บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

การจัดการน้ำเชิงพื้นที่โดยเฉพาะพื้นที่ที่แบ่งตามขอบเขตลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยทางด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ ด้านเศรษฐกิจ-สังคม และด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่ได้จากปริมาณการใช้น้ำหนึ่งหน่วยหรือผลิตภาพน้ำในระดับสูง รวมถึงความแปรปรวนของสภาพพื้นที่ภายในลุ่มน้ำเชิงพื้นที่ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการที่ดิน และสภาพดิน ตลอดจนสภาพภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ย่อมส่งผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของปริมาณน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยทางด้านกายภาพที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่สามารถนำมาใช้วางแผน เพื่อพัฒนาด้านการเกษตรกรรมได้ ดั้งนั้นการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำจึงช่วยสนับสนุนการวางแผนการใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในอดีตเกษตรกรประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงเวลาเพาะปลูก โดยเฉพาะช่วงเดือน ก.พ. ถึง เม.ย. ซึ่งส่งผลถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ต่ำ เนื่องจากขาดข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนในช่วงเวลาเพาะปลูก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อช่วยให้การวางแผนการใช้น้ำเพื่อการเกษตรให้ได้ผลิตภาพน้ำสูงสุด

การเลือกพืชสำหรับการเพาะปลูกของเกษตรกร ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณน้ำที่ใช้กับผลผลิตที่ได้ หากพิจารณาในระดับลุ่มน้ำแล้ว การส่งเสริมการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลิตภาพน้ำให้สูงขึ้น จำเป็นต้องมีศึกษาดัชนีที่บ่งชี้ระดับประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจการจัดการลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ ในอดีตมีการพัฒนาแนวทางอย่างมากมายและหลากหลาย ซึ่งการประเมินน้ำไหลบ่าดังกล่าวอาศัยการประเมินโอกาสของฝนที่ตก ตลอดจนอุณหภูมิและแสงแดด ควบคู่กับการพิจารณาคุณลักษณะของพื้นที่ในลุ่มน้ำ ที่ประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น วิธีการ Rational วิธีการ Cook's และวิธีการ United States Soil Conservation Service (US-SCS) เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาช่วยในการประเมิน เพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำไหลบ่าและมีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมได้ (Woo Sung et al., 1995; Nyarko, 2002) อย่างไรก็ตามแนวทางดังกล่าวไม่ได้คำนึงถึงการประเมินถึงความเชื่อมโยงของลักษณะการไหลของน้ำ โดยอาศัยข้อมูลลักษณะภูมิสัณฐานซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำ การเคลื่อนย้ายของตะกอน และการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการอาศัยสมรรถนะของระบบภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วย

Cheng et al. (2006) ได้ประเมินอัตราการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน โดยใช้แบบจำลอง IHACRES (Identification of Unit Hydrographs and Component Flow from Rainfall,

Evaporation, Stream flow data) (Jakeman, 1990) ร่วมกับการประเมินค่า Curve Number (CN) โดยวิธี US-SCS เพื่อประโยชน์ในการทำนายการไหลบ่าของน้ำในพื้นที่ The Oak Ridges Moraine ซึ่งเป็นการรวม แบบจำลองในลักษณะของ Conceptual model ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณฝนและปริมาณน้ำไหลบ่า โดยใช้วิธีการคำนวณแบบไม่เป็นเส้นตรงของปริมาณฝนที่เป็นประโยชน์ (Effective rainfall) จากปริมาณฝนกับอุณหภูมิ และการคำนวณแบบเส้นตรงของปริมาณฝนที่เป็นประโยชน์ กับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ ในการคำนวณของแบบจำลองนี้มีลักษณะเป็นแบบจำลอง Black box มีสมการที่ซับซ้อนอยู่ข้างใน และไม่ได้คำนึงสภาพภูมิประเทศจริงของพื้นที่ รวมไปถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการที่มีผลต่อการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน

Arnold et al. (1998) ได้พัฒนาเครื่องมือ Soil and Water Assessment Tool (SWAT) สำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน และปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ โดยสามารถคำนวณเป็นรายวันต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ยาวนานได้ แบบจำลอง SWAT อาศัยข้อมูลเชิงกายภาพ โดยมีส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่ ข้อมูลด้านภูมิอากาศ ด้านอุทกวิทยา ด้านอุณหภูมิ คุณสมบัติดิน ด้านการเจริญเติบโตของพืช ด้านธาตุอาหารพืช ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ด้านแบคทีเรียและโรคพืช และด้านการจัดการที่ดิน ในการประมาณค่าดัชนีที่บ่งชี้ความสมบูรณ์ของลุ่มน้ำ โดยแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยก็จะถูกแบ่งเป็น หน่วยจัดการอุทกวิยา (Hydrologic Response Units, HRUs) ซึ่งเป็นการซ้อนทับกันของชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการที่ดิน และคุณสมบัติดิน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (Gassman, 2007)

การรายงานผลการประเมินแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา โดยทั่วไปก็จะมีการเปรียบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง กับผลการวัดที่ได้จากสถานีอุทกวิทยา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ จากแบบจำลองกับสถานีอุทกวิทยา บริเวณจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำ (Watershed outlet) ลักษณะของการเปรียบเทียบเป็นการเปรียบเทียบความใกล้เคียงของค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการวัด โดยใช้หลักเกณฑ์ด้านประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบ ได้แก่ Coefficient of determination (r2) และ Nash-Sutcliffe efficiency (E) (Coffey, 2004; Krause et al, 2005)

International Water Management Institute (IWMI) ได้แนะนำระบบบัญชีน้ำร่วมกับการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำในส่วนต่างๆ ภายในลุ่มน้ำ (Molden, 1997) โดยระบบดังกล่าวสามารถแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของทรัพยากรน้ำ ปริมาณน้ำที่ถูกในไปใช้ปริมาณน้ำที่เหลือ และปริมาณน้ำที่ใช้การได้ในอนาคต นอกจากนี้ระบบบัญชีน้ำสามารถประเมินปริมาณน้ำที่เข้าและออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำได้ โดยปริมาณน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดมาจากปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำชลประทาน และมาจากพื้นที่ข้างเคียง ส่วนน้ำชลประทานอาจจะมาจากหลายๆ ที่เช่น คลองชลประทาน หรือแม่น้ำ (Pattanathaworn, 2008)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน นับว่ามีผลกระทบต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาในระดับลุ่มน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (Xiaobo et al., 2008; Chen et al., 2009) เนื่องการใช้ประโยชน์ที่ดินมีอิทธิพลต่อปริมาณฝนตก ในด้านการคายระเหย และด้านการซึมน้ำของดิน (Infiltration) ที่ทำให้เกิดการไหลบ่าบนผิวดิน ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ (Marcos et al., 2003) ซึ่งการจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรตามความเหมาะเชิงกายภาพ อาจทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ในประเทศไทยอาศัยหลักการที่ปรับปรุงจากกรอบการประเมินของ FAO (1976) และกรมพัฒนาที่ดิน โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของที่ดินว่าสอดคล้องกับความต้องการของพืชในด้านการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช และด้านการอนุรักษ์ที่ดินเพื่อความยั่งยืนของระบบการผลิตในระดับใด อย่างไรก็ตามข้อยุ่งยากในการประเมินยังต้องอาศัยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เนื่องจากมีจำนวนชั้นข้อมูลทรัพยากรที่หลากหลาย การประมวลผลอาจใช้ระยะเวลานาน และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ดังนั้นโปรแกรมการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่ (MCDA-GIS) (เมธี และคณะ, 2551) จึงถูกนำมาใช้ในการนำเข้าข้อมูลหลักเกณฑ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การปรับมาตรฐานข้อมูล และการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน ทำให้ช่วยลดข้อผิดพลาดในการประเมิน อีกทั้งยังมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ ผลลัพธ์จากการประเมินผ่านโปรแกรม MCDA-GIS สามารถแสดงเป็นแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเฉพาะพืชแบบค่าต่อเนื่อง ซึ่งสามารถใช้สร้างสถานการณ์ที่มีการปลูกพืชที่เหมาะสมกับที่ดินมากที่สุด และสถานการณ์ปัจจุบัน แล้วนำมาเปรียบเทียบการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ของสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตรแต่ละสถานการณ์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำต่อไป

อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการน้ำในระบบนิเวศลุ่มน้ำ เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน เนื่องจากเป็นบริบทของปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทางด้านสังคมที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศธรรมชาติ ในระบบสังคมเองก็มีความซับซ้อนอยู่ในตัว ทั้งในด้านวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันนำไปสู่วิธีการจัดการน้ำที่ปรับเปลี่ยนวิถีหรือพลวัตทางธรรมชาติของน้ำที่เกี่ยวเนื่องผูกพันกับทรัพยากรส่วนอื่นโดยเฉพาะดินและป่าไม้ ดังนั้นการทำความเข้าใจวิธีและรูปแบบการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำของระบบสังคม-นิเวศ (Social ecological system) เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อช่วยให้ชุมชนที่ใช้ประโยชน์ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นที่มีหน้าที่บริหารจัดการน้ำได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของบทบาทของแต่ละฝ่ายที่นำไปสู่สถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นปัญหาในการบริหารจัดการน้ำ ที่จะเข้าไปช่วยเสริมและสนับสนุนข้ออธิบายความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) นำไปสู่แนวทางการบริหารจัดการน้ำที่เอื้อให้เกิดความยั่งยืนของระบบนิเวศลุ่มน้ำ และความมั่นคงด้านการดำรงชีพของชุมชนในพื้นที่

แนวทางที่สามารถช่วยสนับสนุนให้ชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจเป็นหนึ่งเดียวกันเกี่ยวกับบริบทของการบริหารจัดการน้ำของชุมชนในลุ่มน้ำบนพื้นที่สูงคือการเรียนรู้และทำความเข้าใจแบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning) ที่อาศัยเครื่องมือและกระบวนการแบบมีส่วนร่วม (Participatory tools and processes) ซึ่งมีการพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์เพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากร การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การทำความเข้าใจบริบททางสังคมนิเวศที่มีความซับซ้อน และการกระตุ้นให้เกิดความตระหนักต่อปัญหาของระบบนิเวศลุ่มน้ำ ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการคิดค้น วิเคราะห์ ปัญหา และแนวทางการบริหารจัดการร่วมกัน เพื่อแก้ไขปัญหาหรือการจัดการทรัพยากรลุ่มน้ำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

เครื่องมือและกระบวนการเรียนรู้สภาพชุมชนและทรัพยากรแบบมีส่วนร่วมมีหลากหลายรูปแบบ ได้มีการนำไปใช้ในหลายกรณีศึกษา ในระดับสากลมีองค์กรพัฒนาพัฒนาคู่มือเครื่องมือและกระบวนการเหล่านี้และเผยแพร่นำไปใช้อย่างกว้างขวาง (CARE , 2002; IFAD, 2009) เช่น การทำแผนที่ทรัพยากร (Participatory resource mapping) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในอดีต (Historical timeline) ปฏิทินฤดูกาลและกิจกรรม (Crop and activity calendar) การวิเคราะห์วิถีชีวิตและความเป็นอยู่ (Livelihood analysis) การวิเคราะห์ปัญหาและความเสี่ยงในการดำรงชีพ (Livelihood problem and risk analysis) การวิเคราะห์โครงสร้างสถาบัน (Institution analysis) ในประเทศไทยก็ได้มีการนำใช้เครื่องมือเหล่านี้ในหลายกรณีศึกษาเช่นกัน (พนมศักดิ์, 2555; มูลนิธิรักษ์ไทย, ไม่ระบุปี; วิฑูรย์, 2553; Promburom and Sakdapolrak, 2012)

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับสถานการณ์ในทางการจัดการระบบเกษตร ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่หลากหลาย โดยเฉพาะเป็นการผสมผสานข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพที่ต้องอาศัยข้อมูลทางสังคมเข้ามาประกอบการวางแผนการใช้ที่ดิน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่สามารถอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังเช่นในกรณีการจำลองทางเศรษฐศาสตร์ หรือการจำลองพืชไร่ หรือไม้ล้มลุกอื่นเนื่องจากการพัฒนาแบบจำลองไม้ผลในระดับสากลมีอยู่จำกัด (Hester and Cacho, 2003)

การวิเคราะห์โครงข่ายแบบเบย์ (Bayesian Belief Network, BBN) เป็นแนวทางที่สามารถวิเคราะห์การความน่าจะเป็นของการจัดการที่ดินเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในลุ่มน้ำพื้นที่บนพื้นที่สูงได้ โดยใช้ผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในแต่ละเหตุการณ์ (Bromley et al., 2005) ผลที่ได้จากการประเมินโดยวิธีดังกล่าวสามารถระบุถึงความน่าจะเป็นของการเลือกแนวทางการจัดการที่ดินที่เหมาะสมได้ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์สำคัญที่เป็นโหนดต้นทาง (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) จะทำให้โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่เป็นโหนดปลายทางทาง (ตัวแปรที่เป็นผลลัพธ์) เปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น ถ้าโอกาสที่เกษตรกรจัดการแปลงปลูกที่ดีโดยการใส่ปุ๋ย ให้น้ำ และกำจัดวัชพืชในระดับดี ความสมบูรณ์ของต้นและทรงพุ่มของพืชจะมีโอกาสดีไปด้วย ซึ่งจะส่งผลถึง

