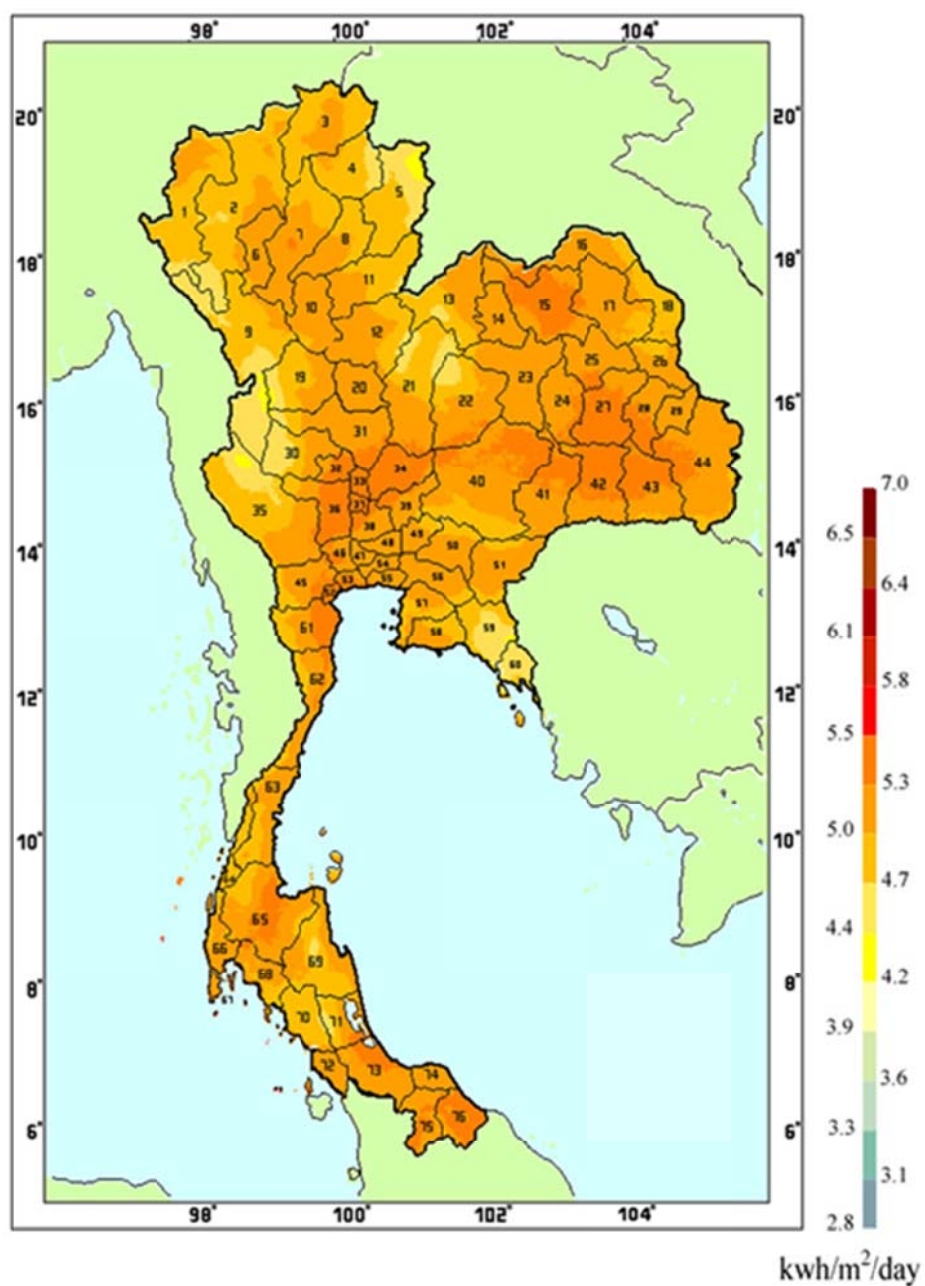


บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ [13] [14]

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ อันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เซลล์แสงอาทิตย์ จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เนื่องจาก สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ปัจจุบันในประเทศไทย มีหลายหน่วยงาน ได้ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้งานในลักษณะต่างๆ กัน

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย โดยกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m²-day เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อโยธยา และลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20 MJ/m²-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 18-19 MJ/m²-day จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2MJ/m²-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง



รูปที่ 2.1 แสดงความเข้มของแสงแดดทั่วประเทศไทย

2.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแยกตามโครงสร้างสำคัญหลักๆได้เป็นแบบที่มีแบตเตอรี่สะสมพลังงานกับแบบที่ไม่มีแบตเตอรี่

2.2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปราศจากแบตเตอรี่สะสมพลังงาน [16]

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบนี้จะไม่มีแบตเตอรี่สะสมพลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าจะได้รับพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่แผงเซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เท่านั้น

1. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อตรง

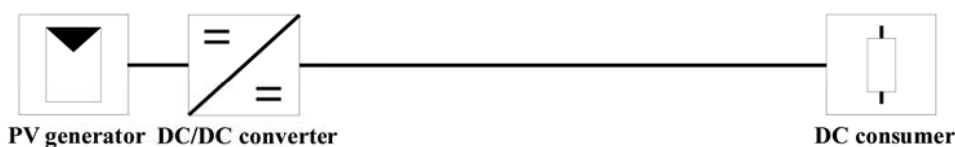
ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อตรงดังแสดงในรูปที่ 2.2 ระบบนี้ อุปกรณ์ไฟฟ้าจะต่อตรงกับแผงเซลล์อาทิตย์โดยไม่ผ่านอุปกรณ์อื่นซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าจะเป็นแบบที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์จะเป็นกระแสตรง พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้อุปกรณ์จะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าพลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์



รูปที่ 2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อตรง

2. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อผ่านคอนเวอร์เตอร์

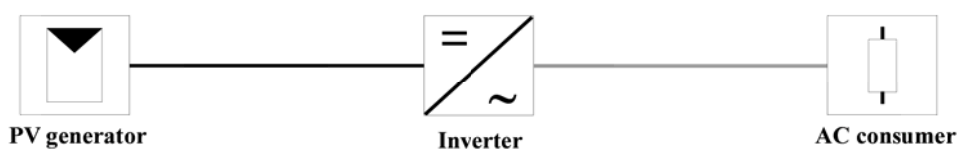
ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อผ่านคอนเวอร์เตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ระบบนี้จะมีคอนเวอร์เตอร์ต่ออยู่ระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะคอยรักษาระดับพลังงานจ่ายไปยังอุปกรณ์ให้ได้รับพลังงานที่เหมาะสมตลอดเวลา แต่อุปกรณ์ก็ยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อผ่านคอนเวอร์เตอร์

3. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

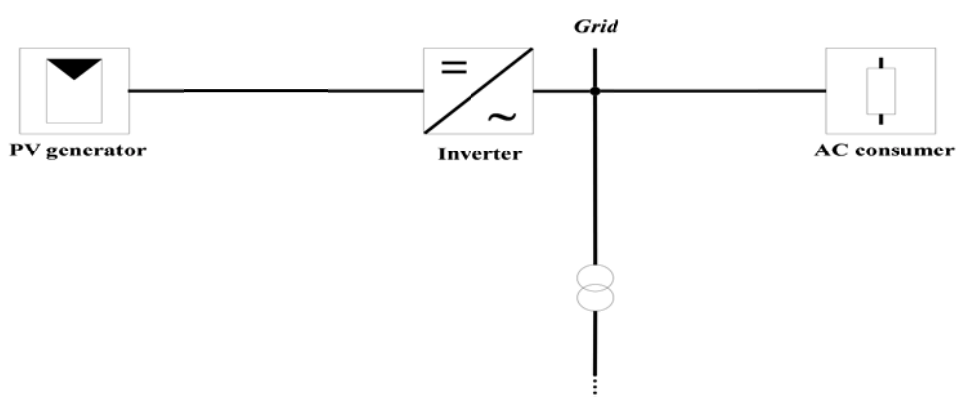
ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแสดงดังรูปที่ 2.4 ระบบนี้จะมีอินเวอร์เตอร์ต่ออยู่ระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งจะแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และควบคุมระดับพลังงานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 2.4 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

4. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้าระบบไฟฟ้า

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้าระบบไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 2.5 ระบบนี้อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับนอกจากจะได้พลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แล้วยังได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าจำหน่ายหลักทำให้ได้รับพลังงานที่ต่อเนื่องทั้งตอนที่ไม่มีพลังงานจากแสงอาทิตย์หรือไม่ก็ตาม



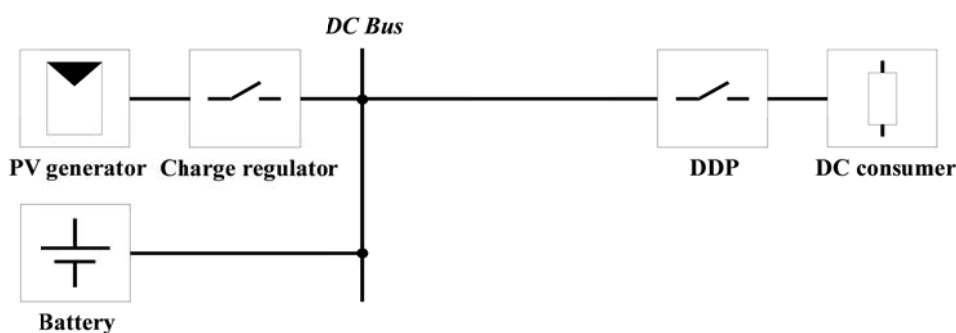
รูปที่ 2.5 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้าระบบไฟฟ้า

2.2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแบตเตอรี่สะสมพลังงาน

กรณีที่ช่วงเวลาในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์กับช่วงเวลาที่อุปกรณ์ใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่คนละช่วงกัน อุปกรณ์สะสมพลังงานหรือแบตเตอรี่จำเป็นต้องนำมาใช้ ซึ่งระบบที่มีแบตเตอรี่สะสมพลังงาน นอกจากสามารถใช้พลังงานนอกช่วงเวลาผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์แล้วยังรวมถึงในช่วงที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้แต่สภาวะอากาศไม่ดี อุปกรณ์ก็ยังได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่อง

1. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จูดต่อร่วมกระแสตรง

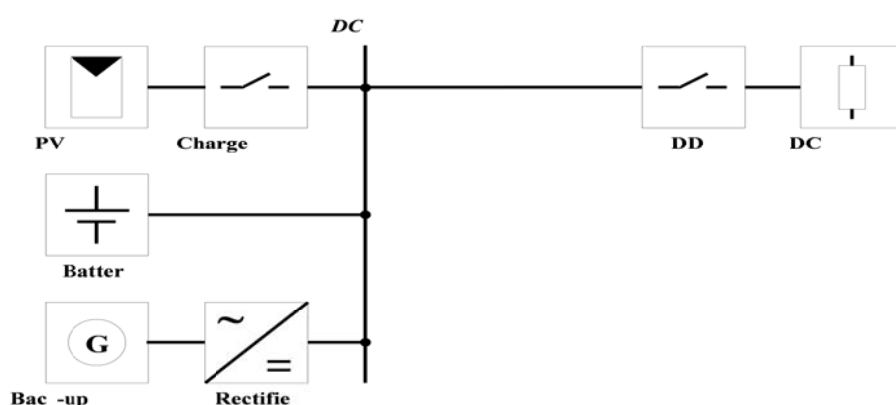
ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จูดต่อร่วมกระแสตรงดังแสดงในรูปที่ 2.6 ระบบนี้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง และประจุพลังงานไปยังแบตเตอรี่ไปพร้อมกัน โดยผ่านตัวควบคุมการประจุให้การประจุเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และตัวควบคุมการคายประจุควบคุมพลังงานที่จ่ายไปยังอุปกรณ์ให้สม่ำเสมอตลอดเวลา



รูปที่ 2.6 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จูดต่อร่วมกระแสตรง

2. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จูดต่อร่วมกระแสตรงผสมผสาน

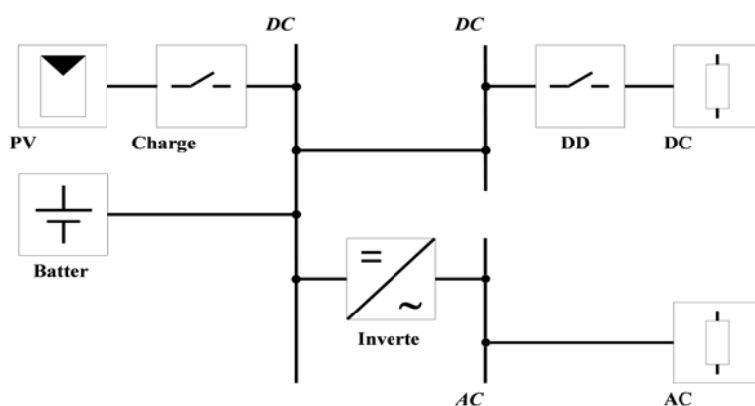
ในกรณีที่อุปกรณ์ต้องการพลังงานจำนวนมาก ถ้าใช้แหล่งจ่ายจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเดียวจะทำให้มีขนาดใหญ่และค่าใช้จ่ายสูง จึงได้มีการนำแหล่งจ่ายชนิดอื่นเข้ามาจ่ายร่วมเรียกว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จูดต่อร่วมกระแสตรงผสมผสานแสดงดังรูปที่ 2.7 แหล่งจ่ายที่นำมาต่อร่วมอาจเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล แหล่งที่นำมาต่อร่วมจะต่อด้านกระแสตรงโดยต่อผ่านวงจรเรียงกระแส ในช่วงเวลาที่ไม่ผลิตพลังงานจากแผงเซลล์และจากแบตเตอรี่เพื่อจ่ายไปยังอุปกรณ์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่ต่อร่วมจะจ่ายพลังงานแทน และอีกส่วนหนึ่งจะประจุเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ ระบบนี้จะทำให้อุปกรณ์ซึ่งในที่นี่เป็นอุปกรณ์กระแสตรง ได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องใช้แผงเซลล์และแบตเตอรี่จำนวนมาก



