การประเมินอันตรายของการแพร่สารกัมมันตรังสีเนื่องจากอุบัติเหตุสมมุติในโรงไฟฟ้าปรมาณูที่ศรีราชา

นาย ชำนาญ ปานพรหมมินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๐

000678

I15525740

HAZARD EVALUATION FROM DIFFUSION OF RADIOACTIVE SUBSTANCES DUE TO HYPOTHETICAL ACCIDENT IN NUCLEAR POWER PLANT AT SRI RACHA

Mr. Chumnnan Panprommintra

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1977

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.วิศิษฐ์ ประจวบเหมาะ)
คณบดี

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .....สุวรรณ แสงเพ็ชร์..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ปรีชา การสุทธิ์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ วิชัย หโยกม)

อาจารย์ผู้ลวบคุมการวิจัย ศาสตราจารย์ วิชัย หโยกม

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินอันตรายของการแพร่สารกัมมันตรังสีจากอุบัติเหตุสมมุติในโรงไฟฟ้าปรมาณูที่ศรีราชา
โดย	นาย ชำนาญ ปานพรหมมินทร์
แผนกวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินอันตรายของการแพร่สารกัมมันตรังสีเนื่องจากอุบัติเหตุสมมุติในโรงไฟฟ้าปรมาณู ที่ศรีราชา

ชื่อ นายชำนาญ ปานพรหมมินทร์ แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2519

บทคัดย่อ

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นแหล่งที่มีสารกัมมันตรังสีจำนวนมาก ในการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูจึงต้องมีมาตรการป้องกันมิให้เกิดอันตรายจากสารกัมมันตรังสี วิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วยการบรรยายลักษณะและการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำเดือดวงจรตรง รวมทั้งมาตรการป้องกันอันตรายต่าง ๆ สมมุติว่ามีเครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำเดือดวงจรตรงขนาดผลิตไฟฟ้า 600 ล้านวัตต์ ตั้งอยู่ที่อ่าวไผ่ ศรีราชา ซึ่งบริเวณจุดที่ตั้งมีข้อมูลเกี่ยวกับประชากรที่อาศัยอยู่โดยรอบ สมมุติเครื่องปฏิกรณ์ฯ เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงเนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ สูญเสียการระบายความร้อน มีสารกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งแพร่ออกสู่บรรยากาศ คำนวณปริมาณรังสีที่ประชากรรอบจุดที่ตั้งในระยะ 20 กิโลเมตร จะได้รับเนื่องจากสารกัมมันตรังสีที่มีอันตรายร้ายแรงต่อคน เช่น ไอโอดีน-131 แกสเฉื่อย สตรอนเชียม-89 สตรอนเชียม-90 และซีเซียม-137

ผลการคำนวณแสดงว่า การเกิดอุบัติเหตุขณะที่อากาศช่วยในการฟุ้งกระจายไม่ดี ปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับที่เขตปลอดประชากรระยะ 500 เมตร จะมีค่าค่อนข้างสูง แต่ถ้าคิดการเสี่ยงอันตรายของบุคคลที่ระยะ 500 เมตรในแง่ของความน่าจะเป็น การเสี่ยงอันตรายของการอยู่ใกล้โรงไฟฟ้าปรมาณูยังน้อยกว่าการเสี่ยงอันตรายอื่น ๆ

Thesis Title Hazard Evaluation from Diffusion of Radioactive Substances Due to Hypothetical Accident in Nuclear Power Plant at Sri Racha.

Name Mr. Chumnan Panprommintra.

Department Nuclear Technology.

Academic Year 1976

ABSTRACT

A nuclear reactor is a large source of radioactive substances. In the construction of a nuclear power plant, there must be the safety system to prevent hazards from radioactive substances. This thesis consists of a description of characteristics and the operation of the direct cycle boiling water reactor with safety system. The nuclear reactor is assumed to generate 600 megawatts of electricity and sited at Ao phai, Sri Racha. The site has been surveyed for population density in the surrounding area. The nuclear reactor is assumed to have a hypothetical accident from loss of coolant accident and releases some of fission products to the atmosphere. A calculation is made of the amount of radioactivity around the site within 20 kilometres and the dose which people will receive from hazardous radioactive substances such as I - 131, Volatile gases, Sr - 89, Sr - 90 and Cs - 137.

The result of the calculation shows that in case of unfavorable atmospheric condition people will receive large dose at the border line of the exclusion area at 500 metres from the plant. But the risk at 500 metres from the nuclear power plant is much less than other risks.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำจากศาสตราจารย์ วิชัย หโยดม มาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณศาสตราจารย์สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์ อาจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร และอาจารย์ปรีชา การสุทธิ์ แผนกนิวเคลียร์เทคโนโลยี่ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำ คุณพยุทธ สุขกำเนิด คุณอนุรักษ์ ธารสิริโรจน์ จากกองปรมาณูของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ที่ให้ข้อคิดเห็น พร้อมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าปรมาณู

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบาญ ..... ง

รายการตารางประกอบ ..... ช

รายการรูปประกอบ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 นำเรื่อง 1

1.2 ความมุ่งหมายในการวิเคราะห์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิเคราะห์ 3

1.4 ประโยชน์จากการวิเคราะห์ 3

1.5 ความหมายของคำและคำจำกัดความ 3

บทที่ 2 เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบน้ำเดือด 5

2.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำเดือดวงจรตรง 5

2.1.1 ถังความดัน 6

2.1.2 เชื้อเพลิงและอุปกรณ์สำคัญในการควบคุม 6

2.2 กำลังที่เกิดจากกากฟิชชั่นหลังตับเครื่องปฏิกรณ์ฯ 8

2.2.1 ความแรงของรังสีเบตาและแกมมาในเครื่องปฏิกรณ์ฯ 10

2.2.2 ปริมาณไอโอดีน -131 ที่สะสมอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ฯ.. 11

2.3 อุบัติเหตุร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นและมีอันตรายต่อโรงไฟฟ้าปรมาณู 11

2.4 หลักในการป้องกันความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าปรมาณู 14

หน้า

2.4.1 การเลือกที่ตั้ง..... 14
2.4.1.1 ลักษณะทางด้านธรณีวิทยา 16
2.4.1.2 การศึกษาเกี่ยวกับแผ่นดินไหว 19
2.4.2 ระบบระบายความร้อนแกนปฏิกรณ์ฯ ฉุกเฉิน 21
2.4.3 อาคารป้องกันมิให้รังสีรั่วออกสู่บรรยากาศ 24
2.4.4 หลักในการเดินเครื่องและบำรุงรักษา 25

บทที่ 3 วิธีการประเมินอันตรายจากอุบัติเหตุร้ายแรง 27
3.1 หลักและข้อมูลในการประเมินของ Wash-740 28
3.2 หลักและข้อมูลในการประเมินของ Wash-1400 31
3.3 เปรียบเทียบความเสียหายจากอุบัติเหตุของ Wash-740 และ Wash-1400..... 35
3.4 ผลความเสียหายที่แตกต่างกันจากการวิจัยของ Wash-740 และ Wash-1400 36
3.5 ข้อสมมุติในการประเมินในวิทยานิพนธ์นี้ 36
3.6 อันตรายจากสารกัมมันตรังสี 38
3.7 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับรังสีในกรณีเกิดอุบัติเหตุ 39

บทที่ 4 ทฤษฎีในการคำนวณและข้อมูลในการคำนวณ 41
4.1 การฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสีในอากาศ 41
4.1.1 กรณีสารกัมมันตรังสีออกมารวดเดียว 43
4.1.2 การกองพื้นของสารกัมมันตรังสี 43
4.2 โดสที่ต่อมไทรอยด์ได้รับ เนื่องจากหายใจเอาไอโอดีน -131 เข้าไป 44
4.3 โดสที่คนได้รับ เมื่อมีกลุ่มแกสเฉื่อยเคลื่อนที่ผ่านไป 47

หน้า

4.4 โดสที่กระดูกได้รับ เมื่อหายใจเอาสตรอนเซียม -89 เข้าไป.. 48
4.5 โดสที่กระดูกได้รับ เมื่อหายใจเอาสตรอนเซียม -90 เข้าไป.. 49
4.6 โดสที่ร่างกายได้รับจากซีเซียม -137 49
4.7 โดสที่ระดับเหนือพื้นดิน 1 เมตร 49
4.8 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ 50
4.8.1 ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรรอบจุดที่ตั้ง 50
4.8.2 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 50
4.8.3 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ 52

บทที่ 5 ผลการคำนวณ 53
5.1 จำนวนโดสที่ต่อมไทรอยด์ได้รับที่ระยะต่าง ๆ..... 53
5.2 จำนวนโดสที่คนได้รับเนื่องจากแกสเฉื่อยที่ระยะต่าง ๆ 53
5.3 จำนวนโดสที่กระดูกได้รับเนื่องจากสตรอนเซียม -89 ที่ระยะต่าง ๆ 54
5.4 จำนวนโดสที่กระดูกได้รับเนื่องจากสตรอนเซียม -90 ที่ระยะต่าง ๆ 54
5.5 จำนวนโดสที่ร่างกายได้รับเนื่องจากซีเซียม -137 ที่ระยะต่าง ๆ 55
5.6 การกองพื้นของสารกัมมันตรังสีที่ระยะต่าง ๆ 55
5.7 โดสเรทเนื่องจากการกองพื้นที่ระดับสูงจากพื้นดิน 1 เมตร ... 56
5.7.1 เนื่องจากไอโอดีน -131 56
5.7.2 เนื่องจากซีเซียม -137 56
5.8 โดสเฉลี่ย ระหว่างพื้นที่ที่ระยะต่าง ๆ เนื่องจากไอโอดีน -131 และซีเซียม -137 57
5.9 จำนวนคน-แรดที่ทิศทางและระยะทางต่าง ๆ กันเนื่องจาก - ไอโอดีน -131 และซีเซียม -137 57

หน้า

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ 58
6.1 สรุป 58
6.2 วิจารณ์ 58

บรรณานุกรม 61

ประวัติการศึกษา 63

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1 - 1	ปริมาณโรงไฟฟ้าปรมาณูแบบน้ำบริสุทธิ์	1
2 - 1	อัตราส่วน P/Po หลังคับเครื่องปฏิกรณ์ฯ	9
3 - 1	ความเสียหายในบริเวณ 2,000 ฟุต	29
3 - 2	ค่าใช้จ่ายในการอพยพ	29
3 - 3	ความเสียหาย	30
3 - 4	ค่าใช้จ่ายในการอพยพ	30
3 - 5	ความเสียหาย	30
3 - 6	ค่าใช้จ่ายในการอพยพ	31
3 - 7	โอกาสการเกิดอุบัติเหตุ	32
3 - 8	การเสี่ยงภัยเนื่องจากอุบัติเหตุในระยะ 20 ไมล์รอบโรงไฟฟ้าปรมาณู	33
3 - 9	ผลความเสียหายจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ ละลาย	34
3 - 10	ผลต่อร่างกายในช่วง 20 ปี อุบัติเหตุมีผู้เสียชีวิต 100 คน	35
3 - 11	เปรียบเทียบความเสียหายจาก Wash-740 และ Wash-1400	35
3 - 12	ข้อกำหนดการรับรังสีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ	39
3 - 13	ข้อกำหนดการรับไอโอดีน -131 และรังสีแกมมาเมื่อเกิดอุบัติเหตุ บางประเภท	40
4 - 1	โดสที่ระดับเหนือพื้นดิน 1 เมตร	50
4 - 2	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ (σ_y, σ_z)	52
5 - 1	จำนวนโดสที่ต่อมไทรอยด์ได้รับ	53
5 - 2	จำนวนโดสที่คนได้รับจากแสสเฉื่อย	53
5 - 3	จำนวนโดสที่กระดูกได้รับจากสตรอนเซียม -89	54
5 - 4	จำนวนโดสเรทที่กระดูกได้รับจากสตรอนเซียม -90	54

ตารางที่ หน้า

5 - 5 จำนวนโดสที่ร่างกายได้รับจากซีเซียม -137 55
5 - 6 การกองพื้นของสารกัมมันตรังสี 55
5 - 7 โดสเรทที่ระดับสูงจากพื้นดิน 1 เมตรจากไอโอดีน -131 56
5 - 8 โดสเรทที่ระดับสูงจากพื้นดิน 1 เมตรจากซีเซียม -137 56
5 - 9 โดสเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ 57
5 - 10 จำนวนคน-แรดจากไอโอดีน -131 และซีเซียม -137 57

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2 - 1	เครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำเดือดวงจรตรง	5
2 - 2	ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำเดือด	7
2 - 3	สถานที่จะสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูที่อ่าวไผ่ ศรีราชา จ. ชลบุรี	15
2 - 4	แผนที่แสดงศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหว	20
2 - 5	แสดงระบบระบายความร้อนแกนปฏิกรณ์ฯ ฉุกเฉิน	23
4 - 1	กรณีสารกัมมันตรังสีออกมาจากที่สูง	42
4 - 2	การสำรวจความหนาแน่นประชากรรอบสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้าในปี 1974	51