

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์

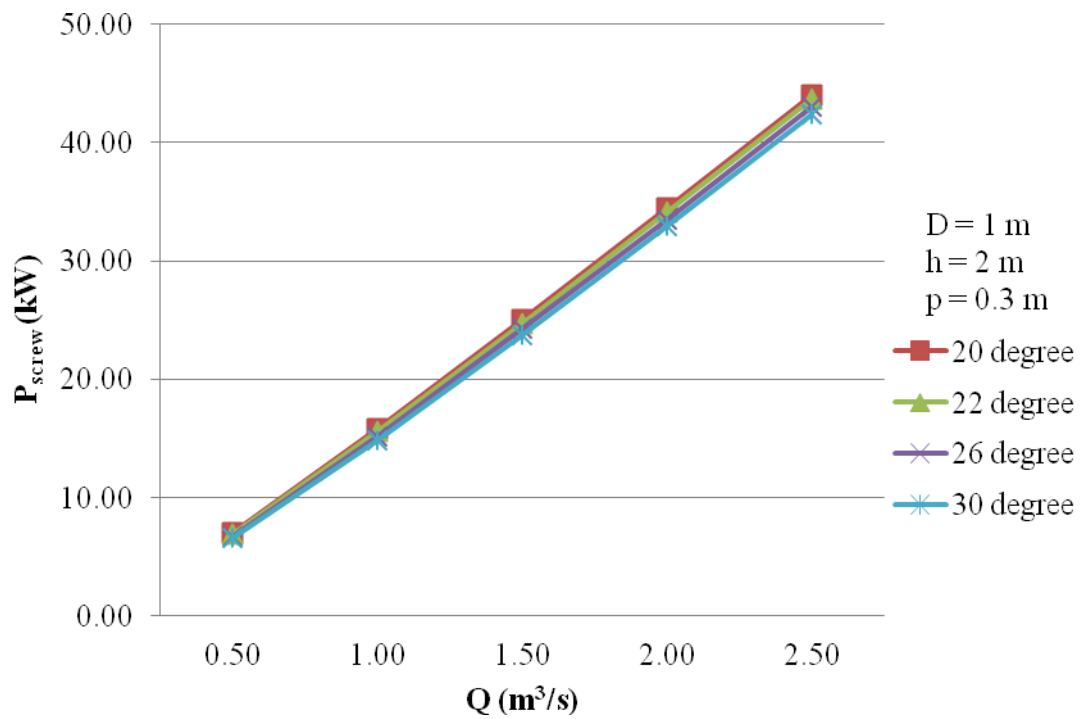
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของการออกแบบสกรูอาร์ชimedean โดยแบ่งการออกแบบและวิเคราะห์ 3 ส่วน คือส่วนแรกเป็นภาพรวมและแนวโน้มในการออกแบบและคำนวณในค่าขององศาการวาง เส้นผ่านศูนย์กลาง และระยะพิทช์ ส่วนที่สอง คือเงื่อนไขและขอบเขตข้อกำหนดที่ทำให้สามารถออกแบบสกรูอาร์ชimedeanได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.1 ภาพรวมและแนวโน้มของการออกแบบสกรูอาร์ชimedean

