โครงการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรม

Development of sock with principle of change fluid flow momentum and water impulse to increase performance for agriculture

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติวัธน์ ศุภิรัตนกุล

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 ปัญหาวิจัย/โจทย์วิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.4 สมมติฐานการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ขอบเขตการวิจัย	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.9 ข้อจำกัดของการวิจัย	4
1.10 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้	4
บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การแยกประเภทปั๊ม	5
2.2 พลังงานทดแทน	9
2.3 เครื่องตะบันน้ำ	17
2.4 สภาพพื้นที่ที่ศึกษา อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี	38
2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับของการมีส่วนร่วม	46
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	49
2.7 สรุปกรอบแนวความคิด	50
	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	51
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	52
3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	53
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	53
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	54
3.5 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย	57
3.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	31

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 58

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น 58

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งได้ 59

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง 60

4.4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 61

4.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั๊มน้ำของประชาชน 63

4.6 การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของประชาชน 64

4.7 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของประชาชน 65

4.8 ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย 66

4.9 ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ 68

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 69

5.1 สรุปผลการวิจัย 69

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 71

5.3 ข้อเสนอแนะ 72

บรรณานุกรม 74

ภาคผนวก 76

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือ จากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และ องค์การบริหารส่วนตำบลเขาย้อย อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ด้วยดีในการใช้สถานที่ปฏิบัติงาน อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนในการวิจัย สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่สนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่ช่วยประสานงานและให้คำปรึกษา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรม นี้จะก่อให้เกิดคุณค่า และประโยชน์กับผู้ที่สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติวัธน์ ศุภิรัตนกุล

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	อัตราส่วน K/E สำหรับการไหลของน้ำในท่อที่ทำด้วยวัสดุต่างๆ	22
ตารางที่ 2.2	คุณสมบัติของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ	27
ตารางที่ 2.3	รายละเอียด ชื่อขนาด และมิติ ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์แข็ง (pvc)	35
ตารางที่ 2.4	ความขรุขระเฉลี่ยของผนังท่อใหม่	36
ตารางที่ 2.5	สัมประสิทธิ์ของความต้านทานของการไหลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของอุปกรณ์ (k)	37
ตารางที่ 2.6	ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลของข้อต่อท่อชนิดต่างๆ	38
ตารางที่ 2.7	จุดมุ่งหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน	41
ตารางที่ 2.8	สภาพปัญหาของตำบลเขาย้อย	42
ตารางที่ 4.1	จำนวน ร้อยละ เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	61
ตารางที่ 4.2	จำนวน ร้อยละ อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม	61
ตารางที่ 4.3	จำนวน ร้อยละ ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม	62
ตารางที่ 4.4	จำนวน ร้อยละ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของประชาชน	63
ตารางที่ 4.5	จำนวน ร้อยละความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของประชาชน	64
ตารางที่ 4.6	จำนวน ร้อยละ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของประชาชน	65
ตารางที่ 4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	66
ตารางที่ 4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	66
ตารางที่ 4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการศึกษากับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	67
ตารางที่ 4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ, ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ, แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำกับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการพัฒนาตะบันน้ำ	67
ตารางที่ 4.11	จำนวนร้อยละข้อเสนอแนะที่จะพัฒนาการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร	68

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปภาพที่ 2.1	ปั๊มหอยโข่ง	6
รูปภาพที่ 2.2	กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มหอยโข่ง	6
รูปภาพที่ 2.3	ปั๊มแบบลูกสูบชัก	7
รูปภาพที่ 2.4	กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มสูบชัก	7
รูปภาพที่ 2.5	การจำแนกประเภทของปั๊ม	8
รูปภาพที่ 2.6	Block diagram ลักษณะของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	10
รูปภาพที่ 2.7	ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ	11
รูปภาพที่ 2.8	องค์ประกอบของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ	11
รูปภาพที่ 2.9	ส่วนประกอบของกังหันลมสูบน้ำ	14
รูปภาพที่ 2.10	ส่วนประกอบของกังหันน้ำแบบทุนลอย	16
รูปภาพที่ 2.11	ไฮดรอลิกแรมปั๊มของ Montagolfier	18
รูปภาพที่ 2.12	ลักษณะปั๊มที่มีการใช้งานในปัจจุบัน	18
รูปภาพที่ 2.13	ลักษณะทั่วไปของไฮดรอลิคแรม	25
รูปภาพที่ 2.14	การทำงานของไฮดรอลิคแรม	26
รูปภาพที่ 2.15	ความดันบรรยากาศ	28
รูปภาพที่ 2.16	คำจำกัดความของเฮดสถิต	30
รูปภาพที่ 2.17	ตำแหน่งที่เกิดจากการสูญเสียพลังงานหรือเฮดในระบบท่อและอุปกรณ์	31
รูปภาพที่ 2.18	Moody diagram สำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด	34
รูปภาพที่ 3.19	การจัดเวทีชาวบ้าน	51
รูปภาพที่ 4.1	แสดงร้อยละของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม	61
รูปภาพที่ 4.2	แสดงร้อยละของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม	62
รูปภาพที่ 4.3	แสดงร้อยละระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม	63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นประเทศที่มีพื้นฐานเกษตรกรรม อีกทั้งประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก น้ำสำหรับการเพาะปลูกจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้เจริญยิ่งขึ้น(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ปัจจุบันมีการบริหารจัดการและจัดสรรน้ำให้แก่เกษตรกรและชุมชนต่างๆ อย่างทั่วถึงในระดับหนึ่ง แต่ในการผันน้ำเข้าสู่ไร่นายังคงเป็นหน้าที่ของเกษตรกรเอง ซึ่งส่วนใหญ่มักนิยมใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาผันน้ำเข้าสู่ไร่นาเป็นหลัก ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ประกอบกับการเกิดวิกฤติการณ์ด้านพลังงาน การพัฒนาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ในด้านยุทธศาสตร์ความเข้มแข็งภาคเกษตร ความมั่นคงของอาหารและพลังงาน ตลอดจนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพการผลิตภาคเกษตร สอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจการวิจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานและการประหยัดการใช้พลังงานประเภทต่าง ๆ แบบมีส่วนร่วม สอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลในด้านการเร่งพัฒนาภาคเกษตรกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความรับผิดชอบต่อสังคม และอยู่ร่วมกับชุมชนได้ โดยปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตลดการใช้ทรัพยากร ด้วยหลักการการลดการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งยังตรงกับประเด็นยุทธศาสตร์การวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบุรี ในด้านพัฒนาการท่องเที่ยว เกษตร และอาหาร

สภาพภูมิประเทศของอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี โดยรวมจะลักษณะเป็นเขาสลับกับที่ราบสูงมีแม่น้ำลำคลองธรรมชาติ ซึ่งมีปัญหาในการเข้าถึงระบบโครงข่ายไฟฟ้า จากปัญหาในอดีต ที่ผ่านมาปัญหาความยากจนภาคเกษตรกรรมระดับรากหญ้า ของเกษตรกรอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ที่ต้องพึ่งพาน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ในการเพิ่มผลผลิตทั้งยังมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือมีน้ำมากเกินความต้องการในบางฤดู ทำให้เกษตรกรทำการเกษตรได้บางฤดูกาล ถ้าไม่มีการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก็ยากที่จะขจัดปัญหาความยากจนจากเกษตรกรของประเทศ ในระยะยาวได้ ปัจจุบันเกษตรกรในอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี มีการใช้เครื่องสูบน้ำในภาคเกษตรทุกครัวเรือนและส่วนใหญ่มักนิยมใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาผันน้ำเข้าสู่ไร่นาเป็นหลัก ทำให้มีค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ผลที่เกิดขึ้นคือต้นทุนการผลิตภาคเกษตรเพิ่มขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปั้มน้ำแบบตะบันน้ำเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น เริ่มมีใช้มาหลายร้อยปีแล้วแต่ไม่ค่อยนิยมใช้กันเนื่องจากมีข้อจำกัดหลายๆอย่าง เช่น ประสิทธิภาพของการทำงานที่ได้ต่ำกว่าเครื่องปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ มีการสูญเสียน้ำในกระบวนการมากกว่าที่สูบได้เนื่องจากมีน้ำส่วนมากปล่อยไหลออก

ทางวาล์วน้ำทิ้งประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอุปกรณ์(เลอพงศ์, 2552) และอีกส่วนหนึ่งถึงจะถูกสูบน้ำยกขึ้นไปกักเก็บในถังที่สูงเพื่อนำใช้งานทางการเกษตรต่อไป

เกษตรกรใน อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี โดยรวมจะมีอาชีพทำนา และปลูกชะอม เพื่อเสริมรายได้กันมาก และมีเกษตรกรที่ทำไร่สับปะรด เพื่อเป็นอาชีพเสริม ซึ่งถือว่าเป็น พืชเศรษฐกิจที่สามารถเพิ่มรายได้เป็นอย่างดีกับเกษตรกร การรดน้ำกับแปลงชะอมในปัจจุบัน จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับต่อกับชุดปั๊มน้ำ เพื่อปั๊มน้ำขึ้นมาจากบ่อบาดาลและจากบ่อหรือแหล่ง น้ำต่างๆ โดยส่งผ่านทางท่อพีวีซี และผ่านหัวจ่ายสปริงเกอร์ เพื่อให้น้ำเป็นฝอย ในแปลงชะอม ซึ่งมีข้อเสีย คือ มีการใช้น้ำเป็นปริมาณมากเกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน และเป็นการใช้พลังงานอย่างไม่เกิดประสิทธิผลสูงสุด ส่งผลต่อเนื่องเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต และค่าซ่อมบำรุงอุปกรณ์

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรม การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยสนับสนุนกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ โดยจะพัฒนาตะบันที่ใช้หลักการดลของน้ำ ซึ่งจะอาศัยพลังงานจากธรรมชาติเป็นตัวสร้างพลังงานเพื่อที่จะปั๊มน้ำส่งไปยังระดับที่สูงกว่า โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ระบบนี้เป็นกระบวนการอัตโนมัติและต่อเนื่อง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการต่อยอดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น สามารถแก้ไขปัญหาการสูญเสียน้ำปริมาณมากในระหว่างการทำงาน โดยพื้นที่อำเภอเขาย้อย เมืองเพชรบุรี มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับกับที่ราบสูงต้องการการผันน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูงเพื่อไว้ใช้ในการเกษตร การทำสวนไร่นา และอุปโภค ทั้งยังดีต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากปั๊มน้ำนั้นใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติ จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าหรือเครื่องสูบน้ำอื่นที่เข้าได้ยาก อีกทั้งเกษตรกรสามารถประดิษฐ์ใช้ได้ด้วยตนเอง จากวัสดุที่หาได้ง่ายตามร้านวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่น เพื่อให้เกษตรกรนำมาเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง และไม่ต้องเผชิญกับปัญหาทางเศรษฐกิจและวิกฤติการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะนี้ ทำให้เกษตรกรสามารถอยู่ได้อย่างพอเพียง ตามแนวทางพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

1.2 ปัญหาวิจัย/โจทย์วิจัย

1) เกษตรกรใน อำเภอเขาย้อย มีวิธีการใช้ปั้มน้ำในภาคการเกษตรและอาหารอย่างไรบ้าง
2) เกษตรกรใน อำเภอเขาย้อย มีความร่วมมือในการออกแบบและสร้างตะบันน้ำรวมทั้งมีค่าใช้จ่ายจากการใช้ปั้มน้ำภาคการเกษตรและอาหารเป็นอย่างไรบ้าง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อสำรวจวิธีการใช้ปั้มน้ำ และทำการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นแบบมีส่วนร่วมไปด้วยกันในภาคการเกษตรและอาหารของเกษตรกร
2) เพื่อออกแบบและสร้างปั้มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำที่เหมาะสมและเพียงพอกับเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี
3) เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ อัตราการไหลและประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ใช้หลักการดลของน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น

4) เพื่อจัดทำคู่มือการใช้ตะบันน้ำที่ใช้หลักการแรงดลของมวลน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1) เกษตรกรมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำแตกต่างกัน

2) เกษตรกรที่ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยสนับสนุนแตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องสูบน้ำ หมายถึง อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด

โมเมนตัม หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ แต่ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อนำปริมาณทั้งสองเข้าคูณด้วยกัน ปริมาณใหม่จะเป็นปริมาณเวกเตอร์

การดลมวลน้ำ หมายถึง ปริมาณที่เกิดจากการที่มีมวลน้ำกระทำต่ออากาศภายในถังที่มีวาล์วเปิด-ปิดในช่วงเวลาหนึ่งแล้วทำให้มวลน้ำนั้นเกิดการเคลื่อนที่ หรือมีความเร็วเกิดขึ้น

การพัฒนา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เกิดความเจริญเติบโตงอกงาม ดีขึ้นและเหมาะสมกว่าเดิมหรืออาจก้าวหน้าไปถึงขั้นที่อุดมสมบูรณ์จนเป็นที่พึงพอใจ

การมีส่วนร่วม หมายถึง การเข้ามามีส่วนร่วมเกี่ยวกับการตัดสินใจ การลงมือปฏิบัติ ร่วมการบริหารผลประโยชน์และการให้ความสนับสนุน (ศุภชัย หนูแก้ว, 2543:8)

การมีส่วนร่วมเสนอความคิด หมายถึง การที่พนักงานมีโอกาสร่วมค้นปัญหา และสาเหตุของปัญหา รวมถึงเสนอแนวทางแก้ปัญหา พร้อมทั้งหนทางป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

การมีส่วนร่วมวางแผน หมายถึง ร่วมกัน กำหนดนโยบาย แผนงานกิจกรรม โครงการต่าง ๆ

การเพิ่มผลผลิต หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้กับปัจจัยนำเข้าซึ่งเกิดจากประสิทธิภาพจากการทำงานของแต่ละบุคคลและองค์การ

ตะบันน้ำ หมายถึง อุปกรณ์สูบน้ำด้วยแรงอัดอากาศ โดยเริ่มจากน้ำเข้าที่ท่อทางน้ำเข้าซึ่งต่อท่อรับน้ำมาจากจากแหล่งเก็บกักน้ำ เพื่อให้มีแรงดันในการไหลของน้ำ น้ำส่วนแรกที่เดินทางมาเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นจะดันให้วาล์วทิ้งน้ำปิด น้ำส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปที่วาล์วกันกลับที่กระบอกอัดอากาศ ดันให้วาล์วกันกลับเปิดน้ำไหลเข้าไปในกระบอกอัดอากาศ ภายในกระบอกอัดอากาศนี้อากาศจะถูกอัดตัวอย่างรวดเร็วทำให้วาล์วกันกลับปิด น้ำที่มีแรงดันอากาศจะไหลออกไปที่วาล์วเปิด-ปิด ส่วนท่อเล็กที่ต่อกับกระบอกอัดอากาศน้ำจะไหลต่อไป ซึ่งที่จุดนี้น้ำจะมีทั้งความเร็วและแรงดันสูง สามารถต่อสายยางไปใช้งานส่งน้ำไปกักเก็บไว้ยังที่สูงได้

1.6 ขอบเขตการวิจัย

1) เป็นการพัฒนาออกแบบสร้างปั้มน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและถ่ายทอดให้กับเกษตรกรในเขต อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี โดยสุ่มเลือกมาจำนวน 381 คน

2) เป็นการวิจัยแบบผสมและเก็บข้อมูลในพื้นที่ภายในเขต อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี

3) พัฒนาปรับปรุงที่ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ใช้ระยะเวลาในการลงพื้นที่เก็บข้อมูล ออกแบบสร้างและพัฒนา 1 ปี

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1) ทำให้ทราบข้อมูลที่ถูกต้องและตรงความเป็นจริงเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร
2) ได้นำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ว่าเกษตรกรมีการรับรู้ในการพัฒนาตะบันน้ำ ทั่วถึงหรือไม่ การยอมรับในการพัฒนาที่มีอยู่เป็นอย่างไร และควรสร้างทัศนคติและแรงจูงใจอย่างไรเพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร
3) ได้นำข้อมูลจากการวิจัยไปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบสนับสนุนการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร
4) ได้นวัตกรรมปั้มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถต่อยอดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นบนหลักวิชาการทางวิศวกรรม
5) ได้คู่มือการใช้ปั้มน้ำที่ใช้หลักการแรงดลของมวลน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น

1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น

1) เป็นการพัฒนาออกแบบสร้างปั้มน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและถ่ายทอดให้กับเกษตรกรในเขต อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี โดยสุ่มมาจำนวน 381 คน

1.9 ข้อจำกัดของการวิจัย

1) เป็นการวิจัยแบบผสมและเก็บข้อมูลในพื้นที่ภายในเขต อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี
2) ทำการพัฒนาปรับปรุงที่ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยทำการวิจัยภายในเวลา 12 เดือน

1.10 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้

1) เกษตรกร ชุมชนท้องถิ่นภายในเขต อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี และผู้ที่สนใจทั่วไป
2) หน่วยงานทางกรมพลังงานทดแทนของรัฐ และสถาบันการศึกษา
3) หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น นักวิจัยรุ่นใหม่

บทที่ 2
ทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปั๊มน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อทำให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่าหรือในระยะทางที่ไกลออกไป โดยจุดเริ่มต้นของเครื่องปั๊มน้ำที่มีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานมากกว่า 2,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ซึ่งในช่วงเริ่มแรกมีการใช้พลังงานที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงาน จากธรรมชาติเช่น พลังงานจากลมและน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียงเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้น

ในปัจจุบันเครื่องปั๊มน้ำจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิต ความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร คมนาคม อุตสาหกรรม ตลอดจนการบำบัดน้ำเสียเพื่อรักษาสภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการของเครื่องปั๊มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิมที่ใช้พลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาเป็นการใช้พลังงานจากไอน้ำ จากเครื่องยนต์ จากมอเตอร์ และที่นิยมกันมาก คือ การใช้ไฟฟ้าเนื่องจากความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน (วิบูลย์ , 2529)

2.1 การแยกประเภทปั๊ม

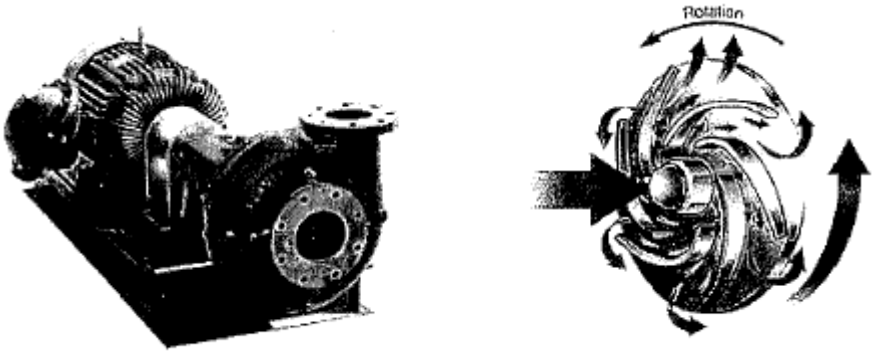
ปัจจุบันได้มีการจัดแบ่งประเภทของปั๊มหลายรูปแบบ และมีการเรียกชื่อแตกต่างกัน ออกไปมากมายดังนั้น จึงมีการจัดหมวดหมู่ออกได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

2.1.1 แยกตามลักษณะของการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว หรือการไหลของเหลวในปั๊ม ซึ่งได้แก่

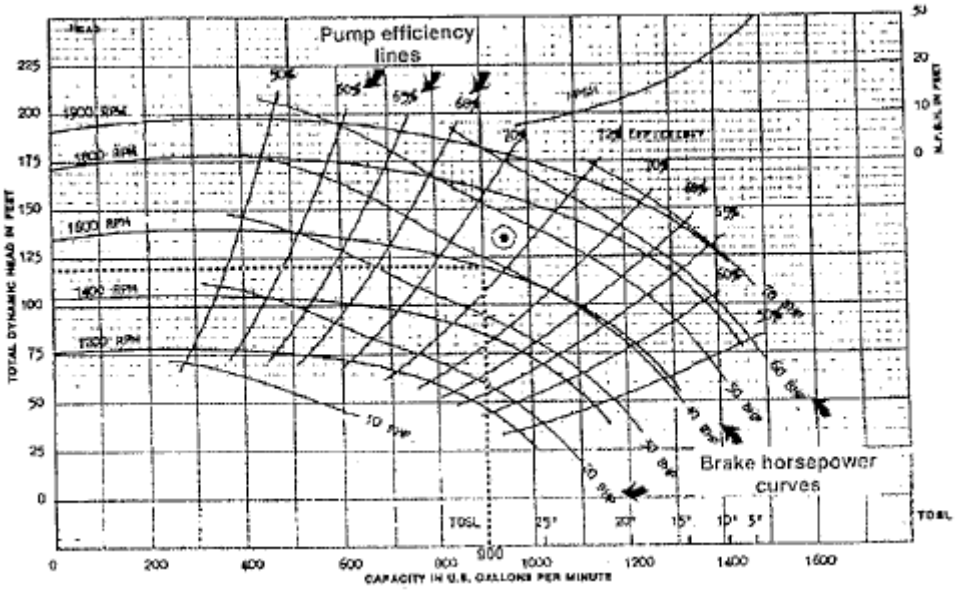
ก. ประเภทเซนติฟูกอล (Centrifugal) หรือปั๊มแรงเหวี่ยง เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว โดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ปั๊มแบบนี้จะทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัด (Impeller) ที่ได้รับการถ่ายเทกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังหรือมอเตอร์ไฟฟ้า โดยหลักชลศาสตร์เมื่อของเหลวถูกหมุนให้เกิดแรงหนีจุดศูนย์กลางความกดดันของเหลวจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของใบพัดมากขึ้น เช่น ปั๊มหอยโข่ง ในการทำงานของปั๊มหอยโข่ง การหมุนของใบพัดทำให้เกิดแรงเหวี่ยงไปผลักดันให้ของเหลวไหลตลอดแนวเส้นรอบวงเรือนปั๊ม จะทำหน้าที่รวบรวมของเหลวไปสู่ทางออกทำให้ของเหลวมีเฮดรวม (total Dynamic head, H_{YDH}) และทางออกของไหลออกจะทำมุม 90 องศากับทางของเหลวไหลเข้ายิ่งใบพัดหมุนเร็ว ก็ยิ่งต้องใช้พลังงานมาก ทำให้เฮดสูงและของเหลวไหลมาก (วิบูลย์ , 2559)

โดยทั่วไปการทำงานของปั๊มหอยโข่งมีหลักดังนี้

- อัตราการไหลเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเร็วรอบของปั๊ม
- หัวน้ำรวมเป็นอัตราส่วนกำลังสองของความเร็วรอบของปั๊ม
- พลังงานที่ใช้เป็นอัตราส่วนกำลังสามของความเร็วรอบของปั๊ม



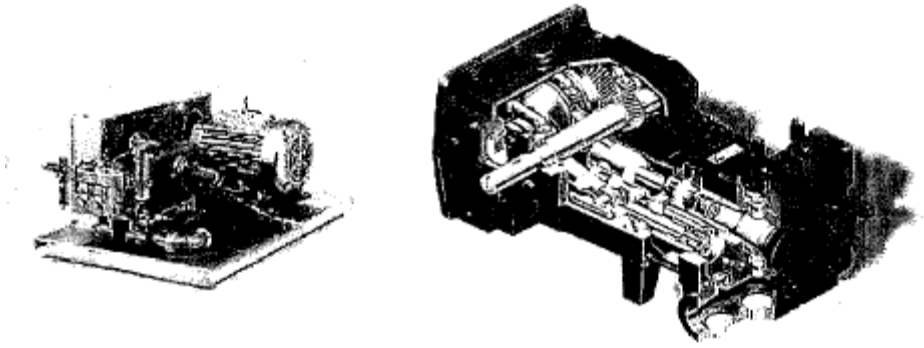
ภาพที่ 1 ปั๊มหอยโข่ง



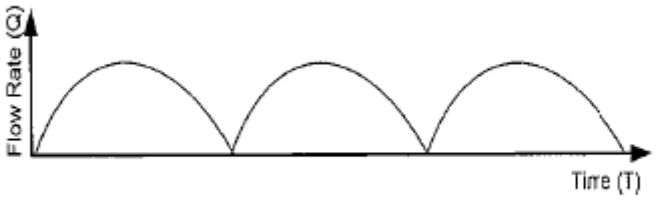
ภาพที่ 2 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มหอยโข่ง

ข. ประเภทโรตารี่ (Rotary) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเฟืองรอบแกนกลาง เป็นการทำงานโดยของเหลวถูกดูดเข้าไปและอัดปล่อยออกโดยการหมุนรอบจุดศูนย์กลางของเครื่องมือ กลซึ่งมีช่องว่างให้ของเหลวไหลเข้าทางด้านดูดและเก็บอยู่ระหว่างผนังของห้องสูบกับชิ้นส่วนที่หมุนหรือโรเตอร์ (Rotor) จนกว่าจะถึงด้านจ่าย

ค. ประเภทสูบชัก (Reciprocating) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงในกระบอกสูบปั๊มแบบนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบซึ่งเคลื่อนที่ไปมาเป็นเส้นตรง โดยการหมุนของแกนซึ่งมีก้านสูบแบบเดียวกับเครื่องยนต์สูบชัก โดยการจัดระบบวาลว์ปิด –เปิด ให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ซึ่งทำให้ของเหลวถูกดูดเข้าไปยังช่องว่างของกระบอกสูบและลูกสูบ โดยผ่านวาลว์ตัวหนึ่งของเหลวออกไปได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังลูกสูบปั๊มแบบนี้จัดอยู่ในประเภทที่ผลักดันของเหลวออกไปทางด้านจ่ายได้แน่นอน (Positive Displacement) ไม่ว่าความดันทางด้านจ่ายจะมากหรือน้อย



ภาพที่ 3 ปั๊มแบบลูกสูบชัก



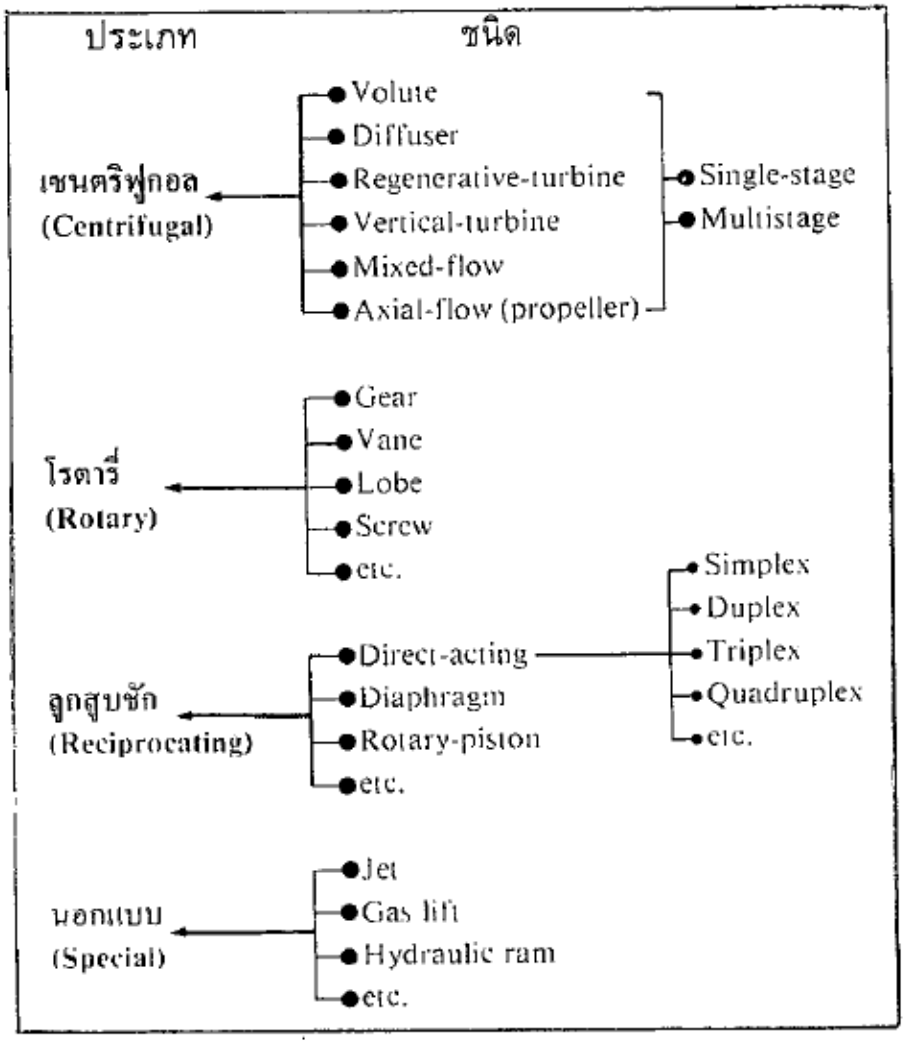
ภาพที่ 4 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มสูบชัก

