

ปัญหาการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณู

โดย.....วันเพ็ญ วิโรจนกุล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. เหตุใดจึงสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณู

ปัจจุบันความต้องการใช้ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมกันชนมาก ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสร้างพลังงานไฟฟ้าสำหรับประเทศ คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้พยายามหาแหล่งพลังงานที่เหมาะสมเพื่อสนองความต้องการทางบ้าน,

หนึ่งระบบการผลิตไฟฟ้าของ กฟผ. ก็มีพลังงานซึ่งเหมาะสมทางด้านผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด (peak load) และการจะเพิ่มพลังงานด้านนั้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างเขื่อน และจะต้องมีปริมาณน้ำมากพอด้วย ฉะนั้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานจึงมีขอบเขตจำกัด ส่วนการผลิตไฟฟ้าฐาน (Base load) มีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ

- แบบที่ใช้ถ่านหิน
- แบบที่ใช้น้ำมัน
- แบบที่ใช้พลังงานปรมาณู

เนื่องจากถ่านหินที่พบในประเทศไทยมีปริมาณจำกัด และเพียงพอที่จะใช้สำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น และการที่จะสั่งซื้อถ่านหินจากต่างประเทศก็ไม่สะดวกในการขนส่ง และเสียค่าใช้จ่ายสูงไม่เหมาะสมกับเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าจาก 2 แบบที่เหลือ คือ คำนาน้ำมันและพลังงานปรมาณู จึงอยู่ในข่ายพิจารณาของ กฟผ. และก็เป็นที่น่าทราบน้อยอยู่แล้ว ว่าค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและอาจจะมีวิกฤตการณ์น้ำมันเกิดขึ้นอยู่เนื่อง ๆ หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทั้งด้านเศรษฐกิจ และเทคนิคความเหมาะสมความปลอดภัย ตลอดจนการกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อม กฟผ. ก็ได้ผลสรุปว่า

โรงไฟฟ้าปรมาณูสมควรที่จะนำมาใช้ในระบบไฟฟ้าของประเทศ ซึ่งการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจนั้นได้ทำขึ้นในปี 2510 ขณะนั้นราคาการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า 600 เมกกะวัตต์ ประมาณ 8000 ล้านบาท แต่ขณะนั้นราคาโรงไฟฟ้าปรมาณูได้เพิ่มขึ้นเป็น 22,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นราคาที่กำลังจะทำการก่อสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูขึ้นในประเทศฟิลิปปินส์ โดยทางฟิลิปปินส์เองก็ยังถือว่าเหมาะสมทางเศรษฐกิจอยู่ แต่ก็ยังเป็นปัญหาสำหรับประเทศไทยว่ายังเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจหรือไม่ และก็เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจแห่งชาติเป็นผู้พิจารณาต่อไป.

2. ชนิดของโรงไฟฟ้าปรมาณู

โรงไฟฟ้าปรมาณูแยกออกเป็น 2 จำพวกใหญ่คือ

1. โรงไฟฟ้าปรมาณูที่ใช้หลักการผลิตความร้อนด้วยปฏิกิริยา Fusion ซึ่งในปัจจุบันยังทำไม่สำเร็จ เนื่องจากยังไม่สามารถแก้ปัญหาทางเทคนิคบางประการ
2. โรงไฟฟ้าปรมาณูที่ใช้หลักการผลิตความร้อนจากปฏิกิริยา Fission ซึ่งจะได้พูด ณ ที่นี้

ปฏิกิริยา Fission เกิดจากการรวมตัวของนิวตรอนกับนิวเคลียสของเชื้อเพลิงปรมาณู ทำให้นิวเคลียสของเชื้อเพลิงแตกออกเป็นสองเสี่ยงแล้วปล่อยพลังงานความร้อนจำนวนมหาศาลออกมาจะพบว่านิวตรอนที่รวมตัวกับนิวเคลียสของเชื้อเพลิงนั้น มีทั้งนิวตรอนช้าและนิวตรอนเร็ว ฉะนั้นจึงสามารถจำแนกชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูได้อีกเป็น

ก. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบนิวตรอนเร็วได้แก่ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Fast Breeder Reactor ซึ่งอยู่ในขั้นทดลองใช้

ข. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบนิวตรอนช้า เรียกว่า Thermal Power Reactor ซึ่งเป็นแบบที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ สำหรับโรงไฟฟ้าปรมาณูในปัจจุบันเครื่องปฏิกรณ์ชนิด Thermal Power Reactor ยังแบ่งออกเป็น 3 แบบ ด้วยกันคือ

1. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Gas Cooled Reactor (GCR)
2. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู Heavy water Reactor (HWR)
3. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ Light water Reactor (LWR)

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ GCR

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมี 3 แบบ คือ แบบ Magnox, แบบ AGR และแบบ HTGR ใช้ถ่านแกรไฟต์ เป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน เป็นแบบสองวงจรโดยใช้ก๊าซ CO_2 (แบบ Magnox และ AGR) หรือ He (แบบ HTGR) ในวงจรแรกเพื่อระบายความร้อนจากเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ไปถ่ายเทให้กับน้ำในวงจรที่สองใน Heat Exchanger น้ำจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำหมกกันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า.

ข้อดีข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบนคอ

- ก. แบบ Magnox สามารถใช้ยูเรเนียมที่พบในธรรมชาติมาทำเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเป็น ยูเรเนียมเข้มข้น AGR และ HTGR จำเป็นต้องใช้ยูเรเนียมเข้มข้น
- ข. มีประสิทธิภาพสูงกว่าคือ ความร้อนใน condenser ที่ระบายทิ้งน้อยกว่าแบบอื่น
- ค. สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูง จึงใช้กังหันเช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำที่ใช้กัน
- ง. ระบายรังสีนอกเครื่องปฏิกรณ์ต่ำ
- จ. มีน้ำหนักมากและขนาดใหญ่
- ฉ. เงินลงทุนในการก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าสูงกว่าแบบอื่นในขนาดกำลังผลิต 600 เมกกะวัตต์
- ช. มีปัญหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของถ่านแกรไฟต์ และก๊าซเมื่อรับรังสีเป็นเวลานาน

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ HWR

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบนี้ใช้ Heavy water (D_2O) เป็นตัวระบายความร้อนและหน่วงความเร็วนิวตรอน หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นแบบสองวงจร Heavy water ในวงจรแรกจะนำเอาความร้อนจากเชื้อเพลิงไปถ่ายเทให้น้ำบริสุทธิ์ในวงจรที่สองที่ Steam Generator ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำไปหมกกันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า

ข้อดีข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบหนัก

- ก. สามารถใช้ยูเรเนียมที่พบในธรรมชาติมาทำเชื้อเพลิงได้
- ข. สามารถเปลี่ยนเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง
- ค. ระบายรังสีนอกเครื่องปฏิกรณ์ต่ำ
- ง. เงินลงทุนในการก่อสร้างสูง เมื่อเทียบกับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ LWR ในขนาดกำลังผลิต 600 เมกกะวัตต์เท่ากัน
- จ. Heavy water มีราคาแพง โรงงานผลิต Heavy water ในปัจจุบันยังไม่สามารถสนองความต้องการได้
- ฉ. ประสิทธิภาพและสถิติการผลิตไฟฟ้าของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ยังน้อยมาก

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ LWR

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบนี้ใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นตัวระบายความร้อน และเป็นตัวนำความร้อน โดยใช้ยูเรเนียมเข้มข้นเป็นเชื้อเพลิงอาจจะเป็นแบบวงจรรเดียวนหรือสองวงจรก็ได้ แบบนี้ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน

ข้อดีข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบหนัก

- ก. ใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสิ่งที่หาได้ง่ายและราคาถูก
- ข. ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าถูกกว่าเครื่องปฏิกรณ์แบบอื่น
- ง. จะต้องใช้ยูเรเนียมเข้มข้น 2-3 % เป็นเชื้อเพลิง
- จ. จำเป็นต้องใช้กังหันไอน้ำขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากกว่าที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำทั่วไป

ปัญหาของโรงไฟฟ้าปรมาณู

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาของโรงไฟฟ้าปรมาณูนั้นมันมีประการ แต่ปัญหาสำคัญที่เป็นข้อโต้แย้ง และไม่สามารถหาข้อยุติได้นั้นคือ ปัญหาทางด้านความปลอดภัย และปัญหากระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะโยงกล่าวต่อไปพร้อมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาเหล่านั้น

ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

โดยจะพิจารณาถึงของเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานไฟฟ้าปรมาณู และมีผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่

1. น้ำระบายความร้อน (cooling water)
2. คลอรีนที่ปนอยู่ในน้ำระบายความร้อน
3. สารกัมมันตภาพรังสี

น้ำระบายความร้อนจะถูกใช้ในโรงงานไฟฟ้าประมาณประมาณคร่าว ๆ 2 cfs ต่อ 1 เมกกะวัตต์ของกำลังผลิตกระแสไฟฟ้า ฉะนั้นถ้าโรงงานไฟฟ้าพลังปรมาณูกำลังผลิต 1000 เมกกะวัตต์ โรงงานจะต้องการน้ำระบายความร้อนที่ผ่านเครื่องควบแน่นครึ่งเดียวแล้วออกมาสู่สิ่งแวดล้อมเลยประมาณ 2000 cfs อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนเมื่อผ่านเครื่องควบแน่นตามปกติจะเพิ่มขึ้น $10-16^{\circ}\text{F}$ ($5-9^{\circ}\text{C}$) แต่อาจจะเพิ่มได้ถึง 40°F (22°C) การที่มวลน้ำจำนวนมาก และอุณหภูมิขนาดนั้นถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ย่อมจะทำให้อุณหภูมิของน้ำในธรรมชาติ ๗. บริเวณนั้นสูงขึ้นอย่างแน่นอน ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำบริเวณนั้นได้

สำหรับคลอรีนที่ปนอยู่ในน้ำระบายความร้อนนั้น มาจากการเติมคลอรีนลงไปเพื่อป้องกันการเน่าเปื่อยของбакเทรี ตะไคร่น้ำ และสิ่งมีชีวิตที่ชอบเกาะติดท่อ คลอรีนเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่จะเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ถ้ามีคลอรีนอยู่เป็นจำนวนมากและอาจจะกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน.

ส่วนสารกัมมันตภาพรังสีอาจจะรั่วออกมาจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู โดยอยู่ในรูปของ Fission product และข้อสันนิษฐานว่า Tritium สามารถลอดผ่านแผงเหล็กที่ไม่เป็นสนิมออกมาได้ อีกประการหนึ่งถ้าถ่ายเทความร้อนในวงจรไม่บริสุทธิ์เท่าซึ่งอาจมีโลหะหนัก หรือสารที่เกิดจากการฟission ของท่อปะปนอยู่บ้าง เมื่อสารเหล่านี้ผ่านเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และถูกยิงด้วยนิวตรอน อาจจะกลายเป็นสารกัมมันตภาพรังสี ปะปนออกมากับน้ำระบายความร้อนได้ อันตรายที่เกิดขึ้นจากของเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้าปรมาณูนั้น ย่อมมีผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมทั้งบนบก และน้ำอย่างแน่นอน จะเห็นว่าการถ่ายเทความร้อนสู่บรรยากาศของน้ำในบริเวณที่ได้รับระบายความร้อน อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของบรรยากาศ อาจทำให้เกิดหมอก และมีความชื้นสูงได้ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่เป็ปัญหาสำคัญคือ ผลกระทบกระเทือนต่อนิเวศวิทยาทางทะเล ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

- ความร้อนที่เพิ่มขึ้นปริมาณสูง โดยฉับพลันอาจมีผลทำลายสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นทันที หรือถ้าอุณหภูมิไม่สูงนักสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นอาจจะปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้หรืออพยพไปอยู่บริเวณอื่น

- การที่น้ำมีความร้อนสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณออกซิเจนบริเวณนั้นลดลง ซึ่งออกซิเจนเป็นสารสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตภายในบริเวณนั้น นอกจากพวกสัตว์ทะเลแล้วยังมีพวกสัตว์เซลล์เดียว เช่น แบคทีเรีย สาหร่ายที่อาศัยออกซิเจนในการย่อยสลายพวกปฏิกูล สำหรับการดำรงชีวิตของมันด้วย สำหรับพวกสัตว์น้ำที่เป็นตัวอ่อนจะอาศัยออกซิเจนมากกว่าตัวที่เจริญเต็มที่แล้ว เมื่อออกซิเจนไม่พอจะทำให้ช่วงชีวิตขาดตอน และมีการลดพันธุ์นั้น ๆ ลง และบางชนิดอาจจะสูญพันธุ์ไปก็ได้

- การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำย่อมมีผลกระทบกระเทือนต่อการวางไข่ของปลาด้วย

- การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำขึ้นมาขึ้นหนึ่ง ๆ อาจทำให้พืชเล็กๆ ในน้ำ (phytoplankton) พันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเจริญได้ดี บางพันธุ์อาจลดลงไป ซึ่งพืชเล็กๆ นั้นเป็นอาหารสำคัญของสัตว์น้ำเช่น ปลา หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ดังนั้นจึงเป็นการลดอาหารของสัตว์น้ำได้

- การเพิ่มความร้อนทำให้น้ำมีความเค็มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชในบริเวณนั้น

- อุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจทำให้โรคปลาบางชนิดระบาดได้รวดเร็ว นอกจากนั้นทำให้สารพิษบางชนิดมีพิษเพิ่มขึ้น เช่นการเป็นพิษของสารปรอทจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น.

สำหรับพวกคลอรีนที่ถูกปล่อยออกมาปะปนกับน้ำระบายความร้อน อาจเป็นพิษโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิต ได้เคยมีผู้วิจัยพบว่า ปริมาณคลอรีนในน้ำ 1 ppm นั้นสามารถฆ่าปลาได้ในระยะเวลาอันสั้น ส่วนพวกสารกัมมันตภาพรังสีย่อมเป็นที่แน่นอนว่ามีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและสามารถกลับเข้าสู่คนได้โดยการหมุนเวียนในวัฏจักรอาหารอย่างไรก็ตามโรงไฟฟ้าปรมาณูจะต้องมีมาตรการสำหรับป้องกันสารรังสีรั่วไหลอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยทั้งปวงและเท่าที่มีการสร้างโรงงานไฟฟ้าปรมาณูขึ้นมาในสหรัฐอเมริกา ยังไม่มีปรากฏการณ์ที่มีการรั่วไหลของสารกัมมันตภาพรังสี ซึ่งทำให้คนได้รับรังสีมากเกินไปกว่าที่ทางกระทรวงสาธารณสุขของสหรัฐได้วางไว้

ปัญหาทางด้านความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าปรมาณู

ปัจจุบันพลังงานปรมาณู ได้ก้าวเข้ามามีบทบาทมากสำหรับเป็นแหล่งพลังงานในอนาคตเนื่องจากวิกฤตการณ์น้ำมันที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าในสหรัฐอเมริกาปัจจุบันนี้มีโรงงานไฟฟ้าปรมาณูซึ่งดำเนินการอยู่ประมาณ 56 โรงงาน (จากจำนวนทั้งหมดในโลก 162 โรงงาน) และกำลังก่อสร้างอยู่ประมาณ 170 โรงงาน ซึ่งคาดว่าจะมีถึง 1000 โรงงานในปี 2000 นี้ และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น 7% จนถึงมากกว่า 50% ได้ (Environment, Vol 17 No. 5, 1975) ขณะที่มีความต้องการในการใช้พลังงานปรมาณูมากขึ้น ปัญหาเนื่องจากอันตรายของโรงไฟฟ้าปรมาณูก็เกิดขึ้นอย่างมาก เช่นเดียวกันในแง่ที่ต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม สำหรับด้านต่อสุขภาพของประชาชนนั้นจะเกี่ยวข้องไปในทางเรื่องความปลอดภัยเป็นสำคัญ ซึ่งปัญหาทางด้านความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญมาก และมีข้อโต้แย้งกันอยู่ตลอดเวลาและยากที่จะหาข้อยุติได้ แม้กระทั่งในปัจจุบันเองอันตรายอันเกิดจากการใช้พลังงานปรมาณูส่วนมากจะออกมาในรูปของสารรังสี ซึ่งมีผลต่อชีวภาพบุคคล (Biological Effect of ionizing radiation) ในรายงานของ BEIR ปี 1972 ได้อธิบายเกี่ยวกับอันตรายของสารรังสี ว่าจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์ การเกิดมะเร็ง และทำให้เกิดการผิดปกติของอวัยวะ หรือเนื้องอกซึ่งกำลังเจริญเติบโต โดยเฉพาะเด็กในครรภ์มารดาหรือเด็กที่ยังมีอายุน้อย ๆ อยู่ และจะทำให้เกิดการพิการขึ้นได้

อนึ่ง อันตรายจากการใช้พลังงานปรมาณูนั้น เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มการทำแร่เชื้อเพลิงจากแร่ดิบ จนถึง การออกแบบ การขนส่ง และการบรรจุเก็บแท่งเชื้อเพลิง รวมทั้งการกำจัดกากเชื้อเพลิง

นอกจากปัญหาซึ่งยกขึ้นมาเป็นเรื่องสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ อุบัติเหตุที่เกิดจากการหลอมละลายของแท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู อันเนื่องจากการเสียหายทางระบบของน้ำหล่อเย็น ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดในหัวข้ออันตรายอันเกิดจากตัวเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ปัญหาความปลอดภัยอื่นๆ เช่น การใช้ Plutonium -239 เป็นเชื้อเพลิงใน Breeder Reactor จะมีอันตรายมากกว่าใช้ Uranium เป็นเชื้อเพลิงและปัญหาเกี่ยวกับการเก็บกากเชื้อเพลิงเพื่อให้สลายตัวเองโดยธรรมชาติ ประมาณครึ่งล้านปีนั้น ปัจจุบันยังไม่มีมาตรการกันความปลอดภัยเกี่ยวกับสถานที่เก็บกากเชื้อเพลิงเหล่านี้ สำหรับแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วนั้น (spent fuel) ซึ่งจะนำไป reprocessing ให้ได้เป็นเชื้อเพลิงใหม่ก็เป็นปัญหาสำคัญอีก

เหมือนกัน เนื่องจากขณะนี้ reprocessing plant มีเพียง 3 แห่งในเมือง Windscale อังกฤษ และ Cap, de la, ฝรั่งเศส ในเยอรมันตะวันตกมีอยู่ 1 โรง และปัจจุบันในอเมริกายังไม่มี โรงงานเกี่ยวกับ reprocessing ซึ่งดำเนินการได้อยู่แล้ว แต่กำลังทดลองอยู่ 2 โรงงาน และ กำลังก่อสร้างอยู่ 1 โรง นอกจากนี้ที่อินเดียและญี่ปุ่น กำลังก่อสร้าง reprocessing plant อีกประเทศละ 1 โรง ดังนั้นในปี 1980 จึงคาดว่าจะมี reprocessing plant ไม่นเกิน 10 โรง เกี่ยวกับ Reprocessing plant นั้นเป็นรายงานจาก IAEA (1972) โดย Sigvard Ekbund (Director General)

อันตรายจากสารรังสีต่อชีวภาพ (Biological Effect of ionizing radiation)
ซึ่งกล่าวแล้วเบื้องต้นว่า อันตรายของสารรังสีจะทำให้เกิดผล 3 ประการ คือ ทำให้ผิดปกติในเรื่องกรรมพันธุ์ สามารถทำให้เกิดมะเร็งได้ และมีผลต่ออวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต จากรายงานของ BEIR (1972) ได้กล่าวถึงขนาดของสารรังสีที่จะทำให้เกิดการผิดปกติของกรรมพันธุ์อยู่ในระยะขนาด 20-200 เรม และสำหรับขนาดที่ทำให้เกิดมะเร็งประมาณ 5 เรม ต่อ 30 ปี ซึ่งจะทำให้คนเสียชีวิตเนื่องจากเป็นมะเร็งประมาณ 3000-35000 คน ต่อปี สำหรับขนาดของสารรังสีที่คิดไว้สำหรับประชาชนอเมริกา และ Federal Radiation Council ได้ตั้งมาตรฐานสำหรับสารรังสีขนาดปกติที่คนได้รับ และไม่เป็นอันตรายประมาณ 170 มิลลิเรมต่อปี แต่จะพบว่าปกติในธรรมชาติระดับของสารรังสีก็มีอยู่แล้วประมาณ 100 มิลลิเรมต่อปี ในการทดลองอาวุธนิวเคลียร์จะให้สารรังสีเพิ่มขึ้นประมาณ 4 มิลลิเรมต่อปี และสำหรับโรงไฟฟ้าปรมาณู จะเพิ่มสารรังสีเพียง 0.003 มิลลิเรมต่อปีเท่านั้นเอง จึงจะเห็นได้จากรายงานของ USAEC ใน WASH - 1250 พบว่าอุบัติเหตุที่เกิดจากสารรังสีจากโรงงานไฟฟ้าปรมาณูประมาณ $10^{-9} - 10^{-10}$ ต่อปี ซึ่งคิดแล้วเป็นค่าที่น้อยมาก และ USAEC ก็ได้ประเมินค่าเสียหายและอันตรายจากอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้าปรมาณูไว้ในรายงาน WASE - 740 โดยคำนวณจากโรงไฟฟ้าพลังปรมาณูที่ให้พลังงานความร้อน 500 เมกกะวัตต์ โดยตั้งอยู่ห่างจากแหล่งชุมชนประมาณ 50 กิโลเมตร และชุมชนนั้นมีความหนาแน่นประชากรประมาณ 1,000,000 คน ถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจะโดยเหตุใดก็ตาม จะทำให้คนเสียชีวิตประมาณ 3,400 คน บาดเจ็บประมาณ 43,000 คน ค่าเสียหายประมาณ 7,000 ล้านดอลลาร์อเมริกา (7×10^9) และจะทำให้พื้นที่ทำการกักตุนเสียประมาณ 150,000 ตารางไมล์ หรือ 380,000 ตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีอุบัติเหตุเช่นนั้นเกิดขึ้น

อันตรายเกิดจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในกรณี Loss of Coolant acci-

dent โดยทั่วไปเครื่องปฏิกรณ์ซึ่งให้พลังงานความร้อน 3000 เมกกะวัตต์ หรือพลังงานไฟฟ้า 1000 เมกกะวัตต์ จะให้รังสีถึง 1.2×10^{10} คูรี (curies) โดย 1 คูรี จะได้มาจากการแตกตัว 3.7×10^{10} นิวเคลียสต่อวินาที ซึ่งถ้ารังสีนี้ออกมาเพียง 0.01 % สู่สภาพแวดล้อมภายนอกจะทำให้เกิดอันตรายได้ สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการสูญเสียหล่อเย็นอย่างมาก จึงทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แท่งเชื้อเพลิงจะเกิดการหลอมละลาย และมีผลต่อโครงสร้างที่ห่อหุ้มภายนอกทั้งหมด เนื่องจากพลังงานความร้อนสูงมาก ทำให้โครงสร้างเหล่านี้หลอมละลาย ซึ่งเป็นการแน่นอนว่าสารรังสีจะออกมาจนเป็นอันตรายต่อชีวิตคนและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ U.S. AEC จึงบังคับให้มีระบบป้องกันอุบัติเหตุเช่นนี้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูทุกเครื่อง

นอกจากปัญหาสำคัญเกี่ยวกับอุบัติเหตุจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแล้ว ยังมีปัญหาอื่น ๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- ปัญหาเกี่ยวกับการกำจัดกากเชื้อเพลิง (Disposal of radioactive waste)

ดังที่กล่าวข้างต้นแล้วว่า แท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วยังมีปัญหายอยู่มาก เนื่องจาก reprocessing plant มีจำนวนน้อย ไม่สามารถรับจำนวนแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วซึ่งจะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการกำจัดกากเชื้อเพลิงเหล่านี้ ตามความเป็นจริงแล้วยังไม่มีใครสามารถบอกได้ว่าสถานที่ใดที่สามารถเก็บกากเชื้อเพลิงไว้ได้โดยปลอดภัย และก็ทราบกันอยู่แล้วว่า กากเชื้อเพลิงเหล่านี้จะสลายตัวเองโดยตามธรรมชาติ ซึ่งใช้ระยะเวลานานมาก ปัจจุบันนี้ในสหรัฐอเมริกาที่ประสบปัญหาเช่นเดียวกัน ในปี 1971 AEC ได้มีความเชื่อว่าสถานที่ที่ปลอดภัยสำหรับเก็บกากเชื้อเพลิงโดยเก็บฝังไว้ใต้ดินบริเวณ Salt - Mine ในรัฐ Kansas แต่ภายในปีนั้นเอง นักธรณีวิทยาได้แย้งว่า หินบริเวณนั้นเป็นโพรง ไม่สามารถป้องกันการรั่วไหลของรังสีแน่นอน จึงเป็นสถานที่ที่ไม่ปลอดภัย ในปี 1973 Zeller et.al. ได้ให้ความเห็นว่า ควรจะฝังกากเชื้อเพลิงนี้ไว้ที่บริเวณน้ำแข็งขั้วโลก Antarctica และจะช่วยให้ น้ำแข็งละลายด้วย แต่ก็ไม่ได้ยืนยันว่าจะเกิดอะไรขึ้นภายในอนาคต ทั้งนี้ปัญหาเรื่องสถานที่ที่เก็บกากเชื้อเพลิงจึงเป็นปัญหาที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้

- ปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัย ในการขนส่งแท่งเชื้อเพลิงรวมทั้งกากเชื้อเพลิงด้วย

- ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรรมวิธีการทำแร่เชื้อเพลิงยูเรเนียม

ปัจจุบันพบว่าพวกที่ทำเหมืองแร่ยูเรเนียมนั้น ประสบปัญหาเกี่ยวกับการเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็งมากขึ้น (BEIR REPORT 1972) เพราะหลังจากทำแร่เชื้อเพลิงยูเรเนียมจากแร่ดิบแล้ว จะมีพวก radioactive liquid waste และ solid waste (Tailing) อยู่เป็นจำนวนมาก และปัญหาการกำจัด Liquid waste และ Solid waste นี้ ไม่ได้คำนึงถึงกันมาก่อน ในขณะที่ได้พิจารณาถึงเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และการดำเนินงานอื่น ๆ เกี่ยวกับอุตสาหกรรมนิวเคลียร์เป็นเรื่องสำคัญ

- ปัญหาเกี่ยวกับการขโมยแท่งเชื้อเพลิงทั้งที่ใช้แล้วและยังไม่ได้ใช้ ก็มีข้อโต้แย้งเหมือนกัน เพราะแท่งเชื้อเพลิงสามารถเอาไปใช้ในการทำระเบิดปรมาณูได้ รวมทั้งอาจมีการระเบิดโรงปรมาณูโดยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม

4. การศึกษาเกี่ยวกับอุบัติเหตุเนื่องจากโรงไฟฟ้าปรมาณู (Accident Studies)

การศึกษาเรื่องนี้ (Catastrophic reactor accident) เริ่มในปี 1957 (พ.ศ. 2500) AEC ได้ทำการศึกษา และรายงานไว้ใน WASH-740 โดยศึกษาจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูขนาดเล็ก เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะทำให้คนเสียชีวิต 3,400 คน บาดเจ็บ 43,000 คน ค่าเสียหายประมาณ 7,000 ล้านดอลลาร์ และรายงานนี้มีนักวิชาการหลายท่านไม่ยอมรับ เพราะข้อมูลและสมมติฐานหลายประการที่ไม่น่าเชื่อถือ ต่อมาในปี 1964 (พ.ศ. 2507) ทาง AEC ได้จัดตั้งคณะกรรมการชุดหนึ่ง เรียกว่า Steering Committee มี Dr. Clifford Beck เป็นประธานคณะกรรมการ และนักวิทยาศาสตร์หลายท่านจาก Brookhaven National Laboratory ทำการศึกษาและทบทวนรายงานใน WASH-740 ใหม่ คณะกรรมการชุดนี้ได้ทำงานกันอย่างรีบเร่งโดยศึกษาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุในกรณีร้ายแรง เช่น การเกิดอุบัติเหตุจากการสูญเสียน้ำหล่อเย็น (Loss of coolant accident) และคำนวณค่าระยะทางหรือบริเวณที่ประชาชน ซึ่งอาศัยอยู่รอบโรงไฟฟ้าปรมาณูจะได้รับอันตรายจนถึงชีวิตเรียกว่า "The killing distance" และผลของการศึกษานี้จาก computer program ปรากฏว่าร้ายแรงมากกว่าในรายงานของ WASH-740 เพราะจะทำให้คนเสียชีวิตถึง 45,000 คน และบริเวณที่คนจะได้รับอันตรายนั้นเทียบเท่ารัฐ Pennsylvania และบทสรุปก็คือ เป็นการยากมากที่จะพิสูจน์ได้ว่าโรงไฟฟ้าพลังปรมาณูมีความปลอดภัยจริง ซึ่งผลการศึกษาของ Brookhaven นี้ทาง Steering Committee ได้เสนอต่อคณะกรรมการของ AEC

เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2507 (ปี 1964) และได้ก่อเกิดปัญหาหลายประการ ทาง AEC ได้จัดการประชุมระหว่างคณะกรรมการของ AEC และผู้แทนจากอุตสาหกรรมพลังปรมาณู และมติของที่ประชุมตกลงจะยุติการศึกษาเรื่องนี้ และไม่มีรายงานการศึกษาของ Brookhaven ออกมาด้วย

ภายในระยะ 8 ปี หลังจากปี 1964-1965 ที่ได้ศึกษาผลจาก WASH-740 ใหม่ นั้น ทางกฎหมายได้บังคับให้ AEC เขียนรายงานข่าวทั้งหมดเกี่ยวกับการศึกษาเรื่องอุบัติเหตุจากโรงไฟฟ้าปรมาณู รวมทั้งข่าวที่เคยยับยั้งไว้ จากการศึกษาของ Brookhaven และ ความรับผิดชอบของ AEC ในการที่จะทำให้คนยอมรับเกี่ยวกับเรื่องสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูซึ่งทาง AEC ได้แถลงออกมาว่า ถ้าเรื่องทั้งหมดเปิดเผยต่อสาธารณชนแล้วจะมีการต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูอย่างแน่นอน ซึ่งเรื่องนี้เป็นปัญหาความไม่รับผิดชอบของ AEC

ถึงนั้นภายในปี 1972 AEC ได้พยายามศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอุบัติเหตุจากโรงไฟฟ้าปรมาณูอีกครั้ง และรายงานออกมาใน WASH-1400 ภายในปี 1974 โดยประเมินค่าจากรายงาน WASH-740 เสียใหม่ พบว่าคนเสียชีวิตเพียง 92 คน และบาดเจ็บ 200 คนเท่านั้น ซึ่งผลของการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ Steering Committee Environmental Protection Agency และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ได้ประเมินค่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นประมาณ 10-16 เท่า ที่ประเมินค่าใน WASH-1400 แต่อย่างไรก็ตามในรายงานของ WASH-1400 กล่าวว่าโอกาสที่อุบัติเหตุเช่นนี้จะเกิดขึ้นเพียง 1: 1,00,000 เท่านั้นเอง แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

5. อุบัติหาร้ายแรงของโรงไฟฟ้าปรมาณูและมาตรการป้องกัน

ความน่ากลัวของโรงไฟฟ้าปรมาณู อยู่ที่แท่งเชื้อเพลิงที่กำลังใช้งานอยู่เป็นแหล่งสะสมสารกัมมันตรังสีเป็นจำนวนมาก ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปกติแล้วสารกัมมันตรังสีเหล่านี้จะถูกกักไว้อย่างปลอดภัยในแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งมีปลอกโลหะหุ้มอยู่อย่างมิดชิด สารกัมมันตรังสีจะออกจากแท่งเชื้อเพลิงได้อย่างมากมาย ก็ต่อเมื่อแท่งเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิสูงจนปลดปล่อยกลาย และอุณหภูมิสูงขนาดนั้นจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ระบบระบายความร้อนขัดข้องอย่างร้ายแรง เช่นท่อระบายความร้อนเกิดแตกหักลงทันทีทันใด

แม้จะทราบว่าระบบขับเคลื่อนและกับเครื่องแล้วอย่างกระตือรือร้น แท่งเชื้อเพลิงก็ยังมีการสั่นไหวอยู่ประมาณ 1 % ของกำลังเครื่อง เช่นเครื่องขนาด 1000 เมกกะวัตต์ จะมีกำลังหลังจากกับเครื่องแล้วเหลืออยู่ประมาณ 10 เมกกะวัตต์ เป็นเวลาอีกนานในสภาพที่ขาดการระบายความร้อนกำลัง 10 เมกกะวัตต์จะทำให้อุณหภูมิของแท่งเชื้อเพลิงสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดหลอมเหลวของปลอกเชื้อเพลิง และจะเกิดการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสี สารแต่ละธาตุ (มีอยู่ในแท่งเชื้อเพลิงประมาณ 100 ธาตุ) แพร่กระจายได้ก็แตกต่างกัน พวกกาซหรือไอจะแพร่กระจายได้ก็มาก

จากสารกัมมันตรังสีประมาณ 100 ธาตุที่กล่าว มีอยู่เพียงธาตุเดียว คือไอโอดีนที่มีอันตรายมากเป็นพิเศษ เพราะแพร่จากแท่งเชื้อเพลิงได้ง่าย และเมื่อบุคคลใดหายใจเอาธาตุนั้นเข้าไปในร่างกายเพียงเล็กน้อยก็จะได้รับรังสีอย่างร้ายแรงที่ต่อมไทรอยด์ เพราะว่าธาตุไอโอดีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว เกือบทั้งหมดจะไปสัณยอยู่ที่ต่อมไทรอยด์ซึ่งมีขนาดเล็กมาก

ผู้ใหญ่โดยเฉลี่ยอาจมีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม แต่ไทรอยด์มีน้ำหนักเพียง 20 กรัม ถ้ากัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายแล้วไปทั่วร่างกาย แทนที่จะไปอยู่ที่ไทรอยด์อันตรายจะลดลงถึง 3000 เท่า ไทรอยด์ของเด็กมีขนาดเล็กกว่าของผู้ใหญ่ประมาณ 10 เท่า ดังนั้นอันตรายของไอโอดีนกัมมันตรังสีต่อเด็กจะร้ายแรงกว่าต่อผู้ใหญ่ 10 เท่า

โรงไฟฟ้าประมาณขนาด 1000 เมกกะวัตต์ (ความร้อน) จะสะสมไอโอดีน-131 ไว้ในแท่งเชื้อเพลิงคิดเป็นหน่วยของกัมมันตรังสีแล้วประมาณ 2×10^7 คูรี ในการพูดถึงกำลังของโรงไฟฟ้าประมาณ อาจพูดเป็นเมกกะวัตต์ (ความร้อน) ซึ่งหมายถึงพลังงานที่ได้ทั้งหมดหรือพูดเป็นเมกกะวัตต์ (ไฟฟ้า) ซึ่งหมายถึงพลังงานที่จะกลายเป็นไฟฟ้า ก็จาก 1000 เมกกะวัตต์ (ความร้อน) จะกลายเป็นไฟฟ้าได้เพียงประมาณ 300 เมกกะวัตต์ (ไฟฟ้า) หรือประมาณร้อยละ 30 นอกจากไอโอดีน-131 ยังมีไอโอดีนอื่น ๆ อีก แต่ไอโอดีน-131 มีอันตรายมากกว่าตัวอื่น และการประเมินอันตรายโดยคำนึงถึงไอโอดีน-131 เพียงอย่างเดียวจะไม่ผิดพลาดไปมาก และจะช่วยให้ผู้อ่านติดตามเนื้อเรื่องได้สะดวกขึ้น

ในการเผาขยะจำนวนหนึ่ง จะมีควันลอยตามลมไปรบกวนผู้ที่อยู่ใกล้ชุมชนหนึ่ง ผู้ที่อยู่ใกล้จะรู้สึกเดือดร้อนมากกว่าผู้ที่อยู่ไกลเช่นเดียวกันในการปลดปล่อยไอโอดีน-131

จำนวน 1 คูรีออกสู่บรรยากาศ จะมีไอโอดีน-131 ไปปรากฏใต้ลมที่ระยะ/ก.ม. โดยเฉลี่ย เป็นปริมาณ 10^{-4} คูรี-วินาที/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งตีความหมายได้ว่า มีความเข้มข้นไปปรากฏชั่วขณะหนึ่ง ในระหว่างที่มีการปรากฏอยู่นี้ บุคคล ณ จุดนั้นจะหายใจเอาไอโอดีน-131 เข้าไป

การปรากฏตัวของไอโอดีน-131 10^{-2} คูรี-วินาที/ลูกบาศก์เมตร จะทำให้เด็กหายใจเข้าสู่ร่างกายและเกิดการรับรังสีที่ไทรอยด์เป็นจำนวน 25 เรม

กรมการสาธารณสุขระหว่างประเทศว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีกำหนดไว้ว่า ในกรณีเกิดอุบัติเหตุ ถ้ารับรังสีไม่เกิน 25 เรม ถือว่ายอมได้

ถ้าพิจารณาตัวเลขต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วจะพบว่า การปลดปล่อยไอโอดีน-131 1 คูรีนั้น ไม่รบกวนชาวบ้านที่อยู่ห่างออกไป 1 กิโลเมตร เพราะเด็กชาวบ้านจะได้รับรังสีที่ไทรอยด์เพียง 0.25 เรมเท่านั้นแต่สมมติว่าโรงไฟฟ้าพลังปรมาณู ซึ่งมีไอโอดีน-131 อยู่ 2×10^7 คูรี ปลดปล่อยไอโอดีน-131 ออกมาทั้งหมด ผู้ที่อยู่ใต้ลมห่าง 1 กิโลเมตร จะได้รับรังสีที่ไทรอยด์เกินข้อกำหนดของกรมการสาธารณสุขระหว่างประเทศอย่างแน่นอน ผลร้ายของการรับรังสี 25 เรมที่ไทรอยด์นั้น กรมการสาธารณสุขระหว่างประเทศฯ ระบุไว้ว่า ถ้าได้รับรังสีขนาดนั้น 1 ล้านคน จะทำให้เป็นมะเร็งที่ไทรอยด์ประมาณ 400 คน

จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าในการใช้โรงไฟฟ้าปรมาณูนั้น ถ้าจะให้ปลอดภัยแล้ว จะต้องมีการป้องกันการแพร่กระจายของไอโอดีน-131 ในกรณีที่ระบบระบายความร้อนชักข้อข้องจนเชื้อเพลิงหลอมละลาย

มาตรการแรกได้แก่การติดตั้งระบบฉีคน้ำฉุกเฉินซึ่งจะพ่นน้ำลงไปเพื่อเชิ้อเพลิง เมื่อระบบระบายความร้อนตัวจริงแตกหัก ระบบฉีคน้ำฉุกเฉินจะช่วยลดมิให้อุณหภูมิของแท่งเชื้อเพลิงสูงถึงจุดหลอมเหลวแต่ยังไม่มีใครเชื่อว่าระบบฉีคน้ำฉุกเฉินจะมีประสิทธิภาพ 100% หรือไว้ใจได้ 100% จึงมีการเตรียมการใช้ด่านป้องกันชั้นต่อไป คือสร้างอาคารโรงไฟฟ้าปรมาณูให้สามารถกักไอโอดีน-131 มิให้แพร่ออกสู่นอกอาคาร ในกรณีถ้าระบบฉีคน้ำฉุกเฉินเกิดไม่ทำงานแม้กระทั่งแม้กระนั้นก็ยังไม่มีใครเชื่อว่าอาคารจะกักสารกัมมันตรังสีไว้ได้ 100% อาจมีข้อบกพร่องทำให้เกิดการรั่วไหลได้บ้าง เพื่อไม่ประมาทจึงเห็นสมควรว่าถ้าเป็นไปได้ ควรที่โรง

ไฟฟ้าประมาณจะหาสถานที่ให้เหมาะสม เพื่อประชาชนอยู่ห่างโรงไฟฟ้ามากที่สุด

ได้กล่าวแล้วในตอนแรกว่า โรงไฟฟ้าพลังประมาณขนาด 1000 เมกกะวัตต์ (ความ
ร้อน) มีไอไอคีน-131 สะสมอยู่ 2×10^7 คูรี นักวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะประ
เมินอันตรายโดยอาศัยในเชิงความน่าจะเป็น (probability) ด้วยมาตรการป้องกันต่างๆ นานา
ที่กล่าวแล้วและนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าการปล่อยไอไอคีน-131 ขนาด 2×10^7 คูรี เป็นสิ่ง
ที่เป็นไปได้ แต่โอกาสที่จะเป็นเช่นนั้นน้อย คือจะเกิดขึ้นสัก 1 ครั้ง ในประมาณ 100
ล้านปี (ถ้ามีโรงไฟฟ้า 100 โรง ก็จะเป็น 1 ครั้งในประมาณ 1 ล้านปี) และโอกาสที่จะปลด
ปล่อยไอไอคีน-131 เป็นปริมาณ 10^4 คูรี จะมีมากกว่า คืออาจจะเกิดขึ้น 1 ครั้ง ใน
15,000 ปี ซึ่งประมวลออกมาทั้งหมดแล้วปรากฏว่า ประชาชนเสี่ยงอันตรายต่อการปล่อย
ไอไอคีน-131 $10^3 - 10^4$ คูรี มากกว่าการปลดปล่อยขนาด 10^7 คูรี เนื่องจากโอกาสที่จะ
เกิดมากน้อยต่างกัน

สำหรับประเทศอังกฤษ ปรากฏผลประเมินออกมาว่า จะมีคนตาย (เพราะมะเร็งไท
รอยต์) เนื่องจากการใช้โรงไฟฟ้าประมาณ 1 โรง ประมาณ 0.01 คน ต่อปี จากประชา
ชน 4,000,000 คน ที่อยู่ภายในระยะ 10 ไมล์จากโรงไฟฟ้า ในขณะที่เดียวกันถ้าปราศจากโรง
ไฟฟ้าพลังประมาณ คน 4 ล้านคนก็ตายเองด้วยมะเร็งไทรอยต์อยู่แล้ว ประมาณ 72 คน ต่อปี
และตายด้วยอุบัติเหตุต่างๆ เช่น รถชนอีก 3,000 คน ต่อปี

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา ปรากฏผลประเมิน (ในเชิงความน่าจะเป็น) ออกมา
ว่า จะมีคนตายเนื่องจากการใช้โรงไฟฟ้าประมาณ 100 โรง ประมาณ 2 คน ต่อปี จากประ
ชาชน 15 ล้านคน ที่อยู่ภายใน 25 ไมล์จากโรงไฟฟ้า ซึ่งถ้าเทียบเป็น 1 โรง จะออกมาเป็น
0.02 คนต่อปี ต่อประชาชน 1.5 ล้านคน

ความแตกต่างระหว่างการประเมินของ 2 ประเทศ แม้จะร้ายแรงกว่ากันประมาณ
4 เท่า (สหรัฐร้ายแรงกว่า) ก็ถือได้ว่ามีผลคล้ายกัน คือ การมีโรงไฟฟ้าพลังประมาณ 1 โรง
ทำให้คนตายไม่เกิน 0.1 คน ต่อปี ถ้ามีประชาชนอยู่ภายใน 25 ไมล์ จากโรงไฟฟ้าประมาณ

10 ล้านคน ความแตกต่างในการประเมินอันตรายเกิดจากสาเหตุต่างๆ คือ ระบบโรงไฟฟ้า
ต่างกัน ความหนาแน่นประชาชนต่างกัน ประชาชนในระยะห่างต่างกัน ฯลฯ

การสรุปว่าโรงไฟฟ้าพลังปรมาณูปลอดภัยมาก อาจสรุปจากข้อมูลที่ว่า คน 4 ล้าน
คนตายเองตามปกติด้วยโรคมะเร็งไทรอยด์ปีละ 72 คน และจะตายด้วยโรคเดียวกันโดยเฉลี่ย
ปีละ 0.01 คน เนื่องจากมีโรงไฟฟ้าพลังปรมาณู 1 โรง.

6. หนังสืออ้างอิง

1. "ตอบข้อข้องใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังปรมาณู กองพลังปรมาณู การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่ง
ประเทศไทย กันยายน 2518
2. "โรงไฟฟ้าปรมาณูกับสิ่งแวดล้อม" โดย ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต แผนกวิทยาศาสตร์
ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
3. Hazard of Nuclear Fission Power and the Choice of Alternatives
by John T. Eddsrll, M.D. (Howard),
4. Environment Vol. 17 No. 5 July/August 1975.
5. "อุบัติเหตุร้ายแรงของโรงไฟฟ้าพลังปรมาณู และมาตรการป้องกัน" เอกสารประกอบ
การประชุมของคณะกรรมการพิจารณาโครงการไฟฟ้าพลังปรมาณูแห่งสำนักงานคณะกรรมการ
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.