บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ (Integrated water resource management)
(นโยบายการจัดการน้ำอย่างบูรณาการ, 2555)

เนื่องจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของประชากรในปัจจุบันทำให้เกิดความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่น้ำยังมีปริมาณคงที่ ดังจะเห็นได้จากปัญหาความขัดแย้งเรื่องการใช้น้ำ ปัญหาการเก็บกักน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ปัญหาอุทกภัย และปัญหาภัยแล้ง เป็นต้น การจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการจึงเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตามวัตถุประสงค์ และหลักการพื้นฐานจากการพัฒนาแบบยั่งยืน การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเน้นหลักการที่สำคัญ คือ ความเสมอภาค (equity) สิทธิการใช้น้ำของแต่ละบุคคล ของสังคม และประเด็นอื่น ๆ เช่น การป้องกันอุทกภัย ป้องกันภัยแล้ง ความอดอยาก และความรุนแรงต่าง ๆ อันเนื่องมาจากน้ำ ยึดมั่นในระบบนิเวศ (ecological integrity) ความมีประสิทธิภาพ (efficiency) ในการใช้น้ำ

การจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ ให้บรรลุเป้าหมาย จะต้องคำนึงถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ต้องคำนึงถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ตลอดจนการมีส่วนร่วม ในการจัดการน้ำ

2) ความปลอดภัยเรื่องอาหาร คำนึงถึงความปลอดภัยเรื่องอาหารโดยเฉพาะคนยากจนต้องให้ความเสมอภาคในการใช้น้ำเพื่อผลิตอาหาร

3) การป้องกันระบบนิเวศ (protecting ecosystems) ต้องมีการจัดการอย่างยั่งยืนและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ

4) การจัดสรรและแบ่งปันทรัพยากรน้ำ สนับสนุนให้มีการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มผลประโยชน์ทุกระดับ โดยคำนึงถึงการจัดการน้ำในแม่น้ำ ลำน้ำ อย่างยั่งยืน

5) ราคาน้ำจัดการน้ำต้องสะท้อนและคำนึงถึงด้านเศรษฐกิจ สังคม ค่านิยม วัฒนธรรม

6) การบริหารความเสี่ยง ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเรื่องอาหาร ความแห้งแล้ง มลภาวะและความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากน้ำ

7) การควบคุมน้ำในภาพกว้าง

8) การมีธรรมาภิบาล โดยคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กลุ่มผลประโยชน์ รวมถึงการจัดการน้ำด้วย

ฝายต้นน้ำ (Check dam) (ประดับ กลัดเข็มเพชร, 2548)

ฝายต้นน้ำ เป็นสิ่งก่อสร้างขวาง หรือกั้นทางน้ำ ซึ่งปกติมักจะกั้นลำห้วย ลำธารขนาดเล็กในบริเวณที่เป็นต้นน้ำ หรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงให้สามารถกักตะกอนอยู่ได้ และหากช่วงที่น้ำไหลแรงก็สามารถชะลอการไหลของน้ำให้ช้าลง และกักเก็บตะกอนไม่ให้ไหล ลงไปทับถมลำน้ำตอนล่าง ซึ่งเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำได้มากวิธีการหนึ่ง

ความสำคัญของฝายต้นน้ำ

ฝายต้นน้ำ เป็นการพัฒนาแหล่งน้ำ ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธารด้วยการชะลอความเร็วของกระแสน้ำที่ไหล ด้วยวิธีการเก็บกักน้ำไว้ตาม ลำห้วย ธรรมชาติ เป็นตอน ๆ เพื่อที่น้ำจะได้มีโอกาสไหลซึมลงไปเก็บสะสมอยู่ในดินให้มากที่สุด และสามารถเก็บน้ำที่ไหลบ่าลงมาไว้ในลำน้ำคล้ายกับอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก นอกจากนี้ฝายต้นน้ำยังมีความสำคัญในด้านอื่น ๆ อีกได้แก่

1) ช่วยเก็บกักน้ำชะลอไว้ให้อยู่บนพื้นผิวดินได้นานขึ้นซึ่งทำให้น้ำมีเวลาซึมผ่านผิวดินลงสู่ใต้ดิน (Infiltration) ได้มากขึ้น ทำให้ดินสามารถอุ้มน้ำและเพิ่มความชุ่มชื้นในพื้นผิวดิน

2) ช่วยลดความรุนแรงของการเกิดไฟป่า เนื่องจากมีการกระจายความชุ่มชื้นจากพื้นผิวดินขึ้นมาทำให้เกิดการสร้างระบบการควบคุมไฟป่าด้วยแนวป้องกันไฟป่าเปียก (Wet Fir Break)

3) ช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และลดความรุนแรงของกระแสน้ำในลำห้วย รวมทั้งเป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นให้แผ่กระจายแก่พื้นผิวดิน ในพื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำห้วย

4) ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางด้านชีวภาพให้แก่พื้นที่

6) เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์และสัตว์ป่าต่าง ๆ และเป็นแหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตรกรรม

7) ใช้เป็นแหล่งกักเก็บน้ำในการ ผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เพื่อเป็นการพัฒนาแหล่งน้ำในท้องถิ่นที่เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน

รูปแบบของฝายต้นน้ำ

1) ฝายต้นน้ำลำธารแบบท้องถิ่นเบื้องต้นหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “ฝายแม้ว” เป็นการก่อสร้างฝายด้วยวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ เช่น กิ่งไม้และท่อนไม้ล้ม ขอนไม้ ขนาบด้วยก้อนหินขนาดต่าง ๆ ในลำห้วย “ฝายแม้ว” มีวิธีการก่อสร้างแบบง่าย ๆ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยมาก หรืออาจไม่มีค่าใช้จ่ายเลย ฝายรูปแบบนี้จะก่อสร้างในบริเวณตอนบนของลำห้วยหรือร่องน้ำ ซึ่งจะสามารถดักตะกอนชะลอการไหลของน้ำ และเพิ่มความชุ่มชื้นบริเวณรอบฝายได้เป็นอย่างดี

2) ฝายต้นน้ำแบบเรียงด้วยหินค่อนข้างถาวร เป็นการก่อสร้างฝายด้วยหินเรียงเป็นผนังกั้นน้ำ ฝายรูปแบบนี้จะก่อสร้างในบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลำห้วยหรือร่องน้ำ ซึ่งจะสามารถดักตะกอนและ เก็บกักน้ำใช้ช่วงฤดูแล้งได้บางส่วน

3) ฝายต้นน้ำแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นการก่อสร้างฝายแบบถาวรส่วนมากจะดำเนินการก่อสร้างในบริเวณตอนปลายของลำห้วยหรือร่องน้ำ ซึ่งฝายชนิดนี้จะสามารถดักตะกอนและเก็บกักน้ำในฤดูแล้งได้ดี

การเลือกที่สร้างฝายต้นน้ำ

ควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) ที่สร้างฝาย ควรจะอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเป็นแหล่งเก็บกักน้ำบริเวณด้านหน้าฝายได้พอสมควร

2) บริเวณที่จะสร้างฝายควรมีตลิ่งของลำน้ำทางด้านข้างของตัวฝายสูงมากพอที่จะไม่ทำให้น้ำไหลท่วมและกัดเซาะเป็นร่องน้ำได้

3) ควรสร้างในบริเวณลำห้วยที่มีความลาดชันต่ำและแคบ เพื่อจะได้ฝายในขนาดที่ไม่เล็กเกินไป อีกทั้งยังสามารถเก็บกักน้ำและตะกอนได้มากพอควร สำหรับลำห้วยที่มีความลาดชันสูงก็ควรสร้างฝายให้ถี่ขึ้น