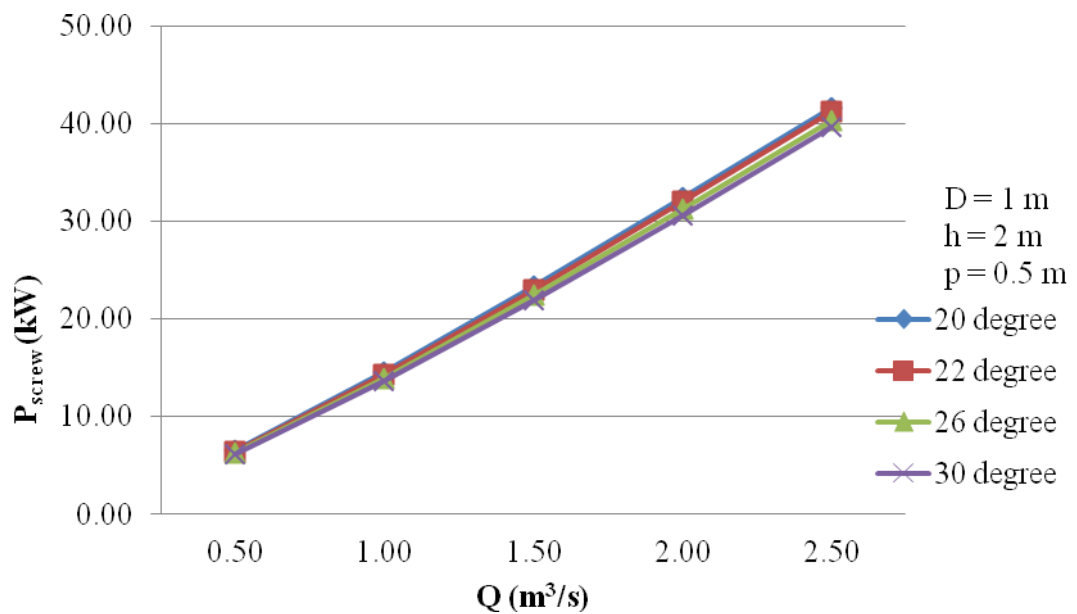
ในการออกแบบนั้นได้มีการหาภาพรวมและแนวโน้มของการออกแบบตัวสกรู เพื่อจะได้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์คำนวณที่ทำให้สกรูอาร์ชimedeanมีประสิทธิภาพ

4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหล ที่องศาการวางที่มุมต่างๆ

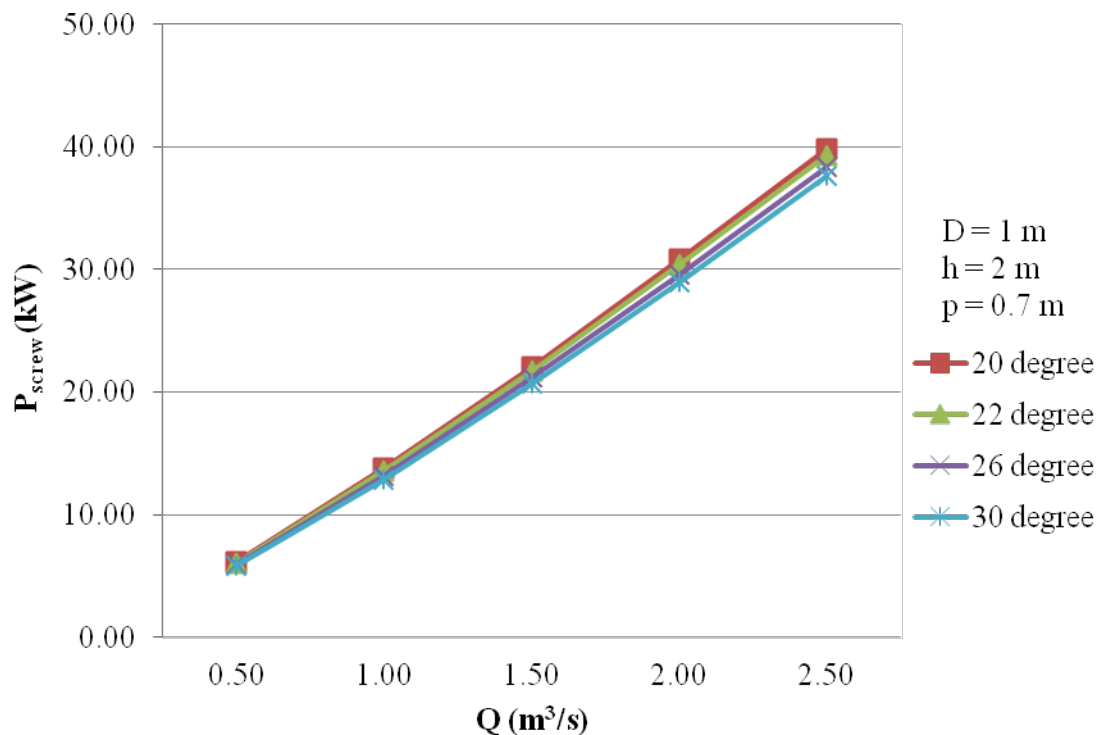
กำหนดอัตราการไหลของน้ำตั้งแต่ $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, $1 \text{ m}^3/\text{s}$, $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$, $2 \text{ m}^3/\text{s}$ และ $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ กำหนดองศาการวางไว้ที่ 4 ระดับ คือ ที่ 20 degree, 22 degree, 26 degree และ 30 degree ที่ความสูง 2 m เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู 1 m ระยะพิทช์ 0.3 m, 0.5 m และ 0.7 m จากรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 แสดงให้เห็นถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากองศาการวางที่ต่างกัน เห็นได้ว่ายิ่งองศาในการวางน้อยเท่าไร ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่องศาการวางต่างๆ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 m ความสูง 2 m และระยะพิทช์ 0.3 m



