การประเมินปริมาณและการจัดการกากกัมมันตรังสีในประเทศไทย

เสถียร วงษ์เลิศมงคล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2537

ISBN 974-631-032-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16996665

INVENTORY AND MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE IN THAILAND

Mr. STEANR VONGLERTMONGKOL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1994

ISBN 974-631-032-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินปริมาณและการจัดการกากกัมมันตรังสีในประเทศไทย
โดย นายเสถียร วงษ์เลิศมงคล
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุพิชชา จันทรโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายปฐม แหยมเกตุ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.สุพิชชา จันทรโยธา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายปฐม แหยมเกตุ)

..... กรรมการ
(นายพูลสุข พงษ์นัฒน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

นายเสถียร วงษ์เลิศมงคล : การประเมินปริมาณและการจัดการกากกัมมันตรังสีในประเทศไทย (INVENTORY AND MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษา : ดร.สุพิชชา จันทรโยธา, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นายปฐม แหยมเกตุ, 94 หน้า. ISBN 974-631-032-1

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลของการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสีและการจัดการกากกัมมันตรังสีในประเทศ และประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตลอดจนเสนอแนะข้อคิดเห็นเพื่อการจัดการกากกัมมันตรังสีในอนาคต

การรวบรวมข้อมูลกระทำโดยการออกแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ หน่วยงานผู้ใช้สารกัมมันตรังสีจำนวนรวมทั้งสิ้น 245 หน่วยงาน และสรุปผลได้ดังนี้

การใช้สารกัมมันตรังสีมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมทางการแพทย์และอุตสาหกรรม

กากกัมมันตรังสีจากการใช้งานแยกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มาจากสารรังสีชนิดไม่ผนึกสนิท (unsealed source) ประกอบด้วยกากฯของเหลวโดยมีอัตราการเพิ่มร้อยละ 10.68 ต่อปี และกากกัมมันตรังสีของแข็งโดยมีอัตรากากเพิ่มร้อยละ 6.39 ต่อปี และกากฯกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ถูกส่งเข้าบำบัดที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

กากกัมมันตรังสี กลุ่มที่สอง เป็นต้นกำเนิดรังสีชนิดของแข็งผนึกสนิทที่ใช้แล้ว (used sealed source) ส่วนใหญ่มาจากกิจการอุตสาหกรรม และใช้วิธีจัดการโดยการส่งไปบำบัด ณ ประเทศผู้ผลิตต้นกำเนิดรังสีนั้น แต่มีบางส่วนที่ต้องดำเนินการในประเทศ

ปริมาณกากกัมมันตรังสีสะสมทั้งหมดที่ผ่านการบำบัดและแปรสภาพกากให้เหมาะสมกับการทิ้งโดยถาวรระหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2566 มีปริมาตรกากทั้งสิ้นประมาณ 220 ลบ. เมตร ทั้งนี้ไม่นับรวมกากกัมมันตรังสีจากการเดินเครื่องปฏิการณ์ปรมาณูวิจัย การเดินเครื่องไฟฟ้านิวเคลียร์ และกากกัมมันตรังสีจากการปลดระวางอุปกรณ์นิวเคลียร์ต่าง ๆ กากกัมมันตรังสีชนิดของแข็งผนึกสนิทตลอดจนกากกัมมันตรังสีจากเหมืองแร่และโรงงานแยกแร่กัมมันตรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C318138 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: WASTE MANAGEMENT/WASTE DISPOSAL/WASTE TREATMENT

STEANR VONGLERTMONGKOL : INVENTORY AND MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE IN THAILAND. THESIS ADVISOR : DR. SUPITCHA CHANYOTHA THESIS CO-ADVISOR MR. PATHOM YAMKATE, 94 pp. ISBN 974-631-032-1

The objectives of the study are to conceive the data based on the utilization of radiation and radioisotopes in Thailand and the inventory of radioactive waste arising from such utilization. The suggestions of the future radioactive waste management are also given as well.

Data collection was done by mean of questionnaire and interviewing 245 radioisotope users in Thailand. The outcome can be summarized as follows :.

Increase in the quantity of radioisotope in all sectors of the utilization was found, especially on the applications in nuclear medicine and industry.

The amount of radioactive waste is increasing accordingly. The waste from unsealed radioisotopes increase 10.68 percent per year for liquid wastes and about 6.39 percent per year for solid waste. Most of these wastes are subjected to transfer for treatment by the Office of Atomic Energy for Peace (OAEP). The wastes from sealed radiation sources were packed in shielded containers. Most of these wastes would be shipped to the country of supply, but, some will be handled by OAEP.

The accumulated wastes volume after treatment and conditioning, in the next 30 year will be around 220 cubic meter, excluding the wastes from the operation of nuclear research reactor, nuclear power plant, decommissioning, used sealed sources and the wastes from mining and milling of radioactive ores.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Supitcha Chanyotha

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Pathom Yamkate

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุพิชชา จันทรโยธา และ คุณปฐม แหยมเกตุ ซึ่งเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือทั้งด้านแนวความคิด ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ในการวิจัยตั้งแต่ต้นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์โดยตลอดเวลา อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคุณพูนสุข พงษ์พัฒน์ คุณสุทัศน์ เที่ยงตรงจิตต์ ที่แนะนำช่วยเหลือโดยตลอด รวมทั้งกองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ ใช้สถานที่และอำนวยความสะดวกในทุกด้าน และกองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้เป็นผลเสร็จด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฎ

นิยามศัพท์เทคนิคที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

วิธีการดำเนินการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2. การศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น 8

การใช้สารกัมมันตรังสี 8

1.เรดิเอชันเทเชอร์เมเทียเรียล 8

2.เมเทียเรียลแอ็ฟเฟคทเรดิเอชัน 13

3.เรดิเอชันแอ็ฟเฟคทเมเทียเรียล 16

4.การใช้สารกัมมันตรังสีเป็นแหล่งพลังงาน..... 18

การจัดการกากกัมมันตรังสี 18

1. ชนิดของกากกัมมันตรังสี 18

2. ต้นกำเนิดกากกัมมันตรังสี 20

3. การจัดการกากกัมมันตรังสี 21

4. การแปรสภาพกากกัมมันตรัง 27

5. การจัดเก็บกากกัมมันตรังสีแบบชั่วคราว 24

6. การขนส่งกากกัมมันตรังสี 29

7. การจัดเก็บกากกัมมันตรังสีแบบถาวร 30

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย 32
การศึกษาค้นคว้า 32
การรวบรวมข้อมูล 32
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 32
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 33
การเก็บรวบรวมข้อมูล 33
สร้างฐานข้อมูล 34
การวิเคราะห์ข้อมูล 34
การเก็บตัวอย่างน้ำ 35
วิธีดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 36
อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 36
4. ผลการทดลอง 39
การใช้สารกัมมันตรังสี 39
กากกัมมันตรังสี 50
การจัดการกากกัมมันตรังสี 52
การประเมินปริมาตรกากกัมมันตรังสีในอนาคต 54
การประเมินพื้นที่เก็บกากกัมมันตรังสีในอนาคต 55
การกำหนดแนวทางจัดการกากกัมมันตรังสี 57
ผลการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ 57
5. สรุปผลการวิจัย วิจารณ์ ข้อเสนอแนะ 64
สรุปผลการวิจัย 64
วิจารณ์ผล 69
ข้อเสนอแนะ 69
รายการอ้างอิง 70
ภาคผนวก 69
ประวัติ 94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ผลของประสิทธิภาพการดูดซับของเคลย์ 7
2.1 สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐในปี ค.ศ 1985 9
2.2 วัตถุประสงค์และความแรงรังสีที่ใช้ในการฉายรังสี 17
2.3 การแบ่งชนิดของกากกัมมันตรังสีตามความแรงรังสี 19
2.4 การเปรียบเทียบวิธีการบำบัดกากกัมมันตรังสี 24
2.5 การเปรียบเทียบวิธีแปรสภาพกากกัมมันตรังสี 28
4.1 หน่วยงานที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีชนิดต่าง 39
4.2 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานตรวจวินิจฉัยโรค ในร่างกาย 41
4.3 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ตรวจวินิจฉัยภายนอกร่างกาย 41
4.4 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานฉายรังสีรักษาโรค 42
4.5 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานวิจัยด้านชีววิทยา 43
4.6 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานวัดระดับของเหลว 45
4.7 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานตรวจสมบัติกายภาพของ ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม 46
4.8 สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในงานสำรวจแหล่งพลังงาน 46
4.9 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานตรวจสอบสภาพทางธรณี 47
4.10 สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุโดย วิธีเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ 48
4.11 สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในงานตรวจสอบโดยไม่ทำลายด้วยรังสี 48
4.12 สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในงานฉายรังสีทางอุตสาหกรรม 49
4.13 สารกัมมันตรังสีและความแรงรังสีที่ใช้ในงานตรวจสอบสภาพ ชิ้นส่วนอีเลคโทรนิค 49

4.14 ลักษณะของกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น 50
4.15 องค์ประกอบทางเคมีของกากกัมมันตรังสีของเหลว 50
4.16 การจัดการกากกัมมันตรังสีตามหน่วยงานต่างๆ 53
4.17 แสดงการคาดการณ์การจัดการกากกัมมันตรังสีในหน่วยที่ยังไม่เกิด
กากกัมมันตรังสี 53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการตรวจสอบการดูดซึมธาตุอาหารของพืช	10
2.2	การวัดอัตราเร็วของของเหลวภายในท่อ	12
2.3	การหารอยรั่วของท่อส่งของเหลว	12
2.4	การวัดความหนาของกระดาษ	13
2.5	การวัดระดับของเหลวในถังทึบ	14
2.6	การตรวจสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี	15
2.7	แผนผังการจัดการกากกัมมันตรังสี	22
3.1	เครื่องวัดรังสีบีตารุ่น LB100L	38
4.1	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของเหลวชนิดต่างๆ	59
4.2	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดต่างๆ	59
4.3	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของเหลวที่มีค่าครึ่งชีวิตต่างกัน	60
4.4	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดที่มีค่าครึ่งชีวิตต่างกัน	60
4.5	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของเหลวแยกตามแหล่งที่มาของการใช้งาน	61
4.6	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของแข็งแยกตามแหล่งที่มาของการใช้งาน	61
4.7	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของเหลวแยกตามการจัดการกากกัมมันตรังสี	62
4.8	แสดงปริมาตรกากกัมมันตรังสีของเหลวแยกตามการจัดการกากกัมมันตรังสี	62
4.9	แสดงการปริมาตรของการประเมินกากกัมมันตรังสีที่นำส่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	63
4.10	แสดงการปริมาตรของการประเมินกากกัมมันตรังสีที่ผ่านการบำบัดและแปรสภาพ ณ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	63

นิยามศัพท์เทคนิคที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

Radioactive Wastes หมายถึง สิ่งของหรือวัสดุใดๆก็ตามที่ประกอบด้วยหรือเปรอะเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีในระดับความเข้มข้น หรือความแรงรังสีที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

Conditioning หมายถึง การดำเนินการเพื่อทำให้สารกัมมันตรังสีในกากกัมมันตรังสีจับตัวอย่างเหนียวแน่นในเนื้อวัสดุที่เหมาะสม เพื่อป้องกันมิให้สารกัมมันตรังสีปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม

Disposal หมายถึง การนำกากกัมมันตรังสีที่ผ่านการแปรสภาพ นำไปจัดเก็บทิ้งในสถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสีถาวร โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะนำกลับมาใช้งานอีก เป็นการแยกสารกัมมันตรังสีออกจากสภาวะแวดล้อมอย่างสิ้นเชิง

Storage Interime หมายถึง การจัดเก็บกากกัมมันตรังสีเพียงชั่วคราว เพื่อรอเวลาทำการบำบัด การแปรสภาพ เคลื่อนย้ายไปสู่สถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีถาวรต่อไป

Treatment หมายถึง การดำเนินการใดๆเพื่อลดปริมาตรกากกัมมันตรังสี ขจัดสารกัมมันตรังสีและเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกากกัมมันตรังสี ให้มีความพร้อมในการแปรสภาพและการจัดเก็บกากกัมมันตรังสีต่อไป

Wastes Management หมายถึง กิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน การบำบัด การแปรสภาพ การขนส่ง การจัดเก็บรักษา และการทิ้งกากกัมมันตรังสี ของกากกัมมันตรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย