บทที่ 3
ความรู้ทั่วไปของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์นั้น มีต้นกำเนิดจากพลังงานนิวเคลียร์ แบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ อีกทั้งมีข้อดีข้อเสีย ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการจัดการของเสียเช่นไรนั้น รวมทั้งหน่วยงานกำกับดูแลด้านพลังงานนิวเคลียร์ และสถานการณ์การดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความรู้ทั่วไปของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

3.2 สถานการณ์การดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลก

3.1 ความรู้ทั่วไปของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

3.1.1 พลังงานนิวเคลียร์

1) ความหมายของนิวเคลียร์

นิวเคลียร์ เป็นคำคุณศัพท์ของนิวเคลียสซึ่งเป็นแก่นกลางปรมาณูหรืออะตอม (atom) ซึ่งมีขนาดเล็กมาก ประมาณ 10-13 ซม. (Fermi) เป็นที่อยู่รวมของอนุภาคนิวตรอนที่ไม่มีประจุ และโปรตอนที่มีประจุบวก เรียกโดยรวมว่าเป็นนิวคลีออน และยึดอยู่ด้วยกันอย่างดีด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่าแรงนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นแรงมหาศาล เนื่องจากต้องชนะแรงผลักทางไฟฟ้าแรงคูลอมบ์ ในการที่จะรวบรวมโปรตอนซึ่งมีประจุบวกให้รวมตัวอยู่ด้วยกันภายในนิวเคลียส ในสภาวะปกตินิวเคลียสจะอยู่ในสภาพเสถียร พลังงานของนิวเคลียสอยู่ในชั้นพื้น (Ground State) แต่เมื่อใดมีอนุภาควิ่งมาชนนิวเคลียสและก่อให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แล้ว นิวเคลียสนั้นก็จะปรับเปลี่ยนไปอยู่ชั้นพลังงานสูงกว่าปกติ เรียกว่าการกระตุ้นให้ไปอยู่ในสถานะโลด (Excited States) ซึ่งมีมากมายหลายชั้นพลังงาน (Energy Levels) และไม่เสถียร คือ จะมีการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของอนุภาคหรือรังสีที่มีพลังงานต่างๆ เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) เพื่อลดชั้นพลังงานของตัวเองลงมาตามลำดับจนกว่าจะถึงชั้นพื้นด้วยค่าอายุขัย (Life time) ต่างๆ กัน แต่ละชั้นซึ่งจะเป็นตัวกำหนดค่าครึ่งชีวิต (Half-life) ของไอโซโทปรังสี (Radioisotopes)

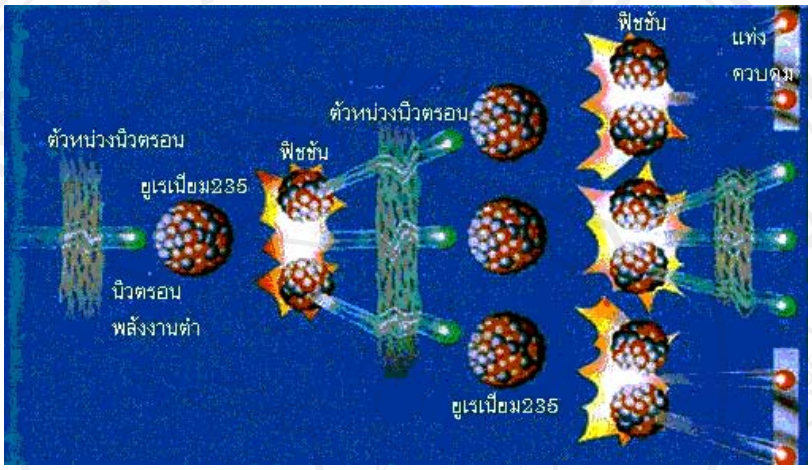
ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน (Fission) เป็นส่วนใหญ่ และกำลังทำการวิจัยเพื่อใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชัน (Fusion) เหมือนในดวงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าในอนาคตอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูตรทางเคมีของการเกิดปฏิริยาฟิชชัน คือ

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{54}Xe + {}^{93}_{38}Sr + 2{}^{1}_{0}n $$

รูปที่ 3.1 การเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission)



จากรูปที่ 3.1 ตัวอย่างพลังงานนิวเคลียร์จากการแตกตัวออกเป็นสองเสี่ยงแบบฟิชชัน เมื่อมีนิวตรอนวิ่งมาชนนิวเคลียสของยูเรเนียม-235 และผลต่อต่อเนื่องจากการสลายตัวผลิตผลจากฟิชชัน (Fission Products) คือ ซีนอน (Xenon) และ สทรอนเชียม (Strontium) จะมีอนุภาคนิวตริโน (n) บีตา (b) และรังสีแกมมา (g) ออกมาด้วยพลังงานรวม 200 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ (MeV) ยูเรเนียม 1 อะตอม ให้พลังงาน 200 MeV ยูเรเนียม 1 กรัม ประกอบด้วย 6x1023/235 = 2.5×10^{21} อะตอม เพราะฉะนั้น ยูเรเนียม 1 กรัม ให้พลังงาน 5×10^{23} MeV เทียบเท่ากับพลังงานความร้อน 1 MW.day หรือ พลังงานไฟฟ้า 300 kW.day หรือพลังงานที่ได้มาจากถ่านหิน 2500 กิโลกรัม (โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์, 2551)

2) เชื้อเพลิงนิวเคลียร์

เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ หมายถึง วัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นต้นกำเนิดพลังงานความร้อนในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งความร้อนที่ได้เกิดจากปฏิกิริยาแตกตัว แล้วถ่ายเทความร้อนให้แก่น้ำระบายความร้อน เพื่อนำไปผลิตไฟฟ้า ดังได้กล่าวมาแล้ว เชื้อเพลิงนิวเคลียร์แตกต่างจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuel) ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทั่วไป ซึ่งใช้การเผาไหม้ของถ่านหิน ก๊าซ หรือน้ำมัน เป็นต้นกำเนิดพลังงานความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1) ข้อแตกต่างระหว่างเชื้อเพลิงนิวเคลียร์กับเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil)

(1) เชื้อเพลิงนิวเคลียร์

(1.1) ใช้หลักปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์ในการผลิตความร้อน ไม่มีเขม่าควัน หรือก๊าซจากการแตกตัวออกสู่บรรยากาศ

(1.2) โรงไฟฟ้าขนาด 1,000 เมกะวัตต์ ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงประมาณ 30 ตัน/ปี

(1.3) ราคาเชื้อเพลิงไม่ผันผวน เพราะใน 1 รอบการเดินเครื่อง (cycle) จะใช้เชื้อเพลิงประมาณ 1 ใน 3 ของทั้งหมดที่อยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ เมื่อรวมกับเชื้อเพลิงสำรอง อีกประมาณ 1.5 เท่า จะทำให้สามารถเดินเครื่องได้ไม่ต่ำกว่า 4 รอบ โดยต้นทุนเชื้อเพลิงไม่เปลี่ยนแปลงเลย (1 รอบการเดินเครื่อง = 18 เดือน)

(1.4) ต้องใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการผลิตเชื้อเพลิง

(1.5) กากเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นถูกกักอยู่ในแท่งเชื้อเพลิง เมื่อเลิกใช้งานแล้วเชื้อเพลิงยังคงสภาพทางกายภาพในลักษณะเดิม

(1.6) เชื้อเพลิงกลายเป็นกากกัมมันตรังสีสูง ที่ต้องใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการจัดการ แต่ใช้พื้นที่ไม่มาก

(1.7) ปริมาณสำรองเชื้อเพลิง (ธาตุยูเรเนียม/ทอเรียม) ในโลกเท่าที่สำรวจพบ มีอยู่ประมาณ 600 Q ในกว่า 20 ประเทศ (1 Q = 1021 จูล)

(2) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil)

(2.1) ใช้หลักการเผาไหม้ในการผลิตความร้อน ทำให้เกิดเขม่าควัน ก๊าซเรือนกระจก จากการเผาไหม้ของสารไฮโดรคาร์บอน

(2.2) ใช้ปริมาณถ่านหิน 2.6 ล้านตัน หรือน้ำมัน 2 ล้านตัน/ปี สำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเดียวกัน

(2.3) หากเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ ราคาถ่านหินอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อเทียบ กับรอบการเดินเครื่องที่เท่ากัน

(2.4) ใช้เทคโนโลยีทั่วไปในการผลิตเชื้อเพลิง

(2.5) เปลี่ยนรูปเป็นเถ้าปริมาณมากในกรณีของถ่านหิน

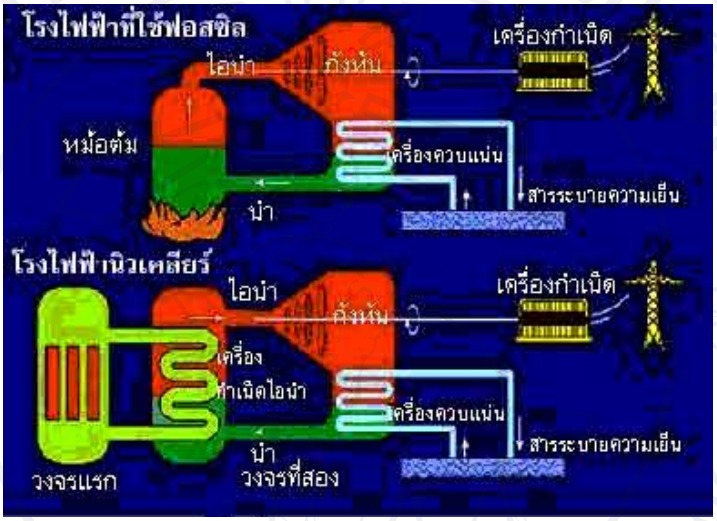
(2.6) ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการจัดการกากเถ้าของถ่านหิน แต่ต้องใช้พื้นที่มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2.7) ปริมาณสำรองเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทั่วโลกมีอยู่ประมาณ 138 Q (ถ่านหิน 132 Q น้ำมันและก๊าซ 6 Q)

(Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากฟอสซิล และนิวเคลียร์



3.1.2 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

1) ความหมายและส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

1.1) ความหมายของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนประเภทหนึ่ง ซึ่งเรียกชื่อตามประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ต้นกำเนิดพลังงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะอาศัยพลังความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการแตกตัวของธาตุยูเรเนียม ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูง แล้วส่งไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำ ซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า และส่งต่อไปยังผู้บริโภคต่อไป (กระทรวงพลังงาน, 2550ก)

การนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า เป็นความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 50 ปีที่ผ่านมานี้เอง โดยใน พ.ศ. 2494 ได้มีการทดลองเดินเครื่องปฏิกรณ์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นครั้งแรกของโลกขึ้นที่สถานีทดลองพลังงานไอดาโฮ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ เมืองอาร์โค มลรัฐไอดาโฮ ประเทศสหรัฐอเมริกา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์ความดันสูงในเชิงพาณิชย์ ขนาด 75 เมกะวัตต์ ได้เริ่มขึ้นที่ชิปปิงพอร์ต มลรัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ใน พ.ศ. 2497 และได้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่เมืองพิตต์สเบิร์ก ใน พ.ศ. 2500