4) ควรสำรวจสภาพพื้นที่ วัสดุก่อสร้างตามธรรมชาติ และรูปแบบฝายที่เหมาะสมกับภูมิประเทศมากที่สุด เช่น ควรพิจารณาสร้างฝายต้นน้ำลำธารแบบท้องถิ่นเบื้องต้นใน ตอนบนของพื้นที่ป่าหรือในลำห้วยสาขา สำหรับตอนกลางหรือตอนล่างของพื้นที่ ซึ่งเป็น ลำห้วยหลัก ก็ควรจะกำหนดเป็นฝายแบบกึ่งถาวร หรือฝายแบบถาวร

5) ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงให้มากพอที่จะไม่เกิดการพังทลายเสียหายกรณีฝนตกหนักและกระแสน้ำไหลแรง จากประสบการณ์พบว่า การเลือกทำเลที่สร้างฝายบริเวณที่ผ่านโค้งของลำห้วยมาเล็กน้อย หรือบริเวณที่มีต้นไม้ใหญ่ หรือกอไผ่ อยู่บริเวณริมลำห้วย จะเสริมให้ฝายมีความมั่นคงแข็งแรงมากขึ้นไม่เกิดการพังทลายได้ง่าย

6) ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ฝายต้นน้ำลำธารมิได้มีหน้าที่เป็นฝายทดน้ำเพื่อส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูก ดังนั้นจุดที่จะสร้างฝายต้นน้ำลำธารจึงควรเป็นลำห้วยที่มิได้มีน้ำไหลตลอดปี สภาพป่ามีความแห้งแล้ง ซึ่งจะต้องฟื้นฟูให้เกิดความชุ่มชื้นและอุดมสมบูรณ์ต่อไป

7) การเลือกจุดที่ก่อสร้างฝายต้นน้ำลำธารปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึง คือ ประโยชน์ที่จะได้รับจากฝาย ไม่ว่าจะเป็นด้านการอนุรักษ์ต้นน้ำ ด้านการพัฒนาฟื้นฟูป่าไม้ ด้านนิเวศน์วิทยา ตลอดจนด้านชุมชน นอกจากนี้การกำหนดพื้นที่จะก่อสร้างต้องขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ความจำเป็นและความเหมาะสมอื่น ๆ อีกด้วย

กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า (นระ คมนามูล, 2546)

การประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำที่อยู่ในแหล่งกักเก็บที่อยู่สูงอย่างเช่น น้ำตก หรือเขื่อน ซึ่งน้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์นั้น สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าพลังน้ำได้ตามสมการ (1)

$$P = gdQH \qquad (1)$$

ซึ่ง P คือ กำลังไฟฟ้าที่ได้จากน้ำตก (วัตต์)
Q คือ อัตรการไหลของน้ำผ่านเครื่องกังหันน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.807 เมตร-วินาที^{2})
d คือ ความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
H คือ ความสูงของน้ำตก หรือศักย์น้ำ (เมตร)

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถหาได้ตามสมการ (2)

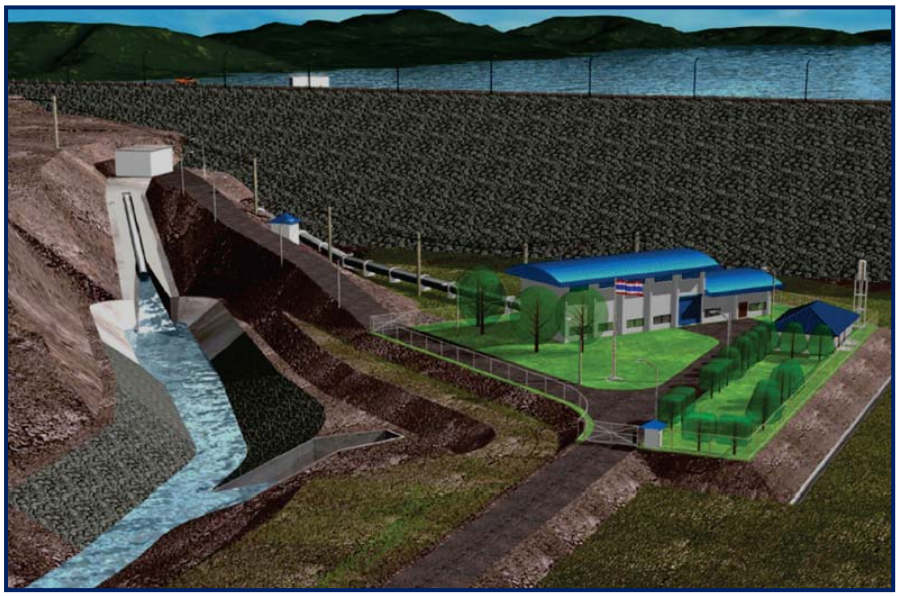
$$W = P\,t\,n\,f \qquad (2)$$

ซึ่ง W คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย
P คือ กำลังน้ำตก (กิโลวัตต์)
t คือ ระยะเวลาการผลิต (ชั่วโมง)
n คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกังหันน้ำ-เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปกติอยู่ระหว่าง 0.5-0.9
f คือ สัมประสิทธิ์ความผันผวนของการไหลของน้ำในลำน้ำ

ไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectric Power) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.)

การผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำจากสถานะพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำเหนือเขื่อนและท้ายเขื่อนมาใช้หมุนกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในระหว่างกระบวนการเปลี่ยนสภาพพลังงานขั้นต่างๆ จะมีความสูญเสีย (Loss) ของพลังงานเกิดขึ้น ได้แก่ ความสูงของหัวน้ำ ความเร็วของน้ำ ความฝืด การรั่วไหลของน้ำ การสั่นสะเทือน การเสียดสีระหว่างเพลากับแบริ่ง เป็นต้น เกิดขึ้นการแปรสภาพจากพลังน้ำมาเป็นพลังไฟฟ้า โดยอาศัยกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เป็นการสร้างเขื่อนขนาดเล็กหรือฝายทดน้ำกั้นลำน้ำ เพื่อทดน้ำให้มีระดับอยู่ในที่สูงจนมีปริมาณน้ำ และแรงดันเพียงพอที่จะนำมาหมุนเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้าท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่า กำลังผลิตติดตั้งและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้านี้จะเพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันและปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำ ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยรูปแบบการพัฒนาและส่งเสริมไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในปัจจุบันได้แก่ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำท้ายเขื่อนชลประทาน และโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ดังภาพที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ



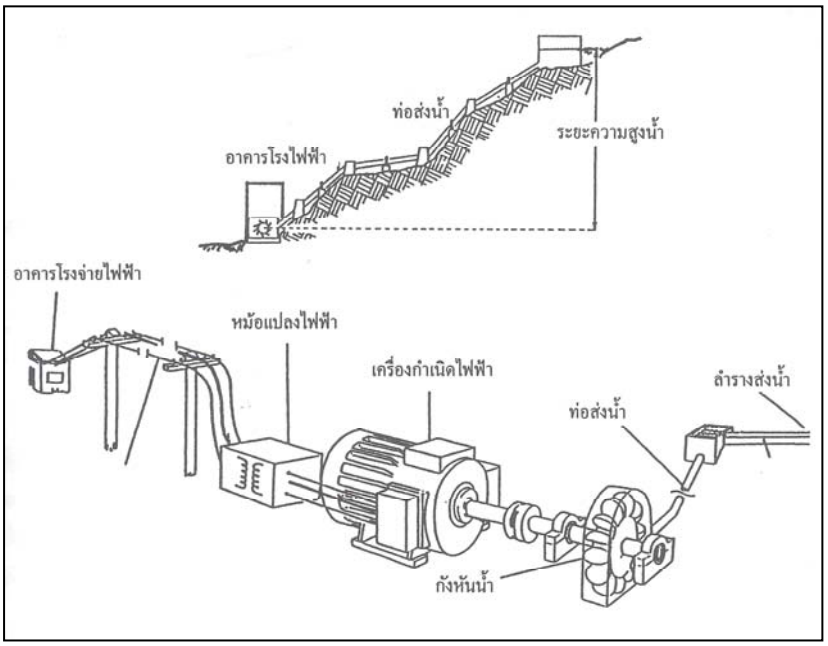
ภาพที่ 2.1 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำท้ายเขื่อนชลประทาน
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

