

# พลังงานนิวเคลียร์:

## ความเชื่อกับความจริง ความเสี่ยงและโอกาส

Gerd Rosenkranz เขียน

พิภพ อุดมอิทธิพงศ์ แปล

### 1. เกริ่นนำ

ความเห็นที่แตกต่างอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์มีความเป็นมายาวนานพอๆกับการนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ในเชิงพาณิชย์ ความฝันของผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์ในยุคแรกเริ่มจางลง ในขณะที่ความเสี่ยงระดับสูงยังดำรงอยู่ รวมทั้งอันตรายที่เกิดจากการใช้งานโดยมิชอบเพื่อตอบสนองเป้าประสงค์ด้านทหาร การก่อการร้ายกลายเป็นภัยคุกคามร้ายแรงและเป็นรูปธรรม ภาวะโลกร้อนและขีดจำกัดของเชื้อเพลิงฟอสซิลไม่อาจทำให้คนคลายกังวลต่อปัญหาด้านความปลอดภัยที่สำคัญของพลังงานนิวเคลียร์ ในขณะที่เครื่องปฏิกรณ์ “ที่ปลอดภัยจากอุบัติเหตุ” ยังคงเป็นเพียงคำสัญญาที่ว่างเปล่า แม้จะผ่านมาหลายทศวรรษแล้ว

การเพิ่มของอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศโลกเนื่องจากมนุษย์ จะกลายเป็นปัญหาท้าทายสำคัญสุดอย่างหนึ่งในศตวรรษที่ 21 แต่เรายังมีวิธีการอื่นในการแก้ไขปัญหาคือเป็นอันตรายน้อยกว่าการใช้พลังงานนิวเคลียร์ เนื่องจากพลังงานนิวเคลียร์ไม่มีความยั่งยืน และเชื้อเพลิงที่ใช้ก็มีขีดจำกัดเช่นเดียวกับเชื้อเพลิงฟอสซิล อย่างเช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ เรายังต้องหาวิธีการกำจัดกากรังสีออกจากโลกชีวภาพซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานเกินกว่าจะจินตนาการได้ พลังงานนิวเคลียร์ไม่เพียงเป็นเทคโนโลยีที่มีความเสี่ยงสูงในแง่ความปลอดภัย แต่ยังมีความเสี่ยงด้านการลงทุนด้วย หากปราศจากงบประมาณสนับสนุนของรัฐ โครงการเช่นนี้ก็อาจแข่งขันในเศรษฐกิจระบบตลาดได้ แต่บริษัทต่าง ๆ ยังคงสร้างผลกำไรจากโครงการพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขที่รัฐเป็นผู้กำหนด การตอบอนุญาตเครื่องปฏิกรณ์เก่าเป็นแรงจูงใจให้กับ

เจ้าของโครงการพลังงานนิวเคลียร์ แต่กลับทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากเนื่องจากอุบัติเหตุครั้งใหญ่พร้อมกันนั้นรัฐบาลบางประเทศก็พร้อมจะส่งเสริมการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อกิจการพลเรือน ทั้งนี้เพื่อกระจายไปสู่การพัฒนาระเบิดปรมาณูและเป็นที่ยึดใจ ตั้งแต่วันที่ 11 กันยายน 2544 (หมายเหตุ: คือเหตุการณ์ 9/11 ก่อการร้ายตึกเวิลด์เทรดเซ็นเตอร์ที่สหรัฐอเมริกา) ว่า ประเทศซึ่งอันตรายและมีความเสี่ยงอย่างมาก เช่นนี้ จะกลายเป็นเป้าโจมตีอย่างไร้มนุษยธรรมและอย่างโหดร้ายรุนแรงของกองกำลังที่ไม่ใช่ฝ่ายรัฐบาล ด้วยเหตุดังกล่าว พลังงานนิวเคลียร์จะยังคงทำให้เกิดความแตกแยกทางความคิดในสังคมต่อไป ตรงที่ซึ่งมีการใช้พลังงานชนิดนี้อยู่

## 2. มรดกตกทอด ความเสี่ยงเรื้อรังเนื่องจากความทรงจำสั้น

อุบัติเหตุในช่วงค่ำวันที่ 10 เมษายน 2546 ในแท็งก์น้ำซึ่งเป็นที่เก็บแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่นคร Paks (ทางตอนกลางของประเทศฮังการี) คล้ายคลึงกับอุบัติเหตุครั้งสำคัญเนื่องจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อพลเรือน อันได้แก่อุบัติเหตุนิวเคลียร์ที่เมืองแฮริสเบิร์ก (ซึ่งรู้จักกันในชื่อเหตุการณ์ “ทรีไมล์ไอส์แลนด์” นครเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา) เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2522 และที่เมืองเซอร์โนบิล (ขณะนั้น คือประเทศโซเวียต ซึ่งในปัจจุบันอยู่ในประเทศยูเครน) ในวันที่ 26 เมษายน 2529 ความบกพร่องของการออกแบบอย่างไม่น่าให้อภัย การควบคุมตรวจสอบที่อ่อนแอ คำสั่งปฏิบัติการที่ผิดพลาด การวินิจฉัยปัญหาผิดพลาดในสภาวะที่คับขัน และความเชื่อมั่นอย่างไว้ใจง่ายต่อเทคโนโลยีที่มีความอ่อนไหวอย่างมากเช่นนี้ ล้วนแต่เป็นปัญหา 11 ประการซึ่งรู้กันดีก่อนจะเกิดอุบัติเหตุในตอนค่ำวันพฤหัสบดีที่ประเทศฮังการี ไม่เพียงบทเรียนจากอุบัติเหตุที่แฮริสเบิร์กและเซอร์โนบิลเท่านั้น แต่ยังมีอุบัติเหตุที่โรงงานสกัดซ้ำเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว (Reprocessing plant) ของอังกฤษที่เมือง Sellafield เครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงมอโนจู โรงงานสกัดซ้ำที่เมืองโดโกมูระ ญี่ปุ่น กรณีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์บรินเบิตเทิล ที่ริมฝั่งแม่น้ำเอลเบ เยอรมนี

ไม่ว่ามนุษย์ทำงานที่ใด จะต้องมีความผิดพลาดเสมอ แต่ยังมีข้อดีที่วงจรความผิดพลาดซึ่งพวกเขาบอกว่าเป็นสิ่งที่ “ไม่สามารถอธิบายได้” อาจไม่ทำให้เกิดผลลัพธ์ร้ายแรงอย่างเช่นที่เกิดขึ้นที่ยูเครนหรือประเทศเพื่อนบ้านเมื่อปี 2529 เสมอไป ที่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์หมายเลขสองของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นคร Paks ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากกรุงบูดาเปสต์ นครหลวงของฮังการีไปทางใต้ราว 115 กิโลเมตร ปัญหาความร้อนเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายต่อที่บรรจุเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ 30 แท่ง และส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของ

สารกัมมันตรังสีในแท่งน้ำเหล็ก และการแพร่กระจายของก๊าซเฉื่อยที่มีสารกัมมันตรังสีจำนวนมหาศาล ที่แพร่เข้าไปในห้องเครื่องปฏิกรณ์ และเป็นเหตุให้ผู้ควบคุมระบบตกใจและหลบหนีออกมา ต่อมามีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีเหล่านี้ออกไปในอากาศภายนอกเป็นเวลานานถึง 14 ชั่วโมง เป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ที่มีเครื่องมือป้องกันไม่สามารถเข้าไปในห้องเครื่องได้

ชื่อของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Paks กลายเป็นสัญลักษณ์อุบัติเหตุร้ายแรงสุดครั้งหนึ่งในยุโรปในยุคหลังเหตุการณ์เชอร์โนบีล นอกจากนั้น สารกัมมันตรังสียังได้รับความร้อนสูงเมื่ออยู่นอกอาคารคอนกรีตที่คอยป้องกันการรั่วไหล แต่นอกเหนือจากยังการออกไปแล้วประเทศอื่น ๆ ในโลกแทบไม่ได้ให้ความสนใจใส่ใจต่อไฟที่ลุกไหม้ในส่วนทำความสะอาดเชื้อเพลิง ตัวผู้เชี่ยวชาญจากฮังการีและจากต่างประเทศ ซึ่งทำให้เกิดการชำระรอยของอุบัติเหตุในคำคืนวันนั้น ตระหนักดีว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจเลวร้ายกว่านี้มาก การที่ทั้งโลกไม่ใส่ใจต่ออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นที่นคร Paks ไม่ใช่เรื่องใหม่ อุบัติเหตุสำคัญครั้งนี้เป็นตัวอย่งอีกกรณีหนึ่ง และเป็นครั้งแรกที่ทีมเครื่องปฏิกรณ์จากยุโรปตะวันออกและตะวันตกเป็นต้นเหตุให้เกิดความผิดพลาดที่ร้ายแรง อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการบริหารงานและกำหนดการทำงานที่ไม่รอบคอบ ผู้ที่ควรมีส่วนร่วมต่อเหตุการณ์ครั้งนี้ได้แก่วิศวกรผู้ออกแบบและบริษัทผู้ดำเนินงานจากกลุ่ม Framatome ANP ซึ่งเป็นกลุ่มร่วมทุนพลังงานนิวเคลียร์ระหว่างฝรั่งเศส/เยอรมนี (และเป็นบริษัทลูกของบริษัท Areva และบริษัทลูกของเยอรมนีได้แก่ German Siemens) ที่ปฏิบัติตามตามโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เลียนแบบรัสเซีย และผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ในกรุงบูดาเปสต์ทั้งหมดต่างมีส่วนร่วมรับผิดชอบ แต่พวกเขาก็สามารถเอาตัวรอดไปได้ง่ายด้าย

ส่วนจัดเก็บเชื้อเพลิง 30 แท่งซึ่งคิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงหนึ่งในสิบสำหรับแท่งเชื้อเพลิงหลักของเครื่องปฏิกรณ์ 12 แท่ง ไม่สามารถลดอุณหภูมิลงได้ตามกระบวนการทำความสะอาดด้วยสารเคมี ส่งผลให้ในขั้นแรกน้ำหล่อเย็นในแท่งก็ทำความสะอาดเดือดขึ้น จากนั้นก็ทำให้น้ำส่วนที่เหลือทั้งหมดเดือดกระจายออกมามีอุณหภูมิสูงถึง 1,200 องศาเซลเซียส จากนั้นแท่งก็แตกออกเหมือนกระเบื้อง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ซึ่งหมดหนทางป้องกันอุบัติเหตุได้ฉีดน้ำเย็นเข้าไป ในความเห็นของนักฟิสิกส์ที่เชี่ยวชาญด้านเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ การระเบิดของเครื่องปฏิกรณ์เช่นนี้น่าจะกลายเป็นวงจรของปฏิกิริยาที่ไม่สามารถควบคุมได้แม้จะเกิดในขอบเขตจำกัด ซึ่งย่อมจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่โดยรอบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และพื้นที่ที่ห่างออกไป

### 3. ความปลอดภัย ประเด็นสำคัญสำหรับพลังงานนิวเคลียร์

ผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์ต่างดีใจอย่างเห็นได้ชัดเมื่อข้อถกเถียงเกี่ยวกับประโยชน์จากพลังงานเช่นนี้ลดน้อยลง การวิจารณ์มีน้ำเสียง “แผ่วลงและสงบนิ่ง” มากขึ้น เป็นผลมาจากภัยคุกคามของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้น มิตรสหายในแวดวงอุตสาหกรรมไฟฟ้านิวเคลียร์ยิ่งเบื่อกันมากขึ้น เนื่องจากการพูดคุยเกี่ยวกับนโยบายนิวเคลียร์ได้เปลี่ยนจากปัญหาพื้นฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคงมาเป็นประเด็นเกี่ยวกับเศรษฐกิจ การปกป้องสิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์ทรัพยากร พวกเขาอยากเห็นคนทั่วไปมองว่าพลังงานนิวเคลียร์เป็นเทคโนโลยีแบบหนึ่งในบรรดาพลังงานรูปแบบอื่นไม่ว่าจะเป็นโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้าพลังงานลม นิวเคลียร์พีชชันเข้ามาสู่สมการที่นักเศรษฐศาสตร์ใช้เป็นกรอบการถกเถียงด้านนโยบายพลังงาน กล่าวคือความเป็นไปได้เชิงเศรษฐกิจ อุปทานหรือการผลิตพลังงานที่พึงพาได้และความสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

ผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์กลับไม่กังวลเลยเกี่ยวกับความเหมาะสมของพลังงานนิวเคลียร์ แม้ในกรอบดังกล่าว ก็ยังมีคำถามมากมาย พวกเขาอินดี้กับสิ่งที่เป็นอย่างที่พวกเขาสนใจก็คือมีโอกาสมากขึ้นที่จะปกปิดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงให้อยู่ภายใต้ข้อถกเถียง ซึ่งเบี่ยงเบนความสนใจในประเด็นพื้นฐานในด้านความปลอดภัยและความมั่นคงปรากฏการณ์เช่นนี้ไม่ใช่เรื่องบังเอิญแต่เป็นผลจากยุทธศาสตร์อย่างจงใจ และเป็นระบบภายใต้การผลักดันของผู้ประกอบการและผู้ขายในประเทศที่ส่งออกพลังงานนิวเคลียร์รายใหญ่ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ยุทธวิธีเบี่ยงเบนความสนใจอาจประสบความสำเร็จทำให้การถกเถียงในสาธารณะมีน้อยลง แต่ก็ไม่อาจลดโอกาสที่จะนำไปสู่อุบัติเหตุร้ายแรงได้ ความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง เกินขอบเขตที่ระบบจะรองรับไว้ได้ รวมทั้งข้อเท็จจริงที่ว่าเราไม่อาจมองข้ามความเสี่ยงเช่นนี้ได้ จะเป็นเหตุผลหลักของการคัดค้านพลังงานนิวเคลียร์เสมอ และกลายเป็นข้อถกเถียง 13 ประการต่อการสกัดซ้ำเชื้อเพลิงในลักษณะเช่นนี้ ในระดับภูมิภาค ระดับชาติและระดับโลก ความยอมรับต่อพลังงานนิวเคลียร์ทรงตัวหรือลดลง นับแต่เกิดอุบัติเหตุที่แฮริสเบิร์ก และยังมีกรณีของเชอร์โนบีล อุตสาหกรรมนิวเคลียร์ได้ให้ความหวังใหม่ว่าจะพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์ที่ปลอดภัยจากอุบัติเหตุได้ ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้สาธารณะชนยอมรับพลังงานเช่นนี้อีกครั้ง เมื่อ 25 ปีที่แล้ว ผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ก็ให้คำสัญญาเช่นนี้โดยเรียกว่าเป็น “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีลักษณะพื้นฐานปลอดภัย” คนอเมริกันเรียกโรงไฟฟ้าสำหรับอนาคตเช่นนี้ว่า เป็นเครื่องปฏิกรณ์แบบ “ไร้กังวล” โดยอ้างว่าโอกาสที่จะเกิดการหลอม

ละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ หรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่คล้ายคลึงกัน แทบจะเป็นไปไม่ได้  
ทีเดียว

“แม้จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้”<sup>1</sup> รองประธานบริษัทผลิตเครื่องปฏิกรณ์  
แห่งสหรัฐฯ ในขณะนั้นให้ความหวังว่า “คุณก็สามารถกลับบ้าน กินข้าวกลางวัน ขับรถกลับบ้าน  
และค่อยกลับไปดูแลเครื่องปฏิกรณ์ได้ไม่มีอะไรที่ต้องกังวลหรือตกใจเอาเลย” คำพูดที่ฟังดู  
อปลิงการยังคงก้องอยู่แม้จนปัจจุบัน และยังคงเป็นคำสัญญาต่ออนาคตที่ไม่เป็นจริง ในปี  
2529 Joachim Radkau นักประวัติศาสตร์เทคโนโลยีชาวเยอรมันได้เสนอแล้วว่า อันที่จริง  
โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบที่ปลอดภัยอุบัติเหตุก็เหมือนกับ “ขมมพายที่สร้างในอากาศใน  
ช่วงที่เกิดวิกฤต แต่ไม่เคยเป็นจริงขึ้นมาได้”<sup>2</sup>

องค์กร European Atomic Energy Community (Euratom) รวมถึงประเทศอีก 10  
ประเทศซึ่งมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กำลังพูดถึงเครื่องปฏิกรณ์ “รุ่นที่ 4” เมื่อพูดถึงอนาคต  
ของเทคโนโลยีเครื่องปฏิกรณ์ เครื่องปฏิกรณ์ในยุคใหม่นี้จะติดตั้งด้วยระบบความปลอดภัย  
ภัยที่ก้าวหน้า และจะมีรูปแบบแตกต่างจากเครื่องปฏิกรณ์ในยุคเดิมซึ่งไม่เคยเป็นจริง  
เครื่องปฏิกรณ์ยุคใหม่จะมีลักษณะที่คุ้มทุนทางเศรษฐกิจ มีขนาดเล็กกว่า มีโอกาสถูกนำไป  
ใช้ทางทหารน้อยกว่า และจะเป็นที่ยอมรับของสาธารณะมากขึ้น คาดการณ์ว่าเครื่อง  
ปฏิกรณ์ยุคใหม่นี้จะเริ่มจ่ายไฟฟ้าได้ราวปี 2573 นั่นเป็นค่าเฉลี่ยอย่างเป็นทางการ  
แต่อย่างไรไม่เป็นทางการแล้ว แม้แต่ผู้สนับสนุนรายใหญ่เองก็ไม่คิดว่าเครื่องปฏิกรณ์ยุคใหม่  
นี้จะเริ่มดำเนินการในเชิงพาณิชย์ได้ “จนกระทั่งปี 2583 หรือ 2588”<sup>3</sup> คำสัญญาต่ออนาคต  
เช่นนี้ย้ำเตือนถึงคำสัญญาของนักวิจัยนิวเคลียร์ฟิวชันเมื่อปี 2513 พวกเขาทำนายไว้เช่น  
เดียวกันว่านิวเคลียร์ฟิวชันซึ่งมีการใช้อะตอมของไฮโดรเจนเพื่อควบคุมการหลอม  
นิวเคลียสและจะระเหยไปเมื่อเจอกับแสงแดด จะเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้  
ภายในปี 2543 แต่จนถึงปัจจุบัน ไม่มีใครกล้าพูดว่าจะมีการนำนิวเคลียร์ฟิวชันมาใช้  
ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ก่อนกลางศตวรรษที่ 21

<sup>1</sup> อ้างใน Peter Miller, “Our Electric Future – A Comeback for Nuclear Power”, in  
National Geographic, August 1991, p. 60ff. แปลจากภาษาเยอรมัน

<sup>2</sup> “Chernobyl in Deutschland?” in Spiegel 20/1986; pp. 35-36

<sup>3</sup> Then EDF President Francois Roussey on 23 November 2003 to the Economic  
and Environmental Committee of the French National Assembly, cited in Mycle  
Schneider, Der EPR aus französischer Sicht. Memo im Auftrag des BMU, p. 5

การสร้างความหวังถึงเครื่องปฏิกรณ์ในรุ่นที่ 4 ซึ่งไม่มีความแน่นอนด้านความปลอดภัย แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ได้เพิกเฉยคำรับประกันที่ให้ไว้ในอดีตอย่างเจียบ ๆ ในขณะเดียวกัน การพุดคุยโดยทั่วไปครอบคลุมเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัย ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับคำกล่าวอ้างโดยรวม ๆ ที่มาจากความเข้าใจผิดแต่เป็นสิ่งที่คนนอกวงการมักนำไปเผยแพร่อย่างภาคภูมิใจว่า “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของเราปลอดภัยที่สุดในโลก” แต่คำพุดเช่นนี้ซึ่งมักพุดกันในเยอรมนี กลับไม่สามารถพิสูจน์ให้เป็นจริงได้ ทั้งในความเป็นจริงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งเริ่มต้นก่อสร้างในยุคทศวรรษ 1960 และ 1970 โดยอาศัยการออกแบบตามความรู้และเทคโนโลยีที่มาจากทศวรรษ 1950 และ 1960 ก็ยังไม่ม่ีข้อพิสูจน์ว่าจะให้ความปลอดภัยได้อย่างพอเพียง แต่ตราบดีที่ไม่มีใครออกมาเปิดปากผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์ในฝรั่งเศส สหรัฐฯ สวีเดน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ เพื่อไม่ให้พุดถึงสิ่งเดียวกันเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ของตนเอง ทุกคนก็จะพุดกับสิ่งที่ป็นอยู่ไม่มี “ประชาคมนิวเคลียร์” ระดับชาติใดเลย ที่ไม่อ้างว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของตนอยู่ในระดับแนวหน้าของเทคโนโลยีในโลก หรืออย่างน้อยก็อ้างว่าเทคโนโลยีของตนวิเศษเพียงใด ในยุโรปตะวันตกก็เช่นกัน มีคำอ้างเพิ่มมากขึ้นว่าความพยายามในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์แบบโซเวียตให้ทัดเทียมมาตรฐานความปลอดภัย ของตะวันตกแล้ว และยังล้าหน้ากว่าในบางด้านอีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น มีการอ้างว่าเครื่องปฏิกรณ์เหล่านี้มีความเสี่ยงน้อยที่จะเกิดความผิดพลาดในกระบวนการทางกายภาพ ไม่จำเป็นต้องมีการแสดงความเห็นชอบอย่างเป็นทางการต่อผู้ดูแลเหล่านี้ สิ่งที่เราต้องการบ่งบอกก็คือไม่มีเหตุผลที่เราจะต้องตื่นตกใจและอันที่จริงระดับความตื่นตกใจได้ลดน้อยลงทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ และคำถามสำคัญก็คือมนุษย์เราต้องจ่ายมากเพียงใดให้กับความสงบเจียบจากการไม่มีข้อถกเถียงของเรื่องนิวเคลียร์นี้ ปวยการที่จะพุดถึงความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์ในระดับนานาชาติ ในเมื่ออุบัติเหตุที่เกือบเป็นหายนะแบบที่เกิดขึ้นที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Paks เป็นสิ่งที่พุดคุยกันเฉพาะแวดวงของผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

ผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์ถึงกับอ้างว่าเป็นเพราะแรงต่อต้านนิวเคลียร์อย่างเข้มแข็งในเยอรมนีตะวันตก (เดิม) และข้อสงสัยที่มีต่อเครื่องปฏิกรณ์ในบรรดาประชาชนผู้มีความรู้ ส่งผลให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในเยอรมันมีระดับความปลอดภัยสูงมาก ตามความเห็นเช่นนี้ ความสงสัยและการเติบโตขึ้นของ “ความเห็นสาธารณะในเชิงวิพากษ์วิจารณ์” เป็นปัจจัยที่ทำให้มีการพัฒนาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จนมีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

และความผิดพลาดที่ทันสมัยมากเป็นประวัติศาสตร์ของเทคโนโลยี ถือว่าดีที่สุดเท่าที่เรามี

ทุกวันนี้ ถ้าเป็นเช่นนั้นจริง ในทางกลับกันถ้าคนในสังคมมีความตระหนักรู้ต่อปัญหานี้น้อยลง ระดับความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ก็คงน้อยลงด้วยเช่นกัน

ยี่สิบปีหลังเหตุการณ์เชอร์โนบิล ภาพความปลอดภัยที่เป็นไปได้จริงในปัจจุบันเป็นอย่างไร? หลังจากความสนใจที่พุ่งสูงขึ้นเมื่อเกิดการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ที่ยูเครน เรามีการพัฒนากระบวนการความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์อย่างแท้จริงหรือไม่? หรือความเป็นจริงกลับตรงข้าม กล่าวคืออุบัติเหตุครั้งใหญ่กำลังรอจะเกิดขึ้นเท่านั้นเอง? เราไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ก็เช่นเดียวกับภาคส่วนอื่น ๆ ที่ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่ผ่านมาเช่นกัน การปฏิวัติเทคโนโลยีข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสารซึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่มีการสร้างเครื่องปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่ในโลก ส่งผลให้มีการพัฒนาระบบการควบคุมและตรวจสอบที่โปร่งใสและทำให้การเดินทางเครื่องในเวลาปรกติมีความมั่นคงได้มากขึ้น ตอนที่มีการออกแบบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์รุ่นเก่าซึ่งยังใช้งานในทุกวันนี้ ระบบคอมพิวเตอร์ในขณะนั้นยังเป็นแบบบัตเตอร์เฟลว ปัจจุบันมีการนำระบบควบคุมสมัยใหม่มาใช้และนำไปติดตั้งในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์รุ่นเก่าหลายแห่งการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์และการทดลองช่วยให้เกิดข้อมูลในทางฟิสิกส์และการคำนวณปัจจัยต่างๆที่ซับซ้อนในกระบวนการปฏิกริยาทั่วไป รวมทั้งกรณีที่เกิดความผิดพลาดของการเดินเครื่องด้วย ในปัจจุบัน บริษัทนิวเคลียร์ใช้แบบจำลองเหล่านี้ เพื่อออกแบบมาตรการรับมือกับอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่อาจทำได้เมื่อ 20-30 ปีก่อน ทั้งยังเป็นสิ่งที่คนในยุคหนึ่งไม่รู้จักด้วยซ้ำ นักเทคนิคด้านความปลอดภัยยังได้รับประโยชน์จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ทันสมัย และการพัฒนาระบบทดสอบและควบคุมที่กำหนดขึ้นซึ่งมีการนำไปติดตั้งในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์รุ่นเก่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

บริษัทนิวเคลียร์เองก็มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้จากความผิดพลาดในอดีต พวกเขา มักอ้างถึงบทบาทของสมาคมผู้ประกอบการนิวเคลียร์โลก (World Association of Nuclear Operators-WANO) ซึ่งจัดให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุให้สมาชิกได้ทราบอย่างรวดเร็ว ผู้ประกอบการด้านนิวเคลียร์สามารถใช้ประโยชน์จากประสบการณ์ของการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทั่วโลกตั้งแต่เริ่มใช้นิวเคลียร์ซึ่งตอนนี้รวมเวลาการเดินทางเครื่องทั่วโลกรวม ๆ กันแล้วกว่า 11,000 ปี (คิดทุกการเดินทางเครื่องทั่วโลกรวมกัน) แต่สิ่งนี้ก็ไม่ได้ประกัน “ระดับความปลอดภัยใหม่” สำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แต่อย่างใด การที่อุบัติเหตุครั้งใหญ่ที่เชอร์โนบิลและแฮริสเบอร์คไม่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ ไม่ได้หมายความว่าอุบัติเหตุเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นอีก อุบัติเหตุที่นคร Paks เป็นเครื่องย้ำเตือนที่ชัดเจนในช่วงที่ผ่านมา

และประมาณสามในสี่ของเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในปัจจุบันก็มาจากยุคตั้งแต่ปี 2529  
ดังนั้นในการคำนวณความเป็นไปได้ ต้องเป็นการพิจารณาว่าจะมีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้น  
ในปัจจุบันก็ได้หรือไม่เกิดขึ้นเลยจนกระทั่งอีก 100 ปีหลังจากนี้ก็ได้นั้นที่บอกว่า  
เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีอายุการเดินเครื่องมาแล้วรวมกันกว่า 11,000 ปีจึงแทบไม่มี  
หลักประกันในด้านความปลอดภัย ในขณะที่อุตสาหกรรมนิวเคลียร์เผชิญกับปัญหาการ  
หลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ครั้งแรกที่เครื่องปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์แฮริสเบอร์ก  
ในปี 2522 ผู้ประท้วงพลังงานนิวเคลียร์ในภาคใต้ของเยอรมนีได้แจกแผ่นปลิวล้อเลียน  
วิศวกร 16 คนที่ต่อต้านเรื่องความปลอดภัย พวกเขาบอกว่า “ที่ว่าอุบัติเหตุจะเกิดขึ้น  
แค่หนึ่งครั้งต่อหนึ่งแสนปี ทำไมเวลามันผ่านไปเร็วจัง!” ผู้จัดกรอย่างเช่น Harry Roels  
ประธานฝ่ายบริหารของกลุ่มบริษัท RWE ของเยอรมนีประกาศว่าความพยายามที่จะต่อ  
ใบอนุญาตเครื่องปฏิกรณ์ทั่วโลก “เป็นสิ่งที่ชอบด้วยเหตุผลอย่างสมบูรณ์เมื่อมองจาก  
เทคโนโลยีด้านความปลอดภัยที่เป็นอยู่”<sup>4</sup> และ Walter Hohefelder ประธานเจ้าหน้าที่  
บริหารบริษัทนิวเคลียร์ E.ON Ruhrgas และยังเป็นประธานเวทีพลังงานปรมาณูแห่ง  
เยอรมนีอธิบายอย่างจริงจังว่าการต่ออายุใบอนุญาตเครื่องปฏิกรณ์จะ “ทำให้อุปทานหรือ  
การจัดการพลังงานไฟฟ้ามีความมั่นคงยิ่งขึ้น”<sup>5</sup> ที่น่าประหลาดใจเกี่ยวกับคำพูดเหล่านี้ ได้  
แก่ประชาชนส่วนใหญ่ไม่ตั้งคำถามกับคำพูดเหล่านี้อีก เป็นเรื่องเหลือเชื่อที่ผู้ประกอบการ  
เครื่องปฏิกรณ์สร้างภาพว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับ  
รถยนต์หรือเครื่องบิน ซึ่งไม่สอดคล้องแม้แต่การคิดจากสามัญสำนึก อย่างไรก็ตามแต่การเอา  
กฎฟิสิกส์มาใช้

เครื่องปฏิกรณ์ทั่วโลกอยู่ในยุค “สูงอายุ” การใช้ถ้อยคำที่สวยงามเช่นนี้เป็นการกลบเกลื่อน  
แง่มุมของด้านเทคโนโลยีของวัสดุและโลหะ องค์ความรู้เหล่านี้ไม่เพียงเกี่ยวข้องกับ  
“ความเสื่อม” โดยทั่วไป แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนของวัสดุที่เป็นโลหะทั้ง  
ในส่วนที่เป็นพื้นผิวและตัวเนื้อโลหะ กระบวนการและผลลัพท์ในระดับของอะตอมเป็นสิ่ง  
ที่ยากจะคาดเดา ในขณะเดียวกันก็แทบไม่มีระบบตรวจสอบที่น่าเชื่อถือได้ และสามารถ  
ตรวจพบความผิดปกติได้ทันการณ์ เช่นกรณีที่เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น การรับน้ำหนักมาก  
เกินไป สภาพทางเคมีที่อ่อนไหว และการระเบิดของนิวตรอนเนื่องจากกระบวนการฟิชชัน  
อย่างต่อเนื่องซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัย  
การกร่อนเซาะ ความเสียหายจากการรับกัมมันตรังสี และรอยปริแตกทั้งในส่วนพื้นผิว  
และรอยเชื่อมของอุปกรณ์ที่เป็นแกนกลาง ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเวลาหลายทศวรรษ

<sup>4</sup> Frankfurter Rundschau, 12 August 2005, p.11

<sup>5</sup> Berliner Zeitung, 9 August 2005, p. 6



บ่อยครั้งที่เราสามารถหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุร้ายแรงได้เนื่องจากมีระบบตรวจสอบที่ทำให้พบความเสียหายทันเวลา หรือการตรวจสอบตามปกติในช่วงที่หยุดเดินเครื่องและซ่อมแซม ในบางครั้งพวกเขาพบความผิดปกติเหล่านี้อย่างบังเอิญแท้ ๆ

เรายังต้องพิจารณาผลกระทบจากตลาดไฟฟ้าที่เปิดเสรีมากขึ้นในหลายประเทศที่มีการใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การเปิดเสรีทำให้แต่ละโรงไฟฟ้าให้ความสนใจต่อ “ต้นทุน” มากขึ้น และอาจมีการลดเจ้าหน้าที่ มีการเว้นช่วงระยะเวลาการตรวจสอบในแต่ละครั้งนานขึ้น หรือการลดเวลาการซ่อมแซมและการเปลี่ยนแท่งเชื้อเพลิงให้สั้นลง บัจฉัยต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ช่วยให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้นเลย

กล่าวโดยสรุป ถ้าผู้ประกอบการเครื่องปฏิกรณ์ประสบความสำเร็จในการต่ออายุใบอนุญาต ออกไปอีก 40 หรือ 60 ปี เครื่องปฏิกรณ์ทั่วโลกที่มีอายุขัยเฉลี่ย 22 ปีในปัจจุบันจะมีอายุใช้งานเป็นสองหรือสามเท่าในอนาคต ซึ่งจะทำให้ความเสียหายที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงเพิ่มขึ้นมาก การก่อสร้างโรงไฟฟ้า “ยุคที่สาม” แทบไม่ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นเวลาหลายทศวรรษมาแล้ว เครื่องปฏิกรณ์ประเภทนี้ยังมีอยู่น้อยมากในระดับโลก และอันที่จริงก็ไม่ใช่เครื่องปฏิกรณ์ที่จะปลอดภัยจากอุบัติเหตุร้ายแรงได้เสียทีเดียว นักวิจารณ์กล่าวว่า ระบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบปฏิกรณ์ความดันสูงแบบยุโรป (European Pressurized Water Reactor-EPR) ที่เกิดจากการออกแบบตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษ 1980 และมีต้นแบบที่กำลังก่อสร้างในประเทศฟินแลนด์ เป็นการพัฒนาต่อยอดจากเครื่องปฏิกรณ์แบบความดันสูงที่ใช้งานในฝรั่งเศสและเยอรมนีตั้งแต่ทศวรรษ 1980 เพียงเล็กน้อย ระบบ EPR ได้รับการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ โดยการปรับปรุงที่จัดเก็บแท่งเชื้อเพลิงให้ทันสมัยขึ้น อย่างเช่นการติดตั้ง Core catcher (อุปกรณ์ชะลอการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์) แต่เนื่องจากการออกแบบเช่นนี้ทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มขึ้นมาก เป็นเหตุให้ต้องมีการออกแบบอุปกรณ์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นมาก เพื่อให้โรงไฟฟ้ามีความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์เช่นเดียวกับเครื่องปฏิกรณ์ในยุคก่อน

แต่ยังไม่ชัดเจนว่าที่จัดเก็บแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งก่อสร้างตามมาตรฐานของประเทศเยอรมนี (KONVOI) จะสามารถทนทานต่อการพุ่งชนของเครื่องบินโดยสารที่มีน้ำหนักเต็มถังหรือไม่ แม้แต่ผู้ประกอบการเครื่องปฏิกรณ์เองก็ไม่เชื่อว่าประสบการณ์ในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นและการมีอายุใช้งานที่เพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งจะช่วยลดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้เลย ในการประชุมปี 2546 ของสมาคมผู้ประกอบการนิวเคลียร์โลก

(World Association of Nuclear Operators-WANO) ในกรุงเบอร์ลิน ผู้เข้าร่วมได้ระบุถึง “อุบัติเหตุร้ายแรง” แปรครั้งที่เกิดขึ้นในช่วงไม่กี่ปีก่อนหน้า และทำให้เกิดข้อกังวล แม้ในบรรดาผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปฏิกรณ์ รวมทั้งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Paks อุบัติเหตุที่อาจทำให้เกิดหายนะร้ายแรงประกอบด้วย

- การรั่วไหลของแกนควบคุมที่เครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่ของอังกฤษที่ Sizewell B (เริ่มเดิน เครื่องเมื่อ 2538)
- การตรวจพบว่า ความเข้มข้นของสารโบรอนลดลงกว่าปกติในระบบหล่อเย็นฉุกเฉินของ เครื่องปฏิกรณ์ Philippsburg-2 ที่โรงไฟฟ้า Baden-Württemberg
- ความเสียหายของที่เก็บเชื้อเพลิงแบบไม่เคยเป็นมาก่อนที่บล็อก 3 ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ฝรั่งเศส Cattenom
- การระเบิดของไฮโดรเจนอย่างรุนแรงในท่อของเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด (BWR) ที่ Brunsbüttel ในบริเวณโดยรอบของท่อแรงดัน
- การกร่อนเซาะเป็นวงกว้างของภาชนะรับแรงดันที่โรงไฟฟ้า Davis-Besse plant ในสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมานานแต่ไม่มีผู้พบเห็นจนกระทั่งหลงเหลือเพียงขอบสแตนเลส ซึ่งเป็นส่วนที่กันไม่ให้เกิดการรั่วไหลขนาดใหญ่ขึ้น
- การใส่ข้อมูลด้านความปลอดภัยปลอมที่โรงงานสกอตซ์ Sellafield ที่อังกฤษ
- การปลอมแปลงข้อมูลในลักษณะเดียวกันที่โรงไฟฟ้าของ Tepco ที่ญี่ปุ่น

อุบัติเหตุและความเล็ดลอดประเภทนี้ โดยเฉพาะความถี่ที่เพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ทำให้ผู้ประกอบการเกิดความกังวลและตระหนักถึงปัญหามากขึ้น เมื่อเทียบกับยุคที่ฝ่ายการเมืองสนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์อย่างเต็มที่ ผู้บริหารเครื่องปฏิกรณ์กลัวผลลัพธ์ที่เกิดจากลักษณะนิสัยของมนุษย์ กล่าวคือ ความย่อหย่อนในเรื่องของวินัยที่มักเกิดขึ้นในระยะยาว เป็นเหตุให้ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างเคร่งครัดเมื่อเวลาผ่านไปหลายปี ในที่ประชุม WANO ที่กรุงเบอร์ลิน วิทยากรไม่เพียงพว่ฉบับถึงภาวะด้านการเงินมหาศาลในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ (อย่างเช่น ประมาณ 298 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เมื่อเกิดอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Paks ที่เมือง Philippsburg เมื่อเดือนตุลาคม 2546 และโรงไฟฟ้า Davis-Besse ในขณะที่ต้องมีการปิดเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด 12 จาก 17 โรงโดยบริษัท Tepco ในญี่ปุ่น เนื่องจากสอบสวนพบว่าการปลอมแปลงข้อมูล) ทั้งนี้ยังไม่นับรวมความประมาทและความย่อหย่อนของผู้ประกอบการเอง

ทั้งสองประการ “ส่งผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของธุรกิจเช่นนี้”<sup>6</sup> ผู้เข้าร่วมจากสวีเดนคนหนึ่งได้กล่าวเตือนในการประชุมของผู้เชี่ยวชาญ

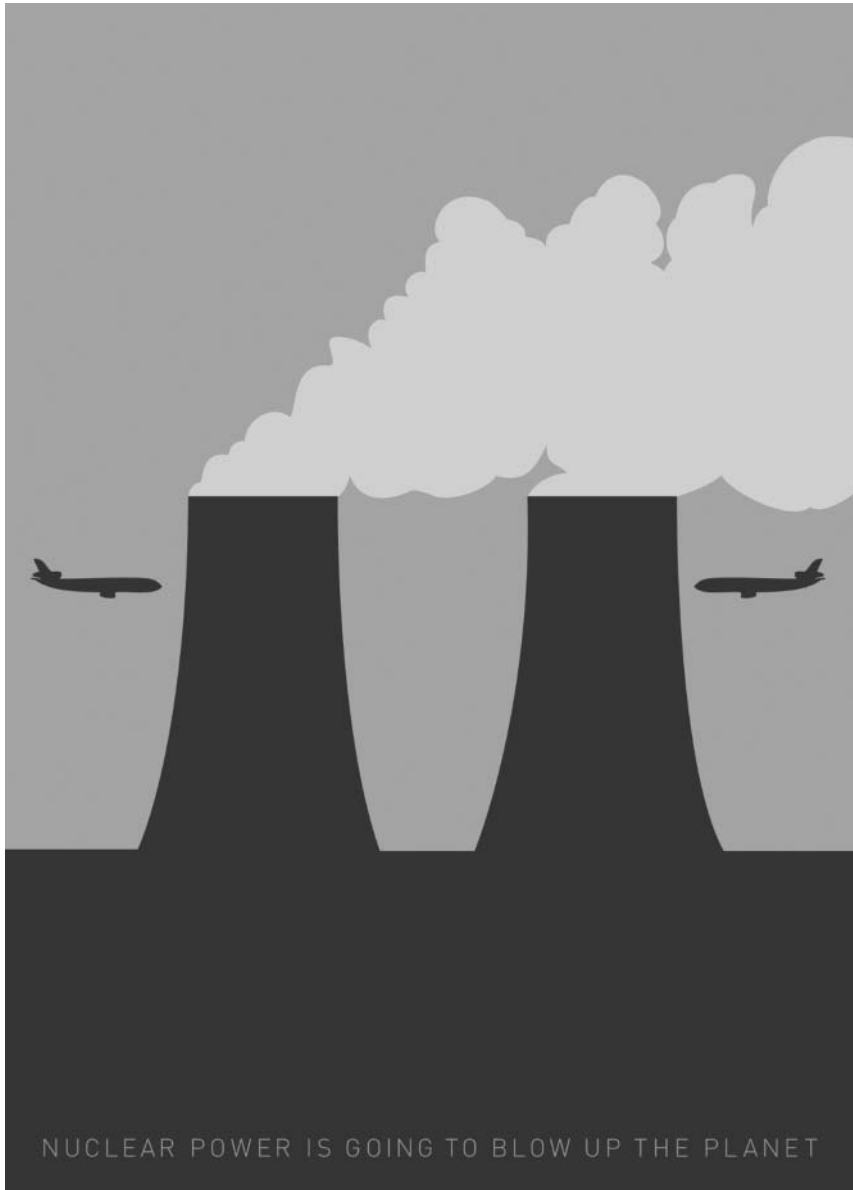
ฮัตจิมุ เมตะ ประธานชาวนิวเคลียร์ของเวที WANO ในขณะนั้นถึงกับพบว่ามี “ภัยร้ายแรง” ที่คุกคามต่อธุรกิจจากภายใน โดยเริ่มจากการขาดแรงจูงใจ ความย่อหย่อนและ “ความประมาทในการส่งเสริมวัฒนธรรมด้านความปลอดภัย อันเป็นผลมาจากแรงกดดันด้านต้นทุนอย่างมหาศาล และเป็นผลมาจากระบบตลาดไฟฟ้าที่เปิดเสรี” เราต้องตระหนักถึงและหาทางแก้ไขภัยคุกคามดังกล่าว ไม่เช่นนั้นแล้ว “อุบัติเหตุร้ายแรง...จะทำลายอุตสาหกรรมเราไปทั้งหมด”<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Nucleonics Week: 6 August 2003 แปลจากภาษาเยอรมัน

<sup>7</sup> เฟิงอ้าง

#### 4. การโจมตีแบบพลีซีฟ ภัยคุกคามยุคใหม่



ที่มา: ©2006-2009 Good50x70 2009. CreativeCommons, NUCLEAR TERROR

by Michelle Trotter, Jason Kelly

ข้อพิจารณาข้างต้นยังไม่รวมถึงภัยคุกคามอย่างใหม่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการโจมตีแบบก่อการร้ายเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2544 ที่กรุงนิวยอร์กและวอชิงตัน และการยอมสละสภาพของผู้ก่อการที่นับถือศาสนาอิสลามในภายหลัง ภัยคุกคามเช่นนี้น่าจะทำให้เราทบทวนการใช้พลังงานนิวเคลียร์

คำสารภาพของผู้นำขบวนการอัลกออิดะห์ที่ถูกคุมขังสองคนระบุว่า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นเป้าหมายการโจมตีของผู้ก่อการร้ายอย่างแน่นอน ในบรรดาคำสารภาพระบุว่า มุฮัมหมัด อัดตา ซึ่งในภายหลังเป็นผู้ขับเครื่องบินโบอิง 767 เข้าชนตึกเหนือของตึกเวิลด์เทรดนั้น ก่อนหน้านั้นเขาได้เลือกเป้าหมายคือ เครื่องปฏิกรณ์สองแห่งของโรงไฟฟ้า Indian Point บนแม่น้ำฮัดสัน อันที่จริง ถึงกับมีการใช้รหัส “electrical engineering” แทนแผนการลับ ที่จะโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากย่านแมนฮัตตันไปเพียง 40 กิโลเมตร ไว้แล้วด้วย

ต่อมามีการยกเลิกแผนการดังกล่าว เนื่องจากผู้ก่อการร้ายกล่าวว่าเครื่องบินที่จะใช้บินเข้าไปชนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อาจถูกโจมตีด้วยขีปนาวุธต่อต้านอากาศยานเสียก่อน ก่อนหน้านั้นคาลิป ซีก มุฮัมหมัด ผู้นำขบวนการอัลกออิดะห์อีกคนหนึ่งมีแผนการขั้วร้ายก็เรียกร้องให้มีการจัดเครื่องบินส่วนบุคคลเป็นตัวประกัน และยอมสละสภาพว่ามีเป้าหมายจะโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หลายแห่ง จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความใส่ใจต่อการโจมตีของผู้ก่อการร้ายอย่างจริงจัง ในการประเมินความเสี่ยงของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ภายหลังเหตุการณ์ 11 กันยายน 2544 การโจมตีลักษณะเช่นนี้มีความเป็นไปได้เพิ่มขึ้นมาก

ค่อนข้างแน่นอนว่า เครื่องปฏิกรณ์ 443 แห่งที่เดินเครื่องอยู่จนถึงปลายปี 2548 ไม่สามารถต้านทานการฟุ้งชนของเครื่องบินขนาดใหญ่ที่มีน้ำมันเต็มถังได้ ผู้ประกอบการนิวเคลียร์เองก็กล่าวยอมรับอย่างเป็นทางการในทำนองนี้ ไม่นานหลังการโจมตีที่นิวยอร์กและวอชิงตัน ในท่ามกลางคำสารภาพอย่างรวดเร็ว ก็มีการวางยุทธวิธีไว้ ซึ่งมีความมุ่งหวังไม่ให้เกิดการถกเถียงเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เก่าและมีความเสี่ยงอย่างมาก และอาจถูกแรงกดดันจากสังคมทำให้ต้องปิดตัวลง ในเวลาเดียวกันงานศึกษาทางวิทยาศาสตร์ยืนยันคำสารภาพของผู้บริหารโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ กล่าวคือ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หลายแห่งในประเทศอุตสาหกรรมตะวันตกได้รับการออกแบบมาโดยคำนึงถึงโอกาสที่จะถูกฟุ้งชนด้วยเครื่องบินทหารหรือเครื่องบินขนาดเล็กเป็นครั้งคราวเท่านั้น แต่ในการวางแผนถึงเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ ให้รวมไปถึงการโจมตีแบบก่อการร้ายอย่างเช่น การใช้จรวดต่อต้านรถถัง

ปืนใหญ่กระบอกสั้นหรืออาวุธอย่างอื่น พวกเขาเชื่อว่าโอกาสที่จะเกิดการชนจากเครื่องบินโดยสารที่มีน้ำมันเต็มถังเป็นไปได้น้อยมาก และทำให้ไม่มีประเทศใดจัดเตรียมมาตรการเพื่อรับมืออย่างเหมาะสมแน่นอนว่าบรรดาวิศวกรผู้ออกแบบเครื่องบินที่ต่างไม่นึกเลยว่าสักวันหนึ่งจะมีการโจมตีโดยใช้เครื่องบินโดยสาร ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบในลักษณะเหมือนกับการโจมตีด้วยขีปนาวุธอย่างหนึ่ง

ภายหลังการโจมตีที่สหรัฐอเมริกา สมาคม Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) ซึ่งตั้งอยู่ที่กรุงโคโลญ และมีหน้าที่ดูแลด้านความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และสถานที่ที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการศึกษาอย่างละเอียดถึงความเสี่ยงต่อการโจมตีทางอากาศของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในเยอรมนี งานศึกษาที่ได้รับทุนสนับสนุนจากรัฐบาลเยอรมันมุ่งสำรวจความแข็งแรงเชิงโครงสร้างของโรงไฟฟ้าแบบทั่วไป มีการใช้แบบจำลองการบินของ Technical University ที่กรุงเบอร์ลินเพื่อคำนวณ โดยจำลองให้มีเครื่องบินกว่าครึ่งโหลที่พุ่งเข้าชนโรงไฟฟ้าด้วยความเร็วแตกต่างกันหลายพันครั้ง รวมทั้งการพุ่งชนจากจุดและมุมที่แตกต่างกัน เพื่อดูว่ามีผลกระทบต่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบที่สร้างในเยอรมนีอย่างไร มีการจำลองเป็นภาพวิดีโอ นักบินจำลองก็ทำเช่นเดียวกับผู้ก่อการร้ายในนิวยอร์กและวอชิงตันท่า คือการขับขีเครื่องบินขนาดเล็กพุ่งเข้าชน ประมาณครึ่งหนึ่งสามารถโจมตีถูกเป้าหมาย ผลจากการศึกษาครั้งนี้เป็นสิ่งที่น่าตกใจมาก จนไม่เคยมีการเผยแพร่ข้อมูลอย่างเป็นทางการ ภายหลังมีการเผยแพร่เฉพาะข้อสรุปจากเอกสารที่ถูกจัดอันดับให้เป็นเอกสารลับและห้ามเผยแพร่ตามเอกสารดังกล่าวการชนแต่ละครั้งมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดเพลิงลุกไหม้อย่างรุนแรง โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นเครื่องปฏิกรณ์แบบเก่า ไม่ว่าเครื่องปฏิกรณ์จะเป็นประเภทใด ขนาดใด หรือเครื่องบินโดยสารที่พุ่งเข้าชนมีความเร็วเท่าใด แรงสั่นสะเทือนมหาศาลหรือไฟที่เกิดขึ้นจากน้ำมันก๊าดก็จะสามารถทะลุผ่านเข้าไปในที่เก็บเชื้อเพลิงได้โดยตรง หรือทำลายระบบท่อภายในไป

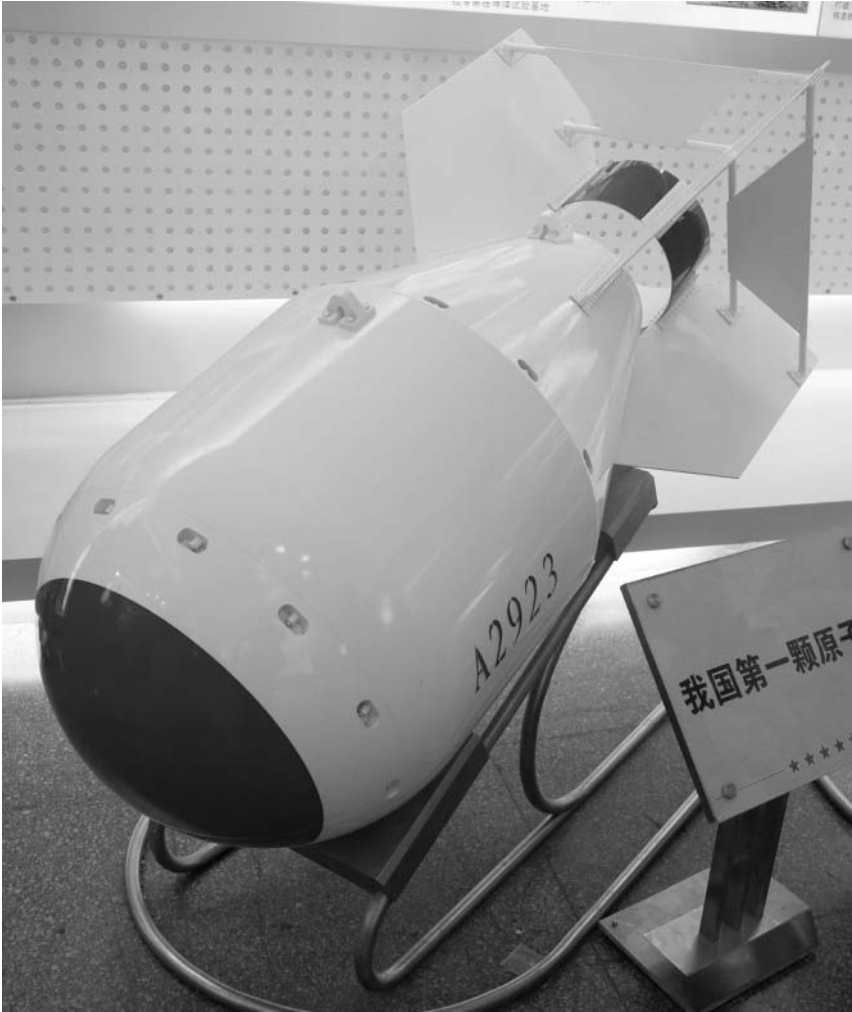
อย่างไรก็ตาม การพุ่งชนโดยตรงมีความเสี่ยงอย่างมากที่จะทำให้เกิดการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์และการปล่อยกัมมันตรังสีออกมาเป็นจำนวนมากและมีความเสี่ยงอย่างมากที่จะทำให้เกิดการรั่วไหลในบริเวณที่จัดเก็บขี้คราวของแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้ว ซึ่งถูกทิ้งให้เย็นลงในถังน้ำที่เติมไปด้วยกัมมันตรังสี แต่ก็มีความจริงที่เครื่องปฏิกรณ์ในยุคหลังในประเทศส่วนใหญ่มีระบบการจับเก็บที่มั่นคงยิ่งขึ้น

ผลจากการศึกษาของสมาคม GRS พบว่า มีความเป็นไปได้ที่การพุ่งชนโดยตรงด้วยความเร็วสูง อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์ร้ายแรง และจะทำให้เกิดการปนเปื้อนเป็นวงกว้าง

โอกาสที่จะเกิดการก่อการร้ายที่พุ่งเป้าโจมตีทางอากาศ ไม่ได้ทำให้ความกลัวแต่เดิมที่มีในโลกตั้งแต่ก่อน 11 กันยายน 2544 หดไป แต่กลับทำให้มองว่ามีความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น ประเทศอุตสาหกรรมบางแห่งที่มีอุตสาหกรรมนิวเคลียร์เริ่มตรวจสอบอย่างจริงจังถึงความเป็นไปได้ที่จะมีการโจมตีของผู้ก่อการร้ายต่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยการใช้อาวุธหรือการใช้ระเบิดจากภายนอก หรือการบุกเข้าไปก่อความรุนแรงหรือปฏิบัติการอย่างปกปิดในพื้นที่หวงห้าม แต่ยังไม่มีการคำนวณถึงสภาพที่ผู้กระทำผิดอาจจงใจกระทำโดยเตรียมพร้อมที่จะต้องตาย ความเสี่ยงอย่างมากที่บุคคลจะโจมตีหน่วยงานด้านนิวเคลียร์ และพร้อมจะพลีชีพตนเอง ทำให้เกิดสภาพการณ์ต่าง ๆ อีกมากมายที่ต้องพิจารณาถึง

เมื่อมองจากมุมมองของผู้วางระเบิดแบบพลีชีพ การโจมตีหน่วยงานนิวเคลียร์มีความเป็นไปได้มากในทางตรงข้ามพวกเขาทราบดีว่าการโจมตี“ที่ประสบความสำเร็จ”จะไม่เพียงทำให้เกิดเพลิงไหม้ครั้งใหญ่และทำให้คนนับล้านประสบเคราะห์กรรม แต่ยังเป็นเหตุให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หลายแห่งต้องปิดตัวลงด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัย ซึ่งย่อมกลายเป็นหายนะทางเศรษฐกิจต่อประเทศอุตสาหกรรม ซึ่งประสบกับปัญหาด้านเศรษฐกิจอยู่แล้วภายหลังเหตุการณ์ 11 กันยายน เช่นเดียวกับการโจมตีอย่างที่ไม่คาดหมายและโหดร้ายต่ออาคารเวิลด์เทรดและกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ (เพนตากอน) การกระทำเช่นนี้เป็น การกระทำเชิงสัญลักษณ์ที่มุ่งสร้างความอับอายให้กับประเทศมหาอำนาจอย่างสหรัฐฯ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเมือง และทหาร การโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ย่อมเป็นไปได้เพื่อตอบสนองการต่อสู้เชิงสัญลักษณ์ดังกล่าว ส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดของสังคมอุตสาหกรรม การปนเปื้อนของกัมมันตรังสีทั้งภูมิภาค ซึ่งอาจเป็นเหตุให้มีการอพยพโยกย้ายประชาชนหลายแสนหรือหลายล้านคนในระยะยาว จะทำให้ความแตกต่างระหว่างสงครามกับการก่อการร้ายหมดไป การโจมตีอย่างอื่นแม้กระทั่งการโจมตีท่าเรือขนส่งน้ำมันที่นครรอดเดอร์ดัม ก็ยังไม่มีผลกระทบด้านจิตใจต่อประเทศอุตสาหกรรมตะวันตกมากเท่ากับการโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แม้ว่าจะไม่ สามารถกระตุ้นให้เกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์ครั้งใหญ่ได้ แต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นก็น่ากลัวยิ่ง ประชาชนจะเกิดความตื่นตัวและตกเตียงอย่างกว้างขวางถึงหายนะร้ายแรงของพลังงานนิวเคลียร์อย่างไม่เคยเป็นมาก่อน และจะเป็นเหตุให้มีการปิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หลายแห่ง โดยเฉพาะในบรรดาประเทศอุตสาหกรรม

## 5. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป้าหมายด้านกัมมันตรังสีในสงครามแบบเดิม



ที่มา: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chinese\\_nuclear\\_bomb\\_-\\_A2923.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chinese_nuclear_bomb_-_A2923.jpg)

การก่อการร้ายแบบใหม่ทำให้เกิดการถกเถียงมากขึ้นเกี่ยวกับ “การใช้พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ” และสงคราม ซึ่งเดิมเป็นประเด็นต้องห้ามในแวดวงนิวเคลียร์ ในพื้นที่ที่มีความขัดแย้งอย่างเช่นคาบสมุทรเกาหลี ใต้หวัน อิหร่าน อินเดีย หรือปากีสถาน เครื่องปฏิกรณ์ที่มีอยู่อาจส่งผลให้เกิดหายนะอย่างไม่ตั้งใจ การที่มีโรงไฟฟ้าแบบนี้เดินเครื่องอยู่ กองทัพของฝ่ายตรงข้ามไม่จำเป็นต้องใช้ระเบิดปรมาณูของตัวเอง แต่สามารถใช้วิถีโจมตี



โรงไฟฟ้าเหล่านี้ได้อย่างเช่นการใช้การโจมตีทางอากาศแบบทั่วไปหรือการยิงด้วยปืนใหญ่ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้ที่พยายามเชื่อมโยงประเด็นพลังงานนิวเคลียร์กับความคิดของ “มีอุปทานหรือการผลิตพลังงานที่มั่นคง” คงยังไม่ได้พิจารณาเรื่องนี้อย่างที่ถ้วนเพียงพอ ปัจจุบันแม้จะยังไม่มีเทคโนโลยีใด ๆ ที่สามารถทำให้แหล่งพลังงานโดยรวมพังทลายในคราวเดียวได้ แต่ประเทศที่ต้องพึ่งพากับเทคโนโลยีประเภทนี้ จะไม่มีความมั่นคงของแหล่งพลังงาน

ในกรณีที่เกิดสงคราม ประเทศเหล่านี้มีความเสี่ยงที่จะได้รับความเสียหายจากการโจมตีแบบทั่วไป มากกว่าประเทศที่ไม่มีเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ในการอธิบายเหตุผลที่ทำให้เกิดการตัดสินใจเปลี่ยนจากการสนับสนุนเป็นการต่อต้านพลังงานนิวเคลียร์ Carl Friedrich von Weizsacker นักฟิสิกส์และปรัชญาได้กล่าวในปี 2528 ว่า “การส่งเสริมพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลกจะต้องเกิดขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการเมืองของทุกวัฒนธรรมที่มีอยู่ในโลกปัจจุบัน เราต้องไปให้พ้นจากสภาพที่สถาบันด้านการเมืองสนับสนุนสงคราม ซึ่งเป็นสิ่งที่ดำรงอยู่อย่างน้อยตั้งแต่ยุคเริ่มต้นของวัฒนธรรมชั้นสูง”<sup>8</sup> Von Weizsacker สรุปอย่างไรก็ตาม พื้นฐานด้านการเมืองและวัฒนธรรมสำหรับสันติภาพโลก ดูเหมือนจะยังไม่เกิดขึ้น ในยุคที่มี “ความรุนแรงแบบอสมมาตร” ซึ่งเป็นยุคที่กลุ่มหัวรุนแรงพร้อมจะทำสงครามกับประเทศอุตสาหกรรมยักษ์ใหญ่ หรือในยุคที่เกิด “การปะทะของวัฒนธรรม” อย่างกว้างขวาง โอกาสที่จะเกิดสันติภาพโลกกลับมีน้อยลง โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับยุคที่ von Weizsacker เริ่มคิดถึงเรื่องนี้เมื่อปี 2528

ภัยคุกคามต่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในสภาพที่มีการขัดแย้งกันด้วยอาวุธ ไม่ใช่แค่เรื่องของทฤษฎี ในช่วงที่เกิดความขัดแย้งที่คาบสมุทรบอลข่านในช่วงต้นทศวรรษ 1990 มีหลายครั้งที่มีการเล็งที่จะโจมตีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่เมือง Krsko ของประเทศสโลวีเนีย นักบินจากยูโกสลาเวียได้บินวนรอบเครื่องปฏิกรณ์หลายครั้งเพื่อแสดงท่าทีข่มขู่มากขึ้น ในทำนองเดียวกัน ในปี 2524 อิสราเอลยอมไม่พลาดโอกาสที่จะโจมตีทางอากาศต่อเครื่องปฏิกรณ์ Osirak ในประเทศอิรัก แต่ก็ไม่โจมตีก็เพราะว่าในขณะนั้นเครื่องปฏิกรณ์ขนาด 40 เมกะวัตต์ยังคงอยู่ระหว่างการก่อสร้าง การโจมตีเช่นนั้นจะถือได้ว่าเป็นการโจมตีเพื่อป้องกันไม่ให้ชาติต้น สุธสเซน พัฒนา “ระเบิดแบบอิสลาม” ลูกแรกได้สำเร็จ

<sup>8</sup> Cited in Klaus Michael Meyer-Abich and Bertram Schefold, *Die Grenzen der Atomwirtschaft*, (Munich, 1986), pp.14/16

นักบินอเมริกันได้เริ่มโจมตีครั้งใหม่ต่อสถานก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แห่งนั้น ในช่วงสงครามอ่าวปี 2534 ซุสเซนได้ตอบโต้ด้วยการทิ้งจรวดสกัดไปยังศูนย์กลางด้านนิวเคลียร์ของอิสราเอลที่เมือง Dimona และสุดท้ายมีการพูดถึงแผนการของอิสราเอลในช่วงปลายปี 2548 ที่จะโจมตีหน่วยงานด้านนิวเคลียร์แบบลับที่ถูกกล่าวหาว่าตั้งอยู่ในอิหร่าน สภาพการณ์ที่เป็นไปได้จึงเกิดขึ้นอยู่มากมาย ในกรณีที่คู่ขัดแย้งในสงครามหรือการขัดกันด้วยอาวุธตัดสินใจโจมตีหน่วยงานนิวเคลียร์ของอีกฝ่ายหนึ่ง รวมทั้งความเป็นไปได้ที่จะใช้การโจมตีเพื่อป้องกัน โดยอ้างว่าเป็นการขัดขวางไม่ให้ฝ่ายศัตรูพัฒนาระเบิดขึ้นมาได้ ซึ่งโดยมากมักเกี่ยวข้องกับสถานที่ที่ใช้ผลิตพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งอยู่ในประเทศกำลังพัฒนา และ ประเทศที่ระบบเศรษฐกิจอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนผ่าน (หมายถึงประเทศรัสเซียและกลุ่มประเทศยุโรปตะวันออกเดิม) อีกประการหนึ่ง คือการทำให้เกิดความกลัวอย่างกว้างขวาง เป็นความจริงที่โหดร้ายที่ประเทศ ๆ หนึ่งไม่ต้องลงแรงในการผลิตระเบิดปรมาณู แต่สามารถเลือกใช้วิธีโจมตีเป้าหมายที่เป็นโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศของศัตรูแทนได้

การโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบพลเรือนของศัตรูก็มีผลแบบเดียวกันกับการทิ้งระเบิดปรมาณูด้วยตนเอง เนื่องจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชิงพาณิชย์มีการสะสมของกัมมันตรังสีมากมาย และสามารถระเบิดออกเหมือนระเบิดปรมาณูลูกหนึ่งได้ การปนเปื้อนของกัมมันตรังสีในระยะยาวจากการโจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะมีผลร้ายแรงกว่าการทิ้งระเบิดแบบทั่วไปมาก

## 6. แผลดสยาม การใช้พลังงานนิวเคลียร์ด้านพลเรือนและการทหาร

นับตั้งแต่มีแนวคิดที่จะใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อสร้างพลังงานอย่างอื่นในระบบที่มีการควบคุม ก็มีความคิดพร้อมกันที่จะนำเทคโนโลยีเช่นนี้มาใช้อย่างมิชอบเพื่อเป้าหมายทางทหาร ซึ่งไม่ควรเป็นเรื่องประหลาดใจเลย เพราะแม้ว่าระเบิดปรมาณูที่ทิ้งลงในเมืองฮิโรชิมาและนางาซากิเมื่อเดือนสิงหาคม 2488 จะทำให้เกิดหายนะต่อมนุษยชาติซึ่งส่งผลสะเทือนไปทั่วโลก ในขณะที่เดียวกันนาย Dwight D. Eisenhower ประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกาได้ประกาศโครงการ “การใช้ปรมาณูเพื่อสันติภาพ” ในปี 2496 โดยอ้างว่า เพื่อเริ่มต้น “ใช้พลังงานปรมาณูเพื่อสันติภาพ” โครงการของเขาเกิดขึ้นจากทั้งความจำเป็นและข้อกังวล สหรัฐฯ ได้สนับสนุนช่วยเหลือในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับนิวเคลียร์ฟิชชัน ซึ่งในขณะนั้นยังถือเป็นความลับ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ประเทศต่าง ๆ พัฒนาพลังงานนิวเคลียร์เพื่อเป็นอาวุธ

ในฐานะประเทศมหาอำนาจ สิ่งที่ประธานาธิบดีสหรัฐฯ หยิบยื่นให้กับโลกดูเหมือนจะมีความหมายตรงไปตรงมา ประเทศต่าง ๆ ที่สนใจสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติได้ ครอบงำที่พวกเขาล้มเลิกความทะเยอทะยานที่จะพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ของตนเอง สหรัฐฯ มีความมุ่งหมายที่จะหยุดยั้งการพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นไม่นานภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง ทั้งในประเทศสหภาพโซเวียต อังกฤษ ฝรั่งเศส และจีน ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ ซึ่งบางประเทศถือว่ามีภาพของการรักษันติภาพอย่างเช่น สวีเดนและสวิตเซอร์แลนด์ ก็กำลังพัฒนาในทิศทางที่มุ่งไปสู่การผลิตอาวุธนิวเคลียร์อย่างเข้มข้นและปกปิดเป็นความลับ ตั้งแต่ปลายสงครามโลกครั้งที่สองจนถึงปี 2498 สหพันธรัฐเยอรมนีซึ่งไม่สามารถแสดงความเห็นในฐานะประเทศเอกราช ก็ยังคงมีการพัฒนาความทะเยอทะยานในแบบเดียวกันโดยเฉพาะในช่วงที่ Franz-Josef Strauss ดำรงตำแหน่งเป็นรัฐมนตรีพลังงานนิวเคลียร์

สนธิสัญญาห้ามการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ (Nuclear Non-Proliferation Treaty-NPT) ซึ่งมีผลบังคับใช้ในปี 2513 ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความริเริ่มของประธานาธิบดี Eisenhower ร่วมกับทบวงการปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency-IAEA) ซึ่งตั้งอยู่ที่กรุงเวียนนาและก่อตั้งขึ้นในปี 2500 ซึ่งมีหน้าที่ คือ การส่งเสริมเทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าทั่วโลก แต่ในขณะเดียวกันก็มุ่งป้องกันไม่ให้เกิดประเทศต่าง ๆ พัฒนาระเบิดปรมาณู เกือบครึ่งศตวรรษนับแต่ก่อตั้ง ความสำเร็จของ IAEA ไม่มีความชัดเจนเท่าใดนัก เมื่อเทียบกับจุดมุ่งหมายในการก่อตั้ง การเข้าตรวจสอบสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการใช้นิวเคลียร์เพื่อพลเรือนและวัสดุที่ใช้ ทำให้เกิดการป้องปรามการแพร่ขยายของอาวุธนิวเคลียร์

ด้วยเหตุดังกล่าว นายมุฮัมหมัด เอล บาราเด ผู้อำนวยการของ IAEA จึงได้รับรางวัลโนเบลสาขาสันติภาพในปี 2548 แต่กลับไม่ประสบความสำเร็จในการป้องกันการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์เลย ในช่วงปลายสงครามเย็น มีสามประเทศที่สามารถพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ขึ้นมาได้ ได้แก่ ประเทศอิสราเอล อินเดีย และแอฟริกาใต้ นอกเหนือจากประเทศมหาอำนาจนิวเคลียร์ “อย่างเป็นทางการ” ทั้งห้า ในเวลาต่อมาแอฟริกาใต้ได้ทำลายอาวุธนิวเคลียร์ที่มีอยู่ในช่วงที่มีการล้มเลิกระบบเหยียดผิวเมื่อต้นทศวรรษ 1990 ภายหลังจากสงครามอ่าวปี 2534 ผู้ตรวจการกรนี้ได้ตรวจพบโครงการอาวุธนิวเคลียร์แบบลับของประธานาธิบดีซัดดัม ฮุสเซนในประเทศอิรัก โดยอิรักเป็นประเทศหนึ่งทีลงนามในสนธิสัญญาห้ามการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ แต่โครงการดังกล่าวก็ดำเนินไปมากแม้จะมีการควบคุมตรวจสอบอย่างเข้มงวดของหน่วยงาน IAEA เช่นเดียวกับประเทศอิสราเอลที่ได้ปฏิเสธ

หลายครั้งไม่ยอมลงนามในสนธิสัญญาห้ามการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ ในปี 2541 ประเทศอินเดียและปากีสถานทำให้โลกต้องออกสิ้นขวัญแขนงด้วยการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ ในปี 2546 รัฐบาลพรรคคอมมิวนิสต์ในเกาหลีเหนือได้เพิกถอนพันธกรณีที่มีต่อสนธิสัญญาห้ามการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ และประกาศว่ามีอาวุธนิวเคลียร์อยู่ในครอบครอง

โดยตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวนมาก เห็นว่าแนวโน้มที่เป็นอยู่จะส่งเสริมระบอบปกครองเผด็จการเบ็ดเสร็จให้ดำรงอยู่ต่อไป ในขณะที่สมมติฐานที่นำไปสู่การโจมตีอิรักของสหรัฐในปี 2546 ได้แก่การที่อิรักถูกกล่าวหาว่ากำลังพัฒนาระเบิดปรมาณู ซึ่งแม้อิรักจะยังไม่สามารถทำได้สำเร็จในขณะนั้น แต่รัฐบาลพรรคคอมมิวนิสต์แห่งเกาหลีเหนือได้ประกาศว่า พวกเขาสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้แล้ว และในขณะที่มีการกดดันรัฐบาลประธานาธิบดีซัดดัม ฮุสเซน โดยการใช้ระเบิดและซีปนาวุธแบบทั่วไปของประเทศมหาอำนาจ แต่กลับไม่มีการทำอะไรเลยกับ ประธานาธิบดี คิม จอง อิล แห่งเกาหลีเหนือ ซึ่งมีความเผด็จการไม่น้อยไปกว่ากัน

นอกเหนือจากผลประโยชน์ด้านทหารที่ผลักดันให้สหรัฐ ปฏิบัติการต่อไปในอิรักและอัฟกานิสถาน สิ่งที่คุณเหมือนจะเป็นเหตุผลที่สหรัฐฯ ยอมปล่อยให้เกาหลีเหนือลอยนวลได้แก่ ความกลัวว่าจะถูกโจมตีด้วยอาวุธนิวเคลียร์ ในกรณีที่ใช้อาวุธทั่วไปโจมตีเกาหลีเหนือ และยังคงมีความกลัวว่าปฏิบัติการเช่นนั้นอาจกระตุ้นให้ประเทศอื่นๆ ที่เป็นปรปักษ์กับสหรัฐฯ เดินตามรอยเท้าของเกาหลีเหนือซึ่งมีตัวอย่างให้เห็นอย่างเช่นความทะเยอทะยานของอิหร่าน แม้ว่าผู้นำประเทศอิหร่านจะยืนยันว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทั้ง 25 แห่งในประเทศนั้น ถูกนำไปใช้เพื่อเป้าหมายทางพลเรือนทั้งสิ้น

การพัฒนาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากปัญหาในชั้นพื้นฐานด้านเทคโนโลยีนิวเคลียร์ แม้จะมีระบบตรวจสอบที่ทันสมัยและดีที่สุดในโลก แต่เราก็แทบไม่สามารถแยกแยะพัฒนาการด้านนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นในเชิงพาณิชย์และทหารออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัฏจักรของเชื้อเพลิงหรือวัฏจักรของฟิชชัน ทั้งที่เป็นไปเพื่อประโยชน์ เชิงสันติภาพ และไม่สันติภาพมักเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน เทคโนโลยีและความเชี่ยวชาญที่มีอยู่มากเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทั้งสองทางในเวลาเดียวกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบรุนแรง ทุกประเทศที่มีเทคโนโลยีนิวเคลียร์แบบพลเรือนตามที่สนับสนุนโดย IAEA และ European Atomic Energy Community (Euratom) ในเวลาไม่นานย่อมสามารถผลิตระเบิดของตนเองได้หลายครั้งในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา ในระดับประมุขของรัฐบาลที่ไร้คุณธรรมและ

มีความทะเยอทะยาน ได้ต่างพัฒนาโครงการนิวเคลียร์ทั้งในเชิงทหารและพลเรือนไปพร้อม ๆ กันและมีการปกปิดข้อมูล แต่ถึงไม่มีการปกปิดข้อมูลโครงการเป็นความลับ ความก้าวหน้าของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ด้านพลเรือนก็ทำให้เกิดความเลื่องอย่างยั้งที่จะถูกนำไปใช้อย่างมิชอบในด้านการทหาร เช่น

- โรงงานเสริมสมรรถนะเชื้อเพลิงยูเรเนียมแบบ Isotope U-235 จะสามารถผลิตเชื้อเพลิงที่นำไปใช้กับเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมวลเบาได้ ซึ่งเป็นรูปแบบเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้กันส่วนใหญ่ในโลก กระบวนการต่อจากนั้นจะนำไปสู่การผลิตยูเรเนียมที่มีการเสริมสมรรถนะสูง (Highly enriched uranium-HEU) ที่สามารถใช้ทั้งในเครื่องปฏิกรณ์แบบวิจัยหรือการผลิตระเบิดปรมาณูแบบที่ทิ้งที่เมืองฮิโรชิมาได้
- ทั้งเครื่องปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์และแบบวิจัยต่างสามารถถูกใช้เพื่อเป้าหมายที่ประกาศอย่างเป็นทางการได้หรืออาจถูกใช้เพื่อผลิตพลูโตเนียมสำหรับทำอาวุธได้เช่นกัน (Pu-239) เช่นเดียวกับพลูโตเนียมที่ใช้ในการผลิตระเบิดปรมาณูที่ทิ้งลงในเมืองนางาซากิรวมทั้งการผลิตพลูโตเนียมจากโรงไฟฟ้าแบบเพาะเชื้อเพลิง (Fast breeder reactor-FBR)
- โรงงานสกัดซ้ำ มีเป้าหมายหลักเพื่อคัดแยกเชื้อเพลิงพลูโตเนียมออกจากไอโซโทปประเภทอื่นที่ผลิตได้จากกระบวนการฟิชชัน แต่ก็สามารถนำมาใช้เพื่อแยกไอโซโทปพลูโตเนียม (PU-239) ซึ่งสามารถนำมาใช้ผลิตระเบิดปรมาณูได้
- เทคโนโลยีการสกัดซ้ำเชื้อเพลิงยังอาจนำมาใช้เพื่อผลิตสารที่เกิดการฟิชชันได้ใน “Hot cells” แบบฉนวนที่ใช้สำหรับเชิงพาณิชย์ หรืออาจนำไปผลิตใช้กับระเบิดปรมาณูได้
- แหล่งเก็บชั่วคราวสำหรับพลูโตเนียม ยูเรเนียม และสารที่เกิดการแตกตัวแบบฟิชชันได้ก็อาจกลายเป็นที่เก็บเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หรืออาจเป็นที่เก็บของวัสดุที่ใช้จัดทำระเบิดปรมาณูได้

อุปกรณ์ที่ใช้กับวัฏจักรเชื้อเพลิงของพลเรือนก็สามารถดัดแปลงนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ด้านทหารได้ และมีการทำเช่นนี้ในหลายประเทศ โดยทำเป็นโครงการด้านทหารแบบลับ ๆ ประเทศเหล่านี้ได้ใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว นอกเหนือจากประโยชน์เชิงพลเรือน และสามารถหลีกเลี่ยงการตรวจสอบในระดับประเทศและระหว่างประเทศได้ ความกลัวอีกอย่างหนึ่งคือการลักขโมยวัสดุเหล่านี้รวมทั้งการลักขโมยความรู้และเทคโนโลยีด้านทหารที่เกี่ยวข้องในช่วงท้ายของสงครามเย็น คนจำนวนมากมีความหวังในเบื้องต้นว่า มหาอำนาจทางนิวเคลียร์จะร่วมมือกันจำกัดการแพร่กระจายเทคโนโลยีและวัสดุที่อ่อนไหวเหล่านี้เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ แต่ในช่วงเดียวกัน ได้เกิดภัยคุกคามมากขึ้นที่จะมี “การรั่วไหล” ออกจากหน่วยงานด้านนิวเคลียร์ทั้งของทหารและพลเรือน

ที่มีการควบคุมอย่างแน่นหนา โดยเฉพาะหลังจากสหภาพโซเวียตแยกเป็นประเทศต่าง ๆ การซื้อขายอุปกรณ์นิวเคลียร์ทุกประเภทในตลาดมืดจากการผลักดันของผู้แสวงหาประโยชน์และกลุ่มอาชญากรรมต่าง ๆ รวมทั้งการเสนอซื้อขายสารกัมมันตรังสีในแวดวงอาชญากรรมต่าง ๆ ในราคาที่สูงลิบลิ่ว โดยเฉพาะในช่วงต้นทศวรรษ 1990 ยังเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะกับการผลิตระเบิด แต่การที่มีการแพร่กระจายอย่างมากมายของสารกัมมันตรังสีอย่างฉับพลัน จากเดิมที่มีการเก็บอย่างมิดชิด เป็นสิ่งที่น่ากังวล

ไม่มีใครโต้แย้งข้อเท็จจริงที่ว่า นอกเหนือจาก 31 ประเทศในปัจจุบันที่ใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อพลเรือน หากประเทศอื่น ๆ จะใช้เทคโนโลยีเช่นนี้บ้าง ก็จะช่วยสร้างความยากลำบากมากขึ้นในการป้องกันการใช้ประโยชน์ด้านทหาร ถ้ามีการรุมของพลังงานนิวเคลียร์อย่างเช่นในยุค 1970 ซึ่งจะส่งผลให้เกิดประเทศที่มีเทคโนโลยีนิวเคลียร์ในโลกเพิ่มขึ้นกว่า 50 หรือ 60 ประเทศหรือมากกว่านั้น ก็จะทำให้เกิดปัญหาต่อการตรวจสอบระบบ และยิ่งจะทำให้ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ต้องปฏิบัติหน้าที่มากขึ้น และเกิดปัญหายุ่งยากเพราะมีงบประมาณน้อย ทั้งยังไม่ช่วยแก้ปัญหาภัยคุกคามอย่างใหม่เนื่องจากผู้ก่อการร้าย ซึ่งยอมไม่ดังเดที่จะใช้ “ระเบิดสกปรก” การนำระเบิดทั่วไป ประกอบเข้ากับสารกัมมันตรังสีที่เดิมเป็นสารที่ใช้ด้านพลเรือน ไม่เพียงจะทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก แต่ยังจะทำให้เกิดความกลัวและความไม่มั่นคงต่อประเทศที่อาจตกเป็นเป้าหมาย และจะทำให้คนไม่สามารถอยู่อาศัยได้ในประเทศที่เกิดการระเบิดของนิวเคลียร์

## 7. วัฏจักรเปิด: รื้อทั้งหน้าและหลัง



“วัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (Nuclear fuel cycle)” เป็นคำศัพท์ที่น่าพิศวง และเป็นสิ่งที่พูดถึงกันมากที่สุดในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา แม้จะไม่ตรงกับความจริงมากนัก มาयाภาของวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์มีพื้นฐานมาจากความฝันของวิศวกรนิวเคลียร์รุ่นก่อน พวกเขาเชื่อว่าสามารถใช้โรงงานสกัดซ้ำเพื่อแยกพลูโตเนียมที่ทำฟิชชันได้เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์ที่ใช้อูเรเนียม และยังสามารถนำไปใช้กับเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิง ซึ่งในทางปฏิบัติหมายถึงการแยก perpetual mobile จากยูเรเนียมที่ไม่สามารถฟิชชันได้อีก (U-238) เพื่อให้ได้พลูโตเนียม (Pu-239) สำหรับโรงไฟฟ้าแบบเพาะเชื้อเพลิง ตามแนวคิดดังกล่าวจะต้องมีวงจรอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ประกอบด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิง 1,000 เครื่องและโรงงานสกัดซ้ำอีกหลายสิบแห่งที่มีขนาดใหญ่ในระดับเดียวกับโรงงานซึ่งอยู่ที่ La Hague ในฝรั่งเศสและ Sellafield ในอังกฤษ

ในช่วงกลางทศวรรษ 1960 นักยุทธศาสตร์นิวเคลียร์คาดการณ์ว่า เฉพาะประเทศเยอรมนีเพียงประเทศเดียวจะสามารถสร้างเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงที่มีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมกันมากถึง 80,000 เมกะวัตต์ภายในปี 2543 แต่เส้นทางของพลูโตเนียมในเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญอย่าง Klaus Traube ซึ่งเคยเป็นผู้บริหารโครงการ

เครื่องปฏิกรณ์ Kalkar บริเวณที่ราบลุ่มตอนล่างแม่น้ำไรน์ เคยเรียกว่า “ทางออกแบบอุดมคติแห่งยุคทศวรรษ 1950”<sup>9</sup> เส้นทางดังกล่าวกลายเป็นความล้มเหลวครั้งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์เศรษฐกิจ เทคโนโลยีเพาะเชื้อเพลิงมีต้นทุนสูงมาก ขาดการพัฒนาเชิงเทคนิค ทั้งเมื่อเทียบกับโครงการนิวเคลียร์แบบทั่วไปแล้วยังอาจมีปัญหาด้านความปลอดภัยมากกว่า และโดยเฉพาะมีความเสี่ยงที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านทหาร เป็นเหตุให้เทคโนโลยีแบบนี้ไม่สามารถเติบโตในที่แห่งใดในโลกเลย รัสเซียและฝรั่งเศสมีเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงประเภทละเครื่อง ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนาตั้งแต่ยุคแรก ๆ ญี่ปุ่น (ซึ่งมีเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงที่ม่อนจูเป็นต้นแบบ ภายหลังประสบปัญหาเพลิงไหม้จากไซเตียมอย่างรุนแรงทำให้ต้องหยุดเดินเครื่องตั้งแต่ปี 2538) และอินเดียเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ประกาศพัฒนาโครงการด้านนี้อย่างเป็นทางการ

เมื่อโอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีแบบเพาะเชื้อเพลิงมีน้อยลง แรงจูงใจที่จะสร้างโรงงานสกัดซ้ำเพื่อแยกพลูโตเนียมก็แทบจะหมดไป นอกเหนือจากฝรั่งเศสและอังกฤษแล้ว ก็มีเพียงรัสเซีย ญี่ปุ่น และอินเดีย ซึ่งมีโรงงานสกัดซ้ำที่ใช้สำหรับจุดประสงค์ที่เคยอ้างแล้วในอดีต กล่าวคือการนำพลูโตเนียมที่ผลิตได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมวลเบาทั่วไปมาใช้ใหม่ในรูปของแท่งเชื้อเพลิงออกไซด์ผสม (Mixed oxide fuel-MOX) ช่วงที่ไม่มีการปิดโรงงานเนื่องจากปัญหาด้านเทคนิค จะเกิดต้นทุนมหาศาลจากการเดินเครื่องโรงงานสกัดซ้ำ รวมทั้งพลูโตเนียมและยูเรเนียมจำนวนมหาศาล ทั้งยังทำให้เกิดกากรังสีระดับสูงที่ต้องได้รับการกำจัดอย่างถาวร และยังมีระดับของรังสีที่มากกว่ากากนิวเคลียร์ที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมวลเบาหลายหมื่นเท่า การสกัดซ้ำเชื้อเพลิงยังต้องพึ่งพาการขนส่งวัสดุที่มัมตรังสีสูงบ่อย ๆ และอันตราย วัสดุเหล่านี้บางส่วนเหมาะสมกับการใช้ด้านทหารหรือการก่อการร้าย ซึ่งเท่ากับเพิ่มเป้าหมายการโจมตีสำหรับกลุ่มก่อการร้ายนั่นเอง

เนื่องจากการสกัดซ้ำกากรังสีระดับสูงที่ได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชิงพาณิชย์เพียงจำนวนน้อย และเนื่องจากปรกติแล้วจะไม่มี การนำแท่งเชื้อเพลิงออกไซด์ผสมใช้แล้วมาใช้ใหม่ ที่เราเรียกว่าวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์จึงเป็นเพียงแค่อิโนโลกแห่งความจริง วัฏจักรเช่นนี้เปิดกว้าง นอกจากจะผลิตกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ยังผลิตกากของเสียที่ครอบคลุมตั้งแต่กากรังสีระดับสูงไปจนต่ำ และเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง เป็นเหตุให้ต้องมีการเตรียมสถานที่กำจัดอย่างปลอดภัยและใช้ระยะเวลาานมาก ระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับวงจรตามธรรมชาติ หรือที่เรียกว่าระยะครึ่งชีวิตของ

<sup>9</sup> Klaus Traube: Plutonium-Wirtschaft? (Hamburg, 1984), p. 12 28



นิวไคลด์กัมมันตรังสี (Radionuclides) ซึ่งแตกต่างกันไปมากสำหรับแต่ละชนิด อย่างเช่น กัมมันตรังสีในพลูโตเนียมไอโซโทป Pu-239 จะเสื่อมลงไปภายในระยะเวลาถึง 24,110 ปี ส่วนโคบอลต์ ไอโซโทป Co-60 จะเสื่อมสภาพภายในเวลาเพียง 5.3 วัน

ครึ่งศตวรรษหลังจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งแรกเริ่มผลิตไฟฟ้า จนถึงปัจจุบันเรายังไม่มีแหล่งกำจัดกากรังสีระดับสูงที่ได้รับอนุญาตและมีการดำเนินงานอย่างถูกต้องสักแห่งเดียว สภาพที่เป็นอยู่เปรียบเทียบกับกับการที่เราปล่อยเครื่องบินปรมาณูให้บินขึ้นไปโดยไม่รู้ว่ามันจะไปลงจอดที่ไหน ในบางประเทศ อย่างเช่น ฝรั่งเศส สหรัฐฯ ญี่ปุ่น และแอฟริกาใต้ กากรังสีระดับต่ำและปานกลางจะถูกเก็บในที่เก็บพิเศษใต้พื้นดิน ส่วนในประเทศเยอรมนีได้เตรียมใช้เหมือง “Konrad” ซึ่งเคยเป็นเหมืองแร่เหล็กเก่าที่เมือง Salzgitter ในเขตรัฐ Lower Saxony เพื่อจัดเก็บกากของเสียจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ไม่ปล่อยความร้อนไว้ใต้ดิน รวมทั้งกากของเสียที่มาจากเครื่องปฏิกรณ์แบบวิจัยและการทำงานด้านการแพทย์ อย่างไรก็ตาม ความพยายามจัดเก็บกากนิวเคลียร์ไว้ในเหมืองเก่าเป็นประเด็นที่มีการต่อสู้ด้านกฎหมายอย่างเข้มข้น

ความไม่ใส่ใจต่อปัญหากากนิวเคลียร์เห็นได้ชัดเจนจากถ้อยแถลงเมื่อปี 2512 ของ Carl Friedrich von Weizsacker นักฟิสิกส์และนักปรัชญาที่กล่าวถึงข้างต้น เขากล่าวไว้ว่า “ผมทราบดีว่ากากนิวเคลียร์ที่สะสมในประเทศเยอรมนีจนถึงปี 2543 จะมีปริมาณพอที่จะเก็บไว้ในถ้ำกลองลูกบาศก์ขนาดความยาว 20 เมตรได้ ถ้าเราสามารถเก็บกลองและปิดผนึกอย่างแน่นหนา รวมทั้งฝังไว้ได้เหมือน ปัญหานั้นก็หมดไป”<sup>10</sup> ในเวลาเดียวกัน ความคิดแปลก ๆ อย่างเช่น การเสนอให้เก็บกากของเสียในอวกาศ ก้นทะเล หรือ ก้อนน้ำแข็งที่ทวีปแอนตาร์กติกา ได้เริ่มจางหายไปจากความคิดของคนทั่วไป ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าจะใช้วัสดุอะไรเป็นฐานสำหรับทำที่จัดเก็บกากรังสีระดับสูงและสามารถส่งความร้อนออกมา จะเลือกใช้หินแกรนิต เกลือ ดินเหนียว หรือวัสดุใดดี เพราะทางเลือกแต่ละอย่างต่างก็มีข้อดีข้อเสียทั้งนั้น

คำถามที่ว่าจะสามารถจัดเก็บกากรังสีแยกจากระบบชีวภาพเป็นเวลาหลายแสนหรือหลายล้านปีได้หรือไม่ เป็นคำถามในเชิงปรัชญาเท่านั้นเองและถือเป็นสิ่งที่เกินจินตนาการของมนุษย์ ไม่ว่าจะอย่างไร มนุษย์เราก็สร้างปริมิตขึ้นมาได้แค่ 5,000 ปีก่อนนี้เอง แต่สิ่งที่ชัดเจนอย่างหนึ่งก็คือ เนื่องจากเรามีกากนิวเคลียร์อยู่จริงและเนื่องจากคำถามเกี่ยวกับการจัดเก็บในระยะยาวยังไม่มีความชัดเจน เราจึงจะต้องแสวงหาทางออก

<sup>10</sup> อ้างใน B. Fischer, L. Hahn, et al: Der Atommuell-Report (Hamburg, 1989), p. 30

ในเชิงเทคนิคที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความรู้ล่าสุดต่อไป การพยายามหลีกเลี่ยงไม่เผชิญหน้ากับปัญหานี้ ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาอะไรเลย

ทางออกที่เป็นไปได้อย่างหนึ่งคือสิ่งที่เรียกว่าการแปรธาตุ (Transmutation) ซึ่งมีผู้เสนอให้สร้างเครื่องปฏิกรณ์พิเศษที่สามารถแยกกากที่มีอันตรายนและมีอายุยืนยาวออกเป็นไอโซโทปชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะแผ่รังสีกัมมันตรังสีเพียงไม่กี่ร้อยปี แต่หลายทศวรรษผ่านไป แทบไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนใดให้ความสนใจกับข้อเสนออย่างจริงจัง แม้แต่ผู้สนับสนุนนิวเคลียร์ก็ไม่อยากเชื่อว่าทางออกเช่นนี้จะช่วยลดกากของเสียอันตรายนี่ ซึ่งแน่นอนว่าเป็นส่วนที่ได้มาแบบไม่ต้องการจากการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ได้

ในการนำเทคโนโลยีแปรธาตุมาใช้ในทางปฏิบัติ เราจะต้องสร้างโรงงานสกัดซ้ำแบบใหม่ขึ้นมาให้ได้ก่อน ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถใช้กระบวนการทางเคมีที่ซับซ้อนเพื่อแยกกากรังสีระดับสูงที่ได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นไอโซโทปต่าง ๆ ซึ่งเป็นระบบที่ทันสมัยยิ่งกว่าโรงงานสกัดซ้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน เมื่อเทียบกับโรงงานที่ทันสมัยแบบนี้ โรงงานสกัดซ้ำพลูโตเนียมที่ La Hague และ Sellafield ก็จะถูกกลายเป็นแค่ห้องทดลองแบบพื้น ๆ แห่งหนึ่ง นอกจากนี้จะต้องมีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์จำนวนมากที่สามารถถ่วงนิวตรอนอย่างรวดเร็วในแบบที่กำหนดเพื่อแยกไอโซโทปต่าง ๆ และมีการสกัดซ้ำให้กลายเป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีอันตรายน้อยลง ถึงแม้ในทางเทคนิคเราจะสามารถสร้างโรงงานเช่นนี้ได้ แต่คงไม่มีใครสามารถหรือต้องการจะให้ทุนสนับสนุนการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านนิวเคลียร์เช่นนี้วิธีกักตุนแบบนี้ยังจะทำให้เกิดความเสี่ยงยิ่งกว่านโยบายกำจัดกากของเสียที่เป็นอยู่ในหลายประเทศ กล่าวคือการเลือกสถานที่จัดเก็บใต้ดิน การที่ทางเลือกเหล่านี้ยังอยู่ในความสนใจเฉพาะในฝรั่งเศสและญี่ปุ่นรวมทั้งการแปรธาตุ ก็เป็นเพราะการที่ประเทศทั้งสองยังไม่มีภาพฝันต่อเทคโนโลยีแบบเพาะเชื้อเพลิง ที่ได้รับการอุดหนุนจากแวดวงผู้ทำงานด้านนิวเคลียร์ มากกว่าจะใส่ใจอย่างจริงจังกับการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ประเทศผู้ผลิตพลังงานนิวเคลียร์รายใหญ่กำลังได้ข้อสรุปอย่างช้า ๆ และคงสายเกินไปว่าการเลือกที่จัดเก็บกากนิวเคลียร์ไม่ได้เป็นปัญหาด้านวิทยาศาสตร์หรือเทคนิคเท่านั้น จนถึงปัจจุบันยังไม่มีประเทศใดสามารถคัดเลือกสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสมที่สุดได้ แม้จะเริ่มค้นหากันตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 1970 มาแล้ว ทั้งนี้เพราะขั้นตอนในการเลือกพื้นที่ในการจัดเก็บนี้ได้ละเลยหรือปฏิเสธการคัดค้านและต่อต้านจากประชาชน การมีส่วนร่วมแบบประชาธิปไตยและความโปร่งใส จากการเรียนรู้จากความผิดพลาดในอดีต เยอรมนีได้พัฒนาและคิดค้นกระบวนการคัดเลือกหลายระดับโดยให้ประชาชนมีส่วนร่วมตลอด

อดทั้งกระบวนการ แต่ไม่เป็นที่ชัดเจนว่า กระบวนการซึ่งเป็นที่ยอมรับทั้งในบรรดานักวิทยาศาสตร์จากค่ายที่สนับสนุนและคัดค้านพลังงานนิวเคลียร์เมื่อปี 2545 ภายหลังจากมีการวิพากษ์วิจารณ์อย่างเข้มข้น จะมีโอกาสประสบความสำเร็จได้อย่างจริงจัง รัฐบาลผสมระหว่างพรรค CDU/CSU และ SPD ที่ได้รับเลือกตั้งเมื่อฤดูใบไม้ร่วงปี 2548 ได้เลื่อนการพิจารณาคำถามว่าจะมีการใช้สถานที่จัดเก็บที่ใด นอกเหนือจากบริเวณโดมเกลือที่เมือง Gorleben ที่ได้เตรียมไว้ตั้งแต่ทศวรรษ 1980

แผนการเก็บกากของเสียขั้นสุดท้ายของฟินแลนด์และสหรัฐฯ ก็ดูจะห่างไกลจากความจริง การเตรียมโครงสร้างขนาดใหญ่ไว้ที่เทือกเขา Yucca Mountain ในรัฐเนวาดา เป็นประเด็นที่มีการถกเถียงมาหลายทศวรรษ ในขณะที่พื้นที่จัดเก็บที่ Olkiluoto ที่ฟินแลนด์ได้รับประโยชน์เนื่องจากการยอมรับของประชาชนในภูมิภาคและในท้องถิ่นที่มีคอนข้างสูง ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ได้รับหลักประกันเนื่องจากในช่วงหลายปีที่ผ่านมายังไม่เคยมีปัญหาที่สำคัญเกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งตั้งอยู่แถวนั้นเลย รวมทั้งการที่มีแหล่งจัดเก็บกากรังสีระดับต่ำและปานกลางอยู่แล้ว

วิญจักร์เชื้อเพลิงที่พูดถึงกันไม่ได้เร็วเฉพาะข้างหลัง (อันหมายถึงการเก็บของเสียและกากนิวเคลียร์) เท่านั้น หากแต่รั้วที่ด้านหน้าในส่วนตั้งแต่การเริ่มต้นการพัฒนาด้วยการทำเหมืองแร่ยูเรเนียมเพื่อให้ได้วัสดุฟิสไซล์เพื่อผลิตระเบิดและต่อมากมีการนำไปใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบพลเรือน ทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากในยุคแรก ๆ นิวไคลด์กัมมันตรังสีปริมาณมหาศาลที่อยู่ใต้เปลือกโลกได้แพร่กระจายเข้าสู่สิ่งแวดล้อม การรักษาระดับการผลิตและการเพิ่มการผลิตพลังงานนิวเคลียร์จะทำให้เกิดต้นทุนด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่สูงมาก อันเป็นผลมาจากการทำเหมืองแร่ยูเรเนียม

ความพยายามค้นหาโลหะหนักซึ่งอันที่จริงก็ไม่ได้หายากแต่มักกระจุกตัวอยู่ในที่ไม่ที่แห่งเริ่มต้นขึ้นตั้งแต่ช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่สอง หายนะจากการทิ้งระเบิดของสหรัฐฯ ในญี่ปุ่นไม่ได้ทำให้เกิดความหวาดกลัว แต่กลับกระตุ้นให้ฝ่ายพันธมิตรพยายามพัฒนาทรัพยากรที่จำเป็นในเชิงยุทธศาสตร์ขึ้นมา มีความพยายามอย่างมากที่จะขยายและหาทางเข้าถึงยูเรเนียมอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเวลานั้น ประเด็นเรื่องสุขภาพของแรงงานเหมืองและสิ่งแวดล้อมยังเป็นเรื่องที่สำคัญน้อยกว่า สหรัฐฯ ได้เปิดเหมืองทั้งในประเทศตนเองและในแคนาดา ในขณะที่สหภาพโซเวียตพัฒนาเหมืองแร่ยูเรเนียมในเขตเยอรอนนิเตวันนอก เซคโกสโลวาเกีย ฮังการี และบัลแกเรีย คนงานเหมืองหลายพันคนต้องเสียชีวิตอย่างทุกข์ทรมานจากโรคมะเร็งปอด หลังจากทำงานหนักเป็นเวลาหลายปี

ในอุโมงค์ที่มีฝุ่นคลุ้งและแทบไม่มีที่ระบายอากาศ และยังปนเปื้อนด้วยก๊าซเรดอนที่มีกัมมันตรังสี เหมือนแร่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดแห่งหนึ่งอยู่ในเยอรมนีตะวันออกและมีชื่อว่า "Wismut" ซึ่งในขณะนั้นมีคนงานมากกว่า 100,000 คนเนื่องจากแร่ยูเรเนียมในโลกมีคุณภาพแตกต่างกันมาก เป็นเหตุให้ต้องมีการขุดแร่ขึ้นมาจำนวนมาก เมื่อขุดขึ้นมาแล้วจะเป็นเหตุให้เกิดก๊าซเรดอนและนิวไคลด์กัมมันตรังสีจำนวนมาก ซึ่งไม่เพียงทำให้คนงานเหมืองต้องได้รับกัมมันตรังสีเป็นเวลานานและรุนแรง แต่ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและประชาชนในพื้นที่ ปัญหานี้รุนแรงขึ้นในขั้นตอนการแยกซึ่งต้องใช้ตัวรีเอเจนต์ประเภทต่างๆที่เป็นของเหลว (Liquid reagents) และทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อพื้นดิน แหล่งน้ำ บนดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน

สถานการณ์ดีขึ้นในช่วงที่มีการรื้อถอนของการผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์เมื่อทศวรรษ 1970 นับแต่นั้นมา ไม่เพียงมีแค่รัฐบาลประเทศต่าง ๆ ที่เป็นผู้ซื้อวัสดุที่ฟิสชั่นได้เพียงอย่างเดียว หากแต่ตลาดยูเรเนียมของเอกชนก็ได้พัฒนาขึ้น เป็นเหตุให้สภาพการทำงานที่หนักหน่วงที่เดิมใช้ประโยชน์เฉพาะด้านทหารและในเชิงยุทธศาสตร์ได้หมดไป ภายหลังการสิ้นสุดของสงครามเย็น มีการเปลี่ยนแปลงในขั้นพื้นฐานอีกอย่างหนึ่ง ความต้องการต่อยูเรเนียมเพื่อการทหารลดลงอย่างมาก แหล่งแร่ยูเรเนียมซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของทั้งสหรัฐฯ หรืออดีตสหภาพโซเวียตก็ออกไป มีปริมาณเพียงพอที่จะตอบสนองตลาดของพลเรือน นอกจากนี้ ในยุคที่การลดกำลังอาวุธนิวเคลียร์เดินหน้า เป็นเหตุให้มีการเปลี่ยนวิธีใช้ประโยชน์ของยูเรเนียมชนิดใช้ทำอาวุธซึ่งมีคุณสมบัติความเป็นฟิสชันสูงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้โดยการนำมาจากคลังวัสดุนิวเคลียร์ที่สะสมจำนวนมากของทั้งโซเวียตและอเมริกา อาจถือได้ว่าเป็นโครงการครั้งใหญ่ที่สุดที่มีการสกัดซ้ำอุปกรณ์ที่ใช้ในสงครามเพื่อมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ของพลเรือน วัสดุที่ใช้ผลิตอาวุธระเบิดที่มีพลานุภาพสูงจำนวนมาก ได้ถูก "เจือจาง" ด้วยยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ (U-238 ซึ่งจะถูกแยกออกมาเป็นฟิสชันไอโซโทป U-235) จากนั้นจะถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบดั้งเดิม การพัฒนาอย่างใหม่ในตลาดทำให้ราคาของยูเรเนียมชนิดที่ใช้กับเครื่องปฏิกรณ์ในตลาดระหว่างประเทศลดลงอย่างมาก เป็นเหตุให้มีการทำเหมืองแร่ยูเรเนียมยังมีอยู่เฉพาะเหมืองที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น จนถึงปี 2548 เกือบครึ่งหนึ่งของยูเรเนียมที่ใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั่วโลกไม่ได้มาจากแร่ยูเรเนียม "สด" ที่ผ่านการเสริมสมรรถนะ แต่มาจากวัสดุที่จัดเก็บเพื่อการทหารของประเทศมหาอำนาจนั่นเอง

ในอนาคตอันใกล้ แหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีมาตั้งแต่ยุคสงครามเย็นจะหมดไป ราคาของยูเรเนียมได้เริ่มเพิ่มสูงขึ้น และจะสูงขึ้นในอัตราเร็วยิ่งยวด ถ้าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีอยู่

ยังเดินเครื่องต่อไปในระดับปัจจุบัน หรือถ้ามีการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์เพิ่มขึ้น อาจทำให้ต้องมีการเปิดเหมืองเก่าอีกครั้ง รวมทั้งการเปิดเหมืองแห่งใหม่ที่มีผลผลิตน้อยกว่า ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาณยูเรเนียมน้อยลง และจะทำให้เกิดเศษกัมมันตภาพรังสีที่ได้ออกมา และจะทำให้เกิดความเสียด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ อุตสาหกรรมยังต้องการเวลาที่จะขยายกำลังผลิตเหมืองแร่ยูเรเนียม พวกเขาอาจไม่มีเวลาพอถ้าการผลิตพลังงานนิวเคลียร์จะยังคงขยายตัวอย่างรวดเร็วเช่นนี้ เช่นเดียวกับในยุคที่น้ำมันราคาตก ภายหลังจากการปล่อยยูเรเนียมจากคลังอาวุธของทหารทำให้การสำรวจและขุดเหมืองแร่ลดลงอย่างมาก เป็นเหตุให้เราทราบว่ามีแหล่งแร่ที่สำคัญไม่กี่แห่งในปัจจุบันนอกจากนั้นในการสำรวจและขุดแร่ยูเรเนียมต้องมีการใช้เวลาโดยเฉลี่ยอย่างน้อย 10 ปีนับแต่ช่วงที่มีการขุดพบแหล่งยูเรเนียมจนถึงจุดที่จะสามารถทำเหมืองแร่ได้อย่างจริงจัง

สภาพคอขวดที่กำลังเกิดขึ้นของแหล่งยูเรเนียม จะรุนแรงยิ่งขึ้น เนื่องจากความไม่สมดุลระหว่างประเทศที่เป็นผู้ผลิตและประเทศผู้บริโภคยูเรเนียมนั่นเอง

แคนาดาและแอฟริกาใต้เป็นประเทศผู้ผลิตพลังงานนิวเคลียร์เพียงสองประเทศที่ไม่ต้องพึ่งพาการนำเข้ายูเรเนียม ประเทศผู้ใช้พลังงานนิวเคลียร์ที่สำคัญล้วนแต่ไม่สามารถผลิตยูเรเนียมได้ด้วยตนเอง (อย่างเช่น ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น เยอรมนี เกาหลีใต้ อังกฤษ สวีเดนและสเปน) หรือมีผลิตได้น้อยกว่าปริมาณที่ต้องการเพื่อให้สามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์ในระยะยาว (สหรัฐฯ รัสเซีย) ในแง่ของแหล่งเชื้อเพลิง แทบไม่มีประเทศใดในโลกที่พึ่งพาเชื้อเพลิงจากในประเทศ รัสเซียมีความเสี่ยงอย่างมากที่จะเผชิญกับวิกฤตของแหล่งยูเรเนียมอย่างรุนแรงภายในเวลา 15 ปี การขาดแคลนยูเรเนียมลักษณะนี้ยังจะส่งผลกระทบต่อเจ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประชาคมยุโรป ซึ่งในปัจจุบันหนึ่งในสามของเชื้อเพลิงของประเทศเหล่านี้มาจากรัสเซีย จีนและอินเดียก็อาจประสบปัญหาขาดแคลนเชื้อเพลิง ถ้ายังคงมีการขยายการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์อย่างที่ประกาศไว้

จากการพิจารณาข้อมูลข้างต้น สิ่งที่ชัดเจนก็คือเราไม่สามารถรักษาความมั่นคงของแหล่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์หรือการกำจัดกากนิวเคลียร์ในโลกได้ในระยะยาวเลย เครื่องปฏิกรณ์ใหม่ที่อยู่ระหว่างวางแผนและกำลังก่อสร้างในบางประเทศจะทำให้ปัญหานี้บานปลาย ในขณะที่แหล่งแร่ยูเรเนียมมีจำกัดหรือสามารถเข้าถึงได้แต่ต้องใช้ต้นทุนจำนวนมาก การแก้ปัญหาในระยะยาวคงต้องกลับไปพิจารณาโรงงานสกัดแร่และเทคโนโลยีแบบเพาะเชื้อเพลิง แต่ยุทธศาสตร์การพัฒนาเช่นนั้นจะทำให้เกิดปัญหาในอีกด้านหนึ่ง

เนื่องจากจะทำให้ปริมาณกากรังสีระดับสูงมีปริมาณเพิ่มเป็นทวีคูณ และต้องมีวิธีการกำจัดอย่างถาวร และต้องมีความพยายามมากขึ้นในการค้นหาพื้นที่เพื่อจัดเก็บเชื้อเพลิงที่ใช้แล้ว โดยต้องเป็นพื้นที่ที่มีปริมาตรมากกว่าเดิมด้วย

## 8. การปกป้องสภาพภูมิอากาศด้วยพลังงานนิวเคลียร์: ข้อเสนอที่ไร้เดียงสา

ความสนใจต่อพลังงานนิวเคลียร์ที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในบรรดาประเทศอุตสาหกรรม ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการอ้างว่าพลังงานนิวเคลียร์จะช่วยลดระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับโลกลงได้ ศักยภาพที่ว่า ส่งผลให้ผู้สนับสนุนเทคโนโลยีนิวเคลียร์มีความหวังและพยายามผลักดันให้ "ยุคฟื้นฟู" ของพลังงานนิวเคลียร์กลับมาอีก ภายหลังจากหยุดชะงักไปเป็นเวลานับทศวรรษ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หมายเหตุเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีมากและสำคัญที่สุดในชั้นบรรยากาศ) ออกมาน้อยมาก ผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์จึงมองว่าประเด็นนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยผลักดันการรณรงค์เพื่อแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน หรือพูดอีกอย่างหนึ่ง ปัญหาก๊าซเรือนกระจกกำลังทำให้เกิดความหวังกับพลังงานนิวเคลียร์ที่ถูกทอดทิ้งไปเป็นเวลาหลายทศวรรษ Wulf Bernotat ประธานผู้บริหารของบริษัท E.ON Ruhrgas ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองดุสเซลดอร์ฟ ประเทศเยอรมันได้ยืนยันว่า "วาระด้านพลังงานที่ไปไกลกว่าการมอระจะระสั้น จะต้องมุ่งแก้ไขความขัดแย้งระหว่างการลดการใช้พลังงานนิวเคลียร์กับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงเป็นจำนวนมาก เราไม่สามารถทำทั้งสองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน มันเป็นแค่ภาพลวงตา"<sup>11</sup> แต่เช่นเดียวกับผู้นำอุตสาหกรรมพลังงานแบบดั้งเดิม ประธานบริษัทพลังงานเอกชนที่ใหญ่ที่สุดของโลกก็ยังสนับสนุนให้ใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป โดยให้เหตุผลว่าการปกป้องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะล้มเหลวหากไม่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ ผู้ที่ต่อต้านยุคฟื้นฟูของพลังงานนิวเคลียร์จึงต้องตอบคำถามว่า มีความขัดแย้งดังกล่าวตามที่เสนอโดยผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์หรือไม่

ผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากต่างเชื่อแล้วว่า ภาวะโลกร้อนเป็นอันตรายที่แท้จริง เพื่อรักษาให้ปัญหาอยู่ในระดับที่รับมือได้สำหรับมนุษย์และระบบนิเวศของโลก ซึ่งหมายถึงการป้องกันไม่ให้มีการเพิ่มอุณหภูมิมากกว่าสององศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรม เราไม่มีทางเลือกอื่นนอกจากต้องหาทางลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงเป็นจำนวนมากในทศวรรษที่กำลังจะมาถึงนี้

<sup>11</sup> Berliner Zeitung, 3 December 2005 34

ผู้เชี่ยวชาญด้านสภาพภูมิอากาศมีข้อเสนอแนะว่า ประเทศอุตสาหกรรมควรลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 80% ภายในกลางศตวรรษที่ 21 (หมายเหตุ หมายถึงปี ค.ศ. 2050 ตามเป้าหมายใหม่หลังพิธีสารเกียวโต) ส่วนประเทศที่ระบบเศรษฐกิจอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนผ่าน (เช่นกลุ่มประเทศรัสเซียและยุโรปตะวันออกเดิม) ควรลดการปล่อยก๊าซลงเป็นจำนวนมาก ในการพัฒนาประเทศ ส่วนประเทศที่มีประชากรหนาแน่นทางใต้ลงมา นั้น อาจไม่สามารถเลียนแบบการพัฒนาแบบที่ประเทศอุตสาหกรรมในโลกฝ่ายเหนือได้เคยทำมา ซึ่งในอดีตได้พัฒนาโดยต้องพึ่งพาการใช้พลังงานฟอสซิลมาเป็นปัจจัยการพัฒนาอย่างมากได้ คำถามต่อไปก็คือ พลังงานนิวเคลียร์มีศักยภาพที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับที่ต้องการได้หรือไม่และเราจะสามารถยอมรับความเสี่ยงที่สูงขึ้นแล้วของเทคโนโลยีนิวเคลียร์ได้หรือไม่ ปัญหานี้ซับซ้อนขึ้นเนื่องจากปัญหาภาวะโลกร้อนและโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ต่างก็เป็นความเสี่ยงในระดับที่แตกต่างกัน และปัญหาแต่ละอย่างย่อมส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนในระยะยาว ในขณะที่ภาวะโลกร้อนจะเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เลวร้ายลงทั่วโลก ยกเว้นแต่จะมีการแก้ไขอย่างจริงจังและรอบด้าน อุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ที่ร้ายแรงก็เป็นสิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน และถ้าเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อที่รุนแรงในระยะยาว และประเทศที่ได้รับ ความเสียหายจะไม่สามารถจัดการกับปัญหานี้ได้เพียงลำพัง และอาจส่งผลให้เศรษฐกิจโลกได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ดังเช่นกรณีที่เกิดขึ้นภายหลังการระเบิดของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบีล ซึ่งเกิดขึ้นในบริเวณรอบเขตเศรษฐกิจที่สำคัญ

ตามข้อมูลของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ซึ่งตั้งอยู่ที่กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย พบว่าจนถึงปลายปี 2548 มีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ 443 เครื่องที่เดินเครื่องอยู่ในโลก โดยมีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมกันเกือบ 370,000 เมกะวัตต์ แต่การขยายตัวได้ชะงักไปเป็นเวลาหลายทศวรรษในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในประเทศอุตสาหกรรมตะวันตก องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) คาดการณ์ว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับทิศทางดังกล่าวจนถึงปี 2573 มีการพยากรณ์ว่าโลกจะมีความต้องการการผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเพียง 600 เมกะวัตต์ต่อปี แต่เนื่องจากมีการปิดตัวลงของเครื่องปฏิกรณ์รุ่นเก่าลงไปเรื่อยๆ ในแต่ละปี ทำให้โดยแท้จริงแล้ว หากโลกยังต้องการไฟฟ้าจากนิวเคลียร์เพิ่มขึ้นดังกล่าว จะทำให้อัตราการขยายตัวจริง ๆ ของการผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์ใหม่ น่าจะอยู่ที่ราว 4,000-5,000 เมกะวัตต์ต่อปี (เพื่อรองรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่หมดอายุลง) หรือคิดเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ 3-4 โรง จากการพยากรณ์ของทบวงการพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency-IEA)

ซึ่งเป็นองค์ระหว่างประเทศด้านพลังงานภายใต้ OECD พบว่า ความต้องการไฟฟ้าทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์จะลดลงจากประมาณ 17% ในปี 2545 เป็น 9% ในปี 2573 นิตยสาร Nuclear Engineering International เสนอการคำนวณที่แตกต่างไปเมื่อเดือนมิถุนายน 2548 โดยตั้งข้อสังเกตว่าในช่วงเวลานั้นมีเครื่องปฏิกรณ์เพียง 79 เครื่องที่สามารถจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบได้เกินกว่า 30 ปี จึงมีการทำนายว่าเป็นเรื่องที่ “ยากอย่างยิ่งที่จะรักษาจำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้คงที่ในช่วง 20 ปีข้างหน้า”<sup>12</sup>

เนื่องจากแผนการปิดโรงไฟฟ้าในช่วง 10 ปีข้างหน้า จะต้องมีการวางแผน การสร้าง และการเดินเครื่องปฏิกรณ์ใหม่อีก 80 แห่ง หรือหนึ่งเครื่องทุกหกสัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อรักษาอัตราการผลิตเดิมไว้ ในช่วงทศวรรษต่อจากนี้ จะต้องมีเครื่องปฏิกรณ์ 200 แห่งที่จ่ายไฟเข้าสู่ระบบ หรือหนึ่งเครื่องต่อทุก 18 วัน จึงเป็นเพียงมายาภาพที่คิดว่าพลังงานนิวเคลียร์จะสามารถแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนได้ทั้งในระยะสั้นและระยะกลาง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในระยะยาวได้บรรยายถึงสภาพการณ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าพลังงานนิวเคลียร์จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จริงหรือไม่ หากมีความพยายามจากทั่วโลกที่จะใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อปกป้องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ถ้ามีการเพิ่มการผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์อีกสิบเท่าภายในปี 2618 หมายถึงว่าต้องมีการติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ 35 เครื่องและจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบทุกปีจนถึงกลางศตวรรษดังกล่าว ยุทธศาสตร์การขยายตัวในระดับต่ำเพื่อที่จะเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้าให้ถึง 1.06 ล้านเมกะวัตต์ (1,060 กิกะวัตต์) ภายในปี 2593 หมายถึงต้องมีการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้ได้อีกสามเท่าจากปัจจุบัน ถ้าทำได้แบบนี้จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ประมาณ 5,000 ล้านตันภายในปี 2593 เมื่อเทียบกับการขยายตัวของโรงไฟฟ้าถ่านหินและก๊าซธรรมชาติทั่วโลกในระดับปกติ การคำนวณเหล่านี้มีข้อมูลตรงกันว่า เป็นการคำนวณที่ไม่ได้อยู่บนพื้นฐานความจริงเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งในปัจจุบันหรืออดีตเลย

ตามการพยากรณ์ของทบวงการพลังงานระหว่างประเทศ (IEA) และตามเสียงเรียกร้องของนักวิจัยด้านสภาพภูมิอากาศในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Inter-governmental Panel on Climate Change-IPCC) โลกเราจะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 25,000-40,000 ล้านตัน

<sup>12</sup> Nuclear Engineering International, June 2005 36



ภายในปี 2593 ถึงแม้ว่าเราจะหุ้มเทอร์พायกรทั้งหมดที่มีอยู่ทั่วโลกเพื่อขยายกำลังผลิตของพลังงานนิวเคลียร์ทั่วโลกโดยทันที เพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณไฟฟ้านิวเคลียร์ให้ได้สามเท่าภายในปี 2593 ก็จะทำให้มีสัดส่วนไฟฟ้าจากนิวเคลียร์ดังกล่าวได้เพียง 12.5-20% และสามารถแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศได้ในระดับดังกล่าว แต่ก็ไม่เพียงพอที่จะทำให้เรายุติการหาทางออกอย่างอื่นเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสิ่งที่เราต้องจ่ายไปนั้น ไม่เพียงมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง แต่ยังจะทำให้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

- การเพิ่มจำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทำให้เกิดความเสี่ยงอันตรายทั่วโลก
- เพิ่มเป้าหมายการโจมตีทางทหารและการโจมตีจากผู้ก่อการร้ายในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่ระบบเศรษฐกิจอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่าน รวมทั้งการเพิ่มพื้นที่วิกฤตต่อการก่อการร้าย
- ทำให้ปัญหาการกำจัดกากนิวเคลียร์ซับซ้อนยิ่งขึ้น รวมทั้งเพิ่มอันตรายเนื่องจากการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ที่ปราศจากการควบคุมในทุกภูมิภาคในโลก
- เนื่องจากยูเรเนียมมีปริมาณจำกัด ทำให้ในอนาคตอันใกล้จะต้องมีการนำเครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงที่ใช้พลูโตเนียมและการสกัดซ้ำเชื้อเพลิงนิวเคลียร์มาใช้ทดแทนเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมันวอลเบาที่เป็นมาตรฐานของปัจจุบัน จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง และการโจมตีของผู้ก่อการร้ายและการทหาร
- ทำให้มีการโยกงบประมาณจำนวนมหาศาลจากโครงการแก้ไขความยากจนในพื้นที่วิกฤตของโลก เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนิวเคลียร์

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบข้างเคียงที่ชัดเจนและร้ายแรงเหล่านี้ ยุทธศาสตร์เช่นนี้ น่าจะสมเหตุผล ในกรณีที่เราไม่สามารถใช้วิธีการอื่นที่มีปัญหาน้อยกว่าเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ จากข้อมูลที่เรา มี มันไม่ได้เป็นเช่นนั้น จากการประมาณการณ์ที่สอดคล้องความจริง เราสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ตามเป้าหมายที่แม้จะฟังดูเหลือเชื่อ โดยไม่ต้องพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์ ตามการคาดการณ์เหล่านี้ เราสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ 40,000-50,000 ล้านตัน (ตามเงื่อนไขเดิมที่กำหนดเราต้องลดให้ได้ 25,000-40,000 ล้านตัน) ภายในกลางศตวรรษที่ 21 เมื่อปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารประเภทต่าง ๆ

- เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและวัสดุในอุตสาหกรรมจนถึงระดับของมาตรฐานทางเทคโนโลยีที่มีอยู่
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ในระดับที่เหมาะสมสำหรับภาคขนส่ง
- สร้างหรือกำหนดกรอบประสิทธิภาพขั้นต่ำที่สูงขึ้น ทั้งในส่วนของที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพลังงานโดยตรงและส่วนที่เกี่ยวข้อง (หมายเหตุ เช่นการลดสูญเสียไฟฟ้าในระบบสายส่งให้ต่ำลง) ในภาคการผลิตพลังงาน
- เพิ่มการใช้ก๊าซธรรมชาติแทนที่จะใช้ถ่านหินหรือน้ำมัน (คือการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง) สำหรับผลิตไฟฟ้า
- ขยายการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเป็นระบบ ทั้งพลังงานจากแสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล และความร้อนใต้พิภพ
- และสุดท้าย พัฒนาและนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดไปใช้ในวงกว้าง (ที่มีการแยกและจัดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลจากการเผาไหม้ของถ่านหินจากโรงไฟฟ้า)

งานศึกษาวิจัยอย่างละเอียดที่ได้รับความสนับสนุนจากรัฐสภาเยอรมนีเมื่อปี 2545 แสดงให้เห็นว่าด้วยยุทธศาสตร์และการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่หลากหลายอาจจะสามารถนำมาใช้เพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมอย่างเช่น เยอรมนี ให้สามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ 80% ภายในกลางศตวรรษนี้ งานศึกษาชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพด้านพลังงานที่เพิ่มขึ้นโดยรวมเป็นปัจจัยสำคัญนำไปสู่การใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียนมากขึ้นมาก ในทางตรงข้าม ไม่พบว่ามีความเชื่อใดที่สนับสนุนแนวคิดที่ว่ายุทธศาสตร์การคุ้มครองภูมิอากาศที่ประสบผลสำเร็จจะต้องเกิดขึ้นจากการรักษาหรือขยายระดับการใช้พลังงานนิวเคลียร์ อันที่จริงการเพิ่มสัดส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์จำนวนมากอาจส่งผลกระทบต่อยุทธศาสตร์ปกป้องภูมิอากาศด้วยซ้ำ เราแทบไม่สามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบสำคัญของการใช้พลังงานหมุนเวียนและการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน กับการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีลักษณะรวมศูนย์และถูกกำหนดให้ใช้เป็นโรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องเพื่อผลิตไฟฟ้ารองรับการใช้ไฟฟ้าขั้นต่ำหรือ Base-load (หมายเหตุ คือโรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าตลอดเวลา ซึ่งมักจะใช้โรงไฟฟ้าที่มีต้นทุนผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยต่ำและต้องใช้เวลาาน หากต้องการจะเริ่มเดินเครื่องใหม่ในแต่ละครั้ง จึงมักไม่นิยมหยุดเดินเครื่อง) อย่างเช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้เลย ทั้งนี้เมื่อเพิ่มการผลิตไปได้ถึงระดับหนึ่ง การผลิตพลังงานหมุนเวียนที่มีลักษณะผลิตไฟฟ้าได้ไม่สม่ำเสมอในทุกช่วงเวลา อย่างเช่นพลังงานจากแสงอาทิตย์และจากลม (เนื่องจากแสงแดดและลมมีไม่สม่ำเสมอ) จะต้องได้รับการเสริมจากโรงไฟฟ้าแบบที่มีการผลิต

ที่ยืดหยุ่นกว่า (หมายเหตุ หมายถึงโรงไฟฟ้าที่มีการเริ่มเดินและหยุดเดินเครื่องได้ในเวลาสั้นๆ) เช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติแบบสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อผลิตไฟฟ้าทดแทนไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนดังกล่าวในช่วงที่ไม่สามารถผลิตพลังงานได้ (เช่น ไม่มีแสงแดดทำให้การผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์ไม่ได้) รวมถึงสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าทางภูมิศาสตร์ที่ต่างกันไปได้ และจะได้รับการผลิตไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบลดการรวมศูนย์กว่าการผลิตไฟฟ้าแบบเดิม

นอกจากนั้นแผนการขยายการใช้พลังงานนิวเคลียร์ขนาดใหญ่ ซึ่งยังไม่รวมภาระงานจำนวนมากในการดูแลรักษาโรงไฟฟ้าที่มีอยู่ ซึ่งอ้างว่าจะช่วยให้เกิดผลกระทบด้านการควบคุมภูมิอากาศ ทำให้เกิดความไม่แน่นอนด้านเศรษฐกิจอย่างมาก เพื่อให้มีการขยายตัวดังกล่าว อุตสาหกรรมนิวเคลียร์จะต้องนำเทคโนโลยีเฉพาะเชื้อเพลิงและการสกัดซ้ำเชื้อเพลิงมาใช้ทดแทนเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมวลเบาที่มีอยู่ให้ได้อย่างเร็ว ซึ่งเดิมก็เคยประสบความล้มเหลวมาแล้ว นอกจากนี้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ก็เปรียบได้กับดาบของ Damocles (หมายถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ทุกขณะ) อุบัติเหตุร้ายแรงหรือการโจมตีจากผู้ก่อการร้ายครั้งหนึ่ง ก็ส่งผลเสียหายมากพอต่อการยอมรับเทคโนโลยีแบบนี้ในระดับประเทศหรือนานาชาติในระยะยาว และด้วยเหตุผลเพื่อการป้องกันอาจทำให้ต้องมีการปิดเครื่องปฏิกรณ์จำนวนมาก และสุดท้ายการอภิปรายที่ยืดเยื้อเกี่ยวกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จะเป็นเหตุให้การปฏิบัติตามยุทธศาสตร์การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานชะลอออกไปเรื่อย ๆ แทน

โดยสรุปแล้ว เราสามารถและควรที่จะพัฒนานโยบายทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ เพื่อลดความเสี่ยงจากภาวะโลกร้อนและอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ อันตรายร้ายแรงที่มาจากพลังงานนิวเคลียร์ทำให้ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับภูมิอากาศที่ระบุถึงการใช้นิวเคลียร์เป็นทางเลือก ได้รับความสนใจน้อยและไม่สร้างสรรคเมื่อเทียบกับยุทธศาสตร์อื่น ความขัดแย้งที่มักอ้างถึงระหว่างพลังงานนิวเคลียร์กับการปกป้องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นประเด็นที่ได้รับการสนับสนุนจากผู้ส่งเสริมพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีผลประโยชน์ในอีกด้านหนึ่ง

ความขัดแย้งเช่นนี้ถือเป็นเพียงภาพลวงตา ไม่มีความจริงที่เรารู้สึกต้องเลือกระหว่างปีศาจร้าย กับ ทะเลที่ไม่สามารถหยั่งถึง

## 9. พลังงานนิวเคลียร์ราคาถูก: ถ้ารัฐแบกรับค่าใช้จ่าย

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีบทบาทในแง่การจ่ายไฟฟ้าที่แตกต่างกันไปในประเทศที่ใช้พลังงานแบบนี้ และขึ้นอยู่กับระบบเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ ในกรณีที่ไม่มียุทธศาสตร์หรือทางทหารมาเกี่ยวข้อง อนาคตของพลังงานนิวเคลียร์จึงขึ้นอยู่กับเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงาน โดยเฉพาะในแง่การวางแผนด้านเศรษฐกิจที่มีวิจรณ์ญาณ คำถามที่ว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อันที่จริงแล้วเป็นเหมือนใบอนุญาตให้พิมพ์ธนบัตร หรือเป็นเพียงหลุมพรางที่รั้งกันของค่าใช้จ่าย เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาตัดสินแยกแต่ละกรณี ๆ ไป ในกรณีนี้ที่เครื่องปฏิกรณ์สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างคงที่เป็นเวลา 20 ปี และมีเหตุผลเชื่อได้ว่าจะยังคงสามารถผลิตไฟฟ้าได้เช่นนี้ในระยะต่อไป การเปรียบเทียบข้างต้นก็เป็นสิ่งเหมาะสม โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นไปได้ที่จะเกิดอุบัติเหตุกับโรงไฟฟ้าไม่มีทางเป็นจริงขึ้นมาได้ แต่ในอีกด้านหนึ่ง ในกรณีที่ยังต้องมีการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และเป็นการสร้างโรงไฟฟ้าต้นแบบ เป็นเรื่องที่ดีกว่าถ้าเราจะไม่สนใจโครงการนี้เอาเลย เว้นแต่ว่ามีบุคคลที่สามเข้ามาแบกรับความเสี่ยงด้านการเงิน

สำหรับนักลงทุนที่ต้องตัดสินใจว่าจะสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่ขึ้นทดแทนของเก่าตามสภาพตลาดที่เป็นอยู่ ดูเหมือนว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะไม่ใช่วางเลือกแรกอย่างแน่นอนอน ซึ่งมีหลักฐานสนับสนุนมากมาย ในสหรัฐฯ ผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ไม่ได้รับสัญญาสร้างฉบับใหม่เลยสักฉบับนับแต่ปี 2516 เป็นต้นมา และที่เคยมีสัญญาก็ถูกยกเลิกในเวลาต่อมา ในยุโรปตะวันตก ยกเว้นฝรั่งเศส ผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ต้องรอกว่าหนึ่งในสี่ของศตวรรษถึงจะได้สัญญาสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่เมื่อปี 2547 ซึ่งได้แก่โรงไฟฟ้า Olkiluoto ในประเทศฟินแลนด์ ตามข้อมูลของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 28 แห่งซึ่งมีกำลังผลิตรวมกันประมาณ 27,000 เมกะวัตต์ อยู่ระหว่างการก่อสร้างทั่วโลกในปี 2548 เกือบครึ่งหนึ่งของโครงการเหล่านี้ ได้ล่าช้ามากกว่า 18-30 ปีแล้ว เมื่อพิจารณาจำนวนโรงไฟฟ้าที่มีอยู่ ไม่มีใครเชื่อว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ และอันที่จริงแล้วอาจพูดได้ว่าโครงการเหล่านี้ได้ถูก “ทอดทิ้ง” ไปแล้ว โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่คาดว่าจะสร้างเสร็จในอนาคตอันใกล้ส่วนใหญ่อยู่ในเอเชียตะวันออก และการก่อสร้างเหล่านี้แทบไม่ได้คำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจและสภาพตลาดที่เป็นอยู่เลย กล่าวโดยสรุป สถานการณ์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ค่อนข้างย่ำแย่ และโดยเฉพาะเมื่อเราพิจารณาถึงการแข่งขันที่เกิดขึ้น นับแต่ช่วงเปลี่ยนสหัสวรรษเป็นต้นมา พบว่าการผลิตไฟฟ้าทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นประมาณ 150,000 เมกะวัตต์ต่อปี และในจำนวนเพิ่มดังกล่าวนี้ พบว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีสัดส่วนเพียงประมาณ 2% เท่านั้น

หากพิจารณาเฉพาะในสหรัฐ ระหว่างปี 2542-2545 มีการเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้ารวม 144,000 เมกะวัตต์เข้าไปในระบบสายส่ง โดยเป็นการผลิตจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั่วไป ส่วนในประเทศจีนในระหว่างปี 2545-2548 ได้มีการก่อสร้างนิคมโรงไฟฟ้าถ่านหินแห่งใหม่ซึ่งมีกำลังผลิตรวมกันถึง 160,000 เมกะวัตต์

แม้แต่พลังงานลมซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มต้นก็ยังสามารถเพิ่มกำลังผลิตเข้าไปได้กว่า 10,000 เมกะวัตต์ ในขณะที่พลังงานนิวเคลียร์ มีบทบาทน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับការเพิ่มการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดอื่นทั่วโลก ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เองก็พยายามหาทางต่ออายุใบอนุญาตเครื่องปฏิกรณ์ที่มีอยู่ให้ยาวนานกว่าที่กำหนดไว้เบื้องต้น อายุเฉลี่ยของเครื่องปฏิกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ระหว่างเดินเครื่องในปี 2548 ได้แก่ 22 ปี ไฮน์ริช ฟอน บีแอร์ อดีตประธานกรรมการบริหารของ Siemens ได้เสนอในช่วงหาเสียงเลือกตั้งที่เยอรมนีเมื่อปีเดียวกัน โดยกระตุ้นให้ นางแองเจลา แมร์เกิล ผู้สมัครชิงตำแหน่งนายกรัฐมนตรีของเยอรมนีให้พิจารณาที่จะต่ออายุการเดินเครื่องไปจนถึง 60 ปี แม้ว่าจะได้เคยมีการตกลงอย่างเป็นทางการในเยอรมนีที่ประเทศจะค่อย ๆ ยกเลิกหรือปลดระวาง (Phase out) โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไป

สุดท้าย ผู้สนับสนุนพลังงานนิวเคลียร์ทั้งในยุโรปและอเมริกาเหนือกำลังเรียกร้องให้มีการต่ออายุโรงไฟฟ้าออกไป ที่ผ่านมามีกระบวนการในการอนุมัติการขอต่ออายุใบอนุญาตของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เกือบ 103 แห่งสหรัฐ ทั้งที่ได้มีการอนุมัติแล้ว หรืออยู่ในระหว่างขออนุมัติหรืออยู่ในระหว่างการเตรียมขออนุมัติ ฟอน บีแอร์อ้างถึง “เหตุผลด้านธุรกิจ” เพื่อแสดงจุดยืนของตนซึ่งก็ฟังดูสมเหตุสมผลตราบใดที่ไม่มีความผิดพลาดอย่างร้ายแรงหรือค่าซ่อมแซมมหาศาล ตราบใดที่ไม่มีการเสื่อมหรือกร่อนเซาะของอุปกรณ์ที่เป็นแกนกลางอย่างเช่น เครื่องผลิตไอน้ำ เครื่องปฏิกรณ์เก่าที่มีอยู่และมีกำลังผลิต 1,000 เมกะวัตต์ก็จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ในต้นทุนที่ต่ำมากกว่าพลังงานอย่างอื่น เนื่องจากโรงไฟฟ้าแบบนี้ได้ถูกหักค่าเสื่อมไปจนหมดนานแล้ว การต่ออายุโรงไฟฟ้ายังเป็นการชะลอสิ่งที่เรียกว่า “การกำจัดไขมันส่วนเกิน (Fat problem)” ในการยุติการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งหมายถึงการปิดหรือกำจัดเครื่องปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ที่มีอยู่ ซึ่งส่งผลคุกคามอย่างแท้จริงไม่เฉพาะความปลอดภัยของเรา แต่ยังส่งผลกระทบต่อการเงินด้วย นอกจากนั้น เนื่องจากต้นทุนเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีสัดส่วนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตทั้งหมด ผู้ประกอบการย่อมมีโอกาสที่จะได้รับกำไรเพิ่มเติมอย่างมากต่อการต่ออายุเช่นนี้ อย่างเช่นกรณีที่เครื่องปฏิกรณ์ที่เยอรมนีสามารถเดินเครื่องได้เป็นเวลา 45 ปี แทนที่จะเป็น 32 ปีตามข้อตกลงในการยกเลิกการใช้พลังงานนิวเคลียร์ และอันที่จริง 45 ปีถือเป็น

อายุขัยโดยเฉลี่ยในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลขนาดใหญ่ การต่ออายุแบบนี้จะทำให้อุตสาหกรรมนิวเคลียร์ได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 30,000 ล้านยูโร ตัวเลขมหาศาลเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กระตุ้นให้มีการพูดคุยเกี่ยวกับการต่ออายุใบอนุญาตในหลายประเทศแต่การถกเถียงเช่นนี้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องโอกาสที่พลังงานนิวเคลียร์จะกลับมารุ่งเรืองอีก ในทางตรงข้าม การที่ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เรียกร้องให้มีการเดินเครื่อง “แบบทำงานล่วงเวลา” แสดงว่าพวกเขา กำลังลดการลงทุนในโรงไฟฟ้าใหม่ด้วยเหตุผลด้านธุรกิจ แทนที่จะลงทุนในเทคโนโลยีนิวเคลียร์หรือเทคโนโลยีอย่างอื่นที่เป็นรูปแบบใหม่ บริษัทเหล่านี้กำลังทำลายหลักสำคัญของเครื่องปฏิกรณ์ของพวกเขาเอง โดยไม่คำนึงว่าจะมีความเสี่ยงที่เพิ่มมากขึ้นที่จะเกิดความล้มเหลวเลย

อย่างไรก็ตามทศวรรษแห่งความเสื่อมของอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์ได้ยุติลง มีการวางแผนสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่หนึ่งแห่งซึ่งเป็นการร่วมทุนของสหรัฐฯ และยุโรปตะวันตก กล่าวคือการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ชายฝั่งทะเลบอลติก ประเทศฟินแลนด์ ซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มเติมด้านล่าง ในเวลาเดียวกัน ผลการศึกษาอย่างละเอียดที่มีจำนวนผลการศึกษาเพิ่มขึ้นในช่วงที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบใหม่สามารถแข่งขันกับโรงไฟฟ้าแบบเชื้อเพลิงฟอสซิลได้สูสีกันมากขึ้น ข้อบกพร่องของงานศึกษาเหล่านี้ได้แก่ ข้อมูลที่เสนอไม่สามารถทำให้คนอื่นเชื่อถือได้เลยแม้แต่ตัวผู้เขียนและผู้ตีพิมพ์เอง รวมทั้งไม่สามารถจูงใจให้แหล่งทุนสำหรับโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใหม่ ๆ เห็นด้วยเลย

สิ่งนี้เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้เกิดความไม่แน่นอนเกี่ยวกับต้นทุนการพัฒนาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในยุคใหม่ เราแทบไม่มีข้อมูลที่เชื่อถือได้เลยเกี่ยวกับภาระต้นทุนส่วนที่สำคัญ โดยเฉพาะต้นทุนการก่อสร้าง การกำจัดของเสีย และการปลดระวางโรงไฟฟ้า หรือในแง่ของการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา เหตุผลหนึ่งได้แก่ นักวิเคราะห์มักตั้งข้อสงสัยต่อข้อมูลประมาณการที่มีการตีพิมพ์ และอันที่จริงตัวเลขเหล่านี้มักมาจากภาคเอกชนที่สนับสนุนการสร้างโรงไฟฟ้าซึ่งมีแนวโน้มจะประมาณต้นทุนก่อสร้างในทางที่ต่ำมากกว่าในทางที่สูง หรือไม่ก็เป็นข้อมูลจากรัฐบาล สมาคม และนักลอบบี้ต่างๆที่พยายามกระตุ้นความสนใจของภาคสาธารณะ ด้วยการสร้างแรงจูงใจและอ้างว่านิวเคลียร์มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่ำ แต่นอกเหนือจากข้อดีดังกล่าวเหล่านั้นนั้นจริงๆแล้วเบื้องหลังมันยังมีปัญหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ที่ซ่อนเร้นอยู่อีก

เนื่องจากโรงไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ ทุกแห่งมักมีปัญหาเกี่ยวกับ “อุปสรรคในช่วงเริ่มต้น” ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง และปัญหากรณีการหยุดเดินเครื่องเป็นเวลานาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นเหตุให้แหล่งทุนมักตั้งข้อสงสัยกับคำพยากรณ์ที่ดูเกินจริงและเป็นไปในทางบวกของพวกผู้จำหน่ายโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นี้ จริง ๆ แล้วมันแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะสามารถพยากรณ์ “สมรรถนะการทำงาน” ของโรงไฟฟ้าใหม่หนึ่งแห่ง ดังนั้นแล้ว เราจะสามารถพยากรณ์สมรรถนะของเครื่องปฏิกรณ์ในรุ่นใหม่ได้อย่างไร ในเมื่อยังเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ได้รับการพิสูจน์ ผู้ที่อยู่ในแวดวงด้านเทคนิค ยกเว้นผู้ประกอบการโรงไฟฟ้า กำลังเรียนรู้จากข้อมูลที่แทบไม่มีอะไรเลย แม้การนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์พีซซันเชิงพาณิชย์มาใช้ตั้งแต่ครึ่งศตวรรษที่แล้ว ในช่วงทศวรรษ 1970 และ 1980 ผู้ประกอบการเครื่องปฏิกรณ์นำเสนอต้นแบบเครื่องปฏิกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยอ้างว่าโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ในราคาถูกกว่าโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก แต่การนำ “หลักการประหยัดต่อขนาด” มาใช้กลับไม่ได้แก้ปัญหา แนวโน้มที่จะสามารถสร้างเครื่องปฏิกรณ์ที่มีราคาถูกลงยังไม่เกิดขึ้น ในเวลาเดียวกัน สถานการณ์ย่ำแย่ลงเนื่องจากภาวะตลาดที่ซบเซาเป็นเวลานาน เป็นเหตุให้การพัฒนาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในขั้นต่อไปเป็นแค่แผนการในกระดาษ หรืออันที่จริงก็อยู่ในหน้าจอคอมพิวเตอร์นั่นเอง ปัจจัยเหล่านี้ยิ่งทำให้แหล่งทุนตัดสินใจยากขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าวพลังงานนิวเคลียร์จึงกลายเป็นเทคโนโลยีที่มีความเสี่ยงสูง ไม่ใช่เฉพาะแง่ความปลอดภัย แต่ยังรวมถึงด้านการเงินด้วย

การที่จะสร้างเครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่จะทำให้เกิดความเสียงด้านต้นทุน และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สูง นอกจากมูลค่าการก่อสร้างแล้ว ต้นทุนในด้านทุน (Capital cost) ยังเป็นอุปสรรคสำคัญที่ขัดขวางการให้ทุนสนับสนุนโครงการเหล่านี้ และสถานการณ์ย่ำแย่ลงสำหรับประเทศอุตสาหกรรมที่มีนโยบายเปิดเสรีหรือการแปรรูปกิจการพลังงาน (Deregulation) ในยุคที่รัฐเป็นผู้ผูกขาดการลงทุนขนาดใหญ่ นักลงทุนเชื่อว่าต้นทุนที่เกิดขึ้นจะถูกผลักไปให้กับผู้บริโภคในที่สุด ถ้าเครื่องปฏิกรณ์ไม่ได้สร้างผลกำไรให้ตามที่ต้องการ ในตลาดไฟฟ้าที่ได้แปรรูปกิจการแบบเสรีในปัจจุบัน เราไม่สามารถทำเช่นนั้นได้อีก เนื่องจากการลงทุนเบื้องต้นจำนวนมากและอัตราการคืนทุนที่ต้องใช้เวลาหลายทศวรรษทำให้พลังงานนิวเคลียร์ไม่สอดคล้องกับตลาดที่เปิดเสรีดังกล่าวต้นทุนในด้านทุน โดยเฉพาะเงินทุนจำนวนมากทำให้นักลงทุนไม่สนใจเทคโนโลยีที่อาจมีปัญหาลักษณะเช่นนี้ อันที่จริงในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา หลายประเทศมีความสนใจอย่างยิ่งต่อโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากต้นทุนค่าก่อสร้างเมื่อคิดเทียบกับหน่วยผลิตกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh หรือหน่วยทางไฟฟ้า) แต่ละหน่วยจะต่ำกว่ามาก ระยะเวลาระหว่างการลงนามในสัญญากับช่วงที่สามารถเริ่มเดินเครื่องได้

ก็สิ้น และอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าก็ทำจากโรงงานภายใต้ “สภาพที่สามารถควบคุมได้” นอกจากนั้นเนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีต้นทุนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงยูเรเนียม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จึงแทบไม่มีโอกาสเกิดได้เลย

ปัจจัยอีกมากมายที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งไม่สามารถตรวจวัดได้อย่างชัดเจนทำให้อุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นเหมือนการพนันสำหรับนักลงทุน ระยะเวลานับแต่ตัดสินใจลงทุนไปจนถึงเริ่มเดินเครื่องของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ก็ยาวนานกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่น ทั้งยังอาจมีปัญหาการวางแผนที่สำคัญ และการชะลอการอนุมัติโครงการ เนื่องจากหน่วยงานของรัฐบาลต้องทำงานภายใต้การตรวจสอบอย่างเข้มข้นของภาคประชาชน และเนื่องจากการพัฒนาระบบความปลอดภัยใหม่ ๆ ทำให้หลักเกณฑ์ในการอนุมัติโครงการเปลี่ยนไป หรือเนื่องจากมีกลุ่มต่อต้านพลังงานนิวเคลียร์ที่ใช้ช่องทางของศาลเพื่อขัดขวางกระบวนการ ยกตัวอย่างเช่น มีการตัดสินใจก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์ Sizewell B ที่อังกฤษตั้งแต่ปี 2522 และเริ่มมีการเดินเครื่องเชิงพาณิชย์อีก 16 ปีต่อมา เมื่อเป็นการเริ่มต้นโครงการต้นแบบ ทำให้เราไม่สามารถมั่นใจได้ถึงระดับของสมรรถนะ และปัจจัยนี้ส่งผลกระทบต่อรายได้ ปัจจัยที่สำคัญกว่ายังรวมถึงการพึ่งพาได้ของเครื่องปฏิกรณ์ตลอดช่วงอายุการใช้งานทั้งหมด ตรงข้ามกับต้นทุนในด้านเงินทุน เราสามารถคำนวณค่าตัวประกอบภาระทางไฟฟ้า (Load factor) ได้ ปรกติแล้วเราสามารถคำนวณได้ว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะเดินเครื่องเป็นระยะเวลายาวนานเท่าใด และต้องมีกรหยุดเดินเครื่องเป็นเวลานานเท่าใดเพื่อการซ่อมแซม การเปลี่ยนแท่งเชื้อเพลิงหรือในกรณีที่เกิดปัญหาการเดินเครื่อง ค่าตัวประกอบภาระทางไฟฟ้าสามารถคำนวณได้เป็นปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง) โดยเทียบเป็นสัดส่วนกับปริมาณไฟฟ้าที่นำจะผลิตได้ในกรณีที่ไม่มีกรหยุดเดินเครื่อง การพยากรณ์ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าของภาคเอกชนมักจะสูงกว่าความจริง โดยเฉพาะสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบ ในกรณีที่เครื่องปฏิกรณ์เดินเครื่องที่ค่าตัวประกอบภาระแค่ 60% แทนที่จะเป็น 90% ต้นทุนจะเพิ่มขึ้นถึงหนึ่งในสาม ทั้งยังจะทำให้เกิดภาระการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเพิ่มขึ้น มีเพียงประมาณ 2% ของเครื่องปฏิกรณ์ทั้งหมดที่มีค่าตัวประกอบภาระทางไฟฟ้าสูงถึง 90% และมีเครื่องปฏิกรณ์ทั่วโลกเพียงประมาณ 100 เครื่องที่มีค่าตัวประกอบภาระสูงกว่า 80%

ในยุครุ่งเรืองของนิวเคลียร์ ผู้ประกอบการให้สัญญาว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะสามารถเดินเครื่องได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเหตุให้มีต้นทุนต่ำกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่นที่มีผลผลิตพอ ๆ กัน แต่เราพิสูจน์ได้แล้วว่า การพยากรณ์เช่นนั้นเป็นการมองโลกในแง่ดีเกินไป แม้ว่าต้นทุนเชื้อเพลิงจะมีสัดส่วนต่ำมากเมื่อเทียบกับต้นทุนการเดินเครื่อง แต่สัดส่วนต้นทุน



ดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นกรณีที่มีการนำเชื้อเพลิงออกไซด์ผสมและพลูโตเนียมที่ผ่านการสกัดซ้ำมาใช้ แทนที่จะใช้ยูเรเนียมออกไซด์ “ที่ขุดจากธรรมชาติ” และต้นทุนด้านบุคลากรของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ยังสูงกว่าโรงไฟฟ้าแบบก๊าซธรรมชาติมาก

ในช่วงปลายทศวรรษ 1980 และต้นทศวรรษ 1990 มีการหยุดเดินโรงไฟฟ้านิวเคลียร์บางแห่งในสหรัฐ เนื่องจากไม่สามารถแข่งขันในเชิงเศรษฐศาสตร์กับโรงไฟฟ้าแบบก๊าซธรรมชาติใหม่ๆ ได้ ตรงข้ามกับระบบอื่นๆ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทำให้เกิดต้นทุนมหาศาล แม้จะมีการเดินเครื่องหลายทศวรรษ ไม่ว่าจะเป็ต้นทุนการกำจัดกากรังสี การรักษาความปลอดภัยให้กับเครื่องปฏิกรณ์ที่ยุติการใช้งานแล้ว และค่าใช้จ่ายในการปลดระวางเครื่องปฏิกรณ์ภายหลังจากช่วงที่ “ปล่อยให้เครื่องปฏิกรณ์เย็นลง” ซึ่งต้องใช้เวลานาน ค่อนข้างนาน เงินลงทุนเหล่านี้จะต้องมาจากรายได้ในช่วงที่ยังเดินเครื่องอยู่ โดยต้องมีการกันสำรองเงินไว้ใช้ในระยะเวลา ต้นทุนเหล่านี้รวมทั้งค่าประกันอุบัติเหตุจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ทำให้เกิดปัญหาในการประมาณค่าใช้จ่าย ในกรณีที่อัตราส่วนลดต้นทุนแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างเช่นในกรณีที่คิดอัตราส่วนลดอยู่ที่ 15% ต่อปี จะพบว่าทุนสะสมภายหลังเดินเครื่องไป 15 ปีหรือมากกว่านั้นแทบจะไม่มีเหลือเลย เนื่องจากเราไม่ต้องการผลกระทบให้กับลูกหลาน ต้นทุนค่าประกันเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยที่สร้างความไม่แน่นอนในแง่การเงินของเครื่องปฏิกรณ์ และยังส่งผลกระทบต่อราคาไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

การพูดคุยในบางประเทศถึงการฟื้นฟูเครื่องของนิวเคลียร์ในช่วงทศวรรษ 1970 จึงไม่สอดคล้องกับความจริงที่เป็นอยู่ ที่ผ่านมแทบไม่มีการพูดคุยถึงเรื่องอื่นนอกจากการต่ออายุใบอนุญาต และแทบไม่มีโครงการใหม่ ๆ เลย โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ส่วนใหญ่ที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างเป็นการใช้เทคโนโลยีจากอินเดีย รัสเซีย หรือจีน บริษัทชั้นนำจากตะวันตกยังคงไม่มีใบสั่งซื้อมาแสดง บริษัทจากอเมริกาอย่างเช่น Westinghouse ได้รับคำสั่งซื้อเครื่องปฏิกรณ์เพียงเครื่องเดียวในช่วง 25 ปี สำหรับบริษัทอย่าง Framatome ANP (ซึ่งเป็นการร่วมทุนของ Areva กลุ่มธุรกิจนิวเคลียร์จากฝรั่งเศสเป็นผู้ถือหุ้น 66% กับอีก 34% ของ Siemens จากเยอรมนี) หรือบริษัทที่ขายเครื่องปฏิกรณ์ที่ตั้งขึ้นก่อนนั้น ระบบเครื่องปฏิกรณ์ของ Okiluto ในฟินแลนด์ถือเป็นสัญญาการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฉบับแรกของกลุ่มบริษัทพวกเขาในรอบประมาณ 15 ปี ดูเหมือนว่าผู้ที่สนับสนุนแนวคิดยุครุ่งเรืองของพลังงานนิวเคลียร์จะเป็นนักการเมืองและสื่อมวลชนมากกว่าตัวบริษัทที่ทำด้านนิวเคลียร์เอง พวกเขาเชื่อว่าการกำหนดนโยบายพลังงานให้ครอบคลุมถึงการใช้พลังงานนิวเคลียร์ จะช่วยให้สามารถปฏิบัติตามพันธกรณีระยะสั้น (หมายเหตุ

หมายถึงพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโต) เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ และช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนไฟฟ้า แต่สิ่งเหล่านี้ก็มีผลลัพธ์ที่ต่อเนื่องบางอย่าง

ในขณะที่ทั้งการเมืองและสาธารณชนได้เรียกร้องให้มีการฟื้นฟูเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ในส่วนของนักลงทุนมีการเรียกร้องอย่างหนักให้รัฐให้ความสนับสนุน รัฐบาลของ ประธานาธิบดีบุชของสหรัฐฯ มีจุดยืนสนับสนุนการต่ออายุใบอนุญาตเครื่องปฏิกรณ์ ที่เก่าแก่ทั้งหลาย ภายหลังการเกิดปัญหาการขาดแคลนไฟฟ้าในรัฐใหญ่ ๆ ของสหรัฐฯ เช่น รัฐแคลิฟอร์เนีย และปัญหาไฟฟ้าติด ๆ ดับ ๆ ที่บ่อยขึ้น รัฐบาลอเมริกันก็สนับสนุนให้มีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่เพิ่มขึ้น และยังมีการนำข้อกังวลเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนมาเกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนให้มีการหยุดคุยเรื่องนี้ รวมถึงการนำหายนะที่เกิดจาก พายุเฮอริเคนขนาดรุนแรงหลายลูกที่ถล่มสหรัฐฯ เมื่อปี 2548 มารวมอยู่ในปัญหาด้วย จนถึงปัจจุบัน การอภิปรายเหล่านี้ไม่ได้นำไปสู่การก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์ใหม่ หรือแม้แต่ การออกใบอนุญาตให้ก่อสร้าง กลุ่มบริษัทต่าง ๆ พยายามที่จะขอใบอนุญาตแบบกลุ่มเพื่อ ก่อสร้างและเดินเครื่องเครื่องปฏิกรณ์ใหม่ ๆ แต่พวกเขาพูดอยู่เสมอว่าการก่อสร้างไม่อาจ เกิดขึ้นได้ถ้ารัฐบาลไม่สนับสนุน กระบวนการพิจารณาอนุมัติโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ใหม่เพียงอย่างเดียวก็ทำให้เกิดต้นทุนประมาณ 500 ล้านดอลลาร์แล้ว ถึงปัจจุบันยังไม่มีใครรู้ด้วยซ้ำว่าตัวเครื่องปฏิกรณ์เองจะมีต้นทุนมากเพียงใด เพื่อความปลอดภัย บริษัทต่าง ๆ เรียกร้องให้รัฐอุดหนุนเงินเป็นจำนวนหลายพันล้านเหรียญ ซึ่งเป็นไปตาม แผนของประธานาธิบดีบุช กฎหมายพลังงานฉบับใหม่ที่ผ่านสภาเมื่อฤดูร้อนของปี 2548 ได้กำหนดให้มีการจัดสรรเงินอุดหนุนพลังงานนิวเคลียร์จำนวน 3,100 ล้านดอลลาร์ ในช่วงเวลา 10 ปีข้างหน้า ทั้งยังมีการเสนอให้รัฐบาลเป็นผู้ประกันความเสี่ยงในกรณีที่เกิด ความล่าช้าของโครงการอีกด้วย

นักลงทุนต่างเรียกร้องให้มีการกำหนดเงื่อนไขการเงินที่จะทำให้พวกเขาปราศจาก ข้อกังวล พวกเขาเรียกร้องให้มีการลงทุนที่ปลอดภัยและภาระที่รัฐประกันราคาขายไฟฟ้า ทั้งยังเสนอให้รัฐต้องแบกรับความรับผิดชอบกรณีที่เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง และยังคงต้อง แก้ปัญหาการกำจัดกากของเสียในขั้นสุดท้ายด้วย หลังประสบความล่าช้าเป็นเวลานาน กลุ่มผลิตไฟฟ้าวิสาหกิจใหญ่ EDF ของฝรั่งเศสซึ่งได้ถูกแปรรูปเป็นของเอกชนไปส่วนหนึ่ง แล้วได้กำหนดชื่อของโครงการสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบ ยุโรป (European Pressurised Water Reactor: EPR) ว่า “Flamanville” โดยตั้งอยู่ในเขต Manche แต่ความกระตือรือร้นของรัฐบาลฝรั่งเศสที่จะสนับสนุนทุนต่อโครงการเช่นนั้นเริ่ม หดไป Francois Roussey อดีตผู้อำนวยการ EDF ระบุว่า เหตุผลในการก่อสร้างเครื่อง

ปฏิกรณ์แบบดังกล่าวในอนาคตอันใกล้ แทบไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าเลย แต่เป็นไปเพื่อ “รักษาสถานะผู้เชี่ยวชาญอุตสาหกรรมด้านนี้ของยุโรปเอาไว้”<sup>13</sup> พูดอีกอย่างหนึ่งแรงจูงใจในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยูโรปในฝรั่งเศสไม่ได้เป็นผลมาจากนโยบายด้านพลังงาน แต่มีวัตถุประสงค์ด้านอุตสาหกรรม/การเมือง แรงจูงใจด้านการเมืองยังมีบทบาทสำคัญและนำไปสู่การตัดสินใจที่อ่อนแอของรัฐบาลฟินแลนด์ที่จะก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่ แรงผลักดันเบื้องต้นมาจากความกระหายต่อความต้องการกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา เป็นเหตุให้ฟินแลนด์มีอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อหัวประชากรสูงเป็นสองเท่าของอัตราการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยในสหภาพยุโรป ในขณะที่เดียวกัน นักการเมืองกังวลกับการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติจากรัสเซียมากเกินไป และการไม่สามารถปฏิบัติตามพันธกรณีของประเทศตามพิธีสารเกียวโต หากไม่มีการหันไปพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์มากขึ้น โดยที่ TWO power utility จากประเทศฟินแลนด์ได้ทำสัญญาก่อสร้างกับ Framatome ANP ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ที่เป็นการร่วมทุนระหว่างฝรั่งเศสและเยอรมนี เพื่อก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยูโรป (EPR) บนชายฝั่งทะเลบอลติก รัฐเป็นผู้ถือหุ้น 43% ในบริษัท TWO power utility นับแต่การก่อสร้างเริ่มขึ้นอย่างเป็นทางการในเดือนสิงหาคม 2548 แวดวงนิวเคลียร์ระดับสากลต่างมองว่าโครงการ Olkiluoto 3 เป็นหลักฐานยืนยันว่าพลังงานนิวเคลียร์เป็นการลงทุนที่ดีอีกครั้งหนึ่ง แม้ในสภาพตลาดไฟฟ้าที่เปิดเสรี

แต่มีผู้จับตามองความคิดเช่นนี้ด้วยความสงสัย แทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่เครื่องปฏิกรณ์ประเภทนี้จะมีโอกาสแข่งขันในสภาพการแข่งขันแบบปรกติ มีการทำความเข้าใจที่จะจ่ายเงินชดเชยให้กับผู้ถือหุ้นประมาณ 60 กลุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานด้านไฟฟ้า ทั้งนี้โดยผ่านการประกันราคาไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องปฏิกรณ์ในระดับสูงโดยบริษัทTVO และ Framatome ANP เห็นชอบต่อราคาที่กำหนดตายตัวสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ที่สร้างเสร็จแล้ว “และพร้อมใช้” ในราคาประมาณ 3,200 ล้านยูโร สัญญาในลักษณะที่มุ่งใจเช่นนี้เป็นสิ่งที่มีก่ไม่ค่อยเกิดขึ้น แต่เนื่องจาก Framatome ANP ต้องการที่จะได้ใบอนุญาตการก่อสร้างไม่ว่าจะต้องจ่ายเท่าใดก็ตาม เพราะที่ผ่านมาได้ใช้เวลานานับทศวรรษเพื่อพัฒนาด้านเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยูโรป ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นทางกลุ่มบริษัท Areva/Siemens ได้ทำการคำนวณต้นทุนอย่างประหยัดที่สุด เพื่อให้เครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบของพวกเขาสามารถแข่งขันได้กับโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

กำลังผลิตของเครื่องปฏิกรณ์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงที่มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

<sup>13</sup> Francois Roussely, อ้างแล้ว

แบบน้ำอัดความดันแบบยุโรปในทศวรรษ 1990 ปัจจัยสำคัญคือการประกันว่าจะได้ผลกำไร จากที่คาดการณ์ว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยุโรปจะมีกำลังผลิตรวม 1,750 เมกะวัตต์ (Gross) และได้มีการติดตั้งจริงที่ 1,600 เมกะวัตต์ ทำให้ EPR เป็นโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีกำลังผลิตสูงสุดในโลก และทำให้เกิดปัญหาในการนำเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าที่เป็นอยู่ ส่วนเหตุผลอย่างอื่นที่สนับสนุนความได้เปรียบของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ยังเป็นเรื่องทฤษฎี และดูเหมือนจะไม่สามารถทำได้จริงในอนาคตอันใกล้ อย่างเช่น มีการให้คำมั่นสัญญาว่าจะระยะเวลาก่อสร้างจะใช้เพียง 57 เดือน มีค่าตัวประกอบภาระทางไฟฟ้าจะอยู่ที่ 90% ระดับของประสิทธิภาพอยู่ที่ 36% อายุการใช้งานเชิงเทคนิคอยู่ที่ 60 ปี มีการบริโภคยูเรเนียมต่ำกว่าเครื่องปฏิกรณ์ยุคก่อนถึง 15% และมีต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษาต่ำกว่าเครื่องปฏิกรณ์แบบเดิมมาก

ผู้เชี่ยวชาญมองว่าการคาดการณ์เช่นนี้มีลักษณะมองโลกในแง่ดีเกินจริง ที่ผ่านมายังไม่เคยมีโรงไฟฟ้าแบบน้ำร้อนแห่งใดที่สามารถก่อสร้างได้ตามเวลาที่กำหนด หรือมีค่าตัวประกอบภาระทางไฟฟ้าตามที่เสนอ โครงการที่เป็นการร่วมทุนระหว่างเยอรมนีและฝรั่งเศสโครงการนี้ ก็น่าจะเกิดความล่าช้าในการก่อสร้างเช่นกัน ทั้งยังเกิดปัญหาในการเดินเครื่องช่วงแรก หรือการหยุดเดินเครื่องนอกแผนที่วางไว้ ถึงจะเป็นอย่างนั้น พวกเขาเสนอว่าต้นทุนการเดินเครื่องและบำรุงรักษาจะต่ำกว่าเครื่องปฏิกรณ์มาตรฐานทั่วไป และจะมีอายุการใช้งานสูงกว่า 60 ปี ในเวลาเดียวกัน ระบบความปลอดภัยขั้นพื้นฐานอย่างเช่น อุปกรณ์ชะลอการหลอมละลายของแกนเครื่องปฏิกรณ์ (Core catcher) จะทำให้เครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ปลอดภัยยิ่งขึ้น และไม่ได้มีต้นทุนสูงกว่าเครื่องปฏิกรณ์ยุคก่อน แต่ดูเหมือนว่าโครงการ Olkiluoto จะไม่สามารถทำให้คำสัญญาข้างต้นเป็นจริงขึ้นมาได้ถึงแม้มีการบรรจุเป้าหมายทั้งหมดรวมทั้งระยะเวลาการก่อสร้างราคาค่าก่อสร้างซึ่งคำนวณไว้ที่ 3,200 ล้านยูโรก็เป็นข้อมูลที่น่าจะบิดเบือน ในช่วงเริ่มต้นมีการคาดการณ์ว่าจะสร้างเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ประมาณ 10 แห่ง แต่ดูเหมือนแทบจะไม่สามารถเป็นจริงได้เลย และการทำเช่นนี้อาจถือได้ว่าเป็น “การทุ่มตลาด” อย่างหนึ่ง

ในกรณีที่ต้นทุนก่อสร้างต้องเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ โครงการนี้จะกลายเป็นฝันร้ายทางการเงินสำหรับกลุ่มบริษัท Framatome ANP เนื่องจากมีการกำหนดราคาตายตัวที่ผู้บริโภคในฟินแลนด์ต้องซื้อเอาไว้แล้วไม่นานพวกเขาต้องเรียกร้องให้รัฐเข้ามาช่วยเหลือ ในทำนองเดียวกับการขอให้เข้ามาค้ำประกันการขอเงินกู้ ธนาคาร Bayerische Landesbank มีบทบาทสำคัญในเรื่องนี้ รัฐบาวาเรียถือหุ้นครึ่งหนึ่งในธนาคารแห่งนี้ซึ่งมีสำนักงานใหญ่ที่เมืองมิวนิค เช่นเดียวกับบริษัท Siemens ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องปฏิกรณ์ ธนาคารแห่งนี้เป็น

ส่วนหนึ่งของกลุ่มบริษัทระหว่างประเทศที่ให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำสำหรับโครงการเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยุโรปของฟินแลนด์ (ตามรายงานข่าวอยู่ที่อัตรา 2.6%) สำหรับเงินกู้จำนวน 1.95 พันล้านยูโร รัฐบาลฝรั่งเศสยังค้ำประกันเงินกู้เพื่อการส่งออกให้กับ Areva ซึ่งเป็นบริษัทแม่ของ Framatome ANP ซึ่งอันที่จริงแล้วการสนับสนุนการลงทุนแบบนี้เป็นมาตรการที่ใช้สำหรับประเทศที่มีความไม่มั่นคงด้านการเมืองและเศรษฐกิจแต่รัฐบาลฝรั่งเศสโดยผ่าน Coface ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการเงินให้เงินกู้เพื่อการส่งออกได้ให้เงินกู้จำนวน 610 ล้านดอลลาร์เนื่องจากมีหลายประเทศที่ให้ความสนใจอย่างมากต่อโครงการนี้ ทางสมาพันธ์พลังงานหมุนเวียนแห่งยุโรป (European Renewable Energies Federation-EREF) จึงได้ทำเรื่องร้องเรียนต่อคณะกรรมการสิทธิการสหภาพยุโรป กล่าวหาว่ามีการละเมิดหลักเกณฑ์ว่าด้วยการแข่งขันในยุโรป

ที่ชัดเจนอย่างหนึ่งคือ หากปราศจากการสนับสนุนของรัฐแล้ว ชะตากรรมของเครื่องปฏิกรณ์ในฟินแลนด์ก็คงแตกต่างไป ในกรณีนี้ทางโครงการได้รับความสนับสนุนทั้งจากประเทศผู้ก่อสร้างและประเทศผู้ซื้อ เป็นที่ชัดเจนว่าพลังงานนิวเคลียร์สามารถแข่งขันได้ก็ในกรณีที่ได้รับการอุดหนุนจำนวนมาก หรือเฉพาะในประเทศที่มีความยึดมั่นต่ออุดมการณ์เทคโนโลยีนิวเคลียร์และมองว่าต้นทุนเป็นปัจจัยที่สำคัญลงไปตั้งนั้นเมื่อใดที่มีแผนการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่ในเศรษฐกิจแบบตลาดในสภาพปกติ เชื่อได้เลยว่านักลงทุนต้องพึ่งพาความสนับสนุนจากรัฐ ทั้งการประกันต้นทุนก่อสร้างที่จะเพิ่มขึ้น การหยุดเดินเครื่องที่ไม่คาดหมาย ความผันผวนของต้นทุนเชื้อเพลิงและความยากลำบากในการประเมินต้นทุนจากการหยุดเดินเครื่อง การทำลายและกำจัดกากของเสีย สุดท้ายแล้วรัฐบาลต้องรับภาระที่เกิดขึ้นในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุรุนแรงและส่งผลให้มีการแพร่กระจายของกัมมันตรังสีจำนวนมาก ไม่มีประเทศใดประเทศหนึ่งในโลกสามารถรับมือกับสถานการณ์เช่นนี้ได้ตามลำพัง แม้ว่าบริษัทประกันภัยจะออกกรมธรรม์ที่แตกต่างไปในแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แต่ความรับผิดชอบต่อความเสียหายของบริษัทประกันภัยมักจะทำมากในทุกกรณี เทคโนโลยีนิวเคลียร์จึงมีสถานภาพแตกต่างอย่างมากจากทางเลือกอื่น

แม้จะเข้าสู่ตลาดเชิงพาณิชย์ถึงครึ่งศตวรรษแล้ว และแม้จะได้รับเงินอุดหนุนเป็นจำนวนหลายพันล้านเหรียญ แต่โครงการพลังงานนิวเคลียร์ใหม่ทุกโครงการก็ยังคงจำเป็นต้องได้รับความสนับสนุนจากรัฐอยู่ต่อไป ในทำนองเดียวกับความสนับสนุนที่ต้องการในช่วงที่เริ่มเข้าตลาด ที่น่าประหลาดใจก็คือ ผู้สนับสนุนและเรียกร้องให้มีเทคโนโลยีแบบนี้ได้แก่นักการเมือง ในขณะที่พวกเขา ก็กลายเป็นผู้ที่เสี่ยงสนับสนุน “เงื่อนไขที่สอดคล้องกับ

ระบบตลาดมากขึ้น” สำหรับภาคพลังงานนักการเมืองในประเทศอุตสาหกรรมเหล่านี้เองที่สร้างทฤษฎีการตลาดเพื่อคัดค้านการให้เงินอุดหนุนในช่วงเริ่มต้นของพลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล และพลังความร้อนใต้พิภพ แต่ข้อแตกต่างขั้นพื้นฐานอย่างหนึ่งได้แก่ อนาคตของพลังงานนิวเคลียร์กลายเป็นอดีตไปแล้ว ในขณะที่อนาคตของพลังงานหมุนเวียนกำลังจะเริ่มต้นขึ้น

## 10. บทสรุป: ยุคฟื้นฟูที่เป็นเพียงคำพูด



วิกฤตด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและวิกฤตราคาพลังงานที่เพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้เกิดการถกเถียงรอบใหม่เกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ในประเทศยักษ์ใหญ่หลายแห่งทั่วโลกผลจากแรงกระตุ้นของผู้ขายเครื่องปฏิกรณ์และการโฆษณาชวนเชื่อตามสื่อมวลชน มีการส่งเสริมวิสัยทัศน์ของ “ยุคฟื้นฟูของพลังงานนิวเคลียร์” ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจที่ส่งผลกระทบต่ออย่างกว้างขวาง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ส่วนใหญ่ในโลกสร้างขึ้นในยุคแรก และในปัจจุบันกำลังเข้าสู่ช่วงสุดท้ายของชีวิตการเดินเครื่อง ในช่วง 10 ปีข้างหน้าและโดยเฉพาะในช่วงทศวรรษต่อไป จะต้องมีการสร้างพลังงานทดแทนพลังงานนิวเคลียร์ที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ต้องมีการตัดสินใจว่าจะก่อสร้างโรงไฟฟ้าชนิดอื่นนอกจากนิวเคลียร์ใหม่ หรือจะมีการขยายการผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์เพิ่มขึ้นในอนาคต ประเทศยักษ์ใหญ่บางแห่งเริ่มตั้งคำถามว่าจะอนุญาตให้เครื่องปฏิกรณ์ที่เก่าแก่เหล่านี้เดินเครื่องต่อไป

เกินระยะเวลาการเดินเครื่องที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ การต่ออายุโรงไฟฟ้าเป็นเรื่องดีสำหรับบริษัทผลิตไฟฟ้า ซึ่งสามารถชะลอการลงทุนหลายพันล้านยูโรออกไปได้ และสามารถทำกำไรจากต้นทุนการผลิตที่ต่ำเนื่องจากมีการหักค่าเสื่อมราคาจากเครื่องปฏิกรณ์เก่าไปแล้ว ผู้บริหารกลับมองไม่เห็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น พวกเขายอมไม่คาดหวังว่าจะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงถึง 48 ครั้งในช่วงที่ผ่านมา โดยเฉพาะคงไม่คาดการณ์ว่าจะเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้าในบริษัทของตนเอง หรือเป็นโรงไฟฟ้าที่อยู่ใต้การบริหารงานของตน ผลประโยชน์ของพวกเขาดูเหมือนจะแตกต่างจากสาธารณะ ซึ่งเห็นว่าการต่ออายุการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์จะทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่ออุบัติเหตุร้ายแรง ในกรณีที่มีการปล่อยให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทุกแห่งหรือจำนวนมากเดินเครื่องต่อไปเกินระยะเวลาที่กำหนด จะทำให้ความเสี่ยงโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมาก

การตัดสินใจที่จะรักษาระดับการผลิตพลังงานในโลก เพื่อรับมือกับการเติบโตของประชากรและความแตกต่างด้านความมั่งคั่งของประชาชน ไปพ้นจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับวิถีจัดการพลังงานนิวเคลียร์ในอนาคต ประเทศอุตสาหกรรมทุกประเทศต้องแบกรับความรับผิดชอบด้านนี้ รวมทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วรายใหม่ ซึ่งยังไม่ได้ตัดสินใจที่ชัดเจนที่จะนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้งาน

ที่ชัดเจนอย่างหนึ่งก็คือ โครงสร้างพลังงานแบบใหม่จะไม่พึ่งพาและอาจไม่สามารถพึ่งพาโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้อีกต่อไป

และที่ชัดเจนอีกอย่างหนึ่งก็คือ อนาคตไม่ได้ขึ้นอยู่กับการยึดอายุเทคโนโลยีที่มีความเสี่ยงจากช่วงกลางศตวรรษที่แล้ว โดยมุ่งแต่ประโยชน์ทางเศรษฐกิจแบบทั่วไป ยุคฟื้นฟูของพลังงานนิวเคลียร์คงยังไม่เกิดขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นคือถ้อยคำโอ้อวดเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ในวาระครบรอบ 20 ปีของอุบัติเหตุที่เชอร์โนบีล เป็นเหตุให้มีการวิพากษ์วิจารณ์การผลิตพลังงานด้วยวิธีการเช่นนี้ และบางคนที่รู้สึกเป็นยุคฟื้นฟูของความหวัง หลายประเทศมีการรื้อฟื้นการอภิปรายด้านสังคมและการเมืองซึ่งจะมีส่วนกำหนดอนาคตของพลังงานนิวเคลียร์ ผลลัพธ์จากการพูดคุยเหล่านี้ยังไม่ชัดเจน โครงการพลังงานนิวเคลียร์เพียงแห่งเดียวในฟินแลนด์ถือว่าแทบจะพิสูจน์อะไรไม่ได้เลย จำนวนโครงการพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างก่อสร้างหลายแห่งทั่วโลก ก็ยังไม่สามารถทำให้สัดส่วนพลังงานนิวเคลียร์ในพลังงานโลกนิ่งได้ ทั้งในการพิจารณาในแบบภาพกว้างหรือการพิจารณาแบบเชิงเปรียบเทียบที่เจาะจง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่จึงเกิดขึ้นได้เฉพาะกรณีที่มีรัฐมีอุดมการณ์สนับสนุนการผลิตไฟฟ้าเช่นนี้ หรือในกรณีที่หน่วยงานของรัฐพร้อมจะให้

หลักประกันขั้นพื้นฐานในกรณีที่เกิดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและการเงินขึ้นมา ผู้ที่ต้องการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่ หรือถูกรบเร้าจากนักการเมืองให้สร้าง อย่างเช่นกรณีสหรัฐฯ เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากรัฐบาล เช่นเดียวกับยุคสร้าง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ตอนต้นเมื่อทศวรรษ 1960

มันอาจจะฟังดูขัด ๆ กันกล่าวคือ มีการนำพลังงานนิวเคลียร์เข้าสู่ระบบตลาดพลังงานได้ สำเร็จ เพราะว่า มันไม่มีระบบตลาดใด ๆ ที่จะสามารถทำให้พลังงานนิวเคลียร์มีความ คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยแท้จริงเลยเนื่องจากการผูกขาดระบบสายส่งไฟฟ้าในขณะนั้น ไฟฟ้าที่ผลิตได้จึงถือเป็น “การผูกขาดตามธรรมชาติ (Natural monopoly)” และยังเป็น ปัจจัยพื้นฐานของชีวิต และเป็นสิ่งที่รัฐต้องเป็นเจ้าของ สนับสนุน หรือบริหารงานแบบ ผูกขาดเช่นเดียวกับบริษัทอื่น ๆ

นั่นย่อมหมายความว่าในประเทศอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ รัฐต้องหาเหตุผลที่จะสนับสนุน โครงการพลังงานนิวเคลียร์ต่อไป ในเบื้องต้นอาจเป็นไปได้ตามเหตุผลด้านทหารทั้งที่ ถูกปกปิดหรือเปิดเผย รัฐบาลจะต้องแบกรับต้นทุนมหาศาลจากการวิจัย พัฒนาและนำ เทคโนโลยีใหม่เข้าสู่ตลาด ทั้งนี้โดยการผลักภาระต้นทุนให้กับผู้บริโภคโดยใช้อำนาจ ของรัฐในการกำหนดราคาขายไฟฟ้าของบริษัท จนถึงปัจจุบัน การก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่ไม่ใช่ทางเลือกที่น่าสนใจอีกต่อไปสำหรับบริษัทต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบ ตลาดไฟฟ้าที่ได้แปรรูปกิจการและเปิดเสรีแล้ว<sup>14</sup> เรายังมีทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และสามารถทำได้ภายใต้ระบบตลาด แม้ว่าความต้องการไฟฟ้าโดยรวมและกำลังการผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ยกเว้นเสียแต่ว่ารัฐบาลจะยอมรับสภาพความเสี่ยงที่สำคัญของ นิวเคลียร์ในแบบเดียวกับที่รัฐบาลเคยทำในยุคที่เริ่มต้นนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ นี่คือ เส้นทางที่ประชาชนในฟินแลนด์เลือก

เหตุผลอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ประเทศต่าง ๆ ไม่ต้องการเดินขั้วรอยการลงทุนพลังงานนิวเคลียร์นี้ได้แก่ ในระบบตลาดผู้จำหน่ายพลังงานทั่วไป ผู้ที่ต้องการขายระบบผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแหล่งอื่นที่ไม่ใช่นิวเคลียร์คงจะไม่ทนยืนอยู่นอกสังเวียนนานเกินไป และเฝ้า มองดูภาครัฐให้ความสนับสนุนเพียงฝ่ายเดียวต่อเทคโนโลยีที่เก่าแก่กว่าครึ่งศตวรรษ เพียงแต่ในโครงการเครื่องปฏิกรณ์ที่ฟินแลนด์ข้างต้น มันมีลักษณะที่พิเศษกว่าที่อื่น

<sup>14</sup> Adolf Hüttli: “Ein deutsch-französisches Kernkraftwerk für Europa und den Weltmarkt”, สุนทรพจน์ในเวทีช่วงฤดูหนาวของ Deutsches Atomforum กรุงบอนน์ 2535 ดันฉบับ



เนื่องเพราะ จากเวลาที่ผ่านมาเกือบ 20 ปีภายหลังจากเริ่มต้นพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันแบบยุโรปบริษัทผู้พัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวคือ Framatome ANP จำเป็นที่จะต้องพิสูจน์ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่พวกเขาคิดเหล่านี้กับเครื่องปฏิกรณ์จริง ๆ ให้ได้ อีกทั้งบริษัทแม่อย่าง Areva และ Siemens ก็พร้อมจะแบกรับความเสี่ยงด้านการเงินอย่างมหาศาล ถ้ายังจำได้ ในปี 2535 Siemens และ Framatome เรียกเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ว่าเป็น “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เยอรมนีและฝรั่งเศสสำหรับตลาดยุโรปและตลาดโลก” ซึ่งในเบื้องต้นจะตอบสนอง “ตลาดในละแวกบ้าน” ตามริมสองฝั่งแม่น้ำไรน์ (หมายถึงต้องการจำหน่ายเทคโนโลยีนี้กับประเทศในแถบลุ่มน้ำไรน์ก่อน) และจึงจะส่งออกไปยัง “ประเทศที่สาม” ในโอกาสต่อไป ทำให้มีการคาดการณ์ว่าการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำร้อนของเทคโนโลยีดังกล่าวสองแห่งจะเริ่มขึ้นในปี 2541 และในปี 2533 นิตยสาร Wirtschaftswoche ของเยอรมนีถึงกับประกาศว่าถึงจุดสิ้นสุดของยุคมีดนิวเคลียร์แล้ว โดยการพาดหัวข่าวว่า “ยุคฟื้นฟูของนิวเคลียร์”

ในช่วงต้นของศตวรรษที่ 21 นี้ เราจำเป็นต้องประเมินทุกแง่มุมของพลังงานนิวเคลียร์อย่างรอบด้านต่อไป เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน

บทสรุปเมื่อ 30 ปีก่อนเกี่ยวกับความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงทำให้พลังงานนิวเคลียร์เป็นรูปแบบการผลิตไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดการถกเถียงมากที่สุดในยุคนั้น สิ่งเหล่านี้ยังไม่หมดไป ความเสี่ยงใหม่ ๆ จากลัทธิก่อการร้ายได้ทำลายโอกาสในการส่งเสริมเทคโนโลยีนิวเคลียร์นี้ในภูมิภาคที่ขาดความมั่นคงในโลก การขยายกำลังผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์ในระดับโลก จะทำให้เกิดการขาดแคลนเชื้อเพลิงยูเรเนียมอย่างรวดเร็ว หรือไม่เช่นนั้นก็ต้องมีการพัฒนาไปสู่เทคโนโลยีเพาะเชื้อเพลิงโดยเร็ว การเปลี่ยนแปลงในเชิงเทคนิคจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเปิดสวิตช์ไปใช้ระบบฟลูโตเนียมอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเพิ่มความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุร้ายแรง การโจมตีของผู้ก่อการร้ายและการแพร่ขยายของอาวุธนิวเคลียร์เป็นไปในระดับสูงชันและวิกฤตยิ่งขึ้นสุดท้ายแล้วเกือบทุกประเทศได้ล้มเลิกแนวคิดที่จะใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเพาะเชื้อเพลิงภายหลังเกิดความล้มเหลวในอดีต แต่ไม่ว่าจะมีเทคโนโลยีเพาะเชื้อเพลิงหรือไม่ก็ตาม ปัญหาของนิวเคลียร์ที่ยังแก้ไขไม่ได้คือการกำจัดกากของเสียและเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างแน่นอน เนื่องจากได้เกิดกากของเสียในโลกขึ้นมาแล้วและการแก้ไขที่เป็นอยู่ก็มีลักษณะชั่วคราว สิ่งเหล่านี้เป็นเหตุผลอย่างเพียงพอที่เราไม่ควรเพิ่มปริมาณกากของเสีย ซึ่งจะทำให้กลายเป็นภาระสำคัญของมนุษยชาติทั่วโลก

พลังงานนิวเคลียร์ไม่สามารถแก้ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้เช่นกัน แม้จะเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์ทั่วโลกขึ้นสามเท่าภายในกลางศตวรรษที่ 21 เราจะสามารถผ่อนคลายนผลกระทบต่อภูมิอากาศได้เพียงเล็กน้อย โดยแทบเป็นสิ่งที่ไม่อาจเกิดขึ้นได้จริงด้วยซ้ำ ในขณะที่เป็นการแสดงความไม่รับผิดชอบต่อการขาดประสิทธิภาพด้านการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ต้นทุนที่มหาศาล และความเสี่ยงในระดับที่สูงมาก สิ่งที่น่าจะเกิดขึ้นและมีหลักฐานชัดเจนยิ่งขึ้นได้แก่ เนื่องจากโครงสร้างของโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ในปัจจุบันค่อนข้างมีอายุแล้ว ผลผลิตที่ได้จะลดลงอย่างมากในช่วงทศวรรษต่อไป ในเวลาเดียวกัน ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิอากาศคาดการณ์ว่า ยุทธศาสตร์พลังงานโลกที่พึ่งพาการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และการผลิตความร้อน และการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มที่ จะทำให้เราสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึงจำนวนที่กำหนดไว้ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์เลย ปัญหาท้าทายที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนต้องได้รับการแก้ไขจากนโยบายด้านภูมิอากาศระดับโลกและเป็นภาระร่วมกันของประเทศผู้ผลิตก๊าซเรือนกระจก รายใหญ่ทุกแห่ง ความขัดแย้งระหว่าง “การปกป้องภูมิอากาศ” หรือ “การยุติการใช้พลังงานนิวเคลียร์” เป็นเหมือนตัวโคมิราที่วางไข่ไว้โดยอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์

เป็นที่ชัดเจนว่าคุณค่าที่สูญของนิวเคลียร์ไม่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้หากไม่ได้รับเงินอุดหนุนจำนวนมหาศาลจากภาครัฐ แต่ก็ไม่ใช่ว่าจะไม่อาจเกิดขึ้นเลย เพราะแม้ว่าบริษัทพลังงานจะยังคงมุ่งแสวงหาผลกำไรจากการลงทุนในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เท่าที่มีการหักค่าเสื่อมราคาไปแล้ว นักการเมืองก็ยังคงกระตือรือร้นที่จะเปิดโครงการนิวเคลียร์ใหม่ ๆ เนื่องจากมีความกลัวต่อความผันผวนด้านราคาพลังงาน และการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเข้มงวดยิ่งขึ้นในอนาคต ความกลัวทั้งสองทำให้เกิดการถกเถียงในสหรัฐเป็นเวลาหลายปีมาแล้ว และก็เป็นเหตุให้มีการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่ในฟินแลนด์ ทำให้แผนการลดและเลิกใช้พลังงานนิวเคลียร์ของเยอรมนีชะลอออกไป และเมื่อเร็ว ๆ นี้ทำให้เกิดการอภิปรายอย่างกว้างขวางต่อข้อเสนอให้สร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่ในอังกฤษ นักการเมืองมีแนวโน้มที่จะทำงานต่อไปกับโครงสร้างและหน่วยงานที่พวกเขาคุ้นเคยพวกเขาจึงไม่ลังเลที่จะให้ทุนอุดหนุนในเบื้องต้นกับอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์อีกครั้ง แม้ว่าจะผ่านไปกว่าครึ่งศตวรรษหลังการเริ่มต้นของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชิงพาณิชย์แห่งแรก

แม้จะมีโอกาสไม่มากนัก แต่การอภิปรายเกี่ยวกับข้อเสนอให้มีเครื่องปฏิกรณ์แห่งใหม่ จะเข้มข้นยิ่งขึ้น แต่เครื่องปฏิกรณ์ตัวใหม่ ๆ จะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา

ภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืนเลย อีกทั้งยังไม่สามารถช่วยให้ราคาของพลังงานต่ำลงในระยะยาว ได้ในทางตรงข้าม จะยิ่งทำให้ความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุร้ายแรงเพิ่มขึ้นและเบี่ยงเบนความสนใจจากยุทธศาสตร์การปกป้องภูมิอากาศที่ทำงานได้ผลอย่างแท้จริง กล่าวโดยสรุป เช่นเดียวกับในยุคทองของพลังงานนิวเคลียร์ในช่วงทศวรรษ 1970 และ 1980 กลุ่มต่อต้านพลังงานนิวเคลียร์จะยังคงต้องหาเหตุผลคัดค้านที่ดีขึ้นไป