

บทที่ 5

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะวิเคราะห์เพื่อหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในโครงการนี้ ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นี้ จะเป็นข้อมูลของการทดสอบกังหันน้ำที่เสถียรความสูงคงที่ 4 เมตร เนื่องจากการทดสอบที่เสถียรความสูงคงที่ 4 เมตรนี้ ผลการทดสอบมีค่ากำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบที่เสถียรความสูงอื่นๆ แต่การนำกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าไปใช้งานจริงนั้น แรงดันไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยที่เหมาะสมควรมีค่าเท่ากับ 220 V ดังนั้น ข้อมูลผลการทดสอบที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ควรจะเป็นข้อมูลผลการทดสอบที่ให้แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 V ด้วย

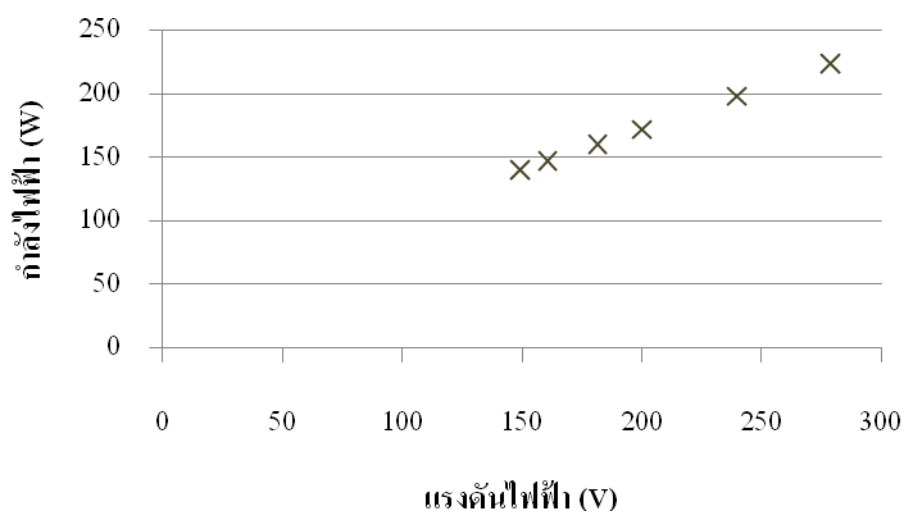
สำหรับข้อมูลผลการทดสอบที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นั้นมีอยู่ 2 ตัวแปร คือ กำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้และอัตราการไหล ซึ่งค่าของตัวแปรทั้งสองต้องเป็นค่าที่สถานะแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 V ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบกังหันน้ำที่เสถียรความสูงคงที่ 4 เมตร ในตารางที่ 4.1 แล้ว โดยนำเอาข้อมูลผลการทดสอบระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ และข้อมูลผลการทดสอบระหว่างอัตราการไหลกับกำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้มาพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับกำลังไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นทั้งคู่ ซึ่งสามารถเขียนสมการของความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการที่ (5.1) และ (5.2) ตามลำดับ

$$P_E = 0.8535V \quad (5.1)$$

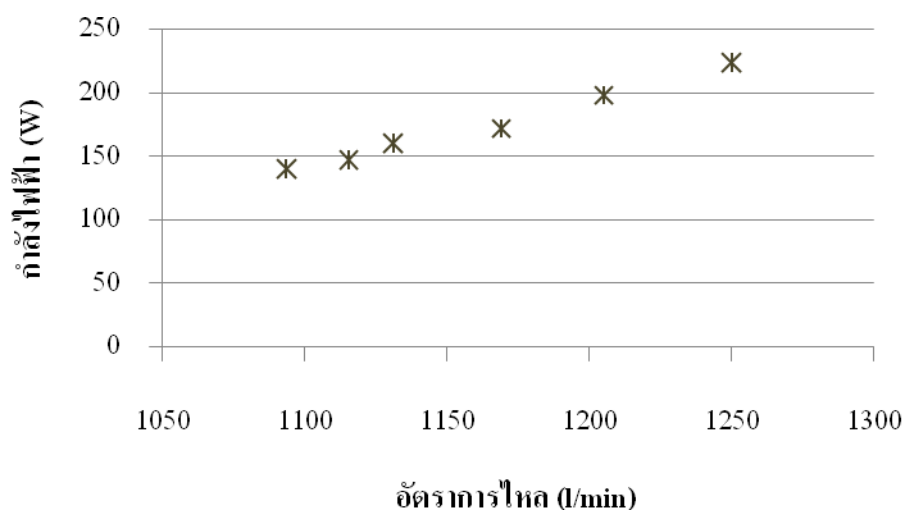
$$P_E = 0.5417Q_1 - 454.7062 \quad (5.2)$$

เมื่อ V คือ แรงดันไฟฟ้า, (V)

