

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 (องครักษ์) ส่วนประกอบสำคัญเครื่องฉายรังสีแกมมา ขั้นตอนการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา การบำรุงรักษา การวัดปริมาณรังสี และการใช้ประโยชน์จากเครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 โดยมีวิธีการดังนี้

#### 3.1 เครื่องฉายรังสีแกมมาโคบอลต์-60 (องครักษ์)

##### 3.1.1 ประวัติ

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้รับอนุมัติจากมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 ในโครงการจัดซื้อเครื่องฉายรังสีแกมมาโดยไอโซโทปรังสีโคบอลต์-60 พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 100 ล้านบาท ติดตั้งที่อาคาร 20 ศูนย์ฉายรังสี เลขที่ 9/9 หมู่ที่ 7 ตำบลทรายมูล อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก



#### ภาพที่ 3.1 อาคารฉายรังสีแกมมา

(ที่มา : Super User. ออนไลน์. 2556)

##### 3.1.2 ข้อมูลสำคัญของเครื่องฉายรังสีแกมมา

ตัวเครื่องฉายรังสีแกมมา ใช้ต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 จำนวนทั้งหมด 6 แห่ง ซึ่งแต่ละแห่งมีความแรงประมาณ 12,000 คูรี ความแรงรังสีรวมทั้งหมด 70,900 คูรี เก็บแบบ dry storage ใน lead Shielding ปัจจุบัน ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2563 ความแรงรังสีลดลงเหลือ 19221 คูรี ผลิตโดยบริษัท Paul Stephens Consultancy Ltd. ประเทศอังกฤษ

ปริมาณรังสีที่วัดได้ปัจจุบัน ณ วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ที่ตำแหน่ง Center GC-2 ได้เท่ากับ 5 kGy/hr และตำแหน่งอื่น ๆ ลดลงตามระยะทางที่ห่างจากต้นกำเนิดรังสี โดยแท่งของต้นกำเนิดรังสีจัดเก็บแบบแห้ง ซึ่งที่กำบังรังสีทำจากตะกั่วหนาขณะที่ไม่ได้ใช้งาน ในขณะที่ใช้งานแท่งต้นกำเนิดรังสีจะถูกดันด้วยลมออกจากตัวกำบังรังสีเพื่อให้รังสีแผ่ออกมา



ภาพที่ 3.2 ภายในห้องฉายรังสีแกมมา

### 3.2 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องฉายรังสีแกมมา

#### 3.2.1 ห้องควบคุม

ทำหน้าที่สั่งการทำงานและควบคุมเครื่องฉายรังสีแกมมา ให้เป็นไปตามกระบวนการทำงาน โดยใช้การตั้งเวลาเพื่อควบคุมการสั่งการทำงานของต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.3 ห้องควบคุม

### 3.2.2 ระบบคอมพิวเตอร์

ทำหน้าที่รับข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยจะใช้โปรแกรมExcelทำงานเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูลตารางเวลาการฉายรังสีแก๊อ์กัมมันต์และผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 3.4 ระบบคอมพิวเตอร์

### 3.2.3 ระบบตู้ควบคุม

ระบบการทำงานอัตโนมัติสำหรับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด ด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบการทำงานออกแบบในรูปแบบการสั่งการทำงานตามความต้องการ ควบคุมการทำงานเครื่องจักร หรือ ระบบมอเตอร์, หรือ ระบบไฮดรอลิค, ระบบทำความเย็น, ระบบทำความร้อน, ระบบระบายน้ำ, ระบบระบายอากาศ และ ระบบการทำงานอื่นๆตามความต้องการผู้ใช้



ภาพที่ 3.5 ระบบตู้ควบคุม

### 3.2.4 ห้องระบบไฟฟ้า

ตู้ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่หลักคือจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังแผงย่อยต่าง ๆ ของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.6 ห้องระบบไฟฟ้า

### 3.2.5 กำบังรังสี

ทำหน้าที่กำบังรังสีรอบแหล่งก่อรังสีเพื่อดูดกลืนรังสี และป้องกันรังสีรั่วไหลออกมา เป็นการลดปริมาณรังสีที่มาสัมผัสกับร่างกายมนุษย์ สำหรับการกำบังรังสีแกมมาส่วนใหญ่ใช้ตะกั่วหนา 2 เมตร



ภาพที่ 3.7 กำบังรังสี

### 3.2.6 ระบบประตูไฮดรอลิก

ประตูทำจากเหล็กผสมกับตะกั่วเพื่อป้องกันรังสี ซึ่งระบบไฮดรอลิกทำงานโดยอาศัยของเหลวได้แก่ น้ำมันไฮดรอลิกซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดแรงไปขับเคลื่อนกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเพื่อไปทำให้เครื่องจักรระบบไฮดรอลิกเคลื่อนไหว ซึ่งของเหลวจะถูกควบคุมโดยตรงหรือโดยอัตโนมัติโดยวาล์วควบคุมและจัดส่งผ่านท่อและสายไฮดรอลิก



ภาพที่ 3.8 ระบบประตูไฮดรอลิก

### 3.2.7 ระบบระบายไอโซน

การติดตั้งระบบระบายอากาศ เพื่อให้สภาพการปฏิบัติงานสะดวกสบายและให้มีการระบายอากาศอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการกรองสิ่งไม่พึงประสงค์ที่ปะปนในอากาศให้เจือจางลง เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีและการปนเปื้อนของสารรังสีในอากาศภายในบริเวณปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมช่วยป้องกันความเป็นพิษของสารรังสีต่อผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3.9 ระบบระบายไอโซน



### 3.2.8 ระบบปั๊มลม

ทำหน้าที่ในการอัดลมให้มีแรงดันสูงตามที่เรารต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์และประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นระบบลมในโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาดเล็ก ตลอดจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ระบบนิวเมติกส์



ภาพที่ 3.10 ระบบปั๊มลม

#### 1) ระบบนิวเมติกส์

ระบบขับเคลื่อนต้นกำเนิดแรงสียงโดยใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการทำงาน ในการส่งกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล ในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องจักรให้ทำงานหรือเกิดการเคลื่อนที่



ภาพที่ 3.11 ระบบนิวเมติกส์

### 3.2.9 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา

ต้นกำเนิดรังสีแกมมาเป็นต้นกำเนิดรังสีที่สามารถเปล่งรังสีแกมมาออกมาได้ด้วยตัวเอง ตลอดเวลาเป็นรังสีที่มีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสามารถผ่านวัตถุที่มีความหนาได้ดี สารต้นกำเนิดรังสี ก็จะสามารถให้พลังงานที่มีค่าแตกต่างกันตามชนิดของสารต้นกำเนิดนั้น



ภาพที่ 3.12 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา

### 3.2.10 ถังเก็บต้นกำเนิดรังสี แบบ Dry storage

โดยสามารถบรรจุต้นกำเนิดรังสี Co-60 ชนิด RSL-2080 จำนวน 6 แท่ง ควบคุมการทำงานแต่ละแท่งเป็นอิสระต่อกัน และเก็บอยู่ในสถานะบรรจุทำด้วยตะกั่ว หุ้มเปลือกนอกด้วยเหล็ก เวลาใช้งานต้นกำเนิดรังสีจะถูกควบคุมการฉายรังสีด้วยระบบลม



ภาพที่ 3.13 ถังเก็บต้นกำเนิดรังสี แบบ Dry storage

### 3.2.11 ระบบ Shutter

ระบบเปิด-ปิดแท่งต้นกำเนิดรังสีแกมมาเมื่อครบตามเวลาที่ตั้งฉายต้นกำเนิดรังสีทั้งหมดจะกลับไปจัดเก็บในที่ปลอดภัยและถูกปิดล็อกไว้ด้วยตะกั่ว



ภาพที่ 3.14 ระบบ Shutter

### 3.2.12 ระบบขับเคลื่อนภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์

ทำหน้าที่ในการหมุนภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์ซึ่งหมุนได้ด้วยระบบขับเคลื่อน ประกอบด้วยชุดมอเตอร์เกียร์ เป็นเครื่องกลที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบของการหมุนเคลื่อนที่ เพลาขับ 2 อัน ทำหน้าที่ในการส่งกำลังขับเคลื่อนต่อจากห้องเกียร์เพื่อถ่ายทอดหรือส่งกำลังไปยังในการขับเคลื่อนชิ้นส่วนหรือตัวเครื่องจักรโซ่ส่งกำลัง



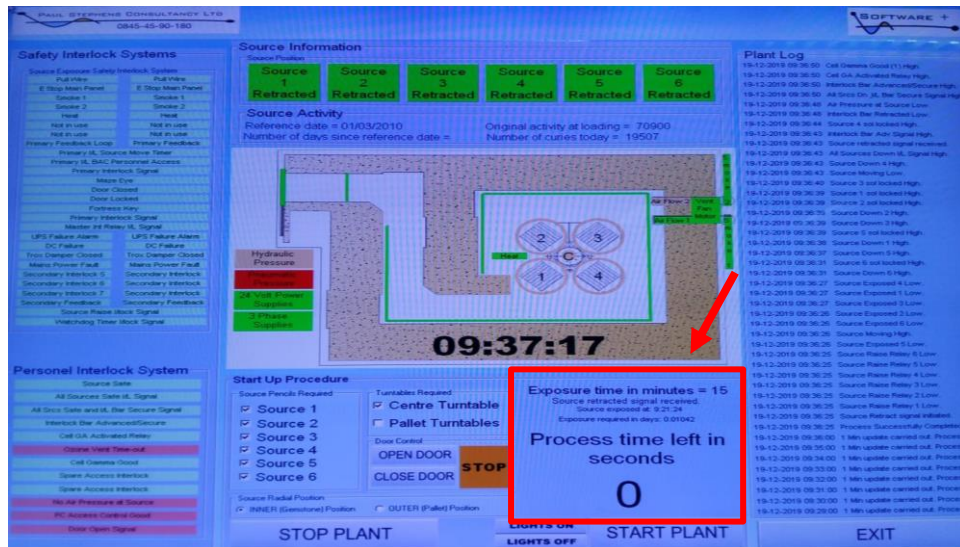
ภาพที่ 3.15 ระบบขับเคลื่อนภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์



### 3.3 ขั้นตอนการเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

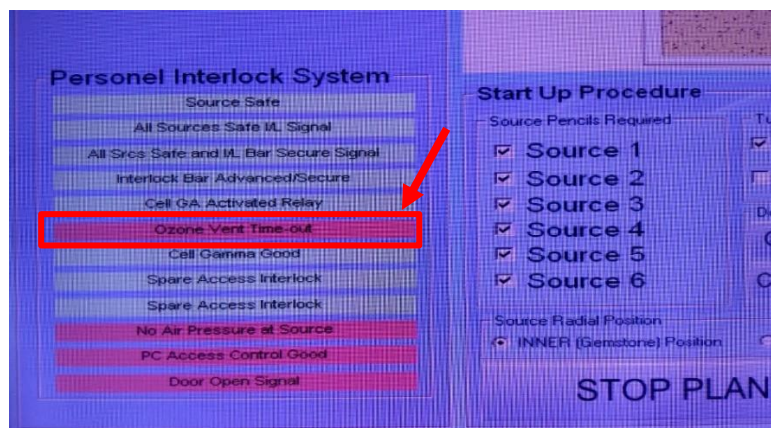
#### 3.3.1 กรณีเมื่อครบกำหนดเวลาในการฉายรังสีแกมมา

1) เมื่อครบเวลาในการฉายรังสี ระบบจะหยุดการทำงานและควบคุมให้ Source เคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งปลอดภัย หน้าจอโปรแกรมควบคุม Plant Control Module จะแสดงข้อมูล Process time left in seconds 0 ซึ่งแสดงว่าครบตามเวลาที่ได้ตั้งฉายไว้



ภาพที่ 3.16 หน้าจอโปรแกรมควบคุมแสดงครบกำหนดเวลาในการฉายรังสีแกมมา

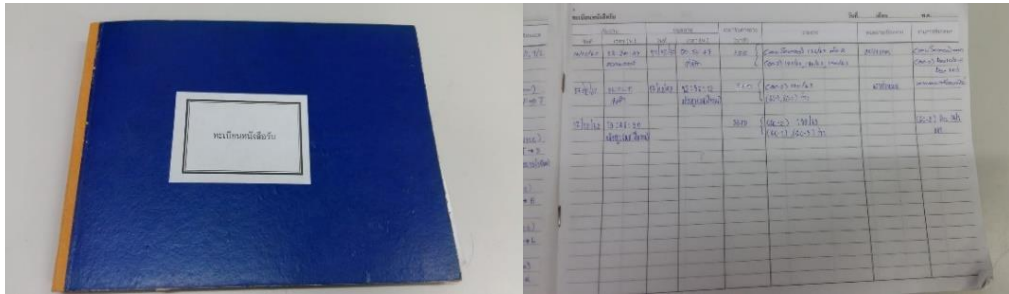
2) จากนั้นรอกแถบ Ozone vent Time-out หาย ซึ่งเป็นระบบระบายโอโซนออกจากห้องฉายรังสีจะเริ่มทำงานและหยุดเมื่อครบกำหนดตามเวลาที่ตั้งไว้ ระยะเวลา 5 นาที ถ้าแถบ Ozone vent Time-out หาย ตรงมุมซ้ายล่าง ก็จะสามารถเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมาได้



ภาพที่ 3.17 หน้าจอโปรแกรมควบคุมแสดงแถบ Ozone vent Time-out

3) ระหว่างรอOzoneในห้องฉายรังสีหยาบ ทำการบันทึกข้อมูลเวลาในการฉายรังสี ลงสมุดบันทึกและระบบคอมพิวเตอร์โปรแกรมexcel

3.1 บันทึกครบกำหนดเวลาการฉายและดูว่ารายการไหนที่จะนำออกจากห้องฉายรังสี



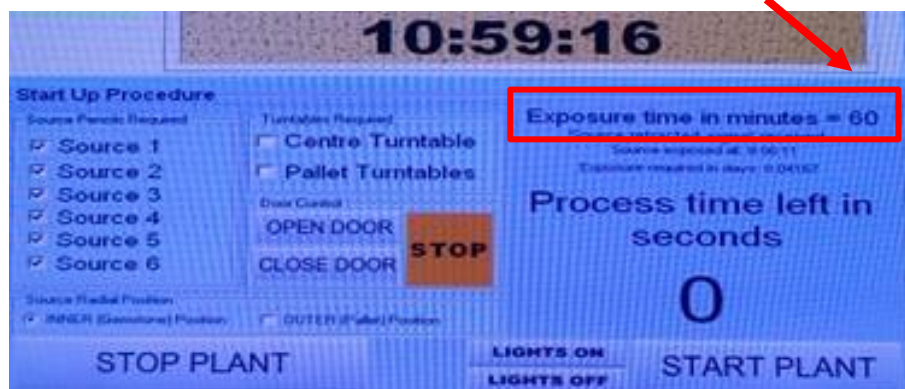
ภาพที่ 3.18 สมุดบันทึกครบกำหนดเวลาการฉาย

3.2 จากนั้นเปิดโปรแกรมexcelที่ระบบคอมพิวเตอร์ ทำการบันทึกเวลาฉาย



ภาพที่ 3.19 เปิดโปรแกรมexcel

3.3 โดยดูเวลาที่ตั้งฉายบนหน้าจอโปรแกรมควบคุม



ภาพที่ 3.20 เวลาที่ตั้งฉายบนหน้าจอโปรแกรมควบคุม

3.4 นำเวลาที่ตั้งฉายมาบวกที่ช่องเวลาสะสม เฉพาะรายการที่เป็นสีเหลืองเท่านั้นและเปิดดูทุกแผ่นของโปรแกรมexcel รายการที่ฉายครบตามเวลากำหนดให้ใส่สัญลักษณ์เป็นสีเขียว พร้อมใส่วันที่และเวลาฉายเสร็จ ช่องสถานะ/วันที่/เวลา

วันที่ฉาย	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ สาร	dose (kg)	เวลา (นาที)Dose	เวลาสะสม (นาที)	เวลาที่เหลือ(นาที)	วิธีการฉาย	สถานะ/วันที่/เวลา
25/11/2562	tourmaline (Azuga)	148/63	400	4,800	4,800	-	NOV23/2	เริ่ม 11:56:59 ลง 29/11/62 07:26:47
25/11/2562	ทัวมาลีนัม (CTEC)	148/63	180	1,760	1,760	-	NOV23/1	เริ่ม 11:56:59 ลง 26/11/62 18:21:35
25/11/2562	tourmaline, tanzanite (บุงขิม)	148/63	25	355	355	-	Nov18/1	เริ่ม 11:56:59 ลง 25/11/62 20:08:26
26/11/2562	tourmaline (บุงขิม)	148/63	500	5,500	5,500	-	NOV24/1	เริ่ม 25/11/62 20:19:05 ลง 30/11/62 12:06:18
26/11/2562	ตารางทองคำ(ภาพรวมตัวทั้งหมด)	150/63	10	150	150	-	แผ่น 1 ทุบแผ่น5Nov20/1	เริ่ม 10:33:47 ลง 26/11/62 13:03:48
26/11/2562	Tourmaline (บุงขิม)	152/63	200	2,200	2,200	-	5 แผ่น 2 ทุบแผ่น5Nov20/2	เริ่ม 13:19:57 ลง 26/11/62 15:46:16
27/11/2562	ทุบลง(จตุรมุข)	เวลา	4	66	66	-	หยุดแผ่น	เริ่ม 13:19:57 ลง 28/11/62 08:31:39
27/11/2562	Tourmaline (สกลนคร)	เวลา	2	32	32	-	หยุดแผ่น	เริ่ม 11:26:03 ลง 27/11/62 11:54:16
27/11/2562	Topaz (สกลนคร)	เวลา	4	66	66	-	หยุดแผ่น	เริ่ม 12:05:18 ลง 27/11/62 13:01:19
28/11/2562	Tourmaline (สุโขทัย)	153/63	170	1,860	1,860	-	Nov28/1	เริ่ม 14:28:55 ลง 27/11/62 15:01:02
2/12/2562	Tourmaline (บึงกาฬ)	155/63	500	5,500	5,500	-	Dec1/1	เริ่ม 15:11:07 ลง 27/11/62 15:01:30
6/12/2562	Tourmaline (สกลนคร)	157/63	300	3,300	3,300	-	Dec1/1	เริ่ม 12:05:18 ลง 29/11/62 09:17:02
7/12/2562	ทัวมาลีนัม (CTEC)	158/63	25	355	355	-	Nov29/2	เริ่ม 13:56:02 ลง 07/12/62 15:56:00
9/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	178/63	500	5,500	5,512	-	Dec8/1	เริ่ม 12:04:43 ลง 07/12/62 09:57:07
11/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	178/63	500	5,500	5,500	-	Dec8/1	เริ่ม 06/12/62 15:41:46 ลง 08/12/62 07:37:43
12/12/2019	โซโรเนียม (อินจัน พ)	180/63	2	30	30	-	Dec7/1	เริ่ม 06/12/62 15:41:46 ลง 08/12/62 07:37:43
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/2	เริ่ม 07/12/62 10:01:59 ลง 07/12/62 15:56:00
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/3	เริ่ม 08/12/62 09:42:13 ลง 12/12/62 10:12:14
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/4	เริ่ม 12/12/62 09:42:13 ลง 12/12/62 11:57:06
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/5	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/6	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/7	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/8	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/9	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/10	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/11	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/12	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/13	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/14	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/15	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/16	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/17	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/18	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/19	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/20	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/21	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/22	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/23	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/24	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/25	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/26	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/27	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/28	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/29	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/30	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สกลนคร)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/31	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ลง 17/12/62 00:56:47
16/12/2019	Tourmaline(บึงกาฬ)	190/63	400	4,400	820	3,580	Dec14/1	เริ่ม 16:35:45
16/12/2019	Tourmaline(บึงกาฬ)	190/63	1,000	11,000	820	10,180	Dec14/2	เริ่ม 16:35:45

