บทที่ 4
พลังงานทางทะเล

บทนำ

น้ำทะเล เป็นของเหลวที่ได้จากทะเลหรือมหาสมุทร โดยทั่วไปมหาสมุทรทั่วโลกมีความเค็ม (Salinity) ประมาณร้อยละ 3.5 หมายความว่าในน้ำทะเลทุก ๆ 1 กิโลกรัม จะพบเกลืออยู่ 35 กรัม ความหนาแน่นเฉลี่ยที่ผิวน้ำของมหาสมุทรอยู่ที่ 1.025 กรัมต่อมิลลิลิตร น้ำทะเลมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจืด (น้ำจืดมีความหนาแน่นสูงสุดที่ 1.000 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เพราะน้ำทะเลมีความหนักของเกลือและ Electrostriction (ไฟฟ้าที่ไม่นำกระแส แต่อยู่ในเรื่องของสนามไฟฟ้า) จุดเยือกแข็งของน้ำทะเลอยู่ที่อุณหภูมิ −2 องศาเซลเซียสหรือ 28.4 องศาฟาเรนไฮต์ ในน้ำทะเลที่มีความเข้มข้น 35 ส่วนต่อพันส่วน

แนวทางการใช้ประโยชน์จากทะเลเป็นแหล่งพลังงาน ถูกเตรียมใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานทางทะเลเพื่อสอดรับกับความต้องการด้านพลังงานภายในประเทศ เทคโนโลยีทางทะเล หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ Blue Energy ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยพลังงานทดแทนที่ได้จากทะเลที่สำคัญได้แก่ พลังงานน้ำขึ้น น้ำลง และพลังงานคลื่น

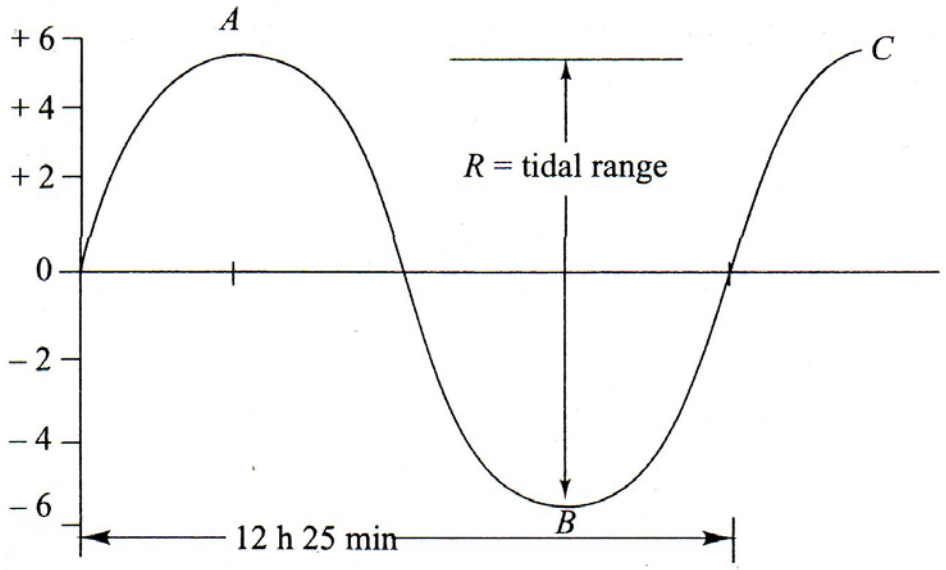
พลังงานน้ำขึ้น น้ำลง

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง คือ พลังงานที่สามารถผลิตได้จากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล สามารถระบุได้อีกทางหนึ่งว่า คือ ผลของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโดยตรง โดยที่พลังงานน้ำขึ้นน้ำลงถือเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำแทนที่การเผาผลาญสิ่งต่างๆ และยังถือเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมด เนื่องจากระดับน้ำจะเพิ่มขึ้นและลดลงตามระดับแรงดึงดูด

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลงที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรได้จัดแยกออกจากแหล่งพลังงานมหาสมุทรอื่น ๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เนื่องจากแหล่งพลังงานในมหาสมุทรนี้มีสาเหตุมาจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์มากกว่าดวงอาทิตย์และเป็นแหล่งพลังงานเดียวที่เกิดจากดวงจันทร์เป็นหลักและมีอิทธิพลถึงโลกนี้ ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงนี้เกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน แรงดึงดูดของดวงจันทร์ซึ่งอยู่ใกล้โลกเรามากกว่านั้นจะดึงให้น้ำตามบริเวณเขตศูนย์สูตรในมหาสมุทรสูงขึ้น และเมื่อการโคจรนี้ทำให้ดวงจันทร์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ก็จะทำให้น้ำบริเวณศูนย์สูตรนี้ลดลง

วงจรการขึ้นลงของน้ำในมหาสมุทรนี้ก็จะสอดคล้องระยะเวลาการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกนี้เองซึ่งจะสังเกตได้ว่าน้ำจะขึ้นสูงเมื่อใกล้วันข้างขึ้นและข้างแรมตามปฏิทินจันทรคติ ความแตกต่างของน้ำทะเลระหว่างช่วงที่ขึ้นสูงและช่วงที่ต่ำถือได้ว่าเป็นพลังงานศักย์อันหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง มีพื้นฐานมาจากพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของระบบที่ประกอบด้วยดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานประเภทใช้แล้วไม่หมดไป สำหรับในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า คือ เลือกแม่น้ำหรืออ่าวที่มีพื้นที่เก็บน้ำได้มากและพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าสูงแล้ว สร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำหรือปากอ่าว เพื่อให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขึ้นมา เมื่อน้ำขึ้นจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำและเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ การไหลเข้าออกจากอ่างของน้ำต้องควบคุมให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำหมุนก็จะได้ไฟฟ้าออกมาใช้งานหลักการผลิตไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตก แต่กำลังที่ได้จากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงจะไม่ค่อยสม่ำเสมอเปลี่ยนแปลงไปมากในช่วงขึ้นลงของน้ำ แต่อาจจัดให้มีพื้นที่กักน้ำเป็นสองบริเวณหรือบริเวณพื้นที่เดียวโดยการจัดระบบการไหลของน้ำระหว่างบริเวณบ่อสูงและบ่อต่ำ และกักบริเวณภายนอกในช่วงที่มีการขึ้นลงของน้ำอย่างเหมาะสม จะทำให้กำลังงานพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงสม่ำเสมอดีขึ้น พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง เป็นการใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สามารถคาดการได้ของน้ำที่มีระดับสูงขึ้นหรือลดลง อันเนื่องจาก แรงดึงดูดของดวงจันทร์หรือพลังงานลม ทำให้เกิดระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงและไหลวน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นต่อเนื่อง เกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา จึงถูกเรียกว่าพลังงานหมุนเวียน