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่องศาการวางต่างๆ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 m ความสูง 2 m และระยะพิทช์ 0.5 m



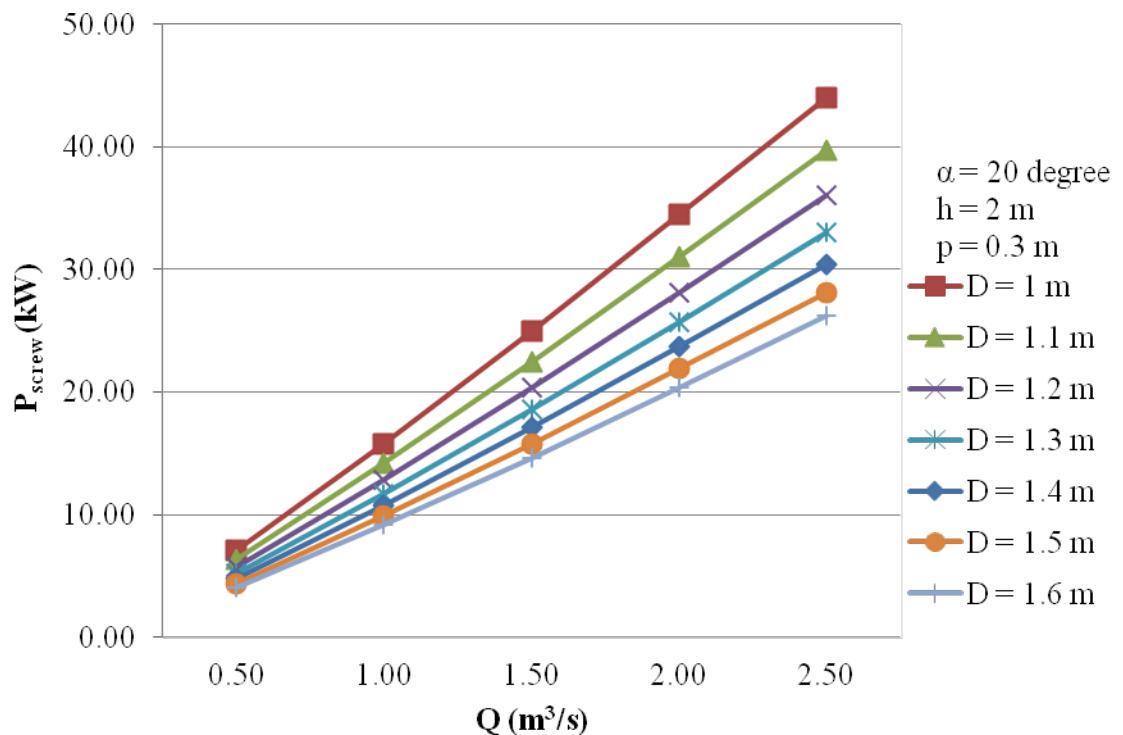
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่องศาการวางต่างๆ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 m ความสูง 2 m และระยะพิทช์ 0.7 m

จากรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 แสดงให้เห็นถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากองศาการวางที่ต่างกัน ในระยะพิทช์ต่างๆ เห็นได้ว่ายิ่ง

เมื่อองศาในการวางและระยะพิทช์น้อยเท่าไร ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้เพิ่มมากขึ้น ค่าที่ได้ข้างต้นนี้จะนำไปใช้ในการหาเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูต่อไป

4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหล ที่เส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ

กำหนดอัตราไหลของน้ำตั้งแต่ 0.5 m^3/s , 1 m^3/s , 1.5 m^3/s , 2 m^3/s และ 2.5 m^3/s กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางไว้ที่ 1 m, 1.2 m, 1.3 m, 1.4 m, 1.5 m และ 1.6 m ที่องศาการวาง 20 degree และระยะพิทช์ 0.3 m

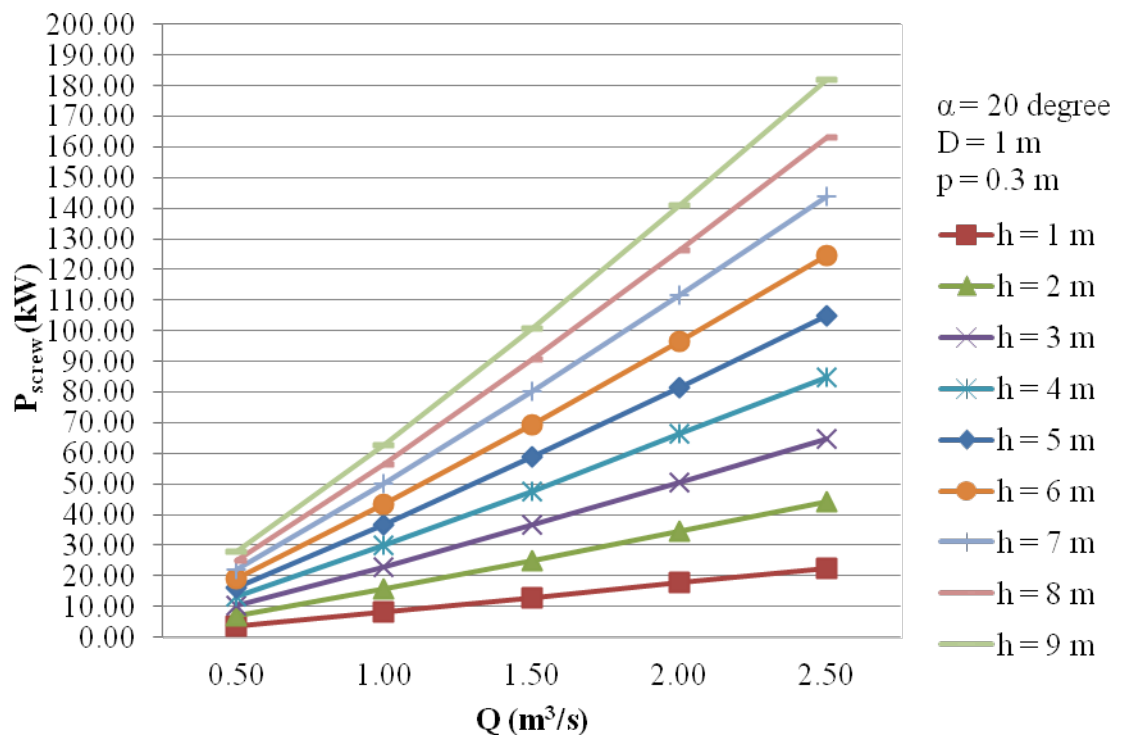


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่เส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ

ที่ความสูง 2 m องศาการวาง 20 degree และระยะพิทช์ 0.5 m จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าให้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางสกรูที่มากกว่า

4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหล ที่ความสูงของหัวน้ำในระดับต่างๆ

กำหนดอัตราไหลของน้ำตั้งแต่ ตั้งแต่ 0.5 m³/s, 1 m³/s, 1.5 m³/s, 2 m³/s และ 2.5 m³/s กำหนดความสูงของหัวน้ำไว้ที่ 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, และ 9 m ที่ระยะพิทช์ 0.3 m ที่องศาการวาง 20 degree และเส้นผ่านศูนย์กลางสกรู 1 m



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่ความสูงของหัวน้ำต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน ความสูงของหัวน้ำที่มากขึ้น ทำให้ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นตามไปด้วย

4.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับระยะพิทช์ ที่องศาการวางต่างๆ

กำหนดระยะพิทช์ของสกรู 0.3 m, 0.5 m และ 0.7 m กำหนดองศาการวางไว้ที่ 20 degree, 22 degree, 26 degree และ 30 degree ที่ความสูง 2 m อัตราการไหลของน้ำ 0.5 m³/s และเส้นผ่านศูนย์กลางสกรู 1 m และระยะพิทช์ จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากองศาการวางที่ต่างกัน ระยะพิทช์ที่และองศาการวางสกรูที่น้อยกว่า ทำให้ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่าระยะพิทช์และองศาการวางสกรูที่มากกว่า ซึ่งสัมพันธ์กันกับรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

4.2 เงื่อนไขในการออกแบบสกรูอาร์ชมีดีส

เงื่อนไขและขอบเขตข้อกำหนดที่ทำให้สามารถออกแบบสกรูอาร์ชมีดีสได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.2.1 เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู

จากรูปที่ 4.4 เห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยกว่าจะให้พลังงานไฟฟ้าที่มากกว่า แต่ความลึกต่ำสุดของระดับน้ำในช่องสกรู (d_0) หรือเป็นความสูงของระดับน้ำที่ไหลผ่านเข้าไปในสกรูเริ่มต้น จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหล และเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรู ดังนั้นหากเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กมากเกินไปจะทำให้ d_0 นั้นเสียพลังงานของน้ำโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจาก d_0 จะสูงเกินเส้นผ่านศูนย์กลางของ สกรู นั้นเอง และหากเส้นผ่านศูนย์กลางสกรูที่มากเกินไปทำให้ d_0 อยู่ในระดับต่ำจนเกินไป จึงเกิดแรงที่ใบสกรูไม่เต็มที ดังนั้นในการออกแบบเส้นผ่านศูนย์กลางสกรูจึงต้องทำให้ d_0 อยู่กึ่งกลางแกนเพลาจึงจะทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด

4.2.2 องศาการวางสกรู

จากรูปที่ 4.1 - 4.3 เห็นได้ว่าองศาการวางสกรูยิ่งน้อย ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น แต่เนื่องจากองศาการวางสกรูยิ่งน้อย ความยาวของตัวสกรูก็จะเพิ่มมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้เกิดการแอ่นตัวหรือโก่งตัวของคาน ดังนั้นเมื่อได้เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู แล้วจึงนำมาหาองศาการวางสกรูได้ความยาวสกรู ทำให้สามารถหาปริมาตรและหาความแอ่นตัวหรือโก่งตัวของสกรูได้ จึงสามารถบอกได้ถึงมุมที่เหมาะสมที่ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด

4.2.3 ระยะพิทช์

จากรูปที่ 4.1 - 4.3 พบว่าระยะพิทช์ยิ่งน้อยยิ่งให้พลังงานไฟฟ้ามาก และมีจำนวนใบสกรูที่มากขึ้นเช่นกัน แต่ระยะพิทช์นั้นจะขึ้นอยู่กับ d_0 ด้วย เนื่องจากปริมาตรน้ำที่เข้าไปในแต่ละช่องสกรูหากระยะพิทช์ที่น้อยเกินไปจะทำให้สูญเสียพลังงานน้ำโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้แรงที่เกิดขึ้นกับใบสกรูไม่ได้รับพลังงานจากพลังงานน้ำทั้งหมด

ตารางที่ 4.1 ค่าการออกแบบที่เหมาะสมของสกรูอาร์คิมิดีส

h (m)	Q (m³/s)	α (degree)	p (m)	P (kW)	P_{hydro} (kW)	η (%)	D (m)	d (m)
1	0.5	20	0.3	3.34	4.46	75	1.10	0.69
1	1	20	0.3	8.28	9.81	84	1	0.34
1	1.5	20	0.3	10.63	12.26	87	1.2	0.43
1	2	20	0.3	13.37	15.05	89	1.3	0.40
1	2.5	22	0.3	15.61	17.52	89	1.4	0.37
2	0.5	20	0.3	7.5	9.81	72	1	0.64
2	1	20	0.3	15.78	19.62	80	1	0.34
2	1.5	20	0.3	25.2	29.43	85	1	0.32
2	2	20	0.3	31.01	35.67	87	1.1	0.31
2	2.5	20	0.3	36.06	40.88	88	1.2	0.33
3	0.5	22	0.3	10.06	14.72	68	1	0.64
3	1	20	0.3	22.95	29.43	78	1	0.53
3	1.5	20	0.3	36.55	44.15	83	1	0.40
3	2	20	0.3	50.55	58.86	86	1	0.27
3	2.5	20	0.3	64.77	73.58	88	1	0.14
4	0.5	20	0.3	13.29	19.62	68	1	0.68
4	1	20	0.3	29.90	39.24	76	1	0.57
4	1.5	20	0.3	47.76	58.86	83	1	0.46
4	2	20	0.3	66.22	78.48	84	1	0.34
4	2.5	20	0.3	85.02	98.10	87	1	0.23
5	0.5	20	0.3	16.31	24.53	66	1	0.69
5	1	20	0.3	36.69	49.05	75	1	0.59
5	1.5	20	0.3	58.72	73.58	80	1	0.49
5	2	20	0.3	81.7	98.10	83	1	0.39
5	2.5	20	0.3	104.9	122.63	86	1	0.29
6	0.5	20	0.3	19.28	29.43	65	1	0.7

ตารางที่ 4.1 ค่าการออกแบบที่เหมาะสมของสกรูอาร์คิมิดีส (ต่อ)

h (m)	Q (m³/s)	α (degree)	p (m)	P (kW)	P_{hydro} (kW)	η (%)	D (m)	d (m)
6	1	20	0.3	43.36	58.86	74	1	0.61
6	1.5	20	0.3	88.29	59.06	79	1	0.52
6	2	20	0.3	96.67	117.72	82	1	0.43
6	2.5	20	0.3	124.48	147.15	85	1	0.33
7	0.5	20	0.3	22.21	34.34	65	1	0.71
7	1	20	0.3	49.92	68.67	73	1	0.62
7	1.5	26	0.3	68.80	93.64	73	1	0.6
7	2	20	0.3	111.56	137.34	81	1	0.45
7	2.5	20	0.3	143.80	171.68	84	1	0.37
8	0.5	20	0.3	22.5	35.67	63	1.1	0.82
8	1	20	0.3	56.41	78.48	72	1	0.64
8	1.5	20	0.3	90.56	117.72	77	1	0.56
8	2	20	0.3	126.5	156.96	80	1	0.48
8	2.5	20	0.3	162.89	196.20	83	1	0.40
9	0.5	22	0.3	27.61	44.15	63	1	0.70
9	1	20	0.3	62.82	88.29	71	1	0.64
9	1.5	20	0.3	100.9	132.44	76	1	0.57
9	2	20	0.3	140.79	176.58	80	1	0.49
9	2.5	20	0.3	187.78	220.73	82	1	0.42

4.3 การนำไปประยุกต์ใช้

ข้อมูลที่ได้สรุปไปข้างต้นนั้น หากมีการสำรวจแหล่งน้ำเพื่อการพัฒนาในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในชนบท ซึ่งการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของแหล่งน้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น แหล่งน้ำจะต้องมีปริมาณน้ำไหลพอสมควร และตลอดปี ที่ตั้งไม่ควรห่างไกลจากชุมชน ในการสำรวจนั้นแหล่งน้ำ

ดังกล่าวมีความสูงของหัวน้ำ มีปริมาตรการไหลของแหล่งน้ำเฉลี่ยตลอดทั้งปีตรงกับข้อมูลที่ได้สรุปไว้ สามารถนำขนาดลักษณะที่ได้ออกแบบสกรูอาร์ชมีดีสนำไปใช้ได้

จากข้อมูลแหล่งน้ำลำน้ำแม่สาบ จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาตรการไหลของน้ำเฉลี่ยทั้งปี ที่ $1.53 \text{ m}^3/\text{s}$ มีความสูงของหัวน้ำอยู่ที่ 2 m จากตารางที่ 4.1 พบว่ามีข้อมูลสรุปที่ใกล้เคียง ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้นั้น คือหากแหล่งน้ำมีอัตราการไหลที่ $1.53 \text{ m}^3/\text{s}$ ความสูงของหัวน้ำ 2 m พบว่าสกรูอาร์ชมีดีสที่นำมาใช้ควรจะเป็นสกรูที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 m เส้นผ่านศูนย์กลางแกนเพลาสกรู 0.32 m ระยะพิทช์ของสกรู 0.3 m องศาการวางสกรู 20 degree ซึ่งจะพลังงานไฟฟ้าถึง 25.2 kW มีประสิทธิภาพที่สูงสุดถึง 85%