รูปที่ 3.3 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

ต่อมาใน พ.ศ. 2502 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เดรสเดน (แบบปฏิกรณ์น้ำเดือด) ได้เดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่เมืองมอร์ริส มลรัฐอิลลินอยส์ หลังจากนั้น การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั้ง 2 แบบได้ขยายตัวขึ้น และแพร่หลายไปยังประเทศอื่นๆ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่า 1,000 เมกะวัตต์ และมีความปลอดภัยยิ่งขึ้น (Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

1.2) ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีส่วนประกอบที่สำคัญ (Thai Junior Encyclopedia Project, 2541) คือ

(1) อาคารปฏิกรณ์ ประกอบด้วย เครื่องปฏิกรณ์ เครื่องผลิตไอน้ำ เครื่องควบคุมความดัน ปั๊มน้ำระบายความร้อน อุปกรณ์อื่นๆ เช่น วัสดุกำบังรังสี ระบบควบคุมการเดินเครื่อง และระบบความปลอดภัยต่างๆ

(2) อาคารเสริมระบบปฏิกรณ์ ประกอบด้วย เครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการเดินเครื่องปฏิกรณ์ อุปกรณ์ความปลอดภัย บ่อเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้ว

(3) อาคารกังหันไอน้ำ ประกอบด้วย ชุดกังหันไอน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) สถานีไฟฟ้าแรงสูง ประกอบด้วย ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ประกอบ

(5) อาคารฝึกหัดเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย แบบจำลองสำหรับฝึกหัดเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ทั้งสภาวะปกติและฉุกเฉิน

(6) อาคารระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ระบบอุปกรณ์/ข้อมูลสำหรับ การเดินเครื่องโรงไฟฟ้า

(7) หม้อแปลงไฟฟ้า ประกอบด้วย หม้อแปลงไฟฟ้าหลัก และหม้อแปลงไฟฟ้าสำรองสำหรับการเดินเครื่อง

(8) อาคารอำนวยการ ประกอบด้วย สำนักงาน ห้องทำงานต่างๆ ห้องประชุม

(9) อาคารสำนักงานและฝึกอบรม ประกอบด้วย ห้องทำงาน ห้องฝึกอบรม ห้องประชุม ห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องอาหาร

(10) อาคารรักษาความปลอดภัย เป็นอาคารทางเข้าบริเวณโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่และอุปกรณ์เครื่องมือของระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆ

(11) อาคารโรงสูบน้ำ เป็นอาคารที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติภายนอก เพื่อนำมาควบแน่นไอน้ำในระบบผลิตไอน้ำ ประกอบด้วย ชุดปั๊มน้ำ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

(12) ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง และหอระบายความร้อน (ถ้าไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่)

2) หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบ่งการทำงานออก เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

2.1) ส่วนผลิตความร้อน เป็นต้นกำเนิดพลังงาน ได้แก่ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ระบบน้ำระบายความร้อน และเครื่องผลิตไอน้ำ

2.2) ส่วนผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นส่วนที่แปรพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดย ส่วนผลิตความร้อนจะส่งผ่านความร้อนให้กระบวนการผลิตไอน้ำ เพื่อนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าต่อไป ได้แก่ กังหันไอน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีหลักการผลิตไฟฟ้าคล้ายกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทั่วไป กล่าวคือ จะใช้พลังงานความร้อนไปผลิตไอน้ำ แล้วส่งไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา แต่มีข้อแตกต่างกันคือ ต้นกำเนิดพลังงานความร้อนของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวของยูเรเนียม-235 ในเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ส่วนความร้อนจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทั่วไปนั้นได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งได้แก่ ถ่านหิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้า พบว่า หากใช้ยูเรเนียมธรรมชาติ (ความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 ประมาณร้อยละ 0.7) จำนวน 1 ตัน จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า 40 ล้านกิโลวัตต์/ชั่วโมง ในขณะที่ต้องใช้ถ่านหินถึง 16,000 ตัน หรือใช้น้ำมันถึง 80,000 บาร์เรล (ประมาณ 13 ล้านลิตร) จึงจะผลิตไฟฟ้าได้เท่ากัน

รูปที่ 3.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

รูปที่ 3.5 หลักการผลิตกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เกิดจากการใช้แรงหมุนกลไกภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ผลิตกระแสไฟฟ้า

3) ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

พิจารณาจากหลักการทำงาน อาจแบ่งโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

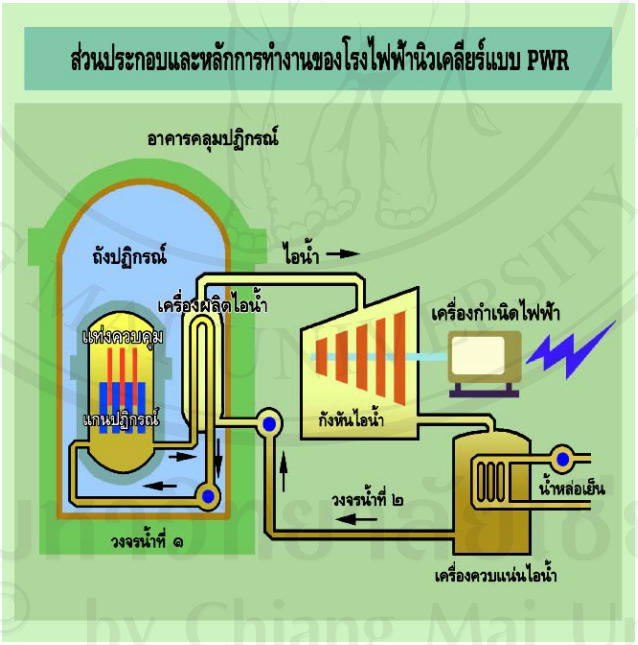
3.1) โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์ความดันสูง (Pressurized Water Reactor : PWR)

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ PWR มีหลักการทำงานคือ เมื่อเครื่องปฏิกรณ์ทำงาน จะเกิดปฏิกิริยาแตกตัวกับเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ทำให้เกิดความร้อน กัมมันตรังสี และผลิตผลจากการแตกตัว (fission product) หรือกากเชื้อเพลิง โดยความร้อนจากเชื้อเพลิงจะถ่ายเทให้แก่น้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบายความร้อนวงจรที่ 1 ซึ่งไหลเวียนตลอดเวลาด้วยปั๊มน้ำ โดยมีเครื่องควบคุมความดันคอยควบคุมความดันภายในระบบให้สูงและคงที่ ส่วนน้ำที่รับความร้อนจากเชื้อเพลิงจะไหลไปยังเครื่องผลิตไอน้ำ และถ่ายเทความร้อนให้ระบบน้ำวงจรที่ 2 ซึ่งแยกเป็นอิสระจากกัน ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำแรงดันสูง และถูกส่งผ่านไปหมุนกังหันไอน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งต่ออยู่กับกังหันไอน้ำ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน จะเกิดกระแสไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป ไอน้ำแรงดันสูงที่หมุนกังหันไอน้ำแล้ว จะมีแรงดันลดลง และถูกส่งผ่านมาที่เครื่องควบแน่นไอน้ำ เมื่อไอน้ำได้รับความเย็นจากวงจรน้ำเย็นจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และส่งกลับไปยังเครื่องผลิตไอน้ำด้วยปั๊มน้ำเพื่อรับความร้อนจากระบบน้ำวงจรที่ 1 วนเวียนเช่นนี้ตลอดการเดินเครื่องปฏิกรณ์ (Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

รูปที่ 3.6 หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์ความดันสูง (Pressurized Water Reactor : PWR)



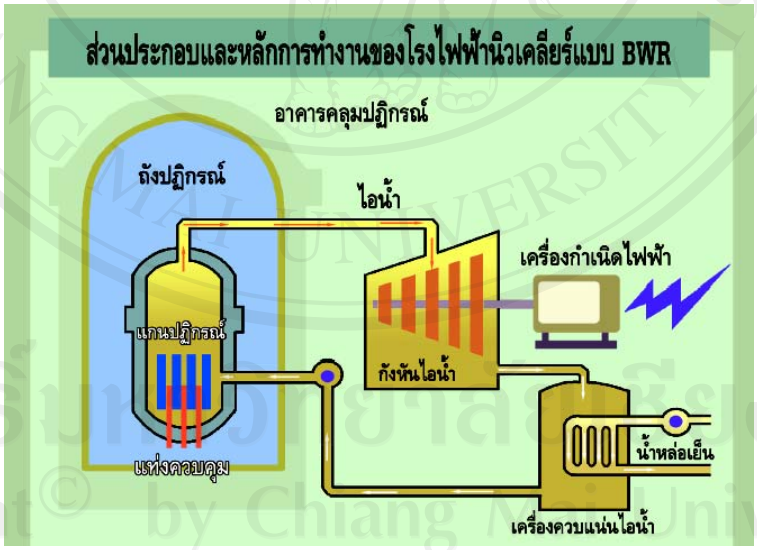
การทำงานของโรงไฟฟ้าชนิดนี้มีความซับซ้อนกว่าโรงไฟฟ้าแบบที่ 2 คือ แบบ BWR และมีข้อด้อยกว่าตรงที่ถังปฏิกรณ์มีราคาสูง เนื่องจากต้องมีระบบป้องกันการรั่วไหลของน้ำระบายความร้อนและอัตราการไหลของน้ำภายในถังสูง ในสภาวะความดันและอุณหภูมิสูง เป็นผลให้เกิดปัญหาการสึกกร่อนตามมา (Nuclear Science and Technology Knowledge Center, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2) โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์น้ำเดือด (Boiling Water Reactor: BWR)

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ BWR สามารถผลิตไอน้ำได้โดยตรงจากการต้มน้ำภายในถังซึ่งควบคุมความดันภายในต่ำกว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบแรก (PWR) ดังนั้นความจำเป็นในการใช้เครื่องผลิตไอน้ำและแลกเปลี่ยนความร้อน ปั๊ม และอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ ก็ลดลง แต่จำเป็นต้องมีการก่อสร้างอาคารป้องกันรังสีไว้ในระบบอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้า เนื่องจากไอน้ำจากถังปฏิกรณ์จะถูกส่งผ่านไปยังอุปกรณ์เหล่านั้นโดยตรง ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบนี้มีหลักการทำงานคล้ายโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ PWR แต่มีข้อแตกต่างกันที่ส่วนผลิตความร้อนเพราะความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ถ่ายเทให้แก่วงจรน้ำระบายความร้อน จะทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำโดยตรงโดยไม่มีระบบน้ำวงจรที่ 2 มารับความร้อนเหมือนแบบ PWR (Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

รูปที่ 3.7 หลักการทำงานของ โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์น้ำเดือด (Boiling Water Reactor : BWR)