ภาพที่ 2.2 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

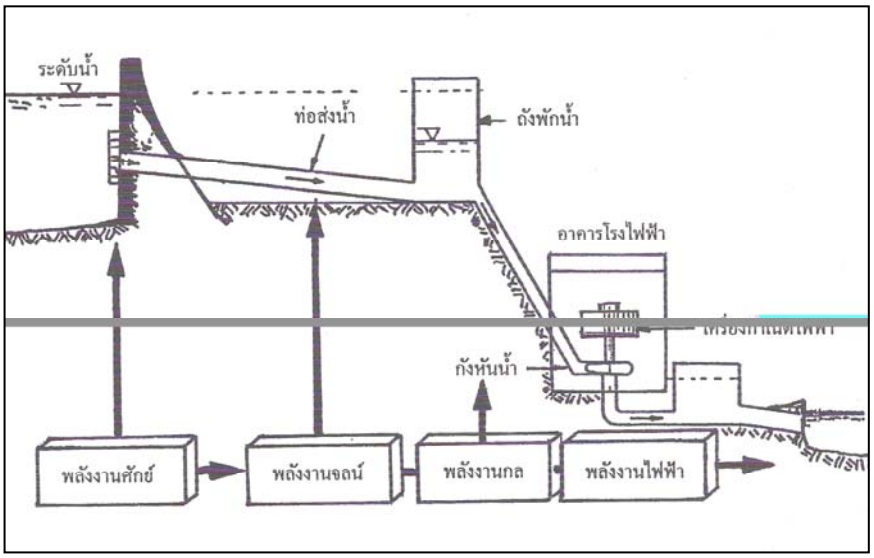
การแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมักจะยึดเอาปริมาณน้ำที่มีอยู่หรือที่ต้องใช้กับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำนั้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (วัฒนา ถาวร, 2543) คือ

1) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ (run of river) เป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าโดยการบังคับทิศทางการไหลของน้ำ จากแหล่งน้ำเล็กๆ เช่นตามลำห้วย ลำธารหรือฝายต่างๆ ให้มารวมตัวกันและไหลผ่านท่อหรือรางน้ำที่จัดทำไว้ และใช้แรงดันของน้ำซึ่งตกจากตำแหน่งที่สูงมาหมุนกังหันซึ่งต่อกับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ ดังภาพที่ 2.3



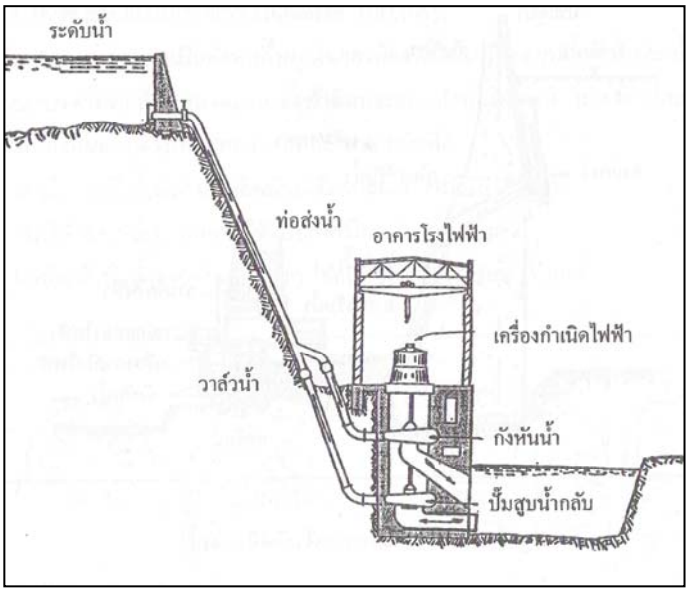
ภาพที่ 2.3 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ
ที่มา : วัฒนา ถาวร, 2543

2) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำ (storage regulation development) เป็นการใช้พลังงานน้ำจากแหล่งธรรมชาติหรือจากการสร้างอ่าน หรือเขื่อนขึ้นมากักเก็บเอง ซึ่งน้ำที่มีอยู่ในอ่างหรือเขื่อนจะมีปริมาณมากพอที่จะถูกปล่อยออกมาเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ในประเทศไทยโรงไฟฟ้าแบบนี้ถูกใช้เป็นหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพราะเป็นระบบที่มีความมั่นคงในการผลิตและจ่ายไฟสูง ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำ
ที่มา : วัฒนา ถาวร, 2543

3) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบน้ำกลับ (pumped storage plant) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับเป็นโรงไฟฟ้าที่มีอ่างเก็บน้ำสองส่วนคือ อ่างเก็บน้ำส่วนบน (upper reservoir) และอ่างเก็บน้ำส่วนล่าง (lower reservoir) น้ำจะถูกปล่อยจากอ่างเก็บน้ำส่วนบนลงมาเพื่อหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า และในช่วงที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำหรือน้อยลง จะใช้ไฟฟ้าที่เหลือจ่ายให้กับปั๊มน้ำขนาดใหญ่ที่ติดตั้งอยู่ในอ่างเก็บน้ำส่วนล่าง เพื่อสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำส่วนล่างกลับขึ้นไปเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำส่วนบนเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าต่อไป ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ
ที่มา : วัฒนา ถาวร, 2543

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.) กล่าวไว้ว่า โครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะมีลักษณะของโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของโครงการแต่ละประเภทมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันบ้างในส่วนรายละเอียดเท่านั้น โดยแบ่งออกได้ ดังนี้ คือ

1) Micro Hydro หรือโครงการขนาดจิ๋ว หมายถึง โครงการที่มีกำลังผลิตติดตั้งต่ำกว่า 200 กิโลวัตต์ลงมา ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นแบบ Isolated System

2) Mini Hydro หมายถึง โครงการขนาดเล็ก ที่มีกำลังผลิต 201-6,000 กิโลวัตต์ ซึ่งมีทั้งแบบ Isolated System และแบบ Grid Connected System

3) Small Hydro หมายถึง โครงการขนาดเล็กที่มีกำลังผลิต 6 –15 เมกะวัตต์ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Grid Connected System

ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

1) ฝายหรือเขื่อนเก็บกักน้ำ (Dam or Weir) เป็นโครงสร้างที่สร้างกั้นลำน้ำ ทำหน้าที่กักน้ำหรือทดน้ำในลำน้ำให้สูงขึ้นและควบคุมระดับน้ำโดยผันน้ำให้เข้าสู่บริเวณส่วนอาคารรับน้ำ น้ำส่วนที่มากเกินจะล้นไปทางสันฝายหรืออาคารระบายน้ำล้น ลงสู่ลำน้ำทางหลังฝาย ดังภาพที่ 2.6

2) อาคารรับน้ำ (Intake Structure) เป็นโครงสร้างคอนกรีต ทำหน้าที่เปิด-ปิดน้ำและควบคุมน้ำในการใช้งาน สร้างอยู่บริเวณริมฝั่งของลำน้ำติดกับฝายกั้นน้ำ และปกติจะวางอยู่ในแนวทิศตั้งฉากกับทิศทางการไหลของลำน้ำ มีประตูเพื่อปรับการไหลของน้ำที่จะไหลไปยังระบบผันน้ำ ส่วนประกอบหลักมี ทางน้ำเข้า ตะแกรงกันขยะ (Trash rack) และประตูระบายน้ำทราย ซึ่งจะเปิดเพื่อปล่อยทราย หิน ตะกอน ซึ่งอยู่บริเวณหน้าฝายน้ำทิ้งไปในฤดูน้ำมาก

3) ระบบผันน้ำ (Headrace) เป็นทางส่งน้ำจากส่วนปากท่อไปยังอ่างน้ำหรือถังเก็บน้ำ (Forebay or Head Tank) ระบบผันน้ำอาจประกอบไปด้วยคลองส่งน้ำหรือท่อส่งน้ำ โดยปกติจะมีความชันน้อยๆ คงที่ ซึ่งอาจจะสร้างจากท่อเหล็ก ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหรือใช้ร่วมกันหลาย ๆแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพทางธรณีวิทยา กำลังติดตั้ง ค่าใช่จ่ายและวัสดุที่หามาได้ การขนส่ง และการบำรุงรักษา เป็นต้น