ภาพที่ 3.21 เวลาที่ตั้งฉายมาบวกที่ช่องเวลาสะสม

3.5 นำช่องเวลาลบช่องเวลาสะสมซึ่งใช้โปรแกรมexcel จะได้ช่องเวลาฉายที่เหลือ

ภาพที่ 3.22 คำนวณจะได้ช่องเวลาฉายที่เหลือ

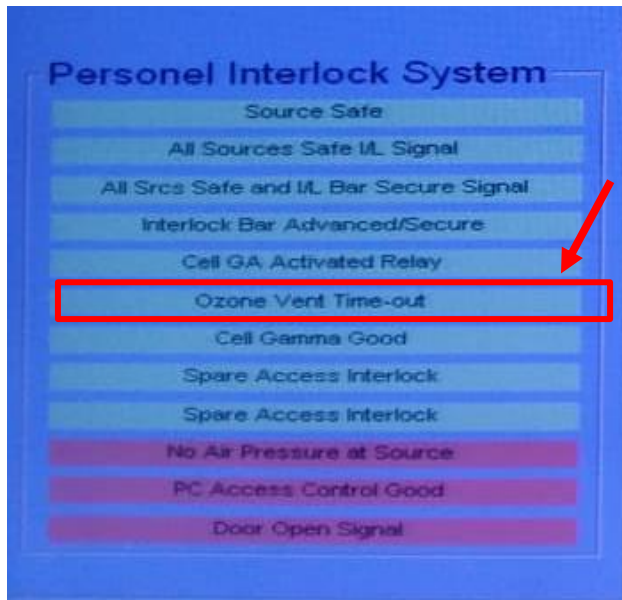
3.6 จากนั้นดูช่วงเวลาฉายที่เหลือว่ามีอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ไหนที่มีเวลาฉายที่เหลือ น้อยสุด เพื่อที่จะกำหนดค่าการทำงานในการฉายรังสี

เวลาฉายที่เหลือ

วันที่เริ่มฉาย	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ คร	Dose (kGy)	เวลา (นาที) Dose	เวลาสะสม (นาที)	เวลาจบที่เหลือ(นาที)	วิธีการฉาย/สถานะ/ลักษณะบรรจุภัณฑ์	สถานะ/วันที่เวลา
25/11/2562	tourmaline (Azuga)	146/63	180	4,800	4,800	-	NOV23/1	เริ่ม 11:46:59 สิ้น 25/11/62 07:26:47
25/11/2562	ทอไรมาลีน (C TEC)	145/63	25	365	365	-	Nov19/1	เริ่ม 11:46:59 สิ้น 25/11/62 18:21:35
25/11/2562	tourmaline, tanzanite (อัญมณี)	149/63	500	5,500	5,500	-	NOV24/1	เริ่ม 25/11/62 20:19:05 สิ้น 25/11/62 12:08:18
25/11/2562	สารประกอบ(ทอไรมาลีน/ทอไรมาลีน)	150/63	10	150	150	-	พลา 1 อุปกรณ์Nov20/1	เริ่ม 10:32:47 สิ้น 25/11/62 12:03:48
26/11/2562	Tourmaline (ผงขาว)	152/63	200	2,200	2,200	-	Nov26/1	เริ่ม 13:19:57 สิ้น 26/11/62 15:45:16
27/11/2562	อุปกรณ์(จตุรัส)	ยอด	4	32	32	-	อุปกรณ์	เริ่ม 11:26:03 สิ้น 27/11/62 11:54:16
27/11/2562	อุปกรณ์(จตุรัส)	ยอด	4	32	32	-	อุปกรณ์	เริ่ม 12:05:19 สิ้น 27/11/62 12:01:19
27/11/2562	อุปกรณ์(จตุรัส)	ยอด	4	32	32	-	อุปกรณ์	เริ่ม 14:28:55 สิ้น 27/11/62 15:01:02
27/11/2562	Tourmaline (ผงขาว)	153/63	170	1,860	1,860	-	Nov28/1	เริ่ม 15:11:07 สิ้น 27/11/62 16:17:14
28/11/2562	Topaz (ผงขาว)	155/63	1,000	11,600	11,600	-	Nov29/2	เริ่ม 12:05:18 สิ้น 28/11/62 09:17:30
2/12/2562	Tourmaline (สีฟ้า)	151/63	500	5,500	5,500	-	Dec1/1	เริ่ม 13:46:02 สิ้น 07/12/62 15:56:00
2/12/2562	Tourmaline (สีชมพู)	177/63	300	3,300	3,300	-	Dec8/1	เริ่ม 12:02:42 สิ้น 07/12/62 09:47:37
6/12/2562	Tourmaline (สีชมพู)	158/63	300	2,200	2,201	-	1 Dec7/1	เริ่ม 06:12/62 15:41:46 สิ้น 08/12/62 07:37:43
7/12/2562	ทอไรมาลีน (สีชมพู)	178/63	25	365	365	-	Dec7/2	เริ่ม 08/12/62 15:41:46 สิ้น 09/12/62 07:37:43
9/12/2019	Tourmaline (ผงขาว)	179/62	500	5,500	5,512	-	SDDec3/1	เริ่ม 07/12/62 10:01:59 สิ้น 07/12/62 15:56:00
11/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	181/63	500	5,500	5,500	-	12 Dec8/1	เริ่ม 12/2019 14:41:08 สิ้น 14/12/62 06:54:55
12/12/2019	น้ำเกลือ (เชิงจุ รพ)	180/63	2	30	30	-	Dec9/1	เริ่ม 11/12/2019 13:11:13 สิ้น 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	น้ำเกลือ (เชิงจุ รพ)	180/63	4	60	60	-	Dec9/2	เริ่ม 12/12/62 09:42:13 สิ้น 12/12/62 10:12:14
12/12/2019	น้ำเกลือ (เชิงจุ รพ)	180/63	4	60	60	-	Dec9/3	เริ่ม 12/12/62 09:42:13 สิ้น 12/12/62 11:57:06
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/1	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 16/12/62 01:58:16
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/2	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/3	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/4	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/5	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec11/1	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 14/12/62 06:54:55
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	185/63	400	4,400	4,400	-	Dec11/2	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	186/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec12/1	เริ่ม 12/12/62 14:52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
13/12/2019	ทอไรมาลีน (C TEC)	188/63	25	365	365	-	SDDec5/1อุปกรณ์	เริ่ม 12/12/62 11:45:11 สิ้น 13/12/62 17:50:28
13/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	189/63	300	2,800	3,701	-	101 Dec13/1	เริ่ม 13/12/62 14:46:38 สิ้น 16/12/62 13:25:53
16/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	190/63	400	4,400	820	3,580	Dec14/1	เริ่ม 16:26:45
16/12/2019	Tourmaline (สีชมพู)	190/63	1,000	11,500	820	10,180	Dec14/2	เริ่ม 16:26:45

ภาพที่ 3.23 ช่วงเวลาฉายที่เหลือฉายของอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์

4) เมื่อแถบ Ozone vent Time-out เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาว ก็จะสามารถเปิดประตู Hydraulic ได้



ภาพที่ 3.24 แถบ Ozone vent Time-out เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาว

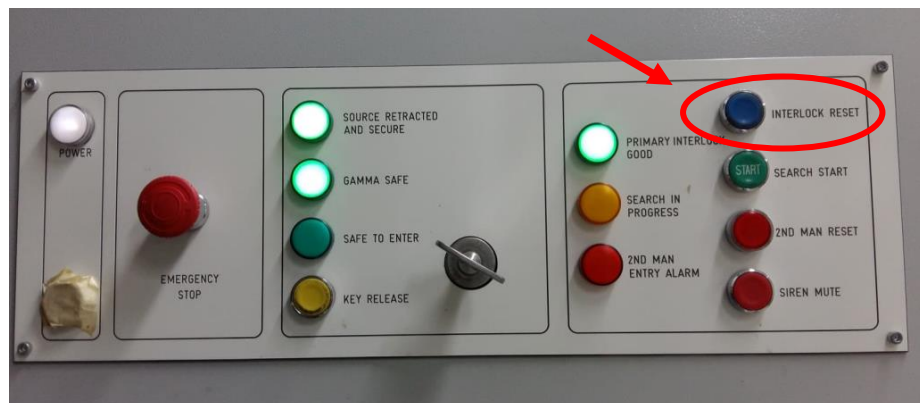


5) ก่อนเปิดประตูHydraulic ตรวจสอบสัญญาณไฟหน้าห้องฉายรังสีก่อนว่าอยู่ในสถานะปกติหรือไม่ ซึ่งสัญญาณไฟสีเขียว ALL SOURCE DOWN จะติดแสดงว่าตำแหน่งของ Source ถูกนำไปจัดเก็บในตำแหน่งที่ปลอดภัย



ภาพที่ 3.25 สัญญาณไฟหน้าห้องฉายรังสี

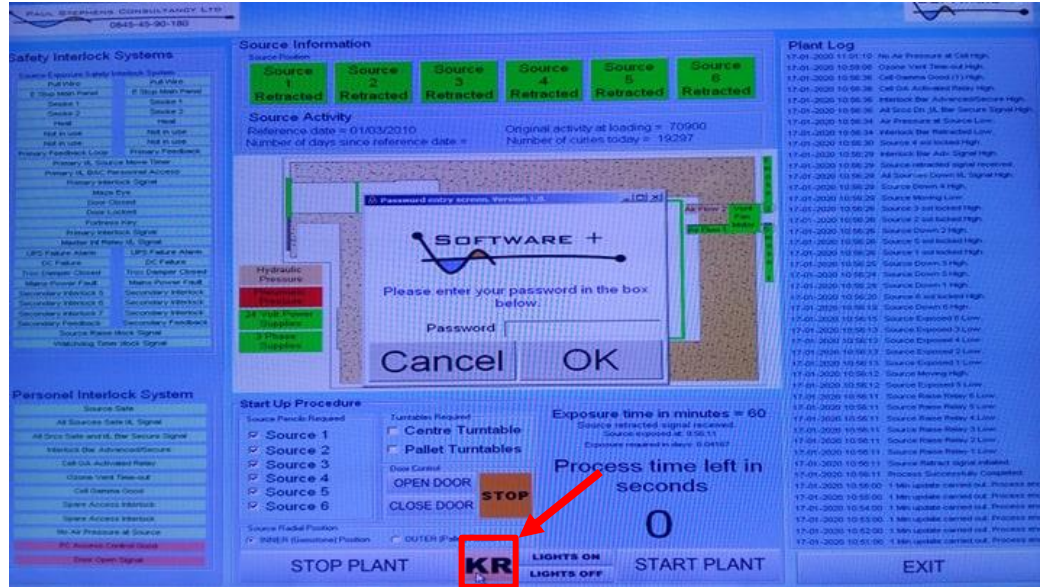
6) จะทำการเปิดประตูทางเข้าห้องฉายรังสีที่ควบคุมด้วยระบบ Hydraulic โดยคลิก OPEN DOOR หน้าจอโปรแกรมควบคุมเพื่อเข้าสู่ห้องฉายรังสี ก่อนกด OPEN DOOR เพื่อเปิดประตู ให้กดปุ่ม INTERLOCK RESET ที่ตู้ควบคุม



ภาพที่ 3.26 แผงหน้าตู้ควบคุม

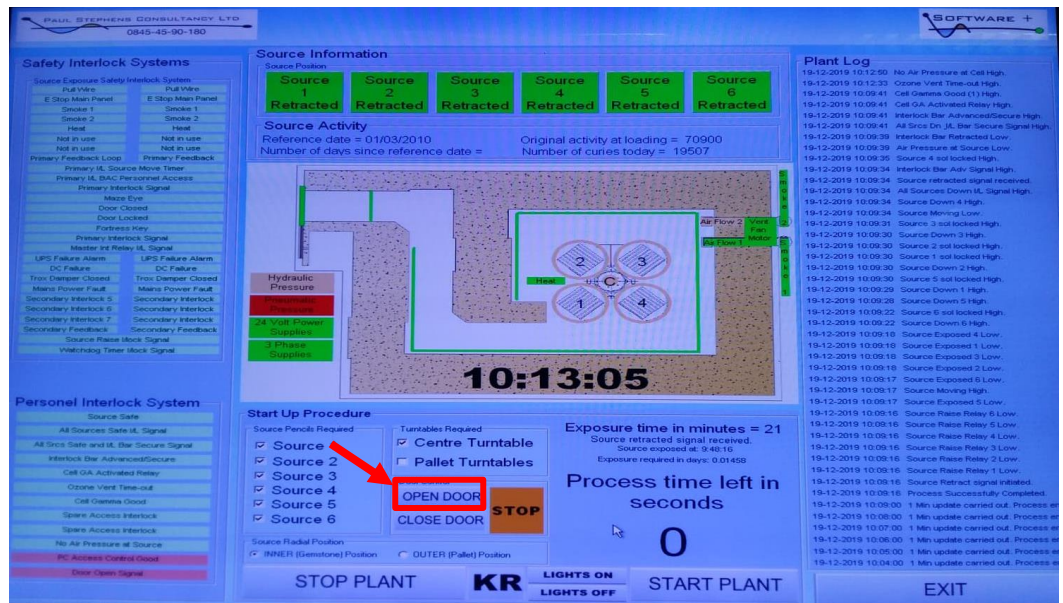


7) หน้าจอโปรแกรมควบคุมจะแสดงคำว่า KR ให้คลิก KR แล้ว ใส่ Password ที่ถูกต้อง  
คลิก OK



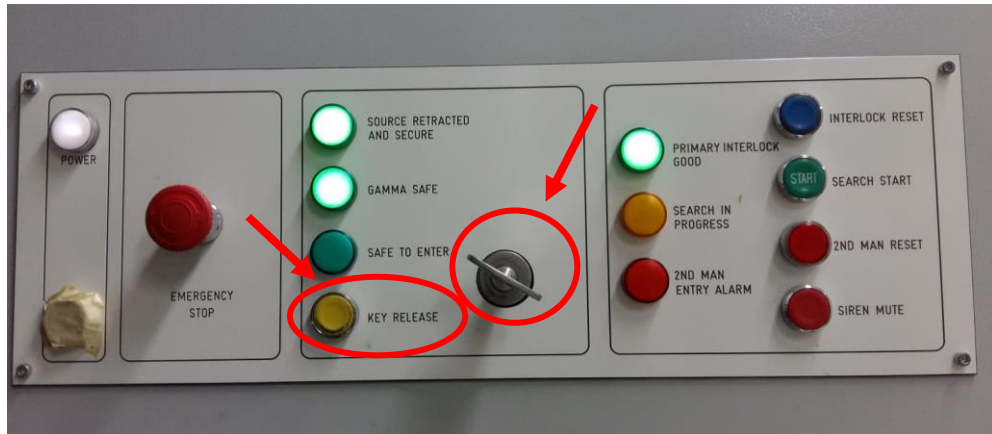
ภาพที่ 3.27 หน้าจอโปรแกรมควบคุมแสดงคำว่า KR

8) คลิก OPEN DOOR เพื่อทำการเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา จะมีสัญญาณเสียงเตือน  
ให้เจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องทราบถึงสถานะกำลังเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา



ภาพที่ 3.28 หน้าจอโปรแกรมควบคุมทำการเปิดประตูห้องฉายรังสี

9) ให้กดปุ่ม KEY RELEASE ที่ตู้ควบคุมค้างไว้ เพื่อที่จะสามารถถอดกุญแจออกมา โดยปิดกุญแจทวนเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 3.29 แผงหน้าตู้ควบคุมเพื่อที่จะสามารถถอดกุญแจออกมา

10) จากนั้นระบบHydraulic จะเริ่มทำงานและประตูจะเริ่มเปิดออก จะปิดเฉพาะประตูกรงเหล็ก กรณีจะเปิดประตูกรงเหล็กจะต้องนำเอากุญแจที่ถอดออกมาจากหน้าตู้ควบคุมมา แลกเปลี่ยนกับกุญแจที่ล็อคประตูกรงเหล็กอยู่จึงจะสามารถเลื่อนเปิดประตูกรงเหล็กได้



ภาพที่ 3.30 ระบบประตู Hydraulic เปิดออก

11) จะเปิดประตุกรงเหล็กนำกุญแจที่ถอดออกจากหน้าตู้ควบคุม ไปใส่ที่ประตุกรงเหล็ก โดยใส่กุญแจที่ช่องด้านขวามือ(ด้านนอก)แล้วบิดกุญแจทั้ง 2 จึงจะสามารถผลักประตุกรงเหล็กให้เลื่อนเปิดออกได้



ภาพที่ 3.31 ใส่กุญแจที่ช่องด้านขวามือ(ด้านนอก)

12) ขณะเจ้าหน้าที่เข้าไปปฏิบัติงานในห้องฉายรังสีแกมมา ให้นำ Survey Meter เข้าไปด้วยทุกครั้ง เพื่อตรวจวัดปริมาณรังสีภายในห้องฉายรังสี



ภาพที่ 3.32 Survey Meter



13) นำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ที่ฉายรังสีแกมมาเสร็จออก หรือถ้ามีอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการฉายเพิ่มให้นำมาใส่ที่วางอัญมณีและผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อย



ภาพที่ 3.33 ที่วางผลิตภัณฑ์ห้องฉายรังสีแกมมา

14) เมื่อนำอัญมณีหรือผลิตภัณฑ์ใส่ห้องฉายรังสีแกมมาเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งจะเดินเครื่องฉายรังสีแกมมา

15) ทำการตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีบุคคลใดอยู่ในห้องฉายรังสีแล้ว ก่อนที่จะทำการปิดประตูทางเข้า-ออก ห้องฉายรังสีแกมมา

16) ให้กดปุ่ม SEARCH START ที่ผู้ควบคุม จะมีสัญญาณเสียงเตือนดังเพื่อเริ่มต้นการตรวจสอบว่าไม่มีบุคคลใดอยู่ในห้องฉายรังสี ในขั้นตอนนี้จะต้องทำให้เสร็จสิ้นภายในเวลา 120 วินาที เมื่อเดินเข้าไปในห้องฉายรังสีแกมมาให้หน้า Survey Meter เข้าไปตรวจวัดปริมาณรังสี ขณะเดินเข้า-ออกห้องฉายรังสีแกมมา



ภาพที่ 3.34 แผงหน้าตู้ควบคุมตรวจสอบว่าไม่มีบุคคลใดอยู่ในห้องฉายรังสี

17) ขณะเดินเข้าห้องฉายรังสีจะผ่าน Maze Eyes Sensors ต้องไม่เดินแกว่งแขนขณะเดินผ่าน เนื่องจากระบบยอมให้ผ่านคนเดียวหากแกว่งแขนอาจเข้าใจว่ามี 2 คนกำลังเข้า-ออก ระบบ Search จะสิ้นสุดลงทันทีและต้องเริ่มทำการ Search ใหม่



ภาพที่ 3.35 ระบบตรวจสอบว่าไม่มีบุคคลใดอยู่ภายในห้องฉายรังสี

18) จากนั้นก่อนที่จะเดินออกตรงบริเวณทาง เข้า-ออก จะต้องกดปุ่ม Interlock ที่ตรวจจับ Second Man Sensor ที่ตรงทางเดินเข้า-ออก ก่อนที่จะเดินตัดผ่านตัวตรวจจับ



ภาพที่ 3.36 ตรวจจับ Second Man Sensor

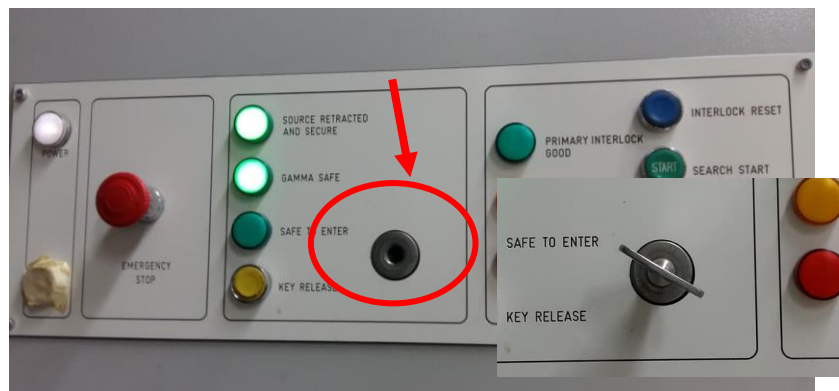


19) ปิดประตูกรงเหล็กห้องฉายรังสีแกมมา ถอดกุญแจในช่องขวามือออก โดยบิดไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วนำเอากุญแจไปใส่ไว้ที่ตู้ควบคุมตามเดิม



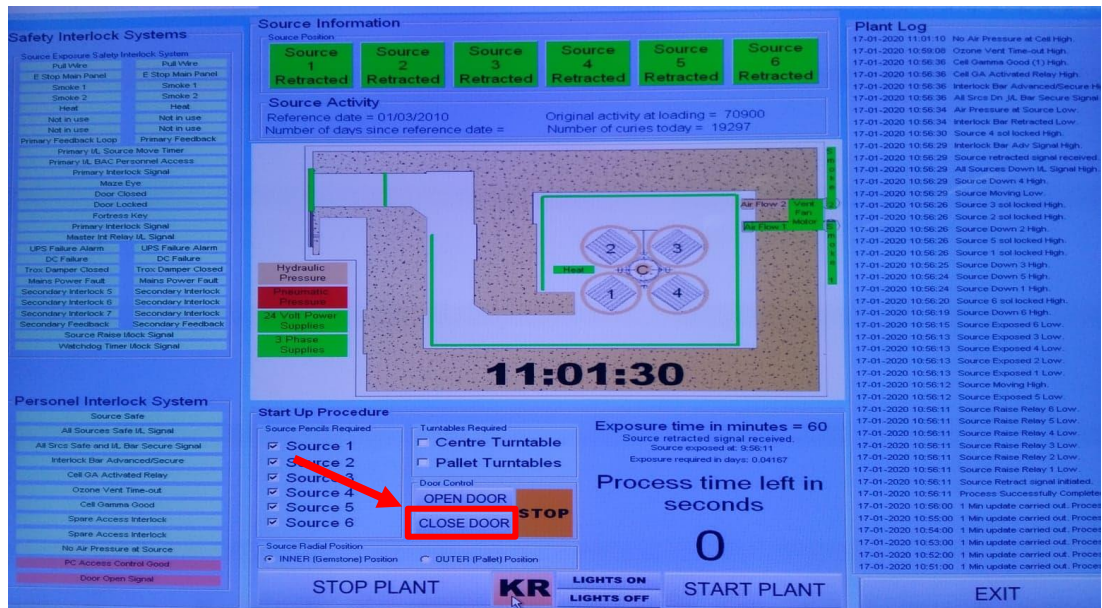
ภาพที่ 3.37 ปิดประตูกรงเหล็กห้องฉายรังสีแกมมา

20) ใส่กุญแจที่ถอดออกมาในตำแหน่งของกุญแจที่ตู้ควบคุม พร้อมบิดกุญแจ



ภาพที่ 3.38 ใส่กุญแจที่ถอดออกมาในตำแหน่งของกุญแจที่ตู้ควบคุม

21) ทำการสั่งปิดประตูที่ควบคุมระบบ Hydraulic Pump ให้คลิก CLOSE DOOR บนหน้าจอโปรแกรมควบคุมจะมีสัญญาณเสียงเตือนระบบ Sensor ตรวจจับตำแหน่งก็จะทำหน้าที่ตรวจสอบเมื่อประตูเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้ Hydraulic Pump ก็จะหยุดทำงานสัญญาณเสียงเตือน



ภาพที่ 3.39 สั่งปิดประตูที่ควบคุมด้วย Hydraulic Pump ด้วยการคลิก CLOSE DOOR

22) เมื่อระบบเสียงเตือนทุกอย่างสิ้นสุดแสดงถึงความพร้อมที่จะเริ่มเดินเครื่องฉายรังสี

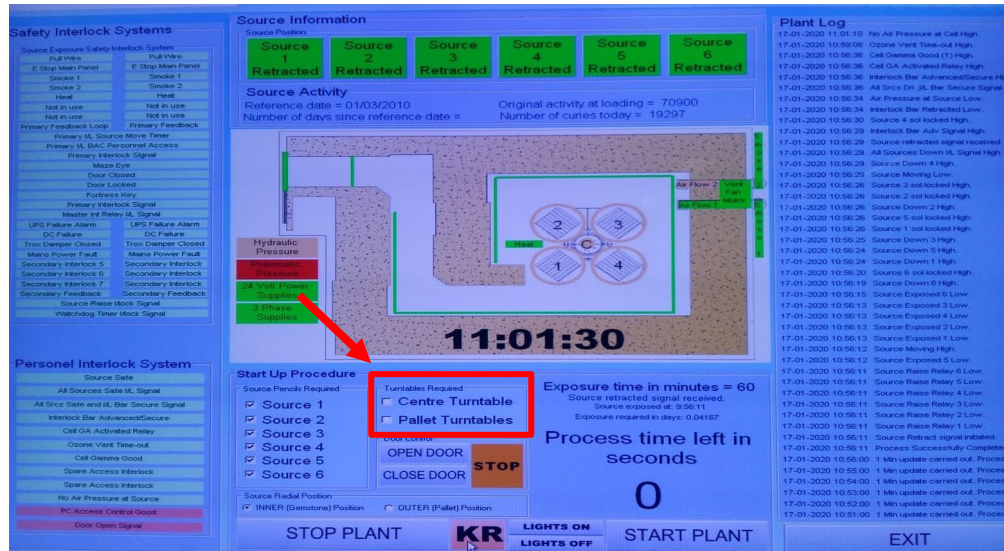
23) โดยจะกำหนดค่าการทำงานในการฉายรังสีไอ้ภูมิณีและผลิตภัณฑ์ จากโปรแกรมexcel ดูเฉพาะแถบสีเหลืองเท่านั้น ช่องเวลาฉายที่เหลือซึ่งจะเลือกดูเวลาฉายที่เหลือน้อยสุดในการกำหนดค่าการทำงานเครื่องฉายรังสีแกมมา

เวลาฉายที่เหลือ

วันที่ฉาย	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ src	dose (mg)	เวลา (นาที)/Dose	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาฉาย(ชั่วโมง)	กิจกรรมทางเภสัชภัณฑ์/สารภาพ	สถานะ/เสร็จ
25/11/2562	Tourmaline (สบู่ง)	14863	160	1,760	1,760	-	NOV23/2	(เริ่ม 11:46:59 ชม 26/11/62 07:26:47
25/11/2562	ทัวร์มาลีน (CTEC)	14863	25	355	355	-	NOV23/1	(เริ่ม 11:46:59 ชม 26/11/62 18:21:35
26/11/2562	Tourmaline, tanzanium (ผงสี)	14863	500	5,500	5,500	-	NOV34/1	(เริ่ม 20:11:02 ชม 20/11/62 12:05:18
26/11/2562	สารโพแทสเซียมฟอสเฟต (ผงขาว)	15063	10	180	180	-	เวลา 1 ชม 26/11/62	(เริ่ม 10:33:47 ชม 26/11/62 13:50:48
26/11/2562	Tourmaline (ผงขาว)	15263	200	2,200	2,200	-	5 ชม 2 ชม 26/11/62	(เริ่ม 10:19:37 ชม 26/11/62 15:44:16
27/11/2562	ทัวร์มาลีน (ผงขาว)	15263	2	32	32	-	NOV30/1	(เริ่ม 13:19:57 ชม 26/11/62 05:11:39
27/11/2562	ทัวร์มาลีน (ผงขาว)	15263	4	66	66	-	NOV30/1	(เริ่ม 12:06:18 ชม 27/11/62 13:01:19
27/11/2562	ทัวร์มาลีน (ผงขาว)	15263	2	32	32	-	NOV30/1	(เริ่ม 14:28:55 ชม 27/11/62 15:01:02
27/11/2562	ทัวร์มาลีน (ผงขาว)	15263	4	66	66	-	NOV30/1	(เริ่ม 15:11:07 ชม 27/11/62 16:17:14
27/11/2562	Tourmaline (ผงขาว)	15363	170	1,860	1,860	-	Nov38/1	(เริ่ม 12:05:19 ชม 29/11/62 09:17:30
28/11/2562	Topaz (หิน)	15563	1,000	11,000	11,000	-	Nov39/2	(เริ่ม 12:58:02 ชม 07/12/62 15:56:00
5/12/2562	Tourmaline (สีฟ้า)	18163	500	5,500	5,500	-	Dec1/1	(เริ่ม 12:04:02 ชม 07/12/62 09:57:07
9/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	17763	300	3,300	3,300	-	Dec6/1	(เริ่ม 06/12/62 15:41:46 ชม 08/12/62 07:37:43
9/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18663	300	3,300	3,300	-	Dec7/1	(เริ่ม 06/12/62 15:41:46 ชม 08/12/62 07:08:11
7/12/2562	ทัวร์มาลีน (CTEC)	17863	25	355	355	-	Dec12/2	(เริ่ม 06/12/62 15:41:46 ชม 08/12/62 07:37:43
9/12/2019	Tourmaline (ผงฟุ้ง)	17963	500	5,500	5,500	-	Dec3/1	(เริ่ม 07/12/62 10:01:29 ชม 07/12/62 15:56:00
11/12/2019	Tourmaline (สีม่วง)	18163	500	5,500	5,500	-	Dec3/2	(เริ่ม 12/12/2019 14:41:08 ชม 14/12/62 05:54:56
12/12/2019	ทัวร์มาลีน (สีฟ้า)	18063	2	30	30	-	NOV30/1	(เริ่ม 11/12/2019 15:11:13 ชม 16/12/62 07:56:18
12/12/2019	ทัวร์มาลีน (สีฟ้า)	18063	4	60	60	-	NOV30/1	(เริ่ม 12/12/62 09:42:12 ชม 12/12/62 11:57:08
12/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18263	500	5,500	5,500	-	Dec10/1	(เริ่ม 21/12/62 14:52:33 ชม 15/12/62 01:56:18
12/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18263	500	5,500	5,500	-	8 Dec10/2	(เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ชม 17/12/62 05:46:47
12/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18263	500	5,500	5,500	-	5 Dec10/2	(เริ่ม 21/12/62 14:52:33 ชม 17/12/62 05:46:47
12/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18263	500	5,500	5,500	-	5 Dec10/4	(เริ่ม 21/12/62 14:52:33 ชม 17/12/62 05:46:47
12/12/2562	Tourmaline (สีม่วง)	18263	500	5,500	5,500	-	5 Dec10/5	(เริ่ม 21/12/62 14:52:33 ชม 17/12/62 05:46:47
12/12/2019	Tourmaline (สีฟ้า)	18663	200	2,200	2,200	-	Dec11/1	(เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ชม 14/12/62 05:46:47
12/12/2019	Tourmaline (สีฟ้า)	18663	400	4,400	4,400	-	Dec11/2	(เริ่ม 12/12/62 14:52:33 ชม 16/12/62 07:56:18
12/12/2019	Tourmaline (สีฟ้า)	18663	500	5,500	5,500	-	5 Dec12/1	(เริ่ม 21/12/62 14:52:33 ชม 17/12/62 05:46:47
12/12/2019	ทัวร์มาลีน (CTEC)	18863	25	355	355	-	Dec3/1	(เริ่ม 12/12/62 11:45:11 ชม 15/12/62 17:50:26
16/12/2019	Tourmaline (สีม่วง)	19063	400	4,400	820	3,580	Dec14/1	(เริ่ม 16:25:45
16/12/2019	Tourmaline (สีม่วง)	19063	1,000	11,000	820	10,180	Dec14/2	(เริ่ม 16:25:45

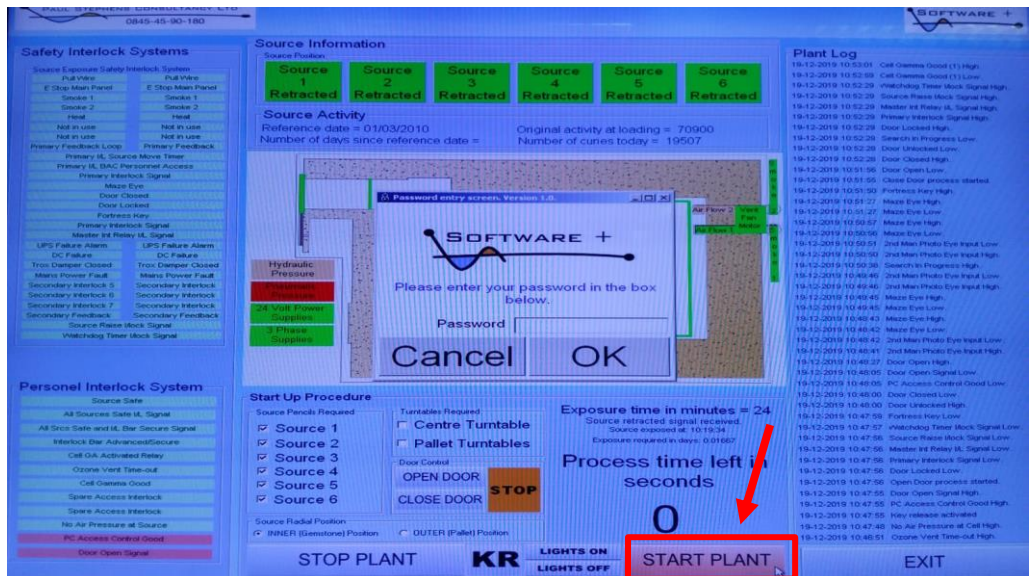
ภาพที่ 3.40 กำหนดค่าการทำงานในการฉายรังสีไอ้ภูมิณีและผลิตภัณฑ์

24) กรณีต้องการหมุนแทนวางผลิตภัณฑ์ ตึกช่อง Centre Turntable หรือต้องการหมุน Pallet ที่วางผลิตภัณฑ์ ตึกช่อง Pallet Turntable



ภาพที่ 3.41 กำหนดแทนวางผลิตภัณฑ์ให้หมุนและ Pallet หมุน

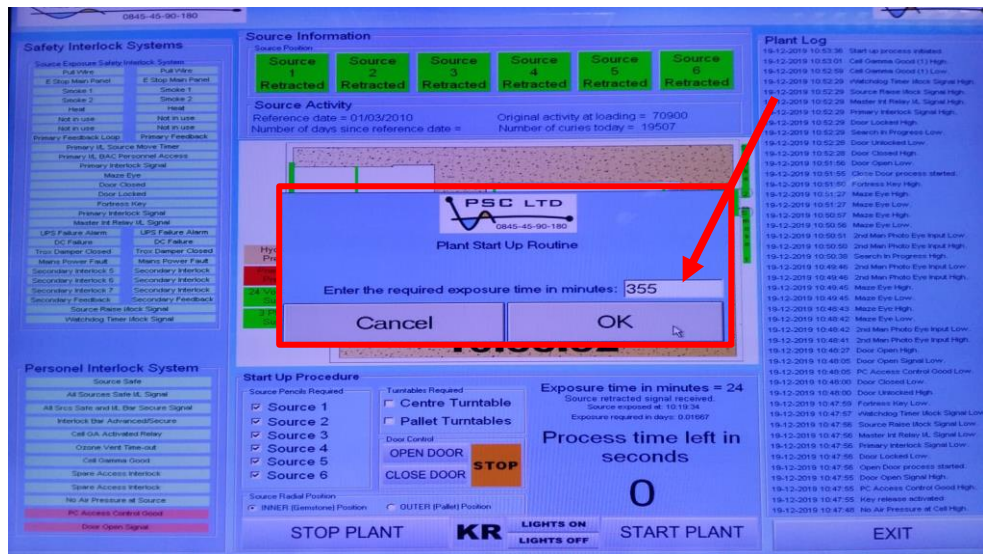
25) เมื่อพร้อมแล้วคลิก START PLANT หน้าจอโปรแกรมควบคุมจะปรากฏหน้าต่าง Password ให้ใส่ รหัสผ่าน ให้ถูกต้องคลิก OK



ภาพที่ 3.42 หน้าจอโปรแกรมควบคุมพร้อมที่จะเริ่มเดินเครื่องฉายรังสี

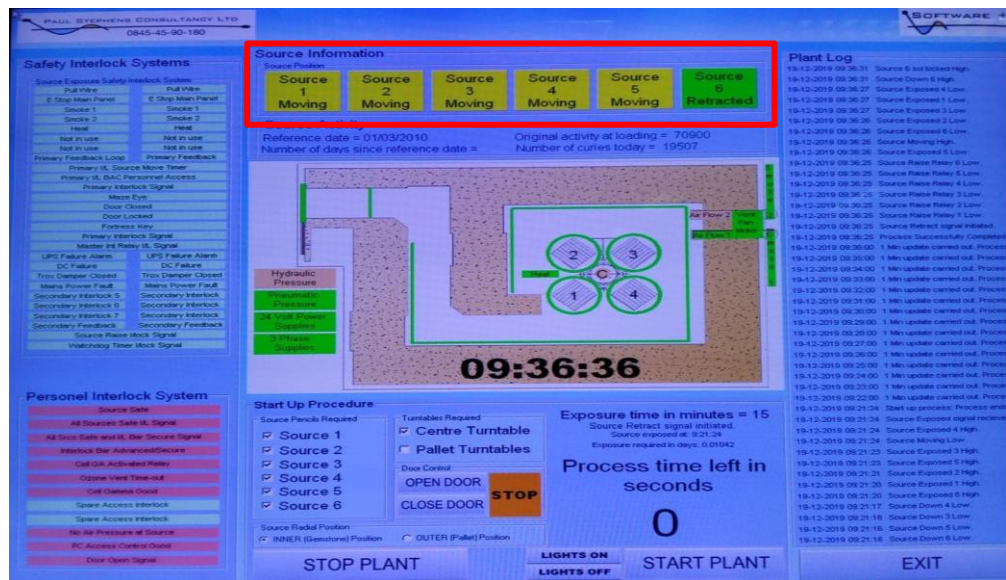


26) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ใส่เวลาในการฉายรังสี ให้ใส่เป็นนาที จากนั้นคลิก OK

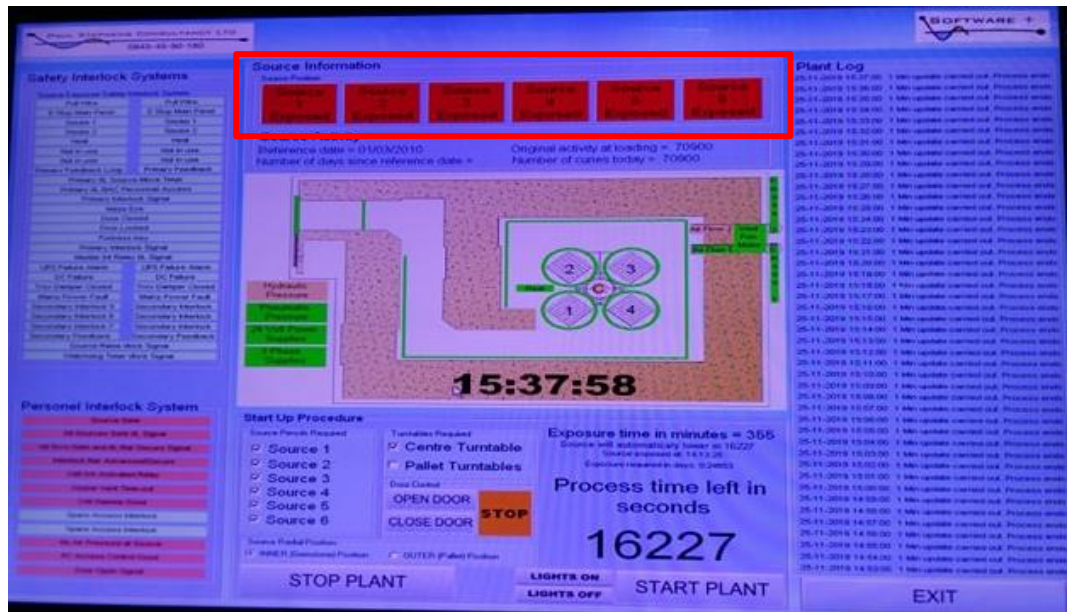


ภาพที่ 3.43 หน้าต่างให้ใส่เวลาในการฉายรังสี

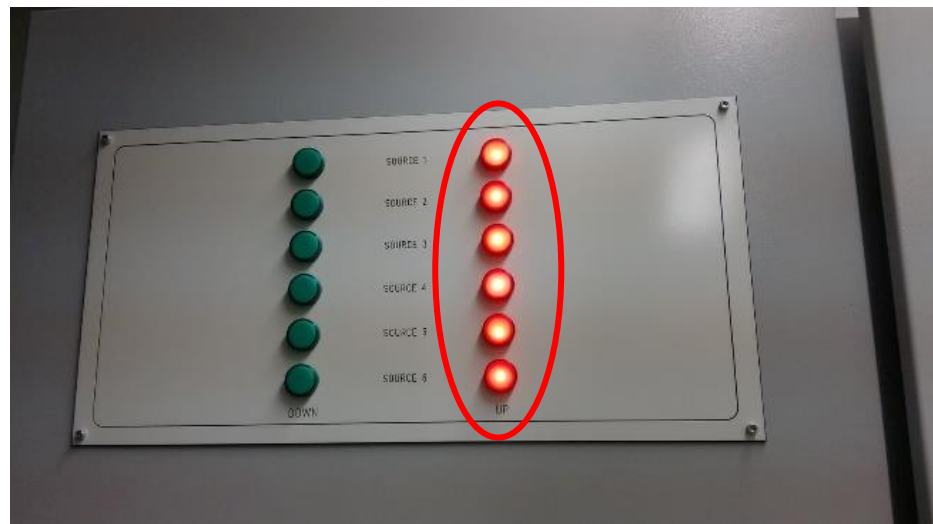
27) หน้าจอโปรแกรมควบคุมจะแสดงสถานะ Source Information 1-6 ออกจากที่เก็บในตำแหน่งปลอดภัยโดยจะเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองและเป็นสีแดง ที่หน้าจอตัวอักษร KR จะไม่แสดงขณะที่กำลังฉายรังสีอยู่



ภาพที่ 3.44 หน้าจอโปรแกรมควบคุมสถานะ Source เปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลือง



ภาพที่ 3.45 หน้าจอโปรแกรมควบคุมสถานะ Source เปลี่ยนสีจากเหลืองเป็นสีแดง  
28) ส่วนหน้าตู้ควบคุมหลอดไฟสีแดงจะติดสว่างทั้ง 6 ดวง



ภาพที่ 3.46 ตู้ควบคุมหลอดไฟสีแดงจะติดสว่าง



29) หน้าห้องฉายรังสีแกมมา มีสัญญาณไฟสีแดงขึ้น SOURCE UP จะติด แสดงว่าตำแหน่งของ Source ถูกนำออกจากตำแหน่งที่ปลอดภัย



ภาพที่ 3.47 หน้าห้องฉายรังสีสัญญาณไฟสีแดงขึ้น SOURCE UP

30) จากนั้นระบบจะทำงานโดยต้นกำเนิดรังสีจะถูกเคลื่อนออกด้วยระบบลมและกลไกในการควบคุมหรือใช้ระบบขับเคลื่อนต้นกำเนิดรังสี ให้เลื่อนต้นกำเนิดรังสีมายังตำแหน่งช่องเปิด เมื่อฉายรังสีครบตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ ต้นกำเนิดรังสีก็จะเลื่อนเข้าไปอยู่ในที่เก็บปกติโดยอัตโนมัติ

31) ทำการบันทึกเวลาเริ่มฉาย ลงสมุดบันทึกและโปรแกรม excel

31.1 บันทึกข้อมูลเวลาฉายและบันทึกว่ารายการไหนที่ฉายครบเวลากำหนดที่จะนำออกจากห้องฉายรังสี



ภาพที่ 3.48 บันทึกข้อมูลเวลาฉายและรายการไหนจะนำออกจากห้องฉายรังสีลงสมุดบันทึก

31.2 ลงบันทึกเวลาเริ่มฉายรังสีอัญมณีและผลิตภัณฑ์ โปรแกรมexcel ที่ห้องสถานะ/วัน/เวลา เฉพาะรายการอัญมณีและผลิตภัณฑ์ที่นำมาเพิ่ม

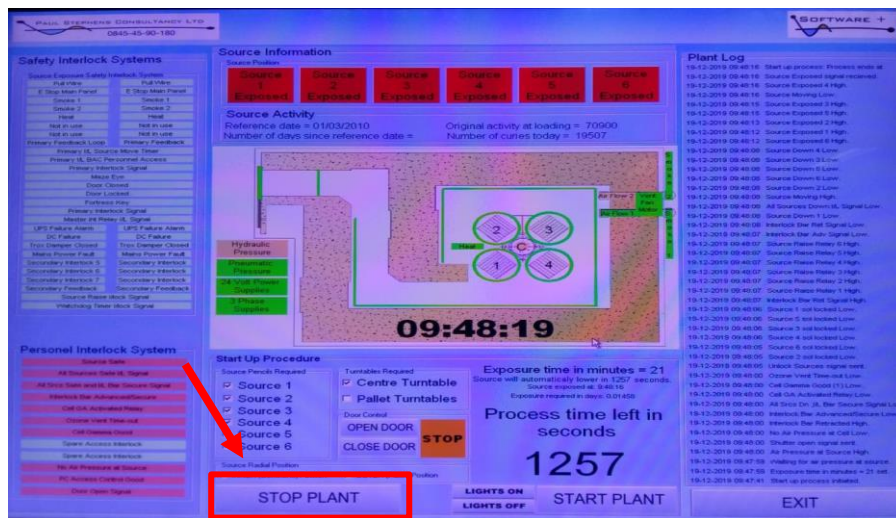
ห้องสถานะ/วัน/เวลา

วันที่ฉาย	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ ต.	DOSE (kGy)	เวลา (นาที)/Dose	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาฉาย (ชั่วโมง)	วิธีการฉายของผลิตภัณฑ์	สถานะ/วัน/เวลา
26/11/2562	Tourmaline (Aluga)	148/82	400	4,800	4,800	-	NOV23:3	วันที่ 11:56:59 วันที่ 26/11/62 07:46:47
26/11/2562	หิน Tourmaline (CTEC)	148/82	25	355	355	-	NOV19:1	วันที่ 11:56:59 วันที่ 26/11/62 18:21:30
26/11/2562	Tourmaline, Tanzanite (บราซิล)	148/82	500	5,500	5,500	-	NOV24:1	วันที่ 12:56:59 วันที่ 26/11/62 08:28:26
26/11/2562	ขนาดผลึกยาว/ขนาดผลึกยาว	150/82	10	150	150	-	Nov 1	วันที่ 10:33:47 วันที่ 26/11/62 13:03:48
26/11/2562	Tourmaline (ทาจานาน)	150/82	200	2,200	2,200	-	Nov25:1	วันที่ 12:19:47 วันที่ 26/11/62 18:48:16
27/11/2562	เพชร (จิวเวลรี่)	150/82	2	32	32	-	หยุดฉาย	วันที่ 12:19:47 วันที่ 26/11/62 08:11:59
27/11/2562	Tourmaline (อียิปต์)	150/82	4	66	66	-	หยุดฉาย	วันที่ 11:26:33 วันที่ 27/11/62 11:54:16
27/11/2562	Tourmaline (อียิปต์)	150/82	2	32	32	-	หยุดฉาย	วันที่ 12:05:18 วันที่ 27/11/62 13:01:19
27/11/2562	Tourmaline (อียิปต์)	150/82	4	66	66	-	หยุดฉาย	วันที่ 14:28:45 วันที่ 27/11/62 15:01:55
27/11/2562	Tourmaline (อียิปต์)	150/82	2	32	32	-	หยุดฉาย	วันที่ 18:11:07 วันที่ 27/11/62 16:17:14
27/11/2562	Tourmaline (อียิปต์)	150/82	170	1,880	1,880	-	Nov28:1	วันที่ 12:05:18 วันที่ 28/11/62 09:17:30
27/11/2562	Topaz (อียิปต์)	150/82	1,000	11,800	11,800	-	Nov30:2	วันที่ 12:05:18 วันที่ 28/11/62 16:06:00
2/12/2562	Tourmaline (อียิปต์)	161/82	500	5,500	5,500	-	Dec1:1	วันที่ 12:04:43 วันที่ 07/12/62 09:07:07
6/12/2562	Tourmaline (อียิปต์)	177/82	500	3,300	3,300	-	Dec8:1	วันที่ 06/12/62 18:41:48 วันที่ 08/12/62 07:37:43
6/12/2562	Tourmaline (อียิปต์)	166/82	300	3,300	3,300	-	Dec1:1	วันที่ 06/12/62 18:41:48 วันที่ 08/12/62 07:37:43
7/12/2562	ทอมาลีน (CTEC)	178/82	25	355	355	-	Dec3:1	วันที่ 06/12/62 18:41:48 วันที่ 08/12/62 07:37:43
8/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	179/82	500	5,500	5,500	-	Dec7:1	วันที่ 06/12/62 18:41:48 วันที่ 08/12/62 07:37:43
11/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	181/82	500	5,500	5,500	-	Dec8:1	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	ไซโรไซด์ (อียิปต์)	180/82	4	60	60	-	Dec1:1	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	300	3,300	3,300	-	Dec10:1	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:2	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:3	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:4	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:5	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:6	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:7	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:8	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:9	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	180/82	500	5,500	5,500	-	Dec10:10	วันที่ 11/12/2019 12:11:13 วันที่ 16/12/62 07:56:16
16/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	190/82	400	4,400	820	3,580	Dec14:1	วันที่ 16:35:45
16/12/2019	Tourmaline (อียิปต์)	190/82	1,000	11,000	820	10,180	Dec14:2	วันที่ 16:35:45

ภาพที่ 3.49 ลงบันทึกเวลาเริ่มฉายอัญมณีและผลิตภัณฑ์ลงโปรแกรมexcel

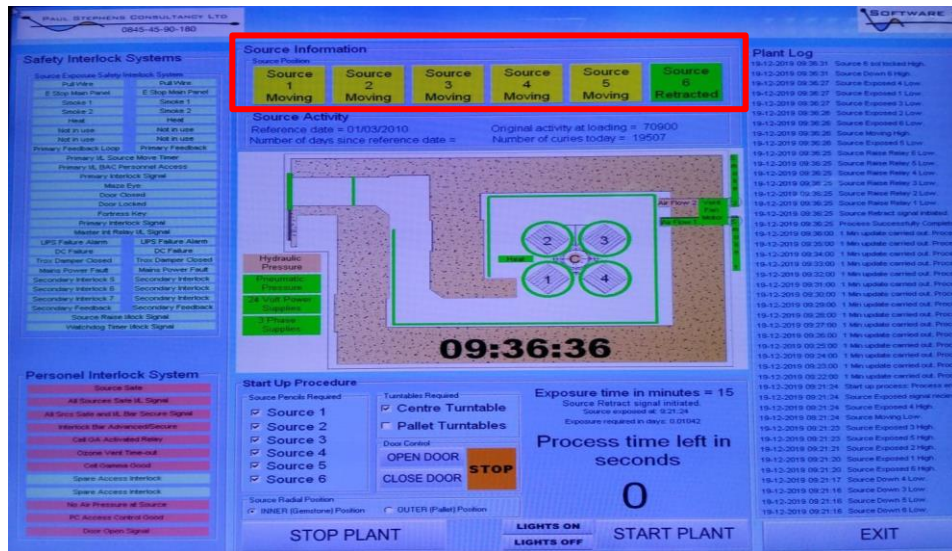
3.3.2 กรณีหยุดเครื่องฉายรังสี ก่อนครบเวลากำหนดเนื่องจากใส่อัญมณีและผลิตภัณฑ์เพิ่ม

- เมื่อต้องการหยุดเครื่องฉายรังสีก่อนครบเวลากำหนด ให้กด STOP PLANT หน้าจอโปรแกรมควบคุม โดยการกด STOP PLANT ต้องดูหน่วยเวลาที่ในการหยุดให้ตรงกับหน่วยเวลา วินาทีที่เครื่องฉายรังสีเริ่มทำงาน เพื่อไม่ทำให้เกิดหน่วยทศนิยมของเวลา
- ต้องการหยุดเครื่องฉายรังสี ให้กด STOP PLANT มีเสียงเตือนดังขึ้น ระบบจะหยุดการทำงานและควบคุมให้ Source เคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งปลอดภัย

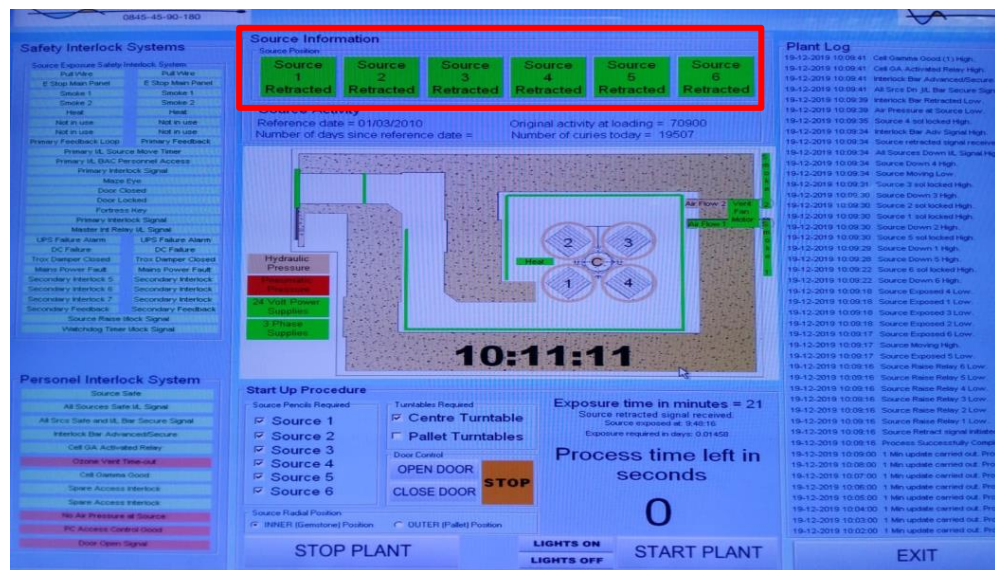


ภาพที่ 3.50 ลงบันทึกเวลาเริ่มฉายอัญมณีและผลิตภัณฑ์ลงโปรแกรมexcel

3) หน้าจอโปรแกรมควบคุมจะแสดงสถานะ Source Information 1-6 จัดเก็บในตำแหน่งปลอดภัยโดยจะเปลี่ยนสีจากแดงเป็นเหลืองและเป็นสีเขียว ที่หน้าจอตัวอักษร KR จะไม่แสดงขณะที่กำลังฉายรังสีอยู่