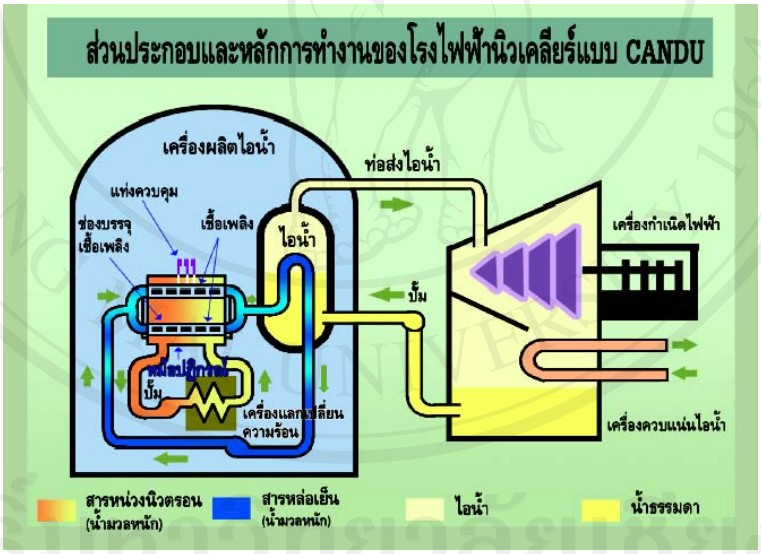
3.3) โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์น้ำมวลหนัก (Pressurized Heavy Water Reactor : PHWR)

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ PHWR หรือมีชื่อทางการค้าว่า แคนดู (CANDU : CANada Deuterium Uranium) มีการทำงานคล้ายคลึงกับแบบ PWR แต่แตกต่างกันที่มีการจัดแกนปฏิกรณ์ในแนวระนาบ และเป็นการต้มน้ำภายในท่อขนาดเล็กจำนวนมากที่มีเชื้อเพลิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรจุอยู่แทนการต้มน้ำภายในถังปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่ายกว่าการผลิตถังขนาดใหญ่ โดยใช้ "น้ำมวลหนัก (Heavy water : D2O)" มาเป็นตัวระบายความร้อนจากแกนปฏิกรณ์ นอกจากนี้ยังมีการแยกระบบใช้น้ำมวลหนักเป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอนด้วย เนื่องจากมีการดูดกลืนนิวตรอนน้อยกว่าน้ำธรรมดา ทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์เกิดขึ้นได้ง่าย จึงสามารถใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่สกัดมาจากธรรมชาติซึ่งมียูเรเนียม-235 ประมาณร้อยละ 0.7 ได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการปรับปรุงให้มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ปริมาณผลิตผลจากการแตกตัว (fission product) ที่เกิดขึ้นในแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วมีน้อยกว่าเครื่องปฏิกรณ์แบบใช้น้ำธรรมดา และหากเกิดการรั่วของน้ำระบายความร้อนก็จะมีการลดขององความดันช้ากว่าเนื่องจากท่อระบายความร้อนมีขนาดเล็กกว่านั่นเอง (Nuclear Science and Technology Knowledge Center, 2547)

รูปที่ 3.8 หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์น้ำมวลหนัก (Pressurized Heavy Water Reactor : PHWR)



4) การจัดการกากกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสีหรือกากนิวเคลียร์ หมายถึง เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งานแล้วจากเครื่องปฏิกรณ์ หรือระบบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จนทำให้วัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวกลายสภาพเป็นสารกัมมันตรังสี หรือมีการปนเปื้อนรังสี เมื่อเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นเลิกใช้งานแล้ว ก็จะเป็นกากกัมมันตรังสีที่ต้องดำเนินการอย่างถูกต้อง เหมาะสม เพื่อให้ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน และสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.9 กากกัมมันตรังสี

4.1) ประเภทของกากกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสีแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ โดยมีวิธีการแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ แบ่งตามลักษณะทางกายภาพ และแบ่งตามระดับความแรงรังสี

(1) แบ่งตามลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ กากกัมมันตรังสีชนิดของแข็ง เช่น เชื้อเพลิงใช้แล้ว แท่งควบคุมใช้แล้ว วัสดุโครงสร้างของเครื่องปฏิกรณ์ และชุดปฏิบัติงานของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี กากกัมมันตรังสีชนิดของเหลว เช่น น้ำระบายความร้อน น้ำที่ใช้ชำระล้างสิ่งเปรอะเปื้อนรังสี น้ำยาเคมี และน้ำจากบ่อเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้ว กากกัมมันตรังสีชนิดก๊าซ เช่น ก๊าซจากปฏิกิริยาแตกตัว และก๊าซไฮโดรเจน

(2) แบ่งตามระดับความแรงรังสี ได้แก่ กากกัมมันตรังสีระดับต่ำ กากกัมมันตรังสีระดับปานกลาง และกากกัมมันตรังสีระดับสูง (บางประเทศแบ่งกากกัมมันตรังสีเป็น 2 ระดับ คือ กากกัมมันตรังสีระดับต่ำ และกากกัมมันตรังสีระดับสูง)

4.2) แหล่งกำเนิดกากกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ มีแหล่งกำเนิดจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ จากปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์ที่เกิดกับเชื้อเพลิงในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และจากการดูดจับอนุภาคนิวตรอนของวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์ในเครื่องปฏิกรณ์

(1) กากกัมมันตรังสีจากปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์

ปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นกับเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในถังปฏิกรณ์อย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่องขณะเดินเครื่องปฏิกรณ์ เมื่อเกิดปฏิกิริยาแตกตัวนิวเคลียสของเชื้อเพลิง (เช่น ยูเรเนียม-235) จะแตกออกเป็น 2 ส่วน ที่เรียกว่า ผลิตผลจากการแตกตัว (fission product) กลายเป็นกากเชื้อเพลิง เกิดกัมมันตรังสี และพลังงานความร้อน ที่จะนำไปสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) กากกัมมันตรังสีจากการดูดจับอนุภาคนิวตรอน

กากนี้เกิดจากสารที่อยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์ดูดจับนิวตรอน แล้วทำให้สารนั้นกลายเป็นสารกัมมันตรังสี แบ่งได้เป็น

(2.1) สารกัมมันตรังสีที่เกิดจากการสึกกร่อน เช่น โคบอลต์-60 และเหล็ก-59 แมงกานีส-54

(2.2) สารกัมมันตรังสีที่เกิดจากการดูดจับนิวตรอนของเชื้อเพลิงยูเรเนียม เรียกว่า ทรานส์ยูเรเนียม (transuranium)

4.3) ปริมาณกากกัมมันตรังสี

(1) ปริมาณกากกัมมันตรังสี จากโรงไฟฟ้าตลอดอายุการใช้งาน (ประมาณ 30 ถึง 40 ปี) จะมีกากชนิดรังสีระดับต่ำ และปานกลางประมาณ 9,000 – 30,000 ถัง (ขนาดถังน้ำมัน 200 ลิตร) ส่วนกากรังสีระดับสูงจะมีปริมาณเทียบเท่าขนาดถังน้ำมัน 200 ลิตร จำนวน 300 ถัง

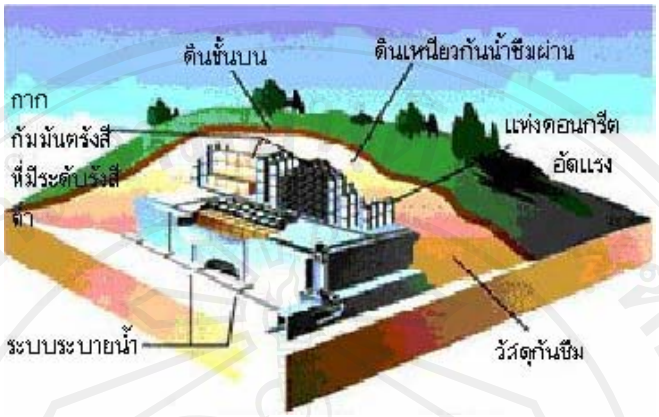
(2) ปริมาณเชื้อเพลิงใช้แล้ว โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบความดันสูงขนาด 1,000 เมกะวัตต์ จะใช้มัดเชื้อเพลิงประมาณ 150-200 มัด สามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์ผลิตไฟฟ้าได้นานประมาณ 18 เดือน (รุ่นใหม่จะเป็น 24 เดือน) จากนั้นจะเปลี่ยนมัดเชื้อเพลิงใช้แล้วออกไปประมาณ 1 ใน 3 หรือเท่ากับ 50 - 70 มัด ถ้าอายุของโรงไฟฟ้าเท่ากับ 30 - 40 ปี (รุ่นใหม่จะเป็น 60 ปี) จะมีเชื้อเพลิงใช้แล้วรวมทั้งสิ้นไม่เกิน 2,800 มัด (เปลี่ยนเชื้อเพลิงปีละ 70 มัด x อายุโรงไฟฟ้า 40 ปี) เชื้อเพลิง 1 มัด จะมีขนาดความกว้าง x ความยาว x ความสูง ประมาณ 0.22 x 0.22 x 4.00 เมตร น้ำหนักประมาณ 800 กิโลกรัม

4.4) วิธีจัดการกากกัมมันตรังสี

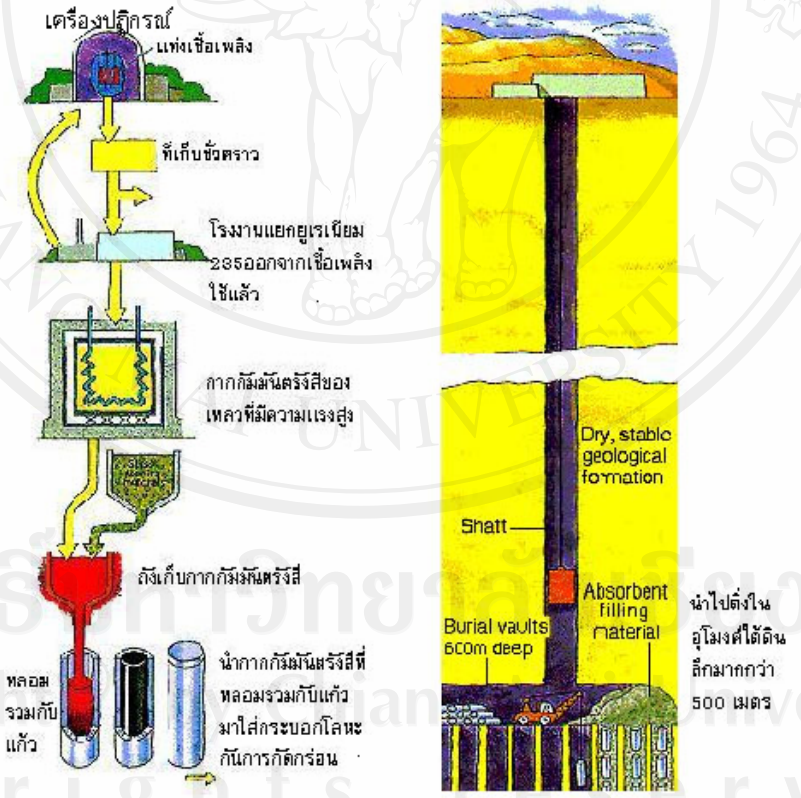
(1) การจัดการกากกัมมันตรังสีระดับต่ำ กากรังสีระดับต่ำ ได้แก่ วัสดุที่ปนเปื้อนรังสี เช่น ชุดปฏิบัติงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ และน้ำที่ใช้ชำระล้างวัสดุอุปกรณ์ที่เปรอะเปื้อน รังสี ในกรณีของกากรังสีระดับต่ำที่เป็นของแข็ง มีวิธีการจัดการโดยการปล่อยให้กัมมันตรังสีสลายตัวหมดไป การนำกากไปเผา บดอัด และหุ้มด้วยซีเมนต์ หรือผสมเป็นเนื้อเดียวกับซีเมนต์ บรรจุถังเหล็กขนาด 200 ลิตร แล้วนำไปตั้งไว้บนพื้นดินในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้ ส่วนกากที่เป็นของเหลวจะใช้วิธีการระเหยน้ำ การทำให้ตกตะกอน ทำให้เจือจางด้วยสารละลายหรือสารเคมี และกากที่เป็นก๊าซจะใช้วิธีการทำให้เจือจางด้วยอากาศหรือก๊าซเฉื่อย และ/หรือนำก๊าซไปผ่านชุดกรองอากาศประสิทธิภาพสูงหลายขั้นตอน แล้วนำชุดกรองอากาศดังกล่าวไปจัดการเช่นเดียวกับกากรังสีต่ำชนิดของแข็งทั่วไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.10 ที่เก็บกากกัมมันตรังสีระดับต่ำ



รูปที่ 3.11 การจัดการกากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) การจัดการกากกัมมันตรังสีระดับปานกลาง กากรังสีระดับปานกลาง ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานเกี่ยวข้องกับรังสีโดยตรง เช่น ไส้กรองระบบบำบัดน้ำให้บริสุทธิ์ การจัดการกากรังสีระดับปานกลางมีวิธีคล้ายกับการจัดการกากรังสีระดับต่ำ แต่จะแตกต่างกันที่ภาชนะบรรจุ ซึ่งมีความหนาและแข็งแรงมากกว่า และนำภาชนะดังกล่าวไปฝังไว้ใต้พื้นดินที่ความลึกประมาณ 5-10 เมตร

(3) การจัดการกากกัมมันตรังสีระดับสูง กากรังสีระดับสูงจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ส่วนมาก ได้แก่ เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ในถังปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เพราะเมื่อเดินเครื่องปฏิกรณ์แล้วจะเกิดความร้อนและกัมมันตรังสีเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว ซึ่งกักเก็บผลิตผลจากการแตกตัวไว้ภายในและถ้านำเชื้อเพลิงใช้แล้วไปสกัดธาตุที่เป็นประโยชน์ไว้ใช้งานอีก เช่น ยูเรเนียม และพลูโตเนียม กากที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว จึงถือว่าเป็นกากกัมมันตรังสีระดับสูงที่ต้องจัดการอย่างระมัดระวังที่สุด (Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

3.1.3 มาตรฐานความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีมาตรฐานความปลอดภัยสูงมาก ทั้งนี้เพราะมีมาตรการและกระบวนการตรวจสอบต่างๆที่เข้มงวดและรัดกุมหลายขั้นตอน ทั้งด้านนามธรรมและรูปธรรม

1) ด้านนามธรรม ได้แก่ แนวคิดในการออกแบบให้ปฏิกรณ์มีความปลอดภัยในตัวเอง คือ

1.1) ใช้เม็ดเชื้อเพลิงทนความร้อนได้สูงมาก โดยมีจุดหลอมเหลวที่ประมาณ ๒,๘๐๐ องศาเซลเซียส

1.2) ใช้ยูเรเนียม-235 ในเชื้อเพลิงมีสัดส่วนต่ำประมาณร้อยละ 0.7 - 3 เท่านั้น

1.3) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สามารถหยุดยั้งปฏิกิริยาแตกตัวได้ด้วยตัวเอง เมื่อเกิดเหตุผิดปกติขึ้นในระบบ

1.4) ระบบถ่ายเทความร้อนในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เป็นระบบปิด ไม่มีส่วนใดสัมผัสกับเครื่องมืออุปกรณ์ภายนอก

1.5) เครื่องมืออุปกรณ์ที่สัมผัสและปนเปื้อนรังสี จะติดตั้งรวมไว้ภายในอาคารคลุมปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เพื่อความสะดวกในการควบคุมตลอดจนปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน และสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ด้านรูปธรรม ได้แก่ กฎระเบียบ อุปกรณ์ และระบบความปลอดภัยต่างๆหลากหลายชนิด และซ้อนกันหลายระบบประกอบด้วย

2.1) รายงานการวิเคราะห์ความปลอดภัย รายงานนี้ต้องจัดทำขึ้นก่อนการลงมือก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ประกอบด้วยการศึกษาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ

2.2) การประกันคุณภาพ ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของมาตรฐานความปลอดภัยโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ คือ มาตรการประกันคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน การเลือกสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้า การออกแบบโรงไฟฟ้า การผลิตเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ของโรงไฟฟ้า การเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า การกำกับดูแลความปลอดภัยโรงไฟฟ้า

2.3) เกราะป้องกันรังสีหลายชั้น คือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆหลายชั้นที่ใช้กักกันไม่ให้สารกัมมันตรังสีรั่วไหล หรือแพร่กระจายจากเนื้อเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ออกไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโรงไฟฟ้า เกราะป้องกันรังสีหลายชั้นเป็นหนึ่งในหัวข้อสำคัญของมาตรการความ ปลอดภัยที่เป็นรูปธรรม ประกอบด้วย

เกราะชั้นที่ 1 เม็ดเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (fuel pellet)

เกราะชั้นที่ 2 ท่อหุ้มเม็ดเชื้อเพลิง นิวเคลียร์ (fuel clad)

เกราะชั้นที่ 3 น้ำระบายความร้อน (coolant)

เกราะชั้นที่ 4 ถังปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (reactor vessel)

เกราะชั้นที่ 5 กำแพงคอนกรีตกำบังรังสี (biological concrete shield)

เกราะชั้นที่ 6 แผ่นเหล็กกรุผนังด้านในอาคารคลุมปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (steel liner)

เกราะชั้นที่ 7 อาคารคลุมปฏิกรณ์ นิวเคลียร์ (reactor containment)

2.4) ระบบความปลอดภัยทางวิศวกรรม คือ ชุดเครื่องมืออุปกรณ์หลายระบบ ระบบละหลายชุดที่ติดตั้งเพื่อตรวจวัดและตรวจสอบการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์โดยอัตโนมัติ ซึ่งแยกต่างหากจากระบบควบคุมเครื่องปฏิกรณ์ชุดปกติ แต่จะทำงานควบคู่กันไป ในกรณีที่มีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น ระบบความปลอดภัยทางวิศวกรรมจะเข้ามาแก้ไขเหตุการณ์ทันท่วงทีก่อนที่เหตุการณ์รุนแรงจะเกิดขึ้น ประกอบด้วยชุดเครื่องมือ/อุปกรณ์หลายระบบ

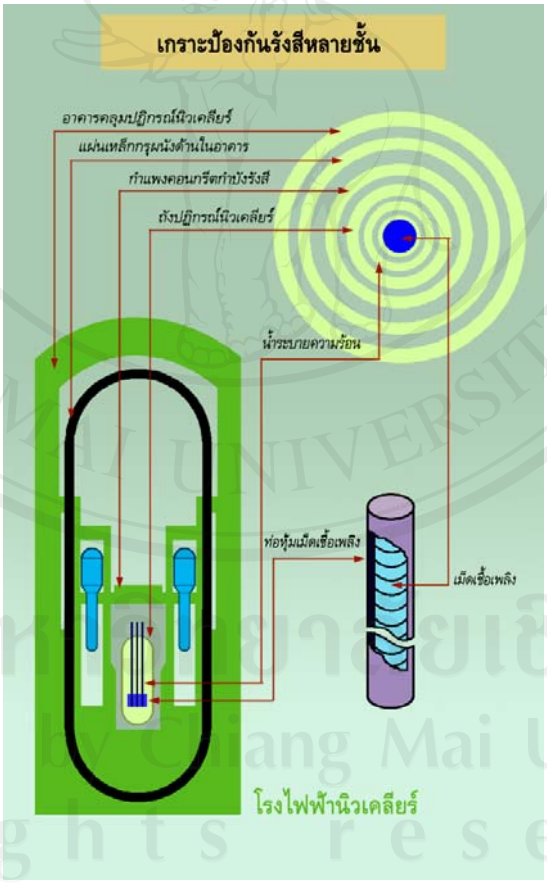
2.5) ระบบเสริมความปลอดภัยอื่นๆ คือ ชุดเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เสริมการทำงานให้แก่ระบบความปลอดภัยต่างๆ เพื่อให้การทำงานของระบบต่างๆ มีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.6) มาตรการหลังเกิดเหตุฉุกเฉิน ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การแจ้งข่าวสารโดยเร็ว การจัดหาสถานที่ที่ปลอดภัยและเตรียมการอพยพ การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันรังสี การตรวจวัดระดับรังสี การควบคุมเส้นทางเข้าออกโรงไฟฟ้า การชำระล้างสิ่งเปรอะเปื้อนกัมมันตรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดเตรียมบริการทางการแพทย์ การจัดเตรียมอาหารและเครื่องดื่ม การควบคุมผลิตผลทางการเกษตร และการเผยแพร่ข่าวสารต่อสาธารณชน จากมาตรฐานและมาตรการต่างๆที่ได้กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลกส่วนมากมีมาตรฐานความปลอดภัยสูงมาก โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์รุ่นใหม่ๆที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า ๔๐ ปี ก็จะยิ่งมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงมากขึ้น ยกเว้นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์บางแห่งของบางประเทศที่ไม่ได้มาตรฐานสากล เนื่องจากในอดีตไม่ได้มีการควบคุมและตรวจสอบจาก ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ แต่โรงไฟฟ้าดังกล่าวซึ่งมีอยู่ไม่กี่แห่งในโลก กำลังจะหมดไปในไม่ช้า

รูปที่ 3.12 เกราะป้องกันรังสี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ เนื่องจากปลอดก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซที่เป็นภัยต่อสุขภาพ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ นอกจากนั้น ตามกฎเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้อุณหภูมิน้ำที่เข้าไปรับความร้อนจากเครื่องควบแน่น เมื่อวัด ณ จุดระบาย ยังไม่แตกต่างไปจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนอื่น

ในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขนาดกำลังผลิต 1,000 เมกะวัตต์ เป็นเวลาหนึ่งปีจะมีเชื้อเพลิงใช้แล้วประมาณ 8 – 20 ลูกบาศก์เมตร สามารถเก็บโดยแช่ในสระน้ำได้หากยังไม่มีนโยบายสกัดเชื้อเพลิงกลับมาใช้อีก (กระทรวงพลังงาน, 2550ก)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากแหล่งพลังงานอื่นๆ

1) น้ำมัน การใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ที่สำคัญได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดฝนกรดและปรากฏการณ์เรือนกระจก นอกจากนี้น้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้นส่วนใหญ่ต้องนำเข้าทำให้ได้รับผลกระทบจากความไม่แน่นอนของราคาน้ำมันในตลาดโลกอีกด้วย

2) ก๊าซธรรมชาติ การใช้ก๊าซธรรมชาติผลิตไฟฟ้า แม้จะทำให้เกิดมลพิษน้อยกว่าใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น แต่การนำก๊าซธรรมชาติขึ้นมานั้นจะเกิดก๊าซมีเทนรั่วสู่บรรยากาศประมาณร้อยละ 2 และเมื่อเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติก็จะเกิดคาร์บอนออกไซด์ออกสู่บรรยากาศเช่นกัน จึงมิอาจหลีกเหลี่ยงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกจากทั้งสองชนิด

