

# การเฝ้าตรวจติดตามความปลอดภัยทางรังสี ในสถานปฏิบัติการผลิตน้ำมันและแก๊ส

เรียบเรียงโดย นิตยา ศุภฤทธิ์

สังกัดส่วนกลาง สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

## 1. บทนำ

การเฝ้าตรวจติดตามรังสีในสถานปฏิบัติการผลิตน้ำมันและแก๊สที่จะกล่าวถึงนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางให้แก่ผู้ปฏิบัติงานและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ดำเนินการเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามผู้กำกับดูแล หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ที่ไปตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสี (Inspectors) ควรทำความเข้าใจแนวทางในการดำเนินการนี้ และอาจสวมตัวอย่างมาตรวจวัดรังสีด้วย เพื่อสร้างระบบการกำกับดูแลที่ดีและครบถ้วนสมบูรณ์ได้

การตรวจวัดรังสีชนิดต่างๆในสถานปฏิบัติการผลิตน้ำมันแก๊ส จะต้องเลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม การหาปริมาณรังสีที่บุคคลจะได้รับนั้น มี 2 ประเภท กล่าวคือ

(1) การได้รับรังสีภายนอกร่างกาย มาจากการแผ่รังสีของวัสดุกัมมันตรังสีชนิดปิดผนึก สารรังสีติดตามหรือสารรังสีแกระอย (Radiotracers) ซึ่งเป็นวัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึก และวัสดุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (NORM : Naturally Occurring Radioactive Material) ที่มีปริมาณมากๆ รวมทั้งเครื่องกำเนิดรังสีที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊ส

(2) การได้รับรังสีภายในร่างกาย อาจได้รับวัสดุกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ หรือการกลืนกินเข้าไปในร่างกาย หรือการสัมผัส โดยวัสดุกัมมันตรังสีนี้ได้แก่สารรังสีติดตาม หรือวัสดุกัมมันตรังสีที่รั่วไหลออกมาจากวัสดุกัมมันตรังสีปิดผนึก รวมทั้ง NORM โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซเรดอนที่มีการสะสมอยู่ใกล้ๆกับท่อทางออกของดินโคลน (sludge) น้ำในกระบวนการผลิต และของเหลวอื่นๆ ที่ได้จากการขุดเจาะ

เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสี (Dose rate meter) ใช้ตรวจประเมินโอกาสการได้รับปริมาณรังสีภายนอกร่างกาย ส่วนเครื่องวัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิว (Surface contamination meter) ใช้ตรวจวัดเพื่อบ่งชี้โอกาสการได้รับปริมาณรังสีภายในร่างกายหากมีสารกัมมันตรังสีกระจายอยู่บนพื้นผิว สำหรับเครื่องวัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีในอากาศ (Airborne contamination meter) และเครื่องเฝ้าตรวจรังสีในแก๊ส (Gas monitors) จะนำไปใช้ตรวจวัดเพื่อประเมินโอกาสการได้รับรังสีภายในร่างกายหากมีสารกัมมันตรังสีกระจายอยู่ในบรรยากาศ

## 2. เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดรังสี

โดยทั่วไปเครื่องมือวัดรังสีที่ใช้ในการเฝ้าตรวจติดตามรังสีในสถานปฏิบัติการมีดังนี้

### 2.1 เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสี (Dose rate meters)

เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสีนี้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หาปริมาณรังสีตกกลืนในอากาศ ซึ่งสามารถเทียบกับการได้รับรังสีภายนอกร่างกายโดยตรง โดยอ่านค่าปริมาณรังสีออกมาเป็นไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ( $\mu\text{Sv/h}$ ) ซึ่งบ่งบอกถึงความปลอดภัยหรืออันตรายในการได้รับรังสีของบุคคลที่อาจอยู่ใกล้ๆกับสถานที่เก็บต้นกำเนิดรังสี บริเวณที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับ (level gauge) หรืออยู่ใกล้ๆสถานที่เก็บสะสมของวัสดุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (NORM) นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องวัดรังสีที่พื้นผิวภายนอกของหีบห่อที่บรรจุสารกัมมันตรังสีเพื่อการขนส่ง ซึ่งอาจจะวัดปริมาณรังสีได้ถึงขนาดมิลลิซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ( $\text{mSv/h}$ )

ในสถานการณ์ที่เกิดอุบัติเหตุทางรังสีและมีการวางแผนกู้ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ถ่ายภาพซึ่งหลุดออกจากภาชนะกำบังรังสี จะต้องใช้เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสีที่สามารถวัดรังสีได้ถึงขนาด  $10 \text{ mSv/h}$  ส่วนกรณีเกิดอุบัติเหตุทางรังสีในระดับรุนแรง ผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับรังสีในปริมาณสูง จึงต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมการกักระยะไกล และต้องใช้เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสีที่สามารถวัดปริมาณรังสีได้หลายๆช่วงระดับ ตั้งแต่อัตราปริมาณรังสีช่วงระดับต่ำๆไปจนถึงช่วงระดับสูงๆ และสามารถวัดได้ถึงขนาด ซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ( $\text{Sv/h}$ )

