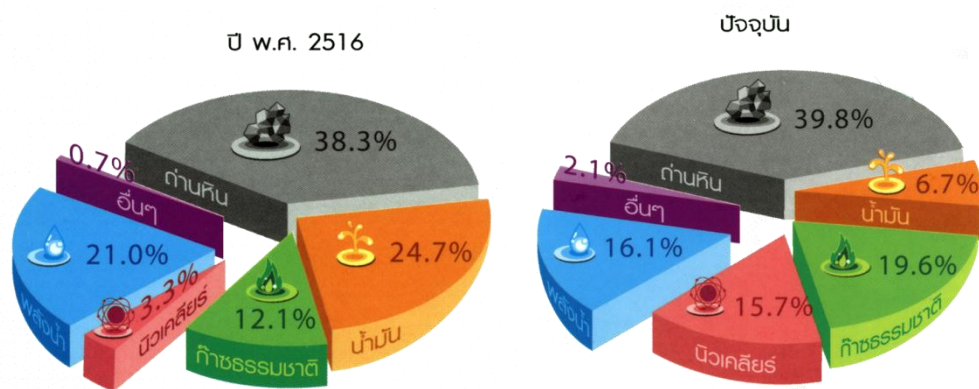


พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก

ในกลางศตวรรษที่ 20 จนถึงปัจจุบัน พลังงานหลักที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆล้วนมาจาก น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ แต่เนื่องจาก น้ำมันถือว่าเป็นทรัพยากรที่จำกัด และมีแต่จะหมดไป ซึ่งมีการพยากรณ์ไว้ว่าประมาณ 50 ปี น้ำมันจะเป็นพลังงานราคาแพง จนไม่คุ้มที่จะเป็นพลังงานหลักในการผลิตสินค้าอีกต่อไป ทำให้เราต้องหาแหล่งพลังงานใหม่ที่มีราคาถูกกว่าน้ำมัน มาทดแทนน้ำมัน

1. ปัญหาการใช้พลังงานในประเทศไทย

ในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา การผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันและพลังน้ำ มีสัดส่วนลดลงโดยลำดับเนื่องจากข้อจำกัดของ แหล่งพลังงาน และราคาที่สูงขึ้น



รูป 1 แสดงสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโลก

น้ำมันจะเป็นทรัพยากรที่จำกัด และมีแต่จะหมดไป โดยมีการคาดการณ์ไว้ว่าประมาณ 50 ปี น้ำมันจะเป็นพลังงานราคาแพง (ไม่หมดไปเนื่องจากไม่คุ้มที่จะนำมาใช้งาน) จนไม่คุ้มที่จะเป็นพลังงานหลักในการผลิตสินค้าอีกต่อไป

ตาราง 1 การคาดการณ์พลังงานสำรอง

| พลังงานสำรองทั่วโลก | | พลังงานสำรองในประเทศไทย | |
|---------------------|--------|-------------------------|-------|
| น้ำมัน | 41 ปี | น้ำมัน | - |
| แก๊สธรรมชาติ | 63 ปี | แก๊สธรรมชาติ | 19 ปี |
| ถ่านหิน | 150 ปี | ถ่านหิน | 61 ปี |

ประเทศไทย มีอัตราการเจริญเติบโตการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสูง ความต้องการในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา เพิ่มขึ้นปีละ 6-8 % หรือประมาณปีละ 1,000-1,200 เมกะวัตต์ จากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในระยะ 15 ปีข้างหน้า (ปี2549-2564) ความต้องการไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.5 หรือ 1,500-2,000 เมกะวัตต์ต่อปี

ตาราง 2 กำลังผลิตติดตั้งแยกตามประเภทโรงไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทย ปี 2553

| ประเภทโรงไฟฟ้า | รวมทั้งระบบ | | | แยกตามภาค | | |
|------------------------|------------------|------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | กำลังผลิต | ร้อยละ | ภาคกลาง | อีสาน | ภาคใต้ | ภาคเหนือ |
| 1. พลังน้ำ | 3,424.18 | 11.07 | 1,078.11 | 744.21 | 313.29 | 1,288.57 |
| 2. พลังความร้อน | 4,699.00 | 15.20 | 2,204.00 | - | 315.00 | 2,180.00 |
| 3. พลังความร้อนรวม | 6,866.00 | 22.21 | 5,506.00 | 650.00 | 710.00 | - |
| 4. กังหันแก๊ส | - | - | - | - | - | - |
| 5. ดีเซล | 4.40 | 0.01 | - | - | - | 4.40 |
| 6. พลังงานทดแทน | 4.54 | 0.01 | 0.02 | 3.51 | 0.19 | 0.82 |
| 7. ซื้อมาจากต่างประเทศ | 1,588.00 | 5.14 | - | 1,288.00 | 300.00 | - |
| 8. ซื้อมาจากในประเทศ | 14,333.89 | 46.36 | 13,364.99 | 92.30 | 29.00 | 29.50 |
| รวม | 30,920.01 | 100 | 22,153.12 | 2,778.02 | 2,485.58 | 3,503.29 |

หมายเหตุ ข้อมูลสิ้นสุดวันที่ 31 ธันวาคม 2553

หน่วยเป็นเมกะวัตต์

เมื่อนำข้อมูลการผลิตไฟฟ้าในปี 2553 ตาม

ตาราง 2 มาเปรียบเทียบกับคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1500 – 2000 เมกะวัตต์ นั้น แสดงว่าจะต้องมีการนำเข้าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น หรือมีการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในประเทศไทยจึงจะเพียงพอต่อความต้องการปริมาณ ไฟฟ้านี้

2. พลังงานลม

ลมเกิดจากการที่พื้นที่ต่าง ๆ บนโลก มีความสามารถการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่มี อุณหภูมิสูงกว่า อากาศจะขยายตัว ทำให้มีความหนาแน่นน้อยกว่า และลอยขึ้นไปข้างบน จากนั้นอากาศในบริเวณที่เย็นกว่า ซึ่งหนาแน่นกว่า หนักกว่า จะเข้ามาแทนที่ และเกิดเป็นลม เช่น ลมบก-ลมทะเล เกิดจากในตอนกลางวันน้ำทะเลมีความสามารถในการรับความร้อนได้มากกว่าพื้นดิน ทำให้อากาศเหนือน้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำกว่าบนบก ซึ่งจะขยายตัวเนื่องจาก ความร้อน ทำให้เกิดลมพัดจากทะเลเข้าหาฝั่ง ส่วนตอนกลางคืน น้ำทะเลจะคายความร้อนออกมา ทำให้อากาศเหนือน้ำทะเล มีอุณหภูมิต่ำกว่าบนบก อากาศเหนือน้ำทะเลจะขยายตัวออก ทำให้เกิดลมที่พัดออกจากบกลงทะเล ปรากฏการณ์นี้ยังเกิดขึ้น บนพื้นที่ที่เป็นภูเขา เราเรียกว่า ลมภูเขา และลมหุบเขา

เนื่องจากลมเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทำให้มนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากกระแสลม

2.1 ประวัติการใช้ประโยชน์จากพลังงานลม

ในยุโรปโรงสีข้าวพลังงานลมได้รับการพัฒนาสมรรถนะอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะระหว่างช่วงศตวรรษที่ 12 และ ศตวรรษที่ 19 ในปี ค.ศ. 1800 ในประเทศฝรั่งเศสมีโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรปใช้งานอยู่ประมาณ 20,000 เครื่อง ใน ประเทศเนเธอร์แลนด์พลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรม ในช่วงเวลานั้นมาจากพลังงานลมถึงร้อยละ 90 ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 โรงสีข้าวพลังงานลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแกนหมุน 25 เมตร ตัวอาคารมีความสูงถึง 30 เมตร ตัวอย่างโรงสีลมข้าว

พลังงานแบบยุโรปดังแสดงในรูป 2 โรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรป ซึ่งในช่วงเวลานั้นการใช้พลังงานลมไม่ได้มีเพียงแค่การสีข้าวแต่ยังมีการประยุกต์ใช้สำหรับการสูบน้ำอีกด้วย ต่อมาในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมโรงสีข้าวพลังงานลมเริ่มมีการใช้งานลดลงอย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1904 การใช้พลังงานจากลมยังมีอัตราส่วนถึงร้อยละ 11 ของพลังงานในภาคอุตสาหกรรมของประเทศเนเธอร์แลนด์ และในประเทศเยอรมันยังมีโรงสีข้าวชนิดนี้ติดตั้งอยู่กว่า 18,000 เครื่อง