ภาพที่ 2.6 ฝายกั้นลำน้ำ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

4) อาคารลดแรงดัน (Fore bay or Head Tank) เป็นสjวนประกอบอันสุดท้ายที่จะควบคุมและปรับปริมาณการไหลของน้ำ กำจัดสวะ ตะกอนทรายต่าง ๆ ก่อนที่จะส่งไปยังท่อส่งน้ำแรงดัน (Penstock) และยังเป็นส่วนช่วยป้องกันแรงดันสูงที่จะทำให!เกิดความเสียหายแก่ท่อน้ำแรงดันในกรณีที่ปิดเครื่องกังหันน้ำอย่างทันทีด้วย (Water Hammer) ส่วนนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ หรือบางทีก็สร้างเป็น Surge Tank แทน

5) ท่อส่งแรงดันน้ำ (Penstock) เป็นเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ปกติจะวางอยู่เหนือดิน แต่บางทีก็ฝังในดิน ออกแบบให้ทนต่อแรงดันน้ำ แรงเค้น แรงเครียด ท่อน้ำนี้จะนำน้ำเข้าไปหมุนเครื่องกังหันน้ำต่อไป

6) อาคารโรงไฟฟ้า (Power House) เป็นอาคารที่ตั้งของอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ สวิตซ์บอร์ด ยกเว้นหม้อแปลงไฟฟ้ามักตั้งอยู่นอกอาคาร

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Pico Hydro Power) เป็นการผลิตไฟฟ้าโดยการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ที่มีขนาดกำลังผลิตน้อยกว่า 200 กิโลวัตต์ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วต้องการปริมาณการไหลของน้ำเพียงเล็กน้อยที่ทำให้ระบบทำงานได้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขา แม่น้ำ น้ำตก ลำธารเล็ก ๆ สำหรับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กส่วนใหญ่มักตั้งอยู่ใกล้ลำน้ำ หรือในลำน้ำโดยตรง แบบไม่มีอ่างสำหรับกักเก็บน้ำ ดังนั้นในการก่อสร้างจึงต้องมีการศึกษาถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการ และลักษณะการไหลของน้ำในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังน้ำขนาดจิ๋วสามารถนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐานภายในครัวเรือนได้แก่ หลอดไฟ วิทยุ โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น

1) เทคโนโลยีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์ เหล่าดี, 2549)

โดยทั่วไปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ตามชนิดของกังหัน (turbine) และ ความสูง (Heads) ได้ดังต่อไปนี้

(1) Variations of turgo - turbines กำลังการผลิตสูงสุด 7 กิโลวัตต์ ที่ความสูงปานกลางและความสูงมาก

(2) Tiny Pelton wheels (Peltric Set) กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 5 กิโลวัตต์ ความสูงประมาณ 20 - 50 เมตร

(3) Tiny turgo turbines กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด 2 กิโลวัตต์ ความสูงประมาณ 5 -11 เมตร

(4) Low-head propeller turbines กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 2 กิโลวัตต์ ความสูงประมาณ 1-2 เมตร

(5) Tiny Crossflow turbine (Fireflies) กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด 200 กิโลวัตต์ ใช้สำหรับระบบประจุแบตเตอรี่ ความสูงประมาณ 5-20 เมตร

2) ส่วนประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์ เหล่าดี, 2549) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วมีการออกแบบและมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

(1) แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น คลองชลประทาน หรือเป็นลำน้ำที่แยกส่วนจากแม่น้ำ

(2) แหล่งเก็บน้ำสำรอง เพื่อเก็บน้ำสำหรับผลิตกระแสใช้ในช่วงฤดูแล้ง

(3) ท่อนำน้ำ เป็นท่อสำหรับรับน้ำไหลจากแหล่งเก็บน้ำผ่านท่อเข้าสู่กังหัน

(4) กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลจากการหมุนของกังหันมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลักการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

(5) ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ควบคุมให้การผลิตกระแสไฟฟ้าสมดุลกับภาระที่ต่อกับระบบ ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า

(6) ภาระทางกล ได้แก่ เครื่องจักรที่ต่อพ่วงเข้ากับเพลาของกังหัน เพื่อนำพลังงานการหมุนของกังหันไปใช้โดยตรง

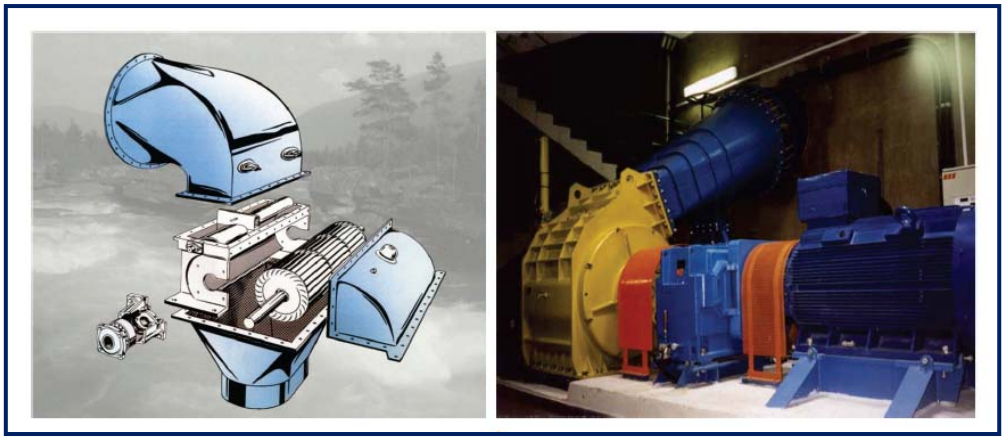
(7) ระบบสายส่ง เป็นการเชื่อมระบบ เพื่อนำกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ครัวเรือนผู้ใช้

เทคโนโลยีเครื่องกังหันน้ำ

กังหันน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเพราะจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยการทำให้ใบพัดของกังหันน้ำเกิดการหมุนส่งผลให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่หมุนตาม และสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ โดยทั่วไปกันหันน้ำแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท (อชิตพล ศสิธรานุวัฒน์, 2548) คือ

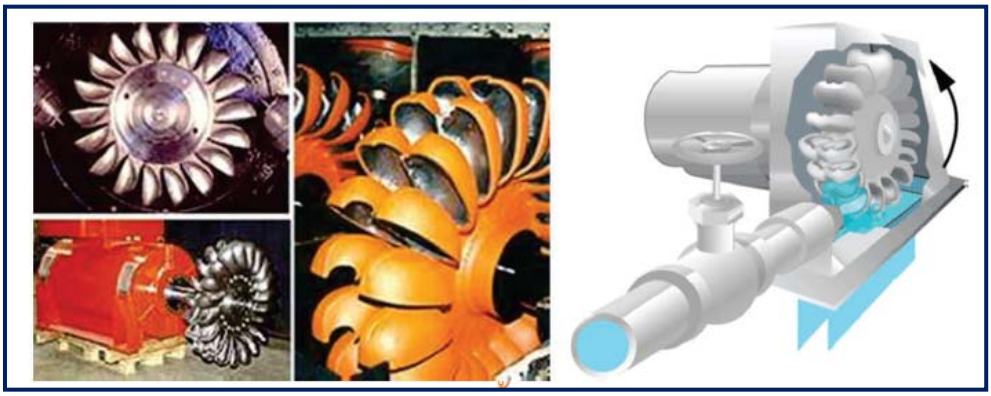
1) กังหันน้ำประเภทหัวฉีด (impulse turbine) หรือกังหันน้ำแบบแรงกระแทก กังหันน้ำแบบนี้มักใช้กับเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่มีหัวน้ำสูง เพราะต้องอาศัยแรงฉีดหรือแรงกระแทกของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำที่รับน้ำมาจากเขื่อน น้ำที่ไหลลงมาตามท่อส่งน้ำจะถูกลดขนาดมายังหัวฉีดก่อนจะถูกฉีดเข้าไปที่ตัวของกังหันน้ำ ลำน้ำที่พุ่งผ่านหัวฉีดจะมีแรงและความเร็วสูง ดังนั้นเมื่อกระแทกเข้าใบพัดหรือวงล้อของกังหันน้ำจะทำให้กังหันน้ำเกิดการหมุนได้ การควบคุมการหมุนของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการปรับขนาดของหัวฉีด ซึ่งเสมือนเป็นการปรับปริมาณน้ำให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ กังหันน้ำประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

