หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิเคราะห์ข้อมูล และผลการศึกษา

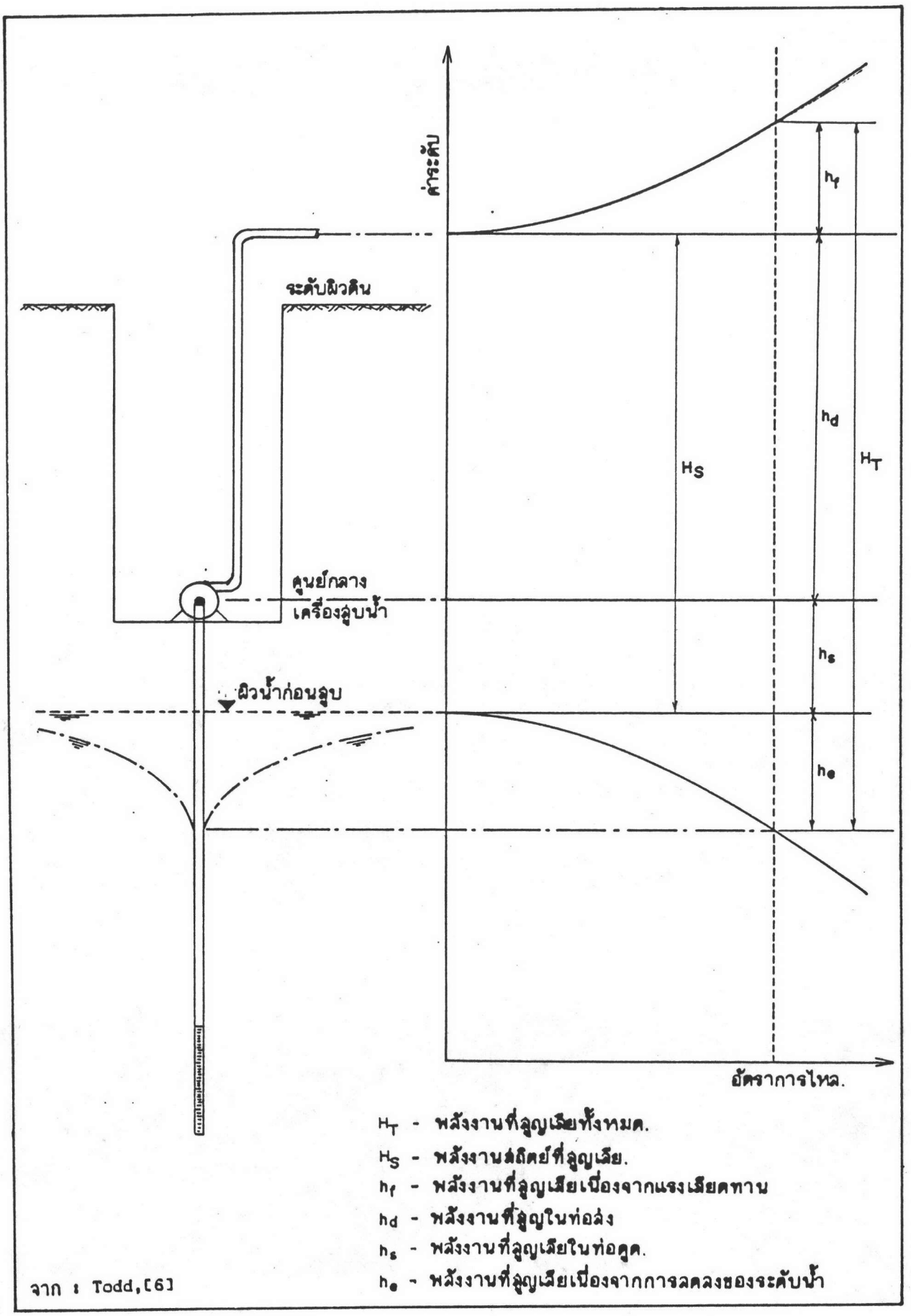
การวิเคราะห์ข้อมูล จากข้อมูลภาคสนาม และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการสูบน้ำบาดาล และการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพสังคม และเศรษฐกิจของหมู่บ้าน

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคโนโลยี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาล ได้รวบรวมเอาข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในภาคสนาม ข้อมูลทางด้านเทคโนโลยี เกี่ยวกับเครื่องยนต์ต้นกำลัง และเครื่องสูบน้ำที่ใช้ ซึ่งจะใช้ประกอบในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.1.1 สภาพการสูบน้ำ และศักยะภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

การสูบน้ำบาดาลของท้องที่ ตำบลบ้านกร่าง จะมีลักษณะที่แตกต่างจากการสูบน้ำบาดาลโดยทั่วไป เนื่องจากระดับน้ำ (Piezometric Surface) ของน้ำใต้ดินอยู่ต่ำจากระดับผิวดินโดยเฉลี่ยประมาณ 5-12 เมตร ความลึกของระดับน้ำดังกล่าว ถ้าหากมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Pump) แบบที่ชาวบ้านใช้กันอยู่ที่ระดับผิวดินเดิม จะไม่สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้เนื่องจากข้อจำกัดของความดันไอของน้ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งของน้ำ ถ้าหากความดันของระบบลดลง โดยอุณหภูมิคงที่ จนถึงจุดที่เป็นความดันไอของน้ำ น้ำก็จะกลายสภาพเป็นไอได้โดยยังไม่ถึงจุดเดือดปกติของน้ำ ดังนั้นจากการสำรวจภายในพื้นที่ศึกษาจึงพบว่าการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ ที่มีแนวทิศทางการไหลในแนวรัศมี (Radial Flow Pump) จึงต้องมีการทำบ่อทดขึ้น โดยการขุดบ่อโดยรอบบ่อบาดาลที่เจาะลงไป แล้วใช้ท่อคอนกรีตหล่อสำเร็จขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.0 เมตรกั้นไม่ให้ดินจากภายนอกไหลเข้าสู่บ่อทดนี้ การทำบ่อทดนี้ก็เพื่อที่จะทำให้สามารถติดตั้งเครื่องสูบน้ำได้ลึกลงไปให้อยู่ใกล้กับระดับน้ำใต้ดินมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดระดับหัวพลังงานในท่อดูดลง (Suction Head) ดังแสดงในรูปที่ (5-1) โดยปกติภายในเครื่องสูบน้ำความดันจะลดต่ำลงมากที่สุด บริเวณส่วนปลายขอบของใบพัดของเครื่องสูบน้ำ ทั้งนี้



รูปที่ (5-1) ไดอะแกรมแสดงการสูญเสียพลังงาน ในการสูบน้ำจากบ่อบาดาล

เนื่องจากว่าในบริเวณดังกล่าว มีความเร็วของการไหลค่อนข้างสูง จึงทำให้ความดันของน้ำในบริเวณนี้ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งถ้าหากความดันของน้ำในส่วนนี้ลดต่ำลงกว่า ความดันไอของน้ำ น้ำก็จะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ ทำให้สภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำเปลี่ยนไป ในขณะเดียวกันการทำบ่อทดก็จะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการส่งกำลังงานจากเครื่องต้นกำลัง ไปยังเครื่องสูบน้ำ เนื่องจากถ้าหากความลึกของบ่อทดเพิ่มมากขึ้นเท่าไร การส่งกำลังจากเครื่องต้นกำลังไปยังเครื่องสูบน้ำโดยใช้สายพานก็จะยิ่งไม่เหมาะสม เนื่องจากจะเกิดการลื่นไถลของสายพาน และการแกว่งของสายพานที่มีความยาวมาก นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำลดลงเพราะเกิดการสูญเสียในรูปของความร้อน และความเสียดทานภายในตัวของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

ศักยะภาพของแหล่งน้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษา ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และตัวกำหนดที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณน้ำของชั้นดินอุ้มน้ำ ได้แก่ ขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำ และคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำ สำหรับพื้นที่ศึกษา จากการสำรวจในภาคสนาม ขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำมีขอบเขตที่กว้างขวางมาก แต่คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำมีขนาดเล็กเกินไป ประมาณ ๐.42 - ๐.84 มม. จึงทำให้ค่าความสามารถในการซึมผ่านต่ำ ยังผลให้การลดลงของระดับน้ำใต้ดินเป็นไปอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดความแตกต่างของระดับพลังงานเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้พอกับอัตราการสูบน้ำที่ต้องการ ในช่วงที่มีการสูบน้ำมากๆ ระดับน้ำก็จะยิ่งลดต่ำลง จนในบางบ่อไม่สามารถสูบน้ำขึ้นมาได้ เนื่องจากการเกิดโพรงภายในเครื่องสูบน้ำ และจากการทดสอบทดสอบในสนาม ค่าความสามรถในการซึมผ่านของชั้นดินอุ้มน้ำประมาณ 111 ลบ.ม./วัน/ม. และมีค่าสัมประสิทธิ์ในการกักเก็บประมาณ ๐.๐๐๐๐๓ เท่านั้น

ซึ่งจากสภาพในการสูบน้ำใต้ดินที่กล่าวมา พอจะสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการสูบน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้ดังนี้คือ

1) ปัญหาการเกิดโพรง (Cavitation) ภายในเครื่องสูบน้ำ
2) ปัญหาการส่งถ่ายกำลังจากเครื่องต้นกำลัง ไปยังเครื่องสูบน้ำ
3) ปัญหาการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่ไม่เหมาะสมกับสภาพการสูบน้ำของท้องถิ่น
4) ปัญหาช่วงการทำงานที่แตกต่างกันของเครื่องยนต์ต้นกำลัง และเครื่องสูบน้ำ
5) คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำ
6) ขอบเขตของพื้นที่ในการเพาะปลูก

