

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการชลประทาน จากแหล่งน้ำบาดาล ในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอูมแพ จังหวัดขอนแก่น

Feasibility Study of Irrigation Development Project from Groundwater Resources at Na Nong Thum Sub-district, Chum Phae District, Khon Kaen Province

เกรียงศักดิ์ ศรีสุข (Kriengsak Srisuk)^{1,3*}หล้า อาจิวิชัย (Laa Archwichai)^{2,3}สุวันชัย นาคี (Suwanchai Nadee)³ไพยม สราภิรมย์ (Phayom Saraphirom)³วรารม ชาญชัยวิทย์ (Worawan Chandoevrit)⁴จักรกฤษ เจียรวิริยบุญญา (Jakkrich Jearviriyaboonya)⁴

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการชลประทานจากแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอูมแพ จังหวัดขอนแก่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ด้านปริมาณกักเก็บน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม และศึกษาความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ในการพัฒนาโครงการชลประทานจากแหล่งน้ำบาดาลพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอูมแพ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีประชากรประมาณ 9,000 คน และมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 30,000 ไร่ การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่เดิมและทำการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม ประเมินปริมาณกักเก็บและปริมาณการให้น้ำของแหล่งน้ำบาดาล โดยประยุกต์แบบจำลองน้ำบาดาลเชิงคณิตศาสตร์ ทำการสุบทดสอบและตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี ประเมินความต้องการใช้น้ำของพืช ออกแบบระบบกระจายน้ำและประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนรวมทั้งวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลักการมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ทั้ง 3 ส่วนของการศึกษา คือ ผลการสุบทดสอบน้ำบาดาลภาคสนามและการจำลองปริมาณการกักเก็บแหล่งน้ำบาดาล พบว่าปริมาณการกักเก็บน้ำบาดาลมีค่าประมาณ 200 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณการเติมน้ำประมาณ 10 ล้าน ลบ.ม./ปี ดังนั้นการวางแผนการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมในฤดูแล้งด้วยปริมาณการใช้น้ำประมาณ 4.8 ล้าน ลบ.ม./ปี จึงมีความเป็นไปได้และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ

¹รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีธรรมชาติและ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีธรรมชาติและ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น³นักวิจัย ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น⁴อาจารย์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Corresponding author, e-mail: kriengsk@kku.ac.th

กับสมดุลของแหล่งน้ำ และคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ในการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ และอุปโภค-บริโภคได้ ผลการศึกษาความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมศาสตร์ พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบให้แหล่งน้ำหลักที่มีลักษณะเป็นน้ำผุดที่อยู่บริเวณเชิงเขาซึ่งมีน้ำไหลตลอดทั้งปี สามารถส่งน้ำด้วยท่อเข้าพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงระบบน้ำบาดาลเข้ากับน้ำผุดดินได้ โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาเป็น 3 ปี โดยใช้งบลงทุนในปีที่ 1 2 และ 3 ประมาณ 40 25 และ 25 ล้านบาทตามลำดับ และความเป็นไปได้ทางเชิงเศรษฐศาสตร์ จากการสมมติให้โครงการมีอายุ 20 ปี และอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 7 พบว่า โครงการนี้มีผลคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ และจะให้ความคุ้มค่าตั้งแต่ปีที่ 8 เป็นต้นไป

Abstract

The objective of the project on the feasibility study of an irrigation development project from groundwater resources at Na Nong Thum Sub-district, Chum Phae District, Khon Kaen Province was to study the quantity and quality of groundwater resources, the irrigation system development cost and its effectiveness. Na Nong Thum Sub-district has a population of 9,000 with 48 km² of agricultural area. The data in this study were compiled from basic existing information and additional field investigation. The storage volume and safe yield of the groundwater resources were determined from pumping tests, groundwater quality classification and applying a numerical groundwater model. Moreover, water demand for plants, irrigation systems, and analysis of net present value, NPV, were also subsequently evaluated. The critical point for this study is the cost effectiveness, which was calculated on the basis of net present value and internal rate of return (IRR). Results of the study show that all of the three major parts are feasible. Total groundwater storage in the limestone aquifer is approximately 200 million cubic meters, and the groundwater recharge is about 10 million cubic meters/year. This indicates that the water demand in the dry season of about 4.8 million cubic meters/year might not be result in water balance for the area. The water quality was classified as irrigation, livestock, and drinking water. The irrigation system was designed in two parts. The headwork system was designed to collect groundwater from springs by pumping systems. The high gradient headwork distributed water with gravity flow, which saves energy and cost. The water distributing system was designed as a piping system, which could be connected to the existing surface water canal. The irrigation system was designed in three phases with investment cost of 40, 25, and 25 million baht, respectively. The cost effectiveness study was conducted by assuming the project duration of 20 years with 7% discount rate. The result shows that the project is economically feasible for investment and could give a return in the eighth year.

คำสำคัญ: น้ำบาดาล, เกษตรกรรม, ตำบลนาหนองทุ่ม

Keywords: Groundwater, Agriculture, Na Nong Thum Sub-district

บทนำ

ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ตั้งอยู่ทิศตะวันตกห่างจากอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นประมาณ 104 กม. ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 160 ตร.กม. มีจำนวนประชากรประมาณ 9,000 คน ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีพื้นที่ประมาณ 30,000 ไร่ มีรายได้เฉลี่ยรายปีประมาณ 18,000 บาท (สำนักงานเกษตรอำเภอมัญจาคีรี, 2547) การสำรวจแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม พบว่ามีแหล่งน้ำผุดธรรมชาติจำนวนมากที่ยังไม่มีการจัดการนำมาใช้น้ำอย่างเหมาะสม ถ้าหากมีการพัฒนาโครงการชลประทานจากแหล่งน้ำบาดาลและน้ำผุดมาใช้ในการเกษตรกรรมได้ จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตและสามารถทำการเกษตรในฤดูแล้งได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำบาดาลที่กักเก็บในแหล่งหินปูนมาใช้ในการเกษตรกรรม และการศึกษาเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาระบบชลประทาน และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ตำบลนาหนองทุ่มอยู่ในลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำชี เขตพื้นที่ 3 มีลำน้ำที่สำคัญ 2 สาย ได้แก่ ห้วยทรายและห้วยแย้ ไหลจากทิศเหนือไปทิศใต้ ล้อมรอบด้วยห้วยทรายทางทิศตะวันตก รับน้ำจากห้วยดากว้างซึ่งมีต้นน้ำจากอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน ส่วนห้วยแย้รับน้ำจากห้วยชำแคนห้วยซำปลาแก้งห้วยหินลาดห้วยแ่งและห้วยแ่งน้อย ซึ่งมีต้นน้ำจากอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน (รูปที่ 1) สถานีตรวจวัดภูมิอากาศในศูนย์ควบคุมไฟฟ้าที่ 23 ขอนแก่นซึ่งเป็นสถานีในเขตพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,275 มม. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 70.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายปี 1,047 มม. การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย พื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัยและอื่นๆ พื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วย พื้นที่นาข้าว ประมาณ 28.0 ตร.กม. พื้นที่ปลูกพืชไร่ อ้อย (อ้อย) ประมาณ 4.4 ตร.กม. พื้นที่ปลูกพืชไร่ อ้อยสั้น (ถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ประมาณ 2.0 ตร.กม. พื้นที่ปลูกพืชผักประมาณ 0.2 ตร.กม. พื้นที่