Q_i คือ อัตราการไหล, (l/min)



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่เสดความสูง 4 เมตร



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับกำลังไฟฟ้าที่เสดความสูง 4 เมตร

จากสมการที่ (5.1) จะสามารถหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V โดยการแทนค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 V ลงในสมการที่ (5.1) ซึ่งจะได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V เท่ากับ 187.77 W

และจากสมการที่ (5.2) จะสามารถหาอัตราการไหลที่แรงดันไฟฟ้า 220 V โดยการแทนค่าพลังงานไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V เท่ากับ 187.77 W ลงในสมการที่ (5.2) แล้วแก้สมการหาค่าอัตราการไหลที่แรงดันไฟฟ้า 220 V ออกมาได้เท่ากับ 1186.04 l/min

สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นั้น จะวิเคราะห์ด้วยวิธีการหาอัตราผลตอบแทนตามหัวข้อ 2.3.1 ซึ่งในการวิเคราะห์นี้จะกำหนดให้อัตราผลตอบแทนที่พอใจต่ำสุด (MARR) มีค่าเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ คือ 8% (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2556) และกำหนดให้อายุของโครงการเท่ากับ 20 ปี

ส่วนรายละเอียดค่าใช้จ่ายของโครงการจะประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น ค่าบำรุงรักษารายปี ค่ามูลค่าซาก และค่าไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น จะประกอบไปด้วยค่าอุปกรณ์ในการสร้างระบบกังหันน้ำ และค่าแรงในการสร้างและติดตั้ง ซึ่งรายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

- ค่าบำรุงรักษารายปี จะประกอบไปด้วยค่าทำความสะอาดกังหันน้ำ ค่าหล่อลื่นระบบส่งถ่ายกำลัง ค่าบุคลากร และค่าบำรุงรักษาอื่นๆ ซึ่งจะกำหนดให้มีค่าใช้จ่าย 1,000 บาท/ปี

- ค่ามูลค่าซาก จะประกอบไปด้วยมูลค่าของเศษเหล็กจากระบบกังหันน้ำที่จะนำไปขายเมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ ซึ่งจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 500 บาท

- ค่าไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ รายรับในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานน้ำที่ถึง ซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อถัดไป

และสามารถสรุปรายละเอียดของข้อมูลกังหันน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างกังหันน้ำ

รายการ	ค่าอุปกรณ์ (บาท)	ค่าแรง (บาท)
ค่าอุปกรณ์สำหรับสร้างใบกังหันน้ำ	1,000	-
ค่าแรงสำหรับสร้างใบกังหันน้ำ	-	3,000
ค่าอุปกรณ์สำหรับสร้าง Spiral casing	2,500	-
ค่าแรงสำหรับสร้าง Spiral casing	-	4,500
ค่าอุปกรณ์สำหรับสร้าง Guide vanes	500	-
ค่าแรงสำหรับสร้าง Guide vanes	-	500
ค่าอุปกรณ์สำหรับสร้างเพลลา	800	-
ค่าแรงสำหรับสร้างเพลลา	-	500
ค่าเหล็กสำหรับโครงสร้าง	2,500	-
ค่าซีลกันรั่ว	1,500	-
ค่าลูกปืน	1,000	-
ค่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	4,000	-
ค่าสายไฟ	500	-
ค่าอุปกรณ์ระบบท่อส่งน้ำ	7,500	-
ค่าประกอบและติดตั้งระบบกังหันน้ำ	-	10,000
รวมเงิน	21,800	18,500

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลกักเก็บน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ตัวแปร	ค่า
กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (W)	187.77
อัตราการไหลของกักเก็บน้ำ (l/min)	1186.04
อัตราผลตอบแทนที่พอใจต่ำสุด	8%
อายุของโครงการ (ปี)	20
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น (บาท)	40,300
ค่าบำรุงรักษารายปี (บาท)	1,000
มูลค่าซาก (บาท)	500
ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)	4.00

5.1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการนำกักเก็บน้ำไปใช้งานกับอาคารพักอาศัย

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการนำกักเก็บน้ำไปใช้งานกับอาคารหอพัก จะกำหนดให้อาคารหอพักมีการปล่อยน้ำทิ้งผ่านกักเก็บน้ำวันละ 1 ครั้ง เนื่องจากหากเก็บน้ำทิ้งสะสมไว้นานเกินกว่า 1 วัน จะส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนแก่ผู้พักอาศัยได้ และขนาดของสถานที่สำหรับเก็บน้ำทิ้งภายในอาคารก็มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งจากการสำรวจปริมาณน้ำทิ้งของอาคารหอพักในหัวข้อที่ 3.2.1 พบว่า แต่ละห้องพักมีน้ำทิ้งเฉลี่ยเท่ากับ 5.02 m^3 ต่อเดือนต่อห้อง สำหรับอาคารพักอาศัยที่จะนำมาวิเคราะห์นี้ กำหนดให้เป็นอาคารขนาด 15 ชั้น ชั้นละ 20 ห้อง รวมทั้งหมดเป็น 300 ห้อง แต่กักเก็บน้ำที่จะนำมาประยุกต์ใช้นั้น ทำงานที่ระดับความสูง 4 เมตร ซึ่งมีความสูงประมาณชั้น 2 ของอาคาร ดังนั้น จำนวนชั้นของห้องพักอาศัยที่จะสามารถเก็บสะสมน้ำทิ้งได้ คือ ชั้นที่ 2 – 15 เท่านั้น และสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยต่อวันของอาคารนี้ได้เท่ากับ 43.51 m^3

สำหรับการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนของโครงการจะเริ่มจากการคำนวณหาค่าไฟฟ้าที่
 กังหันน้ำสามารถผลิตได้ก่อน ซึ่งค่าไฟฟ้าที่กังหันน้ำสามารถผลิตได้ต่อปีสามารถหาได้จากสมการ
 ที่ (5.1)

$$\text{Price}_E = \text{Units} \times \text{Price}_@ \quad (5.1)$$

$$\text{Units} = \frac{\text{P}_E}{1000} \times \frac{t_{\min}}{60} \times 365 \quad (5.2)$$

$$t_{\min} = \frac{\text{Vol} \times N_r}{Q_l} \quad (5.3)$$

เมื่อ Price_E คือ ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้, (บาท/ปี)

Units คือ หน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้, (หน่วย/ปี)

$t_{\min}$ คือ ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า, (นาท/วัน)

Vol คือ ปริมาณน้ำที่ต่อห้อง, (ลิตร/วัน)

N_r คือ จำนวนห้อง, (ห้อง)

จากการคำนวณในสมการที่ (5.1) ถึง (5.3) สามารถหาค่าของค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ หน่วยไฟฟ้าที่
 ผลิตได้ และระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า ได้ดังในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งของอาคารพักอาศัยขนาด 15 ชั้น

ตัวแปร	ค่า
ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ (บาท/ปี)	167.60
หน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (หน่วย/ปี)	41.90
ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า (นาท/วัน)	36.68

จากนั้นจะแทนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ มูลค่าซาก ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น ค่าบำรุงรักษารายปี และอายุของโครงการ ลงในสมการที่ (2.93) เพื่อหาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ ได้ดังนี้

$$PW_R - PW_D = 0$$

$$167.60 \left[\frac{(1+i)^{20} - 1}{i(1+i)^{20}} \right] + 500 \left[\frac{1}{(1+i)^{20}} \right] - 40,300 - 1,000 \left[\frac{(1+i)^{20} - 1}{i(1+i)^{20}} \right] = 0$$

จากนั้นจะทำการแก้สมการหาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ โดยวิธีการ Trial and Error เพื่อหาค่าอัตราผลตอบแทนที่ทำให้สมการนี้สมดุล ซึ่งจากการลองแทนค่าอัตราผลตอบแทนลงไป ในสมการพบว่า ไม่มีค่าอัตราผลตอบแทนไหนที่สามารถทำให้สมการดังกล่าวสมดุลได้ เนื่องจาก รายรับมีค่าน้อยกว่ารายจ่ายมาก ดังนั้น สำหรับโครงการที่จะนำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งานกับ อาคารพักอาศัยขนาด 15 ชั้น นั้น อาจจะไม่มีคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์

นอกจากนี้ จะทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ต่อไปว่า แล้วอาคารพักอาศัยขนาดเท่าใดจึงจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการนำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งาน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์แบบย้อนกลับ เพื่อหาค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่ทำให้อัตราผลตอบแทนเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่พอใจต่ำสุด ($i = \text{MARR} = 8\%$) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Price}_E \left[\frac{(1+0.08)^{20} - 1}{0.08(1+i)^{20}} \right] + 500 \left[\frac{1}{(1+0.08)^{20}} \right] - 40,300 - 1,000 \left[\frac{(1+0.08)^{20} - 1}{i(1+0.08)^{20}} \right] = 0$$

$$\text{Price}_E = 5093.72 \text{ บาท/ปี}$$

จากผลการคำนวณพบว่า หากต้องการให้ได้อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับ 8% จะต้องผลิตไฟฟ้าให้ได้ 5,093.72 บาท/ปี ดังนั้น จะนำค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้ไปคำนวณหาขนาดของอาคารพักอาศัยต่อไป ซึ่งจากสมการที่ (5.1) จะสามารถหาจำนวนหน่วยไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\text{Units} = \frac{\text{Price}_E}{\text{Price}_@}$$

$$\text{Units} = 1273.43 \text{ หน่วย/ปี}$$

และจากสมการที่ (5.2) จะสามารถหาค่าของระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้าได้ดังนี้

$$t_{\min} = \text{Units} \times \frac{1000}{P_E} \times \frac{60}{365}$$

$$t_{\min} = 1,114.82 \text{ นาที/วัน}$$

และจากสมการที่ (5.3) จะสามารถหาจำนวนห้องของอาคารได้ดังนี้

$$N_r = \frac{t_{\min} \times Q_l}{\text{Vol}}$$

$$N_r = 7902 \text{ ห้อง}$$

จากผลการคำนวณพบว่า อาคารพักอาศัยที่จะให้อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับ 8% จะต้องมีขนาด 7,902 ห้อง ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งหมด 1,273.43 หน่วย/ปี และคิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 5,093.72 บาท/ปี แต่ในความเป็นจริงนั้น ไม่มีอาคารหอพักที่จะมีจำนวนห้องมากถึง 7,902 ห้อง เพราะฉะนั้น แหล่งพลังงานน้ำทิ้งจากอาคารพักอาศัยอาจจะไม่เหมาะสมกับการนำกักหน้ำผลิตไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากมีปริมาณน้ำทิ้งที่ไม่เพียงพอ ดังนั้น หากต้องการปริมาณน้ำทิ้งที่มากขึ้น จะต้องหาแหล่งพลังงานน้ำทิ้งแห่งใหม่ที่มีปริมาณน้ำทิ้งมากเพียงพอ โดย

แหล่งพลังงานน้ำทิ้งที่น่าสนใจอีกแหล่งหนึ่งก็คือ น้ำทิ้งจากโรงพยาบาล ดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

5.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการนำกังหันน้ำไปใช้งานกับโรงพยาบาล

โรงพยาบาลนับเป็นอีกหนึ่งสถานที่หนึ่งที่มีการปล่อยน้ำทิ้งต่อวันในปริมาณค่อนข้างสูง โดยที่น้ำทิ้งเหล่านี้มักถูกปล่อยทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยในปัจจุบันนั้นอยู่ที่ 800 ลิตรต่อเตียงต่อวัน (ศูนย์ช่วยเหลือให้ปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม)

สำหรับโรงพยาบาลที่งานวิจัยนี้สนใจนำกังหันน้ำสำหรับผลิตไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้งาน คือ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่ ถ.อินทวโรธ ต.ศรีภูมิ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ เป็นโรงพยาบาลขนาด 2,267 เตียง ซึ่งจากการสำรวจปริมาณน้ำทิ้งของโรงพยาบาลระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 – เมษายน 2556 พบว่า โรงพยาบาลแห่งนี้มีปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2,500 m^3 (โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่, 2556)

สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่นำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งานกับโรงพยาบาล จะเริ่มจากการคำนวณหาระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้าก่อน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5.3) ซึ่งผลการคำนวณพบว่า โรงพยาบาลแห่งนี้มีปริมาณน้ำมากเพียงพอที่จะใช้ผลิตไฟฟ้าได้ทั้งวัน (24 ชั่วโมง) แต่ในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้มีระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 20 ชั่วโมงต่อวัน (1,200 นาทีต่อวัน)

จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ และหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ จากสมการที่ (5.1) และ (5.2) ตามลำดับ ซึ่งผลการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

ตัวแปร	ค่า
ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ (บาท/ปี)	5,482.88
หน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (หน่วย/ปี)	1,370.72
ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า (นาที/วัน)	1,200

จากนั้นจะแทนค่า ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ มูลค่าซาก ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น ค่าบำรุงรักษารายปี และอายุของโครงการ ลงในสมการที่ (2.93) เพื่อหาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ ได้ดังนี้

$$PW_R - PW_D = 0$$

$$5,482.88 \left[\frac{(1+i)^{20} - 1}{i(1+i)^{20}} \right] + 500 \left[\frac{1}{(1+i)^{20}} \right] - 40,300 - 1,000 \left[\frac{(1+i)^{20} - 1}{i(1+i)^{20}} \right] = 0$$

จากนั้นจะทำการแก้สมการหาค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ โดยวิธีการ Trial and Error เพื่อหาค่าอัตราผลตอบแทนที่ทำให้สมการนี้สมดุล ซึ่งจากการลองแทนค่าอัตราผลตอบแทนลงไป ในสมการพบว่า ค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่ทำให้สมการสมดุลมีค่าเท่ากับ 9.25 % และเมื่อนำค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราผลตอบแทนที่พอใจต่ำสุด (MARR = 8 %) พบว่า อัตราผลตอบแทนของโครงการนี้มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่พอใจต่ำสุด ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าหากนำกังหันน้ำไปประยุกต์ใช้งานกับโรงพยาบาลมหาราชนคร เชียงใหม่เป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตามในการตัดสินใจจริงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้งานด้วย