ในกรณีที่วัดระดับรังสีในบริเวณระดับน้ำทะเลเพื่อหาค่ารังสีพื้นหลัง (background radiation) ซึ่งปกติอยู่ในช่วง  $40\text{-}60 \text{ nSv/h}$  จะต้องใช้เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสีที่มีหัววัดไวต่อรังสีและสามารถวัดปริมาณรังสีแกมมาในระดับต่างๆได้ นอกจากนี้สามารถวัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่มีรอยแตกของวัสดุที่หุ้มวัสดุกัมมันตรังสีชนิดปิดผนึก หรือใช้ตรวจหาต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่สูญหาย หรือใช้เฝ้าตรวจรังสีของพื้นผิวภายนอกของอุปกรณ์ที่เปื้อนดินโคลนและตะกอน ซึ่งมีเรเดียมปนอยู่ดังภาพที่ 1 อย่างไรก็ตามเครื่องวัดรังสีแกมมาชนิดนี้ ไม่สามารถตรวจวัดรังสีของ Pb-210 ที่อยู่ภายในผนังของท่อและอุปกรณ์ต่างๆของโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊สได้ เนื่องจาก Pb-210 ปลดปล่อยรังสีแกมมาพลังงานต่ำ อนุภาคบีตาและแอลฟา และมีการกำบังรังสีจาก

นิวไคลด์ลูกหลานของ Pb-210 รวมทั้งดินโคลนและตะกอนที่ฝังอยู่ภายในผนังของอุปกรณ์หรือท่อ บางครั้งจะต้องนำดินโคลนและตะกอนดังกล่าว มาทำวิเคราะห์หาปริมาณรังสีแกมมาด้วยเครื่องวัดรังสีแกมมา สเปกโตรมิเตอร์ (Gamma Spectrometer) ซึ่งสามารถวิเคราะห์พลังงานของรังสีแกมมาที่แผ่ออกมาได้ด้วย ทำให้สามารถประเมินชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้ เช่น Cs-137 ให้รังสีแกมมาที่พลังงาน  $662 \text{ keV}$  เป็นต้น



ภาพที่ 1 การเฝ้าตรวจติดตามปริมาณรังสีในสถานปฏิบัติงาน  
และเฝ้าตรวจการปนเปื้อนรังสีที่เกิดจาก NORM  
(ภาพจาก Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna (2003))

### เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสี



Dose rate meter

(Source: Steve Sugarman, REAC/TS)

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#doserate>

สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)



new generation of gamma and  
gamma/neutron radiation  
detectors

(ภาพจาก <http://www.laurussystems.com/Radiation-Survey-Meters.htm>  
#Dose Rate Instruments

สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)

### Teletector (Dose rate meter)



มี GM counter tubes 2 หัววัด  
สามารถวัดปริมาณรังสีในช่วง  $10 \mu\text{R/h}$  ถึง  
 $1000 \text{ R/h}$  ( $0.1 \mu\text{Sv/h}$  ถึง  $10 \text{ Sv/h}$ )  
Telescope ทำด้วยสแตนเลส ขยายได้ยาวถึง 4 เมตร

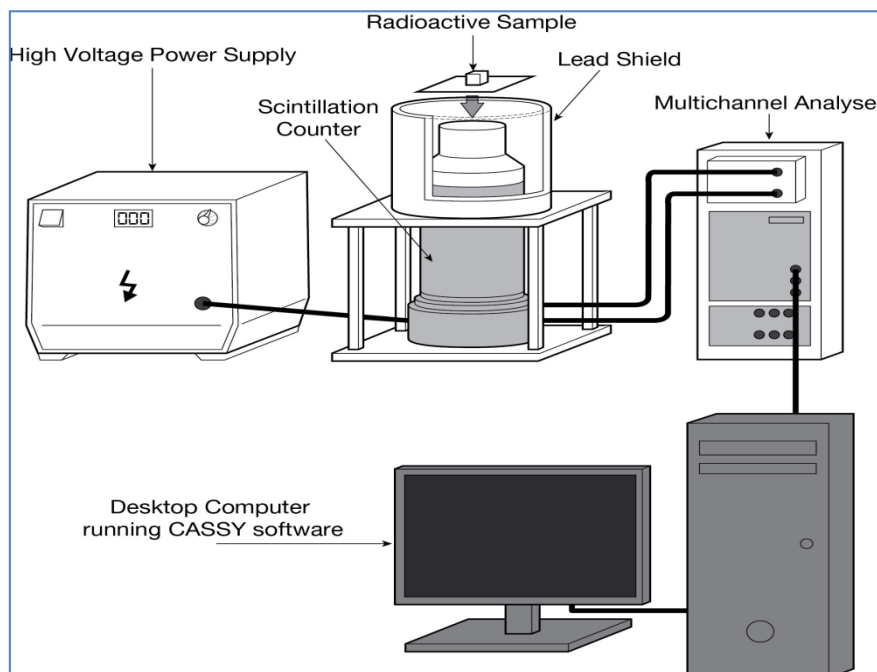
(ภาพจาก <http://www.laurussystems.com/Radiation-Survey-Meters.htm#Dose Rate Instruments>  
และ [http://www.canberra.com/products/hp\\_radioprotection/falcon-5000.asp](http://www.canberra.com/products/hp_radioprotection/falcon-5000.asp) ตามลำดับ  
สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)

### Portable Radionuclide Identifier (RID)



มี หัววัดชนิด High Purity  
Germanium (HPGe) detector

### เครื่องวัดรังสีแกมมา สเปกโตรมิเตอร์ (Gamma Spectrometer)



สำหรับวิเคราะห์หาชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสีและความเข้มข้นกัมมันตภาพ  
(activity concentration) ของตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ (ภาพจาก

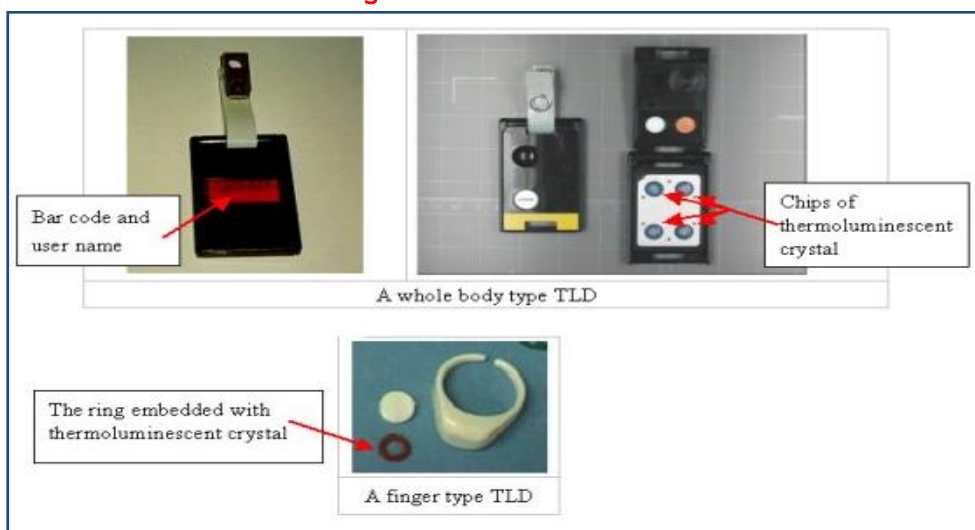
[https://en.wikipedia.org/wiki/Gamma\\_spectroscopy#/media/File:Scintillation\\_counter\\_as\\_a\\_spectrometer.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_spectroscopy#/media/File:Scintillation_counter_as_a_spectrometer.jpg) สืบค้นวันที่ 6 ตุลาคม 2558)

## 2.2 อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีสะสมที่บุคคลได้รับ (Dosimeters)

มีหลายสถานการณ์ ที่ผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับรังสี เช่นในช่วงเวลาที่มีการย้ายวัสดุ กัมมันตรังสีที่ใช้งานชุดเจาะน้ำมันออกจากภาชนะกำบังรังสีไปยังเครื่องมือชุดเจาะ หรือในขณะที่ทำการถ่ายภาพด้วยรังสี ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญด้านการป้องกันรังสีจะต้องคำนวณระยะเวลาที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานตามหลัก ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ด้วย และในระหว่างการปฏิบัติงานกับรังสี จะต้องใช้เครื่องวัดอัตราปริมาณรังสีเพื่อประเมินระยะเวลาที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสี และติดอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลไว้กับเสื้อผ้าที่สวมใส่ โดยทั่วไปจะติดในช่วงคอปกเสื้อถึงเอว

อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีสะสมที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล เป็นการวัดปริมาณรังสีสะสมที่ได้รับทั่วร่างกาย และมีอยู่หลายชนิดได้แก่ มาตรฐานรังสีแบบพกพา (Pocket dosimeter) สามารถอ่านค่าปริมาณรังสีได้ทันที เป็นชนิด **Active Dosimeter** ส่วนอุปกรณ์ Thermoluminescent dosimeter (TLD), Optically Stimulated Luminescence (OSL) และ Film badge ไม่สามารถอ่านค่าปริมาณรังสีได้ทันที เป็นชนิด **Passive Dosimeter** ต้องผ่านกระบวนการอ่านค่าจึงจะทราบปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับ **ผู้ปฏิบัติงานควรใช้อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่อาจได้รับปริมาณรังสีสูงๆ ได้แก่ งานถ่ายภาพด้วยรังสี ควรใช้มาตรฐานรังสีแบบพกพาซึ่งสามารถอ่านค่าปริมาณรังสีได้ทันที และมีเสียงเตือนภัยในกรณีที่มีปริมาณรังสีในบริเวณนั้นสูงกว่าเกณฑ์กำหนด หรืองานอื่นๆที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ควรใช้อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลที่วัดได้ทั้งรังสีแกมมา และรังสีนิวตรอน และในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุทางรังสีจะต้องทำการสืบสวนและดำเนินการแก้ไข** เยียวยา

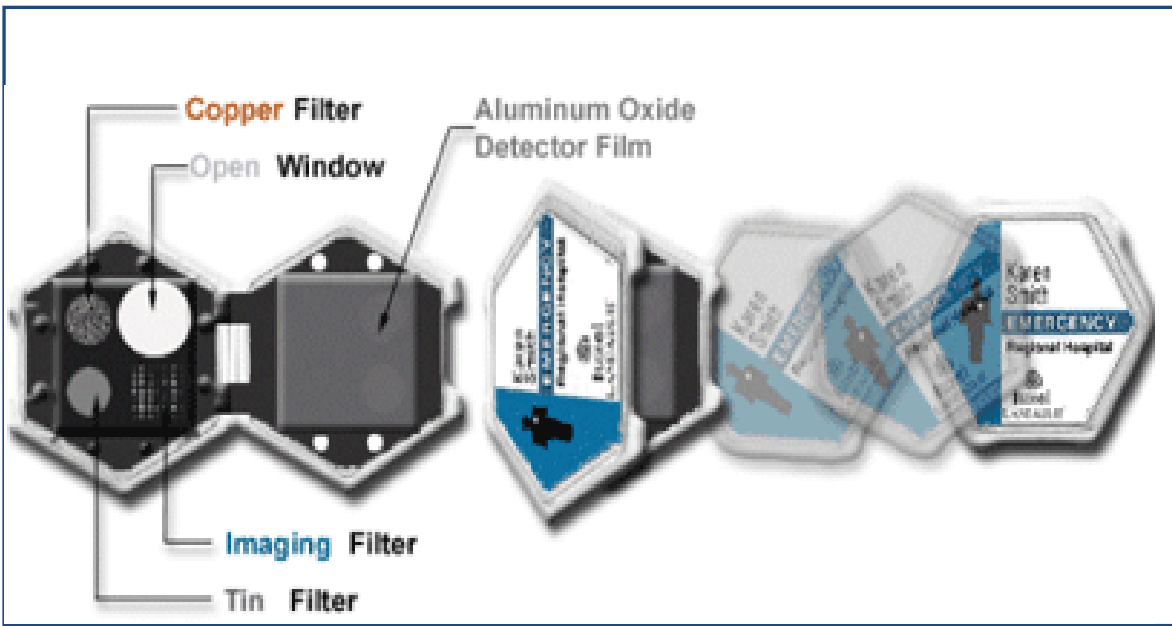
### Non-self reading dosimeters (Passive Dosimeter)



### Thermoluminescent dosimeters (TLDs)

Source: [Hong Kong Observatory](http://www.hko.gov.hk)

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#alphacounter> สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)



Optically stimulated luminescence (OSL) dosimeter

Source: [Harvard University, Environmental Health and Safety](http://www.harvard.edu)

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#alphacounter> สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)

Self-reading dosimeters (Active Dosimeter)



top row: older types; bottom row: newer type      Micro-Electronic Personal Dosimeter

Source: Steve Sugarman, REAC/TS

Source: Responder Knowledge Base (RKB),  
DHS/FEMA

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#alphacounter> สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)



, Plus Personal Radiation Monitor

Source: [Canberra](http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#alphacounter)

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#alphacounter> สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)

## 2.3 เครื่องวัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิว (Surface contamination meters)

การเฝ้าตรวจติดตามการเปื้อนสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิว มีการใช้วิธีวัดโดยตรงและวิธีวัดโดยอ้อมหรือ wipe test จะต้องใช้หัววัดรังสีที่มีประสิทธิภาพ (efficiency) และเหมาะสมกับช่วงพลังงานของรังสีที่ต้องการวัด เช่น หัววัดที่ใช้เฉพาะตรวจวัดรังสีแอลฟา หรือรังสีแกมมาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหัววัดที่สามารถวัดได้ทั้งรังสีบีตาและแกมมา ซึ่งจะวัดอนุภาคบีตาที่พลังงานสูงได้ดีกว่าที่พลังงานต่ำ หรือหัววัดที่สามารถวัดรังสีแกมมาพลังงานต่ำแต่ไม่สามารถวัดรังสีแกมมาพลังงานสูง ดังนั้นในการตรวจวัดรังสีจะต้องเลือกใช้หัววัดที่เหมาะสมกับรังสีแต่ละชนิด เครื่องมือวัดรังสีที่ใช้เฝ้าตรวจการเปื้อนสารกัมมันตรังสี มักจะแสดงกัมมันตรังสีเป็นจำนวนนับต่อวินาที (counts/s) หรือ จำนวนนับต่อนาที (counts/min) และได้รับการปรับเทียบให้แปลงอยู่ในหน่วยของ เบ็กเคอเรลต่อตารางเซนติเมตร ( $Bq/cm^2$ )



Alpha Radiation Survey Meter

(Alpha Scintillation detector)

Source: [REAC/TS](http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#doserate)



Surface contamination meters

Source: [Steve Sugarman, REAC/TS](http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#doserate)

(ภาพจาก <http://www.remm.nlm.gov/civilian.htm#doserate> สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2558)

หัววัดสำหรับรังสีแอลฟาจะมีความไวต่อ NORM เนื่องจาก NORM จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาเป็นส่วนใหญ่ แต่หัววัดชนิดนี้ไม่ค่อยทนทาน อาจจะเสียหายได้ง่ายและไม่สามารถวัดรังสีแกมมาใน NORM ได้ ในกรณีที่มี NORM ปนเปื้อนอยู่บนพื้นผิวและมีความหนา หรือพื้นผิวเปียกชื้น จะเกิดการดูดกลืนของรังสี (Self-absorption) ได้ ทำให้การตรวจวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิวได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง หรือได้ค่าที่เชื่อถือไม่ได้

เครื่องมือตรวจวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ใช้หัววัดสำหรับรังสีบีตา อาจใช้ตรวจวัดพื้นผิวภายในท่อ ตามภาพที่ 2 และ 3 ข้างล่างนี้ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของ NORM ที่อยู่ภายในภาชนะหรือถังหรือภายในท่อ การตรวจวัดรังสีบีตาชนิดนี้ไม่สามารถวัดรังสีบีตาจากภายนอกถังหรือท่อได้ เนื่องจากรังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านความหนาของถังหรือท่อโลหะออกมาได้ อย่างไรก็ตามหากสามารถทำการตรวจวัดรังสีบีตาที่พื้นผิวภายนอกท่อได้ แสดงว่ามีการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีบีตาอยู่บนพื้นผิวนอกท่อ และเพื่อให้การตรวจวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีบีตาได้ค่าที่ถูกต้อง ควรนำตัวอย่างที่ติดอยู่บนพื้นผิวของท่อมาทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีด้วย

หัววัดสำหรับรังสีแกมมาของเครื่องวัดอัตราปริมาณรังสี หรือเครื่องวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี สามารถตรวจวัดรังสีแกมมาที่มาจาก NORM ในโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊สและเครื่องมือต่างๆที่ปนเปื้อน NORM ได้ นอกจากนี้ควรเก็บตัวอย่างที่ปนเปื้อนที่พื้นผิวไปยังห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์หาชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสีและความเข้มข้นกัมมันตภาพ (activity concentration) ของ NORM ซึ่งมีหน่วยเป็นเบ็กเคอเรลต่อกรัม (Bq/g) โดยใช้เครื่องวัดแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ (Gamma Spectrometer) ที่มีประสิทธิภาพสูง



**ภาพที่ 2** การตรวจวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่มาจาก NORM ที่พื้นผิวภายในภาชนะหรือถัง (vessel) โดยใช้ Surface contamination meter หัววัดสำหรับรังสีบีตา (courtesy : National Radiological Protection Board, UK)  
(ภาพจาก Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna (2003))





**ภาพที่ 3** การตรวจวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่มาจาก NORM ที่พื้นผิวภายในท่อ (tubular) โดยใช้ Surface contamination meter หัววัดสำหรับรังสีบีตา (courtesy : National Radiological Protection Board, UK)  
(ภาพจาก Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna (2003))

## 2.4 เครื่องวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในอากาศ (Airborne contamination meter) และเครื่องฝ้าตรวจรังสีในแก๊ส (Gas monitors)

**เครื่องวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในอากาศ (Airborne contamination meter)** ใช้ในการวัดสารกัมมันตรังสีที่กระจายอยู่ในฝุ่นละออง (dusts) คว้น (smoke) หรือหมอก (mists) ในสถานปฏิบัติงาน จะทำการดูดอากาศที่มีสารกัมมันตรังสีผ่านแผ่นกรอง (filter) ด้วยอัตราความเร็วคงที่ แล้วนำแผ่นกรองไปทำการวัดรังสีแอลฟาที่มาจากลูกหลานของเรดอน (radon progeny) นอกจากนี้ยังสามารถวัดอย่างแก๊สธรรมชาติที่เป็นผลผลิตของโรงงาน มาทำการวัดปริมาณเรดอนในห้องปฏิบัติการโดยวิธี Lucas Cell ด้วย

**เครื่องฝ้าตรวจรังสีในแก๊ส (Gas monitors)** จะมีหัววัดรังสี และมีการดูดอากาศอย่างต่อเนื่อง แล้วทำการวัดปริมาณรังสีของตัวอย่างอากาศที่ดูดเข้ามาได้โดยตรง การวัดค่าการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีนี้จะวัดเป็นค่าความเข้มข้นกัมมันตภาพ และมีหน่วยเป็น เบ็กเคอเรลต่อลูกบาศก์เมตร ( $Bq/m^3$ )

เครื่องวัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในอากาศและเครื่องฝ้าตรวจรังสีในแก๊สนี้ใช้ประเมินการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในอากาศของสถานปฏิบัติการ นอกจากนี้อุปกรณ์ Personal Air Samplers (PAS) จะใช้ฝ้าตรวจรังสีรายบุคคลจากการหายใจของผู้ปฏิบัติงาน เป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง ต้องนำแผ่นกรองไปอ่านค่า คล้ายๆกับอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล และใช้ประเมินรังสีจากการปฏิบัติงานย้อนหลัง หรือเป็นค่าประมาณในการได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย

### 3. ยุทธศาสตร์การเฝ้าตรวจติดตามความปลอดภัยทางรังสี

การเฝ้าตรวจติดตามความปลอดภัยทางรังสีในสถานปฏิบัติการผลิตน้ำมันและแก๊ส มียุทธศาสตร์ตามความเชี่ยวชาญ 3 ระดับ คือ (1) การเฝ้าตรวจตามภารกิจ (Task monitoring) (2) การเฝ้าตรวจประจำ (Routine monitoring) (3) การเฝ้าตรวจพิเศษ (Special monitoring)

#### (1) การเฝ้าตรวจตามภารกิจ (Task monitoring)

ผู้ปฏิบัติงานที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีทุกวัน หรือทำงานกับวัสดุกัมมันตรังสีแบบเปิดผนึก (Unsealed source) หรือทำงานเฝ้าตรวจ NORM ผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้อาจเรียกว่า **Qualified Operator** จะต้องได้รับการฝึกฝนที่เพียงพอในการใช้เครื่องมือ และประเมินผลจากการตรวจวัดตามวิธีมาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอันตรายจากรังสีเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น

(1.1) **ผู้ถ่ายภาพทางรังสี (radiographer)** จะต้องตรวจสอบว่าต้นกำเนิดรังสีได้กลับไปอยู่ในตำแหน่งของภาชนะกำบังรังสีหลังจากการใช้งานแล้ว

(1.2) **ผู้ใช้เครื่องวัดแบบเคลื่อนที่ได้ (mobile gauge)** จะต้องตรวจสอบว่า บานประตูเปิดปิด (shutter) ได้อยู่ในตำแหน่งปิดหลังจากการใช้งานแล้ว

(1.3) **วิศวกรขุดเจาะ (well logging engineer)** จะต้องตรวจสอบว่าต้นกำเนิดรังสีได้กลับมาอย่างปลอดภัย หลังจากนำอุปกรณ์ logging tool ขึ้นมาจากหลุมเจาะแล้ว

(1.4) **นักเทคนิคที่ใช้สารรังสีติดตาม (radiotracer technician)** จะต้องตรวจสอบการเปื้อนสารกัมมันตรังสีในบริเวณรอบๆ รอยต่อของท่อที่ใช้แรงดันสูง รวมทั้งถึงผสม หลังจากมีการฉีดสารรังสีติดตามลงไป

(1.5) **ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานกับ NORM** จะต้องตรวจสอบการเปื้อนสารกัมมันตรังสีของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ก่อนออกจากพื้นที่ที่ซึ่งได้ดำเนินการชำระล้างการเปื้อนรังสีแล้ว

(1.6) **นักเทคนิคจะต้องเฝ้าตรวจวัดปริมาณเรดอน ณ จุดทางออกของของเหลว และแก๊ส** ที่ได้จากกระบวนการผลิต

#### (2) การเฝ้าตรวจประจำ (Routine monitoring)

**เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี (Radiation Safety Officer: RSO) หรือ Radiation Protection Officer (RPO)** ของสถานปฏิบัติการ มีหน้าที่ตรวจสอบ แนะนำ แก้ไข ปัญหาและรักษาสภาพโปรแกรมการเฝ้าตรวจติดตามความปลอดภัยทางรังสีในสถานปฏิบัติการเป็นประจำ การสำรวจรังสีสามารถดำเนินการได้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอและไม่จำเป็นต้องจัดทำเป็นตารางเวลา การตรวจวัดปริมาณรังสีจะต้องดำเนินการทั้งบริเวณพื้นที่ตรวจ

ตรา (Supervised areas) และพื้นที่ควบคุม (Controlled areas) เพื่อพิสูจน์ว่ามีมาตรการที่เพียงพอในการป้องกันการได้รับรังสีภายในและภายนอกร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน จัดทำบันทึกการตรวจวัดรังสีและบันทึกจะต้องจัดเก็บไว้ในระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น 2 ปี นับจากวันที่ตรวจวัด เพื่อยืนยันว่าในบริเวณปฏิบัติงานมีความปลอดภัยและถูกดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยทางรังสี ตัวอย่างการเฝ้าตรวจประจำที่ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี มีดังนี้

(2.1) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีของงานถ่ายภาพด้วยรังสีและงานบริการชุดเจาะน้ำมัน ต้องเฝ้าตรวจติดตามสภาพขณะกำบังรังสีและสถานที่จัดเก็บต้นกำเนิดรังสี รวมทั้งเฝ้าตรวจการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้กันอาณาเขตของพื้นที่ควบคุมให้ถูกต้อง

(2.2) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีต้องรับผิดชอบเมื่อมีการติดตั้งเครื่องวัด gauges monitors เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์กำบังรังสีไม่มีความเสียหายและสามารถกำบังรังสีได้เพียงพอ รวมทั้งตรวจสอบให้แน่ใจว่าบานเปิดปิด (shutter) ของ gauges อยู่ในสภาวะปิด ก่อนที่จะนำ gauges เข้าไปในถัง

(2.3) กรณีห้องปฏิบัติการที่ใช้สารรังสีติดตาม (radiotracer laboratory) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีต้องเฝ้าตรวจรังสีที่พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการ เส้นทางของการนำกากกัมมันตรังสีไปกำจัด สถานที่จัดเก็บสารรังสีติดตามซึ่งเป็นวัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึกและเฝ้าตรวจอื่นๆ

(2.4) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ต้องเฝ้าตรวจวัดปริมาณรังสีของหีบห่อวัสดุ กัมมันตรังสีที่จะขนส่ง ซึ่งจะต้องอยู่ในข้อกำหนดขีดจำกัดของอัตราปริมาณรังสีและการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีบนพื้นผิวของหีบห่อ ก่อนที่จะทำการติดฉลากหีบห่อและจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

(2.5) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีของบริษัทที่รับบริการฉีดสารรังสีติดตาม ต้องเฝ้าตรวจรังสีของหีบห่อวัสดุ กัมมันตรังสีที่ไม่ใช้งานแล้ว ก่อนที่จะนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม

(2.6) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีที่รับผิดชอบสถานที่เก็บสะสมของ NORM จะต้องทำการตรวจวัดอัตราปริมาณรังสีในบริเวณที่เก็บ NORM จะต้องเฝ้าตรวจรังสีในโรงงานเมื่อโรงงานเปิดดำเนินงาน และต้องกำหนดพื้นที่ควบคุมหรือพื้นที่ตรวจตราของสถานปฏิบัติงาน ก่อนที่จะอนุญาตให้พนักงานเข้าไปปฏิบัติงานได้

(2.7) เมื่อพบว่ามี การปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่พื้นผิวและในอากาศของพื้นที่โรงงานที่กำหนดเป็นพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ตรวจตราไว้ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีจะต้องรับผิดชอบการชำระล้างการปนเปื้อนรังสีที่เกิดจาก NORM ให้ผ่านเกณฑ์กำหนด รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณรังสีหลังจากชำระล้างการปนเปื้อนรังสีของแต่ละรายการแล้ว และให้การรับรองหรือกำจัดทิ้งได้หากรายการนั้นๆมีปริมาณรังสีผ่านเกณฑ์การตรวจผ่าน (clearance criteria) ของการกำกับดูแลแล้ว

### (3) การเฝ้าตรวจพิเศษ (Special monitoring)

ปกติการเฝ้าตรวจพิเศษจะดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (Qualified experts) ซึ่งมีความชำนาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เทคนิคระดับสูง และสามารถแปลผลการตรวจวัดที่มีความซับซ้อนหรือนำผลที่ได้จากวิธีทางคอมพิวเตอร์ไปใช้ประโยชน์เพื่อหาข้อสรุปได้ และจะต้องจัดเก็บรายงานซึ่งมีรายละเอียดของการตรวจวัด ข้อสรุปและข้อเสนอแนะจากการเฝ้าตรวจพิเศษนี้ นอกจากนี้จะต้องอ้างอิงถึงบุคคลที่ดำเนินการเฝ้าตรวจพิเศษในเรื่องต่างๆด้วย เช่น ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ผู้ตรวจสอบสถานปฏิบัติการทางรังสี (Inspectors) ซึ่งโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊สเป็นผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าหน้าที่กำกับดูแล วัตถุประสงค์ของการเฝ้าตรวจพิเศษแต่ละเรื่องนี้ ก็คือการฝึกฝนแต่ละหน้าที่ทั้งโรงงานอย่างเอาใจใส่ เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติงานมีความปลอดภัยตามมา และเป็นไปตามข้อกำหนดของการกำกับดูแลและเงื่อนไขของใบอนุญาต การเฝ้าตรวจพิเศษจะถูกดำเนินการเมื่อ

(3.1) มีเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือเฝ้าตรวจเฉพาะเรื่อง เพื่อประเมินการได้รับปริมาณรังสีภายนอกร่างกาย และมีการป้องกันรังสีอย่างเหมาะสมจากต้นกำเนิดรังสีที่ผิดปกติ ซึ่งมีการปลดปล่อยรังสีพลังงานต่ำ มีลักษณะเป็น pulsed หรือ transient หรือให้ลำแสงแคบ เป็นต้น

(3.2) มีการตรวจสอบค่าวิกฤต การประเมินค่าอันตรายและประเมินความเสี่ยงของเครื่องมือใหม่ๆ และ/หรือมีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ได้ดำเนินการเป็นประจำ

(3.3) มีการทบทวนและตรวจวัดรังสีเพื่อให้ได้เครื่องกำบังรังสีตามข้อกำหนด และมีการประเมินการประกันคุณภาพของเครื่องมือและสถานปฏิบัติการทางรังสี ได้แก่ ภาวะกำบังรังสี สถานที่เก็บต้นกำเนิดรังสี การบรรจุหีบห่อเพื่อขนส่ง เป็นต้น

(3.4) มีการสอบสวนและตรวจสอบเครื่องมือ สถานปฏิบัติการ วิธีการ และการจัดการอื่นๆ ให้เป็นไปตามคุณสมบัติที่บริษัทผู้ผลิตหาค่ามาตรฐานไว้ และตามข้อกำหนดของการกำกับดูแล

(3.5) มีการสำรวจปริมาณรังสีเพื่อประเมินว่ามี NORM เปรอะเปื้อนอยู่ในบริเวณสถานปฏิบัติการหรือไม่ โดยมีแผนผังการประเมินรังสีของ NORM ตามภาพที่ 4

(3.6) มีการสำรวจปริมาณรังสีของสถานที่เพื่อสร้างเงื่อนไข ก่อนที่จะพัฒนาเป็นสถานที่ขจัดกากกัมมันตรังสี

(3.7) มีเหตุการณ์ที่มี NORM อยู่ในโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊ส จึงต้องเก็บตัวอย่างน้ำที่ได้จากการผลิต ตะกอน ดินโคลน แก๊สธรรมชาติ แก๊สที่ได้จากการกลั่นและอื่นๆ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสีและความเข้มข้นกัมมันตภาพ (activity concentrations)

(3.8) มีการสำรวจสถานปฏิบัติการที่ไม่จำเป็น เพื่อเลิกดำเนินการ

(3.9) มีการหาสถานที่ที่ต้นกำเนิดรังสีสูญหาย และการกู้สภาพต้นกำเนิดรังสีที่เสียหายจากการเกิดอุบัติเหตุเล็กน้อย (incident)

(3.10) ในกรณีเกิดอุบัติเหตุ (accident) ให้มีการสืบสวนและจัดหาวิธีเฝ้าตรวจเฉพาะเพื่อหาค่าปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ และการเกิดอันตรายร้ายแรงต่ออวัยวะบางส่วน

(3.11) นำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้แสดงเป็นหลักฐานตามข้อกำหนดของกฎหมาย

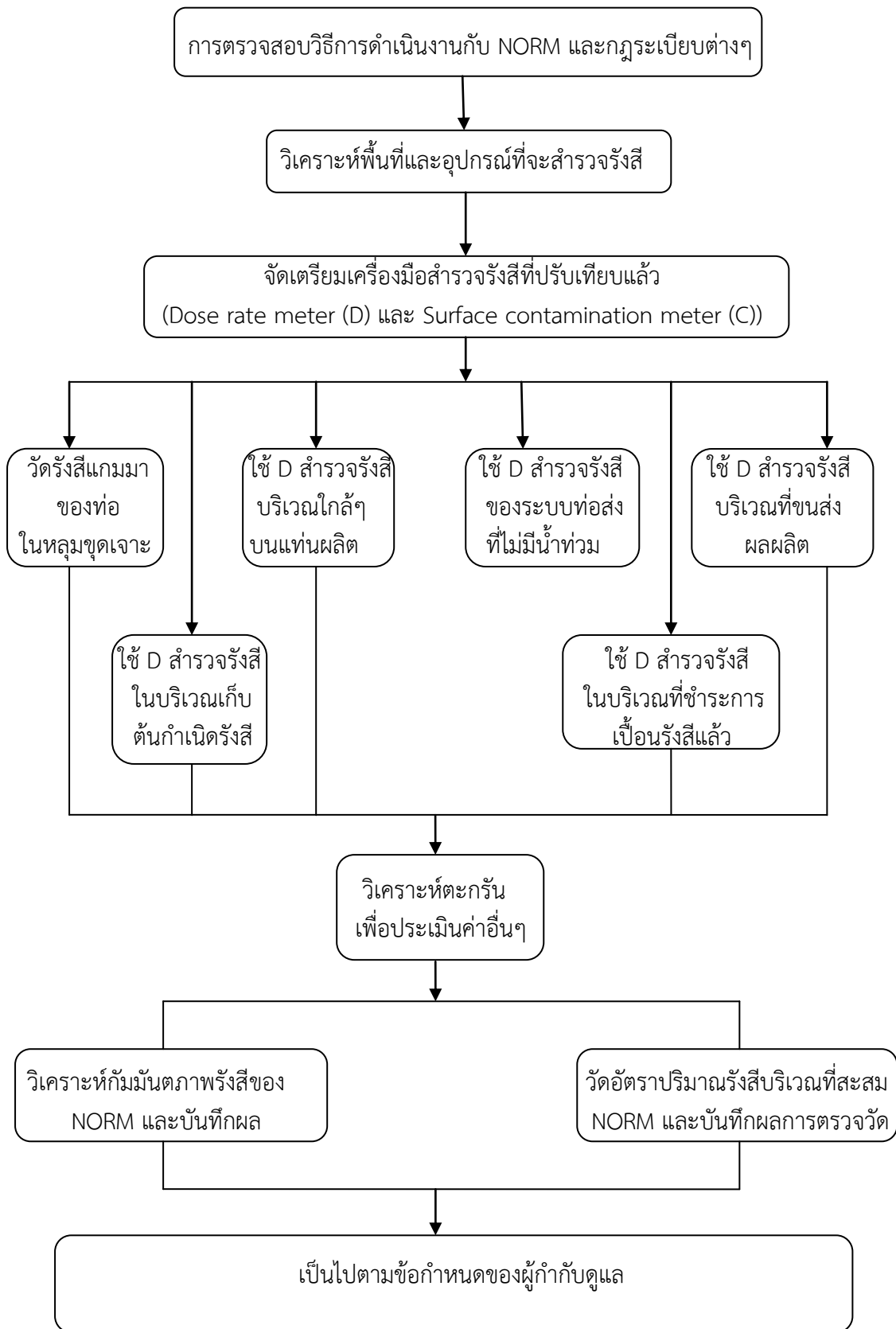
## (4) การพิจารณาดำเนินการเรื่องอื่นๆ

เครื่องมือวัดรังสีบางชนิด เช่น หัววัดสำหรับการวัดการเปื้อนรังสีมักจะไม่ทนทานและอาจเหมาะกับการใช้วัดรังสีในห้องปฏิบัติการมากกว่าที่จะนำมาใช้วัดรังสีในโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊ส อย่างไรก็ตามมีเครื่องมือวัดรังสีแบบหยาบๆและแข็งแรงทนทาน ที่ใช้วัดการเปื้อนรังสีและสำรวจรังสีในโรงงานผลิตน้ำมันและแก๊ส ได้แก่หัววัดที่ใช้วัดรังสีแกมมาที่มาจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีและเรดอน การจัดทำตารางการซ่อมแซมเครื่องมือจะทำให้ง่ายต่อการจัดเตรียมอะไหล่เครื่องมือที่จำเป็นซึ่งมีอยู่แล้ว เช่น สายเคเบิล และแผ่นโลหะต่างๆที่ใช้ห่อหุ้มหน้าต่างของหัววัด โดยทั่วไปเครื่องมือวัดรังสีจะต้องทำงานด้วยพลังงานจากแบตเตอรี่ จึงต้องจัดเตรียมแบตเตอรี่ให้เพียงพอ ถึงแม้ว่าโรงงานเล็กเดินเครื่องอยู่ก็ตาม และจะต้องมีการทดสอบแบตเตอรี่ทุกครั้งเมื่อเปิดสวิตช์เครื่องมือ ทั้งนี้แบตเตอรี่ต้องทำงานได้ตามปกติในระหว่างการใช้เครื่องมือ หน่วยทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่หรือหน่วยจัดหาแบตเตอรี่ จึงต้องการบรรจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ตามรอบระยะเวลาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือเป็นระยะๆ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการก็คือ

(1) มีต้นกำเนิดรังสีที่มีความแรงรังสีต่ำเพื่อใช้ในการทดสอบเครื่องมือ หรือวางเครื่องมือวัดรังสีก่อนนำไปใช้งาน ตรงตำแหน่งที่ทราบค่าความแรงรังสีซึ่งอยู่ใกล้กับเครื่องกำบังรังสีของต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึกที่ใช้งานอยู่ เพื่อยืนยันว่าเครื่องมือมีการตอบสนองตามปกติอย่างต่อเนื่อง

(2) เครื่องมือวัดรังสีต้องได้รับการปรับเทียบโดย **Qualified expert** อย่างน้อยทุกปี และผลการทดสอบจะต้องออกใบรับรองให้แก่ผู้ใช้งาน

การปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสี จะต้องใช้เครื่องมือวัดรังสีที่มีความเหมาะสมกับชนิดของรังสีและต้องมีประสิทธิภาพในการตรวจวัด ปกติแล้วการจัดการเครื่องมือวัดรังสีต้องเป็นความรับผิดชอบของบริษัทให้บริการที่ครอบครองต้นกำเนิดรังสี อย่างไรก็ตามเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในหน่วยผลิตน้ำมันและแก๊สอาจต้องการความมั่นใจว่ามีจำนวนเครื่องมือวัดรังสีที่เหมาะสมและสามารถวัดในช่วงความแรงรังสีได้เพียงพอ หรือเป็นผู้จัดเตรียมเครื่องมือวัดรังสีให้กับบริษัทบริการงานพิเศษอื่นๆ ด้วย



ภาพที่ 4 แผนผังการประเมินจากการเปื้อนรังสีของ NORM

กิตติกรรมประกาศ : ผู้เขียนขอขอบคุณคุณศิริวิทย์ เสมสวัสต์ ที่ช่วยเหลือในการเผยแพร่เอกสารบทความนี้  
ลงในเว็บไซต์ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

**เอกสารอ้างอิง :**

1. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2552). ศัพทานุกรมนิวเคลียร์. กรุงเทพฯ: สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ:  
คณะกรรมการจัดทำสารานุกรมศัพท์นิวเคลียร์
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and the Management of  
Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry, Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna  
(2003).
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY , Workplace Monitoring for Radiation and  
Contamination , Practical Radiation Technical Manual , IAEA , Vienna (2004).