ปลูกไม้ผล (ลำไย ส้มโอและฝรั่ง) ประมาณ 4.0 ตร.กม. และพื้นที่ปลูกไม้เศรษฐกิจ เช่น ไม้สัก ประมาณ 9 ตร.กม. (สำนักงานเกษตรอำเภอมัญจาคีรี, 2547) การเกษตรอาศัยน้ำฝนเป็นหลักและใช้แหล่งน้ำบาดาลเสริมในกรณีที่ฝนทิ้งช่วง

การศึกษาครั้งนี้เริ่มดำเนินการในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2548 ได้ทำการศึกษารวบรวมการกักเก็บน้ำและจัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยา การประเมินแหล่งสำรองน้ำบาดาลในแหล่งกักเก็บของหินปูนและได้นำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์เชิงปริมาณการกักเก็บและความเป็นไปได้ในการใช้น้ำบาดาลเชิงสมดุล โดยประยุกต์แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ การศึกษาความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ ความต้องการใช้น้ำ การออกแบบและประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการร่วมด้วย

วิธีการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการชลประทานจากแหล่งน้ำบาดาล ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่เดิม ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การใช้ที่ดิน อุทกวิทยา และข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์เกษตร การสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม เช่น การสำรวจแหล่งน้ำผุดและน้ำบาดาล การสำรวจสภาพอุทกธรณีวิทยา การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค การใช้น้ำเพื่อการเกษตร การตรวจสอบคุณภาพน้ำผุดและน้ำบาดาล เจาะบ่อสุบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลจำนวน 2 บ่อและเจาะบ่อสังเกตการณ์ จำนวน 2 บ่อ ทำการสุบทดสอบเป็นเวลา 3-7 วัน ในพื้นที่แหล่งน้ำผุด (Spring) ศึกษาสมดุลน้ำของพื้นที่ศึกษาและประเมินศักยภาพน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาได้โดยการจำลองสภาพแหล่งน้ำบาดาล ประเมินการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ออกแบบระบบชลประทาน ประเมินงบประมาณการลงทุนและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ด้านอุทกธรณีวิทยา

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงของการกักเก็บและการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ประกอบด้วย การสำรวจและทดสอบภาคสนามและการจำลองแหล่งน้ำบาดาล

1) การสำรวจและทดลองภาคสนาม แบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ (1) การสำรวจแหล่งน้ำผุดพบแหล่งน้ำผุดในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม จำนวน 7 แหล่ง (รูปที่ 1) โดยแหล่งใหญ่ที่สุดพบบริเวณหน้าฝายกันห้วยซ้อมีอัตราการไหลประมาณ 54 ลบ.ม./ชม. (วัดโดยใช้ฝายตัววี, V-Notch Weir) (2) การสำรวจแนวทางน้ำ (3) การสำรวจแนวถนน (4) การสำรวจลักษณะของชั้นดินและหิน โดยการเจาะบ่อสูบลทดสอบจำนวน 1 บ่อ และบ่อสังเกตการณ์ จำนวน 2 บ่อ (5) การทดสอบคุณสมบัติของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา โดยการสูบลทดสอบจำนวน 2 แหล่ง ได้แก่ แหล่งที่ 1 บริเวณหลุมยุบบ่อล่างมีปริมาณน้ำที่สามารถพัฒนาได้ไม่น้อยกว่า 1,128 ลบ.ม./วัน และแหล่งที่ 2 บริเวณหน้าฝายกันห้วยซ้อ มีปริมาณน้ำที่สามารถพัฒนาได้ไม่น้อยกว่า 3,840 ลบ.ม./วัน และ (6) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 4 แห่ง คือ 1) หลุมยุบบ่อล่าง 2) หลุมยุบบ่อน 3) น้ำผุดจุดที่ 2 และ 4) หน้าฝายห้วยซ้อ (รูปที่ 1) เพื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำผุดในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้โครงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์และประเมินศักยภาพทรัพยากรน้ำบาดาล (2547) ยังได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่บ้านนาหนองทุ่ม หมู่ 1 (บ่อ F225KK68) ความลึก 37.5 ม. (จุดที่ 5) ผลการวิเคราะห์ พบว่า คุณภาพน้ำในตำบลนาหนองทุ่ม อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ในการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ อุปโภค และบริโภคได้ ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคของกรมควบคุมมลพิษ (2540) และเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการเกษตรกรรม (ปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์) ตามเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization, FAO) รวบรวมโดย Ayers and Westcot (1985) แสดงในตารางที่ 1

