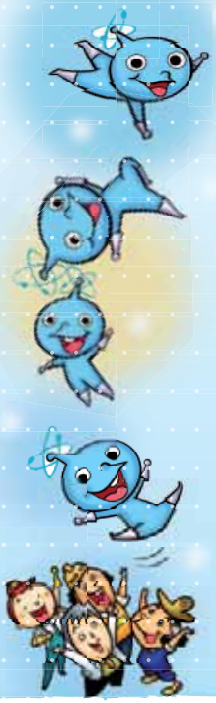
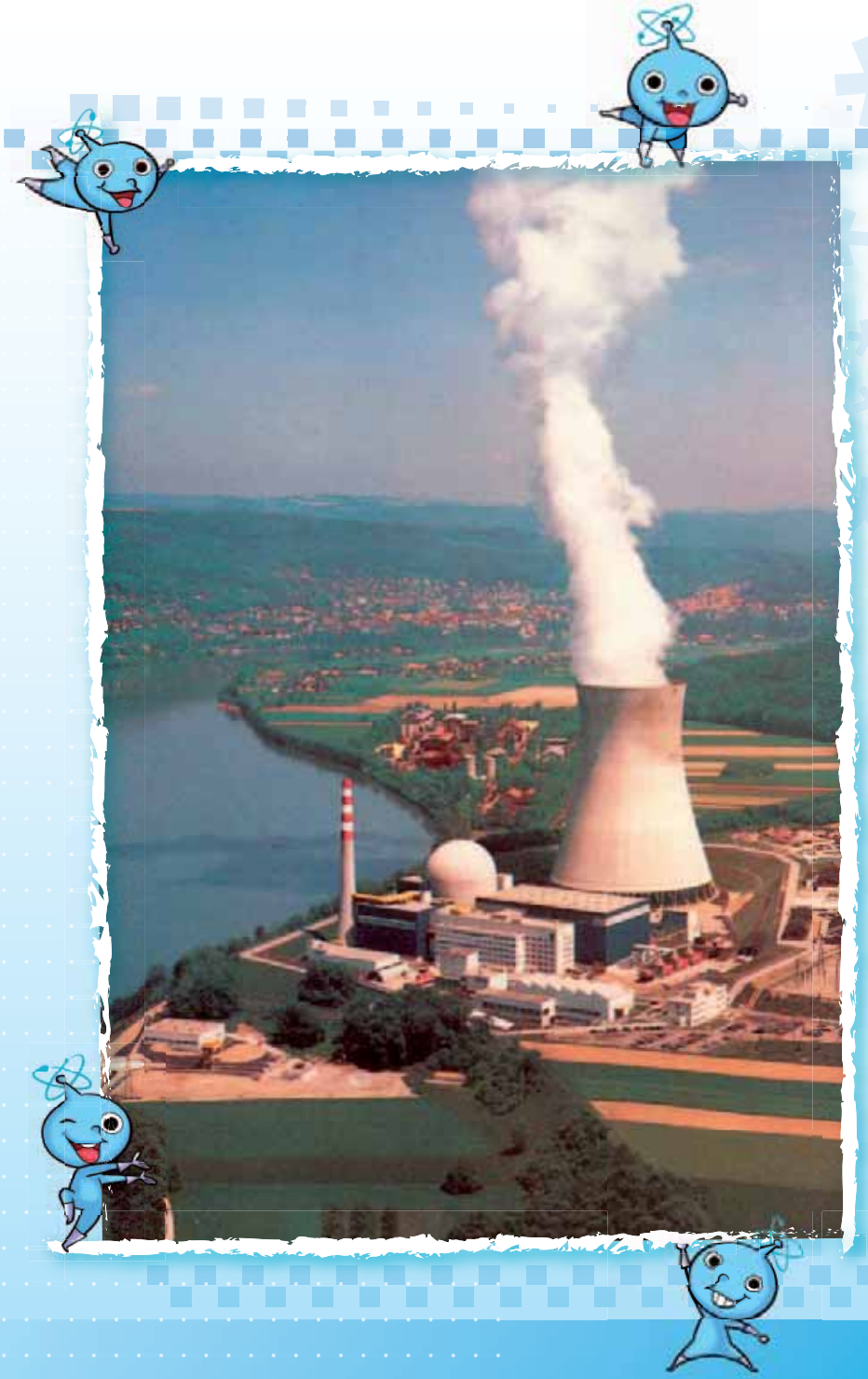
# โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

จัดพิมพ์โดย
กองสนับสนุนการประชาสัมพันธ์
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เลขที่ 16 ถนนงามดูพลี แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2596-7600
เมษายน 2552 จำนวน 10,000 เล่ม

สำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
เมษายน 2552



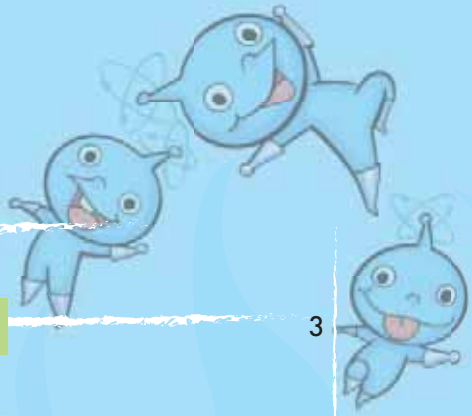
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE



OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

# Content สารบัญ




หลักการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 3

การจัดหาเชื้อเพลิงยูเรเนียม 7

การจัดการกากกัมมันตรังสี 9

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับประชาสังคม 13

อุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่สำคัญ 17

สถานการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในต่างประเทศ 21

สรุปข้อได้เปรียบและอุปสรรคของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 26

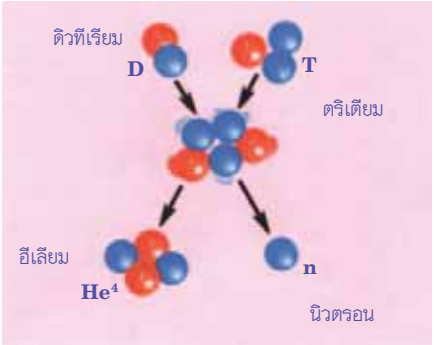
ทิศทางการพัฒนาความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 27

กลไกในการกำกับดูแลความปลอดภัยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย 30

OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

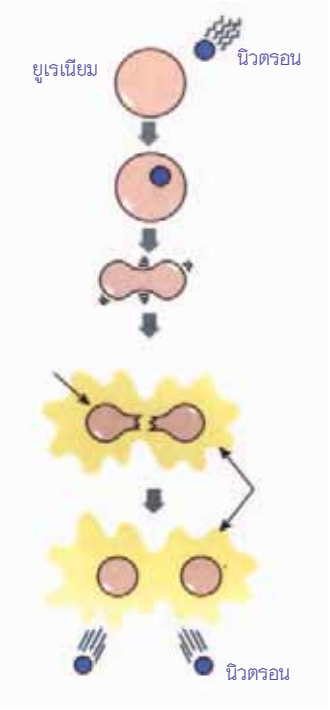
พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้นกำเนิดพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และเชื้อน โดยปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดความร้อนเพื่อนำไปผลิตไฟฟ้านั้น มีด้วยกัน 2 ชนิด ได้แก่ ปฏิกิริยาฟิวชัน และปฏิกิริยาฟิชชัน