ปั๊มแบบนี้การไหลของของเหลวและความดันจะเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆตามจังหวะไปมาของลูกสูบ จึงต้องมีห้องอากาศเล็ก ๆ บนหัวสูบ เพื่อให้อัตราการไหลและความดันเป็นจังหวะน้อยลง แต่เพื่อให้ความดันและอัตราการไหลสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ชุดทดสอบนี้มีห้องอากาศที่โตอยู่ข้างนอกด้วย

การทำงานของแบบสูบชัก จะมีปริมาณของเหลวถูกผลักดัน (ไหล) ออกมาแน่นอนไม่ว่าความดันจ่ายจะมากหรือน้อย ปริมาณของเหลวที่ไหลจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบปั๊มและขนาดช่องว่างระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบ

ง. นอกแบบ (Special) เป็นปั๊มที่มีลักษณะพิเศษไม่สามารถจัดอยู่ในสามประเภทข้างต้นได้ ปั๊มชนิดนี้ก็จะมี Jet Pump ,Air –Lift Pump และ hydraulic Ram

ในแต่ละประเภทที่กล่าวมานี้ยังมีการดัดแปลงออกไปเป็นแบบต่าง ๆ อีกหลายแบบและมีชื่อเรียกของแต่ละแบบแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 5



ภาพที่ 5 การจำแนกประเภทของปั๊ม

2.1.2 แยกประเภทตามลักษณะการขับดันของเหลวในปั๊ม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

ก. ปั๊มแบบไม่แทนที่ (Non-Positive Displacement) ทำงานโดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว ปกติใช้ในงานความดันต่ำ อัตราการไหลสูง ไม่สามารถรับความดันสูง ๆ ได้ ปั๊มประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลางอาจจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ได้

ข. ปั๊มแบบแทนที่ (Positive Displacement) ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลวในห้องสูบด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของเครื่องสูบ ปั๊มชนิดนี้จะจ่ายของไหลด้วยปริมาตรที่แน่นอนค่าหนึ่ง ต่อการหมุนรอบหนึ่งของเพลา สามารถรับความดันที่สูงขึ้นในระบบได้ดี ปั๊มประเภทนี้รวมแบบโรตารี่และลูกสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ในปัจจุบันปั๊มแบบน้ำต่าง ๆ ที่ใช้พลังงานจากธรรมชาติ ไม่จำเป็นต้องสิ้นเปลืองไฟฟ้าหรือพลังงานจากเครื่องยนต์ที่นับวันจะน้อยลงและมีราคาแพงขึ้น ในสภาวะปัจจุบันที่แหล่งพลังงานที่มีอยู่เริ่มจะลดน้อยลง ทำให้ต้องหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทน มีการนำเอาแหล่งพลังงานที่เกิดจาก

ธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพราะว่าพลังงานที่ได้จากธรรมชาติไม่มีค่าใช้จ่ายในการทำงานเหมือนพลังงานประเภทอื่น คือ พลังงานทดแทน (วิบูลย์ , 2559)

2.2 พลังงานทดแทน

(วิบูลย์, 2559) พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกวา พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีกเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำและไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะศักยภาพ และสถานภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานทดแทน การศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิต ตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่พลังงานทดแทน เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่น ๆ เพื่อให้มีการผลิต และการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม สำหรับผู้ใช้ในเมือง และชนบท ซึ่งในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าว ยังรวมถึงพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย งานศึกษา และพัฒนาพลังงานทดแทน เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน ซึ่งมีโครงการที่เกี่ยวข้องโดยตรงภายใต้แผนงานนี้คือ โครงการศึกษาวิจัยของด้านพลังงานและมีความเชื่อมโยงกับแผนงานพัฒนาชนบทในโครงการจัดระบบผลิตไฟฟ้าประดุจแบตเตอร์รี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าโดยงานศึกษา และพัฒนาพลังงานทดแทนจะเป็นงานประจำที่มีลักษณะการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ ในเชิงกว้างเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ทั้งในด้านวิชาการเชิงทฤษฎี และอุปกรณ์เครื่องมือทดลองและการทดสอบ รวมถึงการส่งเสริมและเผยแพร่ ซึ่งจะเป็นการสนับสนุน และรองรับความพร้อมในการจัดตั้งโครงการใหม่ ๆ ในโครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงานและโครงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น การติดตามความก้าวหน้าและร่วมมือประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาต้นแบบ ทดสอบ วิเคราะห์ และประเมินความเหมาะสมเบื้องต้น และเป็นงานส่งเสริมการพัฒนาโครงการที่ดำเนินการให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนสนับสนุนให้โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไปดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่ และการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป โดยจะกล่าวให้ทราบถึงที่มา ประโยชน์ และการนำพลังงานทดแทนต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างพลังงานทดแทน ดังนี้

2.2.1 พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของธรรมชาติ โดยความเป็นจริงแล้วแหล่งพลังงานทุกชนิดที่กล่าวไปแล้วยกเว้นชนิดเดียวก็คือ พลังงานจากกระแสน้ำขึ้นลงล้วนแต่เกี่ยวกันไม่ได้โดยตรงก็โดยทางอ้อมกับพลังงานดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น พลังงานดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดจากกระบวนการนิวเคลียร์แบบที่เรียกกันว่า นิวเคลียร์ฟิวชั่น กระบวนการเกิดพลังงานบนดวงอาทิตย์เป็นผลจากการรวมของอะตอมไฮโดรเจนเป็นอะตอมฮีเลี่ยม แล้วมีมวลส่วนหนึ่งของอะตอมไฮโดรเจนหายไป มวล

ส่วนที่หายไปนี้เองที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกไปรอบดวงอาทิตย์ แล้วก็มีส่วนหนึ่งน้อยเท่านั้นที่เดินทางมาถึงโลก

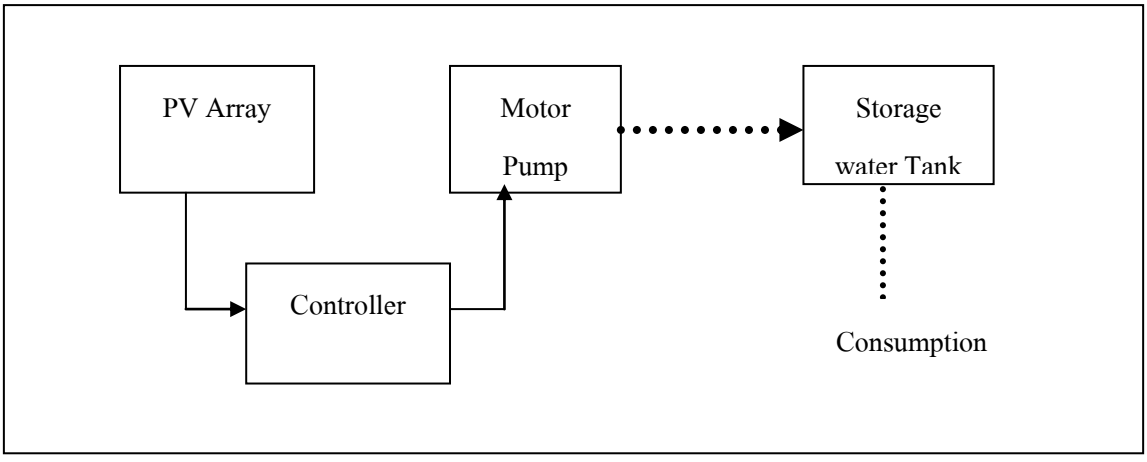
พลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวดวงอาทิตย์ พื้นที่ 1 ตารางหลา มีค่าถึงประมาณ 65,000 แรงม้า แต่ที่ผิวโลกบนพื้นที่ 1 ตารางหลา เท่ากันนั้นมีพลังงานแสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเพียงประมาณ 1 1/3 แรงม้า หรือ 1 กิโลวัตต์เท่านั้น แต่ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกที่ดูมีค่าเพียงน้อยนิดนี้ เมื่อคิดเป็นปริมาณของพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงที่เรามีอยู่แล้ว และความจำเป็นของมนุษย์เราในการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ แล้วไม่น้อยเลย เพราะพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาถึงโลกในช่วงเวลา 1 เดือนนั้นคิดเป็นปริมาณพลังงานก็เท่ากับถ่านหินถึง 18×10^{12} ตันหรือแปดล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณของถ่านหินที่คาดกันว่ามีเหลืออยู่ในโลกทั้งหมดขณะนี้

ดังนั้น โลกเราถึงแม้จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางถึงประมาณ 93 ล้านไมล์และดูเสมือนกับจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยความเป็นจริงในแง่ของความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์โลกแล้ว โลกเราก็ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณมหาศาลอยู่ทุกขณะ แต่ในขณะนี้เป็นที่น่าเสียดายว่า โลกของเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ได้จริง ๆ เพียงน้อยนิด คือประมาณ 1% เท่านั้น อีกประมาณ 99% นั้นสูญหายไปเปล่าอย่างน่าเสียดาย

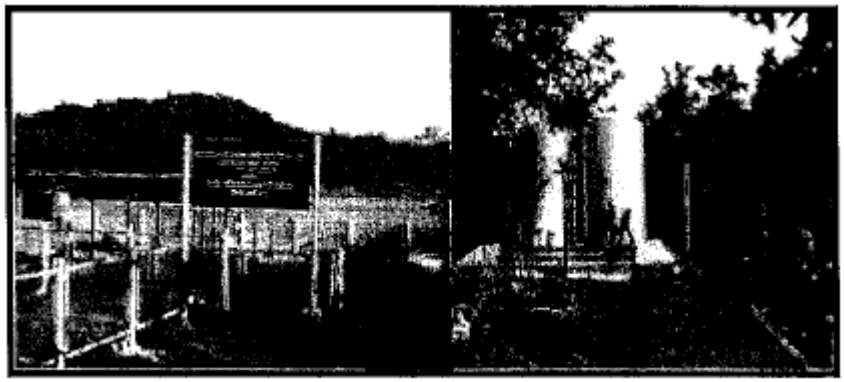
โดยทั่วไปการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะสำคัญคือ

- การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน
- การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระบบแบบอิสระ (PV Stand alone system) อีกรูปแบบหนึ่งที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าไม่มีระบบประปาหมู่บ้าน ใช้สำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำบนผิวดิน โดยมีแหล่งน้ำที่สะอาดและมีน้ำเพียงพอ สำหรับการอุปโภคและบริโภค หรือเพื่อการเกษตร โดยทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอก มีรูปแบบลักษณะของระบบดังนี้



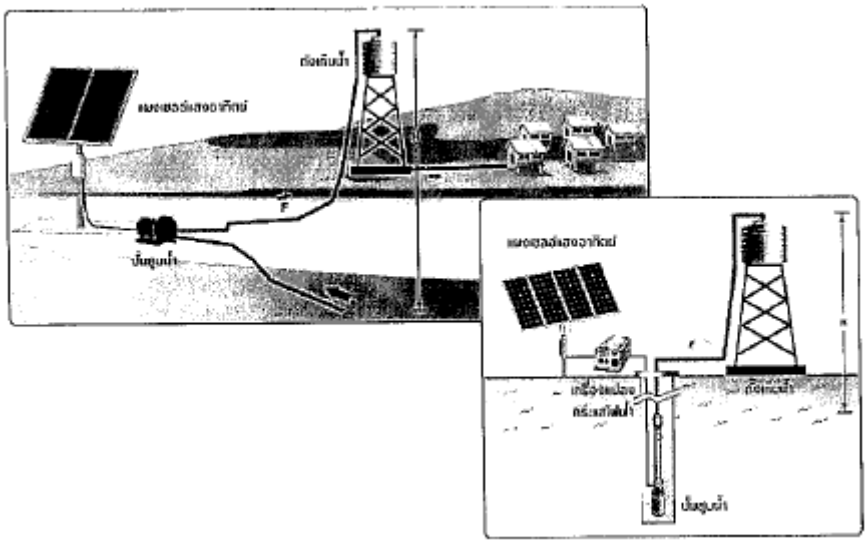
ภาพที่ 6 Block diagram ลักษณะของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 7 ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบ ประกอบด้วย

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดประมาณ 1,000 วัตต์ พร้อมโครงสร้างรองรับแผง
2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ
3. ปั๊มน้ำ
4. ถังกักเก็บน้ำ คอนกรีตเสริมเหล็กขนาดความจุ 10 ลูกบาศก์เมตรจำนวน 2 ถัง
5. ท่อดูดและท่อส่งน้ำ



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ

2.2.2 พลังงานลม เป็นพลังงานเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ซึ่งสาเหตุของการเกิดลมนั้น เกิดเมื่ออากาศในส่วนที่ได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้ความหนาแน่นของอากาศบริเวณนั้นลดลง ทำให้อากาศร้อนดังกล่าวลอยตัวสูงขึ้น (ซึ่งเรียกว่า กระแสอากาศ) เป็นเหตุให้อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจากบริเวณข้างเคียงเคลื่อนเข้ามาแทนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่ของอากาศอันเนื่องมาจากความ

แตกต่างของอุณหภูมิ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดลม โดยทั่วไปการใช้พลังงานลมให้เป็นประโยชน์อาจพิจารณาได้ดังนี้คือ

- เป็นพลังงานที่เกิดเองตามธรรมชาติ จึงสะอาดและไม่มีมลพิษ
- ตัวพลังงานที่ไม่มีต้นทุนสามารถนำมาใช้ได้ไม่มีวันหมด
- พลังงานกลที่ได้สามารถนำมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องเปลี่ยนรูปพลังงานอีก เช่น การวิดสูบน้ำ การโม่แป้งเป็นต้น

ระบบสูบน้ำพลังงานลม นิยมใช้กังหันลมเพื่อสูบน้ำ (Wind turbine for pumping) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการชักหรือสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูง เพื่อใช้ในการเกษตร การทำนาเกลือ การอุปโภคและบริโภค ปัจจุบันมีใช้อยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบระหัดและแบบสูงชัก

- กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ การใช้พลังงานลมเพื่อฉุดน้ำจากที่ต่ำมาใช้ในพื้นที่สูงในประเทศไทยนั้น ได้มีการใช้มาเป็นเวลานานแล้ว และยังใช้มาจนถึงปัจจุบัน พบเห็นได้จากการใช้กังหันลมฉุดน้ำเพื่อทำนาเกลือ กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำเป็นการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นด้วยภูมิปัญญาชาวบ้านในสมัยโบราณของไทย เพื่อใช้ในนาข้าว นาเกลือและนากุ้ง เช่นเดียวกันกับการประดิษฐ์กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) เพื่อฉุดน้ำและใช้แรงกลช่วยในการแปรผลิตผลทางการเกษตรของชาวยุโรป วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ เป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานตามสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ ใบพัดกังหันลมปกติจะมี จำนวน 6 ใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบกังหันลมจะทำมาจากเสื่อลำแพนหรือผ้าใบ โดยตัวโครงสร้างรางน้ำและใบระหัดจะทำจากไม้เนื้อแข็งซึ่งมีความทนทานต่อน้ำเค็ม สามารถใช้งานได้ยาวนาน กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำใช้ความเร็วลมตั้งแต่ 2. 5 เมตร / วินาที ขึ้นไปในการหมุนใบพัดกังหันลม หากมีลมแรงมากไปก็สามารถปรับม้วนใบเก็บให้เหลือสำหรับรับแรงลมเพียง 3 ใบ เพื่อให้มีความเหมาะสม สำหรับการใช้งาน เมื่อไม่ต้องการใช้งานก็ม้วนใบเก็บทั้ง 6 ใบ (สานิตย์ , 2550) ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ

1) ส่วนของใบพัด ก้านใบทำจากไม้ยึดติดกับแกนหมุน ใบรับลมทำจากเสื่อลำแพนหรือผ้าใบ ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แผ่นพลาสติก มีจำนวน 6 ใบ แกนหมุนตั้งในแนวนอนอยู่บนเสาไม้

2) เสาของกังหันลม ทำจากไม้จำนวน 2 ต้นปักไว้เป็นคู่เพื่อรองรับแกนหมุน

3) สายพานขับแกนเพลา ทำจากเชือกที่มีความเหนียวและทนต่อแรงเสียดสี ทำหน้าที่ถ่ายแรงจากการหมุนของแกนหมุนไปยังแกนเพลาให้หมุนตามเพื่อใช้ฉุดระหัดไม้

4) แกนเพลา ทำจากเหล็กหรือไม้กลม วางอยู่บนเสาไม้คู่เหนือพื้นดินที่พอเหมาะ มีซี่ไม้ลักษณะคล้ายเฟืองยึดติดกลางแกนเพลาเพื่อขับหมุนฉุดแผ่นระหัด

5) ส่วนของรางน้ำและระหัด ทำจากไม้ ลักษณะเป็นกล่องรางไม้ตัวยู (u) หงายขึ้น พาดเฉียงระหว่างท้องน้ำกับพื้นนาเกลือแล้วใช้ไม้แผ่นขนาดเท่าหน้าตัด ของกล่องรางน้ำทำระหัดเรียงต่อกันเป็นซี่ ๆ ด้วยเชือกหรือโซ่ห่างกันพอประมาณเพื่อกักเก็บน้ำและฉุดน้ำเคลื่อนตัวจากที่ต่ำ ขึ้นที่สูง

กังหันลมแบบสูบน้ำในปัจจุบัน กังหันลมแบบสูบชักเป็นกังหันลมชนิดหลายใบ ส่วนใหญ่ใช้ในการสูบน้ำจากบ่อ สระน้ำ หนองน้ำ และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่มีความลึกไม่มากนัก มีความสามารถในการยกหรือดูดน้ำได้ในระยะที่สูงกว่าแบบระหัด เพื่อความแข็งแรง วัสดุที่ใช้ทำใบพัดและโครงสร้างเสา

ของกังหันลมชนิดนี้มักเป็นโลหะเหล็ก การติดตั้งแกนใบพัดสูงจากพื้นดินประมาณ 12-15 เมตร ตัวห้องเครื่องถ่ายแรงจะเป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือเฟืองขับ กระบอกสูบน้ำมีขนาดตั้งแต่ 3-15 นิ้ว ปริมาณน้ำที่สูบได้ขึ้นอยู่กับขนาดกระบอกสูบน้ำและปริมาณความเร็วลม กังหันลมเริ่มหมุนทำงานที่ความเร็วลม 3.0 เมตร/วินาที ขึ้นไปและสามารถทำงานต่อเนื่องได้ด้วยแรงเฉื่อยที่ความเร็วลม 2.0 เมตร / วินาที มีใบแพนหางเสือเป็นตัวควบคุม การหมุน มีระบบความปลอดภัยหยุดหมุนในกรณีที่ลมแรงเกินกำหนด ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมแบบสูบชักเพื่อสูบน้ำ

1) ใบพัด ทำจากเหล็กกาวาไนท์หรือแผ่นสังกะสีชนิดหนาอย่างดี ไม่เป็นสนิมทนทานต่อกำลังลม ทำหน้าที่รับแรงลมแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์จากลมเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลาประธาน

2) ตัวเรือน ประกอบไปด้วยเพลาประธานหรือเพลาหลักทำด้วยเหล็กสแตนเลสที่มีความแข็งเหนียว ทนต่อแรงบิดสูง ชุดตัวเรือนเพลาประธานเป็นตัวหมุนถ่ายแรงกลเข้าตัวห้องเครื่อง ภายในห้องเครื่องจะเป็นชุดถ่ายแรงและเกียร์ที่เป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือแบบ เฟืองขับ เพื่อถ่ายเปลี่ยนแรงจากแนวราบเป็นแนวดิ่งเพื่อดึงก้านชักขึ้นลง ใช้น้ำมันเป็นตัวหล่อลื่นในห้องเครื่อง

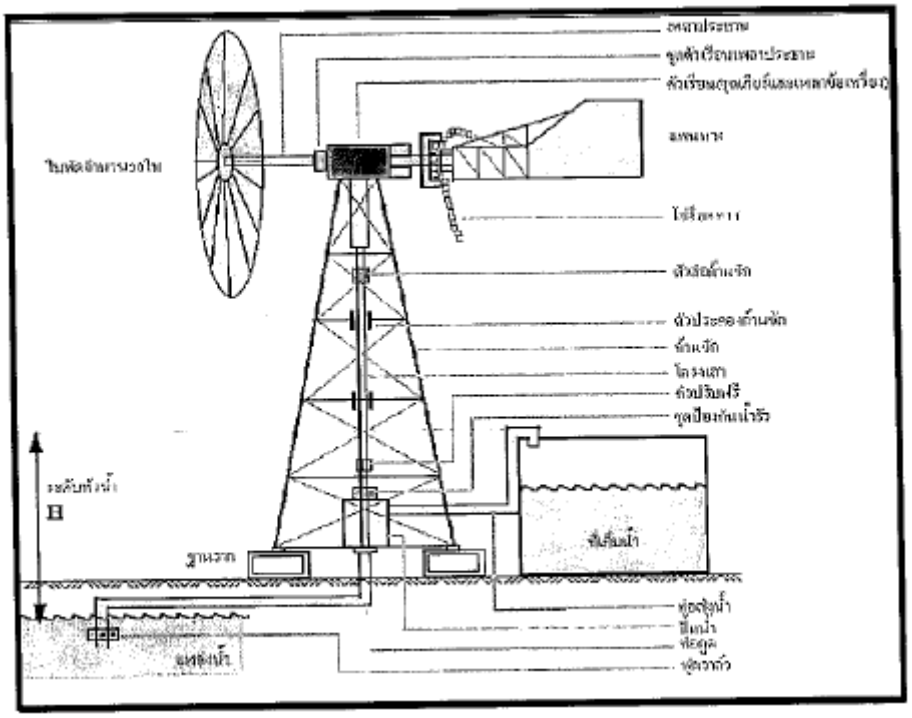
3) ชุดแพนหาง ประกอบไปด้วยใบแพนหางทำจากเหล็กแผ่น ที่ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและใบพัดเพื่อให้กังหันรับแรงลม ในแนวราบได้ทุกทิศทางและโซ่ล็อคแพนหางซึ่งทำหน้าที่ล็อคแพนหางให้พับขนานกับใบพัดเมื่อได้รับแรงลมที่มีความเร็วลมเกิน 8 เมตร /วินาที่ และส่ายหนีแรงปะทะของแรงลม

4) โครงเสา ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถัก (Trinss Structure) ความสูงของกังหันลมสูบน้ำมีความสำคัญอย่างมากในการพิจารณาติดตั้งกังหันลม เพื่อให้สามารถรับลมได้ดี กำหนดที่ความสูงประมาณ 12-15 เมตรและมีแกนกลางเป็นตัวบังคับก้านชักขึ้นลงในแนวดิ่ง

5) ก้านชัก ทำด้วยเหล็กกลมตัน รับแรงชักขึ้นลงในแนวดิ่งจากเฟืองขับในตัวเรือน เพื่อทำหน้าที่ปั๊มอัดกระบอกสูบน้ำ และถูกบังคับให้ชักขึ้นลงได้ในแนวดิ่งด้วยตัวประคองก้านชัก (Slip control) ที่อยู่กึ่งกลางโครงเสาในแต่ละช่วง

6) กระบอกสูบน้ำ ลูกสูบของกระบอกสูบน้ำวัสดุส่วนใหญ่เป็นทองเหลืองหรือสแตนเลส มีความคงทนต่อกรดและด่าง สามารถรับแรงดูดและแรงส่งได้สูง มีหลายขนาดแต่ที่ใช้ทั่วไปมีขนาด 3-15 นิ้ว ใช้สูบน้ำได้ทั้งจากบ่อบาดาลและแหล่งน้ำตามธรรมชาติอื่น ๆ การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับระยะหัวน้ำและการออกแบบ

7) ท่อน้ำ ซึ่งจะประกอบไปด้วยท่อดูดขนาด 2 นิ้ว ต่อระหว่างปั๊มน้ำกับแหล่งน้ำที่จะสูบและติดตั้งฟุตวาล์วกันน้ำไหลกลับ ท่อส่งขนาด 1.5นิ้ว ต่อระหว่างปั๊มน้ำกับถังกักเก็บน้ำเพื่อส่งน้ำที่ดูดไปไว้ที่ถังเก็บน้ำ



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของกังหันลมสูบน้ำ

2.2.3 พลังงานน้ำ

พลังงานน้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งการสร้างกำลังโดยการอาศัยพลังงานของน้ำเคลื่อนที่ ปัจจุบันนี้ พลังงานน้ำส่วนมากจะถูกใช้เป็นเพื่อในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วพลังงานน้ำยังถูกนำไปใช้ในการชลประทาน การสี การทอผ้าและใช้ในโรงเลื่อย พลังงานของมวลน้ำที่เคลื่อนที่ได้ถูกมนุษย์นำมาใช้นานแล้วนับศตวรรษ โดยได้มีการสร้างกังหันน้ำ (Water wheel) เพื่อใช้ในการงานต่าง ๆ ในอินเดีย และชาวโรมันก็ได้มีการประยุกต์ใช้เพื่อใช้ในการโม่แป้งจากเมล็ดพืชต่าง ๆ ส่วนผู้คนในจีนและตะวันออกไกลก็ได้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อสร้าง Pot wheel เพื่อใช้ในการวิดน้ำเพื่อการชลประทาน โดยในช่วงศตวรรษ 1830 ซึ่งเป็นยุคที่การสร้างคลองเฟื่องฟูถึงขีดสุด ก็ได้มีการประยุกต์เอาพลังงานน้ำมาใช้เพื่อขับเคลื่อนเรือขึ้นและลงจากเขา โดยอาศัยรางรถไฟที่ลาดเอียง (Inclined Plane Railroad: Funicular) โดยตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบบนี้ อยู่ที่คลอง Tyrone ในไอร์แลนด์เหนือ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำในยุคแรกนั้นเป็นการส่งต่อพลังงานโดยตรง (Direct Mechanical Power Transmission) ทำให้การใช้พลังงานน้ำในยุคนั้นต้องอยู่ใกล้แหล่งพลังงาน เช่น น้ำตก เป็นต้น ปัจจุบันนี้ พลังงานน้ำได้ถูกใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้า ทำให้สามารถส่งต่อพลังงานไปใช้ที่ห่างจากแหล่งน้ำได้

พลังงานน้ำเกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานศักย์จากความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การนำเอาพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์ของน้ำถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนคือ กังหันน้ำ (Turbines) น้ำที่ความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วให้พลังงานจลน์กังหันน้ำ ซึ่งหมุนขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ พลังงานน้ำตก พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น

พลังงานน้ำตก การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนี้น้ำทำได้โดยอาศัยพลังงานของน้ำตกออกจากน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำตกที่เกิดจากการดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขาสู่หุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำไหลตกหน้าผา เป็นต้น การสร้างเขื่อนกั้นน้ำ และให้น้ำตกไหลผ่านกังหันน้ำซึ่งติดอยู่บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ปล่อยลงมา

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง มีพื้นฐานมาจากพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของระบบที่ประกอบด้วย ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานประเภทใช้แล้วไม่หมดไป สำหรับในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า คือ เลือกแม่น้ำหรืออ่าวที่มีพื้นที่เก็บน้ำได้มากและพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าสูงแล้วสร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำหรือปากอ่าว เพื่อให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขึ้นมา เมื่อน้ำขึ้นจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ และเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ การไหลเข้าออกจากอ่างของน้ำต้องการควบคุมให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำ หมุนก็ได้ไฟฟ้าออกมาใช้งานหลักการผลิตไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตก แต่กำลังที่ได้จากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงจะไม่ค่อยสม่ำเสมอ เปลี่ยนแปลงไปมากในช่วงขึ้นลงของน้ำ

พลังงานคลื่น เป็นการเก็บเกี่ยวเอาพลังงานที่ลม ถ่ายทอดให้กับผิวน้ำในมหาสมุทร เกิดเป็นคลื่นวิ่งเข้าสู่ชายฝั่งและเกาะแก่งต่าง ๆ เครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานคลื่นจะถูกออกแบบให้ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำบริเวณหน้าอ่าวด้านหน้าที่หันเข้าหา คลื่น การใช้คลื่นเพื่อผลิตไฟฟ้านั้นถ้าจะให้ได้ผลจะต้องอยู่ในโซนที่มียอดเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร ซึ่งบริเวณนั้นต้องมีแรงลมด้วย แต่จากการวัดความสูงของยอดคลื่นสูงสุดในประเทศไทยที่จังหวัดระนองพบว่า ยอดคลื่นสูงสุดเฉลี่ยที่ 4 เมตร

โดยทั่วไปการใช้พลังงานน้ำให้เป็นประโยชน์อาจพิจารณาได้ดังนี้คือ

- พลังงานน้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่หมดสิ้น คือ เมื่อใช้พลังงานของน้ำส่วนหนึ่งไปแล้วน้ำส่วนนั้นก็จะไหลลงสู่น้ำทะเล เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ก็จะระเหยกลายเป็นไอได้ เมื่อไอน้ำรวมตัวกันเป็นเมฆจะตกลงมาเป็นฝนหมุนเวียนกลับมาทำให้เราสามารถใช้พลังงานน้ำได้ตลอดไปไม่หมดสิ้น

- กังหันพลังงานน้ำสามารถเริ่มดำเนินการผลิตพลังงานได้ในเวลาอันรวดเร็วและควบคุมให้ผลิตกำลังงานออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงมาก ชิ้นส่วนของเครื่องกลพลังงานนี้ส่วนใหญ่จะมีความคงทน และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าเครื่องจักรกลอย่างอื่น

- เมื่อนำพลังงานน้ำไปใช้แล้ว น้ำยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิมทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น เพื่อการชลประทาน การรักษาระดับน้ำในแม่น้ำให้ไหลลึกพอแก่การเดินเรือ เป็นต้น

- การสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บน้ำและทดน้ำให้สูงขึ้น สามารถช่วยกักน้ำเอาไว้ในช่วงที่ไม่มีฝนตก ทำให้ได้แหล่งน้ำที่ขนาดใหญ่สามารถใช้เลี้ยงสัตว์น้ำหรือใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวได้ และยังช่วยรักษาระบบนิเวศของแม่น้ำโดยการปล่อยน้ำจากเขื่อนหรือไล่น้ำโสโครกในแม่น้ำที่เกิดจากโรงแรม อุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ไล่น้ำเค็มซึ่งขึ้นมาจากทะเลก็ได้

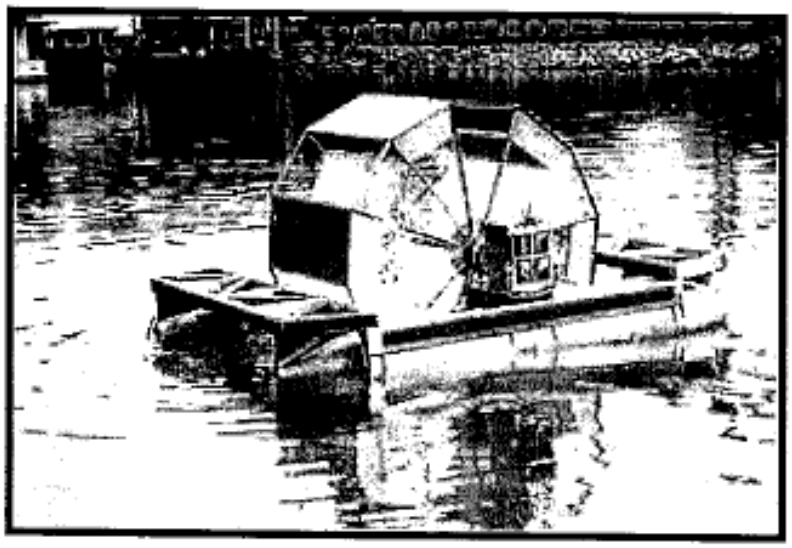
กังหันน้ำแบบทุ่นลอย (Floatation type water wheel pump) หรือกังหันน้ำชัยพัฒนาออกแบบสร้างขึ้นเพื่อติดตั้งในแม่น้ำลำธารเป็นกังหันน้ำชนิดหนึ่งสะเทินน้ำสะเทินบก เคลื่อนย้ายได้ง่าย กล่าวคือ เมื่อติดตั้งอยู่ในแม่น้ำลำธาร ตัวของมันเองสามารถลอยน้ำอยู่ได้บนผิวน้ำ จะสามารถปรับตัวของมันเองตามสภาพน้ำขึ้นน้ำลง ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันน้ำแบบทุนลอย

1) ทุ่นลอยคล้ายตอปิโด จำนวน 2 ทุ่น

2) วงล้อใบพัด ทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2เมตร กว้าง 1.20 เมตร

3) ใบพัด ขนาด 0.60 เมตร × 1.20 เมตร จำนวน 12 ใบ ใบพัดนี้จะช่วยขับส่งกำลังไปยังเครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบชักด้วยเฟืองจานโซ่และสายพาน

หลักการทำงานกังหันแบบทุ่นลอยจะมีโครงสร้างเป็นลักษณะรูป 12 เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตรมีซองน้ำที่สามารถบรรจุน้ำได้จำนวน 110 ลิตรติดตั้งโดยรอบจำนวนของ มีการเจาะรูที่ซองน้ำให้พรุน เพื่อให้น้ำไหลกระจายเป็นฝอย ซองน้ำนี้จะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบระบบส่งกำลังด้วยเฟืองเกียร์ทอรอบ หรือจานโซ่ ซึ่งจะทำให้การหมุนเคลื่อนที่ของซองน้ำ ยกน้ำขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำด้วยความสูงประมาณ 1.00 เมตร ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศกว้างขวางมากขึ้น เป็นผลทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว และในขณะที่น้ำเสียถูกยกขึ้นไปสาดกระจายสัมผัสกับอากาศแล้วตกลงไปยังผิวน้ำ ก่อให้เกิดฟองอากาศจมตามลงไปได้ผิวน้ำด้วย อีกทั้งในขณะที่ซองน้ำลังเคลื่อนที่ลงสู่ผิวน้ำแล้วกดลงไปใต้ผิวน้ำนั้น จะเกิดการอัดอากาศภายในซองน้ำภายใต้ผิวน้ำ จนกระทั่งซองน้ำจมน้ำเต็มที่ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูงขึ้นตามไปด้วย หลังจากนั้นน้ำที่ได้รับการเติมอากาศแล้ว จะเกิดการถ่ายเทของน้ำเคลื่อนที่ออกไปด้วยการผลักดันของซองน้ำด้วยความเร็วของการไหล 0.20 เมตร / วินาที จึงสามารถผลักดันน้ำออกไปจากเครื่อง มีระยะทางประมาณ 10.00 เมตร



ภาพที่ 10 ส่วนประกอบของกังหันน้ำแบบทุนลอย

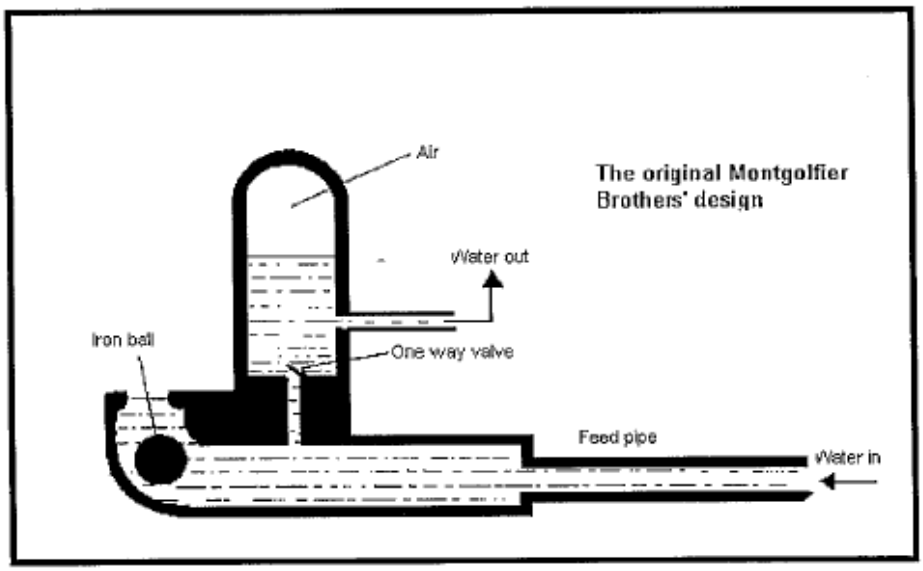
2.3 เครื่องตะบันน้ำ

วิบูลย์ (2559) ได้กล่าวดังต่อไปนี้ เครื่องสูบน้ำที่ได้จากพลังงานน้ำอีกชนิดหนึ่ง คือ ตะบันน้ำ หรือเครื่องตะบันน้ำ คือ อุปกรณ์ส่งน้ำที่สามารถทำงานด้วยพลังงานของตัวมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากที่อื่น เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องจักรไอน้ำ โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากที่อื่น เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องจักรไอน้ำ เข้ามาเป็นตัวช่วยให้กำลังงานแก่เครื่องนี้เลย จึงมองเห็นประโยชน์ของมันและนำมาเป็นหัวข้อในการศึกษาครั้งนี้ และเพื่อพัฒนาให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ใช้หลักการของวอเตอร์แฮมเมอร์ มีผู้ค้นพบหลักการนี้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1772 คือประมาณ 200 กว่าปีมาแล้วผู้ค้นพบ คือ ช่วงประปาของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในเมือง Bristol ในประเทศอังกฤษ และถูกพัฒนาแนวคิดโดยพี่น้องตระกูล Montgofier หรือที่รู้จักกันดีว่า เป็นผู้คิดค้นการทำงานของบอลลูนโดยใช้อากาศร้อนในประเทศฝรั่งเศส เมื่อปี ค.ศ. 1796 ต่อมาปี ค.ศ. 1956 ดร.มิยาซาวา ได้สร้างเครื่องสูบน้ำขึ้นโดยเอาหลักการนี้ไปใช้เป็นผลสำเร็จแต่ไม่เป็นที่นิยมเพราะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่ในอนาคตไฮดรอลิกแรมปั๊มอาจมีประโยชน์มากก็ได้ ถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้น ไฮดรอลิกแรมปั๊มเป็นปั๊มน้ำที่ราคาไม่แพง สร้างและติดตั้งง่ายสามารถทำได้เอง ไม่ต้องการเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าในการทำงาน ต้องการซ่อมบำรุงเพียงเล็กน้อย มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวน้อย ไม่สร้างมลภาวะและทำงานตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน จากข้อดีดังกล่าวมาข้างต้น บทความนี้จึงมีความประสงค์จะนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับ ไฮดรอลิกแรมปั๊มในด้านของประวัติความเป็นมา หลักการทำงาน การคำนวณหาประสิทธิภาพ และคำแนะนำ ไฮดรอลิกแรมปั๊มไปประยุกต์ใช้งาน ให้เหมาะกับสภาพการทำงานตามที่ต้องการ บัญญัติ นิยมวาส (2533) ได้เขียนความเป็นมาของปั๊ม ไว้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1772 ชาวอังกฤษ ชื่อ john Whitehurst ได้ชื่อว่าเป็นผู้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องปั๊มชนิดที่ไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง (non-self acting ram pump) แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1973 พี่น้อง Montgolfier ชาวฝรั่งเศส ได้เพิ่มวาล์วให้กับปั๊มน้ำทำให้ปั๊มสามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง (self- acting ram pump) นั่นคือทำให้ปั๊มน้ำชนิดนี้เครื่องจักรที่ทำงานได้นิรันดร์ตราบเท่าที่มีแหล่งน้ำสำหรับจ่ายให้กับปั๊มอย่างสม่ำเสมอ (เป็นการเปรียบเทียบ)

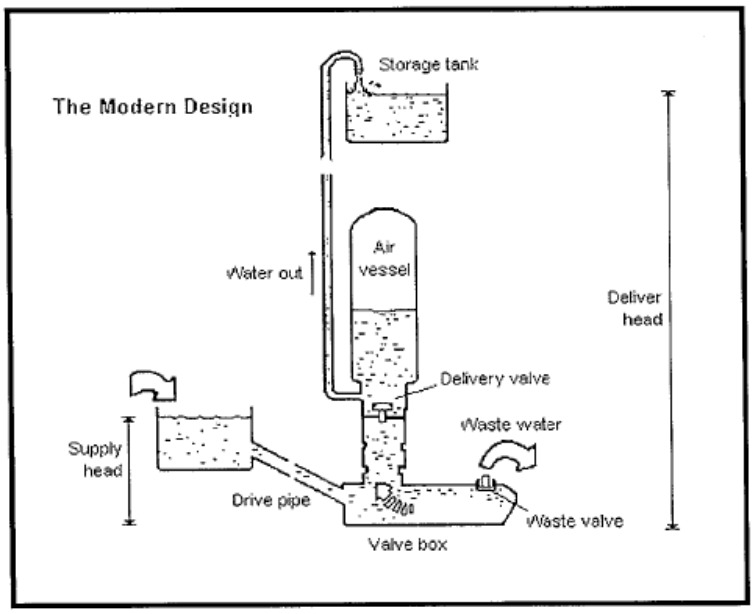
ก่อนปี ค.ศ. 1840 ไฮดรอลิกแรมปั๊มใช้งานในสหรัฐเป็นการนำเข้ามาจากทวีปยุโรป ต่อมาในปี ค.ศ. 1843 H.H. Strawbridge แห่ง Louisiana เป็นผู้ที่ได้เริ่มจำหน่ายปั๊มที่ผลิตขึ้นเองในสหรัฐ แต่ในตอนแรกปั๊มยังทำด้วยไม้ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาคือ การระเบิดเนื่องจากการทำงานของปั๊มน้ำชนิดนี้จะเกี่ยวข้องกับความดันค่อนข้างที่สูง จึงทำให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนต่อมามีการผลิตปั๊มที่ทำขึ้นจากเหล็กหล่อ

การออกแบบในยุคแรก ปั๊มน้ำชนิดนี้ในตอนแรกเริ่มมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 11 จะมีผลต่อท่อส่งน้ำต่อกับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าซึ่งจะเป็นบริเวณที่ใช้สำหรับสร้างความดันที่ปลายของท่อเจาะช่องของบางส่วนสามารถทำให้น้ำไหลทิ้งออกไปได้ ในท่อขนาดใหญ่กว่านี้บรรจุด้วยลูกบอลเหล็ก 1 ลูก ซึ่งจะต้องมีขนาดที่ปิดได้พอดีกับช่องเจาะสำหรับปล่อยน้ำทิ้งที่ปลายท่อ ลูกบอลเหล็กจะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามจังหวะการทำงานของปั๊มน้ำ



ภาพที่ 11 ไฮดรอลิกแรมปั๊มของ Montagolfier

การออกแบบในยุคใหม่ ไฮดรอลิกแรมปั๊มในปัจจุบันนี้มีความแตกต่างกับเมื่อครั้งเริ่มประดิษฐ์คิดค้น โดย Montgolfier คือจะแทนที่ลูกบอลด้วยเหล็กด้วยวาล์วดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ลักษณะปั๊มที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

ในประเทศไทยได้มีการสร้างขึ้นเครื่องแรกเมื่อปี พ.ศ. 2516 โดยกองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ และได้ทดลองติดตั้งใช้งานที่ไร่ 3 เขต ในเขตอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และต่อมาในปี พ.ศ. 2518 ได้ทำการปรับปรุงและสร้างขึ้นอีก 1 เครื่องได้ทำการทดลองระยะ

สั้น ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ และไฮดรอลิกแรมปั๊ม เครื่องใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องแรกด้วย ขณะนี้ไฮดรอลิกแรมปั๊ม เครื่องนี้สามารถนำไปทดลองสาธิต และวิธีการทำงานได้ หลักการทำงาน ของไฮดรอลิกแรมปั๊ม เป็นปั๊มที่ไม่ได้ใช้พลังงานจากไฟฟ้าขับตัวปั๊มให้ทำงานแต่จะอาศัยหลักการกระแทกของน้ำในท่อซึ่งถูกทำให้การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลอย่างกะทันหัน ทำให้ความดันในตัวปั๊มที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในเวลาสั้น ๆ หลักการดังกล่าวเรียกว่า หลักการวอเตอร์แฮมเมอร์

การสร้างปั๊มน้ำแบบไฮดรอลิกแรมต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบ และการอาศัยทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำปั๊มน้ำแบบไฮดรอลิกแรม ดังนี้

2.3.1 ทฤษฎีของไฮดรอลิกแรม
2.3.2 วอเตอร์แฮมเมอร์
2.3.3 คุณสมบัติของไหล
2.3.4 ความดันและเฮด
2.3.5 การไหลในท่อปิด
2.3.6 การเสียเฮดความฝืด
2.3.7 การเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ

2.3.1 ทฤษฎีของไฮดรอลิกแรม ประสิทธิภาพตลอดจนความสามารถในการสูบน้ำของไฮดรอลิกแรมสามารถคำนวณได้ จากสมการดังต่อไปนี้

คำนวณหาประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (D'A buisson's = $\frac{q(H+h)}{(q+Q)h}\times 100$ (2.1)

ประสิทธิภาพ (Rankine) = $\frac{qH}{Qh}\times 100$ (2.2)

เมื่อ q = ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลิตร / วินาที)
Q = ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการผลักดัน (ลิตรต่อวินาที)
h = ความสูงของหัวน้ำที่ส่งเข้าเครื่อง (เมตร)
H = ความสูงของหัวน้ำที่สูบขึ้นไปใช้งาน (เมตร)

การคำนวณหาปริมาณน้ำ สมมติให้ V_0 คือ ความเร็วไหลแล่นของน้ำในเส้นท่อแล้วไหลผ่านลิ้นทิ้งท่อน้ำก่อนที่จะปิดที่ Supply head (h) หาได้จากสมการ

$$V_o = \sqrt{\frac{2gh}{1+0.024\left(\frac{L}{d}\right)}}$$

เมื่อ V_0 = ความเร็วไหลแล่นของน้ำในเส้นท่อ (เมตรต่อวินาที)
g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตรต่อวินาที^{2})

h = ความสูงของหัวจ่ายน้ำ (supply head) (เมตร)
L = ความยาวของท่อส่งน้ำ (Drive pipe) (เมตร)
d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อส่งน้ำ (เมตร)

สมมติให้ V_m คือ ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (Drive Pipe) ที่ supply Head (h) หาได้จากสมการ

$$V_m = \frac{A_w}{A_d} \times V_o \quad (2.4)$$

เมื่อ V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (เมตรต่อวินาที)
A_w = พื้นที่หน้าตัดของลิ้นทิ้งน้ำขณะเปิด (ตารางเซ็นติเมตร)
A_d = พื้นที่หน้าตัดของท่อส่งน้ำ (ตารางเซ็นติเมตร)

สมมติให้ t_1เป็นระยะเวลาที่ทำให้เกิดความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุด (V_m) หาได้จาก

$$t_1 = \frac{Lv_m}{gh} \quad (2.5)$$

เมื่อ t_1 = ระยะเวลาที่ทำให้เกิด V_m (วินาที)
L = ความยาวของท่อส่งน้ำ (Drive pipe) (เมตร)
g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตรต่อวินาที^{2})
h = ความสูงของหัวจ่ายน้ำ (Supply head) (เมตร)

สมมติให้ t_2 เป็นระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ หาได้จากสมการ

$$t_2 = \frac{Lv_m}{gH} \quad (2.6)$$

เมื่อ t_2 = ระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ (วินาที)
L = ความยาวของท่อส่งน้ำ (Dirve Pipe) (เมตร)
g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตรต่อวินาที^{2})
H = ความสูงของหัวน้ำที่สูบขึ้นไปใช้งาน (เมตร)

$t_1 + t_2$ คือระยะเวลาที่ไฮดรอลิกแรมทำงานครบจังหวะ คือ ลิ้นทิ้งน้ำ (Waste value) ปิดแล้วลิ้นจ่ายน้ำ (Delivery value) เปิด

จำนวนครั้งที่ไฮดรอลิคแรม ทำงานในหนึ่งนาที หาได้จากสมการ

Number of Beat per minute = $\frac{60}{t_1 + t_2}$

หรือ จังหวะการเต้นต่อนาที = $\frac{60}{t_1 + t_2}$ (2.7)

สมมติให้ Q_w คือปริมาณน้ำที่ไหลผ่านลิ้นทิ้งน้ำ หาได้จากสมการ

$$Q_w = 0.785(d^2) \times \left(\frac{v_m}{2}\right) \times t_1 \times \left(\frac{60}{t_1 + t_2}\right) \quad (2.8)$$

เมื่อ Q_w = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านลิ้นทิ้ง (เมตร^3 ต่อวินาที)
d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อส่งน้ำ (เมตร)
V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (เมตร / วินาที)
t_1 = ระยะเวลาที่ทำให้เกิด V_m (วินาที)
t_2 = ระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ (วินาที)

สมมติให้ q คือ ปริมาณน้ำที่สูบได้ส่งไปใช้งานบนที่สูง หาได้จากสมการ

$$q = 0.785(d^2) \times \left(\frac{v_m}{2}\right) \times t_2 \times \left(\frac{60}{t_1 + t_2}\right) \quad (2.9)$$

เมื่อ q = ปริมาณน้ำที่สูบได้ส่งไปใช้งานบนที่สูง (เมตร^3 ต่อวินาที)
d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อส่งน้ำ(เมตร)
V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (เมตรต่อวินาที)
t_1 = ระยะเวลาที่ทำให้เกิด V_m (วินาที)
t_2 = ระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ (วินาที)

2.3.2 วอเตอร์แฮมเมอร์ (Water hammer) เป็นปรากฏการณ์ที่ความดันในท่อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและฉับพลัน โดยมีความดันเพิ่มขึ้นและลดลงจากความดันเดิมในลักษณะเป็นคลื่นขึ้นลงสลับกันไปเป็นอนุกรม สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลในท่ออย่างกะทันหัน เช่น ปิดประตูน้ำอย่างกะทันหัน เป็นต้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในลักษณะดังกล่าว โมเมนตัมของเหลวจะถูกเปลี่ยนไปกลายเป็นแรงกระแทกบนประตูน้ำและผนังของท่อ แรงกระแทกที่เกิดขึ้นถ้าหากมากเกินกว่าความสามารถของท่อจะรับได้ก็ทำให้ท่อระเบิดหรือทำให้ระบบท่อและอุปกรณ์เสียหายอย่างรุนแรงขึ้นได้ ระดับความเสียหายเนื่องจากวอเตอร์แฮมเมอร์ ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและความยืดหยุ่น (Elasticity) ของท่อ ความเร็วของการไหล อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการยืดหยุ่น (Elasticity) ของท่อ ความเร็วของการไหล อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการยืดหยุ่น (Elasticity) ของท่อ ความเร็วของการไหล อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วการไหล ลักษณะของยึดท่อให้อยู่กับที่ และระบบป้องกันวอเตอร์แฮมเมอร์ที่ติดตั้งไว้เป็นต้น

ความดันในเส้นท่อสูงสุดที่เพิ่มขึ้นจากความดันเดิมโดยมีสาเหตุจากวอเตอร์แฮมเมอร์คำนวณได้จากสูตร

$$P = 1485 pv \sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{K}{E}\times\frac{d}{t}\right)}} \qquad (2.10)$$

เมื่อ P = ความดันในสูงสุดที่เพิ่มขึ้นจากความดันเดิม โดยมีสาเหตุจากวอเตอร์แฮมเมอร์ (N /m^2)

p = ความหนาแน่นของน้ำ (kg /m^3)

V = ความเร็วของการไหลในท่อ (m /s)

K = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของน้ำ (N/m^2)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (mm)

E = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำท่อ (N /m^2)

t = ความหนาของผนังท่อ (mm)

ความเร็วของคลื่นความดัน (Pressure wave) หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m /s) ที่เกิดขึ้นภายในท่อ คำนวณได้จากสูตร

$$V_w = 1485 \sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{K}{E}\times\frac{d}{t}\right)}} \qquad (2.11)$$

เมื่อ V_w = ความเร็วของคลื่นความดัน (m /s)

K = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของน้ำ (N/m^2)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (mm)

E = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำท่อ (N /m^2)

t = ความหนาของผนังท่อ (mm)

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress –Strain) ของคอนกรีตมิได้เป็นเส้นตรง ดังนั้นการใช้สมการทั้งสองข้างบนกับท่อคอนกรีตจึงให้ค่าประมาณโดยประมาณเท่านั้น

ตารางที่ 1 อัตราส่วน K/E สำหรับการไหลของน้ำในท่อที่ทำด้วยวัสดุต่างๆ

วัสดุที่ใช้ทำท่อ	K/E
เหล็กแผ่น	0.010
เหล็กหล่อ	0.025
คอนกรีต	0.100
ไม้	0.020
ซีเมนต์ใยหิน	0.088

ถ้าให้ L เป็นความยาวของท่อจากจุดที่ติดตั้งประตูน้ำไปถึงจุดที่จ่ายน้ำเข้าท่อ หน่วยเป็นเมตร (m) ความดันที่เกิดขึ้นโดยวอเตอร์แฮมเมอร์ จะมีค่าสูงสุดเท่ากับที่คำนวณได้โดยสมการที่ (1) ถ้าปิดประตูน้ำโดยใช้เวลาไม่เกินเวลาวิกฤติ (Critical Time) T, วินาที

จากสมการ $T_e = \frac{2L}{v_m}$ (2.12)

ในกรณีที่ปิดประตูน้ำโดยใช้เวลามากกว่า Te ความดันเนื่องจากวอเตอร์แฮมเมอร์ที่เกิดขึ้นจะหาได้ จากสมการ

$P_a = \frac{T_c}{T_a}.p$ (2.13)

โดย P_a เป็นความดันในท่อเมื่อปิดประตูน้ำโดยใช้เวลาเท่ากับ T_a, P เป็นความดันสูงสุดที่เกิดขึ้นเมื่อปิดประตูน้ำโดยใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาวิกฤติ (Critical Time) T_e วิธีป้องกันไม่ให้วอเตอร์แฮมเมอร์ที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมากจนทำให้ความเสียหายให้แก่ระบบท่อน้ำนั้นทำได้โดยการลดความดันที่เกิดขึ้นให้เหลืออยู่ในระดับที่ยอมให้โดย

1) เพิ่มระยะในการปิดประตูน้ำ หรือเปลี่ยนแปลงความเร็วโดยใช้เวลาให้มากกว่าเวลาวิกฤติ (Critical time) t_e มาก ๆ

2) โดยการให้น้ำไหลออกมาจากท่อบ้างในขณะที่เกิดความดันมาก ๆ

3) โดยใช้ทั้งสองวิธีข้างต้นร่วมกัน

การป้องกันวอเตอร์แฮมเมอร์ จากการหยุดเดิมเครื่องสูบน้ำอาจทำได้โดยการลดความเร็วของเครื่องยนต์ลงทีละน้อยเป็นขั้นๆ จนอัตราการไหลน้อยมากแล้วจึงดับเครื่องยนต์ ในกรณีที่ต้นกังลังเป็นมอเตอร์ซึ่งมีรอบการหมุนคงที่ก็ให้ใช้วิธีปิดประตูจ่ายน้ำลงทีละน้อย ๆ เป็นขั้น ๆ เช่นเดียวกันจนกระทั่งปิดสนิทหรือเกือบสนิทแล้วจึงปิดสวิทช์ การเริ่มเดิมเครื่องสูบน้ำก็ทำให้ลักษณะเดียวกันแต่ย้อนขั้นตอน อย่างไรก็ตาม บางครั้งมีความจำเป็นต้องหยุดเดินเครื่องอย่างกะทันหัน หรืออาจมีสาเหตุมาจากกระแสไฟฟ้าขัดข้อง เครื่องยนต์เสีย เป็นต้น ดังนั้นในระบบที่มีโอกาสเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ได้ง่ายจึงมีอุปกรณ์ป้องกันช่วย เช่น Pressure rellef value, Air Intel –relief value, Air Chamber, Surge Suppressor และ Surge tank เป็นต้น