3) ลิกไนต์ การใช้ลิกไนต์ผลิตไฟฟ้าโดยไม่มีระบบกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้าอย่างรุนแรง แต่การติดตั้งระบบกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้มาตรฐานก็จะเพิ่มต้นทุนการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 20-30 ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่อาจกำจัดได้อย่างคุ้มค่า

4) พลังน้ำ การใช้พลังน้ำโดยการสร้างเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้านั้น แม้จะเป็นระบบที่ค่อนข้างสะอาดก็ตาม แต่ก็มีปัญหาเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ที่ดิน แหล่งทำมาหากิน ตลอดจนป่าสงวนของชาติต้องสูญเสียจากการถูกน้ำท่วม นอกจากนี้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีศักยภาพในประเทศก็เหลือน้อย

การพึ่งพลังงานนำเข้าจากต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นพลังงานน้ำ ก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหินก็ตาม ยังมีความไม่แน่นอนทั้งในปริมาณที่ไทยจะได้รับ ราคาเปลี่ยนแปลง และปัญหามลภาวะอันอาจเกิดขึ้นระหว่างการขนส่งเชื้อเพลิงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ท่าเรือน้ำลึก ระบบเก็บสำรองเชื้อเพลิงก็ต้องลงทุนสูง เพื่อรองรับการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว หรือถ่านหิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หากว่าอนาคตอีก 10-12 ปีข้างหน้า พลังงานพื้นฐานซึ่งได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ พลังน้ำ หายากขึ้นและในขณะเดียวกันความต้องการใช้พลังงานกลับทวีเพิ่มขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องพิจารณาพลังงานรูปแบบอื่นในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสิ่งที่ต้องการพิจารณาเป็นพิเศษ คือ เป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดไม่มีมลพิษ (โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์, 2551)

3.1.5 ข้อดีและปัญหาอุปสรรคของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีทั้งข้อดีและปัญหาอุปสรรคหลายประการที่จะต้องพิจารณาเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจว่า ควรจะใช้ พลังงานนิวเคลียร์ผลิตกระแสไฟฟ้าหรือไม่

ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

1) ให้กำลังผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่น เพราะโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 1 เครื่อง มีกำลังผลิตสูงสุด 1,500 เมกะวัตต์ เทียบกับกำลังผลิตไฟฟ้าพลังน้ำจากเขื่อนภูมิพลที่จังหวัดตาก 730 เมกะวัตต์ โรงไฟฟ้าถ่านหินที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 1 เครื่อง 300 เมกะวัตต์ และโรงไฟฟ้าน้ำมันเตา/ก๊าซธรรมชาติที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา 1 เครื่อง 600 เมกะวัตต์

2) ช่วยประหยัดทรัพยากรพลังงานอื่นๆ และใช้พื้นที่ในการก่อสร้างไม่มาก

3) เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าที่มีเสถียรภาพและมั่นคง สามารถเดินเครื่องได้อย่างต่อเนื่องนานถึง 18 เดือน โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง หากเป็นโรงไฟฟ้ารุ่นใหม่จะเดินเครื่องต่อเนื่องได้นานขึ้นถึง 24 เดือน

4) ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่ำและมีเสถียรภาพ

5) เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานสะอาด ไม่ปลดปล่อยเขม่าควัน ก๊าซพิษ และของเสียออกมาสู่สิ่งแวดล้อม

6) มีอายุการใช้งานยาวนาน 40 ปี หากเป็นโรงไฟฟ้ารุ่นใหม่จะมีอายุการใช้งาน ยาวนานถึง 60 ปี

7) ช่วยส่งเสริมในด้านการพัฒนาบุคลากรของชาติ ให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีนิวเคลียร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง

8) เป็นแหล่งสร้างงาน สร้างอาชีพ ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องขึ้นมากมาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัญหาอุปสรรคของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

1) การไม่เป็นที่ยอมรับของสาธารณชน เพราะเกรงกลัวอันตรายที่จะเกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะคำว่านิวเคลียร์ ทำให้คนส่วนมากนึกถึงระเบิดนิวเคลียร์ อีกทั้งมีเหตุการณ์เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ระเบิดที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ เมืองเชอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย เมื่อ พ.ศ. 2529 ทำให้ต้องมีการอพยพประชาชนออกจากพื้นที่เป็นจำนวนมาก มีพนักงานของโรงไฟฟ้าและเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้รับบาดเจ็บจากการได้รับรังสีเข้ารับการรักษาตัวจำนวนประมาณ 300 คน และมีผู้เสียชีวิตจำนวน 31 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่ดับเพลิงยิ่งตอกย้ำความน่าสะพรึงกลัวเพิ่มมากขึ้น

2) การเลือกสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้ามีหลักเกณฑ์และมาตรการที่เข้มงวดรัดกุมมาก ทำให้หาสถานที่ก่อสร้างได้ยาก

3) เงินลงทุนสำหรับการก่อสร้างสูงมาก ทั้งนี้เพราะต้องเสริมระบบความปลอดภัยต่างๆ มากมาย

4) ใช้ระยะเวลาในการเตรียมงานและการดำเนินการยาวนาน 10 ปีขึ้นไป

5) ต้องการแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เพื่อใช้ควบแน่นไอน้ำในระบบผลิตไอน้ำ

6) ยังไม่มีวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสีระดับสูงให้หมดความเป็นสารรังสีได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นจึงต้องเก็บรักษากากนิวเคลียร์ไว้ในสภาพที่ปลอดภัยเช่นที่กระทำอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น

(Thai Junior Encyclopedia Project, 2541)

3.16 หน่วยงานกำกับดูแลด้านพลังงานนิวเคลียร์

1) สำนักงานพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA)

สำนักงานพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ หรือ IAEA ตั้งอยู่ที่กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย เป็นองค์การอิสระและมีความเกี่ยวเนื่องอย่างใกล้ชิดกับองค์การสหประชาชาติ ทำหน้าที่ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศด้านการใช้พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ รวมทั้งควบคุมและออกกฎระเบียบโดยรวมเกี่ยวกับการใช้พลังนิวเคลียร์ ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2500 (ค.ศ. 1957) โดยมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่เวียนนา ประเทศออสเตรีย และมีสมาชิกทั้งหมด 137 ประเทศ ผู้แทนจากแต่ละประเทศจะประชุมกันปีละครั้งเพื่อคัดเลือกคณะกรรมการปกครองจำนวน 35 คน ซึ่งจะประชุมกันปีละ 5 ครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ IAEA ยังมีสำนักงานอยู่ในแคนาดา, เจนีวา, นิวยอร์ก และโตเกียว อีกทั้งยังมีห้องทดลองอยู่ในออสเตรียและโมนาโก ขณะเดียวกันก็ให้การสนับสนุนศูนย์วิจัยในอิตาลี ที่อยู่ภายใต้การรับผิดชอบขององค์การศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (ยูเนสโก) (IAEA, 2008 อ้างถึงใน Wikipedia, 2551)

รูปที่ 3.13 ธงของสำนักงานพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA)

2) หน่วยงานกำกับดูแลด้านพลังงานนิวเคลียร์แต่ละประเทศ

นอกจาก IAEA แล้ว ในแต่ละประเทศซึ่งใช้พลังนิวเคลียร์เป็นส่วนหนึ่งของพลังงานหลักในประเทศยังมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ออกกฎระเบียบควบคุมโดยเฉพาะอีกด้วย

ประเทศที่ควรกล่าวถึงเป็นประเทศแรกคือ *สหรัฐอเมริกา* ซึ่งมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เป็นจำนวนมากที่สุดในโลก แม้ว่าสัดส่วนการใช้แหล่งพลังงานจากนิวเคลียร์จะไม่เกินร้อยละสามสิบก็ตาม หน่วยงานของรัฐที่ทำหน้าที่ออกกฎระเบียบโดยตรงได้แก่ Nuclear Regulatory Commission (NRC) ทำหน้าที่โดยตรงคือ ควบคุมการออกแบบและการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ตามกำหนด ในเอกสาร Code of Federal Regulation หรือที่มีชื่อเรียกแบบสากลซึ่งแพร่หลายในกลุ่มผู้ประกอบอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ว่า NRC Title 10 CFR ระบุถึงกฎระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ตลอดจนมาตรฐานและมาตรการในการป้องกันอันตรายจากรังสีสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ NRC ยังได้ออกเอกสาร NUREG เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดการออกแบบและการเดินเครื่องอีกด้วย นอกจากการออกเอกสารเพื่อเป็นกฎบัญญัติในด้านพลังนิวเคลียร์แล้ว NRC ยังมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทุกแห่ง และยังรวมไปถึงการดูแลศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงาน ตลอดจนการศึกษาข้อบกพร่องและอุบัติเหตุในอดีตอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเทศ*แคนาดา* มีหน่วยงาน 2 หน่วยงาน ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับพลังนิวเคลียร์ โดย Canadian Nuclear Safety Commission ทำหน้าที่ออกกฎระเบียบเกี่ยวกับปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ส่วน Atomic Energy of Canada Limited ทำหน้าที่ดูแล การวิจัย การออก แบบ รวมไปถึงการตลาดของปฏิกรณ์ CANDU อันเป็นปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ลักษณะเฉพาะของประเทศนี้

สาธารณรัฐเชค มี CEZ ทำหน้าที่ดูแลเรื่องพลังงาน SUJB หรือ State Office of Nuclear Safety ออกกฎระเบียบเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ในด้านความปลอดภัย และ Radioactive Waste Repository Authority (RWRA) ดูแลเกี่ยวกับการจัดการกากกัมมันตรังสีทุกระดับ

ประเทศ*ฝรั่งเศส* ซึ่งใช้นิวเคลียร์ผลิตไฟฟ้ากว่าร้อยละ 70 มี Le Commissariat a l'Energie Atomique ออกกฎระเบียบในด้านความปลอดภัย

ประเทศ*เยอรมนี* หน่วยงานที่ทำหน้าที่ออกกฎควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์คือ Federal Environment Ministry ซึ่งดูแลในด้านความปลอดภัยการป้องกันจากรังสี การขจัดกากกัมมันตรังสี และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทางหน่วยงานได้จัดทำ homepages ด้วยภาษาอังกฤษและฝรั่งเศสด้วย

ญี่ปุ่น เป็นประเทศในเอเชียที่มีสัดส่วนการใช้พลังนิวเคลียร์ค่อนข้างสูง Ministry of International Trade and Industry (MITI) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐบาลที่ออกกฎระเบียบควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ภายในประเทศ นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่ดูแลงานวิจัยและพัฒนาที่สำคัญคือ Agency of Natural Resource and Energy เน้นหนักไปทางด้านการใช้พลังงานนิวเคลียร์อย่างปลอดภัยและคุ้มค่า ส่วน Japan Atomic Energy Research Institute เป็นศูนย์กลางของสถาบันวิจัยเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์