(1) กังหันน้ำแบงกี (banki turbine) กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำ (low head) และต้องการกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย เป็นกังหันน้ำที่ทำงานโดยให้น้ำไหลผ่านกังหันในแนวขวางกับกังหันหรือตั้งฉากกับแกนของกังหัน น้ำที่ผ่านกังหันไหลออกทางด้านตรงข้าม จึงเรียกว่า Cross flow มีใบพัดเป็นรูปโค้งเพื่อให้สัมผัสกับแนวน้ำไหลและหัวฉีดน้ำมีลักษณะเป็นลิ้นบังคับน้ำ (guide vane) ของ Francis Turbine ข้อดีของกังหันแบบนี้ คือ ประสิทธิภาพของกังหันค่อนข้างคงที่เมื่ออัตราการไหลแปรผัน และมีราคาถูก หัวน้ำอยู่ที่ระหว่าง 3 เมตร ถึง 70 เมตร กังหันน้ำแบบนี้นิยมใช้งานกับโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีปริมาณน้ำไหลเข้ากังหันไม่คงที่ ดังภาพที่ 2.7



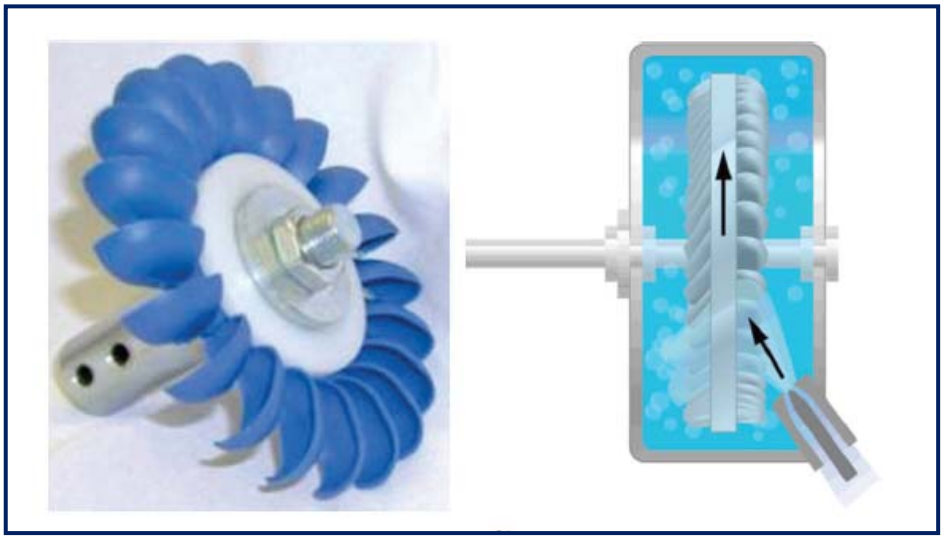
ภาพที่ 2.7 แสดงกังหันน้ำแบงกี (banki turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

(2) กังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine) รูปแบบของกังหันน้ำนี้ ถูกออกแบบโดยใช้ถ้วยรับน้ำซึ่งติดอยู่ในวงล้อภายในตัวกังหันเป็นแบบถ้วยคู่ และสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดมากกว่า 1 ช่อง โดยอาจมีจำนวนถึง 4 ช่องก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้รับกำลังเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดของกังหันน้ำเท่าเดิม โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับของหัวน้ำสูง (high head) ซึ่งสูงกว่า 250 เมตร หรืออาจน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 กังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

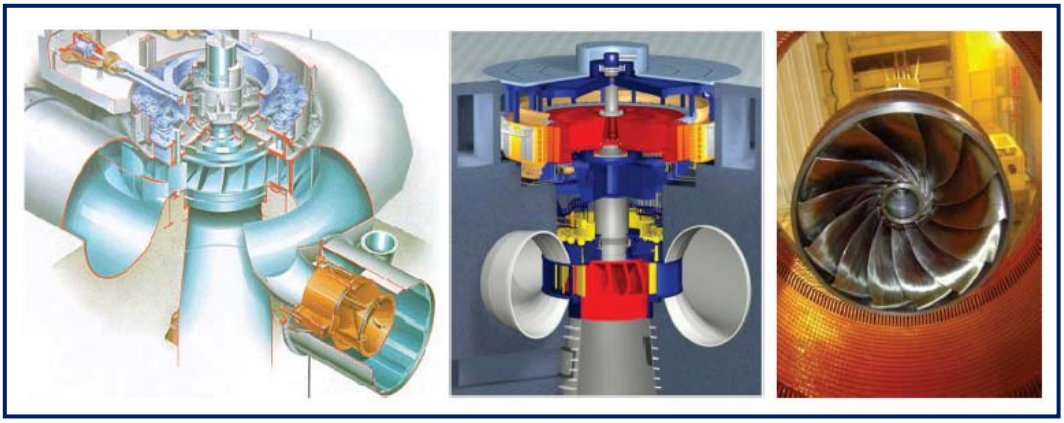
(3) กังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine) เป็นกังหันน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นจากกังหันน้ำแบบเพลตัน โดยภายในตัวกังหันน้ำนี้จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างตื้นแทนถ้วยรับน้ำแบบคู่ในกังหันน้ำแบบเพล กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำที่มีระดับความสูงปานกลาง (medium head) เพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก และมีความสามารถในการรับปริมาณน้ำได้มากกว่ากังหันน้ำเพลตัน ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 กังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

2) กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (reaction turbine) เป็นกังหันน้ำที่ต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่อยู่ด้านหน้าและด้านท้ายของกังหันน้ำมาทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน น้ำที่เข้าไปในตัวกังหันจะแทรกเข้าไปในช่องระหว่างใบพัดเต็มทุกช่องพร้อมกันทำให้ตัวกังหันน้ำทั้งหมดจะจมอยู่ในน้ำ กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้กับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำถึงปานกลาง โดยทั่วไปที่นิยมใช้อยู่จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

(1) กังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine) กังหันน้ำชนิดนี้เป็นกังหันน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถใช้กับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำตั้งแต่ 2 ถึงกว่า 300 เมตร หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบฟรานซิสคือ น้ำที่ถูกส่งเข้ามาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อก้นหอยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน น้ำที่ไหลในท่อก้นหอยจะแทรกตัวผ่านลิ้นนำน้ำเข้า (guide vane) เพื่อเข้าสู่ตัวกังหันน้ำทำให้วงล้อของกังหันน้ำเกิดการหมุนได้ กังหันน้ำแบบฟรานซิสมีทั้งแบบแกนตั้งและแกนนอน ซึ่งการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและขนาดของโรงไฟฟ้าแต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแกนตั้งมากกว่า ลักษณะของกังหันน้ำฟรานซิส ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 กังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

(2) กังหันน้ำคาปแลน (kaplan turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะเหมือนใบพัด เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1 ถึง 70 เมตร และมีหลักการทำงานโดยให้น้ำจะไหลผ่านใบพัดในทิศขนานกับแกนของกังหันน้ำ โดยใบพัดของกังหันน้ำเคปแลนสามารถปรับมุมเพื่อรับแรงอัดหรือแรงฉีดของน้ำโดยอัตโนมัติซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำได้ ดังภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11 กังหันน้ำเคปแลน (kaplan turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

(3) กังหันน้ำเดเรียซ (deriaz turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกังหันน้ำเคปแลนแต่ต่างกันในส่วนของรูปแบบของใบพัด ซึ่งคล้ายกับใบพัดของกังหันน้ำฟรานซิส กังหันน้ำชนิดนี้จะใช้แรงดันน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกนของกังหันน้ำ และการประยุกต์ใช้จะเหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำสูงๆ เพราะต้องใช้แรงดันน้ำที่มีแรงดันสูง ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 กังหันน้ำเดเรียซ (deriaz turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.