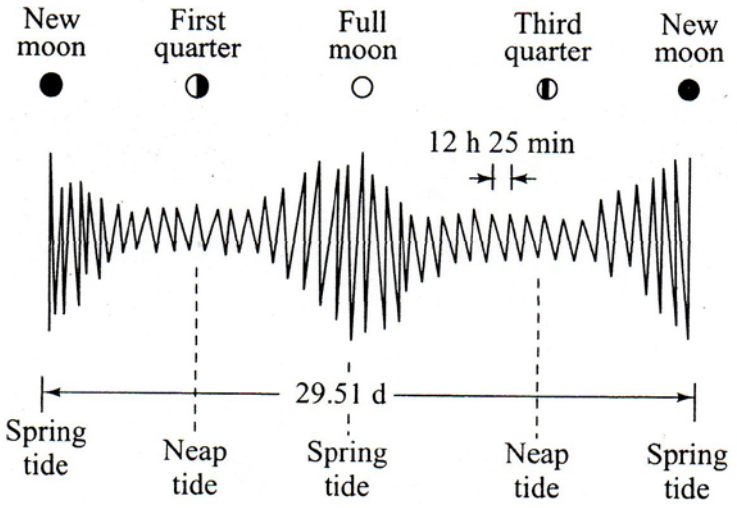
ภาพที่ 4.1 ลักษณะกระแสน้ำในทะเล

ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 884)

การเกิดของน้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลง คือ ปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และลดลงเป็นช่วง ๆ ในแต่ละวัน โดยเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงจันทร์และโลก น้ำขึ้นจะเกิดบนผิวโลกบริเวณที่มีตำแหน่งใกล้ดวงจันทร์และตรงกันข้ามกับตำแหน่งของดวงจันทร์ ส่วนน้ำลงเกิดในพื้นที่บนโลกที่มีพื้นที่ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองพื้นที่บนโลกที่มีตำแหน่ง ใกล้ ตรงกันข้าม หรือตั้งฉากกับดวงจันทร์จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไป จึงทำให้พื้นที่หนึ่งๆ เกิดน้ำขึ้น น้ำลงวันละ 2 ครั้ง

โดยปกติน้ำทะเลขึ้นวันละ 2 ครั้งและลงวันละ 2 ครั้ง โดยมีช่วงเวลาระหว่างการขึ้น – การลงประมาณ 6 ชั่วโมง 12 นาที ทำให้น้ำขึ้นครั้งแรกถึงครั้งถัดไปห่างกันประมาณ 12 ชั่วโมง 25 นาที และวันถัดไปน้ำจะขึ้นช้าวันละประมาณ 50 นาที เพราะดวงจันทร์เคลื่อนไปอยู่ทางตะวันออกของจุดเดิมเกือบ 13 องศา การที่วัตถุใดๆจะเคลื่อนที่ได้จะต้องมีแรงมากระทำกับวัตถุนั้น ในกรณีนี้ น้ำในส่วนต่างๆของโลกถูกทำให้เคลื่อนที่โดยแรงโน้มถ่วง (Gravity) ที่เกิดขึ้นจากดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงจากทั้งโลกและดวงจันทร์กระทำซึ่งกันและกัน ทำให้ดวงจันทร์ (คล้ายกับ) โคจรรอบโลก หรือถ้าจะกล่าวให้ถูกต้องก็คือ ทำให้โลกและดวงจันทร์โคจรรอบศูนย์กลางมวลร่วมกัน แต่แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับค่ากำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ ดังนั้น แรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างโลกและดวงจันทร์จึงมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งบนพื้นผิวของโลกและดวงจันทร์ เรียกว่าเป็นแรงไทดัล (Tidal force)



ภาพที่ 4.2 ลักษณะการเกิดของน้ำขึ้นน้ำลง

ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 885)

หลักการทำงานของพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง อาศัยหลักการพื้นฐานของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ เช่นเดียวกับเขื่อนพลังน้ำ แต่แทนที่จะใช้เขื่อนกักน้ำบนพื้นที่สูง ๆ ให้มีความสูงและมีปริมาณมาก ๆ กลับอาศัยการต่างระดับของน้ำขึ้น - น้ำลง ในแต่ ละวันเพื่อเพิ่มศักยภาพของกำลังงาน โดยจะสร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำ หรือปากอ่าวที่มีพื้นที่เก็บน้ำได้มากและการต่างระดับหรือพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลง โดยเมื่อน้ำขึ้นน้ำจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ และเมื่อน้ำลง น้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ การไหลเข้าและออกจากอ่างเก็บน้ำสามารถนำไปหมุนกังหันน้ำฉุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่นเดียวกับการผลิตกำลังไฟฟ้าพลังน้ำ