รูปที่ 2.7 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงผสมผสาน

3. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ใช้กับทั้งอุปกรณ์กระแสตรงและกระแสสลับ

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ใช้กับทั้งอุปกรณ์กระแสตรงและกระแสสลับแสดงดังรูปที่ 2.8 จะแตกต่างจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงดังแสดงในรูปที่ 2.4 เพียงแค่เพิ่มอินเวอร์เตอร์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์กระแสสลับเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีเฉพาะอุปกรณ์กระแสตรงในระบบ

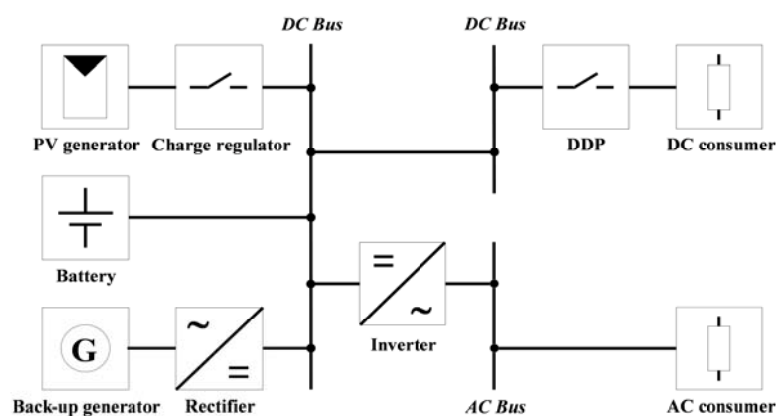


รูปที่ 2.8 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ใช้กับทั้งอุปกรณ์กระแสตรงและกระแสสลับ

4. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ผสมผสานใช้กับกระแสตรงและกระแสสลับ

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ผสมผสาน ใช้กับทั้งอุปกรณ์กระแสตรงและกระแสสลับ แสดงดังรูปที่ 2.9 แตกต่างจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงผสมผสานแสดงดังรูปที่ 2.5 เพียงแค่เพิ่มอินเวอร์เตอร์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้

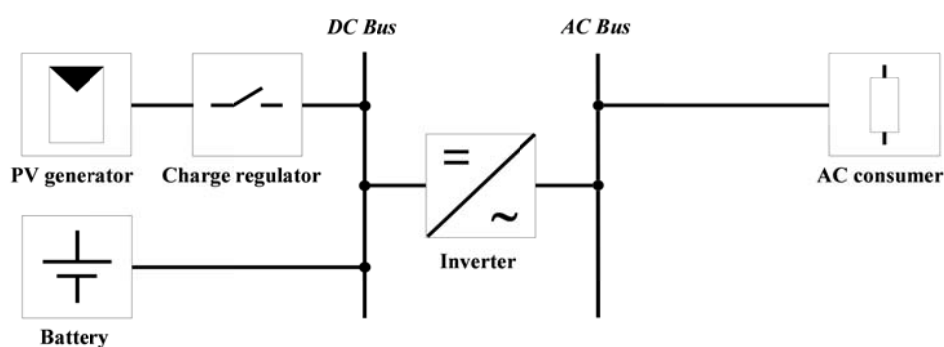
เป็นกระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์กระแสสลับเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีเฉพาะอุปกรณ์กระแสตรงในระบบ



รูปที่ 2.9 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ผสมผสานใช้กับกระแสตรงและกระแสสลับ

5. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงจ่ายอุปกรณ์กระแสสลับ

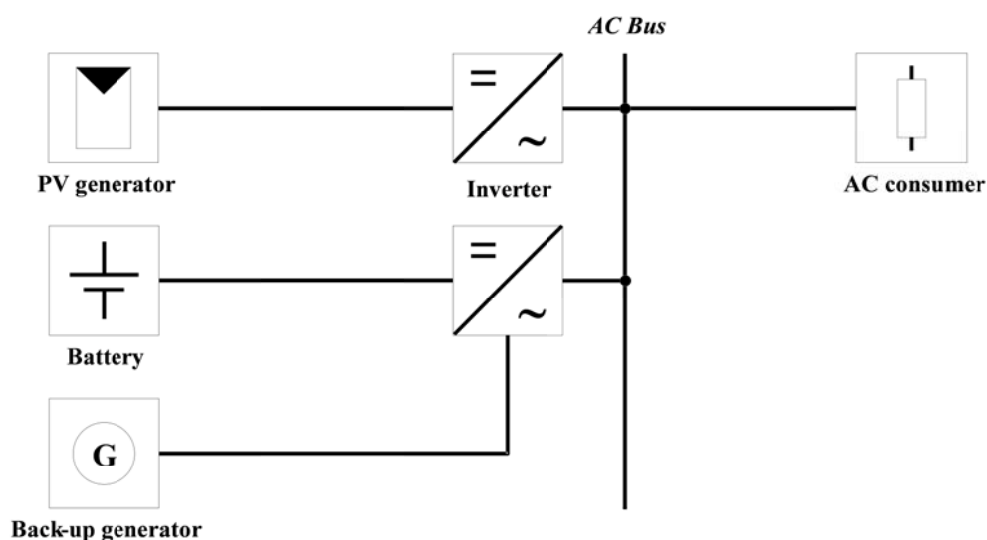
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นิยมใช้ส่วนใหญ่แล้วเป็นอุปกรณ์กระแสสลับ ดังนั้นระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงจ่ายอุปกรณ์กระแสสลับแสดงดังรูปที่ 2.10 จึงถูกนำมาใช้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแบตเตอรี่จะต่อเข้าจุดต่อร่วมกระแสตรง อินเวอร์เตอร์จะเป็นตัวเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายไปยังอุปกรณ์



รูปที่ 2.10 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสตรงจ่ายอุปกรณ์กระแสสลับ

6. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสสลับผสมผสาน

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสสลับผสมผสาน ดังรูปที่ 2.11 ระบบนี้จะมีอินเวอร์เตอร์แปลงพลังงานจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และมีอินเวอร์เตอร์ต่อกับแบตเตอรี่ที่เป็นทั้งตัวแปลงพลังงานจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ และเป็นตัวประจุพลังงานให้กับแบตเตอรี่ในตัวเดียวกัน รวมทั้งมีแหล่งจ่ายอื่นเพื่อช่วยในการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ โดยทั้งหมดจะต้องร่วมกันทางด้านกระแสสลับ



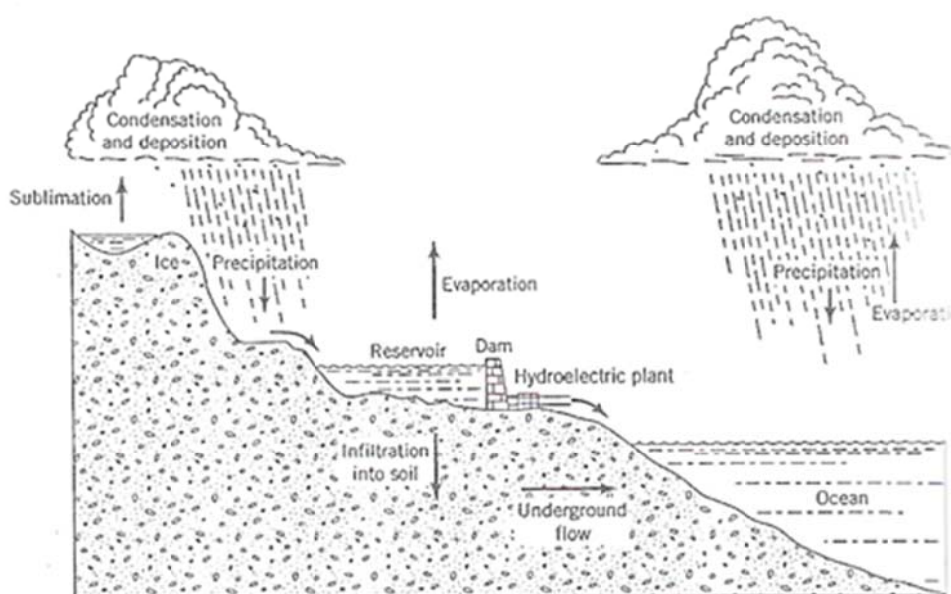
รูปที่ 2.11 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จุดต่อร่วมกระแสสลับผสมผสาน

2.3 พลังงานน้ำ [3] [5] [15]

น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและหมุนเวียนให้ใช้อย่างไม่มีวันหมด น้ำถือเป็นปัจจัย ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำทั้งการบริโภคและอุปโภค นอกจากนี้ยังใช้น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ได้จากน้ำเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงทำให้ทั่วโลกมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับ การบริโภคพลังงานทั้งโลกแล้ว การบริโภคพลังงานจากน้ำมีประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น สาเหตุอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการสร้างเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ การใช้พลังงานจากน้ำหากไม่ใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติแล้วอาจเกิดผลกระทบในเรื่องของสิ่งแวดล้อมอื่นได้ เช่น การสร้างเขื่อน ซึ่งจะต้องเสียพื้นที่ป่าไม้และส่งผลกระทบท่อระบบนิเวศวิทยาต่อพื้นที่บริเวณนั้นเป็นอย่างมาก

2.3.1 วัฏจักรของน้ำ

โลกมีบริเวณที่เป็นมหาสมุทรประกอบอยู่ถึง 3 ใน 4 ส่วน พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของน้ำขึ้น จากปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลก $140,000 \times 10^{12}$ วัตต์ หรือ 140,000 เทระวัตต์ พลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 40,000 เทระวัตต์ หรือประมาณร้อยละ 23 ของพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด ถูกใช้ในการเกิดวัฏจักรของน้ำ (Ristinen & Kraushaar, 1999 : 126) เมื่อน้ำบนโลกได้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะทำให้น้ำบนผิวโลกตามแหล่งต่างๆ ทั้งในห้วย หนอง คลอง บึง ทะเล และมหาสมุทร ระเหยกลายเป็นไอน้ำและลอยขึ้นไปในอากาศ เมื่อไอน้ำลอยสู่เบื้องบนแล้ว จะได้รับความเย็นและกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ ลอยจับตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ เมื่อจับตัวกันมากขึ้นและกระทบความเย็นจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงสู่พื้นโลก และจะเกิดกระบวนการเช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลา เรียกว่า วัฏจักรธรรมชาติของน้ำ ซึ่งทำให้น้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.12 แสดงวัฏจักรของน้ำและการประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำ

ที่มา : (Ristinen & Kraushaar, 1999 : 128)

น้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโลก บางส่วนอาจตกลงในแหล่งกักเก็บธรรมชาติที่อยู่บนที่สูง หรือตกลงมาในแหล่งกักเก็บที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่น ฝาย เขื่อน เป็นต้น แหล่งกักเก็บน้ำเหล่านี้จะเป็นแหล่งสะสมพลังงานของน้ำในรูปของพลังงานศักย์ ซึ่งถ้าเป็นแหล่งกักเก็บที่อยู่บนที่สูงน้ำจะไหลลงสู่พื้นด้านล่างเป็นลักษณะของน้ำตกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานตามธรรมชาติ โดยพลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ซึ่งมนุษย์สามารถนำเอาพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นนี้ไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดย

หลักการนี้มนุษย์จึงได้สร้างแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวเพื่อใช้พลังงานจากน้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้า วัฏจักรของน้ำและตัวอย่างการประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำแสดงในรูปที่ 2.12

2.3.2 กำลังและพลังงานของน้ำ

การประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำที่อยู่ในแหล่งกักเก็บที่อยู่สูงอย่างเช่น น้ำตก หรือเขื่อน ซึ่งน้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์นั้น สามารถคำนวณได้โดยสูตร

$$E_p = mgH \quad (2.1)$$

เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์ของน้ำ (J)
 m คือ มวลของน้ำ (kg)
 g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (มีค่าคงที่ 9.8 m/s² หรืออาจใช้ค่าประมาณ 10 m/s² เพื่อสะดวกต่อการคำนวณ)
 และ H คือ ความสูงในแนวดิ่งของแหล่งน้ำเหนือระดับอ้างอิง (m)

จากสมการการคำนวณค่าพลังงานศักย์ของน้ำ (2.1) ถ้าต้องการคำนวณหาพลังงานศักย์ของน้ำที่มีอยู่ทั่วโลกเพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า โดยประมาณว่าจากแหล่งน้ำทั้งหมดบนโลกมีประมาณ 1017 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยความสูงของแหล่งน้ำทั้งหลายอยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเล 800 เมตร จะได้ว่าค่าพลังงานจากน้ำประมาณ 8×10^{20} จูล หรือประมาณ 200,000 เทระวัตต์ชั่วโมงต่อปี ซึ่งมีค่าประมาณ 2 เท่าของพลังงานต่อปีที่บริโภคกันทั่วโลก (Boyle. 1996 : 188)

ในบางครั้งอาจมีการใช้ปริมาณอีกประเภทหนึ่งเพื่ออธิบายค่าพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่ได้จากน้ำนั้นเป็นลักษณะของพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องเช่น พลังงานจากน้ำตกหรือพลังงานที่เกิดจากการปล่อยน้ำของเขื่อน จึงมักใช้อธิบายเป็นค่าพลังงานต่อหน่วยเวลาที่เรียกว่า กำลัง (power) ซึ่งกำลังของน้ำที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ (flow rate) เป็นกิโลกรัมต่อวินาที หรือโดยทั่วไปมักใช้เป็น ปริมาตรการไหล (volume flow) เป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จากสมการ (2.1) ถ้าเปลี่ยนค่าพลังงานให้อยู่ในรูปของกำลัง หรือค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลาจะได้ว่ากำลังของน้ำขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม จะมีค่าเท่ากับ

$$P = (1000Q) \times 10H \quad (2.2)$$

เมื่อ P คือ กำลัง วัตต์ (W)
 Q คือ ปริมาตรการไหล ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m³/s)

หรือถ้าต้องการทำให้หน่วยของกำลังเป็น กิโลวัตต์ (kW) สมการ (7.2) จะได้เป็น

$$P = 10QH \quad (2.3)$$

นอกจากนี้ในการใช้พลังงานจากน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะการใช้กังหันน้ำประเภทหัวฉีด ซึ่งจะต้องมีการบังคับน้ำให้พุ่งเป็นลำเพื่อฉีดเข้าไปที่กังหัน สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงนอกจากระดับความสูงของระดับน้ำแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความเร็วของน้ำ (water speed) และอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

พิจารณาจากกฎทรงพลังงาน (energy conservation) จะได้ว่าน้ำเมื่อตกลงมาพลังงานศักย์ของน้ำจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ทั้งหมด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$E_p = E_k \quad (2.4)$$

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.5)$$

$$v^2 = 2gH \quad (2.6)$$

นั่นคือความเร็วของน้ำหาค่าได้จาก $v = \sqrt{2gH}$ (2.7)

พิจารณาการไหลของลำน้ำที่พุ่งผ่านพื้นที่หน้าตัด A ด้วยความเร็ว v จะได้ปริมาตรของการไหลของน้ำ

$$Q = Av \quad (2.8)$$

ดังนั้นเมื่อแทนค่าสมการ (2.7) ใน (2.8) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการไหล พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ และระดับความสูง คือ

$$Q = A \times \sqrt{2gH} \quad (2.9)$$

นั่นคือปริมาตรการไหลของน้ำจะแปรผันโดยตรงกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ และระดับความสูงของแหล่งน้ำ

2.3.3 ประเภทของพลังงานน้ำ

มนุษย์ใช้พลังงานจากน้ำจากแหล่งต่างๆ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์หลักเหมือนกันคือการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการแบ่งประเภทของพลังงานน้ำในที่นี้จะแบ่งตามลักษณะและรูปแบบการเกิดพลังงานจากน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

2.3.3.1 พลังงานน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน

ไม่มีใครทราบแน่ชัดว่า การประดิษฐ์วงล้อน้ำ (water wheel) เพื่อนำเอาพลังงานจากน้ำมาใช้ประโยชน์นั้นเกิดขึ้นครั้งแรกตั้งแต่เมื่อใด แต่การใช้พลังงานน้ำสำหรับการท่น้ำหรือการชลประทานมีมานานกว่า 5,000 ปีแล้ว (Boyle. 1996 : 191) และวิวัฒนาการต่อมาของการใช้พลังงานน้ำคือการนำพลังงานน้ำมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการ โม่แป้งและสูบน้ำ แต่ในปัจจุบันถูกใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานที่ได้รับจากน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน (hydro energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำซึ่งอยู่ในแหล่งที่อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิงให้กลายเป็นพลังงานจลน์ ในรูปแบบของน้ำที่ตกที่ตกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามธรรมชาติด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยถ้าเป็นการไหลตกลงมาของน้ำจากแหล่งธรรมชาติจะเรียกว่าเป็นพลังงานน้ำตก และถ้าเป็นน้ำที่ตกลงมาจากแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เพื่อกักเก็บน้ำในลักษณะของเขื่อนเรียกว่า เป็นพลังงานน้ำจากเขื่อน เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขา ลงสู่หุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำที่ไหลตกหน้าผา เป็นต้น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำอาศัยการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์จากการไหลเชี่ยวของน้ำในแม่น้ำ หรือการตกจากที่สูงของน้ำตกไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยผ่านกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ถูกปล่อยออกมา ดังนั้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำจึงจำเป็นต้องเลือกบริเวณที่เหมาะสม ทำให้การลงทุนสร้างเขื่อนต้องใช้งบประมาณค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามผลจากการสำรวจ พบว่าทั่วโลกยังใช้พลังงานจากน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่าการใช้แหล่งพลังงานทดแทนจากประเภทอื่น

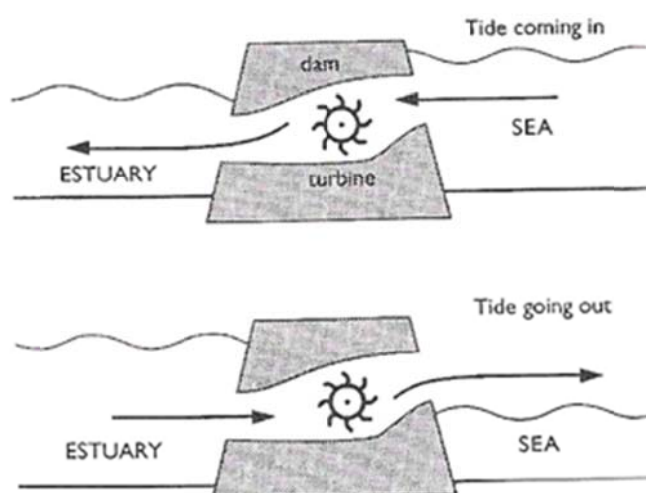
จากการสำรวจพบว่าทั่วโลกมีการใช้พลังงานจากน้ำเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อปี ค.ศ. 2002 รวมกำลังการผลิตประมาณ 740 จิกะวัตต์ ซึ่งข้อมูลนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย เพราะมีการกระจายของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กไปตามแหล่งต่างๆ หรือเป็นของเอกชน จึงอาจทำให้ขาดข้อมูลในส่วนนี้ไป (Boyle. 2004 : 154) อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่วโลกซึ่งได้จากการผลิตจากพลังงานน้ำ คิดเป็นประมาณร้อยละ 25 เท่านั้น ซึ่งถือว่ายังค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าทั่วโลก โดยจากข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2003 พบว่า 5 ประเทศอันดับแรก ที่มีการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานน้ำมากที่สุดของโลกได้แก่ บราซิล