Pressure relief value เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ในลักษณะเดียวกันกับวาล์วนิรภัย (safety value) กล่าวคือเมื่อความดันในท่อสูงกว่าที่กำหนดไว้ มันก็จะเปิดกว้างออกและระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความดันลง ความดันที่ตั้งไว้อาจควบคุมโดยสปริงหรือมีน้ำหนักก็ได้ อุปกรณ์แบบนี้เหมาะสำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก ซึ่งการระบายน้ำทิ้งจะมีผลช่วยให้ลดความดันในท่อลงได้บ้าง

Air Intel-relief value เป็นวาล์วที่จะเปิดให้อากาศไหลเข้ามาในท่อโดยอัตโนมัติเมื่อความดันในท่อต่ำกว่าความดันของบรรยากาศ ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้ท่อแบนลง อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ยังใช้สำหรับการระบายอากาศออกจากท่อด้วย โดยการติดตั้งไว้หลังท่อในบริเวณที่อยู่สูงกว่าแนวท่อส่วนอื่น อากาศที่ติดมากับน้ำก็จะไหลเข้าไปในอุปกรณ์นี้แล้วทำให้ลูกลอยลดระดับลงวาล์วเปิดและอากาศก็จะถูกระบายออกไป การที่จำเป็นต้องระบายอากาศในท่อออกไปก็เพราะว่าถ้าความเร็วของการไหล

ไม่มากพอโพรงอากาศในท่อจะเป็นสิ่งกีดขวางการไหลโดยทำให้การไหลในช่วงดังกล่าวมีลักษณะเป็นการไหลในทางน้ำเปิดแทนที่จะเป็นการไหลเต็มท่อ

Air Chamber เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดความรุนแรงของมอเตอร์แฮมเมอร์อีกแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นถังบรรจุอากาศต่อเข้ากับหลังท่อ อากาศในถังซึ่งยืดหดตัวได้ดีกว่าน้ำก็จะทำหน้าที่ผ่อนคลายความรุนแรงลงเมื่อมีความดันเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันนอกจากนั้นอุปกรณ์ชนิดนี้ยังใช้ต่อเข้ากับด้านจ่ายของปั๊มแบบสูบชักก่อนส่งน้ำเข้าสู่ระบบ เพื่อให้การไหลสม่ำเสมอตลอดเวลาอีกด้วย

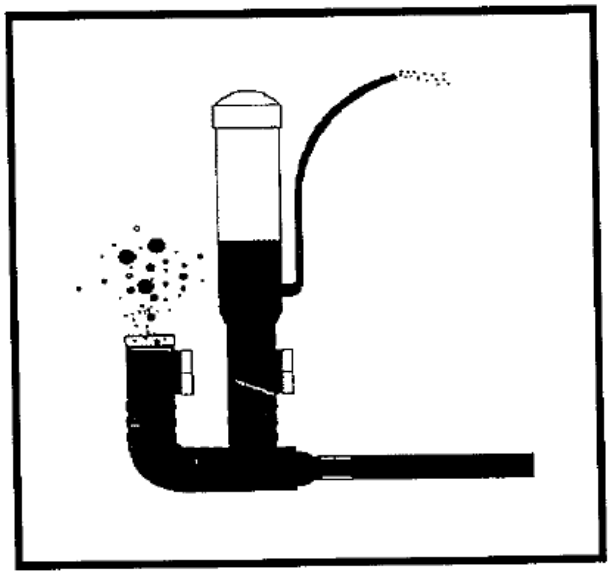
Surge suppressor เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับ Air Chamber แต่แทนที่จะใช้อากาศเป็นตัวผ่อนคลายแรงดันก็เปลี่ยนไปใช้สปริงแทน อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้กับท่อขนาดเล็ก เช่น ท่อน้ำใช้ในบ้านมากกว่าที่จะใช้เป็นระบบท่อขนาดใหญ่

Surge tank เป็นถังช่วยลดความดันที่เพิ่มขึ้นจากวอเตอร์แฮมเมอร์ในระบบขนาดใหญ่ที่มีทั้งประเภทเปิดด้านบนของถังและแบบปิด สำหรับแบบเปิดนั้นความสูงของถังจะต้องมากพอที่จะไม่ให้น้ำไหลล้นออกมาได้ ส่วนในแบบปิดจะมีลักษณะคล้ายกับ Air chamber แต่มีท่อขนาดเดียวกันกับท่อส่งน้ำเป็นตัวจ่ายน้ำเข้าไปในถังอีกทีหนึ่ง การลดความรุนแรงของความดันจะถูกควบคุมโดยการไหลของน้ำเข้าไปใน surge Tank และการยืดหดตัวของอากาศในถัง

ในระบบท่อส่งน้ำที่มีความยาวมากและมีความลาดเทสูงขึ้น จากปั๊มหรือท่อไม่ยาวมากแต่มีความลาดเทจากปั๊มชันมาก การติดตั้งเชควาล์วประเภทไม่ปิดกะทันหัน (Non-slam) ซึ่งออกแบบให้ปิดเมื่อความเร็วเป็นศูนย์ คือไม่เปิดโอกาสให้น้ำในท่อไหลย้อนกลับมาก็จะช่วยลดมอเตอร์แฮมเมอร์ลงได้ วิธีที่กล่าวนี้จะช่วยลดความดันจากมอเตอร์แฮมเมอร์ลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ซึ่งมีรอบคงที่ตลอดช่วงการทำงาน

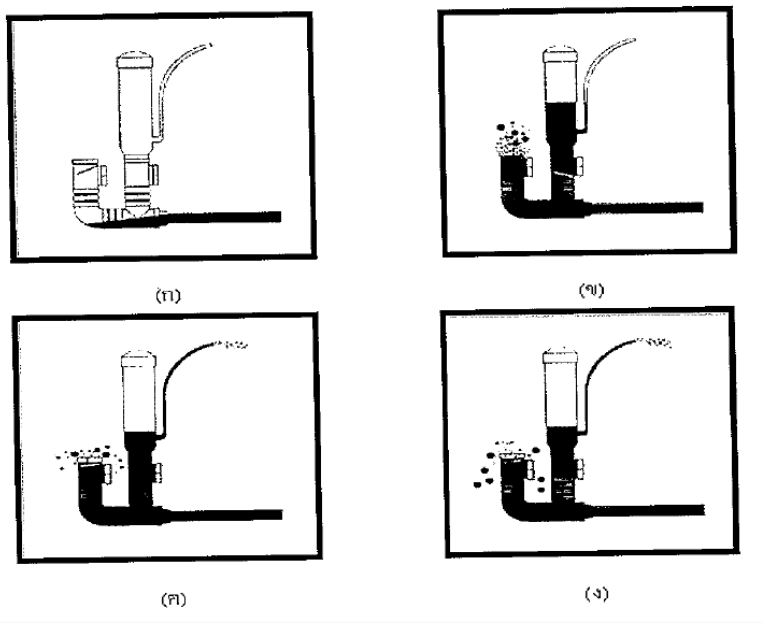
ส่วนประกอบที่สำคัญของไฮดรอลิกแรม

1) ท่อส่งน้ำเข้าสู่ปั๊มน้ำ (Drive pipe)
2) ตัวของปั๊มน้ำ (Hydraulic body)
3) วาล์วน้ำทิ้ง (Waste value)
4) วาล์วจ่ายน้ำ (Delivery value)
5) ถังลม (Air Chamber)
6) ท่อส่งน้ำไปยังถังเก็บ (Delivery Pipe)



ภาพที่ 13 ลักษณะทั่วไปของไฮดรอลิคแรม

การทำงานจะเริ่มจากน้ำจากแหล่งจ่ายน้ำซึ่งเป็นลำธารน้ำ น้ำตก ไหลเข้ามาทางท่อด้านเข้า ในตอนเริ่มต้นวาล์วน้ำล้น (Waste Value) เปิดและวาล์วส่ง (Delivery value) ปิดทำให้น้ำที่ไหลเข้ามาไหลออกทางวาล์วน้ำล้น โดยต้องมีการต้องกระตุ้นวาล์วน้ำล้นทำให้เกิดการปิดเปิดเป็นจังหวะ หลังจากนั้นปั๊มน้ำจะเริ่มต้นทำงานได้ด้วยตัวเองไปเรื่อย ๆหลักการทำงานของไฮดรอลิคแรม เริ่มต้นเมื่อน้ำไหลผ่านส่งท่อเข้ามาในตัวปั๊ม (Hydraulic body) ในขณะที่วาล์วน้ำทิ้ง (Waste value) ยังเปิดอยู่ดังภาพ (ก) เมื่อความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้วาล์วควบคุมความเร็ว (Impulse value) ที่วาล์วน้ำทิ้งเลื่อนขึ้นปิด การที่วาล์วควบคุมความเร็วปิดอย่างรวดเร็วทำให้น้ำซึ่งไหลมาตามท่อกระแทกกับผนังของตัวปั๊มทำให้เกิดความดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Water hammer) และความดันที่เพิ่มขึ้นทำให้แรงดันในตัวปั๊มชนะแรงดันในถังอากาศทำให้วาล์วจ่ายน้ำ (delivery Value) เปิดดังแสดงในภาพ (ข) แล้วน้ำก็จะไหลเข้าไปในถังลม (Air Chamver) ปริมาณของน้ำที่ไหลเข้าไปในถังลมจะผลักดันให้อากาศไปรวมกันอยู่บริเวณส่วนบนของถังลม ดังแสดงในภาพ (ค) พร้อมกันนั้นน้ำจะถูกส่งผ่านท่อส่งน้ำ (Delivery pipe) ดังแสดงในภาพ (ง) หลังจากนั้นความดันก็จะย้อนกลับมาทางวาล์วจ่ายน้ำ ความดันในไฮดรอลิคแรมจะลดลงทำให้วาล์วน้ำทิ้งเปิด และอากาศที่ถูกอัดตัว ในถังอากาศเกิดการขยายตัวดันให้วาล์วจ่ายน้ำปิด ในช่วงการขยายตัวนี้ อากาศจะดันน้ำส่งผ่านท่อจ่ายน้ำ จนความดันเท่ากับน้ำที่ไหลเข้าปั๊มอีกครั้ง และจะทำงานเป็นจักรต่อไป



ภาพที่ 14 การทำงานของไฮดรอลิคแรม

2.3.3 คุณสมบัติของของไหล คุณสมบัติเบื้องต้นของไหลที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับปั๊มมีหลายอย่างด้วยกันคือ

1) ความหนาแน่น (Density, p) คือ อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 4 C เป็นต้น

2) น้ำหนักจำเพาะ (Specific weight, y) คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ค่าน้ำหนักจำเพาะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลกและความหนาแน่น

โดยสมการ γ = pg (2.14)

เมื่อ g = ความเร่งที่เกิดจากแรงดึงดูดโลก

น้ำหนักจำเพาะของน้ำ = 9,810 นิวตันต่อลูกบาศก์เมตร (N/m^2)

3) ความถ่วงจำเพาะ หรือ ถ.พ. (Specific gravity) คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักจำเพาะ (หรือความหนาแน่น) ของวัสดุหรือน้ำหนักจำเพาะ (หรือความหนาแน่น) ของน้ำที่อุณหภูมิมาตรฐาน โดยปกติใช้ 4C หรือ 39.24 F ซึ่งความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1.0

4) ความข้นเหนียว (Viscosity) เป็นคุณสมบัติของไหลที่เนื่องจากการเกาะกันระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกัน (cohesive) แล้วก่อให้เกิดความต้านทานต่อการไหลขึ้น คุณสมบัติข้อนี้จะมีผลหรือเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการไหลเท่านั้น ความข้นเหนียวของของไหลจะลดลงเมื่ออุณภูมิสูงขึ้น

ความข้นเหนียวที่ใช้มีอยู่ 2 แบบ คือ Dynamic viscosity (m) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเมตรวินาที (kg / m-s) และ Kinematic viscosity (v) มีหน่วยเป็นตารางเมตรต่อวินาที (m^3 /s) ซึ่งเท่ากับ Dynamic viscosity หารด้วยความหนาแน่น

$$v = \frac{\mu}{p} \quad (2.15)$$

ความดันไอ (Vapor pressure) ความดันไอของเหลวก็คือโมเลกุลที่เกิดจากโมเลกุลในรูปอิ่มตัว (Saturated vapor) เหนือผิวหน้าของของเหลวที่อุณหภูมิที่กำหนดให้ เมื่อความดันไอของของเหลวเท่ากับความกดดันของบรรยากาศหรือความกดดันที่อยู่รอบ ๆ ของเหลวนั้นก็จะเดือด เช่น ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C และที่ระดับน้ำทะเลจะเท่ากับความกดดันของบรรยากาศ เป็นต้น อาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ความดันไอที่อุณหภูมิหนึ่งก็คือความดันสมบูรณ์ (Absolute pressure) ซึ่งจะทำให้ของเหลวเดือดที่อุณหภูมินั้น ความดันไอจะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

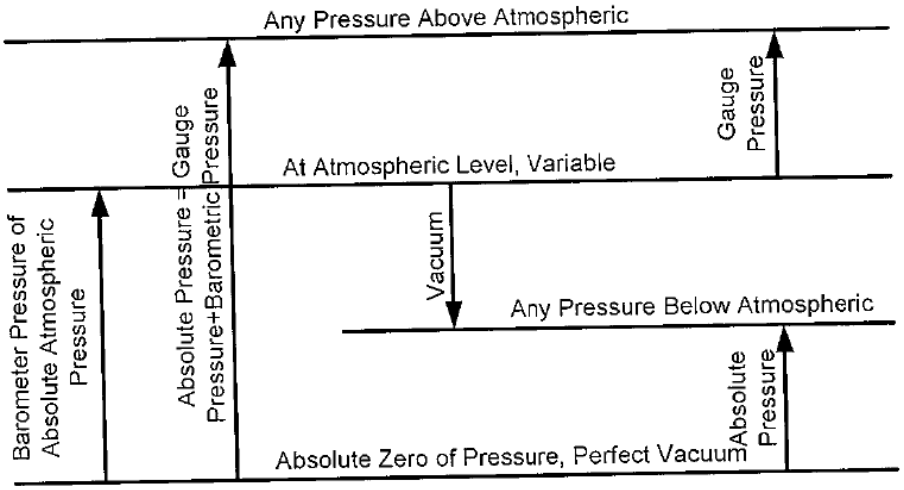
คุณสมบัติของของเหลวข้อนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของปั๊มทางด้านดูด (Suction Side) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าของเหลวที่ต้องการสูบมีอุณหภูมิสูงหรือเป็นของเหลวที่ระเหยได้ง่าย ทั้งนี้เพราะว่าถ้าความดันของเหลวในปั๊มส่วนนี้ลดลงจนถึงความดันไอแล้วจะทำให้ของเหลวเดือดกลายเป็นไอและจะเป็นผลทำให้อัตราการสูบของปั๊มลดลงหรือไม่มีของเหลวไหลเข้าสู่ปั๊มเลย ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้ความดันภายในเรือนปั๊ม (Casing) สูงกว่าความดันไอของเหลวอยู่ตลอดเวลา

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ		ความหนาแน่น		Viscosity (μ)		Kinematic Viscosity (ν)	
^{0}C	^{0}F	Gm / cm^{3}	Shugs /ft^{3}	(10^{-3}) Kg / m -sec	(10^{-5}) lby – sec /in^{2}	(10^{-6}) m^{2} / sec	(10^{-5}) ft^{2} / sec
0	32	0.99987	1.940	1.794	3.746	1.794	1.930
4	39	1.00000	1.941	1.568	3.274	1.568	1.687
5	41	0.99999	1.941	1.519	3.172	1.519	1.634
10	50	0.99973	1.940	1.310	2.735	1.310	1.407
15	59	0.99913	1.940	1.145	2.391	1.146	1.233
20	68	0.99800	1.937	1.009	2.107	1.011	1.088
30	86	0.99600	1.932	0.800	1.670	0.803	0.864
40	104	0.992.00	1.925	0.654	1.366	0.659	0.709
50	122	0.98800	1.917	0.549	1.146	0.556	0.598
60	140	0.98300	1.907	0.470	0.981	0.478	0.514
70	158	0.97800	1.897	0.407	0.850	0.416	0.448
80	176	0.97200	1.885	0.357	0.745	0.367	0.395
90	197	0.96500	1.872	0.317	0.662	0.328	0.353
100	212	0.95800	1.858	0.284	0.593	0.296	0.318

2.3.4 ความดันและเฮด ในการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของปั๊ม จำเป็นต้องทราบทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับของเหลว ความดัน และหัวน้ำหรือเฮดของปั๊ม ได้กล่าวดังต่อไปนี้

ความดันของบรรยากาศ (Atmospheric pressure) คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของบรรยากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่บนผิวโลกแต่เนื่องจากว่าลักษณะการวัดความดันมี 2 แบบโดยพิจารณาตามภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ความดันบรรยากาศ

จากรูป ความดันบรรยากาศที่มีค่าศูนย์อย่างแท้จริงหรือไม่มีความดันเลยซึ่งเกิดขึ้นได้โดยการดูดอากาศออกหมดจนเป็นสุญญากาศที่แท้จริงเรียกว่า ความดันศูนย์สมบูรณ์ (Absolute zero pressure) ค่าความดันใด ๆ ที่วัดจากค่าความดันพื้นฐานนี้เรียกว่า ความดันสมบูรณ์ (Absolute pressure, $P_{mts)}$ รวมทั้งความดันของบรรยากาศซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับ 101.325 กิโล –นิวตัน/ตารางเมตร (kN / m^2) หรือ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ก็เป็นความดันสมบูรณ์ด้วย แต่เนื่องจากว่าอุปกรณ์ที่ใช้วัดเรียกว่า บาโรมิเตอร์ (Barometer) ค่าความกดดันของบรรยากาศที่วัดได้เรียกว่าความดันจากบาโรมิเตอร์ (Barometer pressure, p_b) อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันโดยทั่ว ๆไปเป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าที่แตกต่างไปจากความกดดันของบรรยากาศ ค่าที่วัดได้เรียกว่า ความดันจากเกจ์ (Gauge pressure, P_s) ซึ่งอาจมีค่าได้ทั้งบวกและลบ จากรูปจะเห็นได้ว่าสามารถเปลี่ยนความดันจากเกจ์ให้เป็นความดันสมบูรณ์ได้โดย

ความดันสมบูรณ์ = ความดันจากบาโรมิเตอร์ + ความดันจากเกจ

$$P_{nbs} = P_b + p_g \qquad (2.16)$$

ค่าความกดดันของบรรยากาศ หรือความกดดันจากบาโรมิเตอร์อาจคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$P_b = 1013 - 0.1055\ EL \qquad (2.17)$$

ในเมื่อ P_b เป็นความดันของบรรยากาศมีหน่วยเป็นมิลลิบาร์หนึ่งมิลลิบาร์ เท่ากับ 0.0145 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือคิดเป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4C ได้เท่ากับ 0.010197 เมตรและ EL เป็นระดับความสูงของพื้นผิวที่ต้องการทราบความกดดันเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหน่วยเป็นเมตร

ในการคำนวณเกี่ยวกับการติดตั้งปั๊ม ค่าความกดดันของบรรยากาศที่ใช้มีหน่วยเป็นความสูงของแท่งน้ำหรือเฮดเป็นเมตรค่าดังกล่าวจะคำนวณได้จากสมการ

$$H_p = 10.33 - 0.00108EL \qquad (2.18)$$

เมื่อ H_p = ความกดดันบรรยากาศเทียบให้เป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4 ^{0}C มีหน่วยเป็นเมตร

เฮดความดัน (Pressure head, H) ค่าความดันนอกจากจะบอกเป็นแรงหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) แล้วถ้าเป็นความดันของของเหลว ก็มักจะนิยมบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่จะก่อให้เกิดความดันที่กำหนดบนผิวหน้าซึ่งรองรับแท่งของเหลวนั้น ความดันซึ่งบอกเป็นแท่งวามสูงของของเหลวนี้เรียกว่า เฮดความดัน (Pressure head)

ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และเฮดความดัน H คือ

$$H = \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho q} \qquad (2.19)$$

เมื่อ Y = น้ำหนักจำเพาะ
p = ความหนาแน่นของของเหลว
g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

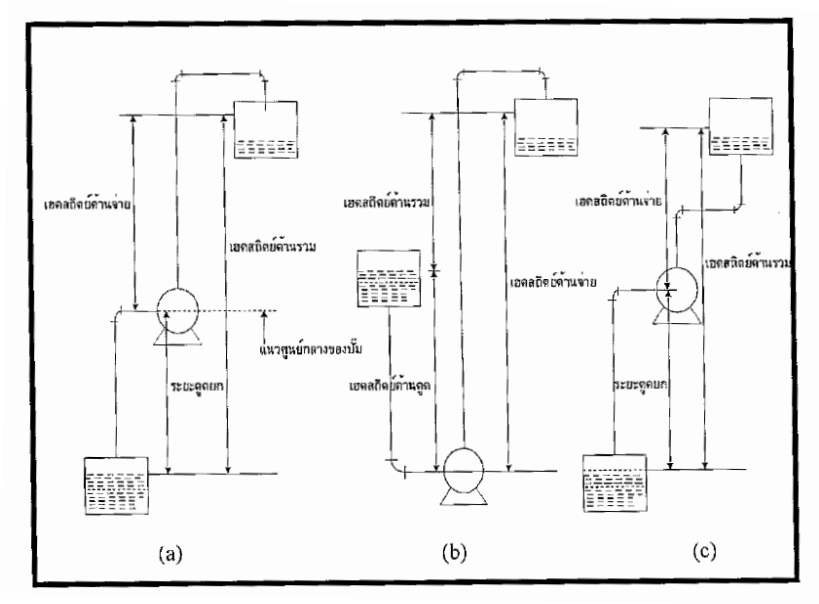
เฮดความเร็ว (Velocity head , H_v) ของเหลวที่ไหลในท่อหรือทางน้ำเปิดด้วยความเร็วใด ๆ นั้นมีพลังงานจลน์อยู่พลังงานในส่วนนี้เมื่อบอกในรูปของเฮดคือ

$$H = \frac{v^2}{2q} \qquad (2.20)$$

เมื่อ v = ความเร็วของการไหล
g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เฮดความเร็วอาจให้กำจัดความได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความสูงที่ของเหลวตกลงมาด้วยแรงดึงดูดของโลกจนได้ความเร็วเท่ากับความเร็วในการไหลของของเหลวนั้น

เฮดสถิตย์ (Static head) ในการทำงานของปั๊มโดยทั่ว ๆไปของเหลวจะถูกเพิ่มพลังงานเพื่อให้มันไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งอยู่สูงกว่า ความดันคิดเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่จะกระทำต่อศูนย์กลางของปั๊มทั้งทางด้านดูดและด้านจ่ายในขณะที่ความเร็วของการไหลผ่านระบบเป็นศูนย์เรียกว่า เฮดสถิตย์ (static head)



ภาพที่ 16 คำจำกัดความของเฮดสถิต

จากรูป ระยะทางในแนวดิ่งที่บอกเป็นแท่งความสูงของของเหลว หรือเฮดจากศูนย์กลางของปั๊มถึงปลายของท่อจ่ายเรียกว่า เฮดสถิตด้านจ่าย (static discharge head) ระยะจากจุดศูนย์กลางของปั๊มถึงระดับผิวของของเหลวที่ปลายของท่อดูดซึ่งอยู่สูงกว่า (รูป b) เรียกว่า เฮดสถิตด้านดูดปั๊มถึงระดับผิวของของเหลวที่ปลายของท่อดูดซึ่งอยู่สูงกว่า (รูป b) เรียกว่า เฮดสถิตด้านดูด (static Suction Head) ถ้าผิวของของเหลวอยู่ต่ำกว่า (รูป a และรูป c) และความดันที่ศูนย์กลางของปั๊มจะมีค่าเป็นลบ ในกรณีนี้จะเรียกว่า ระยะดูดยก (Static suction lift)

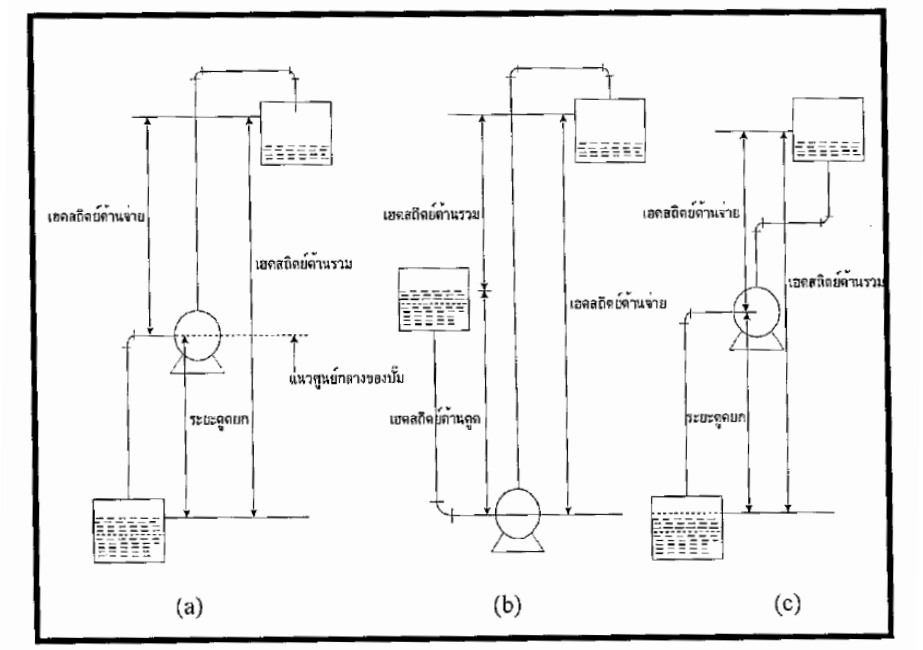
เฮดรวมสถิตย์รวม (Total static head) ก็คือผลต่างจากพีชคณิตของเฮดสถิตด้านจ่าย (static discharge head) กับเฮดสถิตด้านดูด (static suction head) คำดังกล่าวนี้เป็นเฮดต่ำสุดที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลวก่อนที่จะมีการไหลเกิดขึ้น

เฮดความฝืด (Friction head , H_r) ในขณะที่ของของเหลวไหลผ่านระบบท่อทั้งด้านดูดและจ่ายพลังงานหรือเฮดในการไหลส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปเนาองจากความฝืดระหว่างของเหลวกับผนังของท่อและส่วนประกอบต่าง ๆ ซึ่งเราเรียกว่า เฮดความฝืด (Friction head)

ระบบสูบน้ำโดยทั่ว ๆ ไปการเสียเฮดเนื่องจากความฝืดอาจเกิดขึ้นได้หลายจุด การเสียเฮดทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลผ่านระบบท่อซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ดังนั้น ขณะที่ปั๊มกำลังทำงาน ระยะดูดยกรวมที่เกิดขึ้นจริงจะเท่ากับระยะดูดยก (Static suction lift) รวมกัน เฮดความฝืดทางด้านดูดทั้งหมดตั้งแต่ จุดที่ 1 ถึงจุด 5 ในกรณีที่ของของเหลวทางด้านดูดอยู่สูงกว่า

ศูนย์กลางของปั๊ม เฮดด้านดูดรวม (Total static head) ที่เกิดขึ้นจริงจึงเท่ากับเฮดสถิตด้านดูด (static suction head)

สำหรับทางด้านจ่ายก็เช่นเดียวกัน คือ อาจจะรวมการเสียเฮดที่จุดที่ 6 ถึง 9 เข้าด้วยกันเป็นเฮดความฝืด และเฮดรวมด้านจ่าย (Total discharge head) ที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ปั๊มการทำงานจะเท่ากับเฮดสถิตย์ด้านจ่ายรวมกับเฮดความฝืดทั้งหมดทางด้านจ่าย



ภาพที่ 17 ตำแหน่งที่เกิดจากการสูญเสียพลังงานหรือเฮดในระบบท่อและอุปกรณ์

จุดที่ 1 เป็นการเสียเฮดความเร็วเนื่องจากการไหลเข้าท่อ (Entrance loss) ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงและอุปกรณ์ที่ปลายท่อดูด

จุดที่ 2 เป็นการเสียเฮดเนื่องจากความฝืดระหว่างของเหลวกับผนังท่อ

จุดที่ 3 เป็นการเสียเฮดเนื่องจากมีการเปลี่ยนทิศทางการไหล

จุดที่ 4 เป็นการเสียเฮดในเส้นท่อเหมือนจุดที่ 2

จุดที่ 5 เป็นการเสียเฮดที่อุปกรณ์ทางด้านดูดของปั๊มลบด้วยเฮดความฝืดทั้งหมดทางด้านดูด สำหรับทางด้านจ่ายก็เช่นเดียวกัน คืออาจจะรวมการเสียเฮดที่จุดที่ 6 ถึง 9 เข้าด้วยกันเป็นเฮดความฝืด และเฮด รวมด้านจ่าย (total Discharge Head) ที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ปั๊มการทำงานจะเท่ากับเฮดสถิตย์ด้านจ่ายรวมกับเฮดความฝืดทั้งหมดทางด้านจ่าย

เฮดรวม (Total dynamic head) หรือ Total discharge head (TDH) คือพลังงานทั้งหมดที่บอกในรูปของเฮดที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลวเพื่อของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อด้วยอัตราที่กำหนด หรือ

เฮดรวมของปั๊ม (TDH) = เฮดรวมสถิตย์รวม (Total Static Head)

\+ เฮดความฝืดรวม (Friction Head) (2.21)

จะเห็นได้ว่า ในส่วนของเฮดสถิตนั้นมีค่าคงที่ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งของระบบแต่เฮดความฝืดจะแปรผันไปตามอัตราการไหลผ่าน

2.3.5 การไหลในท่อปิด งานที่มีการใช้ปั๊มขนส่งของเหลวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันมากที่สุดจนอาจจะกล่าวได้ว่าท่อเป็นส่วนหนึ่งของปั๊ม การไหลของของเหลวในท่อเมื่อรวมใช้กับปั๊มส่วนมากจะเป็นการไหลแบบเต็มท่อซึ่งมีกฎเกณฑ์ในการคำนวณแตกต่างกันไป จากการไหลในทางน้ำเปิด ลักษณะการไหลในท่ออาจจะจำแนกออกได้โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลเมื่อเทียบกับเวลา สถานที่ และแรงเฉื่อย (Forces of inertia) ซึ่งอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวเมื่อเทียบกับแรงหนืด (Forces of viscosity) ได้กล่าวว่าการไหลในท่อปิดดังต่อไปนี้ เมื่อความเร็วของการไหลที่จุดใดจุดหนึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การไหลนั้นเรียกว่า Steady Flow ถ้าเปลี่ยนไปตามเวลาเรียกว่า Unsteady Flow ถ้าความเร็วของการไหลในขณะใดขณะหนึ่งไม่เปลี่ยนขนาดและทิศทางตลอดระยะเวลาของเส้นสายน้ำ (Streamline) การไหลนั้นเรียกว่าเป็น Uniform Flow ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็จะเป็นการไหลแบบ Non-uniform Flow สำหรับการเปรียบเทียบแรงเฉื่อยกับแรงหนืดนั้นก็เพื่อจะดูว่ามวลของของเหลวที่ไหลอยู่ในท่อนั้นมีการไหลวนและกระแทกกระทั้งกันมากน้อยอย่างไร ถ้าหากแรงหนืดมีค่าสูงเมื่อเทียบกับแรงเฉื่อยการไหลของของเหลวจะมีลักษณะคล้ายกับแผ่นขนานกันไป การไหลในลักษณะดังกล่าวนี้ก็เรียกว่าเป็นการไหลแบบ Laminar Flow แต่ถ้าหากแรงหนืดมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแรงเฉื่อย การไหลก็จะปั่นป่วน มวลของของเหลวจะมีการไหลวนการไหลในลักษณะนี้เรียกว่า ว่าเป็นการไหลแบบ Turbulent flow การที่จะบอกว่าการไหลในท่อใด ๆ เป็น Laminar flow หรือ Turbulent flow ก็จะพิจารณาจาก Reynolds Number (R_e) คือ

$$R_e = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu} \qquad (2.22)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของของเหลว
V = ความเร็วของการไหล
D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ
μ = Dynamic viscosity ของของเหลว
ν = Kinematic viscosity ของของเหลว

ในทางปฏิบัติเราถือว่า R_e มีค่าไม่เกิน 2,000 การไหลเป็นแบบ Lamina ถ้ามากกว่านี้การไหลเป็นแบบ Turbulent

2.3.6 การเสียเฮดความฝืด เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการเสียเฮดหรือพลังงานเนื่องจากความฝืด (Friction head loss) ท่อตรง ไม่ว่าการไหลนั้นจะเป็นแบบ Lamina หรือ Turbulent คำนวณได้จากสูตรของ Darce-Weisbach คือ

$$h_r = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \qquad (2.23)$$

เมื่อ

h_r = การเสียเฮดเนื่องจากความฝืด บอกเป็นความสูงของของเหลว
f = สัมประสิทธิ์ของความฝืด
L = ความยาวของท่อ
D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ
V = ความเร็วของการไหลในท่อ
g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f ขึ้นอยู่กับทั้งคุณสมบัติของท่อและลักษณะของการไหลว่าเป็นแบบ Lamina หรือ Turbulent ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวอาจหาได้จากสูตร

$$f = \frac{64}{R_e} \text{ (Lamina Flow, } R_e < 2{,}000) \qquad (2.24)$$

เมื่อ Reynolds Number มีค่ามากกว่าประมาณ 3,000 การไหลจะเป็นแบบ Turbulent เสมอไม่ว่าผนังท่อจะเรียบสม่ำเสมอเท่าใดก็ตาม ในกรณีนี้สัมประสิทธิ์ของความฝืดจะขึ้นอยู่กับ R_e และอัตราส่วนระหว่างความขรุขระของผนังท่อต่อความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน $\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)$

ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f ของทั้งสองกรณีคำนวณได้จากสูตร

ก. เมื่อผนังท่อเรียบ (Hydraulically smooth)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\left(\frac{R_e\sqrt{f}}{2.51}\right) \qquad (2.25)$$

ข. เมื่อผนังท่อขรุขระมากจนทำให้การไหลเป็นแบบ Turbulent อย่างแท้จริง

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\left(3.7\frac{D}{\varepsilon}\right) \qquad (2.26)$$

ค. ในกรณีที่การไหลเป็นแบบ Turbulent แต่ความขรุขระของผนังท่ออยู่ระหว่างสองกรณีข้างต้น ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f จะขึ้นอยู่กับ R_e และอัตราส่วนระหว่างความขรุขระของผนังท่อต่อความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน $\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{\varepsilon}{3.ID}+\frac{2.51}{R_e\sqrt{f}}\right) \quad (2.27)$$

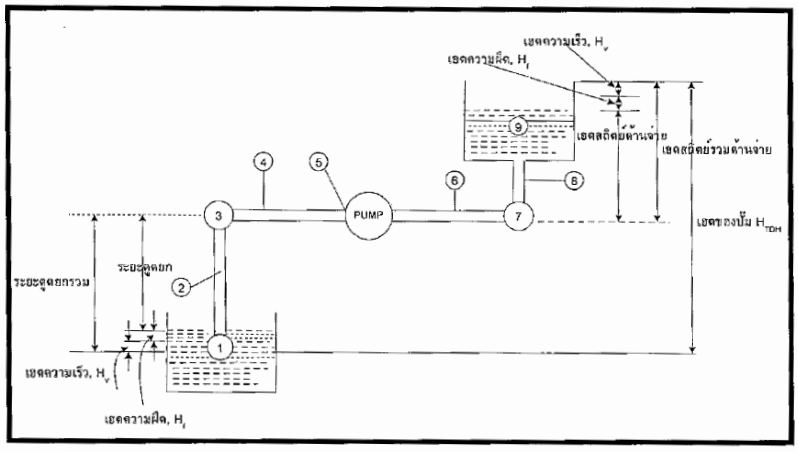
ค่าความขรุขระของผนังท่อใหม่ซึ่งจำเป็นต้องใช้ร่วมกันกับ Moody diagram

เมื่อท่อมีอายุการใช้งานมากขึ้นผนังท่ออาจจะผุกร่อนหรือมีสนิมทำให้ความขรุขระมากสูงขึ้น สำหรับท่อน้ำที่ทำด้วยเหล็ก ความขรุขระเมื่อมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นอาจประมาณได้จาก

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + ta \quad (2.28)$$

เมื่อ

ε = เป็นความขรุขระเมื่อท่อมีอายุการใช้งาน 1 ปี



ภาพที่ 18 Moody diagram สำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด

ตารางที่ 3 รายละเอียด ชื่อขนาด และมิติ ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์แข็ง (pvc) “ท่อน้ำไทย”

ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม แบบท่อปลายธรรมดา ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 17-2532 มีสีฟ้า สำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อรับความดัน ท่อระบายน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูล ฯลฯ

ชื่อขนาด Nominal Size	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (OD)	ความหนา (Thickness)		
		PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
18 (½ ”)	22 + 0.15	-	2.0 + 0.20	2.5 +0.20
20 (¾ ”)	26 + 0.15	-	2.0 +0.20	2.5 + 0.20
25 (1”)	34 + 0.15	-	2.0 + 0.20	3.0 + 0.25
35 (1 ¼ “)	42 + 0.15	1.5 +0.15	2.0 + 0.20	3.1 + 0.25
40 (1 ½ “)	48 + 0.15	1.5 + 0.15	2.3 + 0.20	3.5 + 0.25
55 (2”)	60 + 0.15	1.8 + 0.20	2.9 + 0.25	4.3 + 0.30
65 (2 ½”)	76 + 0.20	2.2 + 0.20	3.5 +0.25	5.4 +0.35
80 (3”)	89 + 0.20	2.5 + 0.20	4.1 + 0.30	6.4 + 0.40
100 (4”)	114 + 0.30	3.2 + 0.25	5.2 +0.35	8.1 + 0.50
125 (5”)	140 + 0.30	3.9 + 0.30	6.4 + 0.40	9.9 + 0.55
150 (6”)	165 + 0.40	4.6 + 0.30	7.5 + 0.45	11.7 + 0.65
200 (8”)	216 +0.50	5.4 +0.35	8.8 + 0.50	13.7 + 0.75
250 (10”)	267 + 0.70	6.6 + 0.40	10.9 + 0.60	16.9 + 0.90
300 (12”)	318 + 0.80	7.8 + 0.45	12.9 + 0.70	20.1 + 1.05
350 (14”)	370 + 0.90	9.1 + 0.55	15.0 + 0.80	23.4 + 1.20
400 (16”)	420 + 1.10	10.3 + 0.60	15.0 + 0.80	23.4 + 1.20
450 (18”)	470 + 1.20	11.5 + 0.65	19.0 + 1.00	29.7 + 1.50
500 (20”)	50 + 1.30	12.7 + 0.70	21.0 + 1.10	32.8 + 1.65
600 (24”)	630 + 1.60	15.3 + 0.80	25.4 + 1.30	39.7 + 2.00

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ระบุชั้นคุณภาพท่อ PVC 5 PVC 8.5 และ PVC 13.5 เป็นความดันใช้งาน (working pressure) หมายถึง ความดันสูงสุดที่กำหนดให้ใช้งานได้ติดต่อกันเป็นเวลานานที่อุณหภูมิ 27$\circ c$ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตร (kfg / cm^2)

ตารางที่ 4 ความขรุขระเฉลี่ยของผนังท่อใหม่

ชนิดของท่อ	ε (ft)	ε (mm.)
ท่อแก้ว ท่อรีดจากทองเหลือง ทองแดงและตะกั่ว	เรียบ	เรียบ
	1.5×10^{4}	0.045.
ท่อเหล็กเหนียว	4.0×10^{4}	0.120
ท่อเหล็กห่ออาบยางมะตอย	5.0×10^{4}	0.150
ท่อเหล็กชุบสังกะสี	8.5×10^{4}	0.260
ท่อเหล็กหล่อธรรมดา	2.0×10^{4}	0.610
ท่อไม้	4.0×10^{4}	1.220
ท่อคอนกรีต	6.0×10^{4}	1.830
ท่อเหล็กม้วนต่อด้วยหมุดย้ำ	0.0-0.20	30.0-60.0
ท่อโลหะลูกฟูก	0.002 – 0.004	0.60-1.20
อุโมงค์ขนาดใหญ่ ดาดด้วยคอนกรีต หรือเหล็ก	1.0 – 2.0	300-600
อุโมงค์ที่เจาะด้วยการระเบิดหิน		

ε_0 เป็นความขรุขระเมื่อเริ่มใช้งาน

a เป็นสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการทดลองซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0002 – 0.007

2.3.7 การเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ

- การสูญเสียรอง

เมื่อต้องการลดการสูญเสียเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดให้น้อยลง อาจทำได้โดยวิธีการค่อย ๆ เพิ่มพื้นที่หน้าตัด เช่น การใช้ท่อบาน (diffuser) ดังรูปที่ 2.12 การสูญเสียในลักษณะเช่นนี้หาได้ค่าได้จากสมการ

$$h_x = k' \frac{(v_1 v_2)^2}{2g} \qquad (2.33)$$

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานของการไหลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของอุปกรณ์ (k)

$\frac{D_2}{D_1}$	มุมกรวย a						
	4^0	10^0	15^0	20^0	30^0	50^0	60^0
1.2	0.02	0.04	0.09	0.16	0.25	0.25	0.37
1.4	0.03	0.06	0.12	0.23	0.36	0.50	0.53
1.6	0.03	0.07	0.14	0.26	0.42	0.57	0.61
1.8	0.04	0.07	0.15	0.28	0.44	0.61	0.65
2.0	0.04	0.07	0.16	0.29	0.46	0.63	0.68
2.5	0.04	0.08	0.16	0.30	0.48	0.65	0.70
3.0	0.04	0.08	0.16	0.31	0.48	0.66	0.71
4.0	0.04	0.08	0.16	0.31	0.49	0.57	0.72
5.0	0.04	0.08	0.16	0.31	0.50	0.57	0.72

ในกรณีที่ท่อยาวมากการสูญเสียรองอาจมีค่าน้อยมาก แต่ถ้าท่อสั้น การสูญเสียอาจมีค่ามากกว่าการสูญเสียหลัก

การสูญเสียพลังงานเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ เช่น ข้องอ ประตูน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นการสูญเสียส่วนน้อย (Miner Loss) อาจคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$h_L = k \frac{v^2}{2g} \qquad (2.34)$$

เมื่อ h_L = การเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ

K = สัมประสิทธิ์ของความต้านทานของการไหลกับชนิดและขนาดของอุปกรณ์

V = ความเร็วของการไหล

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลของข้อต่อท่อชนิดต่างๆ

ชนิดของข้อต่อ	K
Globe value, เปิดเต็มที่	10.00
Angle value, เปิดเต็มที่	5.00
ข้อโค้งกลับ (Close return bend)	2.20
สามทาง (Tee)	1.80
ข้องอ 90 (short – radius elbow)	0.90
Square Edged Inlet	0.50
ข้อโค้งรัศมีปานกลาง (medium – radius elbow)	0.75
ข้อโค้งรัศมียาว (long –radius elbow)	0.60
Inward Projecting Pipe	1.00
ข้องอ 45◦(45◦ clbow)	0.42
Gate Value, เปิดเต็มที่	0.19
Check Value	2.00

2.4 สภาพพื้นที่ที่ศึกษา อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี

เริ่มก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2440 โดยมีหลวงพรหมสารเป็นนายอำเภอคนแรก เดิมที่ว่าการอำเภอตั้งอยู่ที่ตำบลห้วยท่าช้าง จึงได้ชื่ออำเภอว่า อำเภอห้วยท่าช้าง ต่อมาได้ทำการย้ายที่ว่าการอำเภอห้วยท่าช้างไปตั้งอยู่ ณ ตำบลหัวสะพาน ได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น อำเภอหัวสะพาน ย้ายที่ว่าการอำเภอมาตั้งอยู่ ณ หมู่บ้านน้อย ได้เปลี่ยนชื่อเป็น อำเภอบ้านน้อย และ อำเภอตะวันตก พุทธศักราช 2444 กระทรวงมหาดไทย ได้จัดระเบียบกรมการอำเภอเมืองเพชรบุรีใหม่ไปตั้ง ณ บ้านเขาย้อย ตำบลเขาย้อย เรียกชื่อว่า "อำเภอห้วยหลวง" ในปี พ.ศ. 2446 ได้เปลี่ยนชื่อจากอำเภอห้วยหลวง แขวงเมืองเพชรบุรี เป็น อำเภอเขาย้อย แขวงเมืองเพชรบุรี

ชาวลาวเวียง คือ ชาวลาวที่ถูกกวาดต้อนมาจากเมืองเวียงจันทน์ หลวงพระบาง และจำปาศักดิ์ ในช่วงสงครามตีเมืองเวียงจันทน์ของกองทัพสยาม ตั้งแต่สมัยธนบุรี - ต้นสมัยรัตนโกสินทร์ หลังจากที่ฝ่ายไทยยกทัพไปตีเมืองเวียงจันทน์ จำปาศักดิ์ และหลวงพระบาง ครอบครัวเชลยชาวลาวเวียงจันทน์ถูกกวาดต้อนเข้ามาไทยในการตีเมืองเวียงจันทน์ครั้งที่ 1 ปีพ.ศ. 2321 จากนั้นถูกกวาดต้อนเข้ามาอีกในการตีเมืองเวียงจันทน์ครั้งที่ 2 ปีพ.ศ. 2335 และถูกกวาดต้อนเข้ามาเป็นครั้งที่ 3 ปี พ.ศ. 2369 - 2371 แต่ในสงครามตีเมืองเวียงจันทน์ครั้งที่ 3 เมื่อปีพ.ศ. 2369 - 2371 กองทัพสยามได้กวาดต้อนผู้คนทั้งหมดในเขตเมืองเวียงจันทน์เข้ามาฝั่งไทย จนเวียงจันทน์ถึงกับเป็นเมืองร้างผู้คน

อำเภอเขาย้อยตั้งอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัด มีอาณาเขตติดต่อกับอำเภอข้างเคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอปากท่อ (จังหวัดราชบุรี)
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอบางคนที (จังหวัดสมุทรสงคราม) และอำเภอบ้านแหลม
- ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเมืองเพชรบุรีและอำเภอบ้านลาด
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอหนองหญ้าปล้อง

อำเภอเขาย้อยแบ่งเขตการปกครองย่อยออกเป็น 10 ตำบล 57 หมู่บ้าน ได้แก่

1. เขาย้อย	(Khao Yoi)	7 หมู่บ้าน	6. หนองปรง	(Nong Prong)	6 หมู่บ้าน
2. สระพัง	(Sa Phang)	4 หมู่บ้าน	7. หนองชุมพล	(Nong Chumphon)	7 หมู่บ้าน
3. บางเค็ม	(Bang Khem)	6 หมู่บ้าน	8. ห้วยโรง	(Huai Rong)	4 หมู่บ้าน
4. ทับคาง	(Thap Khang)	5 หมู่บ้าน	9. ห้วยท่าช้าง	(Huai Tha Chang)	6 หมู่บ้าน
5. หนองปลาไหล	(Nong Pla Lai)	5 หมู่บ้าน	10. หนองชุมพลเหนือ	(Nong Chumphon Nuea)	7 หมู่บ้าน

2.4.1 สภาพโดยรวมของอำเภอเขาย้อย

สภาพทางเศรษฐกิจ

อาชีพ

ทำนา

ค้าขาย

ทำไร่, ทำสวน

รับจ้างทั่วไป

รับราชการ

หน่วยธุรกิจในเขต อบต.

- ธนาคาร - แห่ง
- โรงแรม 1 แห่ง
- ปั๊มน้ำมันและก๊าซ 2 แห่ง
- โรงงานอุตสาหกรรม - แห่ง
- โรงสี 4 แห่ง
- โรงปูนผสมเสร็จ 1 แห่ง
- ร้านค้า / ร้านอาหาร 5 แห่ง
- ชุมสายโทรศัพท์เอกชน 1 แห่ง

สภาพสังคมการศึกษา

- โรงเรียนประถมศึกษา 2 แห่ง
- โรงเรียนมัธยมศึกษา 1 แห่ง
- โรงเรียนอาชีวศึกษา - แห่ง
- ศูนย์การเรียนชุมชน - แห่ง
- ห้องสมุดประชาชน 6 แห่ง
- หอกระจายข่าว 6 แห่ง
- ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก 1 แห่ง

สถาบันและองค์กรของศาสนา

- วัด / สำนักสงฆ์ 4 / 1 แห่ง
- มัสยิด - แห่ง
- ศาลเจ้า - แห่ง
- โบสถ์ - แห่ง

การสาธารณสุข

- สถานีอนามัยประจำตำบล / หมู่บ้าน 1 แห่ง
- สถานพยาบาลเอกชน 1 แห่ง
- ร้านขายยาแผนปัจจุบัน - แห่ง
- อัตราการมีและการใช้ส้วมราดน้ำ ร้อยละ 100

ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

- สถานีตำรวจ - แห่ง
- สถานีดับเพลิง - แห่ง

การโทรคมนาคม การบริการพื้นฐานการคมนาคมมีถนนเพชรเกษมตัดผ่าน

- ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข - แห่ง
- โทรศัพท์ใช้ร้อยละ 80 ของจำนวนหลังคาเรือน
- โทรศัพท์สาธารณะ 15 แห่ง

การไฟฟ้า

- มีไฟฟ้าใช้ทั้ง 6 หมู่บ้าน

แหล่งน้ำธรรมชาติ

- ลำห้วย / ลำน้ำ 5 แห่ง
- บึง, หนองและอื่น ๆ 2 แห่ง

แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

- คลองชลประทาน 2 แห่ง
- ระบบประปา 5 แห่ง

ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่

- มีแม่น้ำ 1 สาย มีคลองชลประทานใช้ในการเกษตร มีภูเขา 5 ลูก มีต้นยางนา
- ลูกเสือชาวบ้าน 2รุ่น 70 คน
- อสม. 20 คน
- กลุ่มผู้ใช้น้ำ 3 กลุ่ม

ศักยภาพของชุมชนและพื้นที่

การรวมกลุ่มของประชาชนจำนวนกลุ่มทุกประเภท 12 กลุ่ม

แยกประเภทกลุ่ม

- กลุ่มอาชีพ 15 กลุ่ม
- กลุ่มออมทรัพย์ 1 กลุ่ม
- กลุ่มอื่น 9 กลุ่ม

จุดเด่นของพื้นที่ (ที่เอื้อต่อการพัฒนาตำบล)

ด้านสภาพพื้นที่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมเหมาะที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรดำเนินการแบบเศรษฐกิจพอเพียงมีภูเขาและถ้ำ รวมทั้งต้นยางนาอนุรักษ์ และมีถนนเพชรเกษมตัดผ่าน การคมนาคมสะดวกเหมาะสำหรับพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว

ด้านบุคลากร ผู้นำชุมชนมีศักยภาพในการบริหารงาน มีความรับผิดชอบและมีความสามัคคี ประชาชนให้ความสนใจและความร่วมมือในการดำเนินการงานของส่วนรวม

ภารกิจหลักของตำบลถ้ำรงค์ที่จะดำเนินการเพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

ภารกิจหลักที่ 1 ปรับปรุงและพัฒนาระบบสาธารณูปโภคให้ได้มาตรฐานและเพียงพอต่อความต้องการของประชาชน เพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคต

ภารกิจหลักที่ 2 พัฒนาระบบการศึกษาและการสาธารณสุข ตลอดจนอนุรักษ์และพัฒนาศิลปวัฒนธรรมอันดีงามและภูมิปัญญาของท้องถิ่น

ภารกิจหลักที่ 3 จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืนเหมาะเป็นแหล่งท่องเที่ยวควบคู่กับวิถีชีวิตชุมชน

ภารกิจหลักที่ 4 ปรับปรุงและพัฒนาระบบการบริหารการจัดการตลอดจนความมั่นคงและปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

ภารกิจหลักที่ 5 พัฒนาศักยภาพของคนและชุมชนให้เข้มแข็งและโปร่งใส สามารถพึ่งตนเองได้และมีส่วนรวมของทุกฝ่าย

ภารกิจหลักที่ 6 ส่งเสริมเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรชีวภาพในชุมชนให้มีความเข้มแข็งอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 7 จุดมุ่งหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน

ด้าน	จุดมุ่งหมาย
ด้านโครงสร้างพื้นฐาน	1. พัฒนา ระบบสาธารณูปโภคให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน
ด้านเศรษฐกิจ	2. ดำเนินการให้ประชาชนมีรายได้เพิ่มขึ้นและปลอดภัยจากสารพิษ
ด้านสังคม	3. เพื่อให้ชุมชนมีการดำรงชีพอย่างมีความสงบสุขภายใต้การได้รับบริการทางสังคมอย่างทั่วถึง
ด้านการเมืองการบริหาร	4. พัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการและการบริหารให้เป็นที่พอใจของประชาชนภายใต้การมีส่วนร่วม ของประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
ด้านแหล่งน้ำ	5. พัฒนาแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน
ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	6. จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้ยั่งยืนควบคู่ไปกับการใช้ประโยชน์อย่างสมดุล

ตารางที่ 8 สภาพปัญหาของตำบลเขาย้อย

ชื่อปัญหา	สภาพปัญหา	ความต้องการ	การคาดการณ์
1. ปัญหาด้านเศรษฐกิจ 1.1 ปัญหาต้นทุนการผลิตด้านเกษตรมีราคาสูง	1.1 ในพื้นที่หลายหมู่บ้านของตำบลถ้ำรงค์ มีอาชีพทำการเกษตรเพียงอย่างเดียว ทำให้รายได้ขึ้นอยู่กับอาชีพการเกษตร ถ้าราคาผลผลิตตกต่ำ และต้นทุนการผลิตสูง ก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้น้อยลงไปด้วย	1.1 ลดต้นทุนในการผลิตเพื่อเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร	1.1 การประกอบอาชีพทางการเกษตรในพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีอาชีพทำนา ทำไร่ เลี้ยงสัตว์ ต้นทุนการทำนาส่วนใหญ่จะเป็นค่าปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช และค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำซึ่งมีราคาแพง หากลดต้นทุนการผลิตจะต้องส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้เครื่องสูบที่ไม่ใช้ไฟฟ้าซึ่งมีราคาต่ำ จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ในอนาคตก็จะสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้
2. ปัญหาด้านสังคม			
2.1 ปัญหาการขาดการจัดสวัสดิการแก่ผู้ด้อยโอกาสในสังคม	2.1 ประชาชนบางส่วนในตำบลเป็นผู้มีรายได้น้อยและยังอยู่ในวัยชรา บางคนเป็นผู้พิการและเป็นผู้ติดเชื้อเอดส์ แต่ยังไม่ได้รับการช่วยเหลือในเรื่องสวัสดิการอย่างทั่วถึง	2.1 จัดสรรเงินสงเคราะห์และจัดอาชีพช่วยเหลือ	2.1 ประชาชนในตำบลจะได้รับการช่วยเหลือด้านสวัสดิการเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 8 สภาพปัญหาของตำบลเขาย้อย (ต่อ)

ชื่อปัญหา	สภาพปัญหา	ความต้องการ	การคาดการณ์
3. ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน			
3.1 ปัญหาเส้นทางคมนาคม	3.1 ถนนส่วนใหญ่ในทุกหมู่บ้านเกิดการชำรุดเป็นหลุมบ่อคับแคบ เพราะเป็นถนนลูกรัง	3.1 ดำเนินการก่อสร้าง ถนนคอนกรีตทุกสายให้ได้มาตรฐาน	3.1 ทำให้การคมนาคมในตำบลสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยมากขึ้น
3.2 การมีไฟฟ้าและโทรศัพท์	3.2 มีไฟฟ้าและโทรศัพท์สาธารณะไม่พอเพียงต่อความต้องการของประชาชน	3.2 ดำเนินการขอขยายเขตไฟฟ้าสาธารณะและขอติดตั้งโทรศัพท์สาธารณะให้ครอบคลุมทุกหมู่บ้าน	3.2 ทำให้ประชากรมีความปลอดภัยมากขึ้นในเวลาเดินทางกลางคืน และการติดต่อสื่อสารมีความสะดวกรวดเร็ว
4. ปัญหาด้านแหล่งน้ำ 4.1 ปัญหาคูคลองต่าง ๆ ตื้นเขิน	4.1 พื้นที่ทุกหมู่บ้านประกอบอาชีพทางด้านการเกษตร ซึ่งต้องใช้น้ำจากคลองชลประทานเป็นหลักโดยผ่านทางคลองส่งน้ำในหมู่บ้านซึ่งขณะนี้เกิดการตื้นเขิน	4.1 ขุดลอกคลองส่งน้ำทุกสายให้ลึกพอที่จะส่งน้ำให้พอเพียง	4.1 เกษตรกรมีน้ำใช้ในการทำเกษตรได้พอเพียงตลอดปี

ตารางที่ 2.2 สภาพปัญหาของตำบลเขาย้อย (ต่อ)

ชื่อปัญหา	สภาพปัญหา	ความต้องการ	การคาดการณ์
5. ปัญหาด้านการสาธารณสุข			
5.1 ปัญหาการแพร่ระบาดของไข้เลือดออก	5.1 ในพื้นที่ตำบลถ้ำรงค์มีแหล่งน้ำท่วมขังหลายแห่ง ทำให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง	5.1 ดำเนินการป้องกันเพื่อลดการระบาดของไข้เลือดออก	5.1 ประชาชนในพื้นที่จะได้รับการป้องกันและควบคุมโรค ซึ่งจะส่งผลให้ไข้เลือดออกลดลง
5.2 ปัญหาขาดความรู้ความเข้าใจในการป้องกันโรค	5.2 ประชาชนในพื้นที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการป้องกันโรคต่าง ๆ	5.2 อบรมให้ความรู้ในการป้องกันและควบคุมโรค	5.2 ประชาชนในพื้นที่มีความรู้ในการป้องกันโรคเพิ่มขึ้น
6. ปัญหาด้านการเมืองการปกครอง			
6.1 ปัญหาด้านการขาดแคลนบุคลากรในการปฏิบัติงานและสถานที่ทำงานยังไม่เพียงพอ	6.1 อบต.มีภารกิจหน้าที่เพิ่มมากขึ้น แต่ไม่มีบุคลากรบรรจุเพิ่มเติมและสถานที่ทำงานปัจจุบันคับแคบไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่	6.1 บรรจุบุคลากรให้เพียงพอต่อปริมาณงาน	6.1 อบต. จะไม่ประสบปัญหาเรื่องบุคลากรเนื่องจากสามารถบรรจุบุคลากรเพื่อได้ตามกรอบแผนอัตรากำลัง 3 ปี และได้วางแผนในการก่อสร้างที่ทำการเพิ่มจากเดิม แต่ยังติดขัดเรื่องการขอใช้ที่ก่อสร้าง
7. ปัญหาด้านการศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม			
7.1 ปัญหาเรื่องค่านิยมในการศึกษา	7.1 ในพื้นที่ตำบลถ้ำรงค์ มีโรงเรียน จำนวน 2 แห่ง เป็นโรงเรียนขยายโอกาสถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 แห่ง แต่ผู้ปกครองนักเรียน	7.1 พัฒนาระบบการศึกษาและสวัสดิการให้เทียบเท่าโรงเรียนในตัวเมือง	7.1 ปัญหาการส่งลูกไปเรียนในตัวเมืองคาดว่าจะยังคงเป็นปัญหาต่อไปในอนาคต เนื่องจากค่านิยมของผู้ปกครองยังมีความรู้สึกว่าโรงเรียน
8. ปัญหาด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม			
8.1 ปัญหาไม่มีที่ทิ้งขยะเป็นของตนเอง	8.1 มีปริมาณขยะวันละประมาณ 1 ตัน ไม่มีรถจัดเก็บขยะ และไม่มีบ่อทิ้งขยะอยู่ในพื้นที่ ทำให้ปัจจุบันยังไม่มีการดำเนินการเรื่องขยะ	8.1 จัดซื้อรถจัดเก็บขยะและที่ทิ้งขยะเป็นของตนเอง	8.1 อบต. ได้เตรียมการตั้งงบประมาณในการจัดซื้อรถจัดเก็บขยะและที่ทิ้งขยะในพื้นที่ หากอนุมัติก็จะทำให้ อบต. มีที่ทิ้งขยะเป็นของตนเอง

2.4.2 ยุทธศาสตร์การพัฒนาอำเภอเขาย้อย

การวางแผนเป็นการพิจารณาและกำหนดแนวทางปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายที่ปรารถนา เปรียบเสมือนเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างปัจจุบันและอนาคต เป็นการคาดการณ์สิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น การวางแผน จึงมีความเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตและตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด โดยผ่านกระบวนการคิดก่อนทำ ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าการวางแผนคือ ความพยายามที่เป็นธรรม เพื่อตัดสินใจ คือ แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับอนาคต เพื่อให้บรรลุผลที่ปรารถนาองค์การบริหารส่วนตำบล จึงจำเป็นที่ต้องมีการวางแผนเพื่อใช้เป็นกรอบทิศทางในการพัฒนาโดยกำหนดให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาระดับต่าง ๆ ได้แก่ แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ นโยบายของรัฐบาล แผนกระทรวง แผนกรมและรัฐวิสาหกิจต่าง ๆ ซึ่งเป็นแผนระดับชาติ

ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดและแผนพัฒนาจังหวัดให้ระดับจังหวัด ตลอดจนยุทธศาสตร์การพัฒนาอำเภอ และแผนพัฒนาอำเภอ

ยุทธศาสตร์การพัฒนาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9

ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและการคุ้มครองทางสังคม

ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างการพัฒนาชนบทและเมืองอย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์การจัดการระบบบริหารเศรษฐกิจและส่วนรวม

ยุทธศาสตร์เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการเพื่อนำไปสู่ธรรมาภิบาล

นโยบายเร่งด่วนของรัฐบาล

1. พักชำระหนี้เกษตรกรรายย่อย
2. จัดตั้งกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมือง
3. ธนาคารประชาชน
4. จัดตั้งธนาคารวิสาหกิจขนาดกลางและเล็ก
5. จัดตั้งบริษัทกลางและบริหารสินทรัพย์
6. การพัฒนารัฐวิสาหกิจ
7. การประกันสุขภาพถ้วนหน้า
8. ตั้งสถานบำบัดยาเสพติด
9. การป้องกันและปราบปรามคอรัปชั่น

ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบุรี

วิสัยทัศน์จังหวัดเพชรบุรี

“เพชรบุรีเป็นเมืองประวัติศาสตร์ที่มีชีวิตน่าอยู่และน่าเที่ยว เป็นศูนย์สัมมนานันทนาการหลากหลายรูปแบบ เป็นแหล่งผลิตผักผลไม้สดปลอดสารพิษและอุตสาหกรรมที่ไม่เป็นภัยต่อสภาพแวดล้อม” และได้วางแนวทางการพัฒนา (ยุทธศาสตร์) ไว้ดังนี้

1. วางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ให้เหมาะสม
2. พัฒนาสิ่งแวดล้อมเมืองและแม่น้ำ
3. พัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยว ทางเลือกด้านประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม ควบคู่กับการส่งเสริมตลาดนัดท่องเที่ยวกลุ่มประชุมสัมมนาและนันทนาการ และสร้างความเชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวหลัก (ทะเล ป่า เขา)
4. ปรับปรุงระบบการบริหารจัดการการท่องเที่ยว
5. ควบคุมมาตรฐานการผลิตสินค้าเกษตรปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก
6. ส่งเสริมการผลิตผักผลไม้ปลอดสารพิษ เพื่อการบริโภคในประเทศ
7. สนับสนุนให้มีนิคมอุตสาหกรรมหรือเขตอุตสาหกรรมสำหรับโรงงานขนาดเล็ก
8. สนับสนุนให้โรงงานอุตสาหกรรมให้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับของการมีส่วนร่วม

แนวคิดทฤษฎีการมีส่วนร่วมในการบริ หารงานของบุคลากรที นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นทฤษฎีที มีส่วนเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการมีส่วนร่วม (อดินันท์ บัวภักดี .2552) ทฤษฎีสองปัจจัยของ เฮอร์เบิร์ก (Hertzberg) เป็นทฤษฎีการจูงใจทีเกี่ยวข้องและสามารถโยงไปสู่กระบวนการมีส่วนร่วมได้ เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจูงใจให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความพึงพอใจ ทฤษฎีนี้เชื่อว่าผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติงานได้ผลดีมีประสิทธิภาพยอมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน เพราะเขาจะเพิ่มความสนใจในงานและมีความรับผิดชอบกระตือรือร้นที่จะทำงานซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตของงานให้มากขึ้นในทางตรงกนข้ามหากผู้ปฏิบัติงานไม่พึงพอใจในการทำงานก็จะเกิดความท้อถอยในการทำงานและทำให้ผลงานออกมาไม่มีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีดังกล่าวสอดคล้องกับการเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมของบุคลากรในองค์กร กล่าวคือถ้าบุคลากรได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานได้ร่วมคิดตัดสินใจจะส่งผลให้บุคลากรในองค์กรเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของในกิจกรรมมากขึ้น ทำให้ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาได้ นอกจากนี้ทฤษฎีการสร้างผู้นำก็มีความสำคัญ คือ ผู้มีอำนาจที่ดี (Positive Leader) มักจะนำการเคลื่อนไหวในการทำงานอยู่เสมอ ในขณะทีผู้มีอำนาจที่ไม่ดี (Negative Leader) จะไม่มีผลงานที่สร้างสรรค์เลยการสร้างผู้มีอำนาจหรือผู้นำจะช่วยจูงใจให้บุคลากรเต็มใจที่จะทำงานเพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกน เนื่องจากผู้นำเป็นผู้ที่มีความสำคัญในการจูงใจและรวมกลุ่มคนดังนั้นทฤษฎีสองปัจจัยนี้จึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กร เพราะทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือร่วมมือร่วมแรงกันในการทำงานอย่างมีคุณภาพ แสดงให้เห็นถึงการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของบุคลากรและผู้นำร่วมกันซึ่งกระบวนการส่วนร่วมจะต้องมีผู้นำที่ดีอันจะนำไปสู่ความสำเร็จขององค์กรได้

2.5.1 ความหมายของการมีส่วนร่วม

ณัฐพร แสงประดับ (2552) ได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วมว่าการมีส่วนร่วมหมายถึงการเกี่ยวข้องทางด้านจิตใจและอารมณ์ของบุคคลหนึ่งในสถานการณ์กลุ่มซึ่งผลของการเกี่ยวข้องดังกล่าวเป็นเหตุเร้าใจให้การกระทำบรรลุจุดมุ่งหมายของกลุ่มนั้นทำให้เกิดความรู้สึกร่วมรับผิดชอบกับกลุ่มดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลตอการมีส่วนร่วม ได้แก่ ความศรัทธา

ที่มีต่อความเชื่อถือตัวบุคคล ความเกรงใจที่มีต่อตัวบุคคลที่เคารพนับถือหรือมีเกียรติยศตำแหน่งทำให้การมีส่วนร่วมเป็นไปด้วยความเต็มใจ

สุจินต์ ดาววีระกุล (2552) ได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วมว่ากระบวนการที่ทำให้บุคคลสมัครใจเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจเพื่อตนเอง และมีส่วนดำเนินการเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งเอาไว้ ทั้งนี้ต้องไม่ใช่การกาหนดกรอบความคิดจากบุคคลภายนอกหรือองค์กรที่บุคคลได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานกิจกรรมใน ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง หรือทุกขั้นตอน รูปแบบการตัดสินใจของบุคคลในการจัดการเกี่ยวกับ ทรัพยากรและปัจจัยการผลิตที่มีอยู่จะต้องทำเพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาชีวิตในทุกๆด้านของตนเองที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นกว่าเดิม

บุญเลิศ จิตตังวัฒนา (2553) ได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วมว่าการที่ปัจเจกบุคคลหรือกลุ่มคนเข้ามามีส่วนร่วมเกี่ยวข้อง ร่วมมือ ร่วมรับผิดชอบในกิจกรรมการพัฒนาที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ในขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินกิจกรรมนั้นๆโดยมีกลุ่มหรือองค์กรรองรับบุคคลที่เข้ามามีส่วนร่วมการพัฒนาภูมิปัญญา การรับรู้ สามารถคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ เพื่อกำหนดการดำเนินชีวิตได้ด้วยตนเอง

ประพันธ์พงศ์ ชิณพงษ์ (2551) ได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วมไว้ว่าการมีส่วนร่วมเป็นผลมาจากการเห็นพ้องต้องกันในเรื่องของความต้องการและทิศทางการเปลี่ยนแปลง ความเห็นพ้องต้องกันนั้นจะมีมากพอจนเกิดความคิดริเริมโครงการเพื่อการปฏิบัติการ กล่าวคือ ต้องเป็นการเห็นพ้องต้องกนของคนส่วนใหญ่ที่จะเข้าร่วมปฏิบัติการนั้น และเหตุผลที่คนมาร่วมปฏิบัติการได้จะต้องตระหนักวาการปฏิบัติการ ทั้งหมดโดยกลุ่ม หรือในนามของกลุ่มหรือกระทำการผ่านองค์กร ดังนั้นองค์กรจะต้องเป็นเสมือนตัวที่ทำให้การปฏิบัติการบรรลุถึงความเปลี่ยนแปลงทีต้องการ

สันติชัย เอื้อจงประสิทธิ (2551) ได้กล่าวถึงสาระสำคัญของการมีส่วนร่วมของบุคลากรว่าหมายถึง การเปิดโอกาสให้บุคลากรเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดริเริ่มตัดสินใจในการปฏิบัติงานและการร่วมรับผิดชอบในเรื่องต่างๆ อันมีผลกระทบมาถึงตัว ของบุคลากรเองการที่จะสามารถทำให้บุคลากรเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหา และนำมาซึ่งสภาพความเป็นอยู่ของบุคลากรให้ดีขึ้นนั้นผู้นำจะต้องยอมรับในปรัชญาการพัฒนาว่า มนุษย์ทุกคนมีความปรารถนาที จะอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุขได้รับการปฏิบัติอยางเป็นธรรมเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นและพร้อมทีจะอุทิศตนเพื่อกิจกรรมของส่วนรวมในองค์กร

2.5.2 ลักษณะการมีส่วนร่วม

ธนาภรณ์ เมทณีสดุดี (2553) ได้กล่าวถึงลักษณะแนวทางของการมีส่วนร่วมดังนี้ การร่วมคิด หมายถึง การมีส่วนร่วมในการประชุมปรึกษาหารือในการวางโครงการวิธีการติดตามผล การตรวจสอบและการดูแลรักษา เพื่อให้กิจกรรมโครงการสำเร็จผลตามวัตถุประสงค์ การร่วมตัดสินใจ หมายถึง เมื่อมีการประชุมปรึกษาหารือเรียบร้อยแล้ว ต่อมาจะต้องร่วมกันตัดสินใจเลือกกิจกรรมหรือแนวทางทีเห็นว่าดีทีสุดหรือเหมาะสมที่สุด การร่วมปฏิบัติตามโครงการ หมายถึง การเข้าร่วมในการดำเนินงานตามโครงการตางๆ เช่น ร่วมออกแรง ร่วมบริจาคทรัพย์ เป็นต้น การร่วมติดตามและประเมินผลโครงการ หมายถึง เมือโครงการเสร็จสินแล้วได้เข้ามามีส่วนร่วมในการตรวจตราดูแล รักษาและประเมินผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ

มณฑล จันทร์แจ่มใส (2551) ได้กล่าวถึงลักษณะของการมีส่วนร่วมไว้ว่าการ มีส่วนร่วมของบุคคลจะต้องมีและเกิดขึ้นมาโดยตลอด ทั้งนี้เริมตังแต่ขั้นตอนการมีส่วนร่วมในการวางแผนโครงการ การบริหารจัดการดำเนินงานตามแผน การเสียสละกาลัง แรงงานของบุคคลตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ กำลังเงินหรือทรัพยากรทีมีอยู่

ระชุม สุวัติถี (2551) ได้กล่าวถึงลักษณะเงื่อนไขพื้นฐานของการมีส่วนร่วมของบุคคลเกิดจากพื้นฐานดังนี้คือ เป็นบุคคลที่จะต้องมีความสามารถทีจะเข้าร่วม กล่าวคือ จะต้องเป็นผู้มี
ศักยภาพที่จะเข้าร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ อาทิเช่น จะต้องมีความสามารถในการค้นหาความต้องการ วางแผนการบริหารจัดการ การบริการองค์กรตลอดจนการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเป็นบุคคลที่มีความพร้อมที่เข้ามามีส่วนร่วม กล่าวคือ ผู้นั้นจะต้องมีสภาพทางเศรษฐกิจวัฒนธรรม และกายภาพที่เปิดโอกาสให้เข้ามามีส่วนร่วมได้ เป็นบุคคลทีมีความประสงค์จะเข้าร่วม กล่าวคือ เป็นผู้ที่มีความเต็มใจสมัคร ใจที่จะเข้าร่วมเล็งเห็นผลประโยชน์ของการเข้าร่วม จะต้องไม่เป็นการบังคับหรือผลักดันให้เข้าร่วม โดยที่ตนเองไม่ประสงค์จะเข้าร่วมเป็นบุคคลที่ต้องมีความเป็นไปได้ที่จะเข้าร่วม กล่าวคือ เป็นผู้มีโอกาสที่จะเข้าร่วมซึ่งถือว่าเป็นการกระจายอำนาจให้กับบุคคลในการตัดสินใจ และกำหนดกิจกรรมทีตนเองต้องการในระดับที่เหมาะสมบุคคลจะต้องมีโอกาสและมีความเป็นไปได้ที่จะจัดการด้วยตนเอง สำหรับลักษณะการมีส่วนร่วมของบุคคลโดยทั่วไปแล้ว ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่าง
ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วม ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพครอบครัว ระดับการศึกษา
สถานภาพทางสังคม อาชีพและรายได้ เป็นต้น

2.5.3 รูปแบบและขั้นตอนการมีส่วนร่วม

มงคล จันทร์สอง (2554) ได้กำหนดรูปแบบและขั้นตอนของการมีส่วนร่วมของบุคคล ไว้ว่าองค์ประกอบรูปแบบของการมีส่วนร่วมมีอยู่ด้าน ดังนี้ การมีส่วนร่วมจะต้องมีวัตถุประสงค์หรือจุดมุงหมายที่ชัดเจน การให้บุคคลเข้าร่วมกิจกรรมจะต้องมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ชัดเจนว่าจะทำกิจกรรมนั้นๆ ไปเพื่ออะไร ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้ตัดสินใจถูกว่าควรจะเข้าร่วมหรือไม่การมีส่วนร่วมจะต้องมีกิจกรรมเป้าหมาย การให้บุคคลเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมจะต้องระบุลักษณะของกิจกรรมว่ามีรูปแบบและลักษณะอย่างไร เพื่อให้ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถตัดสินใจได้ว่าจะเข้าร่วมกิจกรรมหรือไม่การเข้าร่วมจะต้องมีบุคคลหรือกลุ่มเป้าหมาย การที่จะให้บุคคลเข้ามามีส่วนในร่วมกิจกรรมนั้นจะต้องระบุกลุ่มเป้าหมายด้วย อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปบุคคลกลุ่มเป้าหมายมักถูกจำกัดโดยกิจกรรมและวัตถุประสงค์ของการมีส่วนร่วมอยู่แล้วเป็นพื้นฐาน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2551) ได้กำหนดรูปแบบและปัจจัยทีมีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของบุคคลในองค์กร เช่น การมีส่วนร่วมในการประชุม การมีส่วนร่วมในการเสนอปัญหา การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร การมีส่วนร่วมตัดสินใจในการเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหา การมีส่วนร่วมในการประเมินผลในกิจกรรมต่างๆ การมีส่วนร่วมในการได้รับประโยชน์

วรรณา วงษ์วานิช (2552) ได้กำหนดรูปแบบของการมีส่วนร่วมของบุคคลไว้เป็นลักษณะ คือ การมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง คือ รูปแบบที่ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วม หรือเข้ามา

เกี่ยวข้องร่วมตัดสินใจในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน จนกว่าการดำเนินงานจะ บรรลุผลเสร็จสมบูรณ์ การมีส่วนร่วมที่ไม่แท้จริง คือ รูปแบบที่ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วม หรือเข้ามาเกี่ยวข้องในลักษณะหนึ่งลักษณะใด หรือ ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง เท่านั้น โดยแท้จริงแล้วกระบวนการมีส่วนร่วมไม่อาจสามารถกระทำได้ในทุกประเด็นแต่การมีส่วนร่วมของบุคคลจะมีอยู่ในเกือบทุกกิจกรรมของสังคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจและประเด็นการพิจารณาที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขพื้นฐานการมีส่วนร่วมว่าจะต้องมีอิสรภาพ มีความเสมอภาค และมีความสามารถในการเข้าร่วมกิจกรรม เพื่อให้การมีส่วนร่วมดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการรวบรวมศึกษาข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถยกตัวอย่างและสรุปสิ่งที่มีผู้ทำการศึกษาไว้แล้ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

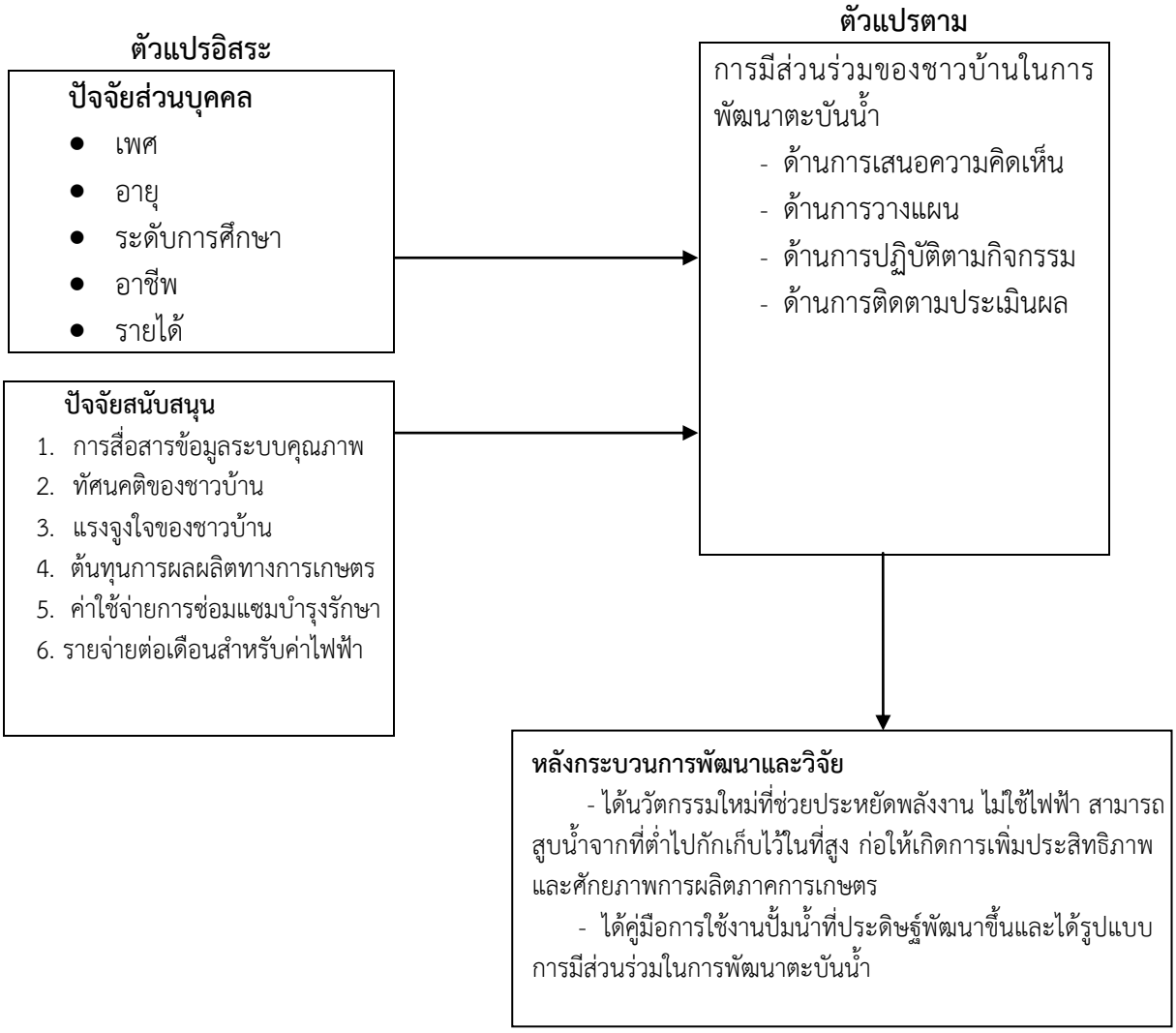
1) บรรจง (2552) ได้ทำการศึกษาเนื่องมาจากพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จทอดพระเนตรโครงการชลประทานฝายแม่มอญ อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ทรงมีพระราชกระแสว่า “ที่ฝายแห่งนี้มีน้ำดีน่าจะพิจารณาใช้พลังงานจากน้ำให้เป็นประโยชน์” เช่นเดียวกับที่ใช้ที่ฝายแม่แฝก อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเครื่องของต่างประเทศ จึงได้พระราชทานพระราชดำริให้กรมชลประทาน รื้อฟื้นดัดแปลงและประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ และน้ำไปติดตั้งใช้งานสูบน้ำให้กับเกษตรกร ได้มีการพัฒนาปั้มน้ำขึ้น 5 รุ่นและทำการศึกษาความสามารถในการสูบน้ำ ตัวอย่างรุ่น RIM 6 × 2 HD มีความสามารถในการสูบน้ำ

2) เลอพงศ์ (2552) ได้ทำการศึกษาและวิจัยโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาเอกสาร สำรวจภูมิประเทศ และได้ทำการทดลองออกแบบดัดแปลงสร้างปั้มน้ำจากพลังงานน้ำไหลขึ้น เพื่อทดลองใช้ในสภาพพื้นที่จริงในจังหวัดอุตรดิตถ์ มีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงาน มีอัตราการส่งน้ำสูงสุดที่ 2.8 ลิตร/นาที ความเหมาะสมกับพื้นที่มากที่สุด

3) จิระภัทร และคณะ (2552) ได้มีการออกแบบปรับปรุงและพัฒนาชุดควบคุมวาล์วปั้มน้ำเพื่อลดการสูญเสียของน้ำที่ปล่อยออกมาจากระบบให้น้อยลงเมื่อเทียบกับปริมาณของน้ำที่ไหลเข้าปั้มน้ำ โดยการลดแรงเสียดทานที่ลิ้นจ่ายน้ำ เพิ่มพื้นที่ของลิ้นให้มีพื้นที่ของการไหลเพิ่มขึ้น และออกแบบโดยใช้อัตราส่วนให้เหมาะสมกับชุดปั้มน้ำที่ใช้ทำการทดลอง ได้ผลจากการทดลองภายใต้ขอบเขตของการศึกษาดังนี้ แหล่งจ่ายน้ำสูง 1.5 เมตร ส่งสูง 5 เมตรได้อัตราการไหล 5731.2 ลิตรต่อวัน

4) Watt (2005) จากผลการวิจัยออกแบบ และสร้างปั้มน้ำแบบกังหันวิดน้ำ ทำให้ได้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ จากการรวบรวมข้อมูลได้มีการแนะนำการสร้างและติดตั้งปั้มน้ำไว้หลายข้อดังนี้ ต้นทุนน้ำต้องมีเฮดอย่างน้อย 1 เมตร มีอัตราการไหลอย่างน้อย 5 ลิตรต่อนาที ดังนั้นก่อนการติดตั้งต้องมีการวัดค่าอัตราการไหลเสียก่อน การเลือกความยาวของท่อส่งน้ำเข้าให้ใช้ค่าอัตราส่วนความยาวต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งน้ำอยู่ระหว่าง 150 ถึง 1000 หรือ 4 เท่าของความสูงหัวน้ำที่ต้นทุนน้ำโดยใช้ค่าที่มากกว่า และได้มีการแนะนำวิธีการแก้ไขในกรณีที่ปั้มน้ำไม่ทำงานในลักษณะต่างๆ สรุปได้ว่าเมื่อส่งน้ำสูงขึ้นประสิทธิภาพจะลดลง และระยะชักที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น แต่อัตราการไหลไม่ได้เพิ่มขึ้นเสมอไป ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของน้ำหนักลิ้นควบคุมความเร็ว ซึ่งเป็นตัวแปรที่อยู่นอกเหนือจากการศึกษานี้

2.7 สรุปกรอบแนวความคิด



บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยแบบผสมระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณกับการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงลักษณะของ อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ทั้งข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่างๆ และข้อมูลปฐมภูมิโดยการสำรวจเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ภาคสนามของแหล่งข้อมูล ซึ่งจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ชัดแจ้งและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1) การเลือกพื้นที่ที่วิจัย คือ อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ในการวิจัยที่ได้รับมอบหมายจากมหาวิทยาลัย

2) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

2.1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้แก่ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบสอบถาม ได้แก่ จำนวนประชากร จำนวนหมู่บ้าน การสัมภาษณ์ การสนทนา เสวนากลุ่มย่อยร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือองค์กรชุมชน ในพื้นที่อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี บนบริบทของชุมชนมีความเกี่ยวข้องกับโครงการเศรษฐกิจพอเพียง ปรากฏดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 การจัดเวทีชาวบ้าน

2.2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ ข้อมูลที่ผู้วิจัยจัดกระทำจากเอกสารรายงานต่างๆ และข้อมูลจากศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี

ประชากรกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีจำนวน 8,206 คน คือ หมู่บ้านที่มีการพัฒนาตะบันน้ำ ในตำบล เขาย้อย และห้วยโรง อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ผู้วิจัยได้กำหนดเทคนิคและวิธีการเลือกตัวอย่างโดยใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน (Tara Yamane, 1973 p. 125)

$$n = \frac{\mathrm{N}}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = ขนาดประชากรที่สุ่มได้จากการคำนวณ
N = จำนวนประชากรทั้งหมด
e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ .05 หรือ 95%

$$n = \frac{8{,}206}{1 + (8{,}206)(.05)^2}$$

= 381 คน

วิธีการสุ่มเนื่องจากหมู่บ้านที่มีการพัฒนาตะบันน้ำ กระจายอยู่ทั่วไปในตำบล เขาย้อย และห้วยโรง อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้แต่ละหมู่บ้านเป็นเขตแบ่งกลุ่ม ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 11 หมู่บ้าน

ตำบล	ประชากร(N)	กลุ่มตัวอย่าง (n)
เขาย้อย	5,222	242
ห้วยโรง	2,984	139
รวม	8,206	381

การที่จะได้มาซึ่งตัวอย่างจะใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสนทนากลุ่ม และแบบสังเกตการณ์ จะใช้ในการรวบรวมข้อมูลได้สร้างขึ้นมาจากกรอบแนวความคิดซึ่งกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัย เอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วม การรับรู้ ทัศนคติ และแรงจูงใจของชุมชนด้านการพัฒนาตะบันน้ำ

2) กำหนดขอบเขตและโครงสร้างของแบบสอบถามให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัย

3) สร้างแบบสอบถามตามกรอบแนวคิด และวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยอาศัยนิยามปฏิบัติการ

4) คำถามที่ใช้ได้แก่ คำถามแบบปิด (Close-ended question) และคำถามแบบเปิด (Open-ended question) เพื่อเปิดโอกาสให้ชาวบ้านได้แสดงความคิดเห็นและปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานได้อย่างเสรี

5) นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจความถูกต้อง (Content Validity)

6) แก้ไขปรับปรุงเนื้อหาแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7) นำแบบสอบถามที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายคลึงกับประชากรที่ศึกษา จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาช (Cronbach alpha coefficient)

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ
ตอนที่ 3 ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ
ตอนที่ 4 การพัฒนาตะบันน้ำ
ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะ

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ และคุณลักษณะของหมู่บ้านที่มีการพัฒนาตะบันน้ำด้วยตนเอง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ดังนี้

1) ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีถึงนายกเทศบาลตำบลเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี

2) นำหนังสือขอความอนุเคราะห์พร้อมแบบสอบถามให้กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ตอบแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถาม โดยดำเนินการด้วยตนเอง

3) ติดตามและรอรับเอกสารคืน และตรวจสอบความสมบูรณ์ของเอกสารและข้อมูล

4) ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้มีการตรวจความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล ไว้ดังนี้

ปัจจัยส่วนบุคคล/สนับสนุน	ระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ			รวม
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	
เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด รายได้ อาชีพ ทัศนคติ แรงจูงใจ				

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบแบบสอบถามทุกชุดแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการประมวลผล ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) บันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลและเครื่องคอมพิวเตอร์

2) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3) ประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติสำเร็จรูป ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นหลัก ซึ่งมีสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยสนับสนุน การมีส่วนร่วมในระบบคุณภาพ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.1.1 ค่าร้อยละ (percentage) โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร (ชัยสิทธิ์ เฉลิมมีประเสริฐ, 2538: 45)

$$\% = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ % แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถามข้อนั้น

n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด หรือจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3.4.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 56)

$$\overline{X} = \frac{\Sigma Xi}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ S.D.) ใช้เพื่อแสดงการกระจายของข้อมูล (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 87)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

3.4.2. สถิติอนุมาน (Inferential Statistics) จะใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนในด้านการสื่อสารข้อมูลระบบคุณภาพกับการมีส่วนร่วมของพนักงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)

3.4.2.1 ค่า t-Test ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ตามตัวแปร เพศ ในกรณีที่ทราบค่าความแปรปรวนของกลุ่ม ตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แบบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเป็นอิสระแก่กัน (Independent Sample) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์, 2543: 136)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
t แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\overline{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1
$\overline{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2
n_1 แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
n_2 แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

3.4.2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 2 กลุ่ม ตามตัวแปรอายุ ระดับการศึกษาชั้นสูงสุด สถานภาพสมรส ตำแหน่งความรับผิดชอบ ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way Analysis of Variance) (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 266-268)

$$F = \frac{MS_B}{MS_W}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบนัยสำคัญ
MS_B แทน ค่าประมาณของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
MS_W แทน ค่าประมาณของความแปรปรวนภายในกลุ่ม
$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$
$MS_W = \frac{SS_W}{n-1}$
SS_B แทน ผลรวมของกำลังสองระหว่างกลุ่ม

SS_w แทน ผลรวมของกำลังสองภายในกลุ่ม
K แทน จำนวนกลุ่ม
n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
(k-1) Degree of freedom สำหรับการผันแปรระหว่างกลุ่ม
(n-1) Degree of freedom สำหรับการผันแปรภายในกลุ่ม

3.4.2.3 ทดสอบความสัมพันธ์ Pearson สถิติที่ใช้หาค่า Correlation เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้สถิติค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายของ Pearson โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (สุณี รักษาเกียรติศักดิ์, 2539: 117)

$$r = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\left[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\right]\left[n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\right]}}$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ΣX แทน ผลรวมของคะแนนชุด X (รายข้อ Item) ของกลุ่มตัวอย่าง
ΣY แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y (รายข้อ Total) ของทั้งกลุ่ม
ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
ΣY^2 แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
ΣXY แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
n แทน จำนวนคน หรือกลุ่มตัวอย่าง

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าระหว่าง $-1 < r < 1$

ค่า r เป็นลบแสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน

ค่า r เป็นบวกแสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

ค่า r มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันมาก

ค่า r มีค่าเข้าใกล้ -1 หมายถึง X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทาง และมีความสัมพันธ์กันมาก

ถ้าค่า r = 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

และระดับความสัมพันธ์ สามารถอธิบายได้ดังนี้ (วิรัช วรรณรัตน์, 2535: 238)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		**ระดับความสัมพันธ์**
0.90 – ขึ้นไป	ถือว่า	สัมพันธ์สูงมาก
0.70 – 0.89	ถือว่า	สัมพันธ์สูง
0.30 – 0.69	ถือว่า	สัมพันธ์ปานกลาง
ต่ำกว่า 0.30	ถือว่า	สัมพันธ์ต่ำ
0.00	ถือว่า	ไม่สัมพันธ์

3.5 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยในรูปของการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วแปลผลตามความเป็นจริง พร้อมทั้งมีการนำเสนอผลในรูปของแผนภูมิ แผนภาพบ้าง

3.6 การจัดทำคู่มือการใช้งาน

คู่มือประกอบการใช้งานจะทำขึ้นเพื่อให้เกษตรและผู้ที่สนใจ เกิดความเข้าใจในการใช้งานตะบันน้ำได้ง่ายขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้ถูกต้องปลอดภัย ทางคณะผู้จัดทำจะได้อธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการใช้งาน ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องรวมถึงวิธีการบำรุงรักษาตะบันน้ำ

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ส่วนประกอบของไฮดรอลิคแรมชุด ในการออกแบบสร้างและการทำการทดสอบไฮดรอลิกแรมชุดสาธิตนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานต้องพิจารณาขนาดของเครื่องสูบน้ำที่จะสร้างขึ้น และเน้นที่วัสดุหาได้ง่ายตามท้องตลาดเพื่อสะดวกแก่ผู้ที่สนใจจะลองนำไปประกอบเอง โดยพิจารณาถึงความสามารถในการรับแรงเค้น แรงดันของถังเก็บความดัน (Pressure tank) รวมไปถึงความแข็งแรงและทนทาน อีกทั้งยังอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาประกอบด้วยในการจัดทำโครงงานไฮดรอลิกแรม เพื่อการศึกษาวิเคราะห์ระบบสูบน้ำพลังงานน้ำ ด้วยกระบวนการ ไฮดรอลิกแรม การดำเนินงานได้จัดทำระบบสูบน้ำพลังน้ำด้วยไฮดรอลิคแรมพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นชุดสาธิตเพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ระบบสูบน้ำ ในการศึกษาวิเคราะห์โครงงานจะต้องนำทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณของสมการต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงจะได้ผลลัพธ์ โดยปฏิบัติตามดังนี้

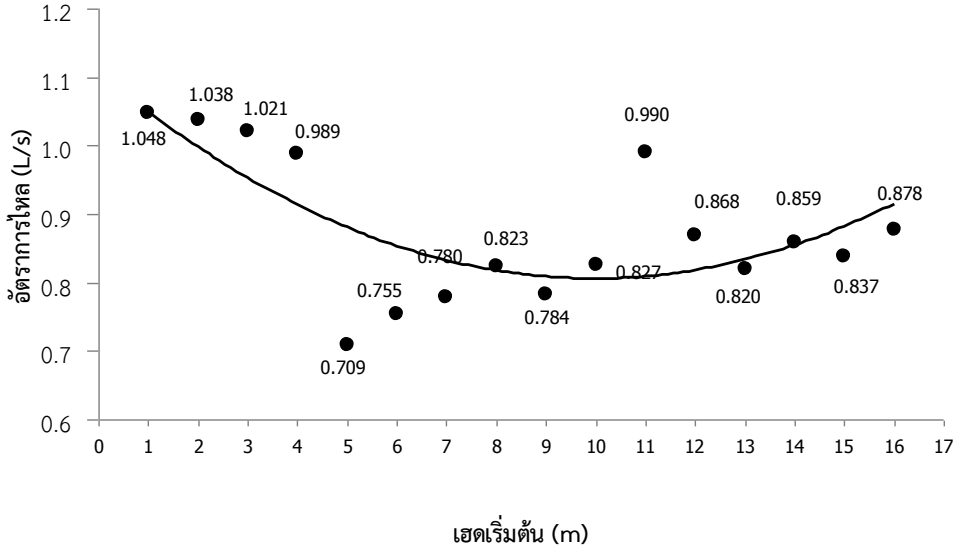
การทดลองเครื่องสูบไฮดรอลิคแรมขนาดท่อ 2 นิ้วสูบน้ำขึ้น 4 เมตร และระดับแหล่งน้ำที่ไหลเข้าเครื่องสูบไฮดรอลิคแรมที่ 1 เมตร

จากการคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดของน้ำทิ้งโดยวิธีพื้นที่สามเหลี่ยมดังแสดงวิธีการคำนวณไว้ในภาคผนวก ก ได้เท่ากับ 0.00194 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีและได้ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 0.770 เมตรต่อวินาที มีReynolds Number เท่ากับ 4.82×10^4 ดังนั้นชนิดการไหลเป็นแบบ Turbulent flow เพราะ Reynolds Number มากกว่า 2000 และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด (Friction factor) เท่ากับ 0.02 และมีการสูญเสียภาพในท่อ การสูญเสียทางความยาวท่อเท่ากับ 0.073 เมตรและการสูญเสียภายในข้อต่อข้องอเท่ากับ 0.248 เมตร การหาความเร็วของคลื่นความดัน (Pressure wave) เท่ากับ 1,232.72 เมตรต่อวินาที ดังนั้นค่าความดันสูงสุดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก Water hammer เท่ากับ 949,194 นิวตันต่อตารางเมตรและมีเวลาวิกฤติเท่ากับ 0.002 วินาที และเวลาในการปิดวาล์วควบคุมความเร็วเท่ากับ 0.06 วินาทีจึงได้ค่าความดันที่เกิดขึ้นจริงเนื่องจาก Water hammer เท่ากับ 31,639.81 นิวตันต่อตารางเมตร หรือ 3.22 เมตร

4.1 การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น

สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้นดังภาพที่ 4.1 การวิเคราะห์ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น ปริมาณน้ำทิ้งที่ทดลองพบว่าปริมาณน้ำทิ้งมีความแตกต่างกันไม่มาก ในการทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 2.5 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.8646 ลิตรต่อวินาที การทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 2.0 เมตรมีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.8696 ลิตรต่อวินาที การทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 1.5 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.7673 ลิตรต่อวินาที และการทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 1.0 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 1.024 ลิตรต่อวินาที และมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.3371 ลิตรต่อวินาที

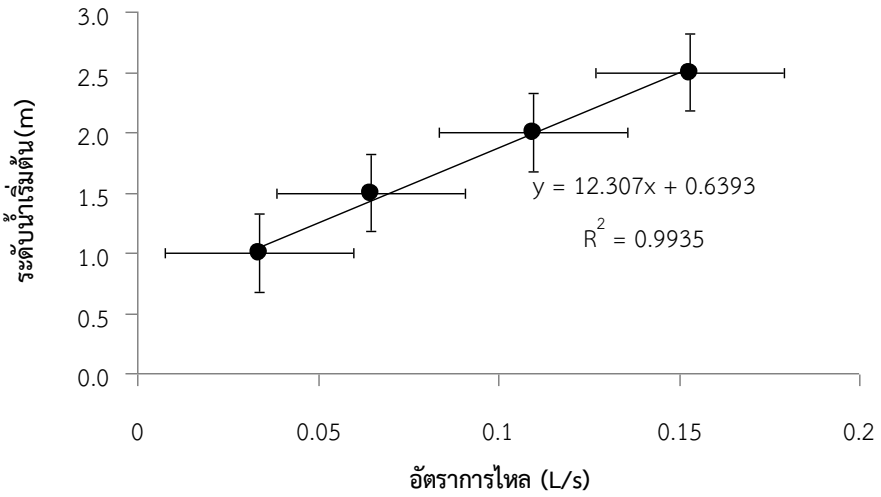
สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำทิ้งที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากจังหวะการกระแทกของวาล์วน้ำทิ้งถ้าใช้น้ำหนักกดช่องลิ้นวาล์วมากไปจะทำให้เกิดการกระแทกของลิ้นวาลว์น้ำทิ้งที่ช้านี้ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำทิ้งที่มาก



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น

4.2 การศึกษาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งได้ 5 เมตร

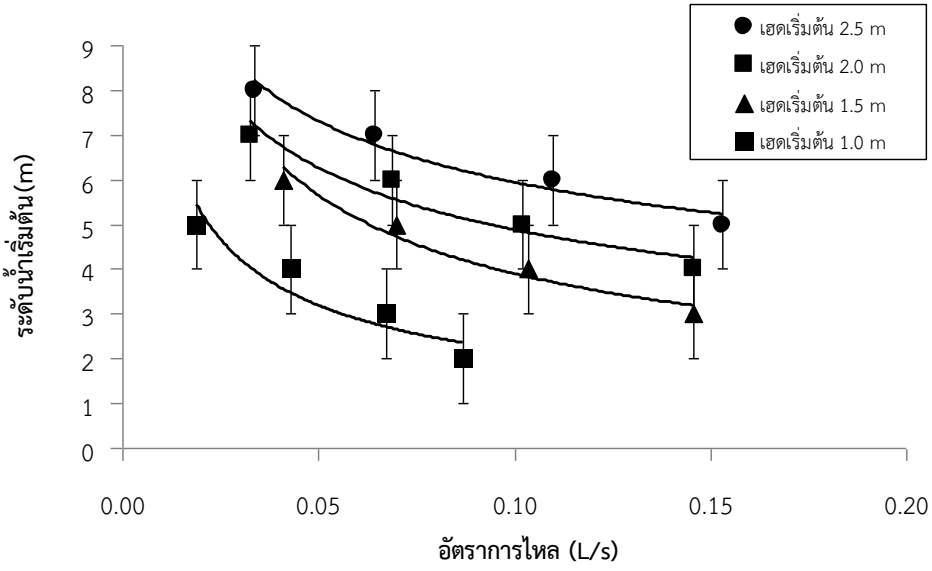
สามารถแสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งได้ 5 เมตรดังภาพที่ 4.2 การวิเคราะห์ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งได้ 5 เมตร ในการใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นพบว่ามี R^2 เท่ากับ 0.9922 ในขณะที่เพิ่มเฮดเริ่มต้นและระดับการส่งเท่าเดิมจะพบว่ามีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นแปรผันตามเฮดเริ่มต้น เช่นผลการทดลองที่เฮดเริ่มต้น 1 เมตร และเฮดเริ่มต้น 1.5 เมตร ได้ผลต่างของอัตราการไหลเท่ากับ 0.051 ลิตรต่อวินาที และเฮดเริ่มต้น 2.0 เมตร ได้ผลต่างของอัตราการไหลเท่ากับ 0.083 ลิตรต่อวินาที เป็นต้น และมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น 63 เปอร์เซ็นต์ ที่การเปลี่ยนแปลงเฮดเริ่มต้นจาก 1.5 เมตรเป็น 2.0 เมตร มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น 61 เปอร์เซ็นต์ ที่การเปลี่ยนแปลงเฮดเริ่มต้นจาก 2.0 เมตรเป็น 2.5 เมตรจะได้ว่าการเพิ่มเฮดเริ่มต้นทำให้ได้อัตราการไหลค่อนข้างจะเป็นเส้นตรง



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งได้ 5 เมตร

4.3 การศึกษากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง

สามารถแสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง ดังภาพที่ 4.3 วิเคราะห์ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูงจากภาพที่ 4.3 พบว่า เมื่อมีการเพิ่มระดับการสูบทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำลดลงที่ระดับเฮดเริ่มต้นเท่าเดิม เช่น เฮดเริ่มต้น 2.5 เมตรที่ระดับการสูบ 8 เมตรสูญเสียน้ำไปเท่ากับ 96.13 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 7 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 92.45 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 6 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 87.23 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 5 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 81.97 เปอร์เซ็นต์ และที่เฮดเริ่ม 2.0 ,1.5 และ 1.0 เมตร มีการสูญเสียน้ำลักษณะเดียวกัน เป็นต้น



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง

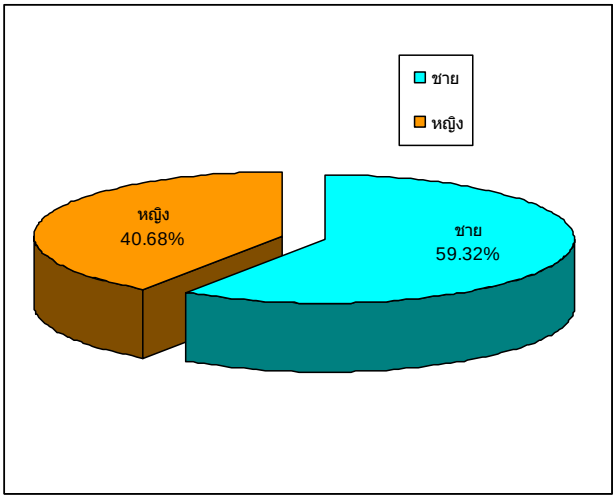
4.4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ เกษตรกร และชาวบ้านที่อาศัยในเขต อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 11 หมู่บ้าน ซึ่งมีลักษณะข้อมูลทั่วไปปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวน ร้อยละ เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	226	59.32
หญิง	155	40.68
รวม	**381**	**100.00**

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 381คน เป็นเพศชายร้อยละ 59.32 ส่วนที่เป็นเพศหญิงมีร้อยละ 40.68 ปรากฏดังแผนภูมิต่อไปนี้

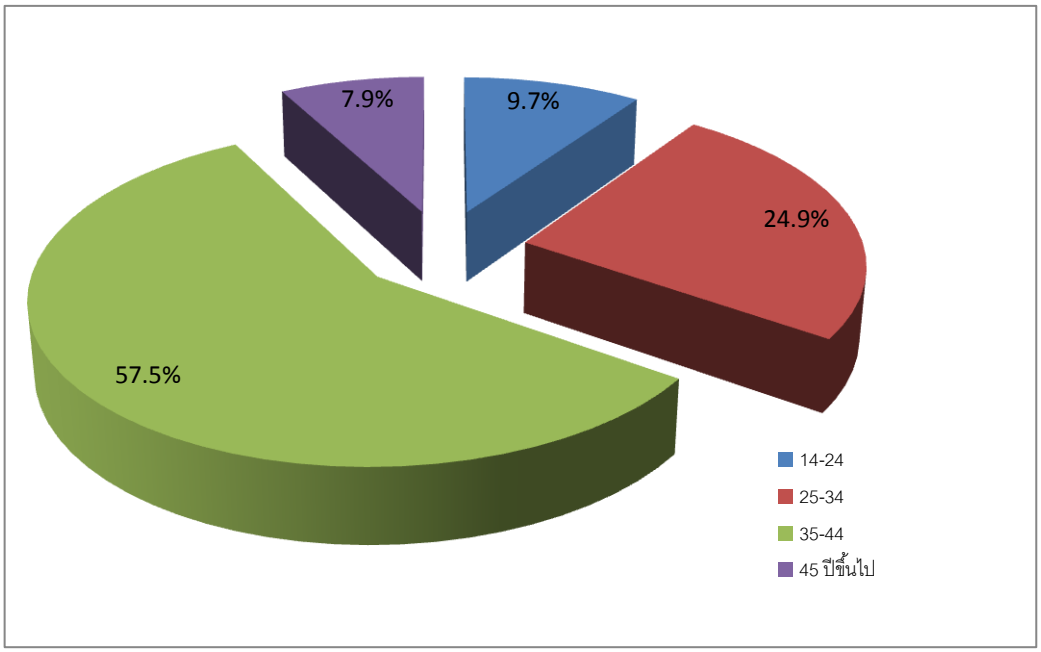


รูปที่ 4.4 แสดงร้อยละของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.2 จำนวน ร้อยละ อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
14-24	37	9.71
25-34	95	24.93
35-44	219	57.48
45 ปีขึ้นไป	30	7.87
รวม	**381**	**100.00**

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุระหว่าง 25-34 ปี มีร้อยละ 24.93 รองลงมาอายุระหว่าง 35-44 ปี ร้อยละ 57.48 ส่วนอายุ 14 ปี ร้อยละ 9.71 โดยอายุต่ำสุด 45 ปี ขึ้นไป และอายุสูงสุด 56 ปี มีอายุต่ำสุด 14 ปี อายุสูงสุด 56 ปี อายุเฉลี่ย($\bar{x}$)32.83 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) 7.97 ปี อายุที่มีจำนวนมากสุด(Mode) 28 ปี อายุอยู่ตรงกลาง(Medium) 31 ปี พิสัย(range) 42 ปี ปรากฏดังแผนภูมิต่อไปนี้

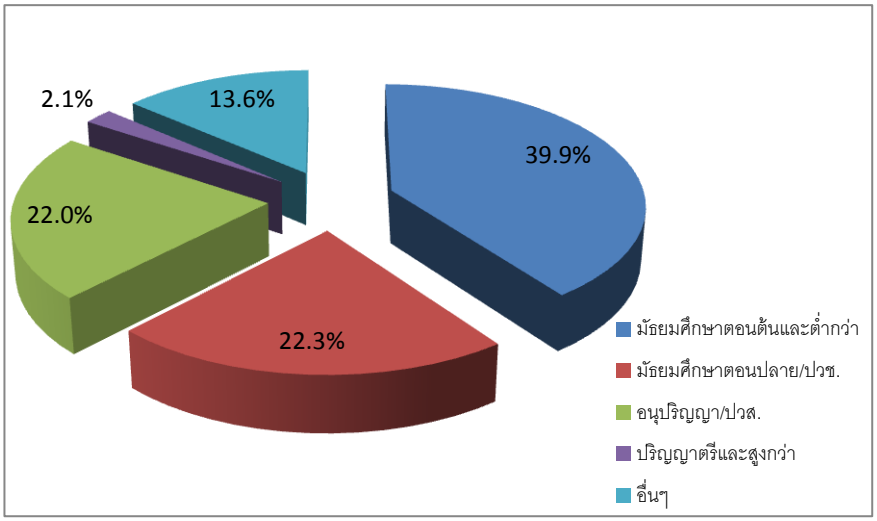


รูปที่ 4.5 แสดงร้อยละของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.3 จำนวน ร้อยละ ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
มัธยมศึกษาตอนต้นและต่ำกว่า	152	39.90
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	84	22.05
อนุปริญญา/ปวส.	52	13.65
ปริญญาตรีและสูงกว่า	8	2.10
อื่นๆ	85	22.31
รวม	**381**	**100.00**

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีร้อยละ 39.90 รองลงมามีการศึกษาระดับอื่นๆ ร้อยละ 22.31 ส่วนการศึกษาระดับปริญญาตรีและสูงกว่า มีร้อยละ 2.10 ปรากฏดังแผนภูมิต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แสดงร้อยละระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของเกษตรกร

ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามปิด(Close-ended question) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของเกษตรกร ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 จำนวน ร้อยละ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของเกษตรกร

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					รวม
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1	ตะบันน้ำเป็นเครื่องมือในการขุดคลอง	36 (9.4)	195 (51.2)	130 (34.1)	17 (4.5)	3 (0.8)	381 (100.0)
2	ท่านใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า	22 (5.8)	201 (52.8)	132 (34.6)	17 (4.5)	9 (2.4)	381 (100.0)
3	ตะบันน้ำเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น	20 (5.2)	112 (29.4)	155 (40.7)	76 (19.9)	18 (4.7)	381 (100.0)
4	ตะบันน้ำเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาในประเทศไทย	28 (7.3)	182 (47.8)	119 (31.2)	40 (10.5)	12 (3.1)	381 (100.0)
5	ตะบันน้ำสูบน้ำได้มากกว่าเครื่องสูบน้ำชนิดอื่นๆ	28 (7.3)	127 (33.3)	162 (42.5)	50 (13.1)	14 (3.7)	381 (100.0)
6	ท่านมีค่าใช้จ่ายจากปั้มน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	30 (7.9)	116 (30.4)	166 (43.6)	55 (14.4)	14 (3.7)	381 (100.0)
7	การพัฒนา คือ การเปลี่ยนแปลงสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ดีขึ้น	22 (5.8)	88 (23.1)	182 (47.8)	68 (17.8)	21 (5.5)	381 (100.0)
8	ต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการผลิต หรือบริการ	40 (10.5)	154 (40.4)	142 (37.3)	36 (9.4)	9 (2.4)	381 (100.0)
9	การตะบันน้ำ คือ การที่น้ำไหลมากระแทกกับอากาศ	36 (9.4)	195 (51.2)	130 (34.1)	17 (4.5)	3 (0.8)	381 (100.0)
10	ราคาในการสร้างตะบันน้ำสูงกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ	22 (5.8)	201 (52.8)	132 (34.6)	17 (4.5)	9 (2.4)	381 (100.0)

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำในทัศนะของเกษตรกรตามข้อ 2) และ ข้อ 10 คือ เกษตรกรมีการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า (52.8%) และเข้าใจว่าราคาในการสร้างตะบันน้ำสูงกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ (52.8%) ตามลำดับ

4.6 การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร

ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามปิด(Close-ended question) เพื่อวัดความคิดเห็นความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวน ร้อยละ ความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร

ข้อที่	ข้อความ	การมีส่วนร่วม		
		ร่วม	ไม่ร่วม	รวม
1	ท่านเข้าร่วมเวทีประชุมการพัฒนาตะบันน้ำ	209 (54.9)	172 (45.1)	381 (100.0)
2	ท่านเข้าร่วมในการเสนอปัญหาการใช้น้ำ	260 (68.2)	121 (31.8)	381 (100.0)
3	ท่านเข้าร่วมในการตัดสินใจพัฒนาตะบันน้ำ	261 (68.5)	120 (31.5)	381 (100.0)
4	ท่านเข้าร่วมเสนอแนะความคิดเห็นเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ	278 (73.0)	103 (27.0)	381 (100.0)
5	ท่านมีร่วมแสดงเหตุผลในสิ่งที่ไม่เห็นด้วย	110 (28.9)	271 (71.1)	381 (100.0)
6	ร่วมวางแผนกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาตะบันน้ำ	279 (73.2)	102 (26.8)	381 (100.0)
7	ร่วมกำหนดกิจกรรมต่างๆ ที่จะทำร่วมกันในการพัฒนาตะบันน้ำ	205 (53.8)	176 (46.2)	381 (100.0)
8	ร่วมกำหนดรูปแบบและขั้นตอนดำเนินงานเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ	227 (59.6)	154 (40.4)	381 (100.0)
9	ร่วมในการจัดตัวบุคลากรให้รับผิดชอบเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ	216 (56.7)	165 (43.3)	381 (100.0)
10	ร่วมวางแผนจัดหาทุนเพื่อการพัฒนาตะบันน้ำ	242 (63.5)	139 (36.5)	381 (100.0)
11	ร่วมดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ในการพัฒนาตะบันน้ำ	209 (54.9)	172 (45.1)	381 (100.0)
12	ร่วมบริจาคทรัพย์ในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน	70 (18.4)	311 (81.6)	381 (100.0)
13	ร่วมหาระดมทุนในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน	125 (32.8)	256 (67.2)	381 (100.0)
14	ร่วมออกทำงานร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน	269 (70.6)	112 (29.4)	381 (100.0)
15	ร่วมจัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ	268 (70.3)	113 29.7)	381 (100.0)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรจะเข้าร่วมกิจกรรมดังนี้มากที่สุดข้อ4) ท่านเข้าร่วมเสนอแนะความคิดเห็นเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ(73.0%) ข้อ6)ร่วมวางแผนกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาตะบันน้ำ(73.2%) ข้อ14)ร่วมออกทำงานร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน(70.6%) และข้อ15)ร่วมจัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ(70.3%)

4.7 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร

ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามปิด(Close-ended question) เพื่อวัดความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 จำนวน ร้อยละ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					รวม
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1	ท่านควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	22 (5.8)	119 (31.2)	208 (54.6)	29 (7.6)	3 (0.8)	381 (100.0)
2	หน่วยงาน อบต.ควรจัดงบประมาณพัฒนาตะบันน้ำ	28 (7.3)	154 (40.4)	173 (45.4)	22 (5.8)	4 (1.0)	381 (100.0)
3	การพัฒนาตะบันน้ำมีคุณค่าทางภูมิปัญญาท้องถิ่น	21 (5.5)	38 (10.0)	148 (38.8)	100 (26.2)	74 (19.4)	381 (100.0)
4	ตะบันน้ำเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้	104 (27.3)	173 (45.4)	90 (23.6)	4 (1.0)	10 (2.6)	381 (100.0)
5	ควรมีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา	88 (23.1)	146 (38.3)	97 (25.5)	24 (6.3)	26 (6.8)	381 (100.0)
6	ควรมีคณะกรรมการออกแบบและพัฒนาตะบันน้ำ	36 (9.4)	103 (27.0)	175 (45.9)	50 (13.1)	17 (4.5)	381 (100.0)
7	สอนลูกหลานสร้างและเห็นคุณค่าในการใช้ตะบันน้ำ	44 (11.5)	109 (28.6)	174 (45.7)	40 (10.5)	14 (3.7)	381 (100.0)
8	ทำการประชาสัมพันธ์การพัฒนาตะบันน้ำ	67 (17.6)	185 (48.6)	111 (29.1)	14 (3.7)	4 (1.0)	381 (100.0)
9	ควรจัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน	84 (22.0)	200 (52.5)	82 (21.5)	15 (3.9)	0 (0.0)	381 (100.0)
10	มีการประกวดแข่งขันตะบันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุด	21 (5.5)	100 (26.2)	215 (56.4)	33 (8.7)	12 (3.1)	381 (100.0)
11	มีการให้ความรู้คุณค่าของการใช้ตะบันน้ำ	30 (7.9)	108 (28.3)	175 (45.9)	50 (13.1)	17 (4.5)	380 (100.0)
12	ควรสร้างแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ทันสมัยเสมอ	40 (10.5)	109 (28.6)	174 (45.7)	44 (11.5)	14 (3.7)	381 (100.0)
13	จัดให้มีประกวดส่งเสริมตะบันน้ำในภาคเกษตรทุกปี	63 (16.5)	146 (38.3)	97 (25.5)	49 (12.9)	26 (6.8)	381 (100.0)
14	ควรมีการจัดตั้งกองทุนการพัฒนาตะบันน้ำ	62 (16.3)	185 (48.6)	116 (30.4)	14 (3.7)	4 (1.0)	381 (100.0)
15	มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยมาพัฒนาตะบันน้ำ	26 (6.8)	100 (26.2)	210 (55.1)	33 (8.7)	12 (3.1)	381 (100.0)

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรเป็นดังนี้มากที่สุด ข้อ 4) ตะบันน้ำเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้(45.4%) ข้อ 5) ควรมีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา(38.3%) ข้อ 9) ควรจัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน(52.5%)

4.8 ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ คือ เกษตรกรที่ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยสนับสนุนแตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ โดยใช้สถิติchi-square test ที่ได้กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือระดับความเชื่อมั่น 95%ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ

เพศ	ระดับการมีส่วนร่วม			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	รวม
ชาย	33	117	66	216
	(15.3)	(54.2)	(30.6)	(100.0)
หญิง	20	90	45	155
	(12.9)	(58.1)	(29.0)	(100.0)
จำนวน	53	217	111	381
	(13.9)	(57.0)	(29.1)	(100.0)

x^2=5.672, df =1 , p = .715

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเพศไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ เพศไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ

อายุ	ระดับการมีส่วนร่วม			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	รวม
14-24	3	24	10	37
	(27.0)	(64.9)	(8.1)	(100.0)
25-34	21	112	76	209
	(10.0)	(53.6)	(36.4)	(100.0)
35-44	22	53	20	95
	(23.2)	(55.8)	(21.1)	(100.0)
45 ขึ้นไป	7	18	5	30
	(23.3)	(60.0)	(16.7)	(100.0)
จำนวน	53	217	111	381
	(13.9)	(57.0)	(29.1)	(100.0)

x^2=18.654, df = 3 , p = .005

จากตารางที่ 4.8 พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ อายุมีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ โดยมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการศึกษากับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ

ระดับการศึกษา	ระดับการมีส่วนร่วม			
	มาก	**ปานกลาง**	**น้อย**	**รวม**
มัธยมต้นและต่ำกว่า	14	47	24	109
	(16.5)	(55.3)	(28.2)	(100.0)
มัธยมปลาย/ปวช.	11	49	24	84
	(13.1)	(58.3)	(28.6)	(100.0)
อนุปริญญา/ปวส.	3	32	17	52
	(5.8)	(61.5)	(32.7)	(100.0)
ป.ตรี และอื่น ๆ	25	79	46	150
	(16.7)	(52.7)	(30.7)	(100.0)
จำนวน	53	217	111	381
	(13.9)	(57.0)	(29.1)	(100.0)

x^2 = 4.567, df =3 , p =.600

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ระดับการศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ ระดับการศึกษาไม่มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ, ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ, แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำกับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการพัฒนาตะบันน้ำ

	การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	
	r	**p-value**
การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ	.456	.000
ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ	.134	.005
แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ	.381	.000

จากตารางที่ 4.10 พบว่า การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ส่วนด้าน ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

4.9 ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเปิด (Open-ended question) เพื่อเปิดโอกาสให้เกษตรกรที่เป็นตัวอย่างได้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรี ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 จำนวนร้อยละข้อเสนอแนะที่จะพัฒนาการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกร

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการมีส่วนร่วม	จำนวน	ร้อยละ
1	เกษตรกรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการพัฒนาตะบันน้ำ	3	12.5
2	ให้มีการฝึกอบรมให้ความรู้การพัฒนาตะบันน้ำกับทุกคน	12	50.0
3	ให้เกษตรกรทุกคนมีความตระหนักในการพัฒนาตะบันน้ำ	3	12.5
4	ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ตะบันน้ำเหมาะสม	1	4.2
5	มีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา	1	4.2
6	จัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน	1	4.2
7	ออกทำงานร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน	1	4.2
8	มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน	1	4.2
9	จัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ	1	4.2

จากตารางที่ 4.11 พบว่า เกษตรกรที่ตอบคำถามข้อนี้มีจำนวน 24 คน ได้ให้ข้อเสนอแนะอันดับที่ 1 คือ ให้มีการฝึกอบรมให้ความรู้การพัฒนาตะบันน้ำกับทุกคนร้อยละ 50.0 อันดับ 2 คือ เกษตรกรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการพัฒนาตะบันน้ำ และให้เกษตรกรทุกคนมีความตระหนักในการพัฒนาตะบันน้ำร้อยละ 12.5 เท่ากัน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย (Research Summary)

จากปัญหาในอดีตที่ผ่านมาปัญหาความยากจนภาคเกษตรกรรมระดับรากหญ้า ของเกษตรกรอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ที่ต้องพึ่งพาน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ในการเพิ่มผลผลิตทั้งยังมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือมีน้ำมากเกินความต้องการในบางฤดู ทำให้เกษตรกรทำการเกษตรได้บางฤดูกาล ถ้าไม่มีการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก็ยากที่จะขจัดปัญหาความยากจนจากเกษตรกรของประเทศ ในระยะยาวได้ ปัจจุบันเกษตรกรในอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี มีการใช้เครื่องสูบน้ำในภาคเกษตรทุกครัวเรือนและส่วนใหญ่มักนิยมใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาผันน้ำเข้าสู่ไร่นาเป็นหลัก ทำให้มีค่าใช้จ่ายอันเนื่องมา จากการใช้พลังงานและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ผลที่เกิดขึ้นคือต้นทุนการผลิตภาคเกษตรเพิ่มขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษา การพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรม เพื่อพัฒนาบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยจะพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการดลของน้ำ ซึ่งจะอาศัยพลังงานจากธรรมชาติเป็นตัวสร้างพลังงานเพื่อที่จะปั๊มน้ำส่งไปยังระดับที่สูงกว่า โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ระบบนี้เป็นกระบวนการอัตโนมัติและต่อเนื่อง โดยอาศัยแรงกระแทกจากน้ำ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย โดยมีสมมติฐานการวิจัยคือ เกษตรกรมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำแตกต่างกัน และเกษตรกรที่ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยสนับสนุนแตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ตลอดจนมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ 2) เพื่อเพื่อออกแบบและสร้างปั๊มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำ 3) เพื่อพัฒนาตะบันน้ำสำหรับใช้ในเกษตรกรรม 4) เพื่อทราบปัญหา อุปสรรคแรงจูงใจ และแนวทางแก้ไขการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ 5) เพื่อจัดทำคู่มือการใช้ตะบันน้ำที่ใช้หลักการแรงดลของมวลน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยแบบผสมระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณกับการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงลักษณะของ อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ทั้งข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่างๆ และข้อมูลปฐมภูมิโดยการสำรวจเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ภาคสนามของแหล่ง ข้อมูล ใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสนทนากลุ่ม และแบบสังเกตการณ์ซึ่งจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ชัดแจ้งและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นหลัก ซึ่งมีสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่เป็นข้อค้นพบได้ดังต่อไปนี้

1) จากผลการทดลองที่ระดับความสูงของแหล่งน้ำเริ่มต้นที่ 1 เมตร 1.5 เมตร 2 เมตรและ 2.5 เมตรจะพบว่าที่ระดับ 1 เมตร สามารถส่งขึ้นได้ระดับ 5 เมตรและได้อัตราการไหล เท่ากับ 1,673.84 ลิตรต่อวัน และที่ระดับ 1.5 เมตร สามารถส่งขึ้นได้ระดับ 6 เมตรและได้อัตราการไหลเท่ากับ 4,116.74 ลิตรต่อวันและที่ระดับ 2.0 เมตรและสามารถส่งขึ้นได้ระดับ 7 เมตร และได้อัตรา

การไหล เท่ากับ 3,116.74 ลิตรต่อวัน จากการทดลองพบว่าในแต่ละระดับแหล่งน้ำและในแต่ละระดับจ่ายน้ำที่ส่งได้ เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพลดลงและอัตราการไหลใกล้เคียงกัน เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพลดลง และอัตราการไหลใกล้เคียงกัน ทั้งนี้การกระแทกของลิ้นที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่อัตราการไหลไม่ได้เพิ่มขึ้นเสมอไป นอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของน้ำหนักกดของลิ้นควบคุมความเร็ว รวมทั้งพื้นที่หน้าตัดของวาล์วจ่ายน้ำที่เหมาะสมอีกด้วย

2) ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 381 คน เป็นเพศชายร้อยละ 59.32 ส่วน ที่เป็นเพศหญิงมีร้อยละ 40.68 และพบว่า เพศไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ เพศไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

3) ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุระหว่าง 25-34 ปี มีร้อยละ 24.93 รองลงมาอายุระหว่าง 35-44 ปี ร้อยละ 57.48 ส่วนอายุ 14 ปี ร้อยละ 9.71 และมีอายุต่ำสุด 14 ปี อายุสูงสุด 56 ปี อายุเฉลี่ย($\bar{X}$) 32.83 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) 7.97 ปี และพบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ อายุมีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

4) ผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีร้อยละ 39.90 รองลงมามีการศึกษาระดับอื่นๆ ร้อยละ 22.31 ส่วนการศึกษาระดับปริญญาตรีและสูงกว่า มีร้อยละ 2.10 และพบว่า ระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ ระดับการศึกษาไม่มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรมีการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้า 52.8% ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ 47.2% และเข้าใจว่าราคาในการสร้างตะบันน้ำสูงกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ ตามลำดับ สำหรับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรจะเข้าร่วมกิจกรรมมากที่สุด คือ การเข้าร่วมเสนอแนะความคิดเห็นเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ ร่วมวางแผนกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาตะบันน้ำ ออกทำงานร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน และร่วมจัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรมากที่สุด คือ ตะบันน้ำเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ ควรมีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา และควรจัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน

6) การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ส่วนด้านทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย (Research Discussion)

จากผลการทดลองที่ระดับความสูงของแหล่งน้ำเริ่มต้นที่ 1 เมตร 1.5 เมตร 2 เมตรและ 2.5 เมตรจะพบว่าที่ระดับ 1 เมตร สามารถส่งขึ้นได้ระดับ 5 เมตรและได้อัตราการไหล เท่ากับ 1,673.84 ลิตรต่อวันและที่ระดับ 1.5 เมตร สามารถส่งขึ้นได้ระดับ 6 เมตรและได้อัตราการไหลเท่ากับ 4,116.74 ลิตรต่อวันและที่ระดับ 2.0 เมตรและสามารถส่งขึ้นได้ระดับ 7 เมตร และได้อัตราการไหลเท่ากับ 3,116.74 ลิตรต่อวัน จากการทดลองพบว่าในแต่ละระดับแหล่งน้ำและในแต่ละระดับจ่ายน้ำที่ส่งได้ เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพลดลงและอัตราการไหลใกล้เคียงกัน เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพลดลง และอัตราการไหลใกล้เคียงกัน ทั้งนี้การกระแทกของลิ้นที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่อัตราการไหลไม่ได้เพิ่มขึ้นเสมอไป นอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของน้ำหนักกดของลิ้นควบคุมความเร็ว รวมทั้งพื้นที่หน้าตัดของวาล์วจ่ายน้ำที่เหมาะสมอีกด้วย

ผลการวิจัยพบว่า เพศ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แต่อายุมีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพสังคมทุกวันนี้ทั้ง เพศชาย และหญิงมีการทำการเกษตร และเผชิญกับปัญหาอย่างเดียวกัน และต้องการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำเหมือนกัน แต่ระดับอายุมีผลกับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ เพราะ ช่วงระดับอายุของผู้ที่ทำอาชีพเกษตรจะอยู่ในช่วงวัยกลางคน หากอายุน้อยและมากเกินไป จะไม่ได้ทำอาชีพเกษตรไม่มีความเดือดร้อนในการต้องจัดหาน้ำสำหรับการเกษตร จึงไม่สนใจและไม่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของเกียรติศักดิ์ เรือนทองดี (2556 : 12-13) เสนอว่า การที่บุคคลจะเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมใด ๆ นั้นจะมีเหตุผลสำคัญ คือ การมองเห็นว่าตนจะได้รับผลตอบแทนในสิ่งที่ทำไป และการได้รับการบอกกล่าวหรือได้รับการชักชวนจากบุคคลอื่นให้เข่าร่วม และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุวรรรณี คงทอง (2558 : 21) เสนอว่าปัจจัยส่วนบุคคล เช่น ระดับเพศชายและหญิง นั้นไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมใดๆ ดังนั้น การมองเห็นช่องทางในการมีส่วนร่วมและมองเห็นประโยชน์ที่จะได้รับ หลังจากการมีส่วนร่วมนั้นมีความ สำคัญมากในการตัดสินใจที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมใดๆ ตลอดจนพื้นฐานทางด้านโครงสร้างของช่องทางการมีส่วนร่วม จึงควรมีลักษณะของการเปิดโอกาสให้ทุกคนทุกเพศ ทุกวัย ทุกระดับอายุ ได้มีโอกาสเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะปันน้ำที่เป็นของชุมชน ในส่วนของระดับการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความหลากหลายทางระดับการศึกษาอยู่ด้วยกัน และการพัฒนาตะบันน้ำสามารถทำได้ทุกระดับการศึกษา ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้น ปัจจัยส่วนบุคคลในด้านระดับการศึกษาในครั้งนี้ จึงเป็นปัจจัยโดยอ้อมที่ส่งเสริมให้บุคคลเกิดความรู้ความสามารถ เป็นตัวแปรสะท้อนความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรม พื้นฐานทางสังคมเศรษฐกิจ ระดับการศึกษา อายุ เชื้อชาติ และเพศ เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การดำเนินกิจกรรมหรือโครงการต่างๆขององค์กรประสบผลสำเร็จ

สำหรับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรมีการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า และเข้าใจว่าราคาในการสร้างตะบันน้ำสูงกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ที่ผ่านมาเกษตรกรยังไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง เชิงลึก ข้อดี ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้ตะบันน้ำทำให้มีความเชื่อที่ผิด และไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง สำหรับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรจะเข้าร่วมกิจกรรม คือ การเข้าร่วมเสนอแนะความคิดเห็นเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ ร่วมวางแผนกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาตะบันน้ำ ออกทำงานร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน และร่วมจัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรมากที่สุด คือ ตะบันน้ำเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ ควรมีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา และควรจัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ มณฑล จันทร์แจ่มใส (2557) เสนอว่า การดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ต้องอาศัยการติดต่อสื่อสาร ทุกคนในองค์กรจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยอาจเป็นระหว่างบุคคลสองคน หรือบุคคลกับกลุ่ม หรือกลุ่มกับกลุ่มก็ได้ การติดต่อสื่อสารจะช่วยให้การทำงานร่วมกันเกิดขึ้นได้ จุดประสงค์ของการติดต่อสื่อสาร คือ การให้ข่าวสาร ข้อมูล และพัฒนาให้เกิดความเข้าใจที่จำเป็น เพื่อทำให้เกิดพลังกลุ่ม และสามารถสร้างทัศนคติที่จำเป็นเพื่อให้เกิดการจูงใจในการทำงานมากขึ้น มีความร่วมมือร่วมใจในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลตามที่ต้องการ สำหรับการสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ การสื่อสารข้อมูลการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ส่วนด้าน ทัศนคติต่อการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ นั่นคือ แรงจูงใจของเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ดังนั้น การมีส่วนร่วมก็ดี แรงจูงใจก็ดี มีความสำคัญ เมื่อรวมกันกับบุคคลแล้วมีส่วนในการสร้างเสริมทัศนคติได้ดี เป็นพลังสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่แสดง ออก การแสดงออกนั้นขึ้นอยู่กับทัศนคติเป็นสำคัญ ความคิด ความรู้สึกภายในของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และเป็นส่วนที่สำคัญในการกำหนดการแสดงออกและทิศทางของพฤติกรรมที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ซึ่งอาจมีทั้งทางบวกหรือทางลบและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ความสามารถต่อการปฏิบัติงาน หรือกิจกรรม หรือโครงการต่างๆ ได้อย่างประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ผลการวิจัยในส่วนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปั้มน้ำในทัศนะของเกษตรกร ที่พบว่า เกษตรกรมีการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 52.8% ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ 47.2% และเข้าใจว่าราคาในการสร้างตะบันน้ำสูงกว่าปั๊มน้ำชนิดอื่นๆ จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการประชาสัมพันธ์ จัดเวทีให้ความรู้ สำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง ข้อดี ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้และการพัฒนาตะบันน้ำ

2) ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ปฏิบัติ ผลการวิจัยในส่วน การมีส่วนร่วมในการพัฒนาตะบันน้ำของเกษตรกรจะเข้าร่วมกิจกรรม ที่พบว่า ต้องการเข้าร่วมเสนอแนะความคิดเห็นเพื่อพัฒนาตะบันน้ำ

ร่วมวางแผนกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาตะบันน้ำ ร่วมกันในการสร้างตะบันน้ำของชุมชน และร่วมจัดทำกิจกรรมในการดูแลบำรุงรักษาตะบันน้ำ ตะบันน้ำเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ ควรมีคณะกรรมการดูแลบำรุงรักษา และควรจัดให้มีการสอนการผลิตตะบันน้ำในโรงเรียน จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรจัดเวทีชาวบ้านให้ความรู้ นั่งเก้าอี้เป็นรูปวงกลมแบบเป็นกันเอง แล้วหาข้อสรุปรูปแบบ ข้อตกลงในการพัฒนาตะบันน้ำที่เป็นของชุมชนอย่างแท้จริง

3) ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป จากการศึกษาครั้งนี้ อุปกรณ์สามารถทำงานได้จริง และทดสอบกับพื้นที่ที่มีการใช้งานจริง โดยต้องสร้าง และประกอบให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่ออกแบบไว้ ดังนั้นควรมีการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานให้เพิ่มสูงขึ้น และต่อยอดเพื่อใช้อุตสาหกรรมหรือเชิงพาณิชย์ในอนาคต

บรรณานุกรม

กรมชลประทาน. 84ปีชลประทาน. กรุงเทพฯ: บริษัท สารมวลชน จำกัด 2529.

กลุ่มพัฒนากรอบแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์. กรอบแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. ออนไลน์ : 2546

เกียรติศักดิ์ เรือนทองดี. 2536. ปจจัยที่มีความสัมพันธตอการมีสวนร่วมของสตรีในการพัฒนา : ศึกษาเฉพาะกรณีสหกรณ์นิคม อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กีรติ ลีวัจนกุล. วิศวกรรมชลศาสตร์ เล่มที่2. พิมพ์ครั้งที่2. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต 2542.

นิคม มูสิกะคามะ. ทฤษฎีใหม่ในหลวง : ชีวิตที่พอเพียง. กรุงเทพฯ : ร่วมด้วยช่วยกัน, 2542

มณฑล จันทร์แจ่มใส. 2551. ปัจจัยการสื่อสารการตลาดที่มีต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา: เกาะมุก จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545.

ประเวศ วะสี. เศรษฐกิจพอเพียงและแนวทางประชาสังคม : แนวทางพลิกฟื้นเศรษฐกิจสังคม. กรุงเทพฯ : หมอชาวบ้าน, 2542

สุนทร กุลวัฒนวรพงศ์. ตามรอยพระราชดำริ : เศรษฐกิจพอเพียง ทฤษฎีใหม่. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก, 2544

สุเมธ ตันติเวช. การดำเนินชีวิตในระบบเศรษฐกิจพอเพียง ตามแนวพระราชดำริ. มติชนรายสัปดาห์ ฉบับที่ 5 ธันวาคม 2541. กรุงเทพฯ : มติชน, 2541

สุวรรณี คงทอง. 2536. การมีสวนรวมของประชาชนในการอนุรักษ์ปาชายเลนชุมชนในท่องที่อำเภอ สิเกา จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ วท.ม. (วิทยาศาสตรสิ่งแวดลอม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

สำนักงานกองสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เศรษฐกิจพอเพียง ร่วมเรียนรู้ สานข่าย ขยายผล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2549.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. การประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. (ออนไลน์) พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. รายงานประจำปี 2554. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2554

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. ระบบไฮดรอลิค. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด 2540.

บรรจง วรรธนะพงษ์. เครื่องสูบน้ำพลังน้ำ ที่พัฒนาขึ้นเนื่องมาจากพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด 2542.

วินัย ศรีอาพร. กลศาสตร์ของไหล. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2541.

สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ. ชลศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ: LIBRARY NINE PUBLISHING 2543.

เลอพงศ์ ชัยผล. ออกแบบและพัฒนาเครื่องสูบน้ำแบบใบพัด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2552.

ไพบูลย์ แย้มเพื่อน. “เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม”. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2546.

โชติไกร ไชยวิจารณ์. วิศวกรรมชลศาสตร์. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2546.

Bryan, Smith. (2009). Home-made Hydraulic Ram Pump. [http://www.clemson.edu/irrig/ Equip/ram. htm#Assembly]. 20 June 2009.

Carter, Roy. Factors for Pipe Flow. Transactions of the ASME 66(8): 690-696 American Society of Mechanical Engineering. 2008.

Daugherty, G. R. Fluid mechanics with engineering applications. New York: McGraw-Hill. 1997.

Escudier, M. The essence of engineering fluid mechanics. New York: Pentice Hall. 1998.

Etcheverry, B.A. The Hydraulic Ram for Pumping Water. 4th Ed. London. Intermediate Technology Publications Ltd. 2010.

King , H.W., Wister ,G.O.,& Woodburn , J.G. Hydraulics. New York : John Wiley & Sons. 2007.

Lyon, T.L. Design of a Hydraulic Ram Pump. Journal of Practices and Technologies. 6(1): 79-90. 2009.

Miller, R .W. Flow Measurement Engineering. New York : McGraw – Hill. 2007.

Moody, L.F. Friction Factors for Pipe Flow. Transactions of the ASME 66(8): 671-684 American Society of Mechanical Engineering. 2008.

Robert, L.m. Applied Fluid Mechanics. London : Prentice-Hall International London(UK) Limited. 2009.

Shuaibu, N.M. Design and Construction of a Hydraulic Ram Pump. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. 5(2): 59-70. 2007.

Stewart, H. L. Hydraulics, fluid mechanics and hydraulic. New York: McGraw-Hill. 2009.

Sutton, J.G. , Israelsen, O.W. และ Pickel, G.W. (2009). Applied Fluid Mechanics. London : Prentice-Hall International London(UK) Limited. 1983.

Watt, S.B. A manual on the Hydraulic Ram for Pumping Water. 4th Ed. London. Intermediate Technology Publications Ltd. 1978.