5.1.2 ปัญหาการเกิดโพรง (Cavitation) ภายในเครื่องสูบน้ำ

การเกิดโพรงไอภายในเครื่องสูบน้ำที่ใช้อยู่ในท้องถิ่น เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร โดยในตอนเริ่มแรกได้มีการนำแบบอย่างการสูบน้ำจากอำเภอสวรรคโลก ซึ่งมีการนำน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง แต่เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา อยู่ลึกจากผิวดินมากเกินไป ประมาณ 5 เมตร จนถึง 12 เมตร จึงมีการแก้ไขโดยการทำบ่อทดขึ้น ซึ่งจากการทดสอบภาคสนามพบว่า มีบ่อบาดาลหลายๆ บ่อที่ประสบกับปัญหาการเกิดโพรงขึ้นภายในเครื่องสูบน้ำ โดยส่วนใหญ่จะเกิดกับบ่อบาดาลที่มีบ่อทดค่อนข้างตื้น ซึ่งได้แก่ บริเวณเขตติดต่อของหมู่บ้าน บ้านกร่าง และหมู่บ้านนาข้าวเบา ในบริเวณดังกล่าวพบว่าประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในตอนก่อสร้างบ่อบาดาลยังไม่ได้คำนึงถึงผลของปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ส่วนใหญ่ของบ่อบาดาลที่ประสบปัญหาการเกิดโพรงภายในเครื่องสูบ จะมีอายุการใช้งานของบ่อมานาน จึงเกิดการอุดตันรอบๆ ตะแกรงทองเหลือง หรือตาข่ายสีฟ้าที่ใช้กั้นเศษดินในชั้นดินอุ้มน้ำไหลเข้าสู่บ่อ สาเหตุของการอุดตันนี้ จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในส่วนของท่อดูดเพิ่มมากขึ้น จนทำให้ความดันภายในเครื่องสูบน้ำ ลดต่ำลงกว่าค่าความดันไอของน้ำ สภาพการทำงานของเครื่องสูบก็จะเปลี่ยนแปลงไป ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลในสภาพหัวพลังงานแบบเดียวกัน ดังรูปที่ (4-6) และ(4-7) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการสูบน้ำแตกต่างกันมาก สำหรับบ่อบาดาลที่เจาะขึ้นใหม่ในบริเวณพื้นที่ บ้านหนองหญ้าปล้อง และบ้านหนองเงิน ส่วนใหญ่บ่อทดจะมีความลึกเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความลึกประมาณ 5.0-6.0 เมตร การทำให้บ่อทดมีความลึกเพิ่มขึ้นก็จะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการเกิดโพรงภายในเครื่องสูบไปได้ส่วนหนึ่ง

5.1.3 ปัญหาการส่งถ่ายกำลังจากเครื่องต้นกำลัง ไปยังเครื่องสูบน้ำ

ปัญหาในหัวข้อนี้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากผลของการทำบ่อทดให้มีความลึกเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะช่วยลดปัญหาในเรื่องของการเกิดโพรงภายในเครื่องสูบน้ำ ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 5.1.2 เนื่องจากว่าหากความลึกของบ่อทดต้องเพิ่มความลึกมากขึ้นเท่าใด การส่งกำลังด้วยสายพานจากเครื่องต้นกำลังไปยังเครื่องสูบน้ำก็จะมีปัญหามาก เพราะจะเกิดการลื่นไถล และการแกว่งของสายพาน ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปของความร้อนเนื่องจากเกิดการเสียดสีระหว่างสายพาน

ตารางที่ (5-1) ข้อมูลการสูบน้ำบาดาล และประสิทธิภาพในการสูบน้ำในพื้นที่ศึกษา

ชื่อเจ้าของบ่อ	ความลึกบ่อ (เมตร)	ขนาดเครื่องยนต์ (BHP)	อัตราการสูบ (ลบ.ม./ชม.)	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบเครื่องสูบ (รอบ/นาที)	ประสิทธิภาพ (%)	อัตราการสูบสูงสุด (ลบ.ม./ชม.)	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบเครื่องสูบ (รอบ/นาที)	ประสิทธิภาพ (%)	หมายเหตุ
เสียน ลงเรือรอย หมู่ 1	3.0	8.0	9.5-11.2	1160	1930	12.5	14.2	1380	2170	11.7	
เรือง สันธ์ผล หมู่ 1	4.0	8.0	11.2-14.4	1260	1910	14.1	19.2	1450	2310	15.8	
ปุ่น กลิ่นเกษร หมู่ 2	3.5	12.0	27.6-30.4	1130	2040	-	33.0	1320	2300	-	เครื่องยนต์ขึ้น
เปรื่อง สันเรือน หมู่ 2	2.0	8.0	28.1-34.3	1360	1660	24.0	45.6	1720	2090	21.4	
ประเทือง พรหมมุ หมู่ 3	6.0	8.0	21.0-27.6	1345	2090	20.2	27.8	1450	2220	23.1	
ปรีชา ชาปู หมู่ 3	6.0	7.0	23.6-33.3	1330	1890	19.7	33.1	1600	2300	22.4	
อภินท์ วัจนการ หมู่ 3	5.0	8.0	22.3-23.0	1300	1760	20.7	22.8	1420	1960	21.3	
ป้อย เฉื่อนิ่น หมู่ 3	4.0	8.0	18.4-22.6	1650	1020	17.7	-	-	-	-	ปรับการทดสอบ
อุบล หนักร่าง หมู่ 3	4.0	7.0	21.2-25.4	1280	1820	20.1	-	-	-	-	ปรับการทดสอบ
ถวิล กลิ่นสุวินทร์ หมู่ 3	2.5	8.0	14.5-19.4	1305	1980	11.8	-	-	-	-	ปรับการทดสอบ
ถาด ปุ่นป้อย หมู่ 4	4.0	6.0	16.4-19.6	1260	1980	-	21.3	1310	2040	-	เครื่องยนต์ขึ้น
ทศ ร้างงาม หมู่ 5	6.0	12.0	29.3-34.4	1020	1630	24.1	41.2	1150	1920	23.3	
บุญมา ทองทา หมู่ 5	6.0	8.0	19.8-20.9	1360	1640	19.7	34.4	1730	2270	22.6	
เมือง รุ่งสว่าง หมู่ 5	6.0	8.0	29.8-32.5	1210	1720	23.9	37.5	1280	1750	24.5	

หมายเหตุ : ประสิทธิภาพในการสูบน้ำ ได้จากการเปรียบเทียบ ค่าอัตราการไหล ณ ความเร็วรอบของเครื่องสูบ ที่ทดลอบในห้องปฏิบัติการ

และมู่เล่ และความเสียดทานภายในเครื่องยนต์ต้นกำลัง ประสิทธิภาพในการสูบน้ำจึงลดลง

5.1.4 ปัญหาการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่ไม่เหมาะสมกับ สภาพการสูบน้ำของท้องถิ่น

เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการสูบน้ำบาดาลของท้องถิ่น เป็นเครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ โดยมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด 8 นิ้ว และมีใบพัดจำนวน 7 ใบ มีขนาดของท่อดูด และท่อส่ง 3 นิ้ว สมรรถนะของเครื่องสูบไม่ได้มีการระบุในรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ ดังนั้นในการศึกษาจึงต้องดำเนินการทดสอบสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำชนิดดังกล่าว ซึ่งได้สรุปสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบนี้ไว้ในหัวข้อ 4.6.1 จากการทดสอบเครื่องสูบน้ำในห้องปฏิบัติการ ซึ่งใช้เครื่องยนต์ขนาด 7 แรงม้า ปริมาตรกระบอกสูบ 411 ซีซี เป็นเครื่องต้นกำลัง โดยได้ทำการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบตั้งแต่ 1250 รอบต่อนาที จนถึง 2200 รอบต่อนาที เพื่อหาประสิทธิภาพในการสูบน้ำ ที่ระดับหัวพลังงานต่างๆกัน ซึ่งจากโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับหัวพลังงาน และอัตราการไหล ดังในรูปที่ (4-5) จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำที่ระดับหัวพลังงาน 4.0 เมตร จนถึง 11.0 เมตร จะมีประสิทธิภาพตั้งแต่ 16 เปอร์เซนต์ จนถึง 24.5 เปอร์เซนต์ โดยจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ตั้งแต่ 23 เปอร์เซนต์ จนถึง 24.5 เปอร์เซนต์ ในช่วงความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที จนถึง 2000 รอบต่อนาที ที่ระดับหัวพลังงาน ตั้งแต่ 5.8 เมตร จนถึง 9.7 เมตร โดยมีอัตราการไหล ตั้งแต่ 27 ลบ.ม./ชม. จนถึง 41 ลบ.ม./ชม. ประสิทธิภาพในการสูบน้ำโดยทั่วไปยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุ สภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม กับสภาพทางกายภาพในการสูบน้ำของท้องถิ่น จากเส้นชั้นแสดงประสิทธิภาพในการสูบน้ำ เมื่อระดับของหัวพลังงานมีค่าเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับบ่อบาดาลที่มีระดับหัวพลังงานในการสูบน้ำมากกว่า 10.0 เมตรขึ้นไป ประสิทธิภาพในการสูบน้ำจะเริ่มลดลง สาเหตุอีกอันหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำก็คือ การเกิดการสูญเสียพลังงานภายในตัวของเครื่องสูบเอง ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการออกแบบ ใบพัด และ เสื้อของเครื่องสูบ ยังมีข้อบกพร่อง หรืออาจจะเกิดขึ้นในช่วงของขั้นตอนการผลิต ที่ขาดมาตราฐานในการควบคุมคุณภาพในการผลิตที่แน่นอน สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ทำการผลิตขึ้นภายในประเทศ ยังขาดการควบคุมมาตราฐานในการผลิต จึงทำให้เครื่องสูบน้ำที่ทำการผลิตมีสมรรถนะในการสูบน้ำค่อนข้างต่ำ