ในปี พ.ศ. 2513 ประเทศฝรั่งเศสได้ประสบความสำเร็จในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาศัยพลังกระแสน้ำขึ้น น้ำลงโดยมีอ่างเก็บน้ำ เครื่องกังหัน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งอยู่กับเขื่อนขนาดยักษ์เมื่อน้ำขึ้น น้ำจากมหาสมุทรก็จะไหลเข้าไปในอ่างเก็บน้ำจนเต็ม เมื่อกระแสน้ำขึ้นถึงขีดสูงสุดประตูระบายน้ำจะถูกปิด เพื่อเก็บกักน้ำเอาไว้และจะไม่มีการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำจนกว่าจะหมดสภาวะน้ำขึ้นเสียก่อน เมื่อระดับน้ำในมหาสมุทรลดลง ประตูระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำจะถูกเปิด น้ำจะไหลจากพื้นที่สูงลงไปสู่ที่ต่ำ ทำให้เกิดพลังน้ำเหมือนกับพลังน้ำจากน้ำตกต่างระดับหลายชั้น กระแสน้ำที่ไหลพรั่งพรูออกไปจะไปหมุนเครื่องกังหัน เครื่องกังหันก็จะไปเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งก็จะผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา

ภาพที่ 4.3 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลง
ที่มา (Ruud Kempener, 2014, หน้า 7)

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลง

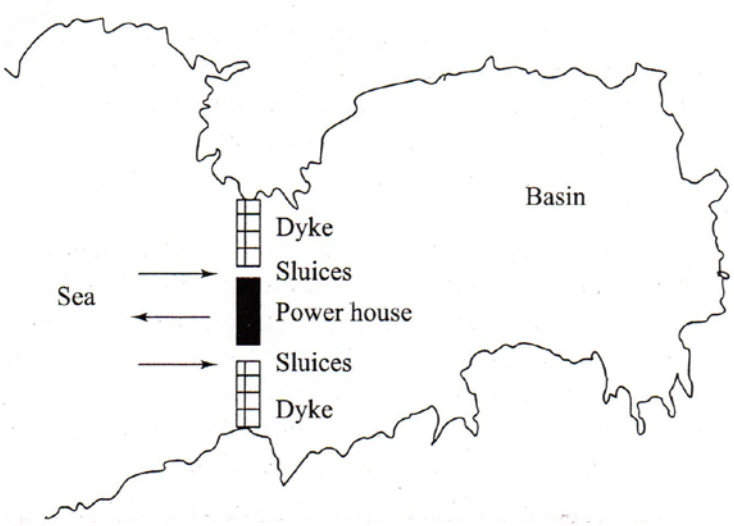
การนำพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าอาศัยหลักการย้ายมวลของน้ำขณะน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำหรือไหลออกจากอ่างเก็บน้ำและผ่านกังหันขณะที่เกิดน้ำขึ้นและน้ำลง องค์ประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลง คืออ่างเก็บน้ำและกังหันน้ำ การผลิตพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงโดยจำแนกตามลักษณะของอ่างเก็บน้ำแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ โรงไฟฟ้าน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว (single – basin scheme) และโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างคู่ (double – basin scheme)

1. โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว

โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว ใช้อ่างเก็บน้ำอย่างเดียว มีประตูกั้นน้ำและกังหัน ทำงานได้โดยจะถูกเก็บในอ่างเก็บน้ำขณะน้ำขึ้นและปล่อยน้ำออกจากอ่างจนถึงระดับน้ำลงต่ำสุด รอบๆ ประตูกั้นน้ำและตัวอาคารโรงไฟฟ้าจะมีกังหันผลิตไฟฟ้าติดตั้งอยู่ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงสามารถกระทำได้ทั้งในช่วงน้ำขึ้น ซึ่งน้ำไหลจากทะเลสู่อ่างเก็บน้ำ และช่วงน้ำลงซึ่งไหลจากอ่างเก็บน้ำไปยังทะเล ดังนั้นจึงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งในช่วงน้ำขึ้นและน้ำลง ในการผลิตไฟฟ้าในระดับความสูงของน้ำต่ำสุดที่กังหันจะสามารถทำงานได้จะเป็นระดับการควบคุมการทำงานปิดเปิดของประตูน้ำ

การผลิตไฟฟ้าแบบอ่างเดี่ยวแบบใช้ประโยชน์ในทิศทางเดียว น้ำจะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำผ่านประตูน้ำขณะน้ำขึ้นและประตูน้ำจะปิดเมื่อระดับน้ำสูงสุดในช่วงน้ำลงเมื่อถึงระดับน้ำในอ่างต่างจากระดับน้ำในทะเลเท่ากับค่าต่ำสุดที่กังหันทำงานได้จะเปิดน้ำไหลออกจากอ่าง กังหันน้ำจะถูกขับผลิตไฟฟ้า ระบบนี้ใช้กับกังหันแบบง่ายๆ แต่จะให้พลังงานออกมาเป็นช่วงๆ

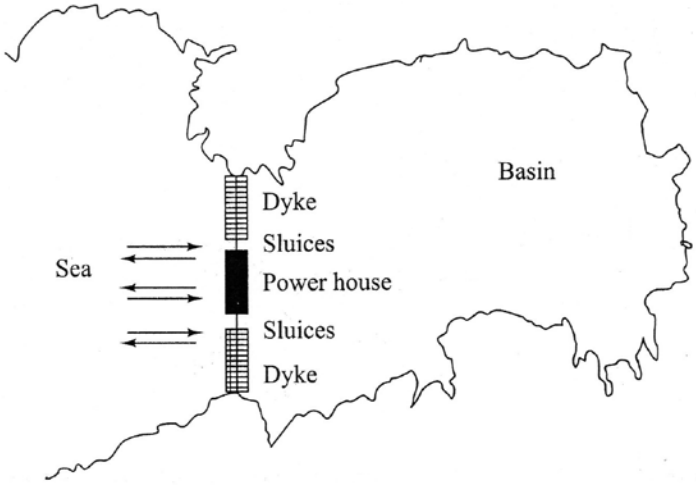
การผลิตไฟฟ้าแบบอ่างน้ำเดี่ยวแบบใช้ประโยชน์ในสองทิศทาง วิธีนี้จะผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วงน้ำไหลเข้าและออกจากอ่าง ในกรณีนี้กังหันจะต้องสามารถปรับหมุนตามทิศทางการไหลของน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนได้สองทิศทาง โรงไฟฟ้าน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว
ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 886)

2. โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างคู่

โรงไฟฟ้าแบบอ่างคู่ มีอ่างเก็บน้ำ 2 อ่าง อ่างหนึ่งใช้งานที่ระดับน้ำสูงอีกอ่างหนึ่งใช้งานที่ระดับน้ำต่ำ กังหันน้ำจะติดตั้งอยู่ระหว่างอ่างทั้งสอง ระบบนี้จะต้องใช้กับประตูน้ำ 2 ชุด และผลิตพลังงานออกมาตลอดเวลา แต่กำลังผลิตต่ำกว่าแบบอ่างเดี่ยว แสดงดังภาพที่ 4.5

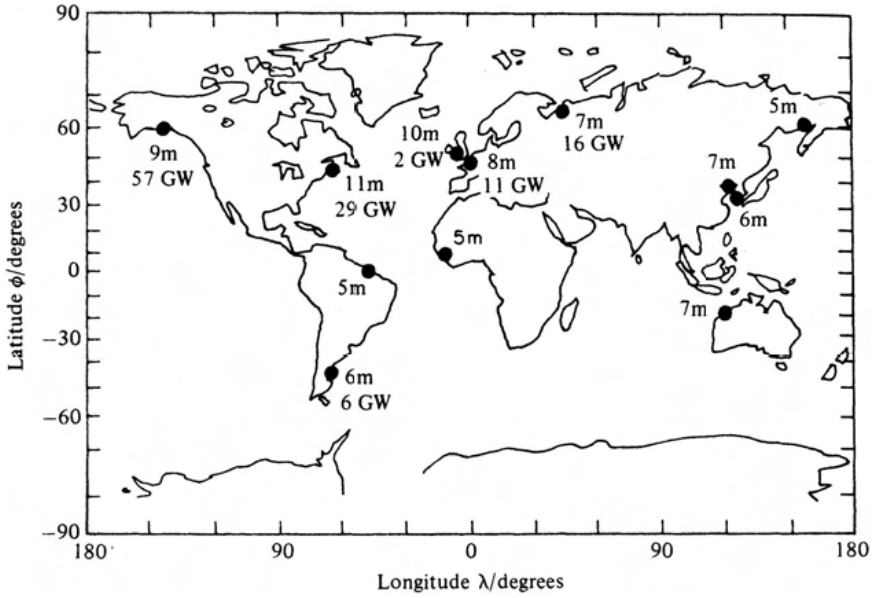


ภาพที่ 4.5 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างคู่
ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 887)

ศักยภาพพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง

พื้นผิวโลกที่เราอาศัยอยู่นี้เป็นพื้นน้ำถึง 3 ใน 4 ส่วน ดังนั้นมนุษย์เรา จึงหวังว่าในไม่ช้าเราจะสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานปริมาณมหาศาลที่เกิดจากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงนี้ได้อย่างเต็มที่ และเมื่อถึงเวลานั้นเราอาจจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งของโลกเราก็ได้ โดยปกติพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่มีศักยภาพในการผลิต กระแสควรจะมากกว่า 5 เมตร ถึงจะคุ้มค่ากับการลงทุน ประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านนี้ต่ำมาก พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดที่บริเวณปากน้ำระนองเพียง 2.5 เมตรเท่านั้น

ระดับน้ำที่มีความแตกต่างกันที่เราเรียกว่าน้ำขึ้นน้ำลงนั้นสามารถที่จะเปลี่ยนมาเป็นพลังงานที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เช่นกัน ถ้าค่าพิสัยของระดับน้ำขึ้นน้ำลงนั้นมากกว่า 5 เมตรขึ้นไป ซึ่งในกรณีนี้จำเป็นต้องสร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำหรือปากอ่าวเพื่อเป็นอ่างเก็บน้ำ เมื่อน้ำขึ้นนั้นน้ำจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ และเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำการไหลเข้าไหลออกนี้สามารถน้ำไปหมุนกังหันหรือใบพัดที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ นอกจากนี้กังหันน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal Turbine) ยังใช้เป็นอุปกรณ์ในการผลิตไฟฟ้า โดยจะเรียงตัวอยู่ใต้ริมชายฝั่งที่ความลึกประมาณ 20 - 30 เมตร



ภาพที่ 4.6 บริเวณที่มีศักยภาพในการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำขึ้น – น้ำลง

ที่มา (Twidell and Weir, 1986, หน้า 447)

การใช้ประโยชน์จากน้ำขึ้นน้ำลง

การผลิตไฟฟ้า ผลิตได้เป็นครั้งแรก Rance Tidal Power Station ที่ La Rance ประเทศฝรั่งเศส โดยการสร้างเขื่อน (tidal barrack) เพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอนที่ระดับน้ำขึ้นสูง แล้วปล่อยน้ำออกเมื่อระดับน้ำลดลง โดยให้น้ำไหลผ่านเทอร์ไบน์ผลิตไฟฟ้า สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับบ้านเรือน 240,000 หลังคาเรือน ตั้งแต่ปี 1966

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขึ้นน้ำลงที่ใหญ่ที่สุดในโลก อยู่ที่ทะเลสาบ Sihwa ประเทศเกาหลีใต้ สร้างเสร็จในปี 2011 มีกำลังการผลิต 254 เมกะวัตต์

ประเทศเกาหลีใต้ยังมีแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบ Tidal barrak อีก 2 โครงการ ที่แรก ใกล้กับเกาะ Ganghwa กำลังการผลิต 812 เมกะวัตต์ จะแล้วเสร็จในปี 2015 อีกที่หนึ่งคือรอบๆเกาะ Incheon ขนาด 1,320 เมกะวัตต์ เริ่มก่อสร้างปี 2017

ในปัจจุบัน ประเทศสกอตแลนด์ ได้กำลังก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงที่ใหญ่ที่สุดในสกอตแลนด์ โดยจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสามารถจ่ายไฟฟ้าให้ 175, 000 ครัวเรือน ซึ่งคาดจะสร้างเสร็จในปี 2015

ภาพที่ 4.7 โรงไฟฟ้าพลังน้ำขึ้นน้ำลงที่ La Rance
ที่มา (Ruud Kempener, 2014, หน้า 7)

ภาพที่ 4.8 ประตูเปิดปิดน้ำใน Tidal barrack ที่ La Rance
ที่มา (Ruud Kempener, 2014, หน้า 8)

ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงในประเทศไทย

การวัดและเก็บข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง ในประเทศไทยเป็นหน้าที่รับผิดชอบของกรอุตุนิยมวิทยาและกองทัพเรือ โดยทำการวัดและเก็บข้อมูลมาตั้งแต่ พ.ศ. 2496 กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือได้จัดพิมพ์มาตราน้ำเพื่อทำนายเวลาและความสูงของน้ำขึ้นลงเต็มที่ประจำวัน ตามชายฝั่งทะเลน่านน้ำไทย และแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อมูลของกรมอุทกศาสตร์ สรุปได้ว่าบริเวณที่มีความแตกต่างของระดับ น้ำขึ้นน้ำลงค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น คือบริเวณปากน้ำระนอง จังหวัดระนอง มีค่าสูงสุดประมาณ 4 เมตร และมีค่าเฉลี่ยตลอดปี สูงประมาณ 2 เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่าที่สามารถนำมาผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการพัฒนาพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงในประเทศไทยไม่ได้มีการศึกษาและวิจัย เพราะความต่างระดับของน้ำขึ้นน้ำลงในน่านน้ำไทยค่อนข้างต่ำ

ข้อดีของพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงนี้ถือว่าเป็นพลังงานจากแหล่งที่มั่นคง เนื่องจากสามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ เมื่อเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่น ลม และ แสงอาทิตย์แล้ว น้ำขึ้นน้ำลง คือ สิ่งที่คาดเดาได้ง่ายกว่าและเกิดขึ้นอย่างแน่นอนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงไม่ได้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลหรือสภาพอากาศ พลังงานน้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นจากการที่โลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์แล้วก่อให้เกิดแรงดึงดูดจากทั้ง 2 ด้าน ดังนั้น พลังงานทั้งหมดที่ดำเนินการภายในวงโคจรที่สร้างความไม่สมดุลของระดับน้ำภายในโลก บางที่น้ำจะขึ้นสูง ในขณะที่พื้นที่บางส่วนน้ำจะลดลง

ข้อดีของพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงคือ ไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมลพิษอื่นๆ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้านี้ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงและมีต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ กังหันผลิตกระแสไฟฟ้านอกชายฝั่งนี้ไม่ได้ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงจำเป็นต้องมีการก่อสร้างเขื่อนปิดกั้นปากแม่น้ำหรือปากอ่าวเพื่อทำเป็นอ่างเก็บน้ำ มีผลต่อระบบนิเวศวิทยา และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ทำให้เกิดน้ำท่วม พื้นที่บริเวณใกล้เคียงอ่างเก็บน้ำที่อยู่ในที่ลุ่มอาจทำให้ เกิดน้ำท่วมได้ในช่วงน้ำขึ้น

2. การสร้างเขื่อนรอบๆอ่างเก็บน้ำมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำและการเดินเรือ

3. ผลกระทบต่อทัศนียภาพ การสร้างเขื่อนปากแม่น้ำมีผลต่อทัศนียภาพ และการท่องเที่ยว

พลังงานคลื่นทะเล

คลื่นเกิดจากกระแสลมที่มากระทบกับผิวน้ำ ดังนั้นพลังงานคลื่นจึงสามารถเกิดขึ้นได้เฉพาะในทะเลหรือมหาสมุทรเท่านั้น ความคิดที่จะนำพลังงานคลื่นที่เกิดขึ้นบนมหาสมุทรมาใช้ประโยชน์ได้มีมานานนับ 100 ปีแล้ว แต่เพิ่งจะเริ่มมีการดำเนินการพัฒนากันอย่างจริงจังในราวปี

ค.ศ. 1970 ในการนำพลังงานคลื่นมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องติดตั้งโรงไฟฟ้าไว้ในทะเล ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำทะเล และทนทานต่อแรงพายุได้ บริเวณที่สามารถจะใช้พลังงานคลื่นได้จะต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีคลื่นแรง เนื่องจากปัจจุบันราคาต้นทุนไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังคลื่นสูงกว่าเมื่อเทียบกับผลิตจากโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังคลื่นในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล เช่น ตามเกาะหรือสถานีประมงตามชายฝั่งที่สายส่งไฟฟ้าไปไม่ถึง การนำพลังงานจากคลื่นมาใช้ประโยชน์เป็นแนวทางหนึ่งในการลดมลพิษจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงบรรพชีวิน

หลักพื้นฐานของพลังงานคลื่น

คลื่นในทะเลและมหาสมุทรเกิดขึ้นเนื่องจากมีกระแสลมพัดผ่านผิวน้ำ ในกระบวนการเกิดคลื่นนั้นมีปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 3 กระบวนการที่สำคัญคือ

1) เริ่มต้นจากกระแสลมพัดผ่านเหนือผิวน้ำก่อให้เกิดความเค้นในแนวเส้นสัมผัสกับผิวน้ำ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการก่อตัวของคลื่นขึ้น

2) กระแสอากาศปั่นป่วน (Turbulence) ที่พัดติดกับผิวน้ำจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเค้นเฉือนและความดันที่กระทำต่อผิวน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดการสั่นและเกิดคลื่นต่อเนื่องขึ้น

3) ขั้นสุดท้ายเมื่อคลื่นถูกพัดมาถึงชายฝั่ง จะเกิดแรงปะทะทางด้านหน้าคลื่นทำให้คลื่นมีขนาดสูงขึ้น

พลังงานคลื่นที่ตกกระทบตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณได้จากมวลของน้ำที่ตกผ่านหน้าคลื่น พลังงานศักย์ของคลื่นที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าเท่ากับการย้ายมวลของน้ำจากระดับน้ำทะเลไปยังจุดศูนย์กลางของคลื่น

ความหมายของพลังงานคลื่นทะเล

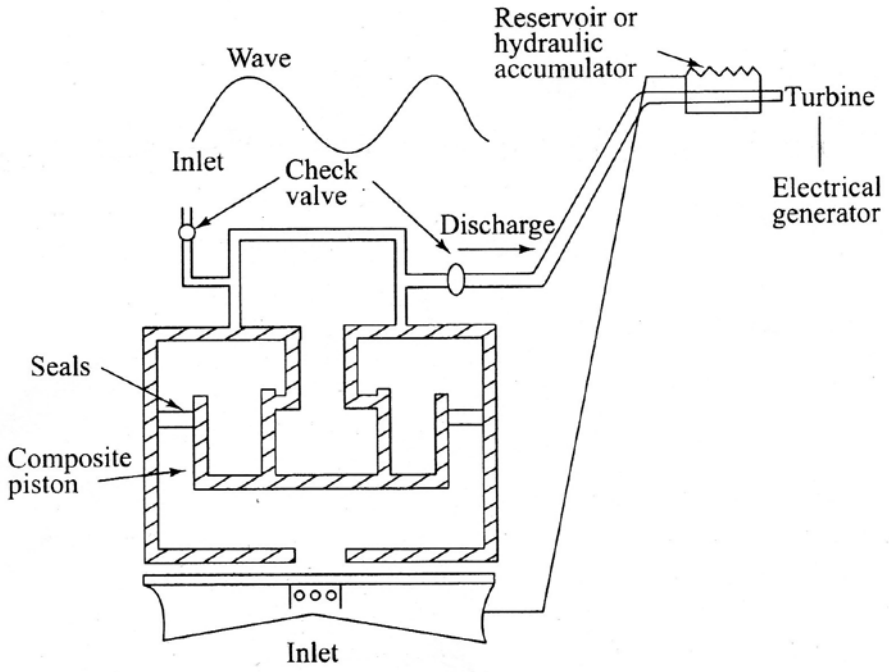
พลังงานคลื่นทะเล (Ocean Tidal Energy) หมายถึง พลังงานของคลื่นผิวมหาสมุทร และการจับพลังงานเหล่านั้นมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ ซึ่งรวมถึงการผลิตไฟฟ้า การแยกเกลือออกจากน้ำ และการสูบน้ำ พลังงานคลื่นเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมดรูปแบบหนึ่ง การผลิตไฟฟ้าจากคลื่นยังไม่ใช่เทคโนโลยีที่แพร่หลาย และยังไม่มีการสร้างฟาร์มคลื่นในเชิงพาณิชย์

เทคโนโลยีพลังงานคลื่น

ในการที่จะนำพลังงานจากคลื่นที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์ มีหลักการคือต้องมีอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สามารถจะรับพลังงานที่ถ่ายทอดจากคลื่นเป็นช่วง ๆ ได้ พลังงานที่ได้จากคลื่นจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลไปหมุนกังหันผลิตไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ออกแบบเป็นแบบที่ยึดติดกับชายฝั่ง (Fixed Sea – Bed and Shore – Mounted Devices) และแบบที่เป็นทุ่นลอย (Floating Devices)

1) โรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบติดกับชายฝั่ง

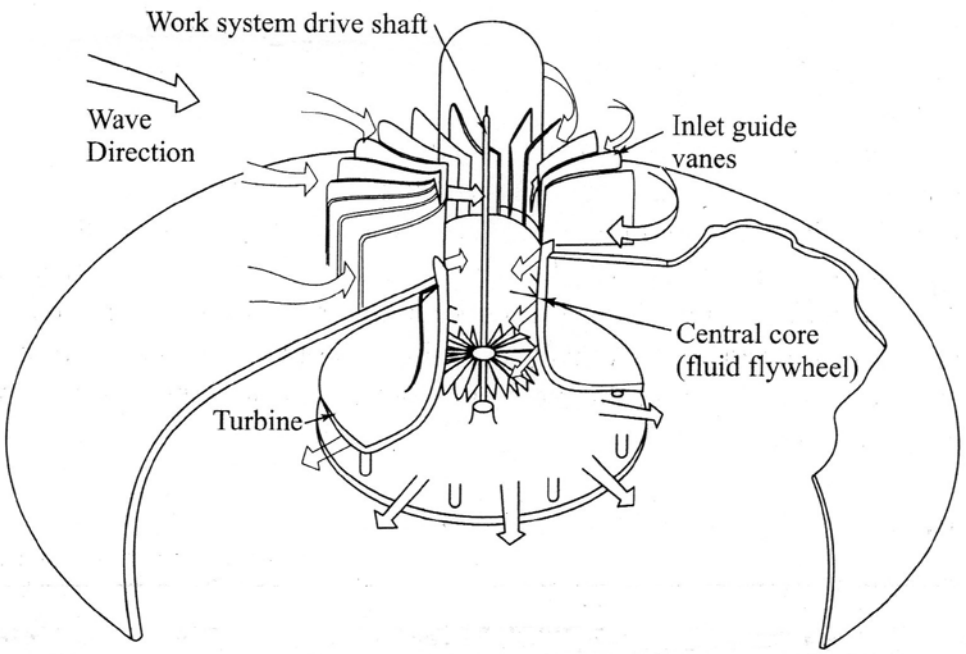
โรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบติดกับชายฝั่ง ระบบนี้จะสร้างไว้ริมทะเลโดยมีโครงสร้างยึดติดกับชายฝั่ง โดยมีหลักการทำงานคือเมื่อยอคลื่นผ่านเข้ามาในปล่องอากาศทำให้อากาศถูกอัดและดันใบพัดซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เมื่อท้องคลื่นผ่านเข้ามาจะดึงอากาศภายนอกเข้ามาในปล่องกระทบใบพัดทำให้ใบพัดหมุน ใบพัดจะถูกออกแบบให้หมุนไปในทิศทางเดียวกันทั้งช่วงยอดคลื่นและท้องคลื่นแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบติดกับชายฝั่ง
ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 880)

2) โรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบทุ่นลอย

โรงงานไฟฟ้าพลังคลื่นแบทุ่นลอย ระบบนี้จะสร้างไว้กลางทะเลโดยมีทุ่นยึดไว้เพื่อรักษาระดับของโครงสร้างให้คงที่ โดยมีหลักการทำงานคล้ายกับแบบยึดติดกับชายฝั่ง คือ เมื่อยอดคลื่นผ่านเข้ามาในท่อจะดันให้อากาศผ่านเข้าไปในช่องอากาศ (Cell) ที่ติดกับกังหันไปดันให้กังหันหมุน เมื่อท้องคลื่นผ่านเข้ามาอากาศจะถูกดึงผ่านช่องอากาศและผ่านกังหันทำให้กังหันหมุน การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบทุ่นลอยแสดงดังภาพที่ 4.10

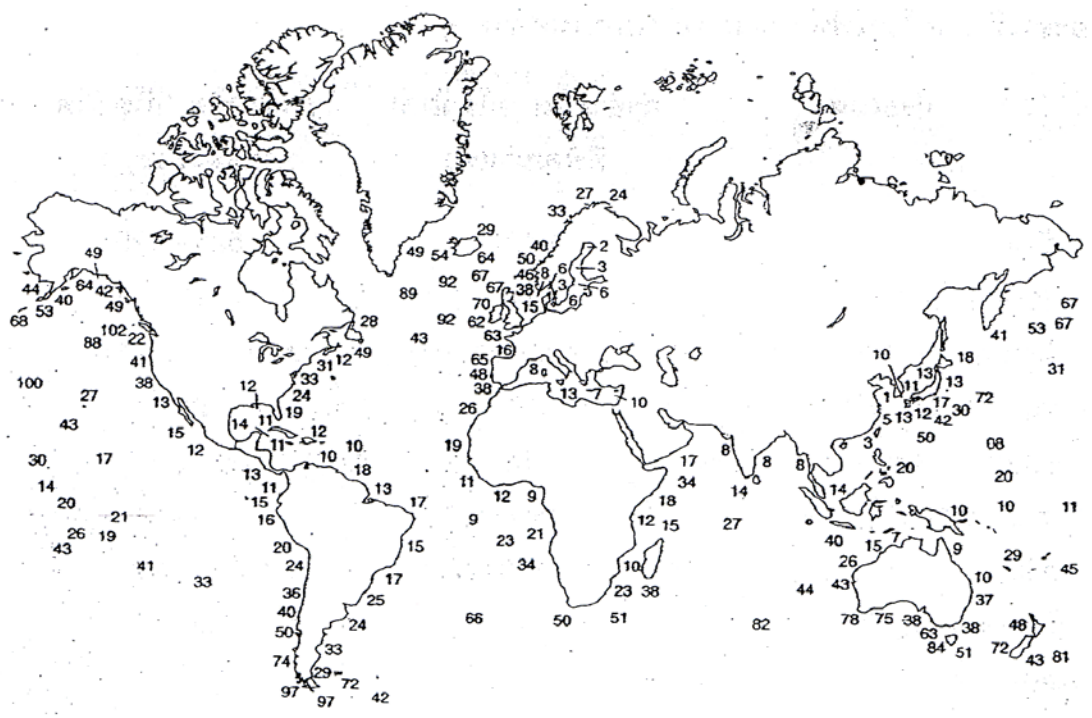


ภาพที่ 4.10 การทำงานของทุ่นลอย
ที่มา (P. K. Nag, 2014, หน้า 882)

ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานคลื่น

พลังงานคลื่นที่นำมาใช้ประโยชน์จะต้องเป็นคลื่นในน้ำลึกที่มีความลึกมากกว่า 50 เมตร มีความยาวคลื่นไม่ต่ำกว่า 100 เมตร และความสูงของคลื่นไม่ต่ำกว่า 3 เมตร ทิศทางของคลื่นน้ำลึกถูกกำหนดโดยทิศทางของลม คลื่นสามารถเดินทางได้ในระยะทางที่ไกลข้ามทะเลเปิดได้โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งที่พิจารณาทิศทางของคลื่นจะเป็นผลลัพธ์ของคลื่นที่กระทำจากทิศทางต่าง ๆ กัน ณ บริเวณนั้น ศักยภาพในการพัฒนาพลังงานคลื่นขึ้นกับความสูงของคลื่น

บริเวณนั้น ค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นต่อความสูงของคลื่นรายปี ในบริเวณต่าง ๆ ของโลกแสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นต่อความสูงของคลื่นรายปี ในบริเวณต่าง ๆ ของโลก
ที่มา (Boyle, 1996 หน้า 325)

การพัฒนาพลังงานคลื่นจะต้องใช้เวลาในการวิจัยและผลิตต้นแบบของอุปกรณ์ ดังนั้นการพัฒนาพลังงานคลื่นมาใช้ประโยชน์จึงยังไม่แพร่หลายมากนัก ประเทศต่าง ๆ ในโลกที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจากคลื่นมีหลายประเทศ เช่น อังกฤษ ไอร์แลนด์ เดนมาร์ก สวีเดน โปรตุเกส สหรัฐอเมริกา จีน อินเดีย ญี่ปุ่น เป็นต้น โรงไฟฟ้าพลังคลื่นที่สร้างเรียบร้อยแล้ว และมีโครงการที่จะพัฒนาในประเทศต่าง ๆ สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 โรงไฟฟ้าพลังคลื่นในประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	กำลังผลิต (กิโลวัตต์) ที่พัฒนาแล้ว	กำลังผลิต (กิโลวัตต์) กำลังพัฒนา
ญี่ปุ่น	1,121	525 - 925
นอรเวย์	950	-
อังกฤษ	2,075	-
จีน	13	-
อินเดีย	150	-
เดนมาร์ก	45	-
สวีเดน	110	-
โปรตุเกส	-	350 - 500
สเปน	1,000	-
สหรัฐอเมริกา	-	200
อินโดนีเซีย	-	1,000 - 1,500
สก๊อตแลนด์	-	5,500 - 6,000

