

# พลังงานนิวเคลียร์ทำงานอย่างไร ?

## How Nuclear Power Works?

โกมล อังกรรัตน์

อดีตผู้เชี่ยวชาญ ศูนย์ไอโซโทปรังสี (เกษียณ)

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)



อนุภาคลีออนคือวงโคจรของอิเล็กตรอน อนุภาคน้ำเงินคือนิวตรอน และอนุภาคสีแดงคือโปรตอน

ภาพถ่ายดาวเทียมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ-ไดนิ ซึ่งอยู่ข้าง ๆ ฟูกูชิมะ-ไดอิจิ โรงนี้สามารถรอดจาก แผ่นดินไหวขนาด 8.9 และคลื่นสึนามิทำให้เกิดเหตุภัยนี้เป็นห่วงโซ่เมื่อ 16 มีนาคม 2011

### บทนำเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ทำงานอย่างไร ? (Introduction to How Nuclear Power Works?)

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ตั้งอยู่บนเส้นแบ่งขอบเขต ระหว่างความคาดหวังที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของมนุษยชาติ และความกลัวที่ร้ายลึกที่สุดของมันในอนาคด

ในทางหนึ่ง พลังงานอะตอมถูกกล่าวถึงว่าเป็นพลังงานสะอาด เป็นทางเลือกอิสระของมนุษย์ ที่จะปลดภาระออกจากห่วงของการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ในอีกทางหนึ่งก็มีภาพลักษณ์ของภัยพิบัติอย่าง

แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิที่ทำให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของญี่ปุ่นพ่นไอน้ำกัมมันตรังสี หรือรอบ ๆ โครงสร้างคอนกรีต (sarcophagus) ที่ครอบโรงไฟฟ้าเชอร์โนบีลที่เรียกเป็นโชนมรณะ

แต่อะไรเกิดขึ้นภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่นำมาซึ่งความพิศวง และความทุกข์ระทมแสนสาหัส ให้ลองนึกภาพตามดังต่อไปนี้ แรงดันของกระแสไฟฟ้าด้านหลังผนังบ้านที่ผ่านมาสู่เตารับ (ปลั๊ก) ไฟฟ้าหรือสวิตช์ไฟฟ้า ตลอดเส้นทางหลายไมล์ของสาย เส้นทางพลังงานไปสู่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่เป็นแหล่งกำเนิด เราจะพบกับเครื่องกำเนิดที่ผลิตกระแสไฟฟ้า และกักกันไอน้ำที่หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่อมาเราก็จะพบกับกระแสของไอน้ำร้อนที่พ่นเป็นลำเพื่อมาทำให้กังหันหมุน และในที่สุดก็มาถึงมัดแท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมกัมมันตรังสี ที่มาทำให้น้ำร้อนจนกลายเป็นไอน้ำร้อน หลังจากนั้นก็ยัดตัวรองรับเข้าสู่แกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

น้ำในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ยังทำหน้าที่เป็นน้ำหล่อเย็นสำหรับวัสดุกัมมันตรังสี ป้องกันไม่ให้มีระดับความร้อนเกินขอบเขต และทำให้เกิดการหลอมละลายของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ในเดือนมีนาคม 2011 ผู้ชมทั่วโลกจะเห็นภาพ และคุ้นเคยเป็นอย่างดีกับความเป็นจริงที่ประชาชนญี่ปุ่นเป็นหมื่น ๆ ต้องหนีออกมาจากบริเวณรอบๆ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ-ไดอิจิ หลังจากเกิดแผ่นดินไหวที่มีพลังแรงที่สุดที่มีการบันทึกเป็นสถิติ และตามมาด้วยคลื่นสึนามิ เป็นผลให้เกิดบาดแผลความเสียหายร้ายแรง แก่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อีกหลายเครื่อง ท่ามกลางเหตุการณ์อื่น ๆ การระบายน้ำออกจากแกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ก็ไม่สามารถที่จะดำเนินการได้ ที่จะควบคุมอุณหภูมิในแกนเครื่องปฏิกรณ์ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่เกินขอบเขต และทำให้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์บางส่วนเกิดการหลอมละลาย (แหล่งที่มา NPR)

ณ วันที่ 1 มีนาคม 2011 มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดำเนินการอยู่ 443 เครื่อง กระจายอยู่ทั่วโลก ใน 47 ประเทศที่แตกต่างกัน (แหล่งที่มา WNA) ในปี 2009 ปีเดียว พลังงานนิวเคลียร์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าทั่วโลกได้ถึง 14% ซึ่งสามารถแบ่งย่อย ๆ ลงไปในแต่ละประเทศ และที่มีการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์พุ่งสูงสุดเหมือนจรวดคือ 76.2% ของลิทัวเนีย และ 75.2% ของฝรั่งเศส (แหล่งที่มา NEI) ในสหรัฐอเมริกา มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 104 โรงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 20% ของทั้งหมดและมีบางมลรัฐที่ได้รับประโยชน์มากว่ามลรัฐอื่น ๆ

ในบทความนี้จะมองถึงวิธีการทำงานภายในของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่นเดียวกับที่ว่า ปฏิกริยานิวเคลียร์ของอะตอมที่ปลดปล่อยความร้อนอันร้อนแรงทั้งหมดนั้น

## ปฏิกิริยาฟิชชันคือหัวใจของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Fission: The Heart of the Reactor)

แม้ว่าจะมีพลังงานต่าง ๆ มากมายในจักรวาล คำว่า "นิวเคลียร์" จะอ้างถึงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ขึ้นอยู่กับพลังงานอะตอม ซึ่งการดำเนินการใช้งานไม่ได้มีความแตกต่างกันเลยจากโรงไฟฟ้าปกติ ที่ใช้การเผาถ่านหินเพื่อผลิตไฟฟ้า ทั้งสองกรณีใช้หลักการทำให้ความร้อนแก่น้ำทำให้เป็นไอน้ำแรงดันสูง เพื่อมาขับเคลื่อนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างทั้งสองกรณีก็คือ วิธีการที่จะใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำ

ในขณะที่โรงงานผลิตไฟฟ้าแบบเก่าใช้การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล แต่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้นขึ้นอยู่กับการใช้ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน เมื่ออะตอมแบ่งแยกออกเป็นสองส่วนและมีการปลดปล่อยพลังงานออกมา ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันเกิดขึ้นตามธรรมชาติทุกวัน ดังเช่น ยูเรเนียมเป็น

ตัวอย่างที่สามารถเกิดฟิชชันได้เองอย่างต่อเนื่องในอัตราที่ช้ามาก ๆ นี่คือเหตุผลที่ว่า ทำไมธาตุยูเรเนียมจึงมีการแผ่รังสี และนี่คือเหตุผลทางธรรมชาติ ในการเลือกการทำให้เกิดฟิชชัน มาใช้กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ยูเรเนียมเป็นธาตุที่พบบนโลก และมีอยู่ตั้งแต่กำเนิดของโลกแล้ว ยูเรเนียมมีอยู่หลาย ๆ แบบ ยูเรเนียม-235 เป็นรูปแบบหนึ่งที่สำคัญ ที่ใช้ได้เพื่อการผลิตพลังงานนิวเคลียร์และลูกระเบิดนิวเคลียร์

ยูเรเนียม-235 สลายตามธรรมชาติ โดยการแผ่รังสีแอลฟา (อนุภาคแอลฟา คือ นิวตรอนสองอนุภาค และโปรตอนอีกสองอนุภาคที่จับยึดกัน) มันเป็นธาตุหนึ่งในสองสามธาตุที่สามารถทำให้เกิดฟิชชันได้ การระดมยิงนิวตรอนอิสระไปที่นิวเคลียสของยูเรเนียม-235 และนิวตรอนก็จะถูกดูดกลืนและเริ่มมีความไม่คงตัว นิวเคลียสจึงเกิดการแบ่งแยกออกมาทันทีทันใด

เมื่อนิวเคลียสของยูเรเนียม-235 ดูกกลืนนิวตรอนที่วิ่งมาชน ทันใดนิวเคลียสที่ดูดกลืนนิวตรอนก็จะแบ่งแยกเป็นอะตอมที่น้ำหนักเบากว่าสองชนิด และมีการปลดปล่อยนิวตรอนสองหรือสามอนุภาคออกมาด้วย (จำนวนของนิวตรอนที่ถูกปลดปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับว่า อะตอมของ ยูเรเนียม-235 เกิดการแบ่งแยกอย่างไร ?) กระบวนการดูดกลืนนิวตรอนและเกิดการแบ่งแยก จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก

การแบ่งแยกของอะตอมยูเรเนียม-235 แต่ละอะตอม จะปลดปล่อยพลังงานออกมาประมาณ 200 MeV (ล้านอิเล็กตรอนโวลต์) ที่มองดูแล้วเหมือนจะไม่มากมายอะไร แต่ว่าในหนึ่งปอนด์ (0.45 กิโลกรัม) ของยูเรเนียม จะมีอะตอมอยู่เป็นจำนวนมหาศาล มันมีจำนวนมากมายจริง ๆ ในปริมาณหนึ่งปอนด์ของยูเรเนียมเสริมสมรรถนะสูงที่ใช้ในเรือดำน้ำนิวเคลียร์ จะเท่ากับปริมาณถึงล้าน แกลลอนของน้ำมันแกสโซลีน

การแบ่งแยกของอะตอมจะมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมามากมายอย่างเหลือเชื่อ และพร้อมด้วยการแผ่รังสีแกมมา หรือไม่ก็การแผ่รังสีทำให้เกิดโฟตอนพลังงานสูง อะตอมสองชนิดที่เกิดจากการแบ่งแยกจากการเกิดฟิชชันเอง ก็จะมีการปลดปล่อยรังสีบีตา (อิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูง) และมีการแผ่รังสีแกมมาของตัวเองออกมาเช่นกัน

แต่ทั้งหมดนี้ที่จะมีการดำเนินการได้ นักวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินการในสิ่งแรกก็คือ การเสริมสมรรถนะยูเรเนียมเพื่อที่จะได้มียูเรเนียม-235 ให้อยู่ในระดับ 2% ถึง 3% ยูเรเนียม-235 เสริมสมรรถนะในระดับ 3% ก็เพียงพอสำหรับใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แต่สำหรับยูเรเนียม-235 ชนิดที่ใช้สำหรับการทำอาวุธนิวเคลียร์ต้องเสริมสมรรถนะยูเรเนียม-235 อย่างน้อยต้อง 90%

### ภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Inside a Nuclear Power Plant)

ในการที่จะเปลี่ยนพลังงานจากฟิชชันให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ผู้ปฏิบัติงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะต้องควบคุมพลังงานที่ได้จากยูเรเนียมเสริมสมรรถนะ และนำไปให้ความร้อนแก่น้ำและเปลี่ยนเป็นไอน้ำ

ยูเรเนียมเสริมสมรรถนะโดยทั่วไปจะถูกทำให้เป็นเม็ดขนาดยาว 2.5 เซนติเมตรและเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณขนาดเหรียญ 10 เซ็นต์ ต่อมาเม็ดยูเรเนียมนี้จะถูกนำมาบรรจุในท่อโลหะยาว และท่อที่ได้ก็จะนำมารวมกันเป็นมัดแท่งเชื้อเพลิง และนำมัดแท่งเชื้อเพลิงนี้มาบรรจุในถังโลหะความดันสูงที่มีน้ำบรรจุอยู่เต็ม โดยน้ำทำหน้าที่เป็นตัวหล่อเย็น ถ้าไม่มีระบบน้ำหล่อเย็นแล้ว แท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมก็จะสะสมความร้อนมากเกินไปทำให้เกิดการหลอมละลายได้

เพื่อที่จะป้องกันระดับความร้อนสะสมมากเกินไป แท่งควบคุมซึ่งทำด้วยวัสดุที่มี คุณสมบัติในการดูดกลืนนิวตรอน จะถูกสอดแทรกไปในระหว่างมัดแท่งเชื้อเพลิง

ยูเรเนียม โดยมีระบบกลไกเป็นตัวขับเคลื่อนแทนที่ความร้อนในการเลื่อนขึ้นลง ในการเลื่อนแทนที่ความร้อนขึ้นหรือลง จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะควบคุมอัตราปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ เมื่อผู้ปฏิบัติงานต้องการให้ยูเรเนียมผลิตความร้อนมาก ๆ แทนที่ความร้อนก็จะถูกดึงสูงขึ้นผ่านระยะของมัดแท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียม (โอกาสที่นิวตรอนจะถูกดูดกลืนโดยแทนที่ความร้อนก็จะมีน้อยลง) เพื่อที่ระดับระดับความร้อน แทนที่ความร้อนก็จะถูกลดระดับลงไป ในมัดแท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียม แทนที่ความร้อนสามารถที่จะเลื่อนลงไป ในมัดแท่งเชื้อเพลิงได้ในระดับต่ำที่สุด เพื่อที่จะหยุดการเดินเครื่องในกรณีของการเกิดอุบัติเหตุ หรือในกรณีการเปลี่ยนมัดแท่งเชื้อเพลิงใหม่

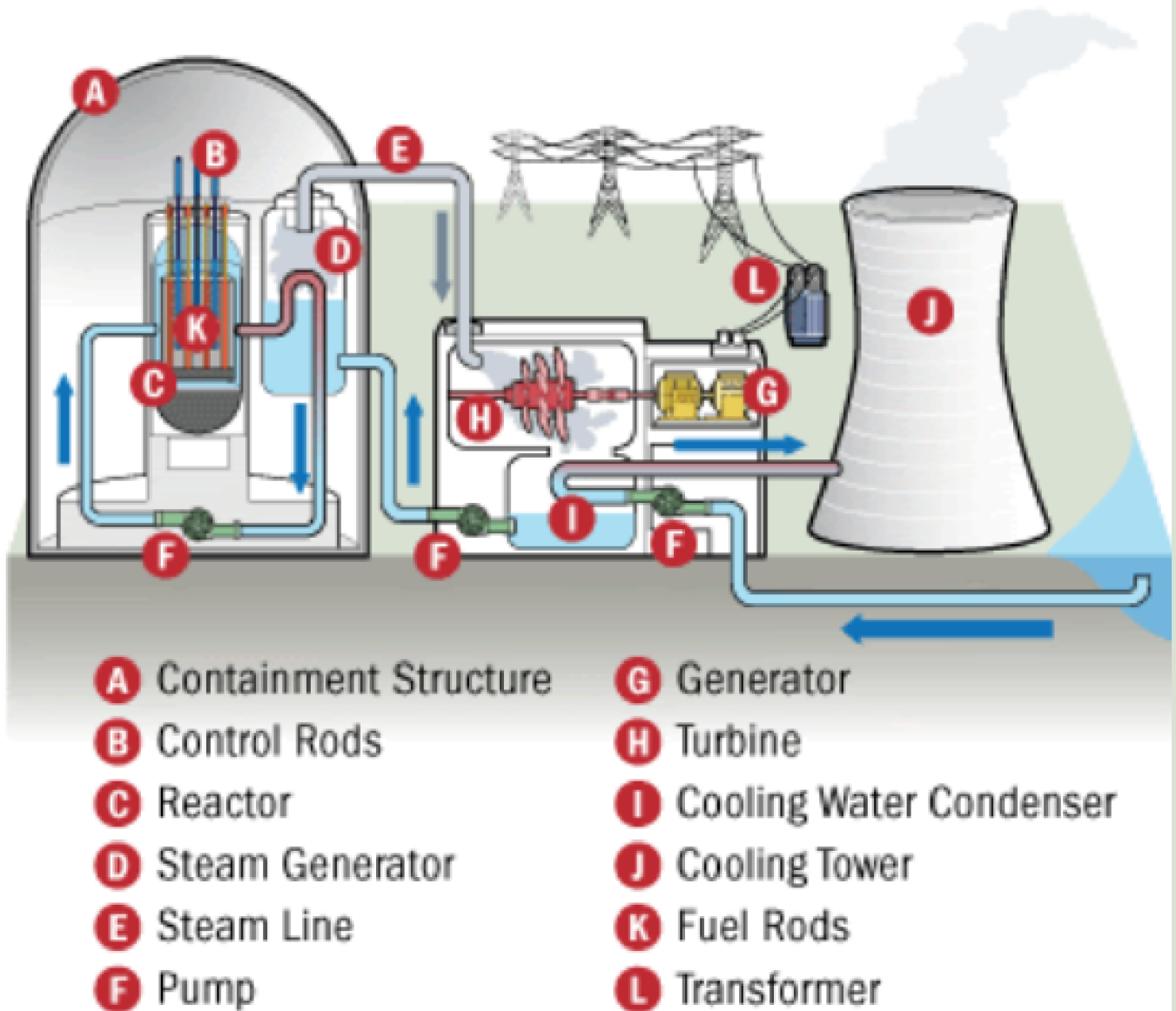
มัดแท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนที่สูงมาก โดยให้ความร้อนแก่น้ำจนเป็นไอน้ำ ไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันเพื่อไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมนุษย์ได้เรียนรู้การควบคุมในเรื่องการขยายตัวของน้ำเมื่อเป็นไอน้ำ (เครื่องจักรไอน้ำ) มาเป็นร้อยปีแล้ว

ในโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์บางแบบ ไอน้ำจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ผ่านมาที่ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนทุติยภูมิ เพื่อเป็นอีกวงจรในการที่จะเปลี่ยนน้ำให้เป็นไอน้ำ ที่จะมาขับเคลื่อนกังหัน ข้อได้เปรียบของการออกแบบแบบนี้ก็คือ น้ำหรือไอน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีจะไม่สัมผัสกับกังหันโดยตรง ในทำนองเดียวกัน ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์บางแบบ ของเหลวหล่อเย็นที่อยู่ในแกนเครื่องอาจอยู่ในรูปของแก๊ส (แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์) หรืออยู่ในรูปโลหะเหลว (โซเดียม โพแทสเซียม) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในรูปแบบเหล่านี้ แกนเครื่องสามารถที่จะทำงานได้ที่ระดับอุณหภูมิที่สูงกว่า

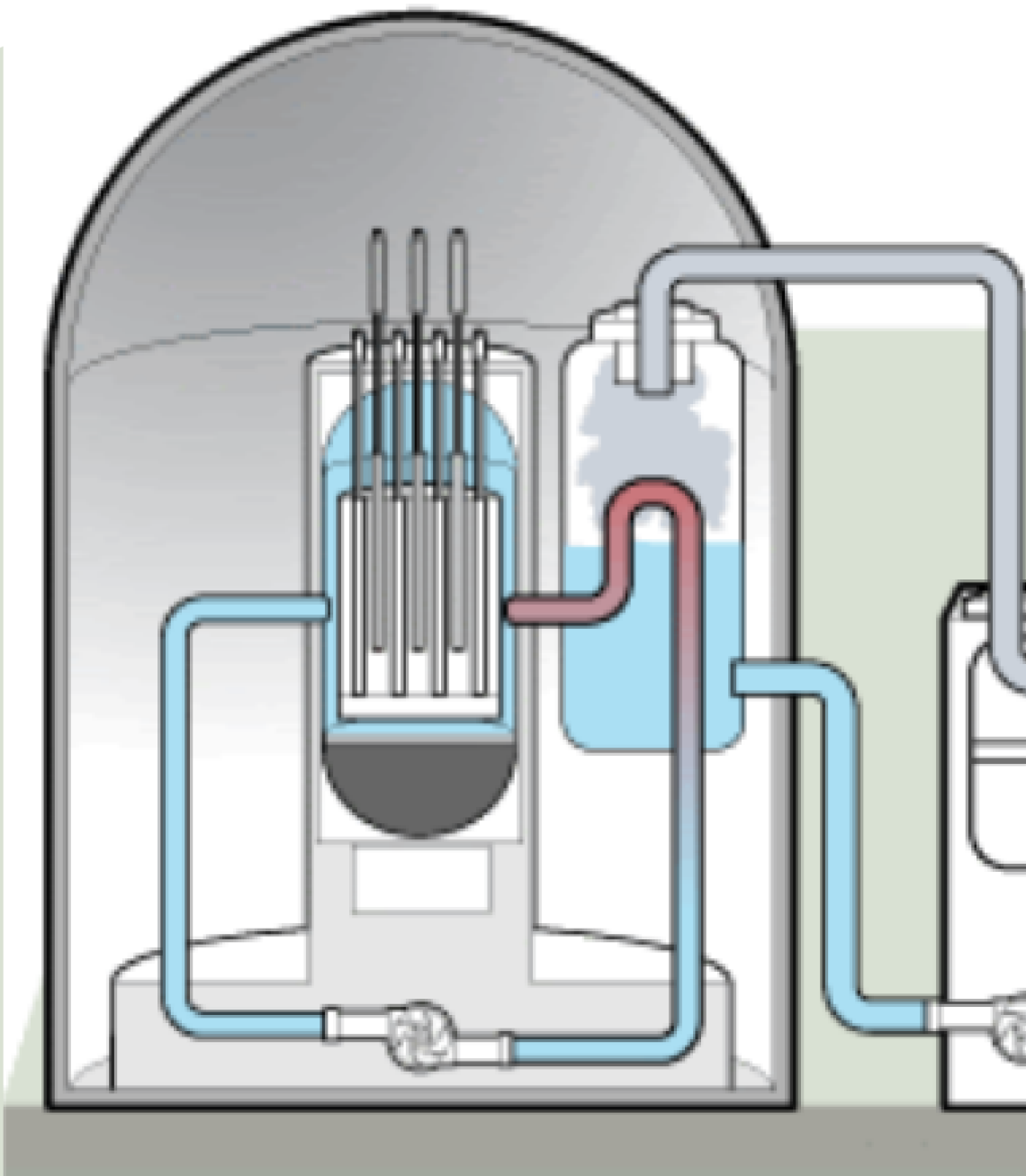
แม้ทั้งหมดภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะเป็นธาตุกัมมันตรังสี แต่เป็นที่น่าแปลกใจว่า มีปริมาณกัมมันตภาพรังสีน้อยมากภายนอกโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยน้อยกว่าโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเสียอีก ในส่วนต่อไปจะกล่าวถึงชั้นป้องกันต่าง ๆ ระหว่างตัวเรากับหัวใจ (เครื่องปฏิกรณ์) ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

# Inside a Nuclear Power Plant

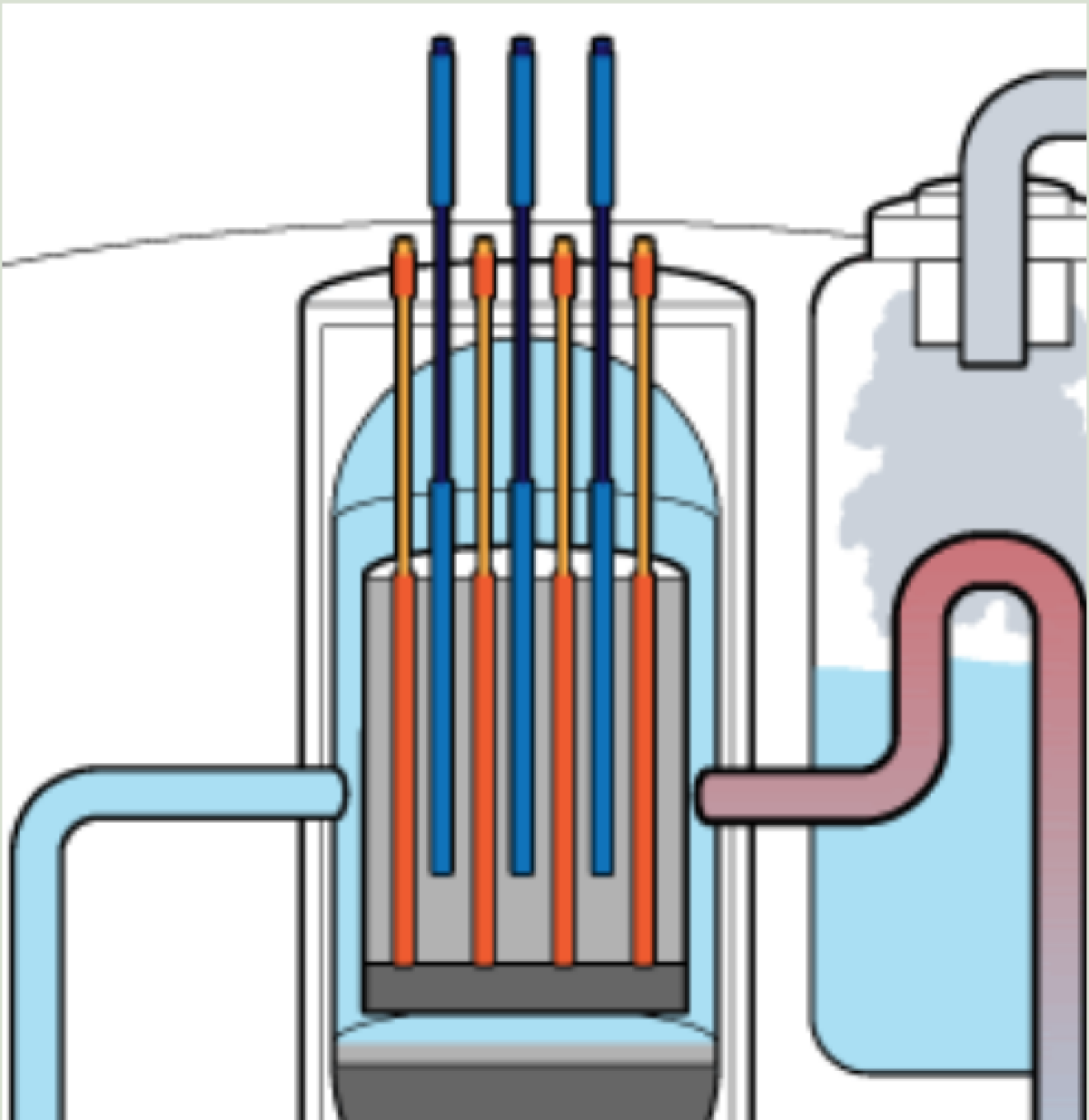
©2011 HowStuffWorks



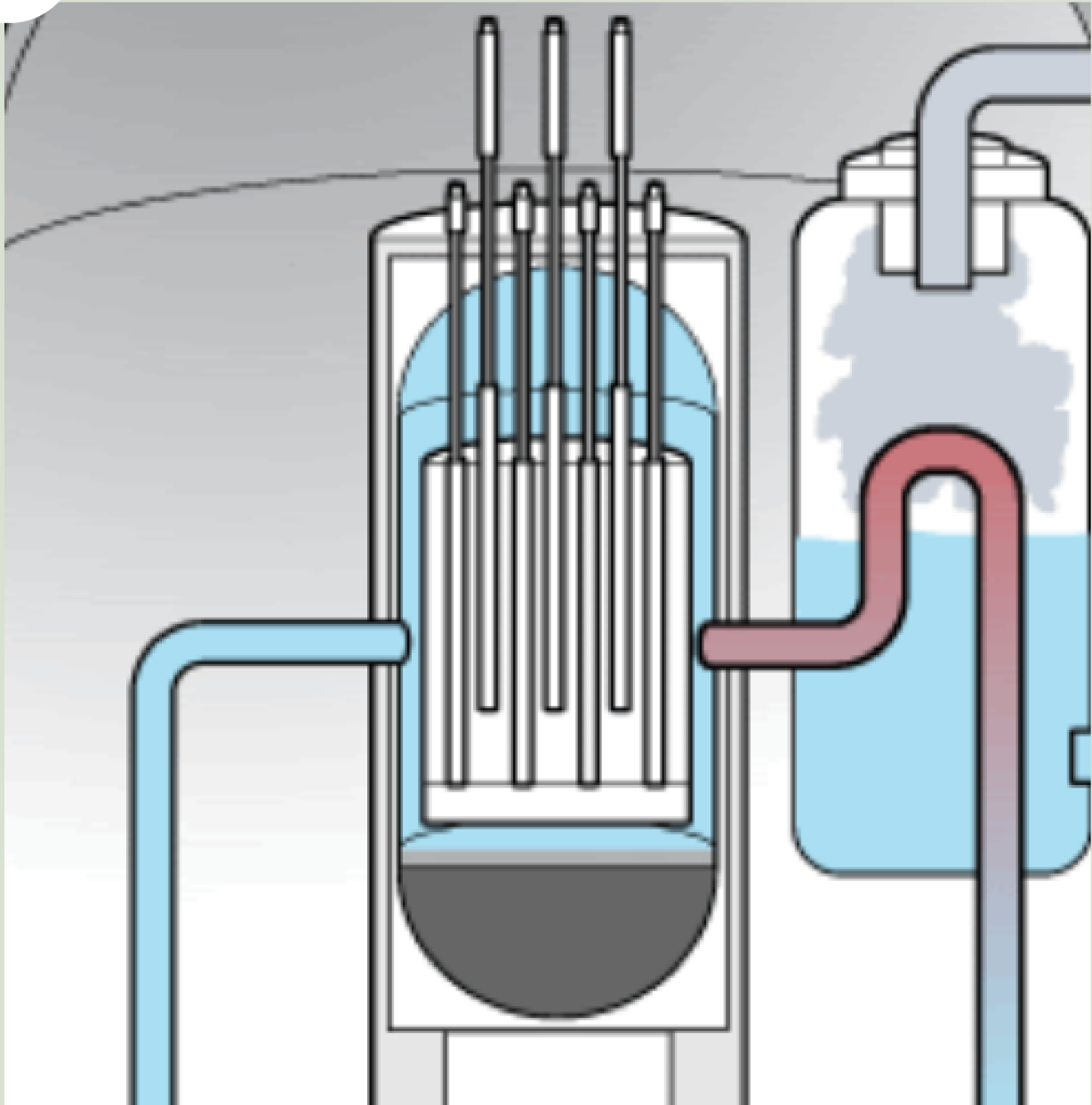
ผังแสดงทุกส่วน (จาก A ถึง L) ภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์



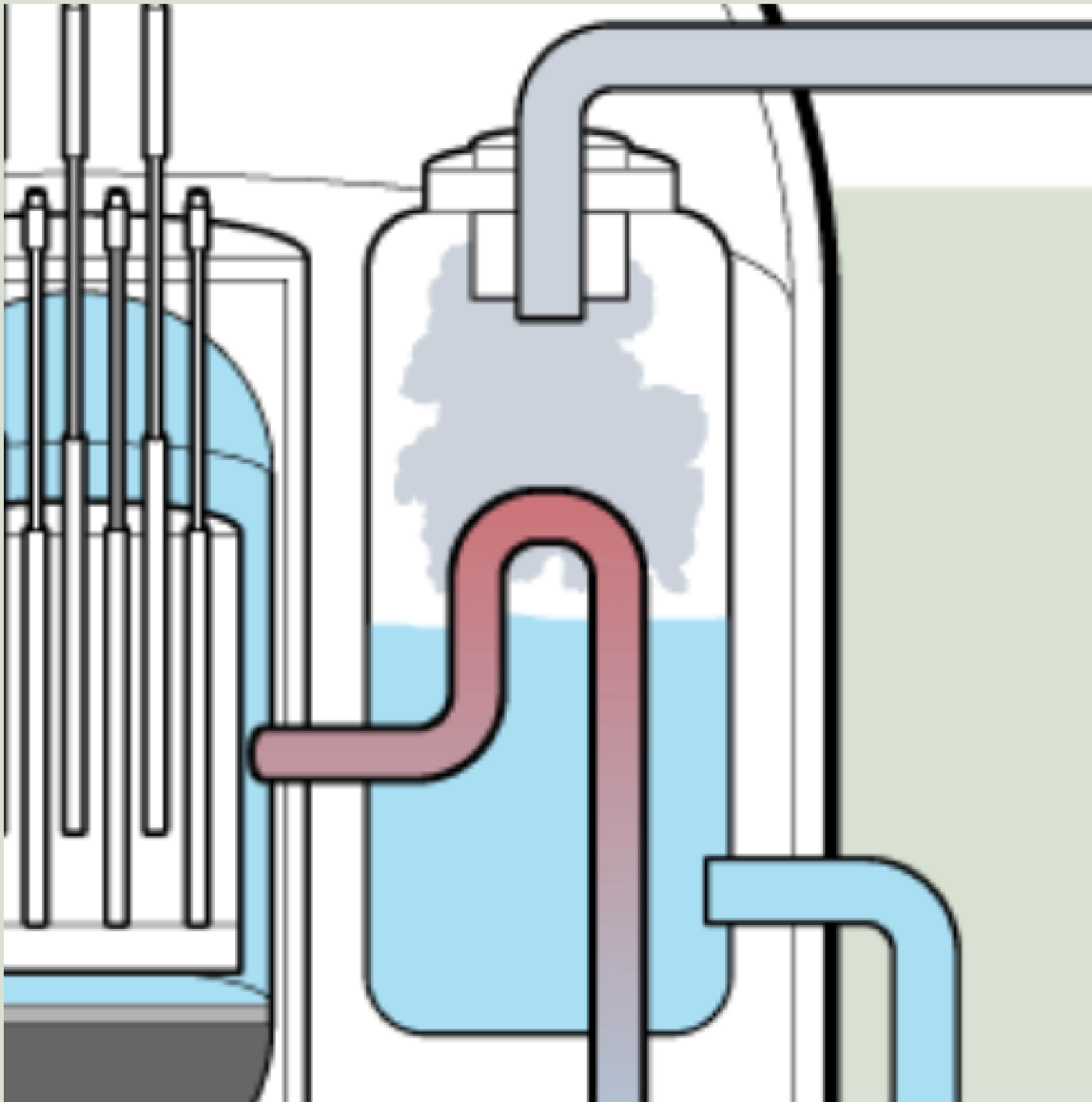
รูปชั้นล่างสุดของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โครงสร้างโค้งเป็นโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตหนาและชั้นเหล็กกล้าเรียกว่า *Containment vessel* ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีสู่สภาวะแวดล้อม



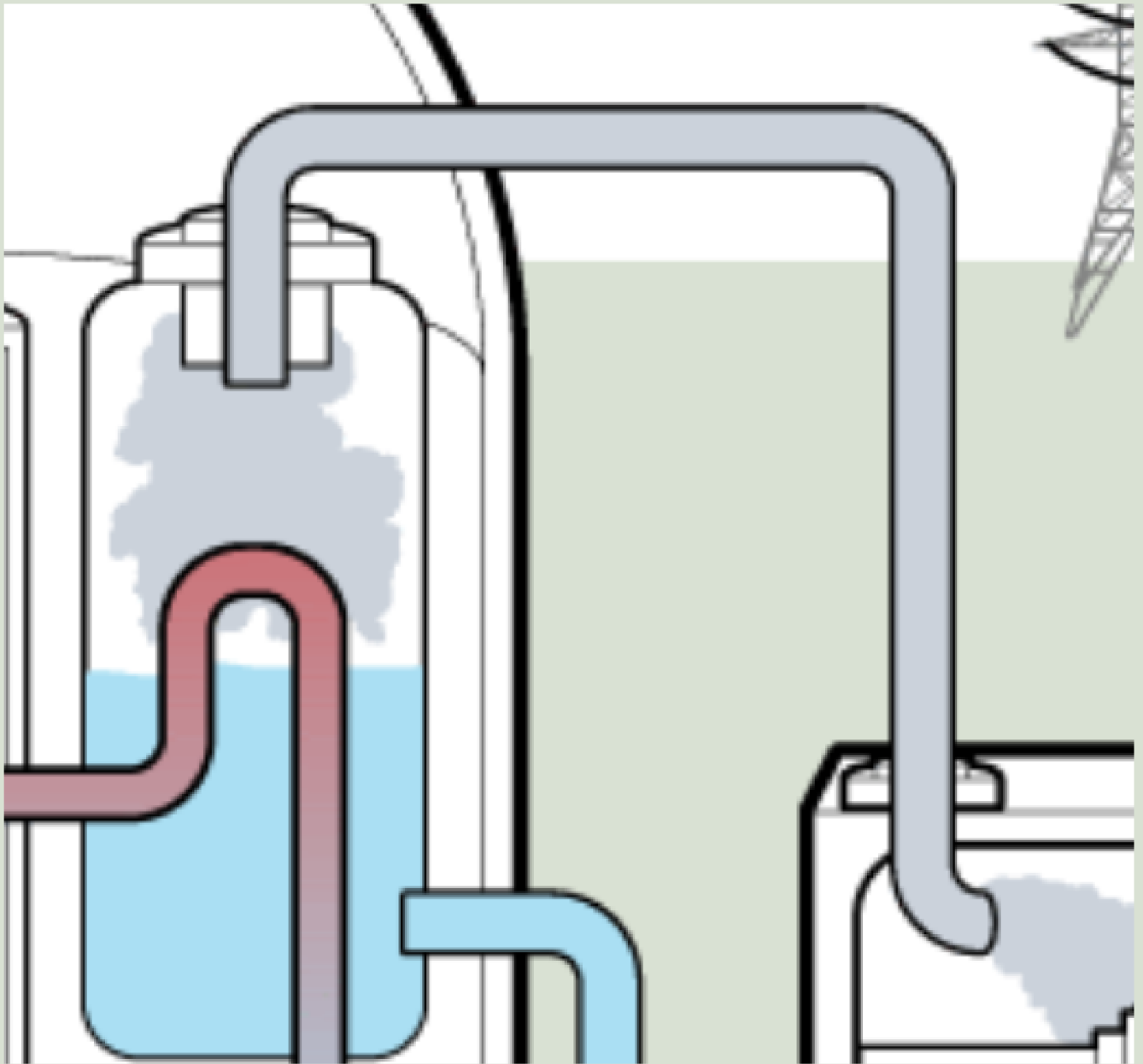
ภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มีน้ำหล่อเย็นบรรจุท่วมในส่วนของแท่งเชื้อเพลิงและแท่งควบคุม แท่งเชื้อเพลิงคือสีแดง และแท่งควบคุมคือสีน้ำเงิน การบังคับแท่งควบคุมขึ้นหรือลงก็เพื่อการปรับระดับอัตราของปฏิกิริยานิวเคลียร์ (และความร้อนที่เกิดขึ้น) การลดระดับแท่งควบคุมลงต่ำสุดทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์หยุดลง เครื่องก็จะหยุดการทำงาน



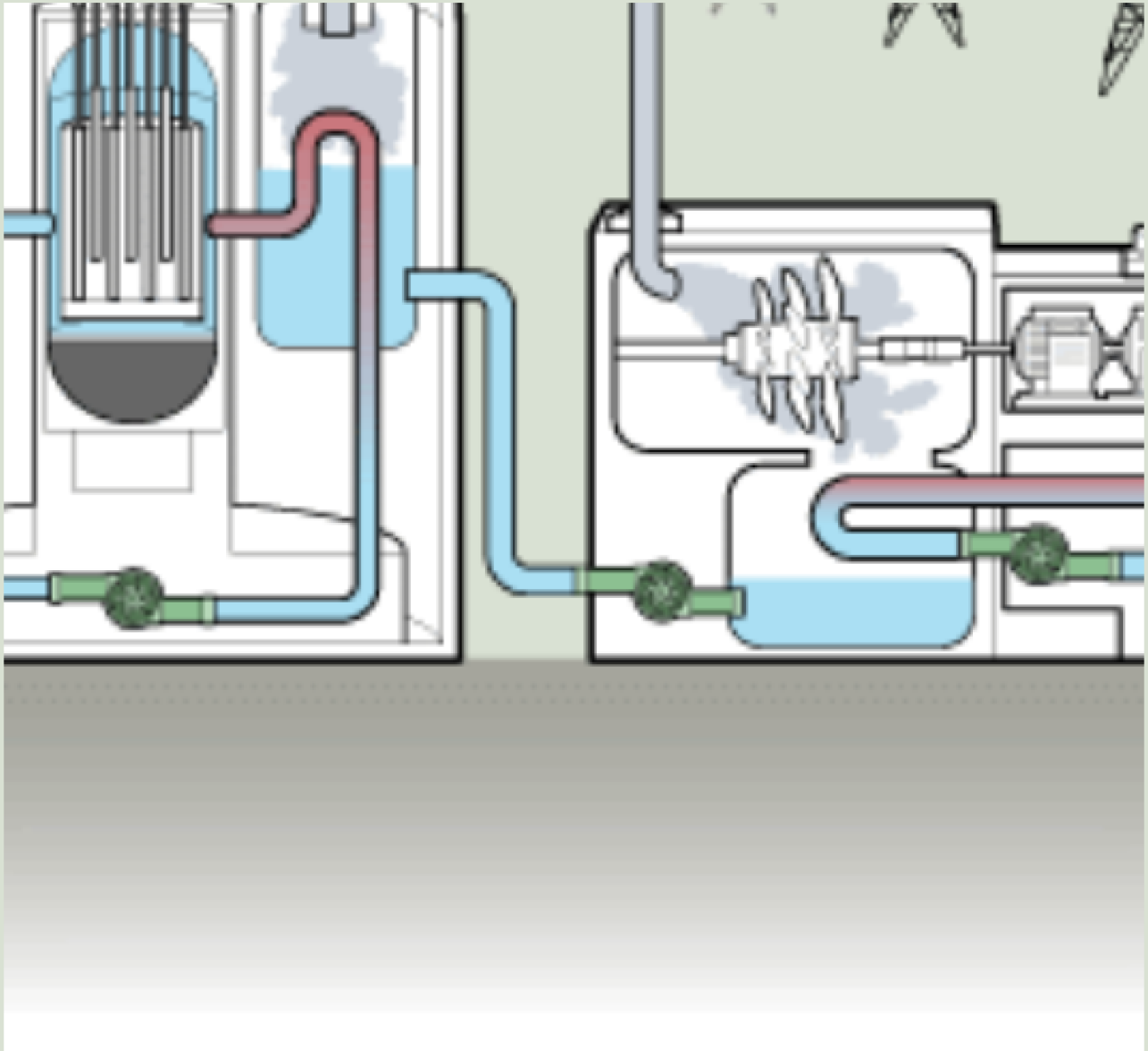
ท่อสีน้ำเงินทางซ้ายจะดูดน้ำหล่อเย็นเข้าสู่แกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ขณะที่ท่อสีแดงทางขวา ดึงน้ำหล่อเย็นที่ร้อนเข้าสู่ชุดกำเนิดไอน้ำในถังที่สองดังที่เห็น เครื่องสูบน้ำที่ทำให้น้ำหล่อเย็นทั้งร้อนและเย็นไหลผ่านตลอดระบบ จึงเป็นส่วนวิกฤตที่สำคัญ ที่จะทำให้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีความปลอดภัยในการทำงาน



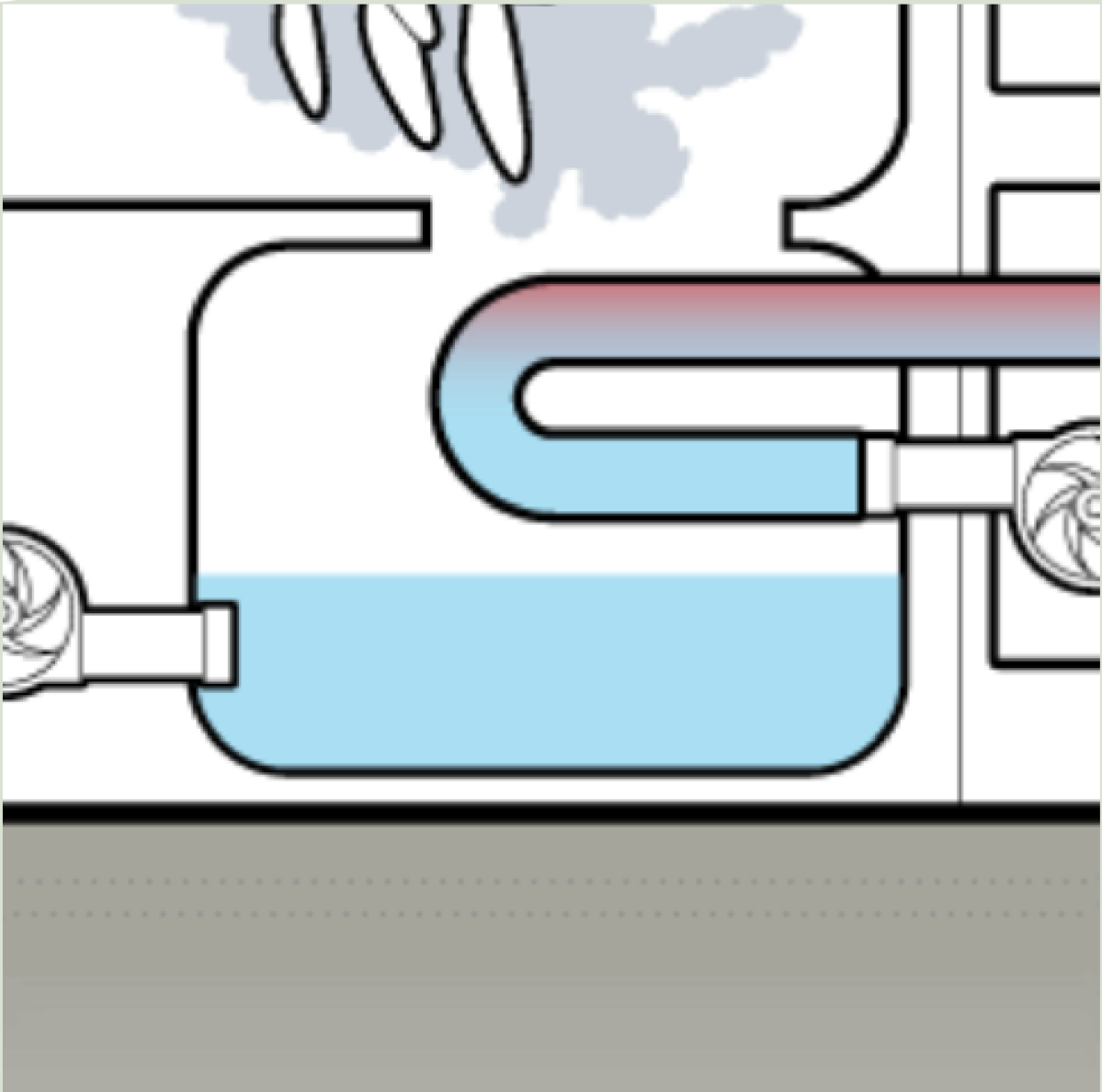
ชุดกำเนิดไอน้ำจะส่งไอน้ำที่รวบรวมได้ ไปสู่กังหันผ่านทางท่อส่งไอน้ำ (เห็นอยู่ด้านบน)



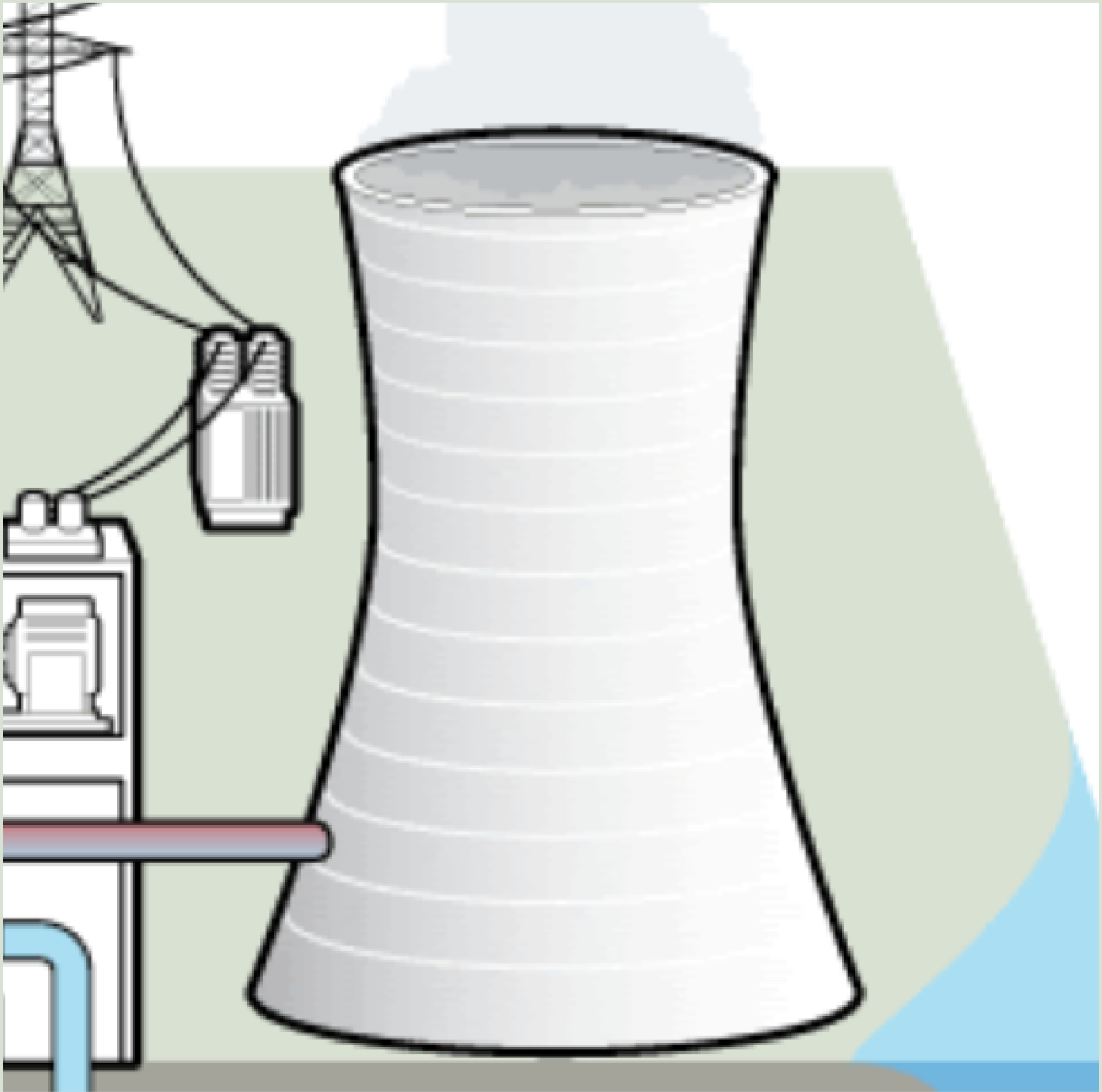
ในที่สุดไอน้ำก็จะไปจับบนกังหันไอน้ำ



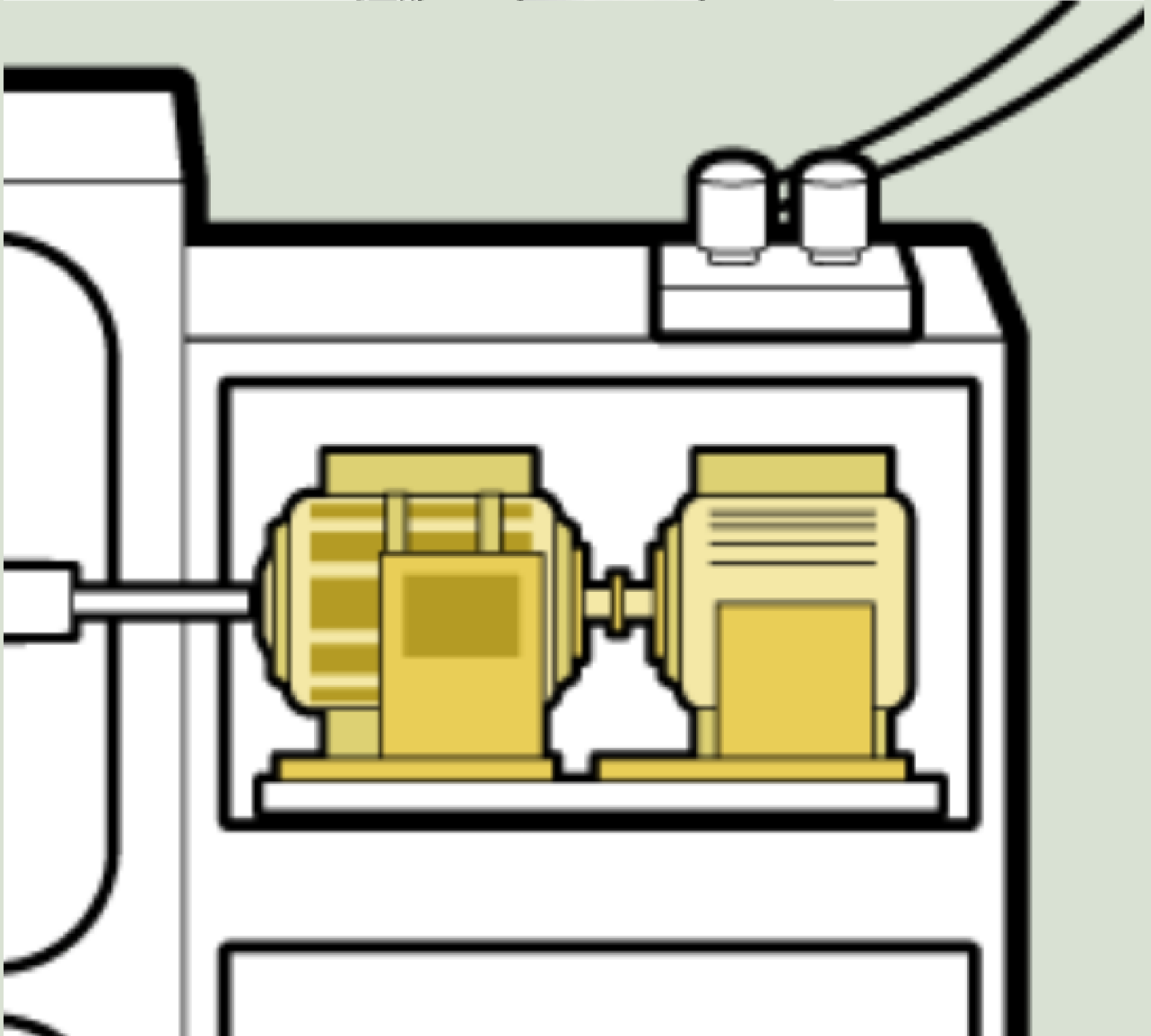
เมื่ออุทกที่กังหันไอน้ำที่อยู่ด้านบน ด้านล่างก็คือชุดควบแน่นน้ำเย็น ซึ่งชุดควบแน่นนี้ในท้ายที่สุดแล้ว ก็จะส่งน้ำเย็นชุดใหม่ที่ผลิตได้ กลับเข้าสู่ชุดกำเนิดไอน้ำ เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิของแกนชุดกำเนิดไอน้ำตามที่ต้องการ



น้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่นก็เช่นกัน จะถูกส่งไปที่หอระบายความร้อน



หอระบายความร้อนทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของของเหลวที่ผ่านเข้าไป และพร้อมที่จะส่งกลับคืนไปที่เครื่องควบแน่น หรือบางแบบก็จะปล่อยทิ้งไปสู่สถานะแวดล้อม ไอน้ำที่เห็นลอยออกมาจากหอระบายความร้อน ก็คือน้ำธรรมดาเท่านั้น



ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่เชื่อมต่อกับชุดหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งในที่สุดก็ได้พลังงาน (นิวเคลียร์) เพื่อประชาชน



เรามองเห็นได้จากภาพโรงไฟฟ้านิวเคลียร์บรอกคดอร์ฟ (Brokdorf) ของเยอรมนี ผนังคอนกรีตมีบทบาทสำคัญในการเก็บกักมลพิษกัมมันตรังสี

เมื่อเรามองผ่านไปที่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ จะเห็นว่ามีความแตกต่างที่น้อยมาก ระหว่างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับโรงไฟฟ้าถ่านหิน หรือโรงไฟฟ้าที่ใช้ น้ำมัน ยกเว้นก็แต่เพียงแหล่งของความร้อนที่ใช้ในการทำไอน้ำ แต่แหล่งกำเนิดความร้อนนี้มีระดับการแผ่รังสีที่เป็นอันตรายได้ จึงต้องมีข้อควรระมัดระวังเป็นพิเศษ

ชั้นคอนกรีตโดยปกติจะหุ้มถึงความดันสูงของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ พร้อมกับทำหน้าที่เป็นส่วนกำบังรังสีด้วย ชั้นนี้ถูกหุ้มไว้ข้างในอีกทีโดยถังโลหะหนา (containment vessel) บรรจุแกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ในการเติมเชื้อเพลิงใหม่เพื่อรักษาระดับกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ ถังโลหะหนานี้ยังเป็นชั้นที่ป้องกันการรั่วไหลออกมา ของแก๊สหรือของเหลวที่เป็นสารกัมมันตรังสี ไม่ให้ออกไปภายนอกโรงไฟฟ้า

ผนังคอนกรีตชั้นนอกของอาคารจะทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันส่วนสุดท้าย ของถังโลหะหนาความดันสูง โดยโครงสร้างคอนกรีตถูกออกแบบให้แข็งแรงทนทาน อยู่รอดได้จากความเสียหายขนาดใหญ่ที่อาจจะเป็นผลมาจากเกิดแผ่นดินไหว หรือการพุ่งชนกระแทกโดยตรงของเครื่องบินเจ็ตของสายการบินต่าง ๆ อาคารครอบหุ้มนิวเคลียร์ (secondary containment) นี้ มีความจำเป็นเพื่อการป้องกันการแพร่กระจายของการแผ่รังสีหรือสารกัมมันตรังสีในกรณีถ้าเกิดอุบัติเหตุ กรณีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบีลของรัสเซียไม่มีโครงสร้างดังกล่าวนี้ จึงทำให้มีสารกัมมันตรังสีแพร่กระจายออกมาจนเข้าสู่ภาวะแวดล้อม

ผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ สามารถเฝ้าตรวจเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และสามารถที่จะดำเนินการแก้ไขต่าง ๆ ได้ถ้ามีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้น เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยปกติ จะมีการ

รักษาความปลอดภัยบริเวณแนวโดยรอบปริมณฑล และใช้บุคลากรเสริมเข้าไป เพื่อช่วยในการปกป้องวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความละเอียดอ่อนในการดูแล

ดังเป็นที่ประจักษ์โดยทั่วไป พลังงานนิวเคลียร์จะมีทั้งผู้วิพากษ์วิจารณ์และผู้สนับสนุน ในหัวข้อต่อไป จะมาดูกันถึงในส่วนของการสนับสนุน และข้อต่อต้านการแบ่งแยกอะตอม ที่ทำให้มนุษย์มีไฟฟ้าใช้สะดวกสบาย



**สถานที่จัดเก็บนี้อยู่ใกล้ ๆ กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ปัจจุบันใช้เป็นที่เก็บกากกัมมันตรังสี**

### ข้อสนับสนุนและข้อต่อต้านของพลังงานนิวเคลียร์ (Pros and Cons of Nuclear Power)

ประโยชน์ข้อใหญ่ที่สุดของพลังงานนิวเคลียร์คืออะไร ? พลังงานนิวเคลียร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับพลังงานฟอสซิล ตัดขาดจากผลกระทบของความผันผวนด้านราคาของน้ำมันและแก๊ส โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินและแก๊สธรรมชาติเพื่อผลิตพลังงาน มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ แต่กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การที่จะปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศน้อยมาก

ข้อมูลอ้างอิงตามสถาบันพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy Institute: NEI) ว่าพลังงานที่ผลิตโดยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของทั้งโลก จะปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาถึงสองพันล้านตันทีเดียว ถ้าพลังงานนี้ผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล ในข้อความจริงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ทำงานด้วยศักยภาพที่ถูกต้อง จะมีการปลดปล่อยกัมมันตรังสีสู่สภาวะแวดล้อมที่น้อยมาก น้อยกว่าโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเสียด้วยซ้ำ (ที่มา Hvistendahl) รวมกับสิ่งที่ปลดปล่อยออกมาจากความต้องใช้เชื้อเพลิงที่น้อยกว่า การเกิดนิวเคลียร์ฟิชชันจะผลิตพลังงานประมาณหลาย ๆ ได้มากกว่าการเลือกใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลถึงล้านเท่า เมื่อต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิงเท่ากัน

ที่นี้ก็มามองพลังงานนิวเคลียร์ในเชิงลบบ้าง ในอดีตของการทำเหมืองยูเรเนียม และกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ เป็นกระบวนการที่ไม่ค่อยสะอาดนัก แม้แต่การขนส่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมไปหรือขนส่งกลับจากโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ ก็มีความเสี่ยงในเรื่องของการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี และยังเป็นเชื้อเพลิงใช้แล้ว (spent fuel) จะขจัดทิ้งได้เหมือนขยะทั่ว ๆ ไปที่มาจากชุมชนเมืองไม่ได้ ทั้งนี้เพราะมันมีความแข็งแรงทางรังสี และเป็นอันตรายร้ายแรงได้

โดยเฉลี่ยในหนึ่งปี โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หนึ่งโรงจะทำให้เกิดเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วขึ้น 20 ตัน ที่ถูกจำแนกออกเป็นกากกัมมันตรังสีระดับสูง (high-level radioactive waste) ดังนั้น เมื่อนับรวบเอาจำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั้งโลกมารวมกันแล้ว จะมีปริมาณเชื้อเพลิงใช้แล้วรวมกันสูงถึง 2,000 ตันต่อปี (แหล่งที่มา NEI) โดยกากกัมมันตรังสีทั้งหมดนี้ จะปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีและความร้อนออกมา ซึ่งหมายความว่า ภาชนะที่บรรจุกากกัมมันตรังสีเหล่านี้จะเกิดการเสื่อมสภาพได้เช่นการเกิดสนิม ซึ่งมันสามารถที่จะเป็นอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตที่อยู่ใกล้เคียงได้ และถ้ายังไม่เลวร้ายพอ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ยังทำให้เกิดกากกัมมันตรังสีระดับต่ำ (low-level radioactive waste) ในรูปของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่มีกัมมันตภาพรังสี

เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วก็จะสลายในระดับที่ความแรงทางรังสีอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่กระบวนการนี้ก็ต้องใช้เวลานานมากเป็นหมื่น ๆ ปี แม้กระทั่งกากกัมมันตรังสีระดับต่ำ ๆ ก็ต้องการเวลาเป็นหลายศตวรรษ จึงจะทำให้กัมมันตภาพรังสีสลายจนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในปัจจุบันอุตสาหกรรมนิวเคลียร์จะปล่อยให้กากกัมมันตรังสีสลายเป็นเวลาหลายปี ก่อนที่จะนำมาผสมทำให้เป็นแก้ว และเก็บไว้ในโครงสร้างคอนกรีตขนาดใหญ่ ที่มีระบบระบายความร้อน โดยที่กากกัมมันตรังสีเหล่านี้จะมีระบบการบำรุงรักษา การเฝ้าตรวจ และการปกป้องรักษา เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไปอยู่ในความครอบครองของผู้ไม่ประสงค์ดี ทั้งหมดของการจัดการดังกล่าว ต้องใช้งบประมาณสูง และเป็นค่าใช้จ่ายนอกเหนือจากค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งก็มีมูลค่าที่สูงอยู่แล้ว



*เศษซากความเสียหายอันเป็นผลพวงจากแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ ที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิตามมา และทำให้ประเทศญี่ปุ่นเหมือนถูกจิ๊กออกจากรันอันนำไปสู่หายนะนิวเคลียร์*

## การหยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และหายนะทางนิวเคลียร์ (Nuclear Catastrophe and Reactor Shutdown)

คงจำได้ว่า หัวใจของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทุก ๆ เครื่อง ก็คือการควบคุมสภาพแวดล้อมให้ปราศจากกัมมันตรังสี และควบคุมการทำให้เกิดฟิชชัน ดังนั้นหากสภาพแวดล้อมหลุดพ้นจากการควบคุม ผลลัพธ์ที่ตามมาอาจหมายถึงหายนะก็ได้

ในหลายปีที่ผ่านมา ภัยพิบัติเชอร์โนบิลยืนอยู่ในฐานะตัวอย่างที่สำคัญ ของความผิดพลาดทางนิวเคลียร์ที่เลวร้ายที่สุด ในปี 1986 ได้เกิดระเบิดขึ้นที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ยูเครน พลังนิวเคลียร์ 50 ตันออกมาสู่บริเวณโดยรอบ ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีของพื้นที่ป่าเป็นล้านเอเคอร์ ภัยพิบัติทำให้ต้องอพยพคนอย่างน้อยสามหมื่นคน และในที่สุดก็เป็นเหตุให้หลายพันคนต้องเสียชีวิตจากมะเร็ง และการเจ็บป่วยอื่น ๆ (แหล่งที่มา History Channel)

โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิลถูกออกแบบมาไม่ดี และมีการดำเนินการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อไม่ให้เครื่องทำงานผิดปกติ โรงงานจึงจำเป็นต้องอยู่ในความเอาใจใส่ดูแลของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่โรงงานฯทันสมัย ต้องการแค่เพียงการตรวจตราดูแลไม่ให้อัตโนมัติหยุดเดินเครื่อง เพราะแม้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ถูกออกแบบมาอย่างดี ก็ยังมีความอ่อนไหวต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ

เมื่อวันศุกร์ 11 มีนาคม 2011 ญี่ปุ่นต้องประสบกับความเสียหายจากภัยพิบัติแผ่นดินไหว ครั้งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์สมัยใหม่ ที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ-ไดอิชิของญี่ปุ่น ก็มีการตอบสนองตามที่วางแผนไว้ก่อนแล้วอย่างทันทีทันใด แท่งควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้งหมดของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ได้ตกลง

สู่แกนเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อหยุดการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันภายในเวลาสิบนาทีก่อนที่มันจะสูญเสียความร้อนที่มากเกินไปจนไม่สามารถที่จะหยุดกัมมันตภาพรังสีทั้งหมดได้ เหมือนกับการปิดสวิตช์ไฟฟ้า

ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้แล้วว่า กากกัมมันตรังสียังคงทำให้เกิดความร้อนตลอดเวลาในปีหลังจากที่ถูกนำมาเริ่มต้นใช้เดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ในทำนองเดียวกันภายในระยะเวลาสองสามชั่วโมงแรกหลังจากที่เครื่องถูกทำให้ยุติการทำงาน มันก็ยังคงผลิตความร้อนออกมาจากกระบวนการสลายทางนิวเคลียร์

แผ่นดินไหวเมื่อเดือนมีนาคม 2011 เป็นที่ประจักษ์ชัดว่าทำให้เกิดคลื่นสึนามิมฤตยู ที่ทำลายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลสำรองสำหรับป้อนไฟฟ้าให้แก่เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น ซึ่งระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลสำรองนี้ จะต้องทำงานหลังจากที่พลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายภายนอกไม่สามารถที่จะป้อนไฟฟ้าให้ได้ เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นนี้จะทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผ่านแกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เพื่อที่จะระบายความร้อนที่เกิดจากการสลายกัมมันตรังสี การที่ระบบหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นขาดหายไป ทำให้ทั้งอุณหภูมิและความดันภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ยิ่งไปกว่านั้น การแผ่รังสีจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์นี้ ทำให้โมเลกุลของน้ำเริ่มแยกสลายเป็นแก๊สออกซิเจน กับไฮโดรเจนที่ระเหยได้ อันเป็นผลทำให้เกิดการระเบิดทำลายโครงสร้างอาคารที่เป็นเหล็ก ที่ครอบคลุมเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อยู่

กล่าวได้ว่า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ-ไดอิจิมีมาตรการหลายอย่าง ที่จะหยุดการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ในกรณีของการเกิดแผ่นดินไหวที่รุนแรง แต่ก็ไม่ได้คำนึงถึงในกรณีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชนฟูกูชิมะ-ไดอิจิของญี่ปุ่น เซอร์โบนิวเคลียร์ของรัสเซีย และโรงไฟฟ้าทรีไมล์ไอส์แลนด์ของสหรัฐอเมริกา ยังคงเป็นรอยต่างของอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์ ที่ยังเป็นเงาดำที่ทอดอยู่เหนือข้อดี ๆ ด้านสิ่งแวดล้อม ที่เทคโนโลยีนิวเคลียร์ยังพอที่จะสามารถให้ได้

ถอดความจาก [http:// science.howstuffworks.com/nuclear-power5.htm](http://science.howstuffworks.com/nuclear-power5.htm)

โพสต์เมื่อ : 21 กันยายน 2555