2) อุทกธรณีวิทยา พื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม ตั้งอยู่ในแอ่งซึ่งมีภูเขาหินปูนล้อมรอบ 2 ทิศทาง คือ ทิศเหนือและทิศตะวันตก สามารถจำแนกหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาออกเป็น 4 หน่วย (รูปที่ 2 และรูปที่ 3) คือ (1) หน่วยหินทรายกลุ่มชุดหินโคราชตอนล่าง ประกอบด้วย หินทรายสีน้ำตาลแกมแดง แดงรอยชั้นขาว หินกรวดมน เม็ดประกอบด้วยควอร์ต ควอร์ตไรต์ เชิร์ต หินทรายแป้งและหินทรายสีแดง หินดินดานและหินทรายแป้งสีน้ำตาล (2) หน่วยหินปูนกรวดมน (ชุดหินห้วยหินลาด) ประกอบด้วย หินกรวดมนสีเทา หินทรายสีน้ำตาลแกมแดง หินดินดานสีเทาถึงดำ น้ำตาลแกมแดง ปนหินปูน หินโคลนและหินโคลนปนหินปูน สีเทาบางส่วนมีทฟฟ์ และแอกไกลเมอเรตสลับอยู่ (3) หน่วยหินปูน (ชุดหินปูนราชบุรี) ประกอบด้วย หินปูนสีเทา หินเชิร์ตสีดำ ลักษณะเป็นก้อนหรือชิ้นบาง มีหินดินดานสีเทาลักษณะชิ้นบางแทรกอยู่ ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านอยู่ในช่วง 1.0×10^{-3} ถึง 1.0×10^{-4} เมตร/วินาที และ (4) หน่วยหินคาร์บอนิเฟอรัส ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย และหินกรวดมน สีเทาขาว น้ำตาลแกมแดง หินปูนสีเทา ลักษณะเป็นเลนส์หรือชั้น มีหินเชิร์ตสีดำ แดง ขาว ชมพู ชิ้นบางๆ จนถึงหนา มากแทรกอยู่ และหินทฟฟ์ ซึ่งหน่วยหินปูน (หินปูนราชบุรี) และหินปูนกรวดมน (ชุดหินห้วยหินลาด) เป็นหินปูนที่มีรอยแตกมากทั้งแนวตั้งและแนวราบ พบแนวแยกและแนวแตกตามลำน้ำสายหลักและบริเวณที่ลุ่มตื้นหน้าผาชัน เช่น ห้วยทราย เป็นต้น นอกจากนี้เขาสูงด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือเป็นพื้นที่รับน้ำ (Recharge area) ที่รับน้ำฝนและซึมผ่านเข้าไปยังหินปูนที่มีรอยแตกมากและไหลลงสู่พื้นที่ลุ่มตอนกลางและด้านตะวันออกหรือพื้นที่สูญเสีย (Discharge area) ทิศทางการไหลและการวางตัวของหน่วยหินแสดงในรูปที่ 2 บริเวณพื้นที่เชิงเขาและพื้นที่ลุ่มพบพื้นที่ชื้นและ (Wetland) และน้ำผุดหลายแห่ง

3) การจำลองแหล่งน้ำบาดาลเชิงคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบค่าตัวแปรทางชลศาสตร์ของหินอุ้มน้ำและคำนวณปริมาณกักเก็บของ

น้ำบาดาลและอัตราเพิ่มเติมน้ำสู่แหล่งน้ำบาดาล จำลองสภาพความสมดุลเชิงปริมาณของแหล่งน้ำบาดาลหลังการพัฒนาโครงการ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Visual MODFLOW Pro รุ่น 3.1 ที่พัฒนาโดย Waterloo Hydrogeologic Inc. (WHI, 2003) จำลองการไหลของน้ำบาดาลในระบบ 3 มิติ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

(1) การสร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) ซึ่งเป็นการจำลองสภาพอุทกธรณีวิทยาที่อาศัยข้อมูลพื้นฐานทางอุทกธรณีวิทยาเพื่อกำหนดเงื่อนไขหรือสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เช่น สภาพขอบเขต (Boundary conditions) คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของหินอุ้มน้ำ และรูปแบบการไหลของน้ำบาดาลที่สอดคล้องกับปัญหาทางอุทกธรณีวิทยา เพื่อให้ผลการจำลองสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการศึกษา (เกรียงศักดิ์, 2542) แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของโครงการ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นที่ราบเชิงเขา แอ่งน้ำบาดาลมีลักษณะเป็นแอ่งน้ำบาดาลเปิด (Open basin) มีภูเขาที่อยู่ขอบแอ่งด้านทิศเหนือและทิศตะวันตก ซึ่งเป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำประกอบด้วย หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาที่เป็นหินแข็ง ส่วนใหญ่เป็นหินปูนยุคเพอร์เมียนและหินปูนกรวดมน น้ำบาดาลมีทิศทางการไหลหลักเริ่มต้นจากพื้นที่เพิ่มเติมน้ำที่อยู่บริเวณแนวเทือกเขาทิศเหนือและทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเป็นหน่วยหินอุ้มน้ำในหินแข็งและตะกอนที่สะสมตัวบนพื้นที่สูง ไหลจากทิศเหนือลงไปตามทิศใต้ตามความลาดเอียงของภูมิประเทศเข้าสู่ตอนกลางและตอนล่างของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่สูญเสียน้ำ (รูปที่ 4)

(2) การออกแบบกริด ของพื้นที่ศึกษาอยู่ระหว่างกริด UTM 162700-188200 mE (25.5 กม.) และกริด UTM 1835000-1867500 mN (32.5 กม.) เขต 48Q ระดับความสูงภูมิประเทศตั้งแต่ - 50 ถึง 600 ม.รทก. ทำการแบ่งกริดบล็อกเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม โดยแบ่งสดมภ์ (Column) ตามแนวเหนือ-ใต้ 51 สดมภ์ แบ่งแถว (Row) แนวตะวันตก-ตะวันออก ทั้งหมด 65 แถว มีช่วงระยะ 500 ม. (รูปที่ 5) และแบ่งระดับความสูงออกเป็น 4 ชั้น (Layer) มีจำนวนกริดบล็อกทั้งหมด 13,260 กริดบล็อก

(3) ขอบเขตของแบบจำลอง ประกอบด้วยขอบเขตทางอุทกวิทยา (Hydrological boundaries) ได้แก่ สันปันน้ำบาดาล (Groundwater divide) ทิศทางการไหล (Stream line) ขอบเขตแต่ละด้านกำหนดโดยมีเงื่อนไข ดังนี้ ขอบเขตด้านบน เป็นขอบเขตที่สัมผัสกับบรรยากาศและถูกควบคุมด้วยปัจจัยที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวดิน ได้แก่ ระดับน้ำของแหล่งน้ำผิวดินต่างๆ (River package) และการเพิ่มเติมน้ำสู่แหล่งน้ำบาดาล (Recharge package) ทิศเหนือกำหนดโดยใช้สันปันน้ำบาดาล ได้แก่ แนวเขาสูงในพื้นที่ที่กำหนดเป็นขอบเขตที่ไม่มีน้ำบาดาลไหลผ่าน (no flow boundary) ทิศตะวันออกกำหนดโดยใช้สันปันน้ำบาดาล ได้แก่ แนวเขาสูงในพื้นที่เป็นขอบเขตที่ไม่มีน้ำบาดาลไหลผ่านและมีบางส่วนเป็นพื้นที่สูญเสียน้ำในตอนล่างของพื้นที่ ทิศตะวันตกกำหนดโดยใช้สันปันน้ำบาดาล ได้แก่ แนวเขาสูงในพื้นที่ เป็นขอบเขตที่ไม่มีน้ำบาดาลไหลผ่าน ทิศใต้มีการไหลออกของน้ำจากระบบน้ำบาดาลจำลอง (Well package) และด้านล่างเป็นหินปูนยุคเพอร์เมียนที่น้ำซึมผ่านได้ช้ามาก จึงกำหนดเป็นขอบเขตที่น้ำไม่ไหลผ่าน

(4) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลอง ประกอบด้วย ข้อมูลแม่น้ำ อัตราการเพิ่มเติมน้ำบาดาลจากฝน คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา ได้แก่

ข้อมูลแม่น้ำ (River package) เป็นการจำลองแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยทำการคัดเลือกลำน้ำที่สำคัญในพื้นที่ ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ ห้วยซ้อ ห้วยทราย ห้วยแ้ง และห้วยแ้งน้อย ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองประกอบด้วย ระดับน้ำ (River stage) ระดับท้องน้ำ (River bottom) และค่าความนำของน้ำผ่านตะกอนท้องน้ำ (Conductance)

อัตราการเพิ่มเติมน้ำบาดาลจากน้ำฝน (Recharge rate) พิจารณาจากสภาพทางอุทกธรณีวิทยาและข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของพื้นที่ศึกษา ซึ่งคิดเป็นร้อยละของปริมาณน้ำฝนสามารถแบ่งพื้นที่เพิ่มเติมน้ำบาดาลจากน้ำฝนออกเป็น 2 เขต ได้แก่ 1) พื้นที่ป่าและภูเขา อยู่บริเวณขอบพื้นที่ด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือ อัตราการ

เพิ่มเติมน้ำบาดาลมีค่า 15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝน และ 2) พื้นที่ราบ อยู่บริเวณตอนกลาง ตอนล่าง และฝั่งตะวันออกของพื้นที่บางส่วน ไม่มีการเพิ่มเติมน้ำบาดาล (ดังรูปที่ 5)

หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา (hydrogeologic units) ประกอบด้วย หน่วยหินน้ำพอง (หรือหน่วยหินโคราชตอนล่าง, TRnp) หน่วยหินปูนกรวดมน (หรือหน่วยหินห้วยหินลาด, TRhl) และหน่วยหินปูน (หรือหน่วยราชบุรีหรือหน่วยหินผานกเค้า, Pc) แต่ละหน่วยหินมีลักษณะการวางตัว ความหนาและความลึกของแต่ละชั้น (ดังรูปที่ 5) ส่วนค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (Hydraulic conductivities) ค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของหินอุ้มน้ำที่ไร้แรงดัน (Specific yield) และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของหินอุ้มน้ำที่มีแรงดัน (Specific storage) และค่าความพรุน ได้แก่ ความพรุนทั้งหมด (Total porosity) และ ความพรุนประสิทธิผล (Effective porosity) ได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลสุบทดสอบ และจากการรวบรวมของ Spitz and Moreno (1996) (รูปที่ 5 และตารางที่ 2)

(5) การเปรียบเทียบผลการจำลอง (calibration) ใช้บ่อสังเกตการณ์ จำนวน 4 บ่อ (ดังรูปที่ 1) และได้ทำการวัดระดับน้ำใต้ดินในเดือนกรกฎาคม 2548 จากการเปรียบเทียบผลการจำลองในช่วงเดือนเมษายน 2548 ถึงมีนาคม 2557 โดยกำหนดช่วงเวลาในการคำนวณ (Stress period) ทุกเดือน ความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำใต้ดินที่วัดได้จากสนามกับระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการจำลองมีค่าเฉลี่ย 0.228 ม. (ดังรูปที่ 6)

(6) ผลการจำลองแหล่งน้ำบาดาลเชิงคณิตศาสตร์ กรณีที่มีการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม สมมติให้มีการสูบน้ำบาดาลในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.) จำนวน 6 บ่อ ในอัตราการสูบบ่อละ 6,720 ลบ.ม./วัน (อัตราการสูบรวม 40,320 ลบ.ม./วัน) พบว่า ปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาลพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่มมีค่าประมาณ 10.0 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาลจากฝนในแต่ละเดือนจะแปรผันตามปริมาณฝนช่วงฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)

จะมีอัตราการเพิ่มเติมน้ำก่อนข้างน้อย บางช่วงน้อยกว่า ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม จึงทำให้มีการนำน้ำที่กักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างชั้นหินมาใช้ แต่เมื่อถึงฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.) ปริมาณการเพิ่มเติมน้ำสูงกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำ (รูปที่ 7)

การศึกษาความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย การคำนวณ ความต้องการน้ำชลประทาน การออกแบบระบบกระจายน้ำ และการประมาณงบประมาณ

1) ความต้องการน้ำชลประทานในเขตพื้นที่เกษตรกรรมตำบลนาหนองทุ่มจำนวน 30,000 ไร่ ประเมินจากข้อมูลความต้องการน้ำชลประทานของพืช (กรมชลประทาน, 2546) ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่มในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง สมมติให้ฤดูแล้งปลูกถั่วเหลืองและข้าวโพดในพื้นที่นาข้าว พบว่า ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่มมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40,000 ลบ.ม./วัน หรือ 1.2 ล้าน ลบ.ม./เดือน และจะมีการใช้น้ำบาดาลทดแทนในฤดูแล้งประมาณ 4 เดือน (ดูรูปที่ 7) หรือมีความต้องการน้ำบาดาลเสริมประมาณ 4.8 ล้าน ลบ.ม./ปี

2) การออกแบบระบบกระจายน้ำจากแหล่งน้ำผุด ออกแบบให้มีการขุดลอกและเพิ่มระดับการกักเก็บในลำน้ำ สร้างระบบส่งน้ำโดยใช้ท่อพีอี (PE, Polyethylene) ที่สามารถวางตามสภาพภูมิประเทศที่ไม่ราบเรียบได้ ซึ่งส่งน้ำผ่านพื้นที่การเกษตรด้วยท่อส่งน้ำสายหลัก 3 ขนาด ได้แก่ ท่อส่งน้ำสายหลักระยะต้น (ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 นิ้ว) ระยะกลาง (ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 นิ้ว) และระยะท้าย (ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 นิ้ว) สำหรับการส่งน้ำเข้าพื้นที่ของเกษตรกร โดยการต่อท่อแยก ติดตั้งวาล์วและมาตรวัดน้ำ การพัฒนาควรแบ่งเป็น 3 ระยะ โดยมีพื้นที่รับประโยชน์ในแต่ละระยะดำเนินการแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 8