ร้อยละ 11.6 แคนาดาร้อยละ 11.5 จีนร้อยละ 10.8 สหรัฐอเมริการ้อยละ 10.2 และรัสเซียร้อยละ 6.0 (British Petroleum, 2004. On-line)

นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานน้ำอีกรูปแบบหนึ่ง โดยอาศัยพลังงานจลน์ของกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยว เนื่องจากกระแสน้ำที่มีความเร็วมากพลังงานที่ได้จะมากตามไปด้วย พลังงานจากกระแสน้ำนี้สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า ในปัจจุบันแหล่งน้ำที่มีลักษณะอย่างนี้มีไม่มากเพราะแหล่งน้ำที่มีลักษณะนี้ค่อนข้างหายากที่มีอยู่เช่น ที่แม่น้ำฟลอริดาในสหรัฐอเมริกา มีการติดตั้งกังหันน้ำจำนวน 200 ตัว เพื่อดักทางไหลของน้ำ ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 1,000 เมกะวัตต์

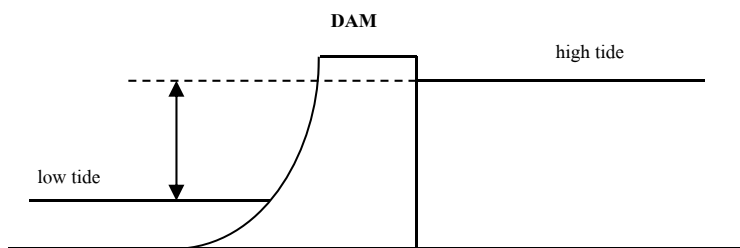
2.3.3.2 พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

การขึ้นลงของน้ำเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นทุกวันตลอดเวลา เป็นธรรมชาติที่มนุษย์สามารถทำนายได้ค่อนข้างแม่นยำทั้งในมิติของเวลาและศักยภาพของพลังงานที่พึงได้ การขึ้นลงของน้ำเกิดจากอิทธิพลของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์จากการเคลื่อนที่ของโลก และดวงจันทร์ส่วนดวงอาทิตย์มีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Shepherd & Shepherd, 1998 : 208) รูปแบบของการประยุกต์ใช้พลังงานจากการขึ้นลงของน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะการใช้พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

ที่มา : (Shepherd & Shepherd, 1998 : 212)



รูปที่ 2.14 แสดงการหาค่าพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

การหาค่าพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงสามารถหาได้ดังนี้ จากรูปที่ 2.14 ถ้าให้ R เป็นความแตกต่างระหว่างระดับความสูงของน้ำในแอ่งทั้งสองและ A เป็นพื้นที่ผิวหน้าของแอ่งน้ำ จะได้ว่า

$$\text{ปริมาตรของน้ำที่ขึ้นลง} = AR \quad (2.10)$$

ถ้าน้ำมีความหนาแน่นเป็น ρ จะได้ว่า

$$\text{มวลของน้ำที่ขึ้นลง} = AR\rho \quad (2.11)$$

นั่นคือแรงที่เกิดจากการถ่ายเทน้ำจากแอ่งหนึ่งไปสู่อีกแอ่งหนึ่ง (F) มีค่าเป็น

$$F = AR\rho g \quad (2.12)$$

พลังงานที่เกิดขึ้นสามารถหาค่าได้จากงานในการถ่ายเทน้ำ

$$E = AR\rho g \frac{R}{2} = \frac{1}{2} \rho g AR^2 \quad (2.13)$$

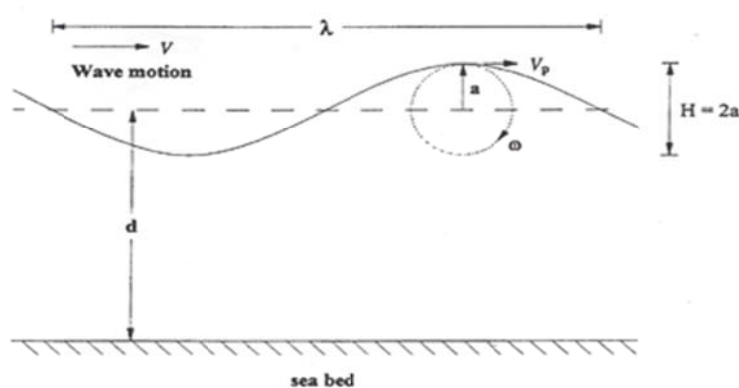
สำหรับหลักการทั่วไปในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างระดับความสูงของน้ำในแหล่ง 2 แหล่งที่เชื่อมต่อกัน โดยแหล่งหนึ่งจะมีลักษณะเหมือนเป็นอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นในขณะที่น้ำขึ้นน้ำจะไหลเข้าไปสู่อ่างเก็บน้ำนี้และเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำนี้ การไหลเข้าและไหลออกของน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะถูกบังคับให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำได้รับแรงดันจากน้ำจะเกิดการหมุนและทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าออกมาได้ ซึ่งมีหลักการคล้ายกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานไฟฟ้าจากพลังงาน

น้ำตก แต่ที่แตกต่างกันคือลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำ อย่างไรก็ตามพลังงานที่ได้จากการขึ้นลงของน้ำนี้ จะไม่ค่อยสม่ำเสมอและมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในช่วงการขึ้นลงของน้ำ ดังนั้นการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถควบคุมอัตราการไหลเข้าออกในอ่างเก็บน้ำจึงต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมซึ่งจะช่วยทำให้ได้พลังงานจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงสม่ำเสมอขึ้น

แนวความคิดในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นมานานกว่าร้อยปีแล้ว แต่ด้วยเหตุผลหลายประการที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้ จนกระทั่งในช่วงระหว่างปี 1961-1967 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงที่ปากน้ำของแม่น้ำลารองซ์ (La Rance) ประเทศฝรั่งเศส ถูกสร้างขึ้นเป็นแห่งแรกโดยมีความยาว 720 เมตร ประกอบด้วยกังหันน้ำแบบสองทาง (reversible turbines) จำนวน 24 ชุดแต่ละชุดมีขนาด 10 เมกะวัตต์ และสามารถรองรับระดับการขึ้นลงของน้ำได้สูงสุดถึง 12 เมตร แต่โดยปกติค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 5 เมตร (Boyle. 1996 : 242) นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งและดำเนินการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง ในอีกหลายแห่งในหลายประเทศทั่วโลก เช่น อังกฤษ แคนาดา รัสเซีย ออสเตรเลีย เป็นต้น ในปัจจุบันทั่วโลกมีศักยภาพกำลังการผลิตอยู่ประมาณ 120 จิกะวัตต์ (Boyle. 1996 : 258)