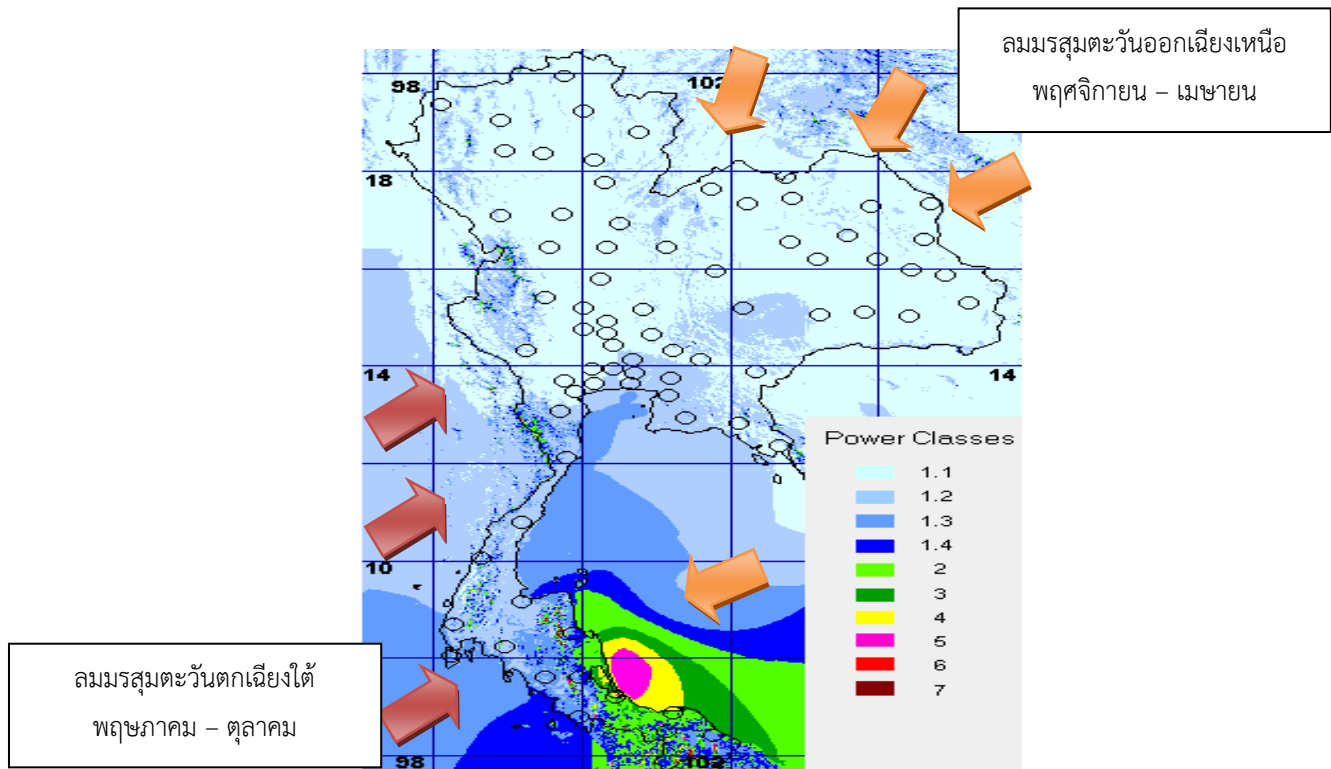
รูป 2 โรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรป

ประเทศที่มีกังหันลมมากที่สุดในปัจจุบันคือ ประเทศเยอรมันโดยข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2001 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมถึง 8,754 เมกะวัตต์ รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกาผลิตได้ 4,200 เมกะวัตต์ สเปนผลิตได้ 3,300 เมกะวัตต์ และเดนมาร์กผลิตได้ 2,400 เมกะวัตต์ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ายุโรปเป็นกลุ่มประเทศที่ก้าวหน้ามากที่สุดในการใช้พลังงานจากลมมาผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้รวมทั้งสิ้นประมาณ 14,000 เมกะวัตต์ และมีการตั้งเป้าว่าภายในปี พ.ศ. 2010 จะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้ 60,000 เมกะวัตต์ และเมื่อมองย้อนหลังไปเมื่อปี ค.ศ. 1988 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมได้เพียง 137 เมกะวัตต์

2.2 ประเทศไทยกับการใช้พลังงานลม

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและจ่ายเข้าระบบสายส่งในปริมาณที่น้อยมากหากเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ โดยมีการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 150 กิโลวัตต์ ซึ่งผลิตโดยบริษัทนอร์ดเทค ประเทศเดนมาร์ก ในพื้นที่สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ณ แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ตั้งในปี พ.ศ. 2539 เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์

อิทธิพลของลมที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ประเทศไทยแบ่งทิศทางของลมออกได้เป็น ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือน พฤศจิกายน – เมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ดังรูป 3



รูป 3 แสดงศักยภาพของพลังงานลมในประเทศไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้เก็บข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยที่ในสถานีผลิตกระแสไฟฟ้าสามแห่งดังนี้ ที่แหลมพรหมเทพจังหวัดภูเก็ต ประมาณ 5 เมตรต่อวินาที ที่อ่างพักน้ำตอนบนลำตะคองจังหวัดนครราชสีมาประมาณ 6 เมตรต่อวินาที และที่อ่าวไผ่จังหวัดชลบุรีประมาณ 5 เมตรต่อวินาที ที่แหลมพรหมเทพได้มีการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ากำลังการผลิต 200 กิโลวัตต์ ส่วนที่ลำตะคองได้มีการติดตั้งกังหันลมขนาด 1.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 ตัวใช้งบประมาณในการก่อสร้าง 145 ล้านบาท

2.3 ประเภทของกังหันลม

1. กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวนอน

กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวนอน (horizontal-axis type wind turbine, HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนวางตัวอยู่ในทิศขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลมดังรูป 4 กังหันลมประเภทนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการนำมาใช้งานมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และมีชุดควบคุมให้กังหันลมหันหน้าเข้ารับแรงลมได้ทุกทิศทางในแนวนอนตลอดเวลา

2. กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวตั้ง

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางของลมดังรูป 5 ซึ่งสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและติดตั้งอยู่ในระดับต่ำได้ กังหันลมแบบนี้ที่รู้จักกันดีคือกังหันลมแบบแดร์เรียส (darrieus) ซึ่งออกแบบโดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1920 ข้อดีของกังหันลมแกนตั้งคือ สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง มีชุดปรับความเร็ว (gear box) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถติดตั้งอยู่ที่ระดับพื้นล่างได้ นอกจากนี้ตัวเสาของกังหันลมยังไม่สูงมากนัก แต่มีข้อเสียคือประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับกังหันลมที่มีแกนเพลลาแบบแนวนอน ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการใช้งานอยู่น้อย



รูป 4 กังหันลมที่มีเพลลาอยู่แนวแกนนอน



รูป 5 กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวตั้ง

3. หลักการทำงานของกังหันลม

สำหรับหลักการทั่วไปในการนำพลังงานลมมาใช้คือ เมื่อมีลมพัดมาปะทะกับใบพัดของกังหันลม กังหันลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานกลโดยการหมุนของใบพัด แรงจากการหมุนของใบพัดนี้จะถูกส่งผ่านแกนหมุนทำให้เฟืองเกียร์ที่ติดอยู่กับแกนหมุนเกิดการหมุนตามไปด้วย พลังงานกลที่ได้จากการหมุนของเฟืองเกียร์นี้เองที่ถูกประยุกต์ใช้ประโยชน์ตามความต้องการเช่น ในกรณีที่ต้องการใช้กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าจะต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไป ซึ่งเมื่อเฟืองเกียร์ของกังหันลมเกิดการหมุนจะไปขับเคลื่อนให้แกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามไปด้วย ด้วยหลักการนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็สามารถผลิตกระแส ไฟฟ้าออกมาได้ ส่วนในกรณีของการใช้กังหันลมในการสูบน้ำหรือสีข้าวสามารถนำเอาพลังงานกลจากการหมุนของเฟืองเกียร์นี้ไปประยุกต์ใช้ได้โดยตรง

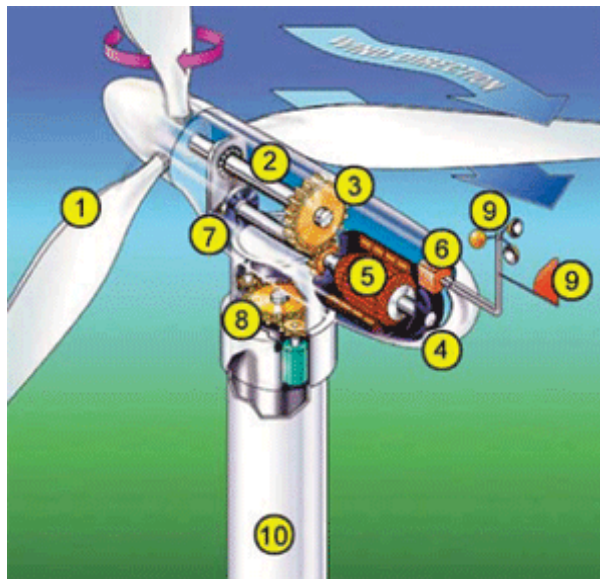
4. ส่วนประกอบของกังหันลม

กังหันลมโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ คือ ใบพัด ระบบถ่ายทอดกำลังจากใบพัด ชุดควบคุมการบังคับทิศทางของใบพัดและเสาหรือหอคอย อย่างไรก็ตามในส่วนรายละเอียดของส่วนประกอบของกังหันลมจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของกังหันลมนั้น เช่น ถ้าเป็นกังหันลมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตไฟฟ้าก็จะมีส่วนประกอบรายละเอียด และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนกว่ากังหันลมที่ใช้สำหรับการสูบน้ำ

5. กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า

ส่วนประกอบสำคัญของระบบกังหันลมต่างๆ ไปอาจแบ่งได้ดังนี้

1. **ใบพัด** เป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน
2. **เพลาแกนหมุน** ซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลัง เพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. **ห้องส่งกำลัง** ซึ่งเป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุน ระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. **ห้องเครื่อง** ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่างๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม
5. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้า** ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
6. **ระบบควบคุมไฟฟ้า** ซึ่งใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ
7. **ระบบเบรก** เป็นระบบกลไก เพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหัน ที่จะรับได้ และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา
8. **แกนคอหมุนรับทิศทางลม** เป็น ตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่อง เพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเลคทรอนิคส์ ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์ กับทางเสอร์รับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง
9. **เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม** ซึ่ง เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆ ได้ถูกต้อง
10. **เสา** ซึ่งตั้งอยู่ที่พื้นที่ทำการก่อสร้างอย่างถูกวิธี ตามหลักวิศวกรรม และเป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน



รูป 6 ส่วนประกอบของกังหันลมในการผลิตกระแสไฟฟ้า

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะ ทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของความเร็วลมที่แปรผันตามธรรมชาติ และความต้องการพลังงานที่สม่ำเสมอเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว จะต้องมิตัวกักเก็บพลังงานและใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เชื่อถือได้เป็นแหล่งสำรอง หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น

ก . ตัวกักเก็บพลังงานมีอยู่หลายชนิด ส่วนมากขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้

เช่น ถ้าเป็นกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมักนิยมใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บ

ข. การใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เป็นตัวหมุน ระบบนี้ปกติกังหันลมจะทำหน้าที่จ่าย พลังงานให้ตลอดเวลาที่มีความเร็วลมเพียงพอ หากความเร็วลมต่ำหรือลมสงบ แหล่ง พลังงานชนิดอื่นจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานทดแทน (ระบบนี้กังหันลมจ่ายพลังงานเป็นตัวหลักและแหล่ง พลังงานส่วนอื่นเป็นแหล่งสำรอง)

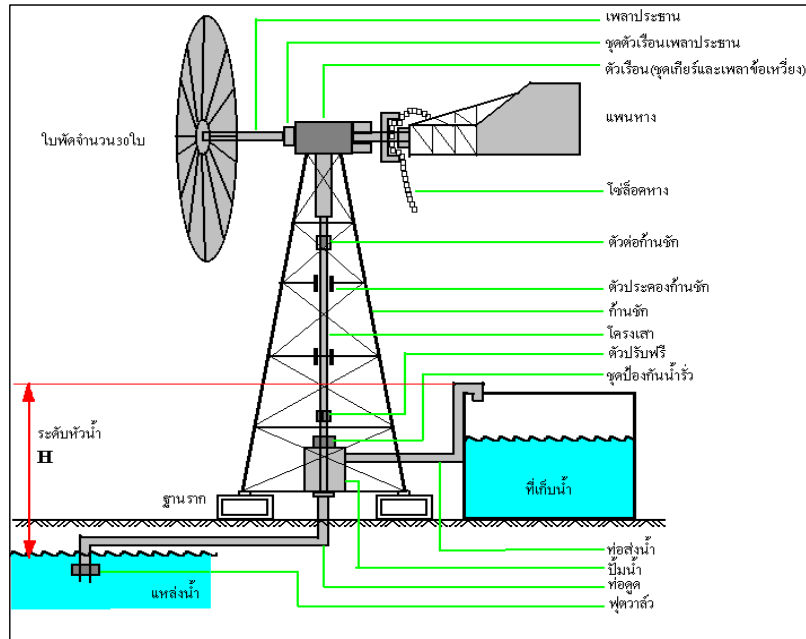
ค . การใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น อาจเป็นเครื่องจักรดีเซล หรือพลังงานน้ำจากเขื่อน ฯลฯ ระบบนี้มีแหล่งพลังงานชนิดอื่นจ่ายพลังงานอยู่ก่อนแล้ว กังหันลมจะช่วยจ่ายพลังงานเมื่อมีความเร็วลมเพียงพอ ซึ่งในขณะเดียวกันก็ลดการจ่ายพลังงานจากแหล่งพลังงานอื่น เช่น ลดการใช้ น้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซล

(ระบบนี้ แหล่งพลังงานอื่นจ่ายพลังงานเป็น หลัก ส่วนกังหันลมทำหน้าที่คอยเสริมพลังงานจากต้นพลังงานหลัก)

6. กังหันลมเพื่อสูบน้ำ

กังหันลมสูบน้ำ เป็นกังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแกนนอน มีส่วนประกอบและความซับซ้อนของเทคโนโลยีไม่มากนัก กังหันลมแบบนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ทำการเกษตรหรือปศุสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลในเขตชนบทและไม่มีไฟฟ้าใช้สำหรับการสูบน้ำ ตัวอย่างกังหันลมเพื่อการสูบน้ำและส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมสูบน้ำ ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ดำเนินการสร้างและทดลองใช้งานมีดังนี้

1. **ใบพัด** ทำหน้าที่รับแรงจากพลังงานลมแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลลาประธานหรือเพลลาหลัก
2. **ตัวเรือน** ประกอบไปด้วยเพลลาประธานหรือเพลลาหลัก ชุดตัวเรือนเพลลาประธาน ซึ่งเป็นตัวหมุนถ่ายแรงกลเข้าตัวห้องเครื่องภายในห้องเครื่องจะเป็นชุดถ่ายแรงและเกียร์ที่เป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือแบบเฟืองขับ เพื่อเปลี่ยนแรงจากแนวราบเป็นแนวตั้งเพื่อตั้งก้านชักขึ้นลง
3. **ชุดแพนหาง** ประกอบไปด้วยใบแพนหางทำจากเหล็กแผ่น ที่ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและใบพัดเพื่อให้หันรับแรงลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง
4. **โครงเสา** ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถัก (truss structure) ความสูงของกังหันลมสูบน้ำมีความสำคัญอย่างมากในการพิจารณาติดตั้งกังลมเพื่อให้สามารถรับลมได้ดี กังหันลมแบบนี้มีความสูงประมาณ 12-15 เมตร และมีแกนกลางเป็นตัวบังคับก้านชักให้ชักขึ้นลงในแนวตั้ง
5. **ก้านชักทำด้วยเหล็กกลมตัน** สำหรับรับแรงชักขึ้นลงในแนวตั้งจากเฟืองขับที่อยู่ในตัวเรือน เพื่อทำหน้าที่ปั๊มอัดกระบอกสูบน้ำ
6. **ปั้มน้ำ** ลูกสูบของกังหันลมสูบน้ำใช้วัสดุส่วนใหญ่เป็นทองเหลืองหรืออาจเป็นสแตนเลส ซึ่งมีความคงทนต่อกรดและด่างสามารถรับแรงดูดและแรงส่งได้สูง มีหลายขนาดแต่ที่ใช้ทั่วไปมีขนาด 4.5-6 นิ้ว
7. **ท่อน้ำ** ส่วนใหญ่มักใช้ท่อ พีวีซี หรือท่อเหล็ก ที่มีขนาดประมาณ 2 นิ้ว



รูป 7 ส่วนประกอบของกังหันลมที่ใช้ในการสูบน้ำ

2.4 ผลกระทบของการใช้กังหันลม

1. ด้านพื้นที่ กังหันลมจะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันห่างถึงสิบเท่าของความสูงกังหัน เพื่อที่กระแสลม จะได้ลดความปั่นป่วนหลังจากที่ผ่านกังหันตัวอื่นมา
2. ด้านทัศนวิสัย สำหรับผลกระทบทางด้านสายตา หรือการมองเห็นของระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ยังไม่ได้มีการประเมินผลออกมาอย่างชัดเจน กังหันลมขนาดใหญ่จะมีความสูงมากกว่า 50 เมตรขึ้นไป ทำให้สามารถมองเห็นได้จากระยะไกล กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ตามทุ่งหญ้า สร้างความสวยงาม สร้างจินตนาการ และความคิดต่างๆ ให้กับผู้พบเห็น
3. ด้านเสียง ของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศ จากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน จากความปั่นป่วนของลมบริเวณใบกังหันลม และจากตัวเครื่องจักรกลภายในตัวกังหันลมโดยเฉพาะส่วนของเกียร์ เสียงดังของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของกังหันลม
4. ความยั่งยืน ปัจจุบันกระแสในเรื่องความยั่งยืน (sustainable) และเทคโนโลยีที่ปลดปล่อยมลพิษ (zero-emission technology) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือแม้แต่ต้นกำเนิดเมือง การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

3. พลังงานแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้ฟรีจากดวงอาทิตย์และมีการนำมาใช้ประโยชน์มาแต่สมัยโบราณ เช่นการตาก หรือ อบสินค้าเกษตร การทำให้น้ำอุ่น เป็นต้น ได้พยายามนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นโลก เฉลี่ยประมาณ 4-5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อตารางเมตรต่อวัน ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานร้อยละ 15 แสดงว่าเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ตารางเมตรสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 650 – 750 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าประมาณ 250 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน เราสามารถใช้พื้นที่ประมาณ 1,500 ตารางกิโลเมตร ร้อยละ 0.3 ของพื้นที่ประเทศไทย ก็จะผลิตไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ

3.1 การนำแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์

ในปัจจุบันได้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตหลายแนวทางด้วยกัน

1. การทำน้ำให้อุ่น ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยสูบน้ำขึ้นไปผ่านเครื่องทำน้ำอุ่นจากพลังงานแสงอาทิตย์ แล้วนำน้ำมาเก็บในถังกักอุณหภูมิ ซึ่งวิธีนี้ถ้าหากต้องการเพียงแค่น้ำอุ่นอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศา ก็สามารถนำน้ำมาใช้ได้เลย แต่ถ้าหากต้องการน้ำร้อน ก็นำน้ำอุ่นนี้ไปเข้าเครื่องทำน้ำร้อนอีกทีหนึ่ง (สามารถประหยัดพลังงานในการทำน้ำให้ร้อนได้ประมาณ 30 องศา)
2. ใช้แสงอาทิตย์ฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากในแสงอาทิตย์มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่หลากหลายความถี่ ซึ่งความถี่ UV เป็นความถี่ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดี ในปัจจุบันได้ใช้วิธีนี้ในการฆ่าเชื้อในน้ำประปา
3. การทำเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสินค้าเกษตรที่เพียงแต่ต้องการลดความชื้นของสินค้า ก็เพียงแต่ออกแบบเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับสินค้าชนิดนั้นๆ ซึ่งทำให้ไม่ต้องใช้ถ่านหิน หรือไฟฟ้าในการให้ความร้อน
4. การใช้ เซลล์แสงอาทิตย์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในปัจจุบัน มีการใช้เพียงกรณีที่ค่าตั้งสายส่งมีราคาสูงมาก ๆ เช่น หมู่บ้านที่ห่างไกล เนื่องจากประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ยังต่ำอยู่เมื่อเทียบกับราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

