้งที่	อัตราการไหล(ลิตร/วินาที)	Head(เมตร)	เดือน	ฤดู
1	15.0	40	สิงหาคม	ฝน
2	15.3	40	สิงหาคม	ฝน
3	15.2	40	สิงหาคม	ฝน

ผลการสร้างเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ

ในการสร้างเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นเทคโนโลยีต้นแบบ การออกแบบลำตัว และสร้างใบกังหันน้ำ Pelton สามารถที่จะหาซื้อชิ้นส่วนได้ภายในท้องถิ่น และบริเวณจังหวัดใกล้เคียง เป็นใบเทอร์ไบน์เหล็กกล้า St.37 ชนิด Pelton ที่ประกอบจากลูกถ้วยกลมด้วยการเชื่อม ติดกับเพลาลับ โดยได้ดำเนินการสร้าง ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลการทดสอบเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ในห้องปฏิบัติการ การทดสอบ Pelton wheel

ปริมาณน้ำ	1	ลูกบาศก์เมตร
ความสูง	13	เมตร
ท่อส่งน้ำ	3	นิ้ว
หัวฉีดขนาด	0.5	นิ้ว
หัวฉีดทำมุมกับแนวราบ	15	องศา

ตารางที่ 3-7 การทดสอบขนาดของหัวฉีด ความโต 1/2 นิ้ว

ที่	หัวฉีด	Gate Valve 3	RPM	VAC	VDC
		“			
1	1/2”	เปิด 1 รอบ	300	24	12
2	“	2 “	760	130	-
3	“	3 “	980	180	-
4	“	4 “	1360	200	-

การทดสอบที่แรงดันน้ำ 1 บาร์ หรือ ความสูงของหัวน้ำ 10 เมตร สำหรับแรงดันน้ำที่ใช้งานจริงสำหรับ Pelton Turbine 4-6 บาร์ ดังนั้นระบบสามารถทำงานที่ แรงดัน 220 โวลต์ โดยปรับวาล์ว บายพาสแรงดันน้ำบางส่วนเพื่อลดแรงดัน

การปรับปรุงโครงสร้างใบกังหันแนวตั้งที่ใช้งานบนดอยสูง

กังหันลมแนวตั้งที่ใช้งานบนบานปฏิบัติการบนดอยสูง จากโครงการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับความสูง 1500 – 1700 เมตร ถึงแม้ว่าจะช่วยแก้ปัญหาการใช้กังหันลมแนวอนที่ต้องการทิศทางการที่แน่นอน แต่อุปกรณ์ที่พบคือกระแสลมภูเขาที่กรรโชกแรงขณะสภาวะลมแปรปรวน กังหันลมมีการเสียหายจากใบและเพล



ภาพที่ 3-12 กังหันลมแนวตั้งบนฐานปฏิบัติการดอยหัวแหวน และสภาพที่ขาดจากแรงลม

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่เป้าหมายบริเวณฐานปฏิบัติการทหาร ตามแนวแม่น้ำสาละวินและฐานปฏิบัติการทหารบนดอยสูงตามแนวชายแดนไทย-พม่าของนักวิจัยพบว่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมขนาดเล็กได้ และในช่วงเวลาตั้งแต่ 16.30 น.เป็นต้นไปจนถึงช่วงเวลากลางคืนความเร็วลมจะมีความเร็ว มากกว่า 5 เมตรต่อวินาที โดยเฉพาะบนยอดดอยสูง นักวิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกพัฒนากังหันลมชนิดแนวตั้ง จำนวนใบพัด 5 ใบ มีรีบบควบคุมลมปะทะ และใบกังหันชนิดหยดน้ำ จำนวนใบพัด 3 ใบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบชุดกังหันไซเจนเนอเรเตอร์กระแสตรงรอบต่ำ โดยการออกแบบด้วยการเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดเหนี่ยวนำ และใช้สนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรเป็นตัวหมุนเคลื่อนที่ตัดกับขดลวด

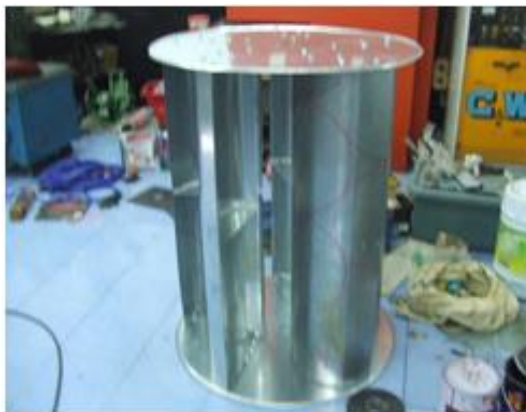
จากปัญหาดังกล่าว คณะวิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนา ชุดกังหันลมแนวตั้งใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ชุดใบกังหันลม ซึ่งประกอบไปด้วย ลำตัวกังหันลมที่ต้องทนทานจากการลมกระโชกบนเขาสูงได้
- ชุดแกนกังหันลม ออกแบบให้สามารถต้านทานแรงลมบนภูเขาสูงระดับ 1200 เมตร -1800 เมตร ไม่สามารถขนส่ง ไปยังฐานปฏิบัติการได้ สะดวกและปลอดภัย ทั้งทางน้ำ ทางบก และทางอากาศ

จากทฤษฎี $\text{Power (Watt)} = 1/2 \times \text{Air density} \times \text{Swept area} \times \text{Wind velocity}^3$

พลังงานที่ทำให้มวลอากาศเคลื่อนที่ (P) คำนวณจากความหนาแน่นของอากาศ (p) คูณด้วยความเร็วลมยกกำลังสาม (V) กับคูณได้พื้นที่ที่ปะทะลม ถ้า p มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร V เป็นเมตร/วินาที A มีหน่วยเป็นตารางเมตร P จะมีหน่วยเป็น Watt จะคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลาง ก็ต้องหาจากพื้นที่ปะทะลม เช่น กังหันสูง 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร พื้นที่ปะทะลมจริงๆ จะมี 1 ตารางเมตร หรือครึ่งหนึ่งของพื้นที่ภาพตัดแนวตั้ง เป็นต้น ถ้าตัวกังหันสูงมากขึ้น เส้นผ่านศูนย์กลางก็ลดลงได้ กังหันแนวตั้งทั่วไป จะสามารถเปลี่ยนพลังงานลมมาเป็น

พลังงานกลได้ประมาณ 30% ขึ้นอยู่กับประเภทของกังหันด้วย แต่เมื่อนำมาใช้งานจริง จะต้องชดเชยความสูญเสียพลังงานในระบบเครื่องผล เช่น พวกลูกเพลลา สายพาน บูส แบร์ริง ฯ และชดเชยเรื่องประสิทธิภาพการแปลงพลังงานกลเป็นไฟฟ้าของเครื่องปั่นไฟด้วย ถ้าเอาไปปั่นไฟ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปะทะลมของกังหันแนวตั้งจะขึ้นอยู่กับ ความสูงของกังหันแนวตั้งกับความสูง ดังนั้นการเสริมครีบริบรับแรงไปทะของใบกังหันแนวตั้ง จะช่วยป้องกันใบหักขาดเนื่องจากลมกระโชกได้ ในส่วนของเพลลาที่หักที่ถูกระเบิดสำหรับยึดฐานลูกปั่นกับเพลลาที่เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการล้าตัว เกิดการแตกร้าวขยายออกไปทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่หน้าตัดจนเพลลาเกิดขาดตามรูป ดังนั้นจึงได้ออกแบบ ครีบริบเสริมความแข็งแรงใบกังหัน และลดขนาดความสูงลงสำหรับพื้นที่สูงสำหรับกังหันชนิด SAVONIUS ดังภาพ



ภาพที่ 3-13 ออกแบบและพัฒนาครีบริบเสริมความแข็งแรงของใบกังหันSAVONIUS ชนิด 5 กليبใบ



ภาพที่ 3-14 ติดตั้งกังหันลมกังหันSAVONIUS ชนิด 5 กليبใบที่ออกแบบและพัฒนาครีบริบเสริมความแข็งแรงของใบกังหัน

นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบกังหันแนวตั้ง รูปทรงหยดน้ำชนิด 3 กลีบใบที่ให้แรงบิดสูงแต่หมุนรอบต่ำที่สามารถถอดประกอบและขนย้ายได้ง่าย โดยใบจะถูกขึ้นรูปโค้งเรียวยาว คล้ายปีกเครื่องบิน โครงใบส่วนนอกจะถูกขึ้นรูปโค้งรับลมที่พัดเข้าหาใบกังหันดังกล่าว



ภาพที่ 3-15 โครงหันลมแนวตั้งรูปหยดน้ำที่ออกแบบเสริมครีบริบเสริมความแข็งแรง



ภาพที่ 3-16 ทดลองวางตำแหน่งโครงหันลมแนวตั้งรูปหยดน้ำ ทำมุม 120°

ใบโครงสร้างกังหันลมที่พัฒนาแล้วจะถูกนำไปทดลองใช้ และเก็บข้อมูลทางกายภาพ และประสิทธิภาพของกังหันที่ได้ออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ตอบโจทย์ความแปรปรวนของลมบนภูเขาสูง ซึ่งจะนำไปสู่การใช้งานสร้างพลังงานสำรองที่พอเพียงสำหรับพื้นที่ชายแดน ทั้งหมู่บ้านเป้าหมายหรือฐานปฏิบัติการ

3.2.3 ระยะที่ 3 การปรับปรุงระบบแสงสว่างโคมไฟ LED และกำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

การดำเนินงานในระยะที่ 1 เป็นการออกแบบโคมไฟ LED สำหรับถนนและภายในครัวเรือน โดยคณะวิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับออกแบบระบบไฟแสงสว่างจากหลอด LED ที่ใช้กับแหล่งพลังงานทดแทน เช่น โซลาร์เซลล์ พลังงานน้ำ หรือพลังงานลม โดยเน้นที่จะใช้ระบบไฟ 12 V ซึ่งในส่วนการดำเนินงานระยะที่ 3 นี้จะเป็นการปรับปรุงระบบแสงสว่างโคมไฟ LED และกำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีแนวคิดการออกแบบและกำหนดกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ควรติดตั้งสำหรับไฟฟ้าแสงสว่างตามถนนในหมู่บ้าน ได้ออกแบบโดยมีแนวคิดดังนี้

- 1) มีราคาไม่แพง
- 2) บำรุงรักษาง่าย
- 3) ไม่ใช้อินเวอร์เตอร์
- 4) ชาวบ้านสามารถบริหารจัดการได้เอง
- 5) มีความปลอดภัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบการใช้ไฟฟ้าแรงดันต่ำ 12 โวลต์ ขับหลอด LED ชนิด High power LED ที่ให้ความสว่างเท่าเทียมกันกับหลอดไฟฟ้าที่ใช้กับไฟ 220 โวลต์ โดยการออกแบบโดยมีกระบวนการดังนี้

- 1) การออกแบบโคมไฟแสงสว่างจาก LED ชนิด High power
- 2) การกำหนดกำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
- 3) การวางตำแหน่งติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบ stand alone

ในการออกแบบและการสร้างโคมไฟ LED จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นเป็นพื้นฐาน และต้องมีความรู้ในเรื่องกฎของโอห์ม ดังนี้

ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้าและภาระไฟฟ้า ภาระไฟฟ้าอาจจะเป็นตัวต้านทานหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ความสำคัญของวงจรที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าใดๆ เกิดขึ้น คือทำอย่างไรที่จะไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไป ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหายหรือวงจรไหม้เสียหายได้ จากกฎของโอห์มที่กล่าวไว้ว่า “ ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้าและแปรผกผันกับค่าความต้านทานของวงจร” เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

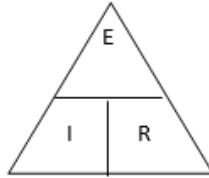
$$I = \frac{E}{R}$$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้าของวงจร มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R คือ ความต้านทานของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

เพื่อให้ง่ายแก่การจำสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสามเหลี่ยมได้ดังนี้



รูปที่ 1 แสดงสูตรความสัมพันธ์ กฎของโอห์ม

จากรูปที่ 1 เมื่อต้องการทราบค่าใดให้ใช้นิ้วปิดที่ค่านั้นจะได้สูตรความสัมพันธ์ กฎของโอห์มที่ต้องการได้ดังนี้

$$I = \frac{E}{R}$$

$$E = IR$$

และ

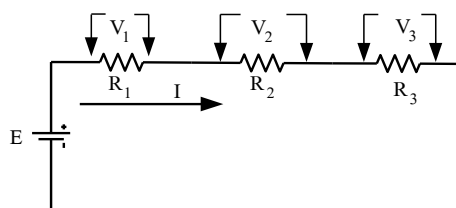
$$R = \frac{E}{I}$$

การแก้ปัญหาทางไฟฟ้าด้วยกฎของโอห์ม

การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาต่อร่วมกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้านั้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์นั้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านย่อมมีกำลังไฟฟ้าเกิดขึ้น ดังนั้นในวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ จึงต้องมีการคำนวณหาค่าต่าง ๆ เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของวงจร ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าต่าง ๆ โดยใช้กฎของโอห์มมาใช้ในการแก้ปัญหา โจทย์ได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงวงจรไฟฟ้าทั้ง 3 แบบ คือวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม วงจรไฟฟ้าแบบขนาน และวงจรไฟฟ้าแบบผสม

วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม(Series Circuit)

วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมเป็นการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาต่อเรียงกันเป็นลำดับแล้วต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไป



ภาพที่ 3-17 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

จากวงจรจะทำให้ได้คุณสมบัติของวงจรดังนี้

- 1) ค่าความต้านทานรวมของวงจรมีค่าเพิ่มตามจำนวนการต่อของตัวต้านทาน

คำนวณได้จากสูตร $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ หน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

- 2) แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกันแล้วเท่ากับแหล่งจ่าย

คำนวณได้จากสูตร $E = V_1 + V_2 + V_3$ หน่วยเป็นโวลต์ (V)

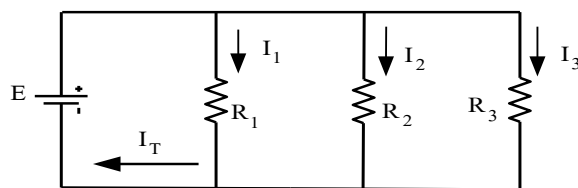
- 3) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีปริมาณเดียว ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวมีค่าเท่ากันหมดหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

- 4) กำลังไฟฟ้าของวงจรเป็นการเอากำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานแต่ละตัวมารวมกัน

คำนวณได้จากสูตร $P_T = EI$ หรือ $P_T = P_1 + P_2 + P_3$ หน่วยเป็นวัตต์(Watt, W)

วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallels Circuit)

วงจรไฟฟ้าแบบขนานเป็นการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาต่อเรียงแบบซ้อนกันแล้วต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปดังตัวอย่างการต่อตัวต้านทาน



ภาพที่ 3-18 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

จากวงจรจะทำให้ได้คุณสมบัติของวงจรดังนี้

- 1) ค่าความต้านทานรวมของวงจรจะมีค่าน้อยกว่าค่าที่น้อยที่สุดในวงจร

คำนวณได้จากสูตร $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ หน่วยเป็นโอห์ม

หรือ $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ กรณีที่ต่อขนานกันเพียง 2 ตัว

หรือ $R_T = \frac{\text{ค่าของตัวต้านทาน}}{\text{จำนวนตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน}}$ กรณีที่ตัวต้านทานมีค่าเท่ากันหมด

- 2) แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

- 3) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีหลายปริมาณ ตามสาขาของตัวต้านทาน

คำนวณได้จากสูตร $I_1 = \frac{E}{R_1}, I_2 = \frac{E}{R_2}, I_3 = \frac{E}{R_3}$

กระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจรคำนวณได้จากสูตร

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

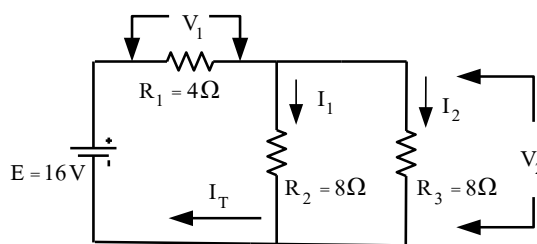
- 4) กำลังไฟฟ้าของวงจรเป็นการเอากำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานแต่ละตัวมารวมกัน

คำนวณได้จากสูตร

$$P_T = EI_T \text{ หรือ } P_T = P_1 + P_2 + P_3 \quad \text{หน่วยเป็นวัตต์(Watt, W)}$$

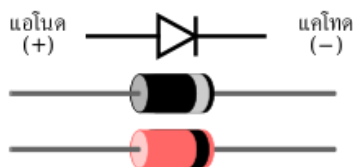
วงจรไฟฟ้าแบบผสม(Compound Circuit)

วงจรไฟฟ้าแบบผสมเป็นการนำเอาวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมาต่อร่วมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน การหาค่าต่าง ๆ ในวงจรให้คิดตามสภาพของวงจรโดยการยุบวงจรที่ต่อขนานกันอยู่ให้ เป็นวงจรอนุกรมแล้วใช้หลักการของวงจรอนุกรมคำนวณหาค่าความต้านทานรวม



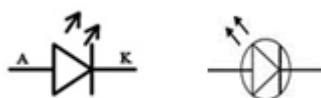
ภาพที่ 3-19 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ในการต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับโคมไฟ LED จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องป้องกันวงจรในกรณีที่ต่อกลับขั้วไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้คือไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้ว ที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า มันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนใหญ่เราจะใช้ไดโอดในการยอมให้กระแสไปในทิศทางเดียว โดยยอมให้กระแสไปในทางใดทางหนึ่ง ส่วนกระแสที่ไหลทิศทางตรงข้ามกันจะถูกกั้น ดังนั้นจึงอาจถือว่าไดโอดเป็นวาล์วตรวจสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ซึ่งนับเป็นประโยชน์อย่างมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ใช้เป็นเรียงกระแสไฟฟ้าในวงจรภาคจ่ายไฟ เป็นต้น



ภาพที่ 3-20 ไดโอดเทียบกับสัญลักษณ์ของไดโอดแบบสารกึ่งตัวนำ (บนสุด) โดยแถบสีแสดงฝั่งที่เป็นขั้วแคโทด

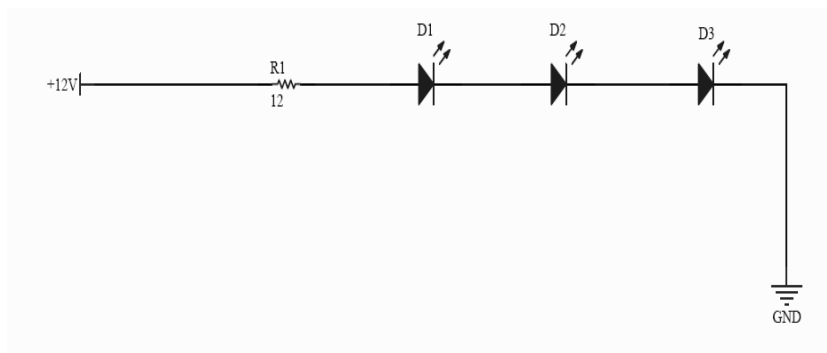
และอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงคือ LED (Light Emitting Diode) เป็นไดโอดชนิดหนึ่งที่นิยมเรียกกันว่าไดโอดเปล่งแสง ทำหน้าที่เปล่งแสงออกมาได้ 2 ชนิดคือแสงที่ตาคนมองเห็น และแสงที่ตาคนมองไม่เห็นเช่นแสงอินฟราเรด เป็นต้น



ภาพที่ 3-21 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

เนื่องจากการใช้ LED ทั่วไปไม่สามารถเปล่งแสงให้มีความสว่างปริมาณมากได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ Power LED ที่สามารถเปล่งแสงสีขาวออกมาในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการมองเห็นในเวลากลางคืนและมีราคาไม่แพงจนเกินไป โดยเลือก Power LED เบอร์ LUWW5AM-LXLY-6P7R-0-350-R18-ZG มาใช้ในงานวิจัยซึ่งประสิทธิภาพการส่องสว่าง 116 ลูเมนที่กระแสไฟฟ้า 350 mA และมีมุมการกระจายแสงสูงถึง 170 องศา

การออกแบบวงจรคอมพิวเตอร์ไฟ LED เพื่อติดตั้งในงานวิจัยได้แบ่งการออกแบบวงจรออกเป็น 3 วงจรตามความเหมาะสมในการใช้งาน เนื่องจากการเดินสายไฟในระยะทางไกลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่สายไฟปลายทางลดลง ถ้าสายไฟยาวมากแรงดันไฟฟ้าที่ปลายทางจะลดลงมาก โดยวงจรแบบที่ 1 ใช้สำหรับติดตั้งใช้งานที่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงช่วงแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 10.2 โวลต์ถึง 12 โวลต์



ภาพที่ 3-22 วงจรแบบที่ 1

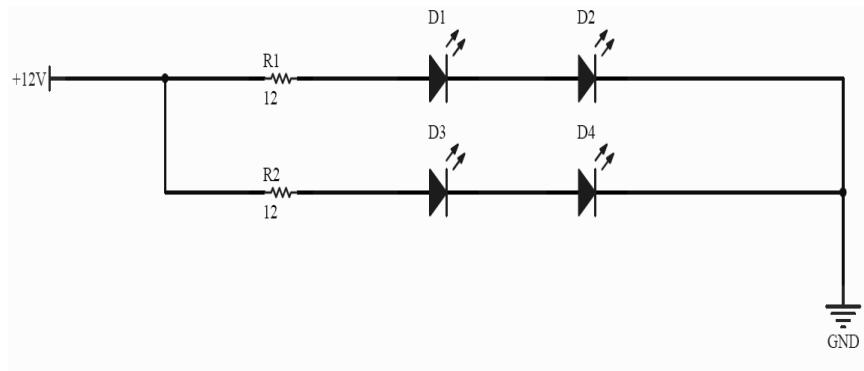
วงจรแบบที่ 1 ประกอบด้วย Power LED ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 ตัวและใช้ตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสที่ไหลผ่าน Power LED ให้มีค่าประมาณ 350 mA โดย Power LED แต่ละตัวจะมีค่าแรงดันตกคร่อมในขณะที่น่ากระแสประมาณ 3.2 โวลต์ เมื่อรวมค่าแรงดันตกคร่อม Power LED ทั้งสามตัวจะอยู่ที่ประมาณ 9.4 โวลต์ และในการเลือกความต้านทานที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าความต้านทานที่เหมาะสมและหาซื้อได้สำหรับวงจรในแบบที่ 1 ดังตารางเลือกค่าความต้านทานดังนี้

ตาราง 3-8 ค่าความต้านทานที่สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้ง	ค่าความต้านทาน
12 Volts	6 Ohms
11.9 Volts	5 Ohms
11.8 Volts	5 Ohms
11.7 Volts	4.7 Ohms
11.6 Volts	3.9 Ohms
11.5 Volts	3.9 Ohms
11.4 Volts	3.3 Ohms
11.3 Volts	3.3 Ohms
11.2 Volts	3 Ohms
11.1 Volts	2.7 Ohms
11 Volts	2.7 Ohms
10.9 Volts	2.2 Ohms
10.8 Volts	2 Ohms
10.7 Volts	2 Ohms
10.6 Volts	1.2 Ohms
10.5 Volts	1 Ohms
10.4 Volts	1 Ohms
10.3 Volts	0.5 Ohms
10.2 Volts	0.3 Ohms

วงจรแบบที่ 2 ใช้สำหรับติดตั้งใช้งานสำหรับช่วงแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 7.2 โวลต์ถึง 10.2 โวลต์ ประกอบด้วยการต่อ Power LED อนุกรมกันจำนวน 2 ตัวร่วมกับตัวต้านทาน 1 ตัว

เพื่อจำกัดการไหลของกระแสจำนวน 2 ชุด โดยต่อวงจรแบบขนาน มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มค่าแรงดันตกคร่อม Power LED ให้มากขึ้นเพื่อให้มีกระแสไหลผ่านได้ตามค่าที่กำหนด



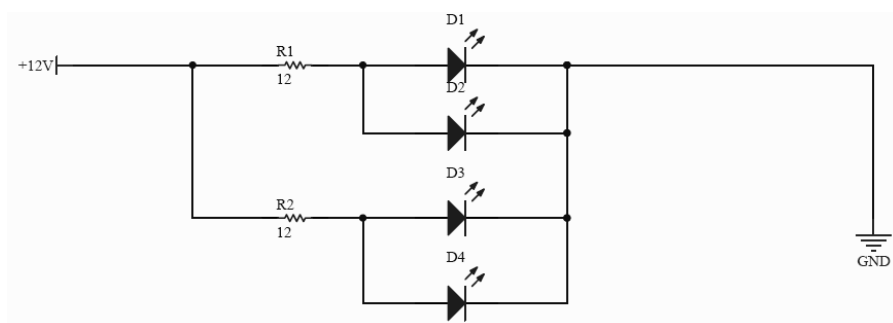
ภาพที่ 23 วงจรแบบที่ 2

การเลือกค่าความต้านทานที่เหมาะสมสำหรับวงจรแบบที่ 2
ตารางที่ 3-9 ค่าความต้านทานที่สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้ง	ค่าความต้านทาน
10.2 Volts	8 Ohms
10.1 Volts	8 Ohms
0 Volts	8 Ohms
9.9 Volts	8 Ohms
9.8 Volts	8 Ohms
9.7 Volts	7.5 Ohms
9.6 Volts	7.5 Ohms
9.5 Volts	6.8 Ohms
9.4 Volts	6.8 Ohms
9.3 Volts	6.8 Ohms
9.2 Volts	5.6 Ohms
9.1 Volts	5.6 Ohms
9 Volts	5.6 Ohms
8.9 Volts	5 Ohms
8.8 Volts	5 Ohms
8.7 Volts	4.7 Ohms
8.6 Volts	4 Ohms

แรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้ง	ค่าความต้านทาน
8.5 Volts	4 Ohms
8.4 Volts	4 Ohms
8.3 Volts	3.9 Ohms
8.2 Volts	3.3 Ohms
8.1 Volts	3 Ohms
8 Volts	2.7 Ohms
7.9 Volts	2.2 Ohms
7.8 Volts	2.2 Ohms
7.7 Volts	2 Ohms
7.6 Volts	1.8 Ohms
7.5 Volts	1.2 Ohms
7.4 Volts	1 Ohms
7.3 Volts	1 Ohms
7.2 Volts	0.5 Ohms
7.1 Volts	0.3 Ohms

วงจรแบบที่ 3 ใช้สำหรับติดตั้งใช้งานสำหรับช่วงแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 4.1 โวลต์ถึง 7.2 โวลต์ ประกอบด้วยการต่อ Power LED ขนานกัน 2 ตัวและต่ออนุกรมกับตัวต้านทานอีกหนึ่งตัว จำนวน 2 ชุด วงจรนี้ใช้สำหรับการต่อใช้งานในช่วงแรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้งอยู่ในระยะทางไกลมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า



ภาพที่ 3-24 วงจรแบบที่ 3

การเลือกค่าความต้านทานที่เหมาะสมสำหรับวงจรแบบที่ 3
ตารางที่ 3-10 ค่าความต้านทานที่สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้ง	ค่าความต้านทาน
7.2 Volts	4 Ohms
7.1 Volts	4 Ohms
7 Volts	4 Ohms
6.9 Volts	4 Ohms
6.8 Volts	4 Ohms
6.7 Volts	4 Ohms
6.6 Volts	3.9 Ohms
6.5 Volts	3.9 Ohms
6.4 Volts	3.3 Ohms
6.3 Volts	3.3 Ohms
6.2 Volts	3.3 Ohms
6.1 Volts	2.7 Ohms
6 Volts	2.7 Ohms
5.9 Volts	2.7 Ohms
5.8 Volts	2.2 Ohms
5.7 Volts	2.2 Ohms
5.6 Volts	2.2 Ohms
5.5 Volts	2 Ohms
5.4 Volts	2 Ohms
5.3 Volts	2 Ohms
5.2 Volts	2 Ohms
5.1 Volts	1.6 Ohms
5 Volts	1.6 Ohms
4.9 Volts	1.6 Ohms
4.8 Volts	1.6 Ohms
4.7 Volts	1 Ohms
4.6 Volts	1 Ohms

แรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้ง	ค่าความต้านทาน
4.5 Volts	0.5 Ohms
4.4 Volts	0.5 Ohms
4.3 Volts	0.5 Ohms
4.2 Volts	0.5 Ohms
4.1 Volts	0.3 Ohms

การออกแบบวงจรพิมพ์สำหรับโคมไฟ LED

ในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับโคมไฟ LED จากวงจรที่ได้ออกแบบจำนวน 3 วงจรดังแสดงในรูปที่ 9 ในรูปที่ 10 (ก) แสดงลายวงจรพิมพ์ของโคมไฟ LED แบบที่ 1 รูปที่ 10 (ข) แสดงลายวงจรพิมพ์ของโคมไฟ LED แบบที่ 2 และภาพที่ 3-25 (ค) แสดงลายวงจรพิมพ์ของโคมไฟ LED แบบที่ 3 ตามลำดับ



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3-25 แสดงลายวงจรพิมพ์สำหรับโคมไฟ LED

วงจรโคม LED ใช้วัสดุและอุปกรณ์ดังรายการต่อไปนี้

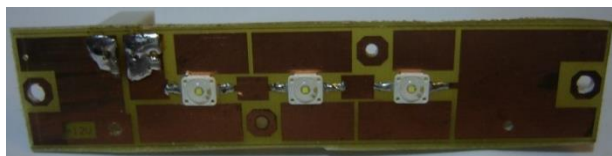
- Power LED เบอร์ LUWW5AM-LXLY-6P7R-0-350-R18-ZG
- ไดโอดเบอร์ 1N5402 หรือเบอร์ 1N5407
- ตัวต้านทานค่าต่าง ๆ ขนาด 5W
- โคมไฟฟ้าสำเร็จรูป
- สกรู M5 ยาว 2 cm พร้อมน็อตและแหวนรอง
- สายไฟ

อุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรประกอบด้วย

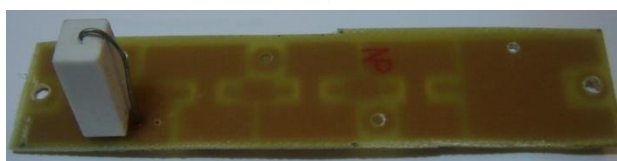
- หัวแร้ง
- ตะกั่วบัดกรี
- ไขควงแฉก
- ไขควงปากแบนเล็ก
- มิเตอร์แบบดิจิตอล
- คีมตัด

ขั้นตอนการประกอบวงจรเริ่มจากประกอบวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ดังภาพที่ 3-26

(ก) และ (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3-26 (ก) การประกอบอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างและ (ข) การประกอบอุปกรณ์บน

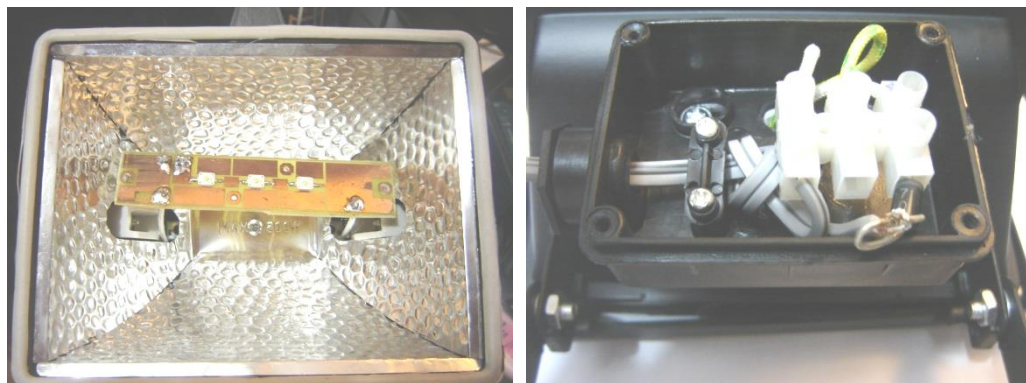
แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบน

ควรใช้มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ณ จุดติดตั้งก่อน เพื่อใช้สำหรับเลือกค่าความต้านทานที่เหมาะสมจากตารางที่ 1-3 เพื่อนำมาประกอบลงบนแผ่นวงจรพิมพ์แบบต่าง ๆ จากนั้นทำการเปิดฝาครอบโคมไฟฟ้า ใช้ไขควงขันสกรูเพื่อเอาแผ่นสะท้อนแสงและฐานขั้วหลอดออกและใช้คีมตัดสายไฟที่ขั้วหลอดทั้งสองด้านออกและประกอบฐานขั้วหลอดเข้าที่เดิมดังแสดงในรูปที่ 1



ภาพที่ 3-27 การประกอบฝาครอบ

ประกอบฝาครอบเข้าที่เดิม โดยสอดปลายสายไฟให้ลอดออกจากตำแหน่งขาหลอดเดิม ทำการบัดกรีปลายสายไฟทั้งสองด้านและสอดปลายสายไฟเข้าที่แผ่นวงจรพิมพ์ โดยบัดกรีที่ขั้วบวกและลบของแผ่นวงจรพิมพ์



ภาพที่ 3-28 การปิดฝาครอบด้านหลัง

จากนั้นเปิดฝาครอบด้านหลังโคมไฟฟ้าออก ใช้มีเตอร์วัดหาขั้วสายไฟขั้วบวกจากจุดบัดกรีขั้วบวกจากแผ่นวงจรพิมพ์ที่จุดต่อขั้วไฟฟ้าที่ด้านหลังของโคมไฟฟ้า เมื่อตรวจพบขั้วบวกให้ใส่ไดโอดซิลิคอน (-) ที่ขั้วต่อ โดยให้ขาแอนด (+) บัดกรีเข้ากับสายไฟเข้าด้านไฟบวก ส่วนสายไฟลบให้บัดกรีก่อนที่จะใช้ไขควงขันเข้ากับขั้วต่อ

หลังจากนั้นทำการทดสอบโดยทำการทดสอบวงจรในแต่ละแบบ โดยการใช้มีเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ณ จุดที่จะติดตั้ง และเลือกความต้านทานที่เหมาะสม เมื่อได้ค่าความสว่างที่เหมาะสมแล้ว ให้ทำการประกอบโคมไฟฟ้าโดยปิดฝาครอบทั้งด้านหน้าและด้านหลังให้เรียบร้อย และนำไปติดตั้งต่อไป

การกำหนดกำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

การพิจารณาเบื้องต้น เพื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ได้เพียงพอกับความต้องการและไม่มากเกินไปจนเกินความจำเป็น จะพิจารณาตามจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าและจำนวนชั่วโมงของการใช้งาน ดังนี้

1) สำรวจ จำนวนโคมไฟฟ้าที่ได้ออกแบบและผลิตขึ้นเองจากการมีส่วนร่วมของหน่วยทหารในพื้นที่ ซึ่งโคมไฟถือเป็นภาระหลักทางไฟฟ้า จากการสำรวจโคมไฟถนนในหมู่บ้านเฉลี่ย 50 โคมต่อ 1 หมู่บ้าน

อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน	วัตต์	24 ชั่วโมง	ผลคูณ (วัตต์-ชม)
1. โคมไฟถนน LED	50 โคม	3	12	1800
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ	-	-	-	-

จากตารางข้างต้นนี้ได้ข้อมูลว่าในเวลา 12 ชั่วโมง หมู่บ้านใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 1800 วัตต์-ชั่วโมง

2) คำนวณกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ควรติดตั้ง (P_{cell}) คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$P_L$$

$$P_{cell} = \frac{Q \times A \times B \times C/D}{24}$$

$$Q \times A \times B \times C/D$$

โดยที่ P_L : ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน

Q : พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (Wh/m_2)

สำหรับประเทศไทยเท่ากับ $4,000 Wh/m_2$ โดยประมาณ

A : ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์ฯ โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณ 0.8

B : ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อนโดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณ 0.85

C : ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณ 0.85-0.9

D : ความเข้มแสงปกติ = $1,000 W/m_2$

เพราะฉะนั้นหมู่บ้านต้องใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ให้กำลังไฟเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 P_{\text{cell}} &= \frac{1800}{(4000 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.85)/1000} \\
 &= 778.5 \text{ ประมาณ } 800 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

3) การกำหนดจำนวนแผงของเซลล์แสงอาทิตย์

จำนวนแผงของเซลล์แสงอาทิตย์คำนวณได้โดยใช้กำลังไฟฟ้าของระบบหารด้วย กำลังไฟฟ้าที่เซลล์หนึ่งแผงผลิตได้ เมื่อทราบค่าจำนวนแผงแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ จะต้องคำนวณว่า จะต้องนำเซลล์มาต่ออนุกรมหรือขนานกันอย่างไรจึงจะได้แรงดันไฟฟ้าที่เพียงพอต่อการใช้งาน จำนวนแผงเซลล์ที่จะต้องต่ออนุกรมกัน หาได้โดยการใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการหารด้วยแรงดันเอาต์พุตของหนึ่งแผง

หลังจากทราบว่า จะต้องติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับ 800 W และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องป้อนให้เครื่องชาร์จผ่านไปยังแบตเตอรี่สำรองไฟแผงเซลล์แสงอาทิตย์นี้ที่ใช้ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 85 วัตต์ (W) แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 17.9 โวลต์ (V) กระแสไฟฟ้าสูงสุด 4.75 แอมแปร์ (A) แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 22.2 โวลต์ (V) และกระแสไฟฟ้าลัดวงจร 4.99 แอมแปร์ (A) จะต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามภาระทางไฟฟ้าที่เป็นโคมไฟถนนชนิด High Power LED ขนาดกำลังไฟโคมละ 3 วัตต์ ใช้กระแสไฟตรงแรงดัน 12 โวลท์

$$\text{เพราะฉะนั้นจำนวนแผงที่จะใช้} = 800(W)/85(W) = 9.41 \text{ แผง}$$

$$\text{ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 85 วัตต์ประมาณ} = 9 - 10 \text{ แผง}$$

การคำนวณค่าแรงดันไฟตก

การคำนวณค่าแรงดันไฟตกหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{หาค่าความต้านทานของตัวนำ} = (\text{ค่าความต้านทานของวัสดุตัวนำ} \times \text{ความยาว}) /$$

พื้นที่หน้าตัด

$$\text{ค่าความต้านทานของทองแดง} = 0.0175 \text{ Ohm m/mm}^2 \text{ ที่ } 15 \text{ องศาเซลเซียส}$$

พื้นที่หน้าตัดทองแดงขนาด A ที่ความยาว L มีอุณหภูมิ 15 องศาจะมีค่าความ

ต้านทาน

$$= 0.0175 \times L/A$$

ยกตัวอย่างเช่น ทองแดงขนาด 2.1 mm² ยาว 15 เมตร ที่ 15 องศา มีค่าความ

ต้านทาน

$$= 0.0175 \times 15/2.1$$

$$= 0.125 \text{ Ohm}$$

กระแส 1.09A แรงดันไฟตกจะ = $0.125 \times 1.09 = 0.136$ โวลต์ถ้าคิดตัวนำ 2 เส้น (ไปและกลับ) จะได้ $0.136 \times 2 = 0.272$ โวลต์

เราสามารถหาค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวนำได้ ถ้ารู้ค่าแรงดันไฟและความต้านทาน ตัวอย่างเช่น ถ้าไฟ 12 โวลต์ กับตัวอย่างเริ่มต้น(0.125 Ohm) จะได้ค่ากระแส = $11.728/0.125 = 93.82$ แอมป์ ดังนั้นจึงต้องใส่ตัวต้านทานเพื่อลดกระแสที่เลี้ยงหลอดไฟ LED ในช่วงแรกเพื่ออายุการใช้งานของ LED

การเลือกใช้แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ นักวิจัยได้ดำเนินการ เลือกขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ที่จะใช้ โดยกำหนดขนาดกำลังของเซลล์แสงอาทิตย์จากโหลดที่ต้องการ และมีขนาดที่สามารถเคลื่อนย้ายสะดวกและบำรุงรักษาได้ง่าย โดยเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 85 วัตต์ชนิด Mono crystal



ภาพที่ 3-29 นักวิจัยได้กำหนดเลือกใช้แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 85 วัตต์ชนิด Mono crystal เพื่อใช้ประกอบติดตั้งกับโครงรับแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบไว้

การออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ แบบแยกเดี่ยว (Small standalone solar panel unit)

แนวคิดในการออกแบบแหล่งจ่ายไฟ จะรวมเอาแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ ตู้ควบคุม และแบตเตอรี่ไว้ในชุดเดียวกันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และบำรุงรักษา โดยใช้ประโยชน์จากแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ และน้ำหนักรถของแบตเตอรี่



ภาพที่ 3-30 แบบชุดโมดูลแหล่งจ่ายไฟขนาดเล็กจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบแยกเดี่ยว (Small standalone solar panel unit) ที่นักวิจัยออกแบบใช้จ่ายไฟแรงดันต่ำให้กับถนนในชุมชนหมู่บ้านเป้าหมายในโครงการ

3.3 การติดตั้งระบบพลังงานทดแทน ให้กับชุมชนเป้าหมาย

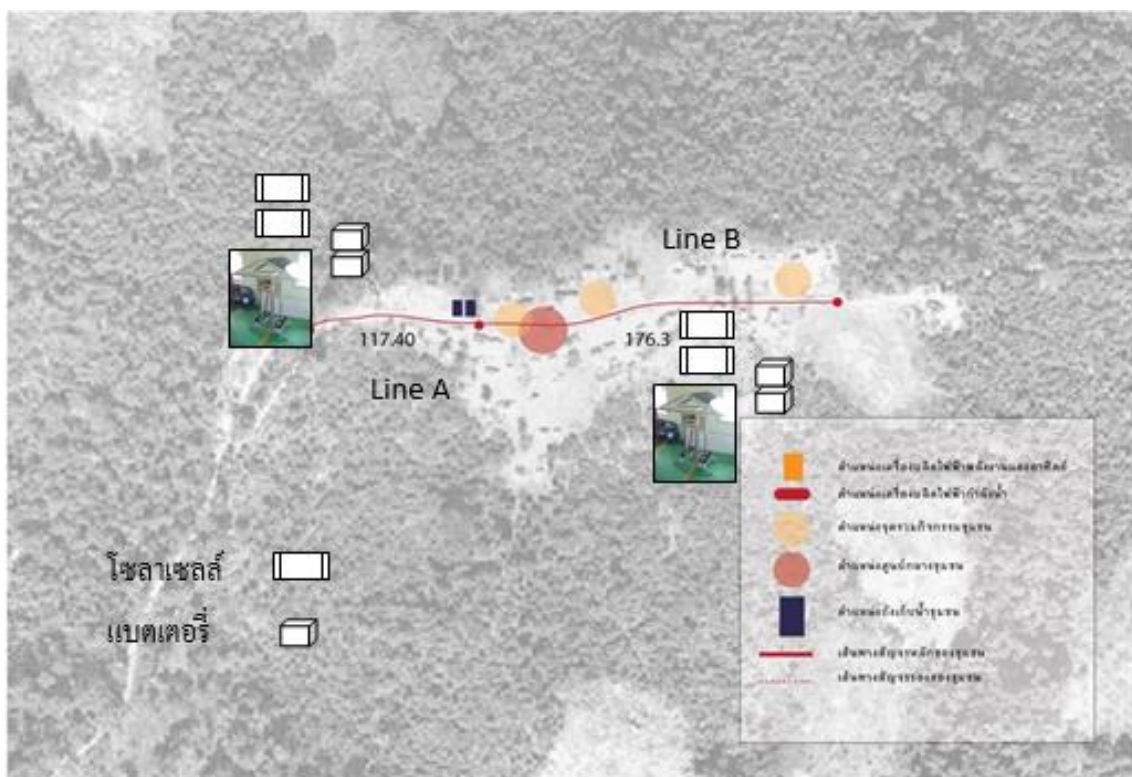
การดำเนินงานในแต่ละระยะของการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ หรือพลังงานทดแทน ทำให้ผู้วิจัยสามารถออกแบบ ปรับปรุงระบบ อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ พร้อมทั้งพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการดำเนินงานในแต่ละระยะของโครงการ นักวิจัยได้ดำเนินการเข้าสำรวจพื้นที่เป้าหมายเพื่อหาข้อมูลความต้องการจำเป็นทางด้านพลังงานทดแทนและข้อมูลอื่นเพื่อประกอบในการตัดสินใจพัฒนาพลังงานทดแทนเข้าสู่พื้นที่เป้าหมาย จากการสำรวจพื้นที่หมู่บ้านเป้าหมาย ทำให้ทราบความต้องการและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบพลังงานทดแทน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในรอบของการมีส่วนร่วม ระหว่างชาวบ้าน หน่วยทหารในพื้นที่ และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หมู่บ้านที่เข้าดำเนินการในกลุ่ม 30 หมู่ ซึ่งการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน นักวิจัยได้เพิ่มความรู้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าถนนภายในหมู่บ้านด้วยไฟฟ้าแรงต่ำ 12 โวลต์ การออกแบบและพัฒนางจรสร้างโคมไฟ การติดตั้งตำแหน่งเซลล์แสงอาทิตย์แบบแยกเดี่ยว (Standalone) ตามตำแหน่งต่างๆของหมู่บ้านเป้าหมายที่ได้สำรวจและวัดระยะ ในการกำหนดจำนวนโคมไฟ เพื่อให้เกิดการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ ให้กับทหารในพื้นที่ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนที่โครงการวิจัยฯได้ดำเนินการจัดตั้งไว้ก่อนหน้านี้ เพื่อเป็นสถานที่ที่จะขับเคลื่อนการพัฒนาพลังงานทดแทนที่ถูกออกแบบนำไปใช้ประโยชน์กับชุมชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการออกแบบ พัฒนาประกอบกับการทดสอบการใช้งานในสภาพพื้นที่จริงในการติดตั้งระบบพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ให้กับชุมชนเป้าหมาย

การจัดวางตำแหน่งเซลล์แสงอาทิตย์ภายในหมู่บ้านเป้าหมาย นักวิจัยได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบกับการวัดระยะจริงในหมู่บ้านจากชุดสำรวจ ดำเนินการจัดวางตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งโคมไฟถนนภายในหมู่บ้าน และการประมาณการจำนวน เสา จำนวนสายไฟ และโคมไฟที่จะติดตั้งได้อย่างแม่นยำ

นักวิจัยได้ดำเนินการกำหนดระยะที่ได้จากการวัด ด้วยล้อวัดระยะ และเก็บตำแหน่งพิกัดโดย GPS ได้นำค่าที่ได้มาทำการซ้อนทับลงในแผนที่ภาพถ่าย ทำให้ทราบแนวถนนภายในหมู่บ้าน หลังจากนั้นได้ดำเนินการเลือกขนาดของแผงโซลาเซลล์ที่จะใช้ กำหนดจุดวางตำแหน่งเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ได้ออกแบบไว้ให้เป็นโมดูล สามารถเคลื่อนย้ายและบำรุงรักษาได้ง่าย ซึ่งแบบชุดโมดูลแหล่งจ่ายไฟจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดำเนินการ ถ่ายทอดวิธีการสร้างและประกอบให้กับกำลังพล ที่ประจำศูนย์การเรียนรู้ เพื่อนำไปผลิตใช้ในโครงการในหมู่บ้านเป้าหมายและถ่ายทอดสู่ชุมชนต่อไป

เนื่องจากลักษณะพื้นที่และความเหมาะสมในการติดตั้งโคมไฟถนนหมู่บ้านแต่ละหมู่บ้านมีความแตกต่างกันไป โครงการได้มีขั้นตอนการจัดทำผังกำหนดระยะทางการติดตั้งโคมไฟถนน กำหนดวงจรต่อไฟLED สำหรับโคมไฟถนนหมู่บ้าน และดำเนินการติดตั้งโดยร่วมกับชาวบ้านและทหารในการดำเนินการและเรียนรู้ร่วมกัน ดังต่อไปนี้

1) การวางตำแหน่งการติดตั้งแบบ 2 เส้นทาง (Line A, B)



ภาพที่ 3-31 ผังกำหนดระยะทางการติดตั้งโคมไฟถนนแบบ 2 เส้นทาง

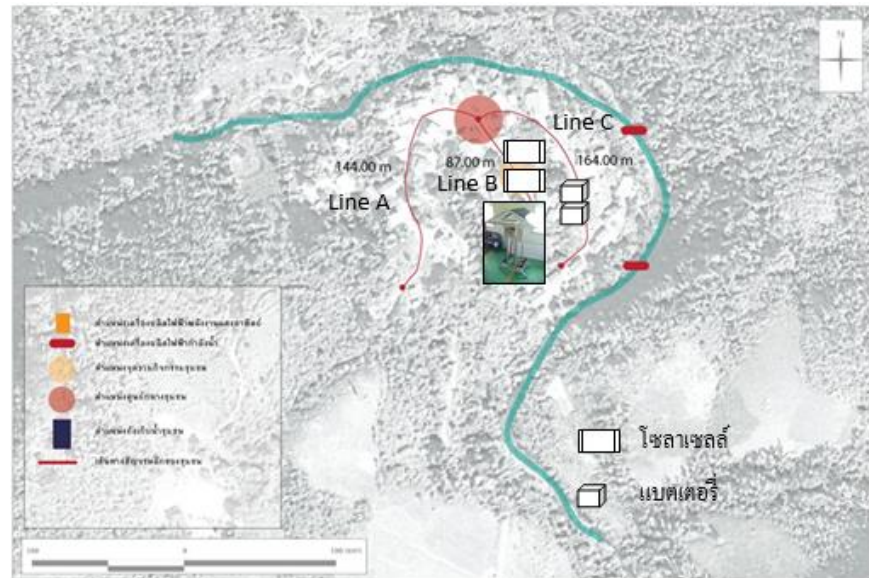
ตารางที่ 3-11 กำหนดวงจรต่อไฟ LED สำหรับโคมไฟถนนหมู่บ้านแบบ 2 เส้นทาง *ขนาดสายไฟที่ใช้ 2x1 ตร.มิลลิเมตร

LINE No. (เส้นทางการติดตั้ง โคมไฟ)	ระยะสายไฟ (เมตร)	แรงดันไฟฟ้า (V.drop) ณ จุดติดตั้ง	แบบวงจรไฟ LED
A B	15	11.90	วงจบบนที่ 1
	30	11.59	
	45	11.39	
	60	11.19	
	75	10.98	
	90	10.78	
	105	10.58	วงจบบนที่ 2
	120	10.38	
	135	10.17	
	150	9.97	
	165	9.77	
	180	9.57	



ภาพที่ 3-32 กำลังพลร่วมกับชาวบ้าน เดินสายไฟหลักสำหรับต่อโคมไฟถนนในหมู่บ้าน

2) การวางตำแหน่งการติดตั้งแบบ 3 เส้นทาง (Line A, B, C)



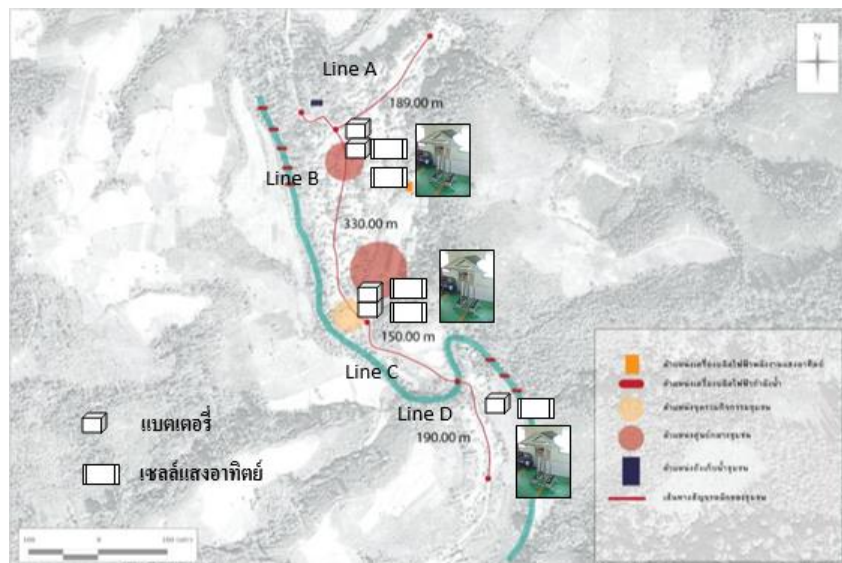
ภาพที่ 3-33 ผังกำหนดระยะทางการติดตั้งโคมไฟถนนแบบ 3 เส้นทาง
ตารางที่ 3-12 กำหนดวงจรต่อไฟ LED สำหรับโคมไฟถนนหมู่บ้านแบบ 3 เส้นทาง *ขนาดสายไฟ
ที่ใช้ 2x1 ตารางมิลลิเมตร

LINE No. (เส้นทางการติดตั้ง โคมไฟ)	ระยะสายไฟ (เมตร)	แรงดันไฟฟ้า (V.drop) ณ จุดติดตั้ง	แบบวงจรไฟ LED
A B C	15	11.90	วงจรแบบที่ 1
	30	11.59	
	45	11.39	
	60	11.19	
	75	10.98	
	90	10.78	
	105	10.58	วงจรแบบที่ 2
	120	10.38	
	135	10.17	
	150	9.97	
	165	9.77	



ภาพที่ 3-34 กำลังพลและชาวบ้านดำเนินการวางตำแหน่งเสาไฟฟ้าถนนในหมู่บ้าน

3) การวางตำแหน่งการติดตั้งแบบ 4 เส้นทาง (Line A, B, C, D)



ภาพที่ 3-35 ผังกำหนดระยะทางการติดตั้งโคมไฟถนนแบบ 4 เส้นทาง

ตารางที่ 3-13 กำหนดวงจรต่อไฟ LED สำหรับโคมไฟถนนหมู่บ้านแบบ 4 เส้นทาง *ขนาดสายไฟที่ใช้ 2x1 ตารางมิลลิเมตร

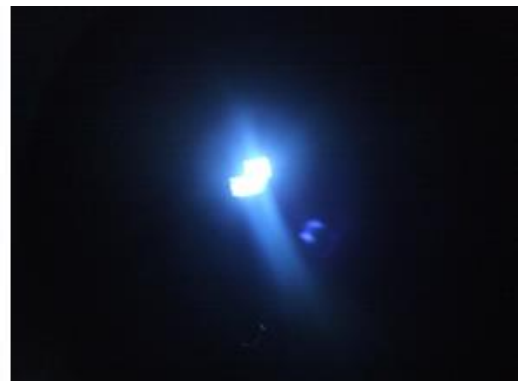
LINE No. (เส้นทางการติดตั้ง โคมไฟ)				ระยะสายไฟ (เมตร)	แรงดันไฟฟ้า (V.drop) ณ จุดติดตั้ง	แบบวงจรไฟ LED
A B C D				15	11.90	วงจรแบบที่ 1
				30	11.59	
				45	11.39	
				60	11.19	
				75	10.98	
				90	10.78	
				105	10.58	วงจรแบบที่ 2
				120	10.38	
				135	10.17	
				150	9.97	
				165	9.77	
				180	9.57	
				195	9.36	
				210	9.16	
				225	8.96	
				240	8.76	
				255	8.55	
				270	8.35	
				285	8.15	
				300	7.95	
				315	7.74	
				330	7.54	



ภาพที่ 3-36 กำลังพลประกอบคอมไฟเข้ากับโครงขาคอมเหล็ก



ภาพที่ 3-37 กำลังพลและชาวบ้าน ติดตั้งเสาไฟฟ้า



ภาพที่ 3-38 คอมไฟส่องสว่าง High power LED ถนนภายในหมู่บ้านจากไฟฟ้า 12 โวลต์

จากการสำรวจพื้นที่และวางแผนติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 30 หมู่บ้าน เพื่อกำหนดรูปแบบการติดตั้งเสาไฟ โคมไฟและเดินสายไฟในรูปแบบ 2,3 และ 4 เส้นทาง ตาม ลักษณะสภาพพื้นที่ของแต่ละหมู่บ้าน โดยสามารถสรุปรูปแบบการวางตำแหน่งการติดตั้งได้ดังนี้

ลำดับ	หมู่บ้าน	อำเภอ	การวางตำแหน่งการติดตั้ง
1	บ้านแอลา	ปางมะผ้า	แบบ 2 เส้นทาง
2	บ้านห้วยปาย	ปาย	แบบ 2 เส้นทาง
3	บ้านโถ้งนา	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
4	บ้านปงยาม	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
5	บ้านดอยคู	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
6	บ้านป่าโหล	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
7	บ้านปางตอง	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
8	บ้านปางบอน	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
9	บ้านผาแดง	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
10	บ้านห้วยแห้ง	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
11	บ้านห้วยวาง	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
12	บ้านปายสองแฉ่	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
13	บ้านป่าซาง	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
14	บ้านในของ	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
15	บ้านดอยผีลู่	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
16	บ้านโถ้งกองเต้า	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
17	บ้านแก่งป่าเลา	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
18	บ้านปางโยน	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
19	บ้านห้วยแก่งล่าง	เมือง	แบบ 3 เส้นทาง
20	บ้านหนองหอย	ปางมะผ้า	แบบ 3 เส้นทาง
21	บ้านห้วยแก้วบน	เมือง	แบบ 3 เส้นทาง
22	บ้านไม้เตื่อโง้ม	เมือง	แบบ 3 เส้นทาง

ลำดับ	หมู่บ้าน	อำเภอ	การวางตำแหน่งการติดตั้ง
23	บ้านห้วยหมื่นศรีสวัสดิ์	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
24	บ้านห้วยสะ	ปาย	แบบ 3 เส้นทาง
25	บ้านซอแบะ	ปางมะผ้า	แบบ 4 เส้นทาง
26	บ้านน้ำปาลมุง	ปาย	แบบ 4 เส้นทาง
27	บ้านกุงป่าตึง	เมือง	แบบ 4 เส้นทาง
28	บ้านห้วยसानโน	เมือง	แบบ 4 เส้นทาง
29	บ้านห้วยน้ำโป่ง	ปางมะผ้า	แบบ 4 เส้นทาง
30	บ้านน้ำเพียงดิน	เมือง	แบบ 4 เส้นทาง

บทที่ 4

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และการประเมินความพอใจของชุมชน

การบูรณาการทางด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนาพลังงานทดแทนในโครงการหมู่บ้าน พมพ.ที่นักวิจัยได้ออกแบบการดำเนินการ ที่รวบรวมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตั้งแต่ นักวิจัย ชุมชน หน่วยงานในพื้นที่ๆประกอบด้วย ทหาร องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ได้เข้ามาเริ่มต้นพัฒนาเพิ่มเติมด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และปฏิบัติร่วมกัน ในการพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่างจากพลังงานทดแทน ในหมู่บ้าน พมพ.ในมิติของการเตรียมการที่เกิดจากความร่วมมือของหน่วยทหารในพื้นที่กับนักวิจัยในการดำเนินการที่สอดคล้องกับประเด็นยุทธศาสตร์ของกระทรวงกลาโหม แผนยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนของกระทรวงกลาโหม พ.ศ.2554-2568 (3มิถุนา 2533) ภายใต้วิสัยทัศน์ “กระทรวงกลาโหมมีความพร้อมที่จะผลิตใช้ และพัฒนาพลังงานเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน” ตามแนวทางยุทธศาสตร์หลัก 5 ยุทธศาสตร์หลักคือ

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การบริหารจัดการพลังงานทดแทน เพื่อให้มีพัฒนาพลังงานทดแทนของกระทรวงกลาโหมเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ แต่ละหน่วยได้เสนอแนวทางที่มีความเหมาะสมกับวัฒนธรรมองค์กรของตน เช่น การจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบหลักด้านพลังงานทดแทน การกำหนดความรับผิดชอบให้หน่วยที่มีอยู่แล้ว การจัดตั้งคณะกรรมการบริหารด้านพลังงานทดแทน และการจัดทำแผนงานที่มีความชัดเจนในเรื่องทิศทางและการปฏิบัติ เป็นต้น

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานทดแทน ได้มีการกำหนดปัญหาการวิจัยที่สอดคล้องกับความต้องการของหน่วย และการสร้างเครือข่ายการทำวิจัยร่วมกับองค์กรและนักวิจัยจากสถาบันภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนในแต่ละด้าน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับการกิจการรักษาความมั่นคงของประเทศของกระทรวงกลาโหม ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าจากการลงทุนวิจัยและพัฒนา ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมได้ในระยะเวลานาน

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การส่งเสริมการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน จะเป็นการวางแผนเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างความต้องการใช้พลังงานและการผลิตพลังงานทดแทนตามศักยภาพที่มีอยู่ โดยจะต้องมองภาพให้ครบทั้งระบบ ตั้งแต่ การศึกษาศักยภาพด้านพลังงานทดแทน การเผยแพร่องค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทน การผลิต การส่งกำลังบำรุง ตลอดจนความ

ครบถ้วนของสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆซึ่งอาจบูรณาการโดยร่วมมือกับเครือข่ายภายนอกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานทดแทนเนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่ของกระทรวงกลาโหมไม่ได้มีภารกิจหลักด้านพลังงานทดแทน ดังนั้นการจะผลักดันการดำเนินการให้เป็นไปตามแผนยุทธศาสตร์ ฯ ฉบับนี้ นั้น การพัฒนาความพร้อมของบุคลากรจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาความรู้ให้เพียงพออย่างเร่งด่วนในทุกๆระดับ เช่น ระดับนโยบาย ระดับอำนาจการระดับปฏิบัติการ เป็นต้น แผนยุทธศาสตร์ ฯ ฉบับนี้ได้นำเสนอการพัฒนาบุคลากรดังกล่าว และเน้นการสร้างบุคลากรด้านพลังงานทดแทนขึ้นมาใหม่ โดยต้องมีความร่วมมือกับหน่วยงานสำคัญภายนอกด้วย

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การจัดการองค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทน ในการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง ได้มีการต่อยอดองค์ความรู้ที่ได้มีการพัฒนามาก่อนให้ขยายเพิ่มไปอย่างมีประสิทธิภาพมีการนำเสนอวิธีการหลายอย่าง เช่น การจัดตั้งศูนย์สาริตด้านพลังงานทดแทน การจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานทดแทน การจัดทำเว็บไซต์เครือข่ายด้านพลังงานทดแทน ซึ่งจะทำให้มีศูนย์รวมของข้อมูลความรู้และการสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาในที่สุดกระทรวงกลาโหมเป็นส่วนหนึ่งของสังคมไทยที่จะต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรับกับพลวัตการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานจากพลังงานปิโตรเลียมเป็นพลังงานทดแทน เมื่อได้มีการใช้แผนยุทธศาสตร์ฯ ฉบับนี้ขึ้นจะทำให้กระทรวงกลาโหม มีการพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองต่อการกิจด้านการรักษาความมั่นคงของประเทศของกระทรวงกลาโหม

- กระทรวงกลาโหมมีการบริหารจัดการพลังงานทดแทนอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- กระทรวงกลาโหมมีองค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการกิจด้านการรักษาความมั่นคงของประเทศของกระทรวงกลาโหม
- กระทรวงกลาโหมมีการผลิต ใช้ และพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน
- กระทรวงกลาโหมเป็นส่วนหนึ่งในการใช้พลังงานที่ไม่ทำลายระบบนิเวศน์ สังคม และวัฒนธรรม

ความสัมพันธ์ของชุมชนกับทหาร นักวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เข้าดำเนินการเข้าพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การตอบสนองกับความต้องการของชุมชนที่เกิดจากแรงบันดาลใจจากการที่ได้รับความรู้และความเข้าใจเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ในระดับที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ สะท้อนให้เห็นออกมาในรูปของความร่วมมือ กับโครงการวิจัยในทุกหมู่บ้าน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิรัฐ ประพุทธนิตินสาร (2546 : 71) ได้กล่าวไว้ว่า แนวทางปฏิบัติในกระบวนการพัฒนาชุมชนแบบมีส่วนร่วม ด้วยวิถีธรรมชาติ เป็นกระบวนการที่ต้องให้คนที่อยู่กับปัญหาหรือมีปัญหาร่วมกันมาพิจารณาหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน ดังนั้น ความแตกต่างของแต่ละบุคคลที่เข้ามามีส่วนร่วมย่อมมีมาก ซึ่งต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ในการเข้าถึงจิตใจธรรมชาติของคนที่เข้ามามีส่วนร่วมจึงน่าจะเป็นกระบวนการที่ลื่นไหล โดยมีคนที่อยู่กับปัญหาเป็น “ศูนย์กลาง” และพบว่า การพัฒนาประสิทธิภาพเชิงกระบวนการ ตั้งแต่มิติ “การรู้เขา” ตั้งแต่การรู้ข้อมูล บริบทของสภาพแวดล้อมทางกายภาพในพื้นที่ บริบททางสังคมของคนในชุมชน ที่ประกอบไปด้วยระดับความรู้ วัฒนธรรมท้องถิ่นแต่ละชนเผ่า พฤติกรรมการเทียบเคียงของคนแต่ละหมู่บ้าน ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่จะทำให้ผู้ที่พัฒนาประสิทธิภาพของพลังงานทดแทนสามารถออกแบบกระบวนการสร้างความรู้ ความเข้าใจให้เกิดขึ้นอย่างง่าย และไว เพื่อแสวงหาแรงบันดาลใจ และความร่วมมือของชุมชน ให้เกิด “การระเบิดจากข้างใน” พร้อมทั้งจะยอมรับสิ่งที่จะทำให้เกิดสภาพชีวิตที่มั่นคงและดีกว่าอย่างยั่งยืน ขณะเดียวกัน “มิติรู้เรา” ตั้งแต่การจัดเตรียมทีมงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การสร้างความเข้มแข็งของบุคลากรในเรื่องความรู้ ความเข้าใจ การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ ก็ทำให้นักวิจัยทราบปัจจัยในการสร้างและออกแบบกระบวนการในการดำเนินการ อย่างถูกจังหวะ และเหมาะสมกับระดับความรู้ และศักยภาพของชุมชน จะทำให้เกิดความมั่นใจในความสำเร็จอย่างมีส่วนร่วมเกิดขึ้นกับชุมชน ซึ่งจะส่งผลต่อความสุข และความมั่นคงในชีวิตและตอบโจทย์ความมั่นคงในชุมชนของหมู่บ้านพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดน

4.1 การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานและความคุ้มค่า

การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทานจังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวนทั้งหมด 30 หมู่บ้าน ที่ได้ดำเนินการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบพลังงานทดแทนที่นำไปติดตั้งตลอดจน ศึกษารูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหาร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กับชุมชนเป้าหมาย ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน และการบำรุงรักษา สร้างการเรียนรู้ของชุมชนในการใช้พลังงานทดแทนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง และประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจของ

ชุมชน ประกอบไปด้วยหมู่บ้านตามตารางที่ 1 จำนวน 30 หมู่บ้าน โดยเฉลี่ยใช้โคมไฟแสงสว่างถนน หมู่บ้าน ละ 50 โคม กำลังไฟส่องสว่าง ทั้งหมด 1 หมู่บ้าน ใช้กำลังไฟ 450 วัตต์

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการลงทุนจัดทำระบบไฟฟ้าแสงสว่างจากหลอดตะเกียบ ที่ใช้ไฟฟ้า 220 VAC กับ โคมไฟ LED ที่ใช้ไฟฟ้า 12 VDC

จากการใช้ระบบแสงสว่างจาก โคมไฟ LED ให้กับชุมชน นักวิจัยได้เปรียบเทียบกับ โคมไฟปกติที่ใช้กันทั่วไปคำนวณได้ดังนี้

พลังงานรวม (กิโลวัตต์ Kw.) ที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนหลอดไฟจากเดิมเป็น LED คือ

$$(A - B) = (C) \times Q$$

เมื่อ $A = (\text{กำลังไฟเดิม วัตต์} + \text{บัลลาสต์})$

$B = \text{กำลังวัตต์ โคม LED}$

$C = \text{ประหยัดพลังงานต่อโคม}$

$Q = \text{จำนวนโคมไฟที่ต้องการประหยัดพลังงาน}$

กำลังโคมประหยัดฟลูออเรสเซนต์เดิม ใช้กำลังไฟฟ้า 19 วัตต์ ต่อโคม

เปลี่ยนโคมไฟ LED ใช้กำลังไฟฟ้า 9 วัตต์ ที่มีความสว่างเท่ากัน ใช้ทั้งหมด 1 หมู่บ้าน

จำนวน 50

$$\text{รวมที่ประหยัดได้} = (19 - 9) = 10 \text{ วัตต์} \times 50 \text{ โคม} = 500 \text{ วัตต์}$$

พลังงานรวม(กิโลวัตต์ – ชั่วโมง kW - Hr ที่ประหยัดได้รายปีจะได้เท่ากับ

พลังงานที่ประหยัดได้ × จำนวนชั่วโมงใช้งาน × จำนวนวันใช้งานในหนึ่งสัปดาห์ ×
จำนวนใช้งานในหนึ่งปี

$$= 500/1000 \times 12 \times 7 \times 48$$

$$= 2,016 \text{ กิโลวัตต์ – ชั่วโมง/ปี}$$

ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปี เท่ากับ พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี × ค่าไฟต่อหน่วย (kWh)

$$= 2,016 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \times 3.9 \text{ บาท/หน่วย}$$

$$= 7,862.40 \text{ บาท}$$

เพราะฉะนั้น 1หมู่บ้านที่ใช้หลอด LED เป็นไฟฟ้าระบบแสงสว่างสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปี เท่ากับเป็นรายหมู่บ้านที่การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของ

หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทานจังหวัด
แม่ฮ่องสอนจะประหยัดได้ประมาณ 7,862.40 บาท ต่อหมู่บ้าน

ไฟฟ้าที่ประหยัดได้คำนวณจากอายุการใช้งานของหลอด LED ซึ่งมีอายุการใช้งาน
ประมาณ 50000 ชั่วโมง จะเท่ากับการใช้งานของหลอด LED ÷ จำนวนชั่วโมงต่อการใช้งาน/ปี
= อายุการใช้งานของหลอด LED × ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปีต่อหมู่บ้าน

$$= 50000 \div 4032 = 12.4 \text{ ปี} \times 7,862.40 \text{ บาท}$$

$$= 97,500 \text{ บาท / ปี}$$

งบประมาณลงทุนค่าวัสดุ ต่อ 1 หนึ่งหมู่บ้าน พมพ. ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก (ไม่รวมค่าแรง)
เป็นเงิน 60,980 บาท

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน = ค่าวัสดุในการจัดทำระบบไฟฟ้าแสงสว่างค่าไฟที่ประหยัดได้
ใน 1 ปี/หมู่บ้าน ÷ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปีต่อหมู่บ้าน = $60,980 \div 7,862.40$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 7.6 \text{ ปี} \quad \text{หรือ} \quad 91.2 \text{ เดือน}$$

ในกรณีที่เปลี่ยนเฉพาะหลอดไฟจาก หลอดตะเกียบ 19 วัตต์ เป็น โคมไฟ LED 9 วัตต์
โดยมีระบบสายไฟเดิมอยู่แล้ว จะใช้งบประมาณลงทุนเฉพาะโคมไฟ LED จำนวน 50 โคมๆละ
315 บาท รวมเป็นเงิน 15,750 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 15,750 \div 7,862.40$$

$$= 2.0 \text{ ปี} \quad \text{หรือ} \quad 24 \text{ เดือน}$$

ดังนั้นข้อมูลนี้เป็นข้อมูลการลงทุน ในการจัดทำระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ถนนภายในหมู่บ้าน
ชนบทที่ จากการสายส่งยังเข้าไม่ถึง ซึ่งเป็นการจัดการอย่างมีส่วนร่วมโดยใช้ คน และวัสดุในพื้นที่
ในรูปแบบที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ จะทำให้ประหยัดงบประมาณลงทุน ให้กับองค์การปกครอง
ส่วนท้องถิ่น และชุมชนที่มีความต้องการระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อความปลอดภัย และความ
มั่นคงที่ดีกว่า

4.2 การติดตามประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของระบบไฟส่องสว่างและการประเมิน ความพึงพอใจของชุมชน

โครงการได้มีการวางแผนที่จะทำการประเมินความพึงพอใจของประชาชนในชุมชนต่อ
ระบบพลังงานทดแทนที่ได้ไปติดตั้งให้ เพื่อสำรวจและศึกษาความพึงพอใจของประชาชน มีความ
ต้องการสนับสนุนใดเพิ่มเติม รวมถึงประสิทธิภาพของระบบไฟที่ติดตั้งไป และรวบรวมข้อมูลเพื่อ
เป็นแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินงานและพัฒนาการโครงในพื้นที่อื่นๆ โดยหลังจากมีการ

ติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทนในแต่ละหมู่บ้านแล้วประมาณ 6 เดือนขึ้นไป คณะทำงานจะเข้าไปสอบถามข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและพอเพียง และความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อโครงการ ได้มีการศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลเพื่อให้คณะทำงานเข้าใจถึงความสำคัญและวิธีการประเมินผลมากยิ่งขึ้น

หมู่บ้านที่เข้าร่วมโครงการ อยู่ในเขตพื้นที่ชายแดน ห่างไกลจากความเจริญโดยเฉพาะเรื่องของระบบสาธารณูปโภค ซึ่งระบบไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในยุคนี้อย่างยิ่ง หมู่บ้านทั้งหมดส่วนใหญ่มีสภาพทั่วไปโดยรวมมีขนาดของหมู่บ้านอยู่ในระดับเล็ก-ปานกลาง มีเชื้อสายไทใหญ่ ชาวเขาเผ่ามูเซอ มูเซอแดงหรือลาหู่ การตั้งถิ่นฐานจะอาศัยอยู่บริเวณที่ราบ ที่ลุ่มเชิงเขา และบริเวณสันเขาบนที่สูง ส่วนการปลูกสร้างที่อยู่อาศัยจะกระจุกเป็นกลุ่มตามแนวถนนสายหลักของหมู่บ้าน ด้วยลักษณะภูมิประเทศจึงทำให้ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม บางหมู่บ้านมีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และไบโอแก๊ส แต่ก็ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของชาวบ้านอย่างเพียงพอได้ การติดตั้งแสงสว่างสำหรับไฟส่องทางเดินในหมู่บ้านและครัวเรือนจากการดำเนินงานของโครงการจึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากต่อความเป็นอยู่ในหมู่บ้าน จากการดำเนินงานของโครงการเพื่อให้ทราบผลตอบรับจากชาวบ้านถึงประสิทธิภาพ ปัญหา ข้อบกพร่องของระบบไฟส่องสว่าง จึงได้มีการสรุปการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจในการติดตั้งระบบแสงสว่างสำหรับไฟส่องทางเดินในหมู่บ้านและครัวเรือน โดยจะทำการติดตามประเมินผลในพื้นที่หลังจากได้มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทนไปแล้วประมาณ 6 เดือนถึง 1 ปี

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ ได้กำหนดแนวทางการประเมินเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิผลหลังการติดตั้งและระดับของความพึงพอใจ ซึ่งมีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่าง
- 2) การดูแลรักษา
- 3) ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง
- 4) ปัญหาในการใช้งาน
- 5) ความต้องการเพิ่มเติม

จากการสรุปภาพรวมจากการประเมินเปรียบเทียบทุกหมู่บ้าน โดยการสำรวจ สอบถามคนในหมู่บ้าน ผู้นำชุมชนและผู้ใหญ่บ้าน ผลจากการเปรียบเทียบในแต่ละประเด็นที่กำหนดไว้ มีดังนี้

1) **ประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่าง** เป็นการประเมินผลเมื่อทำการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างแล้วมีประสิทธิภาพอย่างไร เพื่อที่คณะทำงานจะนำผลประเมินไปปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด สรุปผลการประเมินพบว่าจำนวน 26 หมู่บ้าน ที่ระบบไฟส่องสว่างยังทำงานได้

ตามปกติ ในที่นี้คือหลอดไฟที่ติดตั้งสว่างทุกดวง หากบางช่วงที่ฝนตกติดต่อกันหลายวัน พลังงานสะสมจากแสงอาทิตย์น้อย ไฟก็สว่างน้อย โดยขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวันด้วย ซึ่งยังถือว่าระบบไฟส่องสว่างที่ติดตั้งทำงานปกติ มีประสิทธิภาพ ส่วนกรณีที่เกิดการชำรุดมีจำนวน 4 หมู่บ้าน ซึ่งชาวบ้านไม่สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้ และไม่ทราบสาเหตุ มีบางหมู่บ้านที่ชำรุดเป็นบางจุด เกิดจากการหันหลอดไฟขึ้น ทำให้ละอองน้ำขังในตัวหลอดไฟ จึงเกิดการชำรุด

2) การดูแลรักษา เป็นการติดตามด้านการแบ่งหน้าที่ หรือมอบหมายให้บุคคลใดบุคคลหนึ่งในหมู่บ้านทำหน้าที่ดูแลประสิทธิภาพของไฟส่องสว่าง การเปิด-ปิด ไฟตามช่วงเวลาที่กำหนด (ระยะเวลาเปิด-ปิด ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความสว่างของแต่ละพื้นที่ คือ เปิดในช่วงเวลาประมาณ 18.00 ถึง 06.00 น.) การเติมน้ำมันแบตเตอรี่ ทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงการตรวจดูประสิทธิภาพการใช้งานเป็นประจำ การประเมินด้านการดูแลรักษาจะมีประโยชน์ต่ออายุการใช้งานของระบบไฟส่องสว่างและการขยายผล หรือต่อยอดการพัฒนาต่อไป เนื่องจากการดูแลรักษาไม่มีความยุ่งยาก ส่วนใหญ่จึงไม่เกิดปัญหาด้านการดูแล และเนื่องจากชาวบ้านได้มีการตกลงร่วมกันในการดูแลเป็นที่เรียบร้อยก่อนการติดตั้ง ยกเว้นกรณีเกิดการชำรุดที่นอกเหนือจากการใช้ความรู้เชิงเทคนิคในการซ่อมแซม จากผลการประเมินโดยรวมพบว่าส่วนใหญ่ ซึ่งมีจำนวน 27 หมู่บ้าน มอบหมายให้ตัวแทนในชาวบ้าน หรือชาวบ้านค่อยผลัดเปลี่ยนกันดูแล บางหมู่บ้านลูกบ้านมีการตกลงร่วมกันดูแลรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใหญ่บ้าน หรือกำนันก็มีบทบาทในการดูแลรักษาร่วมกับชาวบ้าน และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานท้องถิ่น เช่น อบต. ที่ตรวจเช็คอุปกรณ์ให้แต่มีจำนวนน้อย

3) ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง เป็นการประเมินเพื่อให้ชาวบ้านได้เห็นประโยชน์ของระบบแสงสว่าง แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และเห็นความสำคัญของการช่วยกันดูแลรักษาเพื่อให้ได้ใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากการประเมินความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่างจะมีประโยชน์ต่อชาวบ้านแล้ว คณะทำงานก็ได้รับประโยชน์เช่นกัน ในแง่ของการนำประโยชน์ที่ชาวบ้านได้รับเป็นแรงกระตุ้น เป็นเหตุผลในการพัฒนาขยายผลในบริเวณที่จำเป็นต้องติดตั้งระบบไฟส่องสว่างต่อไป ผลสรุปจากการประเมินในภาพรวมพบว่าชาวบ้านเกิดการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นและได้รับประโยชน์สูงสุด โดยมีค่าคะแนนใกล้เคียงกันในประเด็นการเดินทางที่สะดวกปลอดภัยขึ้นในช่วงเวลากลางคืน ชาวบ้านมีการออกมาจากบ้านเพื่อพบปะพูดคุย ประชุม การจัดกิจกรรมเตรียมงานเทศกาลต่างๆ ในครัวเรือนมีแสงสว่างในช่วงเวลาการประกอบอาหารและรับประทานอาหารเย็นร่วมกัน และเด็กนักเรียนใช้อ่านหนังสือ มีช่วงระยะเวลาการทำงานที่มากขึ้นโดยเฉพาะด้านการเกษตร เช่น ในฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางเกษตรที่ชาวบ้านต้องนำผลผลิตมาตากบริเวณลานหน้าบ้าน นอกจากนี้ยังช่วยลดการเกิดอาชญากรรม การมั่วสุม การดื่มสุรา และบางหมู่บ้านยังได้ประโยชน์จากการติดตั้งวิทยุกระจายเสียงในหมู่บ้านอีกด้วย

4) ปัญหาการใช้งาน เป็นการประเมินผลหลังการใช้งานในระยะเวลาหนึ่ง ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานที่ผ่านมา เพื่อให้ชาวบ้านได้เห็นถึงสาเหตุของปัญหา ซึ่งมีทั้งปัญหาเบื้องต้น ที่มีความเสียหายเพียงเล็กน้อยที่ชาวบ้านสามารถร่วมกันแก้ไขได้ เช่น เสာไฟ เอนหรือโยก สายไฟขาด การปรับมุมหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าในบางหมู่บ้านมีผู้ที่มีความรู้เบื้องต้นในด้านไฟฟ้า ก็สามารถบรรเทา แก้ไขปัญหาในเบื้องต้นได้ และบางปัญหาที่เป็นเชิงเทคนิคเฉพาะในระบบ หรืออุปกรณ์ของไฟส่องสว่างที่ชาวบ้านไม่สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ การประเมินปัญหาการใช้งานมีประโยชน์ต่อคณะทำงานในการนำผลประเมินไปปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป หากมีโอกาสได้พัฒนาระบบไฟส่องสว่างอย่างต่อเนื่อง ผลสรุปการประเมินปัญหาการใช้งาน พบว่า ปัญหาที่หมู่บ้านส่วนใหญ่ประสบจากการใช้งานที่ผ่านมา ได้แก่

- ขาดความรู้ในวิธีการซ่อมแซม และไม่สามารถประสานงานไปยังหน่วยงานที่จะให้ความช่วยเหลือในกรณีระบบไฟส่องสว่างเกิดการชำรุด เสียหายได้ (มีจำนวน 11 หมู่บ้านที่ประสบปัญหา)
- หลอดไฟแบบเก่าไม่สว่าง ชำรุด เช่น ขั้วหลอดไฟชำรุด หลอดไฟขาด บางบ้านหันหลอดไฟเข้าสู่บ้านตนเอง หรือคอมพุกปรับหันไปในมุมที่โดนน้ำฝน
- แสงสว่างไม่ทั่วถึงจากการติดตั้งเสาลไฟในระยะที่ห่างกันจนเกินไป
- แบตเตอรี่เริ่มเสื่อมประสิทธิภาพตามอายุการใช้งาน และไม่สามารถเก็บประจุไว้ได้นาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุการเก็บรักษาที่ไม่ถูกวิธี คือการนำแบตเตอรี่วางกับพื้นซีเมนต์โดยตรง ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของประจุไฟฟ้า ทำให้ตัวแบตเตอรี่เก็บไฟไว้ได้ไม่นาน

5) ความต้องการเพิ่มเติม การติดตั้งระบบไฟส่องสว่างในแต่ละหมู่บ้าน ซึ่งในหมู่บ้านหนึ่งไม่ได้ติดตั้งทั่วทุกพื้นที่ เนื่องจากมีการใช้งบประมาณค่อนข้างจำกัด เพื่อให้ทุกหมู่บ้านที่มีความเดือนร้อนและมีความจำเป็นในการใช้ไฟส่องสว่างเหมือนกันได้มีแสงสว่างเฉลี่ยให้ครบในทุกหมู่บ้าน การประเมินผลความต้องการเพิ่มเติม จึงเป็นสิ่งที่ย้ำถึงความจำเป็นและเร่งด่วนให้เกิดงบประมาณในการติดตั้งในบริเวณหรือจุดที่มีความสำคัญของหมู่บ้านที่ยังไม่ได้รับการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง จากผลสรุปการประเมินเปรียบเทียบความต้องการในแต่ละหมู่บ้าน พบว่าทุกหมู่บ้านมีความต้องการเพิ่มเติมในทิศทางเดียวกัน คือ

- ต้องการให้มีการอบรม หรือการถ่ายทอดความรู้เรื่องการดูแลรักษา วิธีการซ่อมแซมระบบไฟส่องสว่างในเบื้องต้น ให้แก่คนในหมู่บ้านหรือตัวแทน เนื่องจากที่ผ่านมาเมื่อเกิดการชำรุดจะไม่สามารถซ่อมแซมได้ และไม่ได้ประสานเจ้าหน้าที่ให้เข้ามาซ่อมแซม เนื่องจากไม่ทราบช่องทางการติดต่อ และไม่มีความชัดเจนในเรื่องของหน่วยงาน หรือเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบระบบไฟส่องสว่าง

- มีความต้องการไฟส่องสว่างบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง หรือพื้นที่สาธารณะที่เป็นศูนย์รวมกิจกรรมของคนในหมู่บ้าน เช่น วัด โรงเรียน รวมทั้งบริเวณถนนในจุดอื่นๆ ที่ยังไม่ได้รับการติดตั้ง
- ต้องการไฟส่องสว่างภายในบ้านแต่ละหลัง ส่วนใหญ่มีความยินดีจ่ายค่าคอมไฟเอง

ข้อสรุปและเสนอแนะ

- 1) การประเมินจะสังเกตได้ว่าหากหมู่บ้านใดรวมตัวกันอย่างเข้มแข็ง มีการวางแผนเตรียมพร้อม มีการตกลงการแบ่งหน้าที่การทำงาน หรือร่วมกันคอยดูแลรักษา ก่อนการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง จะพบว่าประสิทธิภาพไฟส่องสว่างก็จะมีอายุการใช้งานได้ยืนยาว และปัญหาการใช้งานก็จะลดลง โดยที่ชาวบ้านสามารถร่วมกันแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นได้ ยกเว้นในกรณีที่เป็นปัญหาในเชิงเทคนิคของระบบไฟส่องสว่าง
- 2) ในบางหมู่บ้านเคยมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ลม พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานจากไบโอแก๊ส แต่ใช้งานไม่ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ค่อนข้างเก่าและมีการชำรุด หรือน้ำไม่เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟ หากมีการศึกษาปรับปรุงแก้ไขก็จะทำให้สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ เป็นแหล่งพลังงานทดแทนอีกทางหนึ่ง
- 3) ก่อนการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง ควรจัดการประชุมถามความคิดเห็นคนในหมู่บ้านเพื่อตกลงร่วมกันในเรื่องจุดการติดตั้ง ซึ่งจากการประเมินผลความต้องการเพิ่มเติม พบว่าบางหมู่บ้านมีความต้องการติดตั้งที่จุดอื่นมากกว่าที่คณะงานได้ติดตั้งไว้แล้ว
- 4) ควรมีการจัดการอบรมให้ความรู้เรื่องการดูแลรักษาซ่อมแซมในเบื้องต้นให้กับตัวแทนหมู่บ้านและชุมชน ควรมีการขยายการอบรมให้เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เพื่อสนับสนุนดูแลและเข้าช่วยตรวจสอบสภาพการใช้งานได้

ผลรวมสรุปการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ จากจำนวน 30 หมู่บ้าน

- 1) ประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่าง พบว่า ยังคงมีประสิทธิภาพสามารถทำงานได้ตามปกติ 26 หมู่บ้าน มีคอมชำรุดบางจุด 4 หมู่บ้าน
- 2) การดูแลรักษา ได้มอบหมายให้เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นบ้าน 4 หมู่บ้าน ชุมชนดูแลกันเอง 18 หมู่บ้าน และกำนันผู้ใหญ่บ้านดูแล 8 หมู่บ้าน
- 3) ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง พบว่า มีกิจกรรมเกิดขึ้น ดังนั้นการพบปะสังสรรค์และมีกิจกรรมร่วมกัน 18 หมู่บ้าน มีช่วงเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น 12 หมู่บ้าน

การเดินทางสะดวกขึ้น 23 หมู่บ้าน ส่วนอาชญากรรม/การมั่วสุมเสพยาและดื่มสุราลดลง 12 หมู่บ้าน

4) ปัญหาในการใช้งานในส่วนประกอบของระบบไฟส่องสว่าง พบว่า ปัญหาในส่วนแบตเตอรี่ 6 หมู่บ้าน หลอดไฟ/เสาไฟชำรุด 8 หมู่บ้าน และแสงส่องไม่ถึงถึง (เสาไฟห่าง) 5 หมู่บ้าน ขาดความรู้ในการซ่อม 11 หมู่บ้าน

5) ความต้องการเพิ่มเติม พบว่าแต่ละหมู่บ้านมีความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ เพิ่มไฟส่องสว่างในบ้านพัก 12 หมู่บ้าน เพิ่มไฟส่องสว่างบริเวณที่สาธารณะ/ถนน 11 หมู่บ้าน และอบรม 22 หมู่บ้าน



ภาพที่ 4-1 การติดตามประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ

ตารางสรุปการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจหลังทำการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

หมู่บ้าน	การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ															
	ประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่าง		การดูแลรักษา			ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง				ปัญหาในการใช้งาน				ความต้องการเพิ่มเติม		
	ทำงานได้ปกติ	ชำรุดบางจุด	เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น	ชุมชน	กำหนด/ผู้ใหญ่บ้าน	การพบปะ/ทำกิจกรรมร่วมกัน	มีช่วงเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น	การเดินทางสะดวกขึ้น	อาชญากรรม/การมั่วสุมเสพยาและดื่มสุราลดลง	แบตเตอรี่	หลอดไฟ/เสาไฟชำรุด	แสงส่องไม่ถึงทั่วถึง (เสาไฟห่าง)	ขาดความรู้ในการซ่อม	เพิ่มไฟส่องสว่างในบ้านพัก	เพิ่มไฟส่องสว่างบริเวณที่สาธารณะ/ถนน	จัดอบรม
ไทรงนา	/		/			/	/		/					/	/	/
ปungยาม	/		/					/	/						/	/
ดอยดู่		/		/			/	/						/	/	/
ซอแบะ		/	/			/		/		/		/	/		/	/
ป่าโหล	/		/				/		/	/			/	/		/
ปางตอง		/		/		/	/	/		/			/		/	/
ปางบอน	/			/		/	/	/			/		/		/	/
ผาแดง	/			/				/		/	/	/	/	/		/
ห้วยแห้ง	/			/		/	/	/	/		/		/	/		/
ห้วยราง	/				/	/	/		/			/		/	/	/

ตารางสรุปการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจหลังทำการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ (ต่อ)

หมู่บ้าน	การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ															
	ประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่าง		การดูแลรักษา			ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง				ปัญหาในการใช้งาน				ความต้องการเพิ่มเติม		
	ทำงานได้ปกติ	ชำรุดบางจุด	เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น	ชุมชน	กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน	การพบปะ/ทำกิจกรรมร่วมกัน	มีช่วงเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น	การเดินทางสะดวกขึ้น	อาชญากรรม/การมั่วสุมเสพยาและดื่มสุราลดลง	แบตเตอรี่	หลอดไฟ/เสาไฟชำรุด	แสงส่องไม่ถึงทั่วถึง (เสาไฟห่าง)	ขาดความรู้ในการซ่อม	เพิ่มไฟส่องสว่างในบ้านพัก	เพิ่มไฟส่องสว่างบริเวณที่สาธารณะ/ถนน	จัดอบรม
ดอยผีลู	/			/		/			/							
แอลา	/				/				/	/		/	/	/	/	/
ปายสองแฉ่	/				/	/	/	/		/	/	/		/		
หัวปาย	/				/			/					/	/	/	/
ป่าช้าง	/				/	/	/	/					/	/		/
ในของ	/			/				/	/		/		/		/	
น้ำปาลมุง	/				/	/		/					/	/		/
กุงป่าดิ่ง	/			/		/	/		/		/					/
แก่งป่าเลา	/				/	/	/	/			/				/	
โห้งกองเต้า	/			/				/	/							/

ตารางสรุปการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจหลังทำการติดตั้งระบบไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ (ต่อ)

หมู่บ้าน	การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจ															
	ประสิทธิภาพไฟส่องสว่าง		การดูแลรักษา			ความเปลี่ยนแปลงหลังจากมีระบบไฟส่องสว่าง				ปัญหาในการใช้งาน				ความต้องการเพิ่มเติม		
	ทำงานได้ปกติ	ชำรุดบางจุด	เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น	ชุมชน	กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน	การพบปะ/ทำกิจกรรมร่วมกัน	มีช่วงเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น	การเดินทางสะดวกขึ้น	อาชญากรรม/การมั่วสุมเสพยาและดื่มสุราลดลง	แบตเตอรี่	หลอดไฟ/เสาไฟชำรุด	แสงส่องไม่ถึงถึง (เสาไฟห่าง)	ขาดความรู้ในการซ่อม	เพิ่มไฟส่องสว่างในบ้านพัก	เพิ่มไฟบริเวณที่สาธารณะ/ถนน	จัดอบรม
ปางโยน		/		/		/	/	/			/			/		/
ห้วยสำนใน	/			/				/								
ห้วยแก้วล่าง	/			/		/		/								/
ห้วยน้ำโป่ง	/			/				/								/
หนองหอย	/				/				/							/
ห้วยแก้วบน	/			/		/		/	/							/
น้ำเพียงดิน	/			/				/	/							
ไม้เตือโงม	/			/		/		/								/
ห้วยหมื่นศรีสวัสดิ์	/			/		/		/	/							/
ห้วยสะ	/			/		/		/								/
รวม	26	4	4	18	8	18	12	23	12	6	8	5	11	12	11	22

บทที่ 5

การสร้างกลไกความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานสนับสนุน และชุมชนในพื้นที่

จากวัตถุประสงค์หนึ่งของโครงการที่ให้ความสำคัญกับการศึกษารูปแบบกลไกความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานทหาร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กับชุมชนเป้าหมาย ในการร่วมมือเพื่อพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน การติดตั้งพลังงานทดแทน และการบำรุงรักษา โครงการได้ดำเนินการต่าง ๆ เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือเรื่องการพัฒนาและเรียนรู้ระบบพลังงานทดแทน โดยนอกจากจะทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างพลังงานทดแทนแล้ว ได้มีการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแหล่งบ่มเพาะและเรียนรู้สำหรับทหาร ตำรวจและผู้สนใจ พร้อมทั้งการจัดการอบรมให้ความรู้แก่ทหาร เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและประชาชนในพื้นที่ทั้งในศูนย์การเรียนรู้และในพื้นที่ดำเนินการของโครงการ การจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้สนใจ ประชาชนทั่วไป และนักเรียน นักศึกษาที่มาทัศนศึกษา ผ่านการดำเนินงานของศูนย์การเรียนรู้ที่จัดตั้งขึ้น และการประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อวางแผนบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทน นอกจากนี้โครงการได้สร้างความร่วมมือกับหน่วยงานทหารและตำรวจตระเวนชายแดน เพื่อขยายพื้นที่ในการพัฒนาระบบพลังงานทดแทน โดยมีการลงนามในข้อตกลงความร่วมมือและสร้างระบบพลังงานทดแทนต้นแบบ รวมถึงการจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานของพื้นที่ เพื่อใช้ประโยชน์ในการขยายผลและต่อยอดโครงการต่อไปในอนาคต

5.1 การดำเนินการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้

คณะวิจัยได้ดำเนินการประชุมประเมินการดำเนินกิจกรรมของศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน จากโครงการเดิม “โครงการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ” โดยการทำ Focus group แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กำลังพลประจำศูนย์การเรียนรู้ และกำลังพลจากฐานปฏิบัติการที่เข้ารับการอบรม

กลุ่มที่ 1 กำลังพลประจำศูนย์การเรียนรู้ มีความต้องการความรู้เพิ่มเติม เครื่องมืออุปกรณ์ยังไม่เพียงพอ และ ยังขาดการนำรูปแบบกิจกรรมพลังงานทดแทนไปทำแผนปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องในการดำเนินกิจกรรมทางด้านพลังงานทดแทน

กลุ่มที่ 2 กำลังพลประจำฐานปฏิบัติการมีความต้องการความรู้ในการใช้งานเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและการบำรุงรักษาที่ถูกต้องก่อนขึ้นไปใช้งานบนฐานปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐานเหมือนกัน เนื่องจากมีการสับเปลี่ยนกำลังพล

จากข้อสรุปในการทำ Focus group ดังกล่าวคณะวิจัยได้ แนวทางดำเนินการสร้างความเข้มแข็งของศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน เพื่อสนับสนุนและขับเคลื่อนการดำเนิน“พลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วม

และยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน” ซึ่งเป็นโครงการใหม่ ให้เกิดความร่วมมือและศักยภาพ อีกทั้งเครือข่ายที่เข้มแข็งของหน่วยทหาร ชุมชนและนักวิชาการทั้งในพื้นที่เดิม และพื้นที่ใหม่

โครงการได้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนจำนวน 4 ศูนย์ ได้แก่ ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนกรมทหารราบที่ 7 ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนกองพลทหารราบที่ 7 ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนหน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 และศูนย์การเรียนรู้กองกำกับการ 5 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน

การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน 4 ศูนย์โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ผู้รับทุนวิจัย และกองทัพภาคที่ 3 โดยกรมทหารราบที่ 7 หน่วยเฉพาะกิจ กรมทหารราบที่ 17 หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 และกองกำกับการ 5 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน เพื่อรองรับการขับเคลื่อนโครงการพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยโครงการวิจัยได้ดำเนินการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ จัดหาสถานที่และกำลังพลในการจัดสร้างศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน เพื่อเป็นกลไกในการขับเคลื่อนกิจกรรมวิจัยของโครงการ ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ สามารถรองรับการฝึกอบรมกำลังพลได้ มีการลงนามในข้อตกลงความร่วมมือและทำพิธีเปิดศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน



ภาพที่ 5-1 การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน
กรมทหารราบที่ 7 ค่ายกาวิละ จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 5-2 พิธีเปิดศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนโดยปลัดจังหวัดเชียงใหม่เป็นประธานพิธีเปิด



ภาพที่ 5-3 ประธานในพิธีเข้าเยี่ยมชมศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน
ณ กรมทหารราบที่ 7 ค่ายกาวิละ จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 5-4 การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน ณ หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารราบที่ 17 จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 5-5 หัวหน้าส่วนราชการจังหวัดแม่ฮ่องสอนเข้าร่วมพิธีเปิดศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน ณ หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารราบที่ 17 ม่อนตะแลง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยผู้ว่าราชการจังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นประธานพิธีเปิด



ภาพที่ 5-6 การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน กองกำกับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 33

5.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการและการถ่ายทอดความรู้

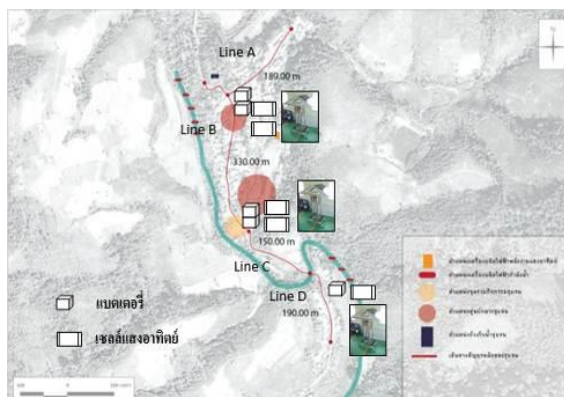
เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้เกิดความยั่งยืน จำเป็นที่ชุมชนและเครือข่ายวิจัยจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในระดับที่สามารถในการบำรุงรักษาเบื้องต้นเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ถูกเลือกใช้ สิ่งหนึ่งที่นักวิจัยได้ดำเนินการออกแบบ การให้ความรู้ การเข้าถึงความรู้ การนำความรู้ไปปรับใช้ การพัฒนาระดับความรู้ และเผยแพร่เรียนรู้ให้กับผู้อื่น โดยได้นำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ ประกอบไปด้วย ชุมชน ทหาร อบต. ครู ในพื้นที่นำมาฝึกอบรมเพื่อให้เกิดเครือข่ายความร่วมมือในการใช้และพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนได้อย่างยั่งยืน

นักวิจัยได้ออกแบบดำเนินการอบรมถ่ายทอดความรู้ ไว้ 3 แนวทางคือ

- 1) การฝึกอบรมอบรมเครือข่ายพัฒนาพลังงานทดแทนในพื้นที่
- 2) การฝึกอบรมกรรมการหมู่บ้านที่ทำหน้าที่บำรุงรักษาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
- 3) การจัดอบรมเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน
- 4) การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน

5.2.1 การฝึกอบรมเครื่องมือข่ายพัฒนาพลังงานทดแทนชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล ทหาร และครูในพื้นที่

แนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพการรับรู้ นักวิจัยได้จัดรูปแบบในการเรียนรู้ของเครือข่ายในพื้นที่ไปพร้อมๆกัน เพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ถูกใช้ในพื้นที่ โดยนักวิจัยได้ดำเนินการในการพัฒนาในมิติของการพัฒนาประสิทธิภาพเชิงกระบวนการที่จะประกอบไปด้วย การเรียนรู้เทคโนโลยีในโดยเน้นการสร้างทักษะและความรู้พื้นฐาน (Basic Hand on Skill) และ การมีส่วนร่วม เพื่อสร้างความยั่งยืนให้กับเครือข่ายและชุมชน ประกอบไปด้วย การอบรมเครือข่ายในพื้นที่ให้มีความรู้และเข้าใจในพื้นฐานไฟฟ้า การทำแผนที่เดินดินของแต่ละหมู่บ้าน การอบรมระบบการต่อและทำโคมไฟ LED ที่เป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในหมู่บ้าน การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างจากเซลล์แสงอาทิตย์ และการบำรุงรักษาเพื่อนำไปใช้บูรณาการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในพื้นที่



ภาพที่ 5-7 การอบรมให้ความรู้การทำแผนที่เดินดิน กองกำลังผาเมือง



ภาพที่ 5-8 การอบรมให้ความรู้การทำแผนที่เดินดิน กองกำลังนเรศวร



ภาพที่ 5-9 การอบรมเครือข่ายในพื้นที่ ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

5.2.2 การฝึกอบรมกรรมการหมู่บ้านที่ทำหน้าที่บำรุงรักษาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน

การฝึกอบรมกรรมการหมู่บ้านซึ่งถูกจัดตั้งขึ้นโดยสมาชิกชุมชนในหมู่บ้านที่จะทำหน้าที่ ดูแลรักษา เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ถูกใช้อยู่ในพื้นที่อย่างมีส่วนร่วม โดยนักวิจัยได้ดำเนินการอบรมให้ทำจริงในพื้นที่และทดลองใช้จริง ทำให้ชาวบ้านมีความมั่นใจ ในการพึ่งพาตนเองได้ เมื่อนักวิจัย ถอนตัวออกมา และสามารถเป็นรูปแบบตัวอย่างการจัดการใช้พลังงานของชุมชนในโอกาสต่อไป



ภาพที่ 5-10 การอบรมเรียนรู้พื้นฐานให้แก่กรรมการหมู่บ้าน พมพ.

5.2.3 การจัดอบรมเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน

การจัดอบรมให้ความรู้กับศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ การฟื้นฟูแบตเตอรี่สำรองไฟที่เสื่อมสภาพ โดยนำแบตเตอรี่เก่าที่เสื่อมสภาพของฐานปฏิบัติการบริเวณแนวชายแดนลงมาฟื้นฟูใหม่เพื่อยืดอายุการใช้งานและประหยัดงบประมาณ หลังจากนั้นจะได้นำความรู้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนหมู่บ้านเป้าหมายต่อไป



ภาพที่ 5-11 การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่และการฟื้นฟูให้กับกำลังพลหน่วยเฉพาะกิจ
กรมทหารราบที่ 17 จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลจากการอบรม กำลังพลสามารถปฏิบัติการฟื้นฟูแบตเตอรี่เก่าที่เสื่อมสภาพ กลับมาใช้ใหม่ได้ถึงแม้ประสิทธิภาพจะได้ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ใหม่ ก็ยังสามารถใช้ทดแทนเมื่อแบตเตอรี่ขาดแคลน หรือสำรองไว้ใช้ในกรณีฉุกเฉิน ขณะเดียวกันยังสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้กับชาวบ้าน ให้สามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่ใช้ในครัวเรือนในหมู่บ้านห่างไกลได้อีกทางหนึ่ง

5.2.4 การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน

ศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทนได้เป็นแหล่งเรียนรู้และจัดอบรมให้กับผู้สนใจและนักเรียน นักศึกษา ที่มาทัศนศึกษา เพื่อขยายผลถ่ายทอดการพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืน



ภาพที่ 5-12 การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง กรมทหารราบที่ 7 ให้กับกำลังพล ในส่วนความรับผิดชอบของ กรมทหารราบที่ 7 เชียงใหม่



ภาพที่ 5-13 การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน กองกำกับการฝึกพิเศษ ตำรวจตระเวนชายแดนที่ 33 ให้กับกำลังพลและหมู่บ้านแม่หมาใน



ภาพที่ 5-14 การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพราน
ที่ 36 อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ให้กับกำลังพล นก.ทพ. 36



ภาพที่ 5-15 การถ่ายทอดความรู้ผ่านศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน
หน่วยเฉพาะกิจกรมทหารพรานที่ 36 อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ให้กับนักเรียนในพื้นที่มาทศนศึกษา

5.3 การประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าพลังงาน

ทดแทน

การประสานงานกับ หน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการของ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาขยายผลไปยังหมู่บ้านอื่นๆ และการบำรุงรักษา โดยการสื่อสาร ผ่านการประชุม ใหญ่ของอำเภอไปยังองค์การบริหารส่วนตำบลและผู้ใหญ่บ้าน ที่ดูแลพื้นที่หมู่บ้าน พมพ. โดยนักวิจัยได้ร่วมประชุมเพื่อสื่อสารการวางแผนประสานกับหน่วยงานเจ้าภาพในพื้นที่และท้องถิ่นในการ สาธิตพัฒนาต่อในการจัดทำแผนรองรับการทำงานโดยเฉพาะการติดตามและบำรุงรักษาระบบ โดยใช้เวที ประชุมประจำเดือนของ อำเภอปางมะผ้า ตลอดจนการประสานกับ องค์การบริหารส่วนตำบล นาปู่้อม เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดทำแผนการบำรุงรักษา โดย องค์การบริหารส่วนตำบลที่รับผิดชอบหมู่บ้าน พมพ. เป็นผู้ขับเคลื่อนต่อไปกับชุมชนเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง



ภาพที่ 5-16 จัดทำแผนการรับช่วงการบำรุงรักษาและพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วมกับ องค์การ ปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอปาย อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

5.4 การจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานของพื้นที่

โครงการ “การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วม และยั่งยืนของหมู่บ้านตามโครงการพัฒนา เพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทานจังหวัดแม่ฮ่องสอน” ได้สำรวจแบบสอบถามหมู่บ้าน ตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน อำเภอเมือง อำเภอปาย และ อำเภอปางมะผ้า และหมู่บ้านเป้าหมายตามโครงการหมู่บ้านห้วกลุ่มชนตามแนวชายแดน กองกำลังผาเมือง และกองกำลังนเรศวร พร้อมทั้งจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน เช่น พิกัดบ้าน พิกัดสถานที่สำคัญ ในหมู่บ้าน แหล่งน้ำ ถนน เป็นต้น โดยได้ถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ สามารถแสดงข้อมูล ให้เห็นพื้นที่หรือตำแหน่ง (location) รวมทั้งมีคุณสมบัติที่อธิบายลักษณะของข้อมูลนั้น ๆ (attribute)

การสำรวจข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจที่ทางโครงการวิจัย ฯ ได้ทำการสำรวจใหม่นั้น คือ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบหมู่บ้าน

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน วิธีการได้มาซึ่งข้อมูล คือ ปรี้นภาพถ่ายทางอากาศของแต่ละหมู่บ้านในขนาด A3 ให้กับหน่วยงานทหารที่รับผิดชอบ ซึ่งหน่วยงานทหารที่รับผิดชอบแต่ละหมู่บ้านได้ทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ฐานของแต่ละหมู่บ้านตามกำหนด คือ ขอบเขตหมู่บ้าน พิกัดบ้าน จุดรวมตัวของชาวบ้าน ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก เส้นทางน้ำ และเส้นทางถนน โดยการวาดข้อมูลลงบนกระดาษไขของแต่ละชั้นข้อมูล จากนั้นเจ้าหน้าที่จะทำให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยอาศัยโปรแกรมทางภูมิศาสตร์ คือ โปรแกรม Quantum GIS ดังนี้

ตารางที่ 5-1 แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน

	ชื่อ	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ชั้นข้อมูล
หมู่บ้านเป้าหมายตามโครงการ หมู่บ้านห่วงคู่ขนานตามแนว ชายแดน กองกำลังนเรศวร	บ้านดอยคู	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านท่าสองยาง	ท่าสองยาง	ท่าสองยาง	ตาก	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)

	บ้านท่าอาจ	ท่าสายลวด	แม่สอด	ตาก	1. พิกัดบ้าน (point) 2. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. เส้นทางน้ำ (polygon) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านน้ำเพียงดิน	ผาบ่อง	เมือง	แม่ฮ่องสอน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งบ้านที่มีจานดาวเทียม (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ (point) 5. เส้นทางประปาภูเขา (line) 6. เส้นทางน้ำ (polygon) 7. เส้นทางถนน (line)

	บ้านปางคอง	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 7. เส้นทางน้ำ (line) 8. เส้นทางถนน (line)
	บ้านปางคาม	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. แหล่งท่องเที่ยว (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line) 7. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)

	บ้านเป็งเคล็ง	แม่จัน	อัมผาง	ตาก	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านแม่กุหลวง	แม่กุ	แม่สอด	ตาก	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. เส้นทางน้ำ (polygon) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านแม่ออกฮู	วาเลย์	พบพระ	ตาก	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point)

					4. เส้นทางน้ำ (polygon) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านไม้ลัน	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. แหล่งท่องเที่ยว (point) 7. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 8. เส้นทางถนน (line)
	บ้านยะพอ	วาเล่ย์	พบพระ	ตาก	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. เส้นทางน้ำ (polygon)

					5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านวังผา	แม่จะเรา	แม่ระมาด	ตาก	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. เส้นทางน้ำ (line) 4. เส้นทางถนน (polygon)
	บ้านวาลัยเหนือ	วาลัย	พบพระ	ตาก	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านเสาหิน	เสาหิน	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	1. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 2. เส้นทางน้ำ (line) 3. เส้นทางถนน (line)

	บ้านหมื่นธาตุชัย	พปพระ	พปพระ	ตาก	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. เส้นทางน้ำ (polygon) 6. เส้นทางถนน (line) 7. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านห้วยตันนุ่น	แม่เงา	ขุนยวม	แม่ฮ่องสอน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยฝาง	ห้วยผา	เมือง	แม่ฮ่องสอน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. เส้นทางน้ำ (line)

					4. เส้นทางถนน (line) 5. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านห้วยมหาวงค์	มหาวัน	แม่สวด	ตาก	1. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 2. เส้นทางน้ำ (polygon) 3. เส้นทางถนน (line) 4. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
หมู่บ้านเป้าหมายตามโครงการหมู่บ้านห้วยคู่นานตามแนวชายแดน กองกำลังผาเมือง	บ้านกองลม	เมืองแหง	เวียงแหง	เชียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. เส้นทางน้ำ (line) 7. เส้นทางถนน (line) 8. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)

	บ้านแก่งทรายมูล	ท่าตอน	แม่ฮาด	เชียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. เส้นทางน้ำ (polygon) 3. เส้นทางถนน (line) 4. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านคุ้ม	แม่ฮาด	ฝาง	เชียงใหม่	1. พิกัดบ้าน (point) 2. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านจะลอ				1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. เส้นทางถนน (line) 5. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)

	บ้านปางม้า	แม่งอน	ฝาง	เชียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. เส้นทางถนน (line) 7. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านปางห้า	เกาะช้าง	แม่สาย	เชียงราย	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. เส้นทางถนน (line) 7. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)

	บ้านป่าแดง	เกาะช้าง	แม่สาย	เชียงราย	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 3. เส้นทางน้ำ (line) 4. เส้นทางถนน (line) 5. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านผาหมี	เวียงพางคำ	แม่สาย	เชียงราย	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านม้งเก่าหลัง	เทอดไทย	แม่ฟ้าหลวง	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. เส้นทางน้ำ (line)

					5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านม่วงชุม	ม่อนปิ่น	ฝาง	เชียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (polygon) 4. เส้นทางน้ำ (line, polyon) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านเมืองกาญจน์	ริมโขง	เชียงแสน	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. เส้นทางน้ำ (polygon) 5. เส้นทางถนน (line)

	บ้านลาน	ม่อนปิ่น	ฝาง	เชียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. เส้นทางน้ำ (line) 4. เส้นทางถนน (line)
	บ้านวังลาว	เวียง	เชียงใหม่	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยว (point) 6. เส้นทางน้ำ (line, polygon) 7. เส้นทางถนน (line)
	บ้านสวนดอก	บ้านแซว	เชียงใหม่	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point)

					5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านหนองเขี้ยว	เมืองนะ	เขียงดาว	เขียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยว (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ (point) 7. เส้นทางถนน (line)
	บ้านหนองไผ่	ม่อนปิ่น	ฝาง	เขียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. เส้นทางน้ำ (line) 4. เส้นทางถนน (polygon)
	บ้านหลักแต่ง	เปียงหลวง	เวียงแหง	เขียงใหม่	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point)

					3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. แหล่งท่องเที่ยว (point) 7. เส้นทางน้ำ (line) 8. เส้นทางถนน (line) 9. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านห้วยโก้น	ห้วยโก้น	เฉลิมพระเกียรติ	น่าน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยลึก	ม่วงยาย	เวียงแก่น	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point)

					4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านใหม่ชายแดน	ชนแดน	สองแคว	น่าน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. เส้นทางน้ำ (line) 3. เส้นทางถนน (line) 4. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านฮวก	ภูซาง	ภูซาง	เชียงราย	1. พิกัดบ้าน (point) 2. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 3. เส้นทางน้ำ (line) 4. เส้นทางถนน (line)

หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน อำเภอเมือง อำเภอปาย และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน	บ้านกิวหน่อ	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านดอยคู	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. พิกัดบ้าน (point) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางน้ำ (line) 7. เส้นทางถนน (line)
	บ้านดอยผีลู	แม่नाเติง	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point)

					4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านโทรงนา	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. เส้นทางติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือก (line)
	บ้านน้ำจาง	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านน้ำปาลามุง	แม่นาเติง	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางถนน (line)

	บ้านโนนทอง	แม่น้ำเต็ง	ปลาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านปางคาม	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 2. ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยว (point) 3. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางถนน (line) 6. เส้นทางที่ตั้งพลังงานปกติ (line)
	บ้านป่าซาง	เวียงเหนือ	ปลาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point)

					4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านปายสองแฉ่ง	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางน้ำ (line) 7. เส้นทางถนน (line)
	บ้านผาแดง	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางถนน (line)

	บ้านผาเือง	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านเมืองน้อย	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านไม้ลัน	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point)

					5. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 6. แหล่งท่องเที่ยว (point) 7. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 8. เส้นทางถนน (line)
	บ้านยาป่าแหน	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านแสนคำลือ	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางถนน (line)

	บ้านห้วยหก	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. เส้นทางน้ำ (line) 5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยแห้ง	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยเฮี้ย	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. เส้นทางน้ำ (line)

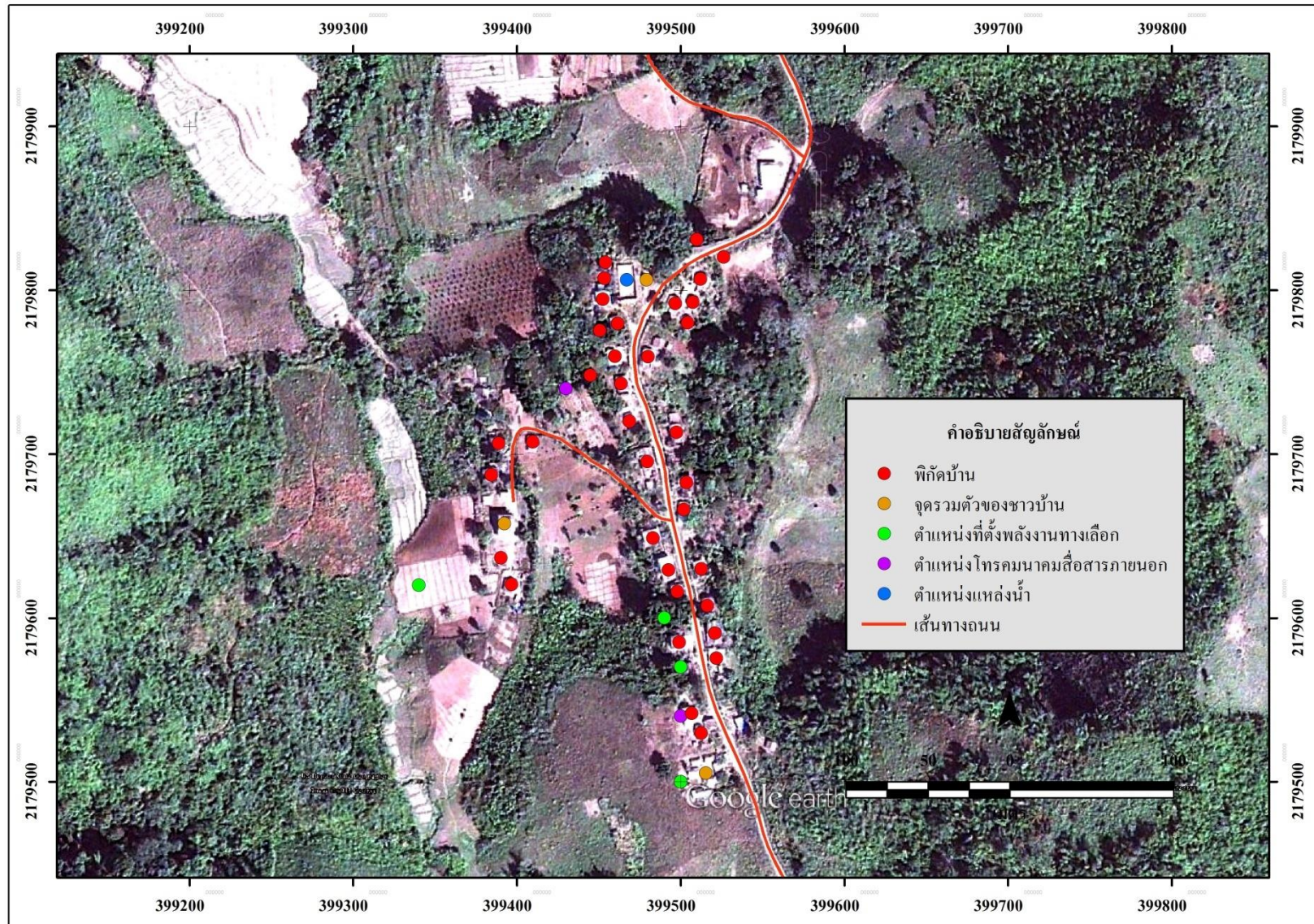
					5. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยเฮี้ยะ	ปางมะผ้า	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยปาย	เวียงเหนือ	ปาย	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. พิกัดบ้าน (point) 3. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 4. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 5. เส้นทางน้ำ (line) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านห้วยราง	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point)

					3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางถนน (line)
	บ้านแอกโก	ถ้ำลอด	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	1. ขอบเขตหมู่บ้าน (polygon) 2. จุดรวมตัวของชาวบ้าน (point) 3. ตำแหน่งแหล่งน้ำ (point) 4. ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก (point) 5. ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก (point) 6. เส้นทางน้ำ (line) 7. เส้นทางถนน (line)

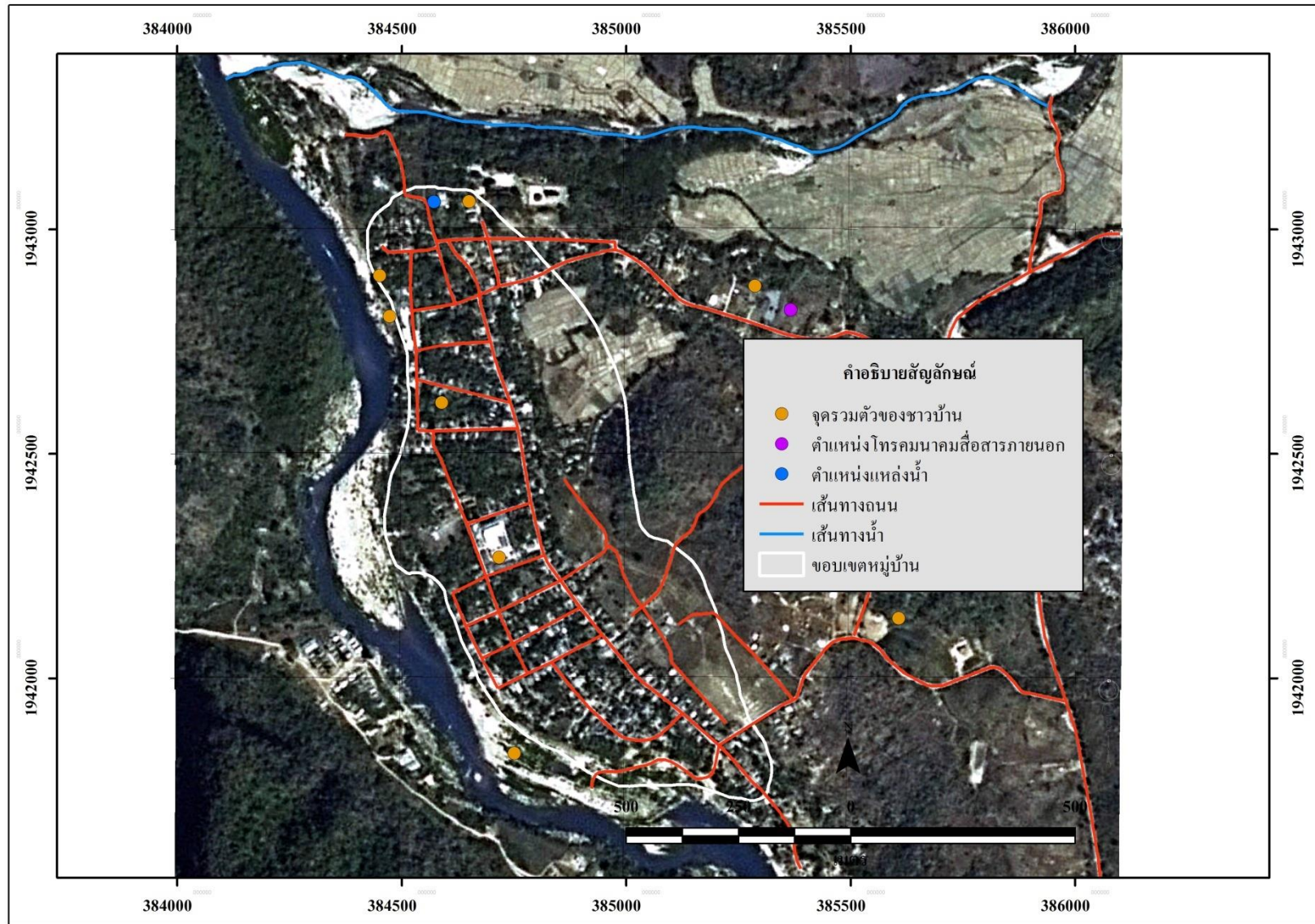
ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่หมู่บ้านตามโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดนตามแนวทางพระราชทาน อำเภอเมือง อำเภอปาย และอำเภอปางมะผ้า และหมู่บ้านเป้าหมายตามโครงการหมู่บ้านห้วงคู่ขนานตามแนวชายแดน กองกำลังผาเมือง และกองกำลังนเรศวร มีดังต่อไปนี้ คือ

- 1) ขอบเขตหมู่บ้าน หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงพื้นที่และขอบเขตหมู่บ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบพื้นที่ (polygon) มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ คำอธิบาย และพื้นที่ (ไร่)
- 2) พิกัดบ้าน หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของครัวเรือนในหมู่บ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ พิกัด x พิกัด y ชื่อ บ้านเลขที่ บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด และหมายเหตุ
- 3) จุตรวมตัวของชาวบ้าน หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานที่สำคัญในหมู่บ้าน หรือจุดที่มีการรวมตัวกันของชาวบ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ ชื่อ พิกัด x และพิกัด y
- 4) ตำแหน่งแหล่งน้ำ หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานที่สำคัญในหมู่บ้าน หรือจุดที่มีการรวมตัวกันของชาวบ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ ชื่อ คำอธิบาย พิกัด x และพิกัด y
- 5) ตำแหน่งโทรคมนาคมสื่อสารภายนอก หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งจุดที่สามารถติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมได้ มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ คำอธิบาย พิกัด x และพิกัด y
- 6) ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานปกติ หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งจุดที่ตั้งพลังงานปกติ เช่น เสาไฟฟ้า มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ คำอธิบาย พิกัด x และพิกัด y
- 7) ตำแหน่งที่ตั้งพลังงานทางเลือก หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งจุดที่ตั้งพลังงานทางเลือก เช่น แผงโซลาร์เซลล์ กังหันพลังงานน้ำ กังหันพลังงานลม เป็นต้น มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบจุด มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ คำอธิบาย พิกัด x และพิกัด y

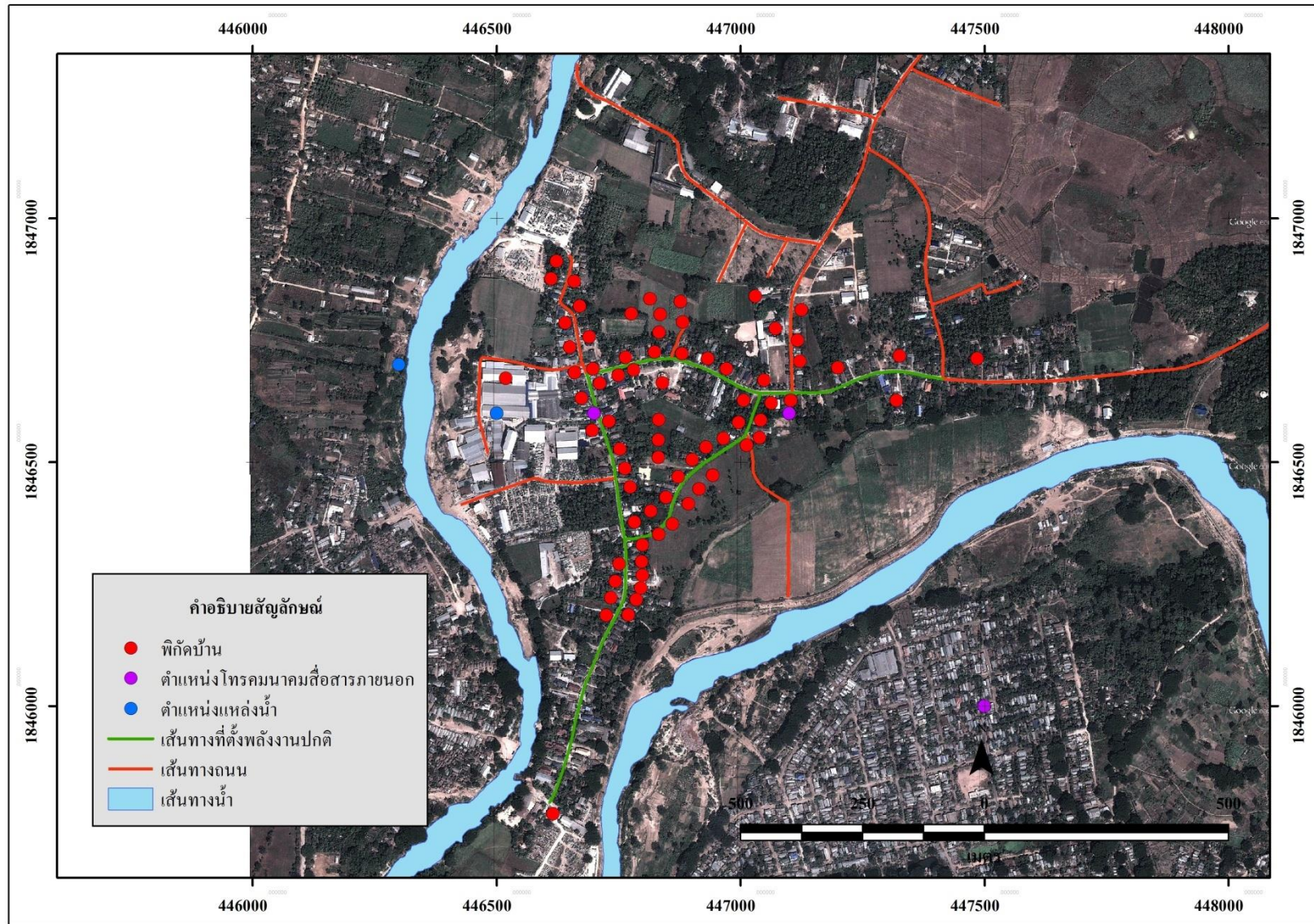
- 8) เส้นทางน้ำ หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงเส้นทางน้ำในหมู่บ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบเส้น มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ ชื่อ คำอธิบาย และความยาว (เมตร)
- 9) เส้นทางถนน หมายถึง ชั้นข้อมูลที่แสดงเส้นทางคมนาคมในหมู่บ้าน มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบเส้น (line) มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียด คือ ลำดับ คำอธิบาย และความยาว (เมตร)



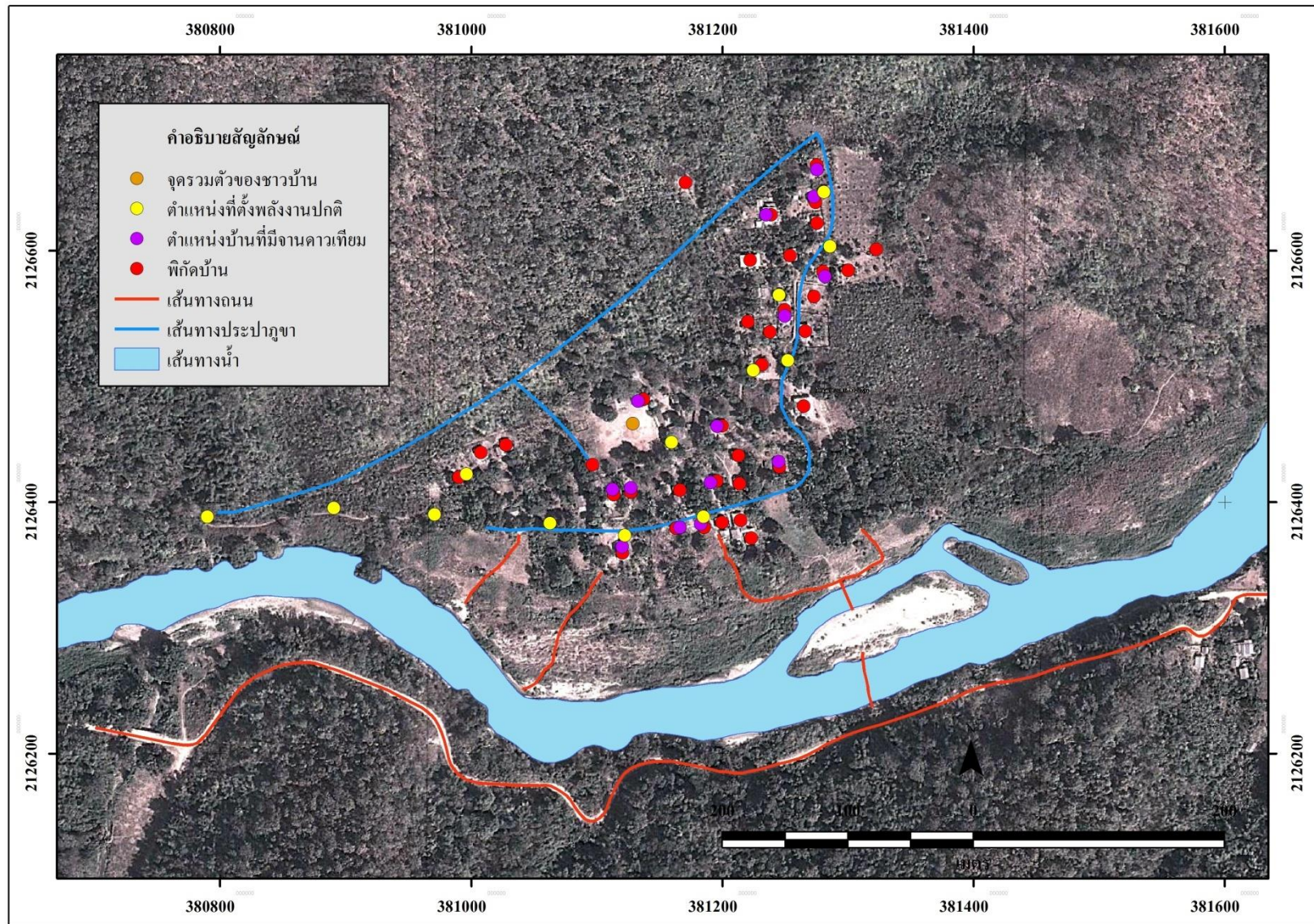
ภาพที่ 5-17 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านดอยคู