ที่มา (วรนุช แจ้งสว่าง, 2551 หน้า 216)

การพัฒนาพลังงานคลื่นในประเทศไทยยังไม่ได้มีการศึกษาและพัฒนา เพราะคลื่นที่เกิดในท้องทะเลไทยมีความยาวคลื่นและความสูงของคลื่นไม่มาก

ข้อดีและข้อเสียของพลังงานคลื่นทะเล

1) ข้อดีของพลังงานคลื่นทะเล

สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จำนวนมหาศาลเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมด/ไม่มีวันสิ้นสุด สะอาด เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถนำมาผลิตไฟฟ้าอย่างเพียงพอต่อการใช้งานในโลก ชิ้นส่วนของของเครื่องกลพลังงานน้ำส่วนใหญ่จะมีความคงทน มีอายุการใช้งานกว่าเครื่องจักรอย่างอื่น เครื่องกลมีความสามารถดำเนินการได้ในเวลาอันรวดเร็ว และควบคุมให้ผลิตกำลังงานออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการใช้พลังงานได้ตลอดเวลา การผลิตพลังงานจากคลื่นมีความคุ้มทุน เมื่อสถานที่ที่จะติดตั้งโครงสร้างดังกล่าวมีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงมาก

2) ข้อเสียของพลังงานคลื่นทะเล

ให้พลังงานที่ไม่สม่ำเสมอ ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับลักษณะของคลื่น และแรงลมที่พัดผ่านต้องอาศัยพื้นที่กว้างใหญ่มาก จำนวนเงินที่จะนำมาลงทุนต้องมากมายมหาศาล

สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากพลังงานคลื่นทะเลมีราคาสูง สถานที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งโครงสร้างการผลิตพลังงานหาได้ยากมาก อีกทั้ง เทคโนโลยีในการผลิตพลังงานคลื่นทะเลนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตพลังงานจากคลื่น

ถึงแม้ว่าการผลิตพลังงานจากคลื่นจะไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ที่ต้องติดตั้งอยู่ในทะเล ล้วนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) เกิดการกัดกร่อนบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังคลื่นที่ตั้งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำจะทำให้เกิดการทับถมของดินและเกิดการกัดกร่อนบริเวณชายฝั่ง

2) เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี เนื่องจากการรั่วซึมของน้ำมันและน้ำมันเครื่องของโรงไฟฟ้าพลังคลื่น

3) ผลกระทบต่อทัศนียภาพและการท่องเที่ยว เนื่องจากการสร้างโรงไฟฟ้าพลังคลื่นทำให้สูญเสียทัศนียภาพชายฝั่งและแหล่งท่องเที่ยว

แบบฝึกหัดบทที่ 4

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. น้ำขึ้น – น้ำลงเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ท่านคิดว่าการเกิดน้ำขึ้น – น้ำลงได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์มากกว่ากัน เพราะเหตุใด
3. จงอธิบายหลักของโรงไฟฟ้าน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยว
4. จงอธิบายหลักของโรงไฟฟ้าน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างคู่
5. จงบอกข้อดีข้อเสียของโรงไฟฟ้าน้ำขึ้น – น้ำลงแบบอ่างเดี่ยวและแบบอ่างคู่
6. กระบวนการเกิดคลื่นประกอบด้วยกระบวนการใดบ้าง
7. จงอธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบที่มีโครงสร้างติดกับชายฝั่ง
8. จงอธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังคลื่นแบบใช้ทุ่นลอย
9. ท่านมีความเห็นอย่างไรในการนำพลังงานจากคลื่นบนท้องทะเลมาใช้ประโยชน์
10. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานจากคลื่นทะเลมีในด้านใดบ้าง

เอกสารอ้างอิง

ไกรพัฒน์ จีนขจร. (2551). พลังงานงานหมุนเวียน. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 1.

วรนุช แจ้งสว่าง. (2551). **พลังงานหมุนเวียน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. (2554). **เทคโนโลยีการจัดการและการอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพรรณ ธงชัยและพิชัย อัษฎมงคล.. (25548). **การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า.**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรศักดิ์ ศรลัมพ์. (2555). **วิศวกรรมความปลอดภัยเขื่อนเพื่อการออกแบบและบำรุงรักษา**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุตร จำลองกุล. (2545). **พลังงานหมุนเวียน**. กรุงเทพ ฯ: : โรงพิมพ์ โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

อนุตร จำลองกุล. (2555). **พลังงานทดแทน**. กรุงเทพ ฯ: : ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.

Bansa, N.K et al. (1990). **Renewable Energy Sources and Conversion Technology**. New Delhi : Tata Mc Graw – Hill Publishing Co.

Bolye, G. (1996). **Renewable Energy Power for a Sustainable Future**. Oxford University Press.

Godfrey, B. **Renewable Energy**. 1st ed. United Kingdom, Alden Press Limited.

Nag, P.K. (2014). **Power Plant Engineering**. (4e.). India : McGraw-Hill Education.

Kempener, Ruud. (2014). TIDAL ENERGY TECHNOLOGY BRIEF**. IRENA Ocean Energy Technology Brief.** 2014(3), 1-36.

Twidell, J and Weir, T (1986). Renewable energy resources. NY: E and F.N. Spon.