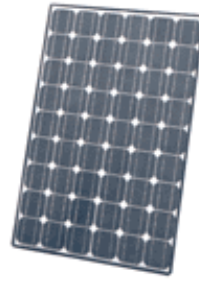
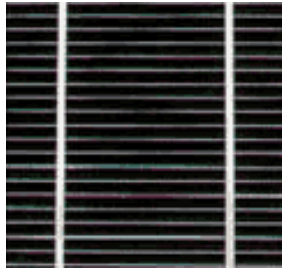
3.2 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก(คือทราย) นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และในทันทีที่มีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบ ที่เรียกว่า Photon จะถ่ายเทพลังงานให้กับ Electron ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของ Atom และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อ Electron มีการเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

เซลล์แสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นมากครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) โดย แชปปีน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียร์สัน (Pearson) แห่งเบลล์เทเลโฟน (Bell Telephone) โดยทั้ง 3 ท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิคอน จนได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6% ซึ่งปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 15% แล้ว ในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ก็ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลกเช่นในปัจจุบันนี้ เซลล์แสงอาทิตย์ในยุคแรกๆ ส่วนใหญ่จะมีสีดำ แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้เซลล์แสงอาทิตย์มีสีต่าง ๆ กันไป เช่น แดง น้ำเงิน เขียว ทอง เป็นต้น เพื่อความสวยงาม

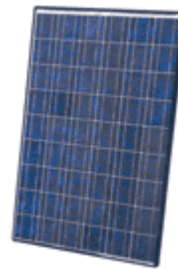
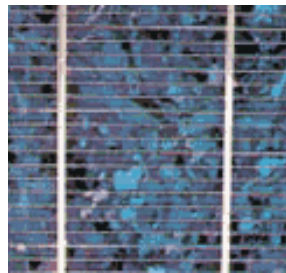
เซลล์แสงอาทิตย์แบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน แบ่งตามลักษณะของรูปผลึกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) แบบผลึกรวม (Polycrystalline) และแบบไม่มีรูปผลึก (Amorphous) ซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell)



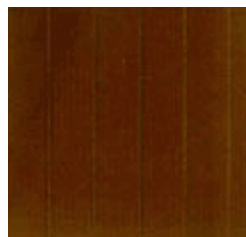
รูป 8 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

รูป 8 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) ทำจากแท่งซิลิคอนบริสุทธิ์ 99.99 % มีรูปร่างเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้วขึ้นไป มีขั้นตอนในการผลิตยุ่งยากซับซ้อน ทำให้มีราคาสูง



รูป 9 เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Polycrystalline

รูป 9 เซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Polycrystalline Silicon มีรูปร่างเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านละ 5 นิ้วขึ้นไป มีการพัฒนาการผลิตจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 14% มีราคาถูกกว่าแบบผลึกเดี่ยว อายุการใช้งานนานกว่า 20 ปี เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดขณะนี้



รูป 10 เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous

รูป 10 เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous Silicon มีขั้นตอนการผลิตง่ายกว่าและถูกกว่าแบบอื่น ๆ ใช้ในที่มืดแสงน้อยได้ดี นิยมใช้ในเครื่องคิดเลข มีลักษณะสีม่วงน้ำตาล มีความบางเบา ผลิตให้เป็นพื้นที่เล็กหรือใหญ่หลายตารางเมตรได้ ใช้ธาตุซิลิคอน ทำให้เป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน มีประสิทธิภาพสูงกว่า 14 % อายุการใช้งานนานกว่า 10 ปี

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบ เช่น สารประกอบแกลเลียมอาเซไนด์ แคดเมียมเทลลูไรด์ คอปเปอร์อินเดียมไดอาเซไนด์ เป็นต้น ซึ่งมีทั้งแบบผลึกเดี่ยว และผลึกรวม ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพสูง ข้อเสียของเซลล์ชนิดนี้คือ มีราคาแพง บางชนิดทำจากสารที่เป็นพิษต่อสภาวะแวดล้อม และยังมีปัญหาเรื่องอายุการใช้งานอีกด้วย

ในปัจจุบันได้มีการวิจัยพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของเซลล์แสงอาทิตย์ ให้สูงขึ้น เช่น การเคลือบวัสดุลดการ สะท้อนแสงที่ผิวหน้า การทำพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ ให้ขรุขระเพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสง และการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบ ซ้อนกัน (Tandem Solar Cell) ซึ่งมีผลให้เซลล์แสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพขึ้นกว่าเดิมอีกร้อยละ 2-5

3.3 การผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์

ส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วย

1. Solar cell module เป็นการนำเซลล์มาต่อขนานกันเพื่อให้กระแสไฟฟ้ามาก หรืออนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า สูงขึ้น มักจะถูกออกแบบให้อยู่ในกรอบอลูมิเนียมสีเหลี่ยม ที่เรียกว่า Photovoltaic Module เพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งใช้งาน การติดตั้งแผงเซลล์ควรติดตั้งในที่โล่ง ไม่อยู่ใกล้ที่เกิดฝุ่น ควรตั้งเอียงประมาณ 10- 15 องศาจากแนวราบ โดยหันหน้าไปทาง ทิศเหนือหรือใต้

2. Charge controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ในช่วง กลางวัน แล้วนำไฟฟ้าไปใช้งานในช่วงเวลากลางคืน อาจมีคุณสมบัติอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่นหยุดการประจุไฟฟ้าเมื่อแบตเตอรี่เต็ม หรือระบบจะตัดการจ่ายไฟเมื่อแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ระบบเปิดปิดอัตโนมัติ (เมื่อมีแสงอาทิตย์จะตัดสวิตซ์) ระบบป้องกัน ความเสียหายเมื่อวงจรควบคุมมีอุณหภูมิสูง หรือมีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของระบบ

3. Inverter แปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับตามขนาดที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ มีทั้งแบบ Standalone แบบ Grid connected แบบ Grid connected with battery backup ต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน โดยคำนึงถึงขนาดและ ประสิทธิภาพด้วย

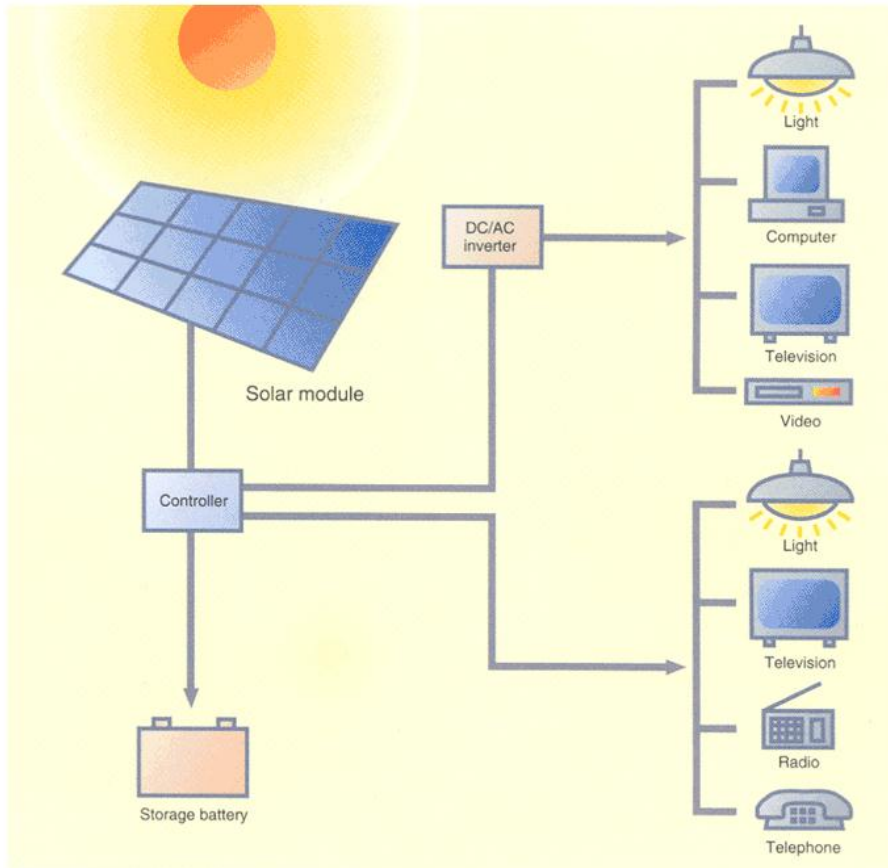
4. Battery เป็นอุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไว้ใช้ในเวลาที่ต้องการ เช่นในช่วงกลางคืน การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่ สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้า กระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

Stand-Alone System

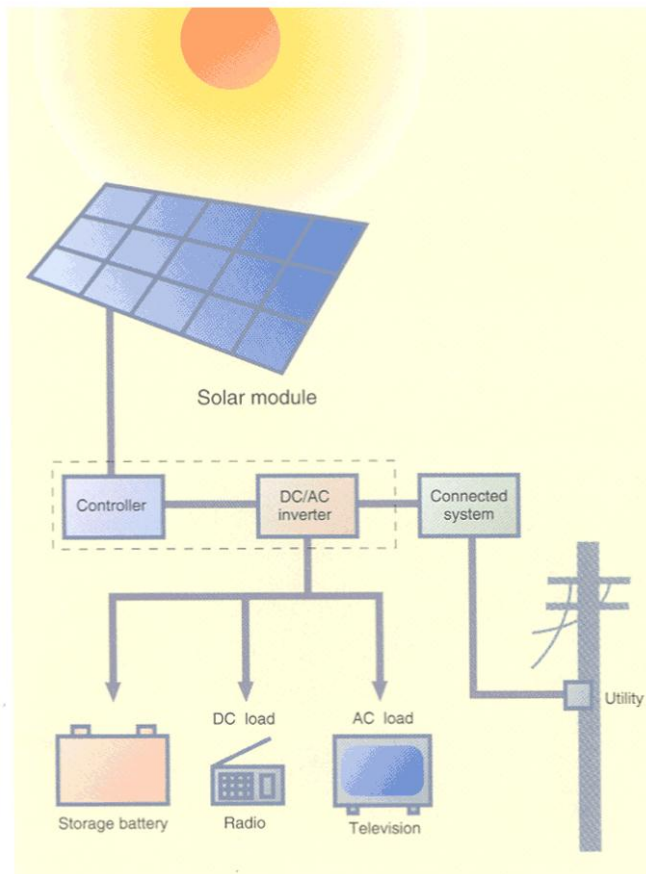


รูป 11 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

2. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

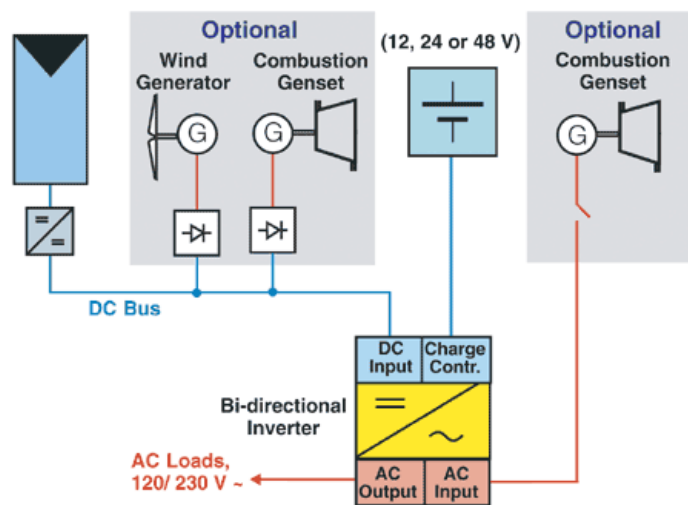
Grid Connected System



รูป 12 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย

3. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกรออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับกรออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ



รูป 13 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

ประเทศไทยได้เริ่มมีการใช้งานจากเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ. 2519 โดยหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข และมูลนิธิแพทย์อาสาฯ มีจำนวนประมาณ 300 แผง แต่ละแผงมีขนาด 15/30 วัตต์ และนับเป็นครั้งแรกที่ได้มีนโยบายและแผนระดับชาติด้าน เซลล์แสงอาทิตย์ บรรจุลงใน แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้ติดตั้ง ใช้งาน อย่างจริงจัง ในปลายปีของ แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) โดยมี กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กรมโยธาธิการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่เป็นหน่วยงานหลัก ในการนำเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้งานในด้านแสงสว่าง ระบบโทรคมนาคม และเครื่องสูบน้ำ ปี พ.ศ. 2540 มีหน่วยงานต่างๆ ได้ติดตั้ง เซลล์ ขึ้นสาธิตใช้งานในลักษณะต่างๆ รวมกันแล้วประมาณ 3,734 กิโลวัตต์ ลักษณะการใช้งาน จะเป็นการติดตั้งใช้งานใน พื้นที่ที่ห่างไกล เป็นสถานีเติม ประจุแบตเตอรี่ 39% ระบบสื่อสารหรือสถานีทวนสัญญาณ ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย 28% ระบบสูบน้ำด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ 22% ระบบไฟฟ้าหมู่บ้านที่ห่างไกล 5% และ สัดส่วนที่เหลือจะติดตั้งใน โรงเรียนประถมศึกษา สาธารณสุข และ ไฟสัญญาณไฟกระพริบ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เพื่อใช้งานในกิจการต่างๆ ของ กฟผ. ปัจจุบันติดตั้งใช้งานไปแล้ว ประมาณ 70 กิโลวัตต์ โดย กฟผ. ได้ทำการสาธิตการผลิตไฟฟ้า โดยใช้ เซลล์แสงอาทิตย์ ร่วมกับพลังงานชนิดอื่นๆ เช่น พลังน้ำ พลังงานลม แล้วส่งพลังงานที่ผลิตได้เข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาคต่อไป กฟผ. ยังได้สาธิตการผลิตไฟฟ้า จากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยไม่ใช้แบตเตอรี่

คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1. ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 1,000 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 750 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2. อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศา C เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V oc) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 องศา C ก็จะหมายความว่า

แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศา C จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศา C เช่น อุณหภูมิ 30 องศา C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% ($0.5\% \times 5$ องศา C) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 V ($21\text{ V} \times 2.5\%$) เหลือเพียง 20.475 V ($21\text{V} - 0.525\text{V}$) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้แผงแสงอาทิตย์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 W ต่อ ตร.เมตร ณ อุณหภูมิ 20 องศา C ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 W ต่อ ตร.เมตร และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศา C แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า จากสาเหตุดังกล่าว ผู้ที่จะใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย

4. พลังงานนิวเคลียร์

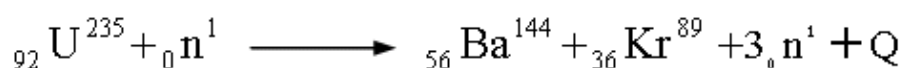
นับตั้งแต่ออตโต ฮาห์น (Otto Hahn) และฟริทซ์ สตรัสส์มันน์ (Fritz Strassmann) ค้นพบการแตกตัวของยูเรเนียมด้วยการยิงยูเรเนียมด้วยนิวตรอนจากต้นกำเนิดรังสี เรเดียม-เบริลเลียม ในปี พ.ศ.2481 ความหวังของมนุษย์ที่จะก้าวสู่ยุคปรมาณูได้เริ่มเป็นจริง ปัจจุบันมนุษย์ชาติได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและในอุตสาหกรรม รวมทั้งพลังงานในการขับเคลื่อนเรือเดินสมุทรและเรือดำน้ำที่เคลื่อนไหวในมหาสมุทรต่างๆ

พลังงานนิวเคลียร์ คือ พลังงานที่ได้จากการที่นิวเคลียสแตกตัว ขณะที่นิวเคลียสแตกตัว ปล่อยอนุภาคออกมา จะเกิดนิวเคลียสธาตุใหม่พร้อมทั้งพลังงานนิวเคลียร์มีค่ามากมายมหาศาล

นักวิทยาศาสตร์แบ่งปฏิกิริยานิวเคลียร์ ออกเป็น 2 ชนิดคือ ปฏิกิริยาฟิชชัน(Fission)หรือปฏิกิริยาแตกตัว และปฏิกิริยาฟิวชัน (Fusion)หรือ ปฏิกิริยาหลอมตัว ปัจจุบันพลังงานนิวเคลียร์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางสันติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากปฏิกิริยาแตกตัว

ปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission)

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดจากการใช้อนุภาคนิวตรอนหรืออนุภาคอื่นยิงไปที่นิวเคลียสของธาตุหนัก แล้วทำให้นิวเคลียส แตกตัวเป็นนิวเคลียสใหม่สองนิวเคลียสที่มีมวลใกล้เคียงกันและมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงกว่านิวเคลียสของธาตุเดิม ขบวนการฟิชชันที่เกิดขึ้นนี้จะมี นิวตรอนอิสระเกิดขึ้นด้วย นิวตรอนอิสระนี้จะไปชนนิวเคลียสอื่นของยูเรเนียมก็เกิดฟิชชันต่อไปเรียกว่า “ปฏิกิริยาลูกโซ่” ซึ่งเกิดต่อเนื่องกันไปไม่หยุดยั้งและ จะเกิดพลังงานมหาศาล แนวความคิดนี้ถูกนำไปใช้ในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์



สมการดังกล่าวแสดงตัวอย่างของอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของนิวเคลียสของยูเรเนียม ซึ่งให้ผลผลิตจากการแตกตัวสองหรือสามชิ้น ซึ่งในสมการ คือ คริปทอน-89 และแบเรียม-144 พร้อมทั้งการปลดปล่อย 2 ถึง 3 นิวตรอน

(โดยเฉลี่ย 2.5 ตัว) ถ้าปล่อยให้การแตกตัวเกิดขึ้นในลักษณะดังกล่าวโดยปราศจากการควบคุม การแตกตัวจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณตรงเท่าที่ยังมีนิวเคลียสของยูเรเนียม-235 พร้อมทั้งจะแตกตัวต่อไปได้ การแตกตัวในลักษณะเช่นนี้เรียกว่า “ปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ไม่มีการควบคุม” (uncontrolled chain reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ในระเบิดนิวเคลียร์ ในกรณีที่ต้องการนำพลังงานไปใช้ในทางสันติจำเป็นต้องควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ดังกล่าว เพื่อให้การแตกตัวอยู่ในระดับที่พอเหมาะกับกำลังงานที่ต้องการ การควบคุมดังกล่าวกระทำได้ด้วยตัวหน่วงความเร็ว (moderator) โดยปกติจะนิยมใช้แกรไฟต์และน้ำชนิดหนักเป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน (สาเหตุที่ไม่ใช้น้ำธรรมดาเพราะ มีความสามารถในการดูดกลืนนิวตรอนค่อนข้างสูง) น้ำธรรมดาจะใช้เป็นตัวระบายความร้อนจากแกนปฏิกรณ์ไปสู่อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน

อุปกรณ์ที่สามารถใช้ควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ให้สามารถปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาตามที่ต้องการเรียกว่า เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์หรือเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (Nuclear reactors) หรือที่นิยมเรียกว่า เต้าปฏิกรณ์ฯ หรือเต้าปรมาณู

พลังงานนิวเคลียร์จากสารกัมมันตรังสี

สารกัมมันตรังสี หรือสารรังสี (Radioactive material) คือสารที่องค์ประกอบส่วนหนึ่งมี ลักษณะเป็นไอโซโทปที่มี โครงสร้างปรมาณูไม่คงตัว (Unstable isotope) และจะสลายตัวโดย การปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของรังสีอัลฟา รังสีเบตา รังสีแกมมา หรือรังสีเอกซ์ รูปใดรูปหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งรูปพร้อมๆกัน ไอโซโทปที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้ เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี หรือ ไอโซโทปรังสี (Radioisotope) คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของไอโซโทปรังสี คืออัตราการสลายตัวด้วยค่าคงตัวที่เรียกว่า “ ครึ่งชีวิต (Half life) ” ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาที่ไอโซโทปจำนวนหนึ่ง จะสลายตัวลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม

การใช้พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ถูกจัดตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2504 เรียกว่า พปส เป็นหน่วยงานในสังกัดของ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ได้เริ่มเดินเครื่อง ปฏิกรณ์ปรมาณู เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2505 ใช้ในการผลิตไอโซโทปบางชนิด ซึ่งเป็นสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ^{131}I , ^{99}Tc ใช้ในทางการแพทย์เพื่อวินิจฉัยและบำบัดโรค ^{32}P ใช้ในการเกษตร นอกจากนี้ ยังวิเคราะห์ธาตุโดยใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์ (Neutron activation analysis) เป็นการหาชนิดและปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสาร

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในเชิงการแพทย์

- ด้านการตรวจและวินิจฉัยโรค เช่น การถ่ายเอกซเรย์ เพื่อตรวจความผิดปกติของอวัยวะ การตรวจการทำงานของระบบอวัยวะ โดยให้ผู้ป่วยรับประทานหรือฉีดสารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกาย แล้วทำการถ่ายภาพอวัยวะ อาทิ ใช้ไอโอดีน-131 ตรวจความผิดปกติของต่อมไทรอยด์

- ด้านการบำบัดรักษาโรค โดยทั่วไปใช้รังสีในการรักษาโรคมะเร็งและเนื้องอก เช่น ใช้ฟอสฟอรัส-32 ในการรักษาภาวะที่มีเม็ดเลือดแดงมากเกินไป

- ด้านการทำให้ปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เช่น ใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ในการทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทนความร้อนมีรูปร่างสลับซับซ้อน หรืออยู่ในสถานะบรรจุขั้นสุดท้ายปลอดภัย วิธีนี้จะช่วยป้องกันการปนเปื้อนที่เกิดจากการบรรจุหีบห่อ มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและคนไข้

การใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในด้านอุตสาหกรรม

- อุตสาหกรรมด้านพลังงาน เช่น การผลิตเรือสินค้า เรือตัดน้ำแข็ง การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
- อุตสาหกรรมการฉายรังสี เช่น การฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตร การทำให้ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ปลอดภัยเชื้อโรค การผลิตสารพวกพอลิเมอร์ต่างๆ
- การตรวจวัดและควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการใช้เทคนิคนิวเคลียร์ ด้วยการใช่วัตถุกัมมันตรังสีและเทคนิคทางรังสี ซึ่งเรียกว่า “เทคนิคนิวเคลียร์” มาใช้ประโยชน์ในระบบวัดและควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ทางการเกษตร

ส่งเสริมการเกษตรเพื่อเพิ่มปริมาณเพิ่มคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร เช่น ปรับปรุงพันธุ์พืช การถนอมอาหารด้วยรังสี ศึกษาเกี่ยวกับการดูดซึมแร่ธาตุและปุ๋ยของต้นไม้และพืชเศรษฐกิจต่างๆ เพื่อปรับปรุงการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ด้านการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ธาตุปริมาณน้อยและสารพิษในสิ่งแวดล้อม การศึกษาอายุของวัตถุโบราณ ศึกษาวัฏจักรหรือวงชีวิตของพืชและสัตว์บางชนิด การศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน ศึกษาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ศึกษาการสะสมการเคลื่อนที่ของตะกอนในเขื่อน แม่น้ำ ลำคลอง และแหล่งน้ำต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้รังสีเพื่อการกำจัดน้ำเสีย การผลิตปุ๋ยธรรมชาติ การพัฒนาที่ดินทางการเกษตร กิจกรรมทางป่าไม้และอุทกวิทยา เป็นต้น

บทความเรื่อง ความเป็นไปได้ในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย

โดย รศ. ดร. ธัชชัย สุมิตร อดีตอธิการบดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อดีตนายกสมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย

ความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานนิวเคลียร์ เพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนโยบาย และการตัดสินใจ การออกกฎหมายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง การออกใบอนุญาต และการควบคุมดูแล ความเป็นไปได้ในการจัด หรือจัดการภาคเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ภายในประเทศ ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน การยอมรับจากประชาชน ฯลฯ

ในช่วงที่ผ่านมาการจัดหาพลังงานต้นเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า ใช้แหล่งเชื้อเพลิงในประเทศเป็นส่วนใหญ่ เช่น พลังน้ำ ถ่านลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาติ ในระยะนี้แหล่งพลังงานในประเทศเริ่มร่อยหรอลง ทำให้การนำเข้าพลังงานเช่น นำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน นำเข้าก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหิน เริ่มจะมีมากขึ้น และในอนาคตข้างหน้า คงจะเหลือทางเลือกอยู่ 2 ทางหลัก ที่ต้องตัดสินใจ คือ นำเข้าถ่านหิน หรือ นำเข้าเชื้อเพลิงนิวเคลียร์หรือ ทั้งสองอย่างเมื่อดูเผินๆ การเลือกนำเข้าถ่านหินอาจจะดูง่ายกว่าการเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ เพราะดู ไม่น่ากลัวเท่า แต่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และภาระที่ตามมาอันมีมาก จึงจำเป็นต้องคิดให้ต่อนำมาใช้เพิ่มในปริมาณมากๆ ถ่านหินนั้นเมื่อเผาไหม้แล้ว จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะไปทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก มีผลทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้น เป็นผลกระทบในระดับทั่วโลก และอาจมีผลทำให้เกิดอุทกภัย คือ น้ำทะเลท่วมสูงบริเวณชายฝั่ง พืชและสัตว์หลายชนิดอาจสูญพันธุ์ ดังนั้นประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย จึงได้ตกลงกันที่เมืองริโอเดจาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อปี พ.ศ. 2535 ว่าจะไม่เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

และจะพยายามลดให้น้อยลงหากเป็นไปได้ ดังนั้น การมีโรงไฟฟ้าที่ปล่อยก๊าซชนิดนี้มากๆ จะทำให้การจัดการ เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงนั้นยากขึ้น หรือเป็นไปได้เลย นอกจากนั้น โรงไฟฟ้าชนิดนี้ ยังปล่อยก๊าซที่ทำให้เพิ่มสภาพความเป็นกรดในสิ่งแวดล้อม คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ โลหะหนัก ซัลเฟอร์และฝุ่นละอองอีกมากมาย ซึ่งล้วนแต่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนและสัตว์ อีกทั้งยังมีผลเสียต่อพืชด้วย จึงต้องจำกัดและปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ส่วนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น ดูน่ากลัวกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหินมาก เพราะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุรุนแรง ที่มีผลกระทบสูงได้ เช่น อุบัติเหตุที่เกิดจากโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล (ประเทศยูเครน) ถึงแม้ว่าอุบัติเหตุระดับนั้น เกือบไม่มีโอกาสเกิดขึ้นเลย กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ใช้ในโลกระยะวันตกในปัจจุบันก็ตาม แต่ประชาชนโดยทั่วไปยังโยงความคิดระหว่างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และอุบัติเหตุเชอร์โนบิล หรือระเบิดปรมาณูเมื่อสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง ทำให้บดบังข้อดีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในส่วนที่ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และทำให้การควบคุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำได้ง่ายขึ้นออกไป ประเด็นเรื่องความเข้าใจ และการยอมรับของประชาชนนี้เป็นประเด็นที่สำคัญที่สุด ส่วนประเด็นอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ นโยบายและการออกกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ความพร้อมที่จะใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ ความเป็นไปได้ในการจัดการกากกัมมันตรังสี ภายในประเทศ การพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจ และการลงทุน ฯลฯ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อใช้ในประเทศมีดังต่อไปนี้

1. ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก และต้องลงทุนล่วงหน้าเป็นเวลานาน กว่าจะเริ่มมีรายได้จากการขายไฟฟ้า แต่โดยที่ประเทศได้พัฒนาไปมากและมีฐานเศรษฐกิจที่ดีพอสมควร ความพร้อมในแง่การลงทุนจึงไม่น่ามีปัญหา เพียงแต่ว่านโยบายการใช้พลังงานนิวเคลียร์และการตัดสินใจใช้พลังงานในรูปนี้ จะต้องมีค่าน้ำหนักมากจึงจะทำให้การลงทุนมีอัตราเสี่ยงต่ำ เพราะถ้าวางทุนไปแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลง นโยบาย และยกเลิกไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ดังเช่นในบางประเทศแล้ว การลงทุนนั้นจะเป็นการลงทุนที่สูญเปล่าทันที

2. ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง สืบเนื่องมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่าสิบปี ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสูงขึ้นมาโดยลำดับ จากอุตสาหกรรมที่ประกอบผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว ไปเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องมีการผลิตชิ้นส่วนและทดสอบคุณภาพมากขึ้น หลายอุตสาหกรรม เป็นอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐานระดับสากล และหลายอุตสาหกรรมก็กำลังก้าวไปสู่จุดนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ประเทศไทยมีความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากขึ้นพอสมควร บุคลากรจำนวนไม่น้อยมีคุณภาพดีขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีความขาดแคลนอย่างไรก็ตาม หากมีการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นในประเทศ จะเกิดความต้องการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพิ่มขึ้นอีกมาก ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างที่ต้องมีคุณภาพสูง การทดสอบแบบไม่ทำลาย เทคโนโลยีเพื่อป้องกันการก่อกวน การประกันคุณภาพ เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ฯลฯ ดังนั้น การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นจะเป็นการกระตุ้นให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในหลายสาขา เพราะโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ต้องใช้เทคโนโลยีที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะเป็นการยกระดับเทคโนโลยีให้สูงขึ้นโดยรวม และจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นโดยปริยาย การใช้เทคโนโลยีขั้นสูงนี้จะต้องมีการพัฒนาบุคลากรที่เหมาะสม แต่ก็จะยังเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย

3. นโยบายการออกกฎหมาย กฎระเบียบ ใบอนุญาต และการควบคุมดูแล ในแง่ของประเทศ การกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนา และการใช้พลังงานเป็นเรื่องที่สำคัญ เช่น ถ้านโยบายชี้ชัดว่า ประเทศจะต้องใช้พลังงานนิวเคลียร์แน่ ถึงแม้จะเป็นอีก 20 ปีข้างหน้าก็แล้วแต่ การเตรียมตัวของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องคงจะดีกว่า ฝ่ายผลิตไฟฟ้าและดำเนินการฝ่ายอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ฝ่ายการศึกษาและผลิตบุคลากร ฝ่ายกิจการสาธารณะ และประชาสัมพันธ์ เป็นต้น แต่ถ้านโยบาย

ชี้ชัดว่า ไม่ใช่พลังงานนิวเคลียร์แน่ การเตรียมตัวคงจะเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ เป็นแบบที่ไม่มุ่งเน้นการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้า บุคลากรที่มีอยู่ปัจจุบันจะได้หันไปทำงานทางด้านอื่น และไม่จำเป็นต้องจัดหาหรือผลิตบุคลากรอื่นมาทดแทนหรือเสริมให้มากขึ้น เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรมนุษย์ ที่มีน้อยอยู่แล้ว ให้คุ้มค่าขึ้น แต่การใช้พลังงานนิวเคลียร์ทางด้านอื่น เช่น การแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจะยังคงต้องมีอยู่ แต่การใช้นโยบายที่เป็นแบบรอดูท่าทีไปก่อนเรื่อยๆ เช่น ปัจจุบัน ทำให้ต่างฝ่ายต่างหยุดคุมเชิงอยู่ แต่ไม่มีการพัฒนาใดๆ ที่มีความหมายเกิดขึ้นอย่างจริงจัง

การกำหนดนโยบายที่ชัดเจนเป็นเรื่องที่ยาก ต้องอาศัยความรู้ การมองการณ์ไกล เหตุผลที่แท้จริงและความกล้าหาญ เมื่อตัดสินใจอย่างหนึ่งอย่างใดลงไปแล้ว ต้องมีความมั่นคงและพร้อมที่จะอธิบาย รวมทั้งยืนยันในสิ่งนั้นได้ ประเทศเราไม่สู้จะมีความสามารถในเรื่องนี้มากนัก จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย ต้องตามแก้ปัญหาอันหลังกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความเสียหาย และสิ้นเปลืองเงินทองเกินความจำเป็น ดังจะเห็นได้จากระบบสาธารณสุข และสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ระบบขนส่งมวลชน ประปา เขื่อน สนามบิน ท่าเรือ การคมนาคมสื่อสาร การป้องกันน้ำท่วม การป้องกันอัคคีภัย และการบรรเทาสาธารณภัย ฯลฯ

การออกกฎระเบียบและกฎหมายที่รองรับและควบคุมการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในขณะนี้ยังไม่พร้อมเพียงพอ เนื่องจากยังไม่มียุทธศาสตร์ที่แน่ชัด จึงทำให้เกิดความรู้สึกว่ายังไม่รีบด่วน แต่หากไม่ทำ และรอให้เกิดโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นก่อน อาจจะมีปัญหาตามมาอีกหลายประการ และไม่ก่อให้เกิดความมั่นใจแก่ประชาชนโดยทั่วไปได้

4. การขจัด หรือ จัดการกากกัมมันตรังสี ในการดำเนินการตามปกติ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบอื่นๆ เพราะไม่มีการปล่อยของเสียออกขณะเดินเครื่อง กากที่เกิดขึ้น จะอยู่ในแท่งเชื้อเพลิงจนกว่าจะเอาออก แต่ตามความเข้าใจของคนทั่วไปนั้น มักจะเข้าใจว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง เพราะไปเข้าใจว่ากากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เป็นสารกัมมันตรังสี ซึ่งมีอายุยืนยาว และจะกระจายไปทั่ว ทำให้เกิดกัมมันตรังสี และอาจมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ จึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสม

โดยความรู้และเทคโนโลยีปัจจุบัน การจัดการกากกัมมันตรังสีมักจะทำเป็นหลายๆ ระยะ เพื่อความสะดวก ปลอดภัย และประหยัด กล่าวคือ กากที่อยู่ในเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในระยะแรก มักปล่อยให้อยู่ในแท่งเชื้อเพลิงและเก็บแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วนี้ไว้ในบ่อน้ำ ซึ่งอยู่ภายในตัวโรงไฟฟ้าเอง เพื่อให้สารกัมมันตรังสีส่วนใหญ่สลายตัวหรือที่เรียกตามภาษาสามัญว่าปล่อยให้เย็นลง ขั้นตอนนี้เป็นที่เก็บกากกัมมันตรังสีไว้ภายใต้การดูแลที่เข้มงวดภายในโรงไฟฟ้าเอง ในระยะนี้ สารกัมมันตรังสีจะสลายตัวลงอย่างรวดเร็ว หลังจากเก็บไว้ 3 เดือน กัมมันตรังสีจะลดลงไปแล้วครึ่งหนึ่ง พอถึง 1 ปี กัมมันตรังสีจะลดลงไปถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และถ้าปล่อยทิ้งไว้ 10 ปี จะสลายตัวไปแล้ว ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่เหลือ 10 เปอร์เซ็นต์นั้นยังมีอายุยืนยาวเป็นพันปี จึงต้องมีการเก็บอย่างถาวรด้วย เพื่อไม่ให้มีโอกาสเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ การเก็บกากกัมมันตรังสีอย่างถาวรนั้น จนถึงบัดนี้ยังไม่มีผู้ใดปฏิบัติ เนื่องจากยังไม่ถึงเวลาอันควร แต่ก็ไม่ได้มีการศึกษา ออกแบบ และทดสอบกันมานานพอสมควรแล้ว จนสรุปว่าวิธีการที่แน่นอนที่สุด คือการเก็บไว้ใต้ดิน ในที่ซึ่งสภาพทางธรณีวิทยามีความคงตัวสูง และในแต่ละประเทศที่มีการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ก็มักมีการพิจารณาเลือกสถานที่ในเบื้องต้นไว้แล้วเป็นส่วนใหญ่

ในโลกปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับว่าใครเป็นผู้ทำให้เกิดขยะหรือของเสียผู้หนึ่งจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ ไม่ว่าจะขยะจากครัวเรือน หรือสารเคมีที่มีพิษ หรือกากกัมมันตรังสี หรืออื่นๆ จะยกไปให้ประเทศอื่นรับผิดชอบไม่ได้ ยกเว้นว่าเขาจะรับทำเป็นอาชีพ ดังนั้น ถ้าประเทศไทยจะเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าในอนาคต ก็ควรที่จะเริ่มดูในเรื่องของสถานที่เก็บกากถาวร ภายในประเทศด้วย ว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงไรและควรเตรียมตัวทำอะไรบ้าง เพื่อให้ประชาชนอุ่นใจว่า ถ้าจะมีกากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้าเกิดขึ้นแล้วจะมีที่เก็บที่ปลอดภัย และประชาชนยอมรับได้ภายในประเทศ โดยปกติแล้วสถานที่ที่ประเทศต่างๆ เลือกไว้ มักจะมีสภาพธรณีวิทยาที่เป็นชั้นหินแกรนิตหรือเป็นเหมืองเกลือ สำหรับในประเทศไทยเราอาจเลือกเป็นชั้นดินเหนียวหรือดินดานหรือหินแบบอื่นก็ได้ แต่อาจจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม จากที่เคยมีการทำมาแล้วในประเทศอื่น