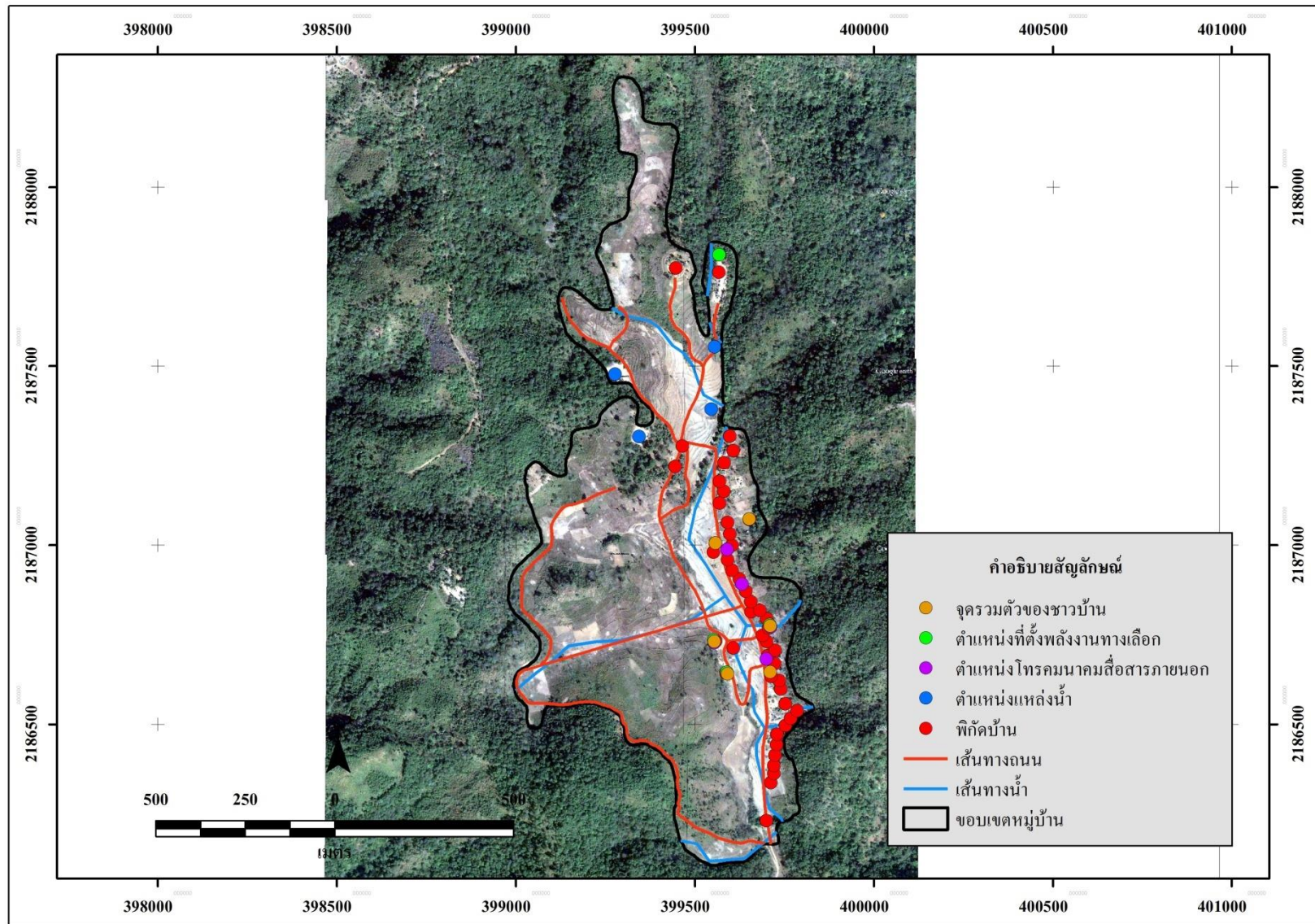
ภาพที่ 5-18 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านท่าสองยาง



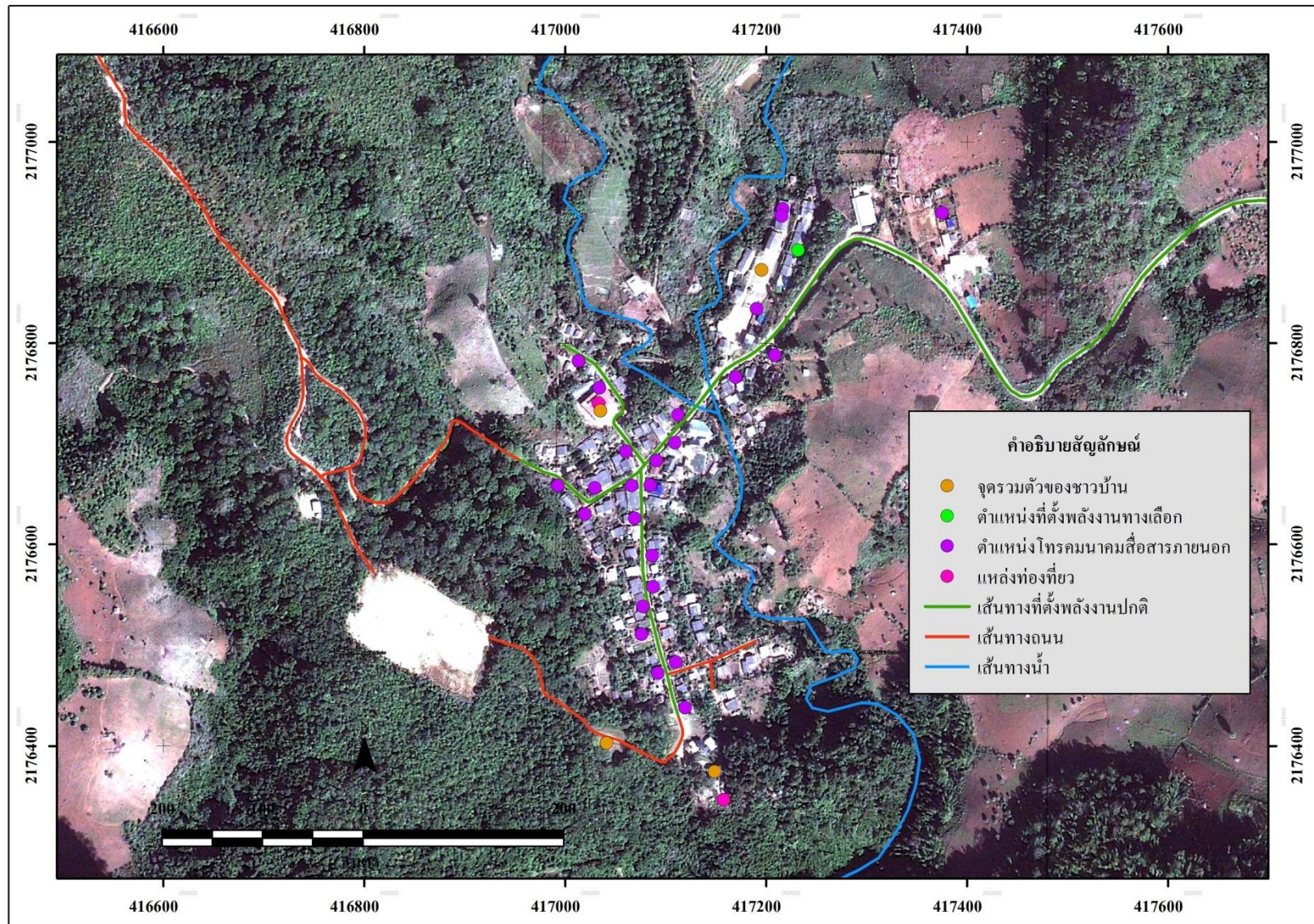
ภาพที่ 5-19 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านท่าอาจ



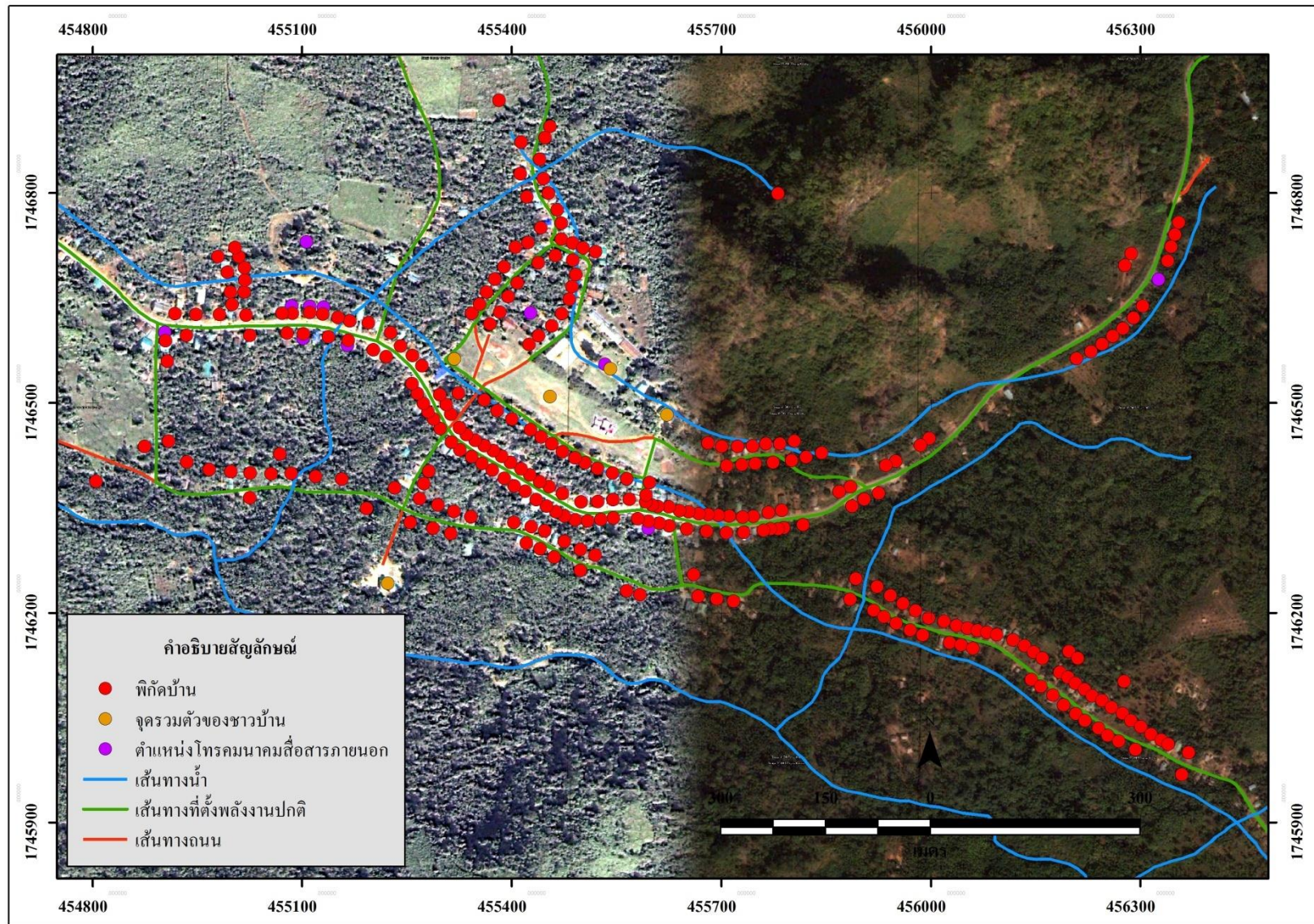
ภาพที่ 5-20 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านน้ำเพียงดิน



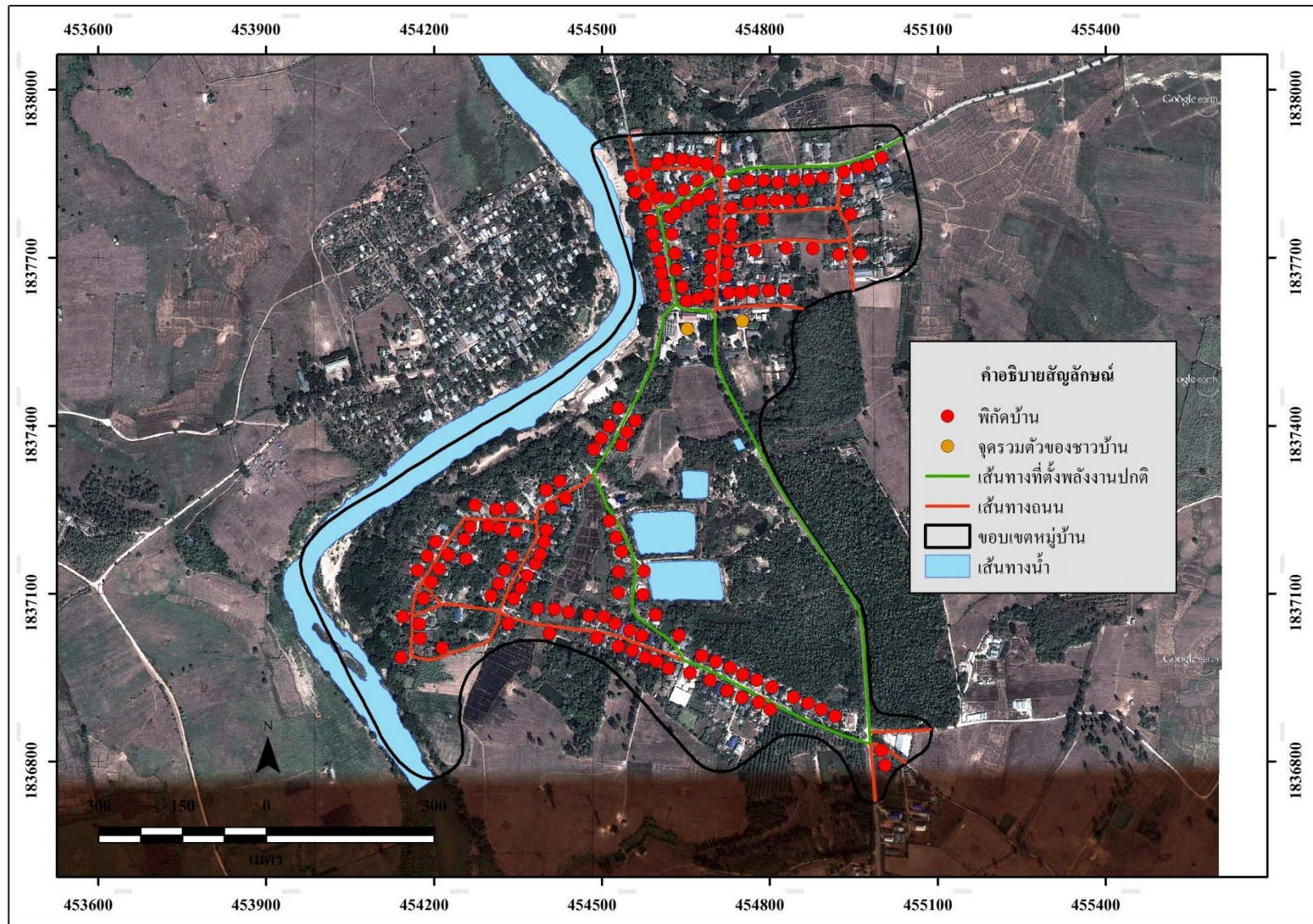
ภาพที่ 5-21 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปางคอง



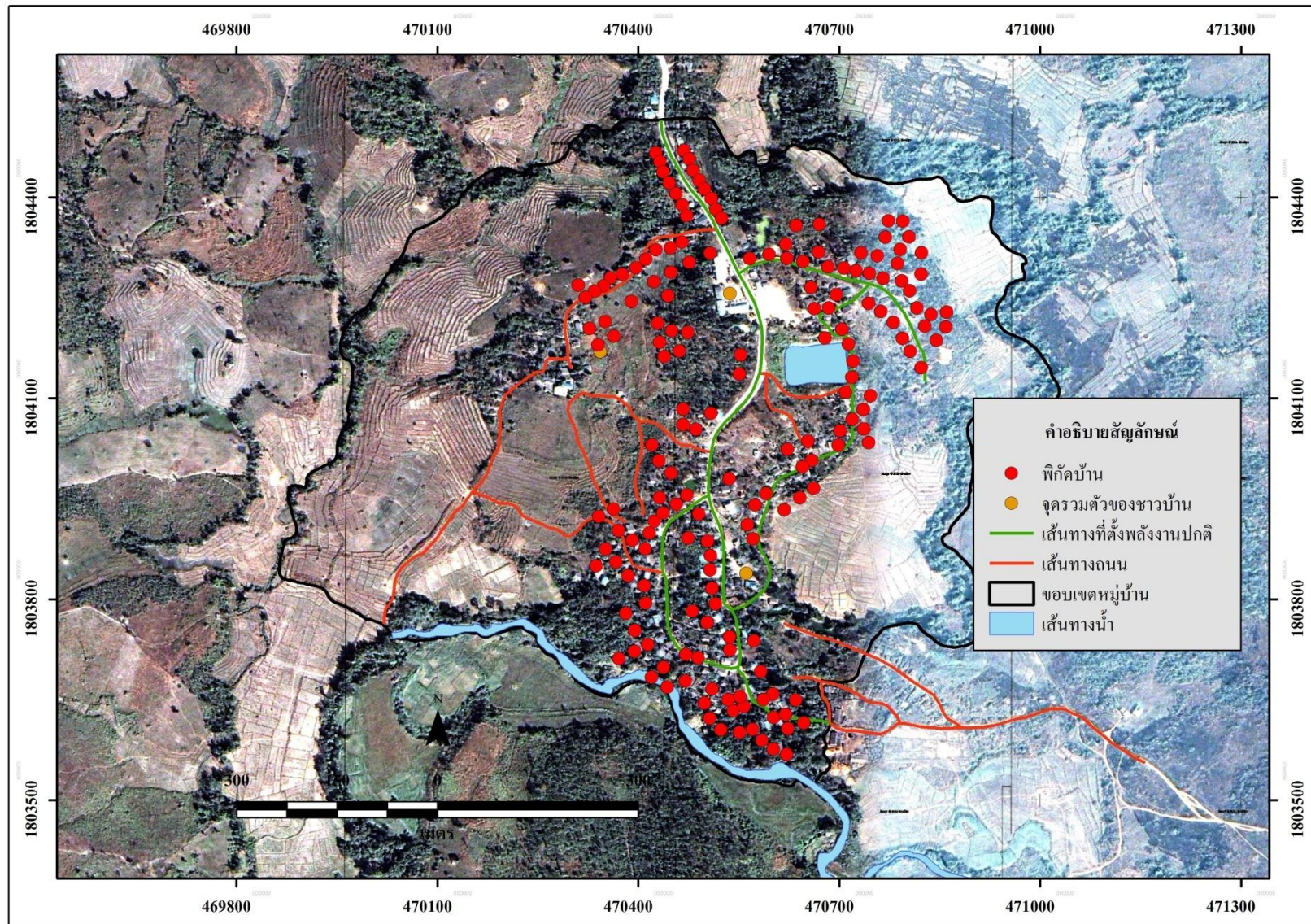
ภาพที่ 5-22 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปางคาม



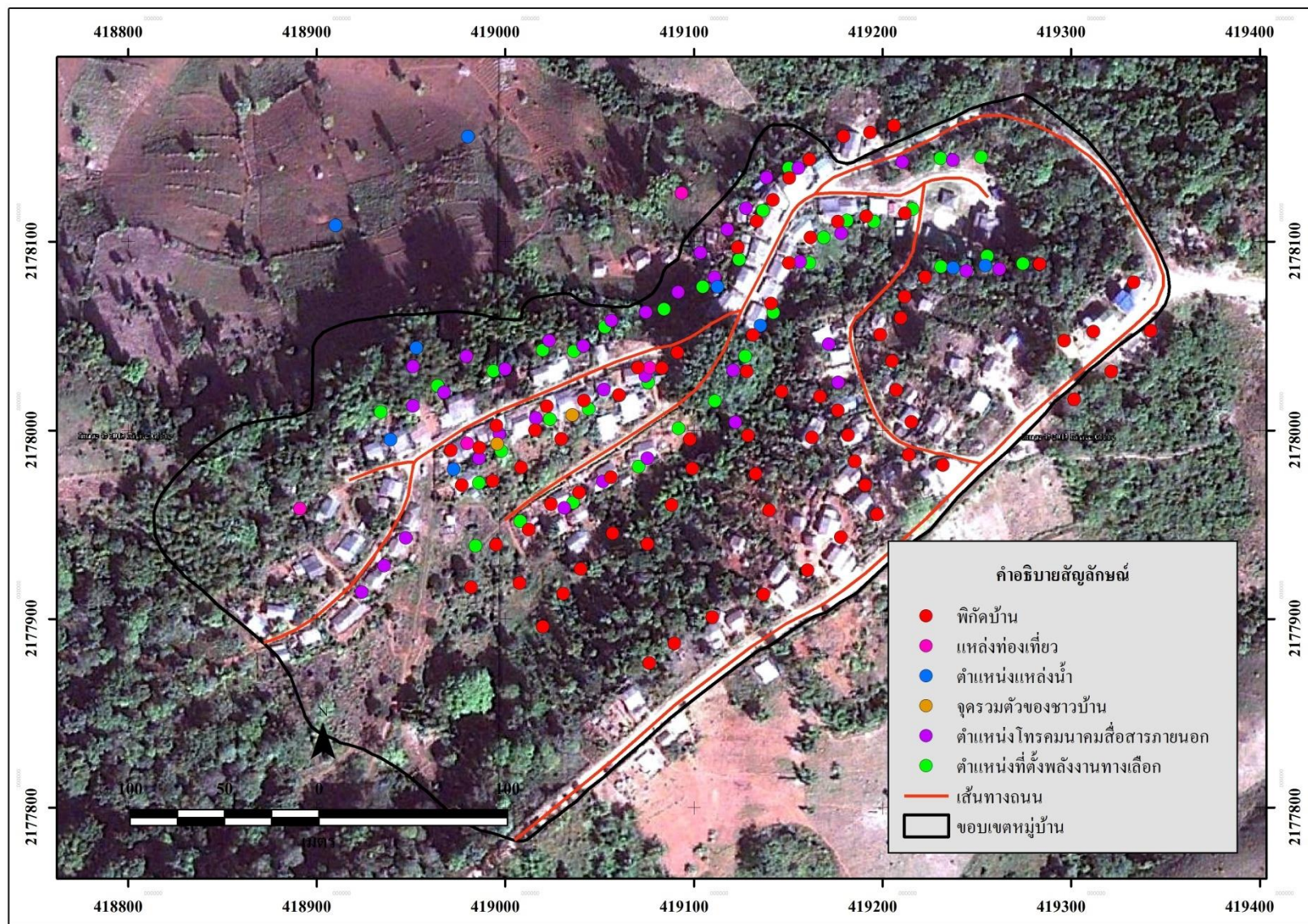
ภาพที่ 5-23 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านเป็งเคลิง



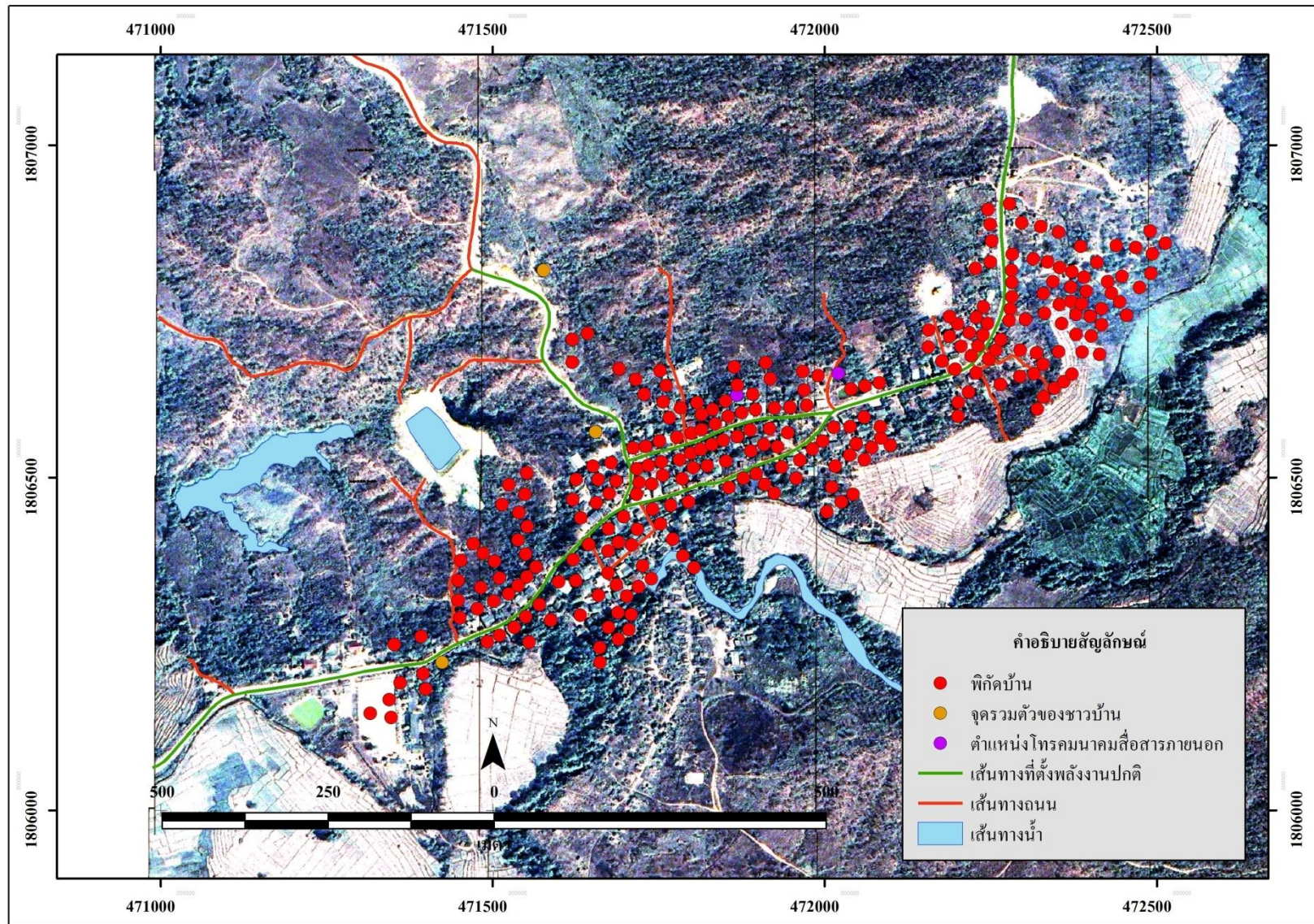
ภาพที่ 5-24 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านแม่กุหลวง



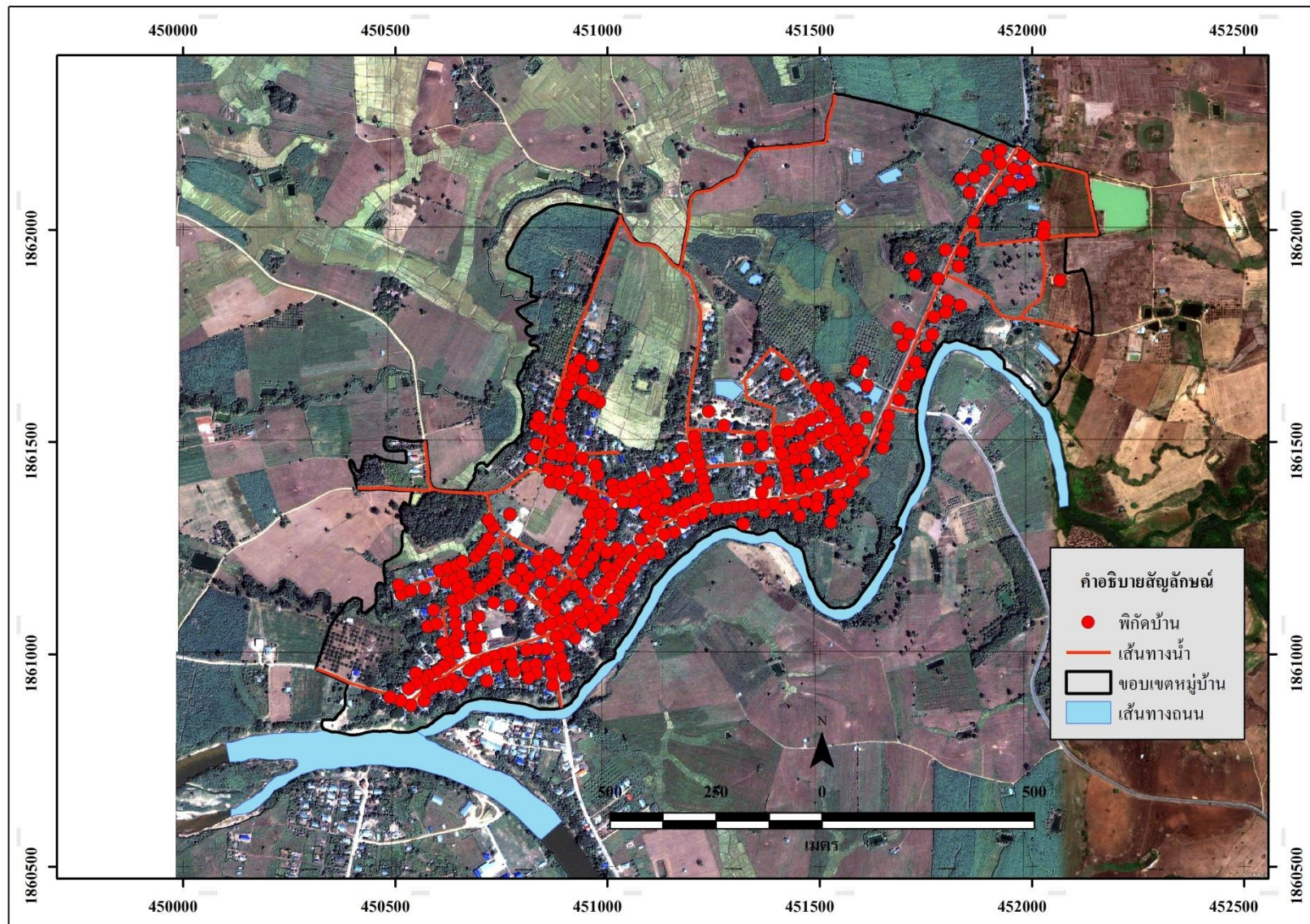
ภาพที่ 5-25 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านแม่ออกฮู



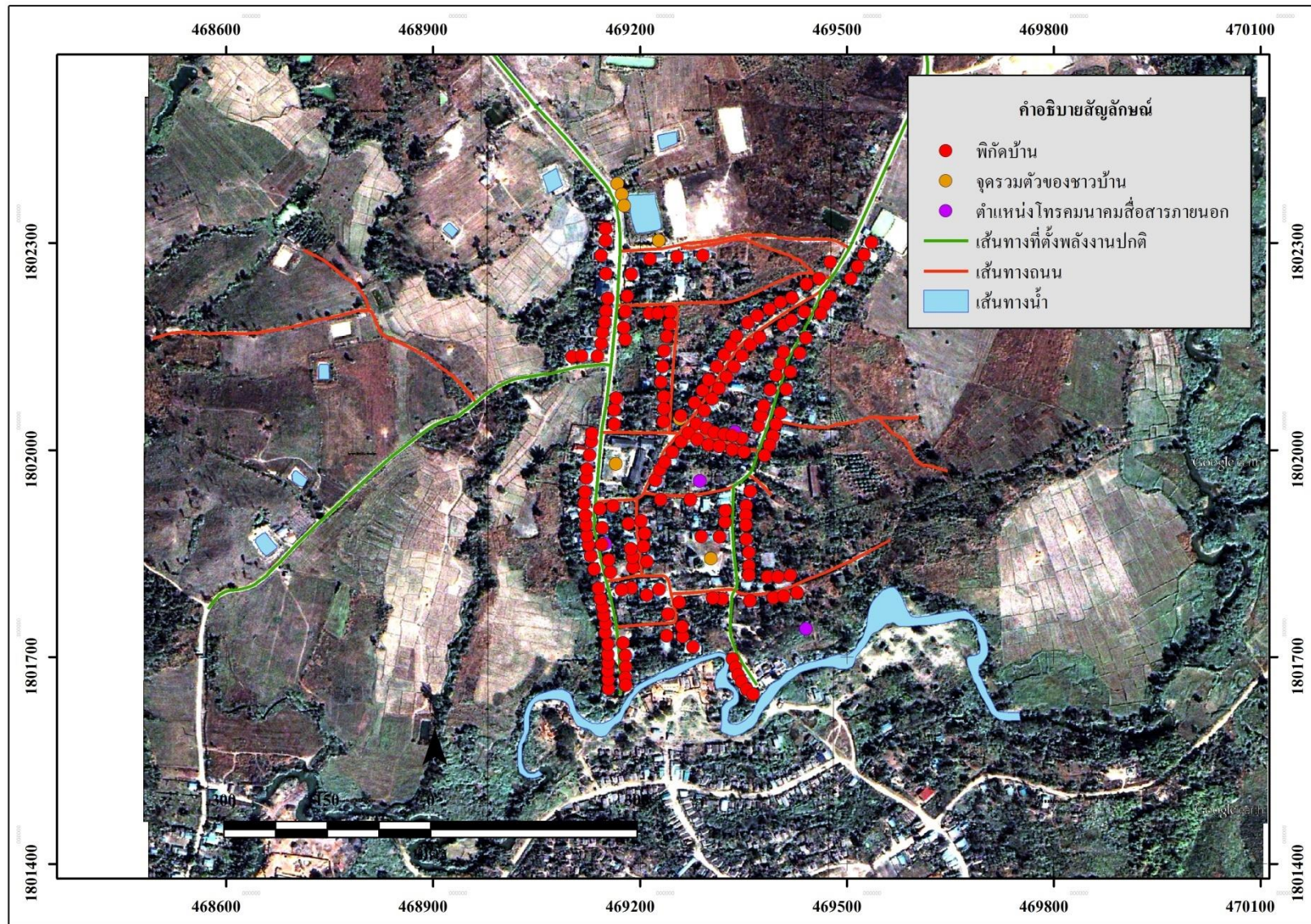
ภาพที่ 5-26 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านไม้ลัน



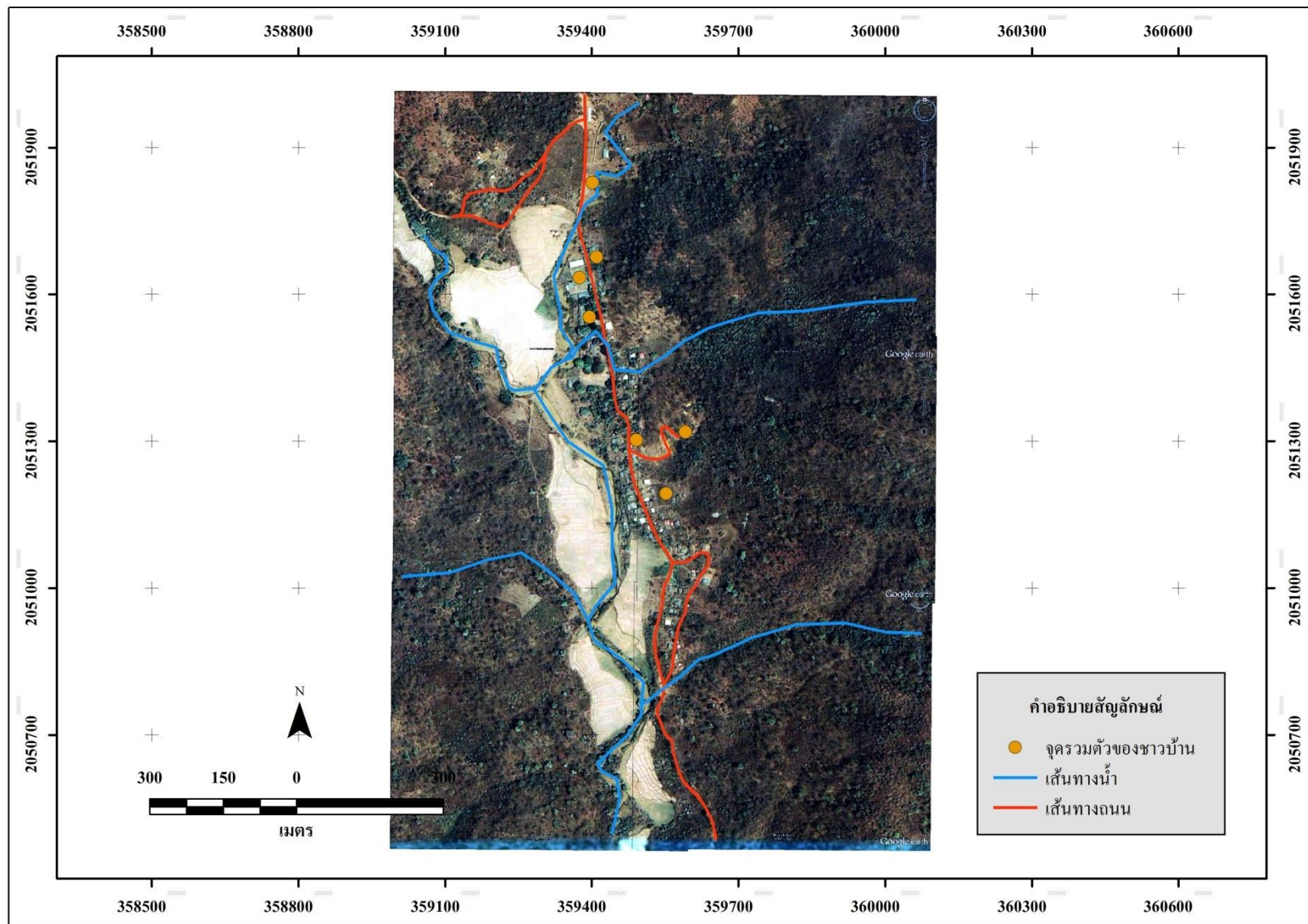
ภาพที่ 5-27 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านยะพอ



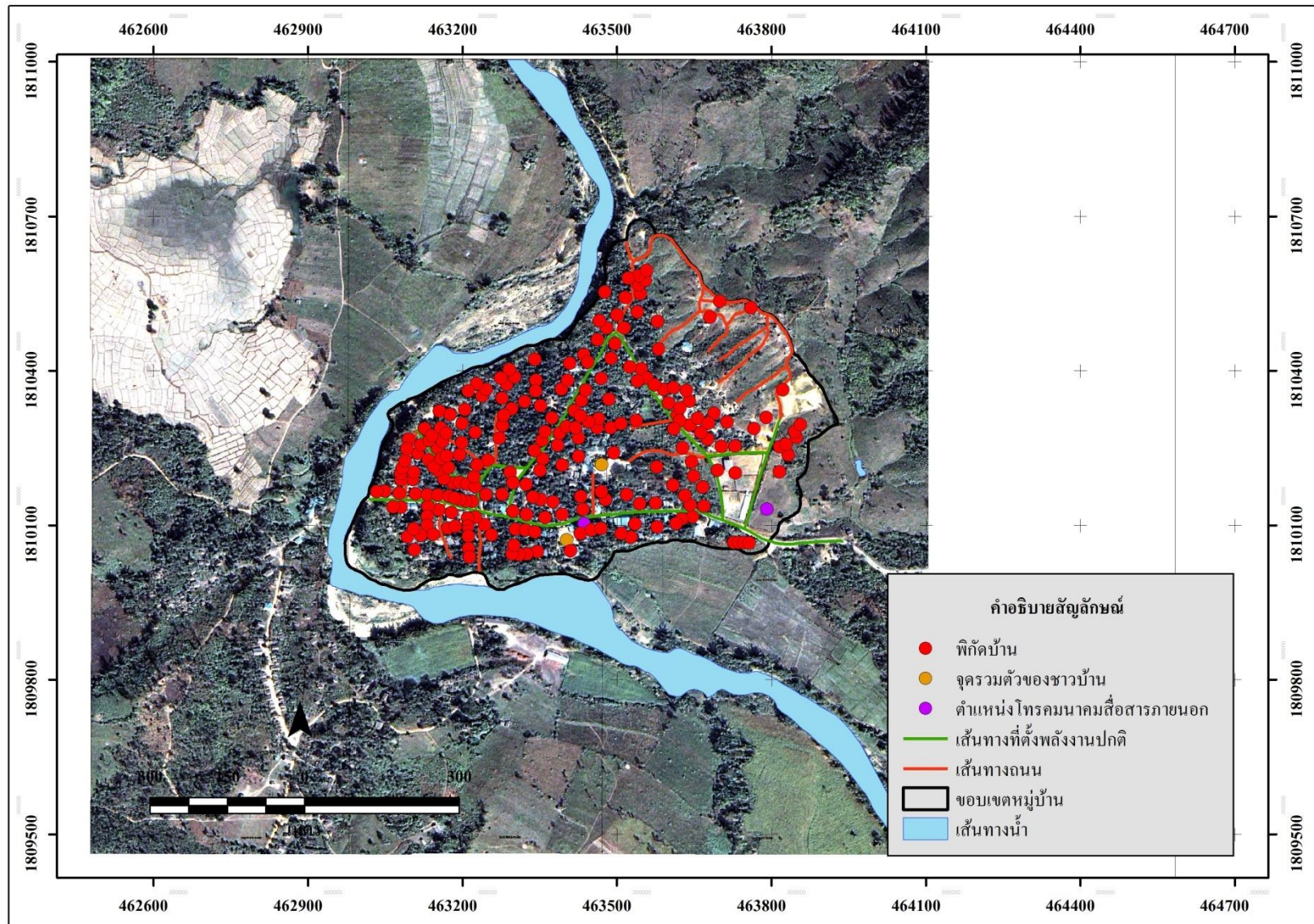
ภาพที่ 5-28 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านวังผา



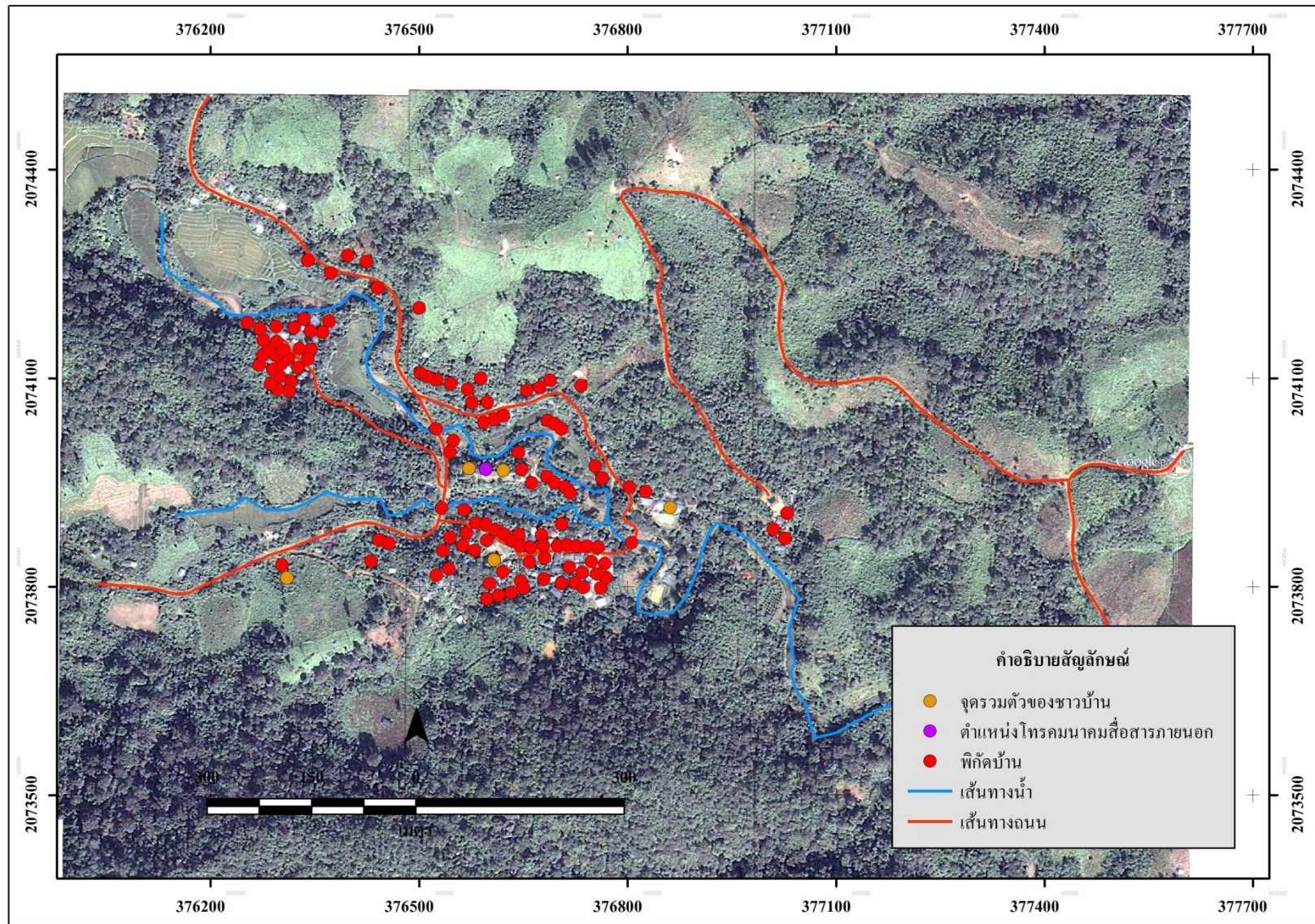
ภาพที่ 5-29 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านวาเลย์เหนือ



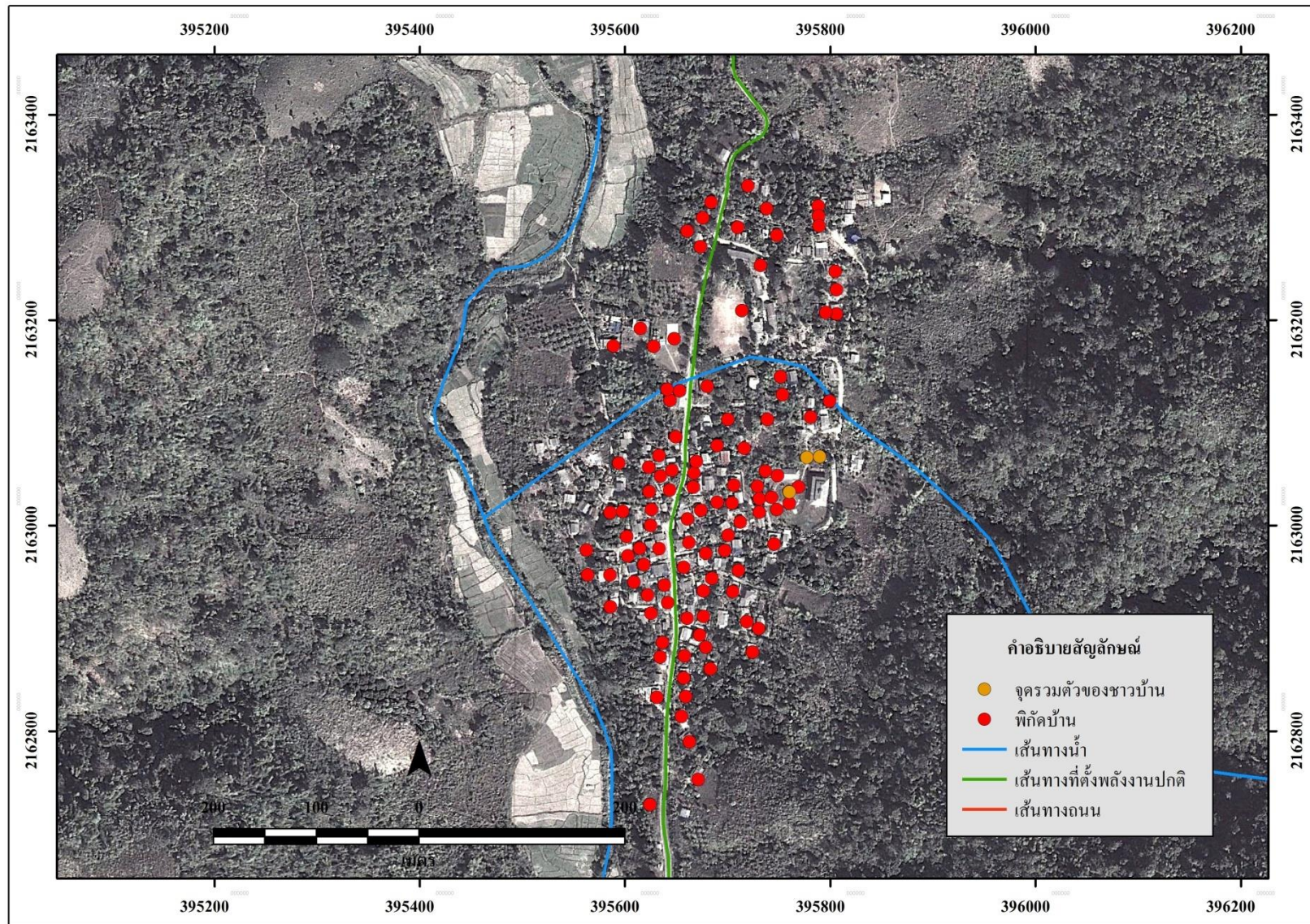
ภาพที่ 5-30 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านเสาคหิน



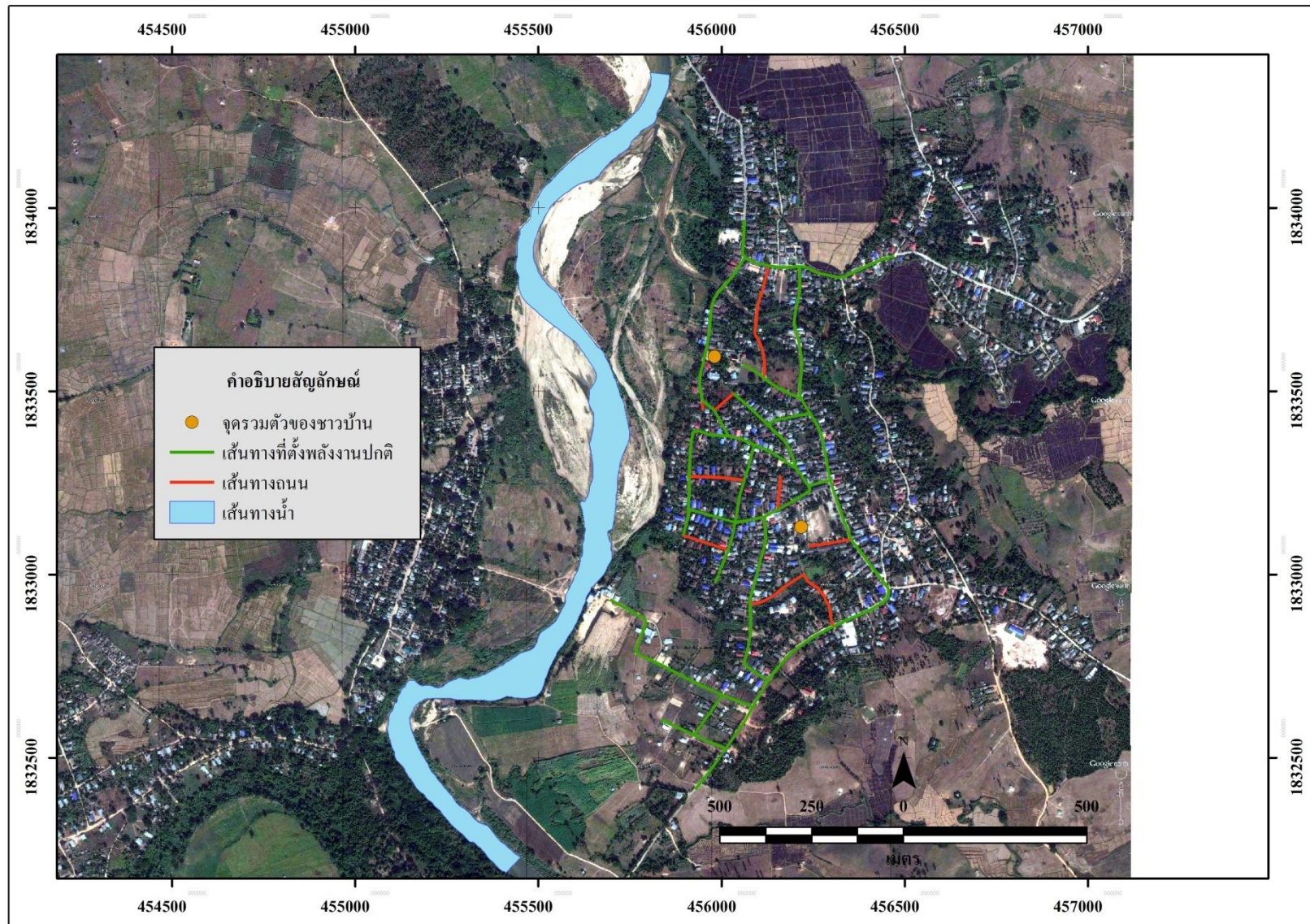
ภาพที่ 5-31 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านหมื่นถาชัย



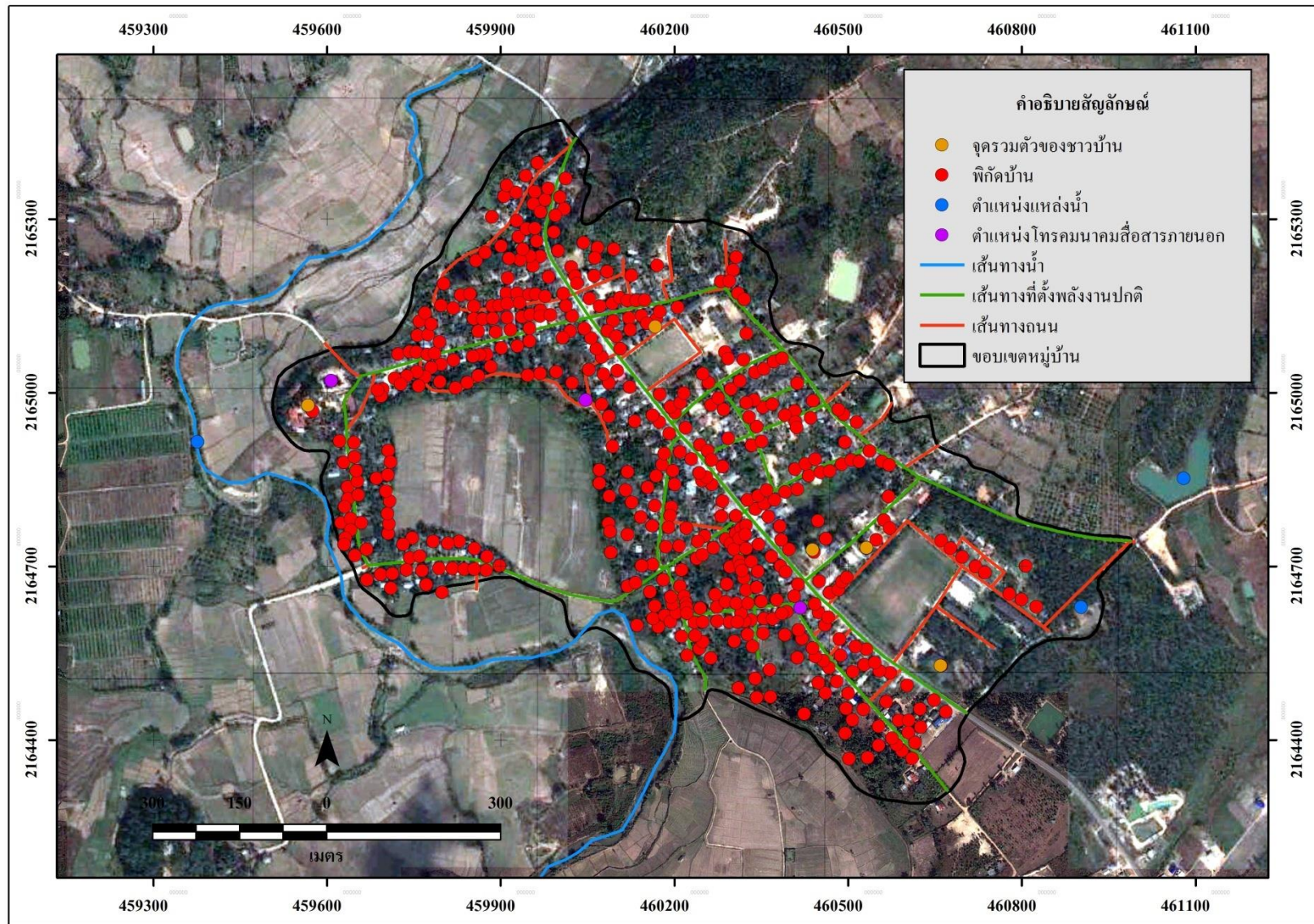
ภาพที่ 5-32 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยต้นนุ่น



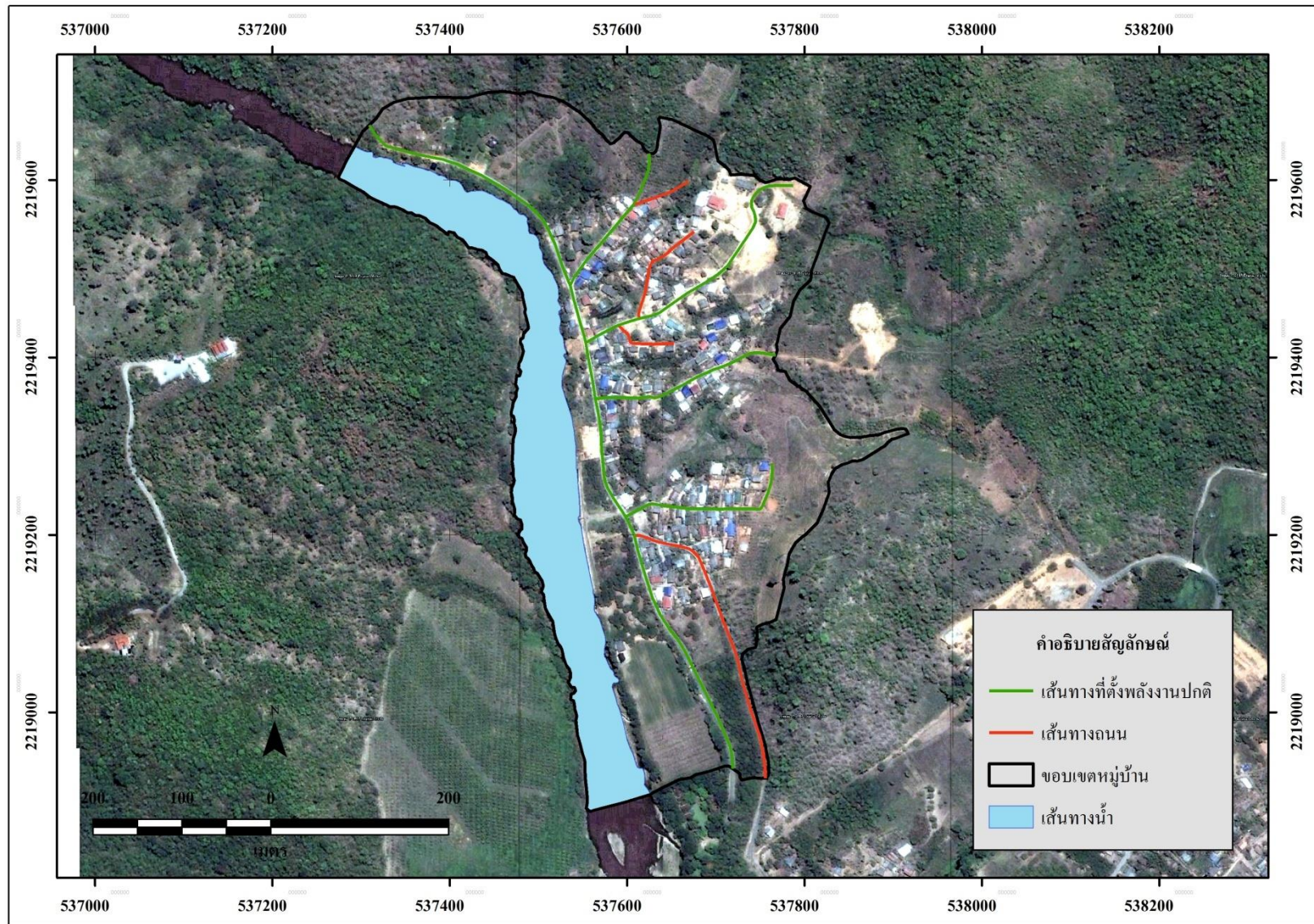
ภาพที่ 5-33 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยผึ้ง



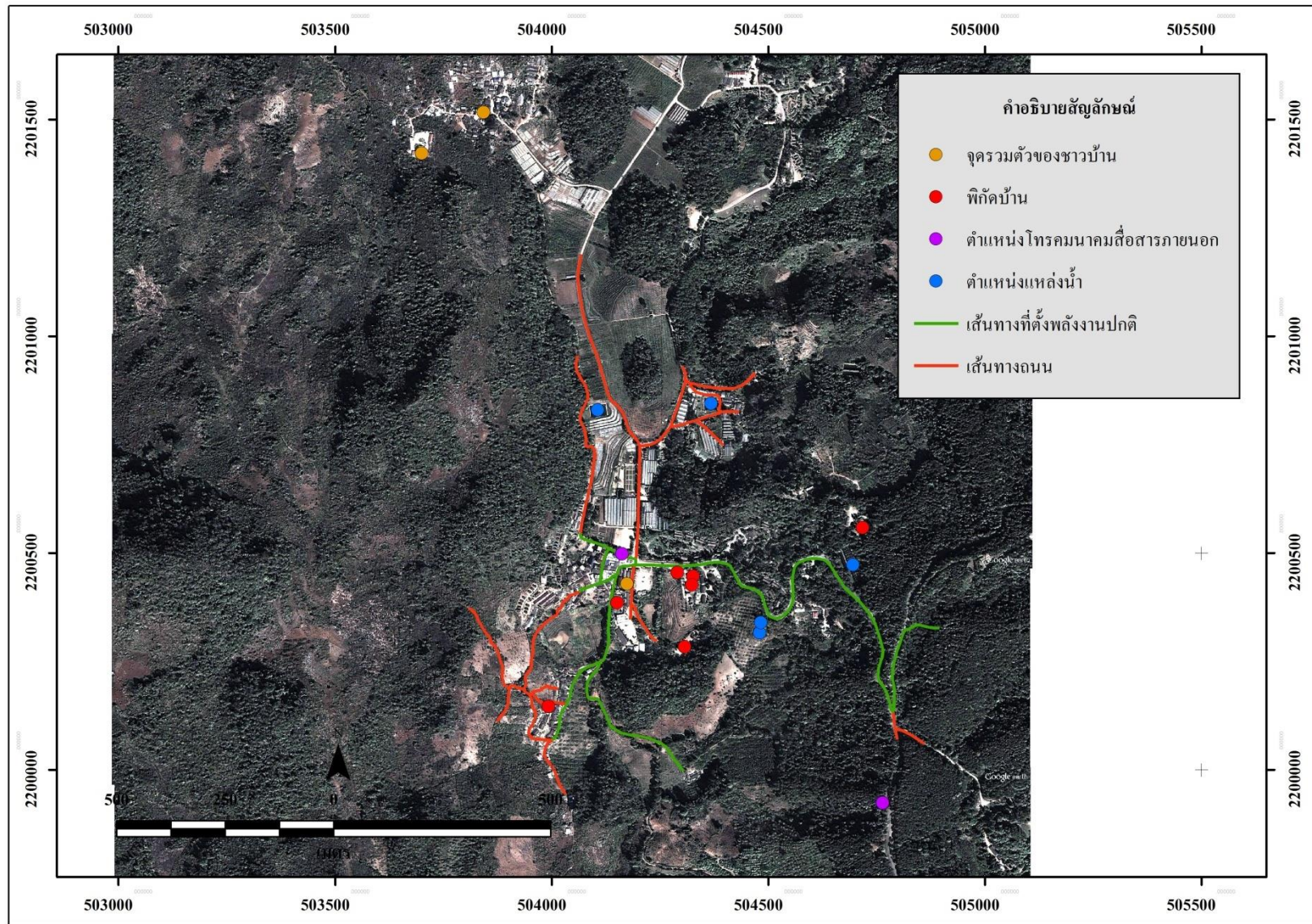
ภาพที่ 5-34 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยมหวงค์



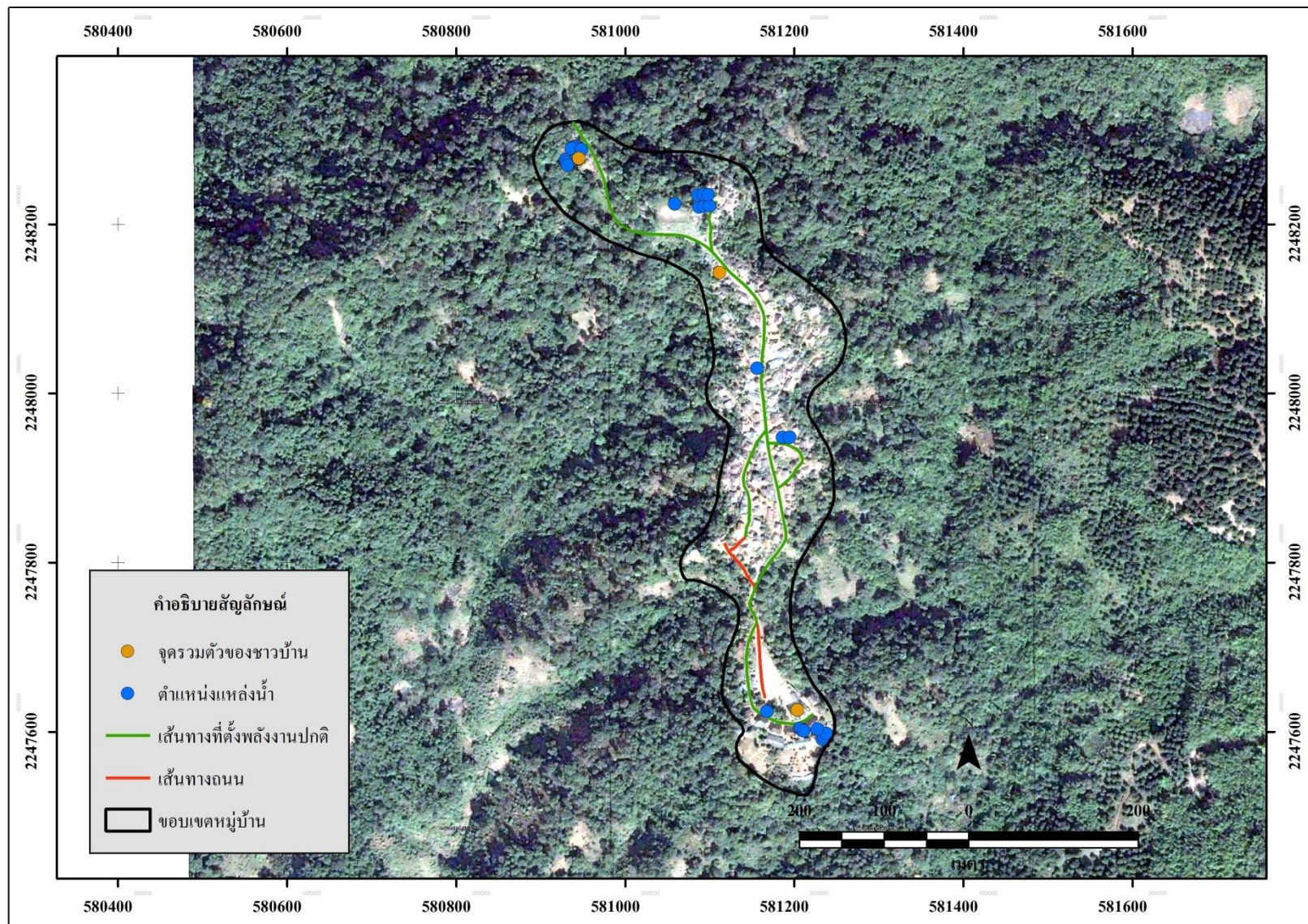
ภาพที่ 5-35 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านกงลม



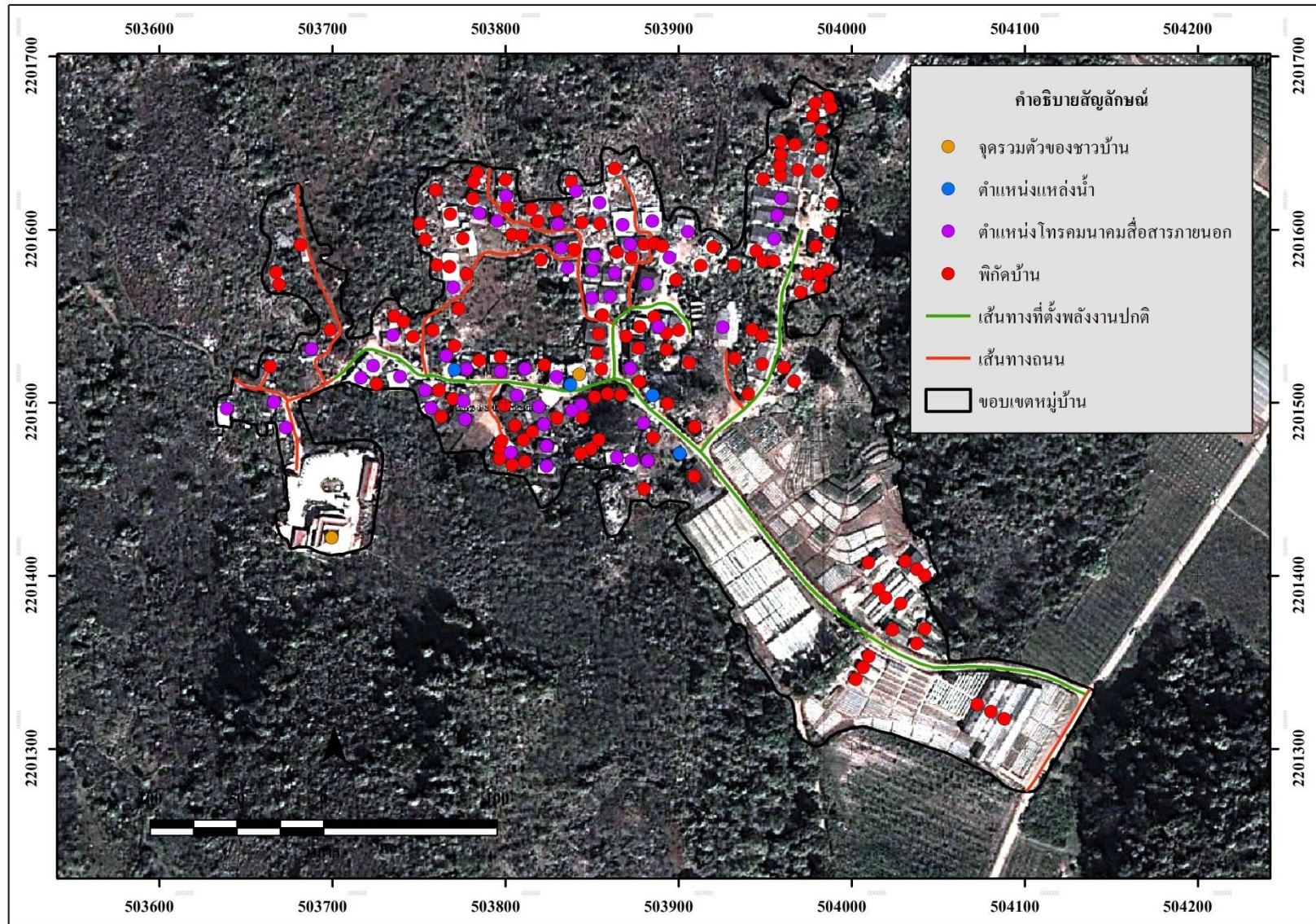
ภาพที่ 5-36 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านแก่งทรายมูล



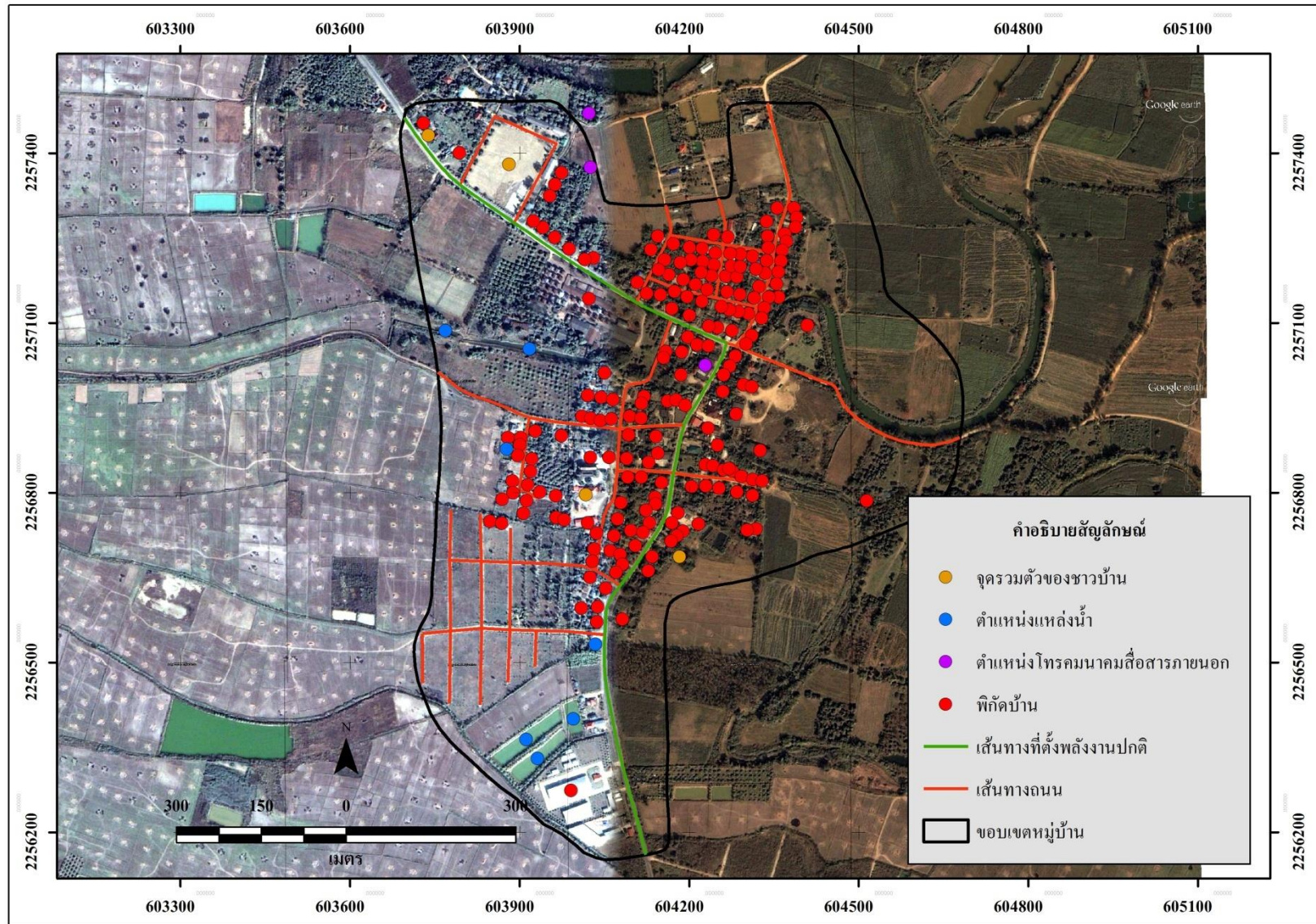
ภาพที่ 5-37 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านคุ้ม



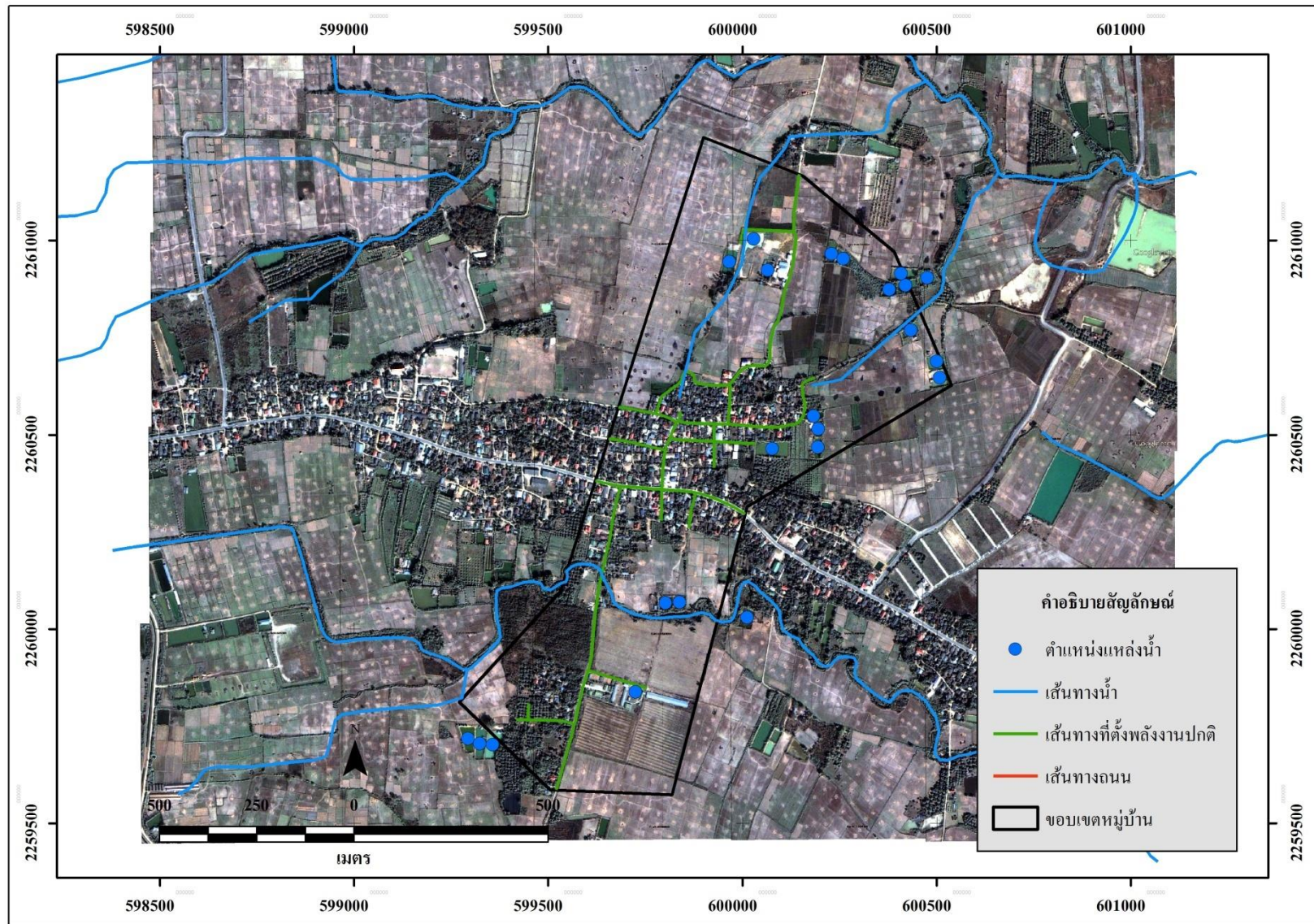
ภาพที่ 5-38 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านจะลอ



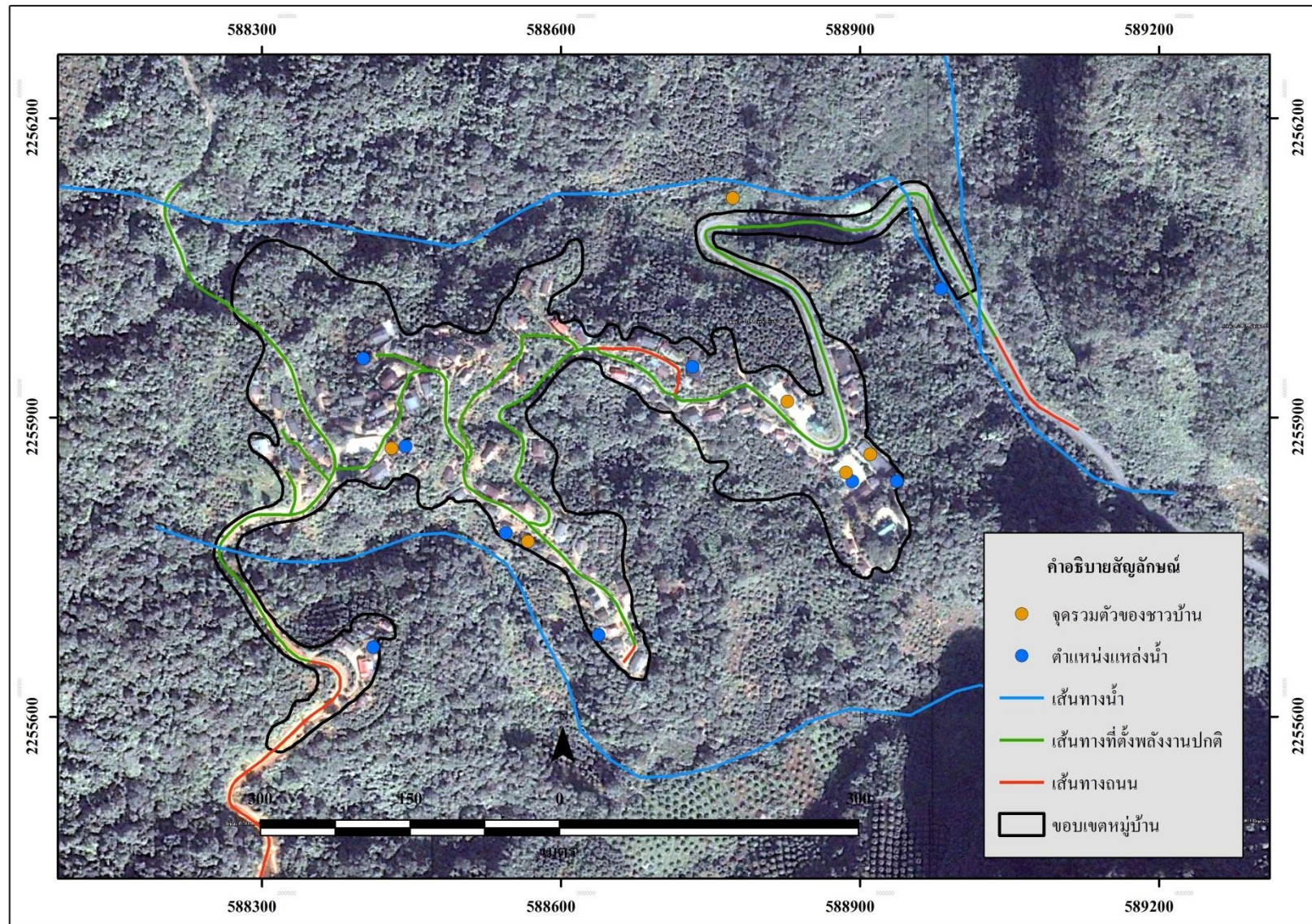
ภาพที่ 5-39 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปางม้า



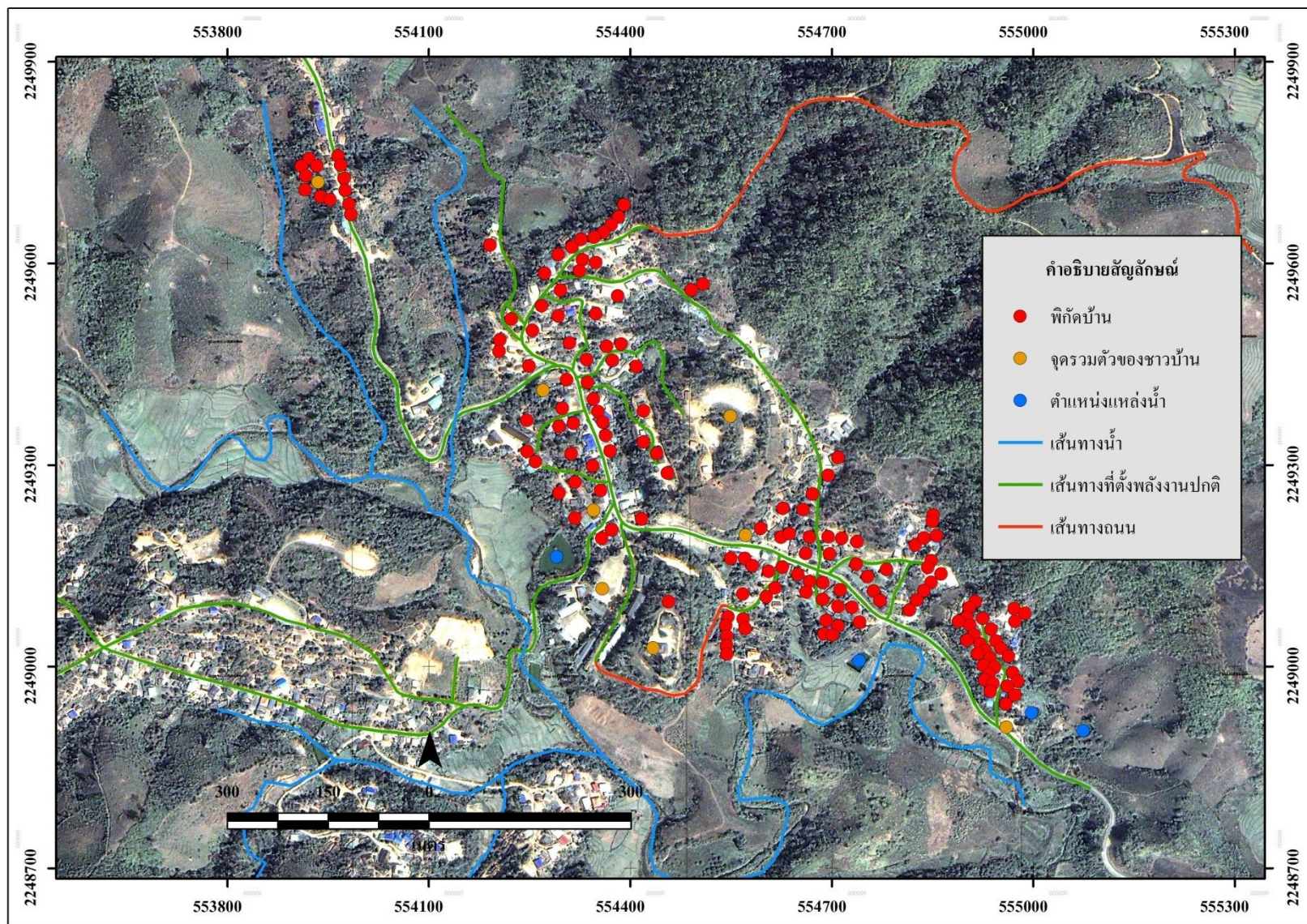
ภาพที่ 5-40 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปางห้า



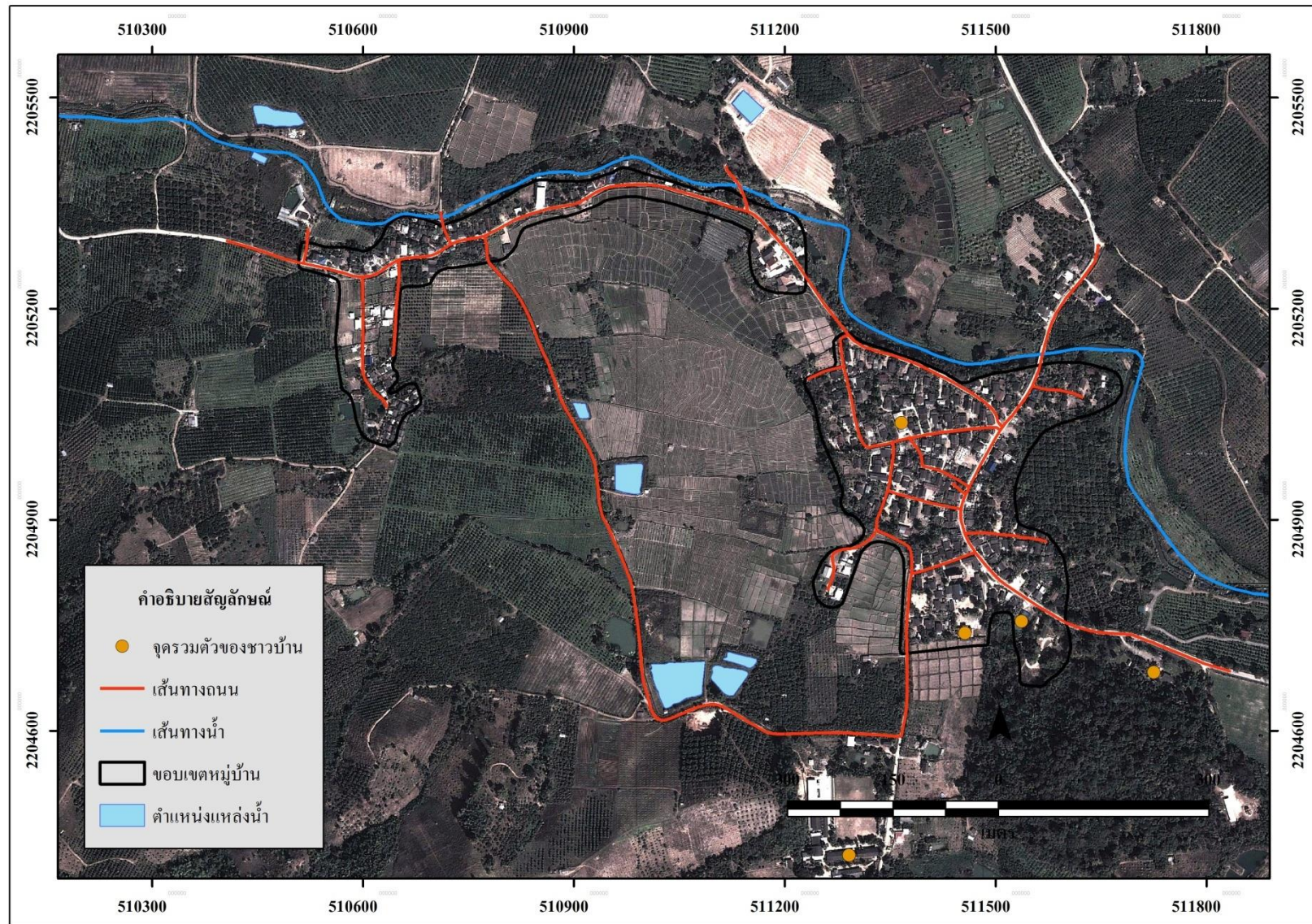
ภาพที่ 5-41 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านป่าแดง



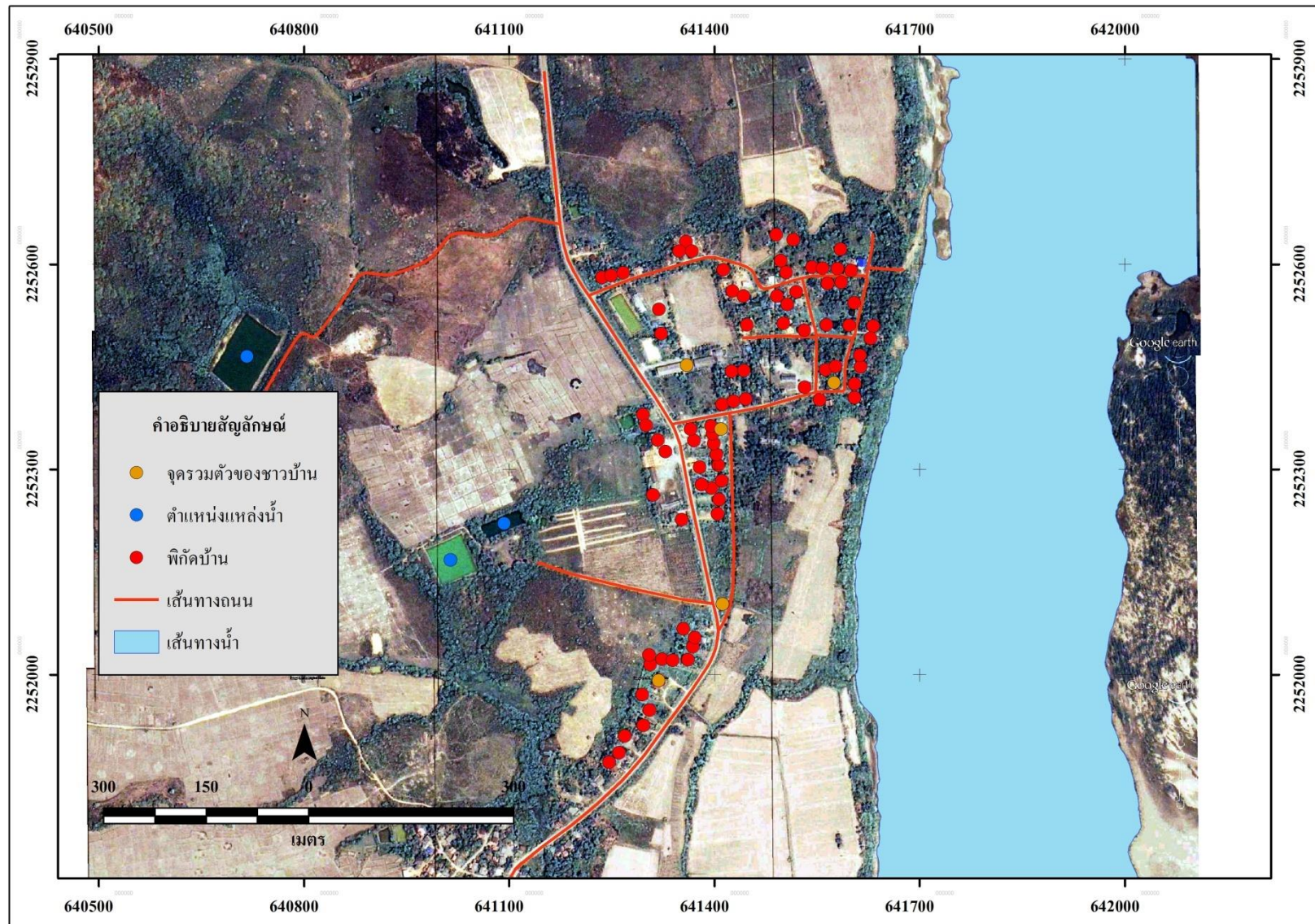
ภาพที่ 5-42 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านผาหมี



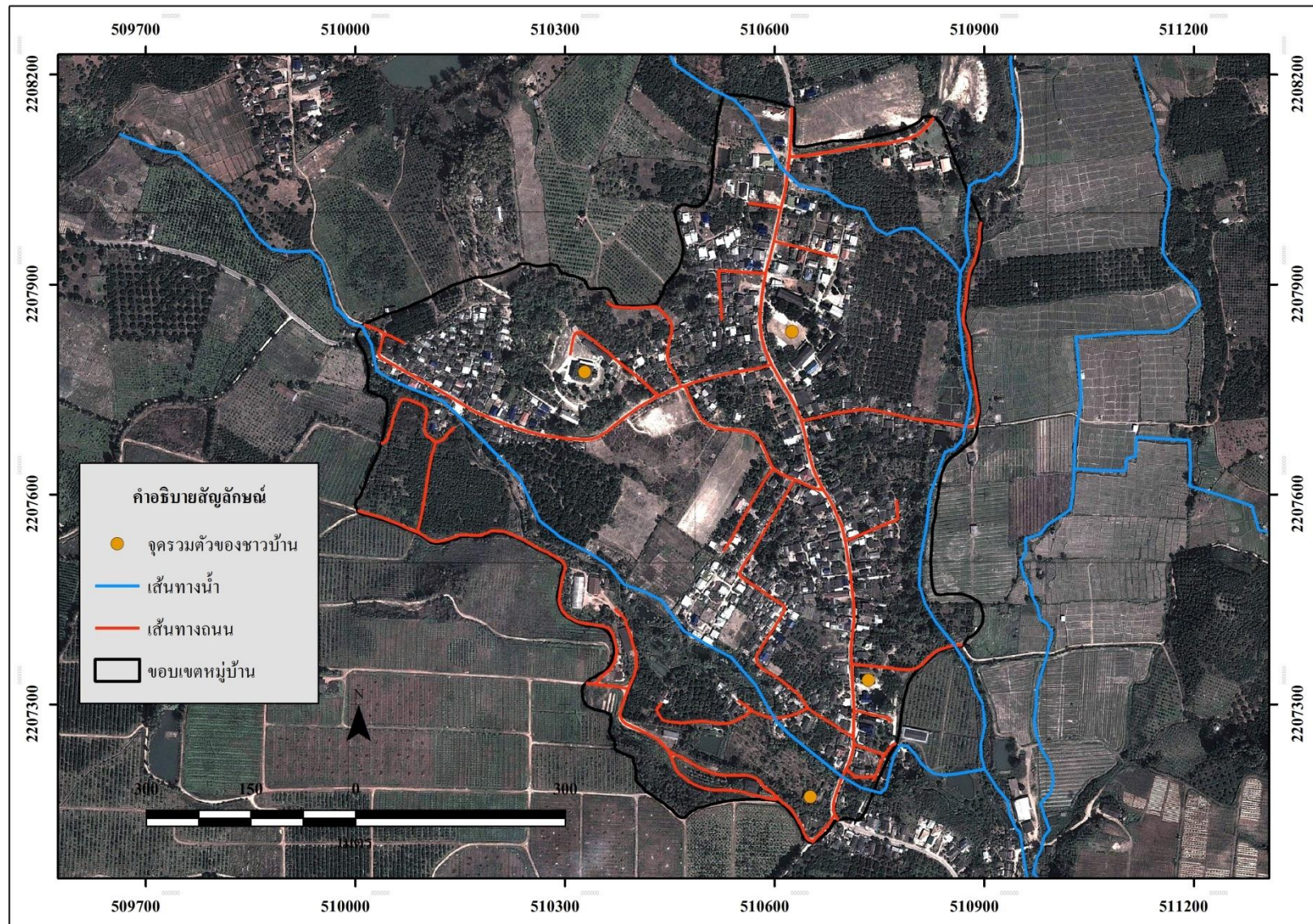
ภาพที่ 5-43 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านมั่งเก่าหลัง



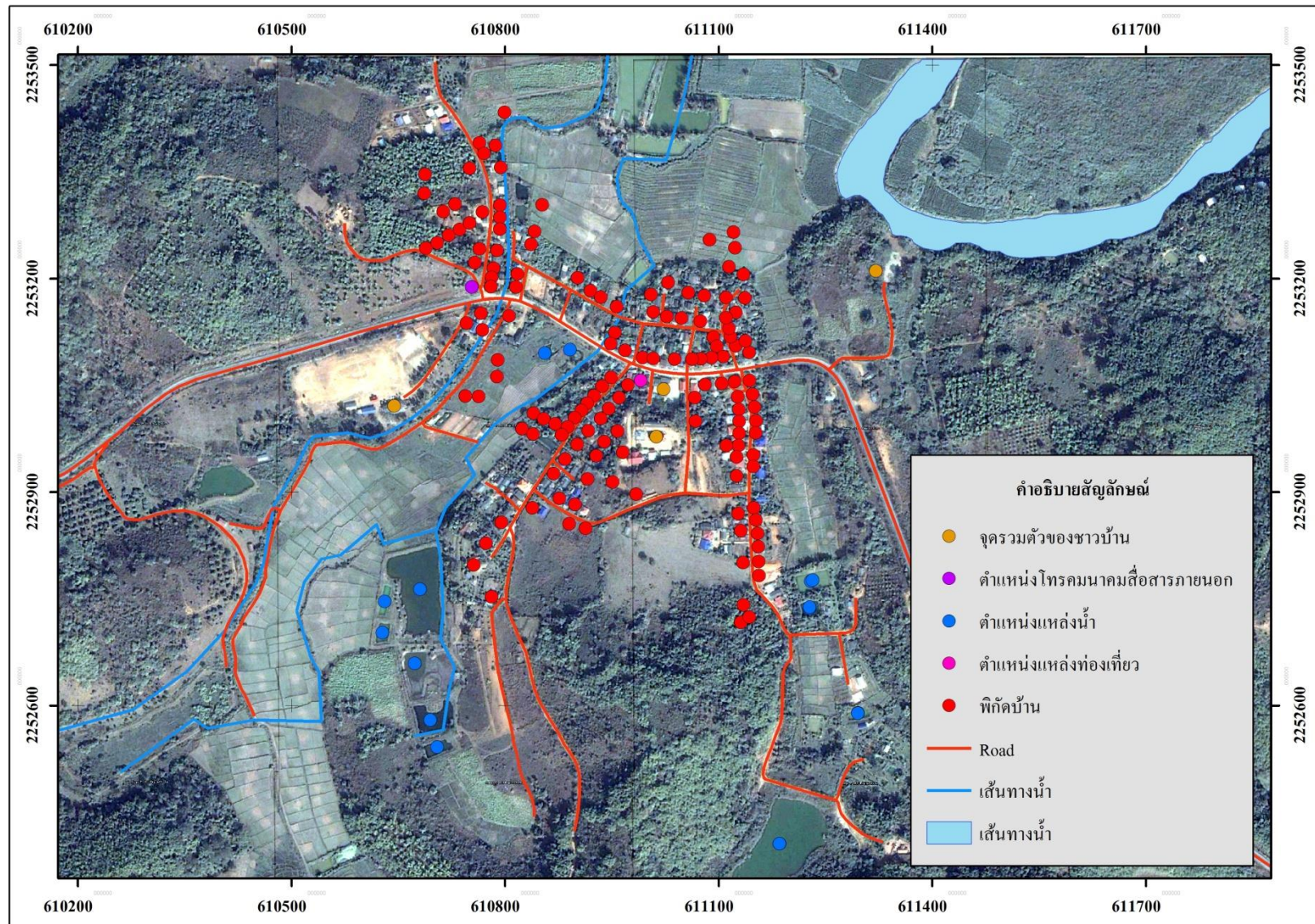
ภาพที่ 5-44 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านม่วงชุม



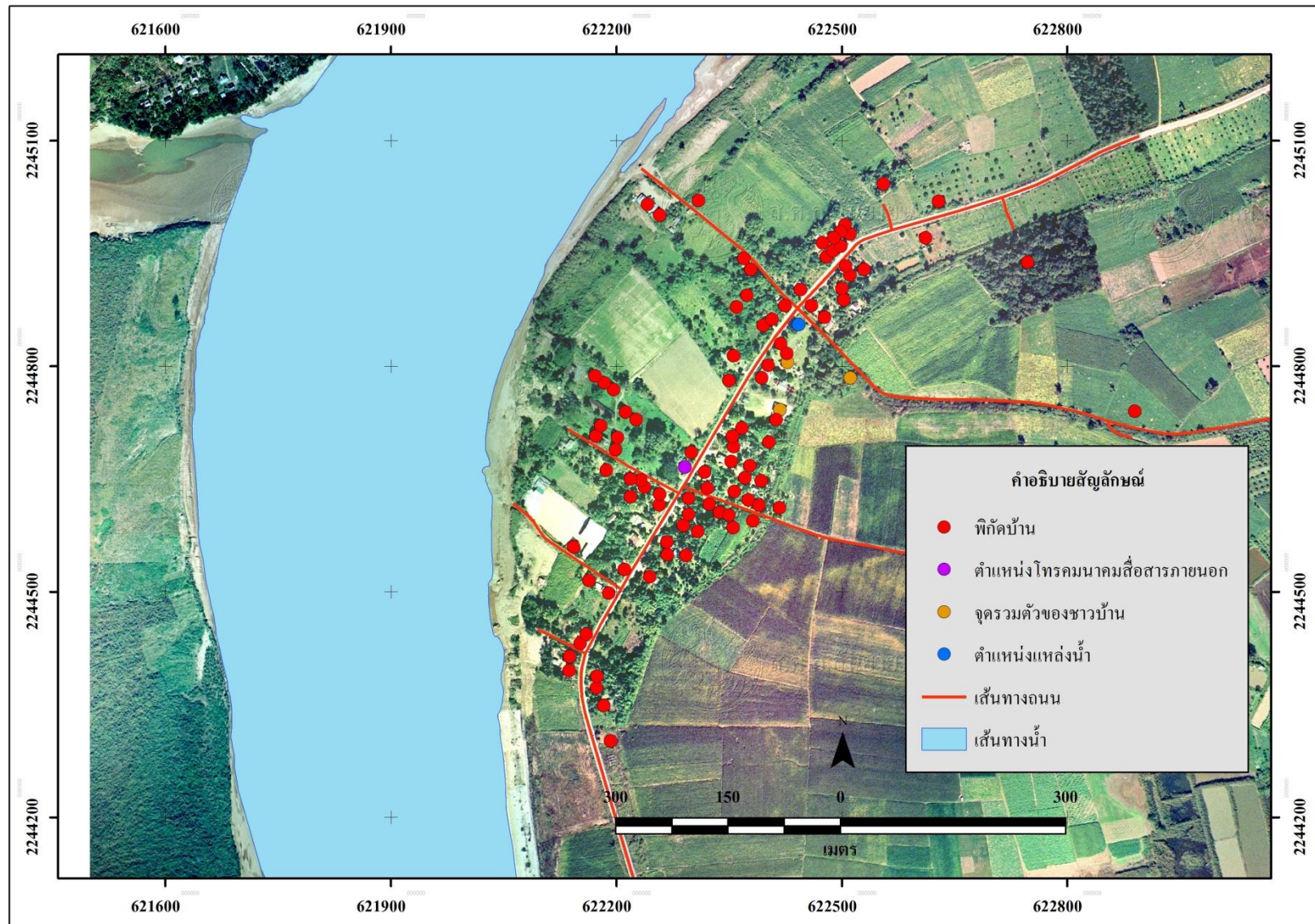
ภาพที่ 5-45 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านเมืองกาญจน์



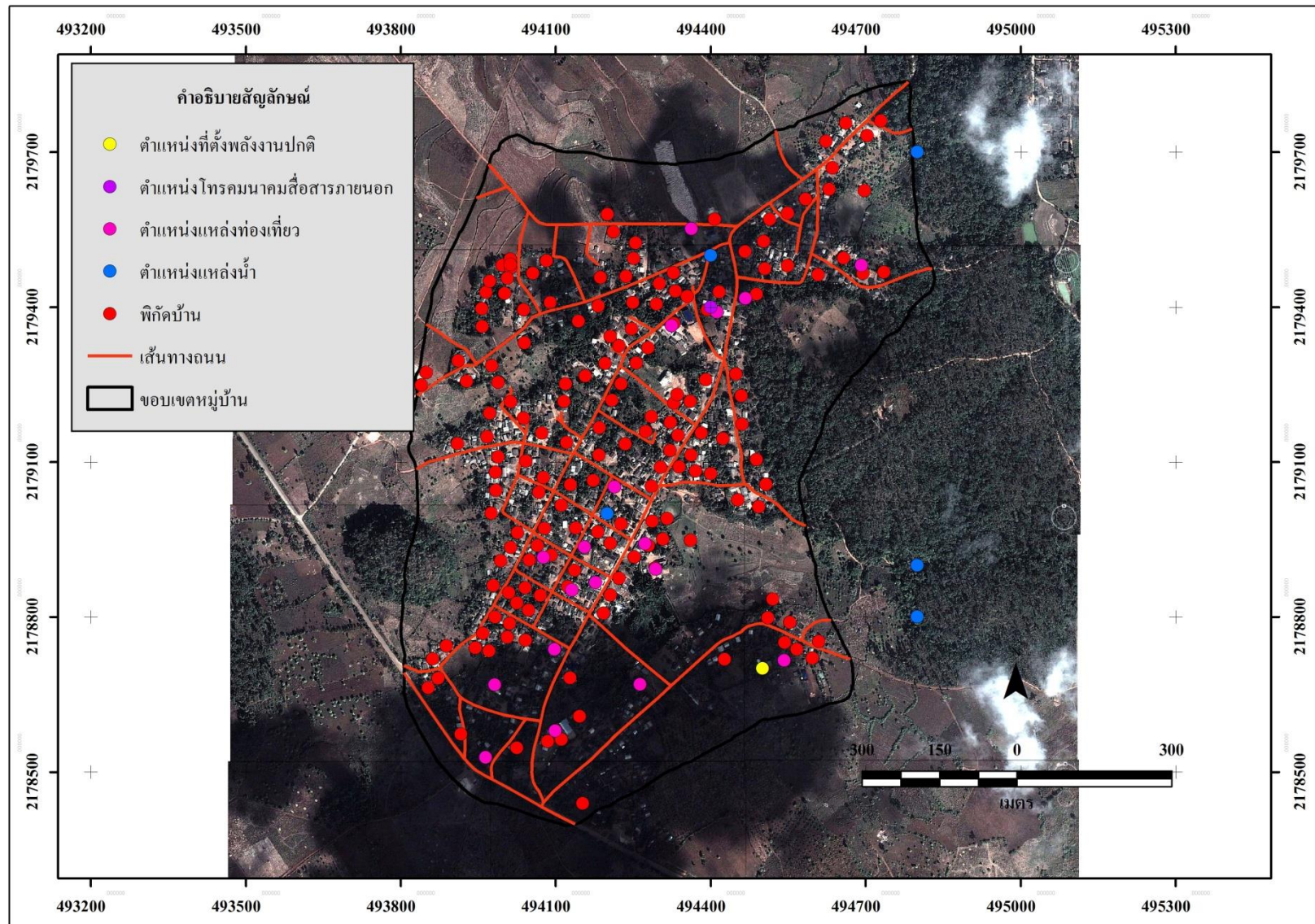
ภาพที่ 5-46 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านลาน



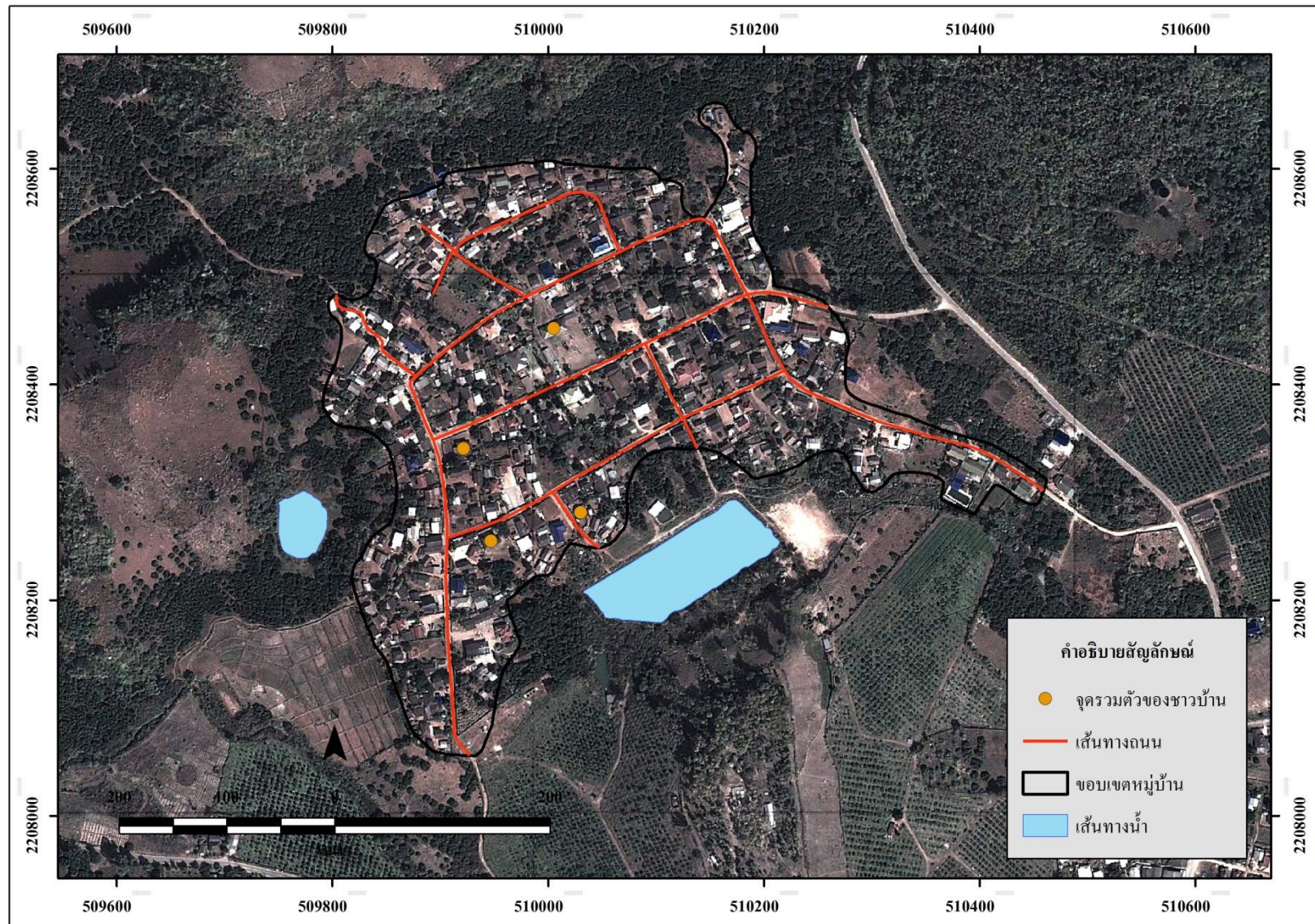
ภาพที่ 5-47 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านวังลาว



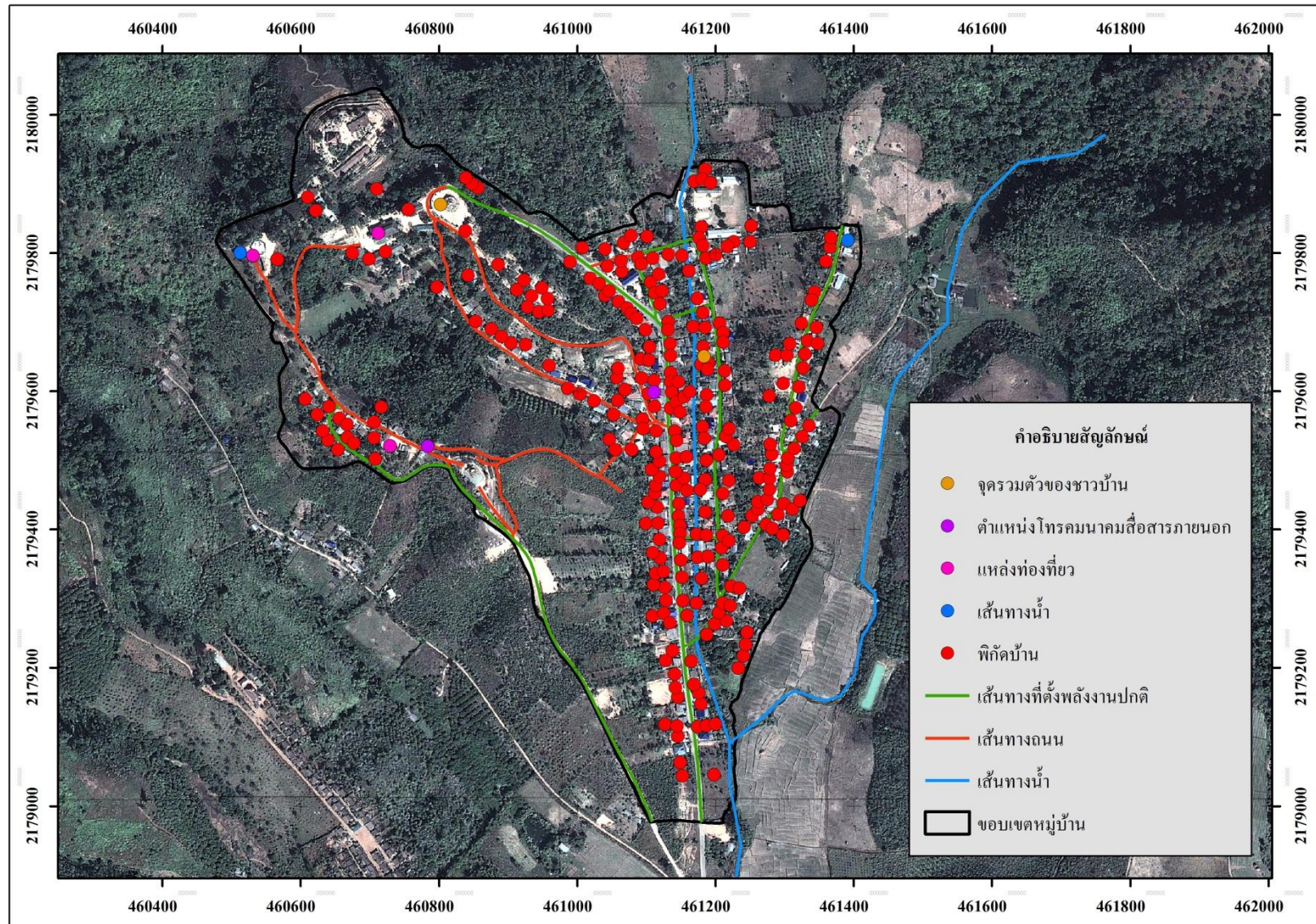
ภาพที่ 5-48 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านสวนดอก



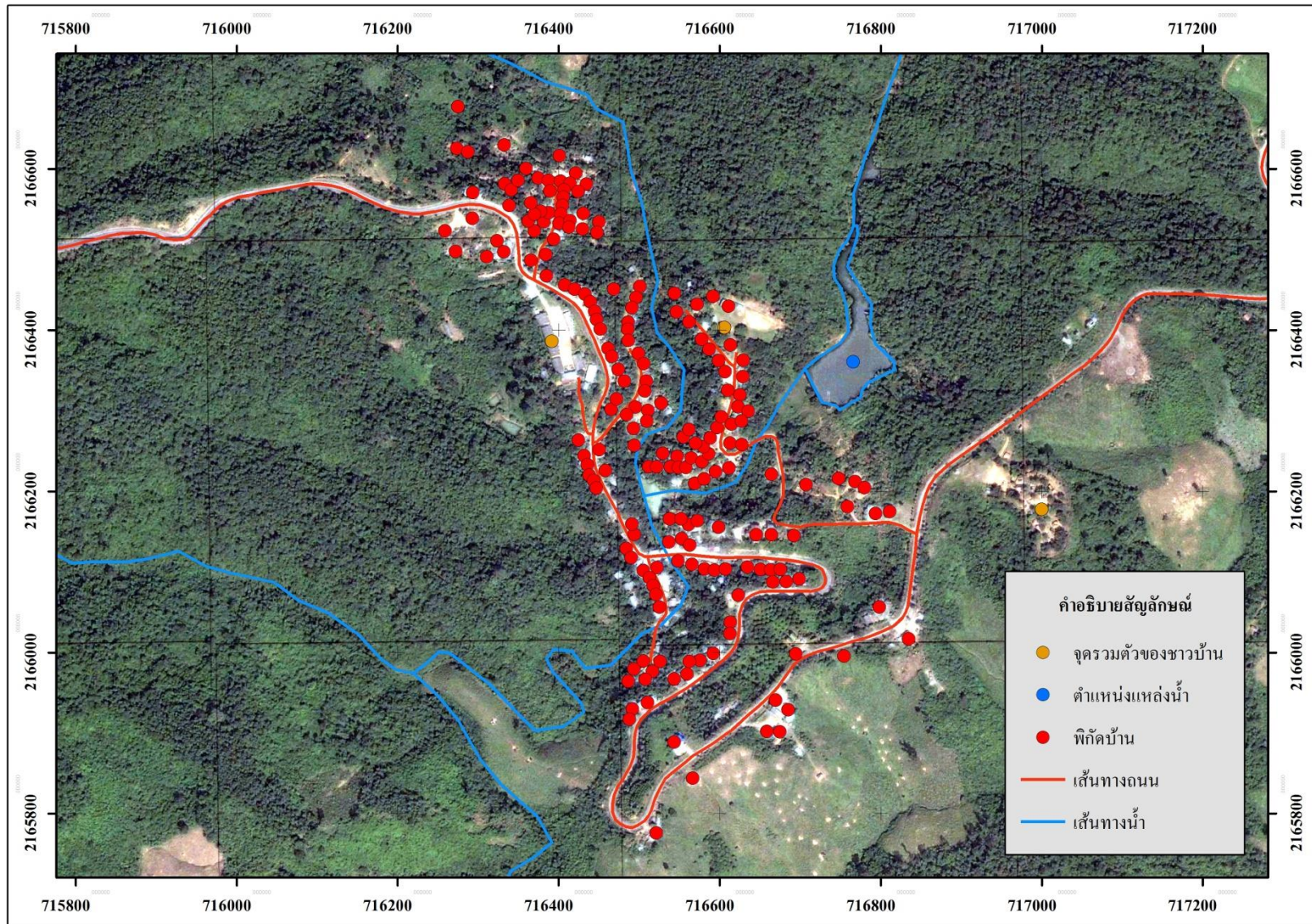
ภาพที่ 5-49 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านหนองเขี้ยว



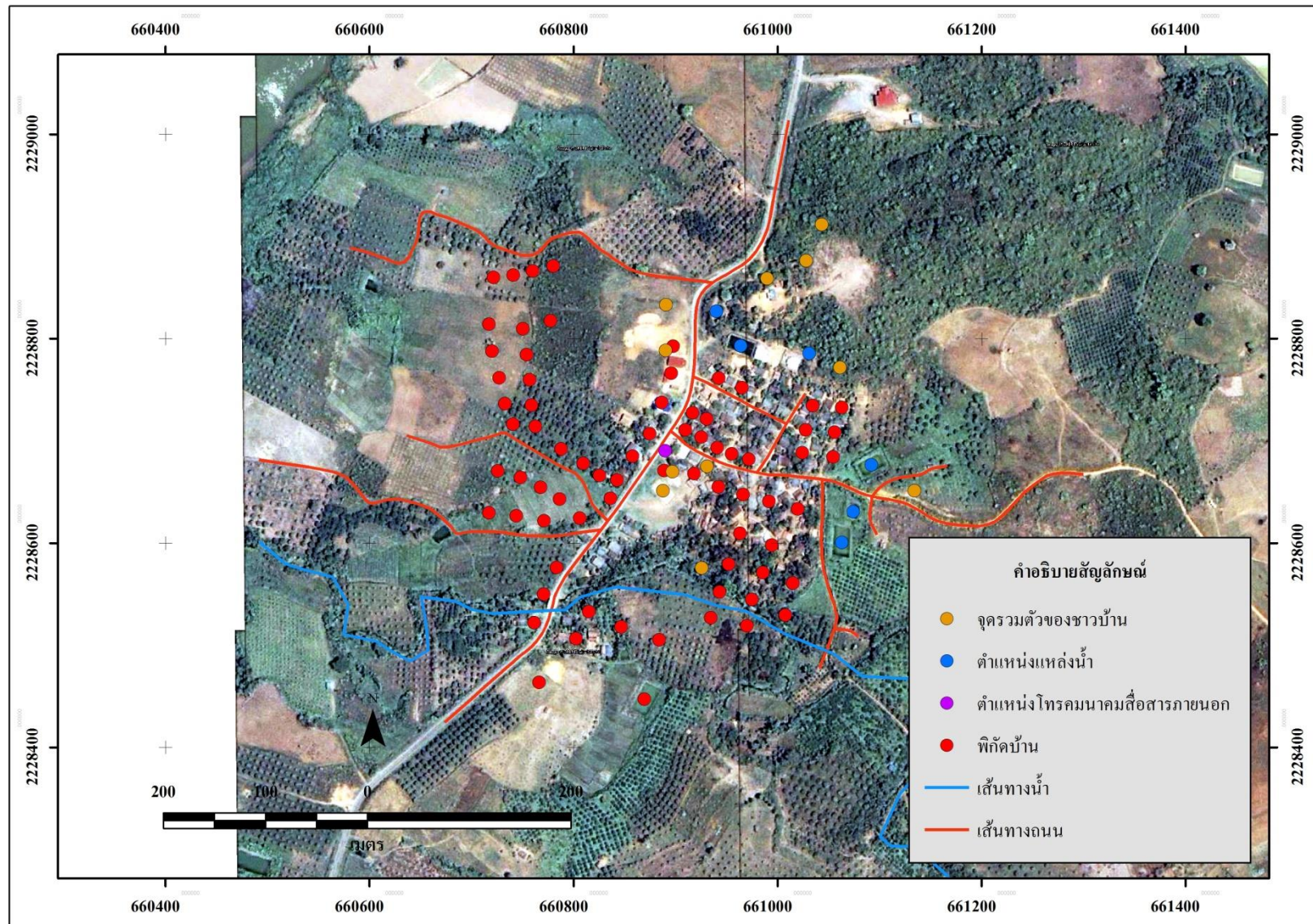
ภาพที่ 5-50 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านหนองไผ่



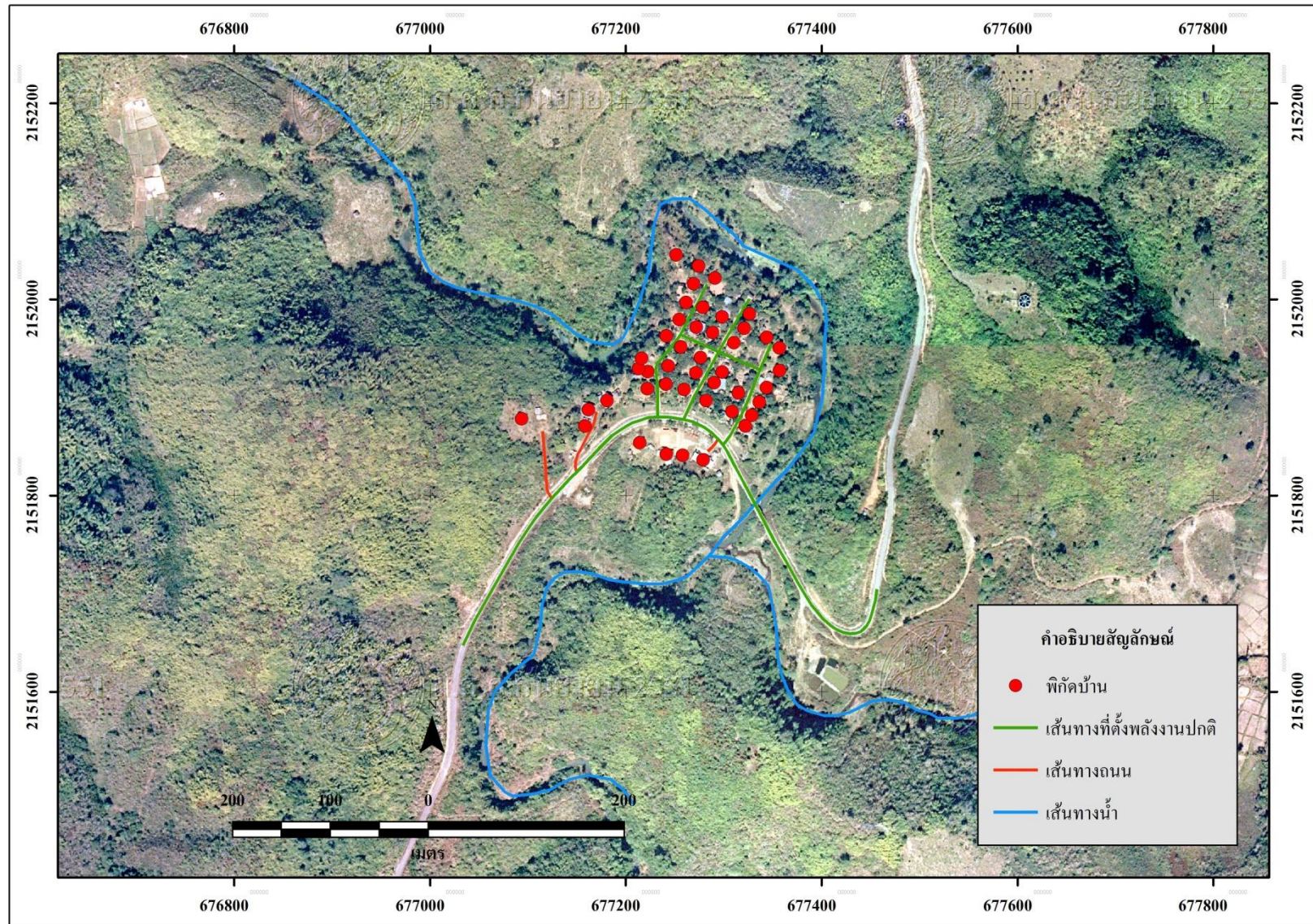
ภาพที่ 5-51 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านหลักแตง



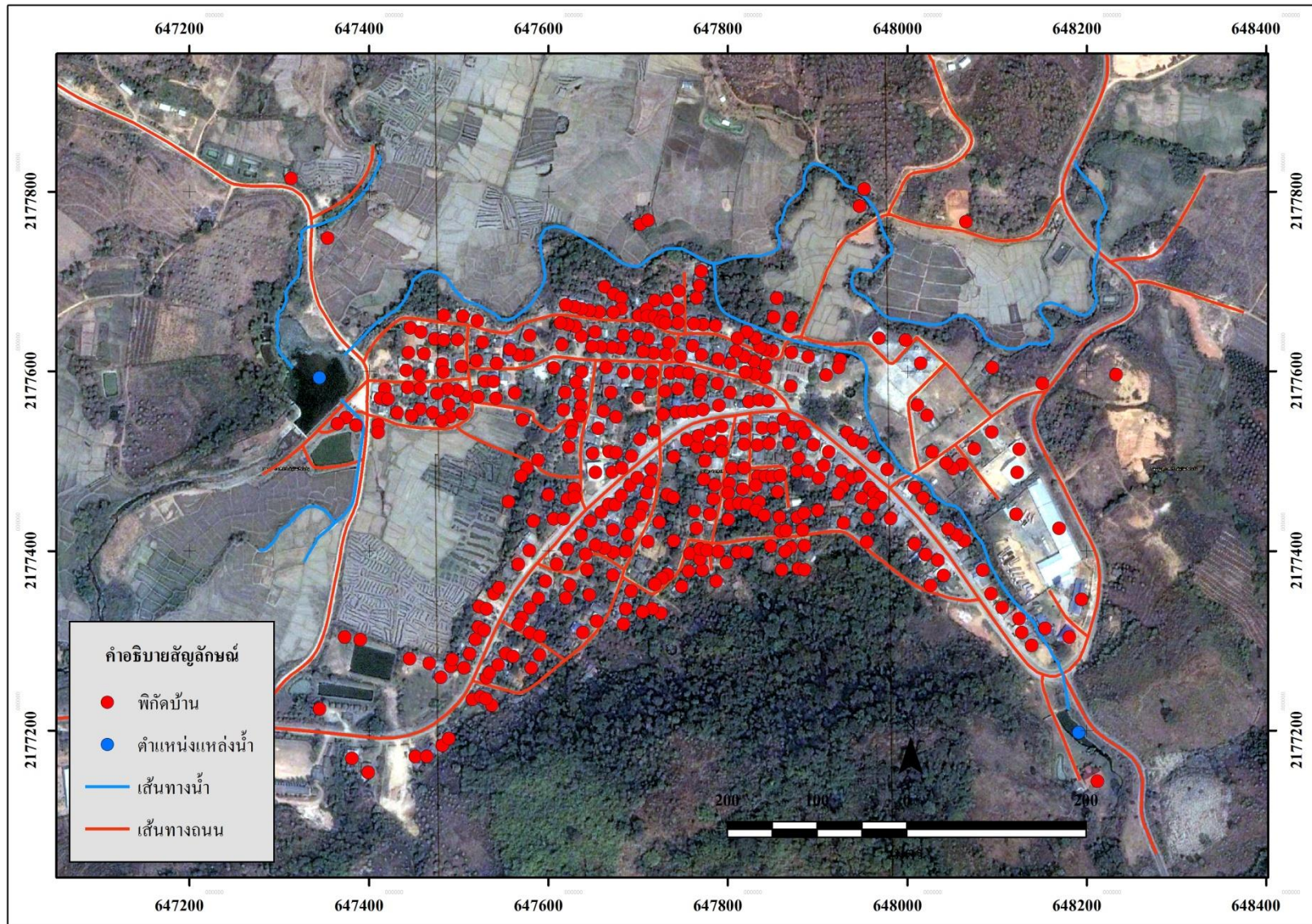
ภาพที่ 5-52 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยโก๋น