ปฏิกิริยาฟิวชัน เป็นกระบวนการเช่นที่เกิดขึ้นภายในดวงอาทิตย์ จากการที่ธาตุน้ำหนักเบา เช่น ไฮโดรเจนร้อนจัดและอัดแน่นจนเกิดหลอมรวมตัวกันกลายเป็นธาตุใหม่ และปลดปล่อยความร้อนออกมา อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีปัจจุบันได้แต่เพียงจำลองปฏิกิริยาดังกล่าวให้เกิดขึ้นบนพื้นโลกจึงจำเป็นต้องใช้เวลาอีกนานนับสิบปี เพื่อพัฒนาให้การเกิดปฏิกิริยาเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างจริงจัง




ปฏิกิริยาฟิวชันภายในดวงอาทิตย์

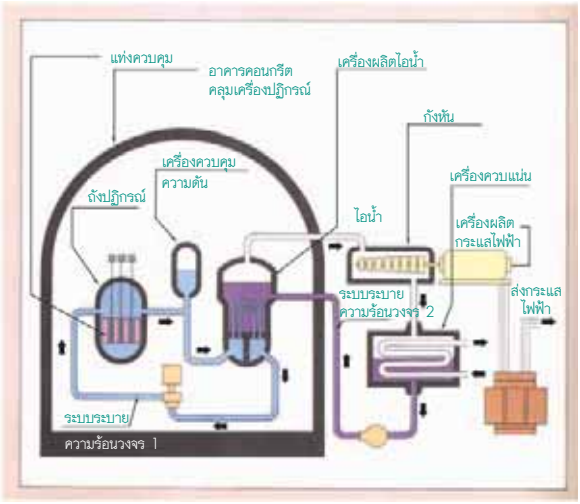
ส่วนปฏิกิริยาฟิชชันนั้น เป็นปฏิกิริยาที่ใช้กันอยู่ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั่วไป ได้แก่การนำอนุภาคนิวตรอนที่ได้มาจากสารรังสีเข้าไปกระตุ้นธาตุหนัก เช่น ยูเรเนียม ทำให้เกิดการแตกตัวกลายเป็นธาตุใหม่ซึ่งจะมีการปลดปล่อยความร้อนพร้อมกับอนุภาคนิวตรอนที่เกิดขึ้นใหม่อีกจำนวนหนึ่ง ดังนั้นเมื่อมีปริมาณยูเรเนียมหนาแน่นเพียงพอและสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม อนุภาคนิวตรอนที่เกิดขึ้นใหม่จะกลับเข้าไปทำปฏิกิริยากับยูเรเนียมอย่างต่อเนื่องได้ความร้อนออกมาอย่างมหาศาล




ปฏิกิริยาฟิชชันในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

# หลักการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จัดเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนชนิดหนึ่ง มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับโรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำมัน ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง โดยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น สามารถแบ่งส่วนการทำงานได้ 2 ส่วน คือ ส่วนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ จะใส่แท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ไว้ในน้ำภายในโครงสร้างปิดสนิท และให้ความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชชันไปต้มน้ำผลิตไอน้ำแทนการผลิตไอน้ำจากการสันดาปเชื้อเพลิงชนิดที่ก่อให้เกิดก๊าซมลพิษ และส่วนผลิตไฟฟ้าเป็นส่วนที่รับไอน้ำจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แล้วส่งไปหมุนกังหันผลิตไฟฟ้า ซึ่งส่วนนี้เป็นองค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทุกชนิด หลักการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แสดงได้ดังรูป




โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบอัดความดันสูง

เชื้อเพลิงยูเรเนียม

ปฏิกิริยาฟิชชันในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะให้ความร้อนออกมาอย่างมหาศาล โดยเชื้อเพลิงยูเรเนียมที่ใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดเท่าแท่งชอล์กหนักประมาณ 20 กรัม จะให้ความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมัน 1 ตัน ทั้งนี้ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาด 1,000 เมกะวัตต์ จะใช้แท่งเชื้อเพลิงปีละประมาณ 27 ตัน สามารถผลิตไฟฟ้าเทียบเท่ากับการใช้น้ำมันปีละประมาณ 2.6 ล้านตัน

การใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในภาวะปกติจะมีผลกระทบทางรังสีน้อยมาก เนื่องจากสารรังสีที่เกิดขึ้นจะถูกกักเก็บไว้ภายในระบบการทำงานที่ปิดมิดชิด ซึ่งเมื่อเทียบกับการใช้โรงไฟฟ้าถ่านหินขนาดเดียวกันพบว่า การใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะทำให้ประชาชนได้รับรังสีน้อยกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหินประมาณ 1.5 เท่า เนื่องจากโรงไฟฟ้าถ่านหินมีการสันดาปปลดปล่อยฝุ่นละอองที่มีสารกัมมันตรังสีในธรรมชาติปะปนอยู่ให้ฟุ้งกระจายสู่สิ่งแวดล้อม

ถึงแม้ว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และระเบิดปรมาณู ต่างมีหลักการทำงานโดยใช้ปฏิกิริยาฟิชชันเดียวกัน แต่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไม่สามารถเกิดการระเบิดได้เหมือนกับระเบิดปรมาณู เนื่องจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมชนิดความเข้มข้นต่ำ ทำให้ปฏิกิริยาฟิชชันเกิดขึ้นได้ช้าและมีขีดจำกัด หากปล่อยให้ปฏิกิริยาฟิชชันเกิดขึ้นโดยไม่มีการควบคุม เช่น อุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ความร้อนที่ทยอยเกิดขึ้นจะทำให้เชื้อเพลิงยูเรเนียมแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยและหยุดปฏิกิริยาฟิชชันลง ก่อนที่จะขยายความรุนแรงออกไป การระเบิดที่เกิดขึ้นเป็นเพียงการระเบิดของไอน้ำความดันสูง ขณะที่ระเบิดปรมาณูนั้นใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมความเข้มข้นสูง สามารถเกิดปฏิกิริยาฟิชชันได้อย่างรวดเร็วและมีการใช้การระเบิดทางเคมีเข้าช่วย เพื่อผลักดันให้ยูเรเนียมรวมตัวกันคงสภาพเดิมอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง จนกระทั่งปฏิกิริยาฟิชชันเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและต่อเนื่องเป็นการระเบิดขึ้น