5. การพัฒนาบุคลากร ประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้การใช้พลังงานนิวเคลียร์มีความปลอดภัยคือ ต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถสูงในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การออกกฎหมาย การตรวจสอบ ควบคุม และออกใบอนุญาตต่างๆ การก่อสร้าง เดินเครื่อง ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ และระบบบุคลากรทางด้านความปลอดภัยทางรังสี การวัดรังสี สิ่งแวดล้อม การศึกษาออกแบบ ดูแลระบบจัดการกาก ความพร้อมในการบรรเทาสาธารณภัย รวมทั้งการป้องกัน บำบัดรักษา พยาธิสภาพที่เนื่องมาจากรังสี การวิจัยที่เกี่ยวข้องและอื่นๆ

อันที่จริง น่าจะได้เริ่มเตรียมความพร้อมของบุคลากรเหล่านี้แต่เนิ่นๆ บางส่วน เช่น บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการออกกฎหมาย ระเบียบ ใบอนุญาต วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ การจัดการกากกัมมันตรังสี ฯลฯ อาจจะต้องลงทุนเตรียมพร้อมไว้ ให้มีจำนวนมากพอที่จะสามารถทำงานได้ผล ดีกว่าที่จะรอให้โครงการเริ่มแล้วจึงเริ่มเตรียมซึ่งจะไม่ทัน จะต้องฟังความเห็นของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาจากต่างประเทศเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าโครงการนี้ไม่เกิด บุคลากรคุณภาพสูงเหล่านี้ ก็น่าจะทำประโยชน์ให้กับสังคมได้ในเรื่องอื่นๆ

สำหรับบุคลากรที่จะทำงานเกี่ยวกับการเดินเครื่อง การบำรุงรักษาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น อาจจะมีเวลาพอและรอให้โครงการมีความแน่นอนก่อนจึงจะเริ่มพัฒนา

6. การยอมรับจากประชาชน ในขณะนี้ ยังไม่แน่ชัดว่าประชาชนคนไทยจะยอมรับการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าหรือไม่ แต่การหวั่นเสียวที่ทันใด คงจะไม่เกิดประโยชน์ เพราะก่อนที่จะมีการลงความเห็นใดๆ ของชนหมู่มากนั้น ควรที่ทุกฝ่ายจะได้ให้ความรู้ ข้อมูล เหตุผล และผลที่จะเกิดขึ้นจากการตัดสินใจเลือกใช้ ก็จะมีผลที่ตามมาทั้งในทางดีและไม่ดี แต่การตัดสินใจไม่ใช้ ก็จะมีผลที่ตามมาทั้งในทางดีและไม่ดีเช่นกัน จึงน่าที่ทุกคนจะได้ใส่ใจในข้อนี้และพยายามทำให้สังคมของเรามีความรู้ และมีความรับผิดชอบที่จะก้าวไปข้างหน้าได้อย่างมั่นคง

การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นในประเทศไทยนั้น มีปัจจัยเกื้อหนุนหลายประการ แต่จะเป็นไปได้มากน้อยหรือรวดเร็วเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับว่ารัฐบาลเรามีความพร้อมแค่ไหน ในการกำหนดนโยบายระยะยาว การตัดสินใจและดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสม การให้ความรู้แก่ประชาชนทั้งในส่วนดีและส่วนไม่ดี ที่สามารถทำให้เข้าใจผลที่จะตามมา จากการใช้หรือไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ปัจจัยเรื่องการยอมรับจากประชาชนนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ จะต้องได้รับการยอมรับจากประชาชน ถึงระดับหนึ่งแล้วเท่านั้น จึงจะสามารถดำเนินโครงการได้

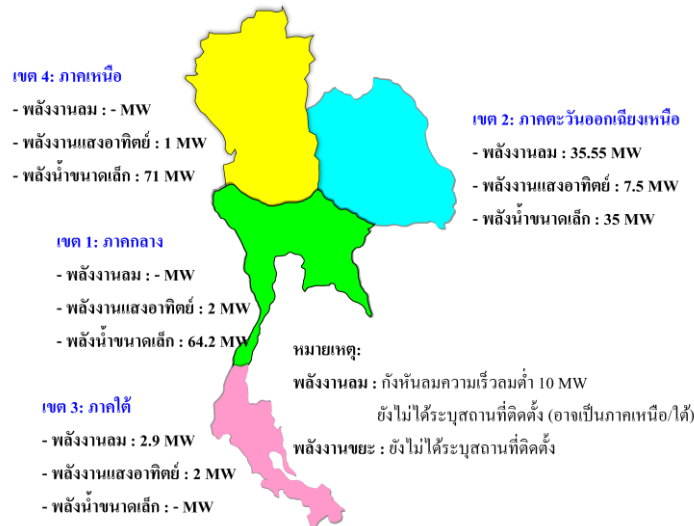
แผนพลังงานทดแทนของประเทศไทย

ความเป็นมาของโครงการนี้ ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2547-2558 (PDP 2004) กำหนดว่าในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่จะต้องมีโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Renewable Portfolio Standard ; RPS) ร้อยละ 5 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบแผนพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนของ กฟผ. และอนุมัติให้ดำเนินการเมื่อ 30 ตุลาคม 2550 ซึ่งประกอบด้วย

1. โรงไฟฟ้ากังหันลม 2 เมกะวัตต์
2. โรงผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 1 เมกะวัตต์
3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก 78.7 เมกะวัตต์

ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้ารวมจากโครงการเหล่านี้ทั้งสิ้น 81.7 เมกะวัตต์

สำหรับโรงไฟฟ้าพลังน้ำนั้น กฟผ. จะดำเนินการสร้างโรงไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังน้ำท้ายเขื่อนชลประทาน เช่น เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เขื่อนขุนด่านปราการชล เขื่อนเจ้าพระยา เขื่อนนเรศวร เป็นต้น ซึ่งจะได้กำลังผลิตรวม 78.7 MW. นอกจากนี้ยังมีแผนการลงทุนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี ของ กฟผ. (พ.ศ.2551-2565) ประกอบไปด้วยพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานขยะ และพลังงานน้ำขนาดเล็ก ซึ่งได้มีการประเมินศักยภาพของพลังงานทดแทนต่างๆ ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยไว้ดังรูป 14



รูป 14 ศักยภาพและแผนการพัฒนาพลังงานแบ่งตามเขตภูมิภาค

นอกจากนี้ยังได้มีการคาดการณ์ ความต้องการพลังงานและศักยภาพของพลังงานทดแทนไว้ เพื่อทำการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน และการอนุรักษ์พลังงานโดยกระทรวงพลังงาน



ศักยภาพ และเป้าหมาย

| ประเภทพลังงาน | ศักยภาพ เมกะวัตต์ | existing เมกะวัตต์ | พ.ศ. 2551-2554 | | พ.ศ. 2555-2559 | | พ.ศ. 2560-2565 | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| | | | เมกะวัตต์ | ktoe | เมกะวัตต์ | ktoe | เมกะวัตต์ | ktoe |
| ไฟฟ้า | | | | | | | | |
| แสงอาทิตย์ | 50,000 | 32 | 55 | 6 | 95 | 11 | 500 | 56 |
| พลังงานลม | 1,600 | 1 | 115 | 13 | 375 | 42 | 800 | 89 |
| ไฟฟ้าพลังน้ำ | 700 | 56 | 165 | 43 | 281 | 73 | 324 | 85 |
| ชีวมวล | 4,400 | 1,610 | 2,800 | 1,463 | 3,220 | 1,682 | 3,700 | 1,933 |
| ก๊าซชีวภาพ | 190 | 46 | 60 | 27 | 90 | 40 | 120 | 54 |
| พลังงานขยะ | 400 | 5 | 78 | 35 | 130 | 58 | 160 | 72 |
| ไฮโดรเจน | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.5 | 1 |
| รวม | | 1,750 | 3,273 | 1,587 | 4,191 | 1,907 | 5,608 | 2,290 |
| พลังงานความร้อน | ktoe | ktoe | | ktoe | | ktoe | | ktoe |
| แสงอาทิตย์ | 154 | 1 | | 5 | | 17.5 | | 38 |
| ชีวมวล | 7,400 | 2,781 | | 3,660 | | 5,000 | | 6,760 |
| ก๊าซชีวภาพ | 600 | 224 | | 470 | | 540 | | 600 |
| พลังงานขยะ | | 1 | | 15 | | 24 | | 35 |
| รวม | | 3,007 | | 4,150 | | 5,582 | | 7,433 |
| เชื้อเพลิงชีวภาพ | ล้านลิตร/วัน | ล้านลิตร/วัน | ล้านลิตร/วัน | ktoe | ล้านลิตร/วัน | ktoe | ล้านลิตร/วัน | ktoe |
| เอทานอล | 3.00 | 1.24 | 3.00 | 805 | 6.20 | 1,686 | 9.00 | 2,447 |
| ไบโอดีเซล | 4.20 | 1.56 | 3.00 | 950 | 3.64 | 1,145 | 4.50 | 1,415 |
| ไฮโดรเจน | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 ล้าน กก. | 124 |
| รวม | | | 6.00 | 1,755 | 9.84 | 2,831 | 13.50 | 3,986 |
| ความต้องการใช้พลังงานรวม (ktoe) | | 66,248 | | 70,300 | | 81,500 | | 97,300 |
| ความต้องการใช้พลังงานหมุนเวียน | | 4,237 | | 7,492 | | 10,319 | | 13,709 |
| สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน | | 6.4% | | 10.6% | | 12.7% | | 14.1% |
| ก๊าซ NGV (mmscfd) | | 108.1 | | 393.0 | | 596 | | 690 |
| (ktoe) | | | | 10,961 | | 15,579 | | 19,799 |
| สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน | | | | 15.6% | | 19.1% | | 20.3% |