5.1.5 ปัญหาช่วงการทำงานที่แตกต่างกันของ เครื่องยนต์ต้นกำลัง และเครื่องสูบน้ำ

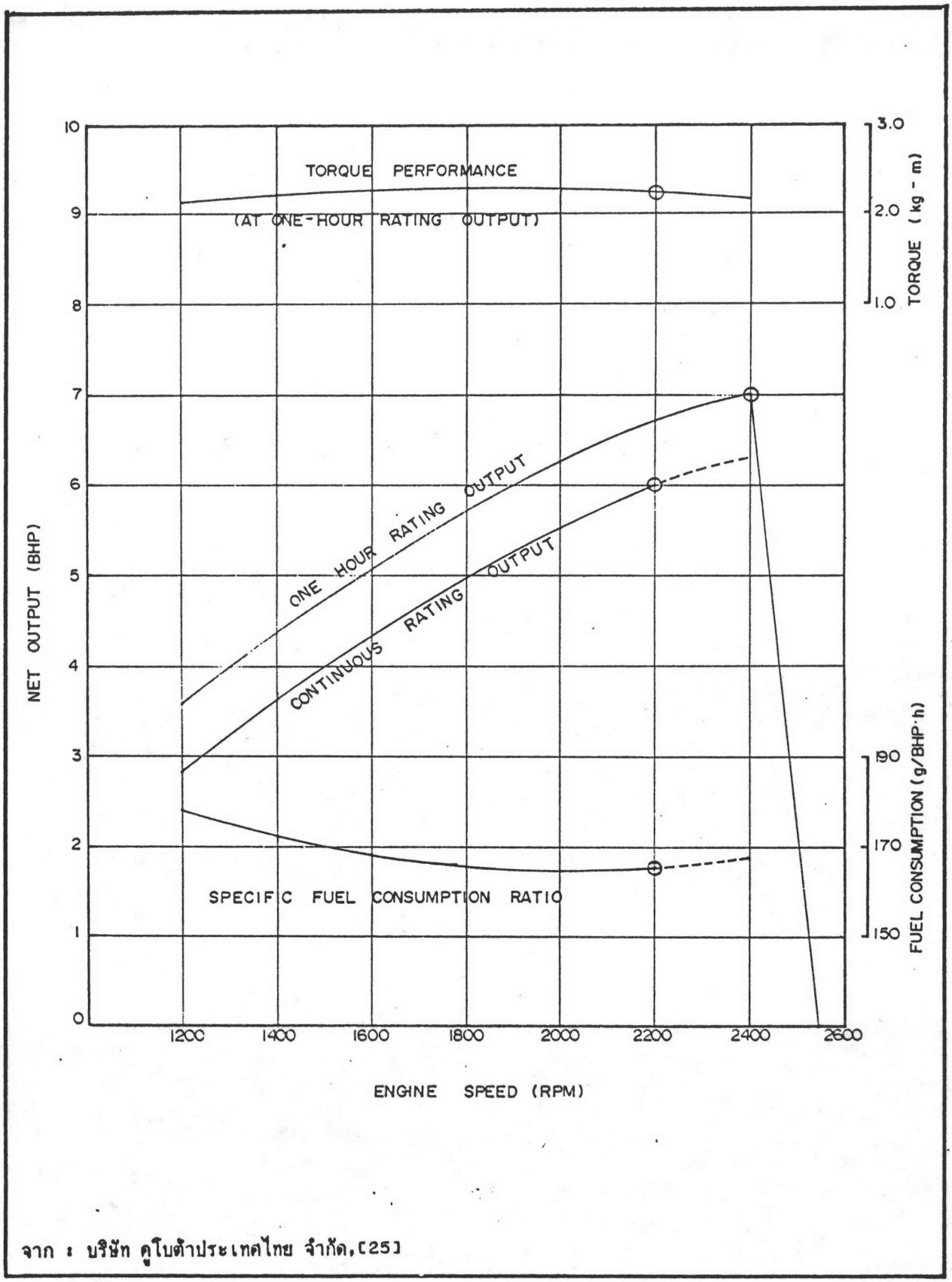
ขนาดของเครื่องยนต์ที่ใช้ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยว มีปริมาตรกระบอกสูบตั้งแต่ 353 ลบ.ซม. จนถึง 577 ลบ.ซม.จะมีขนาดแรงม้าที่จุดประสิทธิภาพสูงสุดแตกต่างกัน คือจะมีขนาดตั้งแต่ 6 - 11 แรงม้าที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจากโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประเภทนี้ พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ประเภทนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงบิดของเครื่องยนต์ไม่มากนัก เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในกราฟความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สำคัญๆต่างๆได้แก่ แรงบิด กำลังงาน และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ กับ ค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจากเส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ จะพอสรุปสมรรถนะของเครื่องยนต์ขนาดต่างๆได้ดังตารางที่ (5-2)

ตารางที่ (5-2) สมรรถนะของเครื่องยนต์ขนาดต่างๆ

(ที่มา : บริษัท คูโบต้าประเทศไทย จำกัด)

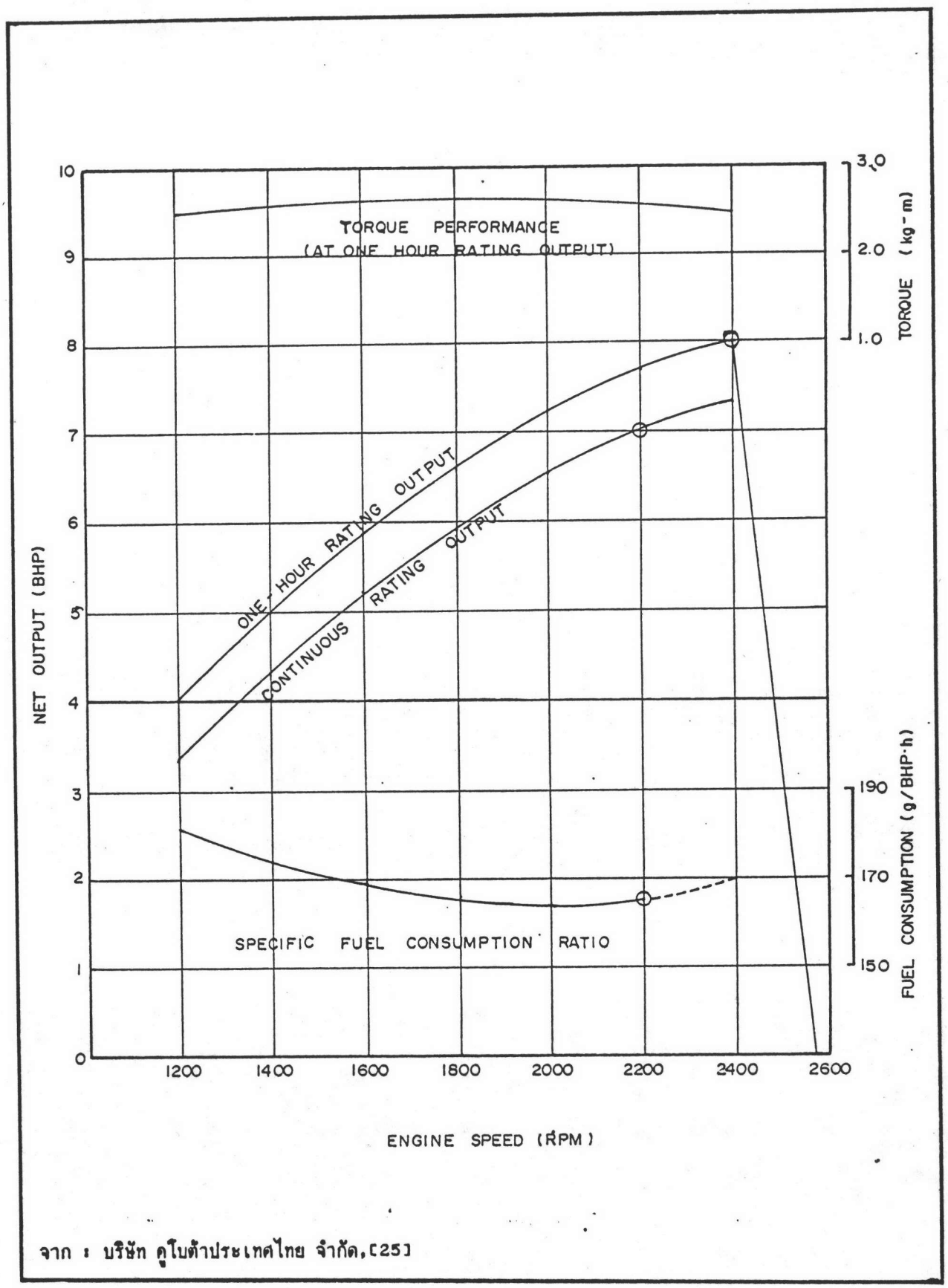
ปริมาตรกระบอกสูบของเครื่องยนต์	353	411	477	577
แรงม้าสูงสุด (แรงม้า/รอบต่อนาที)	7/2400	8/2400	9/2400	11/2400
แรงม้าปกติ (แรงม้า/รอบต่อนาที)	6/2200	7/2200	8/2400	9.5/2400
แรงบิดสูงสุด (กก.ม/รอบต่อนาที)	2.2/1900	2.4/1900	2.9/1900	3.4/1900
ช่วงแรงบิดของเครื่องยนต์ (กก.ม)	2.1-2.2	2.3-2.4	2.7-2.9	3.1-3.4
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่จุดประสิทธิภาพสูงสุด (กรัม/แรงม้า.ชม.)	205	205	200	200
กำลังงานที่ให้แก่เครื่องสูบน้ำในช่วงใช้งานจริง (แรงม้า)	2.5-3.6	2.8-4.4	3.0-5.0	3.5-6.2

ข้อสังเกตุจากเส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ และข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ขนาดต่างๆจะเห็นว่าเมื่อใช้เครื่องยนต์นานเกินกว่า 1 ชั่วโมงไปแล้ว กำลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์จะมีค่าลดลง ดังแสดงในโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังงานที่ให้จากเครื่องยนต์ กับ



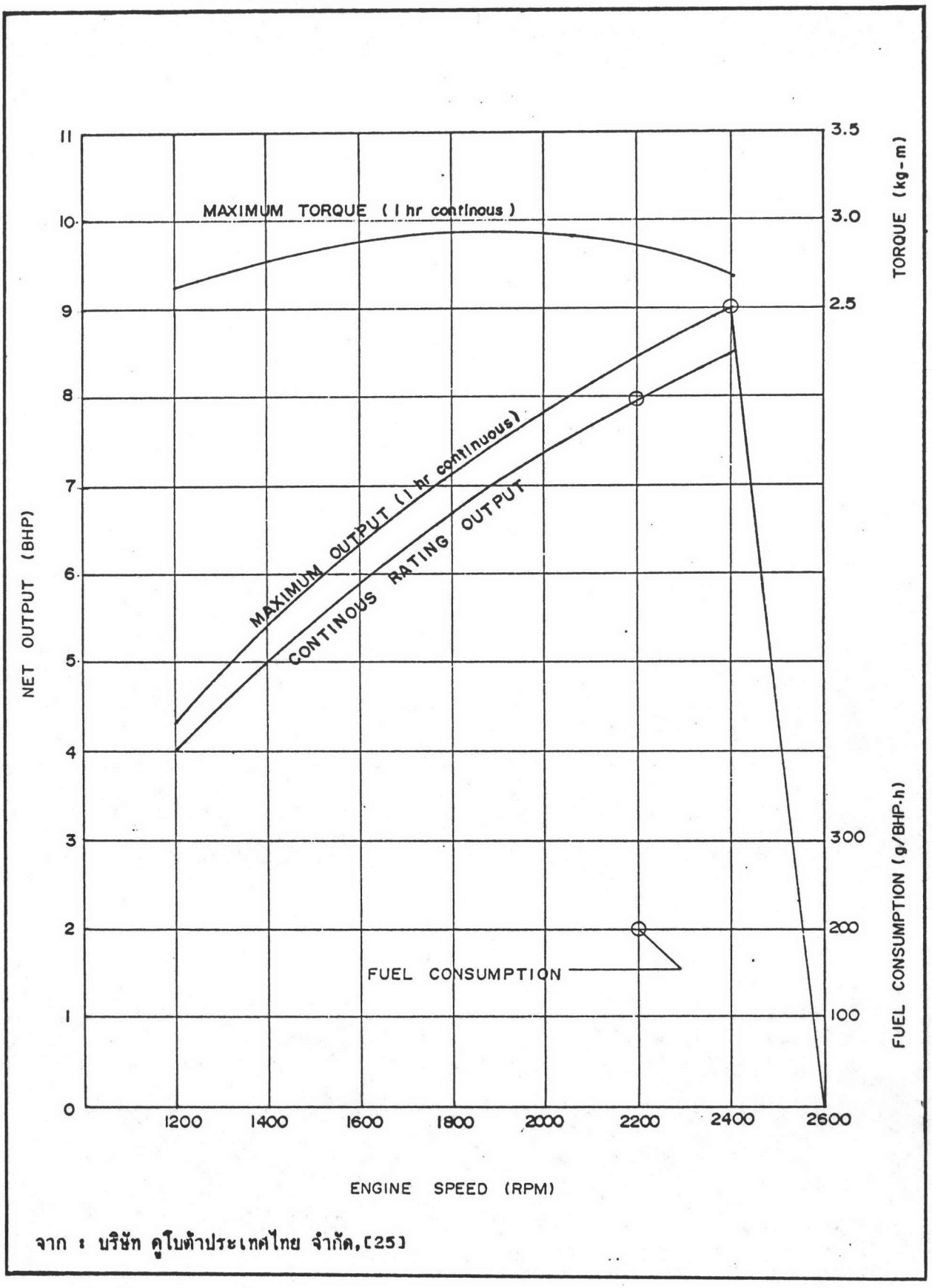
จาก : บริษัท คูโบต้าประเทศไทย จำกัด,[25]

รูปที่ (5-2) โค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปริมาตรกระบอกสูบ 353 ซีซี



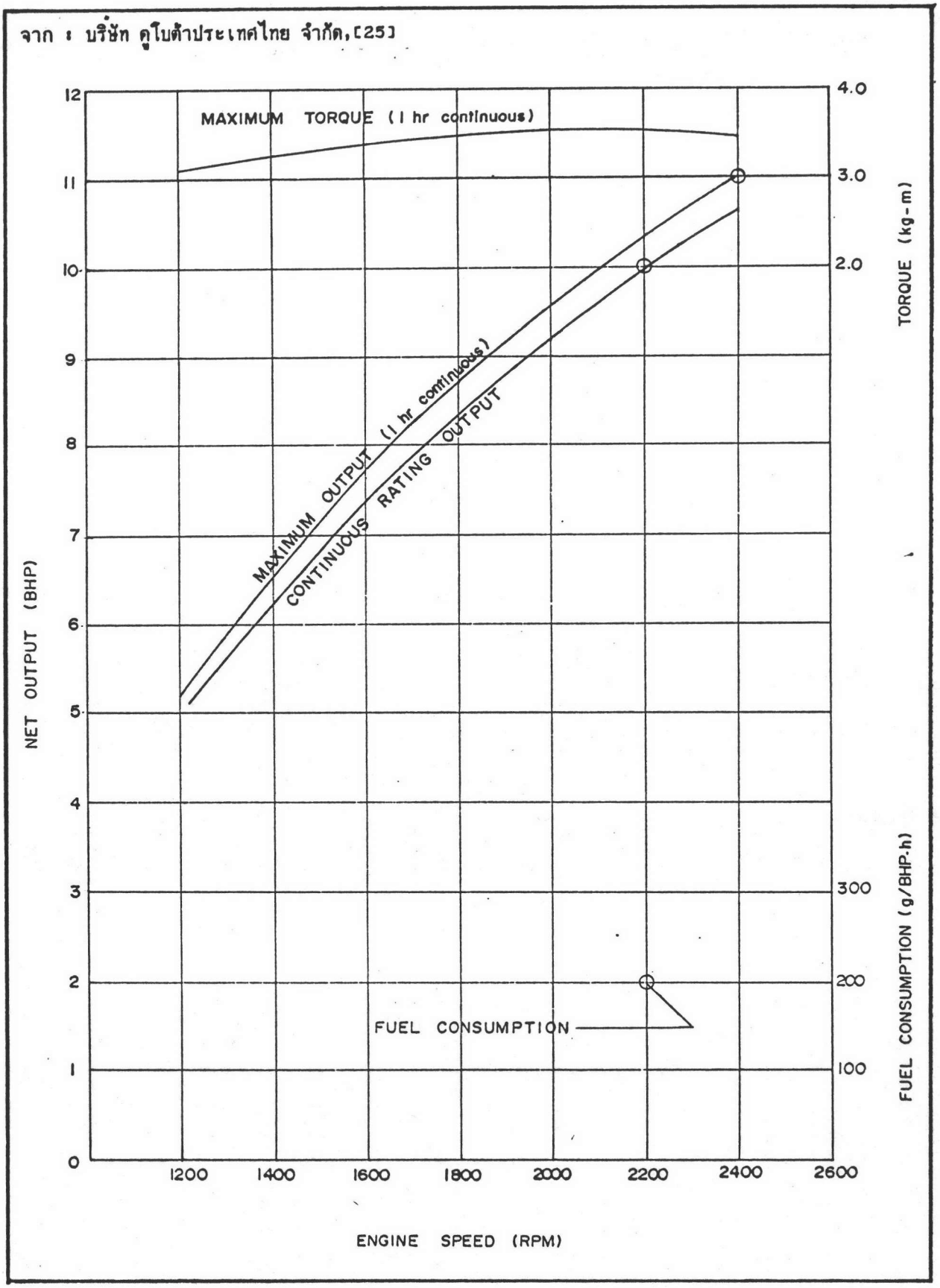
จาก : บริษัท คูโบต้าประเทศไทย จำกัด,[25]

รูปที่ (5-3) โค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปริมาตรกระบอกสูบ 411 ซีซี

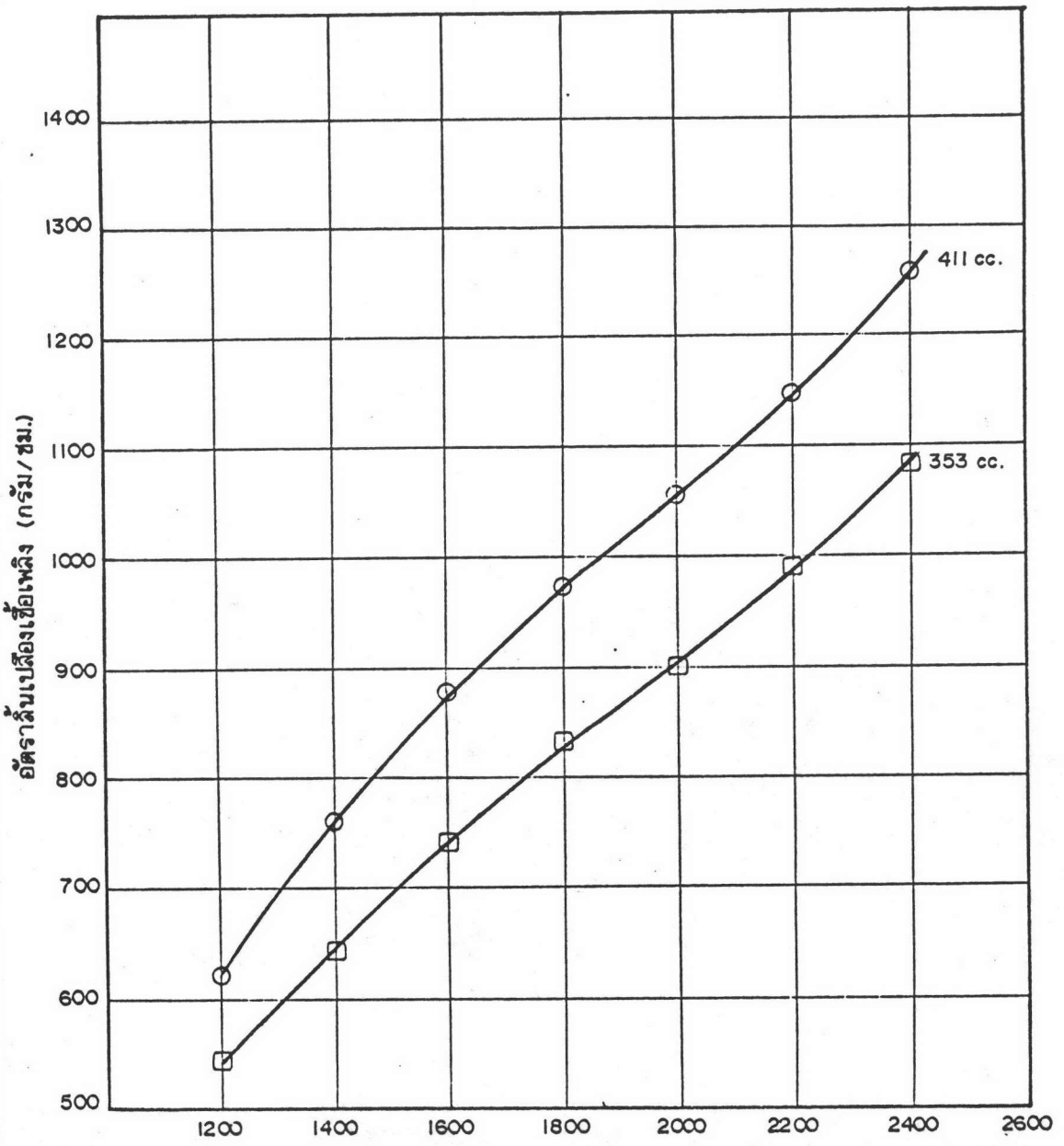


จาก : บริษัท คูโบต้าประเทศไทย จำกัด,[25]

รูปที่ (5-4) โค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปริมาตรกระบอกสูบ 477 ซีซี



รูปที่ (5--5) โค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปริมาตรกระบอกสูบ 577 ซีซี



จาก : บริษัท คูโบต้าประเทศไทย จำกัด, [25]

รูปที่ (5-6) โค้งแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ขนาด 353 และ 411 ซีซี

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่มีปริมาตรกระบอกสูบใหญ่ จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำกว่า นอกจากนี้เมื่อการใช้งานเครื่องยนต์ในช่วงความเร็วรอบต่ำๆ ค่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ จะมีค่าสูงกว่าที่ความเร็วรอบสูงๆ การเลือกใช้ขนาดของเครื่องยนต์จึงต้องพิจารณาส่วนประกอบอื่นๆประกอบด้วยเสมอ จากข้อมูลภาคสนามจะเห็นได้ว่าการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อการสูบน้ำบาดาล ส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ค่อนข้างต่ำ คืออยู่ในช่วงตั้งแต่ 1000 - 1400 รอบต่อนาที ซึ่งในช่วงดังกล่าวประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ก็จะมีค่าสูงด้วย นอกจากนี้การสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์จะมีมากกว่าที่ความเร็วรอบสูงๆ

จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า ประสิทธิภาพในการสูบน้ำ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ ซึ่งมีขนาดความจุของกระบอกสูบ 411 ซีซี กับเครื่องสูบน้ำที่ใช้อยู่โดยทั่วไป พบว่าประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากว่าขนาดของเครื่องยนต์มีกำลังมากเกินความต้องการ ที่จะใช้กับเครื่องสูบน้ำที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ซึ่งจากกราฟแสดงสมรรถนะของเครื่องสูบ และโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ต้นกำลังพบว่า ที่จุดประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องยนต์ และเครื่องสูบน้ำ อยู่ที่สภาพการทำงานที่แตกต่างกันมาก จากข้อมูลที่ทดสอบในภาคสนามและข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ช่วงความเร็วรอบที่ใช้งานของเครื่องต้นกำลังจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1100-1400 รอบต่อนาทีเท่านั้น ในขณะที่เครื่องยนต์ประเภทนี้มีจุดประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ความเร็วรอบ 2000 - 2200 รอบต่อนาที ซึ่งในช่วงดังกล่าว อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) ของเครื่องยนต์จะมีค่าต่ำสุด ประมาณ 200 - 205 กรัม/แรงม้า/ชม. ในขณะที่ความเร็วรอบที่จุดประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องสูบ จะอยู่ในช่วง 2000 - 2200 รอบต่อนาที จะเห็นได้ว่าสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังกับสภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำมีความแตกต่างกันอยู่มาก จึงทำให้ประสิทธิภาพในการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ดังแสดงในตารางที่ (5-1)

5.1.6 <u>คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำ</u>

จากการศึกษาประสิทธิภาพการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปจะอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ นอกจากจะมีสาเหตุเนื่องมาจาก

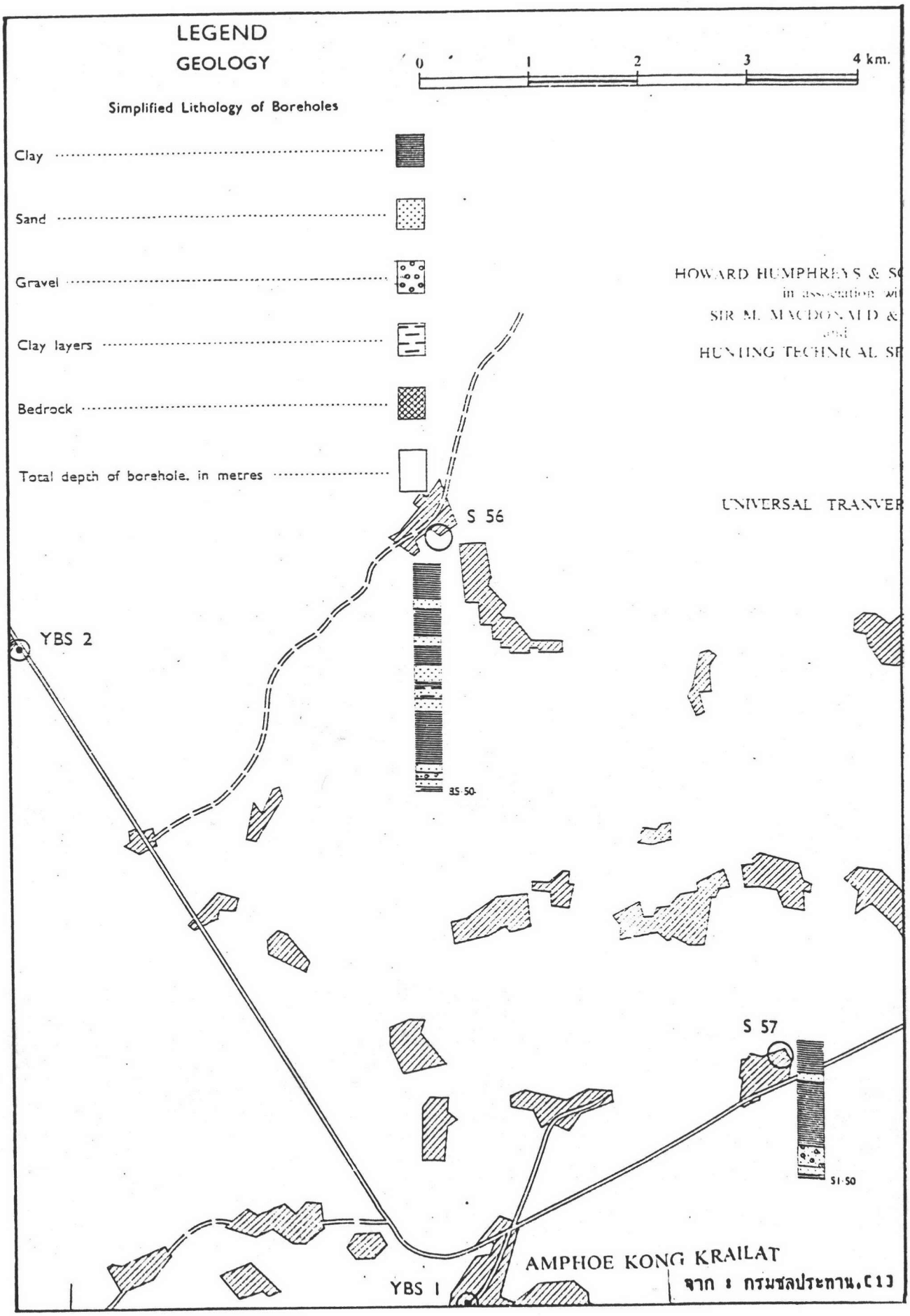
ตารางที่ (5-3) ข้อมูลในการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร ในพื้นที่ ต.บ้านกร่าง

ลำดับที่	ชื่อ - ที่อยู่	ความลึกของปลายท่อ(ม.)	ความลึกของปลายบาดาล(ม.)	ความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ (RPM)	ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (RPM)	อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)	อายุการใช้งานของปั๊ม (ปี)	ความยาวของท่อลากของปั๊ม (ม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊ม (นิ้ว)	ค่าแรงม้าที่ใช้ในการเกษตร (ไร่)	อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ล./ชม.)	วัตถุประสงค์	ผลิตที่ได้ (กก./ปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ (บาท)	รายได้จากการเกษตร (บาท)	หมายเหตุ
1	เรียง สังข์แผล - หมู่ที่ 1 บ้านกร่าง	4.0	59	1910	1280	14.4	10	6	3	7	0.67	ทำนา	4800	3200	10500	
2	บุ้น กลั่นเกษร 74 หมู่ที่ 2 บ้านกร่าง	3.5	30	2060	1130	27.6	4	6	3	-	1.40	-	-	-	-	ใช้เฉพาะช่วงฝนทิ้งช่วง ในฤดูทำนา
3	เปรื่อง ซับซ้อน 71 หมู่ที่ 2	2.0	26	1660	1360	28.6	10	6	3	8	0.80	ทำนา	4800	3000	12000	
4	ประเทือง พรหมชู 32 หมู่ที่ 3 บ้านหนองหญ้าปล้อง	6.0	54	2010	1345	21.0	1	6	3	4	0.67	พืชไร่	-	1650	4225	ปลูกถั่วเหลือง
5	ปรีชา ชาปู 63 หมู่ที่ 3	6.0	78	1920	1350	23.6	6	12	3	7	0.77	ทำนา	5900	5500	16625	
6	อภินันท์ วัจนชาวช 52 หมู่ที่ 3	5.0	54	1760	1300	19.8	8	6	3	4.5	0.82	ทำนา	4900	3000	10000	
7	อุบล ไม้กร่าง 37 หมู่ที่ 3	4.0	30	1820	1280	21.2	5	6	3	5	0.55	ทำนา	2000	1800	5000	
8	จรูญ ไม้กร่าง 41 หมู่ที่ 3	4.5	54	1880	1300	20.9	3	6	3	10	0.67	ทำนา	9000	6600	22400	
9	ธวัช กลั่นลูกอินทร์ 46/1 หมู่ที่ 3	2.5	54	1980	1305	14.5	12	6	3	10	0.75	ทำนา	5600	3800	14000	
10	น้อย เสือมั่น 49 หมู่ที่ 3	4.0	54	1650	1020	18.4	10	6	3	5	0.70	ทำนา	3200	2200	6000	
11	ภาค พุ่มน้อย 128 หมู่ที่ 4 บ้านนาข้าวเบา	4.0	54	1960	1260	16.3	3	6	3	4	0.56	ประมง ทำนา	3000	2200	7500	
12	แสวง กู่น้อย 12 หมู่ที่ 4	5.0	54	-	-	-	5	6	3	3	0.62	ทำนา	2300	2500	5500	
13	พรหม ดีโต 25/2 หมู่ที่ 4	2.0	22	-	-	-	12	6	3	12	0.50	ทำนา	8600	5400	21400	
14	ไท ไว้งาม 106 หมู่ที่ 5 บ้านหนองเรือ	6.0	54	1660	1020	29.3	12	6	3	5.5	0.70	ทำนา	4400	4000	11000	
15	บุญมา ทองทา 85 หมู่ที่ 5	6.0	31	1640	1360	19.8	6	6	3	6.5	0.50	ทำนา	4900	3700	10000	
16	เมือง รุ่งสว่าง 62 หมู่ที่ 5	6.0	36	1700	1210	29.8	2	6	3	12	0.90	ทำนา	8700	5000	21500	
17	เทียม สิงห์โต 107 หมู่ที่ 5	8.0	36	-	-	-	10	6	3	3.5	0.67	ทำนา	-	-	-	ไม่แน่นอน
18	สะอิ้ง ทองมี 108 หมู่ที่ 5	6.0	33	-	-	-	10	6	3	9	0.83	ทำนา พืชไร่	15000	5400	36250	
19	เทียน คงเชื้อสาย 14 หมู่ที่ 1 บ้านกร่าง	3.0	59	1950	1160	11.2	10	6	3	5	0.75	ทำนา ประมง	260/200	2900	10500	

หมายเหตุ : รายได้จากการเกษตรคิดจากราคาผลผลิตในช่วงปี 2529 - 2530

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสูบน้ำไม่เหมาะสมกับสภาพการสูบน้ำของท้องถิ่นแล้ว การสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรของท้องถิ่นยังมีข้อจำกัดในเรื่องของชั้นดินอุ้มน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้จากการสำรวจภาคสนามพบว่า คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำยังไม่ดีพอ ซึ่งคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำในที่นี้จะหมายถึง ความสามารถในการซึมผ่านของชั้นดินอุ้มน้ำ และขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำเป็นหลัก จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยการหาขนาด และการกระจายขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากการสำรวจในพื้นที่ศึกษาจะแบ่งชั้นดินอุ้มน้ำออกเป็น 2 ส่วนคือ ชั้นดินอุ้มน้ำที่อยู่ตอนบน ชั้นดินอุ้มน้ำส่วนนี้จะอยู่ในช่วงความลึกตั้งแต่ 28 เมตร จนถึง 38 เมตร จากระดับผิวดิน ขนาด และการกระจายขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้ จะมีขนาดของเม็ดดินอยู่ระหว่าง 0.075 มิลลิเมตร จนถึง 2.0 มิลลิเมตร การกระจายขนาดของเม็ดดินค่อนข้างสม่ำเสมอ (Uniformity) โดยส่วนใหญ่ขนาดของเม็ดดินจะอยู่ในช่วง 0.42 มิลลิเมตร ถึง 0.84 มิลลิเมตร ชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้จะมีความหนาโดยเฉลี่ย 4.0 - 6.5 เมตร ส่วนชั้นดินอุ้มน้ำอีกชั้นหนึ่งที่อยู่ลึกลงไป ชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้จะพบที่ความลึกตั้งแต่ 45 เมตรลงไป จะมีลักษณะของขนาดของเม็ดดินคล้ายๆกับขนาดของชั้นดินที่อยู่ตอนบน แต่ช่วงการกระจายขนาดของเม็ดดินจะมีความสม่ำเสมอมากกว่า โดยจากการทดสอบการกระจายขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำในชั้นนี้ ขนาดของเม็ดดินส่วนใหญ่ก็ยังคงอยู่ในช่วง 0.42 มิลลิเมตร จนถึง 0.84 มิลลิเมตร เช่นกัน ความหนาของชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้ยังไม่ทราบความหนาที่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการเจาะบ่อบาดาลของชาวบ้าน จากการทดสอบขนาด และการกระจายขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้ จะมีคุณสมบัติในการซึมผ่านของน้ำผ่านชั้นดินได้ดีกว่าชั้นดินอุ้มน้ำตอนบน เพราะจากสภาพทางกายภาพของตัวอย่างของชั้นดินอุ้มน้ำ จะมีลักษณะเป็นเม็ดทรายสีน้ำตาลปนเทา ไม่มีดินหรือเม็ดทรายที่มีขนาดเล็กปะปนอยู่ และนอกจากนี้จากสภาพทางกายภาพโดยการเจาะบ่อสำรวจ และการสัมภาษณ์ ขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำในส่วนนี้จะมีขอบเขตที่กว้างขว้างมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าบ่อบาดาลส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ศึกษาจะมีความลึกของบ่ออยู่ในช่วง 54 - 60 เมตร

นอกจากนี้ในการสูบน้ำเพื่อทดสอบคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำ โดยหาค่าความสามารถในการส่งถ่ายของชั้นดินอุ้มน้ำ (Transmissibility) และค่าสัมประสิทธิในการกักเก็บของชั้นดินอุ้มน้ำ (Storage Coefficient) พบว่าคุณสมบัติดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ คือมีค่าความสามารถในการส่งถ่ายประมาณ 111 ลบ.ม./วัน/ม.และมีค่าสัมประสิทธิในการกักเก็บประมาณ 0.00003 ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองนี้จะเป็นตัวกำหนดข้อจำกัดในการสูบน้ำจากบ่อบาดาลเพื่อการเกษตรในบริเวณพื้นที่ศึกษา การปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดใน



รูปที่ (5-7) สภาพของชั้นดินอุ้มน้ำจากข้อมูลกรมชลประทานทำการสำรวจ

ส่วนนี้เป็นอันดับแรก เพราะในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการสูบน้ำส่วนใหญ่ จะมุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณในการสูบน้ำ แต่เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ศึกษามีข้อจำกัดในเรื่องของคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำ จึงทำให้ปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าสู่บ่อบาดาล มีอัตราการไหลที่ไม่สมดุลย์กับ อัตราการสูบน้ำที่เป็นอยู่ การปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาล อาจจะไม่บรรลุผลตามที่ต้องการ จากสภาพของชั้นดินอุ้มน้ำการเพิ่มประสิทธิภาพในการสูบน้ำโดยการเพิ่มปริมาณการสูบให้มากขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยการเพิ่มขนาดของเครื่องสูบน้ำ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้ แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำ โดยเฉพาะความสามารถในการส่งถ่ายของชั้นดินอุ้มน้ำ ดังนั้นปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าสู่บ่อบาดาลอาจจะไม่เพียงพอ การปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำจึงต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของสภาพของชั้นดินอุ้มน้ำที่เป็นอยู่ในท้องถิ่นเป็นหลัก

5.1.7 ขอบเขตของพื้นที่ในการเพาะปลูก

พืชส่วนใหญ่ที่ทำการเพาะปลูกกันมากในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่จะทำการปลูกข้าวนาปรังเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการศึกษาสภาพการใช้น้ำของพืชจะกล่าวถึงการใช้น้ำในการปลูกข้าวเท่านั้น ซึ่งการใช้น้ำของพืชได้ใช้วิธีการของ Blaney Criddle , Radiation และ Penmanโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาดังนี้คือ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และพลังงานที่ก่อให้เกิดการระเหยและการคลายน้ำของพืช โดยอาศัยข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนในรอบ 30 ปี ตั้งแต่ปี พศ.2498 จนถึงพศ. 2528 ของจังหวัดพิษณุโลกในการประเมิน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นเขตติดต่อระหว่างจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย การประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืช จะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการเพาะปลูก และช่วงเวลาในการให้น้ำแก่ต้นพืช

จากการวิเคราะห์ การใช้น้ำของนาข้าว โดยใช้โปรแกรมสำเร็จของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) [27] ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก(ฉ) ซึ่งใช้ข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัด พิษณุโลก ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับบริเวณพื้นที่ศึกษา ด้วยวิธีการต่างๆ จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก สำหรับนาข้าวในเขตพื้นที่ชลประทานจะมีอัตราการใช้น้ำโดยเฉลี่ยในช่วงเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม ประมาณ 5.4-6.0 มม./วัน ซึ่งจากสภาพการสูบน้ำเท่าที่เป็นอยู่ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ในการเพาะปลูกจะอยู่ในช่วง 5-8 ไร่ ซึ่งก็สอดคล้องกับสภาพการเพาะปลูกที่เป็นอยู่ภายในพื้นที่ ซึ่งจะสูบน้ำวันละประมาณ 8-10 ชั่วโมง โดยจะเว้นสูบน้ำ 1-2 วัน ด้วยอัตราการไหลเฉลี่ย 18.4-29.4 ลบ.ม./ชม. การกำหนดขอบเขตของพื้นที่ในการเพาะปลูกจึงขึ้นอยู่กับ ข้อจำกัดของ

คุณภาพของชั้นดินอุ้มน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่

5.2 <u>การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพสังคม และเศรษฐกิจ</u>

หมู่บ้านบ้านกร่างเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในเขตสุขาภิบาลบ้านกง อำเภอกงไกรลาส จังหวัดสุโขทัย สภาพความเป็นอยู่ของประชากรส่วนใหญ่ จะมีความสะดวกมากกว่าสภาพชนบทอื่นๆโดยทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากการคมนาคม การสาธารณสุขขั้นมูลฐาน และการบริการอื่นๆของหน่วยงานทางราชการสามารถเข้าถึงภายในพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง การรับเทคโนโลยีใหม่ๆจากภายนอกจึงเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว แต่การรับเทคโนโลยีจากภายนอกก็เป็นไปได้ถึงระดับหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากระดับความสามารถ และความรู้ของชาวบ้านยังอยู่ในระดับต่ำ จากข้อมูลทางด้านการศึกษาของท้องถิ่น ชาวบ้านส่วนใหญ่ยังมีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ การนำเอาเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรของท้องถิ่น จึงเป็นการนำเอาแบบอย่างการสูบน้ำจากที่อื่นมาประยุกต์ใช้โดยไม่ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพ และความเหมาะสมกับสภาพทางกายภาพ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาขึ้นจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากขาดความรู้ทางเทคโนโลยีในการสูบน้ำ และสภาพข้อจำกัดของชั้นดินอุ้มน้ำบริเวณท้องถิ่นที่เป็นอยู่

สภาพเศรษฐกิจของชุมชนโดยทั่วไปมีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวปีละประมาณ 35,000 ถึง 45,000 บาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของผลผลิตทางการเกษตรเป็นหลัก ตารางที่ (5-3) ได้สรุปข้อมูลในการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร ของเกษตรกรภายในหมู่บ้าน บ้านกร่าง ซึ่งได้แสดงถึงรายได้จากการเกษตร และค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำบาดาล การทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งโดยการใช้น้ำจากบ่อบาดาล จะเป็นการช่วยเสริมรายได้ของครอบครัวอย่างหนึ่ง แต่เท่าที่ผ่านมาในช่วงปี 2529 ถึงปี 2530 ผลผลิตที่ได้จากทำการเกษตร โดยเฉพาะราคาข้าวมีราคาตกต่ำมาก ทำให้รายได้ที่ได้จากการเกษตรไม่คุ้มกับการลงทุน ซึ่งจากตารางแสดงรายได้ และค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำของเกษตรกร จะเห็นได้ว่า ตัวเลขที่แสดงอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำกับ รายได้ที่ได้จากการทำการเกษตร เป็นอัตราที่ส่วนค่อนข้างสูง ซึ่งตัวเลขดังกล่าวเป็นเพียงตัวเลขที่เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำเพียงอย่างเดียว ยังไม่ได้นับรวมเอาค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ เช่น ค่าแรง ปุ๋ยยาฆ่าแมลง และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น ซึ่งเมื่อคิดถึงค่าใช้จ่ายในส่วนนี้แล้ว อัตราส่วนผลตอบแทนทางเศรษศาสตร์จะอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ซึ่งก็เป็นสาเหตุที่แสดงให้เห็นว่าในช่วงปี 2529 - 2530 เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมทำการเกษตรโดยใช้บ่อบาดาลในช่วงฤดูแล้ง แต่ถึงอย่างไรก็ตามเมื่อราคา

ของผลผลิตสูงขึ้นจนคุ้มกับการลงทุน เกษตรกรก็จะหันกลับมาใช้บ่อบาดาลเพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปี 2531 ราคาของข้าวเปลือกมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งอยู่ในช่วง 3700 - 4000 บาทต่อเกวียน จึงทำให้มีการใช้บ่อบาดาลเพื่อการเกษตรกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งในการสูบน้ำในช่วงปี 2531 ได้ประสบกับปัญหาในการสูบน้ำมาก เนื่องจากระดับน้ำของน้ำใต้ดินได้ลดต่ำลงกว่าทุกๆปีที่ผ่านมา จึงทำให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกข้าวนาปรังของชาวบ้านที่มีบ่อทดในการสูบน้ำค่อนข้างตื้น ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากมีการสูบน้ำใต้ดินในเวลาที่พร้อมกันมาก ถึงแม้ว่าทางอำเภอจะได้มีการเตือนชาวบ้านถึงปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเกษตรก็ตาม

การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพในการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรไปได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งจากปัญหาในเรื่อง เทคนิค และวิธีการสูบน้ำในพื้นที่ศึกษาจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในการสูบน้ำบาดาลเท่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในเรื่องของการสูบน้ำบาดาลมากเกินไป จากการศึกษาปัญหาการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในเขตอำเภอกงไกรลาส จังหวัดสุโขทัย [26] ในการสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์เป็นเครื่องต้นกำลัง ภายใต้เงื่อนไขการสูบน้ำแบบเดียวกับที่ที่เป็นอยู่ซึ่งใช้เครื่องยนต์เป็นเครื่องต้นกำลังในการสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จะมีต้นทุนในการสูบน้ำที่ต่ำกว่า การสูบน้ำโดยใช้น้ำมัน ซึ่งความเป็นไปได้ในการสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เพราะในช่วงปี 2529 ได้เริ่มมีการนำไฟฟ้าเข้าสู่หมู่บ้าน โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นอกจากนี้หากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการสูบน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ก็จะช่วยลดต้นทุนในการสูบน้ำลงได้

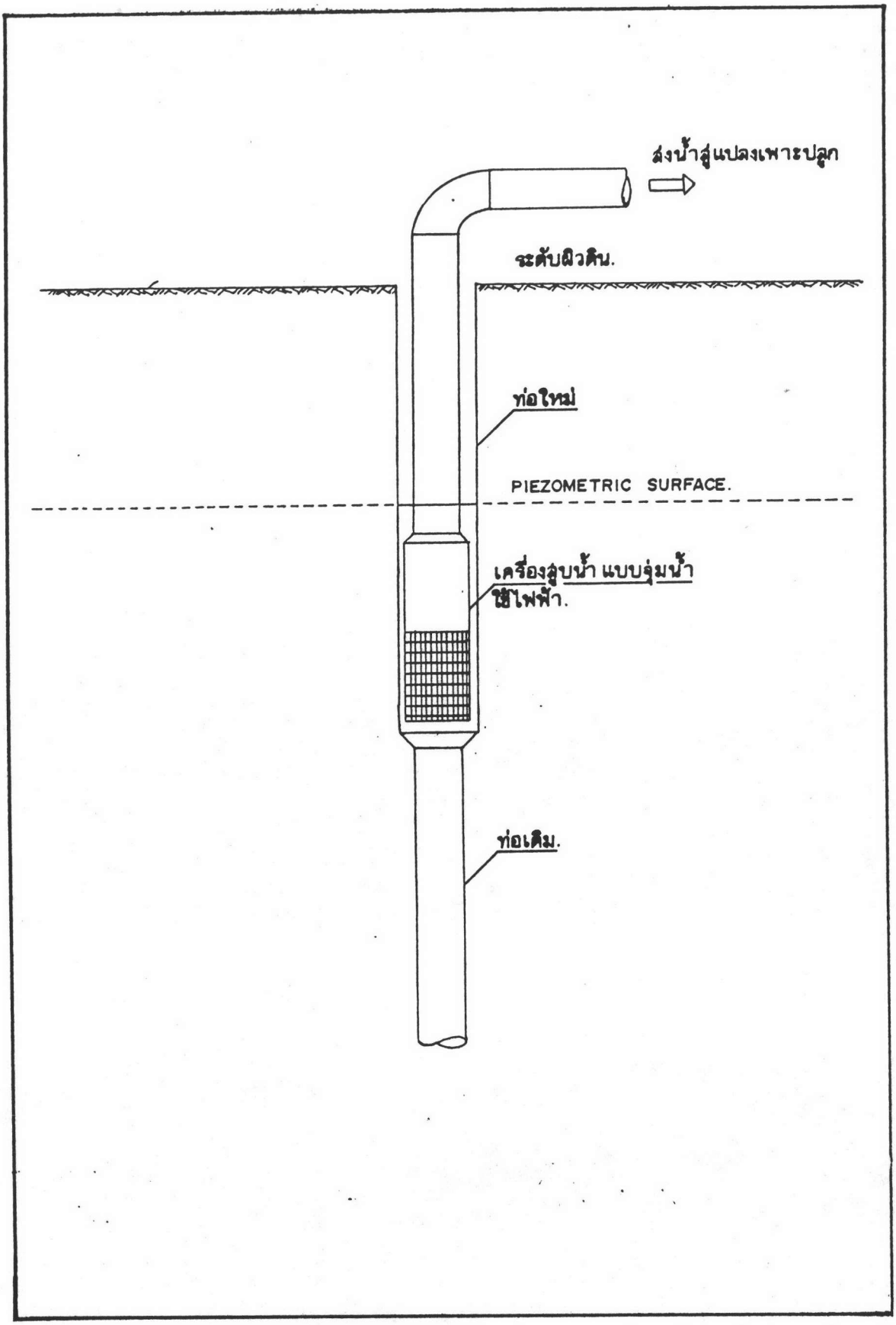
5.3 ผลการศึกษา และการประยุกต์

ผลจากการศึกษาการปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาล เพื่อการเกษตรในพื้นที่ศึกษา ปัญหาในการสูบน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากข้อจำกัด ในเรื่องคุณภาพ และขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของ ตำบลบ้านกร่าง เป็นพื้นที่ราบกว้าง จึงมีพื้นที่ในการทำการเกษตรในฤดูแล้งเป็นจำนวนมากแต่เนื่องจากคุณสมบัติในการส่งถ่าย (Transmissibility) ของชั้นดินอุ้มน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพราะขนาดของเม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำมีขนาดเล็ก น้ำจึงซึมผ่านชั้นดินเข้าสู่บ่อบาดาลได้ยาก ซึ่งจากการสำรวจ และการสัมภาษณ์ข้อมูล ในพื้นที่ศึกษาจะมีลักษณะของชั้นดินที่สามารถกักเก็บน้ำได้ดีอยู่ 2 โซนคือ ชั้นดินอุ้มน้ำที่อยู่ในช่วงความลึก 30-36 เมตรจากผิวดิน ส่วนใหญ่จะมีลักษณะ

ของเม็ดดินค่อนข้างละเอียด ความสม่ำเสมอของขนาดของเม็ดดินค่อนข้างแคบ ในบางแห่งจะมีดินปะปนอยู่ จึงไม่เหมาะสมที่ทำบ่อบาดาล ส่วนใหญ่ในการตัดสินใจวางตะแกรงเพื่อให้น้ำซึมเข้าสู่บ่อชาวบ้านจะใช้วิธีการสังเกตุขนาดของเม็ดดิน ส่วนชั้นดินอีกชั้นหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการกักเก็บซึ่งอยู่ลึกลงไปที่ความลึก 48-62 เมตรจากผิวดิน ชั้นดินในโซนนี้ จะมีคุณสมบัติในการส่งถ่ายดีกว่า เนื่องจากมีขนาดของเม็ดดินใหญ่กว่าชั้นดินที่อยู่ในตอนบน และความสม่ำเสมอของขนาดของเม็ดดินดีกว่า บ่อบาดาลที่ทำการขุดเจาะขึ้นใหม่ในท้องถิ่น จึงมีความลึกของบ่อประมาณ 50-60 เมตร แต่อย่างไรก็แล้วแต่ คุณภาพของชั้นดินอุ้มน้ำในโซนนี้ก็ยังไม่ดีเท่าที่ควร การสูบน้ำบาดาลที่ต้องการใช้น้ำเป็นจำนวนมากๆ อาจเกิดปัญหาขึ้นได้

ผลการศึกษาจึงมุ่งปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาล โดยมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพและการเพิ่มขอบเขตในการสูบน้ำให้เพิ่มขึ้น แต่ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา การปรับปรุงเทคโนโลยีในการสูบน้ำบาดาลจึงควรพิจารณาถึงข้อจำกัด ของสภาพของชั้นดินอุ้มน้ำ สำหรับแนวทางในการประยุกต์เพื่อแก้ไขปัญหาในการสูบน้ำ จะแยกพิจารณาผลของปัญหาออกเป็นส่วนๆดังนี้

ก) ปัญหาในเรื่องของการเกิดโพรงไอภายในเครื่องสูบน้ำ ปัญหาของการเกิดโพรงภายในเครื่องสูบน้ำนับเป็นปัญหาหลักในการสูบน้ำบาดาลที่มีระดับน้ำของน้ำใต้ดินที่อยู่ต่ำจากผิวดินมาก การแก้ปัญหาการเกิดโพรงไอภายในเครื่องสูบน้ำจะมีอยู่วิธีการเดียวก็คือ การป้องกันไม่ให้ความดันภายในเครื่องสูบน้ำลดต่ำลงกว่าค่าความดันไอของน้ำ หรือการลดหัวพลังงานทางท่อดูดลงนั้นเอง เครื่องสูบน้ำที่ใช้อยู่จะเริ่มเกิดโพรงไอภายในเครื่องสูบน้ำ เมื่อค่าหัวพลังงานทางท่อดูดมีค่าประมาณ 5.80 ม.จนถึง 6.50 ม.โดยที่ความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำจะอยู่ในช่วง 1750 - 2000 รอบต่อนาที วิธีการอย่างหนึ่งในการลดหัวพลังงานทางท่อดูดลง ซึ่งได้กระทำกันอยู่ในพื้นที่ก็คือ การเพิ่มความลึกของบ่อทดให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดหัวพลังงานในท่อดูดลง แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การทำบ่อทดให้มีความลึกเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลกระทบต่อปัญหาของการส่งถ่ายกำลังงานตามมา วิธีการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวให้ดีที่สุดก็คือ การเปลี่ยนชนิดของเครื่องสูบน้ำที่มีความสามารถสูบน้ำที่มีสภาพระดับหัวพลังงานทางท่อดูดสูงๆ หรือเปลี่ยนชนิดของเครื่องสูบน้ำไปเป็นแบบที่ใช้สำหรับการสูบน้ำจากบ่อน้ำลึกโดยเฉพาะ ซึ่งเครื่องสูบน้ำแบบนี้จะมีตัวใบพัดอยู่ใต้ระดับผิวน้ำอิสระ ที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วๆไป ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (Turbine Pump) หรือเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ (Submersible Pump) เป็นต้น เครื่องสูบน้ำทั้งสองชนิดนี้ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการสูบน้ำ ที่มีระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินปกติ มากๆ และมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า เนื่องจากไม่ต้องมีการล่อน้ำ (Priming) แต่การใช้เครื่องสูบทั้งสองแบบนี้จะต้องมีการปรับปรุงบ่อบาดาล ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ดัง



รูปที่ (5-8) แสดงลักษณะการปรับปรุงบ่อบาดาล และการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ

ในรูปที่ (5-7) โดยจะมีการขยายขนาดของบ่อบาดาล ในส่วนบนสุด ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงระดับที่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำอิสระภายในบ่อบาดาล หลังจากที่มีการสูบน้ำเป็นเวลานานๆ อย่างน้อย 1.๐๐ ม. เพื่อให้สามารถติดตั้งเครื่องสูบชนิดดังกล่าวได้ เครื่องสูบแบบนี้จะมีให้เลือกหลายขนาดด้วยกัน หรืออาจจะเป็นแบบหลายตอน (Multi-stage) แล้วแต่ความต้องการในเรื่องของ ระดับของหัวพลังงาน และ อัตราการไหล ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

ข) ปัญหาการสึงถ่ายกำลังจากเครื่องต้นกำลัง ปัญหาในเรื่องนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการทำบ่อทดที่ลึกมากเกินไป จนทำให้การส่งกำลังงานด้วยสายพานจากเครื่องต้นกำลัง ไปยังเครื่องสูบน้ำไม่เหมาะสม ปัญหาในส่วนนี้สามารถที่จะแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนชนิดของเครื่องสูบน้ำดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่สำหรับการประยุกต์เพื่อนำมาใช้กับอุปกรณ์ในการสูบน้ำที่มีอยู่ การใช้วิธีการส่งกำลังงานด้วยเพลาจากเครื่องต้นกำลังไปยังเครื่องสูบจะมีความเหมาะสมมากกว่า ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้แล้วในบางส่วนของพื้นที่ อำเภอสวรรคโลก

ค) ปัญหาในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ ปัญหาในเรื่องนี้เป็นปัญหาที่จะต้องใช้ความเข้าใจในเรื่องของทฤษฎีของเครื่องสูบน้ำมากพอควร ซึ่งส่วนใหญ่จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร 3 ตัวด้วยกันคือ ระดับหัวพลังงาน (Head) อัตราการไหล (Discharge) และประสิทธิภาพในการสูบน้ำ ส่วนใหญ่ถ้าหากรู้สภาพในการสูบน้ำที่แน่นอน ก็สามารถที่จะเลือกขนาดและชนิดของเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมกับสภาพในการสูบน้ำได้ เพราะผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำที่ได้มาตราฐาน จะมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับหัวพลังงานในการสูบน้ำ และ อัตราการไหล ซึ่งจะใช้เป็นเอกสารประกอบในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ โดยที่เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับหัวพลังงาน และอัตราการไหลที่แสดงประกอบนี้ จะแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง ในช่วงการทำงานของเครื่องสูบ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ (5 - 6) ซึ่งจะมีขนาดของเครื่องสูบน้ำให้เลือกใช้หลายขนาด โดยแต่ละแบบจะมีความเหมาะสมในสภาพการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แต่สำหรับการสูบน้ำในพื้นที่ศึกษานี้ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีของเครื่องสูบ แต่อาศัยการสังเกตุประกอบกับเครื่องมือที่มีอยู่ จึงได้มีการประยุกต์ใช้กับการสูบน้ำเพื่อการเกษตร โดยอาศัยจากอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เช่น เครื่องยนต์ต้นกำลัง และ เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการสูบน้ำทั่วๆไปซึ่งเป็นเครื่องที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ มาใช้ในการสูบน้ำบาดาล ซึ่งมีสภาพการทำงานแตกต่างจากสภาพการใช้งานที่เป็นอยู่ จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าประสิทธิภาพในการสูบน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ คือมีประสิทธิภาพในการสูบน้ำประมาณ 14-24 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบและขั้นตอนในการผลิตเครื่องสูบ ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศยังไม่มีมาตราฐานควบคุมการผลิตที่แน่นอน

จึงทำให้ประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง

ในการเลือกขนาดและชนิดของเครื่องสูบน้ำ สำหรับการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จะต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ระดับของน้ำใต้ดิน สภาพและคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำ ได้แก่ ความสามารถในการส่งถ่ายของชั้นดินอุ้มน้ำ และค่าสัมประสิทธิในการกักเก็บของชั้นดินอุ้มน้ำ เพื่อประเมินสภาพการสูบน้ำของบ่อบาดาล สำหรับในบริเวณพื้นที่ศึกษา คุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำจะเป็นตัวกำหนด ขอบข่ายในการสูบน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพของชั้นดินอุ้มน้ำไม่อำนวยต่อสภาพการสูบน้ำที่ต้องการปริมาณน้ำมากๆ โดยเฉพาะการสูบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรนี้ ดังนั้นในการปรับปรุงเทคโนโลยี จึงต้องอาศัยข้อมูลที่เป็นข้อจำกัด สภาพ และคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำ ซึ่งได้สรุปไว้ในหัวข้อที่ (4.5.5) ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้ขนาด และชนิดของเครื่องสูบน้ำเป็นหลัก

ง) ปัญหาช่วงการทำงานที่แตกต่างกันของ เครื่องยนต์ต้นกำลัง และเครื่องสูบน้ำ การวัดประสิทธิภาพในการสูบน้ำโดยทั่วไปแล้ว จะคำนึงถึงประสิทธิภาพรวมของทั้งระบบ ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังงาน และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำรวมกัน จากสภาพการสูบน้ำที่เป็นอยู่ในท้องถิ่น สภาพการทำงานของเครื่องยนต์ต้นกำลัง และเครื่องสูบน้ำมีความแตกต่างกันมากดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งถ้าหากสภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำและเครื่องยนต์ต้นกำลัง มีความแตกต่างกันมาก การทำงานของเครื่องยนต์ต้นกำลังก็จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ กรณีแรกก็คือ การเกิดการสูญเสียกำลังงานภายในตัวของเครื่องยนต์ต้นกำลังเอง ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องสูบน้ำได้นำเอากำลังงานที่ได้จากเครื่องต้นกำลังไปใช้เพียงส่วนน้อย ส่วนที่เหลือจึงเป็นส่วนที่สูญเสียในรูปของแรงเสียดทานภายในตัวของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกรณีที่เกิดขึ้นกับลักษณะการสูบน้ำของท้องถิ่น ส่วนกรณีที่ 2 เป็น กรณีที่สภาวะการทำงานของเครื่องยนต์มีภาวะการทำงานที่หนักเกินไป (Overload) เกิดขึ้นเนื่องจาก การเลือกใช้ขนาดของเครื่องสูบน้ำที่มีความจุมากเกินไป เครื่องยนต์ต้นกำลังจึงไม่สามารถที่จะขับเครื่องสูบน้ำให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ ในกรณีแบบนี้เครื่องยนต์จะมีภาระการทำงานที่หนักเกินไป และจะหยุดทำงานในที่สุด

การแก้ไขในเรื่องของสภาพการทำงานที่แตกต่างกันนี้ จึงต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีของเครื่องสูบน้ำ ประกอบกับการลองผิดลองถูก (Trail & Error) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ต้นกำลังก็มีลักษณะการทำงานคล้ายเครื่องสูบน้ำ คือมีช่วงในการทำงานที่กว้าง ไม่เหมือนกับ การใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ที่มีช่วงการทำงานที่แน่นอน คือจะมีความเร็วรอบที่แน่นอนอันหนึ่ง สำหรับเครื่องยนต์ต้นกำลังโดยทั่วไปจะมีเส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ผู้ผลิต ได้แสดงไว้ในเอกสารประกอบการเลือกใช้เครื่องยนต์ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ (5-3) ถึงรูปที่ (5-7) โดยที่หลังจากทราบสภาพการ

สูบน้ำแล้วก็จะทำการเลือกขนาดและชนิดของเครื่องสูบน้ำ โดยที่จะทำการเจาะจงเลือกความเร็วรอบของเครื่องสูบที่ต้องการเอาไว้ และจากข้อมูลของเอกสารประกอบในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำเมื่อทราบประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ ในสภาวะการทำงานดังกล่าว ก็พอที่จะกำหนดขนาดของเครื่องยนต์ที่จะใช้ และอัตราทดรอบของเครื่องยนต์ และเครื่องสูบน้ำที่จะใช้ได้ โดยเผื่อส่วนเอาไว้อีกเล็กน้อยสำหรับ ประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลัง ขั้นตอนดังกล่าวเป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากและสลับซับซ้อน หลังจากที่เลือกขนาดของเครื่องยนต์ได้แล้ว อาจจะต้องมีการปรับแก้บางอีกเล็กน้อยเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพของงานอีกทีหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยวิธีการลองผิดลองถูก

การสูบน้ำโดยการนำเอามอเตอร์ไฟฟ้ามาเป็นเครื่องต้นกำลัง แทนการใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังนับว่ามีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานของท้องถิ่นมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากมีความสลับซับซ้อนน้อยกว่าการใช้เครื่องยนต์เป็นเครื่องต้นกำลัง เพราะมอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปจะมีความเร็วรอบใช้งานที่แน่นอน ดังนั้นการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำจึงถูกกำหนดได้แน่นอน สภาพการทำงานของเครื่องสูบจึงถูกกำหนดตายตัว ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีความแน่นอนมากกว่าการใช้เครื่องยนต์เป็นเครื่องต้นกำลัง เพราะมีย่านความเร็วรอบที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา การควบคุมจึงทำได้ค่อนข้างลำบาก และต้องอาศัยความรู้ทางหลักวิชาการที่ค่อนข้างยุ่งยากมากกว่า

จ) ปัญหาการกำหนดพื้นที่ในการเพาะปลูก เนื่องจากข้อจำกัดคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำซึ่งจะเป็นตัวกำหนดพื้นที่ในการเพาะปลูก การกำหนดพื้นที่ในการเพาะปลูกจึงต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสูบน้ำ ซึ่งจะพิจารณาอัตราการไหล และสมรรถนะของเครื่องยนต์ และเครื่องสูบน้ำเป็นหลัก โดยจะต้องพิจารณาควบคู่กันไป ซึ่งส่วนใหญ่จะพิจารณาที่อัตราการไหลที่คงที่ จากนั้นจึงจะกำหนดพื้นที่ในการเพาะปลูกเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการสูบน้ำ และปริมาณน้ำที่จะสูบขึ้นมาได้จากชั้นดินอุ้มน้ำ โดยอาศัยข้อมูลในการประเมินปริมาณน้ำที่ต้นข้าวต้องการ สำหรับในช่วงเดือนมีนาคม จนถึง เดือนพฤษภาคม ซึ่งอยู่ในช่วง 5.4 - 6.0 มม./วัน

ฉ) ปัญหาค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจะขึ้นอยู่กับ ระดับของหัวพลังงาน อัตราการไหล และประสิทธิภาพในการสูบน้ำ เท่าที่เป็นอยู่ สำหรับสภาพการสูบน้ำของท้องถิ่น จะมีประสิทธิภาพในการสูบน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำต่อหน่วยปริมาตรของน้ำที่สูบขึ้นมาได้ จะอยู่ในช่วงระหว่าง ๐.17 จนถึง ๐.51 บาท/ลบ.ม. การกระจายของค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำมีช่วงของการกระจายค่อนข้างกว้าง ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการสูบน้ำของบ่อบาดาลแต่ละบ่อไม่เหมือนกัน วิธีการในการลดค่าใช้จ่ายในการ

สูบน้ำก็คือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการสูบน้ำ และการปรับปรุงวิธีการที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับสภาพการสูบน้ำของแต่ละแห่งไป ดังได้กล่าวมาแล้ว