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

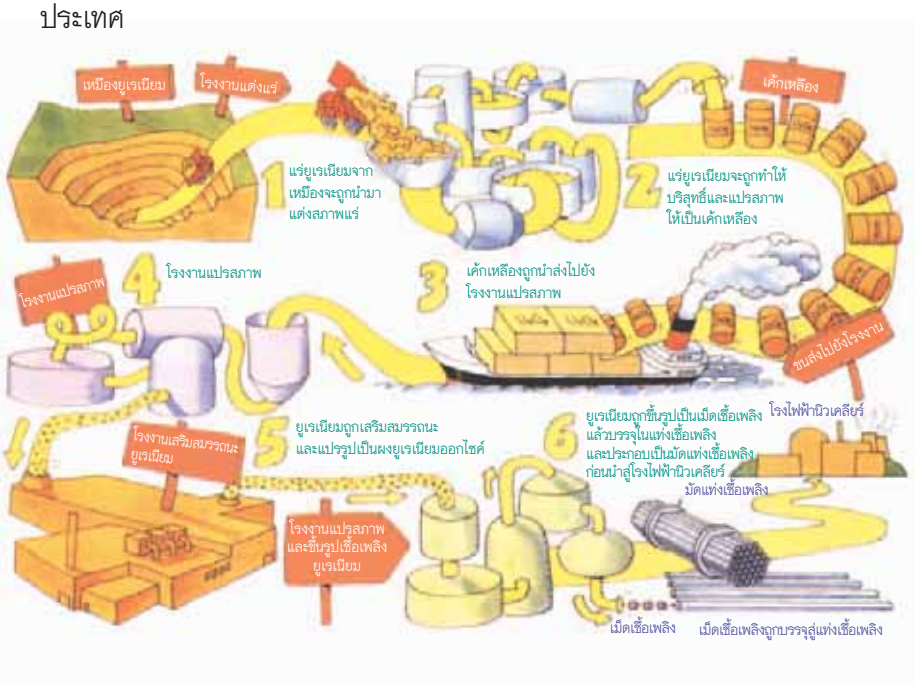
| โรงไฟฟ้า / มลพิษ | ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | ซัลเฟอร์และไนโตรเจน | ฝุ่นละอองและเถ้า | กากกัมมันตรังสี |
|---|---|---|---|---|
| นิวเคลียร์ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |
| พลังความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

มลพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

# การจัดหาเชื้อเพลิงยูเรเนียม

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดกำลัง 1,000 เมกะวัตต์ ในการเดินเครื่องครั้งแรกจะใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมประมาณ 100 ตัน ซึ่งผลิตมาจากแร่เชื้อเพลิงยูเรเนียมในธรรมชาติ 590 ตัน หลังจากนั้นจะต้องเติมเชื้อเพลิงยูเรเนียมใหม่ทุกๆ ปี ประมาณปีละ 27 ตัน ซึ่งผลิตมาจากแร่ยูเรเนียมในธรรมชาติ 160 ตัน

ในปี พ.ศ. 2546 แห่งผลิตแร่ยูเรเนียมที่สำคัญ ได้แก่ แคนาดา (28.0%) ไนจีเรีย (8.9%) คาซัคสถาน (8.2%) เซอร์เบติสถาน (7.9%) รัสเซีย (7.0%) ออสเตรเลีย (6.9%) และประเทศอื่นๆ (33.1%) รวมทั้งหมด 25 ประเทศ



ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตแร่ยูเรเนียมของโลกได้อยู่ในสภาวะตกต่ำ เนื่องจากราคาแร่ยูเรเนียมลดลง ส่งผลให้ต้องมีการลดกำลังการผลิต โดยปริมาณการผลิตแร่ยูเรเนียมในปี พ.ศ. 2546 มีเพียงร้อยละ 54 ของปริมาณความต้องการทั้งหมด ทำให้ต้องมีการนำแร่ยูเรเนียมสำรองมาใช้ทดแทน โดยประมาณการว่าทั่วโลกมีปริมาณแร่ยูเรเนียมสำรองประมาณ 88 ปี (ปริมาณสำรองของถ่านหิน 220 ปี น้ำมัน 40 ปี และก๊าซธรรมชาติ 60 ปี) ทั้งนี้ ไม่รวมถึงปริมาณสำรองที่ใช้ในทางทหาร ซึ่งอาจจะมีปริมาณมากกว่าหลายเท่าและการสกัดเชื้อเพลิงเก่ากลับมาใช้ใหม่

# การจัดการกากกัมมันตรังสี

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดก๊าซมลพิษต่างๆ เหมือนกับโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เนื่องจากการใช้ปฏิกิริยาฟิชชันในการผลิตความร้อนแทนการสันดาปของเชื้อเพลิง

อย่างไรก็ตาม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดกำลัง 1,000 เมกะวัตต์ ในแต่ละปีจะมีกากกัมมันตรังสีจากการดำเนินงานในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่น การทำความสะอาดระบบอุปกรณ์ต่างๆ กระดาษหรือวัสดุที่ใช้กรองสารกัมมันตรังสีประมาณ 200 - 600 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นกากกัมมันตรังสีที่มีระดับรังสีต่ำและปานกลางสามารถสลายตัวหมดสภาพลงได้อย่างรวดเร็ว กากกัมมันตรังสีเหล่านี้ จะผ่านกรรมวิธีบำบัดให้มีปริมาตรลดลง และจัดเก็บไว้ให้สลายตัวจนไม่เป็นสารกัมมันตรังสี

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

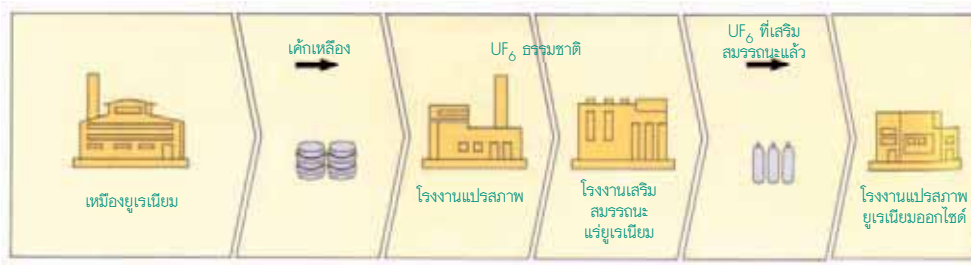
กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำ

สถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำ

นอกจากนี้ ยังมีเชื้อเพลิงใช้แล้ว ปีละ 27 ตัน ซึ่งภายในเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ประกอบด้วยเชื้อเพลิงเดิมที่เหลืออยู่ และมีพลูโตเนียมซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชนิดใหม่เกิดขึ้น โดยมีกากกัมมันตรังสีประมาณ 1 - 2 ตัน ซึ่งมีระดับรังสีสูงและใช้เวลาสลายตัวนานนับหมื่นปี

การจัดการกากกัมมันตรังสีเหล่านี้ดำเนินการโดยเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้วไว้ภายในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นการชั่วคราวเพื่อปล่อยให้เย็นลง ซึ่งสามารถจัดเก็บได้ตลอดอายุการใช้งานโรงไฟฟ้าเป็นเวลาถึง 50 ปี หรืออาจนำไปเก็บไว้ภายนอกอาคารซึ่งได้ก่อสร้างสถานที่เก็บไว้โดยเฉพาะภายในอาณาเขตของโรงไฟฟ้า

เมื่อมีเชื้อเพลิงใช้แล้วปริมาณมากพอหรือเลิกดำเนินกิจการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เชื้อเพลิงใช้แล้วจะนำไปเก็บไว้ในสถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีถาวร เช่น นำไปเก็บไว้ในอุโมงค์ที่สร้างขึ้นลึกลงไปใต้ดินประมาณ 0.5-1 กม. เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และปล่อยให้สลายตัวไปจนกระทั่งมีระดับรังสีเท่ากับธรรมชาติ



บ่อเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้วภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

นอกจากนี้ ก่อนที่จะนำเชื้อเพลิงใช้แล้วไปเก็บไว้ในสถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีถาวรอาจนำไปแยกสกัดเพื่อนำเชื้อเพลิงกลับมาใช้ใหม่ โดยให้เหลือเฉพาะกากกัมมันตรังสี ซึ่งผ่านกระบวนการลดปริมาตรและแปรสภาพเป็นของแข็ง เช่น ในรูปของผลึกแก้ว ทำให้สามารถจัดเก็บได้สะดวกยิ่งขึ้น และมีความคงทนต่อการสึกกร่อนป้องกันการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม โดยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดกำลัง 1,000 เมกะวัตต์ ในแต่ละปีจะมีกากกัมมันตรังสีซึ่งผ่านการแปรสภาพแล้วดังกล่าวเพียง 3 ลูกบาศก์เมตร

สถานีทดลองอุปกรณ์และเครื่องมือในระบบการเก็บกากกัมมันตรังสีสูงแบบถาวร (ใต้ดิน)
ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์

สถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีสูงแบบถาวร (ใต้ดิน)
ในประเทศสวีเดน

# โรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับประชาชน

ปัจจุบันประชาชนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการเริ่มโครงการต่างๆ ของรัฐบาลสำหรับในกรณีของโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ก็เช่นเดียวกัน ในประเทศที่ประสบความสำเร็จในโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ได้มีการจัดให้ประชาชนเข้าไปมีส่วนร่วมในการพิจารณาการดำเนินโครงการตั้งแต่เริ่มโครงการก่อสร้าง การเดินเครื่อง และการรื้อถอนหลังจากเลิกใช้งาน นอกจากนี้ ด้านความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบการดำเนินโครงการได้จะทำให้โครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและเป็นที่ยอมรับของประชาสังคม

## การเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจ

เนื่องจากทั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และระเบิดปรมาณู ใช้ปฏิกิริยาฟิชชั่นเป็นต้นกำเนิดพลังงานความร้อนเช่นเดียวกัน ดังนั้น การให้ความรู้และความเข้าใจกับประชาชนย่อมเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นประการแรก การที่จะให้ประชาชนเข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการ ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะในแถบยุโรป ได้กำหนดให้หน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยมีหน้าที่รับผิดชอบด้านการให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยแก่ประชาชน เพื่อให้ประชาชนเกิดความเชื่อมั่นในการดำเนินโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และเพื่อเพิ่มความเชื่อถือและทำให้มีความมั่นใจในโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพของรัฐในงานกำกับดูแลความปลอดภัยด้วย

## การควบคุมความปลอดภัยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

หน่วยงานเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินงานให้เป็นไปอย่างปลอดภัย และหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยมีหน้าที่รับผิดชอบในการกำกับดูแลและให้ข้อมูลกับสาธารณชนในแง่ของบทบาทในการเสริมสร้างความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ให้แก่สาธารณชน ซึ่งการสร้างความเชื่อมั่นดังกล่าวต่อประชาชนต้องประกอบด้วย การให้ข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วทันต่อเหตุการณ์และถูกต้องในทุกๆ ด้าน นอกจากนี้ ในกรณีที่มีประเด็นปัญหาควรมีการจัดการอภิปราย เพื่อให้ทุกฝ่ายมีการปรึกษาหารือร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ข้อยุติและข้อปฏิบัติในอนาคตต่อไปได้ อีกประการหนึ่งคือการดำเนินงานต้องประกอบด้วยการบริหารจัดการที่ดี และการตัดสินใจด้านความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพของหน่วยงานของรัฐเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของประชาชนที่มีต่อหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัย

## การป้องกันอันตรายจากรังสี

ในการเดินเครื่องใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แผนการป้องกันอันตรายจากรังสี เป็นประเด็นสำคัญและมีผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ เพื่อให้แผนการดำเนินการดังกล่าวมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายในการดำเนินการควรจะให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการจัดทำแผนการดังกล่าว ตลอดจนต้องมีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานอย่างละเอียดรอบคอบ โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบจะต้องให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชน ซึ่งจะทำให้แผนการป้องกันอันตรายจากรังสีที่จัดทำขึ้นได้รับความร่วมมือจากทุกๆ ฝ่ายและประสบผลสำเร็จ

## การจัดการเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว

การจัดการเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว เป็นอีกประเด็นที่เป็นที่สนใจของประชาชน แต่ทั้งนี้กากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้วที่มีปริมาณรังสีสูงจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ สามารถที่จะเก็บไว้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ตลอดอายุการใช้งานของโรงไฟฟ้า และมีหลายแนวทางที่จะจัดการเก็บอย่างถาวรต่อไปเพื่อมิให้มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในประเด็นของการจัดการกากรังสีสูงยังคงสามารถชะลอการตัดสินใจในรายละเอียดของแนวทางการจัดการกากไว้ก่อนได้ อย่างไรก็ตาม การให้ประชาชนมีส่วนร่วมเกี่ยวกับแนวทางดำเนินการยังคงมีความสำคัญเช่นเดียวกันโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของส่วนรวมเป็นสำคัญทั้งในปัจจุบันและอนาคตตลอดไป

# อุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่สำคัญ

สถิติในรอบ 45 ปี ที่ผ่านมา พบว่าเกิดอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีผลกระทบต่อระบบเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจำนวน 9 ครั้ง แต่อุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่นับว่ามีความรุนแรงนั้น ได้แก่ อุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทรีไมล์ไอร์แลนด์ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2522 และอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ประเทศยูเครน ในปี พ.ศ. 2529 ซึ่งเป็นอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพียงครั้งเดียวที่ทำให้มีผู้เสียชีวิต

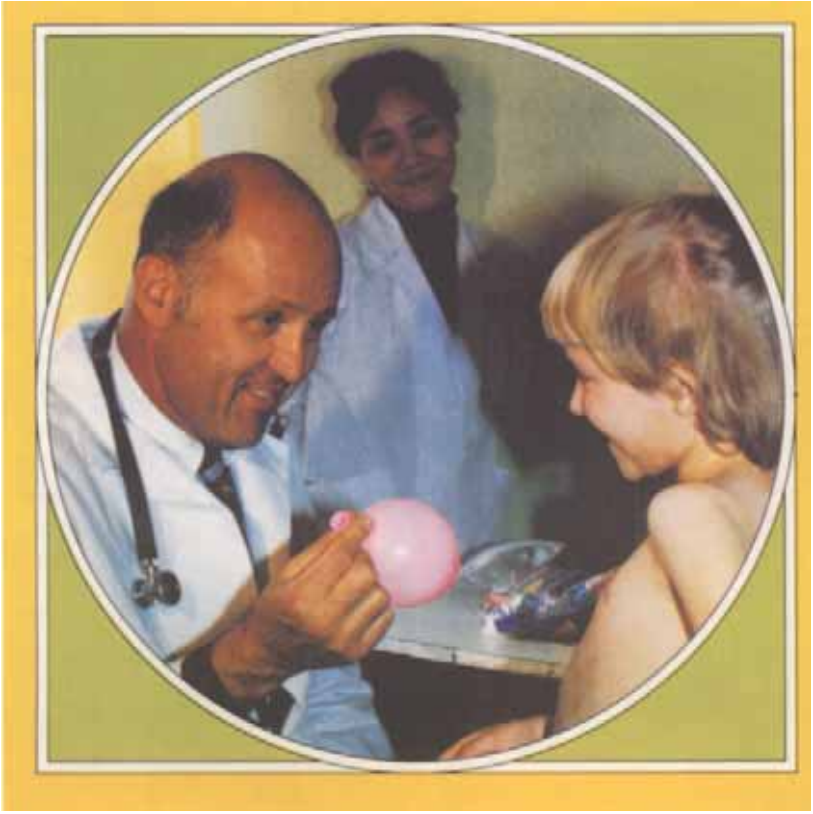
การวัดตัวอย่างในสิ่งแวดล้อม

การเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ภายหลังการเกิดอุบัติเหตุ

การเกิดอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั้งสองครั้ง มีสาเหตุเกิดจากความบกพร่องของเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานเดินเครื่อง โดยเฉพาะอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิลไม่ได้เกิดขึ้นจากการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าตามปกติ แต่เป็นการจงใจฝ่าฝืนกฎระเบียบด้านความปลอดภัยเพื่อดำเนินการทำการทดลองภายในโรงไฟฟ้า ขณะตัดระบบความปลอดภัยทั้งหมดออก ส่งผลให้เกิดระเบิดเนื่องจากไอน้ำความดันสูงและเพลิงลุกไหม้ มีเจ้าหน้าที่ของโรงไฟฟ้าและเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเสียชีวิต 31 คน ผู้บาดเจ็บเนื่องจากรังสี 203 คน และต้องอพยพประชาชนโดยรอบรัศมี 30 กิโลเมตรจากโรงไฟฟ้า

ในปี พ.ศ. 2546 เมื่ออุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิลได้ผ่านไป 16 ปี องค์การอนามัยโลก (The World Health Organization, WHO) ซึ่งเป็นผู้ติดตามผลกระทบทางรังสีต่อสุขภาพของประชาชน ได้มีการวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า ในประเทศ Belarus ประเทศ Ukrain และประเทศ Russian Federation ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีตกลงสู่พื้นดินในปริมาณสูง มีอัตราการเป็นมะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ในเด็กสูงขึ้นกว่าอัตราปกติ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา ซึ่งคาดว่าเป็นผลจากการรับไอโอดีนรังสี อย่างไรก็ตาม โรคมะเร็งที่ต่อมไทรอยด์เป็นโรคที่สามารถรักษาให้หายได้และโดยปกติจะไม่ทำอันตรายให้ถึงแก่ชีวิต

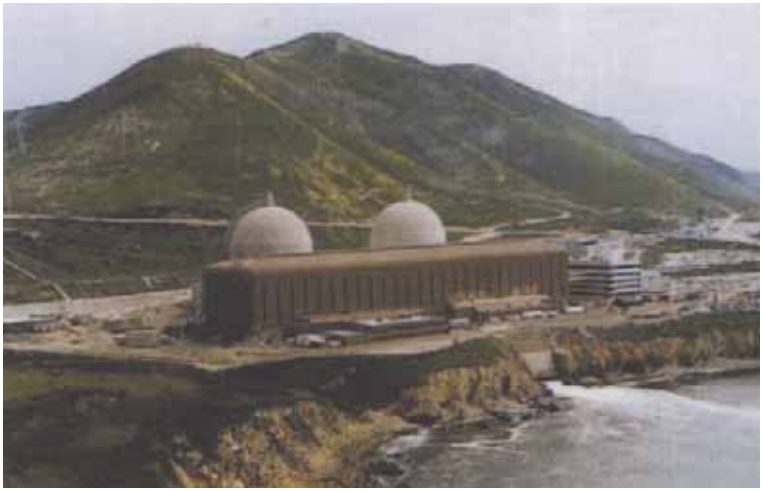


การตรวจสุขภาพประชาชนที่อยู่ในบริเวณโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล

# สถานการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในต่างประเทศ

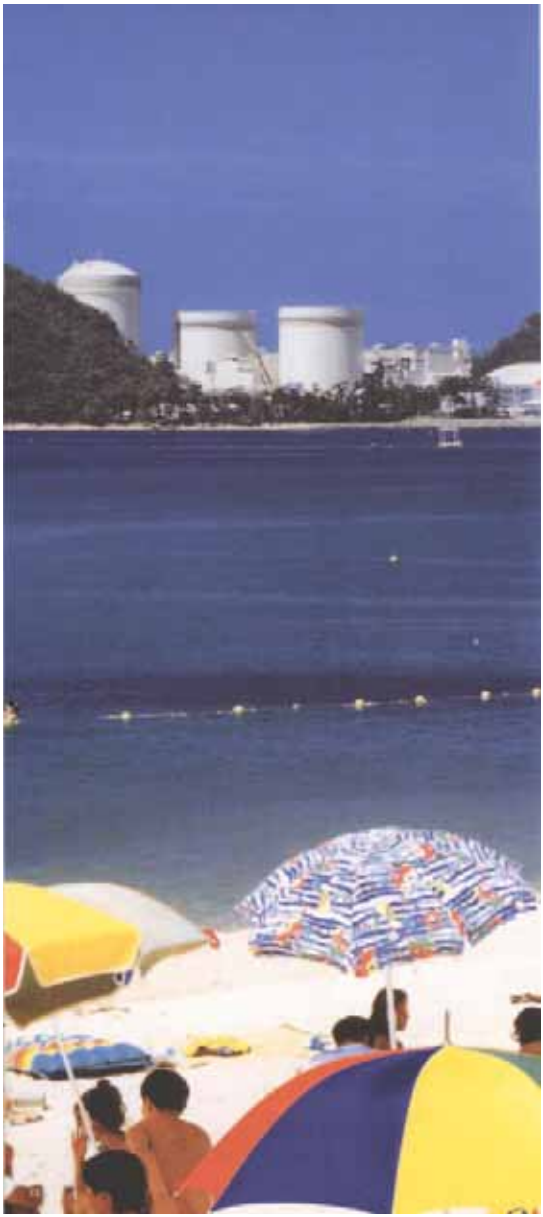
ณ สิ้นปี พ.ศ. 2547 ทั่วโลกมีการใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั้งสิ้น 441 โรง ใน 32 ประเทศ และอยู่ในระหว่างการก่อสร้างอีก 25 โรง ใน 10 ประเทศ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 18 ของโรงไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดทั่วโลก โดยประเทศลิทัวเนียมีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ประมาณร้อยละ 79.9 ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด ตามด้วยประเทศฝรั่งเศส สโลวัก เบลเยี่ยม มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 77.7 57.4 และ 55.5 ตามลำดับ สำหรับประเทศที่มีจำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มากที่สุด ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา (104 โรง)

ประเทศในทวีปเอเชีย ซึ่งมีการใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น (54 โรง กำลังก่อสร้าง 2 โรง) เกาหลีใต้ (19 โรง กำลังก่อสร้าง 1 โรง) อินเดีย (14 โรง กำลังก่อสร้าง 9 โรง) ไต้หวัน (6 โรง กำลังก่อสร้าง 2 โรง) จีน (9 โรง กำลังก่อสร้าง 2 โรง) ปากีสถาน (2 โรง) และอิหร่าน (กำลังก่อสร้าง 2 โรง)



โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Diablo Canyon

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Tsuruga



โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Mihama

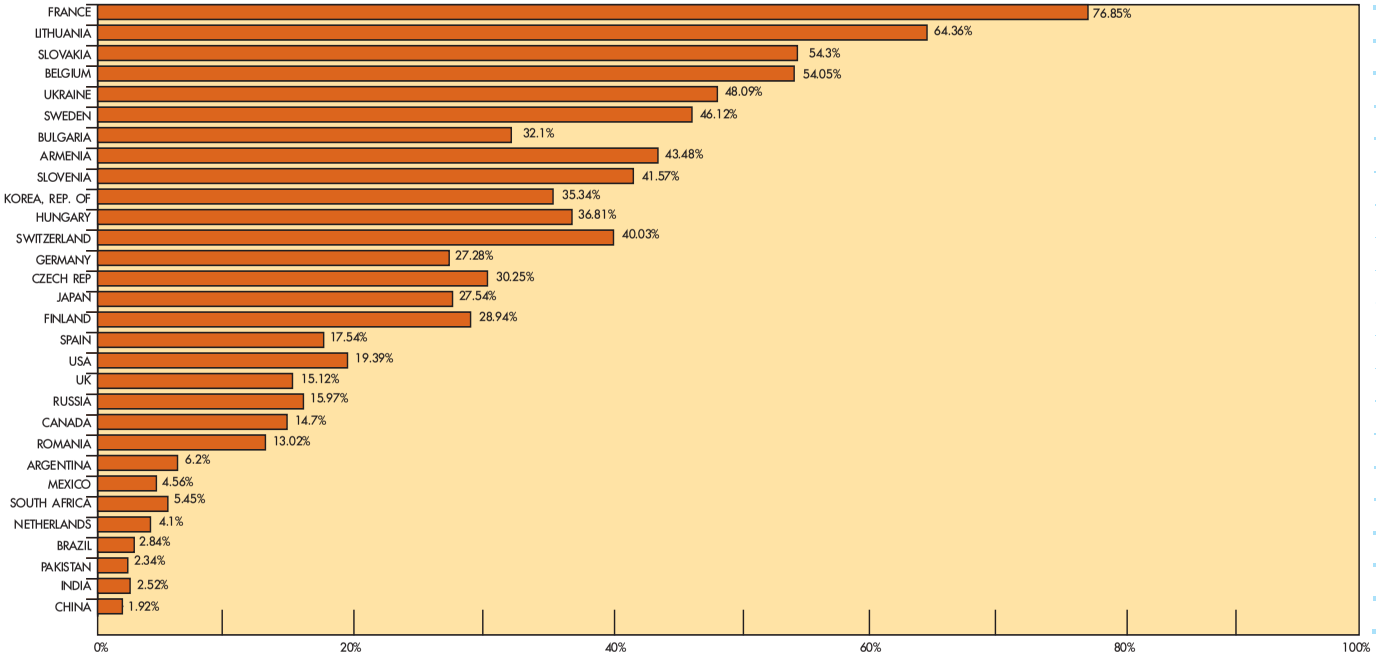
## สถิติโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

(มีนาคม 2552)

เดินเครื่องใช้งานรวมทั้งสิ้น 439 โรง ผลิตไฟฟ้า 370,040 เมกะวัตต์

| ประเทศ | เดินเครื่องใช้งาน | กำลังก่อสร้าง | ประเทศ | เดินเครื่องใช้งาน | กำลังก่อสร้าง |
|---|---|---|---|---|---|
| อาร์เจนตินา | 2 | 1 | ญี่ปุ่น | 55 | 2 |
| อาร์เมเนีย | 1 | - | เกาหลีใต้ | 20 | 3 |
| เบลเยี่ยม | 7 | - | ลิธัวนีย | 1 | - |
| บราซิล | 2 | - | เม็กซิโก | 2 | - |
| บุลกาเรีย | 2 | 2 | เนเธอร์แลนด์ | 1 | - |
| แคนาดา | 18 | - | ปากีสถาน | 2 | 1 |
| จีน | 11 | 5 | โรมาเนีย | 2 | - |
| สาธารณรัฐเชค | 6 | - | สหภาพรัสเซีย | 31 | 6 |
| ไต้หวัน | 6 | - | สาธารณรัฐสโลวัก | 5 | - |
| ฟินแลนด์ | 4 | 1 | สโลวาเนีย | 1 | - |
| ฝรั่งเศส | 59 | 1 | แอฟริกาใต้ | 2 | - |
| เยอรมัน | 17 | - | สเปน | 8 | - |
| ฮังการี | 4 | - | สวีเดน | 10 | - |
| อินเดีย | 17 | 6 | สวิตเซอร์แลนด์ | 5 | - |
| อิหร่าน | - | 1 | ยูเครน | 15 | 2 |
| อังกฤษ | 19 | - | สหรัฐอเมริกา | 104 | 1 |

## สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศต่างๆ (มีนาคม 2552)



## สรุปข้อได้เปรียบและอุปสรรคของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

| ข้อได้เปรียบ | อุปสรรค |
|---|---|
| 1. เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าแข่งขันได้กับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น | 1. ใช้เงินลงทุนสูง และจำเป็นต้องเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาบุคลากรเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ |
| 2. เป็นโรงไฟฟ้าที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ | 2. จำเป็นต้องพัฒนาและเตรียมการเกี่ยวกับการจัดการกากกัมมันตรังสี การดำเนินงานด้านแผนฉุกเฉินทางรังสี และมาตรการควบคุมความปลอดภัยเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ |
| 3. เสริมสร้างความมั่นคงของระบบผลิตไฟฟ้า เนื่องจากใช้เชื้อเพลิงน้อย ทำให้มีเสถียรภาพในการจัดหาเชื้อเพลิง และราคาเชื้อเพลิงมีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตเล็กน้อย | 3. การยอมรับของประชาชน |

ในการใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้เกิดอุบัติเหตุครั้งสำคัญ 2 ครั้ง คือ ในปี พ.ศ. 2522 อุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทรีไมล์ไอส์แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา และในปี พ.ศ. 2529 อุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย (ในขณะนั้น) จากผลของอุบัติเหตุทั้งสองเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการตื่นตัวในการพัฒนาเทคโนโลยีความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องมาจากความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการตัดสินใจผิดพลาดในการแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉินของเจ้าหน้าที่ในระยะเวลาจำกัด

ดังนั้น แนวทางการพัฒนาการควบคุมความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลัง ได้มีแนวคิดในการออกแบบระบบอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยและระบบเครื่องมือต่างๆ ให้มีการทำงานในระบบอัตโนมัติ มุ่งที่จะอาศัยคุณสมบัติธรรมชาติในการแก้ไข/ระงับเหตุผิดปกติ และให้เจ้าหน้าที่มีเวลาพอเหมาะที่จะตัดสินใจแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย รวมทั้งมีเวลาในการสืบค้นหาสาเหตุและจุดขัดข้องที่แท้จริง ที่จะสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้แม่นยำและถูกต้อง

สรุปแนวทางในการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลังรุ่นใหม่ในอนาคต ได้ดังนี้

1. มุ่งเน้นการใช้ระบบความปลอดภัยธรรมชาติ โดยการออกแบบให้ในสภาวะฉุกเฉินระบบความปลอดภัยต่างๆ ทำงานอัตโนมัติด้วยคุณสมบัติทางธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานจักรกลจากระบบภายนอก ทั้งนี้ เพื่อความแน่นอนในการทำงานและเพิ่มเวลาในการแก้ไขสถานการณ์แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

2. มุ่งเน้นให้การออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ง่ายต่อการเดินเครื่องปฏิกรณ์และการซ่อมบำรุง

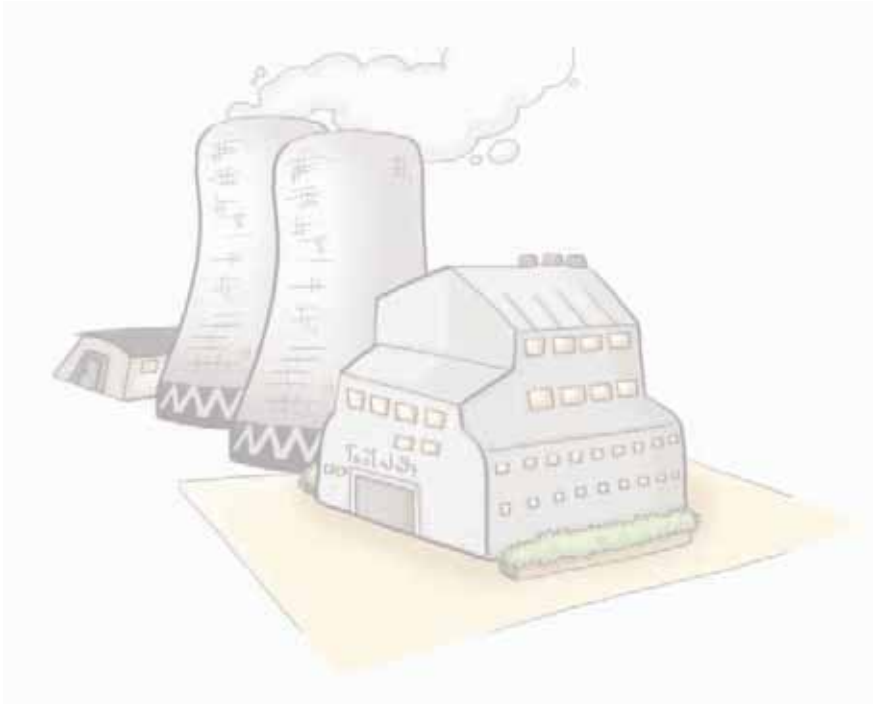
3. การออกแบบมุ่งเน้นลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

4. มุ่งเน้นให้มีการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลังให้เป็นตามมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้างอย่างปลอดภัยตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ และมาตรฐานด้านความปลอดภัย

5. สามารถควบคุมและจำกัดขอบเขตของการเกิดอุบัติเหตุขั้นรุนแรงได้

6. การออกแบบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความทนทานต่ออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งจากเครื่องปฏิกรณ์ อุบัติเหตุจากธรรมชาติ และการก่อวินาศกรรม

ดังนั้น ในอนาคตหากประเทศไทยเลือกจะใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ สามารถที่จะเลือกใช้โรงไฟฟ้ารุ่นใหม่ๆ ซึ่งมีการออกแบบด้านความปลอดภัยและความเชื่อมั่นในความปลอดภัยสูงขึ้น มีความแน่นอนในการทำงานสูง คุ้มค่าทางเศรษฐกิจการลงทุนและเป็นผลดีด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักเพื่อรองรับเศรษฐกิจของประเทศได้



# กลไกในการกำกับดูแลความปลอดภัย

## โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย

การควบคุมดูแลความปลอดภัยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ตามมาตรฐานของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศนั้น ได้กำหนดให้มีการตรวจสอบติดตามควบคุมความปลอดภัยตั้งแต่เริ่มโครงการ ตั้งแต่การเลือกสถานที่ตั้งจนกระทั่งการรื้อถอนเลิกใช้งานโรงไฟฟ้า และให้รวบรวมข้อมูลทางเทคนิคทำในรูปแบบของรายงานเรียกว่า**รายงานการวิเคราะห์ความปลอดภัย**เพื่อประกอบการพิจารณาออกใบอนุญาตดำเนินกิจการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

โดยเป็นรายงานอีกประเภทหนึ่งซึ่งต้องจัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเป็นหน่วยงานทำหน้าที่ในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์และควบคุมการดำเนินงานให้เป็นไปอย่างปลอดภัย ซึ่งในขณะนี้อยู่ในระหว่างการปรับปรุงกฎหมายและโครงสร้างการบริหารงานเพื่อปรับปรุงแยกงานส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์กับงานควบคุมความปลอดภัยออกจากกัน เพื่อให้การดำเนินการควบคุมและกำกับดูแลความปลอดภัยเป็นอิสระไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อการป้องกันความโน้มเอียงที่อาจเกิดขึ้น ตามมาตรฐานความปลอดภัยของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ยังได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการขึ้นมาคณะหนึ่ง เพื่อดำเนินการกำหนดนโยบายในเรื่องการจัดตั้งกลไกกำกับดูแลความปลอดภัย การพิจารณารายงานการวิเคราะห์ความปลอดภัย การตรวจสอบติดตามการดำเนินงานด้านความปลอดภัยรวมทั้งเผยแพร่ข้อเท็จจริงให้ประชาชนมีความเข้าใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยเฉพาะในแง่ของความปลอดภัย ในอนาคตหากประเทศไทยจำเป็นต้องเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว จำเป็นต้องสร้างกลไกในการกำกับดูแลในรูปแบบขององค์กรเฉพาะพิเศษที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล จึงจะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ ได้รับประโยชน์คุ้มค่าและปลอดภัย