สโลวาเกีย ได้มีการก่อตั้ง UJD ซึ่งถือเป็น Slovakian Nuclear Regulatory Authority เมื่อ พ.ศ. 2541 เพื่อกำกับดูแลตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง การเดินเครื่อง ตลอดไปจนถึงขั้นตอนเมื่อเลิกใช้โรงไฟฟ้า

สวิสเซอร์แลนด์ มีหน่วยงาน Nuclear Safety Inspectorate ทำหน้าที่ดูแลควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ภายในประเทศ homepage ของหน่วยงานนี้ใช้ทั้งภาษาเยอรมัน ฝรั่งเศส และอังกฤษ ส่วน Regulatory Guide นำเสนอในภาษาอังกฤษและเยอรมัน

จีน ไต้หวัน มี Atomic Energy Council ทำหน้าที่กำกับดูแลโรงไฟฟ้าทั้งหมดบนเกาะไต้หวัน

ที่กล่าวทั้งหมดข้างต้นเป็นหน่วยงานของบางประเทศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ผลิตไฟฟ้า ยังมีอีกหลายประเทศที่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์การใช้พลังนิวเคลียร์ภายใต้การดูแลของ IAEA ที่ยังไม่ได้กล่าวถึง (Nuclear Reactor Regulation, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (Office of Atoms for Peace: OAP)

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ชื่อเดิม) จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 และพระราชบัญญัติจัดระเบียบราชการสำนักนายกรัฐมนตรี (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2504 มีฐานะเป็นหน่วยงานราชการระดับกรม สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี

ต่อมาภายหลังมีการปรับปรุงโครงสร้างระบบราชการ เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2545 พระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 กำหนดให้สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติเปลี่ยนชื่อเป็น “สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.)” สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตั้งอยู่ที่ ถ.วิภาวดี-รังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ มีภารกิจเกี่ยวกับเป็นหน่วยงานกลางให้การเสนอแนะนโยบาย แนวทาง และแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานปรมาณูในทางสันติ กำกับให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้และประชาชน โดยการบริการจัดการด้านพลังงานปรมาณู กำกับดูแลความปลอดภัยทางรังสี และสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู เพื่อให้มีนโยบาย และแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานปรมาณูในทางสันติให้เป็นไปตามพันธกรณีและมาตรฐานสากล สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืน และให้มีการพัฒนาและใช้พลังงานปรมาณูให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้และประชาชน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

4) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (Thailand Institute of Nuclear Technology: TINT)

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) ก่อตั้งขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2504 โดยมีภารกิจหลัก คือ ศึกษาวิจัยและพัฒนา ตลอดจนเผยแพร่ความรู้และสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ รวมถึงการกำกับดูแลการใช้พลังงานนิวเคลียร์ภายในประเทศ จนกระทั่งวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2505 จึงมีการนำเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยมาติดตั้ง ณ อาคารปฏิกรณ์ปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ถ.วิภาวดีรังสิต ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาวิจัยและพัฒนาการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ในการพัฒนาประเทศชาติอย่างจริงจัง เพื่อให้งานควบคุมและกำกับดูแล กับงานวิจัยพัฒนาและการนำนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์แยกออกจากกันอย่างชัดเจน

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้ก่อตั้งสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทน. เมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นหน่วยงานที่แยกออกมาจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยจัดตั้งตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจุบัน สทน. มีอาคารสำนักงานทั้งหมด 3 แห่ง คือ สำนักงานในกรุงเทพฯ ถ. วิภาวดีรังสิต แห่งที่สอง คือ ศูนย์ฉายรังสีอาหาร คลอง 5 จ.ปทุมธานี และแห่งที่สาม คือ ศูนย์วิจัยองครักษ์ ตั้งอยู่ที่ อ.องครักษ์ จ.นครนายก

ภารกิจของ สทน. แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ส่วนแรก คือ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ส่วนที่สอง คือ ให้บริการ เผยแพร่ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ของประเทศ

4.1) ด้านการวิจัยและพัฒนา สทน. มุ่งมั่นที่จะเป็น Center of Excellent ศูนย์ความเป็นเลิศ ในทางวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีนิวเคลียร์สำหรับประชาชน จึงได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 4 ด้านหลัก คือ

(1) การวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุข เป็นการใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยเพื่อผลิตไอโซโทปรังสีสารประกอบติดฉลากรังสีสำหรับการตรวจวินิจฉัย และรักษาโรค เช่น สารประกอบไอโอดีน-131ใช้ตรวจรักษามะเร็งต่อมไทรอยด์ สารประกอบเทคนีเซียม-99 เอ็ม หลายชนิด ใช้ตรวจอวัยวะภายใน เช่น กระดูก ปอด ไต และสารประกอบซาแมเรียม-153 มีรังสีเบต้าที่สามารถทำลายเซลล์มะเร็งในกระดูก ใช้บรรเทาความเจ็บปวดให้แก่ผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งกระดูกระยะสุดท้าย

(2) การวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพและการเกษตร ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการฉายรังสี ซึ่งจะมีสารต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่ชื่อว่า โคบอลต์ – 60 ปัจจุบันนี้มีผลิตผลทางการเษตรที่สามารถปรับปรุงพันธุ์ได้สำเร็จ เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อฉายรังสี ก็จะเหนียวขึ้น กลายเป็นข้าวเหนียวหอมมะลิ การฉายรังสีเมล็ดพันธุ์แตงโมเพื่อทำให้แตงโมเถาสั้นลง การฉายรังสีเพื่อปรับปรุงพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว ให้กลายเป็นกระเจี๊ยบเขียวห้าเหลี่ยม ที่มีความต้านทานโรค และการฉายรังสีบัวหลวงสีเหลือง ซึ่งมีต้นกำเนิดอยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ให้สามารถปลูกในประเทศไทยได้ สำเร็จเป็นแห่งแรกของเอเชีย นอกจากนี้ยังมีการกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยเทคนิคการฉายรังสีเพื่อทำให้แมลงเป็นหมัน โดยการนำแมลงในขณะเป็นดักแด้มาฉายรังสีแล้วปล่อยเข้าสู่วงจรตามธรรมชาติ เมื่อแมลงที่ผ่านการฉายรังสีเติบโตขึ้นและทำการผสมพันธุ์กับแมลงในธรรมชาติก็จะไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้อีก สามารถลดจำนวนแมลงที่เป็นศัตรูพืชได้ มีการกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีนี้ในหลายพื้นที่ เช่น จ. กำแพงเพชร จ.นครนายก และ จ.จันทบุรี และการถนอมอาหารด้วยการฉายรังสี เช่น ผลไม้เพื่อการส่งออก

(3) การวิจัยด้านวัสดุศาสตร์และอุตสาหกรรม สามารถนำประโยชน์ของรังสีมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุ เช่น การฉายรังสีสายไฟ เพื่อให้ฉนวนทนความร้อนมากขึ้น เมื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดไฟฟ้าลัดวงจร สายไฟก็จะไม่หลอมละลาย การเตรียมวัสดุปิดแผลสดจากไฮโดรเจล เพื่อช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น

(4) การวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย โดยการนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาตรวจสอบสารกัมมันตรังสีต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น ยูเรเนียม และในร่างกายมนุษย์ก็มีสารกัมมันตรังสีอยู่ด้วยเช่นกัน ขณะนี้ได้มีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการไอโซโทปไฮโดรโลจี้ เป็นการใช้เทคโนโลยีไอโซโทปในการศึกษาอัตราการไหลของน้ำบาดาล การหาแหล่งที่มาของน้ำบาดาล เพื่อประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรน้ำ

4.2) ด้านงานบริการ สทน. จะทำงานแบบ Solution base คือ พิจารณาจากปัญหาของประชาชนเป็นหลัก แล้วใช้ความเชี่ยวชาญของเราที่เน้นทางด้านนิวเคลียร์ การนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์ไปสร้างประโยชน์ช่วยแก้ปัญหาให้กับประชาชนได้อย่างแท้จริง และยั่งยืน ส่วนที่สอง คืองานด้านบริการ โดยปัจจุบัน สทน. มีศูนย์บริการทั้งสิ้น 5 ศูนย์ได้แก่

(1) ศูนย์บริการเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ สอบเทียบทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบแร่ และองค์ประกอบของธาตุในตัวอย่างของน้ำ ดิน และอากาศ การตรวจวัดปริมาณรังสีในสินค้าส่งออก รวมทั้งออกเอกสารรับรองให้กับผู้รับบริการ การผลิตเครื่องวัดรังสี และบริการตรวจซ่อมเครื่องมือวัดรังสี ให้บริการตรวจสอบความผิดปกติโครงสร้างภายในหอกลั่นน้ำมันโดยไม่ต้องหยุดเดินเครื่อง และตรวจสอบโดยไม่ทำลายในการตรวจสอบรอยร้าวรอยเชื่อมของโครงการโลหะต่างๆ

(2) ศูนย์ฉายรังสีอาหาร ให้การบริการฉายรังสีผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตผลการเกษตร เช่น เครื่องเทศ สมุนไพร ผลไม้ ผลิตภัณฑ์อาหารทะเล และแหนม นอกจากนั้นศูนย์ฉายรังสีแห่งนี้ยังช่วยส่งเสริมการส่งออกด้วยการให้บริการฉายรังสีผลไม้ 6 ชนิด ได้แก่ มะม่วง ลำไย เงาะ ลิ้นจี่ สัปปะรด และมังคุด เพื่อให้สามารถส่งออกไปขายยังสหรัฐอเมริกาได้

(3) ศูนย์ไอโซโทปรังสี ให้บริการผลิตสารไอโซโทปรังสี จัดส่งให้โรงพยาบาลและสถาบันต่างๆ 25 แห่งรวมทั้งบริการฉายรังสีผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

(4) ศูนย์ฉายรังสีอัญมณี ให้บริการฉายรังสีอัญมณีเพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น การเปลี่ยนสีของพลอยโทแพซ จากสีใสไม่มีสี ให้เป็นสีฟ้าสวยงามทำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น 5-30 เท่า

(5) ศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสี รับบริการจัดการกากกัมมันตรังสี รับจัดการกากกัมมันตรังสีจากทั่วประเทศ เช่น จากโรงพยาบาลที่ใช้กัมมันตรังสีในการตรวจรักษาโรค หรือสารรังสีจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

นอกจากศูนย์บริการทั้ง 5 แห่งแล้ว สทน. ยังให้บริการด้านวิชาการแก่บุคคลโดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่น การป้องกันรังสี เทคโนโลยีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ สนับสนุนการเรียนการสอนด้านนิวเคลียร์ร่วมกับสถาบันการศึกษา ในอนาคตอันใกล้นี้ สทน. เตรียมแผนการดำเนินงานติดตั้งเครื่องอิเล็กตรอนบีม และเครื่องโคบอลต์ – 60 เพื่อฉายรังสีอัญมณี ทำให้สามารถฉายรังสีอัญมณีได้มากขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของการส่งออกอัญมณีให้สูงขึ้นเป็นอันดับสี่ของโลก

นอกจากภารกิจหลักที่ได้กล่าวไปแล้ว สทน. ยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประสานความร่วมมือทางวิชาการและกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับพลังงาน และเทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อสันติ ทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีการลงนามสัญญาความร่วมมือกันระหว่างประเทศ เช่น ประเทศไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น และ ประเทศไทยกับประเทศเกาหลี เป็นต้น และเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ ถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยี สทน. ยังมุ่งส่งเสริมให้มีการพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีนิวเคลียร์อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนส่งเสริมให้หน่วยงานอื่นทั้งจากภาครัฐและเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีนิวเคลียร์

สำหรับทิศทางในอนาคตนั้น สทน. มีความมุ่งมั่นที่จะวิจัย พัฒนา องค์ความรู้ด้านนิวเคลียร์และนำความรู้ต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสุขภาพพลานามัย ตลอดจนผลักดันให้มีการนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์ให้กว้างขวาง เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อประเทศชาติ และประชาชนต่อไป (สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ, 2551 อ้างถึงใน Wikipedia, 2551)

3.2 สถานการณ์การดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลก

ย้อนหลังไปในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2538 การสำรวจโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่ใช้งานอยู่ทั้งหมดพบว่ามีการใช้งานโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ชนิดต่างๆ รวม 437 โรง แบ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ PWR 203 โรง (46.5%) แบบ BWR 93 โรง (21.3%) แบบ CANDU 33 โรง (7.5%) ส่วนโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งอยู่ในระหว่างการก่อสร้างมีจำนวน 39 โรง ซึ่งยังคงนิยมใช้โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ PWR ถึง 12 โรง (30.8%) แต่ได้หันมาใช้โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบอื่นเพิ่มขึ้นโดย 10 โรง (25.6%) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ CANDU และ 2 โรง (5.1%) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบ BWR นอกนั้นที่เหลืออีก 15 โรง (38.5%) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบอื่นๆ (Nuclear Science and Technology Knowledge Center, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 จำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลก

ประเทศ	จำนวน	ประเทศ	จำนวน	ประเทศ	จำนวน
สหรัฐอเมริกา	103(1)	สเปน	8	แอฟริกาใต้	2
ฝรั่งเศส	59	เบลเยี่ยม	7	จีน	11(8)
ญี่ปุ่น	55(3)	บัลแกเรีย	2	เม็กซิโก	2
สหราชอาณาจักร	19	สวิตเซอร์แลนด์	5	บราซิล	2
รัสเซีย	31(5)	สาธารณรัฐสโลวัก	5(2)	ปากีสถาน	2(1)
แคนนาดา	18(2)	สาธารณรัฐเช็ก	6	สโลเวเนีย	1
เยอรมนี	17	ฟินแลนด์	4(1)	โรมาเนีย	1(1)
ยูเครน	15	ฮังการี	4	อิหร่าน	(1)
สวีเดน	10	อาร์เจตินา	2(1)	อาร์เมเนีย	1
อินเดีย	17(6)	ลิธัวเนีย	1	ไต้หวัน	6(2)
เกาหลีใต้	20(2)	เนเธอร์แลนด์	1		

หมายเหตุ: ในวงเล็บ คือ จำนวนโรงไฟฟ้าที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง

ที่มา: กระทรวงพลังงาน (2550ก)

3.2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลก

ส่วนในปัจจุบัน ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency – IAEA) รายงานว่าเมื่อในปัจจุบัน ทั่วโลกมีประเทศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ประมาณ 32 ประเทศ มีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เดินเครื่องอยู่ 439 โรง กำลังการผลิตรวม 371,684 เมกะวัตต์ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16 ของไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมดทั่วโลก และยังมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างกำลังก่อสร้าง 32 โรงใน 13 ประเทศ อยู่ในแผนการก่อสร้าง 94 โรง และอยู่ในข้อเสนอขอก่อสร้างอีก 222 โรง โดยประเทศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์มากที่สุดคือสหรัฐอเมริกา รองลงมาคือ ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับประเทศในทวีปเอเชียซึ่งมีการใช้งานโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น (55โรง) เกาหลีใต้ (20 โรง) จีน (11 โรง) ปากีสถาน (2 โรง) อินเดีย (17 โรง) ไต้หวัน (6 โรง) และอิหร่าน (กำลังก่อสร้าง 2 โรง) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ญี่ปุ่น เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2509 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ Tokai-1, Ibaraki ปัจจุบันญี่ปุ่นมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าแล้ว 55 โรง ผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 49,580 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 30 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ นอกจากนั้นยังมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างกำลังก่อสร้าง 3 โรง จำนวน 3,643 เมกะวัตต์ และอยู่ในแผนเตรียมการก่อสร้าง 11 โรง จำนวน 14,945 เมกะวัตต์ และในอีก 10 ปีข้างหน้า ญี่ปุ่นได้วางแผนจะผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ให้ได้ร้อยละ 40 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ ในส่วนของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในอนาคตญี่ปุ่นมีนโยบายที่ดำเนินการเสริมสมรรถนะแร่ยูเรเนียม

เกาหลีใต้ เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์โรงแรกในปี พ.ศ. 2521 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ Kori-1 ปัจจุบันเกาหลีใต้มีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้ว 20 โรง ผลิตพลังงานไฟฟ้า 17,825 เมกะวัตต์ หรือประมาณร้อยละ 39 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ นอกจากนั้นยังมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์อยู่ระหว่างก่อสร้างอีก 2 โรง และอยู่ในแผนขอเตรียมการก่อสร้างอีก 6 โรง รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 9,600 เมกะวัตต์

จีน เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2536 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ Daya Bay-1 ตั้งอยู่ ณ เมืองกวางตง ปัจจุบันจีนมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้ว 11 โรง กำลังการผลิตติดตั้งทั้งหมด 8,587 เมกะวัตต์ อยู่ระหว่างการก่อสร้างอีก 8 โรง และอยู่ในแผนขอก่อสร้างอีก 4 โรง

ปากีสถาน เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2515 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ KANUPP ซึ่งตั้งอยู่ ณ เมืองชายฝั่งทะเล ห่างจากกรุงการาจีไปทางทิศตะวันตกประมาณ 17.7 กิโลเมตร ปัจจุบันปากีสถานมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้ว 2 โรง คือ KANUPP และ CHASNUPP-1 ผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,528 เมกะวัตต์ หรือร้อยละ 2.8 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ และอยู่ระหว่างการก่อสร้าง 1 โรง คือ CHASNUPP-2 รวมทั้งปากีสถานได้กำหนดไว้ว่าปี พ.ศ. 2573 จะผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ให้ได้ 8,800 เมกะวัตต์

อินเดีย เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2512 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ Tarapur-1 และปัจจุบันอินเดียมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้ว 17 โรง ผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,770 เมกะวัตต์ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.8 ของกำลังการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ นอกจากนั้นยังมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจำนวน 6 โรง กำลังการผลิตติดตั้ง 4,068 เมกะวัตต์ และตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนพัฒนาพลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์อินเดียได้กำหนดไว้ว่าเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2554 จะมีกำลังการผลิตติดตั้ง 7,280 เมกะวัตต์ และภายในปี พ.ศ. 2563 จะมีกำลังผลิตติดตั้งทั้งหมด 20,000 เมกะวัตต์

ไต้หวัน เริ่มจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในเชิงพาณิชย์โรงแรกในปี พ.ศ. 2521 จากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ Chinshan-1 และปัจจุบันมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่เดินเครื่องแล้วทั้งหมด 6 โรง กำลังการผลิตติดตั้งทั้งหมด 5,144 เมกะวัตต์ หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศ นอกจากนั้นยังมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจำนวน 2 โรง (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2551: 58-62)

นอกจากนี้ประเทศอินโดนีเซียได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาประเทศญี่ปุ่นให้ทำการศึกษาความเหมาะสมของสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยคาดว่าจะมีการใช้โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขนาด 600 เมกะวัตต์ได้หลังปี พ.ศ. 2546 ส่วนประเทศฟิลิปปินส์ได้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขนาด 650 เมกะวัตต์แล้วเสร็จ แต่ได้ยกเลิกการใช้งานเนื่องจากเหตุผลทางการเมือง ซึ่งในปัจจุบันมีแผนการที่จะนำโรงไฟฟ้าดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่โดยการให้สัมปทานแก่ผู้ก่อสร้างดำเนินการผลิตไฟฟ้าเป็นเวลา 30 ปี (Nuclear Science and Technology Knowledge Center, 2547)

3.2.2 ฝรั่งเศส : ต้นแบบในด้านการยอมรับของประชาชน

ฝรั่งเศส เป็นประเทศที่มีขนาดพื้นที่และจำนวนประชากรใกล้เคียงกับประเทศไทย มีทรัพยากรพลังงานน้อยกว่าประเทศเพื่อนบ้านอื่นๆ ในยุโรป แต่เป็นประเทศที่มีการบริโภคพลังงานสูงสุดเป็นอันดับที่ 7 ของโลก (รองจากเยอรมนีและญี่ปุ่น) ทำให้ฝรั่งเศสมีการตื่นตัวเรื่องพลังงานมาก นโยบายด้านพลังงานของฝรั่งเศสจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานหมุนเวียนต่างๆ มาอย่างต่อเนื่อง จนในปัจจุบันฝรั่งเศสมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์รวมทั้งสิ้น 58 โรง ในสถานที่ตั้งรวม 19 แห่งทั่วประเทศ มีกำลังผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์รวมทั้งสิ้น 63,100 เมกะวัตต์ เป็นประเทศที่มีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ใหญ่ที่สุดเป็นอันดับ 2 ของโลก

พลังงานนิวเคลียร์ทำให้ฝรั่งเศสสามารถพึ่งพาตนเองได้เกิน 100% ในด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า (ฝรั่งเศสยังส่งออกไฟฟ้าให้ประเทศเพื่อนบ้านด้วย) เนื่องจากไฟฟ้าส่วนใหญ่ผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยในปี ค.ศ. 2006 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในฝรั่งเศสผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมมากกว่าร้อยละ 85 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดในประเทศ ซึ่งเมื่อรวม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแล้ว ทำให้การผลิตไฟฟ้าในฝรั่งเศสเป็นการผลิตไฟฟ้าที่ปลอดก๊าซเรือนกระจกถึงร้อยละ 95 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด รัฐบาลฝรั่งเศสให้การสนับสนุนและเล็งเห็นว่าไฟฟ้าจากพลังงานนนิวเคลียร์จะช่วยส่งเสริมเรื่องความมั่นคงด้านพลังงาน ทำให้ฝรั่งเศสสามารถพึ่งพาตนเองในด้านพลังงานไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ ประชาชนและภาคการผลิตมีไฟฟ้าใช้ในราคาถูกลง

ในปัจจุบัน ฝรั่งเศสยังมีโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ใหม่ที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างอีก 1 โรง ได้แก่ โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ฟลามองวิลล์ 3 (Flamanville 3 Nucler Power Plant) ซึ่งจะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ต้นแบบของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่ใช้เทคโนโลยี European Pressurized Water Reactor – EPR ที่พัฒนาร่วมกันโดยฝรั่งเศส (บริษัท EDF และบริษัทอารีน่า) และเยอรมนี (บริษัทซีเมนส์) โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ฟลามองวิลล์ 3 ซึ่งจะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ยุคที่ 3 (Third Generation Reactor)

ฝรั่งเศสได้มีกระบวนการดำเนินงานด้านการสื่อสารสาธารณะ เพื่อสร้างการยอมรับของสาธารณะในโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ของฝรั่งเศสตั้งอต่ในอดีต 30 ปีที่แล้ว เมื่อแรกเริ่มสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เป็นครั้งแรก จนถึงยุคปัจจุบันแนวทางการสื่อสารจะเน้นเรื่องความโปร่งใสและซื่อสัตย์

การจัดประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งในระดับชาติและในระดับท้องถิ่น การทำประชาพิจารณ์นั้นจัดขึ้นเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากประชาชน เพื่อนำข้อคิดเห็นเหล่านั้นไปพัฒนาการดำเนินงานโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ แต่ไม่มีการลงคะแนนเสียง (Vote) แต่อย่างใด คนฝรั่งเศสส่วนใหญ่มีทัศนคติในเชิงบวกและให้การสนับสนุนโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยมีความเห็นว่ามีประโยชน์ช่วยให้ฝรั่งเศสมีความมั่นคงและพึ่งพาตนเองได้ในด้านพลังงาน ทำให้ราคาไฟฟ้ามีความมั่นคง ไม่ผันผวนตามราคาพลังงานโลก แม้จะยังมีข้อกังวลในเรื่องความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ รวมทั้งปัญหาในการจัดการกากกัมมันตรังสี

การสื่อสารในระดับท้องถิ่น จะเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น โดยมีการจัดตั้งคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารประจำท้องถิ่น ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนจากนักการเมืองท้องถิ่น ตัวแทรจากสายงานอาชีพต่างๆ ในท้องถิ่น องค์กรคุ้มครองสิ่งแวดล้อม และส่วนราชการท้องถิ่น เป็นต้น โดยคณะกรรมการดังกล่าวจะจัดให้มีการประชุมเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง และผู้จัดการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในพื้นที่นั้นๆ รวมทั้งหน่วยงานกำกับควบคุมความปลอดภัยโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (องค์กรอิสระ) จะต้องเข้าร่วมการประชุม เพื่อตอบข้อซักถามต่างๆ ที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ รวมทั้งปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ทางคณะกรรมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังกล่าวจะเข้าเยี่ยมชมและตรวจสอบการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าปีละ 1 ครั้ง นอกจากนี้โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ยังดำเนินกิจกรรมต่างๆ ร่วมกับชุมชน เพื่อให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการดำเนินงานของโรงไฟฟ้า รวมทั้งให้การสนับสนุนการพัฒนาชุมชนในด้านต่างๆ ด้วย (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550: 51-52)

และในอนาคตอันใกล้คาดว่าจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะเพิ่มขึ้นจากเดิมค่อนข้างมาก ทำให้คาดการณ์กันว่า โลกของเรากำลังก้าวเข้าสู่ยุคนิวเจอที่ทั่วโลกหันมาใช้พลังงานนิวเคลียร์ โดยมียูเรเนียมเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งยูเรเนียมที่สำรวจพบแล้ว คาดว่าจะใช้ได้อีก 250-300 ปี อีกทั้งยูเรเนียมนั้นมีกระจายอยู่ทุกทวีปทั่วโลก มากที่สุดขณะนี้คือที่ประเทศออสเตรเลีย แคนาดา แอฟริกาใต้ รัสเซีย คาซัคสถาน ฯลฯ ทำให้ราคาเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ไม่ผันผวนน่ากลัวเท่าน้ำมัน

3.2.3 เหตุการณ์อุบัติเหตุจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

การใช้งานโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในสภาวะปกติจะทำให้ประชาชนได้รับรังสีน้อยกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหินประมาณ 1.5 เท่า เนื่องจากการเผาไหม้ถ่านหินจะทำให้สารกัมมันตรังสีในธรรมชาติที่ปะปนอยู่ในถ่านหินฟุ้งกระจายออกสู่บรรยากาศ ในขณะที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทำงานภายใต้ระบบที่ปิดมิดชิด ป้องกันการฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสี

อย่างไรก็ตาม หากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้วอาจมีการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสี ซึ่งจะส่งผลกระทบทางรังสีอย่างรุนแรงถึงแม้ว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ได้ออกแบบและก่อสร้างให้มีความปลอดภัยสูงสุด (โดยค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่สูงมากนั้นส่วนหนึ่งประมาณ 30% ใช้ในการติดตั้งระบบความปลอดภัยต่างๆ) เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล แต่อุบัติเหตุย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ อาจมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์หรือความประมาทเลินเล่อของผู้ปฏิบัติงาน อุบัติเหตุส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เป็นเพียงเหตุขัดข้องธรรมดาที่เกิดขึ้นตามโรงไฟฟ้าทั่วไป เช่น ท่อน้ำรั่ว ไฟฟ้าลัดวงจร เป็นต้น เนื่องจากเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ จึงทำให้ได้รับความสนใจเป็นพิเศษทำให้รู้สึกเหมือนกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

สถิติในรอบ 40 ปีที่ผ่านมาพบว่าเกิดอุบัติเหตุโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจำนวน 10 ครั้ง (ดังตารางที่ 3.3) โดยอุบัติเหตุทั้งหมดมีเพียงอุบัติเหตุโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชอร์โนบิลเท่านั้นที่ทำให้มีผู้เสียชีวิต แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุบัติเหตุในการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ผลิตไฟฟ้า (พ.ศ.2521-2529) (ดังตารางที่ 3.2) แล้ว การเกิดอุบัติเหตุจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์นั้นทำให้เกิดความสูญเสียที่น้อยกว่าหลายเท่านัก

อุบัติเหตุโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เชอร์โนบิลในปี พ.ศ. 2529 เป็นอุบัติเหตุที่ไม่ได้เกิดขึ้นมาจากการเดินเครื่องไฟฟ้าตามปกติ แต่เป็นการจงใจฝ่าฝืนกฎระเบียบด้านความปลอดภัยเพื่อดำเนินการทดลองภายในโรงไฟฟ้า โดยตัดระบบความปลอดภัยทั้งหมดออกส่งผลให้เกิดระเบิดเนื่องจากไอน้ำความดันสูงและเพลิงลุกไหม้ มีเจ้าหน้าที่ของโรงไฟฟ้าและเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเสียชีวิต 31 คนผู้บาดเจ็บเนื่องจากรังสี 203 คน และต้องอพยพประชาชนโดยรอบรัศมี 30 กิโลเมตร

ต่อมาในปี พ.ศ. 2539 เมื่ออุบัติเหตุผ่านไปได้ 10 ปี องค์การอนามัยโลกได้สรุปผลการดำเนินงานการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่ามีอัตราการเกิดโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ในเด็กเพิ่มขึ้นโดยมีผู้เสียชีวิตแล้ว 3 คน คาดว่าเป็นผลมาจากการได้รับไอโอดีนรังสีเข้าสู่ร่างกาย อย่างไรก็ตามโรคมะเร็งชนิดนี้สามารถรักษาให้หายได้หากอาการยังไม่ลุกลาม ทั้งนี้ไม่พบความผิดปกติของการเกิดโรคมะเร็งในเม็ดเลือดขาว แต่ประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีผลกระทบทางรังสีมีอาการทางประสาทเพิ่มขึ้น เนื่องจากความหวาดกลัวอันตราย ซึ่งต้องได้รับการฟื้นฟูดูแลให้หมดความวิตกกังวลต่อไป (Nuclear Science and Technology Knowledge Center, 2547)

ดังจะเห็นได้ว่านอกจากระบบความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แล้ว มาตรการด้านการควบคุมความปลอดภัยจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

ตารางที่ 3.2 จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุในการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ผลิตไฟฟ้า (พ.ศ. 2521-2529)

เชื้อเพลิง	จำนวน อุบัติเหตุ (ครั้ง)	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)	จำนวนผู้เสียชีวิต / ไฟฟ้าที่ผลิตได้ (คน/จิกะวัตต์.ปี)
ถ่านหิน - เหมืองถล่ม	62	3600	0.34
น้ำมัน - ฐานขุดเจาะถล่ม	6	-	-
- เพลิงไหม้โรงกลั่น	15	450	0.02
- อุบัติเหตุในการขนส่ง	42	1620	0.08
ก๊าซธรรมชาติ - เพลิงไหม้ / การระเบิด ของถังเก็บท่อส่งก๊าซ และการขนส่ง	24	1440	0.17
พลังน้ำ - เขื่อนพัง/น้ำล้นเขื่อน	8	3839	1.41
พลังงานนิวเคลียร์ - เชอร์โนบิล	1	31	0.03

ที่มา: Nuclear Science and Technology Knowledge Center (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.3 สถิติอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่สำคัญ

พ.ศ.	สถานที่	เหตุการณ์	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2498	EBR-1 สหรัฐอเมริกา (0.2 MW)	เชื้อเพลิงหลอมละลาย เกิดการเปรอะเปื้อนรังสี ภายในโรงไฟฟ้า	-
2512	Fermi-1 สหรัฐอเมริกา (66 MW)	เชื้อเพลิงหลอมละลายต้องใช้เวลาซ่อมแซม 4 ปี	-
2512	Lucens สวิสเซอร์แลนด์ (7.5 MW)	ท่อชำรุดทำให้เชื้อเพลิง หลอมละลายและเกิดการ เปรอะเปื้อนทางรังสีภายในโรงไฟฟ้า	-
2518	Browns Ferry สหรัฐอเมริกา (2x1080 MW)	เกิดเพลิงไหม้สายเคเบิลต้องหยุดเดินเครื่อง 17 เดือน	-
2522	Three-Mile,Island-2 สหรัฐอเมริกา (880 MW)	สูญเสียน้ำระบายความร้อน ทำให้เชื้อเพลิงทั้งหมดหลอมละลาย	เกิดการรั่วของสารกัมมันตรังสีเล็กน้อย ต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติ
2523	Saint-Lauren A2 ฝรั่งเศส (450 MW)	เชื้อเพลิงหลอมละลายต้องหยุดเดินเครื่อง 2.5 ปี	เกิดการรั่วของสารกัมมันตรังสีเล็กน้อย ต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติ
2529	Chernoby 1-4 รัสเซีย (950 MW)	เพลิงไหม้หลังจากการระเบิดของไอน้ำ	มีผู้เสียชีวิต 31 คน มีผู้บาดเจ็บ 203 คน และอพยพประชาชนในรัศมี 30 กม. สารกัมมันตรังสีแพร่กระจายไปทั่วยุโรป
2532	Vandellos สเปน (950 MW)	ระบบความปลอดภัยชำรุด	-
2534	Mihama-2 ญี่ปุ่น (500 MW)	ท่อที่ใช้ผลิตไอน้ำแตกทำให้หยุดเดินเครื่องโดยอัตโนมัติ	-
2535	Lenigrad รัสเซีย (1000 MW)	ท่อบรรจุแท่งเชื้อเพลิงเกิดความเสียหาย	เกิดการรั่วของสารกัมมันตรังสีเล็กน้อย ต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติ

ที่มา: Nuclear Science and Technology Knowledge Center (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved