กองตรวจสอบทางนิวเคลียร์และรังสี

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คู่มือปฏิบัติงาน
เรื่อง
การตรวจสอบและประเมินความปลอดภัยทางรังสีในงานถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมด้วยเครื่องเอกซเรย์
Work Instruction on Inspection of Radiation Safety in X-ray Industrial Radiography Facilities

WI-NRI-RG-1.03

(ฉบับที่ 1 ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 0)

จัดทำโดย	**นางสาวจุไรรัตน์ อุตส่าห์ดี**
ทบทวนโดย	**นายรุ่งธรรม ทาคำ**
อนุมัติโดย	**นายพิสิฏฐ์ สุนทราภัย**

สถานะปรับปรุงเอกสาร

ฉบับที่	วันที่	ข้อสรุปการปรับปรุง
1	15 ต.ค. 2564	ประกาศใช้

ผู้จัดทำ	ผู้ทบทวน	ผู้อนุมัติ
นางสาวจุไรรัตน์ อุตส่าห์ดี	นายรุ่งธรรม ทาคำ	นายพิสิฏฐ์ สุนทราภัย

สารบัญ

หน้า

1	วัตถุประสงค์	4
2	ขอบเขต	4
3	หลักการทำงาน/ส่วนประกอบ/ประเภท/ลักษณะการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม	4
4	หลักการตรวจสอบ	13
5	เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการตรวจสอบ	18
6	เกณฑ์การประเมินและสรุปผลการตรวจ	19
7	การดำเนินการหลังการตรวจสอบ	24
8	กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	24
9	ข้อแนะนำเพิ่มเติม	25
เอกสารอ้างอิง		26
ภาคผนวก		27

1. วัตถุประสงค์

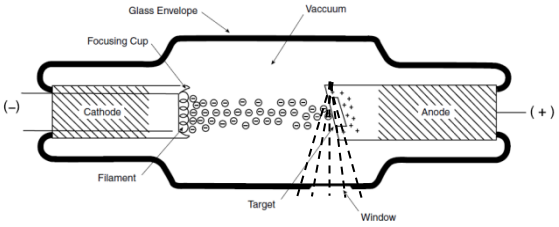
เพื่อใช้เป็นวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบสถานประกอบการทางรังสีที่มีไว้ในครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสี ประเภทที่ 2 ในงานถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมด้วยเครื่องเอกซเรย์

2. ขอบเขต

คู่มือฉบับนี้ครอบคลุมการตรวจสอบสถานประกอบการที่มีการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมประเภท 2 ในกระบวนการตรวจสอบแบบไม่ทำลายเท่านั้น ไม่รวมถึงการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเร่งอนุภาค การถ่ายภาพรังสีด้วยนิวตรอน และการถ่ายภาพรังสีเพื่อศึกษาวิจัย

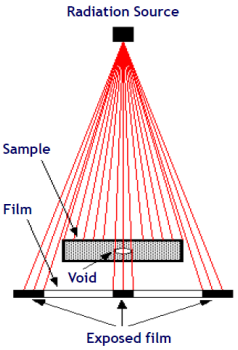
3. หลักการทำงาน/ส่วนประกอบ/ประเภท/ลักษณะการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม

3.1 หลักการทำงาน



รูปที่ 1 หลักการเกิดรังสีเอกซ์

ที่มา Charles HELLIER, 2003



รูปที่ 2 หลักการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

ที่มา https://www.hse.gov.uk/pubns/irp1.pdf

รังสีเอกซ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี เกิดจากการจ่ายพลังงานไฟฟ้า (กระแส) เพื่อให้ความร้อนกับไส้หลอด (Filament) (ที่เป็นทังสเตน) เมื่อไส้หลอดได้รับความร้อนจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้ และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าแก่หลอดเอกซเรย์จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงมากระหว่างขั้วหลอดแคโทด (Cathode) (ขั้วลบ) และแอโนด (Anode) (ขั้วบวก) อิเล็กตรอนเหล่านี้จะถูกเร่งให้มีความเร็วสูงและวิ่งไปยังขั้วบวกและชนกับเป้า (Target) (ที่เป็นทังสเตน) เกิดอันตรกิริยามีการปลดปล่อยรังสีเอกซ์ออกมาเรียกว่า Characteristic X-ray ซึ่งใช้ในการถ่ายภาพรังสี

การนำรังสีเอกซ์มาใช้ถ่ายภาพรังสีซึ่งเป็นหลักการตรวจสอบแบบไม่ทำลายนั้น เป็นการใช้รังสีเอกซ์พลังงานต่างๆ ถ่ายภาพวัตถุเพื่อดูองค์ประกอบภายใน หรือ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวอย่าง โดยใช้หลักการทะลุทะลวงของรังสีเอกซ์ที่พลังงานต่างๆ ผ่านตัวอย่าง และประเมินความสมบูรณ์ของตัวอย่างจากฟิล์มรับภาพ หากตัวอย่างมีความสมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกัน ความเข้มหรือความดำของฟิล์มจะใกล้เคียงกัน แต่หากตัวอย่างมีข้อบกพร่อง เช่น ช่องโหว่ ฟิล์มรับภาพบริเวณนั้นจะเข้มหรือความดำกว่าบริเวณอื่น ความสามารถใน

การทะลุทะลวงวัตถุจะขึ้นอยู่กับความต่างศักย์หรือพลังงานของรังสีเอกซ์ โดยความต่างศักย์มากจะสามารถทะลุทะลวงได้มากกว่าความต่างศักย์น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาและความหนาแน่นของตัวอย่างด้วย

ตารางที่ 1 แสดงพลังงานของรังสีเอกซ์และวัสดุกัมมันตรังสีที่เหมาะสมกับการใช้ตรวจสอบเหล็กที่ความหนาต่างๆ

Thickness	X-Ray Energy Range	γ-Ray Source
≤ 5 mm	Up to 130 kV	Thulium 170
1 - 15 mm	Up to 230 kV	Ytterbium 169
10 - 40 mm	175 - 410 kV	Selenium 75
20 – 100 mm	275 kV – 4 MeV	Iridium 192
40 – 200 mm	410 kV – 4 MeV	Cobalt 60

ที่มา https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/ndt3.pdf

3.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม

รูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม

ที่มา https://www.alibaba.com/product-detail/Portable-Radiography-NDT-Equipment-For-Electricity_60546965326.html

(1) High voltage supply เป็นแหล่งให้พลังงานไฟฟ้า และถูกส่งเข้าสู่ X-ray generator ซึ่งจะมีตัวแปลงกำลังไฟฟ้า (Voltage transformer) ให้อยู่ในช่วงกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม ก่อนส่งพลังงานให้กับหลอดเอกซ์เรย์

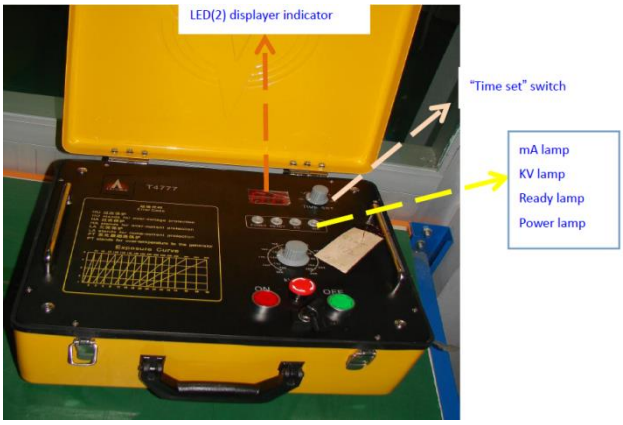
(2) หลอดเอกซเรย์ (X-ray tube) ประกอบด้วยหลอดแก้วสุญญากาศ (หรือเซอรามิก) ภายในบรรจุแคโทดและแอโนด โดยแคโทดเป็นแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน แอโนดเป็นเป้าและปลดปล่อยรังสีเอกซ์ รังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นจะออกมาทางหน้าต่าง (Window) ของหลอดเอกซเรย์ (ตำแหน่งของแอโนด) ซึ่งหน้าต่างในงานถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมจะมี 2 ลักษณะคือ Directional exposures และ Panoramic (radial beam)

(3) แผงควบคุม (Control panel) ใช้ควบคุมการทำงานหรือการฉายรังสีของเครื่องเอกซเรย์ แผงควบคุมประกอบด้วย

- กุญแจ (Key switch) เป็นตัวควบคุมและป้องกันการใช้งานเครื่องโดยไม่ได้รับอนุญาต จะสามารถถอดออกได้เมื่อกุญแจอยู่ในตำแหน่ง “OFF” หรือ “Standby” เท่านั้น

- ตัวปรับเวลา (Timer) กำลัง (Voltage) และกระแส (Current) เป็นตัวกำหนดความเข้มของรังสีเอกซ์

- สัญลักษณ์บ่งชี้การฉายรังสี เช่น แสงไฟเตือนแสดงความพร้อม ไฟเตือนแสดงการฉายรังสีจริง หรือการแสดงตัวเลขของกำลังและกระแสที่ตั้งไว้เพื่อฉายรังสี



รูปที่ 4 แผงควบคุม (Control panel)

ที่มา Operation Manual of portable x-ray machine T4777 Model Console

(4) อุปกรณ์ประกอบอื่น เช่น สายเคเบิล (Cable), อุปกรณ์บังคับลำรังสี (Collimator), อุปกรณ์กรองรังสี (Beam filter)

– สายเคเบิล (Cable) ใช้เชื่อมต่อระหว่างหลอดเอกซเรย์และแผงควบคุม ความยาวของสายเคเบิลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ ดังนั้นสายเคเบิลที่ใช้งานควรเหมาะกับกำลังของเครื่องเอกซเรย์เพื่อลดระยะทางระหว่างผู้ปฏิบัติงานและหลอดเอกซเรย์ เช่น สายเคเบิลยาว 20 เมตร ใช้กับเครื่องเอกซเรย์กำลัง 300 kV โดยการใช้เครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีภาคสนาม จะต้องมีความยาวของสายเคเบิลสำหรับกำลังของเครื่องเอกซเรย์ [ARPANSA, p.4] ดังนี้

รูปที่ 5 สายเคเบิล (Cable)

ที่มา Operation Manual of portable x-ray machine T4777 Model Console

ตารางที่ 2 ความยาวของสายเคเบิลสำหรับเครื่องเอกซเรย์กำลังต่างๆ

กำลังสูงสุดของเครื่องเอกซเรย์ (kV)	ความยาวของสายเคเบิลที่เชื่อมต่อระหว่างหลอดเอกซเรย์และแผงควบคุม (เมตร)
100	อย่างน้อย 7
200	อย่างน้อย 10
250	อย่างน้อย 15
มากกว่า 250	อย่างน้อย 20

– อุปกรณ์บังคับลำรังสี (Collimator) ใช้เพื่อบังคับลำรังสีให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการฉาย ส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องเอกซเรย์ประเภท Directional radiography การใช้อุปกรณ์นี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีน้อยกว่าการไม่ใช้อุปกรณ์บังคับลำรังสี

– อุปกรณ์กรองรังสี (Beam filter) ควรจะประกอบอยู่ในเครื่องเอกซเรย์ด้วย เนื่องจากจะช่วยกรองรังสีให้เหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการฉายรังสีและยังช่วยลดปริมาณรังสีกระเจิงได้ด้วยเช่นกัน เช่น อะลูมิเนียม 2 มิลลิเมตร + เบริลเลียม 1 มิลลิเมตร (Al 2 mm + Be 1 mm)

– อุปกรณ์สัญญาณไฟแสดงการฉายรังสี (Alarm lamp) จะเชื่อมต่อกับ X-ray generator เพื่อแสดงให้ทราบว่ากำลังฉายรังสี

รูปที่ 6 อุปกรณ์สัญญาณไฟแสดงการฉายรังสี (Alarm lamp)

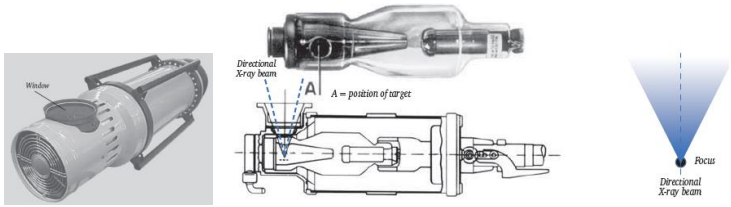
ที่มา Operation Manual of portable x-ray machine T4777 Model Console

3.3 ประเภทของเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม

3.3.1 Directional X-ray เป็นเครื่องเอกซเรย์ชนิดที่มีหน้าต่าง (Window) เป็นช่องทางออกของลำรังสีเอกซ์โดยตรง โดยทั่วไปจะใช้ในงานตรวจสอบรอยร้าว รอยเชื่อม ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ซึ่งปริมาณรังสีที่ระยะ 1 เมตร สำหรับการใช้งานเครื่องเอกซเรย์กำลัง 250 kV 4 mA มีค่า 4 Sv/h

รูปที่ 4 ตัวอย่างเครื่องเอกซเรย์ชนิด Directional X-ray

ที่มา https://www.bakerhughesds.com/sites/g/files/cozyhq596/files/acquiadam_assets/industrial_radiography_image_forming_techniques_english_4.pdf



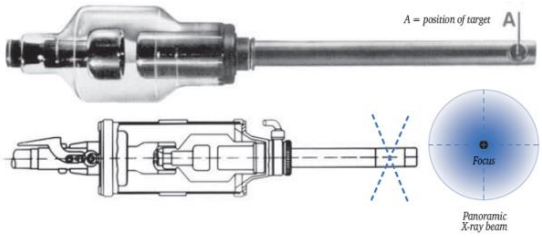
รูปที่ 5 ลักษณะของ window (ซ้าย) และแนวลำรังสีเอกซ์ของ Directional X-ray (ขวา)

ที่มา https://zhongyindt.en.alibaba.com/?spm=a2700.md_th_TH.cordpanyb.4.b1227ea2UHUJmN

3.3.2 Panoramic X-ray เป็นเครื่องเอกซเรย์ที่มีหน้าต่างปลดปล่อยรังสีเอกซ์เป็นแบบรัศมี (Radial beam) และมีหน้าต่างฉายรังสีได้รอบ 360 องศา กล่าวคือ หากใช้เครื่อง Panoramic X-ray ถ่ายภาพรังสีรอยเชื่อมของท่อจะสามารถถ่ายภาพรังสีโดยรอบท่อได้ ข้อสังเกตความแตกต่างระหว่าง Directional X-ray และ Panoramic X-ray คือ เครื่องเอกซเรย์ชนิดนี้จะมีเส้นอ้างอิงหน้าต่างแผ่รังสี (Exposure window reference line) โดยทั่วไปจะใช้ในงานตรวจสอบรอยรั่ว รอยเชื่อม ของท่อ

รูปที่ 6 ตัวอย่างเครื่องเอกซเรย์ชนิด Panoramic X-ray

ที่มา https://www.bakerhughesds.com/sites/g/files/cozyhq596/files/acquiadam_assets/industrial_radiography_image_forming_techniques_english_4.pdf



รูปที่ 7 ลักษณะของแนวลำรังสีเอกซ์ของ Panoramic X-ray

ที่มา https://zhongyindt.en.alibaba.com/?spm=a2700.md_th_TH.cordpanyb.4.b1227ea2UHUJmN

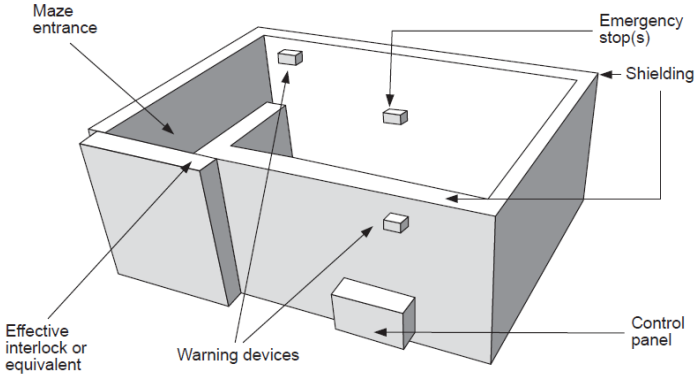
3.4 ลักษณะการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม

3.4.1 ถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสี (Radiography in shielded enclosure)

เป็นห้องที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อกันรังสีจากการปฏิบัติงานถ่ายภาพรังสีในทางอุตสาหกรรม ซึ่งควบคุมการถ่ายภาพรังสีจากภายนอกห้อง โดยห้องฉายรังสีจะต้องมีระบบ อุปกรณ์ ด้านความปลอดภัยติดตั้งให้เหมาะสมเพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี ดังแสดงในรูปที่ 8 และจัดเป็นพื้นที่ควบคุมซึ่งจะเข้าได้เฉพาะผู้ที่ได้รับ

อนุญาตเท่านั้น โดยทั่วไปเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในห้องฉายรังสีจะเป็นชนิดติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed X-ray radiography) และเป็นได้ทั้ง Directional X-ray และ Panoramic X-ray

ในการปฏิบัติงานในแต่ละวันนั้น ก่อนการถ่ายภาพรังสีจะต้องมีการอุ่นเครื่องเอกซเรย์เพื่อให้พร้อมใช้งาน ในขั้นตอนนี้ควรปิดหน้าต่างของเครื่องฯ เพื่อลดปริมาณรังสีและป้องกันการกระแทกจากวัสดุต่างๆ และขณะที่กำลังอุ่นเครื่องให้สังเกตสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ที่แผงควบคุม ต้องมีการแสดงตัวเลข kV, mA ที่ตั้งไว้, ไฟกระพริบเตรียมฉายรังสี, ไฟติดแสดงกำลังฉายรังสี และในขณะฉายรังสี ระบบความปลอดภัยของห้องฉายฯ ต้องมีสัญญาณเตือน เช่น ไฟแสดงสถานะการฉายรังสี เป็นต้น ซึ่งในการปฏิบัติงานถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสีนั้น สามารถทำงานคนเดียวได้ เนื่องจากห้องฉายรังสีมีระบบควบคุมความปลอดภัยและผนังห้องสามารถกันรังสีได้ในตัวอยู่แล้ว



รูปที่ 10 ลักษณะของห้องถ่ายภาพรังสีชนิดปิด (Shielded enclosure) ห้องฉายรังสี

ที่มา IAEA (1999), Radiation protection and safety in industrial radiography

ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีการตรวจสอบและประเมินห้องฉายรังสีในครั้งแรก (สถานประกอบการยื่นขออนุญาตครั้งแรก) มีเพียงการตรวจสอบตามแผนหรือตรวจประจำปีเท่านั้น ซึ่งหน่วยงานกำกับดูแลในต่างประเทศ เช่น Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) ประเทศออสเตรเลีย Atomic Energy Regulatory Board (AERB) ประเทศอินเดีย รวมทั้ง International Atomic Energy Agency (IAEA) ได้กำหนดและแนะนำในกรณีหน่วยงานใหม่ที่ขอใช้งานเครื่องเอกซเรย์ในห้องฉายรังสีเป็นครั้งแรกหรือกรณีที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขห้องฉายรังสี จะต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อยืนยันความปลอดภัยของสถานที่ใช้งานและระบบความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการฉายทางรังสีทั้งหมดก่อนที่จะอนุญาตให้ใช้งานเครื่องได้

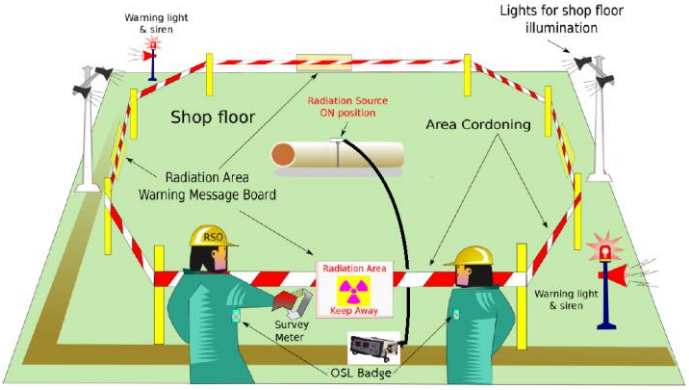
3.4.2 ถ่ายภาพรังสีภาคสนาม (Field radiography)

เป็นการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีโดยไม่มีห้องฉายรังสี กล่าวคือ เป็นการฉายรังสีในพื้นที่เปิด หากมาตรการความปลอดภัยไม่เหมาะสมอาจมีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานและประชาชนชนได้ ดังนั้นต้องมีมาตรการเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างเข้มข้น เช่น การกั้นพื้นที่เพื่อจำกัดขอบเขตการฉายรังสี หรือเรียกว่า พื้นที่ควบคุม (Controlled area) การติดตั้งระบบเสียงสัญญาณเมื่อฉายรังสี การควบคุมบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าเขตพื้นที่ปฏิบัติงาน การติดสัญลักษณ์เตือนทางรังสี เป็นต้น การใช้งานในลักษณะนี้ ผู้ปฏิบัติงานจะมีความเสี่ยงได้รับรังสีสูงหากไม่ดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีผนังกำบังรังสีเหมือนห้องฉายรังสี มีเพียงการกั้นขอบเขตโดยใช้ระยะทางและเวลาในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นสองในสามปัจจัยหลักของ ALARA แต่บางครั้งการปฏิบัติงานถูกจำกัดด้วยพื้นที่แคบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการเสริมเพื่อลดระดับรังสี เช่น การใช้วัสดุกำบังรังสีบริเวณที่ควบคุมการฉายรังสี หรือใช้ Collimator เพื่อจำกัดลำรังสีให้แคบคงและสามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้

การกั้นขอบเขตพื้นที่การฉายรังสีไม่ควรจะกว้างมาก เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเดินตรวจตราโดยรอบพื้นที่ควบคุมอย่างทั่วถึงและแน่ใจว่าไม่มีบุคคลไม่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่ได้ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงระดับรังสีโดยรอบพื้นที่ควบคุมด้วย โดยต้องมีค่าไม่เกิน 25 uSv/h

ในการปฏิบัติงานจริงในภาคสนาม ก่อนทำการถ่ายภาพรังสีในแต่ละวัน จะต้องมีการอุ่นเครื่องเอกซเรย์เช่นเดียวกันกับการถ่ายภาพรังสีในห้องฉายฯ ซึ่งในขณะที่อุ่นเครื่องนี้ ผู้ปฏิบัติงานอาจทำการตรวจวัดรังสีเพื่อหาขอบเขตพื้นที่ควบคุม หรือ อาจวัดรังสีเมื่อทดลองถ่ายภาพรังสีในครั้งแรกก็ได้ หลังจากนั้นจึงกั้นพื้นที่เพื่อปฏิบัติงานต่อไป และต้องแน่ใจว่าเลือกใช้สายเคเบิลที่มีความยาวเหมาะสมกับกำลังของเครื่องฯ และต้องยืดตรง ไม่มีการพับหรืองอ เมื่อใช้งานเสร็จจะต้องมั่นใจว่าได้ปิดเครื่องเอกซเรย์แล้วจึงจะสามารถเข้าพื้นที่ควบคุมเพื่อเก็บเครื่องฯ ได้ (หมายเหตุ ก่อนดำเนินการถ่ายภาพรังสี ผู้รับเหมาต้องติดต่อลูกค้าและแสดงหนังสือร้องขอ (Request form) ของลูกค้า พร้อมรายละเอียดการถ่ายภาพรังสี มาตรการป้องกันรังสีให้ลูกค้าทราบในวันก่อนปฏิบัติงานจริง เพื่อลูกค้าและผู้รับเหมาจะได้เตรียมพื้นที่สำหรับปฏิบัติงาน)

โดยทั่วไปเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ภาคสนามจะเป็นชนิดหิ้วได้ (Portable x-ray radiography) และเป็นได้ทั้ง Directional X-ray และ Panoramic X-ray และในการปฏิบัติงานจะมีผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คน คือ ผู้ถ่ายภาพรังสีและผู้ช่วย



รูปที่ 11 ลักษณะการทำงานถ่ายภาพรังสีภาคสนาม
ที่มา https://www.aerb.gov.in/images/PDF/revised23Jul_IR-open-field-radiography-posterfinal.pdf

ในการตรวจสอบการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ภาคสนามนั้น ส่วนใหญ่หน่วยกำกับดูแลไม่ได้มีโอกาสไปตรวจสอบที่หน้างาน ดังนั้นต้องมีแนวทางการตรวจที่สามารถประเมินได้ว่ามีการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งต้องมีการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงาน (Local rule) ที่ระบุไว้ในเงื่อนไขที่ได้รับอนุญาต ดังนั้น ในการตรวจประเมินความปลอดภัย ผู้ตรวจสอบต้องสอบถามขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ก่อนฉายรังสีจนสิ้นสุดกระบวนการฉายรังสี ระยะทางที่กั้นขอบเขตการฉายรังสีเพื่อประเมินว่าเป็นระยะที่เหมาะสมหรือไม่ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ และการจัดเก็บเครื่องเอกซเรย์เมื่อใช้งานเสร็จ รวมทั้งสอบถามบันทึกผลการตรวจวัดรังสีในขณะปฏิบัติงานภาคสนามด้วยเพื่อประเมินผลว่ามีการปฏิบัติงานเหมาะสมหรือไม่ โดยก่อนที่จะเข้าตรวจผู้ตรวจสอบต้องทบทวนคู่มือปฏิบัติงานของสถานประกอบการทุกครั้ง

การปฏิบัติงานภาคสนามให้เกิดความปลอดภัยควรมีการดำเนินการดังนี้

ก่อนทำการถ่ายภาพรังสี

- มีการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเอกซเรย์และอุปกรณ์ประกอบ
- มีการเตรียมอุปกรณ์ป้องกันรังสีให้พร้อมสำหรับปฏิบัติงาน เช่น ติด OSL และ Electronic alarm dosimeter / ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ Survey meter / อุปกรณ์กรณีเกิดเหตุผิดปกติหรือเหตุฉุกเฉินทางรังสี
- มีการกั้นพื้นที่เพื่อจำกัดขอบเขตสำหรับถ่ายภาพรังสี / ป้ายสัญลักษณ์ทางรังสี / สัญญาณเตือนการฉายรังสี
- มีการควบคุมไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่
- ทดลองตรวจวัดระดับรังสีโดยรอบขอบเขตการฉายรังสี ก่อนดำเนินการฉายรังสีจริง

ในระหว่างถ่ายภาพรังสี

- มีการใช้ Collimator เพื่อจำกัดขอบเขตลำรังสีและลดปริมาณรังสีกระเจิง
- มีการใช้ Shutter หรือ Beam stop ปิดหน้าต่างเครื่องเอกซเรย์ในระหว่างการอุ่นเครื่อง (Warm up) ก่อนใช้งาน

– มีการตรวจวัดรังสีโดยรอบขอบเขตการฉายรังสี ต้องไม่เกิน 25 uSv/h และควรวัดทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งถ่ายภาพรังสี

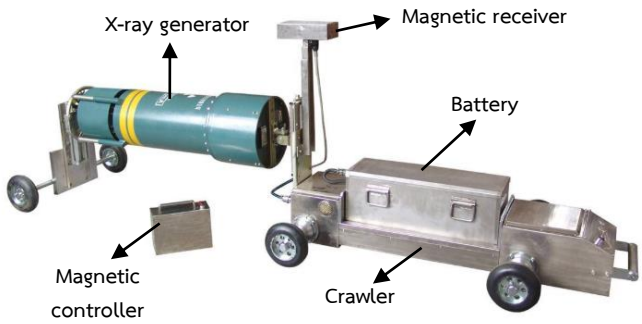
– มีการตรวจตราโดยรอบขอบเขตพื้นที่ฉายรังสีเพื่อป้องกันผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่ควบคุม

หลังถ่ายภาพรังสีเสร็จ

– มีการตรวจสอบสถานะการฉายรังสีที่แผงควบคุมก่อนที่จะเก็บหรือเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ โดยควรอยู่ในตำแหน่ง Switched off เพื่อตัดแหล่งจ่ายไฟ จึงจะสามารถเก็บและเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่จัดเก็บได้

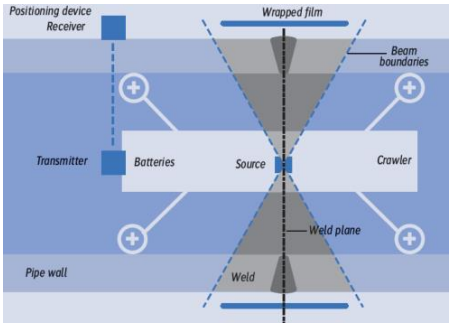
3.4.3 Pipe crawler

เป็นหนึ่งในลักษณะการใช้งานภาคสนาม แตกต่างที่การถ่ายภาพรังสีจะไม่ผูกยึดเครื่องเอกซเรย์ติดกับชิ้นงาน แต่เครื่องเอกซเรย์จะวิ่งในท่อแทน เนื่องจากมีการต่อเครื่องเอกซเรย์เข้ากับตัวบรรทุก (Carrier) ที่มีล้อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ เรียกว่า Crawler โดยเครื่องเอกซเรย์จะวิ่งในท่อไปยังตำแหน่งที่ต้องการฉายรังสี ซึ่งควบคุมการวิ่งโดยใช้ตัวควบคุมแม่เหล็ก (Magnetic controller) หรือวัสดุกัมมันตรังสี Cs-137 (ประมาณ 20 mCi) และจะมีการหน่วงเวลาฉายรังสี (Delay exposure) 10 วินาที เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานที่ถือตัวควบคุม มีเวลาเพียงพอที่จะเดินออกจากพื้นที่ฉายรังสี และเมื่อครบ 10 วินาทีแล้วจึงฉายรังสีอัตโนมัติ ในช่วงเวลา 10 วินาทีนี้จะมีไฟกระพริบครั้งละ 1 วินาที หรือมีเสียงสัญญาณเตือนอัตโนมัติก่อนฉายรังสีจริง (หมายเหตุ:ก่อนทำการถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบรอยเชื่อมของท่อ จะต้องใช้สายเคเบิลเชื่อมต่อเครื่องเอกซเรย์ แบตเตอรี่ และตัวรับสัญญาณ (Signal receiver) ให้เสร็จเรียบร้อยก่อนที่จะใส่อุปกรณ์ทั้งหมดเข้าไปในท่อเพื่อถ่ายภาพรังสีตามจุดที่มีการเชื่อม)



รูปที่ 14 ตัวอย่างองค์ประกอบงานถ่ายภาพรังสีที่มีลักษณะการใช้งานแบบ Pipe crawler

ที่มา https://1533779807.en.ecplaza.net/products/x-ray-pipeline-crawler_2275410



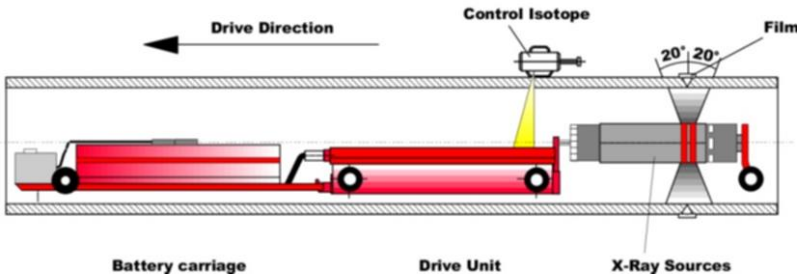
รูปที่ 15 ลักษณะการตรวจสอบรอยเชื่อมของเครื่องเอกซเรย์ที่มีลักษณะการใช้งานแบบ Pipe crawler

ที่มา https://zhongyindt.en.alibaba.com/?spm=a2700.md_th_TH.cordpanyb.4.b1227ea2UHUJmN

การควบคุมการเคลื่อนที่ของ Crawler และการกำหนดตำแหน่งฉายรังสี จะใช้แม่เหล็กเป็นตัวควบคุม (Controller) และเป็นตัวส่งสัญญาณ ซึ่งมีตัวรับสัญญาณติดอยู่ที่ Crawler (บริษัทผู้ผลิตบางรายจะใช้ตัว

ส่งสัญญาณติดอยู่ที่ Crawler แทน) การกำหนดตำแหน่งฉายรังสีมีความสำคัญมาก เนื่องจากหากฉายได้ตรงจุดจะทำให้ไม่ต้องทำการฉายรังสีซ้ำ ลดการได้รับรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานโดยไม่จำเป็น สำหรับเครื่องเอกซเรย์บางเครื่องอาจใช้วัสดุกัมมันตรังสี Cs-137 ปริมาณความแรงรังสีต่ำ (ประมาณ 20 mCi) เป็นตัวกำหนดตำแหน่งฉายรังสี โดยการปลดปล่อยรังสี และมีตัวรับรังสีติดอยู่ที่ Crawler เช่นเดียวกัน และการถ่ายภาพรังสีในลักษณะนี้จะใช้เครื่องเอกซเรย์ประเภท Panoramic X-ray และใช้ฟิล์มเป็นตัวรับภาพ

ระบบความปลอดภัยที่ควรมีในการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ลักษณะนี้คือ เมื่อเกิดเหตุผิดปกติในขณะที่เครื่องกำลังทำงานจะต้องมีระบบปิดเครื่องอัตโนมัติเพื่อหยุดการฉายรังสี และมีระบบเสียงเตือนอัตโนมัติก่อนการฉายรังสี 10 วินาที ทั้งนี้เพื่อจะได้มีเวลาสำหรับผู้ปฏิบัติงานหรือมีเวลาเดินตรวจตราผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่ และจะต้องมีการเชื่อมต่อเครื่องเอกซเรย์ แบตเตอรี่ และตัวรับสัญญาณด้วยสายเคเบิลให้แน่นและถูกต้องด้วย โดยทั่วไปเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในงานลักษณะ Pipe crawler จะเป็นชนิดหิ้วได้ และเป็นชนิด Panoramic X-ray



รูปที่ 12 ลักษณะการทำงานถ่ายภาพรังสีที่มีการใช้งานลักษณะ Pipe crawler

ที่มา http://www.c-tec-ndt.de/Bild%20C200Schemaengl.jpg

ในการตรวจสอบการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ในลักษณะ Pipe crawler นั้น ให้ตรวจสอบเช่นเดียวกันกับการถ่ายภาพรังสีภาคสนาม

4. หลักการตรวจสอบ

4.1 การเตรียมการก่อนการตรวจสอบ

(1) ศึกษาลักษณะการใช้งานเครื่องเอกซเรย์และศึกษาคุณลักษณะของเครื่องที่มีในครอบครองหรือใช้ในสถานประกอบการ เช่น ชนิดเครื่องเอกซเรย์ (Directional หรือ Panoramic X-ray) กำลังสูงสุด ใช้งานในห้องฉายรังสีหรือภาคสนาม เป็นต้น

(2) ทบทวนผลการตรวจสอบครั้งที่แล้วเพื่อติดตามในกรณีที่มีข้อแนะนำ/ข้อปรับปรุงแก้ไข

(3) ทบทวนกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

(4) ทบทวนระเบียบวิธีปฏิบัติงานมาตรฐาน (SOP) เรื่อง การตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสีในงานถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมด้วยเครื่องเอกซเรย์

(5) ทบทวนคู่มือปฏิบัติงานของสถานประกอบการ (กรณีที่มีการใช้งานภาคสนาม)

(6) จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

4.2 การดำเนินการตรวจสอบ

การตรวจสอบข้อมูลตามที่ระบุในใบอนุญาตฯ การตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสี และการตรวจสอบเอกสารบันทึกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีขั้นตอนและวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

(1) การตรวจสอบข้อมูลการอนุญาตฯ เบื้องต้น (Identifying information)

โดยทำการตรวจสอบข้อมูลดังต่อไปนี้ และบันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบฟอร์ม FM-NRI-RG-1.06

(1.1) ตรวจสอบใบอนุญาตฯ ทั้งหมดที่สถานประกอบการได้รับ ได้แก่ จำนวน ประเภท เลขที่ และวันสิ้นอายุของใบอนุญาตฯ

(1.2) ตรวจสอบสถานะของการมีไว้ครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสีว่าถูกต้อง สอดคล้องตามที่ระบุใบอนุญาตฯ หรือไม่

(1.3) ตรวจสอบข้อมูลในใบอนุญาตฯ เทียบเคียงกับรายละเอียดของเครื่องกำเนิดรังสี เช่น ผู้ผลิต รุ่น หมายเลขเครื่อง ชนิด กำลังสูงสุด สถานที่ติดตั้ง/เก็บรักษา/ใช้ประโยชน และสถานะของเครื่องกำเนิดรังสีรายการนั้น ๆ ว่าถูกต้องตรงกัน และครบถ้วนหรือไม่

(1.4) ตรวจสอบความถูกต้องของบัญชีรายการเครื่องกำเนิดรังสี เทียบเคียงกับใบอนุญาตฯ

(2) ตรวจสอบข้อมูลเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ประจำหน่วยงาน

โดยทำการตรวจสอบข้อมูลดังต่อไปนี้

(2.1) คุณสมบัติ ต้องมีใบอนุญาตเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีระดับสูง ประเภทเครื่องกำเนิดรังสี หรือวัสดุกัมมันตรังสีและเครื่องกำเนิดรังสี

(2.2) ตรวจสอบข้อมูลในใบอนุญาตฯ โดยการตรวจสอบรายละเอียดอาทิ เลขที่ใบอนุญาต ชื่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี วันสิ้นอายุของใบอนุญาตฯ

(2.3) การมีอยู่จริงของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ตามรายชื่อที่ระบุในใบอนุญาตฯ

(2.4) การประจำการหรือ ทำหน้าที่ควบคุมดูแลความปลอดภัยทางรังสีของหน่วยงานและความพร้อมในการปฏิบัติหน้าที่

(3) ตรวจสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องใช้

โดยดำเนินการตรวจสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องใช้ ดังต่อไปนี้

(3.1) เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter) ผ่านรับรองการสอบเทียบมาตรฐานของเครื่องสำรวจรังสีอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง สามารถใช้งานได้ปกติและต้องอยู่ในบริเวณซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ในทันที

(3.2) อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล (personal dosimeter) มีสำหรับผู้ปฏิบัติงานรังสีทุกคนในพื้นที่ควบคุม และมีผลการบันทึกปริมาณรังสีจากหน่วยงานที่ ปส. ให้การรับรอง

(3.3) เครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี พร้อมข้อความ หรือคำเตือนภัยที่เหมาะสมและเห็น ได้ชัดเจนที่จุดทางเข้าพื้นที่ควบคุม พื้นที่ตรวจตรา บริเวณที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดรังสีและตำแหน่งอื่นที่เหมาะสม

(3.4) ไฟหรือสัญญาณเสียงแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องกำเนิดรังสีเมื่อทำการฉายรังสี สภาพทำงานได้เป็นปกติ

(4) ตรวจสอบและประเมินสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี

โดยทำการตรวจสอบสภาพเครื่องกำเนิดรังสีและสถานที่ติดตั้งใช้งาน ดังต่อไปนี้

(4.1) ตรวจสอบสภาพเครื่องเอกซเรย์และอุปกรณ์ประกอบ ในกรณีที่มีการใช้งาน เครื่องเอกซเรย์ แผงควบคุม และสายเคเบิล ต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้ปกติ ไม่พบการชำรุด สัญญาณบ่งชี้การทำงานของเครื่องที่แผงควบคุม เช่น การแสดงค่า kV mA timer ไฟแสดงการฉายรังสี สภาพทำงานได้ปกติ และการจัดเก็บเครื่องเอกซเรย์ต้องมีระบบล็อกเมื่อไม่ใช้งาน

(4.2) ตรวจสอบและประเมินสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี โดยมีการสำรวจรังสีและประเมินความปลอดภัยทางรังสีโดยรอบสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีและมีการจัดทำบันทึกผลการสำรวจและประเมิน โดยที่สถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีต้องสามารถลดอัตราการแผ่รังสีให้อยู่ในระดับปลอดภัย โดยกำหนดให้มีปริมาณรังสี ดังนี้

- บริเวณที่มีผลกระทบถึงประชาชนต้องมีปริมาณรังสีไม่เกินสัปดาห์ละ 20 ไมโครซีเวิร์ต (μSv)
- บริเวณปฏิบัติงานทางรังสีต้องมีปริมาณรังสีไม่เกินสัปดาห์ละ 400 ไมโครซีเวิร์ต (μSv)

การตรวจสอบสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมจะมี 2 ลักษณะ คือ

(1) กรณีถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสี โดยมีข้อมูลการตรวจสอบ ดังนี้

(1.1) มีการจัดแบ่งพื้นที่ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง เหมาะสม สามารถจำกัดการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนทั่วไปได้ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัย เช่น การใช้พื้นที่โดยรอบห้องฉายรังสี

(1.2) ความมั่นคงแข็งแรงของประตูห้องฉายรังสี สามารถกำบังรังสีกระเจิง (Scattered Radiation) ได้ สามารถเปิดปิดได้จากด้านในและด้านนอก

(1.3) สัญลักษณ์ทางรังสี ที่หน้าประตูห้องฉายรังสี

(1.4) ปริมาณรังสี โดยสุ่มตรวจวัดระดับรังสีโดยรอบสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องเอกซเรย์และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม FM-NRI-RG-1.06 โดยเมื่อประเมินระดับรังสีที่ตรวจวัดได้แล้ว ต้องมีค่าปริมาณรังสีไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการตรวจประเมินสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี ดังนี้

(1.4.1) ตั้งค่าพารามิเตอร์ เพื่อเตรียมการฉายรังสี ดังนี้

– สำหรับเครื่องเอกซเรย์ที่ปรับตั้งค่าการฉายรังสีได้ ให้ตั้งค่าการฉายรังสีที่กำลัง (kV) สูงสุดที่เคยมีการใช้งาน (หากไม่สามารถทำได้ ให้ตั้งค่ากำลัง (kV) ที่มีการใช้งานปกติ) บันทึกค่าพารามิเตอร์ที่ได้ตั้งไว้

– สำหรับเครื่องเอกซเรย์ที่มีการปรับการฉายรังสีแบบอัตโนมัติ ให้เลือกถ่ายภาพตัวอย่างชิ้นงานที่มีความหนาแน่นสูงหรือมีขนาดหนามากๆ บันทึกค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ถ่ายภาพตัวอย่างชิ้นงานไว้

(1.4.2) สอบถามอัตราการถ่ายภาพรังสี (Workload) เป็นระยะเวลาถ่ายภาพรังสีจริงตลอดระยะเวลาปฏิบัติงานใน 1 สัปดาห์ บันทึกค่าที่ตรวจวัดได้ เช่น ถ่ายภาพรังสี 3 ชั่วโมงต่อวัน ปฏิบัติงาน 5 วันต่อสัปดาห์ ดังนั้น อัตราการถ่ายภาพรังสี = (3 ชั่วโมงต่อวัน) x (5 วันต่อสัปดาห์) = 15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

(1.4.3) ตรวจวัดระดับรังสีพื้นหลัง (Background radiation) บันทึกค่าที่ตรวจวัดได้

(1.4.4) ตรวจวัดระดับรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ โดยรอบห้องฉายรังสี รวมทั้งห้องชั้นบนและชั้นล่าง โดยทำการฉายรังสีตามพารามิเตอร์ที่ตั้งไว้ ทำการตรวจวัดที่ระยะประชิดผนังห้องฉายรังสี ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้น บันทึกค่าที่ตรวจวัดได้ โดยมีบริเวณที่ควรทำการตรวจวัด ดังนี้

– บริเวณปฏิบัติงานทางรังสี ได้แก่ บริเวณควบคุมเครื่อง และบริเวณอื่นที่กำหนดให้เป็นพื้นที่ควบคุม

– บริเวณที่มีผลกระทบกับประชาชนทั่วไป ได้แก่ บริเวณโดยรอบห้องฉายรังสี โดยเริ่มตรวจวัดจากหน้าประตูห้องฉายรังสี และวนตามเข็มนาฬิกาโดยรอบห้อง

(1.4.5) ประเมินผลการได้รับปริมาณรังสี จากค่าระดับรังสีที่ตรวจวัดได้ (IDR) โดยใช้สูตรดังนี้

ปริมาณรังสีที่ได้รับใน 1 สัปดาห์ = IDR (μSv/h) x Workload (h/w) x T x U

หมายเหตุ 1. กำหนดให้สัดส่วนการรับรังสีของผนังแต่ละด้าน (Use factor, U) เท่ากับ 1 [ANSI N543, 1974]

2. กำหนดให้สัดส่วนการใช้พื้นที่ (Occupancy factor, T) [ANSI N543, 1974] ดังนี้

ค่าสัดส่วนการใช้พื้นที่ (T)	พื้นที่
1	บริเวณควบคุมเครื่อง และ บริเวณที่มีบุคคลนั่งทำงานประจำ
1/4 หรือ 0.25	โดยรอบห้องฉายรังสี และ บริเวณหน้าประตู

ตัวอย่าง การประเมินปริมาณรังสีที่ได้รับจากค่าระดับรังสีที่ตรวจวัด

ทำการตรวจวัดระดับรังสีบริเวณพื้นที่ควบคุมเครื่องของห้องถ่ายภาพทางรังสีมีค่า 0.4 μSv/h บริเวณผนังห้องฉายรังสีฝั่งถนนมีค่า 0.2 μSv/h เมื่อเครื่องกำเนิดรังสีทำงานที่กำลังสูงสุด 240 kV และใช้กระแสสูงสุด 4 mA และตั้งค่าการฉายรังสีที่ 240 mA.s และมีอัตราการถ่ายภาพรังสี 12.5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (1.5 นาทีต่อตัวอย่าง จำนวน 100 ตัวอย่างต่อวัน ทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์) ซึ่งผลการตรวจวัดดังกล่าวสามารถประเมินความปลอดภัยทางรังสีได้ดังนี้

วิธีการประเมิน

- ประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ ณ ตำแหน่ง ควบคุมเครื่อง

ปริมาณรังสีที่ได้รับใน 1 สัปดาห์ = IDR (μSv/h) x Workload (h/w) x T x U
= (0.4 μSv/h) x (15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) x 1 x 1
= 5.0 μSv/w ซึ่งไม่เกินเกณฑ์สำหรับผู้ปฏิบัติงาน คือ 400 μSv/w

หมายเหตุ: เนื่องจากเป็นพื้นที่ควบคุมเครื่องเป็นพื้นที่ที่มีผู้ปฏิบัติงานอยู่ประจำ ดังนั้น T = 1 และเนื่องจากผนังทุกด้านเป็นผนังทุติยภูมิ (ลำรังสีมีทิศทางลงพื้น) ดังนั้น U = 1

- ประเมินปริมาณรังสีที่ประชาชนทั่วไปได้รับ ณ ตำแหน่ง ผนังห้องฉายรังสีฝั่งถนน

ปริมาณรังสีที่ได้รับใน 1 สัปดาห์ = IDR (μSv/h) x Workload (h/w) x T x U
= (0.2 μSv/h) x (12.5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) x 0.25 x 1
= 0.625 μSv/w ซึ่งไม่เกินเกณฑ์สำหรับประชาชน คือ 20 μSv/w

หมายเหตุ: เนื่องจากเป็นพื้นที่ควบคุมเครื่องเป็นพื้นที่ที่มีผู้ปฏิบัติงานอยู่ประจำ ดังนั้น T = 0.25 และเนื่องจากผนังทุกด้านเป็นผนังทุติยภูมิ (ลำรังสีมีทิศทางลงพื้น) ดังนั้น U = 1

(2) กรณีถ่ายภาพรังสีภาคสนาม โดยมีข้อมูลการตรวจสอบ ดังนี้

(2.1) สอบถามมาตรการด้านความปลอดภัยต่างๆ ของทุกขั้นตอนการปฏิบัติงานภาคสนาม และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม FM-NRI-RG-1.06 โดยต้องมีมาตรการด้านความปลอดภัยต่างๆ ที่เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานสากล

(1.2.1) ขั้นตอน ก่อนทำการถ่ายภาพรังสี ควรมีการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเอกซเรย์ อุปกรณ์ป้องกันรังสี อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานถ่ายภาพรังสีภาคสนาม การกั้นขอบเขตการถ่ายภาพรังสี อุปกรณ์ที่ใช้กั้น ระยะที่กั้น ระดับรังสีที่ใช้ในการกั้นขอบเขต มีการตรวจตราสม่ำเสมอ

(1.2.2) ขั้นตอน ระหว่างถ่ายภาพรังสี ควรมีการตรวจวัดระดับรังสีโดยรอบขอบเขตการปฏิบัติงานเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งถ่ายภาพรังสี บริเวณควบคุมเครื่อง และการติด OSL ของผู้ปฏิบัติงาน

(1.2.3) ขั้นตอน หลังถ่ายภาพรังสี ควรมีการบันทึกผลการได้รับรังสีจาก Active pocket dosimeter หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน ตรวจสอบตำแหน่ง switch-off ของเครื่องเอกซเรย์ ก่อนเข้าไปในพื้นที่เพื่อเก็บเครื่อง

(5) ตรวจพิสูจน์แผนป้องกันป้องกันอันตรายจากรังสี

(5.1) ตรวจสอบว่าหน่วยงานได้ปฏิบัติตามแผนการป้องกันอันตรายจากรังสีประจำหน่วยงานอย่างเคร่งครัด

(5.2) ตรวจสอบว่าหน่วยงานมีการทบทวนและตรวจสอบมาตรการด้านความปลอดภัยทางรังสี เพื่อปรับให้เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน และสอดคล้องกับกฎหมาย

(5.3) ตรวจสอบและประเมินแผนการสำรวจรังสีและการบันทึกผล เช่น การบันทึกผลการตรวจวัดรังสี การจัดทำบัญชีรายการเครื่องกำเนิดรังสี

(5.4) ตรวจสอบการฝึกอบรมหลักการถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic testing level 1, RT 1) และอบรมหลักการป้องกันอันตรายจากรังสี

(5.5) ตรวจสอบและประเมินบันทึกการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ไปใช้งานนอกสถานที่ (กรณีใช้งานภาคสนาม)

(5.6) ตรวจสอบและประเมินรายงานผลการตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสีจากหน่วยงานที่ ปส. ให้การรับรอง

(5.7) ตรวจสอบและประเมินบันทึกรายงานการเกิดอุบัติการณ์/อุบัติเหตุทางรังสีและการสืบสวนหาสาเหตุ (ถ้ามี)

4.3 สรุปผลการตรวจสอบ โดยระบุสิ่งที่ตรวจพบ สิ่งที่ไม่เป็นไปตามกฎหมายกำหนด และข้อแนะนำ/ข้อพึงปฏิบัติ และให้ผู้นำตรวจลงลายมือชื่อเพื่อเป็นการรับทราบผลการตรวจร่วมกันทั้งสองฝ่าย

5. เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการตรวจสอบ

5.1 เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter) ชนิดไอออไนเซชั่นแชมเบอร์ (Ionization Chamber) ที่ผ่านการสอบเทียบมาตรฐาน และมีรหัสในระบบจัดเครื่องมือกลุ่มตรวจสอบความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสี คือ **DIC** (Digital Ionization Chamber) เช่น

(1) Ludlum Model: 9DP

(2) Fluke Model: 990S

(3) RTI Survey Meter Model: RTI

(4) Victoreen Model: 451B-DE-SI-RYR

โดยสามารถวัดได้อยู่ในช่วง 1 uSv/h ถึง 10 mSv/h [ARPANSA, 2018] และสามารถวัดแบบ Peak dose และ Integrated dose ได้

5.2 อุปกรณ์วัดรังสีประจำตัวบุคคล เช่น OSL หรือ Active pocket dosimeter (กรณียังไม่มี OSL)

5.3 อุปกรณ์ป้องกันประจำตัว เช่น อุปกรณ์ Safety ได้แก่ รองเท้า หมวก แว่นตา

5.4 อุปกรณ์ถ่ายภาพการตรวจสอบ เช่น กล้องถ่ายรูป

6. เกณฑ์การประเมินและสรุปผลการตรวจ

6.1 ขีดจำกัดปริมาณรังสี

6.1.1 ขีดจำกัดการได้รับรังสี (Dose limit) สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ปริมาณรังสียังผลต้องไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยเฉลี่ยในช่วง 5 ปีติดต่อกัน ทั้งนี้ในแต่ละปีจะรับรังสีได้ไม่เกิน 50 มิลลิซีเวิร์ต และตลอดช่วง 5 ปีติดต่อกันนั้นจะต้องได้รับรังสีไม่เกิน 100 มิลลิซีเวิร์ต ทั้งนี้ผลการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงาน (ผล OSL) ต้องมีค่าไม่เกิน 4000 ไมโครซีเวิร์ตต่อเดือน

6.1.2 พื้นที่สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี กำหนดขีดจำกัดการได้รับรังสีของบุคคลในพื้นที่นี้ ต้องไม่เกิน 400 ไมโครซีเวิร์ตต่อสัปดาห์ และพื้นที่ทั่วไปสำหรับประชาชนหรือญาติผู้ป่วย ต้องไม่เกิน 20 ไมโครซีเวิร์ตต่อสัปดาห์

6.1.3 ระดับรังสีที่ขอบเขตที่กั้นบริเวณรังสีสำหรับการใช้งานภาคสนาม ให้เป็นไปตามคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ว่าด้วย วิธีการในการติดตั้งเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2554 โดยต้องมีค่าไม่เกิน 25 uSv/h

6.2 เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบ

รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบ
1. การตรวจสอบข้อมูลการอนุญาตฯ เบื้องต้น (Information identification)	
1.1 ใบอนุญาต	– มีใบอนุญาตถูกต้องและยังไม่สิ้นอายุ
1.2 สถานะมีไว้ครอบครองหรือใช้	– สถานะของการมีไว้ครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสีถูกต้อง ตามที่ระบุใบอนุญาต สอดคล้องกับที่มีอยู่จริง เช่น ไม่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเครื่องกำเนิดรังสี
1.3 รายละเอียดข้อมูลในใบอนุญาตฯ	– รายละเอียดในใบอนุญาตถูกต้อง เช่น ประเภทของใบอนุญาต ชนิดของเครื่องเอกซเรย์ ผู้ผลิต รุ่น หมายเลข กำลังสูงสุด การใช้ประโยชน์ ถูกต้องสอดคล้องกับที่มีอยู่จริง
1.4 บัญชีรายชื่อเครื่องกำเนิดรังสีเทียบกับใบอนุญาต	– มีรายการเครื่องกำเนิดรังสีครบถ้วนถูกต้องตามที่ระบุใบอนุญาต และสอดคล้องกับที่มีอยู่จริง
2. เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี	
คุณสมบัติ RSO ประจำหน่วยงาน	– ได้รับใบอนุญาตเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีระดับกลาง ประเภทเครื่องกำเนิด หรือประเภทวัสดุกัมมันตรังสีและเครื่องกำเนิดรังสี เป็นอย่างน้อย และใบอนุญาตยังไม่สิ้นอายุ – การมีตัวตนของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี – การปฏิบัติงานประจำ ณ สถานที่ทำการ – พร้อมปฏิบัติหน้าที่เมื่อเรียกหา
3. เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้	
3.1 เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter)	– มีเครื่องสำรวจรังสีที่ผ่านการสอบเทียบมาตรฐาน โดยต้องไม่เกิน 1 ปี ณ วันที่ตรวจสอบ – เครื่องสำรวจรังสีอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้
3.2 อุปกรณ์บันทึกรังสีประจำบุคคล	OSL

รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบ
สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี เช่น OSL, Active pocket dosimeter	– มี OSL เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงานทุกคน โดยเป็น OSL จากหน่วยงานที่ ปส. ให้การรับรอง คือ กรมวิทย์ฯ และ สทน. – กำหนดอ่านผลทุก 3 เดือนและมีผลการได้รับรังสีอยู่ในเกณฑ์ตามที่กฎหมายกำหนด – มีบันทึกประวัติการได้รับรังสีย้อนหลังอย่างน้อย 5 ปี <u>Active pocket dosimeter</u> – มี Active pocket dosimeter เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงานทุกคนที่ปฏิบัติงานภาคสนาม – Active pocket dosimeter ผ่านการสอบเทียบมาตรฐาน โดยต้องไม่เกิน 1 ปี ณ วันที่ตรวจสอบ
3.3 เครื่องหมายสัญลักษณ์ทางรังสี	– มีสัญลักษณ์ทางรังสีถูกต้อง – ติดตั้งในบริเวณรังสีและมองเห็นได้ชัดเจน เช่น หน้าประตูห้องฉายรังสี หรือโดยรอบขอบเขตพื้นที่กั้นปฏิบัติงานรังสีภาคสนาม
3.4 ไฟหรือสัญญาณเสียงแสดงสถานะการฉายรังสี	– มีไฟแสดงสถานะการใช้งานรังสีเหมาะสม และทำงานปกติ เช่น ไฟติดสีแดง ขณะฉายรังสี กรณีถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสี และ ถ่ายภาพรังสีภาคสนาม
4. สถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องฯ	
4.1 ตรวจสอบสภาพเครื่องเอกซเรย์และอุปกรณ์ประกอบ	– เครื่องเอกซเรย์มีข้อมูลถูกต้องตามที่ปรากฏในใบอนุญาต – เครื่องเอกซเรย์ที่มีการใช้งาน ต้องมีสภาพใช้งานได้ ไม่มีการชำรุด และจัดเก็บในห้องที่มีกุญแจล็อก ไม่มีวัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ – สัญญาณบ่งชี้ต่างๆ ที่แสดงบนแผงควบคุม เช่น การแสดงค่า kV mA เวลา สัญญาณไฟเตือนการฉายรังสี – มีการล็อกกุญแจเพื่อควบคุมการใช้งานเครื่อง – สภาพสายเคเบิลที่ใช้งาน ต้องมีสภาพใช้งานได้ ไม่มีการชำรุด
4.2 ตรวจสอบและประเมินสถานที่ติดตั้งหรือใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี	
(1) กรณีถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสี	– มีการจัดแบ่งพื้นที่ควบคุม พื้นที่ตรวจตรา – ประตู ต้องมั่นคงแข็งแรง เปิดปิดได้ทั้งด้านนอกและด้านใน และมีระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ เช่น Interlock ไฟแสดงสถานะการฉายรังสี ปุ่มกดฉุกเฉินเพื่อหยุดการฉายรังสี (Emergency stop switch) ทำงานปกติ – มีสัญลักษณ์ทางรังสีที่ถูกต้อง บริเวณหน้าห้องฉายและบริเวณโดยรอบห้องฉายรังสี – ผลการประเมินปริมาณรังสีที่ได้รับจากค่าการตรวจวัดระดับรังสีโดยรอบห้องต้องไม่เกินขีดจำกัดการได้รับรังสี คือ ไม่เกิน 400 μSv/w สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี และ ไม่เกิน 20 μSv/w สำหรับประชาชนทั่วไป – หน่วยงานมีการตรวจวัดและบันทึกผลการตรวจวัดระดับรังสีเป็นประจำอย่างน้อย

รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบ
	ทุก 3 เดือน โดยมีข้อมูลที่ควรบันทึก เช่น วันที่ตรวจวัด เครื่องที่ใช้ตรวจวัด ค่าที่วัดได้ ค่าระดับรังสีพื้นหลัง บริเวณที่ตรวจวัด เกณฑ์การประเมินผลการตรวจวัด (ใช้เกณฑ์ 400 μSv/w สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี และ 20 μSv/w สำหรับประชาชนทั่วไป) เป็นต้น – กรณีที่ลักษณะทางกายภาพของห้องฉายรังสีและปัจจัยต่างๆ โดยรอบห้องฉายรังสีมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่ได้รับอนุญาต การประเมินผลการตรวจวัดระดับรังสีต้องมีค่าไม่เกิน 400 μSv/w สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี และ ไม่เกิน 20 μSv/w สำหรับประชาชนทั่วไป
(2) กรณีถ่ายภาพรังสีภาคสนาม	– มีมาตรการความปลอดภัยทางรังสีเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตั้งแต่ขั้นตอนก่อนถ่ายภาพรังสี ขณะถ่ายภาพรังสี และหลังถ่ายภาพรังสี <u>ก่อนถ่ายภาพรังสี</u> – มีบันทึก หรือ Checklist การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเอกซเรย์ อุปกรณ์ป้องกันรังสี อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานภาคสนาม – มีการกั้นขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานทางรังสี โดยใช้อุปกรณ์ทางกายภาพ เช่น กรวย เทปกั้นพื้นที่ ป้ายสัญลักษณ์ทางรังสี ป้ายห้ามเข้า สัญญาณเสียงเตือนขณะฉายรังสี (สัญญาณ siren โทรโข่ง) ไฟสัญญาณเตือน เป็นต้น – มีการกั้นขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานที่ระดับรังสีไม่เกิน 25 μSv/h – มีมาตรการที่ช่วยลดระดับรังสีไม่ให้เกินกว่า 25 μSv/h กรณีที่ระยะกั้นขอบเขตแคบเกินไป เช่น ใช้อุปกรณ์กำบังรังสีเพิ่มเติม – สายเคเบิลที่ใช้งานภาคสนามควรยาวอย่างน้อย 20 เมตร สำหรับเครื่องเอกซเรย์กำลัง 300 kV ขึ้นไป และควรใช้สายเคเบิลที่ยาวขึ้นหากเครื่องเอกซเรย์มีกำลังสูงขึ้น <u>ขณะถ่ายภาพรังสี</u> – มีการตรวจวัดและบันทึกผลการตรวจวัดระดับรังสีทุกครั้งที่ปฏิบัติงานภาคสนาม – ตรวจวัดในบริเวณควบคุมเครื่องเอกซเรย์และโดยรอบขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานทางรังสี – ข้อมูลที่ควรบันทึก เช่น วันที่ตรวจวัด เครื่องที่ใช้ตรวจวัด ค่าที่วัดได้ ค่าระดับรังสีพื้นหลัง บริเวณที่ตรวจวัด เกณฑ์การประเมินผลการตรวจวัด (ใช้เกณฑ์ 25 μSv/h ในการกั้นขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงาน) เป็นต้น <u>หลังถ่ายภาพรังสี</u> – หากมีการใช้ Active pocket dosimeter ต้องมีบันทึกผลค่าปริมาณรังสีที่ได้รับในการปฏิบัติงานภาคสนามด้วย – มีมาตรการก่อนที่จะเข้าพื้นที่เพื่อเก็บหรือเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ เช่น มีการตรวจสอบตำแหน่งการฉายเป็น switched-off แล้ว

รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบ
	– มีการประเมินการปฏิบัติงานภาคสนามว่าสอดคล้องกับ WI ของหน่วยงาน
5. แผนป้องกันป้องกันอันตรายจากรังสี	
5.1 ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ปฏิบัติงานอย่างถูกต้อง สอดคล้องตามแผนการป้องกันอันตรายจากรังสีหรือระเบียบปฏิบัติ	– สังเกตุการณ์ สอบถาม การปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน สอดคล้องตาม แผนการป้องกันอันตรายจากรังสี
5.2 มีการทบทวนและตรวจสอบมาตรการด้านความปลอดภัยทางรังสีเพื่อปรับให้เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน และสอดคล้องกับกฎหมาย	– มาตรการหรือแผนฯ สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง – มีการอัพเดทหรือทบทวนแผนให้สอดคล้องกับกฎหมาย หรือ เมื่อมีกฎหมายประกาศใช้ใหม่
5.3 การจัดทำบัญชีรายการเครื่องกำเนิดรังสี	– มีการจัดทำบัญชีรายการเครื่องกำเนิดรังสีของหน่วยงาน และมีข้อมูลสอดคล้องกับความเป็นจริงและเป็นปัจจุบัน (Updated) – บัญชีรายการเครื่องฯ มีข้อมูลครบถ้วน เช่น ชนิดเครื่องกำเนิดรังสี ผู้ผลิต รุ่น หมายเลขเครื่อง กำลังสูงสุด สถานที่ติดตั้งใช้งาน สถานะการใช้งาน และมีภาพประกอบที่สามารถระบุคุณลักษณะเครื่องกำเนิดรังสีได้
5.4 การฝึกอบรมหลักการป้องกันอันตรายจากรังสี	– มีการฝึกอบรมหลักการป้องกันอันตรายจากรังสี และมีเอกสารหลักฐานการฝึกอบรม เช่น ลายมือชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม ภาพถ่ายการฝึกอบรม ผลการประเมินการฝึกอบรม เป็นต้น
5.5 มีบันทึกการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ไปใช้งานนอกสถานที่ (กรณีใช้งานภาคสนาม)	– มีบันทึกการเคลื่อนย้ายหรือการเบิกจ่ายเครื่องเอกซเรย์ไปใช้งานภาคสนามทุกครั้ง – ข้อมูลที่ควรบันทึก เช่น วันที่ตรวจเคลื่อนย้ายไปใช้งาน เครื่องเอกซเรย์ที่ย้ายไปใช้งาน สถานที่ใช้งานชั่วคราว วันที่คาดว่าจะนำเครื่องเอกซเรย์กลับเข้าที่เก็บ ชื่อผู้เบิกจ่ายเครื่องเอกซเรย์ หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ เป็นต้น
5.6 มีรายงานผลการตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสีจากหน่วยงานที่ ปส. ให้การรับรอง	– มีบันทึกการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของเครื่องกำเนิดรังสีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เป็นประจำทุก 2 ปี – มีการตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องเอกซเรย์ (หากมี)
5.7 มีบันทึกรายงานการเกิดอุบัติการณ์/อุบัติเหตุทางรังสีและการสืบสวนหาสาเหตุ	– มีบันทึกรายงานการเกิดเหตุเกิดอุบัติการณ์/อุบัติเหตุทางรังสี (หากมี) – ข้อมูลที่ควรบันทึก เช่น วันที่เกิดเหตุ สาเหตุที่เกิด ชื่อผู้ได้รับผลกระทบ ปริมาณรังสีที่ได้รับ การแก้ไขที่ได้ดำเนินการแล้ว และแนวทางป้องกันในอนาคต เป็นต้น

6.3 เกณฑ์การจัดระดับความสำคัญและการติดตาม

ผู้จัดทำ	ผู้ทบทวน	ผู้อนุมัติ
นางสาวจุไรรัตน์ อุตส่าห์ดี	นายรุ่งธรรม ทาคำ	นายพิสิฎฐ์ สุนทราภัย

กรณี		ระดับความสำคัญ	ปรับปรุงแก้ไข	การติดตาม
RSO	RSO มีคุณสมบัติไม่ถูกต้อง สอดคล้องตามกำหนด	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	ไม่มี RSO ประจำหน่วยงาน	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	เจ้าหน้าที่ RSO ขาดต่ออายุใบอนุญาต	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
Safety	ไม่มี OSL / ไม่เพียงพอต่อผู้ปฏิบัติงานทางรังสี	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	ระยะเวลาในการอ่านผลไม่สอดคล้องกับประเภทเครื่องกำเนิดรังสี	น้อย	-	ในรอบการตรวจครั้งต่อไป
	ชื่อเจ้าของ OSL ไม่ตรงกับผู้ใช้จริง	น้อย	-	ในรอบการตรวจครั้งต่อไป
	ผลการได้รับรังสีสูงกว่าขีดจำกัดปริมาณรังสี	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	ผลการได้รับรังสีสูงผิดปกติ	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	ระดับรังสีสถานที่ติดตั้งใช้งานสูงเกินเกณฑ์กฎหมายกำหนด	มากที่สุด	โดยด่วน	7 วัน
	ไม่มีเครื่องสำรวจรังสี/ชำรุด (กรณีมีเครื่องเดียว)	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	เครื่องสำรวจรังสีสิ้นอายุการสอบเทียบ	น้อย	-	90 วัน
	คู่มือและมาตรการไม่ได้รับการปรับปรุง	น้อย	-	ในรอบการตรวจครั้งต่อไป
	ไม่มีคู่มือป้องกันอันตรายจากรังสี	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	สัญญาณไฟแสดงสถานะการฉายรังสี	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	Area monitor ไม่สามารถใช้งานได้	มาก	โดยเร็ว	60 วัน
	สัญลักษณ์เตือนทางรังสี	น้อย	-	ในรอบการตรวจครั้งต่อไป
ใบอนุญาต	มีไว้ในครอบครองโดยไม่ได้รับอนุญาต/ขาดต่อใบอนุญาต	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	รายละเอียดนิติบุคคลเปลี่ยน	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	โอนใบอนุญาต	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	เปลี่ยนแปลงแก้ไขสถานที่ติดตั้ง/เก็บรักษา/ใช้	มากที่สุด	โดยด่วน	30 วัน
	เปลี่ยนแปลงแก้ไขสถานที่ทำการ	มาก	โดยเร็ว	60 วัน

7. การดำเนินการหลังการตรวจสอบ

7.1 จัดทำรายงานการแจ้งผลการตรวจสอบอย่างเป็นทางการ เสนอตามลำดับขั้น เมื่อดำเนินการตรวจสอบหน่วยงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องรีบดำเนินการแจ้งผลการตรวจสอบอย่างเป็นทางการให้หน่วยงานทราบ ทั้งนี้ระยะเวลาในการดำเนินการแจ้งผลการตรวจสอบต้องไม่เกิน 45 วัน หลังจากดำเนินการตรวจสอบแล้วเสร็จ โดยรายงานผลควรมีรายละเอียด ดังนี้

- ชื่อสถานประกอบการ ชื่อผู้ตรวจสอบ ชื่อผู้นำตรวจ วันที่ตรวจสอบ
- จำนวนและความถูกต้องของเครื่องเอกซเรย์ที่ตรวจสอบเทียบกับใบอนุญาต
- สิ่งที่ตรวจพบและเป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัย เช่น ผลการได้รับรังสี, คุณสมบัติ RSO, ผลการสอบเทียบเครื่องสำรวจรังสี, ผลการตรวจวัดรังสี, บันทึกการเคลื่อนย้ายเครื่องกำเนิดรังสี (กรณีใช้งานภาคสนาม), บันทึกการตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อนำไปใช้งานภาคสนาม, การฝึกอบรมของผู้ปฏิบัติงาน, การบำรุงรักษาเครื่องเอกซเรย์และอุปกรณ์ประกอบ
- ลักษณะการใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี เช่น ใช้งานในห้องฉายรังสี และ ใช้งานภาคสนาม
- สิ่งที่ตรวจพบและไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมาย
- ข้อแนะนำ/ข้อปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)

7.2 ติดตามการปรับปรุงแก้ไขดำเนินการเพิ่มเติมตามเวลาที่กำหนด (ถ้ามี)

7.3 ดำเนินการบังคับให้เป็นไปตามกฎหมายโดยส่งเรื่องให้กองอนุญาตทางนิวเคลียร์และรังสี (กอญ.) และกลุ่มกฎหมายและสนธิสัญญา (กกม.) ดำเนินการต่อไป (ถ้ามี)

8. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

8.1 พระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 และที่แก้ไขเพิ่มเติมในพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2561

8.2 กฎกระทรวงความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ. 2561

8.3 กฎกระทรวงกำหนดการแบ่งระดับ การกำหนดคุณสมบัติ และการอนุญาตเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ. 2563

8.4 กฎกระทรวงกฎกระทรวง กำหนดศักยภาพทางเทคนิคของผู้ขอรับใบอนุญาตเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2564

8.5 กฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู พ.ศ. 2550

8.6 ระเบียบคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ว่าด้วย วิธีการในการติดตั้งเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2554

8.7 ระเบียบคณะกรรมการพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ ว่าด้วยความรับผิดชอบและสมรรถนะของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ. 2564

9. ข้อแนะนำเพิ่มเติม

9.1 ความถี่การตรวจสอบ

การกำหนดความถี่ในการตรวจสอบต้องพิจารณาชนิดของรังสี ความแรงรังสี ลักษณะการใช้งานที่มีความเสี่ยง/โอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีสูงหรือเปรอะเปื้อนทางรังสีสูง รวมไปถึงสถานประกอบการที่ไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในกฎหมาย

เครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม จัดเป็นเครื่องกำเนิดรังสีประเภทที่ 2 ตามกฎกระทรวงการอนุญาตเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2564 โดยทั่วไปเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้งานถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมจะมีความต่างศักย์อยู่ในช่วง 100 – 400 kV มีระดับรังสีที่ระยะ 1 เมตร (Output) จากเป้า (Target) สูงถึง 4 Sv/h (สำหรับเครื่องเอกซเรย์ความต่างศักย์ 250 kV 4 mA) และบางเครื่องมีความต่างศักย์สูงถึง 450 kV ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมมีปริมาณรังสีที่ค่อนข้างสูงและมีลักษณะการใช้งานแบบถ่ายภาพรังสีในพื้นที่ปิด (ใช้งานในห้องฉายรังสี) และถ่ายภาพรังสีในพื้นที่เปิด (ใช้งานภาคสนาม) จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้รับรังสีสูงได้ ดังนั้น สถานประกอบการที่มีการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม จึงควรได้รับการตรวจสอบทุก 1-2 ปี [Tecdoc 1526, 2007] ทั้งนี้เพื่อควบคุมให้มีการใช้งานอย่างปลอดภัยและป้องกันการเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสีได้

9.2 แนวปฏิบัติการตรวจสอบครั้งแรกเพื่อพิจารณาออกใบอนุญาต

สำหรับสถานประกอบการที่ยื่นขออนุญาตใช้งานเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีในห้องที่มีลักษณะปิด (Shielded enclosure) หรือห้องฉายรังสี เป็นครั้งแรก ควรได้รับการตรวจสอบและประเมินการป้องกันรังสีและระบบความปลอดภัยของห้องฉายรังสีจาก ปส. ก่อนที่จะพิจารณาออกใบอนุญาต เนื่องจากเป็นการฉายรังสีในพื้นที่จำกัดและเครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมมีระดับรังสีที่ระยะ 1 เมตร (Output) สูง ดังนั้นห้องฉายรังสีที่มีการก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้งานทางรังสี ต้องสามารถป้องกันระดับรังสีให้มีความปลอดภัยทางรังสี โดยผนังโดยรอบห้องฉายรังสีรวมทั้งพื้นและเพดาน ต้องมีความหนาที่เพียงพอและเหมาะสม และสิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมคือ กรณีที่ห้องฉายรังสีมีเพดานบาง จะทำให้เกิดรังสีกระเจิงในอากาศ (Skyshine radiation) ซึ่งจะมีผลกระทบกับประชาชนทั่วไปหากไม่มีการจัดแบ่งพื้นที่ในการปฏิบัติงานทางรังสีอย่างเหมาะสม ดังนั้นเพื่อให้การกำกับดูแลมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ประชาชนทั่วไป จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบในกรณีที่มีการใช้งานแบบถ่ายภาพรังสีในห้องฉายรังสี (Radiography in shielded enclosure) ก่อนที่จะพิจารณาออกใบอนุญาต

เอกสารอ้างอิง

10.1 กฎกระทรวง ความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ. 2561. (2561, 5 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนที่ 79 ก.

10.2 ระเบียบคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ว่าด้วย วิธีการในการติดตั้งเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2554. (2555, 26 มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 129 ตอนพิเศษ 56 ง.

10.3 ระเบียบคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ว่าด้วย วิธีการจัดเก็บวัสดุพลอยได้ที่ขออนุญาตผลิตมีไว้ในครอบครองหรือใช้ พ.ศ. 2554. (2555, 26 มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 129 ตอนพิเศษ 56 ง.

10.4 International Atomic Energy Agency (IAEA), Specific Safety Guide No.11 (SSG-11). (2011). Radiation Safety in Industrial Radiography. IAEA.

10.5 International Atomic Energy Agency (IAEA), Safety Report Series No.13 (SSG-11). (1999). Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography. IAEA.

10.6 International Atomic Energy Agency (IAEA), Tecdoc-1526. (2007). Inspection of Radiation Sources and Regulatory Enforcement. IAEA.

10.7 Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). (2018). Radiation Protection Series C-4. Code of Radiation Protection Requirements for Industrial Radiography. Commonwealth of Australia.

10.8 Health Canada. (2003). Safety Code 34. Radiation Protection and Safety for Industrial X-ray Equipment. Authority of the Minister of Health.

10.9 Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). (2012). Radiation Safety Guides ST 5.6. Radiation Safety in Industrial Radiography. STUK Finland.

10.10 Federal Authority for Nuclear Regulation (FANR), United Arab Emirates. Regulatory Guide FANR-RG-019. Radiation Safety in Industrial Radiography. https://www.fanr.gov.ae/en/Documents/FANR-RG-019_Radiation_Safety_in_Industrial_Radiography.pdf.

10.11 General Electric Company (GE) Inspection Technologies. (2008). Industrial Radiography Image forming techniques. https://www.bakerhughesds.com/sites/g/files/cozyhq596/files/acquiadam_assets/industrial_radiography_image_forming_techniques_english_4.pdf.

10.12 Atomic Energy Regulatory Board (AERB). (2016). AERB SAFETY CODE NO. AERB/RF-IR/SC-1 (Rev.1). Industrial Radiography. AERB Mumbai, India.

10.13 Charles HELLIER. (2003). Handbook of nondestructive evaluation. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America.

10.14 American National Standard Institute (ANSI). (1974). N543. General Safety Standard for Installations Using Non-Medical X-Ray and Sealed Gamma-Ray Sources, Energies Up to 10 MeV. Washington, DC, USA.