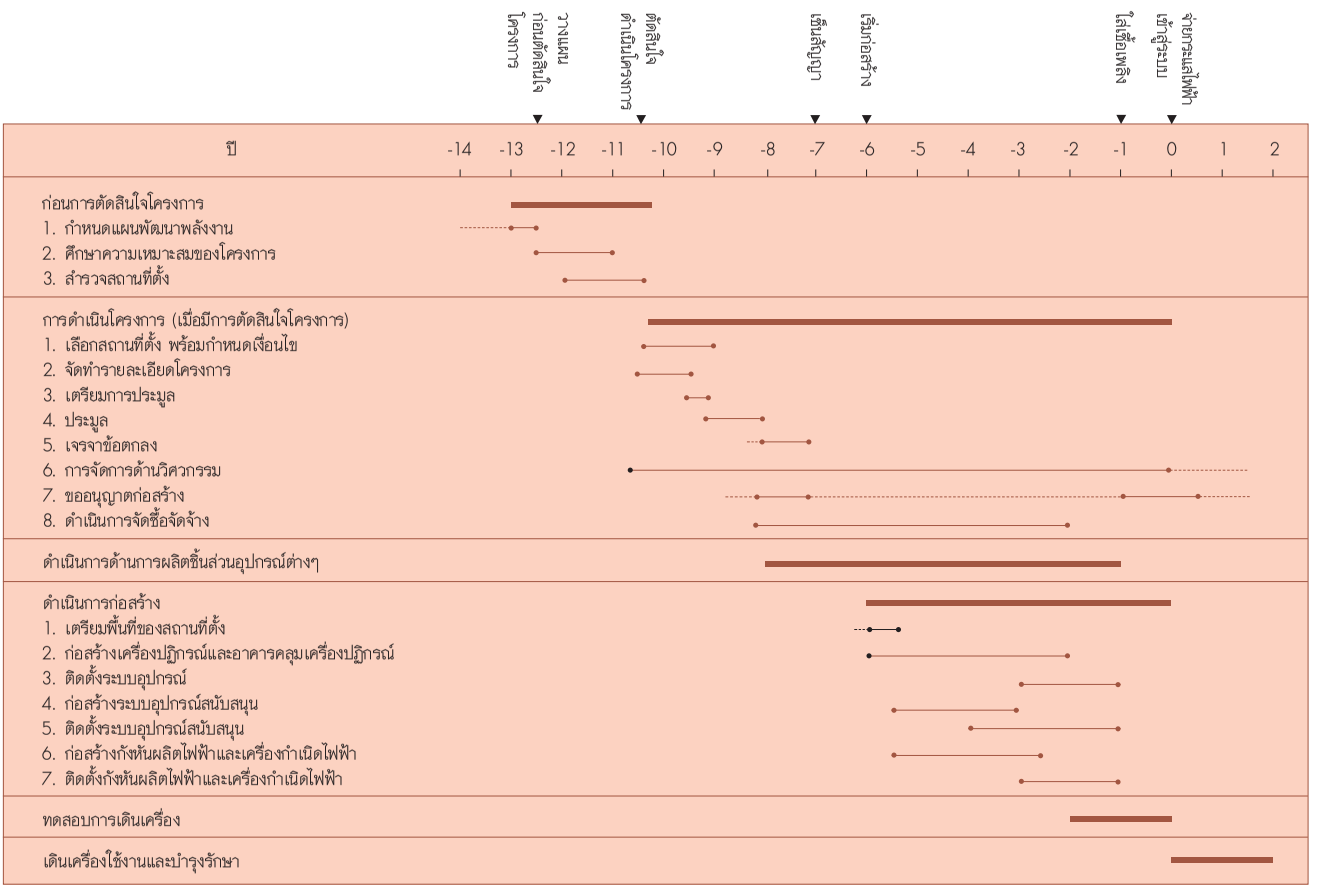
# ขั้นตอนการดำเนินโครงการ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

**ก่อนก่อสร้าง**

- ศึกษาความเหมาะสม
- กฎระเบียบด้านความปลอดภัย ← พิจารณา
- จัดทำโครงการ
- เลือกสถานที่ตั้ง → ศึกษาความปลอดภัยและผลกระทบ ← พิจารณา
- ออกแบบ → การวิเคราะห์ความปลอดภัย ← พิจารณา
- รายงานการวิเคราะห์ความปลอดภัย ← เห็นชอบให้ก่อสร้าง

**ก่อนเดินเครื่อง**

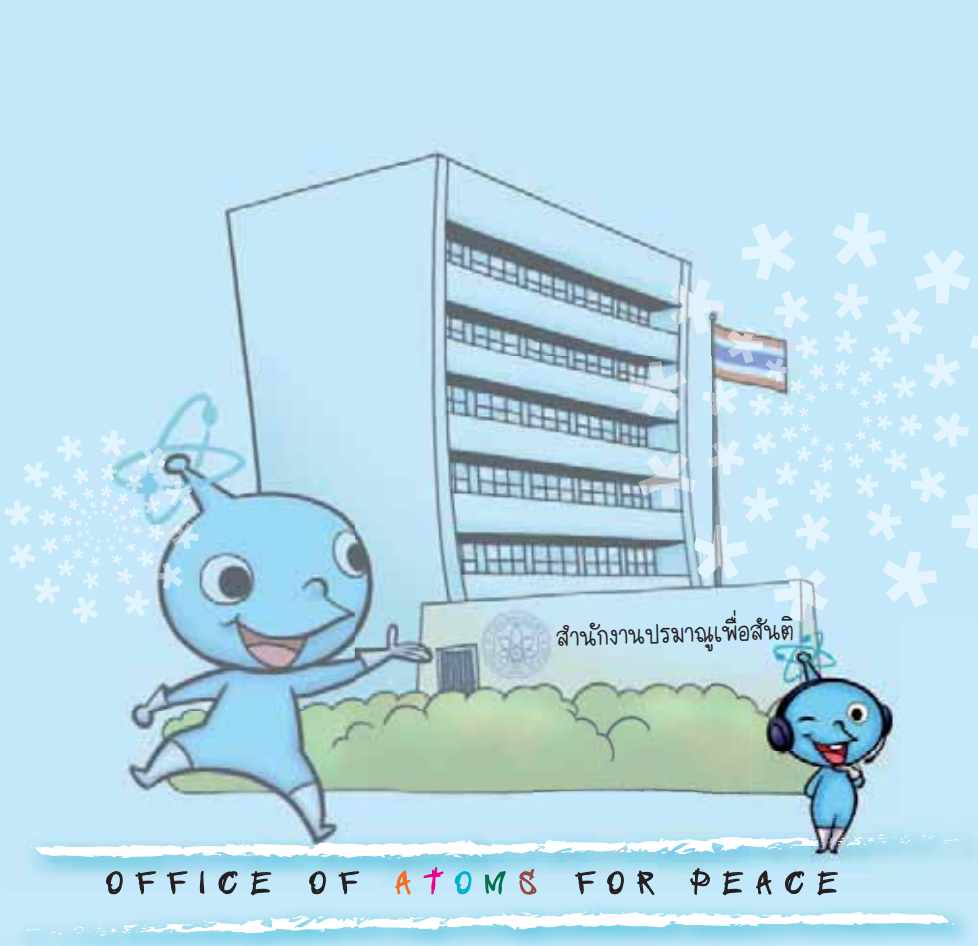
- ก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ ← ตรวจสอบ
- แผนการทดสอบระบบอุปกรณ์ ← เห็นชอบให้ทดสอบ
- ทดสอบระบบอุปกรณ์
- รายงานการทดสอบระบบอุปกรณ์ ← พิจารณา
- สรุปและปรับปรุงข้อมูลด้านความปลอดภัย
- รายงานการวิเคราะห์ความปลอดภัยฉบับสมบูรณ์ ← อนุญาตให้เดินเครื่อง
- เดินเครื่อง ← ตรวจสอบ
- รื้อถอนเลิกใช้งาน → แผนการรื้อถอน ← เห็นชอบให้รื้อถอน
- ดำเนินการรื้อถอนพื้นที่สู่สภาพเดิม




ขั้นตอนการดำเนินโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

# เอกสารอ้างอิง


1. Nuclear Power Economics and Technology, OECD, 1992.
2. Nuclear Electricity Production & Percentage of Electricity, International Atomic Energy Agency, 2007.
3. "An NEA report summaries The effect the Chernobyl accident has on the populations of Belarus, Ukraine and Russia", Nuclear Engineering International, vol 48 No.586, May 2003.
4. "EPRI has assessed the potential use, on a competitive economic basis, of next-generation advanced nuclear reactors." Nuclear Engineering International, vol 48 No.587, June 2003.
5. NEA Annual Report, 2003.


สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE