การวิเคราะห์ศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน

POTENTIAL OF GROUNDWATER UTILIZATION AGRICULTURE IN IRRIGATION AREA OF KWAE NOI DAM PROJECT

นายชัยวัฒน์ คำทา รหัส 49360365

นายณัฐดนัย บุรกิจภาชัย รหัส 49360495

นายวุฒิวัฒน์ สาระราช รหัส 49363045

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 1 5072736 e.1
เลขเรียกหนังสือ ปร. ส432ก 2552
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การวิเคราะห์ศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายชัยวัฒน์	คำทา	รหัส 49360365
นายณัฐดนัย	บุรกิจภาชัย	รหัส 49360495
นายวุฒิวัฒน์	สาระราช	รหัส 49363045

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์ศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชัยวัฒน์ คำทา	รหัส 49360365
	นายณัฐดนัย บุรกิจภาชัย	รหัส 49360495
	นายวุฒิวัฒน์ สาระราช	รหัส 49363045
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2552	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตร ในพื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาพื้นที่ใช้น้ำใต้ดิน ปริมาณการสูบน้ำใต้ดินของเกษตร ลักษณะบ่อน้ำบาดาล และวิเคราะห์ความน่าลงทุนการขุดบ่อน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร วิธีการศึกษาคือ สำรวจพื้นที่ใช้น้ำใต้ดิน สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ใช้น้ำใต้ดินและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำใต้ดินของเกษตรกรในปีเพาะปลูก 2551 ในบางส่วนของพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอวังทอง และอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก หลังจากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำใต้ดินของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ได้ทำการเจาะสำรวจไว้ เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดในอนาคตของเกษตรกรในพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างของบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ ได้แก่ บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดชั้นเดียวและบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่มีการทรุดสองชั้น ระยะทรุดบ่อมีค่าเฉลี่ย 12 เมตร และความลึกที่เจาะลงไปเฉลี่ย 56 เมตร พื้นที่สูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตรพบมากในบริเวณ ตำบลวังพิกุล ตำบลแม่ระกา อำเภอวังทอง เกษตรกร โดย ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาประมาณ 88,139,943 ลบ.ม./ปี ปริมาณการสูบน้ำทั้งหมดของเกษตรกรประมาณ 1,845,941.16 ลบ.ม./ปี ปริมาณการสูบน้ำของเกษตรกรเฉลี่ย 675.52 ลบ.ม./ไร่/ปี ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีศักยภาพน้ำใต้ดินระดับที่สูง และการวิเคราะห์ความน่าลงทุนการขุดบ่อน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร ด้วยวิธี Cost – Benefit Ratio พบว่ามีความน่าลงทุน

Project title	Potential of Groundwater Utilization for Agriculture in Irrigation Area of Kwae Noi Dam Project		
Name	Mr. Chaiwat	Khamta	ID. 49360365
	Mr. Natdanai	Burakitpachai	ID. 49360495
	Mr. Wuttiwat	Sararard	ID. 49363045
Project advisor	Assoc. Prof. Dr. Sanguan Patamatamkul		
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2009		

Abstract

This project studied the groundwater potential for agriculture of irrigation area of Kwae Noi dam project. The objectives of this project were to study the groundwater utilization area, the groundwater utilization quantity , the groundwater well characteristic and analyse the investment of groundwater well development. Studying methods included the groundwater utilization area survey, the interview of well owners and compile of groundwater use data for crop year 2008. The groundwater use data and groundwater data of Department of Groundwater Resources were analysed to assess the potential of groundwater in the studied area. It was found that there were two types of groundwater wells , the one layer casing and the two layer casing. The pump was installed at the well's bottom with average depth of 12 m . The well drilling depth was averaged about 50 m. The groundwater utilization area included Wangpikul sub district and Mae-Raka sub district of Wangthong district , Phitsanulok province. The total quantity of groundwater use in the area about 1,845,941.16 m^3/year .The quantity of groundwater use was averaged about 675.52 m^3/Rai/year . The average groundwater recharge was about 88,139,943 m^3/year for the area . The studied area has high potential for groundwater utilization. The benefit cost ratio analyses indicated that the groundwater well development was economically feasible.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการกำกับดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และชี้แนวทางในการเขียนปริญญานิพนธ์อย่างมีระสิทธิภาพและทรงคุณค่าเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สงวน ปัทมธรรมกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กิจการ พรหมา อาจารย์คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องบ่อบาดาล แผนที่อุทกธรณีวิทยา สำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ศิริชัย ตันรัตนาวงศ์ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินโครงการสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล องค์การบริหารส่วนตำบลวังพิกุล องค์การบริหารส่วนตำบลแม่ระกา องค์การบริหารส่วนตำบลท้อแท้ องค์การบริหารส่วนตำบลท่างาม องค์การบริหารส่วนตำบลดอนทอง และผู้ใหญ่บ้านทุกหมู่บ้าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลเรื่องน้ำบาดาล , แหล่งน้ำผิวดินและข้อมูลในแบบสัมภาษณ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรีในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ทบวงมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร คุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายชัยวัฒน์ คำทา
นายณัฐดนัย บุรกิจภาชัย
นายวุฒิวัฒน์ สาระราช
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและสภาพปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....1
1.3 ขอบเขตงาน.....1
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา.....1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 น้ำใต้ดิน (Ground Water).....3
2.1.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำใต้ดิน.....4
2.1.2 ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน.....4
2.1.3 ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก.....7
2.1.4 ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล.....11
2.2 การคำนวณปริมาณน้ำที่กักเก็บ.....13
2.2.1 ปริมาณน้ำเก็บกักในชั้นน้ำบาดาล.....13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 การคำนวณปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปี....13

2.2.3 ปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปีเฉลี่ยร้อยละ....14

2.3 แหล่งน้ำบาดาล....14

2.3.1 บ่อน้ำบาดาล (Deep Wells)....14

2.3.2 บ่อน้ำตื้น (Shallow Wells)....14

2.3.3 ทางน้ำซับ (Inflitration Galleries)....14

2.4 การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน (Movement of Ground Water)....15

2.5 น้ำใต้ดินและชลศาสตร์บ่อบาดาล

(GROUND WATER AND WELL HYDRAULICS)....16

2.5.1 การไหลคงที่ทิศทางเดียว (Steady Unidirectional Flow)....16

2.5.2 การไหลคงที่สู่บ่อบาดาล (Steady Redial Flow to A Well)....18

2.6 การไหลซึมจากแหล่งน้ำ....24

2.7 การประเมินโครงการ....28

2.7.1 การคำนวณดัชนีประเมินโครงการ....28

2.7.2 การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน....29

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....29

บทที่ 3 วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน....37

3.1 การรวบรวมข้อมูล....37

3.1.1 พื้นที่ศึกษา....38

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ....39

3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ....39

3.1.4 ทรัพยากรดิน....38

3.1.5 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในจังหวัดพิษณุโลก....38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.6 แหล่งน้ำใต้ดินของจังหวัดพิษณุโลก....41

3.1.7 แหล่งน้ำชลประทานในพื้นที่โครงการ....42

3.2 การสำรวจข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่ในพื้นที่โครงการ....43

3.3 การวัดอัตราการสูบน้ำและจับพิกัดบ่อบาดาล....45

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสำรวจ....47

3.4.1 การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน....47

3.4.2 การประเมินโครงการ....47

3.4.3 การหาปริมาณการเติมน้ำบาดาล....47

บทที่ 4 ผลการทดลอง....48

4.1 การประเมินโครงการ....48

4.2 พื้นที่ใช้น้ำใต้ดินและไม่ใช้น้ำใต้ดิน ในพื้นที่ศึกษา....48

4.3 ปริมาณการสูบน้ำบาดาลและปริมาณการเติมน้ำบาดาล....55

บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ....61

5.1 สรุปผล....61

5.2 อภิปรายผล....62

5.3 ข้อเสนอแนะ....63

บรรณานุกรม....65

ภาคผนวก ก....66

ภาคผนวก ข....68

ภาคผนวก ค....77

ภาคผนวก ง....87

ภาคผนวก ง....93

ประวัติผู้ดำเนินงาน....95

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 Plotting the Stream Boundary inAccordance....26

3.1 รายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นและแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา....37

3.2 ตัวอย่างที่สุ่มวัดอัตราการไหล....46

4.1 แสดงการประเมินโครงการ ในฤดูเพาะปลูกปี พ. ศ. 2551....49

4.2 แสดงการคำนวณปริมาณการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษา (A) 59

4.3 แสดงการคำนวณปริมาณการเติมน้ำในพื้นที่รับน้ำ (A1) 60

ข1 ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล....69

ข2 การสูบน้ำบาดาล....71

ข3 ปริมาณการกักเก็บน้ำจังหวัดพิษณุโลก....73

ค1 รายรับของเกษตรกร....78

ค2 รายจ่ายของเกษตรกร....81

ค3 รายจ่ายค่าเชื้อเพลิงและไฟฟ้า....84

ง1 แสดงปริมาณน้ำฝน จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2547 – พ.ศ. 2551....88

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงวัฏจักรของน้ำ (Water Cycle).....3

2.2 แสดงเขตน้ำใต้ดิน.....5

2.3 แสดงน้ำใต้ดินแบบเปิดและแบบปิด.....6

2.4 แสดงระดับน้ำใต้ดินในฤดูต่างๆ.....7

2.5 แผนที่ธรณีอุทกวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก.....10

2.6 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบที่มีความสม่ำเสมอ.....17

2.7 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบที่อยู่ระหว่างแหล่งน้ำ 2 แห่ง.....19

2.8 การไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flow สู่บ่อสูบที่มีลักษณะเป็นเกาะ.....20

2.9 การไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flow สู่บ่อสูบที่เจาะลงextensive confined aquifer...21

2.10 การไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flowสู่บ่อสูบที่เจาะลงunconfined aquifer.....23

2.11 Seepage from a stream with a curved perimeter ; pervious lower boundary at infinity.....27

2.12 Seepage from a stream with a curved perimeter ; impervious lower boundary at infinity....27

2.13 ภาพตัดขวางบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดชั้นเดียว.....33

2.14 ภาพตัดขวางบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดสองชั้น.....34

2.15 แนวโน้มการขุดเจาะน้ำบาดาลระดับตื้น.....35

2.16 พื้นที่ใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นในจังหวัดพิษณุโลก.....36

3.1 การสำรวจบ่อน้ำบาดาลเพื่อตรวจสอบข้อมูล.....43

3.2 แสดงพื้นที่ศึกษา.....44

3.3 แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษา.....44

3.4 การวัดอัตราการไหลของน้ำ.....45

3.5 โปรแกรม NAV N GO IGO 8.....46

3.6 โปรแกรม ArcView GIS 3.3.....46

4.1 ภาพแสดงพื้นที่ใช้น้ำใต้ดิน ในพื้นที่ศึกษา.....48

4.2 แผนภาพ Cash flow.....54

4.3 กราฟแสดงการทรุดบ่อ.....56

4.4 กราฟแสดงเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ.....56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 กราฟอายุบ่อ.....57

4.6 แสดงพื้นที่ความชันและพื้นที่ที่ใช้คำนวณการเติมน้ำ.....57

4.7 กราฟแสดงเปรียบเทียบรายรับ – รายจ่ายต่อไร่.....58

ข1 ภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษา.....74

ข2 ภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษา (ต่อ).....75

ข3 แสดงพื้นที่ศึกษาในแผนที่นำบาดาล.....76

ข4 ระดับสีที่แสดงปริมาณน้ำที่จะได้.....76

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและสภาพปัญหา

ในจังหวัดพิษณุโลกพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีการทำนาเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่ม และมีการเพาะปลูกพืชไร่และพืชสวนในที่ดอนบางส่วน ในฤดูฝนเกษตรกรบางส่วนไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้เนื่องจากมีน้ำท่วมเป็นประจำ จึงต้องทำการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง และในพื้นที่บางส่วนยังไม่มีระบบชลประทานเพื่อใช้ในการเกษตร เกษตรกรในพื้นที่จึงต้องใช้น้ำใต้ดินในการเพาะปลูก โครงงานนี้จะมุ่งศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตร ในเขตพื้นที่บางส่วนของอำเภอวังทอง อำเภอวัดโบสถ์ และอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่มาทำการวิเคราะห์ถึงการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินของเกษตรกร เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ และเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้น้ำใต้ดินในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตรในเขตพื้นที่โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน

1.3 ขอบเขตงาน

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างจากเกษตรกรที่ใช้น้ำใต้ดินทั้งน้ำบาดาลและน้ำบาดาลบ่อตื้นเพื่อการเกษตรในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น เพื่อนำผลการสำรวจที่ได้มาวิเคราะห์หาศักยภาพการใช้น้ำใต้ดินทั้งน้ำบาดาลและน้ำบ่อตื้น อันได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ ผลตอบแทนการลงทุนในการใช้น้ำ

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

1.4.1 รวบรวมข้อมูลจากรายงานจากการศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกสำรวจการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในเขตพื้นที่บางส่วน อำเภอวังทอง อำเภอวัดโบสถ์ และอำเภอเมือง ในเขตพื้นที่โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตรและวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนในพื้นที่โครงการ

1.4.4 จัดทำรายงานที่ได้จากศึกษา

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำใต้ดินทั้งน้ำบาดาลและน้ำบ่อตื้นเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

1.5.2 ทราบผลตอบแทนการลงทุนของเกษตรกรผู้ใช้น้ำบาดาล

1.5.3 ทราบถึงศักยภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

1.5.4 ทราบถึงความน่าลงทุนของการสร้างบ่อบาดาลและระยะเวลาคุ้มทุน

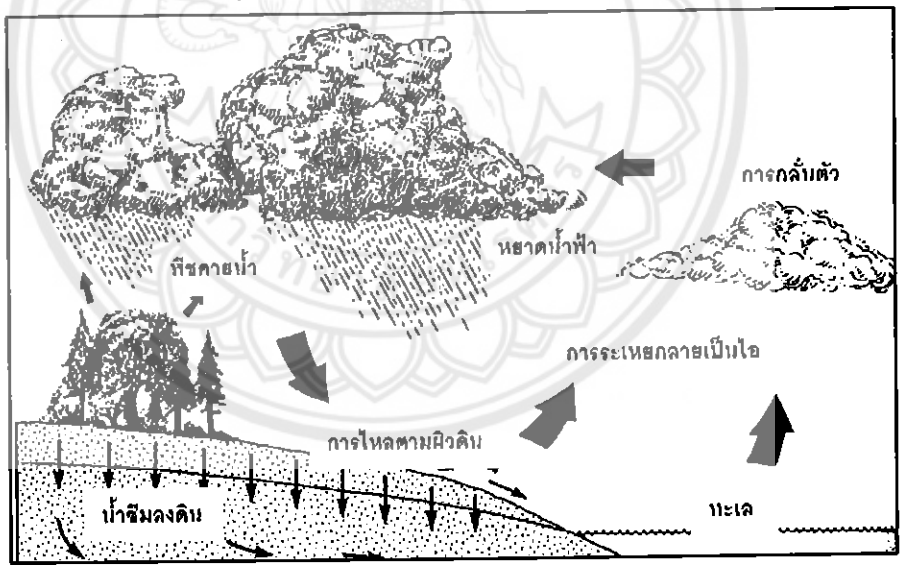
1.5.5 สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินร่วมกับน้ำผิวดินในอนาคต

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำใต้ดิน (Ground Water)

น้ำใต้ดินเป็นส่วนหนึ่งของระบบการหมุนเวียนของน้ำบนโลก เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อุทกวัฏจักรของน้ำ (Water Cycle) ซึ่งหมายถึง กระบวนการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำบนโลก ได้แก่ การที่โมเลกุลของน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นของแข็งหรือไอน้ำ จากของแข็งหรือไอน้ำเปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลว กล่าวคือ เมื่อน้ำตามแหล่งน้ำทั่วไปได้รับความร้อนจนระเหยกลายเป็นไอออกกลับไปสู่บรรยากาศ ต่อจากนั้นจะควบแน่นกลายเป็นเมฆและตกลงมาบนพื้นโลกในรูปของหยาดน้ำฟ้าต่าง ๆ ดังนั้นวัฏจักรของน้ำจึงเป็นวงจรของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ จัดเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่มีวันจบสิ้น ปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนสถานะของน้ำ ทำให้เราสามารถจัดแบ่งประเภทของน้ำได้ คือ น้ำผิวดิน (Surface Water) น้ำใต้ดิน (Ground Water) และน้ำฝน (Rain) โดยจากการแจกแจงปริมาณการกระจายของน้ำบนพื้นโลกที่อยู่ในสถานะและสถานที่ต่าง ๆ



รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

ที่มา : http://www.ipst.ac.th/

น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำที่มีอยู่ในชั้นดินบนผิวโลก ขังอยู่ในช่องว่างระหว่างดินและหิน ซึ่งต้นกำเนิดของน้ำใต้ดินจะมาจากน้ำในบรรยากาศและจากน้ำผิวดินต่าง ๆ โดยปกติคุณภาพของน้ำใต้ดินมักมีคุณภาพดี อันเนื่องมาจากการถูกกรองด้วยชั้นดินและหิน แต่อาจมีแร่ธาตุและสารเคมีบางชนิดเจือปนอยู่ในปริมาณมากกว่าน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินเป็นส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่ตกลงมายังผิวโลก และไหลซึมลงไปตามชั้นดินลงไปถึงชั้นที่น้ำมีการสะสมตัวรวมกัน จึงมีผลทั้งในแง่ของการละลาย การ

พัดพา การทับถม โดยน้ำใต้ดินมีการกระทำเพียงสองชนิดคือ การกษัยการ และการทับถม ซึ่งเกิดจากการไหลซึมผ่านชั้นดินและหินลงไป ในบางพื้นที่น้ำใต้ดินจะมีการไหลเหมือนกับน้ำบนผิวดิน เพียงแต่ว่าอยู่ลึกจากผิวดินลงไป ซึ่งมักพบเสมอในบริเวณที่เป็นถ้ำ ฤดูกาลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการพัดพาของน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีน้ำหลากมาก ทำให้เกิดการพัดพา การกษัยการมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นน้ำใต้ดินจัดว่าเป็นกระบวนการระบายน้ำออกจากผิวดินได้อีกแบบหนึ่งเช่นกัน

2.1.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำใต้ดิน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ากำเนิดของน้ำใต้ดินจะมาจากน้ำในบรรยากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการไหลซึมลงดิน โดยจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

(1) ช่วงเวลาที่มีฝนตก (Time)

ถ้าช่วงเวลาที่มีฝนตกสั้น น้ำจะไหลผ่านผิวดินไปอย่างรวดเร็ว ปริมาณการไหลซึมลงดินของน้ำจะต่ำ และซึมลงได้น้อย แต่ถ้ามีฝนตกเป็นเวลานาน และเบา ๆ อัตราการไหลซึมจะมีมากกว่า

(2) ความลาดชันของพื้นที่ (Slope)

ถ้าพื้นที่มีความลาดชันมากน้ำจะไหลไปบนดินมากกว่าที่จะซึมลงดิน

(3) ความโพรกตัวของดินและหิน (Porosity)

อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของช่องว่างในหินก้อนหนึ่งกับปริมาตรทั้งหมดของหินก้อนนั้น โดยค่าความโพรกตัว แสดงเป็นร้อยละ ความโพรกตัวจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด การวางตัวของหินและเศษแร่ที่ประกอบตัวกันเป็นหิน

(4) ความฟ่ามของดินและหิน (Permeability)

ความสามารถในการที่ยอมให้น้ำไหลผ่านหินที่มีความฟ่ามสูง คือ หินที่น้ำไหลผ่านได้เร็ว หรือความฟ่ามขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่าง ไม่ใช่ปริมาตรของช่องว่าง

(5) ปริมาณของต้นไม้

ต้นไม้จะช่วยชะลอการไหลของน้ำผิวดินให้ช้าลง ซึ่งจะช่วยให้ปริมาณน้ำไหลซึมลงดินได้มากขึ้น

(6) ความลาดเทของชั้นหิน

ที่น้ำใต้ดินไหลอยู่ น้ำใต้ดินจะไหลได้ดีไปตามชั้นหินที่มีความฟ่ามสูง โดยเฉพาะถ้าชั้นดินที่อยู่ถัดไปมีความแน่นทึบสูง น้ำจะไหลเฉพาะชั้นหินเนื้อฟ่ามนั้น และถ้าชั้นหินมีความลาดเทมาก น้ำจะไหลได้เร็ว

2.1.2 ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน

เราแบ่งน้ำใต้ดิน หรือ เขตน้ำใต้ดิน (Zone of Subsurface water) ออกเป็นสองเขต คือ เขตมีอากาศแทรกในชั้นหิน และเขตอิ่มตัว โดยสามารถพิจารณาได้ดังนี้ (รูปที่ 2.2)

(1) เขตที่มีอากาศแทรกในชั้นหิน (Zone of Aeration)

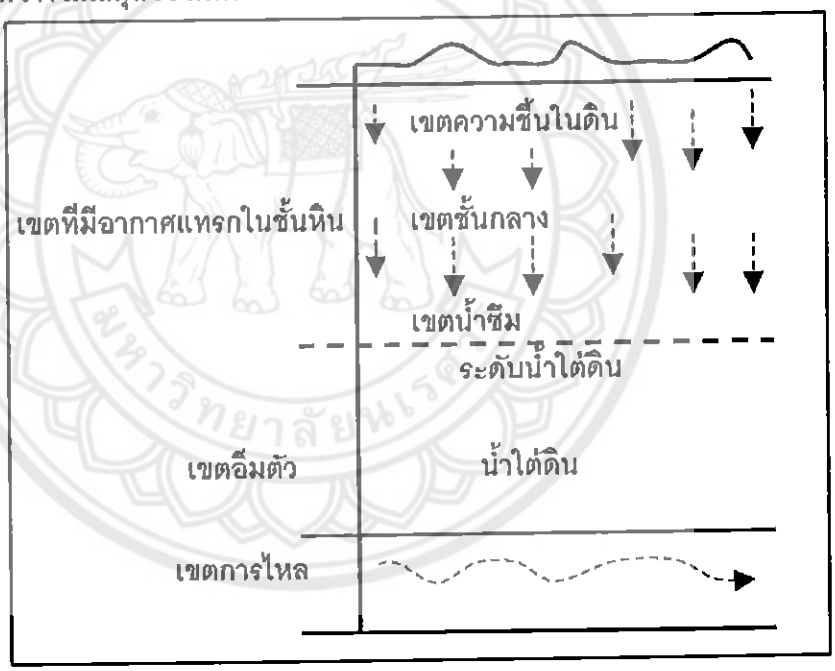
เป็นเขตที่ปริมาณของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ ผิวดินใน

ระดับตื้น ระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่น ฤดูแล้งระดับน้ำจะลึกกว่าฤดูฝน จัดเป็นประเภทชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfied Aquifers) เขตนี้เป็นตอนที่น้ำจากผิวดินไหลผ่านลงสู่เบื้องล่าง โดยเขตนี้เราสามารถแบ่งออกเป็น 3 เขตย่อย คือ

- **เขตความชื้นในดิน (Belt of Soil Moisture)** ซึ่งเป็นบริเวณที่รากพืชหยั่งราก และสามารถดูดซึมนำน้ำไปใช้ได้ โดยพืชดูดซึมความชื้นจากดิน แล้วปล่อยให้ระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ หรือบางครั้งความชื้นในดินจะระเหยสู่บรรยากาศโดยตรง

- **เขตชั้นกลาง** อยู่ระหว่างเขตความชื้นในดิน และเขตน้ำซึม น้ำในเขตนี้จะเกาะ ดินด้วยแรงดึงดูดระหว่างอนุภาค จึงมีการเคลื่อนไหวของน้ำน้อยมาก เว้นแต่ในระยะที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ช่วงกลางจึงเป็นทางผ่านของน้ำไปสู่เขตที่ลึกกว่า

- **เขตน้ำซึม (Capillary Fringe)** เป็นบริเวณที่ได้รับน้ำจากเขตอิ่มตัวมีความหนาตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตร ถึง 2-3 เมตร ลักษณะคล้ายกระดาษซับน้ำที่จะมีน้ำจากเขตที่อยู่เบื้องล่างซึมขึ้นมาตามแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของดินหรือหินกับน้ำ

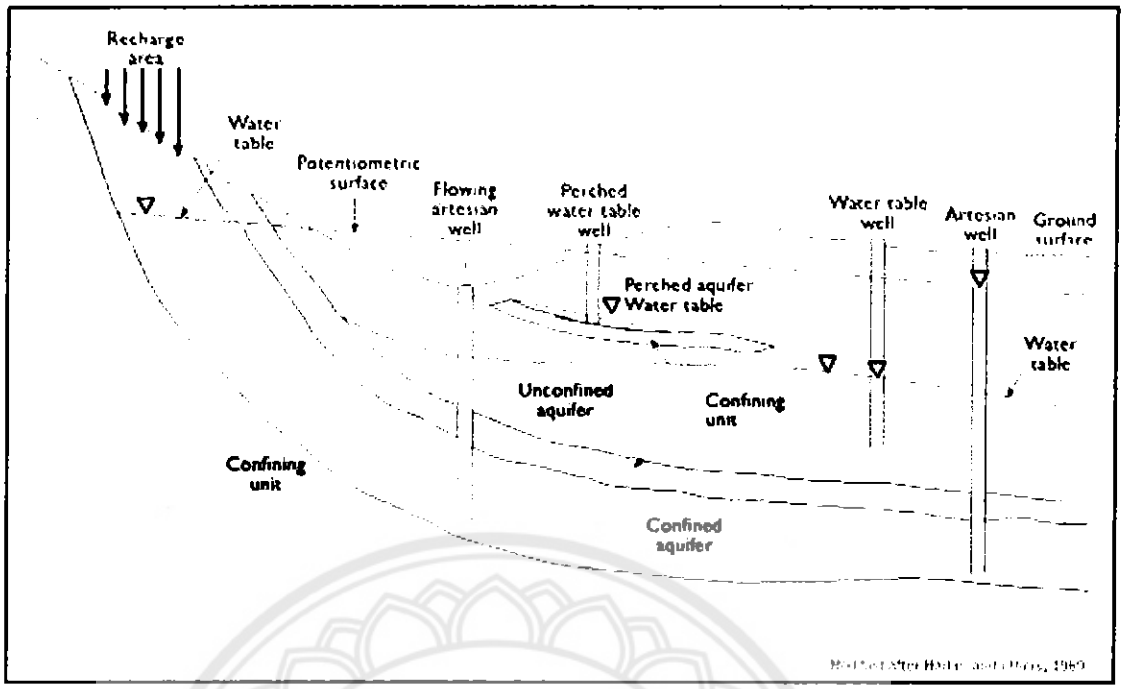


รูปที่ 2.2 แสดงเขตน้ำใต้ดิน

ที่มา : http://www.ipst.ac.th

(2) เขตอิ่มตัว (Zone of Saturation)

เป็นเขตที่มีน้ำใต้ดินขังอยู่เต็มทุกช่องว่างในเนื้อดิน เราเรียกน้ำในเขตนี้ว่าเป็นน้ำใต้ดิน โดยยึดระดับบนสุดของระดับน้ำ ณ เขตนี้เป็นระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) โดยชั้นดินหรือชั้นหินที่มีปริมาณน้ำมากจนอิ่มตัวและมีปริมาณมากพอที่พืชสามารถนำขึ้นมาใช้ได้



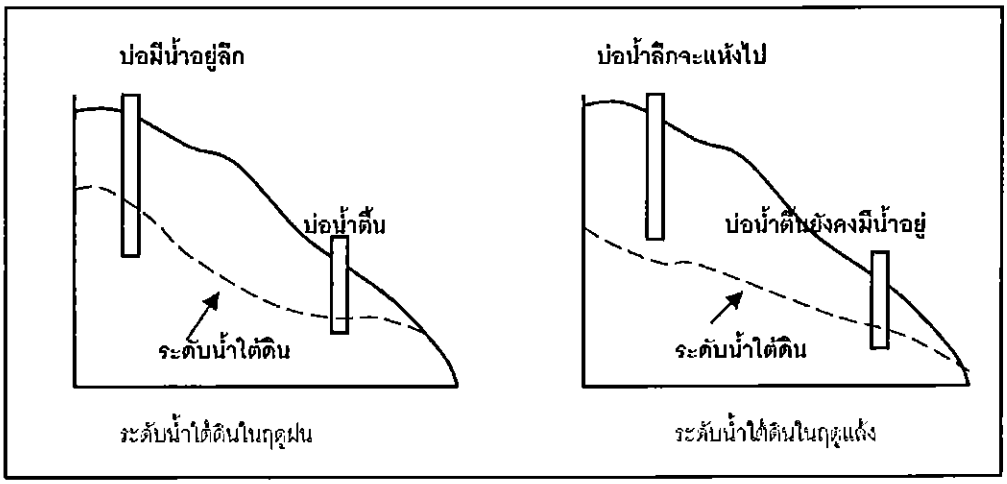
รูปที่ 2.3 แสดงน้ำใต้ดินแบบเปิดและแบบปิด

ที่มา : http://www.rmutphysics.com

จากรูปที่ 2.3 ชั้นให้น้ำในเขตอิ่มตัวนี้เราเรียกว่า ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined Aquifers) มักอยู่ในระดับลึก มีชั้นหินหนาปิดปกคลุมด้านบนไว้ ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดัน มลพิษจากพื้นดินไม่สามารถปนเปื้อนลงไปได้ แต่อาจมีแร่ธาตุบางอย่างปะปนอยู่ ชั้นให้น้ำแบบปิดนี้อาจมีหลายชั้นสลับกันไป

(3) ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table)

คือผิวบนของเขตอิ่มน้ำ จากรูปที่ 2.3 เราจะเห็นได้ว่าระดับน้ำใต้ดินซึ่งหมายถึงระดับของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสะสมน้ำใต้ดินที่ไม่อาจซึมต่อไปได้ แต่ระดับน้ำใต้ดินจะไม่คงที่แน่นอน สามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล ดังรูปที่ 2.4 เช่น ในบริเวณภูเขาที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ระดับน้ำใต้ดินอาจอยู่ลึก 2 - 3 เมตร ถึงหลายร้อยเมตรใต้ผิวดิน ส่วนในแถบภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งที่มีฝนตกน้อยและมีการระเหยกลายเป็นไอมาก ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกมาก ส่วนบริเวณใกล้ลำธารแม่น้ำ ทะเลสาบหรือแหล่งน้ำอื่นๆ ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ใกล้ผิวดินมาก และระดับน้ำใต้ดินจะลาดเอียงใกล้แหล่งน้ำที่อยู่ใกล้มาก



รูปที่ 2.4 แสดงระดับน้ำใต้ดินในฤดูต่าง ๆ

ที่มา : http://www.ipst.ac.th

2.1.3 ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก

จากการที่มีตะกอนร่วนและหินหลายชนิดมีอายุแตกต่างกัน โผล่ให้เห็นในจังหวัดพิษณุโลก ในทางวิชาการน้ำบาดาลได้ทำการจัดหมวดหมู่ของหินเหล่านี้โดยอาศัยคุณสมบัติในการเป็นแหล่งเก็บน้ำบาดาลเป็นตัวกำหนด โดยนำหินที่ถูกจัดกลุ่มหน่วยหินทางธรณีวิทยา (geological unit) แล้วมาทำการจำแนกใหม่ในรูปแบบของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา (hydrogeological unit) หรือชั้นน้ำบาดาล ดังรูปที่ 2.5 ดังนั้นจึงอธิบายลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก โดยอ้างถึงตารางสรุป hydrogeological unit ของประเทศไทยจัดทำโดยกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2543 เป็นหลักดังนี้

(1) ชั้นน้ำตะกอนร่วน (Unconsolidated Aquifers)

แหล่งน้ำบาดาลชนิดนี้ประกอบไปด้วยตะกอนของกรวด ทราย ทรายแป้ง เศษหิน และดินเหนียว ที่มีการจับตัวกันอย่างหลวมๆ ทำให้น้ำบาดาลไปแทรกซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนได้ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ไปบรรจุอยู่ในช่องว่างเหล่านั้นขึ้นอยู่กับความหนาของแหล่งสะสมตะกอนการคัดขนาดของตะกอนที่ดี รูปร่างความกลมมนของผิวตะกอน เป็นส่วนสำคัญในจังหวัดพิษณุโลก มีชั้นน้ำที่ได้จากตะกอนหินร่วน 3 ประเภท คือ

- ชั้นน้ำตะกอนน้ำพา (Qfd) ประกอบไปด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวที่สะสมอยู่ในที่ราบลุ่มน้ำหลากและบริเวณแนวคดโค้งของน้ำความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลประมาณ 25–40 เมตร ให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ 10 – 20 ลบ.ม./ชม. คลุมพื้นที่สองฝั่ง แม่น้ำน่านและสาขารวมทั้งแม่น้ำยม โดยมีความกว้างในช่วงเขตอำเภอพรหมพิราม – อำเภอวัดโบสถ์ ประมาณ 5-8 กิโลเมตร แต่กว้างมากขึ้น 20 –25 กิโลเมตร ในช่วงที่แม่น้ำยม มาบรรจบกับแม่น้ำน่านในเขต

อำเภอบางกระทุ่ม พื้นที่บริเวณนี้สามารถพัฒนาบ่อบาดาล น้ำตื้นได้ผล แต่มีปัญหาคือพื้นที่มีระดับต่ำ จึงมักถูกน้ำท่วมในปีที่ฝนตกเกินเกณฑ์ปกติ

- ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt) ประกอบด้วยตะกอนดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย และกรวด ที่สะสมอยู่ในที่ราบด้านตะวันตกของจังหวัดในเขตอำเภอบางระกำบางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอพรหมพิราม ส่วนด้านตะวันออก ตั้งแต่เขตน้ำท่วมถึงของแม่น้ำน่านไปจนถึงเชิงเขา ความลึกของชั้นน้ำบาดาล อยู่ในช่วง 40 – 60 เมตร ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ 5 – 15 ลบ.ม./ชม.

- ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า (Qht) เป็นตะกอนขนาดใหญ่ที่สะสมตัวในที่ราบเชิงเขาขอบแอ่ง เช่น พื้นที่เขตตำบลหินลาด ตำบลท่างาม ของอำเภอวัดโบสถ์ และเอียงเทมาทางตะวันตกมีแนวต่อเนื่องไป รองรับใต้ตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ ในส่วนตอนกลางของที่ราบลุ่ม ด้วยความลึกถึง 35 -55 เมตร ชั้นน้ำบริเวณขอบแอ่ง และ 90 - 110 เมตร บริเวณกลางแอ่ง ปริมาณการให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างมาก ในส่วนกลางแอ่ง ให้บริเวณน้ำ 20 ลบ.ม./ชม. ส่วนในที่เชิงเขาให้ประมาณ 10 ลบ.ม./ชม. นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นตะกอนสะสมอยู่ในที่ราบริมฝั่งน้ำภาคอำเภอชาติตระการ และริมฝั่งน้ำแดงน้อยอำเภอนครไทยมีความลึกถึงชั้นน้ำประมาณ 20 – 25 เมตร และอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 5 ลบ.ม./ชม.

(2) ชั้นน้ำหินชั้น (Sedimentary Aquifers)

- ชั้นน้ำภูทอก (KTpt) ประกอบด้วย หินทราย สีน้ำตาลแกมแดงถึงสีน้ำตาลแกมม่วง เนื้อทรายละเอียดถึงปานกลาง แทรกสลับด้วยหินทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแกมแดงหมวดหินภูขัดตอนบน และหินทรายสีแดงอิฐ เนื้อทรายปานกลางถึงหยาบ แสดงชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ มีหินทรายเม็ดละเอียด และหินทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแกมแดง แสดงพนังทราย รอยริ้วคลื่น และระแหงโคลน ของหมวดหินเขาย่าปุกตอนกลาง ได้น้ำจากรอยแตกของหินที่ระดับลึก 20 – 50 เมตร ปริมาณน้ำค่อนข้างน้อยระหว่าง 3 – 5 ลบ.ม./ชม.

- ชั้นน้ำโคราชตอนบน (Kuk) ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลน สีส้มแดงแกมม่วง หมวดหินมหาสารคาม และหินทราย หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแกมแดงจนถึงน้ำตาลอ่อน หมวดหินโคกกรวด ชั้นน้ำนี้โผล่ให้เห็นเป็นแนวกว้างคลุมพื้นที่อำเภอนครไทย หินมีแนวรอยแตก รอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้มากมาย ความลึกถึงชั้นให้น้ำบาดาลมีช่วงความลึกตั้งแต่ 30 – 110 เมตร แต่มีความลึกเฉลี่ยที่ 40 เมตร อัตราการให้น้ำเฉลี่ย 3 – 5 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดียกเว้นมีเหล็กสูง

- ชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (Jmk) ประกอบด้วย หินทราย และหินกรวดมนสีเทาแกมเหลืองถึงชมพูเทา หมวดหินภูพาน หินดินดาน และหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดง หมวดหินเสาขัว และหินทราย สีเทาแดงถึงสีขาว หมวดหินพระวิหาร ชั้นน้ำนี้พบทั่วไปเป็นแนวยาวตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์ผ่านอำเภอวังทอง สิ้นสุดที่อำเภอเนินมะปราง วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ มีแนวรอยเลื่อน และโค้งปะทุนหงายโค้ง ปะทุนมากมาย ลักษณะการเอียงตัวของชั้นน้ำ

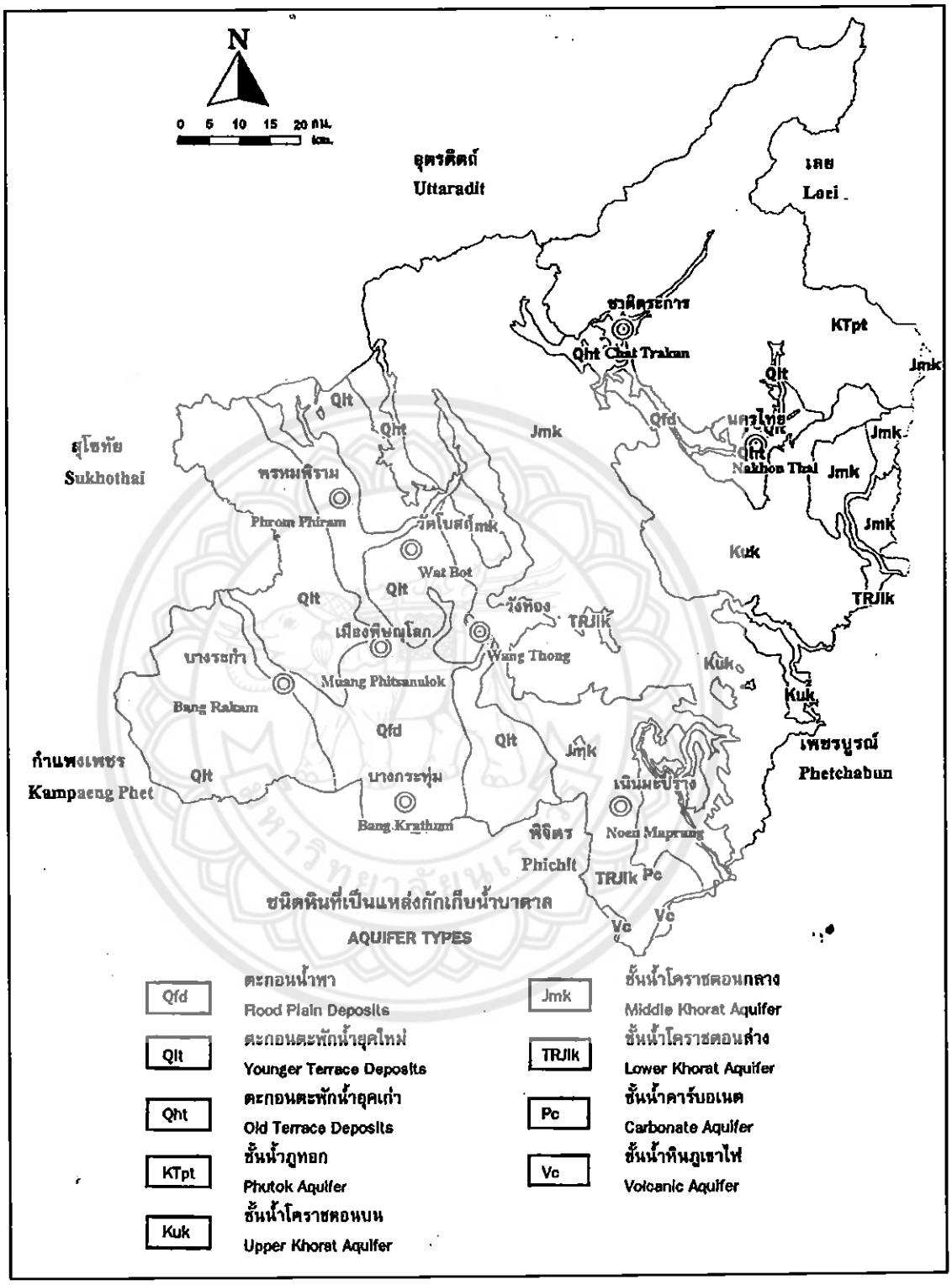
ลักษณะนี้ทำให้เกิดแรงดันในน้ำไหลขึ้นมาเองที่ผิวดิน โดยธรรมชาติ ซึ่งพบเห็นได้หลายแห่ง เช่น ที่อำเภอวัดโบสถ์ และเกิดน้ำตกหลายแห่งในอำเภอวังทอง ระดับความลึกถึงรอยแตกที่ให้น้ำในหินดินดานตั้งแต่ 30 – 120 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 45 เมตร อัตราการให้น้ำเฉลี่ย 5 – 8 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดียกเว้นมีเหล็กสูงในบางแห่ง

- **ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRJlk)** ประกอบด้วยหินดินดาน สีน้ำตาลแดงและแดงแกมม่วง ปนเนื้อไมกา หินทรายแป้ง และหินทราย สีน้ำตาลแดง หมวดหินภูกระดึง หินทราย สีน้ำตาลแดง และหินกรวดมนสีน้ำตาล หมวดหินน้ำพอง และหินกรวดมน หินทรายสีน้ำตาลแกมแดง หินดินดานสีเทาถึงดำ หมวดหินห้วยหินลาด โผล่ให้เห็นเป็นแนวยาวตามขอบแอ่งโดยวางตัวรองรับชั้นน้ำโคราชตอนกลาง ตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์มาถึงอำเภอวังทอง และแผ่กระจายมากขึ้นในตำบลชมพู ตำบลบ้านมุง และตำบลวังยางอำเภอเนินมะปราง ให้น้ำบาดาลจากรอยต่อของหินดินดานผุกับหินทรายและหินกรวดมนเนื้อแน่นที่ความลึกประมาณ 50 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 3 – 5 ลบ.ม./ชม.

- **ชั้นน้ำคาร์บอเนต (Pe)** ประกอบด้วยหินปูนเนื้อแน่นสีเทา มีกระเปาะหินเชิร์ทสีดำแทรกสลับด้วยหินดินดาน หินยุคเพอร์เมียนตอนกลาง จากการเทียบซากบรรพชีวิน จัดอยู่ในหมวดหินผานกเค้า ชั้นน้ำนี้วางตัวรองรับชั้นน้ำโคราชตอนล่าง และพบเห็นได้เป็นแนวยาวจากตำบลชมพูผ่านตำบลเนินมะปราง ตำบลบ้านมุง จนถึงตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง และพบการกระจายตัวในที่ราบ บริเวณตำบลบ้านน้อยซุ้มขี้เหล็กแสดงลักษณะของโพรงหิน ถ้ำ และน้ำซับจากหินปูนหมวดนี้หลายแห่ง ความลึกถึงชั้นน้ำมีตั้งแต่ 20 เมตร จนถึง 140 เมตร ให้น้ำในอัตราที่แตกต่างกันระหว่าง 2 – 30 ลบ.ม./ชม. โดยมีอัตราเฉลี่ย 5 – 8 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดีแต่มีความกระด้างสูง

(3) ชั้นน้ำหินอัคนี (ligneous Aquifer)

- **ชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc)** ประกอบด้วยหิน แอนดีไซต์ ไรโอไลต์ เถ้าภูเขาไฟ และกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ สีขาว เหลือง เทา น้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวหินอัคนีพุ เลย – เพชรบูรณ์ – ไพศาลี อายุไทรแอสซิกตอนกลาง โผล่ให้เห็นบริเวณตอนใต้ของอำเภอเนินมะปราง ความลึกไม่เกิน 30 เมตร อัตราให้น้ำ 1 - 2 ลบ.ม./ชม.



รูปที่ 2.5 แผนที่ธรณีอุทกวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดพิษณุโลก

(3) ชนิดของชั้นบาดาล

จากลักษณะของการกักเก็บน้ำในชั้นน้ำบาดาล อาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ใหญ่ๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะการปรากฏตัวของระดับน้ำใต้ดิน (water table)

1) ชั้นน้ำไม่มีแรงดัน (unconfined aquifer) เป็นชั้นน้ำบาดาล(aquifer) ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดิน (water table) เป็นเส้นกั้นผิวบนของชั้นน้ำ บางครั้งเรียกว่า free หรือ phreatic หรือ nonarteaian aquifer ลักษณะรูปร่างของระดับน้ำใต้ดิน จะคดโค้งไปตามรูปร่างลักษณะของผิวดินนอกจากนี้ยังจะขึ้นอยู่กับแหล่งสูบน้ำ ระบายน้ำ แหล่งเพิ่มเติมน้ำ และการซึมซาบน้ำ การสูงขึ้นหรือต่ำลงของระดับน้ำใต้ดิน จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชั้นอุ้มน้ำ

2) ชั้นน้ำมีแรงดัน (confined aquifer) บางครั้งอาจเรียกว่า artesian หรือ pressure aquifer จะพบอยู่ในที่ซึ่งน้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายใต้แรงดันที่มากกว่าแรงดันบรรยากาศ ส่วนบนปิดทับด้วยชั้นทึบน้ำ บ่อบาดาลซึ่งเจาะลงสู่ชั้นน้ำประเภทนี้ ระดับน้ำจะยกขึ้นสูงจากก้นของชั้นน้ำทึบน้ำที่ปิดทับ การเพิ่มเติมน้ำเข้าสู่ชั้นน้ำจะเกิดขึ้นได้เฉพาะบริเวณที่ซึ่งชั้นน้ำนี้โผล่สู่ผิวโลกสัมผัสกับอากาศ ซึ่งชั้นน้ำบาดาลจะเปลี่ยนไปเป็นชั้นน้ำเปิด บริเวณเพิ่มเติมน้ำเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลเรียกว่าพื้นที่เพิ่มเติมน้ำ (recharge area) การสูงขึ้นหรือต่ำลงของระดับน้ำในบ่อบาดาลซึ่งเจาะลงสู่ชั้นน้ำปิดนี้จะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความดันในชั้นน้ำ(hydrostatic pressure) มากกว่าการเปลี่ยนแหล่งพลังงานน้ำสำรอง จะเห็นว่าชั้นน้ำปิดจะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำในแอ่งน้ำสำรอง ชั้นน้ำจะทำหน้าที่คล้ายท่อส่งน้ำสำหรับนำน้ำจากพื้นที่เพิ่มเติมน้ำไปตำแหน่งสูบน้ำ หรือระบายน้ำ(discharged area) ระดับน้ำที่สูงขึ้นจากก้นของชั้นทึบน้ำที่ปิดทับเราเรียกว่า potentriometric surface ระดับของ potentriometric surface ของชั้นน้ำปิด หาโดยใช้จินตนาการจากระดับความดันน้ำ(hydrostatic pressure level) ของน้ำที่กักเก็บอยู่ในชั้นน้ำนั้นซึ่งระดับน้ำในบ่อน้ำบาดาลซึ่งเจาะลงในชั้นหินอุ้มน้ำนี้จะอยู่ระดับเดียวกับ potentiometric surface ของชั้นน้ำที่จุดนั้นๆ กรณีที่ระดับ potentiometric surface อยู่สูงจากผิวดินการเจาะบ่อน้ำบาดาลบริเวณนั้นก็จะได้น้ำพุ เป็นต้น ข้อสังเกตอันหนึ่งก็คือสำหรับชั้นหินอุ้มน้ำปิดถ้าระดับ potentiometric surface ลดต่ำลงกว่ากัน ชั้นทึบน้ำที่ปิดทับก็จะกลายเป็นชั้นน้ำเปิดไปโดยปริยาย

2.1.4 ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล

อำเภอวังทอง

1) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรามากกว่า 20 ลบ./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนน้ำพา ได้แก่ บ้านบึงพร้าว ตำบลชัยนาม บ้านกกไม้แดง บ้านซำเตย ตำบลดินทอง บ้านท่าหมื่นรวม บ้านป่าค่าย ตำบลท่าหมื่นราม บ้านคลองลึก บ้านเนินทอง บ้านเนินประเสริฐ บ้านพันชาลี ตำบลพันชาลี บ้านข็ก บ้านแม่ระกา บ้านวังน้ำใส ตำบลแม่ระกา บ้านดอนม่วง บ้านวังทอง บ้านหนองเสือ ตำบลวังทอง บ้านไผ่สีทอง ตำบลวังนกแอ่น บ้านคลองเป็ด บ้านดงข่อย บ้านดงจันทร์ บ้านวังพิกุล บ้านหนองตาลี ตำบลวังพิกุล บ้านสะเดา ตำบลหนองพระ

2) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 10-20 ลบ.ม./ชม จากชั้นน้ำตะกอนลานพักยุคเก่า ได้แก่ บ้านทรัพย์ไพวัลย์ บ้านลานหญ้า ตำบลแก่งโสภา บ้านหนองม่วง ตำบลดินทอง บ้านดงตาล ตำบลท่าหมื่นราม บ้านเนินไม้แดง บ้านสุพรรณพนมทอง บ้านหนองหิน ตำบลพันชาลี บ้านทุ่งใหญ่ ตำบลแม่ระกา บ้านเขาสมอแคลง ตำบลเขาสมอแคลง บ้านวังกะบาก ตำบลวังนกนางแอ่น บ้านคลองเมือง บ้านดงไผ่ บ้านวังประดู่ ตำบลวังพิกุล บ้านเจริญผล บ้านหนองบัว บ้านหนองโพธิ์ทะเล ตำบลหนองพระ

3) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 2-10 ลบ.ม./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนตะพักยุคเก่า ได้แก่ บ้านเขาน้อย บ้านม่วงหอม ตำบลแก่งโสภา บ้านท่าโปร่ง บ้านร้องส้มม่วง บ้านวังบอน ตำบลชัยนาม บ้านหนองตะแบก ตำบลดินทอง บ้านทุ่งน้อย บ้านไทรงาม บ้านหนองชุมแสง ตำบลท่าหมื่นราม บ้านชุมแสง บ้านนาพราน บ้านนายาง บ้านน้ำริน บ้านป่าขนุน บ้านหนองปรือ ตำบลบ้านกลาง บ้านคลองคู่ ตำบลพันชาลี บ้านถ้ำเต่า ตำบลแม่ระกา บ้านวังพรม ตำบลวังทอง บ้านเนินปอ บ้านไผ่ใหญ่ บ้านวังดินสอ บ้านวังตาล บ้านวังนกนางแอ่น บ้านวังแสงดาว บ้านห้วยปลาสร้อย ตำบลวังนกนางแอ่น บ้านทางลัด ตำบลวังพิกุล บ้านหนองแฝก บ้านหนองพระ ตำบลหนองพระ หมู่บ้านที่ไม่ได้กล่าวถึง ได้น้ำในอัตราไม่เกิน 2 ลบ.ม./ชม

อำเภอเมืองพิษณุโลก

1) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรามากกว่า 20 ลบ.ม./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนน้ำพา ได้แก่ บ้านงูงนาง ตำบลท่าทอง บ้านคลองหนองเล็ก บ้านท่าโพธิ์ บ้านยาง ตำบลท่าโพธิ์ บ้านในเมือง บ้านกร่าง บ้านบึงพระ ตำบลบึงพระ บ้านตูมบ้านไผ่ค่อม บ้านแสงดาว ตำบลปากโทก บ้านไผ่ขอดอน ตำบลไผ่ขอดอน บ้านวังหิน ตำบลพลายชุมพล บ้านบางขวัญม้า บ้านบางทราย ตำบลวังน้ำคู้ บ้านดอน ตำบลวังจันทร์ บ้านคุ้งวารี บ้านท่าโรง บ้านยางโทน บ้านเสาหิน ตำบลวัดพริก บ้านเต็งหนาม ตำบลหัวรอ

2) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 10-20 ลบ.ม./ชม. จากชั้นน้ำลานตะพักยุคใหม่ ได้แก่ บ้านดอนทอง ตำบลดอนทอง บ้านวัดยาง ตำบลบ้านนคลอง บ้านบึงไกร ตำบลบ้านป่า บ้านปากเก่า บ้านหนอตมน้อย ตำบลบึงพระ บ้านวัดตาล ตำบลพลายชุมพล บ้านวัดจันทร์ ตำบลวัดจันทร์ บ้านสมอแข ตำบลสมอแข

3) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 2-10 ลม.ม./ชม. จากชั้นน้ำลานตะพักยุคใหม่ ได้แก่ บ้านดอนทอง บ้านเต็งสำนัก บ้านตาลสุวรรณ บ้านหนองกวางลี้ ตำบลดอนทอง บ้านแม่ระหัน ตำบลบ้านกร่าง บ้านเขาไร่ บ้านแร่ บ้านบึงกระดาน ตำบลบ้านป่า บ้านดงพิกุล บ้านปากเก่า ตำบลบึงพระ บ้านแหลมซ่าน ตำบลมะขามสูง บ้านคู้วัง บ้านไผ่ทอง ตำบลวังน้ำคู้ บ้านลำไดบ้านใหม่ ตำบลวัดพริก บ้านหนองตอ ตำบลสมอแข พื้นที่ที่เหลือได้น้ำในอัตราน้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม.

อำเภอวัดโบสถ์

1) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรามากกว่า 20 ลบ.ม./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนลานตะพักยุคเก่า ได้แก่ บ้านท่างาม บ้านใหม่ใต้ ตำบลท่างาม บ้านพรหมมาส ตำบลบ้านยาง บ้านหนองขอน บ้านวัดโบสถ์ ตำบลวัดโบสถ์

2) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 10-20 ลบ.ม./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนลานตะพักยุคใหม่ ได้แก่ บ้านดงกระบาก ตำบลท้อแท้ บ้านเขาไร่ศรีราชา บ้านปรักตามี ตำบลท่างาม บ้านน้ำคบ ตำบลท่ายาง

3) บริเวณที่ได้น้ำบาดาลในอัตรา 2-10 ลม.ม./ชม. จากชั้นน้ำตะกอนลานตะพักยุคใหม่ ได้แก่ บ้านแก่งคันนา บ้านโนนกลาง บ้านหนองบอน บ้านหนองลวก ตำบลคันโช้ง บ้านหนองมะคลัง ตำบลท้อแท้ บ้านหัวดงดา บ้านใหม่เหนือ ตำบลท่างาม บ้านท่าขอนแบน ตำบลหินลาด

2.2 การคำนวณปริมาณน้ำที่กักเก็บ

2.2.1 ปริมาณน้ำเก็บกักในชั้นน้ำบาดาล

ในการคำนวณจะใช้สมการดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่กักเก็บ} = B \times S \times A \qquad (2.1)$$

โดยที่

B = ความหนาของแต่ละชั้นหินให้น้ำ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะและการหยั่งธรณี หลุมเจาะ (Electric logging)

S = สัมประสิทธิ์การเก็บกัก ได้ข้อมูลมาจากวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสูบทดลองปริมาณน้ำ

A = พื้นที่ของชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ราบ (พื้นที่สูญเสียน้ำ)

2.2.2 การคำนวณปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปี

ในการคำนวณจะใช้สมการดังนี้

ปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปี = ปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมบริเวณพื้นที่ราบ + ปริมาณน้ำเพิ่มเติมบริเวณพื้นที่ภูเขา (พื้นที่รับน้ำ) (2.2)

โดย

ปริมาณน้ำเพิ่มเติมในพื้นที่ราบ $= A \times S \times F$

ปริมาณน้ำเพิ่มเติมบริเวณพื้นที่ภูเขา $= A_1 \times S \times F$

โดยที่

A = พื้นที่ของชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ราบ

A_1 = พื้นที่ของชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ภูเขา

S = สัมประสิทธิ์การเก็บกัก

F = การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ได้ข้อมูลจากการติดตามวัดระดับน้ำอย่างต่อเนื่อง

2.2.3 ปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปีเฉลี่ยร้อยละ

ในการคำนวณจะใช้สมการดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่เติมในแต่ละปีเฉลี่ยร้อยละ} = \left(\frac{\text{ปริมาณน้ำที่เติมในแต่ละปีเฉลี่ย}}{\text{ปริมาณน้ำที่กักเก็บ}}\right) x100 \qquad (2.3)$$

2.3 แหล่งน้ำบาดาล

หมายถึง บริเวณที่มีน้ำบาดาลสะสมตัวอยู่เป็นปริมาณมาก โดยแหล่งน้ำบาดาลที่ดีควรจะเป็นชั้นหินที่มีโพรกตัวสูง และมีความฟ่ามสูง ได้แก่ ชั้นกรวดทรายที่มีการทับถมกันใหม่ ๆ ยังไม่กลายเป็นหิน หินทรายที่มีความโพรกตัวและความฟ่ามสูง หินปูนที่มีรอยร้าวและมีโพรงในหิน เราเรียกว่า " หินน้ำซึม " (Aquifer) สำหรับการนำน้ำบาดาลมาใช้มี 3 ลักษณะ ดังนี้

2.3.1 บ่อน้ำบาดาล (Deep Wells)

เป็นบ่อที่มีระดับความลึกมากๆ ในทางวิศวกรรมไม่สามารถกำหนดระดับความลึกได้แน่ชัด การนำน้ำขึ้นมาใช้ต้องใช้เครื่องมือช่วยขุดบางแห่งเมื่อขุดลงไปอาจมีปริมาณน้ำมากในช่วงแรกเท่านั้น เราไม่เรียกว่าบ่อบาดาล เรียกว่า บ่อบาดาลปลอม บ่อบาดาลควรมีปริมาณการให้น้ำตลอดเวลาเนื่องมาจากน้ำใต้ดินบริเวณรอบ ๆ บ่อจะไหลเข้ามาแทนที่ตลอดเวลา

2.3.2 บ่อน้ำตื้น (Shallow Wells)

เป็นบ่อที่ขุดขึ้นโดยไม่ลึกมากนัก โดยระดับความลึกแค่ผิวดินขึ้นบนเท่านั้น สามารถขุดเจาะได้เอง การขุดบ่อน้ำตื้นควรมีระยะห่างจากส้วมซึมประมาณ 20 เมตร เป็นอย่างต่ำ บ่อน้ำตื้นจะมีปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้น

2.3.3 ทางน้ำซับ (Infiltration Galleries)

มีลักษณะเป็นน้ำใต้ดินที่ไหลซึมผ่านชั้นดินตามแนวดิ่งไปสะสมตัวในชั้นหินในแนวนอนหรือแนวราบจนมีปริมาณมากและไม่สามารถไหลซึมผ่านไปได้อีกก็จะไหลไปตามแนวเทของชั้นหินหรือลักษณะภูมิประเทศ จนถึงจุดที่มีทางออก เช่น ตามลาดเขา หรือจุดตัดระหว่างชั้นหินกับบริเวณผิวดิน น้ำใต้ดินจึงไหลออกมาได้ จึงมักพบบริเวณลาดเขา หรือเชิงเขา บางครั้งพบว่าบางพื้นที่

จะได้เห็นน้ำซับซึมจากชั้นดิน ถ้ามีปริมาณน้ำมากสามารถนำมาใช้ได้ ในกรณีที่น้ำไหลมีกำลังแรงมาก เรียกว่า "น้ำพุ" มีประโยชน์ในการนำกลับมาใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค

2.4 การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน (Movement of Ground Water)

การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

- การไหลตามแนวดิ่ง ซึ่งเป็นการไหลซึมลงดินตามแนวดิ่ง อัตราการไหลจะเร็วหรือ ช้าขึ้นอยู่กับโครงสร้างของชั้นดินและหินว่ามีช่องว่างในเนื้อหินและความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่าน

- การไหลตามแนวระดับ เป็นการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น การไหลจาก ระดับสูงลงไปสู่ระดับที่ต่ำกว่า อัตราการไหลจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และเนื้อหิน เช่น หินเนื้อละเอียดมากอัตราการไหลของน้ำจะไหลได้ช้ามาก แต่ถ้าไหลผ่านโพรง เช่น ถ้ำ ที่ติดต่อกันเป็นทางยาวน้ำใต้ดินจะไหลได้เร็วพอๆ กับการไหลของน้ำผิวดิน

เมื่อมีฝนตกน้ำจะไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดดินและตามรอยแตกหรือรูโพรงที่เกิดจากการเน่าผุของรากพืชอันเนื่องมาจากการเตรียมดิน การไหลซึมของน้ำจากผิวดินนี้เรียกว่า การซึมผ่านผิวดิน (infiltration) ซึ่งแตกต่างจากการซึมลึกภายในดินหรือเรียกว่า Percolation

หลังจากที่น้ำไหลซึมผ่านผิวดินลงมาแล้ว ก็จะไหลต่อไปด้วยแรงดึงดูดของโลกตามช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน และด้วยแรงดูดซับ (capillarity) ตามช่องว่างขนาดเล็กกว่าของดิน อัตราที่น้ำบนผิวดินไหลซึมเข้าไปในดินต่อหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า infiltration rate หรือ intake rate อัตราดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความลึกของน้ำที่ยังอยู่บนผิวดิน ลักษณะโครงสร้างของดิน อุณหภูมิของน้ำและดิน และจำนวนความชื้นที่มีอยู่ในดิน ในตอนแรกที่มีการให้น้ำแก่ดินอัตราการซึมผ่านผิวดินจะสูงเนื่องจากผิวดินยังแห้งอยู่จึงดูดซับเอาน้ำได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นน้ำจำนวนหนึ่งจะไหลเข้าไปบรรจุอยู่ในรอยแตกระแหงหรือโพรงที่เกิดจากการผุเน่าของรากพืชจนเต็ม ระดับน้ำที่ขังอยู่บนผิวดินจึงลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อการให้น้ำดำเนินต่อไป ดินชั้นบนจะเริ่มอิ่มตัว อัตราการซึมผ่านผิวดินจะค่อย ๆ ลดลง และในที่สุดก็จะถึงจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งอัตราการซึมผ่านผิวดินจะมีค่าเกือบคงที่ตลอด จนกว่าจะหยุดการให้น้ำ ค่าที่เกือบจะคงที่ดังกล่าวนี้จะประมาณเท่ากับความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ (permeability) ของดินนั่นเอง

ในเมื่อ q คือ อัตราการไหลหรือเคลื่อนที่ของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา และผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล x คือ ระยะทางวัดตามแนวทิศทางการไหล K คือ ค่าการนำน้ำ (conductivity) และ $\emptyset$ คือ ค่าศักยภาพ (potential)

หลังจากที่น้ำที่ไหลด้วยแรงดึงดูดของโลกเคลื่อนตัวออกไปจากดินแล้ว ศักยภาพหลักที่เหลือก็คือ ศักยภาพดูดซึม (capillary) แสดงถึงหลักความจริงที่ว่าการไหลมีทิศทางจากบริเวณที่ที่

มีศักยภาพสูงไปยังที่ที่มีศักยภาพต่ำ อัตราการไหลก็ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของศักยภาพดังกล่าวด้วย ซึ่งหากแตกต่างกันมากอัตราการไหลจะเร็วและในทางตรงกันข้ามหากมีความแตกต่างกันน้อยอัตราการไหลก็จะน้อยตามไปด้วย นอกจากนี้อัตราการไหลยังขึ้นอยู่กับค่าการนำน้ำด้วย ซึ่งค่าดังกล่าวนี้หาได้ยากมาก แต่ถึงอย่างไรก็ตามค่าการนำน้ำจะสูงขึ้นหากมีปริมาณความชื้นในดินมากขึ้น และจะลดลงเมื่อขนาดช่องว่างในดินใหญ่ขึ้น ดังนั้นการเคลื่อนที่ด้วยแรงดูดซึมของน้ำในดินจะมีอัตราช้าลงหากดินแห้ง และจะมีค่าน้อยที่สุดในดินซึ่งเป็นดินเม็ดละเอียดมากหรือพวก fine grain นั่นอง

2.5 น้ำใต้ดินและชลศาสตร์บ่อบาดาล (GROUND WATER AND WELL HYDRAULICS)

เมื่อทราบกฎดาร์ซีและสมการทั่วไปเกี่ยวกับการไหลของน้ำใต้ดินแล้วก็จะอธิบายถึงการนำเอาสมการดังกล่าวไปใช้ในกรณีเฉพาะต่างๆ ของน้ำใต้ดิน การที่จะหา solutions เกี่ยวกับการไหลของน้ำใต้ดินในกรณีต่างๆ ได้จำเป็นจะต้องตั้งข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านชนิดของการไหล และ boundary conditions ต่างๆเสียก่อน ถึงแม้ว่า solutions ที่ได้จะเป็นเพียงผลประมาณในการประยุกต์ไปใช้กับการไหลของน้ำใต้ดินที่แท้จริงในสนามก็ตาม ผลที่ได้ดังกล่าวจะมีค่าและความหมาย ทำให้เข้าใจการไหลของน้ำใต้ดินดียิ่งขึ้น และสิ่งสำคัญก็คือ การพัฒนาน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ด้วยการสูบน้ำจากบ่อบาดาลนั้นจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงปัญหาและการแก้ปัญหาของการไหลของน้ำใต้ดินสู่บ่อน้ำบาดาล ทำให้มีโอกาสทราบว่า การที่จะพัฒนาเอาน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้คุ้มค่าหรือไม่ การสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้มากเกินไป จะเป็นผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมหรือ aquifer อย่างไรบ้าง เป็นต้น

2.5.1 การไหลคงที่ทิศทางเดียว (Steady Unidirectional Flow)

ในกรณีแรกนี้ ลักษณะการไหลของน้ำใต้ดินสมมุติให้มีลักษณะคงที่หรือไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา (steady flow) และมีทิศทางเดียว การประยุกต์สมการทั่วไปของการไหลน้ำใต้ดินจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ confined และ unconfined aquifers ตามลำดับ

1.) Confined Aquifer

พิจารณาการไหลของน้ำใต้ดินที่มีความเร็วเท่ากับ v ในทิศทางแกน x ของ confined aquifer ซึ่งมีความหนาสม่ำเสมอหรือคงที่ ดังในรูปที่ 2.6 สำหรับกรณีนี้สามารถประยุกต์ได้ดังนี้

$$\frac{\partial h^2}{\partial x^2} = 0 \qquad (2.4)$$

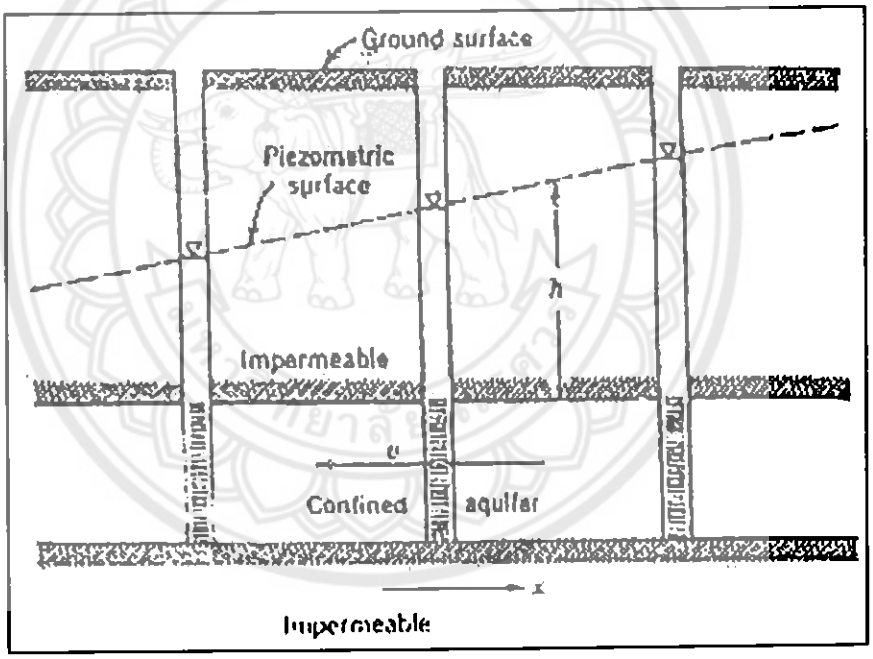
Solution ของสมการ ก็คือ

$$h = C1x + C2 \qquad (2.5)$$

ในเมื่อ h คือ head ที่พิจารณาอยู่เหนือ datum ที่สมมุติขึ้น C1 และ C2 คือค่าคงที่จากการอินทริเกรชั่น สมมุติว่า h = 0 เมื่อ x = 0 และจากสมการดาร์ซี $\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{v}{K}$ จะได้ค่า $C_1 = \frac{v}{K}$ และค่า $C_2 = 0$ หรือจากสมการ (2.5) จะได้

$$h = \frac{vx}{K} \qquad (2.6)$$

สมการนี้แสดงว่า head จะมีขนาดลดลงแบบ linear กับการไหลซึ่งทิศทางตรงข้ามกับ x (รูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.6 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady unidirectional flow ใน confined aquifer ที่มีความสม่ำเสมอ
ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

2.) Unconfined Aquifer

สำหรับการไหลในทำนองเดียวกันแต่เป็นกรณี unconfined aquifer การแก้สมการ laplace Equation เพื่อให้ได้ solution โดยตรงนั้นไม่สามารถที่จะทำได้ปัญหาที่ยุ่งยากก็คือ ระดับ water table จะแสดงลักษณะการไหลเป็นสองทิศทาง กล่าวถึงรูปร่างของระดับ water table จะเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของการไหล และในขณะเดียวกัน การแพร่กระจายหรือทิศทางการไหลจะ

เป็นตัวแสดงรูปร่างลักษณะของระดับ water table เพื่อจะหา solution ของการไหลโดยวิธีนี้ จำเป็นต้องตั้งสมมุติฐานขึ้น ซึ่งเรียกว่าข้อสมมุติฐานของ Dupuit ดังนี้ (1) ความเร็วของการไหลของน้ำจะสมมุติให้เป็นสัดส่วนกับ tangent ของเส้น hydraulic gradient แทนที่จะเป็นสัดส่วนกับ sine ดาร์ซี และ (2) การไหลจะสมมุติให้มีทิศทางอยู่ในแนวราบ และ uniform ทุกจุดในแนว vertical section ใดๆ ข้อสมมุติฐานดังกล่าวนี้มีขีดจำกัดในการประยุกต์เอาผลของ solution ไปใช้กับสภาพที่เป็นจริง สำหรับกรณีการไหลที่มีทิศทางเดียวดังแสดงในรูปที่ 2.6 จะมีปริมาณการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้างที่ vertical section ใดๆ ดังสมการ

$$q = Kh\frac{dh}{dx} \qquad (2.7)$$

ในที่นี้ K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน h คือ ความสูงของระดับ water table เหนือ impervious base และ x เป็นทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของการไหล จากการอินทีเกรทจะได้

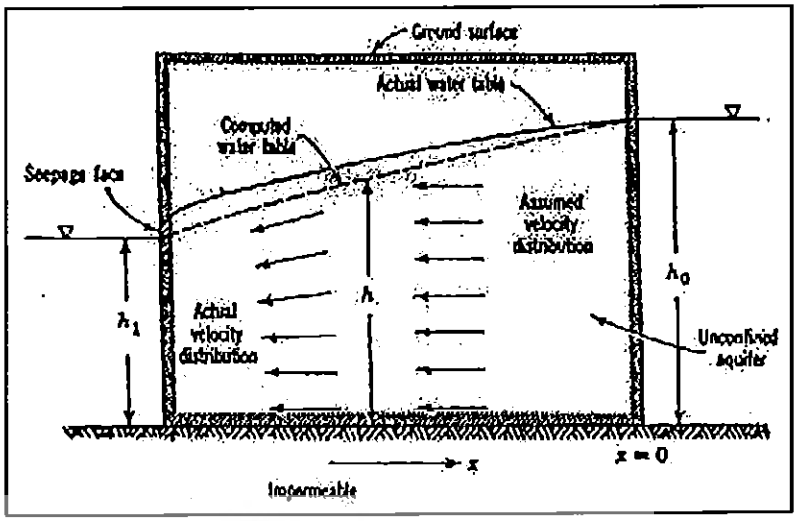
$$qx = \frac{K}{2}.\ h^2 + C \qquad (2.8)$$

และเมื่อ $h = h_0$ ที่จุด x = 0 จะได้สมการสำหรับการไหล ซึ่งเรียกว่า สมการ Dupuit จะได้

$$q = \frac{K}{2x}\ h_2 - h_0^2 \qquad (2.9)$$

ดังแสดงในรูปที่ 2.7 การไหลจะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของ x นอกจากนั้นสมการ (2.9) ยังแสดงว่าระดับ water table จะเป็นรูปพาราโบล่า

ในแนวทิศทางของการไหล ระดับ water table ที่เป็นรูปพาราโบล่านี้จะเพิ่มความลาดชันขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 เมื่อระดับ water table มีความลาดชันมาก ข้อสมมุติฐานสองข้อของ Dupuit จะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากด้วย ดังนั้นระดับ water table ที่แท้จริงจะผิดแผกจากระดับที่คำนวณได้จากสมการ (2.9) มากยิ่งขึ้นตามทิศทางการไหล หลักความจริงที่ว่าระดับ water table ที่แท้จริงอยู่เหนือระดับ water table ที่คำนวณได้จากสมการก็คือ ในสมการ Dupuit การไหลสมมุติให้มีทิศทางเฉพาะในแนวราบเท่านั้น ส่วนในกรณีการไหลที่แท้จริงความเร็วขนาดเดียวกันจะมีทิศทางในแนวดิ่งด้วย ดังนั้นในสภาพที่แท้จริงจำเป็นต้องมีความหนาของ aquifer มากกว่าเพื่อที่จะให้ได้ขนาดของปริมาณการไหลเท่ากัน

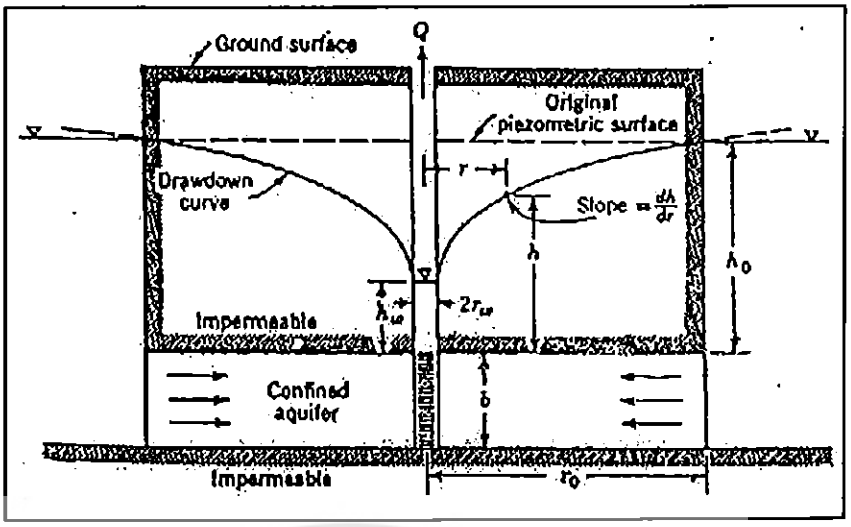


รูปที่ 2.7 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady flow ใน unconfined aquifer ที่อยู่ระหว่างแหล่งน้ำ 2 แห่ง
ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

จากข้อแตกต่างดังได้อธิบายแล้วนั้น จะเห็นว่าระดับ water table จะไม่เป็นไปตามรูปพาราโบล่าดังสมการ (2.9) เสียที่เดียว ถึงอย่างไรก็ตามสมการนี้จะให้ระดับ water table ใกล้กับความจริงมากในกรณีที่ความลาดชันน้อย ซึ่งค่าของ sine และ tangent จะใกล้เคียงกันมาก นอกจากนั้นสมการ (2.9) จะให้ค่าคำนวณของปริมาณการไหล q และค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน K แม่นยำเพียงพอสำหรับการนำไปใช้งาน

2.5.2 การไหลคงที่สู่บ่อบาดาล (Steady Redial Flow to A Well)

เมื่อทำการสูบน้ำจากบ่อบาดาล น้ำที่อยู่ใน aquifer รอบๆ บ่อบาดาลจะเคลื่อนตัวเข้ามาสู่บ่อ ทำให้ระดับ water table (กรณี unconfined aquifer) และระดับ piezometric surface (กรณี confined aquifer) ลดต่ำลงมาหรือเรียกว่า drawdown ดังนั้นคำว่า drawdown ที่จุดใดๆก็คือระยะทางที่ระดับ water table ลดต่ำลงมา และ drawdown curve ก็คือ โค้งแสดงความเปลี่ยนแปลงของ drawdown จากระยะทางจากบ่อนั่นเอง (รูปที่ 2.8) ในกรณีที่การไหลเป็นแบบสมทิศทาง drawdown curve จะมีลักษณะคล้ายกับกรวยซึ่งเรียกว่า cone of depression และตรงขอบนอกของ cone of depression จะแสดงขอบเขตพื้นที่อิทธิพลของการสูบน้ำจากบ่อมีไปถึง ต่อไปจะกล่าวถึงการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่บ่อ ทั้งกรณี confined และ unconfined aquifer ตามลำดับ



รูปที่ 2.8 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flow สู่บ่อสูบน้ำที่เจาะลงไปใน confined aquifer ซึ่งมีลักษณะเป็นเกาะ

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

1.) Confined Aquifer

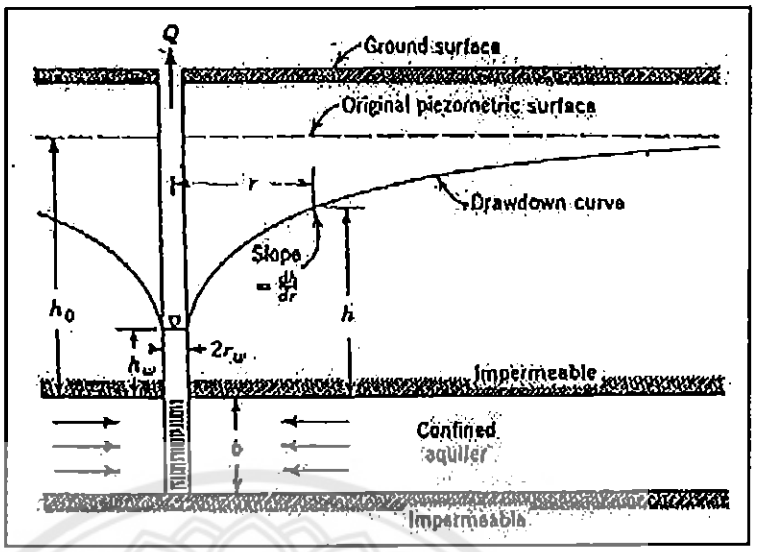
การไหลแบบคงที่สู่บ่อบาดาล สำหรับบ่อที่เจาะทะลุชั้น impermeable ด้านล่างของ confined aquifer นั้นแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ในกรณีนี้การไหลของน้ำสมมุติให้มีเพียงสองทิศทางเข้าสู่บ่อซึ่งเป็นศูนย์กลาง และสมมุติว่า aquifer เป็นแบบ homogeneous และ isotropic เนื่องจากการไหลจะมีทิศทางในแนวราบจึงสามารถประยุกต์ข้อสมมุติฐานการไหลของ Dupuit มาใช้ได้โดยไม่มีการผิดพลาดแต่อย่างใด และเพื่อให้ง่ายเข้าจะพิจารณา plane polar coordinates แทนแกน x – y และกำหนดให้ตำแหน่งของบ่อเป็นจุด origin ปริมาณน้ำที่ไหลมาสู่บ่อที่ระยะทาง r จากบ่อคือ

$$Q = Av = 2\pi rbK\frac{dh}{dr} \qquad (2.10)$$

โดยการจัดการรูปสมการใหม่และทำการอินทิเกรท และด้วยการใช้ boundary conditions ที่บ่อ คือ $h = h_w$ ที่ r $= r_w$ และที่ขอบของ island คือ $h = h_0$ ที่ r $= r_0$ (รูปที่ 2.8) จะได้สมการ drawdown ที่บ่อและสมการปริมาณการไหลของน้ำเข้าสู่บ่อดังนี้

$$h_0 - h_w = \frac{Q}{2\pi bK}\ln\left(\frac{r_0}{r_w}\right) \qquad (2.11)$$

$$Q = \frac{2\pi bK(h_0 - h_w)}{\ln\left(\frac{r_0}{r_w}\right)} \qquad (2.12)$$



รูปที่ 2.9 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flow สู่บ่อสูบน้ำที่เจาะลงไปใน extensive confined aquifer

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

ในรูปของสมการที่จะใช้ทั่วไปนั้น สมมุติว่าบ่อเจาะทะลุ confined aquifer ที่บริเวณกว้าง (extensive) ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ในกรณีนี้รัศมี r จะไม่มีขีดจำกัด ดังนั้นจากสมการ (2.12) จะได้รูปทั่วๆ ไป ดังนี้

$$Q = 2\pi bK \frac{h_0 - h_w}{\ln(\frac{r_0}{r_w})} \qquad (2.13)$$

ซึ่งแสดงว่า h จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อ r เพิ่มขึ้น และค่าสูงสุดของ h ก็คือ head h_0ก่อนเริ่มการสูบหรือเป็น uniform head ก่อนการเริ่มการสูบน้ำจากบ่อนั้นเอง

ในเมื่อพิจารณาทางด้านทฤษฎีแล้ว การไหลของน้ำใต้ดินแบบคงที่สูบบ่อบาดาลใน extensive aquifer นั้นเกิดขึ้นได้ยากเพราะค่า h จะเพิ่มขึ้นเมื่อ r เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถึงอย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัตินั้น h จะมีค่าข้าใกล้ h_0ที่ระยะทางหนึ่งจากหนึ่งจากบ่อ และด้วยการสมมุติระยะทางดังกล่าวพอประมาณ กำหนดให้ radius of influence $r = r_0$ เมื่อ $h = h_0$ เพื่อจะคำนวณหาค่า Q จากสมการ (2.12) และโดยการแทนค่า Q จากสมการ (2.12)ในสมการ (2.13) จะได้

$$h - h_w = (h_0 - h_w) \frac{\ln(\frac{r}{r_w})}{\ln(\frac{r_0}{r_w})} \qquad (2.14)$$

สมการ (2.14) จะแสดงว่า head จะเปลี่ยนแปลงแบบ linear กับ logarithm ของระยะทางหรือรัศมี r โดยไม่ต้องคำนึงถึงค่าปริมาณการไหล Q แต่อย่างใด

สมการ (2.13) เรียกว่าสมการ Equilibrium หรือ Thiem เป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านของ aquifer จากการสูบน้ำจากบ่อ วิธีการก็คือทำการสูบน้ำจากบ่อด้วยอัตราที่คงที่เป็นระยะเวลานานพอสมควร จนคิดว่าการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่บ่อเป็นแบบ steady แล้ว จากนั้นก็วัดระดับน้ำใต้ดินจากบ่ออีกสองบ่อที่มีระยะห่างจากบ่อที่สูบน้ำเป็นระยะทางแตกต่างกัน จากระดับน้ำใต้ดินที่วัดได้จะทำให้ทราบค่า h_1และ h_2ที่ระยะทาง r_1 และจากบ่อ เมื่อนำค่าที่วัดได้นี้ไปแทนในสมการ (2.13) ก็จะคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ดังนี้

$$K = \frac{Q}{2\pi b(h_2 - h_1)} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) \qquad (2.15)$$

การใช้สมการ (2.15) หาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านดังกล่าวแล้วนั้น จำเป็นต้องเข้าใจและใช้ให้ถูกต้อง เพราะสมการนี้มีข้อสมมุติฐานหลายประการด้วยกัน ถ้าสภาพที่แท้จริงในสนามแตกต่างจากข้อสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านที่หาได้จะมีข้อผิดพลาดมาก ในขั้นแรกนั้นการสูบน้ำออกจะต้องมีอัตราคงที่ และจะต้องสูบด้วยระยะนานพอสมควร เพื่อให้ได้ steady – state condition นั้นคือ drawdown จะเปลี่ยนแปลงไม่มากนักกับเวลา บ่อที่จะใช้วัด drawdown หรือระดับน้ำใต้ดินซึ่งเรียกว่า observation wells นั้นจะต้องอยู่ใกล้กับบ่อที่สูบน้ำพอสมควรเพื่อการวัด drawdown จะได้สังเกตได้ง่าย นอกจากนั้นยังมีข้อสมมุติฐานอื่นที่จะต้องพิจารณาด้วยกันคือ การสมมุติว่า aquifer เป็นแบบ homogeneous และ isotropic บ่อที่เจาะลงไปจะต้องทะลุผ่านชั้น confined aquifer หรือเรียกว่า complete penetration และการไหลต้องเป็นไปตามกฎของดาร์ซี ถึงแม้ว่าจะมีข้อสมมุติฐานหลายอย่างก็ตาม สมการ (2.11) ก็ยังเป็นที่นิยมในการใช้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน K

2.) Unconfined Aquifer

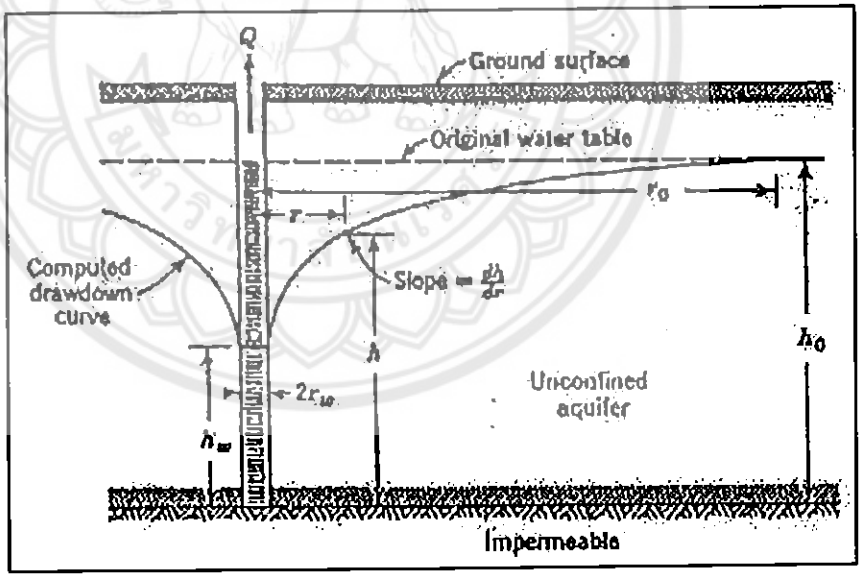
การหา solution ของสมการการไหลแบบ steady radial flow เข้าสู่บ่อสำหรับกรณี Unconfined aquifer ก็ใช้หลักข้อสมมุติฐานของ Dupuit ดังแสดงในรูปที่ 2.10 บ่อจะต้องเจาะทะลุชั้น unconfined aquifer จนถึงชั้น impermeable layer และก่อนเริ่มสูบน้ำ จะต้องมี head รอบๆ บ่อคงที่เท่ากับ h_0ที่ระยะทาง r จากบ่อจะได้สมการคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินดังนี้

$$Q = 2\pi r K h \frac{dh}{dr} \qquad (2.16)$$

ซึ่งเมื่อทำการอินทิเกรทระหว่าง limits $h = h_w$ ที่ระยะ $r = r_w$ และ $h = h_0$ ที่ระยะ $r = r_0$ จะได้สมการคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินดังนี้

$$Q = \pi K \frac{(h_0^2 - h_w^2)}{\ln(r_0/r_w)} \qquad (2.17)$$

เนื่องจากบริเวณใกล้ๆ กับบ่อสูบน้ำ ความเร็วในทิศทางดิ่งจะมีมากทำให้ข้อสมมุติฐานของ Dupuit คลาดเคลื่อนไป ดังนั้น curve ของ drawdown ที่คำนวณได้บริเวณใกล้ๆกับบ่อจะไม่ถูกต้องนัก ถึงอย่างไรก็ตามการคำนวณหาค่าปริมาณการไหล Q จะถูกต้องเพียงพอกับการนำไปใช้งาน ในทางปฏิบัติการเลือกค่า radius of influence r_0 นั้นกระทำได้โดยประมาณ แต่ค่าของ Q จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ถึงแม้ว่าค่า r_0ที่เลือกใช้จะเปลี่ยนแปลงมากก็ตาม ค่าของ r_0ที่แนะนำจะอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 ฟุต ระยะทางจากบ่อดังกล่าวนี้ไม่ได้แสดง limits ซึ่ง drawdown สามารถจะสังเกตเห็นได้ แต่จะเป็นค่าที่จะใช้โดยประมาณในการประยุกต์สมการ (2.17) นอกจากนั้นระยะทางใดๆ หรือ r_1 และ r_2 กับ head h_1 และ h_2 สามารถนำไปใช้กับสมการ (2.17) ได้คล้ายกับในกรณีสมการ (2.15)



รูปที่ 2.10 แสดงการไหลของน้ำใต้ดินแบบ steady radial flow สู่บ่อสูบน้ำที่เจาะลงไปใน unconfined aquifer

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

Steady Flow with Uniform Recharge รูปที่ 2.10 แสดงบ่อสูบน้ำที่เจาะลงไปในชั้น unconfined aquifer ซึ่งมี recharge จากน้ำบนผิวดินด้วยอัตราคงที่ W น้ำที่ recharge ให้กับน้ำใต้ดินนี้อาจเกิด

จากฝนที่ตก การให้น้ำชลประทานที่มากเกินไป หรือจากแหล่งน้ำอื่นๆ เป็นต้น ปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินไปยังบ่อจะมีอัตราเพิ่มขึ้นที่ระยะทางเข้าใกล้บ่อ และจะมีค่าสูงสุดที่บ่อ อัตราการเพิ่มของปริมาณการไหล dQ ผ่านรูปทรงกระบอกที่มีความหนา dr และรัศมี R เกิดจากน้ำที่ recharge ลงบนรูปทรงกระบอกดังสมการ

$$\mathrm{dQ} = -2\pi r\, dr \qquad (2.18)$$

และจากการอินทิเกรทจะได้

$$Q = -\pi r^2 W + C \qquad (2.19)$$

แต่ที่บ่อ r จะเข้าใกล้กับ 0 และ Q จะเท่ากับ Q_w ดังนั้น $c = Q_w$

$$Q = -\pi r^2 W + Q_w \qquad (2.20)$$

2.6 การไหลซึมจากแหล่งน้ำ

วิธีวิเคราะห์ที่เสนอโดย Muskat และ Polubarinova – Kochina ยึดหลักวิธี including inverse อย่างเคร่งครัด ผลลัพธ์ได้ออกมาทั้งหมดของการแก้ปัญหายึดหลัก Steady – state flow การแก้ปัญหาของ Bouwer ยึดหลัก resistance – network analog (R analog) และผลลัพธ์บางส่วนก็อยู่ใน dimensionless chart

ในกรณีนี้ วิธีการประมาณเป็นทางแก้ปัญหาที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์สมมุติฐานของ Dupuit ถ้ารู้ระดับของ natural groundwater table ในกรณีอื่นๆ Dupuit – Forchheimer เป็นสมมุติฐานที่ถูกนำมาใช้ โดยทั่ว ๆไป วิธี flow – net สามารถใช้การประมาณสภาพขอบเขตที่ให้ความหมายที่แน่นอน

วิธีที่เสนอโดย POlubarinova – Kochina เป็การใช้วิธี semi – inverse ก่อนการกำหนดแนวทางแก้ปัญหาต้องรู้รูปร่างของลำน้ำ ต่อมาก็กำหนดแนวทางแก้ปัญหารูปร่างของลำน้ำเป็นอัตราส่วน $B_w/C_c = 4.5$ ที่แสดงในรูปที่ 2.11 เมื่อ B_w เป็นความกว้างของผิวบนลำน้ำ และ d_c เป็นความลึกมากที่สุดของน้ำที่จุดศูนย์กลางของลำน้ำ ซึ่งรายละเอียดแกน X และ Y แสดงอยู่ในรูป 2-11

$$\pm \mathrm{X} = -\sqrt{d_c^2 + y^2} + \frac{B_w + 2d_c}{\pi} cos^{-1}\frac{y}{c} \qquad (2.21)$$

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปร.
I 5072736 ว432ก
2552
e.2

ชั้นน้ำใต้ดินถูกสมมุติให้ลาดลงจนถึงชั้นหินทึบน้ำที่ Infinity

อัตราการไหลของ q จากเส้นขอบของลำน้ำ ถูกกำหนดโดย (มีหน่วย per unit length of the stream)

$$q = k(B_w + 2d_c) \quad (2.22)$$

asymptotes ของผนังอิสระ (free surface) ทั้งสองที่เป็นระยะห่างระหว่างด้านทั้งสองของลำน้ำ $(B_w + 2d_c)$ (อ้างอิงที่ Infinity) โดยที่อัตราการไหล q = พื้นที่ x ความเร็ว darcian (V_y)ที่พื้นผิวทึบน้ำ (ที่ Infinity) ฉะนั้นจากสมการ (2.22)

$$q = k(B_w + 2d_c) = (B_w + 2d_c)V_{y=x} \quad (2.23)$$
$$V_{y=\infty} = K$$

สิ่งที่ค้นพบในการแก้ปัญหาความลึกนั้นคือ $y = 1.5(B_w + 2d_c)$ เป็นระยะห่างระหว่างสองผิวอิสระ (free surface) ที่ใกล้กันมากๆ จนถึงระยะห่างระหว่าง asymptotes ฉะนั้นการแก้ปัญหาสามารถให้การไหลจากลำน้ำเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดินมากๆ ที่ชั้นทึบน้ำที่มีความลึกจำกัด โดยที่คือ $y = 1.5(B_w + 2d_c)$ หรือมากกว่า

ตามที่ Polubarinova – Kochina ได้เสนอวิธีการแก้ไข มีคนแรกที่ใช้วิธีนี้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาคือ Kozeny แต่ต่อมาได้ใช้วิธีอื่นในการพิสูจน์ จากรูปสิ่งที่นำมาใช้ประโยชน์ รูปร่างของลำน้ำสามารถประมาณถึงรูปร่างของลำน้ำที่มีอยู่จริง ภายใต้การตรวจสอบโดยการทำเครื่องหมายแสดงมากมายบนพื้นที่หน้าตัดให้สอดคล้องกับสมการ (2.21) เมื่อ B_w และ d_c มีค่ามากมาย

เมื่อขอบเขตล่างเป็นชั้นหินไม่ทึบน้ำ (ที่ Infinity) แสดงในรูป 2.12 ตามสมการจะได้

$$\pm X = -\sqrt{d_c^2 + y^2} + \frac{B_w + 2d_c}{\pi} cos^{-1}\frac{y}{c} \quad \text{(Stream equation)} \quad (2.24)$$

$$q = k(B_w + 2d_c) \quad (2.25)$$

สมการสำหรับผิวอิสระ (free surface) (free surface ด้านขวามือ) เป็น

$$X = d_c \exp\left(\frac{\pi K y}{q}\right) + \frac{q}{2K} \quad (2.26)$$

ด้านซ้ายมือของ free surface (รูปที่ 2.11) เท่ากับด้านขวามือ ในกรณีนี้ ความเร็ว darcian ที่ขอบเขตชั้นทึบน้ำมีค่าเท่ากับศูนย์

กลองที่เลือกพิจารณามีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแต่ยังในทฤษฎีของขอบเขตชั้นทึบน้ำที่ $y = -\infty$ ความเร็ว darcian ที่ขอบเขตนี้ค่า K เท่ากัน อัตราการไหล q หาได้โดย

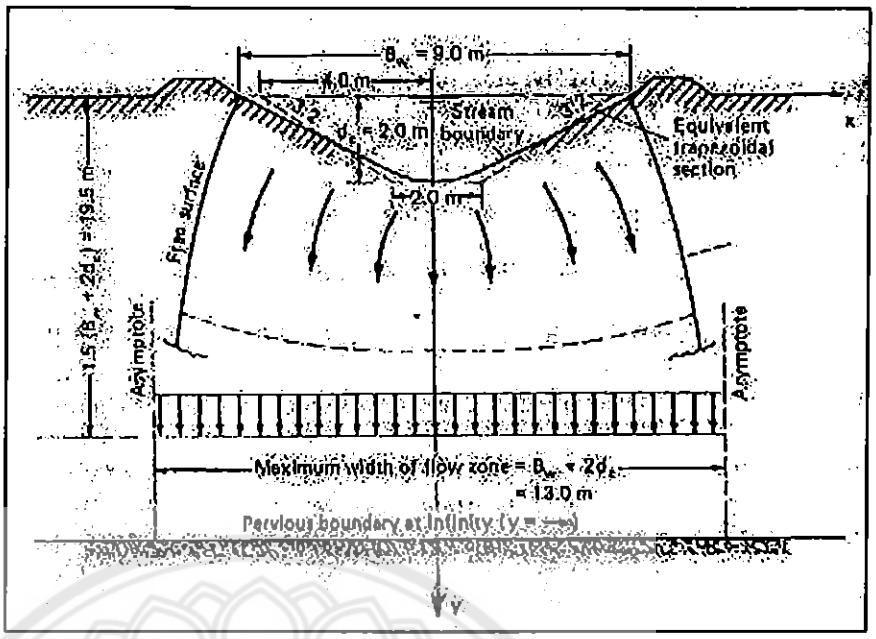
$$q = k(B_w + Aqd_c) \qquad (2.27)$$

B_w และ d_c บอกให้รู้ในรูป 2.12 และ Aq เป็นสัมประสิทธิ์ numerical ซึ่งอยู่ในช่วง 2.25 และ 3.25 สำหรับพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมูใช้ตารางที่ 2.1 ซึ่งให้ค่า x และ y ที่ใช้ในสมการก่อนหน้าในการเขียนขอบเขตลำน้ำที่แสดงในรูป 2.11 $(B_w/C_c = 4.5)$ ชั้นน้ำได้ดินถูกสมมุติลาดลงจนถึง infinity เมื่อชั้นหินทึบน้ำมีอยู่จริง

ตารางที่ 2.1 Plotting the Stream Boundary in Accordance with Eq. (2.21)

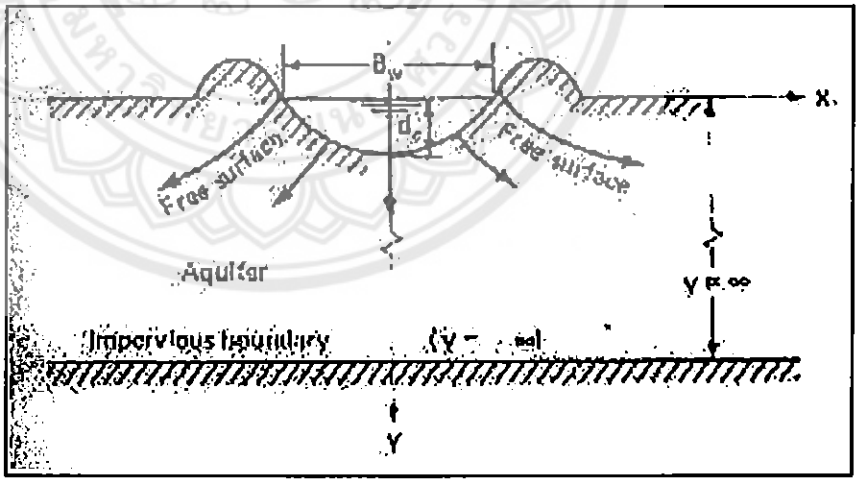
y	$-\sqrt{d_c^2 + y^2}$	$\frac{B_w + 2dc}{\pi} cos^{-1} \frac{y}{d_c}$	x
2.00	0.000	0.000	0.000
1.75	-0.968	2.091	1.123
1.50	-1.323	2.991	1.668
1.25	-1.561	3.706	2.145
1.00	-1.732	4.333	2.601
0.75	-1.854	4.909	3.055
0.50	-1.936	5.545	3.518
0.25	-1.984	5.981	3.997
0.00	-2.000	6.500	4.500

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)



รูปที่ 2.11 Seepage from a stream with a curved perimeter ; pervious lower boundary at infinity

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)



รูปที่ 2.12 Seepage from a stream with a curved perimeter ; impervious lower boundary at infinity

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549)

2.7 การประเมินโครงการ

การประเมินโครงการ คือ การวิเคราะห์ความน่าลงทุนของโครงการจากผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับต้นทุนของโครงการ ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจการลงทุนในโครงการนั้น

2.7.1 การคำนวณดัชนีประเมินโครงการ

B(Benefit) = ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น

= รายรับ - ค่าใช้จ่ายทั้งหมด หรือเรียกว่า " กำไร "

C(Cost) = ต้นทุนของโครงการ

= ต้นทุนทั้งหมดในการก่อสร้างโครงการ

หาก B/C > 1 แสดงว่า โครงการน่าลงทุน เพราะ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นมากกว่าต้นทุนของโครงการ

B/C = 1 แสดงว่า ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น เท่ากับ ต้นทุนของ โครงการ

B/C < 1 แสดงว่า โครงการไม่น่าลงทุน เพราะ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นน้อยกว่าต้นทุนของโครงการ

หรือ B – C > 0 แสดงว่า โครงการน่าลงทุน เพราะ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น มากกว่าต้นทุนของโครงการ

B – C = 0 แสดงว่า ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น เท่ากับ ต้นทุนของโครงการ

B – C < 0 แสดงว่า โครงการไม่น่าลงทุน เพราะ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นน้อยกว่าต้นทุนของโครงการ

2.7.2 การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน

การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน คือ การแปลงมูลค่าจากในอนาคตมาเป็นมูลค่าในปัจจุบัน เพื่อให้ทราบมูลค่าของเงิน ณ เวลาเดียวกัน แล้วจะสามารถนำไปใช้ในการประเมินโครงการต่อไปได้

$$P = F(1/(1+i))^n \quad (2.28)$$

$$F = [A(1+i)^n - 1]/i \quad (2.29)$$

โดย P หมายถึง จำนวนเงินหรือมูลค่าของเงินในขณะเริ่มต้นของระยะเวลา พิจารณา (Present sum หรือ Present worth)

F หมายถึง จำนวนเงินหรือมูลค่า ของเงินเมื่อสิ้นระยะเวลาพิจารณา (Future sum หรือ Future worth)

i หมายถึง อัตราดอกเบี้ยต่อช่วงเวลา เช่น ต่อเดือน หรือ ต่อปี

n หมายถึง จำนวนช่วงเวลาในระยะเวลาพิจารณา เช่น เมื่อ I เป็นอัตราต่อเดือน ระยะเวลาพิจารณา 2 ปี จะมี n เป็น 24 ช่วง

A_k หมายถึง จำนวนเงินหรือมูลค่าของเงินที่รับ(เป็นบวก) หรือจ่าย(เป็นลบ) เมื่อสิ้นช่วงเวลา ช่วงเวลา ต่างๆ กัน ตามค่า k โดยมี k เป็น 1 , 2 , ... n

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชินกร สุวรรณประสิทธิ์ (2550) ศึกษา การทรุดบ่อบาดาลระดับตื้นเพื่อการทำนาในพื้นที่ตำบลงิ้วงาม อำเภอเมือง และ ตำบลวังอิทก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาพบว่า

1) การทรุดบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น โดยทั่วไปมักเกิดจากการที่เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง ซึ่งมีแรงดึงน้ำไม่เกิน 10 เมตร ไม่สามารถดึงน้ำได้ เนื่องจากระดับน้ำบาดาลอยู่ต่ำเกินกว่ากำลังของเครื่องสูบน้ำที่จะสามารถสูบได้ จึงจำเป็นต้องนำเครื่องสูบน้ำลงไปติดตั้งให้อยู่ในระยะที่สามารถดึงน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมนำไปตั้งห่างจากระดับน้ำบาดาลประมาณ 4 เมตร โครงสร้างบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นมี 2 ประเภท ได้แก่

(1) บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดชั้นเดียว ซึ่งเป็นบ่อที่มีวงบ่อขนาดเดียวตั้งแต่ปากบ่อจนถึงก้นบ่อโดยเกษตรกรนิยมทรุดบ่อให้ใกล้กับระดับน้ำประมาณ 4 เมตร (รูปที่ 2.13)

(2) บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดสองชั้น ซึ่งเป็นบ่อที่มีวงบ่อ 2 ขนาด ด้านบนใหญ่กว่าด้านล่าง การทรุดครั้งที่สองมักเกิดจากระดับน้ำบาดาลลดลง (รูปที่ 2.14)

2) ชนิดของท่อน้ำที่เกษตรกรนิยมใช้มี 2 ชนิด คือ ท่อเหล็ก และ ท่อพีวีซี โดยท่อพีวีซีมีความทนทานมากกว่าท่อเหล็กหากใช้เป็นบ่อน้ำบาดาล เนื่องจากไม่ผุกร่อนง่ายหากเปรียบเทียบกับท่อเหล็กที่เกิดสนิมได้ง่ายหากถูกน้ำ

3) ระยะทรุดบ่อไม่ได้เกี่ยวข้องกับปริมาณการสูบน้ำแต่อย่างใด สาเหตุที่ทำให้ระยะทรุดบ่อในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากันนั้น เช่น บางบริเวณอาจลึกหรือตื้นกว่าอีกบริเวณหนึ่ง อาจมีสาเหตุมาจากสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่นั้นๆ คือ ระยะห่างระหว่างผิวดินและระดับน้ำบาดาลแต่ละบริเวณมีระยะไม่เท่ากัน หรืออาจเป็นเพราะเกษตรกรนิยมทรุดบ่อเผื่อระยะให้ใกล้กับระดับน้ำบาดาลมากที่สุด เพื่อจะได้ไม่ต้องทรุดหลายครั้งหากระดับน้ำบาดาลลดลง การสูบน้ำมากในแต่ละปีไม่ทำให้ระดับน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงมากเท่าใด แต่จะค่อยๆเปลี่ยนแปลงหากมีการสูบน้ำบาดาลมากกว่าปริมาณน้ำเติม

4) แนวคิดที่ว่ามีโครงการชลประทานจะทำให้การขุดเจาะน้ำบาดาลใหม่ๆมีจำนวนลดลงนับว่าไม่เป็นความจริงในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากแนวโน้มการขุดเจาะบ่อเพิ่มขึ้นตั้งแต่มีน้ำจากระบบคลองชลประทานเข้ามาในพื้นที่ในปี พ.ศ.2525 จนมีมากที่สุดในปี พ.ศ.2530 ซึ่ง (รูป 2.15) มีการเจาะและทรุดบ่อมากที่สุดถึง 27 บ่อ จากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งปัจจุบัน สาเหตุเพราะก่อนมีน้ำจากชลประทานเข้ามา เกษตรกรทำนาปีเพียงอย่างเดียว โดยอาศัยน้ำจากน้ำฝนเท่านั้น แต่หลังจากมีระบบชลประทาน เกษตรกรเริ่มทำนาปรัง 2 ครั้ง เพื่อเพิ่มรายได้ และใช้น้ำจากคลองชลประทานและน้ำฝนไม่เพียงพอ เกษตรกรจึงหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำในการทำนาปรังครั้งที่ 2 ทำให้เกษตรกรเริ่มขุดเจาะบ่อใหม่และทรุดบ่อกันอย่างแพร่หลาย

5) ปริมาณการสูบน้ำในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากันทั้งที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานเหมือนกัน ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากคลองชลประทานเข้าไม่ถึงบริเวณตำบลวังอิทก ทำให้เกษตรกรมีการสูบน้ำบาดาลตลอดปี ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงจนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้นภาครัฐจึงควรขุดลองคลองชลประทานให้มีน้ำส่งถึงนาแต่ละผืนให้เพียงพอ เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล และเพิ่มประสิทธิภาพของชลประทานให้ดียิ่งขึ้น

6) เครื่องสูบน้ำที่เกษตรกรนิยมใช้ได้แก่ เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากเครื่องสูบน้ำหอยโข่งเป็นเครื่องสูบน้ำบาดาลระดับตื้นที่มีคุณภาพ ราคาถูก และพบว่ามีความทนทานต่อทรายละเอียดเป็นอย่างดี และระยะในการส่งน้ำอยู่ไม่เกิน 40 เมตร

สนอง ปะทะนมปี (2547) ศึกษา การจัดการน้ำบาดาลบ่อตื้นเพื่อการเกษตร ในพื้นที่ชลประทาน ในพื้นที่การจัดสรรน้ำชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล อยู่ในพื้นที่ระหว่างตอนที่ 2 และ บางส่วนตอนที่ 3 บริเวณ ต.ท่าโพธิ์ , ต.งิ้วงาม , ต.วัดพริก , และ ต.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาพบว่า

1) สาเหตุที่ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลง เนื่องจากมีการทำนาโดยไม่มีการหยุดพักดิน มีการปลูกข้าวนอกฤดูเพาะปลูก เกษตรกรทำนาปีละ 3 ครั้ง (นาปี 1 ครั้ง และนาปรัง 2 ครั้ง) เกิดการขาดแคลนน้ำชลประทาน จึงมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันมาก จึงควรมีการแก้ไขปัญหาจากสาเหตุที่เกิดขึ้น

2) การใช้น้ำอย่างอิสระไร้การควบคุมจากหน่วยงานของรัฐ ทั้งด้านปริมาณและระยะเวลา ขาดมาตรการและกลไกในการควบคุมในด้านปริมาณการใช้ที่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการใช้น้ำบาดาลมากเกินจนขาดดุล ควรมีการแก้ไขปัญหาจากสาเหตุที่เกิดขึ้น

3)การปลูกพืชแบบเดี่ยว เกษตรกรทำนาเพียงอย่างเดียว การทำนาต้องใช้น้ำมากกว่าพืชชนิดอื่น จึงทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก

4) แหล่งกักเก็บน้ำผิวดินตามธรรมชาติไม่เพียงพอ ถ้ามีแหล่งกักเก็บเพิ่มเติมจะช่วยบรรเทาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งได้

5) ประสิทธิภาพของระบบชลประทานต่ำ การส่งน้ำเข้าไปในพื้นที่เพาะปลูกไม่ทั่วถึง เนื่องจากคลองซอยเสียหายหรือขาดการบำรุงรักษา ทำให้เกิดการรั่วซึมระหว่างทาง

กิจการ พรหมมา (2552) ศึกษา ผลตอบแทนการทำนาโดยใช้น้ำบาดาลระดับตื้นในช่วงน้ำมันแพงและราคาข้าวผันผวน ในพื้นที่ อำเภอเมือง , วังทอง , พรหมพิราม , บางระกำ และ บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาพบว่า ในปีเพาะปลูก 2550 น้ำมันดีเซลเชื้อเพลิงคิดเป็น 14 – 15% ของต้นทุนทำนาทั้งหมด ซึ่งน้ำมันมีราคา 17-32 บาทต่อลิตร และข้าวมีราคาผันผวน 5,600 – 12,000 บาทต่อเกวียน ชาวนามีกำไรนาปี 1,071 บาทต่อไร่ และมีกำไรนาปรัง 4,352 บาทต่อไร่ จุดคุ้มทุนของการทำนาคือเมื่อข้าวเปลือกนาปีมีราคา 3,433 บาทต่อเกวียน และข้าวเปลือกนาปรังมีราคา 4,148 บาทต่อเกวียน วิธีการลดต้นทุนทำนาได้แก่ ลดการจ้างงาน หยุดใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีอื่นๆ ใช้น้ำร่วม ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสูบน้ำบาดาล และใช้แรงงานสัตว์ไถนา

กิจการ พรหมมา , อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ , จรัสดาว คงเมือง , จรัณธร บุญญานุภาพ และ วิภา หอมนวล (2545) ศึกษา ผลกระทบของการใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นก่อนและหลังการบำบัดคุณภาพน้ำที่มีต่อสภาพแวดล้อมในนาข้าว และชุมชนใกล้เคียงในเขตจังหวัดพิษณุโลก
จากการศึกษาพบว่า

1) น้ำบาดาลบ่อตื้นมีคุณภาพโดยเฉลี่ยปานกลางและมีปริมาณน้อยลงกว่าในอดีต น้ำบาดาลบ่อตื้นสำหรับใช้เพื่อการเกษตรมีคุณภาพปานกลาง สำหรับเพื่อการบริโภคมีคุณภาพต่ำ และสำหรับเพื่อการอุปโภคมีคุณภาพต่ำมาก โดยปัญหาน้ำบาดาลบ่อตื้นที่ควรได้รับการบำบัดคือ ปริมาณเหล็กและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งเกษตรกรพบว่าข้าวเป็นโรคมากขึ้นโดยสังเกตพบว่าเป็นโรคใบไหม้ อาการใบมีสีเหลืองหรือส้ม และมีจุดไหม้ โดยมีสาเหตุมาจากดินมีปริมาณเหล็กมากกว่าปกติ

อาจเกิดจากการสะสมธาตุเหล็กในดินนาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ในอดีต ซึ่งเหล็กอาจเป็นตัวการสำคัญที่จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และนอกจากนั้น บ่อน้ำบาดาลบ่อตื้นมีอายุ 10 – 20 ปี ทำให้รี่ (มุ้งพลาสติก) ที่ใช้กรองน้ำขาดและมีทรายปนออกมากับน้ำ ทำให้คุณภาพดินอาจเสื่อมลงมาได้ เพราะน้ำบาดาลมีสนิมเหล็กมาก เกษตรกรพบว่า เนื้อดินเหนียวแข็งขึ้นหรือมีความร่วนมากขึ้น (ร้อยละ 62) มีสีจางลงบ้าง (ร้อยละ 29.6) และมีส่วนน้อยที่พบว่าน้ำบาดาลบ่อตื้นทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น (ร้อยละ 0.4)

2) เกษตรกรทำนาไม่พร้อมเพรียงกัน และสูบน้ำบาดาลบ่อตื้นมาใช้ทุกครั้งที่เกิดการขาดแคลนน้ำผิวดิน และน้ำฝน แม้การสูบน้ำบาดาลจะเกิดขึ้นไม่พร้อมเพรียงกัน แต่ผลกระทบที่สะสมจากการใช้อย่างต่อเนื่องประมาณ 20 ปี ทำให้เห็นการทรุดบ่อปรากฏอยู่ทั่วไป

3) เกษตรกรขาดทุนจากการทำนา เฉลี่ยเป็นเงิน 60.13 บาทต่อไร่ หรือ 0.09 บาทต่อกิโลกรัม สิ่งนี้บ่งชี้ว่าน้ำบาดาลบ่อตื้นไม่ทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น เกษตรกรขาดทุนแต่ยังคงทำนาต่อไป เนื่องจากไม่รู้ว่าตนเองขาดทุนและไม่มีความรู้วิชาชีพอื่น

4) น้ำบาดาลบ่อตื้นที่มีการใช้เป็นปริมาณมาก มีในพื้นที่ดังนี้ (รูปที่ 2.16)

4.1)อำเภอบางกระทุ่ม ได้แก่ตำบลท่าตาล ตำบลนครป่าหมาก และตำบลไผ่ล้อม เป็นต้น ส่วนในพื้นที่ที่ใช้น้ำบ่อตื้นเฉพาะช่วงขาดน้ำผิวดิน ได้แก่ ตำบลบ้านไร่ ตำบลโคกสลุด ตำบลสนามคลี และตำบลบางกระทุ่ม เป็นต้น

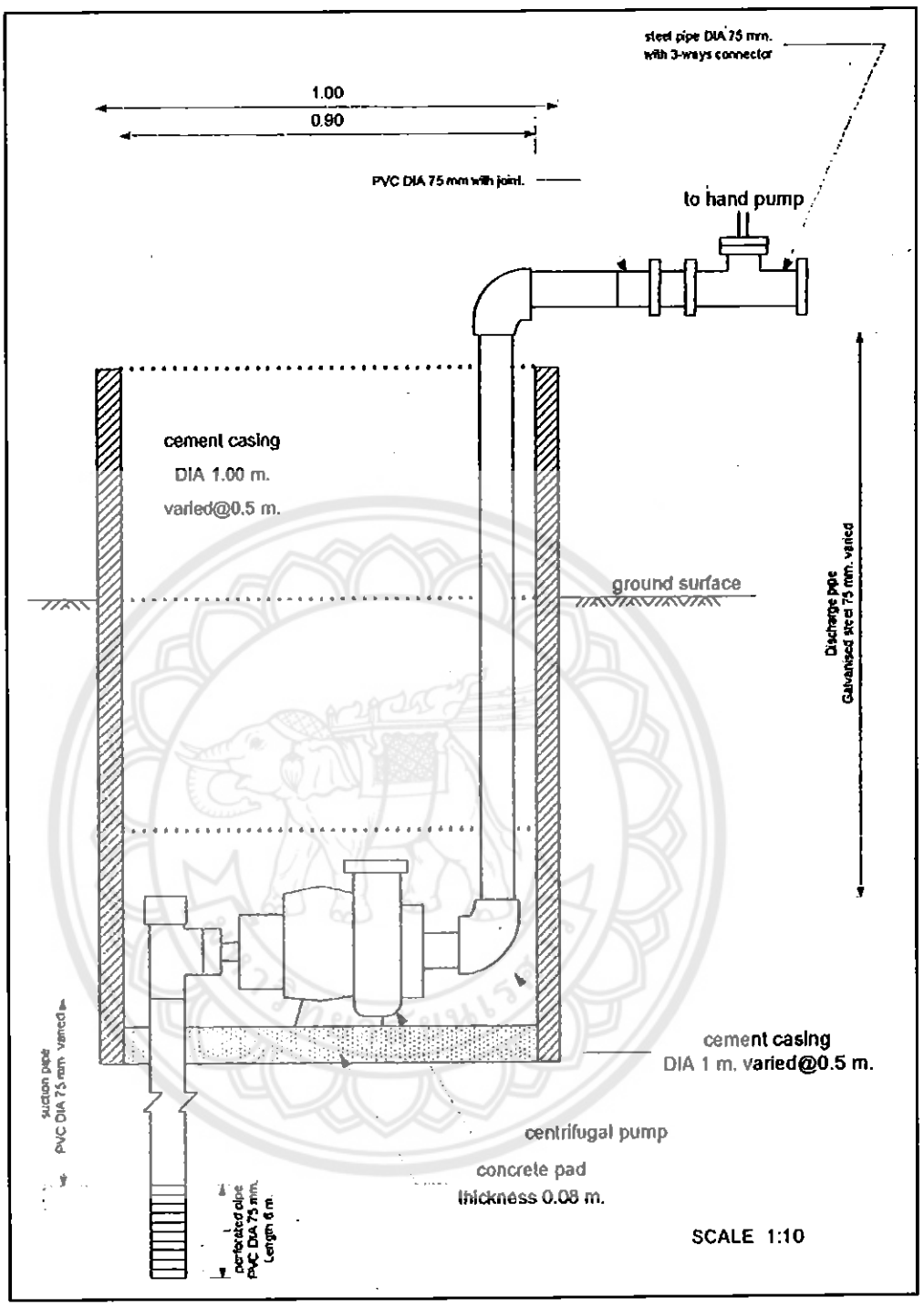
4.2)อำเภอบางระกำ ได้แก่ ตำบลหนองกุลา ตำบลปลักแรด ตำบลพันเสา ตำบลท่านางงาม ตำบลบึงกอก ตำบลวังอิทก และตำบลบางระกำ แต่ในตำบลคุยม่วงและตำบลชุมแสงสงครามนั้น เกษตรกรใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นหลังจากระดับน้ำท่วมลดลง

4.3) อำเภอพรหมพิราม ได้แก่ ตำบลวังวน ตำบลตลุกเทียม ตำบลศรีภิรมย์ และตำบลมะตูม เป็นต้น

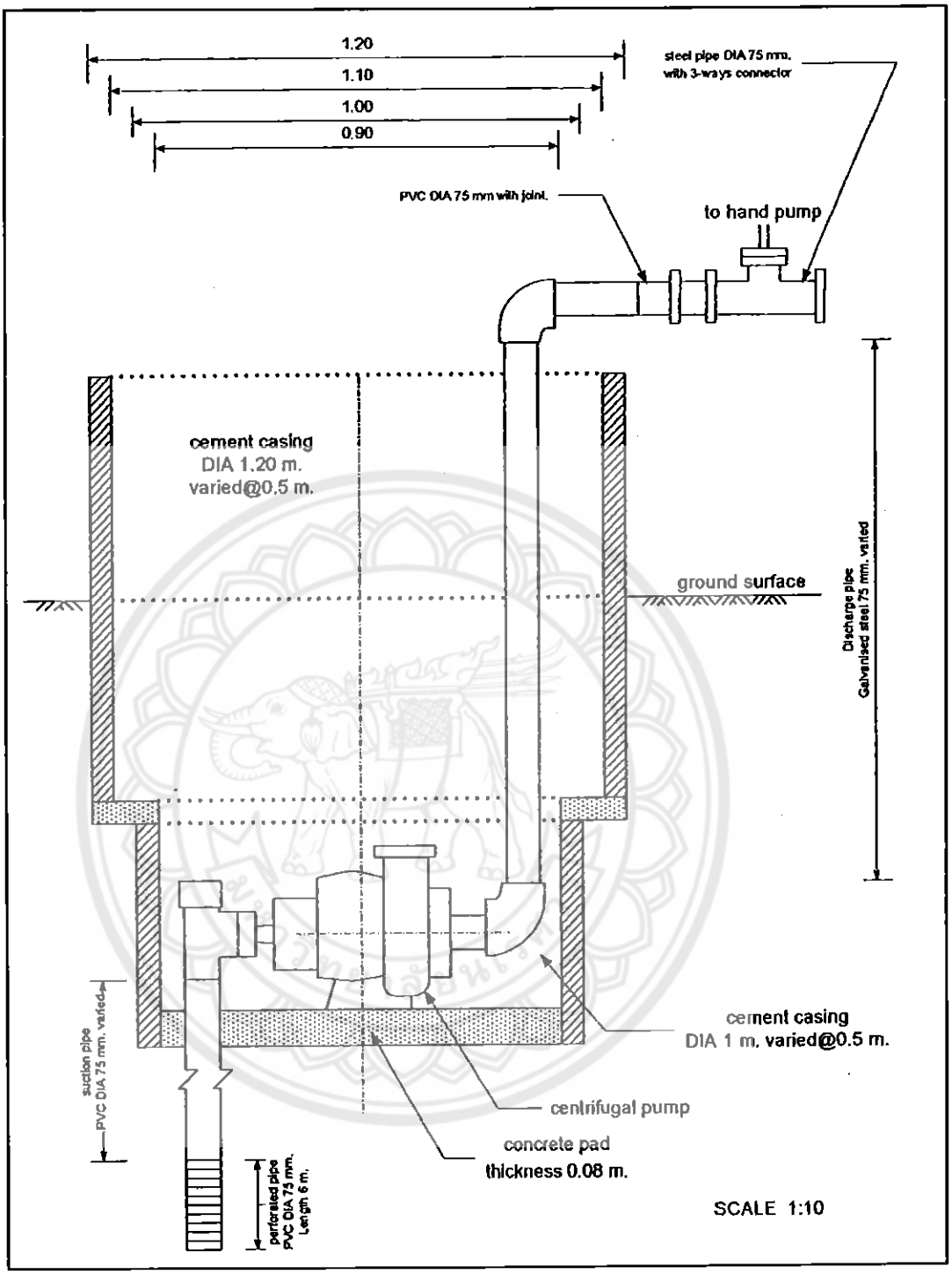
4.4) อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลบ้านกร่าง ตำบลไผ่ขอดอน และตำบลบึงพระ ส่วนพื้นที่ที่ใช้น้ำบ่อตื้นเฉพาะช่วงขาดน้ำผิวดิน ได้แก่ ตำบลท่าโพธิ์ ตำบลวัดพริก และตำบลวังน้ำคู้

4.5) อำเภอวังทอง ได้แก่ ตำบลแม่ระกา ตำบลวังพิกุล และตำบลวังทอง เป็นต้น

4.6) ตำบลวัดโบสถ์ มีจำนวนบ่อตื้นน้อยมาก

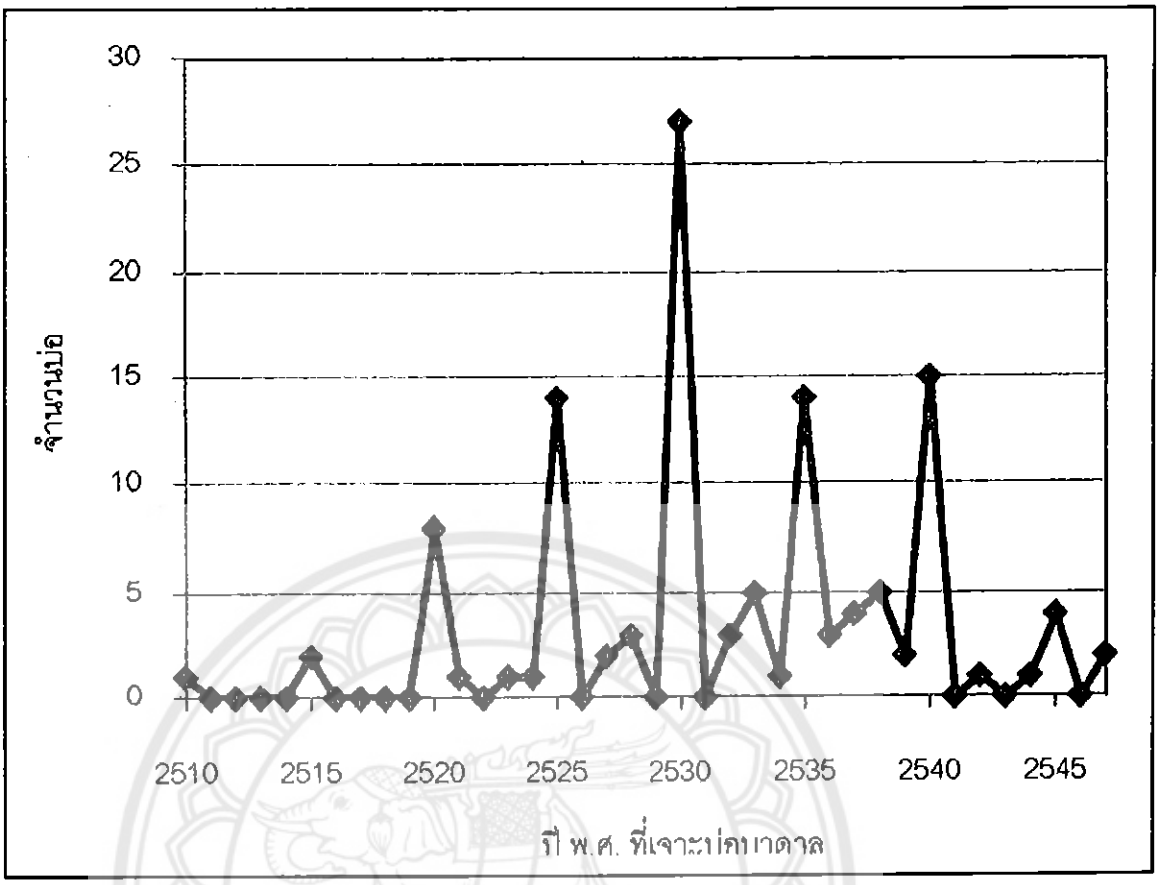


รูปที่ 2.13 ภาพตัดขวางบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดชั้นเดียว
ที่มา : ชินกร ชุวรรณประสิทธิ์ (2550)



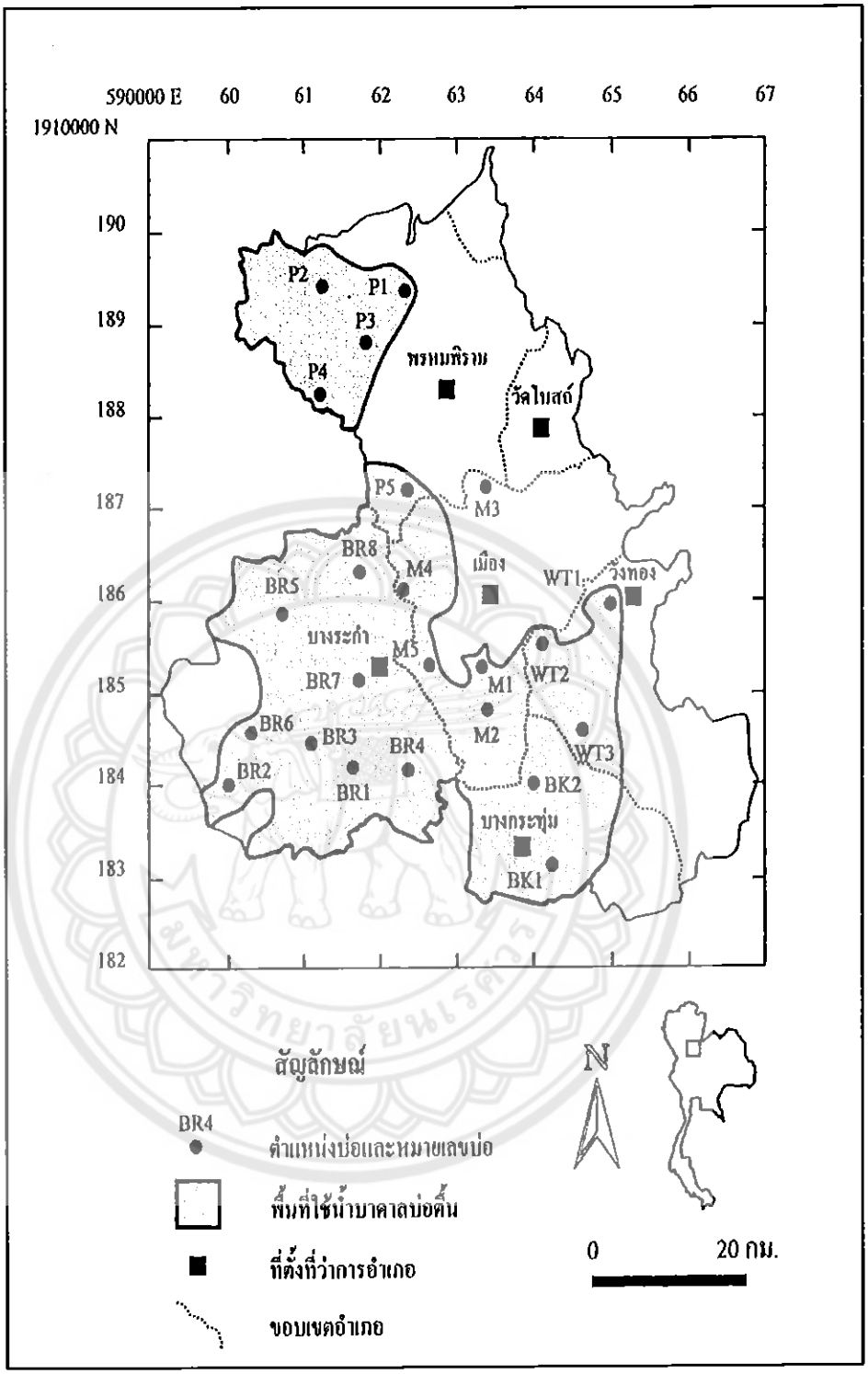
รูปที่ 2.14 ภาพตัดขวางบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดสองชั้น

ที่มา : ชินกร สุวรรณประสิทธิ์ (2550)



รูปที่ 2.15 แนวโน้มการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น

ที่มา : ชินกร สุวรรณประสิทธิ์ (2550)



รูปที่ 2.16 พื้นที่ใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นในจังหวัดพิษณุโลก

ที่มา : กิจการ พรหมและคณะ (2545)

บทที่ 3
วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การรวบรวมข้อมูล

การศึกษาโครงการประเมินศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควนน้อยบำรุงแดน ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลและเอกสารเก่าที่ได้มีการศึกษามาแล้วได้แก่ ธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา อุทกวิทยา สภาพของแหล่งน้ำใต้ดินน้ำผิวดิน ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของพื้นที่ทั้งหมด ความต้องการใช้น้ำ ตลอดจนข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของพื้นที่ศึกษารวมถึงข้อมูลทางด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งที่เป็นข้อมูลกระดาษ (Hard copy) และข้อมูลดิจิตอล (Digital File) โดยผลการรวบรวมข้อมูลแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นและแหล่งที่มาของข้อมูล

ลำดับที่	ชนิดข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล	แหล่งที่มาข้อมูล
1	แผนที่ภูมิประเทศ	- แผนที่ภูมิประเทศ ชุดที่ L7017 มาตราส่วน 1 : 50,000	สถาบันแหล่งน้ำฯ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	- การทรุดบ่อบาดาลระดับตื้นเพื่อการทำนา - ศึกษาการจัดการน้ำบาดาลบ่อตื้นเพื่อการเกษตร - ศึกษาผลตอบแทนการทำนาโดยใช้น้ำบาดาลระดับตื้น - ศึกษา ผลกระทบของการใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นก่อนและหลังการบำบัดคุณภาพน้ำที่มีต่อสภาพแวดล้อมในนาข้าว ในเขตจังหวัดพิษณุโลก	ชินกร สุวรรณประสิทธิ์(2550) สนอง ปะทะนมปี(2547) กิจการ พรหมมา(2552) กิจการ พรหมมา และคณะ (2545)
3	แผนที่น้ำบาดาล จังหวัดพิษณุโลก	- แผนที่อุทกวิทยา มาตราส่วน 1:100,000 จังหวัดพิษณุโลกพร้อมคู่มือการใช้แผนที่ - ข้อมูลลักษณะชั้นดิน - ชั้นหิน	คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล	แหล่งที่มาข้อมูล
4	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา
	และอุทกวิทยา	- ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ	กรมอุตุนิยมวิทยา
5	ข้อมูลทั่ว ๆ ไป	- ขอบเขตการปกครอง จำนวนหมู่บ้าน	อบต.
		- สภาพทั่วไปของพื้นที่	อบต.

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาได้แก่พื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควน้อยจะอยู่ในเขตอำเภอวังทอง อำเภอวัดโบสถ์ และอำเภอเมือง ของจังหวัดพิษณุโลก

1. อำเภอวังทอง ตั้งอยู่ที่พิกัดระหว่าง 16°49′27″N, 100°25′43″E มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอวัดโบสถ์ อำเภอชาติตระการ และอำเภอนครไทย
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอนครไทย อำเภอเขาค้อ (จังหวัดเพชรบูรณ์) และอำเภอเนินมะปราง
- ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเนินมะปราง อำเภอสากเหล็ก (จังหวัดพิจิตร) และอำเภอบางกระทุ่ม
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอเมืองพิษณุโลกและอำเภอวัดโบสถ์

อำเภอวังทองแบ่งเขตการปกครองย่อยออกเป็น 11 ตำบล 168 หมู่บ้าน มีพื้นที่ 1,687.05 ตร.กม. มีประชากร 119,231 คน (พ.ศ. 2550) ความหนาแน่น 71 คน/ตร.กม.

2. อำเภอวัดโบสถ์ ตั้งอยู่ที่พิกัดระหว่าง 16°58′49″N, 100°20′0″E มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอพิชัย อำเภอทองแสนขัน (จังหวัดอุตรดิตถ์) และอำเภอชาติตระการ
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอชาติตระการและอำเภอวังทอง
- ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเมืองพิษณุโลก
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอพรหมพิราม

อำเภอวัดโบสถ์แบ่งเขตการปกครองย่อยออกเป็น 6 ตำบล 61 หมู่บ้าน มีพื้นที่ 1,326.2 ตร.กม. มีประชากร 37,242 คน (พ.ศ. 2550) ความหนาแน่น 28 คน/ตร.กม.

3. อำเภอเมือง ตั้งอยู่ที่พิกัดระหว่าง 16°49′29″N, 100°15′34″E มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอพรหมพิรามและอำเภอวัดโบสถ์
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอวังทอง
- ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอบางกระทุ่ม
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอบางระกำ

อำเภอเมือง มีพื้นที่ 750.8 ตร.กม. มีประชากร 274,415 คน (พ.ศ. 2551)ความหนาแน่น 365.49 คน/ตร.กม.

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศจังหวัดพิษณุโลก ทางตอนเหนือและตอนกลางเป็นเขตที่สูงและที่ราบสูง มีภูเขาสูงด้านตะวันออกและ ตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่อำเภอวังทองอำเภอวัดโบสถ์อำเภอนครไทย อำเภอชาติตระการและอำเภอเนินมะปรางทั้งนี้มีเขตที่ราบ หุบเขานครไทยที่มีลักษณะพื้นที่เป็นเป็นแบบคุ้งกะทะ ส่วนที่ราบหุบเขาชาติตระการ มีรูปร่างกล้ายพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว ซึ่งเป็นที่ราบดินตะกอนที่อุดมสมบูรณ์ เช่นเดียวกับที่ราบหุบเขาทรัพย์ไพรวัลย์ เป็นที่ราบดินเหนียวกินร่วมที่มีการระบายน้ำดีสำหรับที่ตอนกลางมาทางใต้เป็นที่ราบพื้นที่ด้านตะวันตกเป็นที่ราบ ลุ่มแม่น้ำน่านและแม่น้ำยม ซึ่งในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก อำเภอพรหมพิราม อำเภอบางกระทุ่มอำเภอบางระกำ และบางส่วนของ อำเภอวัดโบสถ์ซึ่งเป็นบริเวณการเกษตรที่สำคัญที่สุดของจังหวัด

3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศในจังหวัดพิษณุโลกแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว ซึ่งแต่ละช่วงฤดูแบ่งได้ดังนี้

- ฤดูร้อน อยู่ระหว่างช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยโดยประมาณ 38.3 องศาเซลเซียส

- ฤดูฝน อยู่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม โดยจะมีฝนชุกในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน

- ฤดูหนาว อยู่ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 11.6 องศาเซลเซียส

3.1.4 ทรัพยากรดิน

ทั่วไปในจังหวัดพิษณุโลก จำแนกได้ดังนี้

1. ดินตะกอนเกิดจากอิทธิพลของน้ำพัดตะกอนมาทับถม ปรากฏอยู่บริเวณสองฝั่งแม่น้ำน่านและแม่น้ำยมเขตอำเภอพรหมพิรามอำเภอเมืองพิษณุโลก อำเภอบางกระทุ่ม และอำเภอบางระกำ

2. ดินร่วนกึ่งดินทราย ปรากฏอยู่บริเวณตอนเหนือของอำเภอพรหมพิราม และทางทิศตะวันออก ของอำเภอเมืองและอำเภอบางกระทุ่ม

3. ดินมีลูกรังปนปรากฏทางทิศตะวันออกของอำเภอพรหมพิรามทางทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอยางกระทุ่ม

4. ดินร่วนและดินทราย ที่มีการระบายน้ำดี ปรากฏอยู่ใน อำเภอพรหมพิราม อำเภอวังทอง อำเภอเมืองพิษณุโลกอำเภอบางกระทุ่ม และอำเภอเนินมะปราง

5. ดินเหนียวและดินร่วนที่มีการระบายน้ำดี เนื้อดินบนหยาบ และมีเนื้อดินละเอียดหรือหยาบปานกลางอยู่ในชั้นดินล่าง ส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชไร่ภายในเขตที่ราบของหุบเขาทรัพย์ไพรวัลย์ อำเภอวังทอง อำเภอชาติตระการอำเภอนครไทย และตอนเหนือของอำเภอวัดโบสถ์

6. ดินที่มีหินปูนและเป็นดินตื้น พบกระจายอยู่ในเขตอำเภอชาติตระการ อำเภอนครไทย และอำเภอวังทอง

7. ดินที่เกิดตามที่สูงชันเป็นดินตื้นที่มีหินปนอยู่มาก พบกระจายอยู่ทั่วไปตามเขตภูเขาสูงและที่ราบสูงในเขตอำเภอชาติตระการอำเภอนครไทยอำเภอวัดโบสถ์อำเภอวังทองและอำเภอเนินมะปราง โดยเป็นดินที่มีป่าไม้ปกคลุม

3.1.5 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในจังหวัดพิษณุโลก

ความอุดมสมบูรณ์ของดินสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก กลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง และกลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก ดังนี้

อำเภอเมืองพิษณุโลก ในตำบลจอมทอง ตำบลท่าทอง ตำบลท่าโพธิ์ ตำบลบึงพระ ตำบลบ้านร่าง ตำบลบ้านคลอง ตำบลบ้านป่า ตำบลปากโทก ตำบลพลายชุมพล ตำบลมะขามสูง ตำบลน้ำอู ตำบลวัดพริก ตำบลสมอแข ตำบลหัวรอ ตำบลอรัญญิก ตำบลในเมืองพิษณุโลก ตำบลไผ่ขอดอน และบาง ส่วนของตำบลดอนทอง

อำเภอวังทอง ในตำบลดินทอง ตำบลวังทอง ตำบลวังพิกุล ตำบลหนองพระ ตำบลแม่ระกา และบางส่วนของตำบลชัยนาม ตำบลท่าหมื่นราม ตำบลพันชาลี ตำบลวังนกแอ่น

อำเภอวัดโบสถ์ ในตำบลท่างาม ตำบลท้อแท้ ตำบลวัดโบสถ์ บางส่วนของตำบลบ้านยาง และตำบลหินลาด

ดินที่มีความอุมดสมบูรณ์ปานกลาง ดังนี้

อำเภอเมืองพิษณุโลก มีอยู่ในบางบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศ ที่เกือบราบ ของตำบลจอมทอง ตำบลท่าทอง ตำบลท่าโพธิ์ ตำบลบึงพระ ตำบลบ้านคลอง ตำบลปากโทก ตำบลพลายชุมพล ตำบลมะขามสูง ตำบลวังน้ำคู้ ตำบลวัดพริก ตำบลหัวรอ ตำบลอรัญญิกและตำบลในเมือง

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนี้

อำเภอเมืองพิษณุโลก ในบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศ ที่เป็นพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย ของตำบลดอนทอง ตำบลป่าบ้าน และตำบลสมอแข

อำเภอวังทอง ในบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศ ที่เป็นพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย ของตำบลชัยนาม ตำบลท่าหมื่นราม ตำบลบ้านกลาง ตำบลพันชาลี ตำบลวังนกแอ่น ตำบลแก่งโสภาและบางส่วนของตำบลวังทอง

3.1.6 แหล่งน้ำใต้ดินของจังหวัดพิษณุโลก

แหล่งน้ำใต้ดินของจังหวัดพิษณุโลก ได้มาจากแหล่งน้ำในบริเวณที่มีหินเนื้อภูพานและหินเนื้อละเอียดซึ่งพบว่าได้ ทั่วไปในพื้นที่ของจังหวัด โดยแหล่งน้ำใต้ดินที่สมบูรณ์ที่สุดของจังหวัด อยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำน่านและที่ราบลุ่มแม่น้ำยม บริเวณที่เป็น หินเนื้อพรุน บริเวณนี้เป็นที่ราบที่เกิดจากตะกอนลำน้ำและตะกอนเชิงเขาสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. บริเวณน้ำใต้ดินที่อยู่ตามที่ลุ่มของแม่น้ำน่าน และแม่น้ำยม บริเวณนี้เป็นแหล่งที่มีน้ำใต้ดินสมบูรณ์ที่สุดของ จังหวัด ที่สามารถนำขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตรได้ โดยมีปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ อยู่ระหว่าง 45 ถึง 114 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

2. บริเวณน้ำใต้เดินที่มีอยู่ตามลานตะพักลำน้ำ และเนินตะกอนรูปพัดทางฝั่งตะวันตกของจังหวัดมีปริมาณของน้ำ ใต้ดินน้อยกว่า 45 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

3. บริเวณน้ำใต้ดินอยู่ตามลานตะพักลำน้ำ ที่อยู่ถัดจากบริเวณที่ราบลุ่มน้ำน่านไปฝั่งตะวันออก ซึ่งเป็นแถบอำเภอ วัดโบสถ์และอำเภอวังทอง บริเวณนี้จะมีปริมาณน้ำใต้ดินที่น้อยกว่า 12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

4. บริเวณน้ำใต้ดินที่อยู่ตามลานตะพักลำน้ำ ติดกับตะกอนเชิงเขา บริเวณน้ำจะมีปริมาณน้ำใต้ดินอยู่น้อยมากส่วน บริเวณที่เป็นหินเนื้อละเอียด บริเวณนี้จะอยู่ตามสภาพที่เป็นภูเขาทางฝั่งตะวันออกของจังหวัด สามารถแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

ก.บริเวณน้ำใต้ดินที่พบอยู่ตามหินดินดาน และหินทรายในหินหน่วยภูกระดึง และหินปูนในหน่วยผานกเค้า บริเวณนี้น้ำใต้ดินที่ขุดพบจะมีอยู่ประมาณ 23 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

ข.บริเวณน้ำใต้ดินที่พบอยู่ตามหินทรายในหน่วยภูพานและหินหน่วยภูกระดึง บริเวณนี้น้ำใต้ดินที่ขุดอยู่ต่ำกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

3.1.7 แหล่งน้ำชลประทานในพื้นที่โครงการ

พื้นที่จังหวัดพิษณุโลกอาจแบ่งได้ตามความเหมาะสมในการพัฒนาชลประทาน เป็น 3 บริเวณ ได้แก่บริเวณที่ราบลุ่ม แม่น้ำยมและมีน้ำน่านซึ่งเหมาะแก่การพัฒนาโครงการชลประทานขนาดใหญ่ บริเวณที่ราบสูงๆต่ำ และที่ราบระหว่างภูเขา และบริเวณ ภูเขาและเทือกเขา ซึ่งไม่เหมาะสมแก่การพัฒนาชลประทาน ซึ่งจังหวัดพิษณุโลกได้มีโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพิษณุโลก โดยจัดตั้งขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2518 ต่อมาในปี พ.ศ.2521 ได้เปลี่ยนเป็นโครงการชลประทานพิษณุโลก มีหน้าที่ในการดำเนินการ 2 ส่วน คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนนเรศวร และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล นอกจากนี้ยังมีโครงการเขื่อนระบายน้ำวัดตายมโครงการเขื่อนระบายน้ำวังน้ำใส และโครงการชลประทานขนาดเล็กครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด ให้บริการน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค บริโภคและการเกษตร โครงการชลประทานในจังหวัดพิษณุโลกแบ่งออกได้เป็นโครงการ 3 ระดับ ดังนี้

1. โครงการชลประทานขนาดใหญ่ มี 2 โครงการ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนนเรศวรตั้งอยู่ในอำเภอ พรหมพิรามและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ตั้งอยู่ในอำเภอเมืองพิษณุโลก ซึ่งเป็นโครงการทดน้ำ ส่งน้ำและระบบน้ำ มีพื้นที่ ที่ได้รับประโยชน์รวม 456 ตารางกิโลเมตร ในฤดูแล้ง 55.52 ตารางกิโลเมตร

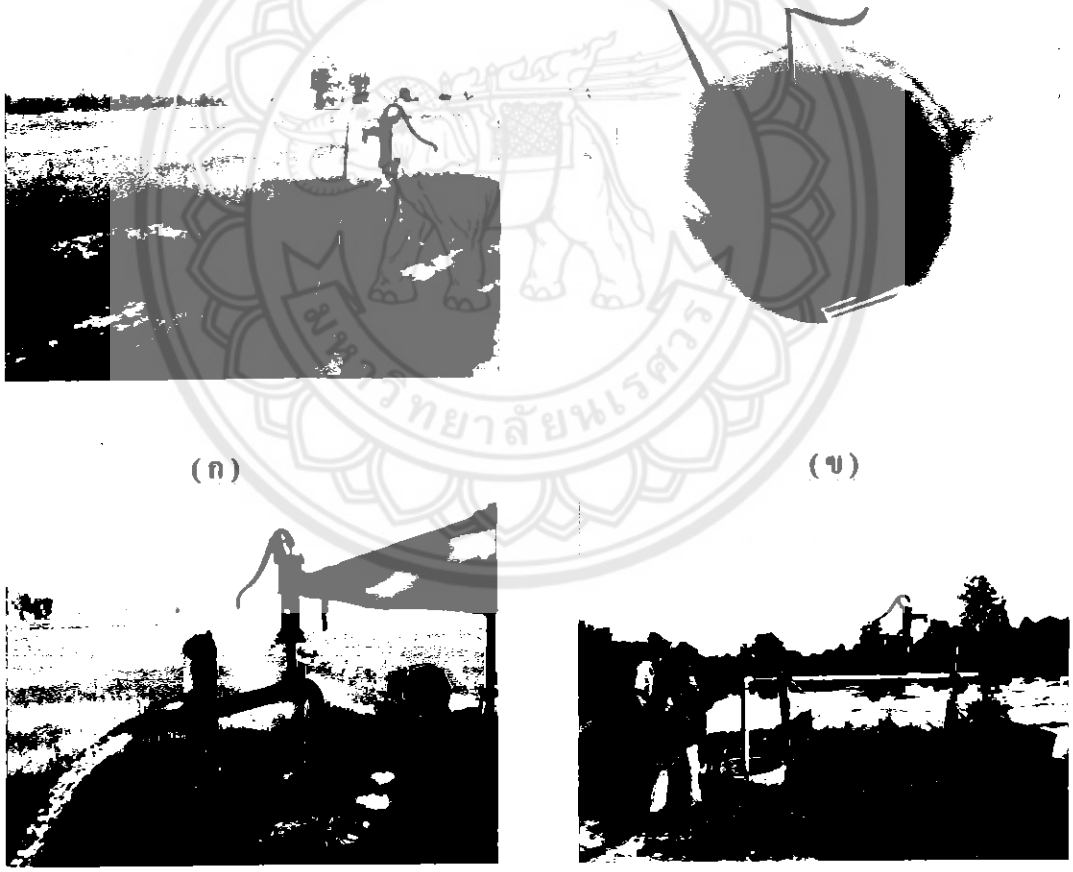
2. โครงการชลประทานขนาดกลาง มีทั้งสิ้น 2 โครงการ ได้แก่ โครงการประตูระบายน้ำวัดตายมและทางระบายน้ำ วังน้ำใส ซึ่งเป็นโครงการเก็บกักน้ำในลำคลองและทุ่งราบ มีพื้นที่ชลประทานรวมกัน 116.8 ตารางกิโลเมตรในฤดูแล้ว 54.72 ตาราง กิโลเมตร โดยโครงการเหล่านี้อยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลก อำเภอบางระกำและอำเภอวังทอง

3. โครงการชลประทานขนาดเล็กและโครงการขุดหนองน้ำและคลองธรรมชาติ มีทั้งสิ้น 79 โครงการพื้นที่ชลประทาน รวมกันทั้งสิ้น 154.16 ตารางกิโลเมตร ซึ่งโครงการเหล่านี้ส่วนใหญ่จัดทำเพื่อการเกษตรกรรมโดยการใช้ประโยชน์ และดูแลโดยองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ตามระเบียบสำนักงานนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการบริหารการใช้น้ำและการใช้น้ำและการบำรุงรักษาแหล่งน้ำขนาดเล็ก

3.2 การสำรวจข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่ในพื้นที่โครงการ

พื้นที่ในโครงการมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 3 อำเภอ ในจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอวังทอง และอำเภอวัดโบสถ์ พื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมด 202,699 ไร่ โดยสำรวจข้อมูลบ่อบาดาลที่ใช้เพื่อการเกษตรเท่านั้นเริ่มสำรวจตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2552 จนถึงวันที่ 25 ธันวาคม 2552 มีจำนวนบ่อที่เข้าสำรวจแล้วเสร็จจำนวนทั้งสิ้น 39 บ่อ เลิกใช้ไป 3 บ่อ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

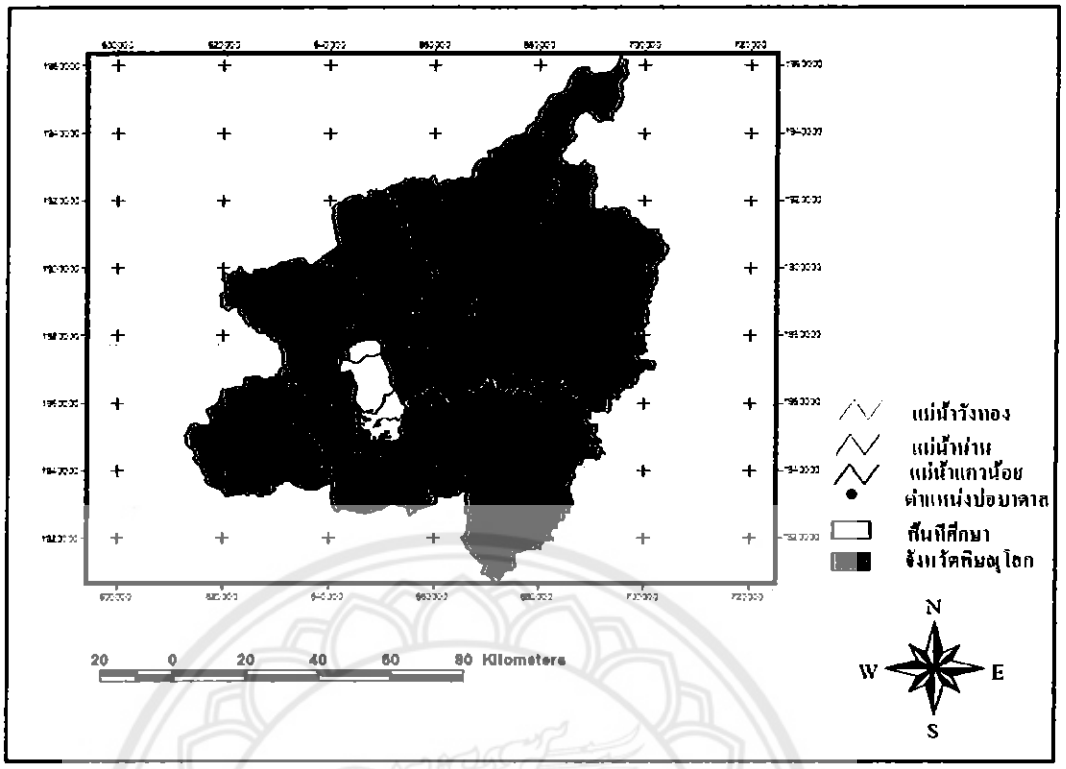
รูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 เป็นรูปที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาล โดยใช้เป็นแบบสอบถามการสัมภาษณ์ศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควน้อยซึ่งแสดงในภาคผนวก ในแบบสอบถามก็แยกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. ข้อมูลบ่อบาดาล 2. ข้อมูลรายรับ และ 3. รายจ่ายของเกษตรกร โดยเริ่มต้นด้วยการไปสอบถามเรื่องการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและแหล่งน้ำที่เกษตรกรนำมาใช้ จากองค์การบริหารส่วนตำบลในแต่ละอำเภอ และลงไปสำรวจกับเกษตรกรผู้ใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรโดยตรง



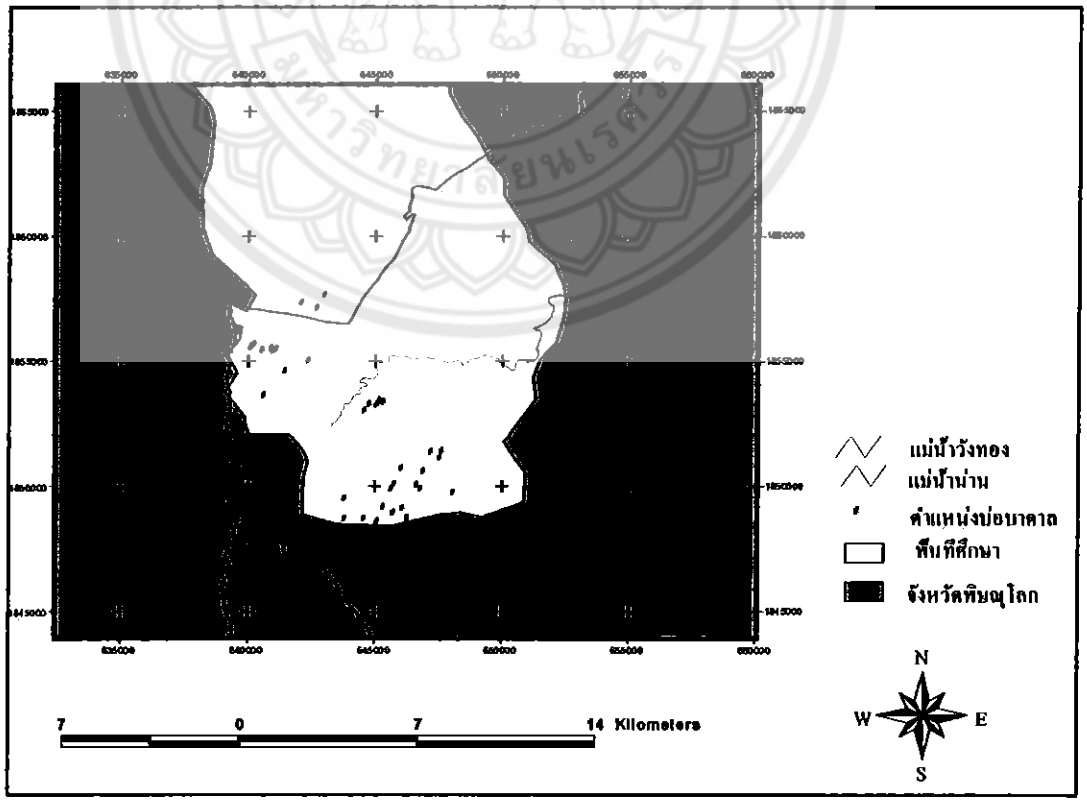
(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 3.1 การสำรวจบ่อน้ำบาดาลเพื่อตรวจสอบข้อมูล



รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในเขตพื้นที่

3.3 การวัดอัตราการสูบน้ำและจับพิกัดบ่อบาดาล

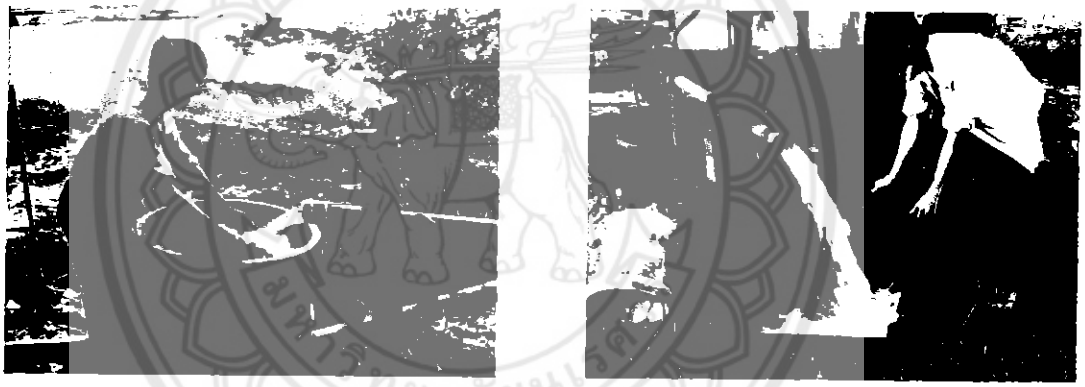
โดยได้ทำการสุ่มวัดอัตราการสูบน้ำเข้าพื้นที่นาของเกษตร โดยดำเนินการทดสอบทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ในพื้นที่ใช้น้ำใต้ดินเพื่อการเกษตร ได้แก่ ตำบลวังพิกุลและตำบลแม่ระกา ในอำเภอวังทอง โดยได้นำถังที่มีปริมาตร 11.93 ลิตร ไปวัดอัตราการไหลพร้อมทำการจับเวลาดังแสดงในรูปที่ 3.4 , ตารางที่ 3.2 การวัดอัตราการไหล และนำค่าที่ทดสอบมาหาอัตราการไหลจากสมการ

$$Q = \frac{Volume}{Time}$$

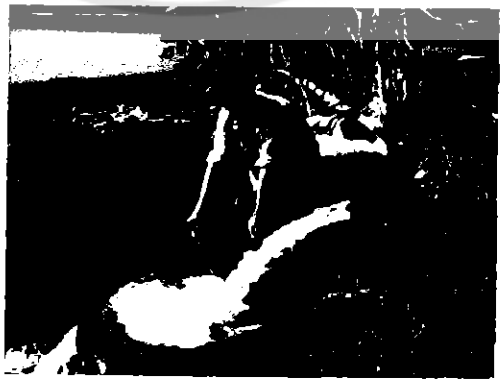
โดยที่ Q = อัตราการไหล (ลบ.ม. /วินาที)

$Volume$ = ปริมาตรของถังทดสอบ (ลูกบาศก์เมตร)

$Time$ = เวลาที่ทำการวัด (วินาที)



(ก) (ข)



(ค)

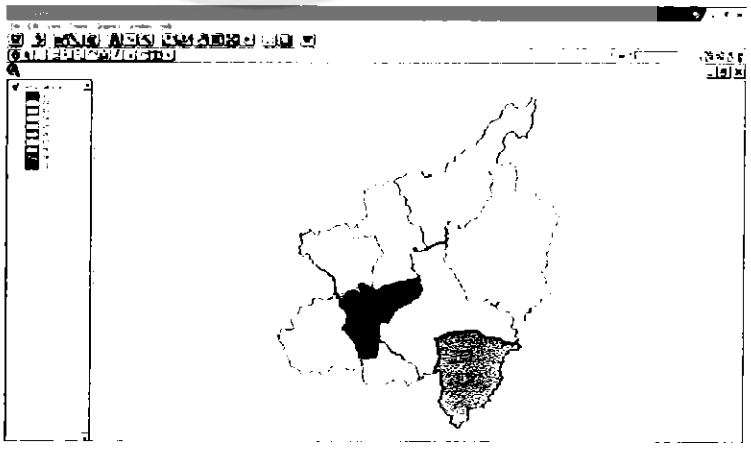
รูปที่ 3.4 การวัดอัตราการไหลของน้ำ

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างที่สุ่มวัดอัตราการไหล

บ่อที่	ปริมาตรถัง (ลิตร)	เวลา (วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)
1	11.93	2.26	19.000
2	11.93	1.50	28.632
3	11.93	1.49	28.824
4	11.93	1.39	30.897
5	11.93	1.50	28.632
6	11.93	1.72	24.969

ส่วนของการจับตำแหน่ง GPS ได้ใช้เครื่องมือที่เป็นโปรแกรม NAV N GO IGO 8 ในการจับตำแหน่งซึ่งเป็นโปรแกรมนำทางและสามารถที่จะจับพิกัดได้ด้วยแล้วนำผลที่ได้มาลงในแผนที่โดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 เข้ามาช่วย

รูปที่ 3.5 โปรแกรม NAV N GO IGO 8



รูปที่ 3.6 โปรแกรม ArcView GIS 3.3

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสำรวจ

3.4.1 การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน

การแปลงมูลค่าจากในอนาคตมาเป็นมูลค่าในปัจจุบันเพื่อให้ทราบมูลค่าของเงิน ณ เวลาเดียวกัน แล้วจะสามารถนำไปใช้ในการประเมินโครงการต่อไปได้ โดยในการศึกษานี้ใช้อัตราอกเบี้ยเท่ากับ 12%

สมการที่ใช้แปลงมูลค่าในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน คือ สมการที่ (2.28)ดังนั้น จะต้องแปลงมูลค่าในอนาคต ของ Benefit แต่ละปี ทั้งหมด 15 ปี มาเป็นมูลค่าในปีปัจจุบัน

3.4.2 การประเมินโครงการ

การวิเคราะห์ความน่าลงทุนของโครงการจากวิธี Benefit – Cost Ratio ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณาทั้งโครงการ 15 ปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจการลงทุนในโครงการนั้น โดยนำค่า Benefit ที่แปลงมูลค่าในอนาคต มาเป็นมูลค่าปัจจุบัน ของแต่ละปี ทั้งหมด 15 ปี มารวมกัน จะได้เป็น ผลรวมBenefit ทั้งหมดของโครงการในช่วงระยะเวลาพิจารณา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ Cost ที่เกิดขึ้นของโครงการนี้

Benefit คือ ผลกำไรของเกษตรกร (รายได้ – รายจ่าย – ค่าบำรุงรักษา – ค่าเครื่องปั๊ม)

Cost คือ ค่าก่อสร้างบ่อบาดาล ที่แปลงมูลค่าเป็นปีปัจจุบัน(ปี 2551) แล้ว

แล้วนำตัวเลขที่ได้มาหาค่าสัดส่วนจากวิธี Benefit – Cost Ratio เพื่อประเมินโครงการว่าโครงการนี้น่าลงทุนหรือไม่ เพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจการลงทุน และหาระยะเวลาคุ้มทุน

3.4.3 การหาปริมาณการเติมน้ำบาดาล

เป็นการคำนวณหาปริมาณการเติมน้ำในเขตพื้นที่การศึกษาโดยดูจากชั้นหินน้ำบาดาลในแผนที่ธรณีอุทกวิทยาของจังหวัดพิษณุโลกประกอบพร้อมกับหาพื้นที่ของชั้นหินอุ้มน้ำเฉพาะในเขตพื้นที่ศึกษา และเราสามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณปริมาณน้ำกักเก็บได้จากสมการที่ (2.1) หาปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปีสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ (2.2) และก็หาปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปีเฉลี่ยร้อยละในสมการที่ (2.3)

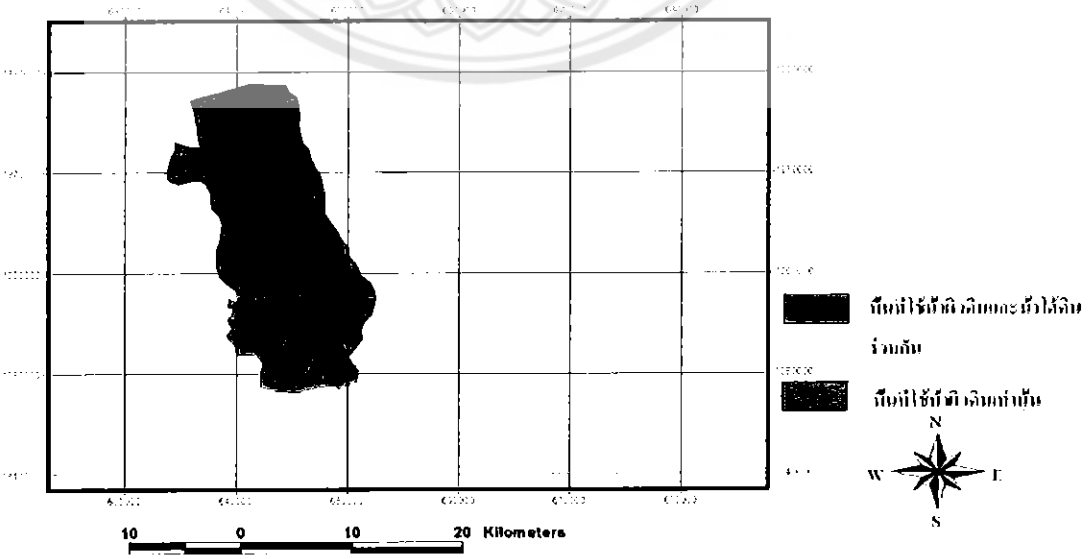
บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การประเมินโครงการ

ผลการประเมินโครงการจากข้อมูลทั้งหมดได้จากการสัมภาษณ์ ในฤดูเพาะปลูกปี พ.ศ.2551 ประกอบด้วยการเพาะปลูกครั้งที่ 1 (นาปรัง) การเพาะปลูกครั้งที่ 2 (นาปี) และ การเพาะปลูกครั้งที่ 3 (นาปรัง)จากข้อมูลพบว่า ทุกบ่อ มีค่า Benefit – Cost Ratio มากกว่า 1 โดย บ่อที่มีค่า Benefit – Cost ratio มากที่สุดคือ บ่อหมายเลข 21 (166.04) และ บ่อที่มีค่า Benefit – Cost ratio น้อยที่สุด คือ บ่อหมายเลข 33 (1.42) ดังแสดงในตาราง 4-1 และ ระยะเวลาคุ้มทุนการลงทุนก่อสร้างบ่อบาดาลมาใช้ ได้แก่ 1 ปี (จำนวน 31 บ่อ) , 2 ปี (จำนวน 1 บ่อ) , 3 ปี(จำนวน 1 บ่อ) , 4 ปี (จำนวน 2 บ่อ) และรูปที่ 4-2 แผนภาพ Cash flow และเมื่อนำกราฟเปรียบเทียบระหว่างรายได้และรายจ่ายดังรูปที่ 4-7 ก็พบว่าเกษตรกรมีรายได้มากว่ารายจ่ายอย่างชัดเจน

4.2 พื้นที่ใช้น้ำใต้ดินและไม่ใช้น้ำใต้ดิน ในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจพบว่า บริเวณที่เกษตรกรมีการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร จะพบมากในบริเวณ ตำบลวังพิกุล ตำบลแม่ระกา อำเภอวังทอง นอกเหนือจากนั้นบริเวณอำเภอวังทอง อำเภอเมือง และ อำเภอวัดโบสถ์ ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พบบ่อบาดาลน้อย และมักเลิกสูบน้ำใต้ดินใช้แล้ว จึงไม่มีข้อมูลสำรวจในพื้นที่ดังกล่าวนี้ ดังรูปที่ 4-1 แสดงพื้นที่ใช้น้ำใต้ดิน ในพื้นที่ศึกษาและรูปที่ 4-2 แสดงแผนภาพ Cash flow



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงพื้นที่ใช้น้ำใต้ดิน ในพื้นที่

ตาราง 4.1 แสดงการประเมินโครงการ ในฤดูเพาะปลูกปี พ.ศ.2551

หมายเลขบ่อ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	รวม (บาท)	ค่าใช้จ่ายบ่อ (ปีสร้าง)	ค่าใช้จ่าย (ปี2551)	ปีก่อสร้าง (พ.ศ.)	การประเมินโครงการ				ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)
							Benefit	Cost	B/C	B-C	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	20,000	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	10,000	-	-	-	-	-	-	
4	760,000	323,300	436,700	70,000	87,808	2549	2,964,620	87,808	33.76253	2,876,812	1
5	35,000	-		กรมโยธาฯเจาะให้		2526	-	-	-	-	
6	173,100	134,750	38,350	25,000	86,964	2540	251,512	86,964	2.892148	164,548	1
7	387,500	34,300	353,200	50,000	62,720	2549	2,395,913	62,720	38.20014	2,333,193	1
8	432,000	220,500	211,500	45,000	45,000	2551	1,430,813	45,000	31.79585	1,385,813	1
9	171,000	72,400	98,600	50,000	138,654	2542	661,867	138,654	4.773515	523,213	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	รวม (บาท)	ค่าใช้จ่ายบ่อ (ปีสร้าง)	ค่าใช้จ่าย (ปี2551)	ปีก่อสร้าง (พ.ศ.)	การประเมินโครงการ				ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)
							Benefit	Cost	B/C	B-C	
10	477,000	152,220	324,780	30,000	83,192	2542	2,202,348	83,192	26.47296	2,119,156	1
11	1,575,000	538,080	1,036,920	20,000	55,462	2542	7,052,637	55,462	127.1626	6,997,175	1
12	75,700	41,350	34,350	4,000	19,548	2537	224,269	19,548	11.47245	204,720	1
13	262,400	212,500	49,900	30,000	104,356	2540	330,177	104,356	3.163938	225,821	1
14	239,850	157,510	82,340	35,000	43,904	2549	551,122	43,904	12.55289	507,218	1
15	828,000	730,600	97,400	45,000	70,808	2547	653,694	70,808	9.231868	582,885	1
16	224,000	93,800	130,200	30,000	33,600	2550	877,090	33,600	26.10387	843,490	1
17	765,000	594,900	170,100	50,000	62,720	2549	1,148,843	62,720	18.31702	1,086,123	1
18	397,500	277,500	120,000	50,000	98,691	2545	807,619	98,691	8.183299	708,928	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	รวม (บาท)	ค่าใช้จ่ายบ่อ (ปีสร้าง)	ค่าใช้จ่าย (ปี2551)	ปีก่อสร้าง (พ.ศ.)	การประเมินโครงการ				ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)
							Benefit	Cost	B/C	B-C	
19	160,000	127,960	32,040	40,000	44,800	2550	208,535	44,800	4.654809	163,735	2
20	693,000	386,580	306,420	40,000	56,197	2548	2,077,300	56,197	36.96454	2,021,103	1
21	2,883,000	826,600	2,056,400	60,000	84,296	2548	13,996,177	84,296	166.0367	13,911,881	1
22	190,000	117,500	72,500	60,000	84,296	2548	484,103	84,296	5.742916	399,807	1
23	170,000	31,800	138,200	50,000	56,000	2550	931,577	56,000	16.6353	875,577	1
24	255,000	146,380	108,620	70,000	123,364	2546	730,111	123,364	5.918355	606,748	1
25	184,000	100,460	83,540	80,000	80,000	2551	559,295	80,000	6.991187	479,295	1
26	411,000	249,660	161,340	65,000	81,536	2549	1,089,180	81,536	13.35827	1,007,644	1
27	415,000	141,500	273,500	60,000	166,385	2542	1,853,087	166,385	11.13736	1,686,702	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	รวม (บาท)	ค่าใช้จ่ายบ่อ (ปีสร้าง)	ค่าใช้จ่าย (ปี2551)	ปีก่อสร้าง (พ.ศ.)	การประเมินโครงการ				ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)
							Benefit	Cost	B/C	B-C	
28	335,000	182,300	152,700	30,000	42,148	2548	1,030,334	42,148	24.44572	988,187	1
29	243,600	147,620	95,980	40,000	40,000	2551	644,022	40,000	16.10055	604,022	1
30	352,800	322,660	30,140	40,000	62,941	2547	195,595	62,941	3.107601	132,654	4
31	206,000	113,000	93,000	40,000	62,941	2547	623,726	62,941	9.909725	560,785	1
32	319,000	243,400	75,600	50,000	50,000	2551	505,217	50,000	10.10433	455,217	1
33	97,300	61,200	36,100	60,000	166,385	2542	236,188	166,385	1.419527	69,803	10
34	437,000	132,190	304,810	33,000	65,136	2545	2,066,335	65,136	31.72332	2,001,199	1
35	516,800	253,700	263,100	50,000	56,000	2550	1,782,254	56,000	31.82596	1,726,254	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	รวม (บาท)	ค่าใช้จ่ายบ่อ (ปีสร้าง)	ค่าใช้จ่าย (ปี2551)	ปีก่อสร้าง (พ.ศ.)	การประเมินโครงการ				ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)
							Benefit	Cost	B/C	B-C	
36	60,800	28,200	32,600	50,000	56,000	2550	212,350	56,000	3.791956	156,350	4
37	503,200	221,760	281,440	40,000	78,953	2545	1,907,165	78,953	24.15573	1,828,212	1
38	457,200	213,760	243,440	55,000	68,992	2549	1,648,352	68,992	23.89193	1,579,360	1
39	145,200	93,200	52,000	80,000	80,000	2551	344,480	80,000	4.306004	264,480	3

<u>หมายเหตุ</u>

ค่าบำรุงรักษา

ทำนา 1 ครั้ง/ปี 700 บาท

ทำนา 2 ครั้ง/ปี 900 บาท

ทำนา 3 ครั้ง/ปี 1100 บาท

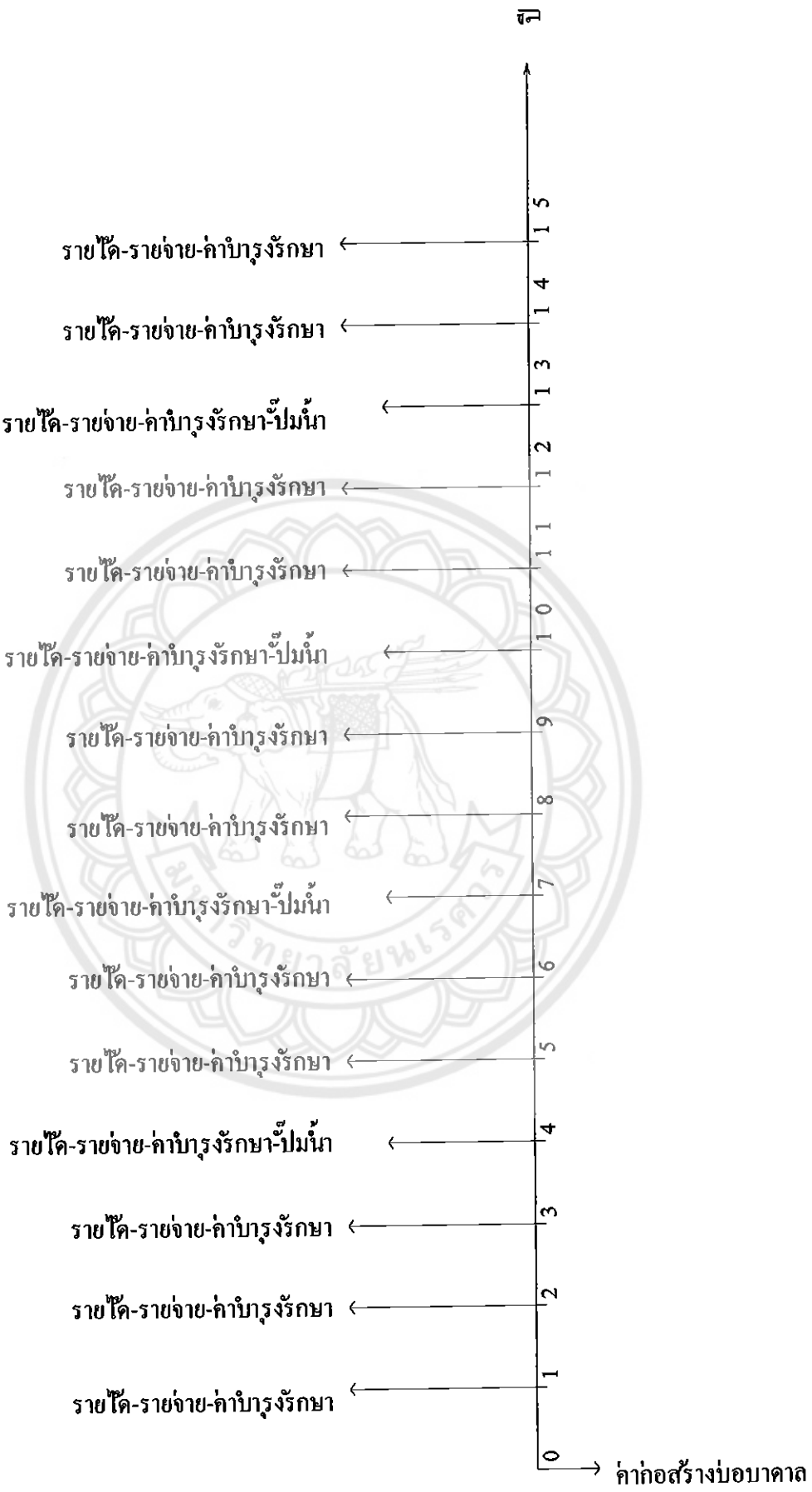
ค่าดอกเบี้ย(%) 12

เครื่องปั๊ม 3000 บาท ; อายุการใช้งาน 3 ปี

การประเมินโครงการ

Benefit = รายได้ - รายจ่าย – บำรุงรักษา – ค่าปั๊ม

Cost = ค่าก่อสร้างบ่อ

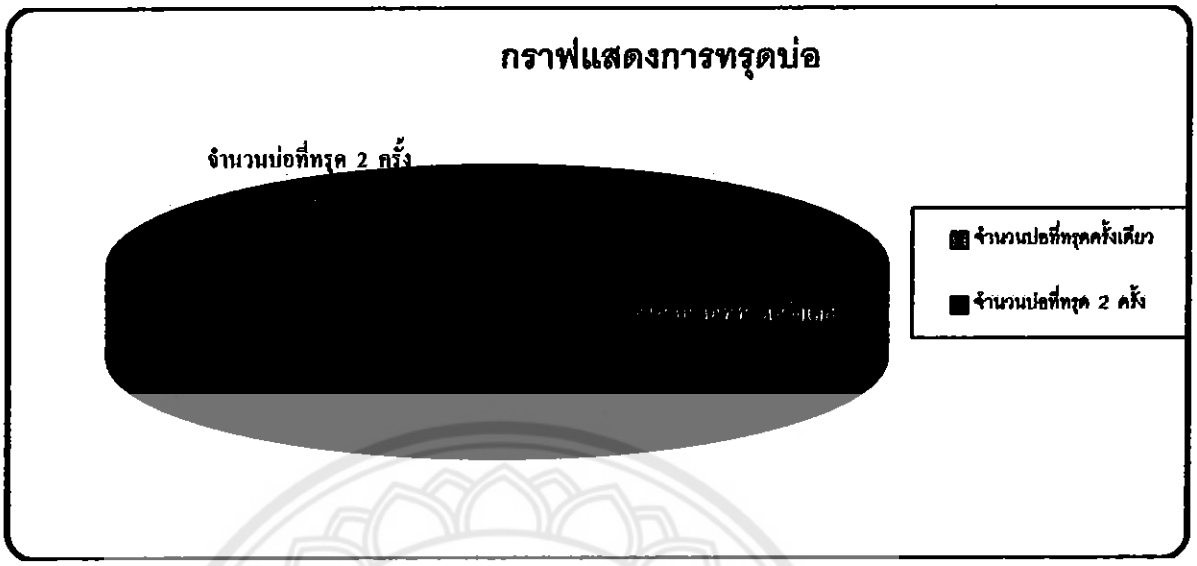


รูปที่ 4.2 แผนภาพ Cash flow

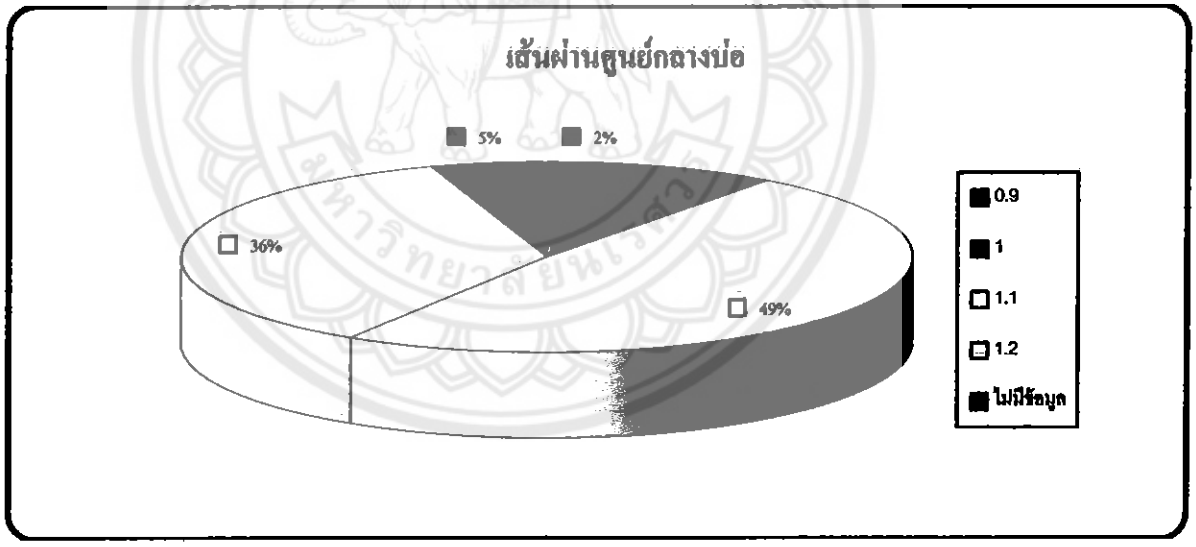
4.3 ปริมาณการสูบน้ำบาดาลและปริมาณการเติมน้ำบาดาล

จากผลการสำรวจทั้งหมด 39 บ่อ มีจำนวน 3 บ่อที่เลิกใช้ไปแล้ว และในปีการเพาะปลูก 2551 เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทำนาดังนี้ ทำนา 1 ครั้ง จำนวน 7 ราย , ทำนา 2 ครั้ง จำนวน 25 ราย และทำนา 3 ครั้ง จำนวน 4 ราย จากข้อมูลเกษตรทั้งหมด 36 ราย โดยพื้นที่เพาะปลูกมีทั้งหมด 3,209 ไร่ และมีการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร โดยทำการสุ่มตัวอย่างบ่อน้ำบาดาลเพื่อทำการวัดอัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวอย่าง ซึ่งทำการสำรวจวันที่ 25 ธันวาคม 2552 แล้วนำผลทดสอบมาคิดเป็นอัตราการสูบน้ำมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี จากการสำรวจพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรจะใช้น้ำบาดาลประมาณ 675.519 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี สามารถดูผลที่ได้จากตารางการสูบน้ำจากภาคผนวก (ข – 2) และจากวารสารกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีการจัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อเผยแพร่ความรู้ด้านทรัพยากรน้ำบาดาลของเดือนพฤศจิกายน 2552 พบว่าโดยปกติแล้วเกษตรกรที่มีการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้ทำนานั้นจะใช้น้ำบาดาลประมาณ 600 - 900 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี

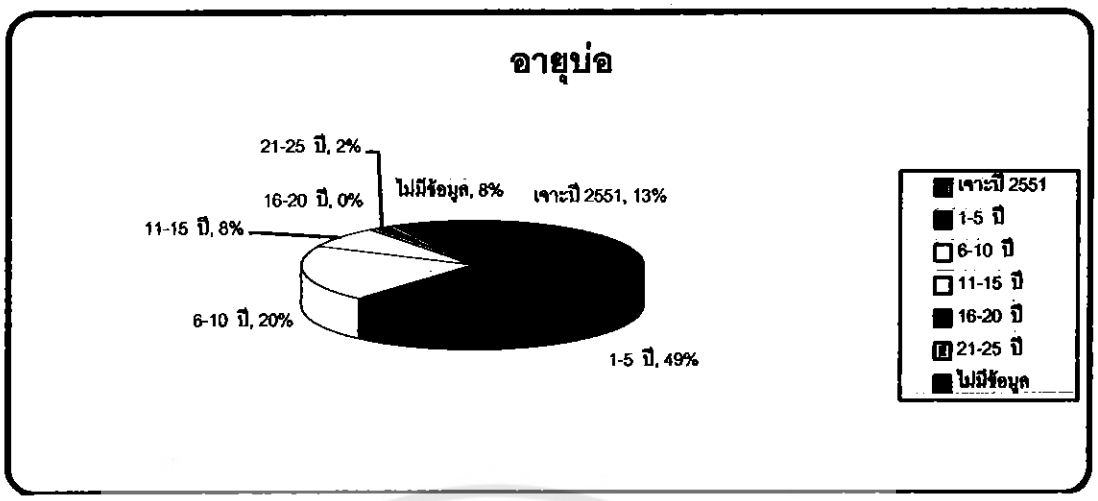
ส่วนปริมาณน้ำเติมหรือปริมาณน้ำกักเก็บนั้นสามารถศึกษาได้จากแผนที่อุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก โดยดูชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ที่ศึกษา ซึ่งในพื้นที่ที่ศึกษานั้นพบว่าในอำเภอเมืองพิษณุโลกพบชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRjlk) ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt) และชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd) อำเภอวัดโบสถ์ พบชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRjlk) ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt) และชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd) และในอำเภอวังทองพบชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRjlk) ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt) ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd) และชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (jmk) และส่วนของปริมาณน้ำเพิ่มเติมบริเวณพื้นที่รับน้ำนอกเหนือโดยใช้พื้นที่ที่มีเส้นชั้นความสูงที่สูงกว่าพื้นที่ศึกษาและพบว่ามีชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRjlk) ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt) ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd) และชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (jmk) ดังแสดงในรูปที่ 4-6 แสดงเขตพื้นที่ชั้นหินที่ใช้ในการคำนวณซึ่งแสดงเขตพื้นที่ที่จะคำนวณหาชั้นหินทั้งในเขตพื้นที่ศึกษา (A) และพื้นที่รับน้ำ (A1) ผลการคำนวณที่ได้สามารถดูได้จากตารางที่ 4-2 ตารางปริมาณน้ำกักเก็บในพื้นที่ศึกษาซึ่งในพื้นที่ 3 อำเภอ



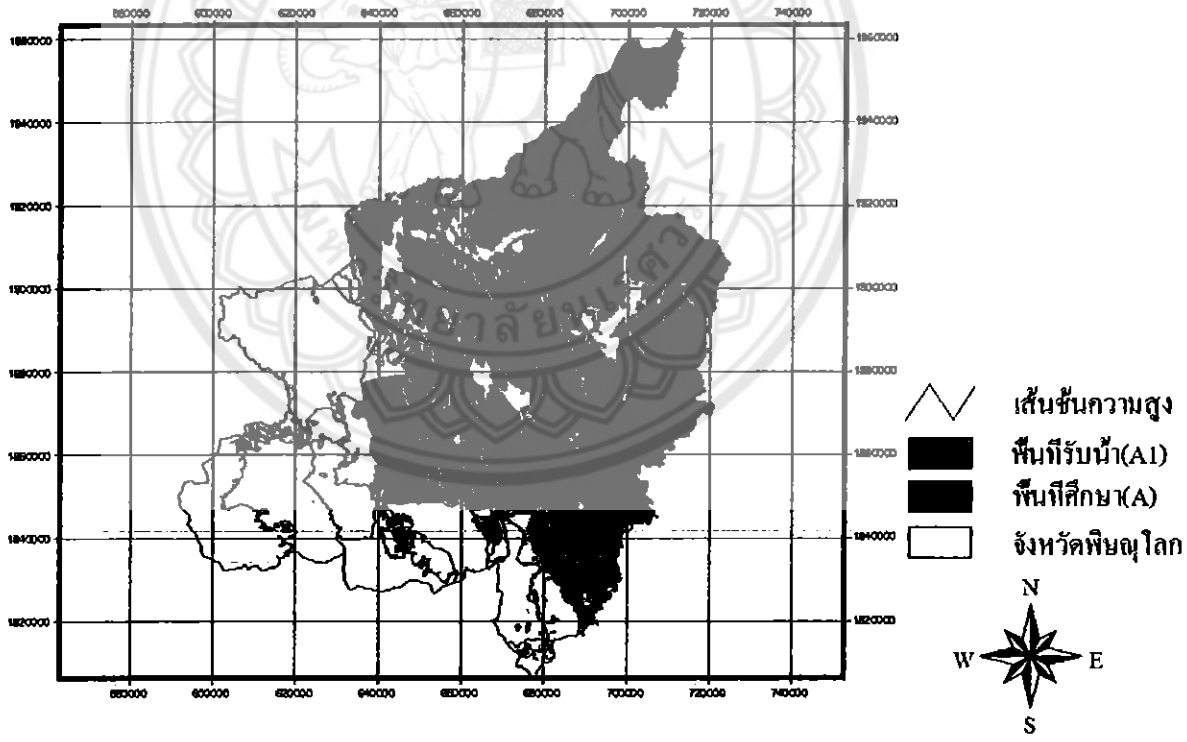
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการทรุดบ่อ



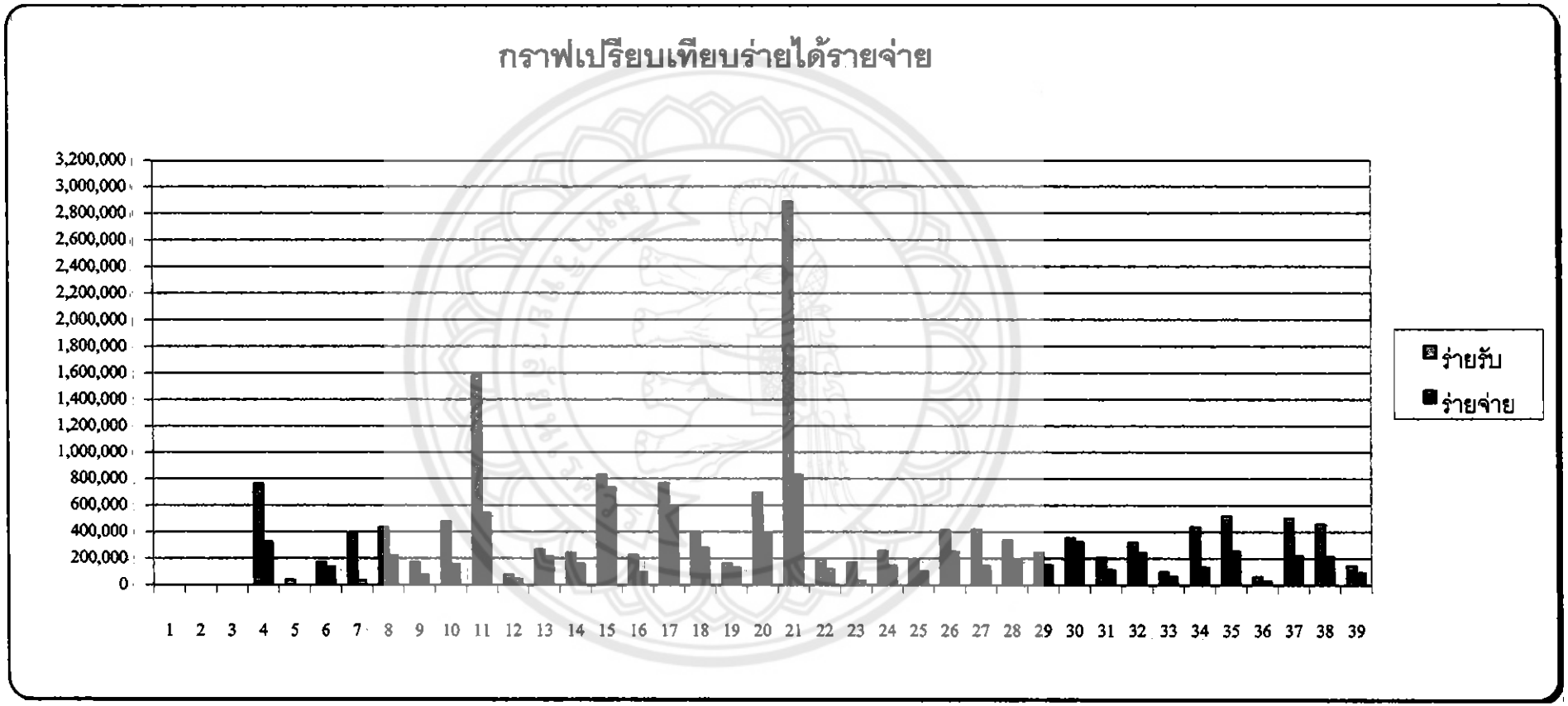
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ



รูปที่ 4.5 กราฟอายุบ่อ



รูปที่ 4.6 แสดงพื้นที่รับน้ำ



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบรายได้ – รายจ่าย ต่อไร่

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณปริมาณการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษา (A)

ประเภท	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) (1)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.) (2)	ความหนา (ม.) (3)	สัมประสิทธิ์การกักเก็บ min. (4)	max. (5)	avg. (6)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม.) (7)	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (ม.) (8)	ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี (ลบ.ม./ปี) (9)
1 อำเภอเมือง									
ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง(TRjlk)	13	12,705,276	100	0.0003	0.0005	0.0004	508,211	3	15,246
ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่(Qlt)	107	107,154,120	30	0.07	0.1	0.085	273,243,005	3	27,324,300
ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd)	20	20,261,440	20	0.12	0.15	0.135	54,705,888	3	8,205,883
2 อำเภอวัดโบสถ์									
ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง(TRjlk)	10	9,997,246	100	0.0003	0.0005	0.0004	399,890	3	11,997
ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่(Qlt)	25	24,761,086	30	0.07	0.1	0.085	63,140,769	3	6,314,077
ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd)	9	8,859,329	20	0.12	0.15	0.135	23,920,189	3	3,588,028
3 อำเภอวังทอง									
ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง(TRjlk)	17	16,859,702	100	0.0003	0.0005	0.0004	674,388	3	20,232
ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่(Qlt)	62	62,071,426	30	0.07	0.1	0.085	158,282,137	3	15,828,214
ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd)	63	62,958,082	20	0.12	0.15	0.135	169,986,820	3	25,498,023
ชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (jmk)	2	1,812,245	100	0.0003	0.0005	0.0004	72,490	3	2,175
รวม	**327**	**327,439,952**					**744,933,788**		**86,808,175**

ปริมาณกักเก็บ	744,933,788	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล ทุกปีเฉลี่ย	86,808,175.13	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ยร้อยละ	11.65	ของปริมาณการเก็บกัก

ตารางที่ 4.3 แสดงการคำนวณปริมาณการเติมน้ำในพื้นที่รับน้ำ (A1)

ประเภท	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) (1)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.) (2)	ความหนา (ม.) (3)	สัมประสิทธิ์การกักเก็บ min. (4)	max. (5)	avg. (6)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม.) (7)	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (ม.) (8)	ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี (ลบ.ม./ปี) (9)
ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง(TRjlk)	109	109,461,760	100	0.0003	0.0005	0.0004	4,378,470	3	131,354
ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Qlt)	3	3,277,891	30	0.07	0.1	0.085	8,358,621	3	835,862
ชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd)	1	761,743	20	0.12	0.15	0.135	2,056,706	3	308,506
ชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (jmk)	47	46,705,015	100	0.0003	0.0005	0.0004	1,868,201	3	56,046
รวม	**160**	**160,206,409**					**16,661,999**		**1,331,768**

ปริมาณกักเก็บ 16,661,999 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ย 1,331,768 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ยร้อยละ 7.99 ของปริมาณการเก็บกัก

ปริมาณกักเก็บทั้งหมด = 744,933,788 + 16,661,999 = 761,595,787 ลบ.ม. / ปี

ปริมาณน้ำเติมทั้งหมด = 86,808,175,13 + 1,331,768 = 88,139,943 ลบ.ม. / ปี

ปริมาณน้ำเติมทั้งหมดคิดเป็น 11.57 % ของปริมาณน้ำเติม

ปริมาณการสูบทั้งหมดคิดเป็น 2.09 % ของปริมาณน้ำเติมทั้งหมด

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 โครงสร้างของบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ ได้แก่ บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นทรุดชั้นเดียวทั้งหมดจำนวน 27 บ่อ คิดเป็น 69%ของทั้งหมด และบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่มีการทรุดสองชั้น มีทั้งหมดจำนวน 12 บ่อ คิดเป็น 31%ของทั้งหมด การทรุดบ่อสองครั้งนั้นมักเกิดขึ้นมาจากระดับน้ำบาดาลลดน้อยลง

5.1.2 บ่อน้ำบาดาลมีการวางเครื่องสูบน้ำไว้ที่พื้นก้นบ่อ ระยะทรุดบ่อมีค่าเฉลี่ย 12 เมตร และความลึกที่เจาะลงไปเฉลี่ย 56 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของบ่อส่วนใหญ่มีขนาด 1.1 เมตร ท่อน้ำที่เกษตรกรนิยมใช้กันส่วนใหญ่เป็นท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว และท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลางส่วนใหญ่ใช้ 3 นิ้ว เป็นส่วนน้อย และเครื่องสูบน้ำที่เกษตรกรนิยมใช้คือ ปั๊มหอยโข่ง 115 แรงม้า รองลงมานิยมใช้ปั๊มหอยโข่ง 120 แรงม้า

5.1.3 การประเมินโครงการ การขุดบ่อน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร ด้วยวิธี Cost – Benefit Ratio จากข้อมูลบ่อบาดาลทั้งหมด 35 บ่อ พบว่า การขุดบ่อบาดาลนำน้ำใต้ดินมาใช้เพื่อการเกษตรมีความน่าลงทุน เนื่องจากข้อมูลบ่อบาดาลทุกบ่อที่นำมาประเมินโครงการนั้น มีค่า Benefit – Cost Ratio มากกว่า 1

5.1.4 ระยะเวลาคุ้มทุนการลงทุนก่อสร้างบ่อบาดาลมาใช้ ได้แก่ ใช้เวลา 1 ปี มีจำนวน 31 บ่อ คิดเป็น 88.6% ของทั้งหมด , ใช้เวลา 2 ปี มีจำนวน 1 บ่อ คิดเป็น 2.8 % ของทั้งหมด , ใช้เวลา 3 ปี มีจำนวน 1 บ่อ คิดเป็น 2.8% ของทั้งหมด และ ใช้เวลา 4 ปี มีจำนวน 2 บ่อ คิดเป็น 5.8% ของทั้งหมด

5.1.5 จากการสำรวจพบว่ามีพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 204,375ไร่ บริเวณที่เกษตรกรมีการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร จะพบมากในบริเวณ ตำบลวังพิกุล ตำบลแม่ระกา อำเภอวังทอง คิดเป็นพื้นที่ ประมาณ 50,313 ไร่(ร้อยละ 24.83 ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยมากจะสูบมาใช้ในฤดูเพาะปลูกที่ปริมาณน้ำผิวดินไม่เพียงพอ แต่ก็มีเกษตรกรบางคนสูบมาใช้ทุกฤดูเพาะปลูก นอกเหนือจากนั้นบริเวณอำเภอวังทอง อำเภอเมือง และ อำเภอวัดโบสถ์ ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 152,386 ไร่ (ร้อยละ 75.17 ของพื้นที่ทั้งหมด) พบบ่อบาดาลน้อย และมักเลิกสูบน้ำใต้ดินใช้แล้ว เนื่องจากปริมาณน้ำผิวดินเพียงพอแก่การทำเกษตรกรรม จึงไม่มีข้อมูลสำรวจในพื้นที่ดังกล่าวนี้

5.1.6 จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลในเขตพื้นที่การศึกษามีค่ามากกว่าปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้ของเกษตรกร โดยปริมาณน้ำบาดาลกักเก็บทั้งหมดเท่ากับ 761,595,787 ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาประมาณ 88,139,943

ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลคิดเป็นร้อยละ 11.57 ของปริมาณกักเก็บ ปริมาณการสูบน้ำทั้งหมดของเกษตรกรประมาณ 1,845,941.16 ลบ.ม./ปี ปริมาณการสูบน้ำของเกษตรกรเฉลี่ย 675.52 ลบ.ม. /ไร่/ปี

5.1.7 พื้นที่ศึกษามีศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินสูงเนื่องจากปริมาณการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้น้อยกว่าปริมาณน้ำเติมในแต่ละปีค่อนข้างมาก โดยปริมาณการสูบน้ำทั้งหมดของเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 2.09 ของปริมาณน้ำเติมทั้งหมด และอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 26.83 ลบ.ม./ชม.ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับปริมาณน้ำบาดาลที่คาดว่าจะสูบได้จากเอกสารประกอบการใช้น้ำบาดาลจังหวัดพิษณุโลก ปี 2544

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ปริมาณการสูบน้ำในแต่ละอำเภอไม่เท่ากันโดยจากการสำรวจมีเพียงอำเภอวังทองเท่านั้นที่ยังคงมีการใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพื่อการเกษตรเป็นหลักอยู่ ทั้งนี้เนื่องมาจากคลองชลประทานเข้ามายังไม่ทั่วถึงพื้นที่ของเกษตรกร ทำให้เกษตรกรต้องสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันตลอด แต่จากการสำรวจเกษตรกรก็ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติด้วยเช่นน้ำจากลำคลอง บึง เป็นต้น แต่การใช้น้ำบาดาลก็ยังคงมีมากอยู่ ซึ่งในระยะยาวจะส่งผลทำให้ระดับน้ำบาดาลลดระดับลงจนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจะเห็นได้จากระยะทรุดบ่อที่มีระดับความลึกมากขึ้นเลย ๆ ซึ่งอาจเกิดจากทั้งระดับน้ำบาดาลลดลงและการแข่งขันการเจาะบ่อของเกษตรกรด้วยกันเอง ดังนั้นจึงควรพัฒนาคลองชลประทานให้มีน้ำส่งถึงพื้นที่เพาะปลูกให้เพียงพอ เพื่อที่จะลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทานให้ดียิ่งขึ้น ส่วนในอำเภอเมือง และอำเภอวัดโบสถ์ เกษตรกรสามารถที่ใช้น้ำจากคลองชลประทานได้อย่างทั่วถึงทั้งในพื้นที่ราบ และในพื้นที่ภูเขาก็มีระบบการจัดการเก็บน้ำไว้ใช้อย่างพอเพียง จึงทำให้เกษตรกรในพื้นที่นี้เลิกใช้น้ำจากบ่อบาดาลเกือบหมด

5.2.2 จากพื้นที่ศึกษาพบว่าศักยภาพของน้ำใต้ดินยังคงมีศักยภาพสูงทั้ง 3 อำเภอ และจากการสำรวจอำเภอวังทองในตำบลวังพิกุล ตำบลแม่ระกา มีการใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพื่อการเกษตรอยู่มาก ส่วนในเขตอำเภอเมือง และอำเภอวัดโบสถ์มีการใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพื่อการเกษตรน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของของกิจการ พรหมมา , อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ , จรัสดาว คงเมือง , จรัณธร บุญญานุภาพ และ วิภา หอมนวล (2545, หน้า 47) ที่พบว่า พื้นที่การใช้น้ำใต้ดินของเกษตรกรในอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ ตำบลวังพิกุล ตำบลแม่ระกา และ ตำบลวังทอง

5.2.3 ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลจากบ่อน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร และแม้ว่าการหาอัตราการสูบน้ำบาดาลจะใช้ข้อมูลแบบเป็นการสุ่มตัวอย่าง 6 บ่อจาก 39 บ่อ โดยนำข้อมูลเป็นตัวแทนของอัตราการสูบน้ำบ่อที่ไม่มีข้อมูลแต่ละพื้นที่ อีกทั้งอัตราการสูบน้ำแปรผันตามอัตราการเร่งของเครื่องยนต์ แต่ว่าอัตราการสูบน้ำที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยอาจจะส่งผลให้ค่าเฉลี่ย

โดยรวมคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจนั้นไม่สามารถที่จะขอให้เจ้าของบ่อทำการสูบน้ำเข้าพื้นที่นาได้

5.2.4 สาเหตุที่มีการใช้น้ำบาดาลมากนั้น เกิดจากเกษตรกรขาดแคลนน้ำผิวดินในการเพาะปลูก เนื่องจากปริมาณน้ำผิวดินน้อยเกินไป หรือ เกษตรกรใช้น้ำมากเกินไปจากการทำนาปีละ 3 ครั้ง ซึ่งมากกว่าที่หน่วยงานของรัฐได้แนะนำไว้ โดยบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ยังไม่มีคลองชลประทาน เกษตรกรจึงหันมาใช้น้ำใต้ดินเพื่อใช้ในการเพาะปลูก แต่ผลจากการที่เกษตรกรสูบน้ำบาดาลมากกว่าปริมาณน้ำเติมตามธรรมชาติ จะส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลง ปริมาณน้ำบาดาลน้อยลง จนอาจไม่เพียงพอแก่ความต้องการได้ เกษตรกรจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำบาดาลมากขึ้นเนื่องจากระดับน้ำต่ำลง ต้องมีการสร้างบ่อบาดาลเพิ่มมากขึ้นรวมถึงการเจาะบ่อบาดาลให้ลึกมากกว่าเดิมเพื่อที่จะได้น้ำมาใช้ในการเกษตร

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสูบน้ำใต้ดินน้อยกว่าปริมาณการเติมน้ำใต้ดินตามธรรมชาติ ในพื้นที่ศึกษาที่เก็บข้อมูล ซึ่งถ้ามีปริมาณการสูบน้ำเช่นนี้ทุก ๆ ปี ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำใต้ดินที่มีอยู่ แต่ถ้าหากมีปริมาณการสูบน้ำมากกว่าปริมาณน้ำเติม จะทำให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาลจะลดต่ำลง และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตามมา ดังนั้นเกษตรกรในฐานะผู้ใช้น้ำใต้ดิน และหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในด้านการจัดการน้ำ ควรมีการจัดการและดำเนินการป้องกันตามข้อเสนอแนะดังนี้

1.1 เกษตรกรผู้ใช้น้ำ

- การให้เกษตรใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน
- การหาที่ไว้สำหรับกักเก็บน้ำตามธรรมชาติ เช่น การขุดสระสำรองน้ำเอาไว้ในไร่นา

1.2 กรมชลประทาน

- พัฒนาคลองชลประทานให้ทั่วถึงพื้นที่นาของเกษตร
- เพิ่มศักยภาพให้กับระบบคลองชลประทานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- ให้ความรู้กับเกษตรกรผู้ใช้น้ำบาดาล เช่น การใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน เป็นต้น

1.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

- มีการควบคุมการใช้น้ำบาดาลของเกษตรกรเพื่อไม่ให้เกษตรกรสามารถใช้น้ำบาดาลมากจนเกินไป
- ทำการสำรวจการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

5.3.2 การศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อบกพร่องหลายประการอันได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ วิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล และช่วงระยะเวลาของข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การนำข้อมูลเพียงปีเดียวมาใช้ประเมินโครงการอาจเกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากผลการเพาะปลูกในปีอื่นอาจแตกต่างจากปีที่เก็บข้อมูล ดังนั้น การนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในการตัดสินใจ จำเป็นต้องใช้ความระมัดระวัง

- ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากเกษตรกรไม่ได้จดบันทึก แต่ให้ข้อมูลจากประสบการณ์ อันได้แก่ ข้อมูลระยะเวลาการสูบน้ำใต้ดิน ข้อมูลรายรับ – รายจ่ายของเกษตรกรในภาคการเกษตร ข้อมูลค่าใช้จ่ายการก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาบ่อบาดาล เป็นต้น ในการเก็บข้อมูลจึงควรมีการเก็บข้อมูลให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

- การคำนวณปริมาณน้ำที่สูบมาใช้ต่อไร่อาจจะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากมีจำนวนบ่อที่ทำการสูบน้ำในช่วงที่สำรวจน้อยได้เพียง 6 บ่อจากทั้งหมด 39 บ่อ

- เนื่องจากราคาข้าว ราคาน้ำมัน ราคาปุ๋ย ในแต่ละช่วงมีราคาที่ไม่เท่ากันทำให้รายได้และรายจ่ายของเกษตรกรมีความแตกต่างกันมาก เช่น ราคาข้าวบางช่วงราคาข้าวขึ้นถึงเกวียนละหมื่นบาทแต่บ้างช่วงเหลือเพียงเกวียนละห้าพันบาท เป็นต้น และไม่ได้คิดค่าผันผวนราคา

- ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการคิดทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินเนื่องจากการคิดต้องมีการวัดระดับน้ำใต้ดินจากบ่อสังเกตการณ์และในพื้นที่ศึกษาไม่มีบ่อสังเกตการณ์และอุปกรณ์ที่ทำการวัดระดับน้ำ

บรรณานุกรม

1. ชินกร สุวรรณประสิทธิ์. (2550). การทรุดบ่อบาดาลระดับตื้นเพื่อการทำนาในพื้นที่ ตำบลงิ้วงาม อำเภอเมือง และ ตำบลวังอิทก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
2. สนอง ปะทะนมปี. (2547). การจัดการน้ำบาดาลบ่อตื้นเพื่อการเกษตร ในพื้นที่ชลประทาน ในพื้นที่การจัดสรรน้ำชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล อยู่ในพื้นที่ระหว่างตอนที่ 2 และ บางส่วนตอนที่ 3 บริเวณ ต.ท่าโพธิ์ , ต.งิ้วงาม , ต.วัดพริก , และ ต.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
3. กิจการ พรหมมา. (2552). ผลตอบแทนการทำนาโดยใช้น้ำบาดาลระดับตื้นในช่วงน้ำมันแพงและราคาข้าวผันผวน ในพื้นที่ อำเภอเมือง , วังทอง , พรหมพิราม , บางระกำ และ บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก
4. ไพฑูรย์ โล่สุนทร. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ENGINEERING ECONOMY
5. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เอกสารอบรมหลักสูตรการส่งเสริมการใช้น้ำและการเกษตร 13 มิ.ย. – 12 ก.ค. 31 (เล่ม 1 และเล่ม 2)
6. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล , [ออนไลน์] , สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2552 จาก http://www.dgr.go.th
7. กรมอุตุนิยมวิทยา , [ออนไลน์] , สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2552 จาก http://www.tmd.go.th

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ศักยภาพการใช้ประโยชน์น้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการชลประทานเขื่อนแควน้อย

บ้านเลขที่ .....

ชื่อ – นามสกุล .....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

1. ตำแหน่งบ่อบาดาล .....
2. เส้นผ่าศูนย์กลางบ่อ ..... เมตร
3. ความลึกจากผิวดินถึงก้นบ่อ ..... เมตร ความลึกจากผิวดินถึงระดับน้ำ .....เมตร
4. ชนิดท่อ ..... เครื่องสูบน้ำ ..... ขนาดของเครื่องยนต์ .....แรงม้า
5. อัตราการสูบน้ำ ..... จำนวนชั่วโมงในการสูบน้ำ .....
   ความถี่ในการสูบน้ำ .....
6. ค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อ ..... บาท

ส่วนที่ 2 รายรับจากการทำนา

1. ปีที่ผ่านมาขายข้าวได้เท่าไร
   ทำนาครั้งที่ 1 ได้ข้าว ..... เกวียน ๆ ละ ..... บาท ได้เงิน .....บาท
   ทำนาครั้งที่ 2 ได้ข้าว ..... เกวียน ๆ ละ ..... บาท ได้เงิน .....บาท
   ทำนาครั้งที่ 3 ได้ข้าว ..... เกวียน ๆ ละ ..... บาท ได้เงิน .....บาท
   รวมรายรับ ..... บาท

ส่วนที่ 3 รายจ่ายการการทำนา

1. มีพื้นที่นา ..... ไร่ ☐ เป็นเจ้าของที่ดินเอง ☐ เช่า ไร่ละ .....บาท
2. ไถนาและทำเทือกเองหรือไม่ ☐ ทำเอง ☐ จ้าง ไร่ละหรือเหมา ..... บาท/ครั้ง ..... ครั้ง
3. หว่านข้าวเองหรือไม่ ☐ ทำเอง ☐ จ้าง ไร่ละหรือเหมา ..... บาท/ครั้ง ..... ครั้ง
4. ฉีดพ่นยาเองหรือไม่ ☐ ทำเอง ☐ จ้าง ไร่ละหรือเหมา ..... บาท/ครั้ง ..... ครั้ง
5. เกี่ยวข้าวเองหรือไม่ ☐ ทำเอง ☐ จ้าง ไร่ละหรือเหมา ..... บาท/ครั้ง .....ครั้ง
6. ใช้เมล็ดข้าวตัวเองหรือไม่ ☐ ทำเอง ☐ ซื้อคนอื่น ..... บาท/ครั้ง .....ครั้ง
7. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สูบน้ำบาดาล ใช้น้ำมันประมาณ ..... แกลลอน
8. ปีที่ผ่านมาซื้อน้ำมันเชื้อเพลิงมาใช้สูบน้ำบาดาลเท่าใด
   ทำนาครั้งที่ 1 ซื้อน้ำมัน ..... แกลลอน ๆ ละ ..... บาท จ่ายเงิน .....บาท
   ทำนาครั้งที่ 2 ซื้อน้ำมัน ..... แกลลอน ๆ ละ ..... บาท จ่ายเงิน .....บาท
   ทำนาครั้งที่ 3 ซื้อน้ำมัน ..... แกลลอน ๆ ละ ..... บาท จ่ายเงิน .....บาท
9. ค่าสารเคมี ..... บาท

   รวมรายจ่าย ..... บาท

ภาคผนวก ข

ข้อมูลบ่อบาดาลและข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

ตารางที่ ข1 ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

หมายเลขบ่อ	พิกัด		ความสูง	ปีที่เจาะ	อายุ	ขนาดวงบ่อที่ทรุด(ม.)	ชนิดและขนาดท่อ	ความลึก (ม.)			ระดับที่เจอน้ำ (ม.)	เครื่องยนต์ (HP)
	N	E	(ม.)		(ปี)			ระยะทรุด	ระยะเจาะ	ระยะรวม		
1	—	—	33	—	—	1.1	PVC 3	36	8	44	44	ดูโบค้า 115
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	16°47′55.2″	100°20′32.3″	50	2549	3	1.2	PVC 4	6	76	82	66	ไฟฟ้า
5	16°47 45.2″	100°20′1.3″	40	2526	26	—	เหล็ก 3	—	24	24	5	ยันม่า 115
6	16°47′38.4″	100°20′22.4″	46	2540	12	1.2	PVC 3	18	52	70	50	ดูโบค้า 115
7	16°46′44.3″	100°19′20.3″	33	2549	3	1	PVC 4	6	102	108	8	ดูโบค้า 110
8	16°46′46.5″	100°18′53.7″	34	2551	1	1.1	PVC 4	12	88	100	80	ดูโบค้า 110
9	16°46′42.9″	100°19′27.3″	43	2542	10	1.2	PVC 4	6	24	30	20	ดูโบค้า 115
10	16°46′49.7″	100°18′58″	29	2542	10	1.1	PVC 4	6	66	72	72	ยันม่า 120
11	16°46′40.5″	100°19′23.9″	38	2542	10	1.2	PVC 4	5	73	78	78	ดูโบค้า 115
12	16°41 19″	100°21′5″	35	2537	15	1.1	PVC 3	6	78	84	78	ดูโบค้า 100
13	16°46′41.5″	100°19′9.4″	29	2540	12	1.2	PVC 4	6	24	30	30	ดูโบค้า 95
14	16°45′30.4″	100°21′49.7″	40	2549	3	1.1	PVC 4	6	24	30	30	ดูโบค้า 95
15	16°45′33.4″	100°21′43.9″	34	2547	5	1.1	PVC 4	12	94	106	80	ดูโบค้า 110
16	16°45 26.9″	100°21′40.1″	40	2550	2	1.1	PVC 3	6	28	34	34	ดูโบค้า 110
17	16°45′28.7″	100°21′31.1″	32	2549	3	1.1	PVC 3	6	24	30	30	มอเตอร์ 100
18	16°45′19.7″	100°21′23.8″	46	2545	7	1.1	PVC 4	8	52	60	60	มอเตอร์ 75
19	16°46′13.4″	100°19′39″	39	2550	2	1.1	PVC 4	18	90	108	70	ดูโบค้า 115
20	16°45 41.5″	100°19′11.7″	41	2548	4	1.2	PVC 4	20	92	112	—	ดูโบค้า 115

ตารางที่ ข1 ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	พิกัด		ความสูง	ปีที่เจาะ	อายุ	ขนาดวงบ่อที่ทรุด(ม.)	ชนิดและขนาดท่อ	ความลึก (ม.)			ระดับที่เจอน้ำ (ม.)	เครื่องยนต์ (HP)
	N	E	(ม.)		(ปี)			ระยะทรุด	ระยะเจาะ	ระยะรวม		
21	16° 46′ 26.7″	100° 20′ 10.7″	42	2548	4	1.1	PVC 4	20	92	112	—	ยันม่า 115
22	16° 43′ 22.3″	100° 20′ 57.7″	52	2548	4	1.1	PVC 3	2	72	74	50	คูโบต้า 95
23	16° 43′ 40.9″	100° 22′ 4.1″	39	2550	2	1.2	PVC 4	12	48	60	14	คูโบต้า 110
24	16° 43′ 34.2″	100° 21′ 59.3″	39	2546	6	1.1	PVC 4	12	80	92	36	คูโบต้า 110
25	16° 41′ 52.7″	100° 22′ 13.2″	59	2551	1	1.1	PVC 4	8	84	92	60	คูโบต้า 110
26	16° 41′ 31″	100° 21′ 44.4″	37	2549	3	1.2	PVC 4	12	74	86	16	ยันม่า 120
27	16° 41′ 5.8″	100° 21′ 21.6″	25	2542	10	1.2	PVC 4	12	48	60	36	คูโบต้า 110
28	16° 41′ 6.8″	100° 21′ 32.3″	21	2548	4	1.1	PVC 4	24	14	38	38	คูโบต้า 120
29	16° 41′ 22.6″	100° 20′ 55.9″	35	2551	1	1.2	PVC 4	24	14	38	38	คูโบต้า 120
30	16° 43′ 2.4″	100° 22′ 1.5″	55	2547	5	1.2	PVC 4	10	24	34	18	คูโบต้า 120
31	16° 43′ 38.9″	100° 22′ 32.8″	50	2547	5	1.1	PVC 4	10	24	34	12	คูโบต้า 120
32	16° 43′ 29.2″	100° 23′ 21.8″	37	2551	1	1.2	PVC 4	6	80	86	20	คูโบต้า 105
33	16° 43′ 33.7″	100° 2′ 39.1″	50	2542	10	1	PVC 3	8	56	64	30	ยันม่า 105
34	16° 44′ 15.8″	100° 23′ 4.1″	50	2545	7	0.9	PVC 3	10	40	50	25	ไฟฟ้า
35	16° 44′ 24.6″	100° 23′ 7.5″	34	2550	2	1.2	PVC 3	8	78	86	28	ยันม่า 105
36	16° 43′ 57.6″	100° 22′ 42.5″	29	2550	2	1.2	PVC 3	8	78	86	28	ยันม่า 105
37	16° 43′ 33.7″	100° 22′ 39.1″	50	2545	7	1.1	PVC 4	30	18	48	48	คูโบต้า 100
38	16° 44′ 1.8″	100° 22′ 13.3″	37	2549	3	—	PVC 4	—	80	80	24	คูโบต้า 100
39	16° 44′ 23.5″	100° 22.8′ 4″	41	2551	1	1	PVC 4	24	58	82	50	ไฟฟ้า

ตารางที่ ข2 การสูบน้ำบาดาล

ลำดับ	ชื่อเจ้าของ	หมายเลขบ่อ	จำนวนครั้งในการสูบ				วัน/ครั้ง	จำนวนไร่	จน.ชั่วโมงในการสูบน้ำใน 1 ครั้ง	ตัวอย่างอัตราการสูบ ลบ.ม / ไร่	ปริมาณการสูบ ลบ.ม	อัตราการสูบ ลบ.ม / ไร่/ปี
			นาปรัง	นาปี	นาปรัง	รวม						
1	นายพะเยา อิวชาวนา	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	นายบุญสม ฤทธิ์ล้ำ	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	นายตู้ ตั้งคร	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	นางฉนอมศรี เทพมาศ	4	8	—	—	8	15	150	360	28.632	82460.16	549.734
5	นายศักดิ์ศรี สุขเรือง	5	4	—	—	4	2	9	48	28.632	5497.344	610.816
6	นางทองอยู่ เนียมเพาะ	6	6	3	6	15	2	27	48	28.632	20615.04	763.520
7	นายเชิด วรรณสุข	7	8	4	—	12	3	60	72	28.632	24738.048	412.301
8	นายบุญมี ศรีเครือ	8	8	5	—	13	4	70	96	28.632	35732.736	510.468
9	นางกานดา ทับทิม	9	6	—	—	6	5	24	120	28.632	20615.04	858.960
10	นายอนุชิต เอี่ยมสะอาด	10	4	4	—	8	7	62	168	24.969	33558.336	541.263
11	นางสมใจ เพียรมะ	11	8	8	—	16	15	240	360	24.969	143821.44	599.256
12	นายบุญหลง แก้วสระแสง	12	4	4	4	12	2	15	48	24.969	14382.144	958.810
13	นายเอนก อ่องฤทธิ์	13	8	8	8	24	3	75	72	24.969	43146.432	575.286
14	นายชอบ วังอินตา	14	6	4	—	10	10	94	240	24.969	59925.6	637.506
15	นายวิระ เส้นขาว	15	6	4	—	10	10	180	240	24.969	59925.6	332.920
16	นายเล็ก แสงน้อย	16	10	6	—	16	2	40	48	30.897	23728.896	593.222
17	นายสำราญ เพ็งพันธ์	17	—	8	8	16	3	130	72	30.897	35593.344	273.795
18	นายสมชาย เกตพรหมา	18	5	5	5	15	7	135	168	30.897	77860.44	576.744
19	นางกำไร พุ่มนาค	19	4	4	—	8	3	60	72	30.897	17796.672	296.611
20	นายทองใบ เลิศสม	20	8	8	—	16	10	174	240	30.897	118644.48	681.865

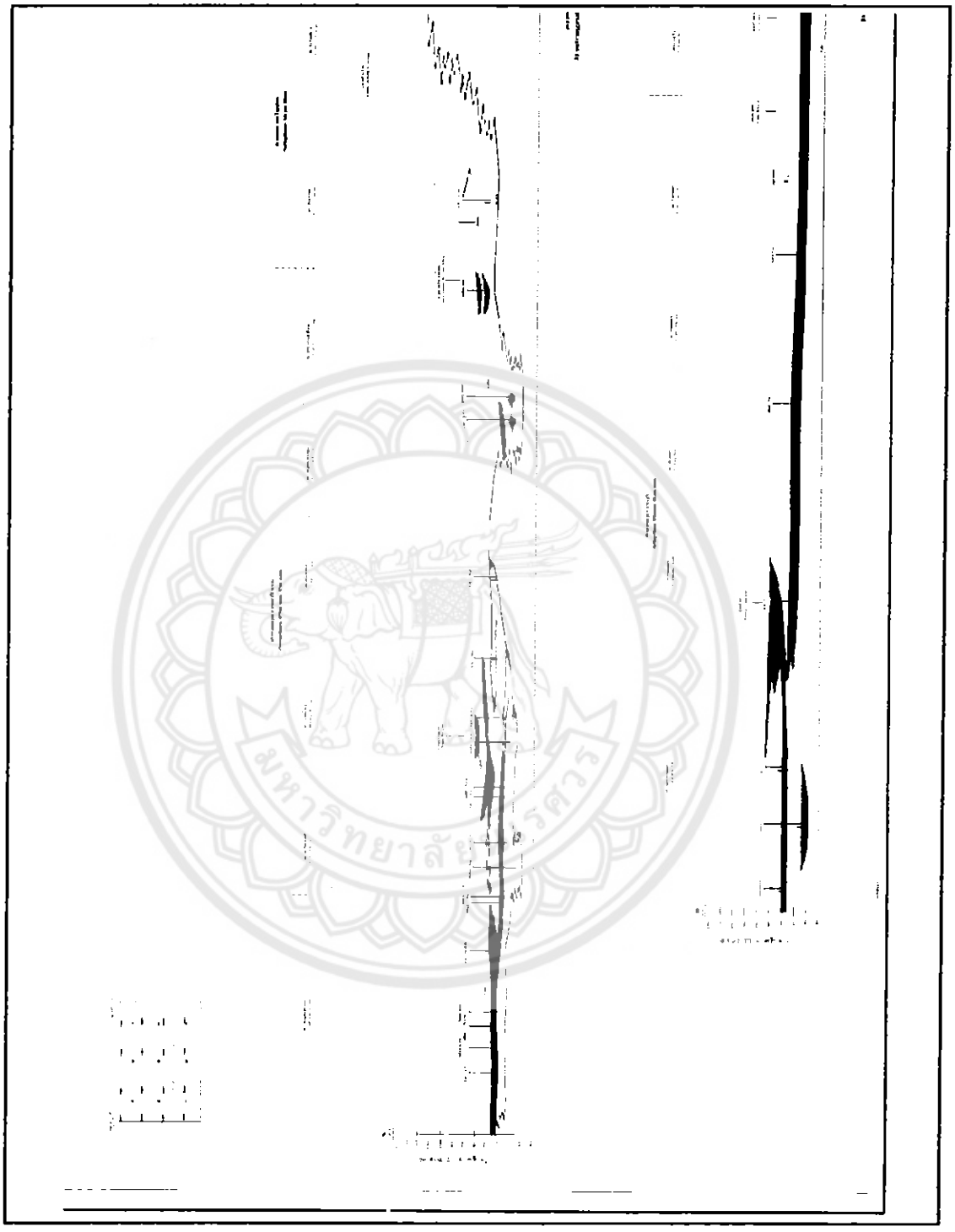
ตารางที่ ข2 การสูบน้ำบาดาล (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเจ้าของ	หมายเลขบ่อ	จำนวนครั้งในการสูบ				วัน/ครั้ง	จำนวนไร่	จน.ชั่วโมงในการสูบน้ำใน 1 ครั้ง	ตัวอย่างอัตราการสูบ ลบ.ม / ไร่	ปริมาณการสูบ ลบ.ม	อัตราการสูบ ลบ.ม / ไร่/ปี
			นาปรัง	นาปี	นาปรัง	รวม						
21	นายสุบิน เลิศสม	21	5	5	—	10	15	440	360	30.897	111229.2	252.794
22	นายบุญมา ยุติธรรม	22	16	16	—	32	3	74	72	30.897	71186.688	961.982
23	นายเสนย เพ็ชรนิล	23	4	—	—	4	2	10	48	28.824	5534.208	553.421
24	นายสมชาย ถิ่ถ้วน	24	12	—	—	12	5	50	120	28.824	41506.56	830.131
25	นายสมยศ สิงห์เห	25	12	—	—	12	3	38	72	28.824	24903.936	655.367
26	นายสายันณ์ เอื้อเฟื้อ	26	12	12	—	24	7	130	168	28.824	116218.368	893.987
27	นายสมาน บุญเชิด	27	4	4	—	8	5	60	144	28.824	33205.248	553.421
28	นายสำนวย การเทพ	28	—	12	—	12	6	50	144	28.824	49807.872	996.157
29	นายไพฑูร สุวรรณราช	29	24	12	—	36	2	56	48	28.632	49476.096	883.502
30	นายสวิง มิชาวนา	30	12	6	—	18	6	76	144	28.632	74214.144	976.502
31	นายเสน่ห์ การะเกด	31	12	6	—	18	5	50	120	28.632	61845.12	1236.902
32	นายบุญแสม พงษ์พานิช	32	12	6	—	18	5	60	120	28.632	61845.12	1030.752
33	นายบุญมา แดงโต	33	8	4	—	12	2	20	48	28.632	16492.032	824.602
34	นายสุบิน เกิดดิ่ง	34	8	8	—	16	7	62	168	28.632	76962.816	1241.336
35	นายสำราญ ละคราม	35	16	16	—	32	4	100	96	19.000	58368.000	583.680
36	นายแคล้ว ทองมณี	36	4	4	—	8	2	12	48	19.000	7296.000	608.000
37	นายสมหวัง ตลุ่มเครือ	37	8	8	—	16	9	168	216	19.000	65664.000	390.857
38	นายสืนวล ขุนกระโทก	38	8	8	—	16	6	128	144	19.000	43776.000	342.000
39	นายสืนวล สร้อยคระบุรี	39	16	16	—	32	4	80	96	19.000	58368.000	729.600

ตารางที่ ข3 ปริมาณการกักเก็บน้ำจังหวัดพิษณุโลก

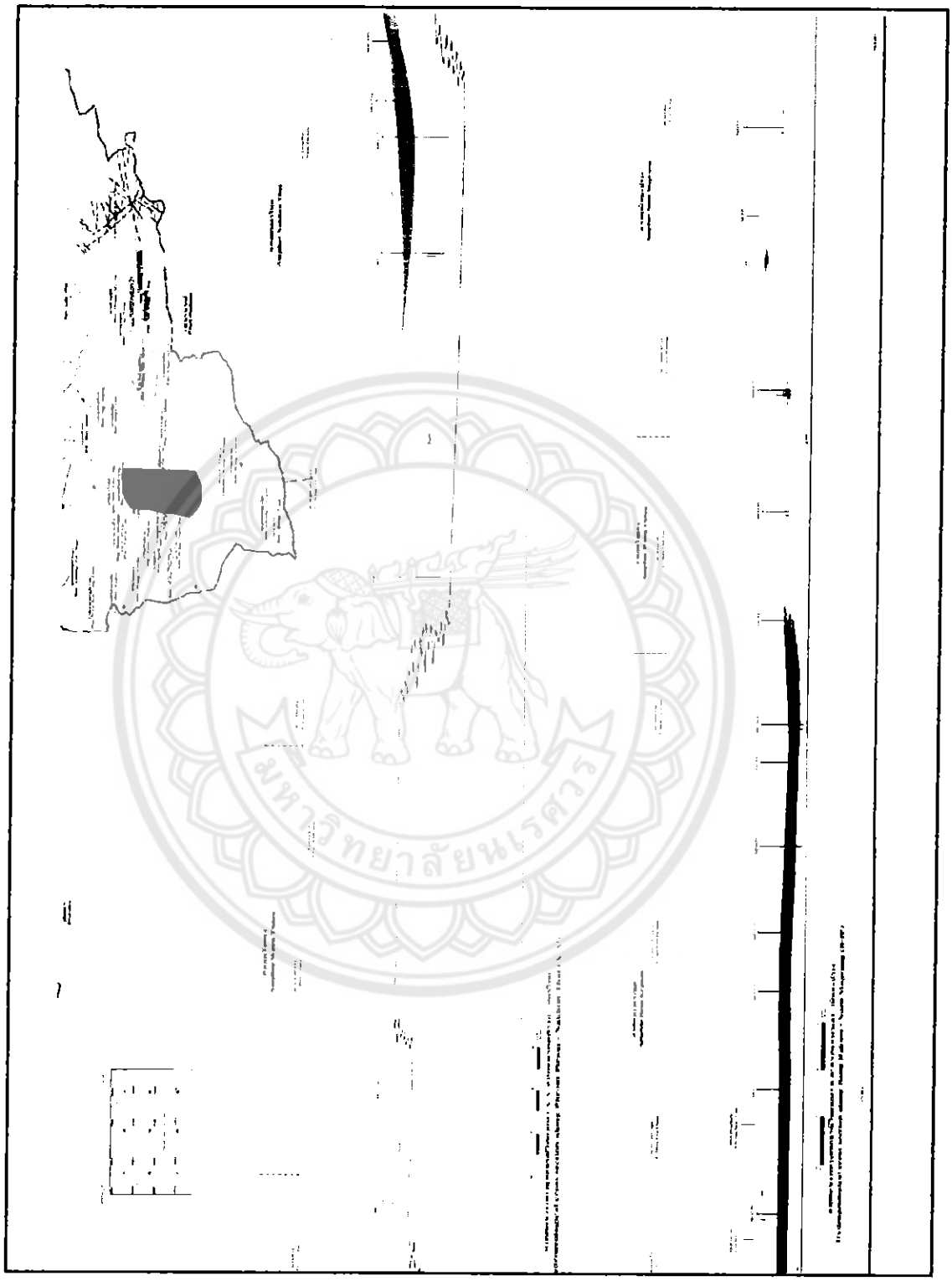
ประเภท	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	พื้นที่>120	พื้นที่<120	ความหนา (ม.)	ค่าประสิทธิ์การกักเก็บ min.	ค่าประสิทธิ์การกักเก็บ max.	ค่าประสิทธิ์การกักเก็บ avg.	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม.)	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (ม.)	Annual Rec min.	ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี (ลบ.ม./ปี)	Annual Rec max.
ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	1,275	1,275,197,834	5,896,242	1,269,301,591	20	0.12	0.15	0.135	3,427,114,297	3	2,122,647	514,067,145	571,185,716
ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่	1,827	1,826,964,205	63,333,694	1,763,630,512	30	0.07	0.1	0.085	4,497,257,804	3	13,300,076	449,725,780	529,089,153
ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า	230	230,353,420	38,662,922	191,690,499	50	0.07	0.1	0.085	814,684,619	3	8,119,214	48,881,077	57,507,150
ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูทอก	1,907	1,906,855,303	1,848,080,392	58,774,912	100	0.0005	0.001	0.00075	4,408,118	3	2,772,121	132,244	176,325
ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนบน	1,013	1,012,868,655	968,376,608	44,492,048	100	0.0005	0.001	0.00075	3,336,904	3	1,452,565	100,107	133,476
ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนกลาง	2,865	2,864,525,278	2,377,121,316	487,403,962	100	0.0003	0.0005	0.0004	19,496,158	3	2,139,409	584,885	731,106
ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนล่าง	1,048	1,048,363,091	318,826,701	729,536,390	100	0.0003	0.0005	0.0004	29,181,456	3	286,944	875,444	1,094,305
ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน	426	426,395,405	57,921,272	368,474,133	60	0.001	0.005	0.003	66,325,344	3	173,764	3,316,267	5,527,112
ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	23	23,453,310	4,407,200	19,046,110	30	0.0004	0.0005	0.00045	257,122	3	5,289	25,712	28,569
รวม	**10,615**	**10,614,976,502**	**5,682,626,346**	**4,932,350,157**					**8,862,061,823**		**30,372,028**	**1,017,708,661**	**1,165,472,912**
ปริมาณกักเก็บ						**8,862,061,823**			**ลูกบาศก์เมตร**				
ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ย						**1,017,708,661**			**ลูกบาศก์เมตร**				
ปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ยร้อยละ						**11.48**			**ของปริมาณการกักเก็บ**				

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล



รูปที่ ข1 ภาพตัดขวางในเขตพื้นที่ศึกษา

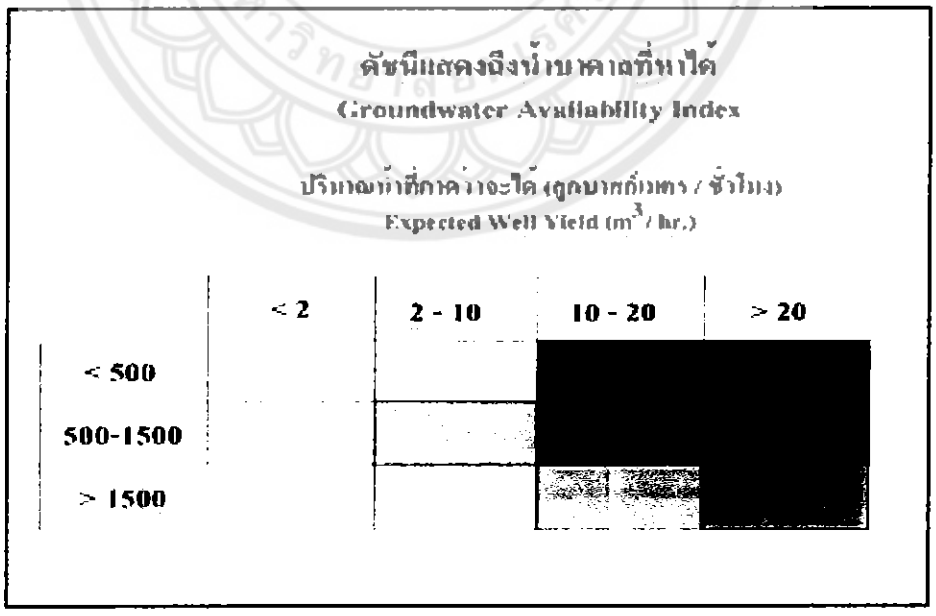
ที่มา : แผนที่อุทกวิทยาจังหวัดพิษณุโลก



รูปที่ ข2 ภาพตัดขวางในเขตพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

ที่มา : แผนที่อุทกวิทยาจังหวัดพิษณุโลก

รูปที่ ข3 แสดงพื้นที่ศึกษาบนแผนที่น้ำบาดาล
ที่มา : แผนที่อุทกวิทยาจังหวัดพิษณุโลก



รูปที่ ข4 ระดับสีที่แสดงปริมาณน้ำที่คาดว่าจะได้
ที่มา : แผนที่อุทกวิทยาจังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ค

ข้อมูลรายได้ รายจ่าย เกษตรกร

ตารางที่ ค1 รายได้ของเกษตรกร

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			รวมจำนวนเงิน (บาท)
		จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	
1	ข้าว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ข้าว	100	7,600	760,000	-	-	-	-	-	-	760,000
5	ข้าว	7	5,000	35,000	-	-	-	-	-	-	35,000
6	ข้าว	8	8,700	69,600	5	6,700	33,500	7	10,000	70,000	173,100
7	ข้าว	25	8,500	212,500	25	7,000	175,000	-	-	-	387,500
8	ข้าว	27	8,000	216,000	27	8,000	216,000	-	-	-	432,000
9	ข้าว	19	9,000	171,000	-	-	-	-	-	-	171,000
10	ข้าว	27	9,000	243,000	26	9,000	234,000	-	-	-	477,000
11	ข้าว	90	9,000	810,000	90	8,500	765,000	-	-	-	1,575,000
12	ข้าว	4	9,000	36,000	4	-	-	1	-	-	36,000
13	ข้าว	12	9,000	108,000	7	8,000	56,000	2	7,700	15,400	179,400
14	ข้าว	9	6,400	57,600	4	6,400	25,600	50 ถัง	ถังละ 65	3,250	86,450
15	ข้าว	40	10,200	408,000	60	7,000	420,000	-	-	-	828,000

ตารางที่ ค1 รายได้ของเกษตรกร (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			รวมจำนวนเงิน (บาท)
		จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	
16	ข้าว	14	8,000	112,000	16	7,000	112,000	-	-	-	224,000
17	ข้าว	-	-	-	45	9,000	405,000	40	9,000	360,000	765,000
18	ข้าว	30	7,500	225,000	27	9,300	251,100	20	6,200	124,000	397,500
19	ข้าว	20	8,000	160,000	23	-	-	-	-	-	160,000
20	ข้าว	40	9,800	392,000	35	8,600	301,000	-	-	-	693,000
21	ข้าว	160	9,200	1,472,000	170	8,300	1,411,000	-	-	-	2,883,000
22	ข้าว	20	6,000	120,000	10	7,000	70,000	-	-	-	190,000
23	ข้าว	20	8,500	170,000	-	-	-	-	-	-	170,000
24	ข้าว	30	8,500	255,000	-	-	-	-	-	-	255,000
25	ข้าว	-	-	-	23	8,000	184,000	-	-	-	184,000
26	ข้าว	14	6,500	91,000	32	10,000	320,000	-	-	-	411,000
27	ข้าว	25	8,300	207,500	25	8,300	207,500	-	-	-	415,000
28	ข้าว	-	-	-	10	8,000	80,000	-	-	-	80,000
29	ข้าว	15	7,600	114,000	18	7,200	129,600	-	-	-	243,600
30	ข้าว	21	10,300	216,300	21	6,500	136,500	-	-	-	352,800

ตารางที่ ค1 รายได้ของเกษตรกร (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			รวมจำนวนเงิน (บาท)
		จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนผลผลิต (เกวียน)	ราคาข้าวต่อเกวียน (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	
31	ข้าว	20	10,300	206,000	-	-	-	-	-	-	206,000
32	ข้าว	11	8,000	88,000	17	6,500	110,500	-	-	-	198,500
33	ข้าว	7	7,400	51,800	7	6,500	45,500	-	-	-	97,300
34	ข้าว	23	9,500	218,500	23	9,500	218,500	-	-	-	437,000
35	ข้าว	34	7,200	244,800	34	8,000	272,000	-	-	-	516,800
36	ข้าว	4	7,200	28,800	4	8,000	32,000	-	-	-	60,800
37	ข้าว	37	6,700	247,900	34	6,900	255,300	-	-	-	503,200
38	ข้าว	30	3,700	111,000	18	3,700	66,600	-	-	-	177,600
39	ข้าว	22	6,600	145,200	-	-	-	-	-	-	145,200

ตารางที่ ค2 รายจ่ายของเกษตรกร

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	พื้นที่เพาะปลูกของตนเอง (ไร่)	พื้นที่ เพาะปลูกเช่าคนอื่น (ไร่)	ค่าเช่า (บาท)	ค่าไถนาทำเถือก (บาท)	ค่าหว่านข้าว (บาท)	ค่าฉีดยาและค่ายา (บาท)	ค่าปุ๋ย (บาท)	ค่าเกี่ยวข้าว (บาท)	ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท)	รวมรายจ่าย (บาท)	ค่าใช้จ่ายในในการเจาะบ่อ (บาท)
1	ข้าว	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	—
2	ข้าว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,000
3	ข้าว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,000
4	ข้าว	150	-	-	-	-	1,400	180,000	67,500	36400	285,300	70,000
5	ข้าว	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	กรมโยธาฯเจาะให้
6	ข้าว	9	-	-	-	-	-	55,800	12,150	-	67,950	25,000
7	ข้าว	30	-	-	-	-	20,000	60,000	27,000	-	107,000	50,000
8	ข้าว	-	35	50,000	-	-	6,000	49,000	31,500	38,000	174,500	45,000
9	ข้าว	24	4	12,000	-	1,200	1,200	13,200	10,800	14,000	52,400	50,000
10	ข้าว	-	31	15,500	-	3,100	8,000	34,720	27,900	18,000	107,220	30,000
11	ข้าว	14	106	114,480	-	12,000	42,000	136,800	108,000	-	413,280	20,000
12	ข้าว	5	-	-	2,200	-	2,400	7,850	6,000	7,500	25,950	4,000
13	ข้าว	-	25	24,700	16,500	-	-	52,500	30,000	37,500	161,200	30,000
14	ข้าว	5	22	14,080	18,630	-	7,000	44,550	36,450	-	120,710	13,000
15	ข้าว	30	60	42,000	39,600	-	-	166,500	81,000	14,000	343,100	45,000

ตารางที่ ค2 รายจ่ายของเกษตรกร (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	พื้นที่เพาะปลูกของตนเอง (ไร่)	พื้นที่ เพาะปลูกเช่าคนอื่น (ไร่)	ค่าเช่า (บาท)	ค่าไถนาทำเฉือก (บาท)	ค่าหว่านข้าว (บาท)	ค่าฉีดยาและค่ายา (บาท)	ค่าปุ๋ย (บาท)	ค่าเกี่ยวข้าว (บาท)	ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท)	รวมรายจ่าย (บาท)	ค่าใช้จ่ายในในการเจาะบ่อ (บาท)
16	ข้าว	20	-	-	4,800	-	-	36,000	18,000	-	58,800	30,000
17	ข้าว	65	-	-	42,900	39,000	9,750	331,500	87,750	-	510,900	50,000
18	ข้าว	45	-	-	-	20,250	15,000	85,500	60,750	36,000	217,500	50,000
19	ข้าว	-	30	30,960	-	-	-	30,000	27,000	-	87,960	40,000
20	ข้าว	20	67	26,800	38,280	4,000	-	194,880	78,300	-	303,980	40,000
21	ข้าว	-	220	88,000	-	-	-	345,400	198,000	-	631,400	99,000
22	ข้าว	37	-	-	16,280	2,960	4,960	44,000	33,300	-	101,500	60,000
23	ข้าว	10	-	-	2,200	-	2,400	10,200	8,000	-	22,800	50,000
24	ข้าว	16	34	34,680	22,000	-	13,200	-	45,000	-	114,880	70,000
25	ข้าว	-	38	36,480	-	-	4,500	19,380	17,100	8,000	85,460	80,000
26	ข้าว	23	42	32,760	29,900	6,500	6,500	71,500	58,500	-	205,660	65,000
27	ข้าว	-	30	24,900	13,200	-	-	41,400	27,000	-	106,500	60,000
28	ข้าว	50	-	-	-	-	-	109,000	22,500	-	131,500	30,000
29	ข้าว	28	-	-	12,880	-	-	61,040	25,200	14,000	113,120	40,000
30	ข้าว	18	20	20,000	-	-	7,920	82,840	34,200	10,500	155,460	40,000

ตารางที่ ค2 รายจ่ายของเกษตรกร (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ชนิดพืชที่ปลูก	พื้นที่เพาะปลูกของตนเอง (ไร่)	พื้นที่ เพาะปลูกเช่าคนอื่น (ไร่)	ค่าเช่า (บาท)	ค่าไถนาทำเถือก (บาท)	ค่าหว่านข้าว (บาท)	ค่าฉีดยาและค่ายา (บาท)	ค่าปุ๋ย (บาท)	ค่าเกี่ยวข้าว (บาท)	ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท)	รวมรายจ่าย (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการเจาะบ่อ (บาท)
31	ข้าว	25	-	-	-	2,000	4,500	54,500	22,500	10,500	94,000	40,000
32	ข้าว	-	30	28,000	12,000	-	2,400	42,000	27,000	44,000	155,400	50,000
33	ข้าว	10	-	-	-	-	5,000	25,000	9,000	-	39,000	60,000
34	ข้าว	-	31	30,000	-	-	-	18,290	27,900	-	76,190	13,000
35	ข้าว	50	-	-	-	-	60,000	100,000	45,000	-	205,000	50,000
36	ข้าว	6	-	-	-	-	5,000	8,160	5,400	-	18,560	50,000
37	ข้าว	-	84	42,000	40,320	-	-	55,440	-	-	137,760	400,000
38	ข้าว	37	27	22,200	-	-	2,400	84,760	57,600	24,000	190,960	55,000
39	ข้าว	20	20	13,200	-	-	-	20,000	18,000	24,000	75,200	100,000

ตารางที่ ค3 รายจ่ายค่าเชื้อเพลิงและไฟฟ้า

หมายเลขบ่อ	ประเภทพลังงาน (น้ำมัน/ไฟฟ้า)	ค่าน้ำมัน									ค่าไฟฟ้า						รวมจำนวนเงิน(บาท)
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		
		จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	
1	ดีเซล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ดีเซล	4	7000	28000	-	-	-	-	-	-	25000	10000	-	-	-	-	38000
5	ไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,000	12,000	-	-	-	-	12,000
6	ดีเซล	4	6000	24000	4	5000	20000	4	5700	22800	-	-	-	-	-	-	66800
7	ดีเซล	2	6,000	12,000	2	5,800	11,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,600
8	ดีเซล	3	7,000	21,000	5	5,000	25,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,000
9	B5	4	5,000	20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,000
10	ดีเซล	3	5,000	15,000	6	5,000	30,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,000
11	B5	12	5,000	60,000	12	5,400	64,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124,800
12	ดีเซล	1	5,000	5,000	1	5,000	5,000	1	5,400	5,400	-	-	-	-	-	-	15,400
13	ดีเซล	3	5,700	17,100	3	5,700	17,100	3	5,700	17,100	-	-	-	-	-	-	51,300

ตารางที่ ค3 รายจ่ายค่าเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ประเภทพลังงาน (น้ำมัน/ไฟฟ้า)	ค่าน้ำมัน									ค่าไฟฟ้า						รวมจำนวนเงิน(บาท)
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		
		จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	
14	ดีเซล	1	4,000	4,000	2	5,000	10,000	4	5,700	22,800	-	-	-	-	-	-	36,800
15	ดีเซล	25	9,000	225,000	25	6,500	162,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	387,500
16	ดีเซล	2	9,000	18,000	2	8,500	17,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,000
17	B2	-	-	-	7	6,000	42,000	7	6,000	42,000	-	-	-	-	-	-	84,000
18	ไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,000	20,000	5,000	20,000	5,000	20,000	60,000
19	B5	5	4,000	20,000	5	4,000	20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,000
20	B5	7	7,000	49,000	7	4,800	33,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82,600
21	B5	16	7,000	112,000	16	5,200	83,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195,200
22	ดีเซล	1	4,000	4,000	3	4,000	12,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,000
23	ดีเซล	2	4,500	9,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,000
24	ดีเซล	7	4,500	31,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,500
25	ดีเซล	-	-	-	3	5,000	15,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,000
26	ดีเซล	1	5,000	5,000	6	6,500	39,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,000
27	ดีเซล	1.5	5,000	7,500	5	5,500	27,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,000
28	ดีเซล	4	7,000	28,000	4	5,700	22,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,800

ตารางที่ ค3 รายจ่ายค่าเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	ประเภทพลังงาน (น้ำมัน/ไฟฟ้า)	ค่าน้ำมัน									ค่าไฟฟ้า						รวมจำนวนเงิน(บาท)
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		
		จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนถัง	ราคาต่อถัง (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	จำนวนเงิน (บาท)	
29	ดีเซล	3	5,700	17,100	3	5,800	17,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,500
30	ดีเซล	11	9,500	104,500	11	5,700	62,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	167,200
31	ดีเซล	2	9,500	19,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,000
32	ดีเซล	8	5,500	44,000	8	5,500	44,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88,000
33	ดีเซล	2	5,400	10,800	2	5,700	11,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,200
34	ไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,000	28,000	7,000	28,000	-	-	56,000
35	ดีเซล	6	4,600	18,400	6	5,050	30,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,700
36	ดีเซล	1	4,600	4,600	1	5,040	5,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,640
37	ดีเซล	7	6,000	42,000	7	6,000	42,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84,000
38	ดีเซล	1	5,700	5,700	3	5,700	17,100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,800
39	ไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,500	18,000	-	-	-	-	18,000

ภาคผนวก ง

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ตารางที่ ง1 แสดงปริมาณน้ำฝน จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2547 – พ.ศ. 2551

รายการ	2547		2548		2549		2550		2551	
	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)
มกราคม	4.3	4	0	0	0	0	0	0	0.1	1
กุมภาพันธ์	22	3	1.3	1	19.7	3	23.8	3	39.3	3
มีนาคม	13	3	5.7	2	46.9	5	38.7	2	5.7	5
เมษายน	35.4	4	92.5	6	79	6	118.9	8	41.4	7
พฤษภาคม	31.6	14	43.3	6	191.8	16	343	21	161.1	14
มิถุนายน	277.4	21	242.1	18	198.1	19	117.7	15	91.6	12
กรกฎาคม	234.8	19	147	15	203.3	21	296.5	19	136.7	16
สิงหาคม	332.8	14	168.6	18	182.3	19	150.4	18	285.3	14
กันยายน	285.9	19	415.5	24	280.3	22	338.9	20	282.4	20
ตุลาคม	40.8	4	31	12	256.6	12	208.3	15	191.8	18
พฤศจิกายน	0	0	72.8	5	55.4	1	3	4	102.9	4
ธันวาคม	0	0	0.03	1	0	0	3.2	1	0.2	1
รวม	1,278.00	105	1,219.83	108	1,513.40	124	1,642.40	126	1,338.50	115

ที่มา : สถานีตรวจอากาศจังหวัด

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณทั้งหมด จากบ่อที่ 4

1. รายรับ

   - ทำนา 1 ครั้งจาก 150 ไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมด 100 เกวียน ๆ ละ 7600 บาท

     รายรับ = 100 x 7600 = 760000 บาท

2. รายจ่าย

   - เป็นเจ้าของที่ดินเองทั้งหมด 150 ไร่
   - ไถนาทำเทือกเองและหว่านข้าวเอง
   - ค่าฉีดยา จ้างวันละ 200 บาทประมาณ 7 ครั้ง

     ค่าฉีดยาทั้งหมด = 200 x 7 = 1400 บาท
   - ค่าเกี่ยวข้าว 450 บาท / ไร่ = 450 x 150 = 67500 บาท
   - ค่าปุ๋ย 150 ถูก ๆ ละ 1200 บาท = 1200 x 150 = 180000 บาท
   - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงใช้จำนวน 4 ถัง ๆ ละ 7000 บาท

     ค่าเชื้อเพลิง = 4 x 7000 = 28000 บาท
   - ค่าไฟ เดือนละ 10000 บาท

     สรุปรายจ่ายทั้งหมดเป็นเงิน 286900 บาท

3. อัตราการไหล

   - น้ำหนักถังเปล่า 0.45 kg.
   - น้ำหนักถังเปล่ารวมน้ำ 12.38 kg.
   - น้ำหนักน้ำ = น้ำหนักถังเปล่ารวมน้ำ — น้ำหนักถังเปล่า

     = 12.38 – 0.45

     = 11.93

     กำหนด ρ = 1000 kg. / m^3

     จากสูตร $\rho = \frac{m}{v}$ ดังนั้น V = $\frac{11.93}{1000}$ = 11.93 ลิตร

- หาอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ (Q)

$$Q = \frac{Volume}{Time}$$

$$Q = \frac{11.93}{1.50} = 28.632 \ m^3/hr$$

4. อัตราการสูบน้ำต่อไร่

- จำนวนไร่ 150 ไร่
- จำนวนชั่วโมงในสูบน้ำในแต่ละครั้ง 360 ชั่วโมง
- สูบน้ำทั้งหมด 8 ครั้ง / ปี
- อัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ 28.632 m^3 / hr

ดังนั้น อัตราการสูบน้ำต่อไร่ $= \frac{8 \ x \ 360 \ x \ 28.632}{150} = 594.734$ ลบ.ม. / ไร่

5. การคำนวณ Cash flow

- Benefit = รายได้
- Cost = ค่าก่อสร้าง + รายจ่าย + ค่าบำรุงรักษา + ค่าปั๊ม
- I = 12 %
- ค่าปั๊มน้ำ = 3,000 บาท ; มีอายุการใช้งาน 3 ปี
- รายได้ = 760,000 บาท / ปี (ข้อมูลปี 2551)
- รายจ่าย = 323,300 บาท / ปี (ข้อมูลปี 2551)
- ค่าบำรุงรักษา = 700 บาท (ทำนา 1 ครั้ง/ปี เสียค่าบำรุงรักษา 700 บาท หาก ทำนามากกว่านั้น ให้เพิ่มครั้งละ 200 บาท)
- ค่าก่อสร้างบ่อ = 87,808 บาท ; ค่าก่อสร้างนี้ได้แปลงมูลค่าจากค่าก่อสร้างในปี 2549 มาเป็น ปี พ.ศ.2551 แล้ว

ตัวอย่างการคำนวณ

วิธีทำ

Net Benefit $= (760{,}000 - 323{,}300 - 700)\left[\frac{1}{(1+0.12)^1} + \frac{1}{(1+0.12)^2} + \frac{1}{(1+0.12)^3} + \frac{1}{(1+0.12)^5} + \frac{1}{(1+0.12)^6} + \frac{1}{(1+0.12)^8} + \frac{1}{(1+0.12)^9} + \frac{1}{(1+0.12)^{11}} + \frac{1}{(1+0.12)^{12}} + \frac{1}{(1+0.12)^{14}} + \frac{1}{(1+0.12)^{15}}\right]$

$+ (760{,}000 - 323{,}300 - 700 - 3000)\left[\frac{1}{(1+0.12)^4} + \frac{1}{(1+0.12)^7} + \frac{1}{(1+0.12)^{10}} + \frac{1}{(1+0.12)^{13}}\right]$

$=$ 2,964,620 บาท

Cost $=$ 87,808 บาท

B /C $= \frac{3223433}{87{,}808}$

$=$ 33.76

B – C $=$ 2,964,620 - 87,808

$=$ **2,876,812** บาท

ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเวลาคุ้มทุน

บ่อหมายเลข 4 มีกำไร = 436,700 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 700 บาท/ปี

ค่าปั๊ม = 3,000 บาท ; มีอายุการใช้งาน 3 ปี

ค่าก่อสร้าง = 87,808 บาท

วิธีทำ

$$P = \frac{A[(1+i)^n-1]}{i(1+i)^n}$$

$$87{,}808 = \frac{(436{,}700 - 700)[(1+0.12)^n - 1]}{0.12(1+0.12)^n}$$

$$87{,}808 = \frac{[436{,}000]}{0.12} - \frac{436{,}000}{0.12(1+0.12)^n}$$

$$87{,}808 = 3{,}633{,}333.33\left[1 - \frac{1}{(1+0.12)^n}\right]$$

$$0.024 = 1 - \frac{1}{(1+0.12)^n}$$

$$1.12^n = \frac{1}{(1-0.024)}$$

Take log ทั้ง 2 ข้าง

$$n \log 1.12 = \log 1.0246$$

$$n = 0.2144$$

ดังนั้น บ่อหมายเลข 4 มีระยะเวลาคุ้มทุน 1 ปี

6. ตัวอย่างการคำนวณการหาปริมาณน้ำเก็บกัก และ ปริมาณน้ำเพิ่มเติมในพื้นที่ศึกษา

คอลัมน์ (1) ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)

คอลัมน์ (2) ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)

คอลัมน์ (2) = คอลัมน์ (1) x 10^6

คอลัมน์ (3) ความหนาของแต่ละชั้นหินอุ้มน้ำ (ม.)

คอลัมน์ (4) สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้อยที่สุด

คอลัมน์ (5) สัมประสิทธิ์การกักเก็บมากที่สุด

คอลัมน์ (6) สัมประสิทธิ์การกักเก็บเฉลี่ย

$$\text{คอลัมน์ (6)} = \frac{\text{คอลัมน์ (4)} + \text{คอลัมน์ (5)}}{2}$$

คอลัมน์ (7) ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม.)

คอลัมน์ (7) = คอลัมน์ (2) x คอลัมน์ (3) x คอลัมน์ (6)

คอลัมน์ (8) การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (ม.)

คอลัมน์ (9) ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี (ลบ.ม. /ปี)

คอลัมน์ (9) = คอลัมน์(2) x คอลัมน์(6) x คอลัมน์ (8)

$$\text{ปริมาณน้ำเพิ่มเติมที่เข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ยร้อยละ} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี}}{\text{ปริมาณน้ำกักเก็บ}} \times 100$$

เช่นจากตารางที่ 4-2 แสดงการคำนวณปริมาณการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษา (A) ในชั้นน้ำโคราชตอนล่าง(TRjlk) ในอำเภอเมืองมีขนาดพื้นที่ชั้นหิน 12,705,276 ตร.ม. มีความหนา 100 ม. มีค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บเฉลี่ย 0.0004 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ 3 ม. มีพื้นที่ศึกษา 204,375 ไร่

ปริมาณน้ำที่กักเก็บ = 12,705,276 x 100 x 0.0004 = 508,211 ลบ.ม.

ปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี = 12,705,276 x 0.0004 x 3 = 15,246 ลบ.ม./ปี

นำค่าปริมาณน้ำที่กักเก็บมารวมทุกชั้นหินจะได้ค่า = 744,933,788 ลบ.ม.

นำค่าปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปีมารวมทุกชั้นหินจะได้ค่า = 86,808,175 ลบ.ม./ปี

ปริมาณน้ำเพิ่มเติมที่เข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลทุกปีเฉลี่ยร้อยละ = (86,808,175/744,933,788) x 100

= 11.65 % ของปริมาณการเก็บกัก

ปริมาณน้ำเพิ่มเติม = 86,808,175 / 204,375 = 424.7494808 ลบ.ม./ปี/ไร่

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายชัยวัฒน์ คำทา
ภูมิลำเนา 11 หมู่ 2 ต.หอไกร อ.บางมูลนาก จ.พิจิตร
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: IhereIsud@hotmail.com

ชื่อ นายณัฐดนัย บุรกิจภาชัย
ภูมิลำเนา 73/1 หมู่ 2 ต.บ้านคลอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: burakitpachai@hotmail.com

ชื่อ นายวุฒิวัฒน์ สาระราช
ภูมิลำเนา 71/2 หมู่ 4 ต. บ้านพระ อ. เมือง จ. ปราจีนบุรี
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jb_kop_08@hotmail.com