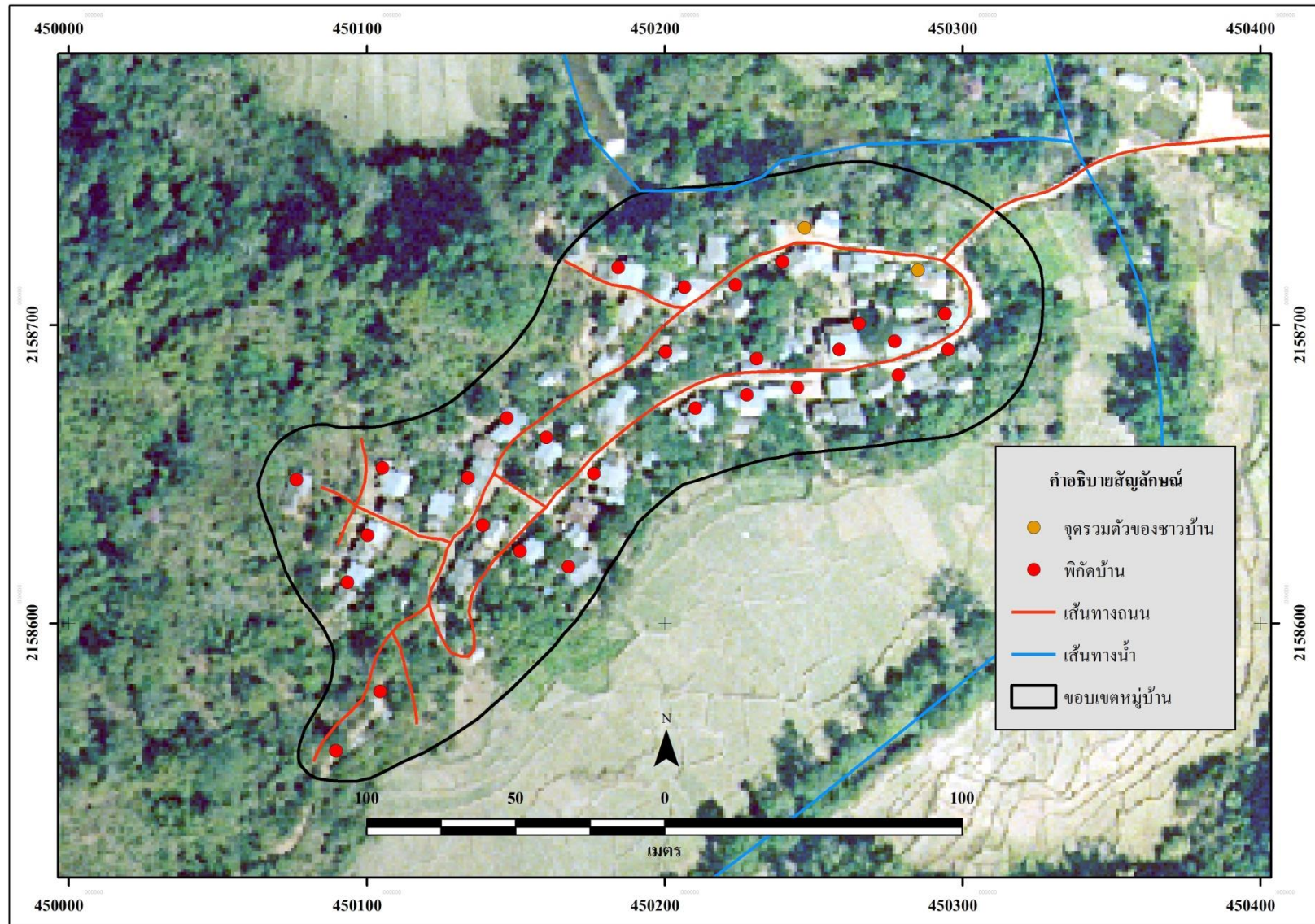
ภาพที่ 5-53 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยลึก



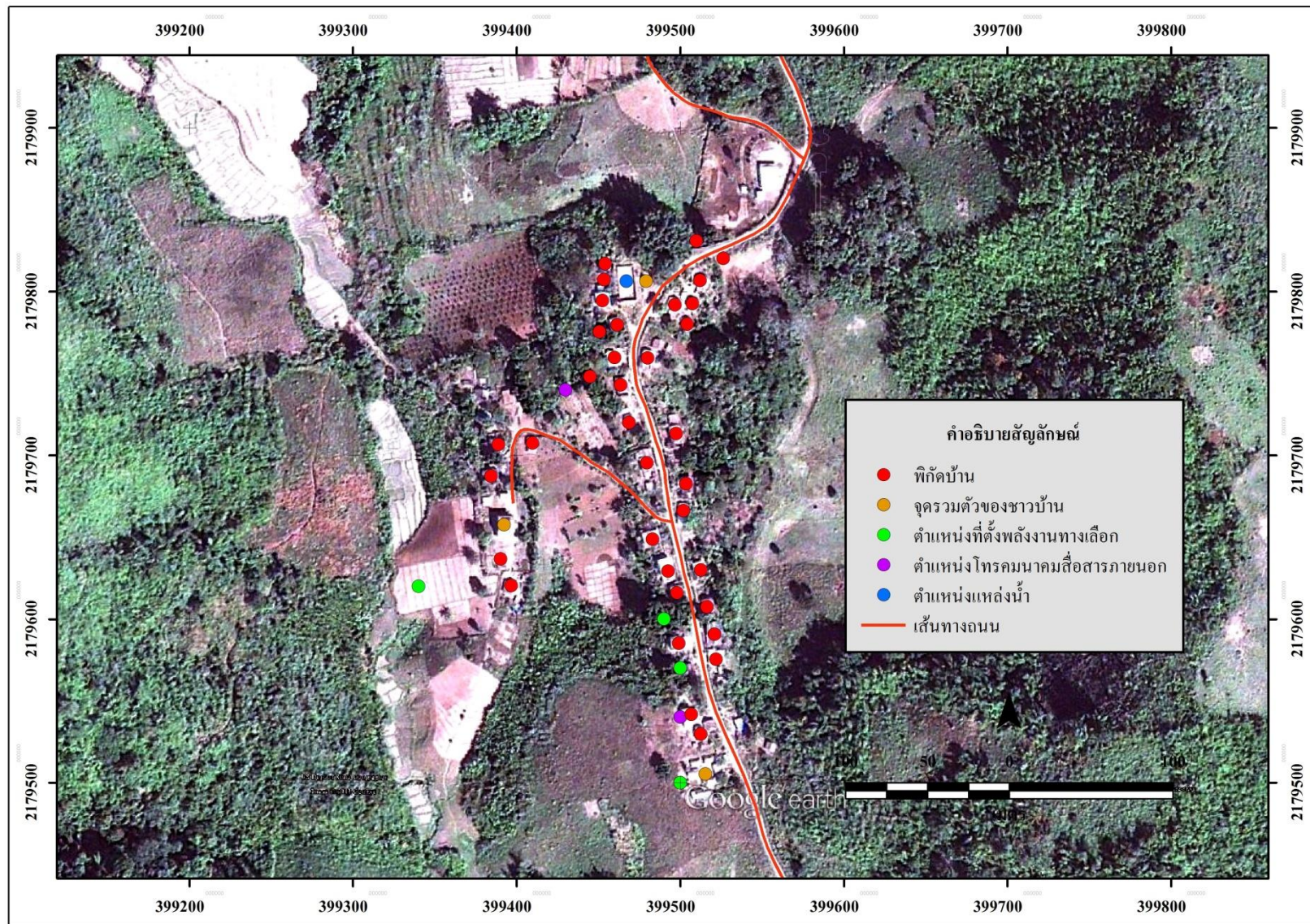
ภาพที่ 5-54 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านใหม่ชายแดน



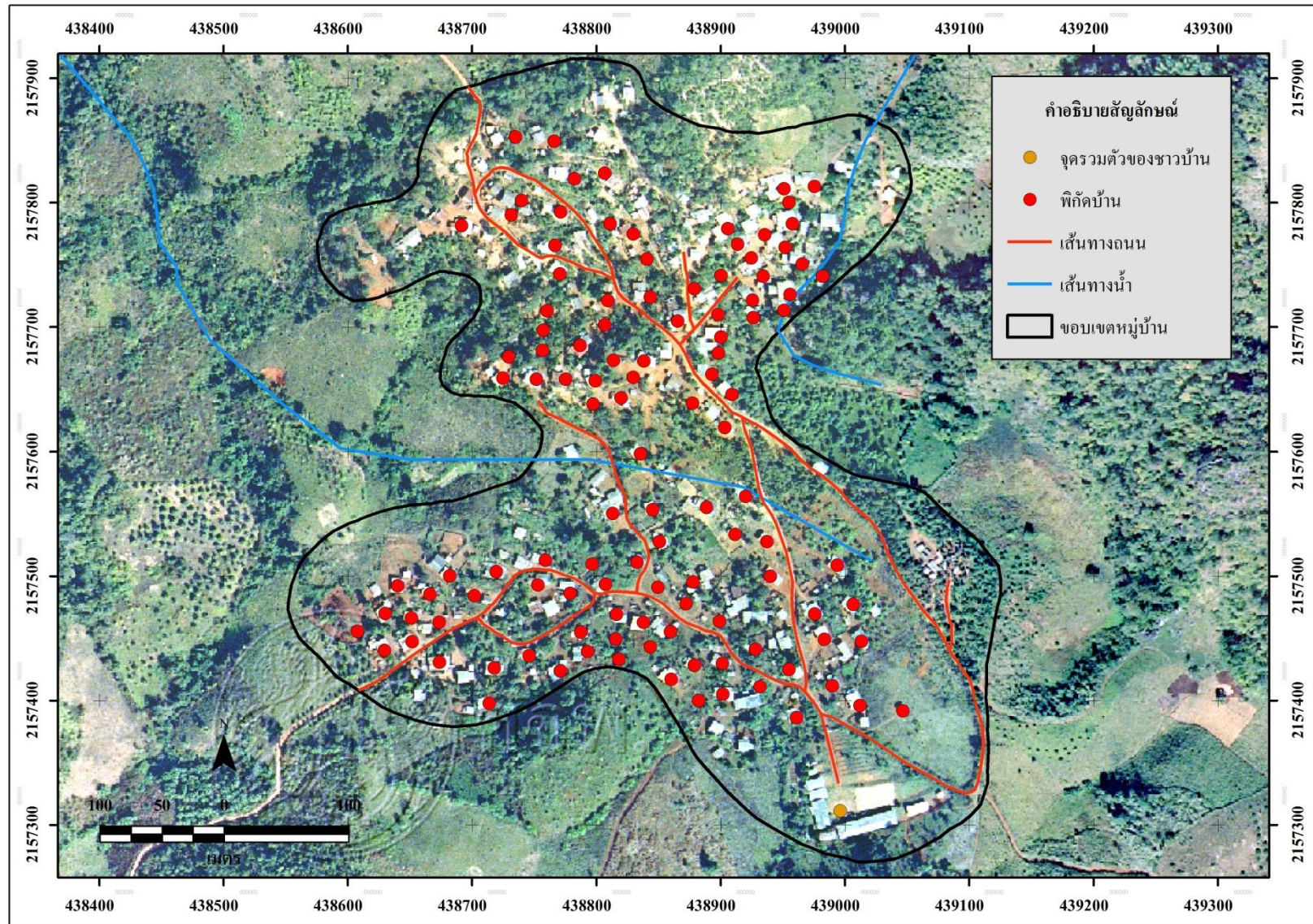
ภาพที่ 5-55 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านฮวก



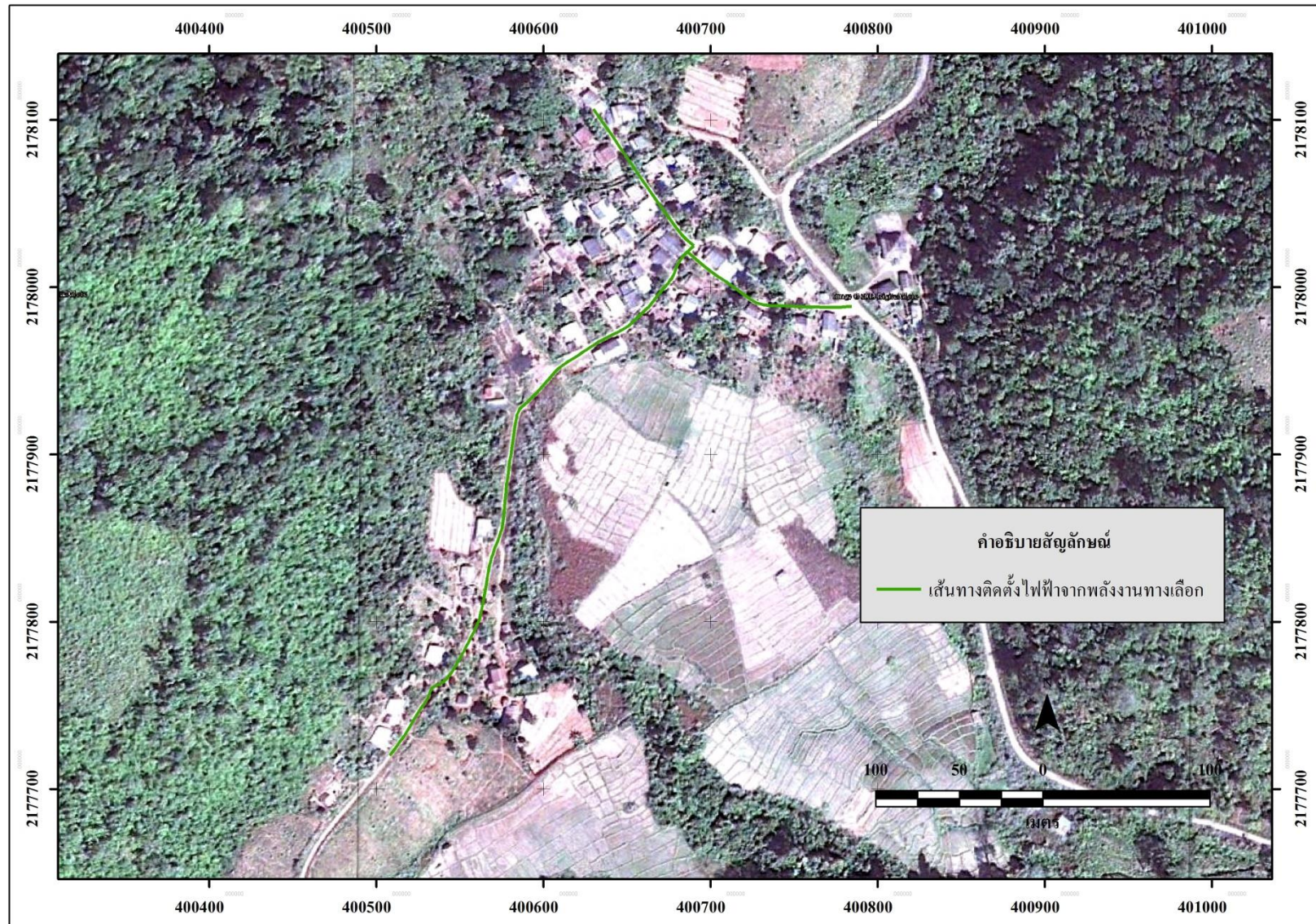
ภาพที่ 5-56 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านกิวหน่อ



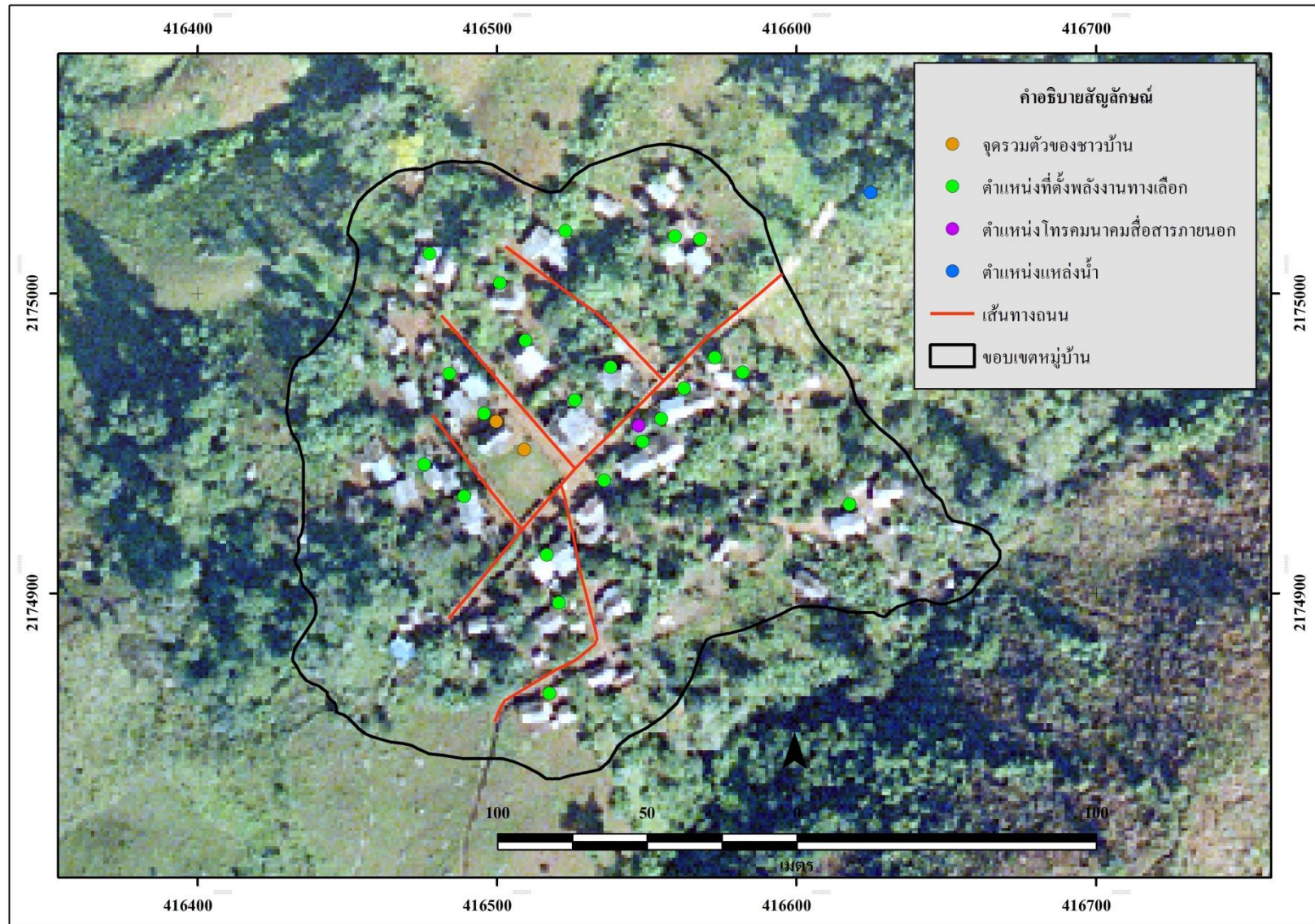
ภาพที่ 5-57 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านดอยคู



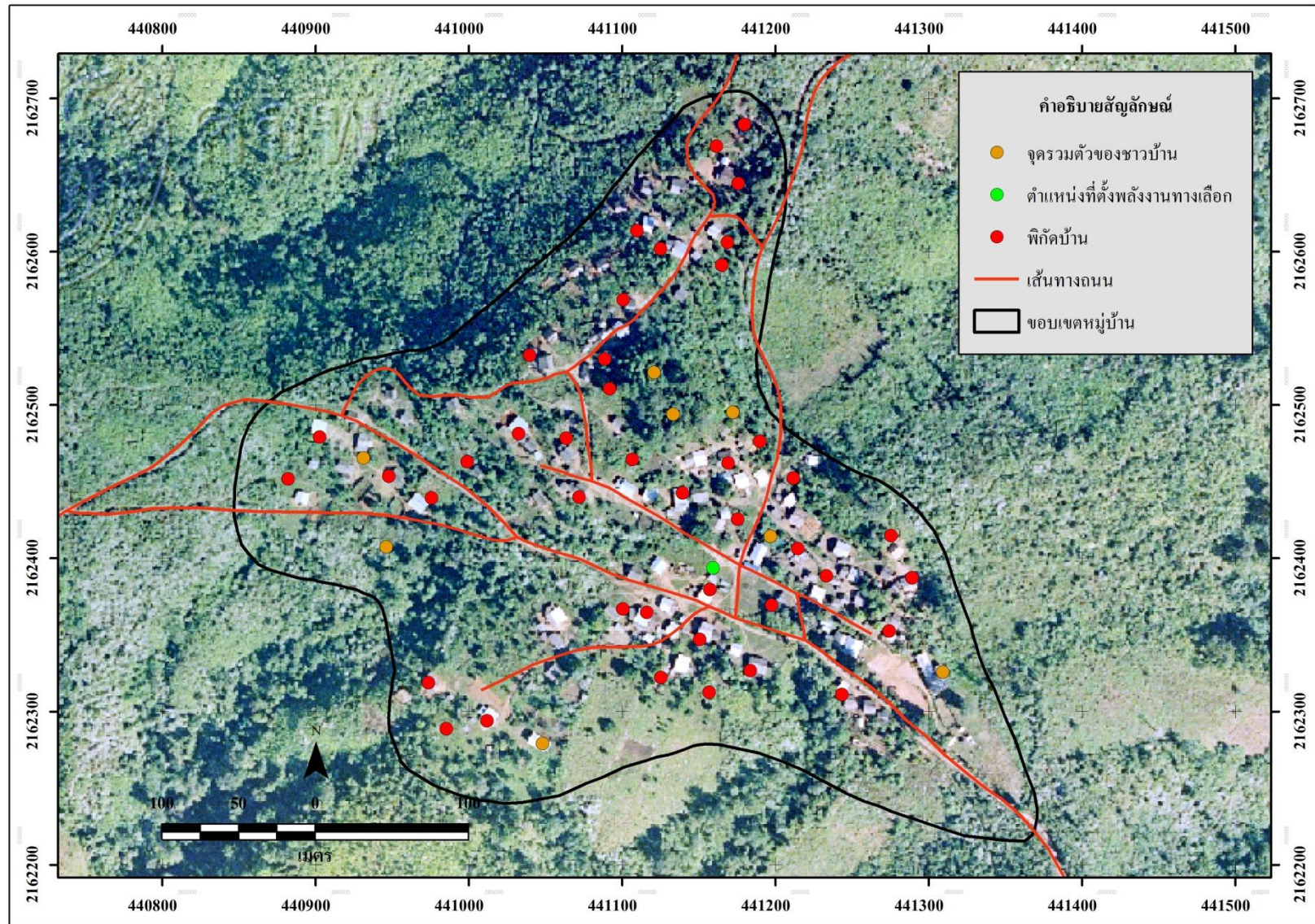
ภาพที่ 5-58 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านดอยผิสุ



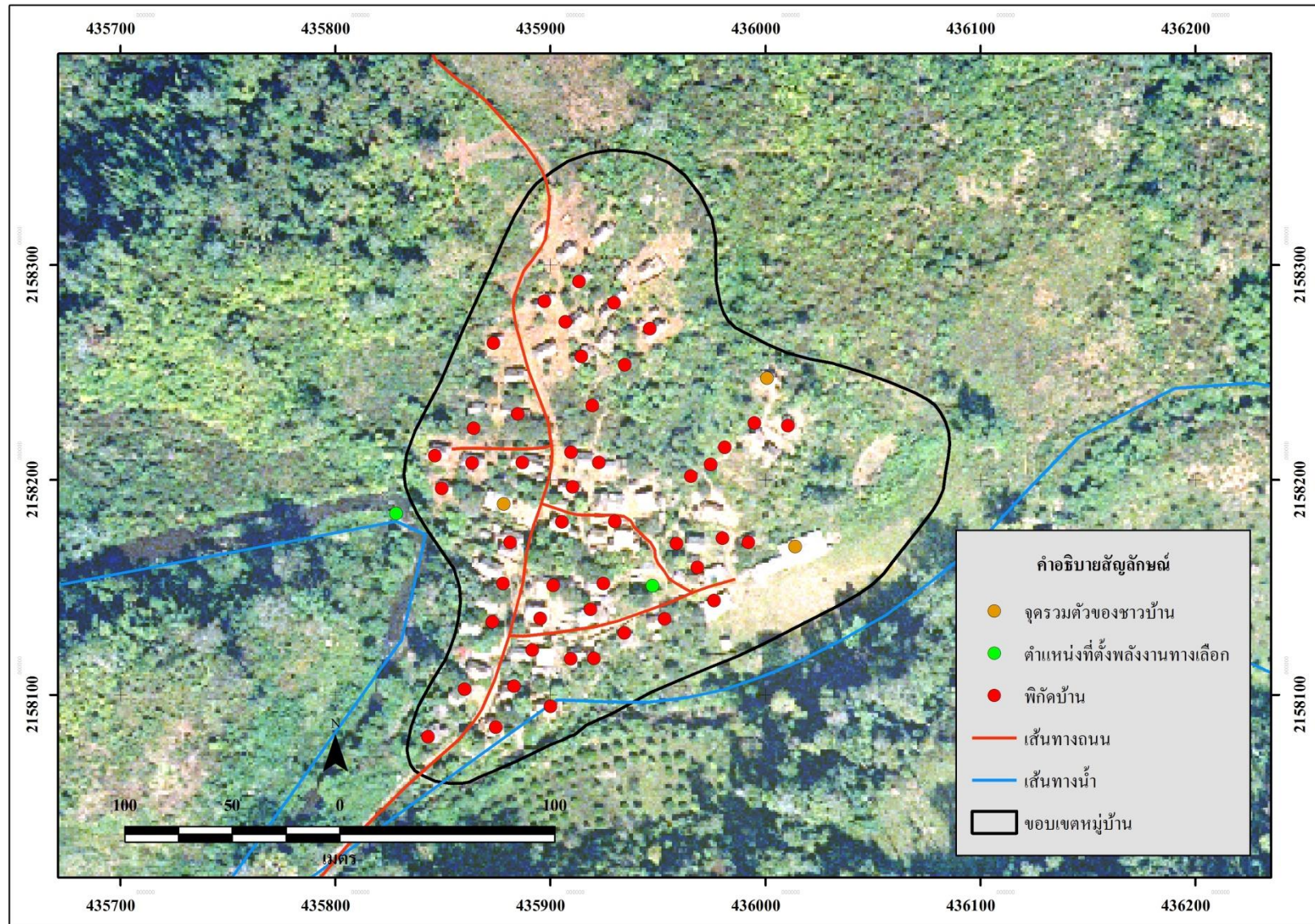
ภาพที่ 5-59 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านโง้งนา



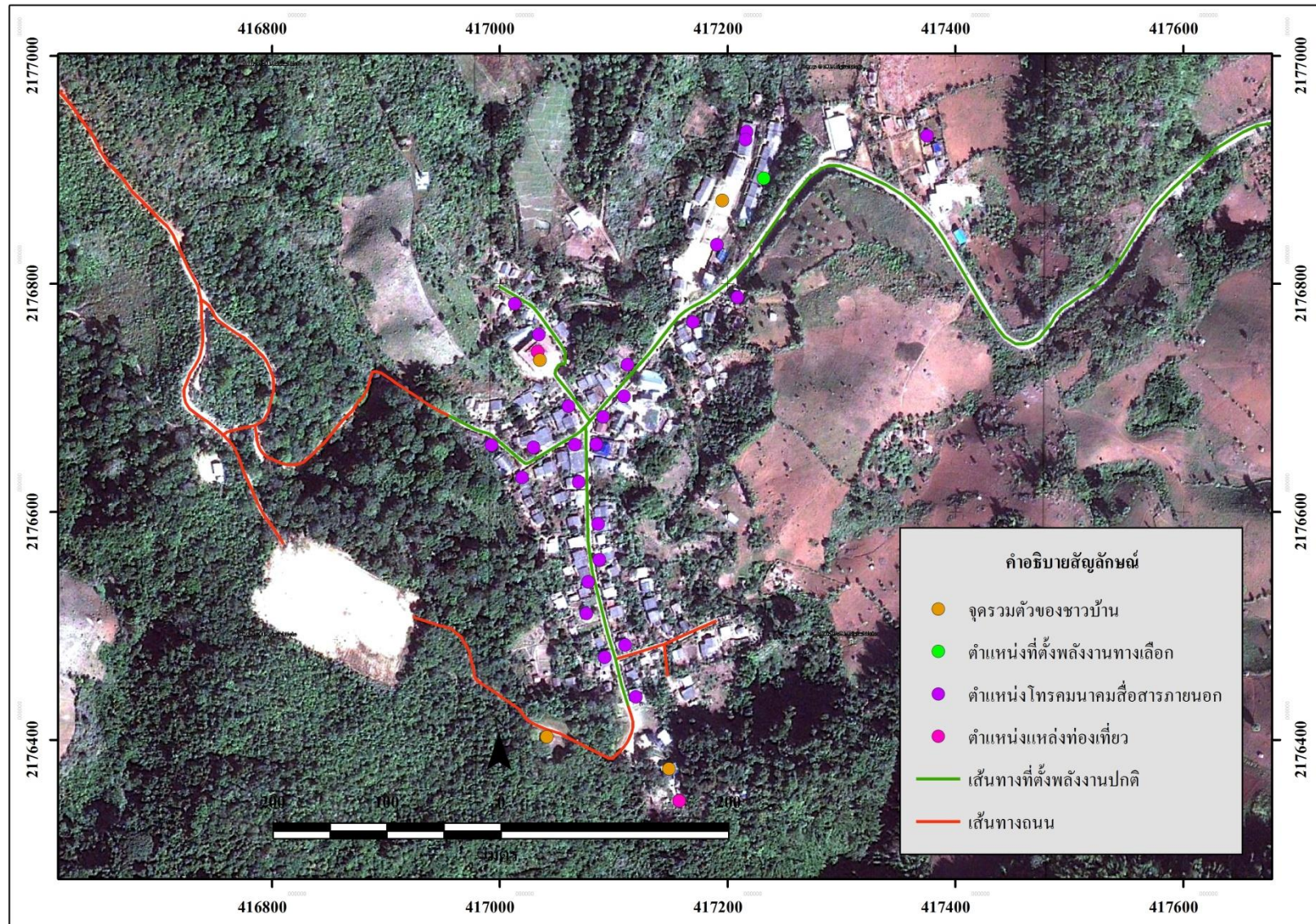
ภาพที่ 5-60 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านน้ำจาง



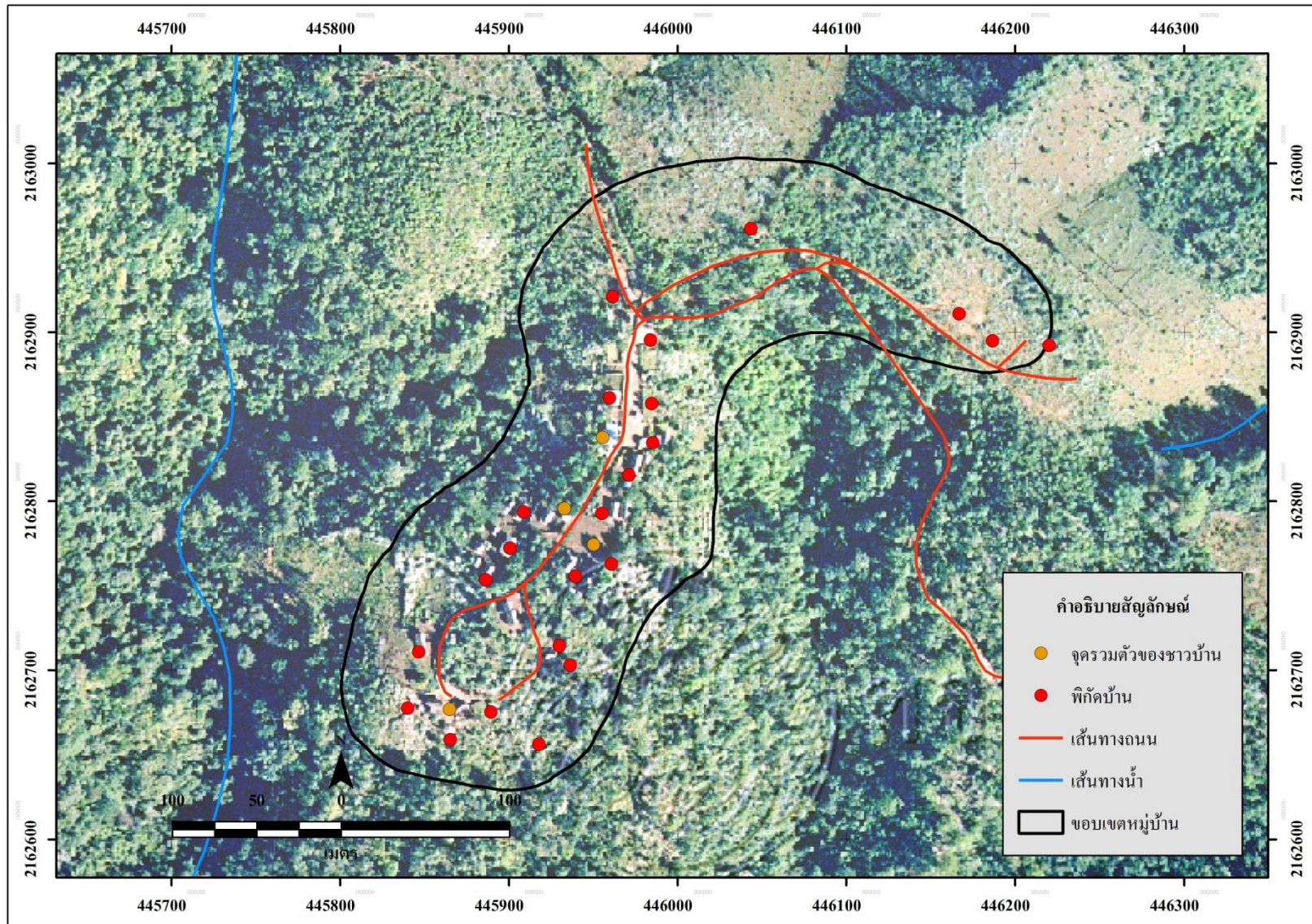
ภาพที่ 5-61 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านน้ำปลาmung



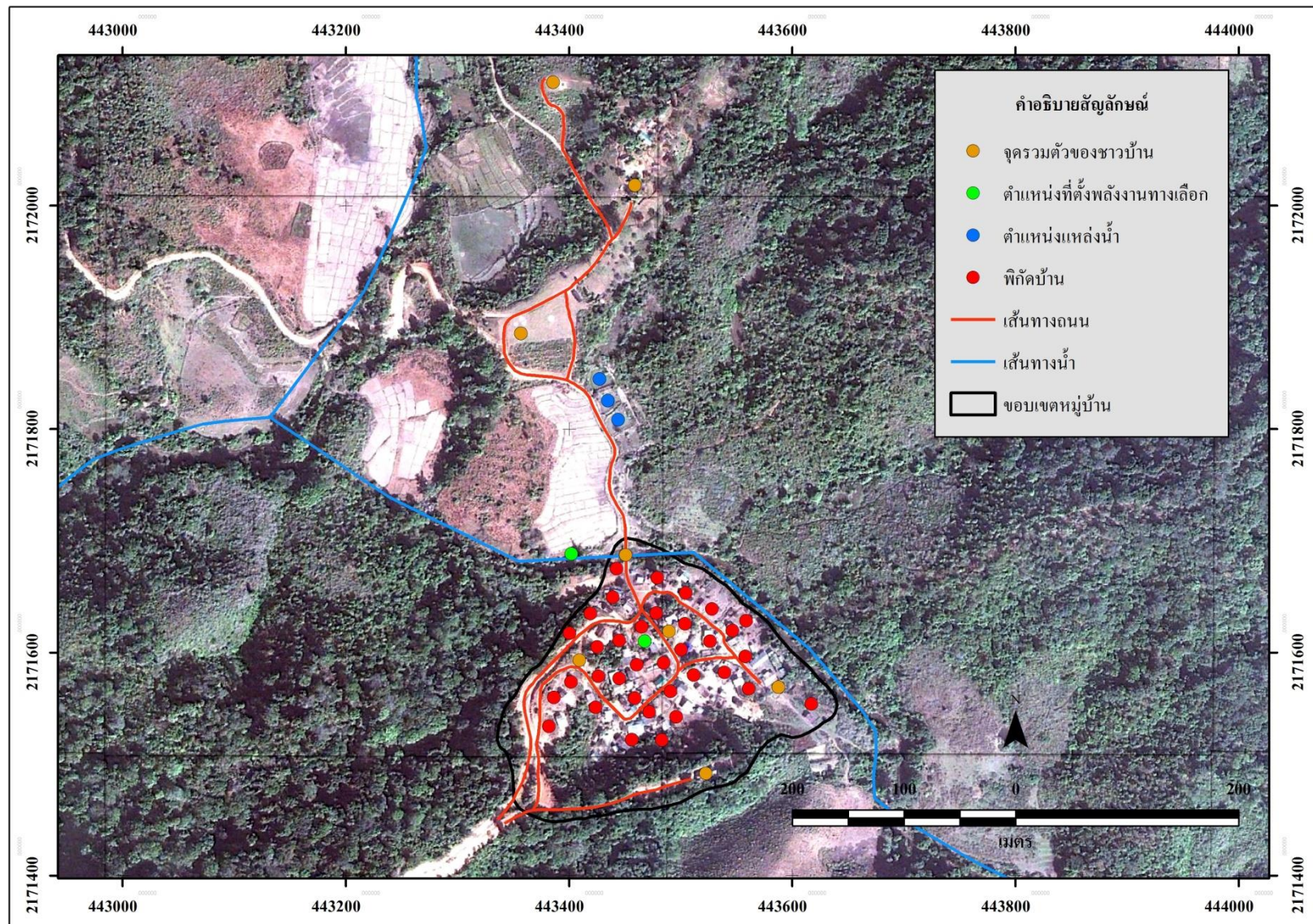
ภาพที่ 5-62 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านโนของ



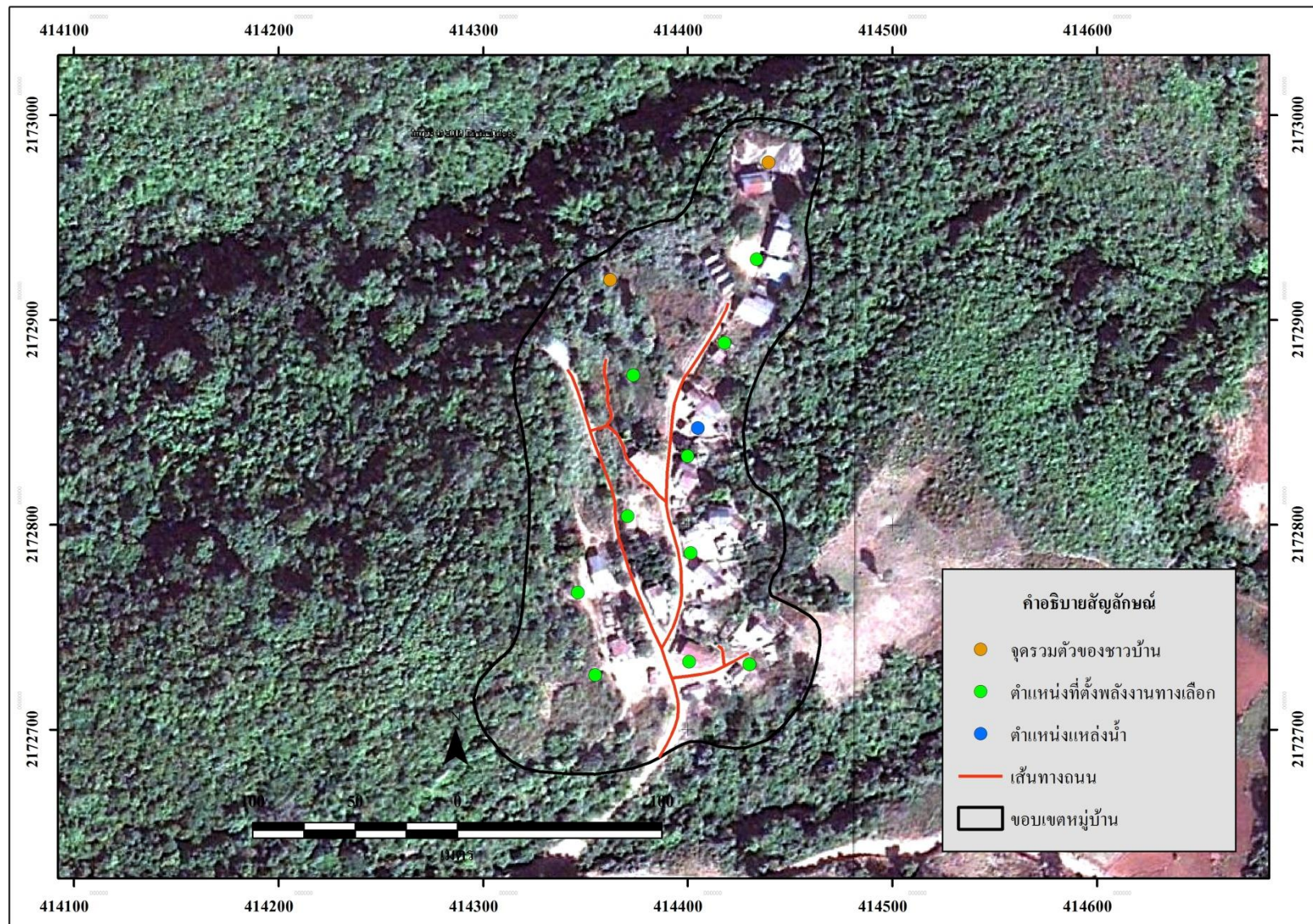
ภาพที่ 5-63 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปางคาม



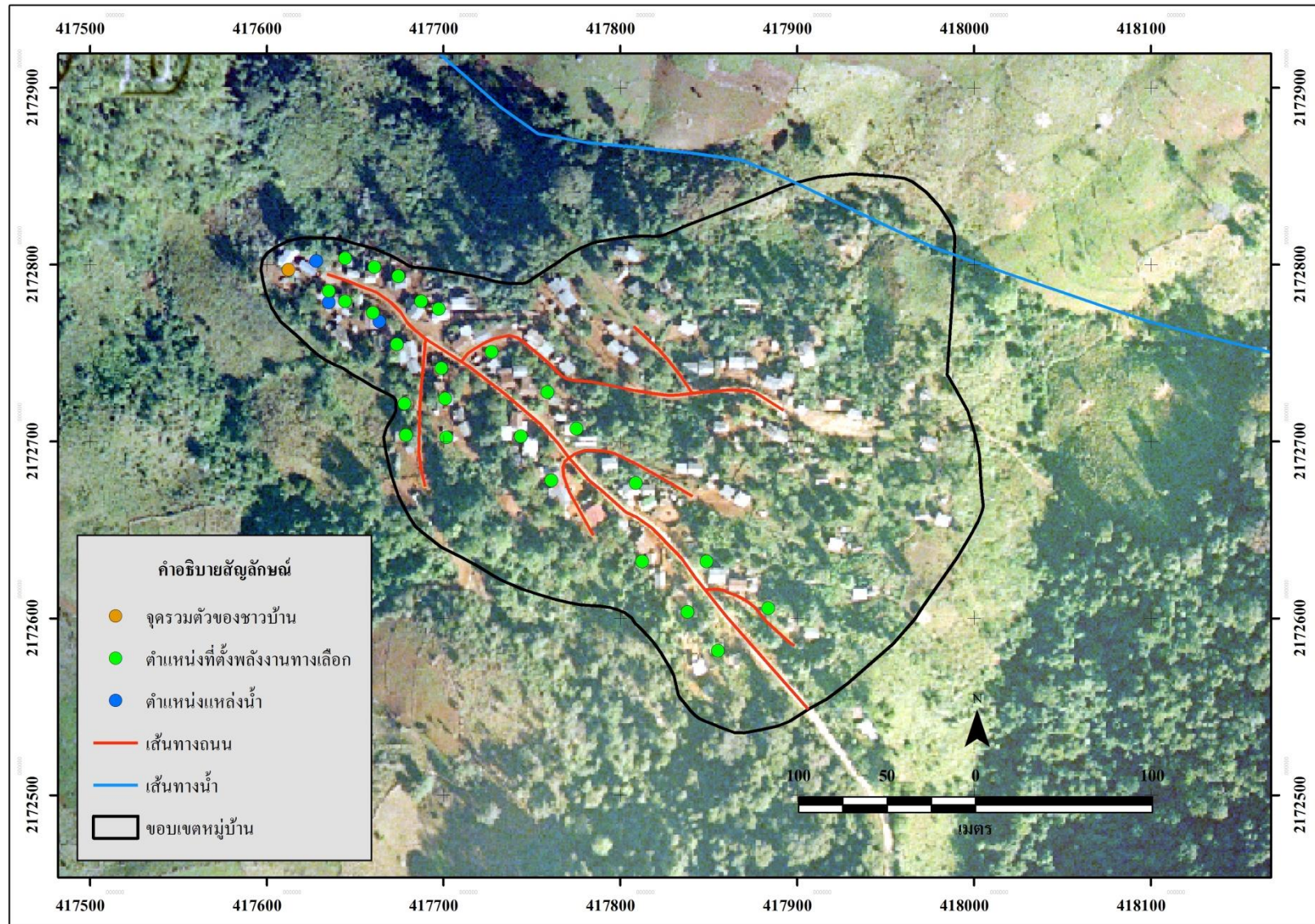
ภาพที่ 5-64 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านป่าซาง



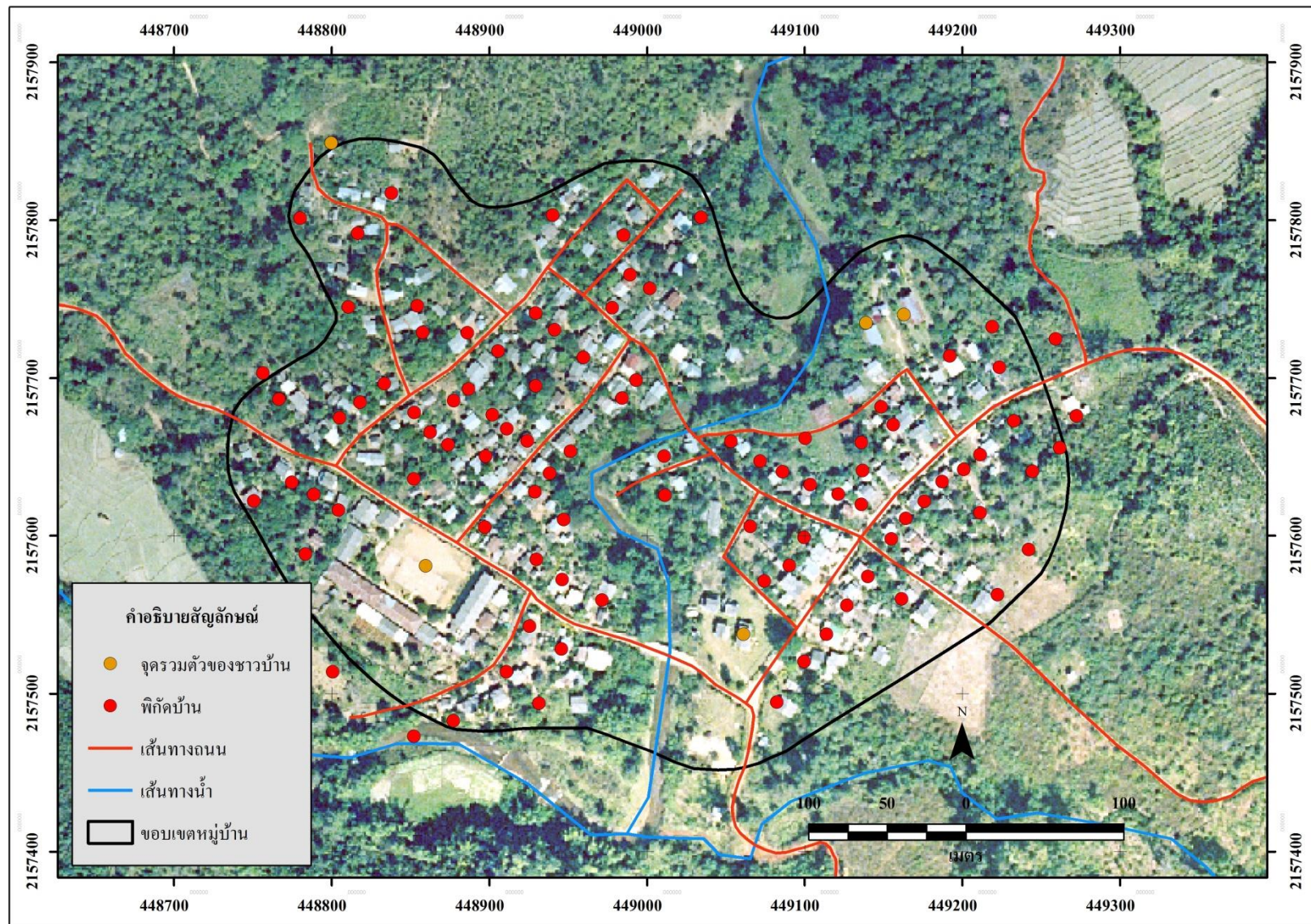
ภาพที่ 5-65 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านปายสองแฉ่



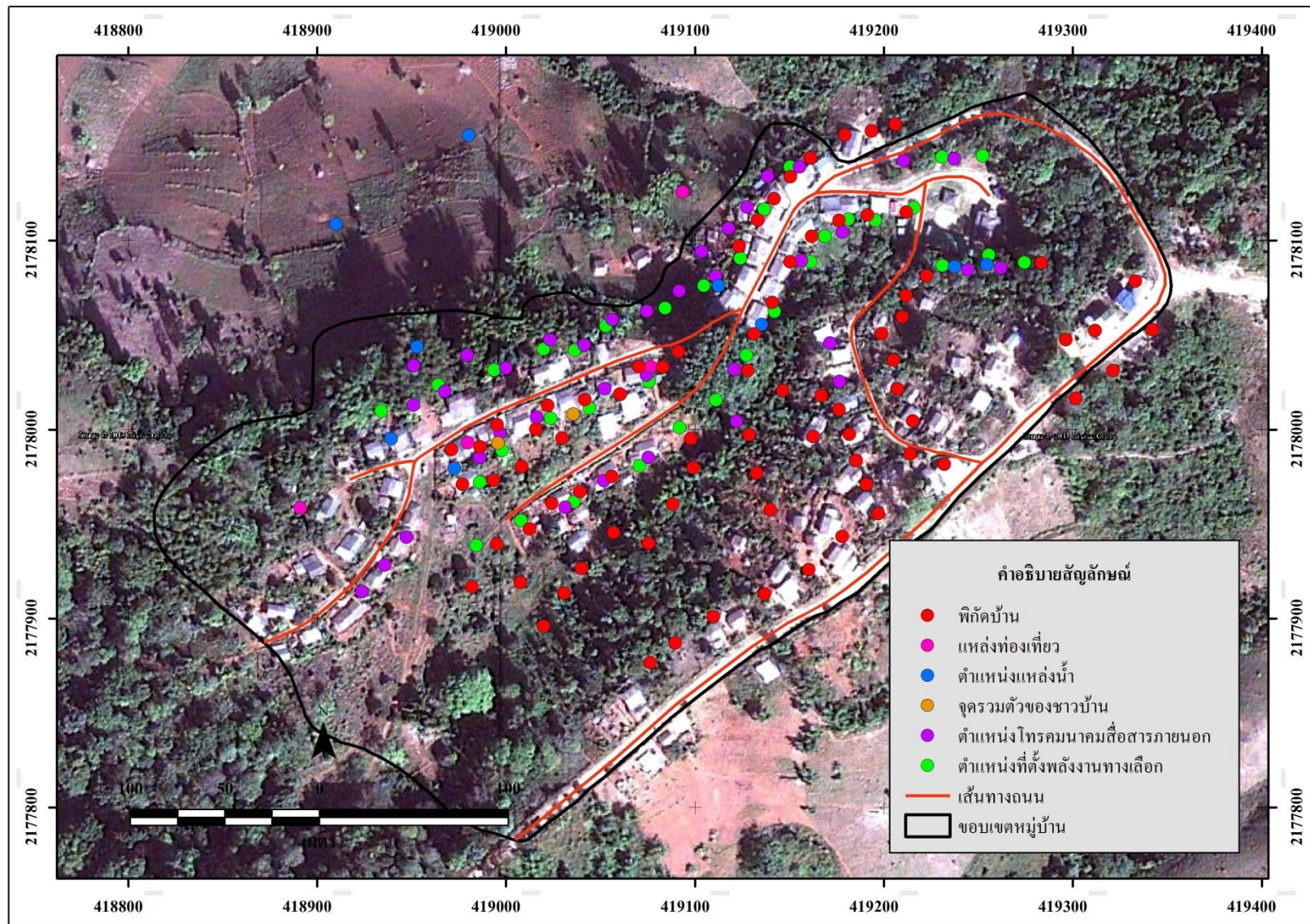
ภาพที่ 5-66 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านผาแดง



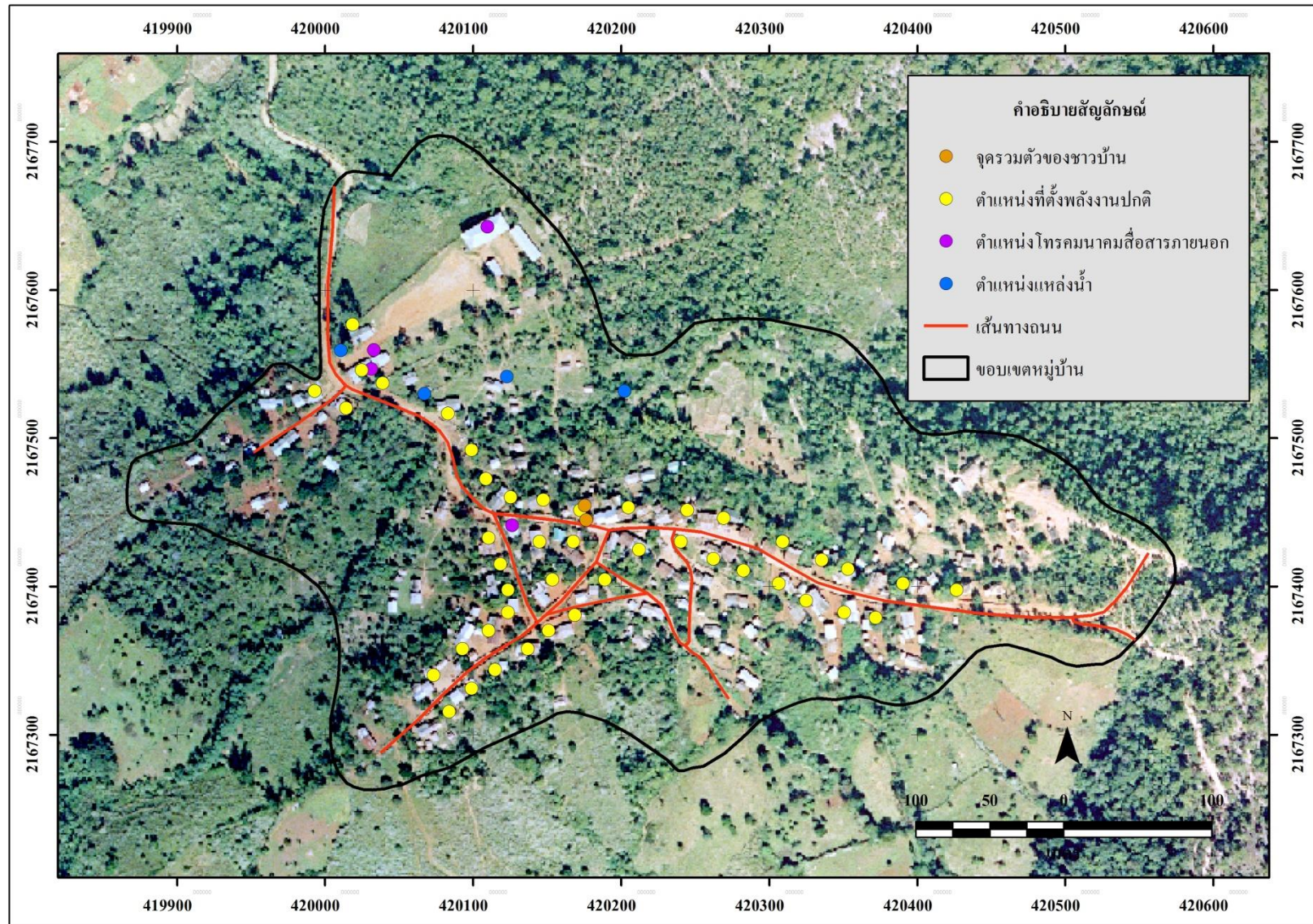
ภาพที่ 5-67 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านผาเผือก



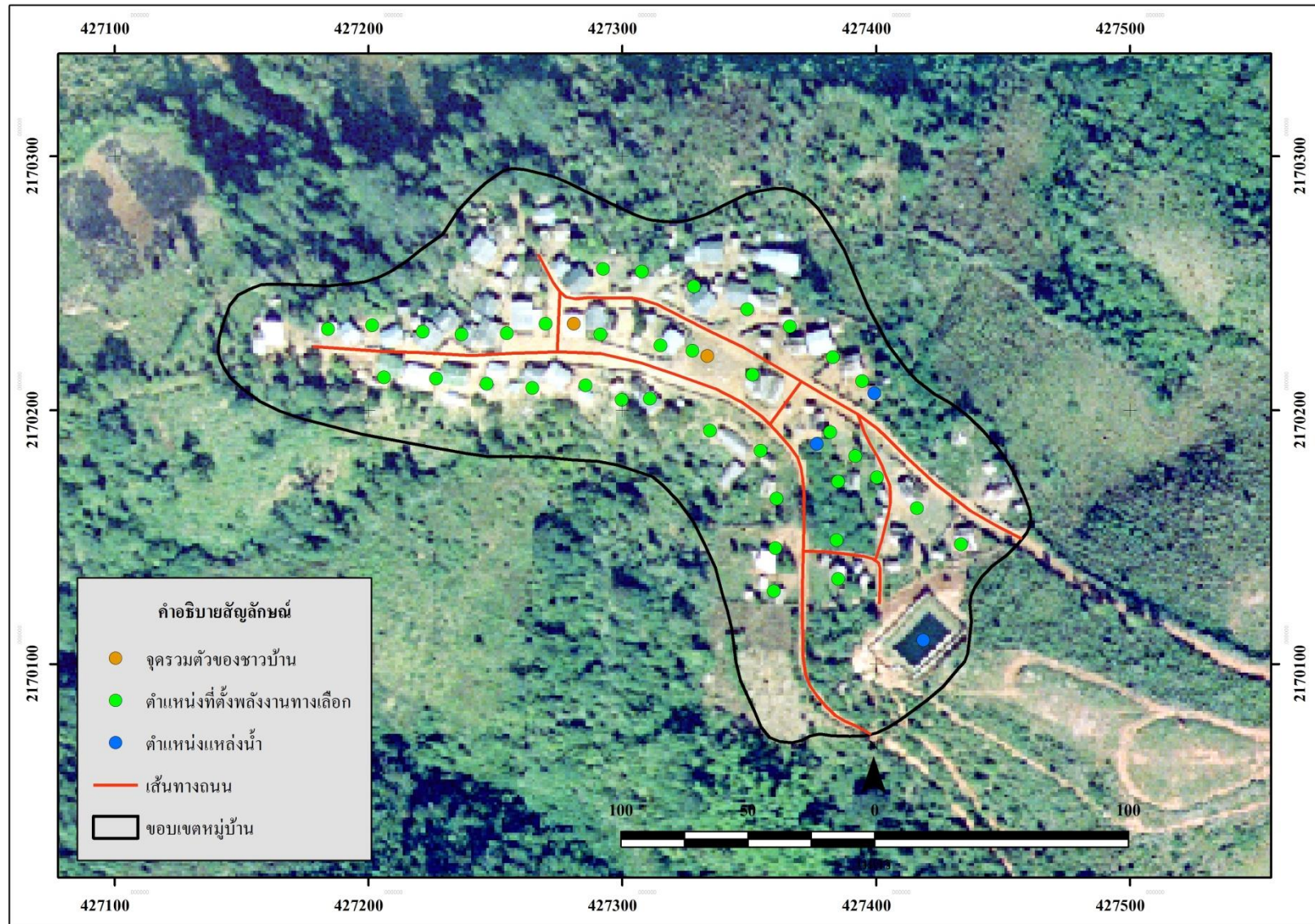
ภาพที่ 5-68 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านเมืองน้อย



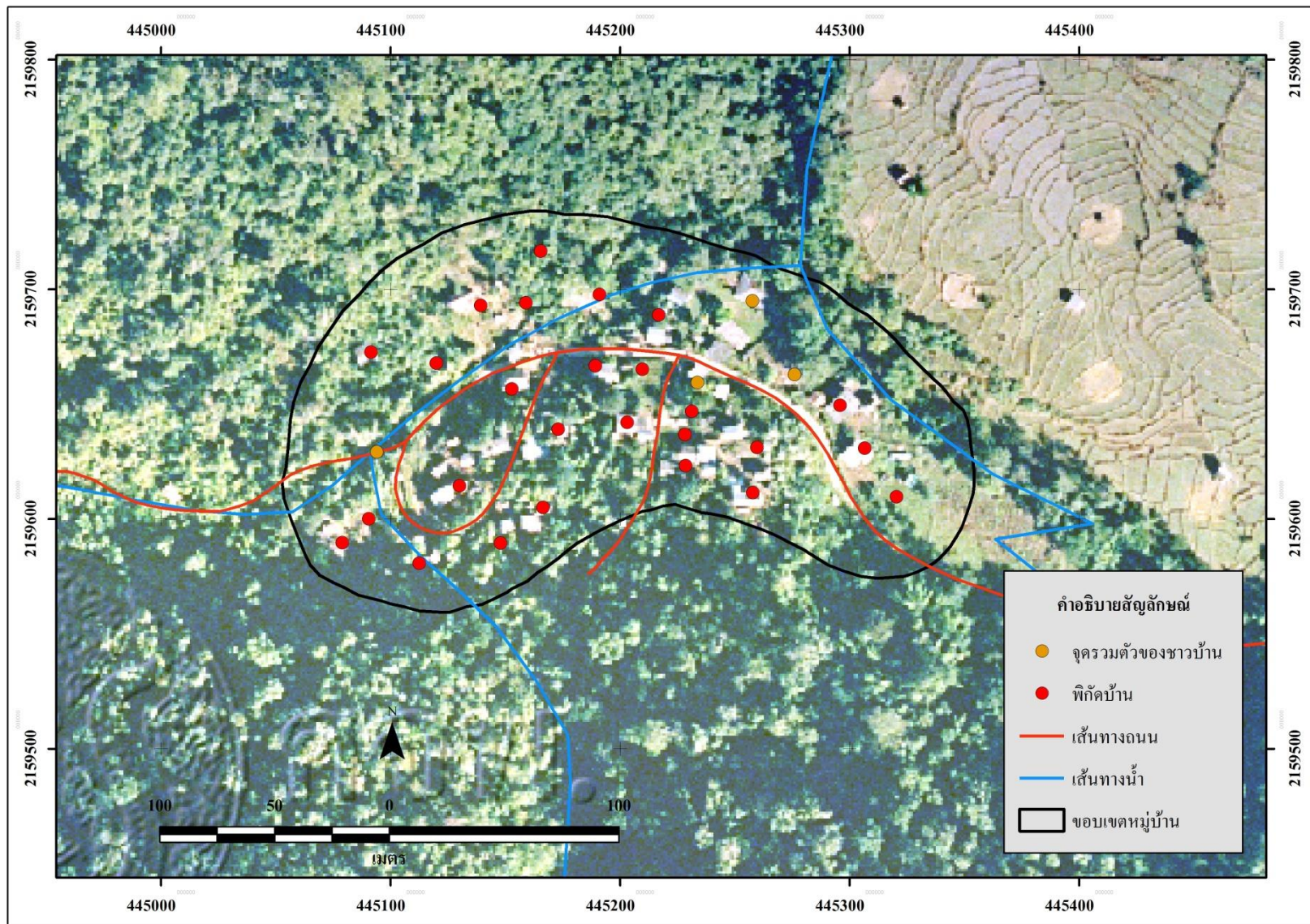
ภาพที่ 5-69 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านไม้ลั่น



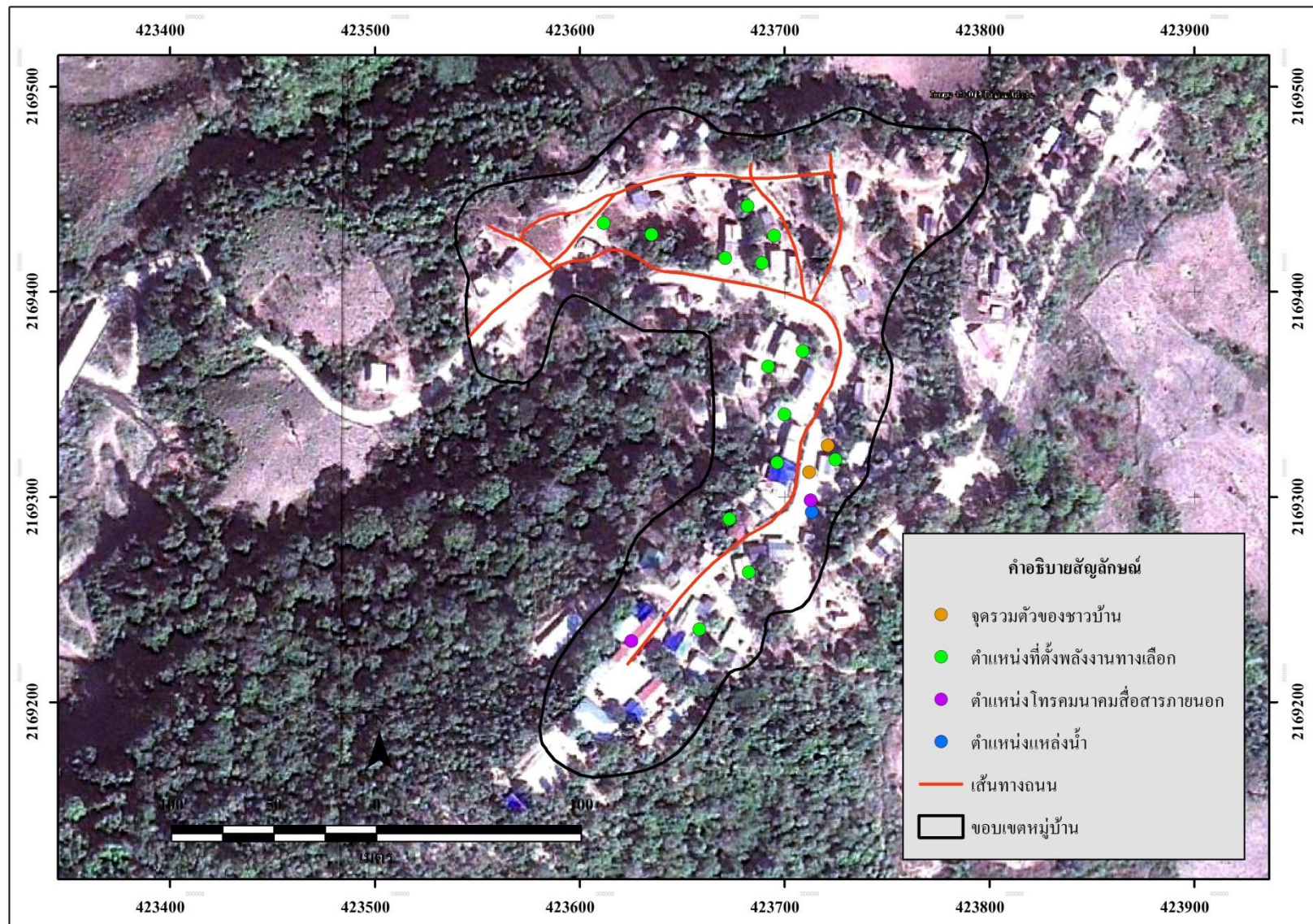
ภาพที่ 5-70 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านยาป่าแหน



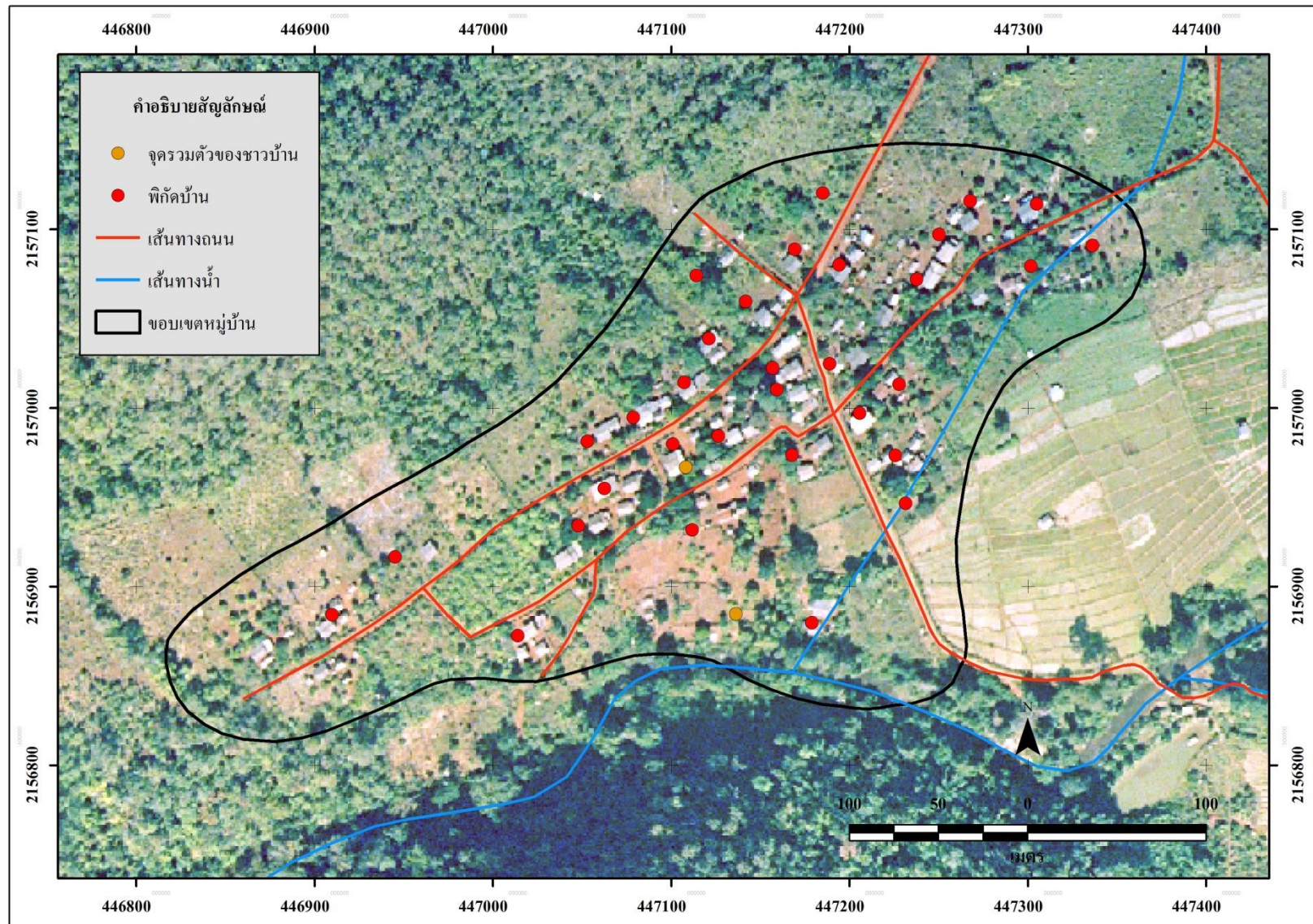
ภาพที่ 5-71 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านแสนคำลือ



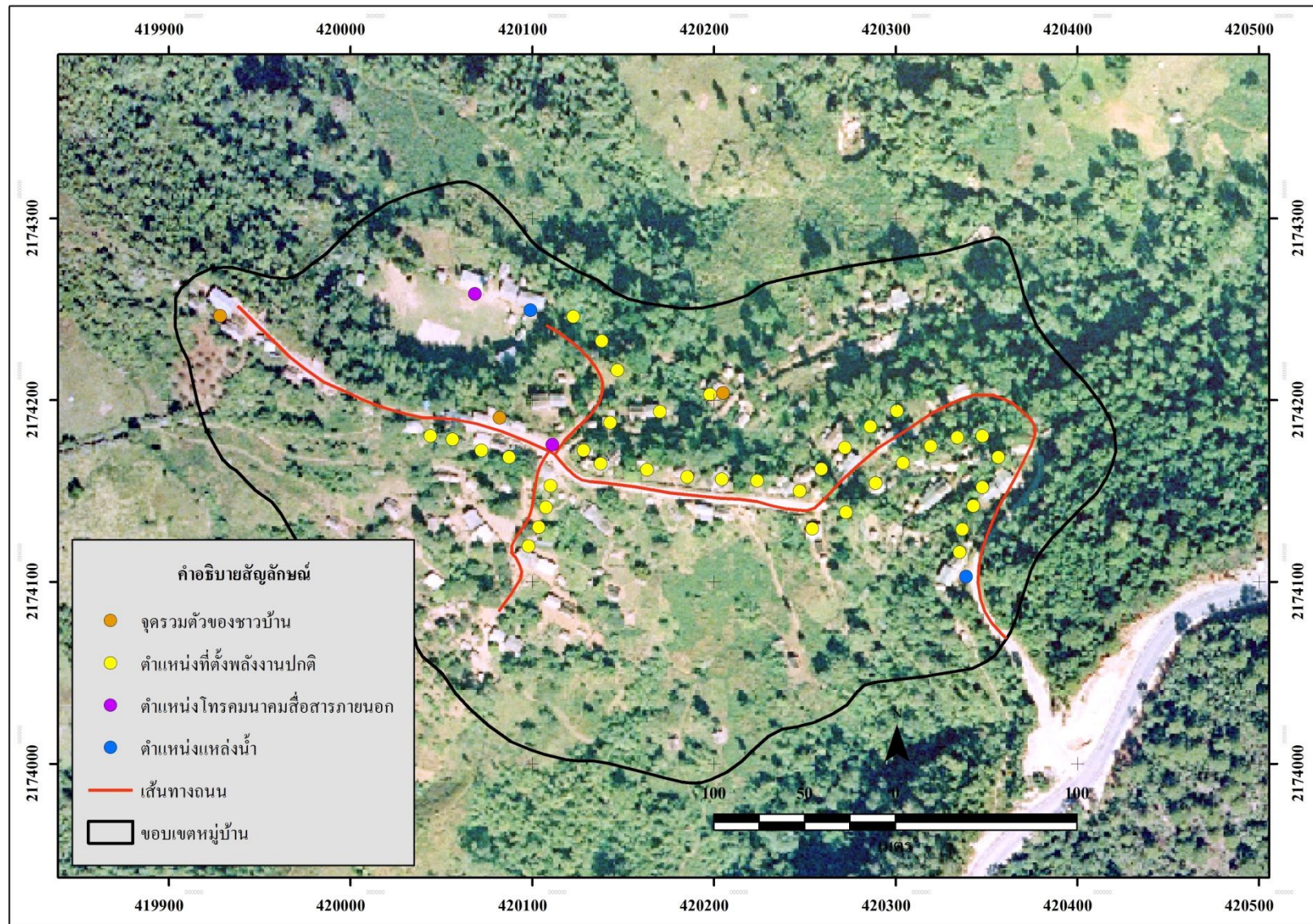
ภาพที่ 5-72 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยหก



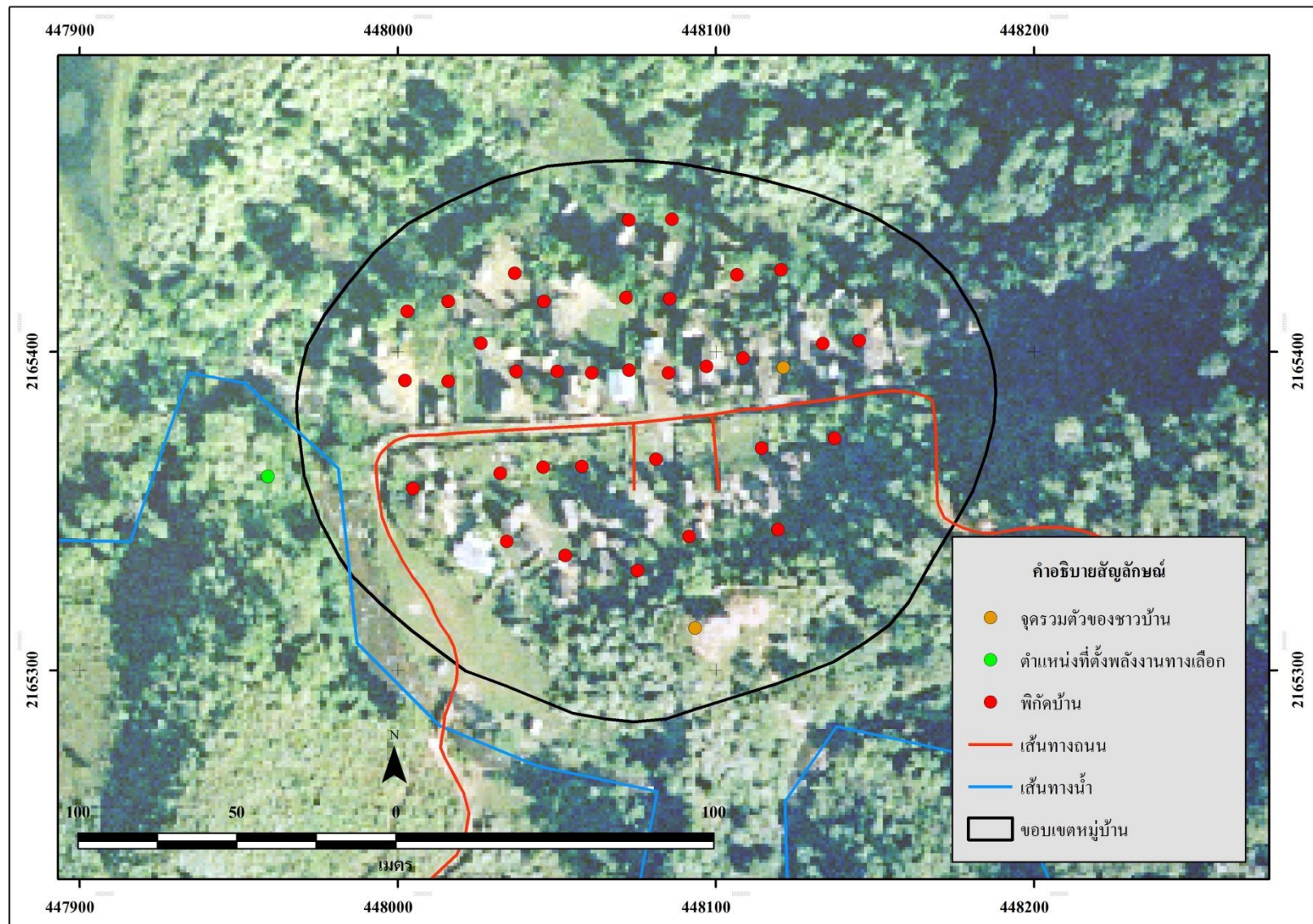
ภาพที่ 5-73 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยแห้ง



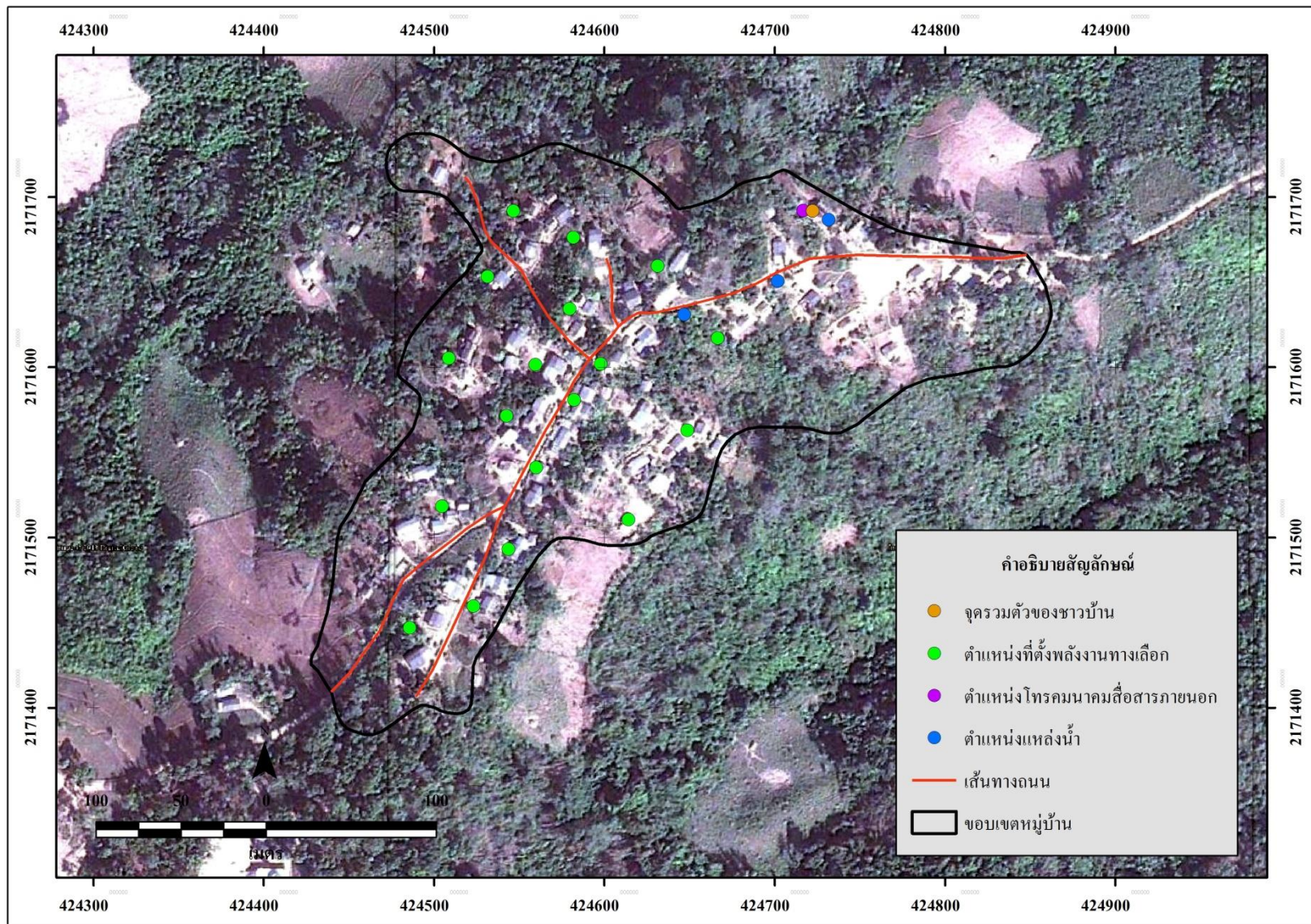
ภาพที่ 5-74 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยเหี้ย



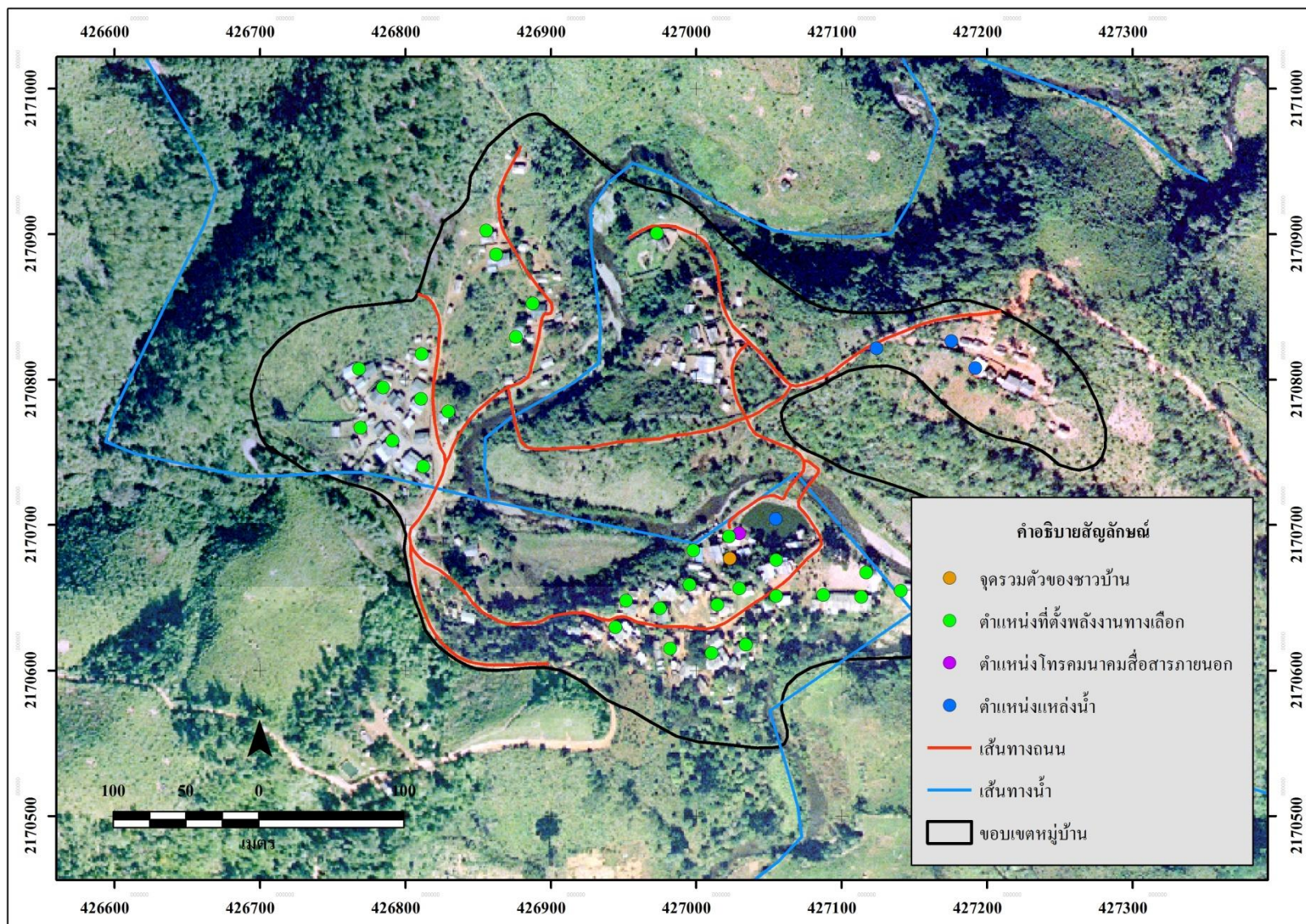
ภาพที่ 5-75 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยเหี้ยะ



ภาพที่ 5-76 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยปาย



ภาพที่ 5-77 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านห้วยราง



ภาพที่ 5-78 ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับหมู่บ้าน บ้านแอโก