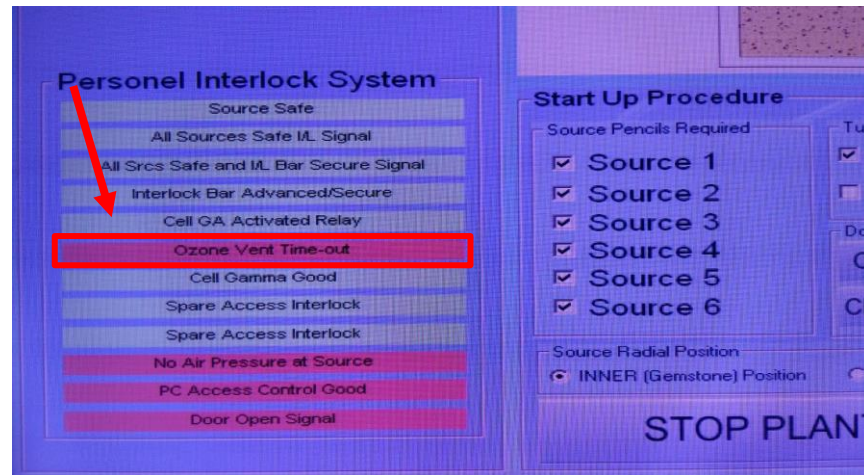
ภาพที่ 3.51 แสดงสถานะ Source จัดเก็บในตำแหน่งปลอดภัยเปลี่ยนสีแดงเป็นเหลือง



ภาพที่ 3.52 แสดงสถานะ Source จัดเก็บในตำแหน่งปลอดภัยเปลี่ยนสีเหลืองเป็นสีเขียว

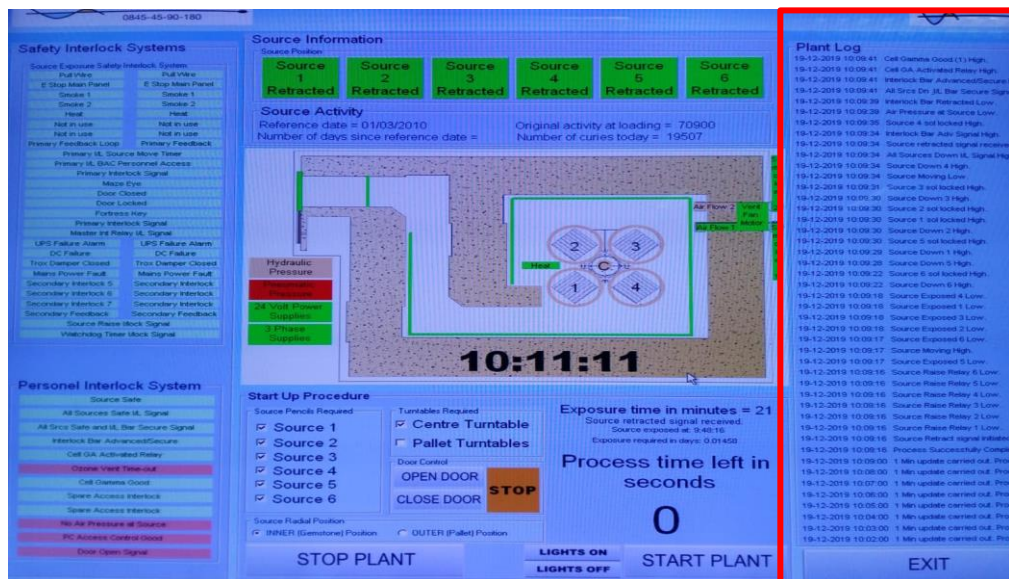
4) จากนั้นรอแถบ Ozone vent Time-out หาย ซึ่งระบบระบายไอโซนออกจากห้องฉายรังสีจะเริ่มทำงานและหยุดเมื่อครบกำหนดตามเวลาที่ตั้งไว้ รอประมาณ 5 นาที เพื่อจะทำการเปิดประตูห้องฉายรังสีแกมมา





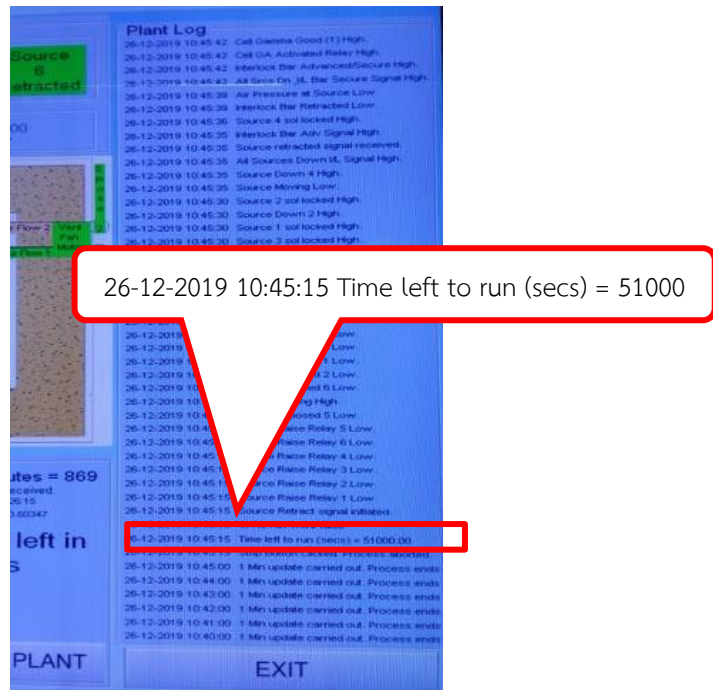
ภาพที่ 3.53 แถบ Ozone vent Time-out

5) ดูเวลา SOURCE DOWN ซึ่งจะแสดงที่ Plant Log บนหน้าจอโปรแกรมควบคุมที่มุมขวา เขียนว่า Time left to run (secs) เช่น Time left to run (secs) = 51000 โดยนำ 51000 หาร 60 จะได้ 850 นาที คือเวลาการหยุดฉายรังสี



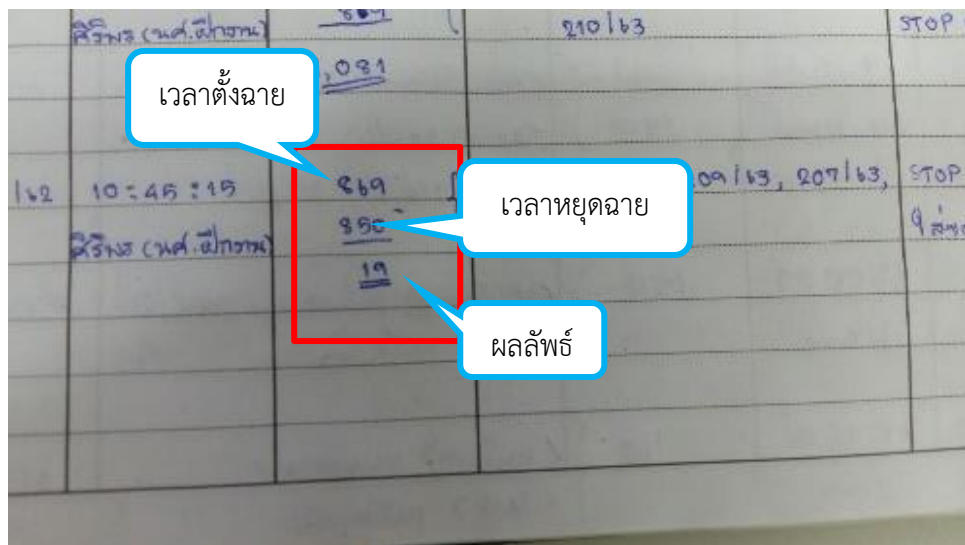
ภาพที่ 3.54 แสดงที่ Plant Log บนหน้าจอโปรแกรมควบคุม





ภาพที่ 3.55 แถบ Time left to run (secs)

6) นำเวลาหยุดฉายมาลบกับเวลาดั้งฉายในสมุดบันทึก



ภาพที่ 3.56 บันทึกเวลาหยุดฉายลงสมุด

7) จากนั้นนำผลลัพธ์มาบวกช่วงเวลาสะสม เฉพาะรายการที่เป็นสีเหลืองเท่านั้นและเปิดดูทุกหน้าของโปรแกรม excel

เวลาสะสม

วันที่รับงาน	ผลิตภัณฑ์	เลขที่ สาร	dose (kg)	เวลา (นาที)Dose	เวลาสะสม (นาที)	เวลาเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์	วิธีการจ่ายของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์	สถานะวันที่รับงาน
25/11/2562	Tourmaline (Azuga)	146/63	400	4,800	4,800	-	Nov23/3	เริ่ม 11:56:59 สิ้น 25/11/62 07:36:47
25/11/2562	ทัวมาไลน์ (C TEC)	145/63	150	1,750	1,750	-	Nov23/1	เริ่ม 11:56:59 สิ้น 25/11/62 18:21:55
25/11/2562	Tourmaline, Tanzanite (มณีอ้อม)	148/63	25	355	355	-	Nov19/1	เริ่ม 11:56:59 สิ้น 25/11/62 20:08:26
26/11/2562	Tourmaline (มอซซาร์)	152/63	800	5,500	5,500	-	Nov34/1	เริ่ม 25/11/62 20:19:05 สิ้น 30/11/62 12:05:18
26/11/2562	ตารางเหลี่ยม(บุรุษผลัดวันท)	150/63	10	150	150	-	เริ่ม 1 1 กุมภาพันธ์ 25Nov20/1	เริ่ม 10:33:47 สิ้น 26/11/62 12:03:48
26/11/2562	Tourmaline (มอซซาร์)	152/63	200	2,200	2,200	-	Nov34/1	เริ่ม 12:19:57 สิ้น 26/11/62 15:45:16
27/11/2562	บุรุษจางรูป)	150/63	2	32	32	-	เริ่ม 11:26:03 สิ้น 27/11/62 11:54:16	
27/11/2562	Tourmaline (อัญชัญ)	153/63	4	66	66	-	เริ่ม 12:05:18 สิ้น 27/11/62 12:01:19	
28/11/2562	Topaz (นเพชร)	155/63	2	22	22	-	เริ่ม 14:28:59 สิ้น 27/11/62 15:01:02	
2/12/2562	Tourmaline (อัญชัญ)	177/63	300	3,200	3,200	-	เริ่ม 18:11:07 สิ้น 27/11/62 16:17:14	
6/12/2562	Tourmaline (อัญชัญ)	166/63	200	2,200	2,201	-	1 Dec7/1	เริ่ม 12:05:18 สิ้น 29/11/62 08:17:30
7/12/2562	ทัวมาไลน์ (C TEC)	178/63	25	355	355	-	Dec7/2	เริ่ม 12:56:02 สิ้น 07/12/62 15:56:00
9/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	179/62	500	5,500	5,500	-	Dec8/1	เริ่ม 12:04:43 สิ้น 07/12/62 09:57:07
11/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	181/63	500	5,500	5,500	-	Dec8/1	เริ่ม 06/12/62 15:41:46 สิ้น 08/12/62 07:58:11
12/12/2019	ไทโรไซด์ (อัญชัญ 1พ)	180/63	2	30	30	-	Dec7/2	เริ่ม 06/12/62 15:41:46 สิ้น 08/12/62 07:57:43
12/12/2019	ทัวมาไลน์ (อัญชัญ)	180/63	4	60	60	-	SDec3/1	เริ่ม 07/12/62 10:01:59 สิ้น 07/12/62 15:56:00
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	180/62	500	5,500	5,512	-	12 Dec8/1	เริ่ม 08/12/2019 14:41:38 สิ้น 14/12/62 08:54:55
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	181/63	500	5,500	5,500	-	Dec8/1	เริ่ม 11/12/2019 12: 11:13 สิ้น 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	ไทโรไซด์ (อัญชัญ 1พ)	180/63	2	30	30	-	Dec8/2	เริ่ม 11/12/2019 12: 11:13 สิ้น 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	2	30	30	-	Dec8/2	เริ่ม 12/12/62 09:42:13 สิ้น 12/12/62 10: 12:14
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	Dec10/1	เริ่ม 12/12/62 09:42:13 สิ้น 12/12/62 11: 07:06
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/2	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/3	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/4	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec10/5	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	200	2,200	2,200	-	Dec11/1	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 14/12/62 06:54:55
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	400	4,400	4,400	-	Dec11/2	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 16/12/62 07:56:16
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	182/63	500	5,500	5,505	-	5 Dec12/1	เริ่ม 12/12/62 14: 52:33 สิ้น 17/12/62 00:56:47
12/12/2019	ทัวมาไลน์ (C TEC)	188/62	25	355	355	-	SDec3/1 (หยุดผลิต)	เริ่ม 12/12/62 11:48:11 สิ้น 12/12/62 17: 50:28
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	189/63	400	4,400	4,400	-	Dec14/1	เริ่ม 16:35:45
12/12/2019	Tourmaline (อัญชัญ)	190/63	1,000	11,000	820	3,580	Dec14/1	เริ่ม 16:35:45

ภาพที่ 3.57 บันทึกเวลาหยุดขยายลงสมุด

8) จากนั้นนำรายละเอียดรายการอัญมณีและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเพิ่มในการฉายรังสี โดยมีนักวิทยาศาสตร์แจ้งรายละเอียดแล้วส่งมาทางระบบคอมพิวเตอร์

เลขที่ สร.	ชื่อลูกค้า	ชื่อผลิตภัณฑ์	Product code	ปริมาณรังสีที่ต้องการ (kGy)	จำนวนกล่องรังสี	เวลาฉายรังสี (นาที)
สร.0190/2563	ทิวาวิฑูรย์ พรหมรัตน์	Tourmaline	DEC 14/1	400	GC2	4400
	ทิวาวิฑูรย์ พรหมรัตน์	Tourmaline	DEC 14/2	1000	GC2	11000

ภาพที่ 3.58 ตารางแจ้งฉายเครื่องฉายรังสีแกมมา

9) ลงบันทึกรายการที่ต้องการฉายเพิ่มในโปรแกรมexcel ดังภาพที่ 3.56 จากนั้นใส่แถบเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่บ่งบอกว่าเป็นรายการที่รอฉายหรือกำลังทำการฉายรังสี

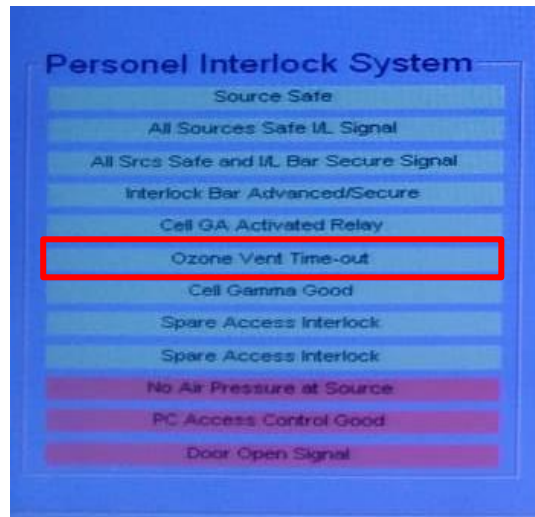
ภาพที่ 3.59 ลงรายการที่ต้องการฉายเพิ่มในโปรแกรมexcel

10) จากนั้นดูช่องเวลาฉายที่เหลือเลือกดูเวลาฉายที่เหลือน้อยสุด เพื่อที่จะทำการกำหนดค่าการทำงานในการฉายรังสี

เวลาฉายที่เหลือ

ภาพที่ 3.60 ดูช่องเวลาฉายที่เหลือเลือกดูเวลาฉายที่เหลือน้อยสุด

9) เมื่อแถบ Ozone vent Time-out เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาว ก็จะสามารถเปิดประตู Hydraulic ได้



ภาพที่ 3.61 แถบ Ozone vent Time-out เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาว

11) จากนั้นทำซ้ำ (กรณีเมื่อครบกำหนดเวลาในการฉายรังสีแกมมา ข้อ 5 – ข้อ 31)

### 3.4 การบำรุงรักษาของเครื่องฉายรังสีแกมมา โคบอลต์-60

3.2.1 ต้องมีคู่มือการเดินเครื่องฉายรังสี ในคู่มือจะต้องวางขั้นตอนแนวทางปฏิบัติที่ละเอียดของระบบเครื่องฉายรังสี

3.2.2 ตรวจสอบและซ่อมบำรุงเป็นระยะเวลาประจำสัปดาห์ ประจำเดือนและครึ่งปี โดยมีการตรวจสอบการรั่วของแท่งต้นกำเนิดรังสีทุก 6 เดือน

3.2.3 เข้มงวดต่องานซ่อมบำรุงระบบเครื่องฉายรังสีและเครื่องจักรกลระบบรวม ตลอดจนการซ่อมบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ปกติ

3.2.4 การวางแผนอะไหล่ อุปกรณ์ อื่น ๆ สำรอง

3.2.5 การตรวจสอบความเรียบร้อยของสายไฟและอุปกรณ์เชื่อมต่อ

3.2.6 การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลา

3.2.7 การทดสอบความผิดปกติของเสียง

3.2.8 การรักษาเงื่อนไขและปัจจัยการเดินเครื่องให้อยู่ในสภาวะปกติ

3.2.9 การตรวจสอบความดันลมของปั๊มลม

3.2.10 มีการบันทึกข้อมูลการเดินเครื่องทุกครั้ง ตลอดจนการบันทึกเหตุขัดข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข



3.2.11 ห้ามฝืนระบบเครื่องฉายรังสีเมื่อพบว่ามีปัญหาขัดข้อง ต้องหยุดเดินเครื่องทันที

3.2.12 ห้ามดัดแปลงระบบสัญญาณเตือนภัยหรือดัดแปลงระบบป้องกันอันตรายจากรังสี ตลอดจนถึงการดัดแปลงระบบเครื่องจักรกลร่วมระบบ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบการฉายรังสี

### 3.5 การวัดปริมาณรังสี

3.5.1 ส่วนประกอบชุดวัดปริมาณรังสี

1) ระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.62 ระบบคอมพิวเตอร์

2) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์



ภาพที่ 3.63 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3) เครื่อง digital electronic micrometer



ภาพที่ 3.64 เครื่อง digital electronic micrometer

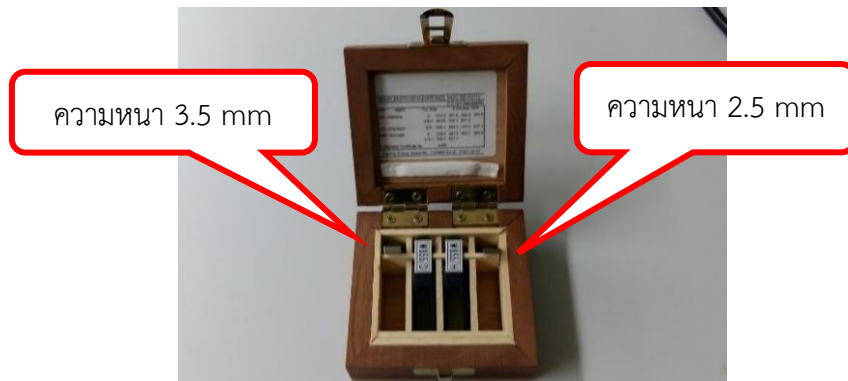
## 4) แผ่นวัดปริมาณรังสี

โดยแผ่นวัดปริมาณรังสี 1-30 kGy ใช้แผ่นวัดปริมาณรังสีหน้าของสีเหลือง แต่ถ้าวัดปริมาณรังสี 5-50 kGy ใช้แผ่นวัดปริมาณรังสีหน้าของสีแดง



ภาพที่ 3.65 แผ่นวัดปริมาณรังสี

## 5) แผ่น gauge block ความหนา 2.5 mm และ 3.5 mm



ภาพที่ 3.66 แผ่น Calibration ความหนา 2.5 mm และ 3.5 mm

## 3.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

## 1) เปิดระบบชุดควบคุม

## 1.1) เปิดระบบคอมพิวเตอร์ กดปุ่มเปิดสีดำ 1 ครั้ง



ภาพที่ 3.67 เปิดระบบคอมพิวเตอร์

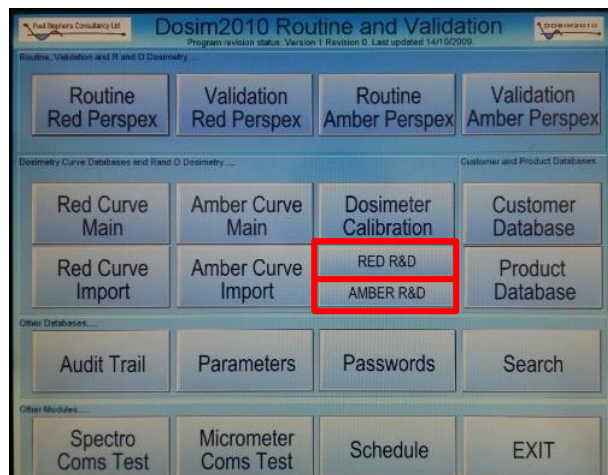


2) เมื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องมือวิเคราะห์พร้อมใช้งาน ให้ทำการเข้าโปรแกรมควบคุม



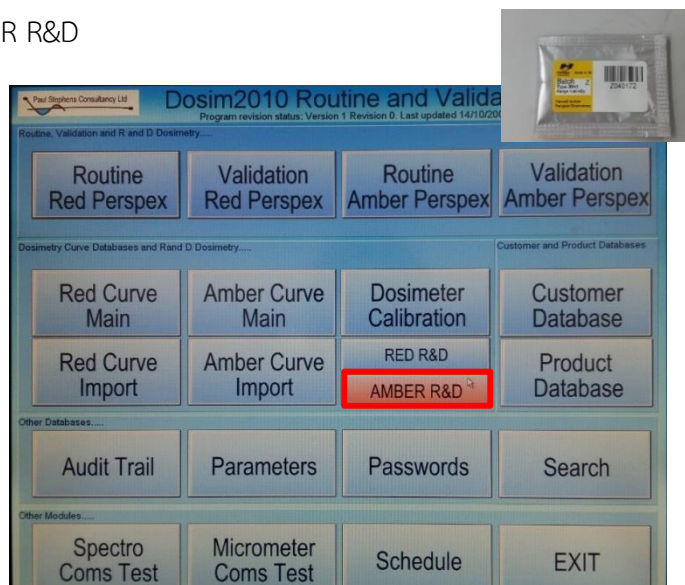
ภาพที่ 3.71 อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องมือวิเคราะห์พร้อมใช้งาน

3) หน้าหลักโปรแกรมวิเคราะห์ต่าง ๆ โดยตัวที่จะใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณรังสีคือ RED R&D และ AMBER R&D



ภาพที่ 3.72 หน้าหลักโปรแกรมวิเคราะห์ต่าง ๆ

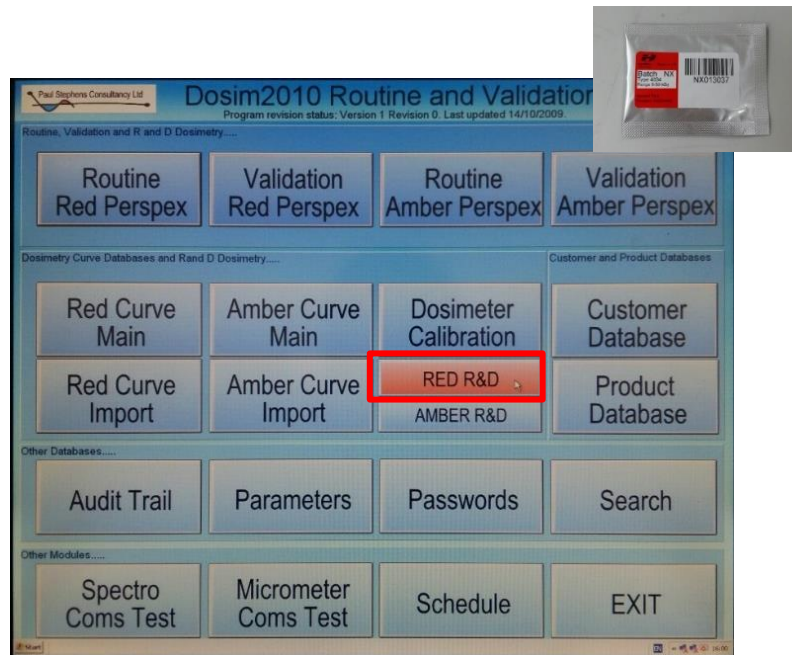
4) จากนั้นเลือกวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสี ถ้าใช้แผ่นวัดปริมาณรังสี 1-30 kGy หน้าของสีเหลือง ให้เลือก AMBER R&D



ภาพที่ 3.73 เลือกวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสี 1-30 kGy

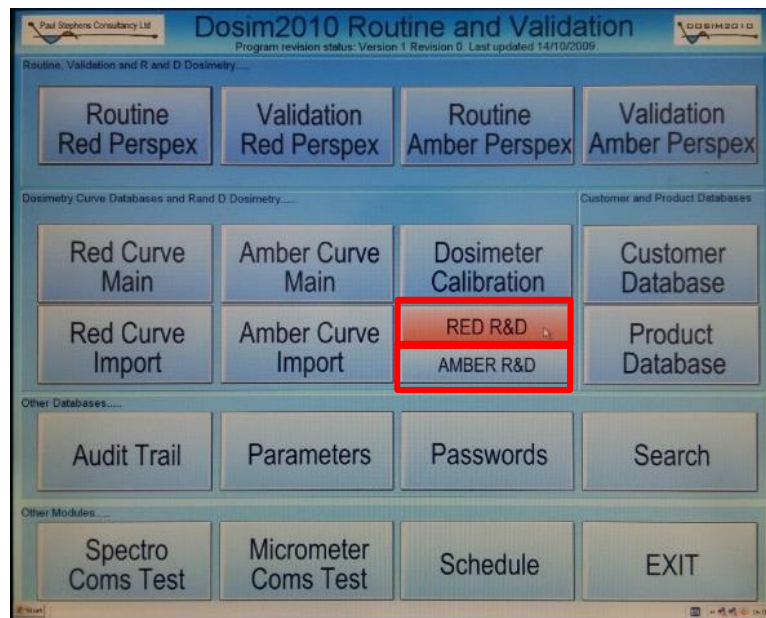


5) แต่ถ้าใช้แผ่นวัดปริมาณรังสี 5-50 kGy หน้าของสีแดง ให้เลือก RED R&D



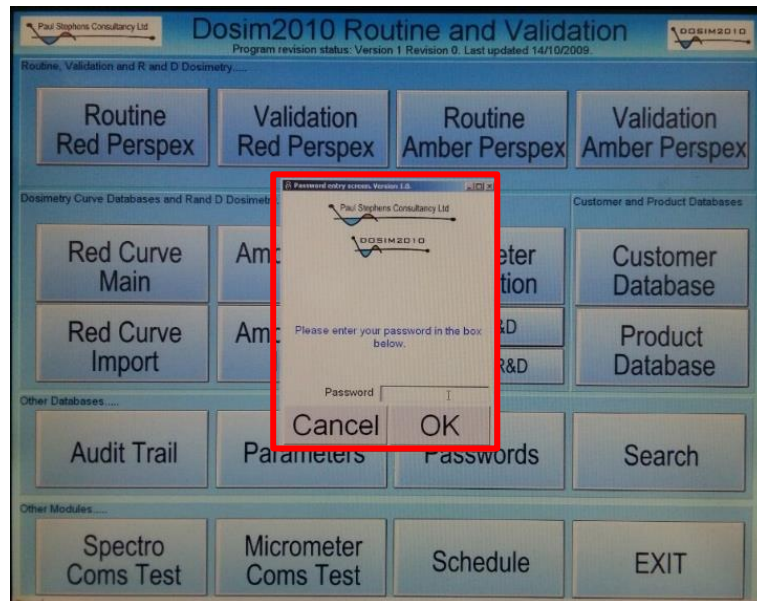
ภาพที่ 3.74 เลือกวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสี 5-50 kGy

6) จากนั้นเลือกการวิเคราะห์การตรวจวัดปริมาณรังสีอัญมณีและผลิตภัณฑ์ ตามที่ได้ใช้ในตรวจวัดปริมาณรังสี



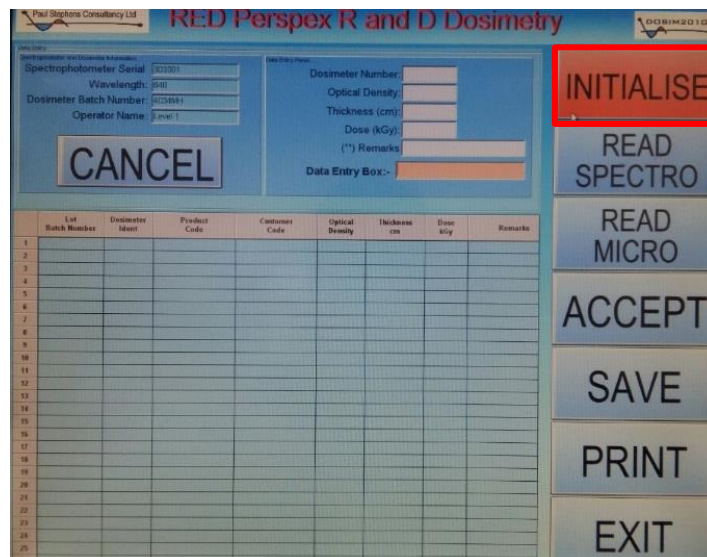
ภาพที่ 3.75 การเลือกการวิเคราะห์การตรวจวัดปริมาณรังสี

7) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างใส่รหัสผ่าน ทำการใส่รหัสที่ถูกต้องแล้วกด OK



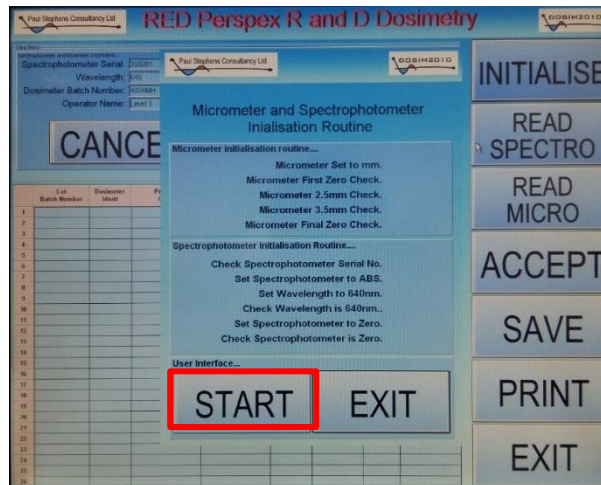
ภาพที่ 3.76 จอแสดงหน้าต่างใส่รหัสผ่าน

8) จะปรากฏหน้าจอโปรแกรมวิเคราะห์ จากนั้นทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ว่ามีการเชื่อมต่อกันและพร้อมทำการวิเคราะห์หรือไม่ ให้คลิกที่ INITIALISE



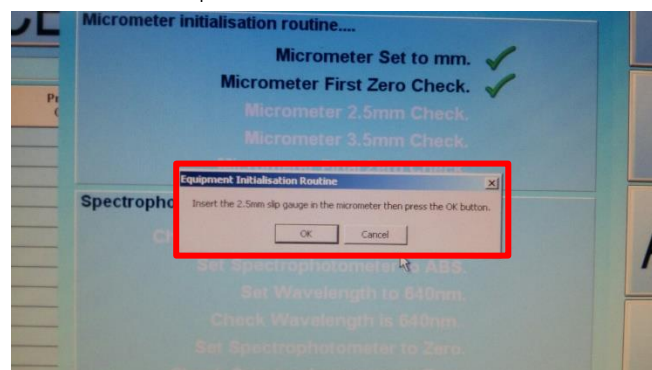
ภาพที่ 3.77 หน้าโปรแกรมการตรวจเช็คอุปกรณ์

9) ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ ให้คลิก START ระบบเริ่มทำการตรวจเช็คการเชื่อมต่อ ส่วนประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 3.78 ปรากฏหน้าจอเริ่มทำการตรวจเช็ค ให้คลิก START

10) จากนั้นโปรแกรมควบคุมจะแสดงให้ Insert แผ่น gauge block ความหนา 2.5 mm



ภาพที่ 3.79 โปรแกรมควบคุม จะแสดงให้ Insert แผ่น gauge block ความหนา 2.5mm

10.1) โดยนำแผ่น gauge block ความหนา 2.5 mm วางบนฐานเครื่อง digital electronic micrometer



ภาพที่ 3.80 แผ่น gauge block ความหนา 2.5 mm วางบนฐานเครื่องวัด

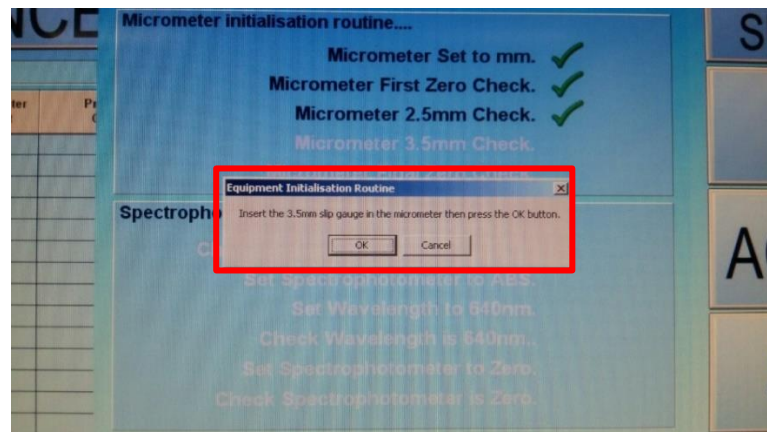


10.2) จากนั้นทำการออกแรงเล็กน้อย กดปุ่มด้านบนบนเครื่องวัดค่าองศาให้ได้อ่านค่า 2.500-2.505 mm เมื่อได้อ่านค่าแล้วให้กด Enter ที่ระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.81 บันทึกราคาแผ่น gauge block ความหนา 2.5 mm ที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม

10.3) จากนั้นโปรแกรมควบคุมจะให้ Insert แผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm



ภาพที่ 3.82 โปรแกรมควบคุม จะแสดงให้ Insert แผ่น gauge block ความหนา 3.5mm

10.4) โดยนำแผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm วางบนฐานเครื่อง digital electronic micrometer



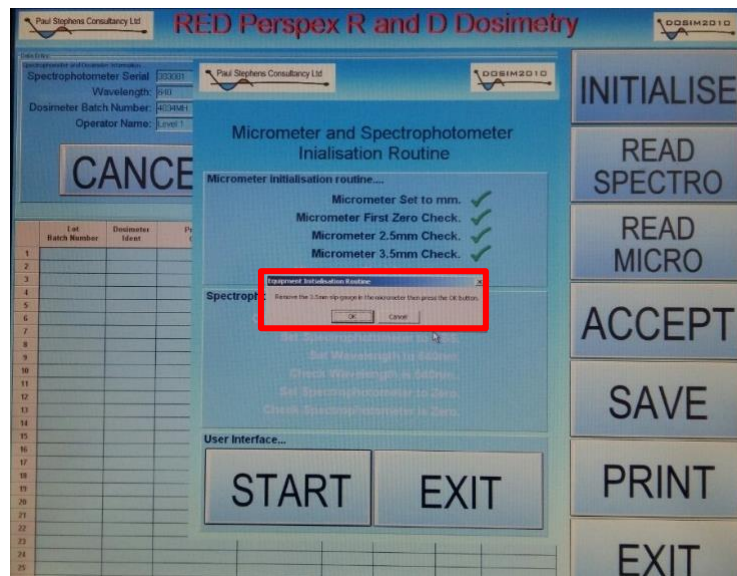
ภาพที่ 3.83 แผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm วางบนฐานเครื่องวัด

10.5) จากนั้นทำการออกแรงเล็กน้อย กดปุ่มด้านบนบนเครื่องวัดค่าองศาให้ได้ค่า 3.500-3.505 mm เมื่อได้ค่าแล้วให้กด Enter ที่ระบบคอมพิวเตอร์



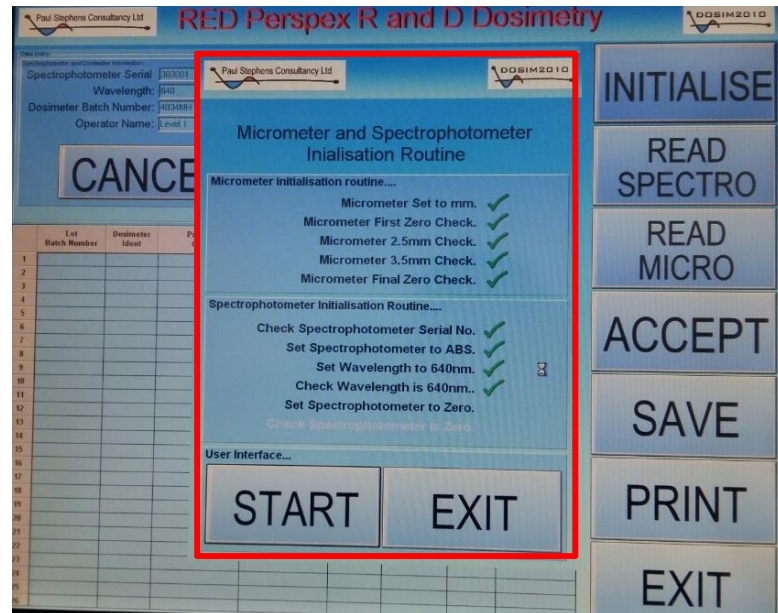
ภาพที่ 3.84 บันทึกค่าแผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm ที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม

10.6) จากนั้นโปรแกรมควบคุม จะแสดงให้ Remove แผ่น gauge block ความหนา ออก โดยนำแผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm ออกจากเครื่องวัด แล้ว คลิก OK ที่หน้าจอโปรแกรม



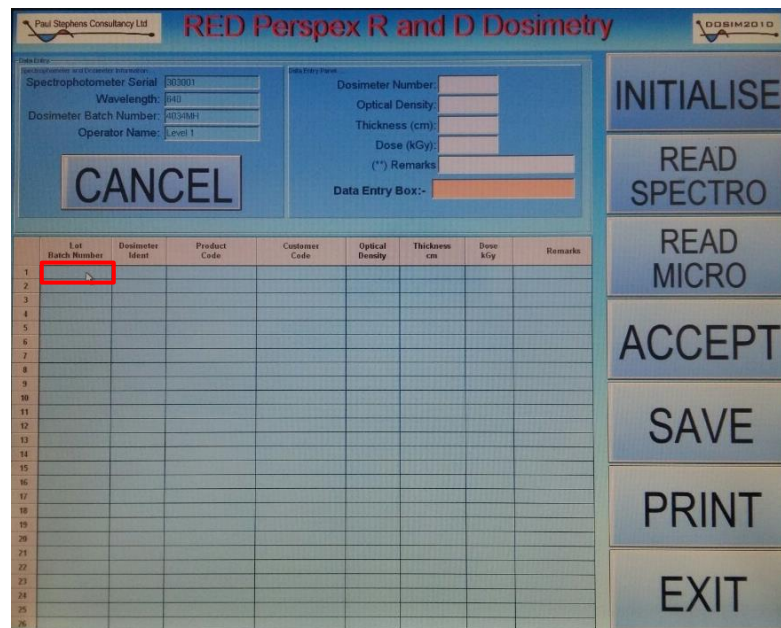
ภาพที่ 3.85 โปรแกรมควบคุมจะแสดงให้ Remove แผ่น gauge block ความหนา 3.5 mm

11) จากนั้นโปรแกรมจะทำการเช็คเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ โดยจะมีสัญญาณลักษณะดัง  
 กุณฺกสีเขียว แสดงว่าอุปกรณ์มีการเชื่อมต่อทุกระบบ



ภาพที่ 3.86 โปรแกรมจะทำการเช็คเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

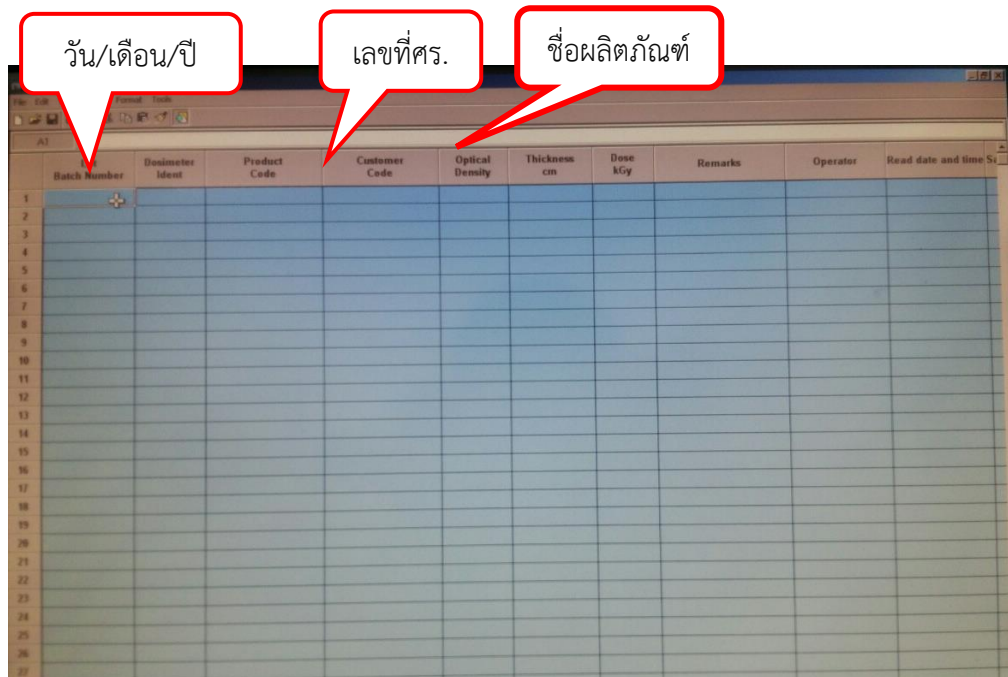
12) เมื่อตรวจเช็คอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการกรอกรข้อมูลให้คลิกขวา1ครั้ง



ภาพที่ 3.87 กรอกรายละเอียดข้อมูล



13) ทำการ ใส่ วัน/เดือน/ปี โดยช่องที่ใส่วัน/เดือน/ปี ต้องทำการใส่วัน/เดือน/ปี (ตามจำนวนแผ่นวัดปริมาณรังสี), เลขที่ศร. และชื่อผลิตภัณฑ์ (ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น)



ภาพที่ 3.88 กรอกข้อมูล วัน/เดือน/ปี เลขที่ศร. ชื่อผลิตภัณฑ์

14) เมื่อทำการกรอกข้อมูลเสร็จ ให้คลิก กากบาท ออก



ภาพที่ 3.89 กลับสู่หน้าจอหลักโปรแกรมควบคุม



15) จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งมาที่หน้าโปรแกรมควบคุม

Lot	Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
24	1_2020		26763	ctec				
24	1_2020							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

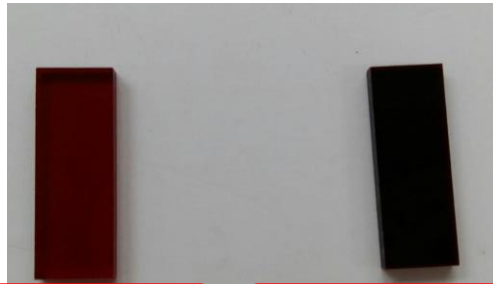
ภาพที่ 3.90 รายละเอียดข้อมูลโปรแกรมควบคุม

16) จากนั้นเริ่มทำการวิเคราะห์ ให้คลิกช่อง Dosimeter Number โดยใส่ตัวเลขแผ่นวัด ปริมาณรังสีที่ต้องการวัดแผ่นแรกเป็นเลข 1 แผ่นต่อไปให้ใส่ 2,3,4,...ตามจำนวนของแผ่นวัดปริมาณ รังสีที่ต้องการวิเคราะห์

Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
ctec				

ภาพที่ 3.91 เริ่มทำการวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสีแผ่นแรก

17) ความแตกต่างแผ่นวัดปริมาณรังสีก่อนฉายรังสีและหลังฉายรังสี



แผ่นวัดปริมาณรังสีก่อนฉายรังสี

แผ่นวัดปริมาณรังสีหลังฉายรังสี

ภาพที่ 3.92 แผ่นวัดปริมาณรังสีก่อนฉายรังสีและหลังฉายรังสี

18) นำแผ่นวัดปริมาณรังสีแผ่นที่ 1 ใส่เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์และทำการปิดฝา



ภาพที่ 3.93 แผ่นวัดปริมาณรังสีแผ่นที่ 1 ใส่เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

19) ทำการวิเคราะห์ปริมาณรังสี ให้คลิก READ SPECTRO

List	Batch Number	Dosimeter Model	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
1	24_1_2020		287/83	ctec				
2	24_1_2020							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

ภาพที่ 3.94 ทำการวิเคราะห์ปริมาณรังสี





23) จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งมาที่หน้าจอโปรแกรมและปรากฏหน้า Dosimeter Data Entry โดยทำการใส่ตัวเลข 1 ให้ตรงกับช่อง Dosimeter Number จากนั้นคลิก OK

Lot Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Remarks
1 24_1_2020		267/63 ctec	
2 24_1_2020			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			

ภาพที่ 3.98 ปรากฏหน้า Dosimeter Data

24) เพื่อยอมรับข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ให้คลิก ACCEPT

Lot Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
1 24_1_2020		267/63	ctec				
2 24_1_2020							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

ภาพที่ 3.99 เพื่อยอมรับข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์



25) จากนั้นข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์จะถูกส่งมาที่ช่องข้อมูลด้านล่าง

Lot Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
24_1_2020		267/63	ctec	0.769	0.2806	>Max	1
24_1_2020				0.764	0.2959	>Max	2
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

ภาพที่ 3.100 ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์จะถูกส่งมาที่ตารางข้อมูลด้านล่าง

26) ต้องการวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสีแผ่นที่ 2,3,4,...ให้ทำซ้ำ ข้อ 16-ข้อ 24

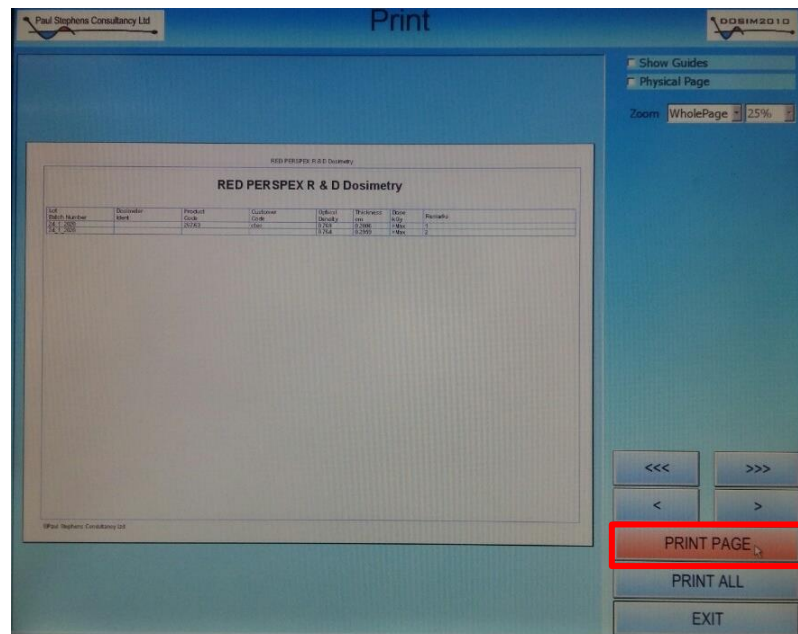
27) เมื่อทำการวิเคราะห์แผ่นวัดปริมาณรังสีครบทุกแผ่นแล้วให้ทำการปรี้นผลการวิเคราะห์

ให้กด PRINT

Lot Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness cm	Dose kGy	Remarks
24_1_2020		267/63	ctec	0.769	0.2806	>Max	1
24_1_2020				0.764	0.2959	>Max	2
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

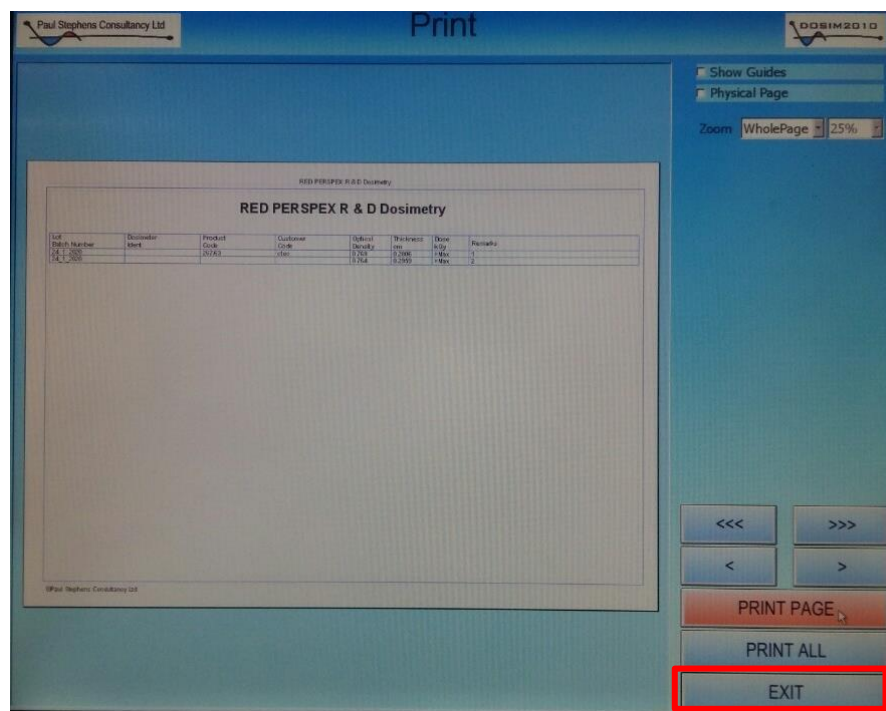
ภาพที่ 3.101 การปรี้นผลการวิเคราะห์

28) จากนั้นจะปรากฏหน้าผลการวิเคราะห์ ให้คลิก PRINT PAGE



ภาพที่ 3.102 ปรากฏหน้าผลการวิเคราะห์

29) จากนั้น คลิก EXIT เพื่อทำการออกจากหน้าผลการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.103 ออกจากหน้าผลการวิเคราะห์

30) หลังจากนั้นทำการบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อมูล ให้คลิก SAVE

The screenshot shows the software interface for 'RED Perspex R and D Dosimetry'. It includes a header with the company name 'Paul Stephens Consultancy Ltd' and the software version 'DOSIM2010'. The interface is divided into several sections:

- Input Fields:** Spectrophotometer Serial (303801), Wavelength (540), Dosimeter Batch Number (R034061), Operator Name (Level 1), Dosimeter Number, Optical Density, Thickness (cm), Dose (kGy), and Remarks.
- Buttons:** INITIALISE, READ SPECTRO, READ MICRO, ACCEPT, SAVE (highlighted with a red box), PRINT, and EXIT.
- Data Table:** A table with columns: Lot Batch Number, Dosimeter Ident, Product Code, Customer Code, Optical Density, Thickness (cm), Dose (kGy), and Remarks. The first two rows contain data:
 

Lot Batch Number	Dosimeter Ident	Product Code	Customer Code	Optical Density	Thickness (cm)	Dose (kGy)	Remarks
24_1_2020		26763	ctec	0.769	0.2806	>Max	1
24_1_2020				0.784	0.2959	>Max	2

ภาพที่ 3.104 บันทึกผลการวิเคราะห์ข้อมูล

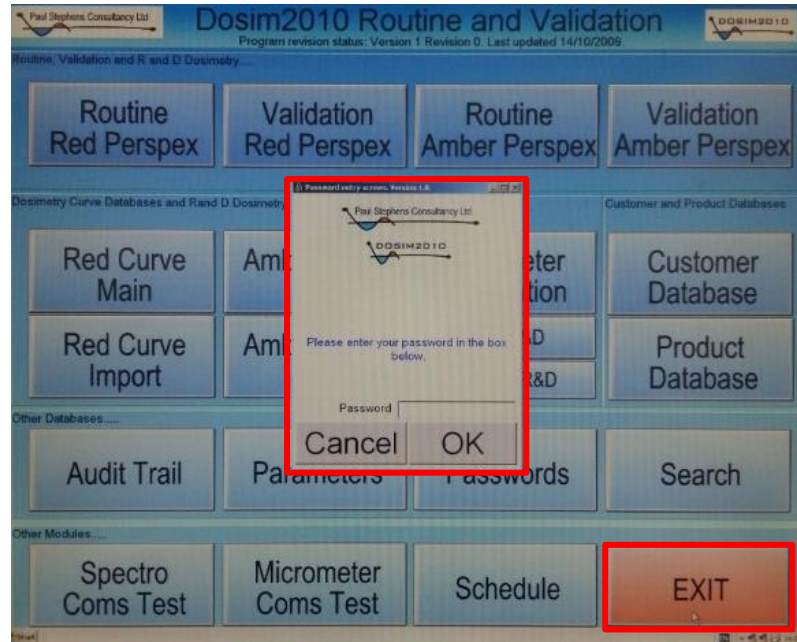
31) เมื่อทำการวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลเสร็จแล้ว ต้องการออกจากโปรแกรม คลิก EXIT

This screenshot is identical to the previous one, showing the same software interface. In this instance, the 'EXIT' button at the bottom of the right-hand menu is highlighted with a red box.

ภาพที่ 3.105 การออกจากโปรแกรมควบคุม



32) จะกลับมาอยู่หน้าหลักของโปรแกรม ต้องการออกจากโปรแกรมให้คลิก EXIT แล้วใส่รหัสผ่านที่ถูกต้องคลิก OK



ภาพที่ 3.106 ต้องการออกจากโปรแกรมหน้าหลัก

33) จากนั้นให้ทำการปิด ระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ เครื่อง digital electronic micrometer และ ปริ้นเตอร์ หลังใช้งานเสร็จ

### 3.6 การใช้ประโยชน์จากเครื่องฉายรังสีแกมมา โคบอลต์-60

โดยรังสีแกมมาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายๆด้าน เช่น ด้านอัญมณี ด้านอาหาร ด้านทางการแพทย์ ด้านการเกษตร ด้านงานวิจัย แต่ส่วนใหญ่แล้วรังสีแกมมาที่ องค์กรฯ จะเน้นไปด้านอัญมณี เนื่องจากลูกค้าให้ความสนใจทางด้านอัญมณี

#### 3.6.1 ด้านอัญมณี

##### 1) การรับอัญมณีก่อนฉายรังสีแกมมา

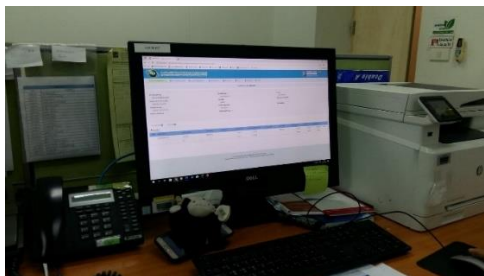
##### 1.1) ทำการชั่งน้ำหนักอัญมณี หน่วยกะรัตและเขียนน้ำหนักหน้าถุง



ภาพที่ 3.107 ชั่งน้ำหนักอัญมณี

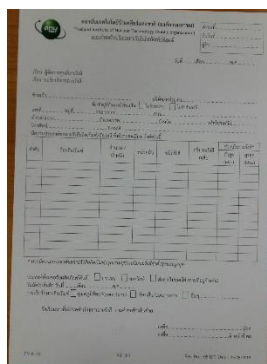


1.2) ลงทะเบียนในระบบและโปรแกรมExcel เพื่อทำการจัดบันทึกข้อมูลลูกค้า



ภาพที่ 3.108 โปรแกรมจะให้ทำการกรอกข้อมูล

1.3) เขียนแบบคำขอรับบริการขายรังสีผลิตภัณฑ์และอัญมณี



ภาพที่ 3.109 แบบคำขอรับบริการขายรังสีผลิตภัณฑ์และอัญมณี

1.4) ติด Produce Code หน้าถุงอัญมณี เพื่อเป็นการกำหนดรหัสรายการของลูกค้า



ภาพที่ 3. 110 โปรแกรมจะให้ทำการกรอกข้อมูล

2) การขายรังสีอัญมณี

อัญมณีนั้นมีค่าและเป็นที่ยอมรับมากทางการตลาดสูง มีความสวยงาม หายากและคงทน โดยการนำอัญมณีมาขายรังสีเพื่อปรับปรุงสีของอัญมณีให้มีสีที่สวยงามไปจากเดิม ซึ่งอัญมณีที่นำมาขายรังสีแกมมาจะมีหลายประเภท เช่น Tourmaline Topaz Quartz Beryl Kunzite และอื่น ๆ ในแต่ละประเภทของอัญมณีที่นำมาขายรังสีจะใช้ปริมาณรังสีแตกต่างกันไปตามความประสงค์ของลูกค้าที่มาขอบริการ ถ้าต้องการให้สีของอัญมณีเข้มขึ้นเล็กน้อย ควรใช้ปริมาณรังสีน้อย แต่ถ้าต้องการให้สีของอัญมณีเข้มขึ้นมากหรือเปลี่ยนไปจากเดิมมาก ควรใช้ปริมาณรังสีสูง

โดยนำอัญมณีที่ได้ทำการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้วมาใส่แกนกลางภาชนะบรรจุ  
อัญมณีของแต่ละ Center โดยจะมีด้วยกัน 3 ชั้น



ภาพที่ 3.111 การฉายรังสีอัญมณี

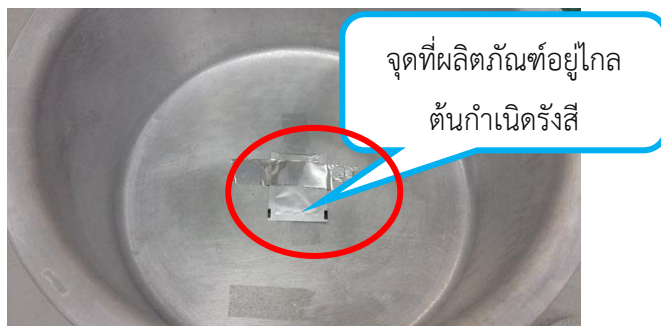
### 3.6.2 ด้านงานวิจัย

#### 3.6.2.1 ด้านอาหาร

##### 1) การฉายรังสีหมุยอ

เป็นอาหารอุตสาหกรรมในครัวเรือนดังนั้นโอกาสที่จะมีเชื้อโรคและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคซึ่งอาจติดมากับเนื้อหมูได้ เช่น พยาธิตัวกลม พยาธิตัวตืด และเชื้อซัลโมเนลลา (Salmonella) ที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง เป็นต้น ปะปนในระหว่างการผลิต ถึงแม้จะนำไปต้มในน้ำเดือดก็ตามแต่เนื่องจากใบตองที่ห่อหุ้มอยู่นาน ภายนอกอาจจะได้รับความร้อนสูงแต่เนื้อหมุยอภายในได้รับความร้อนต่ำกว่า ไม่เพียงพอที่จะทำลายเชื้อโรคบางชนิดหรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนในระหว่างการบรรจุหีบห่อ การขนส่ง โดยการฉายรังสีปริมาณ 3 - 4 กิโลเกรย์ สามารถทำลายเชื้อโรคและจุลินทรีย์ปะปนได้

จากนั้นนำหมุยอจัดเรียงใส่ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์และต้องหมุนภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะได้รับปริมาณรังสีทั่ว โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ โดยจะติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.112 จุดการติดแผ่นวัดปริมาณรังสีที่หมุยอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.113 จุดการติดแผ่นวัดปริมาณรังสีจุดที่หมุยอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี

## 2) การฉายรังสีแห้ง

เป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันมากมายในประเทศ แต่มักจะมีจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น ซัลโมเนลลา และยีสต์อาจนำเชื้อพยาธิให้กับผู้บริโภคอีกด้วย ซึ่งพยาธินี้เป็นอันตรายร้ายแรงต่อชีวิตของผู้บริโภค การฉายรังสีแห้งด้วยปริมาณ 4 - 5 กิโลเกรย์ สามารถที่จะทำลายจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

จากนั้นนำหมุยจัดเรียงใส่ภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์และต้องการหมุนภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะได้รับปริมาณรังสีทั่ว โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องทำการตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือ จุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.114 แหนมฉายรังสีแกมมา

(ที่มา : สุนิสา ภาคเพียร. ออนไลน์. 2558)

### 3.6.2.2 ด้านการแพทย์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษาและใช้ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้แก่ เสื้อคลุมแพทย์ ถุงมือยาง เข็มฉีดยา สำลี ผ้าก๊อซ ภาชนะบรรจุยา อุปกรณ์ทำแผลและอุปกรณ์ต่าง ๆ ล้วนจำเป็นต้องฉายรังสีเพื่อให้ปลอดเชื้อ 100% เนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทางการแพทย์ต้องอยู่ในระดับการควบคุมที่เข้มงวด โดยจะใช้ปริมาณรังสีในการฉายผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไปตามความหนาของการบรรจุผลิตภัณฑ์

#### 1) การฉายรังสีกะโหลกศีรษะเทียม

การฉายรังสีแกมมาปริมาณ 25 กิโลเกรย์ เพื่อกำจัดเชื้อปนเปื้อนทางจุลินทรีย์และการทำให้ปราศจากเชื้อ จากนั้นจัดเรียงกะโหลกศีรษะเทียมใส่ภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์และต้องหมუნภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์เพื่อที่ผลิตภัณฑ์จะได้รับปริมาณรังสีทั่ว

โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องทำการตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือ จุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ไกลต้นกำเนิดรังสี





ภาพที่ 3.115 การติดแผ่นวัดปริมาณรังสีจุดที่กะโหลกศีรษะเทียมอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.116 การติดแผ่นวัดปริมาณรังสีจุดที่กะโหลกศีรษะเทียมอยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี

## 2) การฉายรังสีผ้าปิดแผล

การฉายรังสีแกมมาปริมาณ 15 กิโลเกรย์ เพื่อกำจัดเชื้อปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ และการทำให้ปราศจากเชื้อ โดยหีบห่อบรรจุผลิตภัณฑ์เป็นกล่องซึ่งมีความหนา โดยต้องทำการหมุนกล่องผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้า ด้านบน ด้านหลัง ด้านล่าง ด้านขวา และด้านซ้าย เพื่อที่ผลิตภัณฑ์จะได้รับรังสีทุกตำแหน่ง

จากนั้นนำกล่องไปวางตำแหน่งรอบSource เป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีที่พอเหมาะ โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือ จุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี คือ ด้านหน้าและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสี คือ ด้านขวา



ภาพที่ 3.117 การฉายรังสีแกมมากล่องผ้าก๊อชปิดแผล

### 3) การฉายรังสีหลอดหยด

การฉายรังสีแกมมาปริมาณ 25 กิโลเกรย์ เพื่อกำจัดเชื้อปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ และการทำให้ปราศจากเชื้อ จากนั้นจัดเรียงของหลอดหยดใส่ภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์และตั้งหมุนภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์เพื่อที่ผลิตภัณฑ์จะได้รับปริมาณรังสีทั่ว

โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องทำการตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือ จุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ไกลต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 3.118 การฉายรังสีแกมมาหลอดหยด

### 3.6.2.3 ด้านการเกษตร

#### 1) การฉายรังสีเมล็ดข้าวเปลือก

โดยปกติแมลงทำความเสียหายให้แก่เมล็ดข้าวเปลือกอย่างมากมายในระหว่าง การเก็บเพื่อรอจำหน่ายหรือขนส่ง ไปจำหน่ายยังต่างประเทศ การฉายรังสีปริมาณ 100-500 เกรย์ สามารถฆ่าไข่ ตัวหนอนของแมลงที่ทำลายเมล็ดพืชได้ทุกชนิดและปรับปรุงพันธุ์พืชการ อก การเจริญเติบโต เมื่อบรรจุเมล็ดข้าวเปลือกใส่ถุงที่แมลงเข้าไปไม่ได้แล้ว

จากนั้นนำเมล็ดข้าวเปลือกไปวางบริเวณ Pallet เป็นตำแหน่งที่ได้รับรังสี ปริมาณที่พอเหมาะ ที่สามารถกำจัดแมลงและสามารถเก็บไว้ได้นานเป็นปีโดยไม่มีความเสียหายแต่อย่างใด



ภาพที่ 3.119 การฉายรังสีแกมมาเมล็ดข้าวเปลือก

#### 2) การฉายรังสีเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง

การใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา ในสภาพ ปลอดเชื้อ โดยนำเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 20, 30 และ 40 เกรย์ เพื่อชักนำให้ ออกดอกในสภาพปลอดเชื้อและปรับปรุงพันธุ์เนื้อเยื่อให้มีประสิทธิภาพ การงอก การเจริญเติบโต

ซึ่งนำเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงใส่ภาชนะไปวางบริเวณตำแหน่ง Pallet เป็นตำแหน่ง ที่ได้รับรังสีปริมาณที่พอเหมาะหน่วยเกรย์ ที่สามารถปรับปรุงพันธุ์เนื้อเยื่อให้มีประสิทธิภาพ การงอก การเจริญเติบโตและการออกดอก



ภาพที่ 3.120 เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง

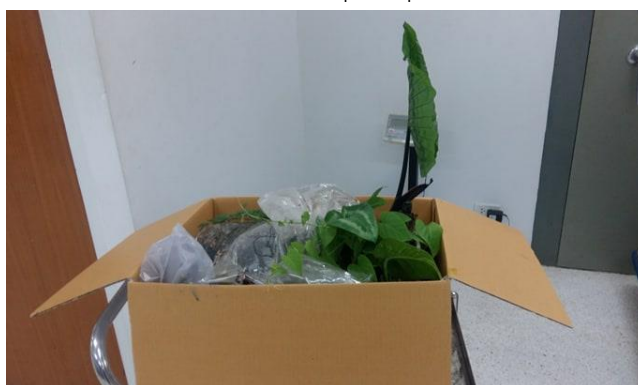


ภาพที่ 3.121 การฉายรังสีแกมมาเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง

### 3) การฉายรังสีพันธุ์ไม้

เป็นการศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการกำจัดเพลี้ยไฟและเนื้อเยื่อดอกพบว่า ที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ สามารถทำให้เพลี้ยไฟทั้งหมดตายภายหลังจากการฉายรังสีและสามารถใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีในพวกไม้ดอกไม้ประดับก็มีการเปลี่ยนสีดอก ลักษณะต่าง ๆ ของพืชที่สามารถปรับปรุงโดยการใช้รังสี เช่น ผลผลิต ระยะเวลาการออกดอก และการสุกของผล ทรงต้นของพืช ความต้านทานต่อการล้มและการหักของต้น ความทนต่อสภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศบางแห่ง ความต้านทานต่อโรคและแมลง การเพิ่มปริมาณโปรตีน แป้ง น้ำมัน ฯลฯ

จากนั้นนำพันธุ์ไม้ที่ใส่ภาชนะไปวางตำแหน่ง Pallet เป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีที่พอเหมาะหน่วยเกรย์ ที่สามารถปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3.122 พันธุ์ไม้





ภาพที่ 3.123 พันธุ์ไม้ที่ใส่ภาชนะไปวางตำแหน่ง Pallet ฉายรังสีแกมมา

#### 4) การฉายรังสีเมล็ดเทียนบ้าน

เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานวิทยา ต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโต ต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะใหม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเป็นพันธุ์ใหม่สำหรับปลูกเป็นการค้าหรือปลูกเป็นไม้ประดับ โดยการฉายรังสีปริมาณ 50,100,200,300 เกรย์ มีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดปรับปรุงพันธุ์พืชการงอก การเจริญเติบโต บรรจุเมล็ดเทียนบ้านใส่ถุง

จากนั้นนำเมล็ดเทียนบ้านมาวางบริเวณ Pallet เป็นตำแหน่งที่ได้รับรังสีปริมาณที่พอเหมาะ ที่สามารถปรับปรุงพันธุ์พืชการงอก การเจริญเติบโต



ภาพที่ 3.124 การฉายรังสีแกมมาเมล็ดเทียนบ้าน

### 3.6.2.4 การฉายรังสีแผ่นไฮโดรเจลปิดแผล

เพื่อศึกษาผลของวิธีทำให้ปราศจากเชื้อต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแผ่นไฮโดรเจลที่ประกอบด้วยชั้นของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (พีวีเอ) และชั้นของไคโตซาน โดยการฉายรังสีแกมมาเพื่อใช้เป็นเจลปิดรักษาบาดแผล ชั้นบนของไฮโดรเจลเป็นไคโตซานไฮโดรเจล มีจุดประสงค์เพื่อให้มีความสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ ไฮโดรเจลชั้นล่างเป็นพีวีเอไฮโดรเจล มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มการดูดซับน้ำ การฉายรังสีแกมมาปริมาณรังสี 25 กิโลเกรย์ เพื่อช่วยให้พอลิเมอร์ทั้งสองเกิดการครอสลิงค์ดีขึ้น ที่ไคโตซานและพีวีเอมีความต้านทานแรงกดของไฮโดรเจล ไฮโดรเจลที่เตรียมมีความนิ่ม เพิ่มความทนต่อแรงดึง มีความสามารถฆ่าเชื้อโรคและดูดซับของเหลวจากแผลได้ดีมาก

จากนั้นนำแผ่นไฮโดรเจลปิดแผลที่จัดเรียงใส่ภาชนะ มาวางบริเวณ Center เป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีที่พอเหมาะ สามารถทำให้ปราศจากเชื้อและปรับปรุงแผ่นไฮโดรเจลปิดแผลมีความนิ่ม เพิ่มความทนต่อแรงดึง



ภาพที่ 3.125 แผ่นไฮโดรเจลปิดแผล



ภาพที่ 3.126 การฉายรังสีแกมมาแผ่นไฮโดรเจลปิดแผล

### 3.6.2.5 การฉายรังสีสารละลายผักตบชวา

การฉายรังสีแกมมาปริมาณรังสี 80 กิโลเกรย์ การศึกษาเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจากใบผักตบชวา ก้านผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุพืชในแหล่งน้ำสามารถพบได้ทั่วไปและมีจำนวนมาก โดยเซลลูโลสและอนุพันธ์ของเซลลูโลสถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอาหาร ยา เครื่องสำอาง ผงซักฟอง กระดาษสิ่งทอ พอลิเมอร์ กาว เป็นต้น โครงสร้างเซลลูโลสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์พืชช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่พืชและโครงสร้างเฮมิเซลลูโลส เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลเพนโทส ซึ่งส่วนมากเป็นดี-ไซแลนที่ประกอบด้วยน้ำตาลไซโลสหลายๆโมเลกุลต่อกัน เพื่อผลิตสารตั้งต้นสำหรับนำไปใช้ผลิต

จากนั้นนำแกลลอนไปวางตำแหน่ง Center เป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีที่พอเหมาะ



ภาพที่ 3.127 การฉายรังสีแกมมาสารละลายผักตบชวา

### 3.6.2.6 การฉายรังสีน้ำยางพาราธรรมชาติ

โดยผลิตภัณฑ์จากน้ำยางจะไม่สามารถนำมาใช้งานได้จนกว่าจะผ่านการวัลคาไนซ์เสียก่อน ทั้งนี้เพื่อกำจัดความเหนียวติดของยางและปรับปรุงสมบัติต่างๆ เช่น ความแข็งแรง ความต้านทานต่อการสึกกร่อน ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น การฉายรังสีปริมาณ 15 กิโลเกรย์สามารถศึกษากระบวนการวัลคาไนซ์ด้วยรังสีแกมมาได้ โดยหีบห่อบรรจุผลิตภัณฑ์เป็นแกลลอนและเป็นของเหลวซึ่งมีความหนา ต้องทำการหมุนแกลลอนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 2 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อที่ผลิตภัณฑ์จะได้รับปริมาณรังสีทั่ว

จากนั้นนำแกลลอนไปวางตำแหน่งรอบSource เป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีที่พอเหมาะ โดยระหว่างทำการฉายรังสีต้องตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เพราะมีการเคลื่อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งติดแผ่นวัดปริมาณรังสี 2 จุด คือ จุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและจุดที่ผลิตภัณฑ์อยู่ไกลต้นกำเนิดรังสี จุดละ 3 แผ่น เนื่องจาก

ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวเพื่อตรวจวัดการกระจายของปริมาณรังสีว่าผลิตภัณฑ์ได้รับปริมาณรังสีตามที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3.128 การฉายรังสีแกมมาน้ำยารักษาโรค