3) ชนิดของกังหันที่มีการนำมาใช้งานในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์ เหล่าดี, 2549)

ชนิดของกังหัน ที่มีการนำมาใช้งานในระบบผลิกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วนั้นได้ถูกแบ่งตามระดับความสูง (Heads) ต่าง ๆ ดังนี้

1) หัวน้ำต่ำ : กังหันชนิด Propeller Turbine

2) หัวน้ำต่ำถึงปานกลาง : กังหันชนิด Cross flow Turbine และ เครื่องสูบที่นำมาใช้เป็นกังหัน

3) หัวน้ำปานกลาง : กังหันชนิด Francis Turbine

4) หัวน้ำปานกลางถึงสูง : กังหันชนิด Pelton Turbine และ Turgo Turbine

นอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งชนิดของกังหันกับอัตราการไหลของน้ำ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะของกังหันแต่ละชนิดกับอัตราการไหลของน้ำ

Specific Speed	Runner (m/s)		
	Slow	Medium	Fast
Pelton	5 - 15	16 - 30	31 - 70
Francis	60 - 150	151 - 250	251 - 400
Kaplan	300 - 450	451 - 700	701 - 1100

ที่มา : ไพฑูรย์ เหล่าดี, 2549

แนวทางการพิจารณาคัดเลือกกังหันน้ำ

การเลือกแบบของเครื่องกังหันน้ำในขั้นต้น พิจารณาได้จากความสัมพันธ์ของหัวน้ำและกำลังผลิตของกังหันแบบต่าง ๆ แต่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย โดยทั่วไปเครื่องกังหันน้ำแบบฟรานซิส ก่อสร้างได้ง่าย มีความเชื่อถือสูง นิยมใช้กันมาก ในกรณีที่หัวน้ำสูงมากโดยทั่วๆ ไปใช้แบบเพลตัน และถ้าหัวน้ำต่ำก็ใช้เครื่องกังหันแบบคาปลาน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงแนวทางการพิจารณาคัดเลือกกังหันน้ำ

เครื่องกังหันน้ำ	ความสูงหัวน้ำ (เมตร)
กังหันแบบคาปลาน	1-7
กังหันน้ำแบบฟรานซิส	15-450
กังหันแบบเพลตัน	150

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน , ม.ป.ป.

แบบจำลองและการวิเคราะห์ (Modeling and Analysis) (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแบบที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ของระบบเพื่อจะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ตัวแบบนี้อาจจะเป็นโปรแกรม ที่มีความสามารถในการใช้สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาคำตอบ หรือจำลองให้เห็นภาพของข้อมูลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยสามารถแบ่งประเภทของแบบจำลอง (Type of Models) ได้ดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองเชิงบรรยาย (Description Model) ประกอบด้วย

(1) แบบจำลองเชิงกราฟิก (Graphic Model) เป็นแบบจำลองที่แทนข้อมูลในลักษณะของตรรกะ (Logical) มักใช้แผนภาพ (Diagram) ต่างๆ สำหรับแสดงข้อมูล เช่น Document Flow ใช้สำหรับแสดงการไหลของเอกสารในกระบวนการทำงานของระบบ Context Diagram เป็นแผนภาพบริบทที่ใช้แสดงการไหลของข่าวสารโดยภาพรวมของระบบ Data Flow Diagram (DFD) เป็นแผนภาพกระแสข้อมูลใช้แสดงการไหลของข่าวสารที่ขยายความจาก Context Diagram ให้มีความละเอียดในเรื่องของกระบวนการมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้พัฒนาโปรแกรมนั้น สามารถเข้าใจกระบวนการของระบบ

(2) แบบจำลองการเล่าเรื่อง (Narrative Model) ใช้บรรยายเรื่องราวด้วยภาษาธรรมชาติ (Natural Language) เล่าเรื่องหรือบรรยายสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการ

(3) แบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Model) เป็นแบบจำลองทางด้านการออกแบบสิ่งนำเข้า (Input Design) การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design) เช่น แบบจำลองการสร้างบ้าน แบบจำลองหุ่นยนต์ หรือการ์ตูนเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นแบบจำลองในโปรแกรม 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น การเขียนแบบบ้านและแบบเครื่องจักรกลด้วยโปรแกรม Auto CAD เป็นต้น

2) แบบจำลองคงที่และแบบพลวัตร (Static and Dynamic Model)

(1) แบบจำลองคงที่ (Static Analysis) เป็นแบบจำลองที่ใช้เฉพาะกิจในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งตามที่องค์กรต้องการ เช่น ตารางในการวิเคราะห์งบประจำปี ประจำไตรมาส หรือตามช่วงเวลา

(2) แบบจำลองพลวัตร (Dynamic Analysis) เป็นแบบจำลองสำหรับประเมินสถานการณ์ที่สามารถเปลี่ยนตัวแปรได้ตลอดเวลา เช่น การประเมินโครงการซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา สถานการณ์หรือผลของโครงการจะขึ้นอยู่กับเวลา เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถแสดงแนวโน้มและแบบแผนต่าง ๆ ได้ครอบคลุมทุกช่วงเวลา หาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบตามช่วงเวลาได้ ซึ่งแบบจำลองชนิดนี้จะถูกดัดแปลงมาจากแบบจำลองแบบคงที่

3) Heuristic Algorithm ใช้สำหรับหาคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เมื่อปัญหานั้นไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นแล้วจะใช้ Heuristic ระบบที่มีการใช้ Heuristic ได้แก่ ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System: ES) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) ใช้กับการวิเคราะห์ที่ต้องการคุณภาพ

4) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model)ประกอบด้วย

(1) แบบจำลองในการหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization Model)

(1.1) การหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่มีทางเลือกน้อย ได้แก่

- ตารางการตัดสินใจ (Decision Table) เป็นตารางการตัดสินใจอย่างง่าย แก้ปัญหาที่ไม่มีความซับซ้อน มีทางเลือกในการตัดสินใจไม่มากนัก

- แผนภาพต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) ใช้โครงสร้างต้นไม้ (Tree) เป็นแบบจำลองในการตัดสินใจ ซึ่ง Decision Tree มีองค์ประกอบ คือ Root node หมายถึง node ตัวแรกด้านบน สามารถแตกกิ่งก้านสาขา ที่เราเรียกว่า Branch ซึ่งจะมี Left Branch กับ

Right Branch ทั้ง 2 Branch สามารถขยาย (Expansion) ออกไปได้อีก Decision Tree จะใช้แก้ปัญหาง่าย ๆ ที่มีเงื่อนไขไม่มาก ไม่ซับซ้อน เพื่อให้เห็นภาพข้อมูลสำหรับตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

(2) แบบจำลองที่ใช้ Algorithm

ใช้เมื่อการหาคำตอบนั้นยุ่งยากเกินไปสำหรับวิธีแบบ Decision Table และ Decision Tree ดังนั้นแบบจำลองที่มีการใช้ Algorithm (Algo.) ในการทำงานนั้น จึงเหมาะกับปัญหาที่มีทางเลือกมากมาย ถ้าผู้ตัดสินใจเกิดความสับสน ไม่สามารถเลือกทางเลือกได้ถูกต้อง จึงต้องใช้ Algorithm มาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย

- แบบจำลอง การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) แบบจำลองชนิดนี้ต้องอาศัยสูตรหรือสมการทางคณิตในการคำนวณ ซึ่งต้องมีองค์ประกอบของการกำหนดวัตถุประสงค์(Objective function) ตัวแปรอิสระ (Independence variable) ตัวแปรตาม (Dependence variable) ภายใต้ข้อจำกัด (Constrain function) และขอบเขตของตัวแปรในการตัดสินใจ สำหรับวิธีการใช้งานนั้นสามารถคำนวณด้วยมือ หรือใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวกที่มีความสามารถด้านคำนวณ การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) ส่วนใหญ่มักใช้กับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การจัดการด้านงานผลิต เช่น คำนวณหาว่ามีทรัพยากร (Resource) อยู่ในโรงงานจำนวนจำกัด จะทำการผลิตโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนี้ ในสัดส่วนเท่าใดจึงจะทำให้โรงงานมีกำไรสูงสุด เป็นต้น

- แบบจำลองโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming Model) ใช้ในการหาผลลัพธ์จากเป้าหมายหลายๆ ค่า ทำการเปรียบเทียบค่า (Compare) ในแต่ละค่าเป้าหมายจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด วิธีนี้จะใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายใต้ข้อจำกัดที่เรามีอยู่ มักใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจทางธุรกิจ เช่น แก้ปัญหาการผลิต การจัดสรรแรงงาน เป็นต้น

- แบบจำลองเครือข่าย (Network model) ลักษณะของ Network Model จะคล้ายกับ Net หรือ Graph ตัวอย่าง เช่น การแทน Node ด้วยเมืองต่างๆ ที่ต้องเดินทาง แต่ละเมืองหรือแต่ละ Node นั้นจะเชื่อมถึงกัน ส่วนมาก Network Model จะถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางเพื่อให้ใช้ระยะทางสั้นที่สุด หรือแก้ปัญหาการขนส่งที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยสุด แสดงภาพตัวอย่างของ Network Model การใช้แบบจำลอง Network Model นี้สามารถคำนวณได้โดยใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Spreadsheet (Excel)

(3) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้เทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งแบ่งลักษณะหลักของแบบจำลองสถานการณ์ (Major Characteristics of Simulation) ออกได้เป็น

- ใช้เลียนแบบการทำงานของระบบงานจริง ซึ่งเป็นการจำลองที่ค่อนข้างสมบูรณ์
- เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้กับห้องปฏิบัติการทดลอง (Technique for conducting experiments)
- เป็นแบบจำลองแบบพรรณาหรือบรรยาย (Descriptive)
- ใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ (very complex) และปัญหาที่มีความเสี่ยงสูง (risky problems)

ข้อดีของแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) (สุพจน์ เหล่างาม, ม.ป.ป.)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรม (Behavior) ของระบบต่าง ๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ เช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือกที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลา

ในปัจจุบันการจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาไปประยุกต์ใช้ได้กับกลุ่มอุตสาหกรรม และการบริการ เช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้า การให้การบริการทางธุรกิจต่าง ๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์คือมีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

1) การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ เช่น Visual Basic (VB), VB.Net, Delphi, C, Visual C, Java , PowerBuilder ฯลฯ แต่ภาษาที่เลือกใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะของงานด้วย

2). ใช้โปรแกรม Spreadsheet เช่น Excel

3) คำนวณด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์และสถิติ เช่น Met Lab หรือ Sci Lab

4) การใช้เครื่องมือ (Tools) ในการวิเคราะห์ เช่น Cognos , DB Miner เป็นต้น แต่ควรมีการศึกษาถึงความสามารถและลักษณะเด่นของ เครื่องมือ (Tools) แต่ละชนิด เพื่อจะได้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับประเภทของงาน

ลักษณะสำคัญของแบบจำลอง

(แบบจำลองและการวิเคราะห์, 2555)

1) มีการตรวจสอบความถูกต้องทั้ง logic และการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

2) มีเหตุผล ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าผลที่ได้อยู่ในขอบเขตของผลลัพธ์ที่คาดคะเนไว้และแบบจำลองนั้นทำงานอย่างถูกต้อง โดยสามารถนำผลลัพธ์นั้นมาวิเคราะห์ได้

3) ลดความเบี่ยงเบน โดยใช้ค่าสุ่มเดียวกันเพื่อลดความแปรผันและเพิ่มความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบที่ต่างกันได้

4) มีลักษณะเป็นการเลียนแบบสถานการณ์จริงมากกว่าเป็นการนำเสนอสถานการณ์จริง

5) มีลักษณะเป็นการบรรยายหรือการคาดการณ์สถานการณ์จริงที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่างๆ กัน

6) เป็นแบบจำลองที่ใช้กับปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง

หลักการสร้างแบบจำลอง

(แบบจำลองและการวิเคราะห์, 2555)

หลักการสร้างแบบจำลอง แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) นิยามปัญหา (Problem Definition) เป็นการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้น และจัดแบ่งให้เป็นหมวดหมู่ รวมทั้งมีการกำหนดขอบเขตของระบบ และปรับให้รูปการของปัญหามีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2) สร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model Construction) โดยการกำหนดค่าตัวแปร และความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว

3) ทดสอบและตรวจสอบความถูกต้อง (Model Testing and Validation) เนื่องจากแบบจำลองสถานการณ์ จะต้องถูกนำไปศึกษาแทนเหตุการณ์จริง ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จะต้องทดสอบและค้นหาสิ่งผิดพลาดทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจได้ว่า สามารถนำไปใช้แทนเหตุการณ์จริงได้อย่างสมบูรณ์

4) ออกแบบสถานการณ์เพื่อการทดลอง (Experimental Design) หลังจากที่แบบจำลองได้รับการพิสูจน์ จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง เพื่อทำการจำลองสถานการณ์ขึ้น ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยให้ผู้ทำสามารถตัดสินใจและกำหนดขอบเขตของตัวแปรที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ได้ รวมทั้งเป็นการแก้ไขจุดบกพร่องในแบบจำลอง

5) การควบคุมการทดลอง (Experimental Conduction) เป็นขั้นตอนการทดลองใส่ค่าตัวแปรจริงๆ ในแบบจำลอง เพื่อแสดงสถานการณ์ต่างๆ ตามตัวแปรที่ทดลองเปลี่ยนไป แล้วนำเสนอผลลัพธ์ออกมาให้เห็น

6) การประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง (Result Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ว่าเป็นไปตามที่ได้ทำการออกแบบไว้หรือไม่

7) นำไปใช้แก้ปัญหาจริง (Implementation) ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ซึ่งการสร้างแบบจำลองนี้ ทำให้สามารถเลือกดูสถานการณ์ต่างๆ ได้ตามตัวแปรที่กำหนด

ประโยชน์ของแบบจำลอง (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

1) ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สำหรับแก้ปัญหามีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์จากแบบจำลองไม่มากทำงานได้รวดเร็ว

2) ด้านระยะเวลา (Time) สามารถทำงานได้ภายใต้ความกดดันด้านเวลาและทันต่อความต้องการใช้งาน

3) ด้านการทดลองแทนมนุษย์ (Experiment) ใช้ทดลองกับเหตุการณ์การทำงานต่าง ๆที่เสี่ยงอันตรายแทนมนุษย์ได้ เช่น แบบจำลองเพื่อวัดโครงสร้างความแข็งแรงของตึกเมื่อเกิดตึกถล่มหรือเกิดไฟไหม้ แบบจำลองที่ใช้กับภาพยนต์ หรือแม้แต่แบบจำลองการหาสาเหตุของเครื่องบินตก เป็นต้น

4) สามารถทำความเข้าใจและมองภาพของปัญหาภายในได้อย่างชัดเจน (View of problem)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ เหล่าดี (2549) ได้ศึกษาการสาธิตระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว : กรณีศึกษาหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ ที่ มว.4 (แม่เรวา) จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อเสนอการสาธิตการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว โดยได้แบ่งการทดลองการผลิตกระแสไฟฟ้า ออกเป็น ขนาด 1 กิโลวัตต์ 0.5 กิโลวัตต์ และ 0.3 กิโลวัตต์ มีขนาดกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 400 วัตต์ 207 วัตต์ และ 120 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า มีปัจจัยสำคัญ 2 ประการที่มีผลต่อการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว คือ ระยะหัวน้ำสุทธิ และ อัตราการไหลของน้ำ

