การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสี

การปนเปื้อนทางรังสีมีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อมีการปฏิบัติงานกับวัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึก (unsealed source) ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ในทางการแพทย์ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (nuclear medicine) โดยลักษณะการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีมีจะมีการเตรียมและแบ่งเพื่อนำไปบริหารหรือฉีดให้ผู้ป่วย ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนทางรังสีในขณะปฏิบัติงาน หรือ ในทางศึกษาวิจัยที่ใช้วัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึกที่มีการแบ่งมาทำเป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัยก็มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนทางรังสีได้เช่นกัน ในกรณีของการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีชนิดปิดผนึก (sealed source) จะมีโอกาสเกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีและเกิดเป็นการปนเปื้อนทางรังสีได้เช่นกัน ทั้งหน่วยงานที่ใช้งานทางการแพทย์ ทางอุตสาหกรรม ทางศึกษาวิจัย โดยเฉพาะวัสดุกัมมันตรังสีที่ใช้งานแบบมีการเคลื่อนที่เข้าและออกที่จัดเก็บจำนวนหลายครั้ง ในการปฏิบัติงานมีโอกาสทำให้เกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานทางรังสีจะต้องมีการเฝ้าระวังการรั่วและการปนเปื้อนของวัสดุกัมมันตรังสีโดยทำการตรวจสอบในพื้นที่ปฏิบัติงานตามความถี่ที่เหมาะสม

1. การปนเปื้อนทางรังสีและประเภทการปนเปื้อนทางรังสี

1.1 การปนเปื้อนทางรังสี (radiation contamination)

การปนเปื้อนทางรังสี [1] คือ การที่มีวัสดุกัมมันตรังสีในรูปของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำ อากาศ หรือปนเปื้อนที่พื้นผิววัสดุ อุปกรณ์ ร่างกาย หรือ บริเวณที่ต้องการใช้งาน เป็นต้น

การปนเปื้อนบนร่างกาย
https://www.cdc.gov/radiation-emergencies/infographic/decontamination.html

การปนเปื้อนบนพื้นผิว

การปนเปื้อนที่วัสดุอุปกรณ์
https://humanhealth.iaea.org/HHW/Radiopharmacy/VirRad/Radiation_Monitoring/index.html

1.2 ประเภทการปนเปื้อนทางรังสี

การปนเปื้อนทางรังสีแบ่งตามลักษณะของการปนเปื้อน มี 2 แบบ คือ

(1) การปนเปื้อนแบบหละหลวม (loose form) เป็นการที่วัสดุกัมมันตรังสีที่ปรากฏบนพื้นผิว สามารถเช็ดออกจากพื้นผิวได้ ซึ่งการปนเปื้อนลักษณะนี้สามารถชำระล้างการปนเปื้อนได้ง่าย

(2) การปนเปื้อนแบบฝังแน่น (fixed form) เป็นการที่วัสดุกัมมันตรังสีที่ปรากฏบนพื้นผิวไม่สามารถเช็ดออกจากพื้นผิวได้ ซึ่งการปนเปื้อนลักษณะนี้สามารถชำระล้างการปนเปื้อนได้ยาก

การแยกประเภทการปนเปื้อนจะใช้วิธีการทำ smear test โดยใช้กระดาษกรอง หรือ สำลี เช็ดบริเวณที่ปนเปื้อนแล้วนำวัสดุที่เช็ดมาตรวจวัดด้วยเครื่องสำรวจรังสีชนิดที่สามารถตรวจสอบการปนเปื้อนได้ เช่น เครื่องวัดรังสีแบบ pancake เป็นต้น โดยทำการตรวจวัดในบริเวณที่ไม่มีแหล่งกำเนิดรังสีอื่นรบกวน เพื่อให้ได้ค่าการปนเปื้อนที่มีความถูกต้องมากที่สุด

ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ทำ smear test

Pancake เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบการปนเปื้อน

https://www.nanasupplier.com/radsafety/p-119672

2. การตรวจวัดการปนเปื้อนทางรังสี

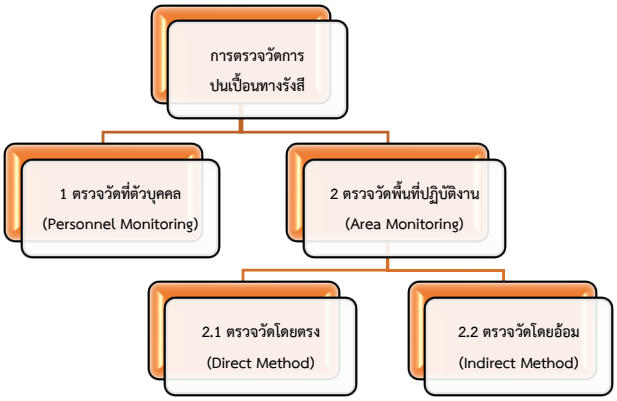
การตรวจวัดการปนเปื้อนทางรังสีมี 2 ลักษณะ คือ

(1) การตรวจวัดที่ตัวบุคคล

เป็นการตรวจวัดการปนเปื้อนที่ตัวบุคคล ควรมีการตรวจวัดที่ มือ เท้า เสื้อผ้า ก่อนที่จะออกจากพื้นที่ปฏิบัติงาน

ตรวจวัดการปนเปื้อนที่ตัวบุคคล

http://edition.cnn.com/2011/WORLD/asiapcf/06/27/japan.radiation/index.html



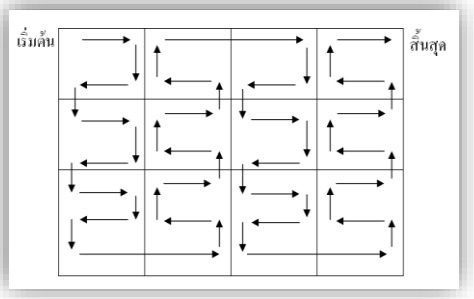
การตรวจวัดการปนเปื้อนทางรังสี

(2) การตรวจวัดพื้นที่ปฏิบัติงาน

(2.1) ตรวจวัดโดยตรง

เป็นการใช้เครื่องมือตรวจวัดบนพื้นผิวโดยตรง เครื่องมือตรวจวัดจะมีหัวโพรบ (probe) เป็นหัววัดรังสี มีหน้าต่างรับรังสีแอลฟา บีตา แกมมา วิธีการตรวจวัดจะต้องเคลื่อนหัววัด เป็นลักษณะรูปตัว s ในทิศทางจากบนลงล่าง วนกลับจากล่างขึ้นบน และจากซ้ายมาขวา ด้วยความเร็วที่เหมาะสมคือ 10-15 cm/s [(1)] เพื่อให้หัววัดรับรังสีได้และอ่านค่าได้ถูกต้อง และต้องไม่ให้หัววัดและสายหัววัดสัมผัสกับพื้นผิวเนื่องจากจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ โดยหัววัดควรมีระยะห่างจากพื้นผิวดังนี้

- ไม่เกิน 0.5 – 1 cm [(1)] สำหรับหัววัดรังสีแอลฟา เนื่องจากรังสีแอลฟามีพิสัยการเคลื่อนที่สั้น หัววัดจึงควรอยู่ใกล้กับพื้นผิว
- ไม่เกิน 2.5 – 5 cm [(1)] สำหรับวัดรังสีบีตา-แกมมา เนื่องจากมีพิสัยการเคลื่อนที่ยาวกว่ารังสีแอลฟา



ลักษณะการตรวจวัดการปนเปื้อนโดยตรง

Pancake สามารถใช้ตรวจวัดรังสีแอลฟา บีตา แกมมา

https://www.nanasupplier.com/radsafety/p-119672

เครื่องวัดรังสีแอลฟา

https://orise.orau.gov/resources/reacts/guide/how-to-detect-radiation.html

(2.2) ตรวจวัดโดยอ้อม

ไม่ได้ใช้เครื่องมือตรวจวัดบนพื้นผิวโดยตรง แต่เป็นการตรวจวัดโดยใช้วัสดุที่ซึมซับดีเก็บตัวอย่าง เช่น สำลี กระดาษกรอง ทิชชู่ เช็ดบริเวณที่ต้องการตรวจสอบขนาดพื้นที่ 100 cm^2 [(1)] โดยทำการเช็ดในลักษณะวนเป็นก้นหอยจากด้านนอกวนเข้าด้านในแล้วนำไปตรวจวัดการปนเปื้อนทางรังสี วิธีนี้เรียกว่า Smear Test การตรวจวัดโดยอ้อมจะทำให้ทราบว่าเป็นการปนเปื้อนแบบหละหลวมหรือแบบฝังแน่น

ชุด smear test

การทำ smear test

การทำ smear test

ข้อดี-ข้อเสีย ของการตรวจวัดโดยตรงและโดยอ้อม

การตรวจวัดโดยตรง	การตรวจวัดโดยอ้อม
1. **ขั้นตอนเดียว** สะดวก รวดเร็ว 2. **ประสิทธิภาพ**การตรวจวัด**สูง แม่นยำ** 3. ตรวจสอบ**ไม่ได้** ➢ ในบริเวณที่มีแหล่งกำเนิดรังสีอื่นรบกวน ➢ แยก fixed หรือ loose form ไม่ได้ ➢ ในบริเวณหัววัดเข้าไม่ถึง	1. **สองขั้นตอน** (smear test+วัดรังสี) 2. **ประสิทธิภาพ**การตรวจวัด**ต่ำ ไม่แน่นอน** 3. ตรวจสอบ**ได้** ➢ ในบริเวณที่มีแหล่งกำเนิดรังสีอื่นรบกวน ➢ แยก fixed หรือ loose form ได้ ➢ ในบริเวณหัววัดเข้าไม่ถึง

ขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสี

ชนิดของรังสี	ขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสี	
	พื้นที่ควบคุม	พื้นที่ตรวจตรา
รังสีบีตา รังสีแกมมา และรังสีแอลฟาที่มีความเป็นพิษต่ำ	4 Bq/cm^2	0.4 Bq/cm^2
รังสีแอลฟาอื่น ๆ	0.4 Bq/cm^2	0.04 Bq/cm^2

อ้างอิง กฎกระทรวงความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ.2561

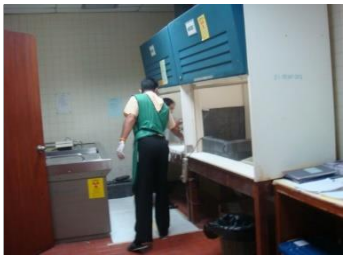
จากวิธีการตรวจวัดการปนเปื้อนทางรังสีที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นสามารถใช้ในการตรวจสอบและประเมินการปนเปื้อนทางรังสีได้ทุกประเภทการใช้งาน ทั้งทางการแพทย์ ทางอุตสาหกรรม ทางศึกษาวิจัย ลำดับต่อไปจะยกตัวอย่างการตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีของการใช้ประโยชน์ในประเภทต่างๆ

3. การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีของการใช้ประโยชน์ประเภทต่างๆ

3.1 การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีของการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์

ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์จะมีการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึก ส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุกัมมันตรังสีในสถานะของเหลวในการนำไปใช้รักษาหรือวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย วัสดุกัมมันตรังสีที่นำมาใช้งาน เช่น I-131 Tc-99m Ga-67 Y-90 Sr-89 เป็นต้น มีลักษณะการใช้งานโดยการเตรียม แบ่ง วัสดุกัมมันตรังสีในห้องปฏิบัติการทางรังสี มีการฉีดวัสดุกัมมันตรังสีให้ผู้ป่วยเพื่อรอทำการวินิจฉัย ซึ่งในบางขั้นตอนอาจจะมีการกัมมันตรังสีเกิดขึ้น ดังนั้นบริเวณที่ควรตรวจสอบควรเป็นบริเวณที่มีการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสี เช่น

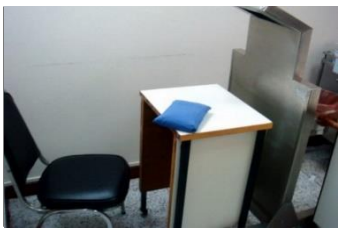
- ห้องปฏิบัติการทางรังสีสูง (Hot lab) เช่น พื้น-ลูกบิดประตูทั้งด้านนอกและด้านในห้อง เป็นต้น
- พื้นที่เตรียมและแบ่งวัสดุกัมมันตรังสี เช่น ขอบตู้ควัน (Hood) โต๊ะวางอุปกรณ์ พื้น ถังเก็บกากกัมมันตรังสี เป็นต้น
- พื้นที่บริหารหรือฉีดวัสดุกัมมันตรังสีให้ผู้ป่วย เช่น โต๊ะฉีดยา เก้าอี้ หมอนรองแขนผู้ป่วย เป็นต้น
- ห้องพักผู้ป่วยที่รักษาด้วยวัสดุกัมมันตรังสี I-131 เช่น พื้นหน้าห้อง ลูกบิดประตู เป็นต้น
- พื้นที่เชื่อมต่อกับพื้นที่สาธารณะ เช่น พื้น-ประตูหน้าห้องปฏิบัติการ รองเท้าสำหรับเปลี่ยนเข้าห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
- บรรจุภัณฑ์ที่บรรจุวัสดุกัมมันตรังสีที่รับมาจากการขนส่ง



ตู้ควันเตรียมวัสดุกัมมันตรังสี

บริเวณเตรียมวัสดุกัมมันตรังสี

พื้นหน้าห้องเตรียมวัสดุกัมมันตรังสี



โต๊ะฉีดยา

รองเท้าสำหรับเปลี่ยนเข้าพื้นที่รังสี

วัสดุกัมมันตรังสีที่รับมาจากการขนส่ง

บริเวณพื้นหน้าห้องพักผู้ป่วย

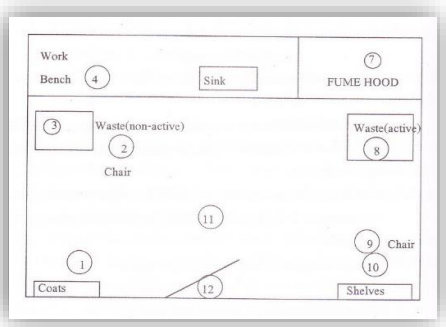
บริเวณลูกบิดประตูหน้าห้องพักผู้ป่วย

ห้องพักผู้ป่วย/เตียงผู้ป่วย

ถังพักกากกัมมันตรังสี

การบันทึกผลการตรวจวัดการปนเปื้อนวัสดุกัมมันตรังสี

เมื่อดำเนินการตรวจวัดการปนเปื้อนแล้วต้องมีการบันทึกผลการตรวจวัดไว้เพื่อประเมินการปนเปื้อนทางรังสี และเป็นการเฝ้าระวังการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานทางรังสีด้วย ตัวอย่างข้อมูลที่ควรบันทึก เช่น แผนผังห้องปฏิบัติการที่ระบุตำแหน่งต่างๆ ที่มีการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสี ค่าที่ตรวจวัดได้และระบุหน่วยการวัดให้ชัดเจน ค่ารังสีพื้นหลัง ชื่อผู้ตรวจวัด วันที่ตรวจวัด เกณฑ์การประเมินหรือขีดจำกัดการปนเปื้อน เป็นต้น



ตัวอย่างแบบบันทึกการตรวจวัดรังสี

RADIOLOGICAL SURVEY FORM

Location: _____ (eg. Building and room)

Survey Pt. No.	Description of Survey Point	Radiation Dose Rate ($\mu Sv/h$)				Contamination (Bq/cm^2 or cps)	
		Contact			@ 1 m	Direct	Swab or
		$\beta\gamma$	γ	n	γ	Probe	Smear
1	Coat Rack/hooks	/	bg	/	bg	20	bg
2	Laboratory chair	/	bg	/	/	bg	/
3	Nonactive waste container	/	bg	/	/	bg	/
4	Work bench	/	1.5	/	bg	5	5
5	Sink	/	bg	/	bg	/	/
6	Lead castle(outer)	/	20	/	2	/	40
7	Fume hood	/	2	/	bg	/	0
8	Active Waste container	/	2	/	bg	/	0
9	Laboratory chair	/	bg	/	/	bg	/
10	Shelves	/	bg	/	/	bg	/
11	Middle of room (waist height)	/	bg	/	/	/	/
12	Doorway/entrance	/	bg	/	/	/	/

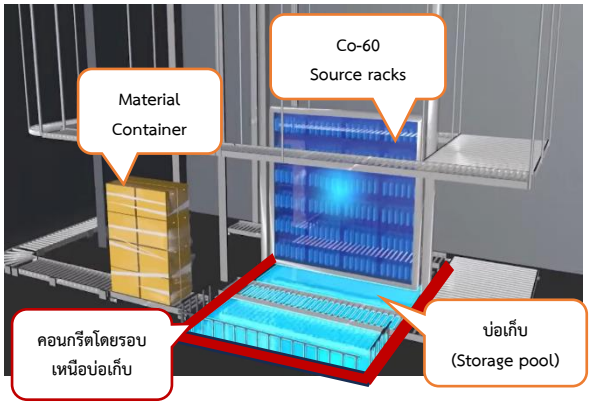
Technician Signature: _____ Date: _____

Authorising Signature: _____ Date: _____

3.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีของการใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

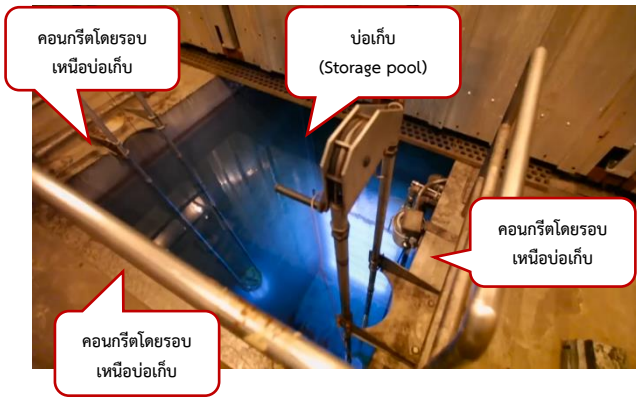
ในทางอุตสาหกรรมมีหลายลักษณะการใช้งาน แต่จะยกตัวอย่างลักษณะการใช้งานที่มีโอกาสเกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสี ดังนี้

(1) เครื่องฉายรังสีสำหรับฆ่าเชื้อโรคหรือถนอมอาหาร (Irradiators used in sterilization and food preservation) ซึ่งใช้วัสดุกัมมันตรังสีประเภทปิดผนึก ได้แก่ Co-60 ตามลักษณะการใช้งานจะมีการยกวัสดุกัมมันตรังสีจากที่จัดเก็บซึ่งมีการจัดเก็บในน้ำ เรียกว่า บ่อเก็บ (Storage pool) ขึ้นมาฉายรังสีผลิตภัณฑ์ เมื่อฉายรังสีได้ตามเวลาที่กำหนดแล้วก็จะนำวัสดุกัมมันตรังสีกลับไปเก็บไว้ที่บ่อเก็บเหมือนเดิม อีกทั้งเมื่อมีการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีเป็นเวลานานมีโอกาสเกิดการชำรุดของวัสดุห่อหุ้มวัสดุกัมมันตรังสีทำให้เกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีและการปนเปื้อนทางรังสีได้ ดังนั้นควรมีการตรวจสอบการรั่วและการปนเปื้อนทางรังสีบริเวณที่ยกวัสดุกัมมันตรังสีขึ้นมาใช้งาน เช่น บริเวณโดยรอบเหนือบ่อเก็บวัสดุกัมมันตรังสี และควรเก็บตัวอย่างของน้ำในบ่อเก็บวัสดุกัมมันตรังสีไปทำการตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีทุก 6 เดือน [2] เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าวัสดุกัมมันตรังสีไม่ได้เกิดการชำรุดเสียหาย



พื้นที่การใช้งานในการฉายรังสีผลิตภัณฑ์

https://www.youtube.com/watch?v=hblMTH09KJQ



บริเวณเหนือบ่อเก็บที่ควรทำการตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสี

https://www.youtube.com/watch?v=_9vwS3_s1b4

(2) อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาทางอุตสาหกรรม (Industrial gamma radiography devices) จะมีการใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีชนิดปิดผนึก เช่น Ir-192 Co-60 เป็นต้น การใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีในงานถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาทางอุตสาหกรรมมีโอกาสเกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ ระหว่างการใช้งานและจากการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสี

ระหว่างการใช้งาน โดยการใช้งานจะมีการโหลดวัสดุกัมมันตรังสีออกจากที่เก็บซึ่งเรียกว่า Radiography shielding หรือที่นิยมเรียกว่า โปรเจคเตอร์ เพื่อนำออกมาใช้งานและเมื่อใช้งานเสร็จแล้วจะโหลดกลับไปจัดเก็บเหมือนเดิม ในการปฏิบัติงานจะต้องมีการโหลดวัสดุกัมมันตรังสีเข้าและออกจากโปรเจคเตอร์จำนวนหลายครั้งจึงมีโอกาสเกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีได้ ดังนั้นจึงควรมีการตรวจวัดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสี Co-60 ทุก 6 เดือน หรือ ทุก 12 เดือน [3] ตามความเหมาะสม ซึ่งบริเวณที่ควรทำการตรวจวัดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสี คือ บริเวณที่วัสดุกัมมันตรังสีเข้าและออกจากโปรเจคเตอร์ ซึ่งเรียกว่า Exit port

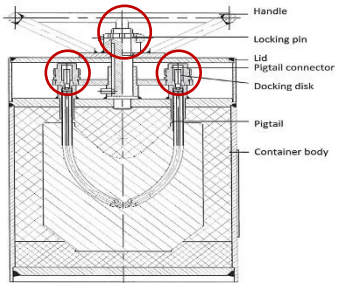
การทำ smear test **บริเวณ** exit port

การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีที่บริเวณ exit port **ด้วย** contamination survey meter

https://www.oap.go.th/wp-content/uploads/2023/01/04-09-10-2560.pdf

การเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสี การใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีในงานถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาทางอุตสาหกรรมจะต้องมีการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีรายการใหม่เพื่อทดแทนรายการเดิมที่ใช้งานอยู่ เนื่องจากค่ากัมมันตภาพของวัสดุกัมมันตรังสีลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีเพื่อให้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดิม ซึ่งวัสดุกัมมันตรังสีรายการใหม่ที่จะนำมาเปลี่ยนถ่ายจะสั่งซื้อจากประเทศผู้ผลิต โดยวัสดุกัมมันตรังสีที่สั่งซื้อจะถูกบรรจุในหีบห่อขนส่งเรียกว่า Source changer และขนส่งไปยังประเทศปลายทาง เมื่อขนส่งมาถึงประเทศปลายทางแล้วจะทำการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสีรายการใหม่ทดแทนรายการเดิม และนำวัสดุกัมมันตรังสีรายการเดิมบรรจุลงใน Source changer เพื่อส่งออกคืนประเทศผู้ผลิต ซึ่งขั้นตอนนี้มีโอกาสเกิดการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสีและเกิดการปนเปื้อนทางรังสีได้ ดังนั้นควรตรวจสอบการรั่วและการปนเปื้อนทางรังสีบริเวณที่ทำการเปลี่ยนถ่ายของ Source changer เช่น บริเวณทางเข้าออกของวัสดุกัมมันตรังสีใน Source changer เป็นต้น

Source changer บรรจุวัสดุกัมมันตรังสีรายการใหม่ขนส่งไปยังประเทศปลายทาง และบรรจุวัสดุกัมมันตรังสีรายการเดิมขนส่งกลับประเทศผู้ผลิต
https://www.nde-ed.org/NDEEngineering/RadiationSafety/index.xhtml



Source changer และบริเวณที่ควรทำ smear test
https://www.oserix.com/document/share/304/8d0f6600-74e6-4e99-bd38-8f45f8721e10

3.3 การตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีของการใช้ประโยชน์ทางศึกษาวิจัย

การใช้ประโยชน์วัสดุกัมมันตรังสีในทางศึกษาวิจัยที่มีโอกาสปนเปื้อนทางรังสีจะเป็นการนำวัสดุกัมมันตรังสีประเภทไม่ปิดผนึกมาใช้ในการศึกษาวิจัย เช่น I-125 I-129 P-32 เป็นต้น โดยจะมีการเตรียมตัวอย่างซึ่งจะต้องมีการแบ่งวัสดุกัมมันตรังสีไปใช้งาน บริเวณที่มีโอกาสปนเปื้อนทางรังสี เช่น บริเวณโต๊ะเตรียมตัวอย่าง บริเวณพื้น บริเวณเก็บกากกัมมันตรังสี เป็นต้น

โต๊ะเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการทางรังสี

บริเวณเก็บกากกัมมันตรังสี

เมื่อทำการตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีแล้ว ลำดับต่อไปจะนำค่าที่ตรวจวัดได้มาคำนวณหาระดับการปนเปื้อนทางรังสี และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด โดยมีวิธีการคำนวนดังนี้

การคำนวณระดับการปนเปื้อนทางรังสี

ระดับการปนเปื้อนของการตรวจวัดโดยตรง	ระดับการปนเปื้อนของการตรวจวัดโดยอ้อม
$C = N/AE$ (1) C ระดับการปนเปื้อนทางรังสี หน่วย Bq/cm^2 N ปริมาณรังสีที่ตรวจวัดได้ หน่วย cpm A พื้นที่ของหัววัดรังสี หน่วย cm^2 E ประสิทธิภาพของเครื่องวัด (ถ้า N เป็นหน่วย cps ; C = N/AE)	$C = N/AES$ (1) C ระดับการปนเปื้อนทางรังสี หน่วย Bq/cm^2 N ปริมาณรังสีที่ตรวจวัดได้ หน่วย cpm A พื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง หน่วย cm^2 E ประสิทธิภาพของเครื่องวัด S ประสิทธิภาพการเก็บตัวอย่าง (ถ้า N เป็นหน่วย cps ; C = N/AES) S=10% พื้นผิวเรียบ มัน ไม่มีรูพรุน (กระจก ฟอร์ไมก้า) S=1% พื้นผิวเรียบทั่วไป (ผนังคอนกรีตฉาบเรียบ) S=0.1% พื้นผิวขรุขระ มีรูพรุน (ไม้อัด พื้นถนน)

<u>ตัวอย่างการคำนวณระดับการปนเปื้อนจากการตรวจวัดโดยตรง</u>

หากนำเครื่องวัดรังสีที่มีขนาดพื้นที่ของหัววัด 12 cm^2 มีประสิทธิภาพของเครื่องวัด 5% ไปตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีในพื้นที่ปฏิบัติงานที่ใช้วัสดุกัมมันตรังสี Tc-99m โดยที่รังสีพื้นหลังมีค่า 100 cpm จงหาค่าระดับการปนเปื้อนในข้อ 1, 2 และ 3 ว่ามีการปนเปื้อนทางรังสีหรือไม่

1. มีค่าการตรวจวัดแสดงดังภาพ
2. หากตรวจวัดได้ 300 cpm
3. หากตรวจวัดได้ 200 cpm

<u>วิธีคำนวณ</u>

1. จากภาพค่าการตรวจวัด (N) คือ 340x10 = 3400 cpm
   รังสีพื้นหลังมีค่า 100 cpm ดังนั้นค่าการตรวจวัดจริงมีค่า 3400-100 = 3300 cpm = 55 cps
   ขนาดพื้นที่ของหัววัด (A) คือ 12 cm^2
   ประสิทธิภาพของเครื่องวัด (E) คือ 5% = 0.05

   จาก $C = \frac{N}{(A)(E)} = \frac{(55)}{(12\ cm^2)(0.05)} = 91.67\ Bq/cm^2$

   <u>สรุป</u> ค่าที่วัดได้ 3400 cpm มีค่าระดับการปนเปื้อน 91.67 Bq/cm^2 ซึ่งมากกว่าขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสี

2. ค่าการตรวจวัด (N) คือ 300 cpm ดังนั้นค่าการตรวจวัดจริงมีค่า 300-100 = 200 cpm = 3.33 cps
   จาก $C = \frac{N}{(A)(E)} = \frac{(3.33)}{(12\ cm^2)(0.05)} = 5.55\ Bq/cm^2$

   <u>สรุป</u> ค่าที่วัดได้ 300 cpm มีค่าระดับการปนเปื้อน 5.55 Bq/cm2 ซึ่งมากกว่าขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสี

3. ค่าการตรวจวัด (N) คือ 200 cpm ดังนั้นค่าการตรวจวัดจริงมีค่า 200-100 = 100 cpm = 1.67 cps
   จาก $C = \frac{N}{(A)(E)} = \frac{(1.67)}{(12\ cm^2)(0.05)} = 2.78\ Bq/cm^2$

   <u>สรุป</u> ค่าที่วัดได้ 200 cpm มีค่าระดับการปนเปื้อน 2.78 Bq/cm^2 น้อยกว่าขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสี

จะเห็นได้ว่า การประเมินผลการปนเปื้อนทางรังสีให้ถูกต้องตามหลักวิชาการนั้นค่อนข้างจะใช้เวลานาน เนื่องจากต้องทราบข้อมูลของประสิทธิภาพของหัววัดรังสี (efficiency) ขนาดพื้นที่ของหัววัด ขนาดพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง ประสิทธิภาพของการเก็บตัวอย่าง ค่ากัมมันตภาพของวัสดุกัมมันตรังสีมาตรฐาน และเนื่องจากเครื่องวัดรังสีส่วนใหญ่ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการปนเปื้อนทางรังสีจะมีหน่วย count/min, cpm (ไม่มีหน่วย Bq/cm^2) ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงสามารถอนุมานได้ว่าการปนเปื้อนทางรังสีจะมีค่าตั้งแต่ 3 – 5 เท่าของปริมาณรังสีพื้นหลัง (background) ทั้งนี้ ถึงแม้การปนเปื้อนจะน้อยกว่าขีดจำกัดการปนเปื้อนทางรังสีก็ตาม ตามหลักการปฏิบัติงานกับรังสีควรได้รับรังสีให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ จึงควรปฏิบัติงานไม่ให้เกิดการปนเปื้อน หรือ หากเกิดการปนเปื้อนทางรังสีแล้วควรมีมาตรการในการจัดการ เช่น ชำระการปนเปื้อนทางรังสีให้มีปริมาณการปนเปื้อนน้อยที่สุด หรือจนไม่พบการปนเปื้อนทางรังสีจะเป็นการดีที่สุด

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

1. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ การป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 2
2. International Atomic Energy Agency SSG No. 8 Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities
3. International Atomic Energy Agency SRS No. 13 Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography
4. https://ludlums.com/images/data_sheets/M44-9.pdf
5. https://www.nuclemed.be/product.php?cat=77&prod=383
6. https://ehs.berkeley.edu/sites/default/files/g-m_pancake_detectors.pdf
7. https://nucleus.iaea.org/sites/orpnet/training/workplacemonitoring/Shared%20Documents/5.%20(Corrected)%20Surface%20Contamination%20Measurement%20.pdf
8. https://www.oserix.com/document/share/304/8d0f6600-74e6-4e99-bd38-8f45f8721e10
9. https://www.oap.go.th/wp-content/uploads/2023/01/04-09-10-2560.pdf
10. https://www.youtube.com/watch?v=hblMTH09KJQ
11. https://www.nde-ed.org/NDEEngineering/RadiationSafety/index.xhtml