3) การประมาณการค่าใช้จ่ายในการพัฒนา
น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรตำบลนาหนองทุ่ม แบ่งเป็น 8
หมวด ประกอบด้วย 1) ค่าปรับปรุงแหล่งผลิต
2) ค่าขยายเขตไฟฟ้า 3) ค่าก่อสร้างระบบสูบน้ำ
ค่าก่อสร้างอาคาร ค่าปั๊มสูบน้ำและระบบควบคุม
4) ค่าก่อสร้างระบบกระจายน้ำ ควรใช้ท่อส่งน้ำเป็นท่อ
PE ประกอบด้วย ค่าวางท่อส่งน้ำสายหลักระยะคัน
ระยะกลาง และระยะท้าย รวมทั้งค่ามาตรวัด วาล์ว
และข้อต่อแยก 5) ค่าบริหารจัดการและบำรุงรักษา
6) ค่าฝึกอบรมและดูงาน 7) ค่าใช้จ่ายในการศึกษา
ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม และ
8) ค่าจ้างออกแบบรายละเอียดและค่าจ้างที่ปรึกษา
จากการคำนวณค่าใช้จ่ายรวม 90 ล้านบาท (40, 25 และ
25 ล้านบาท ตามลำดับ)

การศึกษาความเป็นไปได้เชิง เศรษฐศาสตร์

การประเมินความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์
ประกอบด้วย การประเมินโครงการตามแผนการ
พัฒนาด้านการเกษตรตำบลนาหนองทุ่ม และ
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้าน
เศรษฐศาสตร์ (ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น และราคาขาย
ของผลผลิต) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) หลักเกณฑ์การประเมินโครงการตาม
แนวทางเศรษฐศาสตร์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present
Value, NPV) หมายถึง มูลค่าปัจจุบันของผล
ประโยชน์สุทธิของโครงการ (ผลประโยชน์ลบด้วย
ต้นทุนของโครงการ) มีสมการดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

กำหนดให้ B_t = มูลค่าของผลประโยชน์จาก
โครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = มูลค่าของต้นทุนจากโครงการ
ที่เกิดขึ้นในปีที่ t

r_t = อัตราคิดลด (Discount Rate)

n = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุด
อายุโครงการ

จากสูตร $B_t - C_t$ คือ ผลประโยชน์สุทธิของโครงการ
ที่เกิดขึ้นในปีที่ t โดยผลประโยชน์สุทธินี้จะถูกปรับ
ให้เป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยการคูณ $1/(1+r)^t$ หลังจาก
ที่ได้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิในปีที่ t แล้ว
ก็นำมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิในแต่ละปี
บวกเข้าด้วยกัน ค่าที่ได้คือผลประโยชน์สุทธิตotal
ตลอดอายุของโครงการในรูปมูลค่าปัจจุบัน (NPV)
สำหรับหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจว่าโครงการที่จะทำ
มีผลทางเศรษฐกิจอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ตัดสิน
ใจจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบัน
สุทธิตามค่ามากกว่าศูนย์ ($NPV > 0$) ซึ่งจะหมายความว่า
โครงการนั้นมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและอยู่
ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิตามค่า
น้อยกว่าศูนย์ ($NPV < 0$) ก็แสดงว่าไม่มีความคุ้มค่า
ทางเศรษฐกิจและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าค่า
มูลค่าปัจจุบันสุทธิตามค่าเท่ากับศูนย์ ($NPV = 0$) แสดงว่า
มีโครงการหรือไม่มีโครงการก็ไม่ทำให้เกิดการ
เปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of
Return, IRR) หมายถึง อัตราดอกเบี้ย (หรืออัตราคิดลด)
สูงที่สุดที่โครงการจะสามารถจ่ายได้ ซึ่งเมื่อจ่ายแล้ว
โครงการนั้นจะยังคงมีผลประโยชน์เท่ากับต้นทุน
ทั้งหมดของโครงการพอดี ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก
อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์
เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน ดังสมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + i)^t} = 0$$

กำหนดให้ i = อัตราผลตอบแทนภายใน

เมื่อได้ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน
ของโครงการหนึ่งมาแล้ว การตัดสินใจว่าจะยอมรับ
โครงการนั้นๆ หรือไม่ ให้พิจารณาจากค่าอัตราผล
ตอบแทนภายใน i เปรียบเทียบกับอัตราคิดลด r_t
ที่หาได้จากหลักเกณฑ์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ กล่าวคือ
ถ้าโครงการใดมีค่า i มากกว่า r แสดงว่าโครงการนั้น
ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าค่า i น้อยกว่า r แสดง
ว่าโครงการนั้นให้ผลตอบแทนที่ต่ำกว่าเกณฑ์
ที่ยอมรับได้

2) ผลการประเมินโครงการ ตามแผนการพัฒนาด้านการเกษตรตำบลนาหนองทุ่ม ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ด้านต้นทุน กำหนดให้โครงการมีอายุ 20 ปี มีต้นทุนที่เกิดจากการมีโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ต้นทุนการก่อสร้าง 90 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาประมาณ 5 แสนบาทต่อปี ตลอดอายุโครงการ ยกเว้นในปีที่ 7 และปีที่ 14 จะมีการบำรุงรักษาครั้งใหญ่มูลค่าครั้งละ 2 ล้านบาท และการวิเคราะห์ด้านผลประโยชน์ โดยเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีโครงการและกรณีมีโครงการกรณีไม่มีโครงการไม่สามารถเพาะปลูกพืชไร่ในฤดูแล้งได้ แต่กรณีมีโครงการจะทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกพืชในฤดูฝนสูงขึ้นร้อยละ 1 นอกจากนี้ยังสามารถปลูกพืชไร่อายุสั้น เช่น ถั่วเหลือง และข้าวโพดได้ในฤดูแล้ง สำหรับการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการนี้จะแบ่งผลประโยชน์ออกเป็นผลประโยชน์ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการประเมินโครงการครั้งนี้ใช้ข้อมูลด้านผลผลิตต่อไร่ราคาที่เกษตรกรขายได้ และต้นทุนการเพาะปลูกของพืชตามรายงานของสำนักงานเกษตรอำเภอลำดวน ปี พ.ศ. 2547 โดยมีข้อสมมติ 6 ประการ ดังนี้ (1) อัตราดอกเบี้ยที่ใช้แทนอัตราคิดลดร้อยละ 7 ต่อปี (2) โครงการเสร็จสมบูรณ์ในปีที่ 3 ปีที่ 1 แล้วเสร็จ 50% และในปีที่ 2 จะแล้วเสร็จเพิ่มอีก 25% (3) ที่นาและพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองที่เคยว่างเปล่าในฤดูแล้งถูกนำมาปลูกถั่วเหลืองครึ่งหนึ่งและอีกครึ่งหนึ่งยังว่างเปล่าเหมือนเดิม (4) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เคยว่างเปล่าในฤดูแล้งถูกนำมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ครึ่งหนึ่งและอีกครึ่งหนึ่งยังว่างเปล่าเหมือนเดิม (5) การมีโครงการทำให้ผลผลิตต่อไร่ของพืชทุกชนิดเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 และ (6) การมีโครงการทำให้ต้นทุนการปลูกพืชในฤดูแล้งเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 เมื่อกำหนดอายุโครงการ 20 ปี และอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 7 พบว่า ตั้งแต่ปีที่ 8 มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (NPV) ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์ และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าสูงกว่าอัตราคิดลด แสดงว่า โครงการนี้มีผลคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ และโครงการจะให้ความคุ้มค่าตั้งแต่ปีที่ 8 เป็นต้นไป

3) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย การปรับต้นทุนการเพาะปลูกในฤดูแล้งเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5 และ 10 ซึ่งจากเดิมร้อยละ 1 ใช้ราคาขายผลผลิตข้าวในปี และถั่วเหลืองเป็นราคาขายเฉลี่ยของทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2546 จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งต่ำกว่าจังหวัดสุรินทร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (NPV) ยังคงมีค่ามากกว่าศูนย์ และค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าสูงกว่าอัตราคิดลด แสดงว่า โครงการนี้ยังมีผลคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจภายใน 20 ปี

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในทั้ง 3 ส่วนของการศึกษา คือ ความเป็นไปได้ด้านปริมาณกักเก็บน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม มีการกักเก็บประมาณ 200 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาลประมาณ 10 ล้าน ลบ.ม./ปี ดังนั้นการวางแผนการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมในฤดูแล้งประมาณ 4.8 ล้าน ลบ.ม./ปี จึงมีความเป็นไปได้และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสมดุลของแหล่งน้ำ ความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรมศาสตร์ พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบให้แหล่งน้ำหลักที่มีลักษณะเป็นน้ำผุดซึ่งมีน้ำไหลตลอดทั้งปีและอยู่บริเวณพื้นที่สูงส่งน้ำด้วยท่อเข้าพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงระบบน้ำบาดาลเข้ากับน้ำผุดได้ และควรแบ่งขั้นตอนการพัฒนาเป็น 3 ปี โดยใช้งบลงทุนประมาณ 40 25 และ 25 ล้านบาท ในปีที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และมีความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์เมื่อโครงการมีอายุ 20 ปี และอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 7 พบว่า โครงการนี้มีผลคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจและจะให้ความคุ้มค่าตั้งแต่ปีที่ 8 เป็นต้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ คุณบุญรินทร์ ศรีตรัย นายกองค์การบริหารส่วนตำบลนาหนองทุ่ม คุณวีระพล สุพรรณไชยมาตย์ นายอำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณและข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2540. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาประเทศไทย**. กรุงเทพฯ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมชลประทาน. 2546. **โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน สำหรับแผนฯ 9 : ลุ่มน้ำชี**. กรุงเทพฯ. กรมชลประทาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. **แผนที่การใช้ที่ดิน จังหวัดขอนแก่น**. กรุงเทพฯ. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เกรียงศักดิ์ ศรีสุข. 2543. **น้ำใต้ดิน-แบบจำลอง-การปนเปื้อน**. ขอนแก่น. ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

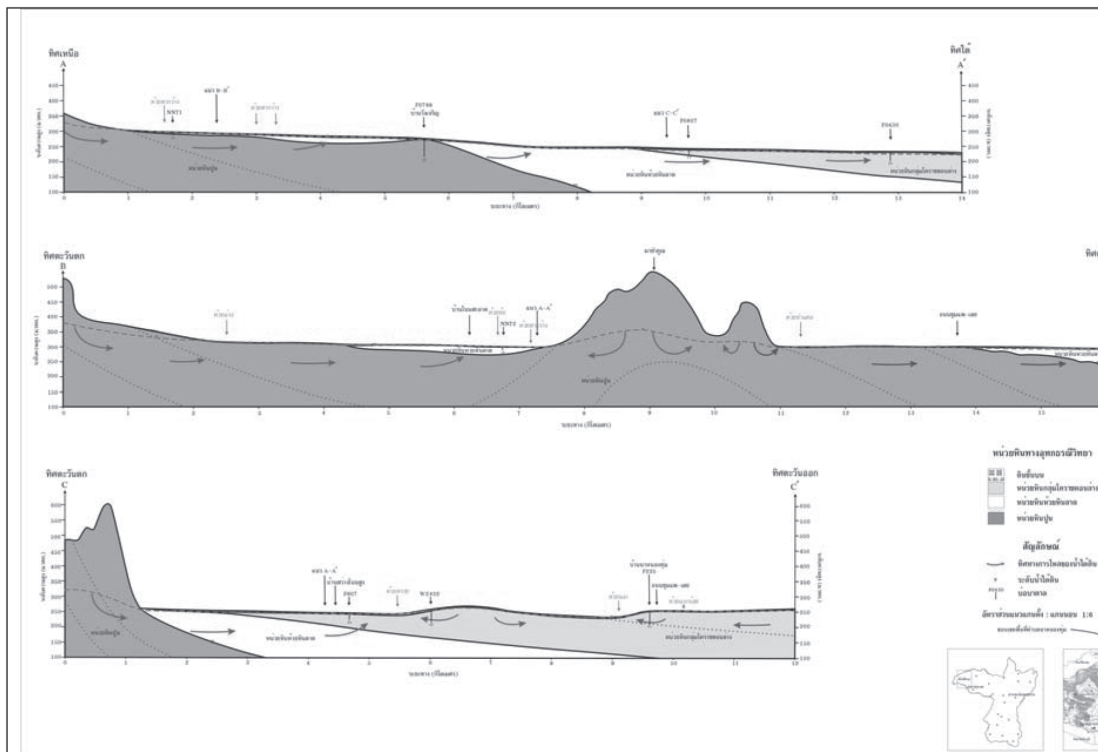
สำนักงานเกษตรอำเภอลำดวน. 2547. **แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอลำดวน จังหวัดขอนแก่น**. ขอนแก่น.

ศูนย์ทรัพยากรน้ำบาดาลภาค 3 ขอนแก่น. 2547. **รายงานโครงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์และประเมินศักยภาพทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับการเจาะบ่อน้ำบาดาล ออกแบบและก่อสร้างระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอลำดวน จังหวัดขอนแก่น**. ขอนแก่น. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

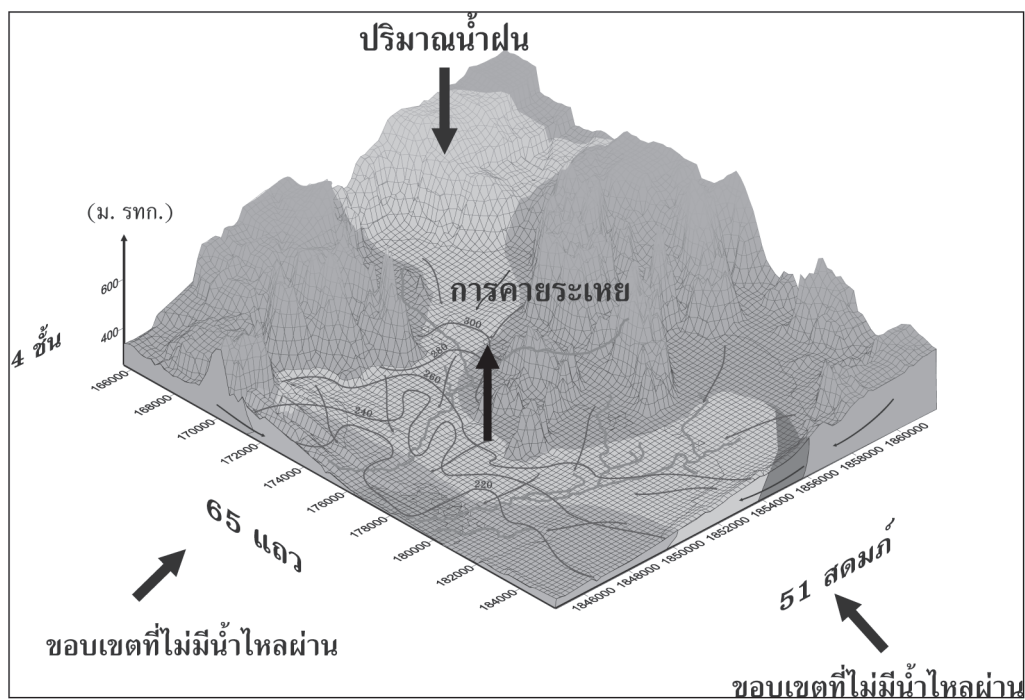
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1985. **Water Quality for Agriculture**. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- Spritz, K. and Moreno, J. 1996. **A Practical Guide to Groundwater and Solute Transport Modeling**. USA. John Wiley & Sons Inc.
- Waterloo Hydrogeologic Inc. 2003. **Visual MODFLOW User Manual**. Ontario. Waterloo Hydrogeologic Inc.



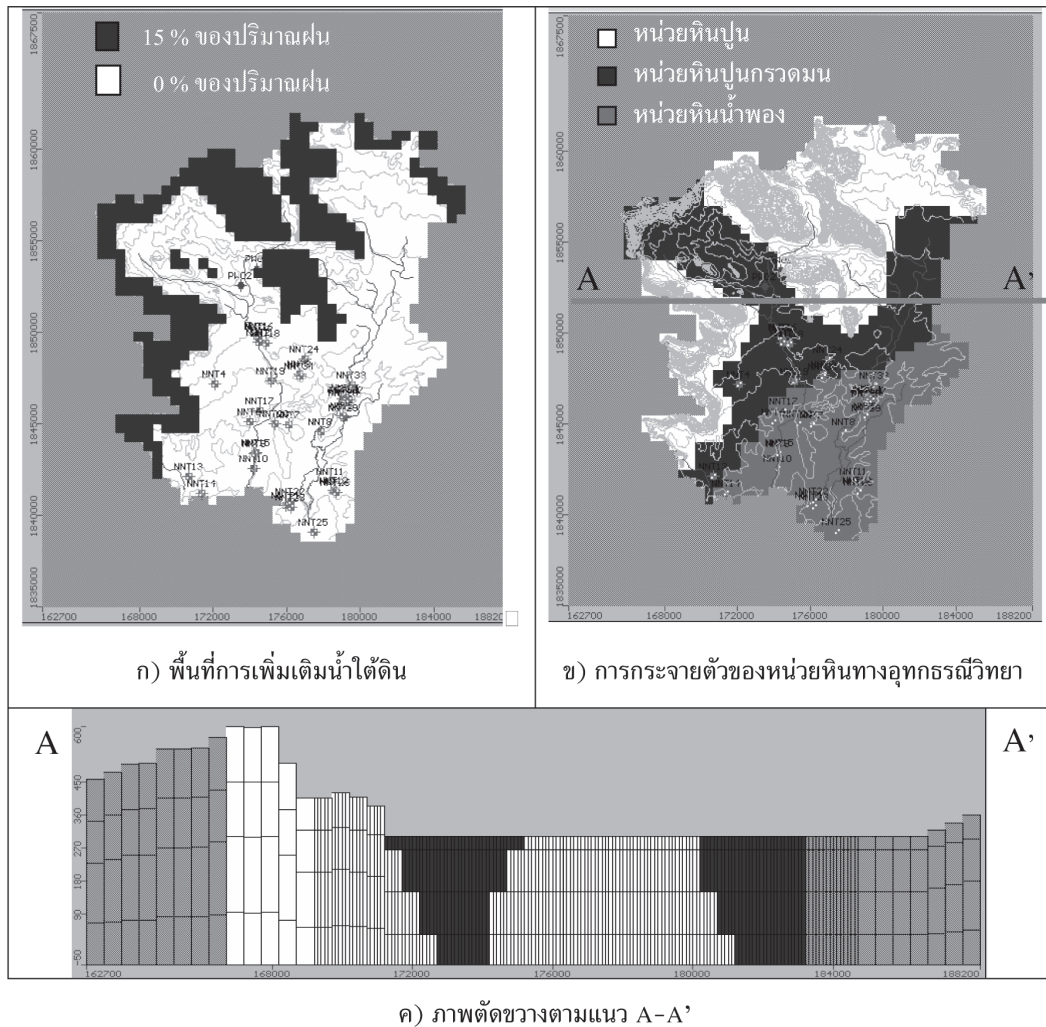
รูปที่ 2. แผนที่อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม



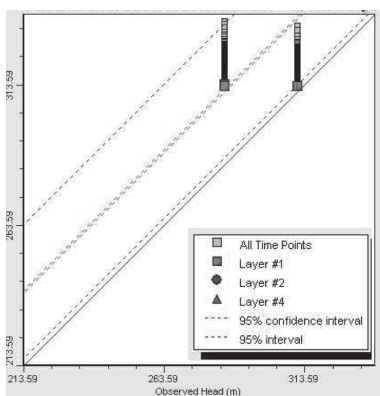
รูปที่ 3. ภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม



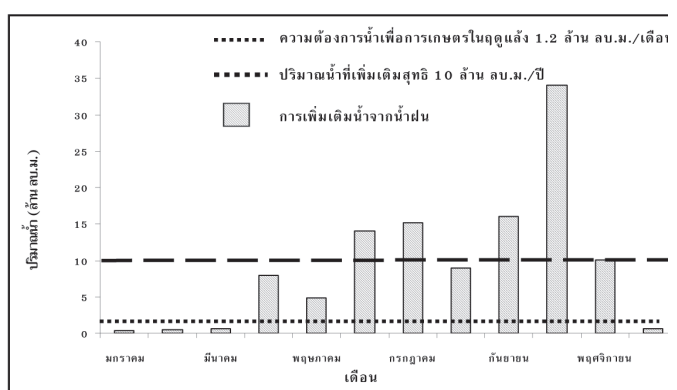
รูปที่ 4. แบบจำลองเชิงโมเดลของพื้นที่ศึกษา



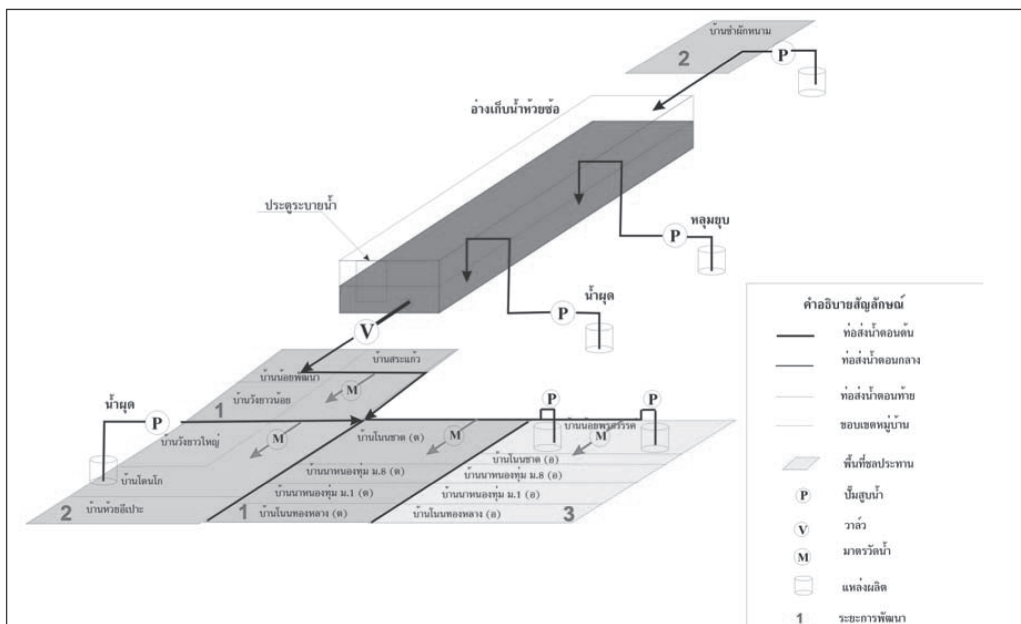
รูปที่ 5. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลอง



รูปที่ 6. การเปรียบเทียบผลการจำลอง



รูปที่ 7. แผนภูมิแสดงปริมาณการเติมน้ำและปริมาณกักเก็บเทียบกับการใช้สำหรับการเกษตร



รูปที่ 8. ระบบการกระจายน้ำและพื้นที่ได้รับประโยชน์ในแต่ละระยะดำเนินการ

ตารางที่ 1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม

จุดที่	ผลการวิเคราะห์ (mg/L)										SAR
	Calcium (Ca)	Magnesium (Mg)	Sodium (Na)	Bicarbonate (HCO ₃)	Chloride (Cl)	Sulfate (SO ₄)	Nitrate (NO ₃)	Iron (Fe)	Boron (B)	TDS	
1	106	10	4.3	360	2.7	17	0.5	0.45	0.87	333	0.11
2	98	7.5	3.9	344	5.0	6.1	0.4	0.09	0.45	304	0.10
3	92	6.0	6.5	314	3.4	5.2	0.5	0.00	0.05	279	0.18
4	110	11	5.1	388	2.3	5.6	0.6	0.11	0.22	339	0.12
5*	124	29	-	-	17	-	21	0.4	-	570	-

หมายเหตุ: * ข้อมูลจาก ศูนย์ทรัพยากรน้ำบาดาลภาค 3 ขอนแก่น, 2547

ตารางที่ 2. ค่าคุณสมบัติทางศาสตร์ของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา

หน่วยหิน	K _u และ K _v (ม./ว.)	K _h (ม./ว.)	S _y	S _x (1/ม.)
หน่วยหินน้ำพอง (หน่วยหินโคราชตอนล่าง)	2.31E-3	2.31E-4	0.047	4.5E-3
หน่วยหินปูนกรวดมน (หน่วยหินห้วยหินลาด)	5.30E-3	5.30E-4	0.046	4.2E-3
หน่วยหินปูน (หน่วยหินราชบุรี)	1.00E-4	1.00E-5	0.036	3.3E-6

ตารางที่ 3. ประมาณการความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่มในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

ฤดูฝน				ฤดูแล้ง			
พืช	พื้นที่ (ไร่)	ความต้องการน้ำชลประทาน (ลบ.ม./ไร่/วัน)		พืช	พื้นที่ (ไร่)	ความต้องการน้ำชลประทาน (ลบ.ม./ไร่/วัน)	
		(ลบ.ม./ไร่/วัน)	(ลบ.ม./ไร่/วัน)			(ลบ.ม./ไร่/วัน)	(ลบ.ม./ไร่/วัน)
ข้าว	17,462	2.5	43,655	ข้าว	17,462	1.5	26,193
พืชไร่อายุยาว	2,748	1.5	4,122	พืชไร่อายุยาว	2,748	1.5	4,122
พืชไร่อายุสั้น	1,286	1.5	1,929	พืชไร่อายุสั้น	1,286	1.5	1,929
พืชผัก	115	1.5	173	พืชผัก	115	1.5	173
ไม้ผล	2,661	2	5,322	ไม้ผล	2,661	2	5,322
ไม้เศรษฐกิจ	5,705	1	2,853	ไม้เศรษฐกิจ	5,705	0.5	2,853
รวม	30,065		58,054	รวม	30,065		40,592