ประสิทธิภาพการใช้น้ำจะมีโอกาสที่ดีตามไปด้วย ในทำนองเดียวกันถ้าโอกาสที่สภาพทางกายภาพ (ความอุดมสมบูรณ์ดิน สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ เป็นต้น) ในช่วงก่อนก่อนการเพาะปลูกอยู่ในระดับดี และ การจัดการที่ดินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (ทั้งสองตัวแปรเป็นโหนดต้นทาง) จะมีความน่าจะเป็นที่พื้นที่ลุ่มน้ำจะมีระดับความยั่งยืน (โหนดปลายทาง) ในระดับสูง เป็นต้น ถ้าคณะผู้ศึกษาสร้างผังเครือข่าย BBN ตั้งแต่เริ่มฤดูปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวปีปัจจุบันของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ พร้อมกับคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละโหนดจากข้อมูลที่รวบรวมหลากประเภทจากหลายแหล่งโดยทฤษฎีของ Baye (Varis, 1997) ซึ่งกล่าวไว้ว่า

$$P(X|Y) = P(Y|X)P(X)/(P(Y) \quad (1)$$

เมื่อ P(X|Y) = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ X ถ้าเกิดเหตุการณ์ Y มาก่อน (Posterior หรือ conditional probability)

P(Y|X) = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ Y และเกิดเหตุการณ์ X (Prior probability)

P(X) = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ X

P(Y) = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ Y

ค่า P(X|Y) มีประโยชน์เนื่องจากทำให้เราสามารถทำนายเหตุการณ์ X จาก ประสบการณ์ที่ผ่านมา (Aitkenhead and Aalders, 2009)

ดังนั้นเราอาจใช้แบบจำลอง BBN ในการพัฒนาแนวทางสำหรับตัดสินใจการจัดการที่ดินของชุมชนบนพื้นที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และครอบคลุมข้อมูลทุกมิติได้ นอกจากนี้ แบบจำลอง BBN ยังใช้ในการแนะนำขั้นตอนในกระบวนการจัดการที่ดินได้โดยผ่านระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ขจัดความยุ่งยากในเชิงเทคนิคของการคำนวณความน่าจะเป็น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เลือกใช้การจัดการที่เหมาะสมกับสภาพนิเวศเกษตรของลุ่มน้ำต่างๆ กัน เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพตามเป้าหมาย แบบจำลองที่ผ่านการทดสอบแล้วยังช่วยจัดองค์ความรู้ในการจัดการที่ดินของชุมชนให้มีโครงสร้างที่เข้าใจง่าย ทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยและการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนที่ผ่านมายังไม่มีการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการแบบมีส่วนร่วมในการสร้างทางเลือกและการวางแผนการผลิตโดยเฉพาะเกษตรกรที่ต้องการปรับเปลี่ยนสู่ระบบการผลิตสู่ระบบการผสมผสาน และ การประเมินความยั่งยืนการใช้ที่ดินของระบบเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงหลายด้าน ซึ่งต้องอาศัยวิธีการประเมินหลากหลายรูปแบบ และนอกจากนี้

แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ ได้ถูกพัฒนามาจากการมีส่วนร่วมของเกษตรกรที่มีความเชี่ยวชาญ ผู้รู้ ในข้อมูล ด้านกายภาพ ชีวภาพและเศรษฐกิจสังคม ที่ผ่านการสังเคราะห์องค์ความรู้ นอกจากนี้ยังใช้เป็นเครื่องมือประเมินความยั่งยืนของระบบ และนำแบบจำลองต้นแบบเพื่อทดสอบและเพื่อปรับปรุงระบบการผลิตฟาร์มผสมผสานของเกษตรกรในระดับต่างๆ และรวมถึงองค์กรและหน่วยงาน ระดับภาค จังหวัด และภูมิภาค ที่สามารถนำใช้เพื่อการวางแผนและปรับปรุงระบบการทำฟาร์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มในเกษตรกรที่พึ่งพิงการผลิตแบบผสมผสาน ทางเลือกการผลิตแบบผสมผสานของเกษตรกร และการตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยงในการผลิต นำไปสู่ความมั่นคงของครัวเรือนเกษตรกรด้านอาหารและรายได้ในระยะยาว

ดังนั้นการบูรณาการวิธีการประเมินการใช้ที่ดินโดยใช้ BBN, GIS และการมีส่วนร่วมในการรวบรวมข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ เกษตรกรผู้มีประสบการณ์ และการสำรวจภาคสนามจึงเป็นแนวทางใหม่ที่เป็นไปได้สูงในการพัฒนาระบบที่สนับสนุนการตัดสินใจให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)