ประคอง เปลี่ยนเอก (2552) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว โดยวิธีการออกแบบการไหลของน้ำ กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า จากระดับความสูง 0.7, 1.1, 1.5, 1.9 และ 2.3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 3.625, 4.793 และ 5.54 เซนติเมตร ซึ่งใช้วิธีการทดลองปล่อยน้ำลงมาตกกระทบกังหันน้ำชนิดใบพัดตรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 59.5 เซนติเมตร จำนวน 8 ใบพัด ผลจากการวิจัยพบว่ากำลังของน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความสูง และเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดอยู่ที่ 333.65 วัตต์ ที่ความสูง 2.3 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 5.54 เซนติเมตร กำลังการพุ่งกระทบของลำน้ำบนใบพัด เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความสูง และเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดอยู่ที่ 167.21 วัตต์ ที่ความสูง 2.3 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 5.54 เซนติเมตร สำหรับประสิทธิภาพสูงสุดของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วมีค่าประมาณ 19.75 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำที่เหมาะสม คือ 3.625 เซนติเมตร ที่ความสูงของน้ำ 0.7 เมตร

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554) ได้ดำเนินการจัดตั้งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านโดยดำเนินการในรูปแบบความร่วมมือกับราษฎร ปัจจุบันมีจำนวนโครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านที่ยังสามารถเดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าอยู่จำนวน 39 โครงการ มีกำลังผลิตรวม 1,155 กิโลวัตต์ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับประโยชน์จำนวน 3,779 ครัวเรือน สำหรับปีงบประมาณ 2548 มีการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 3 โครงการ คือโครงการบ้านห้วยหมากลาง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีขนาดกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ และ โครงการบ้านสามหมื่นทุ่ง จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 60 กิโลวัตต์ และในปีงบประมาณ 2549 มีโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างจำนวน 2 โครงการ คือโครงการบ้านมะโอโค๊ะ จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ และโครงการแม่น้ำดะ จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 60 กิโลวัตต์

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และเพชร พลอยเจริญ (2552) ได้ทำการศึกษาบทบาทของฝายต้นน้ำต่อการลดอัตราการไหลหลากของน้ำท่าในลำธาร ภายหลังการสร้างฝายที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อำเภอเชียงดาวจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในช่วงฤดูแล้งหรือขณะที่ลำธารมีอัตราการไหลของน้ำท่าในลำธาร (streamflow discharge) เท่ากับ 12 ลบ.ม./วินาที ฝายต้นน้ำสามารถลดอัตราการไหลได้ร้อยละ 93.41 ในขณะเดียวกัน ถ้าน้ำท่าในลำธารมีตะกอนแขวนลอย 1.23 กรัม/ลิตร ฝายต้นน้ำสามารถลดปริมาณตะกอนได้ร้อยละ 81.03 การลดลงของอัตราการไหลของน้ำท่าในลำธาร ทำให้น้ำในลำธารมีโอกาสพักตัวและแทรกซึมเข้าไปในดินสองฝากฝั่งลำน้ำมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในชั้นดินบริเวณสองฝั่งลำน้ำเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 43.98

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และคณะ (2552) ได้ศึกษางานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเกี่ยวกับประโยชน์ของฝายต้นน้ำ บริเวณพื้นที่โครงการหลวง พบว่าการสร้างฝายต้นน้ำที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้ในป่าเต็งรังบริเวณสองฝั่งลำห้วยเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.08 ในขณะเดียวกันป่าดิบแล้งจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.86

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2550) สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืชได้ทำการศึกษาเรื่อง เมื่อฝายต้นน้ำเต็ม จะช่วยชะลอน้ำท่าได้หรือไม่ หลังจากมีการก่อสร้างฝายไประยะหนึ่ง โดยใช้วิธีการศึกษาวิจัย แบบจำลองการเกิดเหตุการณ์ (simulation model) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่าฝายมีการทำงานคิดเป็นร้อยละ 40.36 ของฝายต้นน้ำที่สร้างขึ้นมาใหม่

Mohibullah, M.; Radzi, A.M.; Hakim, M.I.A. (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Basic design aspects of micro hydro power plant and its potential development in Malaysia พบว่าโรงไฟฟ้าพลังน้ำหรือการนำพลังงานจากน้ำมาผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด โดยน้ำที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้ายังนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการชลประทานและวัตถุประสงค์อื่นๆ ได้อีก การใช้น้ำมาผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันเกิดขึ้นครั้งแรกในแม่น้ำฟ็อกซ์ในรัฐวิสคอนซินในปี ค.ศ. 1882 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำยังมีบทบาทสำคัญอย่างต่อเนื่องในการให้บริการไฟฟ้าในช่วงต้นศตวรรษนี้และเริ่มขยายตัวเพิ่มขึ้นไปทั่วโลก โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตั้งแต่ขนาดน้อยกิโลวัตต์ ไปจนถึงหลายพันเมกกะวัตต์ เขาได้จัดแบ่งประเภทโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีกำลังน้อยกว่า 100 กิโลวัตต์ โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นและมีประสิทธิภาพที่จะเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สะอาดมากกว่าโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งผล

ให้มีการเพิ่มกำลังการผลิตจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดกลาง ที่ใดก็ตามที่มีอุปทานคือมีน้ำเพียงพอและมีความต้องการ ขณะที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงกลางของศตวรรษนี้และประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าจากถ่านหินและน้ำมันได้เพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าพลังงานก็หลุดออกมาจากการพัฒนา โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ส่วนมากมาจากการสร้างเขื่อน ซึ่งจะทำให้มีพื้นที่น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างเพื่อใช้ในการเก็บกักน้ำไว้เพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า ในปีที่ผ่านมาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ เป็นเรื่องที่น่ากังวลและเป็นเรื่องยากในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดใหญ่และการสร้างเขื่อน เนื่องจากมีการคัดค้านจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำจะท่วมและจากฝ่ายสิ่งแวดล้อม ความต้องการของที่นี่ที่จะเกิดขึ้นคือโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กๆ ซึ่งในประเทศมาเลเซียยังไม่มีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กเลย โรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศมาเลเซียเป็นมินิไฮโดรที่มีความจุ 500 กิโลวัตต์ ระหว่าง 100 กิโลวัตต์ บทความนี้กล่าวถึงการออกแบบและการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กโดยเริ่มต้นประมาณราคาค่าโดยรวมและการคำนวณขนาดกำลัง 50 กิโลวัตต์ โดยใช้ซอฟแวร์ MATLAB ในการคำนวณ หาค่าต่างๆ เช่น ความสุงของน้ำ ขนาดกังหัน และค่าความจุต่างๆ ที่จำเป็น

R. K. Maskey, V. Bhandari, B. Adhikary, R. Dahal, N. Shrestha (2012). ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Prospects for small hydro power plants based mini-grid power systems in Nepal พบว่ามีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าในชนบท เพื่อการพัฒนาโดยรวมของประเทศภายใต้แผนการพัฒนาประเทศอย่าง ประเทศเนปาลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ ที่เป็นเนินเขาและภูเขา ที่ปราศจากสายส่งไฟฟ้า แนวคิดเกี่ยวการใช้ mini-grid จากโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก เนื่องจากพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพลังงานจากน้ำที่จะนำมาใช้ในการสร้าง Mini-Grid Power System (MGPS) ได้ แนวคิดนี้จะเป็นประโยชน์ในการใช้กำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาการใช้ไฟฟ้าของหมู่บ้าน และเชื่อมต่อกับระบบสายส่งระดับภูมิภาคต่อไป