2.3.3.3 พลังงานคลื่น

คลื่น (wave) เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการที่มีลมพัดผ่านพื้นผิวของทะเลหรือมหาสมุทร ดังนั้นขนาดของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น การเคลื่อนที่ของคลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (sinusoidal wave) ซึ่งมีปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่ควรรู้คือ ความยาวคลื่น (wavelength, λ) ความถี่ของคลื่น (frequency, f) ความเร็วของคลื่น (velocity, v) และความสูงของคลื่น (amplitude, a) ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์และการคำนวณปริมาณต่างๆ เกี่ยวกับคลื่น มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะของคลื่นน้ำที่เป็นรูปคลื่นไซน์

ที่มา : (Shepherd & Shepherd, 1998 : 220)

ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ของคลื่น สามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$v = \lambda f \quad (2.14)$$

ถ้าให้ T คือ คาบ ซึ่งเป็นส่วนกลับกับความถี่ นั่นคือ $T = \frac{1}{f}$
สมการ (2.14) สามารถเขียนได้เป็น

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (2.15)$$

ค่าความถี่เชิงมุม (angular frequency) ของคลื่น สามารถหาได้จาก

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (2.16)$$

ในกรณีที่ความสูงของคลื่น มีค่ามากกว่าความลึกของทะเลมากๆ ค่าความยาวคลื่นจะสามารถหาได้จาก

$$\lambda = \frac{2\pi g}{\omega^2} \quad (2.17)$$

จากสมการ (2.16) และ (2.17) จะได้ว่า

$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \quad (2.18)$$

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากสมการ (2.14)-(2.18) จะได้ว่า ค่าความเร็วของผิวคลื่น สามารถเขียนได้เป็น

$$v = \frac{\omega\lambda}{2\pi} = \frac{g}{\omega} = \frac{gT}{2\pi} = g\sqrt{\frac{\lambda}{2\pi g}} \quad (2.19)$$

ค่าพลังงานของคลื่นต่อหนึ่งหน่วยความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นจูลต่อเมตร (J/m) ซึ่งเกิดจากผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของคลื่น สามารถหาได้จาก

$$W = \frac{\rho g H^2}{8} \quad (2.20)$$

เมื่อ P คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

และ g คือ ระยะความสูงจากท้องคลื่นถึงสันคลื่น $= 2a$

ดังนั้นพลังงานของคลื่นที่มีความยาวคลื่น จะมีค่าเป็น

$$W = \frac{\rho g H^2 \lambda}{8} \quad (2.21)$$

จากสมการ (2.16), (2.17) และ (2.21) จะได้ค่าพลังงานรวมต่อหนึ่งหน่วยคลื่นเป็น

$$W = \frac{\pi \rho g^2 H^2}{4\omega^2} \quad (2.22)$$

$$\text{หรือ} \quad = \frac{1}{16\pi} \rho g^2 H^2 T^2 \quad (2.23)$$

ค่าพลังงานของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความเร็วของคลื่นและขนาดความสูงของคลื่น โดยการประมาณการจากทฤษฎีสามารถกล่าวได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งยาว 100 กิโลเมตรสามารถใช้ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 2,000 เมกะวัตต์ โดยเป็นการประเมินค่าพลังงานที่จะได้จากคลื่นเฉพาะแถบชายฝั่ง ส่วนนอกชายฝั่งออกไปการใช้พลังงานคลื่นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทำได้ค่อนข้างยากเพราะถึงแม้ในเขตทะเลลึกจะมีพลังงานคลื่นมหาศาล แต่การนำเอาพลังงานคลื่นในบริเวณดังกล่าวมาใช้ประโยชน์จะต้องมีการสร้างสถานีเพื่อผลิตไฟฟ้ากลางทะเลลึกซึ่งเป็นงานที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากและต้องใช้ทุนอย่างมหาศาล

2.3.4 กังหันน้ำ

กังหันน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาจากกังล้อน้ำซึ่งเดิมใช้สำหรับการท่อน้ำและโม้แบ่ง ในปี ค.ศ. 1832 วิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อเบเนอยต์ ฟูเนรอนซ์ (Benoit Fournayron) ประสบความสำเร็จในการพัฒนากังหันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงในการเปลี่ยนพลังงานน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยเรียกชื่อว่ากังหันน้ำของฟูเนรอนซ์ (Fournayron's turbine) หลังจากที่ยังกังล้อน้ำไม่เคยมีการพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2,000 ปีก่อนหน้านี้ (Boyle. 1996 : 194) จุดนี้นับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนากังหันน้ำในปัจจุบันกังหันน้ำได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันมากมายและมีประสิทธิภาพสูง

กังหันน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเพราะจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยการทำให้ใบพัดของกังหันน้ำเกิดการหมุนส่งผลให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่หมุนตาม และสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ โดยทั่วไปกังหันน้ำแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

2.3.4.1 กังหันน้ำประเภทหัวฉีด

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

1. กังหันน้ำเบงกี (banki turbine) กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำ (low head) และต้องการกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย ซึ่งปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้แล้ว

2. กังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine) กังหันน้ำชนิดนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1880 โดยเลสเตอร์ เพลตัน (Lester Pelton) รูปแบบของกังหันน้ำนี้ ถูกออกแบบโดยใช้ถ้วยรับน้ำซึ่งติดอยู่ในวงล้อภายในตัวกังหันเป็นแบบถ้วยคู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.16 และสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดมากกว่า 1 ช่อง โดยอาจมีจำนวนถึง 4 ช่องก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้รับกำลังเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดของกังหันน้ำเท่าเดิม โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับของหัวน้ำสูง (high head) ซึ่งสูงกว่า 250 เมตร หรืออาจน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่ระบบเล็ก การทำให้กังหันน้ำชนิดนี้หมุนอาจใช้ความเร็วของลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดที่ไม่ต้องมีความเร็วสูงนัก โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำชนิดนี้จะดีที่สุด เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไป (Boyle. 1996 : 205-206)

3. กังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine) เป็นกังหันน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นจากกังหันน้ำแบบเพลตัน เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1920 โดยภายในตัวกังหันน้ำนี้จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างตันแทนด้วยรับน้ำแบบคู่ในกังหันน้ำแบบเพลตัน ดังแสดงในรูปที่ 2.17 กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำที่มีระดับความสูงปานกลาง (medium head) เพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก และมีความสามารถในการรับปริมาณน้ำได้มากกว่ากังหันน้ำเพลตัน โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำจะดีที่สุดเมื่อความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไปเหมือนกับกรณีของกังหันน้ำแบบเพลตัน (Boyle. 1996 : 207)



รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำเพลตัน
ที่มา : (Hydro Energy, 2003, On-line)



รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเทอร์โก
ที่มา : (Kansas Wind Power, 2005, On-line)

2.3.4.2 กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา

กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (reaction turbine) เป็นกังหันน้ำที่ต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่อยู่ด้านหน้าและด้านหลังของกังหันน้ำมาทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน น้ำที่เข้าไปในตัวกังหันจะแทรกเข้าไปในช่องระหว่างใบพัดเต็ม ทุกช่องพร้อมกันทำให้ตัวกังหันน้ำทั้งหมดจะจมอยู่ในน้ำ กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้กับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำถึงปานกลาง โดยทั่วไปที่นิยมใช้จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. กังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine) กังหันน้ำชนิดนี้เป็นกังหันน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถใช้กับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำตั้งแต่ 2 ถึงกว่า 300 เมตร (Boyle.

2004 : 164) หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบฟรานซิสคือ น้ำที่ถูกส่งเข้ามาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อท่อน้อยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน ท่อท่อน้อยจะมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดเล็กลงตามความยาวของท่อเพื่อต้องการทำให้น้ำมีแรงดันและความเร็วในการไหลมากขึ้น ภายในท่อท่อน้อยจะมีน้ำเต็มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ไหลในท่อท่อน้อยจะแทรกตัวผ่านลิ้นนำน้ำเข้า (guide vane) เพื่อเข้าสู่ตัวกังหันน้ำทำให้วงล้อของกังหันน้ำเกิดการหมุนได้ ลิ้นนำน้ำเข้าสามารถปรับแต่งมุมให้ปิดหรือเปิดได้เล็กน้อยตามความต้องการ ทำหน้าที่คล้ายหัวฉีดของกังหันน้ำแบบเพลตัน น้ำซึ่งถ่ายพลังงานจลน์ให้กับใบพัดกังหันน้ำแล้วจะไหลลงสู่ท่อรับน้ำที่อยู่ด้านล่างต่อไป กังหันน้ำแบบฟรานซิสมีทั้งแบบแกนตั้งและแบบนอน ซึ่งการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบและขนาดของโรงไฟฟ้าแต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแกนตั้งมากกว่า ลักษณะของกังหันน้ำฟรานซิสดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส

ที่มา : (Hydro Energy, 2003, On-line)

2. กังหันน้ำเคปแลน (kaplan turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะเหมือนใบพัดดังแสดงในรูปที่ 2.19 เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1 ถึง 70 เมตร (วัฒนา ถาวร, 2543 : 43) และมีหลักการทำงานโดยให้น้ำจะไหลผ่านใบพัดในทิศทางขนานกับแกนของกังหันน้ำ โดยใบพัดของกังหันน้ำเคปแลนสามารถปรับมุมเพื่อรับแรงอัดหรือแรงเฉือนของน้ำโดยอัตโนมัติซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำได้



รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเคแปลน

ที่มา : (Hydro Energy, 2003, On-line)

3. กังหันน้ำเดริซ (deriaz turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกังหันน้ำเคแปลนแต่ต่างกันในส่วนจากรูปแบบของใบพัด ซึ่งคล้ายกับใบพัดของกังหันน้ำฟรานซิส กังหันน้ำชนิดนี้จะใช้แรงดันน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกนของกังหันน้ำ และการประยุกต์ใช้จะเหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำสูงๆ เพราะต้องใช้แรงดันน้ำที่มีแรงดันสูง ลักษณะของกังหันน้ำแบบเดริซแสดงไว้ในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเดริซ

ที่มา : (Mitsubishi Heavy Industries Ltd, 2003, On-line)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนจากแหล่งต่างๆ ยังมีข้อจำกัดอยู่ที่พลังงานเหล่านี้ไม่สามารถจ่ายกำลังงานให้กับโหลดได้อย่างต่อเนื่อง จึงนำไปสู่การวิจัยและพัฒนาระบบดังกล่าวขึ้น โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในลำดับต่อไปนี้

นภัทร วัจนเทพินทร์ ไชยยันต์ บุญมี วิชัย มาแสง และวนิดา ภู่อสร [4] ทำการวิจัยเมื่อปี 2552 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมขนาดเล็กแบบต่อตรงเข้าระบบ การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก งานวิจัยนี้กล่าวถึง การศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Hybrid) ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์คือ ออกแบบและติดตั้งระบบกักเก็บผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ผสมผสานกับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเข้าระบบขนาด 1642 วัตต์ที่มีอยู่เดิม และพัฒนาระบบเฝ้าสังเกตด้วยพีซี (PC-based monitor system)

พลังวัชร แพ่งธีระสุขมัย [5] ทำการวิจัยเมื่อปี 2554 กังหันน้ำไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งานวิจัยนี้กล่าวถึง การออกแบบ และสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำ เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปใช้งานสำหรับพื้นที่ที่เหมาะสม โดยการนำพลังงานจากการไหลของกระแสน้ำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานกลจากการหมุนของเพลากังหันน้ำซึ่งจะเป็นต้นกำลังไปขับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า

อิลีหะยะ สมิโซ [7] ทำการวิจัยเมื่อปี 2554 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่ายสำหรับครัวเรือน สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา งานวิจัยนี้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้มอเตอร์เครื่องซักผ้าเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยติดตั้ง และทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่าย ที่ปรับปรุงขึ้นในพื้นที่จังหวัดยะลา

2.5 สรุปผลการศึกษาทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีที่กล่าวมา สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการเลือกติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ว่าพื้นที่นั้นๆ เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนประเภทใด อาทิเช่น พื้นที่ที่จะติดตั้ง มีน้ำไหลแรง แสงแดดมาก ก็สามารถเลือกกระบบผลิตไฟฟ้าผสมผสานระหว่างพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากน้ำ เป็นต้น เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าก็อาจจะมีแบตเตอรี่ต่อร่วมเข้าไปในระบบ เพื่อช่วงเวลาที่แสงแดดน้อยและน้ำ

ไหลไม่แรง ทำให้พลังงานไม่พอจ่ายให้กับโหลด ก็สามารถใช้พลังงานสำรองที่ได้จากการเก็บไว้ในแบตเตอรี่จ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าแทนรวมถึงชาร์ตแบตเตอรี่ด้วย

ในงานวิจัยนี้เราเลือกใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดจุดต่อร่วมกระแสตรง ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ เพื่อช่วยเสริมความเสถียรของพลังงานในระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน ร่วมกับพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ระบบที่ไม่มีอุปกรณ์ซับซ้อนและง่ายต่อการดูแลระบบ