รายงานรอบ 10 ปี

พ.ศ. 2515

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พร้อมด้วย สมเด็จพระเจ้าลูกยาเธอ
เจ้าฟ้าวชิราลงกรณ์ เสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรกิจการของ
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เมื่อวันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2511

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

บทนำ

ในเอกสาร สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ภาคภาษาไทย) ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2505 ได้แสดงรายการละเอียด การเริ่มงานด้านพลังงานปรมาณูในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2497 ตลอดจนการประกาศใช้พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 ในวันที่ 24 เมษายน 2504 อันอาจนับว่าเป็นการจัดตั้งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ครั้งแรก สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี และได้บันทึกเรื่องจนถึงวันที่ 27 ตุลาคม 2505 ซึ่งเป็นวันที่เจ้าหน้าที่ส่วนเครื่องปฏิกรณ์ของสำนักงาน พปส. ได้เดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย—1 บรรลุชั้นวิกฤตเป็นครั้งแรกในประเทศ เอกสารดังกล่าวได้นำแจกจ่าย นับตั้งแต่วันที่ 20 ธันวาคม 2505 ซึ่งเป็นวันมีพิธีเปิดอาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูที่สำนักงาน พปส.

งานให้บริการวัดรังสีด้วยฟิล์มแก่สถาบันต่าง ๆ ภายในประเทศ เริ่มตั้งแต่ขณะที่ยังอาศัยสถานที่ของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ต่อเมื่อได้ก่อสร้างอาคารเครื่องปฏิกรณ์ และเดินเครื่องปฏิกรณ์เรียบร้อยแล้ว การปฏิบัติงานทางวิชาการในกองต่าง ๆ จึงได้เริ่มขึ้นที่ห้องปฏิบัติการเท่าที่มีที่สำนักงาน พปส. ในระยะเริ่มแรกเจ้าหน้าที่กองต่าง ๆ ของสำนักงาน พปส.เพิ่งได้รับการบรรจุ อุปกรณ์การศึกษาวิจัยก็อยู่ในระหว่างการจัดหา อย่างไรก็ตามผลงานที่บันทึกในรายงานนี้อาจนับได้กว้าง ๆ ว่า เป็นรายงานรอบ 10 ปีแรกของการดำเนินกิจการสำนักงาน พปส.

ในรายงานนี้ ได้สรุปโดยย่องานของคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติไว้ด้วย และได้นำสาระสำคัญของกฎกระทรวงและประกาศมาประมวลไว้ เพื่อผู้อ่านได้รับความสมบูรณ์โดยไม่ต้องค้นหาเพิ่มเติม

เพื่อให้ทราบการดำเนินงานทางวิชาการจึงได้เสนอการปฏิบัติงานและศึกษาวิจัยของกองต่าง ๆ ทางวิชาการ เป็นอันดับแรก และเสนอการดำเนินการด้านธุรการเป็นบทหลังสุด รายละเอียดผลของการศึกษาวิจัยทางวิชาการส่วนใหญ่ได้จัดพิมพ์เป็นเอกสาร **THAI AEC.** ตลอดมาทุกปี ดังรายการเอกสาร **THAI AEC.** ท้ายเล่ม ด้วยเหตุดังกล่าวในรายงานการศึกษาวิจัยของกองต่าง ๆในเอกสารนี้ จึงเป็นเพียงสรุปการปฏิบัติงานโดยสังเขป นอกจากข้อมูลเหล่านั้นจะยังไม่เคยตีพิมพ์ไว้ก่อนดังข้อมูลผลงานของกองการวัดกัมมันตภาพรังสี และกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์

งานในรอบ 10 ปีดังปรากฏ จะเห็นได้ว่า เงินที่ได้รับความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกา, ความช่วยเหลือจากโครงการพัฒนาสหประชาชาติ และจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นเร่งด่วนในการศึกษาวิจัยเกือบทุกด้าน

ต่อคำถามที่มีบ่อยครั้งว่า งานของสำนักงาน พปส. ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมของประเทศอย่างไรบ้างนั้น ในรายงานฉบับนี้จะไม่มีบทอธิบายประโยชน์ที่เกิดขึ้นหรือที่มุ่งหวัง นอกจากเรื่องซับซ้อนระหว่างประเทศของอาหารอาบรังสีโดยสังเขปเพื่อเป็นแนวทางให้เห็น งานใดที่มีความจำเป็นต้องเสนอบทความชี้แนวทางให้เห็นประโยชน์ในการดำเนินงาน สำนักงาน พปส. จะได้จัดพิมพ์ขึ้นเป็นเฉพาะเรื่องใน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

โอกาสอันควร สำนักงานหรือศูนย์พลังงานปรมาณูของแต่ละประเทศกำลังพัฒนา จัดให้มีงานในสำนักงานหรือศูนย์แตกต่างกัน บางแห่งจัดให้มีงานเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านเกษตร, แพทย์และอุตสาหกรรมรวมอยู่ด้วย อันอาจทำให้เห็นคล้ายมีกิจการใหญ่กว้างขวางกว่าของไทย การจัดของไทยนับว่ากระทัดรัดและประหยัด แต่การจะให้เกิดประโยชน์ต่อกิจการเกษตร, แพทย์และอุตสาหกรรม จำเป็นต้องอาศัยการประสานงานอย่างจริงจังและมีเป้าหมาย ในระยะที่ผ่านมาสำนักงานพปส.เป็นผู้ออกไปติดต่อสถาบัน องค์การ บริษัทหลายแห่งเสนอแนะประโยชน์ของการใช้เรดิโอไอโซโทปและรังสีในส่วนที่สำนักงานพปส.จะอำนวยความสะดวก หรือให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัย สำนักงานพปส. ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากสถาบันของทางราชการ, องค์การ, บริษัท ในการให้ตัวอย่างมาทำการศึกษาวิจัยที่สำนักงานพปส. รวมทั้งการร่วมมือปฏิบัติงานนอกสถานที่ในบางกรณี แต่สำนักงาน พปส. จะเป็นผู้ดำเนินการทุกอย่างทั้งสิ้นต่อไปให้เห็นประโยชน์ในที่สุดด้วยลำพังสำนักงาน พปส. เองนั้น ย่อมไม่อยู่ในข่ายที่จะทำได้ สำนักงาน พปส. เป็นเพียงจักรกลขนาดเล็กชิ้นเดียวในเครื่องกลไกอันซับซ้อน สิ่งหลังนี้เปรียบได้กับการจัดและนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

พล.อ.จ. สวัสดิ์ ศรีศุข

เลขาธิการสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

1 ตุลาคม พ.ศ. 2515

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ*

นายกรัฐมนตรี, หัวหน้าคณะปฏิวัติ ฯ พณ ฯ จอมพล ถนอม กิตติขจร	ประธานกรรมการ
ผู้แทนกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ	กรรมการ
ผู้แทนกระทรวงการต่างประเทศ	”
ผู้แทนกระทรวงสาธารณสุข	”
ผู้แทนกระทรวงเกษตร	”
ผู้แทนกระทรวงอุตสาหกรรม	”
ผู้แทนสำนักงานปลัดสำนักนายกรัฐมนตรี	”
ผู้แทนสำนักงบประมาณ	”
เลขาธิการสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	กรรมการและเลขานุการ
ศาสตราจารย์ หลวงพิณพากย์พิทยาเภท	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ชัชวาลย์ โอสถานนท์	”
ศาสตราจารย์ เพ็ง โสมนะพันธุ์	”
ศาสตราจารย์ อรุณ สรเทศน์.	”
นายเสกล บุณยัษฐิติ	”
น.ท. ไกรวุฒิ สุขกิจบำรุง ร.น.	”

---

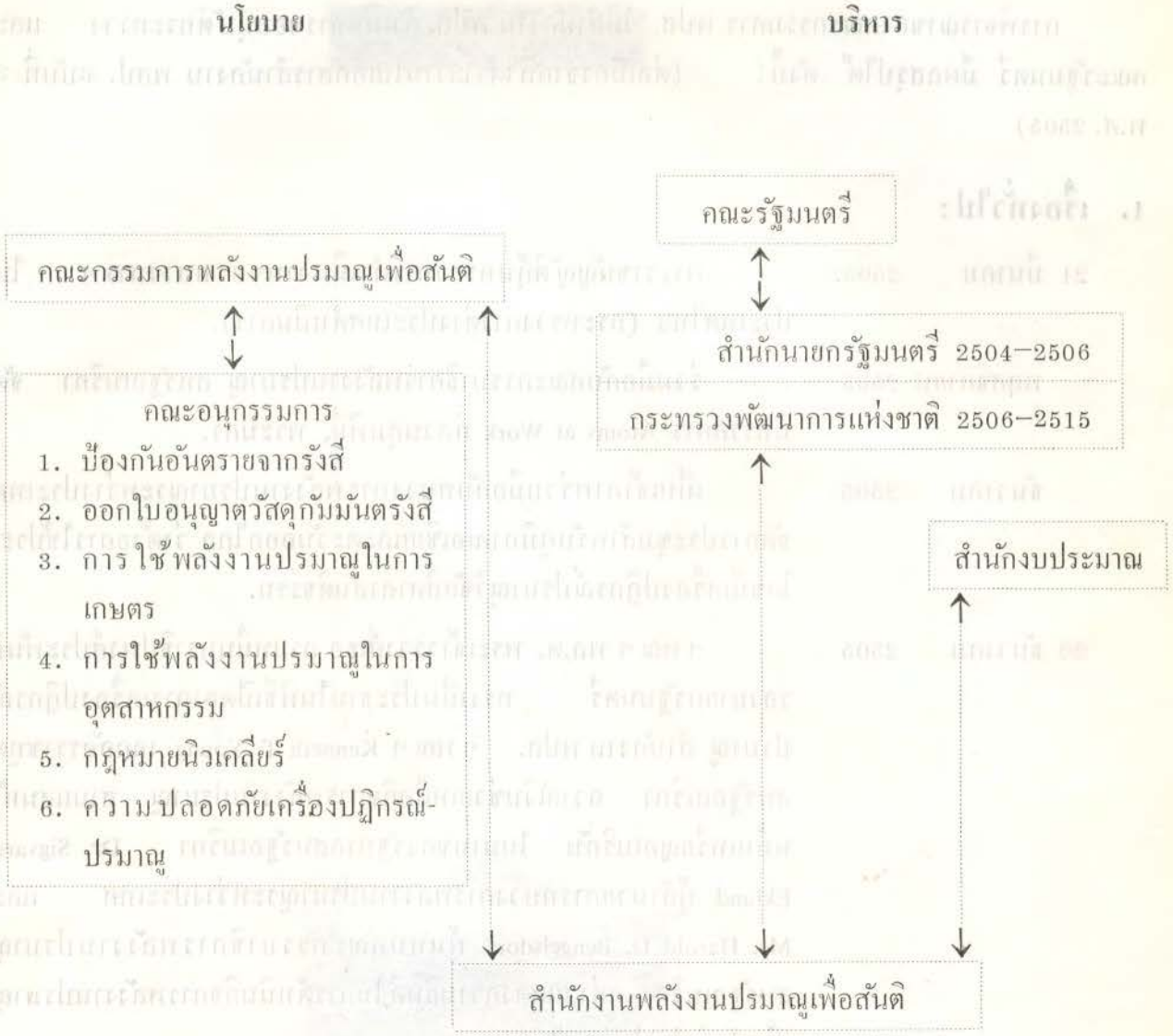
* ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2509

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คณะกรรมการ มีอำนาจหน้าที่โดยทั่วไป ดังต่อไปนี้ :

1. วางนโยบาย ก่อให้เกิด ส่งเสริม และ ควบคุม
   ก. การวิจัย การทดลอง การตรวจ การสำรวจ และการรวบรวมสถิติเกี่ยวกับแหล่งที่จะได้มาซึ่งวัสดุต้นกำลัง
   ข. การจัดหาวัสดุต้นกำลัง
   ค. การผลิตและการใช้วัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุพลอยได้และพลังงานปรมาณู
   ง. การวิจัยเกี่ยวกับพลังงานปรมาณู
2. เสนอขอความเห็นต่อรัฐมนตรี ในเรื่องการกำหนดวัสดุนิวเคลียร์พิเศษและวัสดุต้นกำลัง
3. วางระเบียบ ควบคุมและดำเนินกิจการ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด หรือเงื่อนไขในใบอนุญาตที่ออกให้ตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
4. กำหนดมาตรฐานต่าง ๆ อันพึงใช้โดยเฉพาะเกี่ยวกับพลังงานปรมาณู
5. ส่งเสริมและเผยแพร่ เกี่ยวกับพลังงานปรมาณู

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การพิจารณาของคณะกรรมการ พปส. ให้สำนักงาน พปส. ดำเนินการขออนุมัติกระทรวง และคณะรัฐมนตรี มีผลสรุปได้ ดังนี้: (ต่อเนื่องจากที่ได้รายงานในเอกสารสำนักงาน พสป. ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2505)

1. เรื่องทั่วไป:

21 มีนาคม 2505 — พระราชบัญญัติคุ้มครองการดำเนินงานของทบวงการ ฯ ในประเทศไทย (กระทรวงการต่างประเทศดำเนินการ).

พฤศจิกายน 2505 — ร่วมมือกับคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณู สหรัฐอเมริกา จัดนิทรรศการ Atoms at Work ที่สวนลุมพินี, พระนคร.

ธันวาคม 2505 — เป็นเจ้าภาพร่วมมือกับทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศจัดการประชุมสำหรับภูมิภาคเอเชียและตะวันออกไกล ว่าด้วยการใช้ประโยชน์เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยที่ศาลาสันติธรรม.

20 ธันวาคม 2505 — ฯ พณ ฯ พล.ต. พระเจ้าวรวงศ์เธอ กรมหมื่นนราธิปพงศ์ประพันธ์ รองนายกรัฐมนตรี ทรงเป็นประธานในพิธีเปิดอาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู สำนักงาน พปส. ฯ พณ ฯ Kenneth T. Young เอกอัครราชทูตสหรัฐอเมริกา ถวายเงินช่วยเหลือกิจการพลังงานปรมาณู สามแสนห้าหมื่นเหรียญอเมริกัน ในนามของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา Dr. Sigvard Eklund ผู้อำนวยการทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ และ Mr. Harold D. Bengelsdorf ผู้แทนคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา กล่าวแสดงความยินดีในการดำเนินกิจการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ในประเทศไทย.

20 พฤศจิกายน 2506 — ความตกลงร่วมมือพัฒนาโครงการพลังงานปรมาณู ระหว่างคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูอิสราเอลกับคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ.

8 มิถุนายน 2507 — การต่อสัญญาความตกลงสำหรับการร่วมมือเกี่ยวกับการใช้พลังงานปรมาณูทางพลเรือน ระหว่างรัฐบาลแห่งราชอาณาจักรไทย กับรัฐบาลแห่งสหรัฐอเมริกา (มีผลใช้บังคับสิ้นสุด 12 มีนาคม 2518).

30 กันยายน 2507 — ความตกลงระหว่างทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ, รัฐบาลแห่งราชอาณาจักรไทยและรัฐบาลแห่งสหรัฐอเมริกา ว่าด้วยการใช้วิธีการพิทักษ์ความปลอดภัย

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[รายการวัสดุ นับตั้งแต่ 30 กันยายน 2507 ดังนี้ :

1). วัสดุนิวเคลียร์พิเศษ ก. ในแท่งเชื้อเพลิงความเข้มข้น ร้อยละ 90, ยูเรเนียม 5,276 กรัม, ยูเรเนียม –235 4,781 กรัม

ข. ในพีชชั่น เคานเตอร์ ความเข้มข้นร้อยละ 93.5, ยูเรเนียม 4 กรัม, ยูเรเนียม –235 3 กรัม

ค. ในต้นกำเนิดนิวตรอน Pu–Be : พลูโตเนียม 80 กรัม

2). วัสดุต้นกำลัง ยูเรเนียม 6,000 กรัม]

7 พฤศจิกายน 2511 คณะรัฐมนตรี อนุมัติให้บริจาคข้าวสาร ปีละ 10 ตัน พร้อมด้วยค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากกรุงเทพ ฯ เป็นระยะเวลา 2 ปี ในเมื่อทบวงการ ฯ และองค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและพัฒนา (OECD) พร้อมที่จะทดลอง wholesomeness ของข้าวอาบรังสี.

2511 เห็นสมควรให้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ดำเนินการวัดรังสีด้วยฟิล์ม ณ โรงพยาบาลต่าง ๆ และจัดให้มีทะเบียนเกี่ยวกับเครื่องเอ็กซเรย์

3 เมษายน 2512 สัญญาวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ TH/ML/3 กับ คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา.

2513 เห็นชอบด้วย เกี่ยวกับที่ฝ่ายไทย จะให้ทุนแก่นักวิทยาศาสตร์ประเทศอื่น ในเขตภูมิภาคเอเชียมาปฏิบัติงานที่สำนัก พปส., ทุนทบวงการ ฯ ประเภท 2 และมีการร่วมมือทางวิชาการในส่วนภูมิภาคในการดำเนินงานของทบวงการ ฯ

ให้สำนักงาน พปส. ดำเนินกิจการบริการเรดิโอกราฟี เพื่อประโยชน์ทางกิจการอุตสาหกรรม.

เกี่ยวกับกิจการไฟฟ้าปรมาณู :

ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 คณะกรรมการ พปส. ได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการเฉพาะเรื่อง พิจารณาเห็นว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สมควรเป็นผู้ดำเนินการ หากจะจัดให้มีโรงไฟฟ้าปรมาณู

ได้เสนอจัดส่งเจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส., การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, สำนักงบประมาณและสภาพัฒนาการเศรษฐกิจแห่งชาติ ดูกิจการไฟฟ้าปรมาณูในอินเดีย, สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน. สหราชอาณาจักร, แคนาดา, สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ได้อนุมัติให้คณะเจ้าหน้าที่ของการพลังงานปรมาณูแห่งสหราชอาณาจักร, บริษัท General Electric, Westinghouse และ Gulf General Atomic บรรยายเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจ่ายกระแสไฟฟ้า ที่สำนักงาน พปส.

ได้เสนอขอให้ทบวงการ ฯ จัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาความเหมาะสม ที่ตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู ที่อำเภอชะอำ, บ้านหาดเจ้าสำราญ, ที่ปากแม่น้ำแม่กลอง, ที่ปากแม่น้ำบางปะกง, ที่อำเภอศรีราชา และที่อำเภอบางละมุง และคณะกรรมการ พปส. เห็นชอบด้วยกับที่ตั้งที่บ้านอ่าวไผ่ อำเภอศรีราชา ตามที่ กฟผ. และผู้เชี่ยวชาญทบวงการ ฯ เป็นผู้พิจารณาคัดเลือก

เห็นชอบกับที่ กฟผ. เสนอเขตเพื่อความปลอดภัย ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู ที่ บ้านอ่าวไผ่ อำเภอศรีราชา

คณะกรรมการ พปส. ในชั้นแรก มอบหมายให้สำนักงาน พปส. และ กฟผ. จัดอบรมหลักสูตรวิศวกรรมนิวเคลียร์ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย เป็นเวลา 3 ปี ในปี พ.ศ. 2515 ได้พิจารณาเสนอแนะให้จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยรับไปดำเนินการ การอบรมเพื่อปริญญาโท และประกาศนียบัตรชั้นสูงด้านวิศวกรรมนิวเคลียร์, วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ และเทคโนโลยี

คณะกรรมการ พปส. เห็นชอบด้วย ให้ กฟผ. ดำเนินการติดต่อโดยตรงกับเจ้าหน้าที่ทบวงการ ฯ ในการสำรวจตลาดเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจ่ายกระแสไฟฟ้า

คณะกรรมการ พปส. เป็นผู้มอบหมายนโยบาย และแนวปฏิบัติให้แก่ผู้แทนไทยที่จะไปร่วมประชุมคณะกรรมการผู้ว่าการทบวงการ ฯ และ การประชุมใหญ่ประจำปีของทบวงการ ฯ

คณะกรรมการ พปส. พิจารณาโครงการ และการจัดส่งเจ้าหน้าที่รับทุนการฝึกอบรม เพื่อขอความช่วยเหลือทางวิชาการ จากทบวงการ ฯ เป็นประจำทุกปี ทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนกิจการพลังงานปรมาณูที่ดำเนินอยู่ ณ สำนักงาน พปส. ด้าน การเกษตร, การแพทย์ และการอุตสาหกรรม

2. เกี่ยวกับกฎหมาย, ระเบียบข้อบังคับภายในประเทศ

10 กรกฎาคม 2504 : **กฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504)**

อัตราความเข้มข้นของวัสดุ ซึ่งประกอบอยู่ในแร่หรือสินแร่ อันทำให้แร่หรือสินแร่ เป็นวัสดุต้นกำลัง ให้กำหนดดังนี้

ยูเรเนียม	ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 40
ธอเรียม	ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 40
ยูเรเนียม และ ธอเรียม รวมกัน	ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 40

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2504)

(เกี่ยวกับผู้ประสงค์จะผลิตมีไว้ในครอบครอง หรือใช้วัสดุนิวเคลียร์พิเศษ พลังงานปรมาณู วัสดุพลอยได้ หรือวัสดุต้นกำลัง)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ผู้รับอนุญาต ต้องระมัดระวังในการปฏิบัติการ ตามที่ได้รับอนุญาต มิให้บุคคลที่ทำงานในบริเวณรังสี ได้รับรังสีเกินกำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) ศีรษะและลำตัว ลูกตา อวัยวะสร้างโลหิต อวัยวะสืบพันธุ์ หรือตลอดทั้งร่างกาย

ก. 5x (อายุ—18) เรม การนับอายุ เศษของปีให้ปัดทิ้ง หรือ

ข. 3 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

(2) แขนหรือขา 20 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

(3) ผิวหนัง 8 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน

ผู้รับอนุญาตต้องระมัดระวังในการปฏิบัติการตามที่ได้รับอนุญาต มิให้บุคคลซึ่งอาจได้รับรังสีได้นอกบริเวณรังสี ได้รับรังสีมีปริมาณเกินร้อยละ 10 ของปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ในข้อ (1), (2), (3)

ผู้รับอนุญาตต้องทำเครื่องหมายแสดงบริเวณรังสี ตามแบบท้ายกฎกระทรวงนี้ติดไว้ที่บริเวณรังสี เพื่อให้บุคคลในบริเวณรังสี และนอกบริเวณรังสี เห็นได้ชัดเจน

ผู้รับอนุญาตต้องทำรายการแสดงปริมาณของวัสดุที่มีไว้ในครอบครอง ว่าได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด รวมทั้งเหตุแห่งการเพิ่มและการลดนั้นด้วย ยื่นต่อคณะกรรมการ เมื่อครบ 60 วัน นับแต่วันที่ได้รับอนุญาต และทุกระยะเวลา 60 วันต่อ ๆ ไป และเมื่อพบว่าวัสดุสูญหายไป หรือเกิดรั่วไหลออกจากบริเวณรังสี ให้รายงานต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติทันที

ผู้รับอนุญาตต้องเก็บรักษาวัสดุไว้ ณ สถานที่ที่ได้รับอนุญาต จะย้ายสถานที่เก็บรักษามิได้ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากคณะกรรมการ

การทิ้งหรือขจัดวัสดุกัมมันตรังสี ผู้รับอนุญาตต้องปฏิบัติตามวิธีการที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบเป็นหนังสือ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2504)

(เกี่ยวกับบัตรประจำตัวพนักงานเจ้าหน้าที่)

22 ตุลาคม 2508 **พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ฉบับที่ 2)**

พลังงานปรมาณู หมายความว่า พลังงานไม่ว่าในลักษณะใด ซึ่งเกิดจากการปลดปล่อยออกมา ในเมื่อมีการ แยก รวม หรือ แปลงนิวเคลียสของปรมาณู หรือ พลังงานรังสีเอ็กซ์

4 ตุลาคม 2511 **กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2511)**

การขออนุญาตผลิต และใช้พลังงานจากรังสีเอ็กซ์ จากเครื่องเอ็กซเรย์ ให้ยื่นคำขออนุญาตต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยแบบ พปส. 1 ทวิ ท้ายกฎกระทรวงนี้

22 มกราคม 2514 **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26**

อาหารอาบรังสี (Irradiated Food) เป็นอาหารที่ควบคุม

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

1. กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ

การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ :

1) กำหนดแผนการเดินเครื่องปฏิกรณ์ด้านกำลังของเครื่อง และระยะเวลาการเดินเครื่องโดยประมวลจากความต้องการที่แจ้งล่วงหน้าของนักวิทยาศาสตร์จากกองอื่น หรือส่วนราชการภายนอก เพื่อการผลิตไอโซโทป, การทดลอง, วิจัย, วิเคราะห์ โดยใช้นิวตรอนหรือรังสีแกมม่า ณ อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู หัวหน้ากองปฏิกรณ์ปฏิบัติมีอำนาจที่จะไม่ยินยอมให้ผู้ใดผู้หนึ่งนำวัสดุชนิดที่ไม่อนุญาต หรือปริมาณเกินกำหนดเข้าอาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ หากเห็นว่าจะก่อให้เกิดความเสียหาย
2) ตรวจสอบระบบต่าง ๆ ก่อนการเดินเครื่อง
3) เดินเครื่องและควบคุมการเดินเครื่องปฏิกรณ์
4) ร่วมกับเจ้าหน้าที่กองอื่น โดยเฉพาะกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ในการตรวจซ่อมบำรุงอุปกรณ์ประกอบทุกระบบของเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี และมีความปลอดภัย
5) รวบรวมสถิติและข้อมูลเกี่ยวกับการเดินเครื่องปฏิกรณ์ ข้อมูลทางฟิสิกส์ ข้อมูลความสิ้นเปลืองวัสดุนิวเคลียร์พิเศษของแท่งเชื้อเพลิง อันเกี่ยวกับการพิทักษ์ความปลอดภัยที่ประเทศไทยมีความตกลงร่วมกันกับสหรัฐอเมริกาและทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

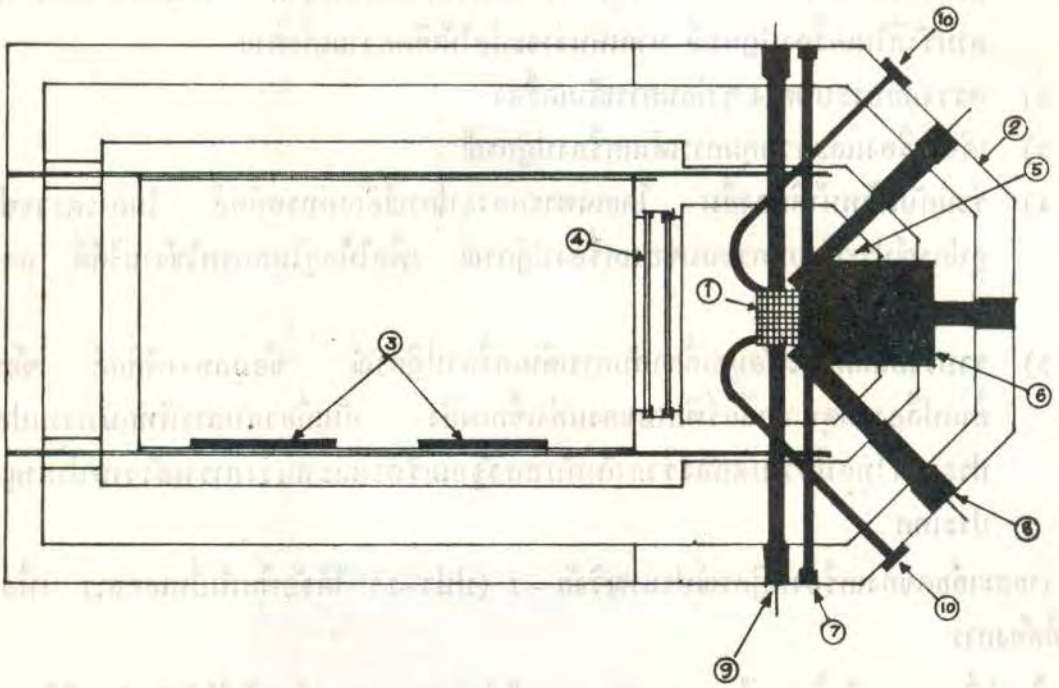
รายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย – 1 (ปปว–1) ได้จัดพิมพ์เป็นเอกสาร เพื่อแจกจ่ายให้แก่ผู้ที่ต้องการ

ตั้งแต่เริ่มงานจนถึงสิ้นสุดปี พ.ศ. 2514 ไม่สามารถบรรจุเจ้าหน้าที่ให้เต็มอัตราได้ จึงต้องฝึกอบรมเจ้าหน้าที่จากกองอื่นเป็นการภายใน ผลัดเปลี่ยนทำหน้าที่เดินเครื่องด้วย รายละเอียดการฝึกอบรมได้บันทึกในบทงานพิเศษ ในภาคปฏิบัติอัตรากำลังเต็มที่เท่าที่กำหนดไว้ก็จะไม่สามารถอำนวยความสะดวก การเดินเครื่องปฏิกรณ์เกินกว่าวันละ 8 ชม. ต่อเนื่องหลายวัน

ด้านการซ่อมบำรุงได้ทำการตรวจซ่อม เปลี่ยนชิ้นส่วนตามความจำเป็นทุกครั้งที่มีเหตุขัดข้องหรือชำรุดในทุกส่วนของวงจร และระบบของเครื่องปฏิกรณ์ และได้กำหนดการตรวจซ่อมใหญ่ปีละ 1 ครั้ง ในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน บางครั้งใช้เวลานานกว่า 1 เดือน ทั้งนี้แล้วแต่มีรายการมากน้อยที่จะต้องจัดการแก้ไข นอกจากนี้ได้ทำการแก้ไขดัดแปลงอุปกรณ์ประกอบ โดยมีความมุ่งหมายให้เครื่องปฏิกรณ์มีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้นจากที่ได้แผนแบบสร้างไว้แต่แรก

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

เจ้าหน้าที่เดินเครื่องบรรลุขั้นวิกฤตครั้งแรก เมื่อ 27 ตุลาคม 2505 และทำการเดินเครื่องเต็มกำลัง ที่ 1,000 กิโลวัตต์ เมื่อ 30 สิงหาคม 2506 ในการจัดหาเครื่องปฏิกรณ์ครั้งแรก ได้จัดหาชิ้นอะไหล่จำนวนหนึ่ง ชิ้นอะไหล่เหล่านี้ได้ใช้หมดไปในระยะ 2–3 ปีแรก บริษัทผู้สร้างเครื่องปฏิกรณ์นี้ได้เลิกกิจการสร้างเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู เจ้าหน้าที่กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ และกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จำต้องปรับปรุง ดัดแปลง ซ่อมแซมระบบเครื่องปฏิกรณ์ หรือมิฉะนั้นก็จัดหาแบบให้บริษัทต่างประเทศสร้างชิ้นส่วนที่ต้องการ รายละเอียดวิธีปฏิบัติได้บันทึกไว้ในสมุดบันทึกของกองปฏิกรณ์ปฏิบัติ รายการย่อเพื่อทราบทั่วไปมีดังนี้ :—



1. แกนเชื้อเพลิง
2. คอนกรีตหนัก
3. ชั้นสำหรับพักแท่งเชื้อเพลิง
4. ประตูน้ำ
5. บ่อเครื่องปฏิกรณ์
6. Thermal Column
7. Beam Tube 2"
8. Beam Tube 6"
9. Beam Tube 8"
10. Pneumatic Tube

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

REACTOR RESEARCH FACILITIES

	No.	Dimension	Thermal Flux (1 MW) $n/cm^2/sec$	Remarks
NEUTRON BEAMS				
1. Horizontal	2	8 in.	8×10^{11}	
2. Horizontal	2	6 in.	"	reaching core
3. Horizontal	2	2 in. through tube	10^{12} max.	reaching core
ISOTOPE PRODUCTION				
Core access elements	2	2 in	10^{13}	
PNEUMATIC SYSTEM	2	1 in.	8×10^{11}	
THERMAL COLUMN	1	$8 \times 5 \times 5$ ft.^{3}	5×10^9	at centre

พ.ศ. 2506 : 1. ระดับน้ำในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ลดลงมาก เนื่องมาจากการระเหยของน้ำ ไม่มีน้ำไหลหรือซึมออกให้เห็นได้จากผนังกำแพงด้านนอกของบ่อเครื่องปฏิกรณ์ จากการตรวจสอบบ่อเล็กที่ตั้งเครื่องปฏิกรณ์ประจำไม่รั่ว การขุดดินใต้ตึกเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อตรวจดูท่อต่าง ๆ มีรอยรั่วเล็กน้อย แบบรูเข็ม ตามรอยต่อและรอยเชื่อม ได้ดำเนินการแก้ไข แต่ไม่ใช่สาเหตุจำนวนน้ำที่หายไปจากบ่อ การทดลองลดระดับน้ำปรากฏว่าน้ำสูญเสียไปจากบ่อใหญ่ ณ ระดับการเทคอนกรีตครั้งแรก ซึ่งมีส่วนกั้นน้ำติดอยู่ในคอนกรีต 4 ชั้น หนา 0.5 ซม. มีรอยพองหลายแห่ง เป็นเวลาประมาณ 1 เดือนการลดระดับของน้ำจึงไม่เกิดขึ้นอีก สรุปว่าคงจะเกิดการอุดตัวเองโดยอัตโนมัติ

พ.ศ. 2508 : 2. ดัดแปลงระบบสัญญาณอันตราย โดยเพิ่มเติม Timer ให้มีเสียงสัญญาณดังนานและหยุดสลับกันไป

3. เปลี่ยนแท่งเชื้อเพลิง Control Element เนื่องจากเกิด jamming ระหว่าง SR–3 กับส่วนของ Guide–Tube ของ Control Element และได้ซ่อม Drive System ด้วย

4. ซ่อม Shim–Safety Rod หมายเลข 1 (SR–1) อาการบวม สันนิษฐานว่าน้ำซึมเข้าไปทาง end–plugs เมื่อถูกกับ B_4C ทำให้เกิดปฏิกริยาเกิดก๊าซภายใน SR ทำให้เกิดอาการบวม

5. ซ่อม Pneumatic Tube : ปลายท่อระบบส่งด้วยลม มีรอยพรุนเนื่องจากการผุกร่อนของท่ออลูมินัม

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

พ.ศ. 2509 : 6. ดัดแปลงระบบทำน้ำบริสุทธิ์สำหรับบ่อเครื่องปฏิกรณ์ : น้ำบาดาลบ่อของสำนักงาน พปส. มีปริมาณเหล็กสูง ทำให้เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์เสื่อมคุณภาพรวดเร็ว ได้เปลี่ยนระบบ Mixed Bed มาเป็น 2 Mono-beds ทำให้ได้น้ำบริสุทธิ์ขึ้นมาเป็นประมาณ 2–3 ไมโครโมห์ ต่อ 1 เซนติเมตร

7. เปลี่ยน relays ที่เกิดร้อนจัดจนเกรียมหลังจากดับเครื่องปฏิกรณ์แล้ว และได้ดัดแปลงวงจรใหม่ ให้มีการตัดวงจรสำหรับกระแสไฟที่ยังส่งไป relays ภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์

พ.ศ. 2510 : 8. ติดตั้งระบบ Flexo-Rabbit Transfer System เพื่อให้นำสารอาบรังสีจากเครื่องปฏิกรณ์ส่งไปยังห้องเครื่องมือวัดรังสีได้ตามท่ออัดลม

9. เปลี่ยน Shim-Safety Rods หลังจากประสบการณ์ใน ข้อ 3. ได้ติดต่อสั่งสร้าง Shim-Safety Rods ใหม่ เป็นแบบเหล็กไม่เกิดสนิม –304 มี boron ปนอยู่ 1.5% นำมาเปลี่ยนของที่ใช้อยู่เดิม

10. เกี่ยวกับการติดตั้ง Neutron Spectrometer ของกองฟิสิกส์เข้าที่ Beam Tube 8″ ด้านเหนือ ปรากฏว่าในขั้นแรกไม่สามารถเลื่อน Reactor Tower ไปบ่อใหญ่ได้ โดยวิธีปกติเพราะยางที่ coupling บวมแล้วอัดตัวแน่น เมื่อยกด้วย crane ทำให้ Drive Extension ของ Fission Counter คด. ได้ทำการซ่อมและติดตั้งเรียบร้อย เมื่อ 13 มิ.ย. 2510

11. เปลี่ยน Log N & Period Amplifier : เพราะเครื่องชุดเดิมใช้มานาน 5 ปี เสื่อมคุณภาพ ทำให้เครื่องปฏิกรณ์ดับเองบ่อย ๆ

12. ซ่อม Cooling Plenum Chamber : ปรากฏน้ำผ่านแกนเชื้อเพลิงน้อยลง ทำให้อุณหภูมิแท่งเชื้อเพลิงสูงกว่าปกติ และเกิดน้ำผุดขึ้นมามาก เจ้าหน้าที่ 4 คน ผู้ทำการซ่อมได้รับรังสีประมาณคนละ 150–200 mR

13. ติดตั้ง Fast Neutron Irradiator ในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ตามโครงการร่วมมือกับกรมการข้าว กระทรวงเกษตร และทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

14. ดัดแปลงวงจร Magnet Current Supply เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจ่ายเข้า Reactor Magnets ไม่คงที่ ทำให้ Control Rods หล่นบ่อยครั้งทำให้เครื่องปฏิกรณ์ดับเครื่อง ได้ดัดแปลงวงจร Safety Amplifier ของบริษัทฮันนีเวลล์ โดยประกอบ Zener Diode IN 4290 และ resistor 750 โอห์ม ในวงจร scram ของ Magnet Amplifier Tubes ทุกหลอด

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

15. ระบบการวัดอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านแกนเชื้อเพลิงให้ความแม่นยำลดลง ได้เปลี่ยนเป็น Quartz Thermometer Mod. 2801 A.

16. ได้ติดตั้ง Core Access Elements เพิ่มขึ้นอีก 2 ท่อ เพื่อให้พอใช้งานอาบรังสี รวมเป็น มี 4 ท่อ

พ.ศ. 2512 : 17. เปลี่ยน Reactor Core Lighting ซึ่งใช้ส่องสว่างอยู่ใต้น้ำใกล้แกนเครื่องปฏิกรณ์

18. เปลี่ยน rubber seal ของประตูน้ำกั้นบ่อเล็กและบ่อใหญ่ เพราะของเดิมเสื่อมคุณภาพ

19. Reactor Magnets เดิมคุณภาพเสื่อม น้ำรั่วเข้าภายใน ได้ทำการซ่อมแซมที่สำนักงาน พปส. หลายครั้ง ได้เสนอแบบสั่งสร้างที่ประเทศออสเตรีย 5 ชุด พร้อมด้วย Magnet Current Supply แบบ solid state 1 ชุด นำมาติดตั้งเปลี่ยนชุดเดิม

พ.ศ. 2513 : 20. เปลี่ยนท่อภายใน Cooling Tower, เปลี่ยนฐานรับ Cooling Fan และมอเตอร์ เนื่องจากผุกร่อนใช้งานต่อไปไม่ได้

พ.ศ. 2514 : 21. เปลี่ยนท่อและทางน้ำอื่น ๆ ที่ผุกร่อนในระบบระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ ใช้ท่อ 10 นิ้ว ยาวรวม 48 เมตร จาก secondary pump จนถึง Cooling Tower ได้เปลี่ยน basin sump และส่วนที่เป็นไม้ที่ชำรุด เป็นต้นว่า drift eliminator

เนื่องจากน้ำจากบ่อบาดาลของสำนักงาน พปส. มีแร่ธาตุประมาณสูงขึ้น ทำให้สิ้นเปลือง resin และเคมีภัณฑ์ในการทำน้ำบริสุทธิ์ ในระหว่าง พ.ศ. 2510 ถึง 2514 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ให้น้ำ demineralized water เพื่อใช้ในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ 14 ครั้ง รวมทั้งสิ้นประมาณ 4 แสนลิตร ในการนี้ได้รับความช่วยเหลือรถบรรทุกน้ำจากเทศบาลนครกรุงเทพ ฯ และจากกองตำรวจดับเพลิงกรมตำรวจ

การซ่อมใหญ่ตั้งแต่แรกดำเนินการจนถึงสิ้นสุด พ.ศ. 2514 ได้ดำเนินการรวม 12 ครั้ง ได้เปลี่ยนรูปของแกนเชื้อเพลิง (core configuration) โดยจัดวางแท่งเชื้อเพลิง และแท่งกราไฟท์บน grid plate รวมทั้งสิ้น 13 แบบ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลองในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ และเพื่อเพิ่ม reactivity

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

สถิติการเดินเครื่องปฏิกรณ์

	จำนวนครั้งเดินเครื่องปฏิกรณ์	จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องปฏิกรณ์	พลังงานจากการเดินเครื่องปฏิกรณ์ กิโลวัตต์-ชั่วโมง	ความสิ้นเปลืองยูเรเนียม-235 กรัม
ตค. 2505 – กย. 2506	196	435	19,100	0.99
ตค. 2506 – กย. 2507	225	533	210,600	10.97
ตค. 2507 – กย. 2508	217	609	508,600	26.49
ตค. 2508 – กย. 2509	188	544	469,500	25.14
ตค. 2509 – กย. 2510	173	817	728,400	39.24
ตค. 2510 – กย. 2511	247	1,200	1,099,900	59.26
ตค. 2511 – กย. 2512	244	1,399	1,318,900	72.13
ตค. 2512 – กย. 2513	238	1,300	1,221,451	65.85
ตค. 2513 – กย. 2514	211	1,219	1,153,633	62.15

ข. คณะอนุกรรมการรักษาความปลอดภัยเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู มีหน้าที่พิจารณาให้คำแนะนำตัดสินและลงมติเกี่ยวกับความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ในเรื่องระเบียบข้อบังคับ วิธีปฏิบัติในการเดินเครื่อง การประกอบแกนเครื่องปฏิกรณ์ และการทดลองที่ใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู วิจัย –1 และได้กำหนดไปแล้วดังนี้

1. ระเบียบการใช้แบบรายการ :

   ก. Core Loading Certificate ใช้ทุกครั้งที่มีการประกอบ Core ตามวิธี Criticality Experiment

   ข. Request for Routine Irradiation ใช้ในกรณีที่นำสารลงรับรังสีนิวตรอน หรือแกมม่า

   ค. Reactor Experiment Form ใช้ในกรณีที่จะทำการทดลองต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องปฏิกรณ์

   ง. Reactor Start-up Checkout Form

2. การอาบรังสี Uranium Oxide (U_3O_8) จำนวน 1 กรัม เป็นเวลา $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ที่กำลัง 1 MW (Thermal Neutron = 10^{13}) ให้ใช้ภาชนะ 2 ชั้นทำด้วยอลูมินัม ปิดฝาเกลียวทั้งอันนอกและอันใน อันในใส่ U_3O_8 เต็มตั้งอยู่กลางอันนอกซึ่งใส่น้ำช่วยระบายความร้อน รังสีที่เกิดหลังจาก Irradiation แล้วและเก็บไว้หนึ่งวัน จะมีปริมาณสารรังสีประมาณ 43 mCi.

3. การอาบรังสีปรอท ให้บรรจุ HgO จำนวน 0.1 กรัม ไว้ภายในขวดแก้วหรือ Quartz ที่ผนึก (sealed) แล้วบรรจุขวดใน Aluminum Container อีกชั้นหนึ่งเพื่อความปลอดภัย

   รังสีจะทำให้ปรอทร้อนขึ้น 2°C ต่อวินาที (ไม่คำนึงถึงการระบายความร้อนโดยธรรมชาติ) ซึ่งตรงกับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น 0.06 Cal./gm–sec. HgO สลายตัวที่ 500°C และจะทำปฏิกริยากับอลูมินัม

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

4. ให้ใช้ข้อมูลความบริสุทธิ์ของน้ำใช้ในบ่อเครื่องปฏิกรณ์จาก USAEC เป็นแนวปฏิบัติ

pH	4.5—7 (6.5 ดีที่สุด)
Chloride	2 ppm (max.)
H_2O_2	10^{-3} mdar (max.)
SO_4	100 ppm (max.)
Flow Rate	9—38 ft./sec.
Min. resistivity	1 meg-ohm/cm.

5. Excess Reactivity ต้องไม่เกิน 3.2% และเครื่องปฏิกรณ์จะต้องไม่วิกฤตเมื่อแท่งควบคุมอยู่ต่ำกว่า 11 นิ้ว

6. การทดลองหา Void Coefficient ระหว่างการทดลองจะมีค่า Reactivity เปลี่ยนแปลงทั้งหมดไม่เกิน 1% และในการดึงแผ่นอลูมินัมออกจาก Core ทีละแผ่น Reactivity เปลี่ยนแต่ละครั้งไม่เกิน 0.2% ซึ่งเป็นค่าที่ Curtiss-Wright ใช้เป็น limit สำหรับ In-core Experiment ต่อแผ่นอลูมินัม 1 ชิ้น

บัญชีการพิทักษ์ความปลอดภัย ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ : 30 กันยายน 2507

	Total U กรัม	U-235 กรัม
1) วัสดุนิวเคลียร์พิเศษ		
ก. แท่งเชื้อเพลิง 90% Enriched U	5,294	4,759
สิ้นเปลืองจนถึง 30 ธ.ค. 2507	18	18
คงเหลือ	5,276	4,741
ข. 93.5% Enriched Fission Counter	4	3
	(3.68)	(3.44)
ค. Pu-Be Neutron Source ทั้งหมด	80	
2) วัสดุต้นกำลัง	6,000	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การตรวจการพิทักษ์ความปลอดภัย

ครั้งที่		ช่วงเวลาในการตรวจตามบัญชีวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ	ผู้ตรวจการจากทบวงการ ฯ
1.	26-27 มค. 09	12 พค. 05 – 31 ธค. 08	1. Mr. C.L. Buchler
2.	1–2 มีค. 10	1 มค. 09 – 31 ธค. 09	1. Mr. C.L. Buchler
3.	15–17 พค. 11	1 มค. 10 – 31 ธค. 10	1. Mr. C.L. Buchler 2. Mr. R. Schaer
4.	25 มค. 13	1 มค. 11 – 31 ธค. 12	1. Mr. R. Schaer 2. Mr. Diaz-Duque

รายงานและเอกสาร :

1. รายละเอียดเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย–1 : เอกสารสำนักงาน พปส.
2. รายงานเกี่ยวกับ Reactor Operation : เอกสาร Thai. AEC. –3, –10, –12
3. แนวการอบรม Reactor Operator : บทงานพิเศษในเอกสารนี้

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2. กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยงานด้านพลังงานปรมาณูส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่มีองค์ประกอบในเกณฑ์ซับซ้อน การติดตั้ง ประกอบ และบำรุงรักษาเป็นหน้าที่โดยตรงของช่างที่ได้รับการฝึกอบรมในเรื่องนี้ งานสำคัญแรกที่เจ้าหน้าที่กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ คือการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ปปว-1) ร่วมกับกองปฏิกรณ์ปฏิบัติในปี พ.ศ. 2505 และ 2506 นับว่าเป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์และความชำนาญให้แก่เจ้าหน้าที่เทคนิคของกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ซึ่งในขณะนั้นยังประกอบด้วยวิศวกร 3 คน และช่างเทคนิคเพียง 2 คน ประสบการณ์ดังกล่าวเป็นรากฐานของการซ่อมบำรุงเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมาในทุกวันนี้ ภายหลังจากที่ได้เดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การศึกษาวิจัยในบางเรื่องจึงเริ่มต้นในกองต่าง ๆ ความต้องการอุปกรณ์การวิจัยมีเพิ่มมากขึ้น ทั้งปริมาณและคุณภาพ ในระยะ 2–3 ปีแรกหลังจากเริ่มเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ส่วนใหญ่ของงานของกองเกี่ยวกับการประกอบ ติดตั้ง ตลอดจนแนะนำการใช้อุปกรณ์การวิจัยให้แก่นักวิทยาศาสตร์ของสำนักงาน พปส. งานซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ได้เริ่มเป็นภาระหนักหลังจากที่ได้เดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแล้วประมาณ 3 ปี ทั้งนี้ เพราะชิ้นส่วนในอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์บางอย่างเริ่มหมดอายุการใช้งาน และกลายเป็นงานหลักส่วนหนึ่งของกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ตลอดมา

ประสบการณ์จากการซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ต่าง ๆ ประกอบกับความต้องการของนักวิจัย ที่ต้องการอุปกรณ์การวิจัยที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม ทำให้กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ทำการพัฒนาอุปกรณ์การวิจัยแบบต่าง ๆ ขึ้น

เพื่อส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ สาขาพลังงานปรมาณูในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จึงร่วมกับกองการวัดรังสี สร้างชุดทดลองเบื้องต้น จำหน่ายให้โรงเรียนต่าง ๆ ในราคาต่ำพอที่โรงเรียนมัธยมศึกษาสามารถจะจัดหาซื้อได้

ในด้านการศึกษาและวิจัย กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้ศึกษาและติดตามความก้าวหน้าของชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ และทำการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ในอนาคต

เนื่องจากกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ทำงานเกี่ยวกับอุปกรณ์วัดกัมมันตภาพรังสี และมีโอกาสได้ทราบความเคลื่อนไหวของกิจการอุตสาหกรรมโดยทั่วไป กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จึงได้รับมอบหมายให้เป็นผู้เตรียมการและพิจารณาดำเนินการการใช้กัมมันตภาพรังสีในกิจการอุตสาหกรรม

นอกเหนือจากงานหลักที่ได้กล่าวโดยสังเขปนี้แล้ว กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ยังได้บริการการซ่อมบำรุง ตรวจ ปรับเทียบ ตลอดจนให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์แก่ส่วนราชการภายนอก

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

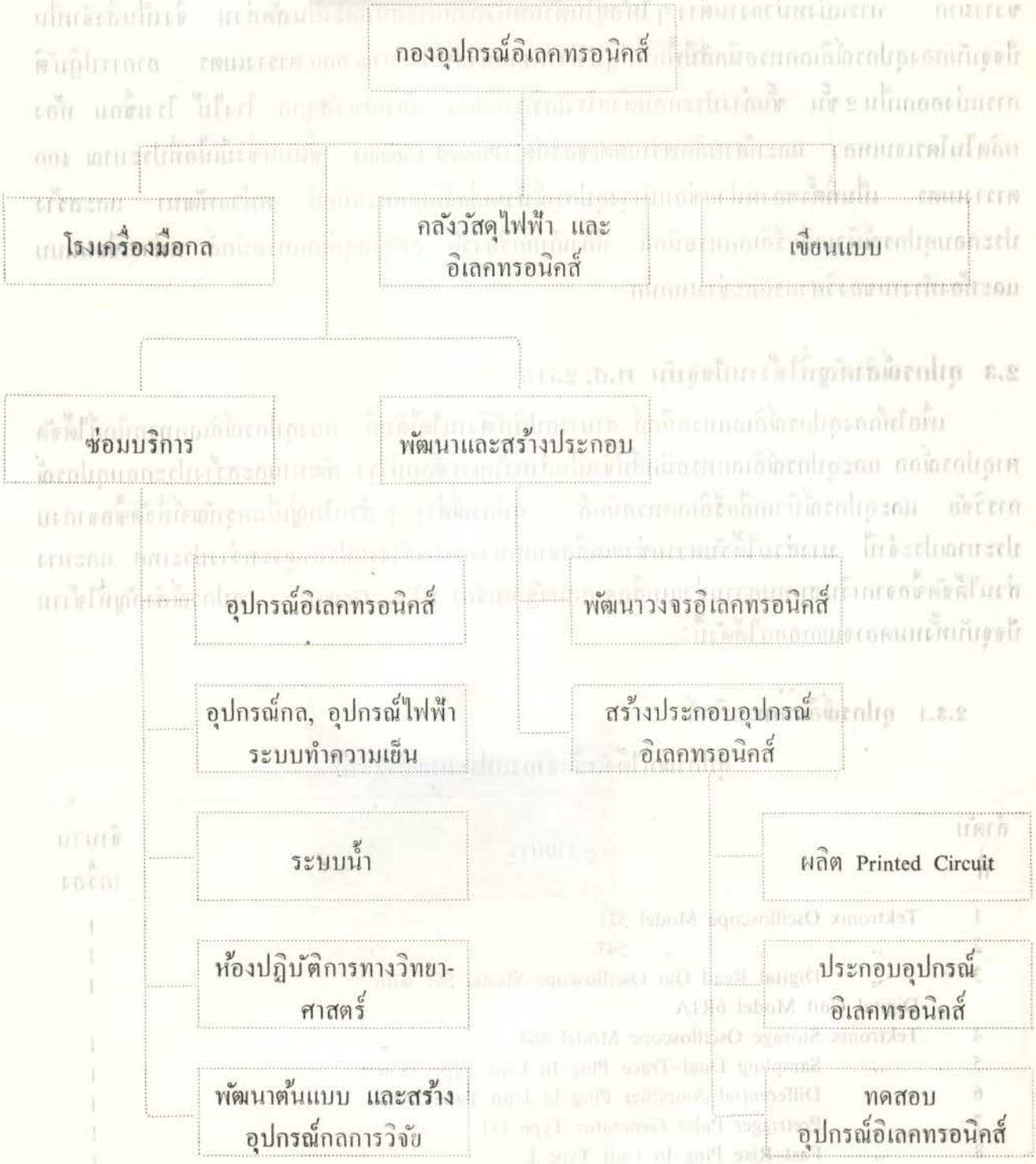
รายละเอียดของการดำเนินงานตลอดจนผลงานของกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์อาจแยกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ :

2.1 การแบ่งหน่วยงานในกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์

ปัจจุบันกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ มีวิศวกรทำหน้าที่เป็นหัวหน้าหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 5 คน วิศวกรทั้ง 5 คนนี้ควบคุมการปฏิบัติงานของช่างเทคนิคและช่างฝีมือ จำนวน 20 คน เพื่อให้การปฏิบัติงานภายในกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ดำเนินไปด้วยดี สมตามความมุ่งหมาย

กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ประกอบด้วยหน่วยงาน 5 หน่วย คือ โรงงานเครื่องมือกล คลังวัสดุ เขียนแบบ ซ่อมบริการ พัฒนาและสร้างประกอบ หน่วยงานทั้ง 5 นี้ทำงานประสานกันโดยใกล้ชิด โดยทั่วไปหน่วยงาน 3 หน่วยแรกเป็นหน่วยงานสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยซ่อมบริการ และหน่วยพัฒนาและสร้างประกอบ หน่วยงานในกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ แบ่งออกตามสายการปฏิบัติงานดังแผนผังสายการปฏิบัติงาน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



แผนผังสายการปฏิบัติงานในกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.2 เนื่องจากขอบข่ายของการปฏิบัติงานและความรับผิดชอบของกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์กว้างขวางมาก การแบ่งหน่วยงานต่าง ๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและเป็นสัดส่วน จึงเป็นสิ่งจำเป็น ปัจจุบันกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์มีพื้นที่ปฏิบัติงานรวมทั้งสิ้นประมาณ 900 ตารางเมตร อาคารปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ชั้นล่างประกอบด้วยโรงเครื่องมือกล ห้องเก็บวัสดุกล โรงไม้ โรงเชื่อม ห้องผลิตไนโตรเจนเหลว และห้องผลิตพรินเตดเซอร์คิต (Printed Circuit) ชั้นบนซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 400 ตารางเมตร เป็นที่ตั้งของหน่วยซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ หน่วยพัฒนา และสร้างประกอบอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ ห้องเก็บเครื่องวัด คลังวัสดุอิเลคทรอนิคส์ หน่วยเขียนแบบ และห้องทำงานของวิศวกรและช่างเทคนิค

2.3 อุปกรณ์สำคัญที่ใช้งานปัจจุบัน พ.ศ. 2515

เพื่อให้กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ สามารถปฏิบัติงานได้เต็มที่ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้จัดหาอุปกรณ์กล และอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่จำเป็นสำหรับการซ่อมบำรุง พัฒนาและสร้างประกอบอุปกรณ์การวิจัย และอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ อุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นครุภัณฑ์ที่จัดซื้อจากงบประมาณประจำปี บางส่วนได้รับความช่วยเหลือจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ และบางส่วนได้จัดซื้อจากเงินสมทบความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกา (U.S. Grant) อุปกรณ์สำคัญที่ใช้งานปัจจุบันทั้งหมดอาจแยกออกได้ดังนี้ :—

2.3.1 อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์

อุปกรณ์ที่ได้จัดซื้อจากงบประมาณประจำปี

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเครื่อง
1	Tektronix Oscilloscope Model 321	1
2	,, ,, ,, 547	1
3	,, Digital Read Out Oscilloscope Model 567 with Digital Unit Model 6R1A	1
4	Tektronix Storage Oscilloscope Model 564	1
5	,, Sampling Dual–Trace Plug–In Unit Type 3S76	1
6	,, Differential Amplifier Plug–In Unit Type 2A63	1
7	,, Pretrigger Pulse Generator Type 111	1
8	,, Fast–Rise Plug–In Unit Type L	1
9	,, Sampling Plug–In Unit Type 1S1	1
10	,, Sampling Sweep Plug–In Unit Type 3T77A	1
11	,, Spectrum Analyzer Plug–In Unit Type 3L10	1

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเครื่อง
12	Tektronix Dual Trace Plug–In Unit Type 1A1	1
13	,, Time Base Plug–In Unit Type 2B67	1
14	Vibron Electrometer Model 33C with Converter Unit Type B33C	1
15	Hewlett Packard Electronic Voltmeter Model 410C	6
16	Leed & Northrup Volt Potentiometer Model 8687	1
17	Sensitive Research Kilovolts Electrostatic Voltmeter Model "University"	1
18	Simpson Volt–Ohm–Milliammeter Model 260	1
19	Hewlett Packard DC Power Supply Model 721A	2
20	Hewlett Packard DC Power Supply Model 6226B	2
21	Hewlett Packard Twin Low Voltage Power Supply Model 802B	2
22	Tenelec Precision Pulser Model TC800	1
23	E–H Research Pulse Generator Model 139	1
24	Precision Apparatus Sine Wave Oscillator Model E–310	1
25	Telonic RF Oscillator Model SM2000	1
26	Telonic Oscillator Plug–In Unit Type VR–2M	1
27	Telonic Oscillator Plug–In Unit Type SH–1M	1
28	General Radio Impedance Bridge Model 1650–A	1
29	Hickok Tube Tester Model 539B	1
30	Electro Scientific Potentiometric Voltmeter–Bridge Model 300	1
31	Tektronix Transistor Curve Tracer Model 575	1
32	Hewlett Packard DC Transfer Standard Model 735A	1
33	Bell Gaussmeter Model 120	1
34	CMC Electronic Counter Model 727BN	1
35	Beckman Transfer Oscillator Model 7580	1
36	Hewlett Packard Distortion Analyzer Model 332A	1
37	Krohn–Hite Multi–Function Variable Filter Model 335R	1
38	Hewlett Packard Klystron Power Supply Model 715A	1
39	,, ,, SWR Meter Model 415D	1
40	,, ,, Power ,, ,, 431C	1
41	,, ,, SWR ,, ,, 415E	1
42	,, ,, Power ,, ,, 431B	1
43	,, ,, Frequency Meter Model 532B	1
44	,, ,, Attenuator Model 375A	1
45	,, ,, ,, ,, 382A	1
46	,, ,, Phase Shifter Model 885A	1
47	Raytheon Spot Welder Model 60C	1
48	AVO Automatic Coil Winding Machine	1
49	NuArc Flip–Top Plate Maker	1
50	Kressilk Jet Spray Etcher Model 3000	1
51	,, Circuit Printer Model FCP–1224	1

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

อุปกรณ์ที่ได้รับความช่วยเหลือจากทบวงการ ฯ

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเครื่อง
1	Tektronix Oscilloscope Model 535A	1
2	,, Wide Band Plug-in Unit Type B	1
3	,, Dual Trace Plug-In Unit Type CA	1
4	W.G. PYE Scalamp Electrostatic Voltmeter Model No. 11308	1
5	AOIP Galvanometer Model G20B	1
6	Simpson Volt-Ohm-Milliammeter Model 260	1
7	Fontaine Montrouge DC Power Supply Model 3020	1
8	Hickok Tube Tester Model 539B	1
9	CWE Coil Winding Machine Model W	1
10	SG Engraving Machine Model IT-12703	1
11	CMC Electronic Counter Model 727BN	1
12	Heracus Vacuum Dry Oven RVT220	1
13	L & N Speedomax Type H Model S Recorder	1
14	L & N Guarded Wheatstone Bridge Model 4375	1
15	Victoreen Precision Pulse Generator Model PPG-1	1
16	Hewlett Packard Pulse Generator Model 212A	1

อุปกรณ์ที่จัดซื้อจากเงินสมทบความช่วยเหลือของสหรัฐอเมริกา

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเครื่อง
1	Tektronix Dual-Beam Oscilloscope	1
2	,, Semiconductor Diode Recovery Plug-In Unit Type S	1
3	,, Fast-Rise Plug-In Unit Type L	1
4	,, Transistor Rise-Time Plug-In Unit Type R	1
5	,, Sampling Plug-In Unit Type N	1
6	,, Plug-In Unit Type CA	1
7	,, Plug-In Unit Type Z	1
8	DM Digital Voltmeter Model DM2020	1
9	E-H Research Pulse Generator Model 130	1
10	ATL Environmental Test Chamber Model ELHH-8-MRLC-1	1

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.3.2 อุปกรณ์กลที่ได้จัดซื้อจากงบประมาณประจำปี

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเครื่อง
1	Di-ACRO Power Hand Press Brake Model No. 16–24	1
2	,, Precision Roller No. 4	1
3	,, ,, Shear No. 36K	1
4	,, Punch Press No. 5	1
5	,, Bender No. 3	1
6	Colchester Lathe TRIUMPH $7\frac{1}{2}''$	1
7	,, ,, MASTER $6\frac{1}{2}''$	1
8	South Bend Precision Lathe Model A	1
9	Epco Hydraulic Press 6 tons	1
10	Elliott Milling Machine Model UO	1
11	,, Tool Cutter Grinder Model 5	1
12	Marquette Electric Welder Model 10–110, 180–200A	1
13	ASEA Automatic Tube Welder Model ZVARA32	1
14	Tempus Tank Cleaner Model 1	1
15	August Mössner Band Saw Model SSF/350	1
16	Maximat Standard Universal Lathe	1
17	Rockwell Jig Saw Model UH62E120W CW	1
18	,, Drill Press Model 15–000	1
19	,, 12″ Cutoff–Machine Model 20–100	1
20	South Bend Shaper 7″ stroke	1
21	Rapidor Manchester Power Hand Saw	1
22	Superior Surface Grinder Type V6	1
23	Empire Sandblast Equipment Model CAB–18	1
24	Hobart Argon Arc Welder Model TG–201	1
25	Cenco Oven Model 95399–17	1
26	Fasti Sheet Metal Forming Equipment Size 2	1
27	Tops Power Saw Model 8863	1
28	Scantechnic Hydraulic Tube Bender 3″ ϕ max.	1

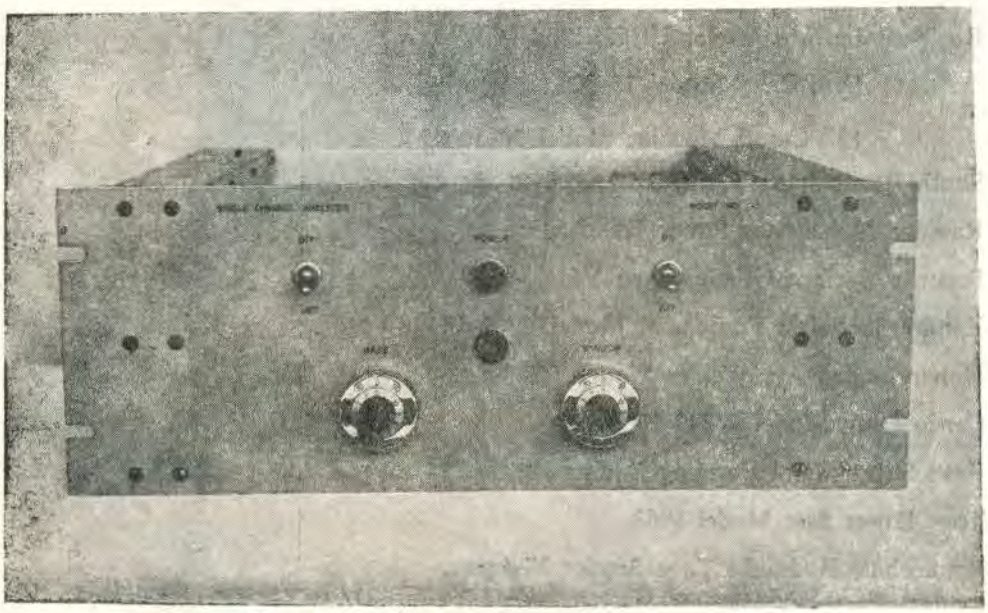
ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.4 การพัฒนาและสร้างประกอบอุปกรณ์ – นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

2.4.1 การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

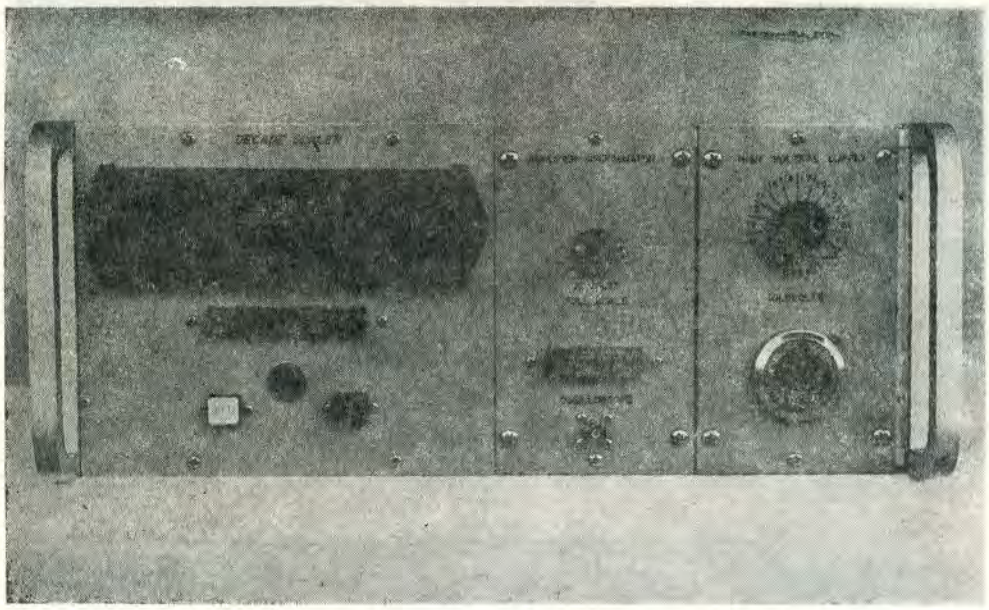
การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ในระยะแรก

ในระยะเริ่มแรกของการวิจัยพลังงานปรมาณู หน่วยงานต่าง ๆ ในสำนักงาน พปส. ต้องการอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์เป็นจำนวนมาก ปริมาณที่ต้องการเกินกำลังเงินที่สำนักงาน ฯ พึงจะจัดซื้อได้ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จึงได้เริ่มงานพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ ในปี พ.ศ. 2507 อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ที่ได้พัฒนาขึ้นในระยะแรกนี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานทั่วไปในการวิจัยพลังงานปรมาณูได้แก่ เรทมิเตอร์ (ratemeter) เสกลเลอร์ (scaler) เพื่อให้สะดวกแก่การซ่อมบำรุงส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์เหล่านี้ ได้รับการพัฒนาให้อยู่ในรูปของ Bin และโมดูล (module) Bin ในที่นี้หมายถึงแท่นเครื่องและส่วนจ่ายกำลังไฟฟ้า (power supply) ส่วนโมดูลหมายถึง plug-in unit ซึ่งอาจจะเป็น Amplifier Plug-In หรือ High Voltage Plug-In ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับ Bin ที่ได้พัฒนาขึ้น การกำหนดขนาดของ Bin และโมดูลตลอดจนศักย์ไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้านั้นได้ใช้ขนาดของชิ้นส่วนกลและชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ที่สามารถจะหาได้ภายในประเทศเป็นหลัก ทั้งนี้ เพื่อให้การพัฒนาและสร้างประกอบไม่จำเป็นต้องพึ่งชิ้นส่วนที่ต้องสั่งจากต่างประเทศมากเกินไป อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2507–2509 มีดังต่อไปนี้ :–

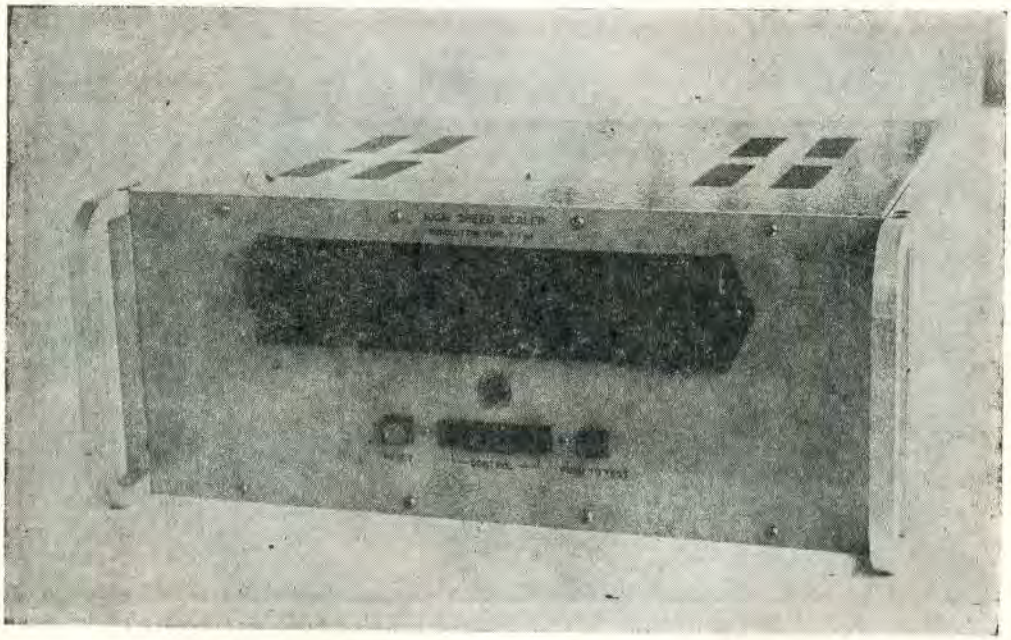


Single Channel Analyzer Model 1111

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

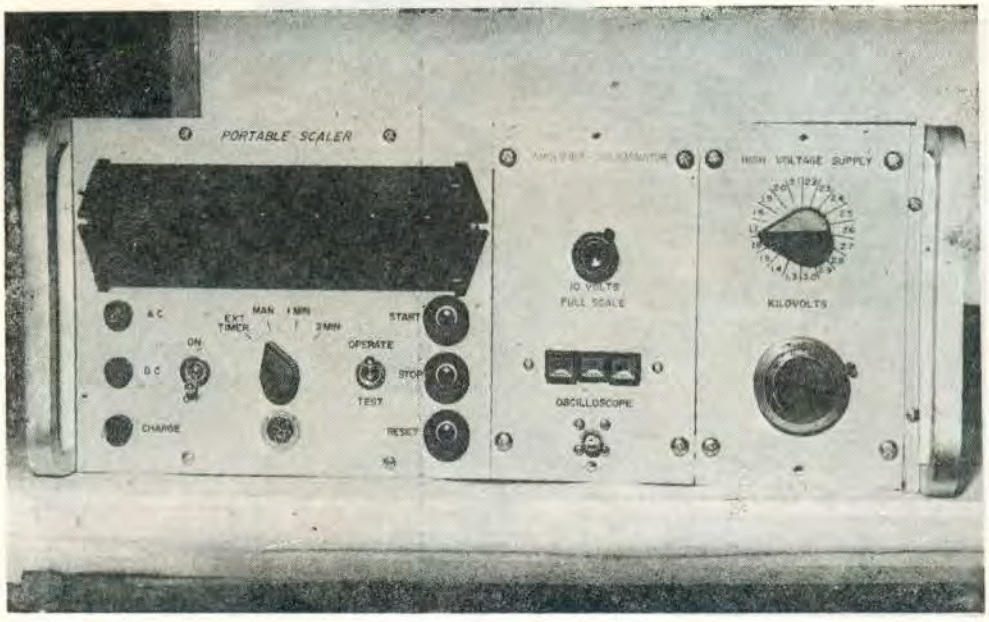


Decade Scaler Model 1201

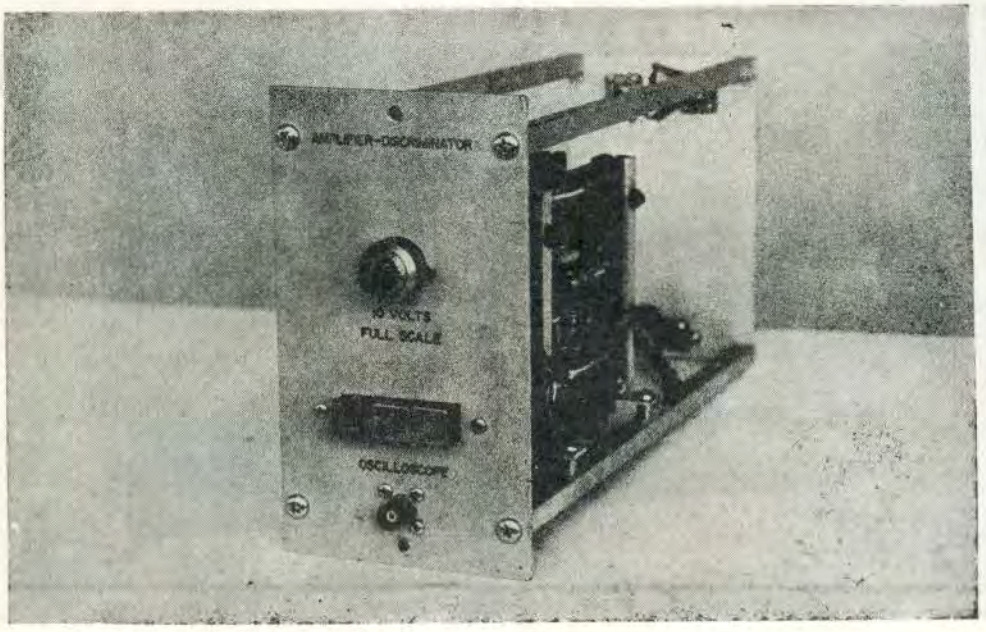


High Speed Scaler Model 1202

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

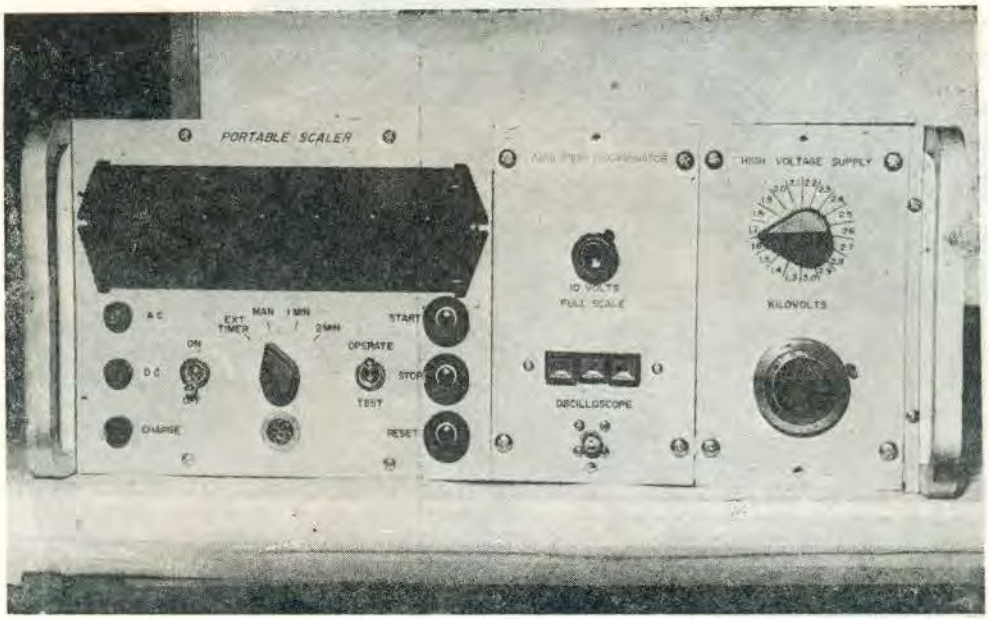


Portable Scaler Model 1203

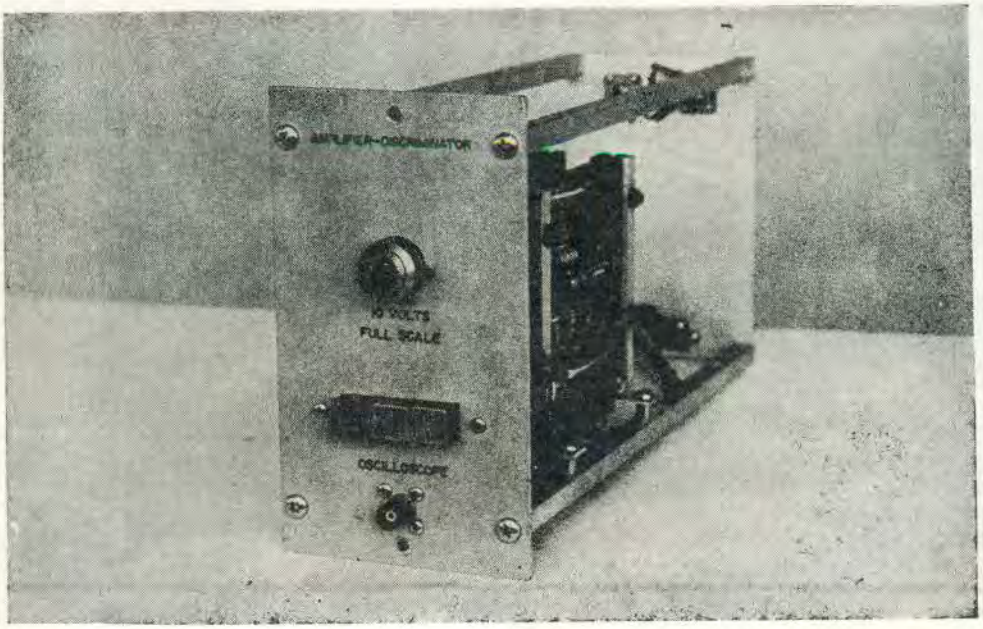


Amplifier-Discriminator Plug-In Unit Model 1301

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

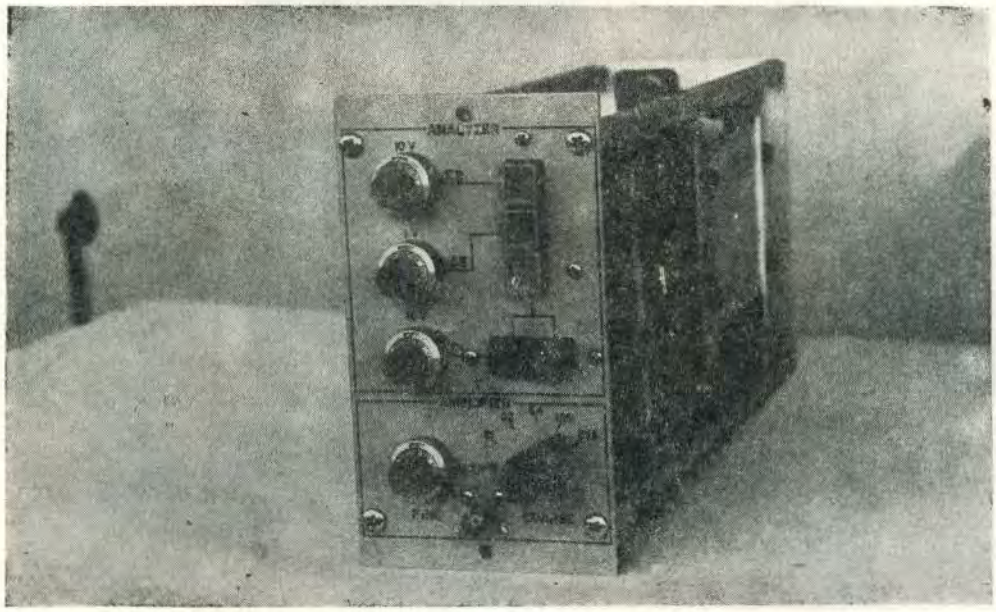


Portable Scaler Model 1203

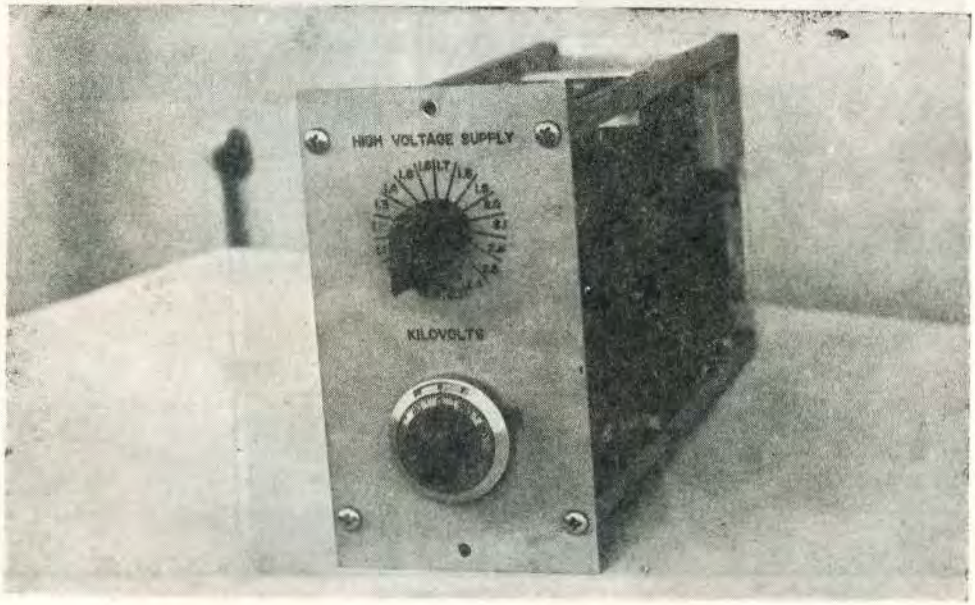


Amplifier-Discriminator Plug-In Unit Model 1301

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

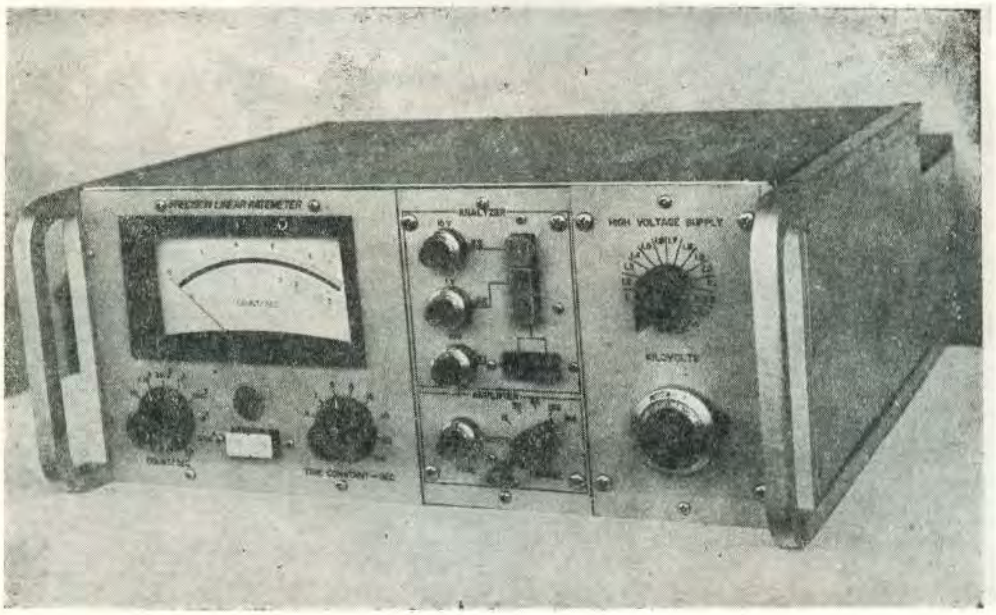


Amplifier–Analyzer Plug–In Unit Model 1310

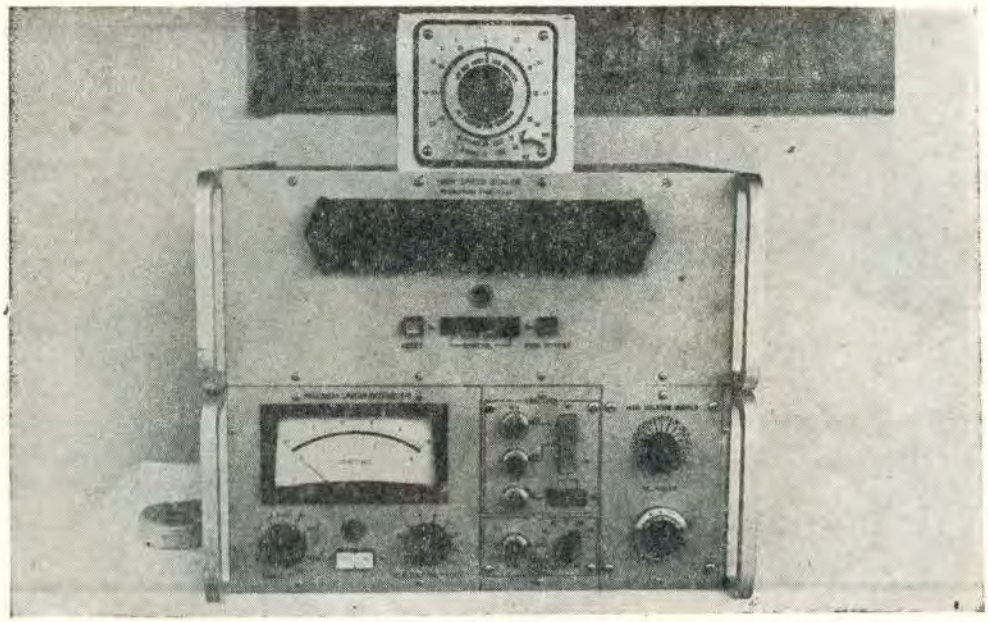


High Voltage Plug–In Unit

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

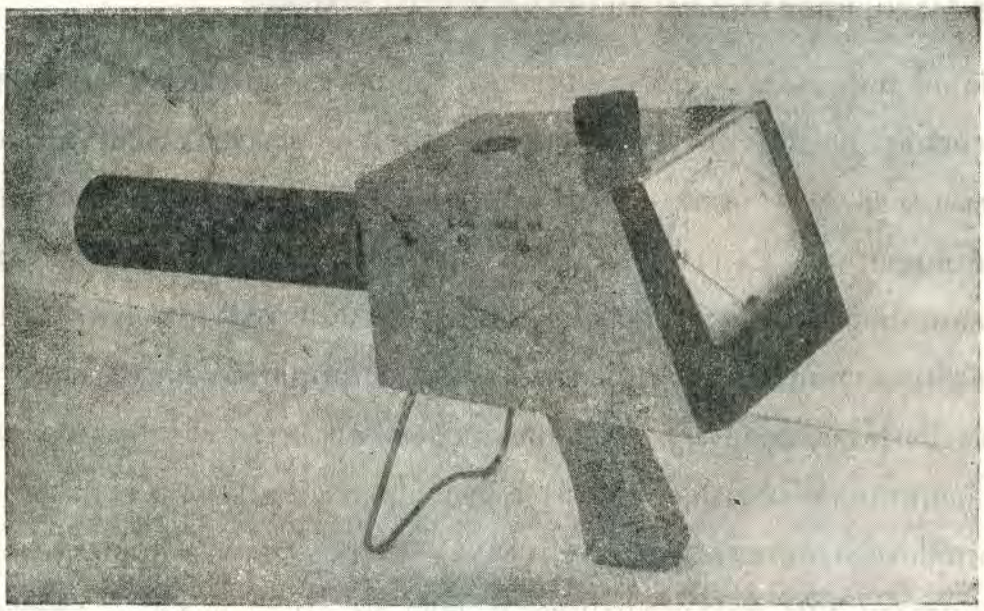


Linear Ratemeter Model 1501

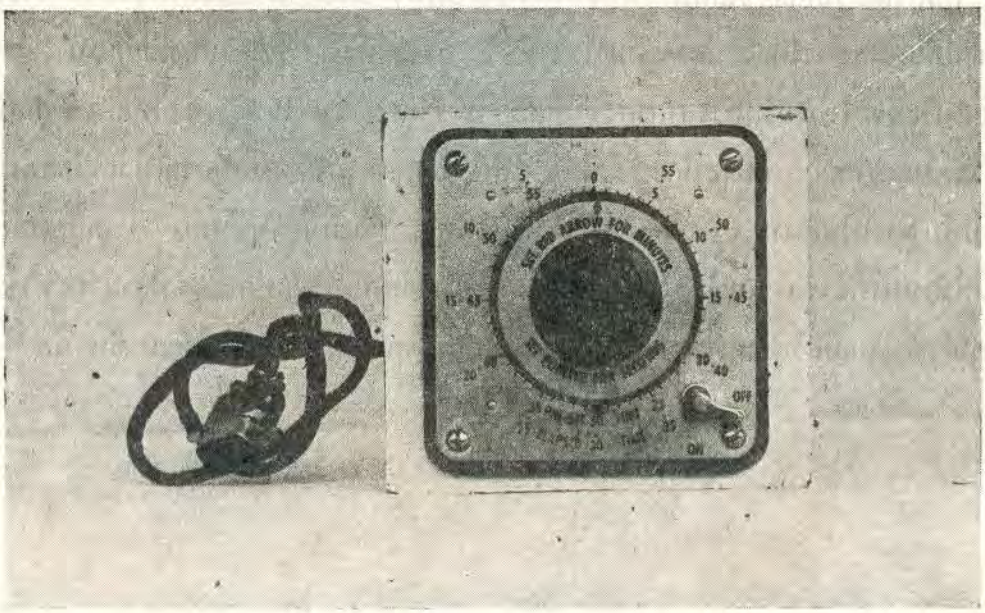


Gamma–Ray Spectrometer Model 1911

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



Survey Meter Model 2101



Timer Model 8111

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

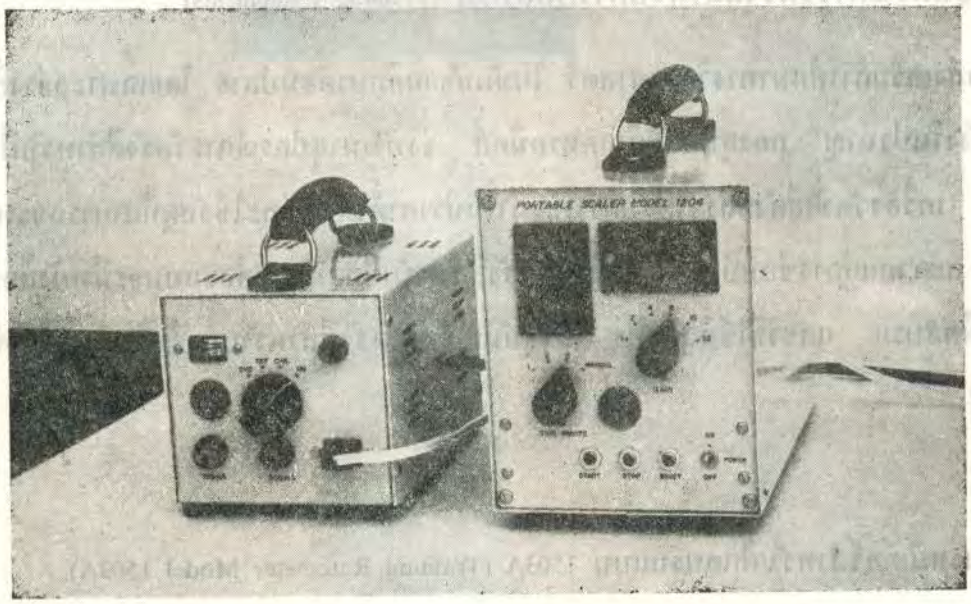
การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ตามมาตรฐาน NIM

ในปลายปี พ.ศ. 2509 สหรัฐอเมริการ่วมกับประเทศอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้วางมาตรฐานของขนาดตลอดจนศักดา และกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับ Bin และโมดูลขึ้น และเรียกว่า NIM Standard (Nuclear Instrument Module Standard) มาตรฐาน NIM ดังกล่าวผิดไปจากขนาดและสัดส่วนที่กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้กำหนดขึ้นในข้อ 4.1.1) มาตรฐาน NIM ซึ่งปัจจุบันเป็นมาตรฐานสากลสำหรับอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมาก ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนา ตลอดจนการบำรุงรักษา นอกจากนั้นยังอำนวยความสะดวกแก่สถาบันวิจัยต่าง ๆ ที่จะเลือกใช้อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์จากส่วนต่าง ๆ ของโลกได้โดยไม่มีข้อจำกัด ความเหมาะสมด้วยประการต่าง ๆ ของมาตรฐาน NIM ทำให้กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ตัดสินใจเลิกการพัฒนา Bin และโมดูลตามขนาดและสัดส่วนในหัวข้อข้างต้น และเริ่มพัฒนาอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ตามมาตรฐาน NIM ในปี พ.ศ. 2510 อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ตามมาตรฐาน NIM ที่กำลังพัฒนาในขณะนี้ ได้แก่ Bin จำนวน 10 ชุด Amplifier & High Voltage โมดูล

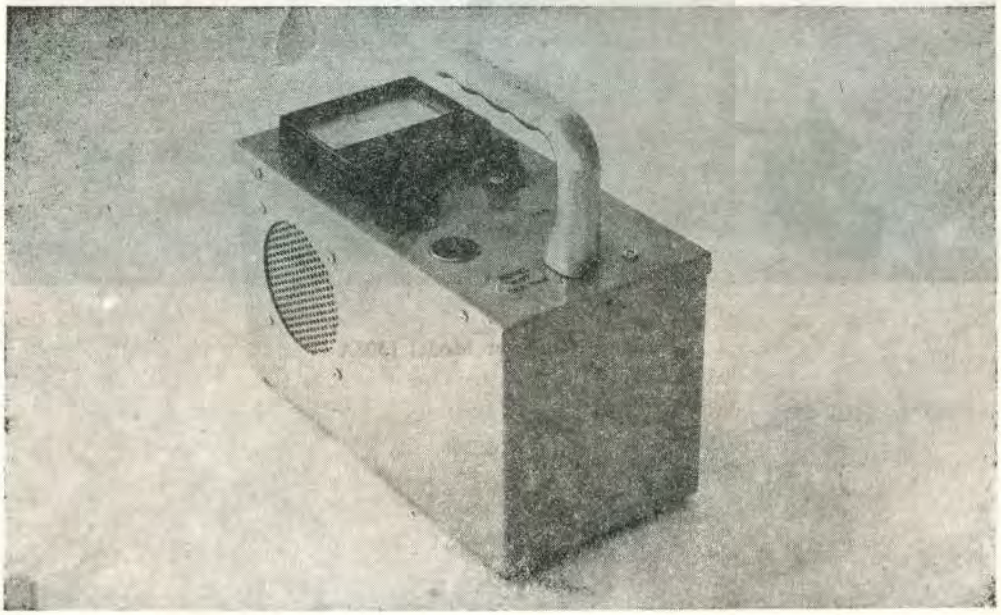
การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์สำหรับการปฏิบัติการในสนาม (Portable Instruments)

อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ที่ได้พัฒนาขึ้นในหัวข้อต้นทั้งสอง เป็นแบบที่เหมาะสำหรับการใช้ในห้องปฏิบัติการ เพราะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ไม่เหมาะกับการที่จะเคลื่อนย้ายหรือปฏิบัติการในสนาม อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์สำหรับใช้ปฏิบัติการในสนามที่จัดหาจากต่างประเทศมักจะมีอายุการใช้งานสั้น และบางครั้งไม่อาจนำมาใช้งานได้ ถ้าไม่ได้รับการดัดแปลงเสียก่อน เพราะอุปกรณ์ดังกล่าวไม่เหมาะที่จะใช้งานในบรรยากาศร้อนและความชื้นสูง เช่น ในประเทศไทย เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานวิจัยในสนาม กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จึงพยายามพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์สำหรับการปฏิบัติงานในสนาม โดยมุ่งให้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก สำหรับส่วนที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่วงจรอิเลคทรอนิคส์ก็ใช้แบตเตอรี่ที่สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ อุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์สำหรับการปฏิบัติการในสนามที่ได้พัฒนาขึ้น คือ :—

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



Portable Scaler Model 1204



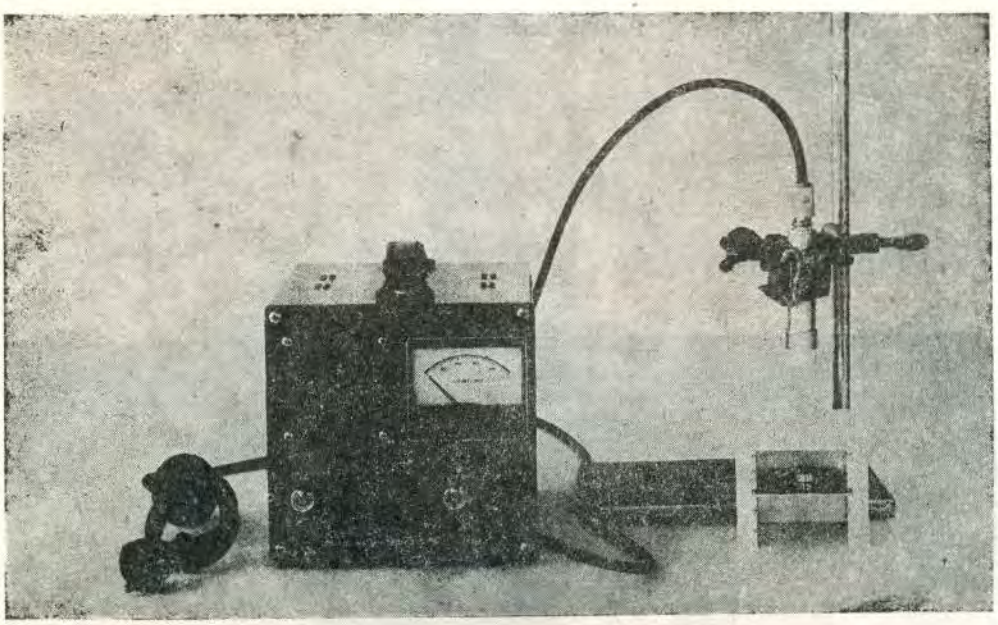
Survey Meter Model 2102

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การพัฒนาอุปกรณ์การวัดรังสีสำหรับการฝึกอบรม (Training Equipments)

เพื่อส่งเสริมการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาที่เกี่ยวกับพลังงานปรมาณู กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ จึงพัฒนาอุปกรณ์การวัดรังสีสำหรับฝึกอบรมโดยเฉพาะขึ้น เครื่องวัดรังสีดังกล่าวได้รับการพัฒนาให้มีราคาต่ำ และใช้วัสดุที่สามารถจะหาได้ภายในประเทศ สะดวกแก่การซ่อมบำรุง เครื่องวัดรังสีสำหรับฝึกอบรมแต่ละแบบจะมีหนังสือคู่มือประจำสำหรับการฝึกอบรม และวิธีใช้ที่ถูกต้อง ปัจจุบันเครื่องวัดรังสีสำหรับการฝึกอบรมที่ได้พัฒนาแล้วมี 3 แบบ คือ

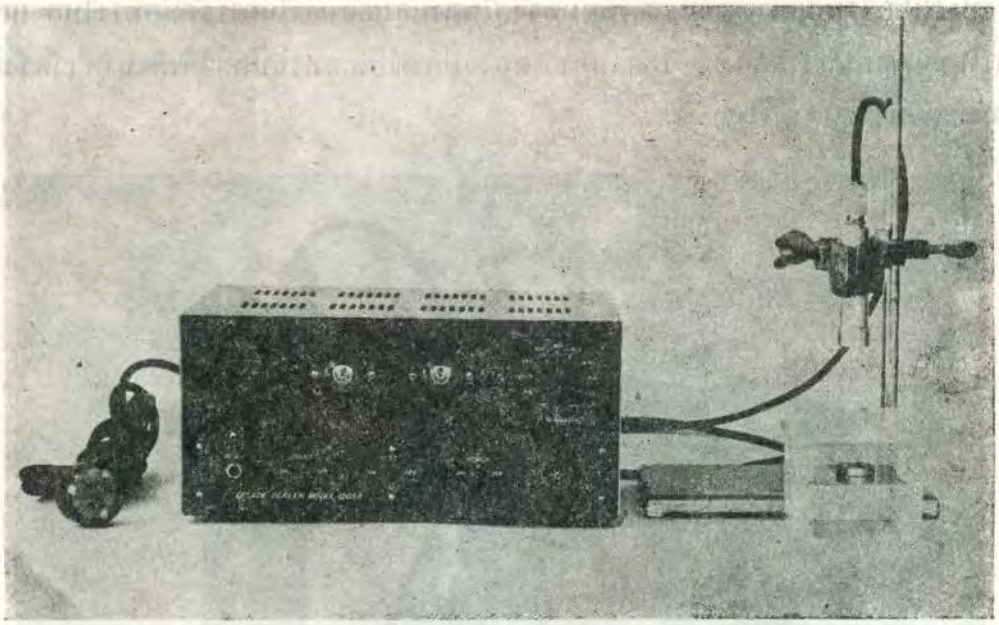
ก. เรทมิเตอร์สำหรับฝึกอบรมแบบ 1503A (Training Ratemeter Model 1503A)



Training Ratemeter Model 1503A

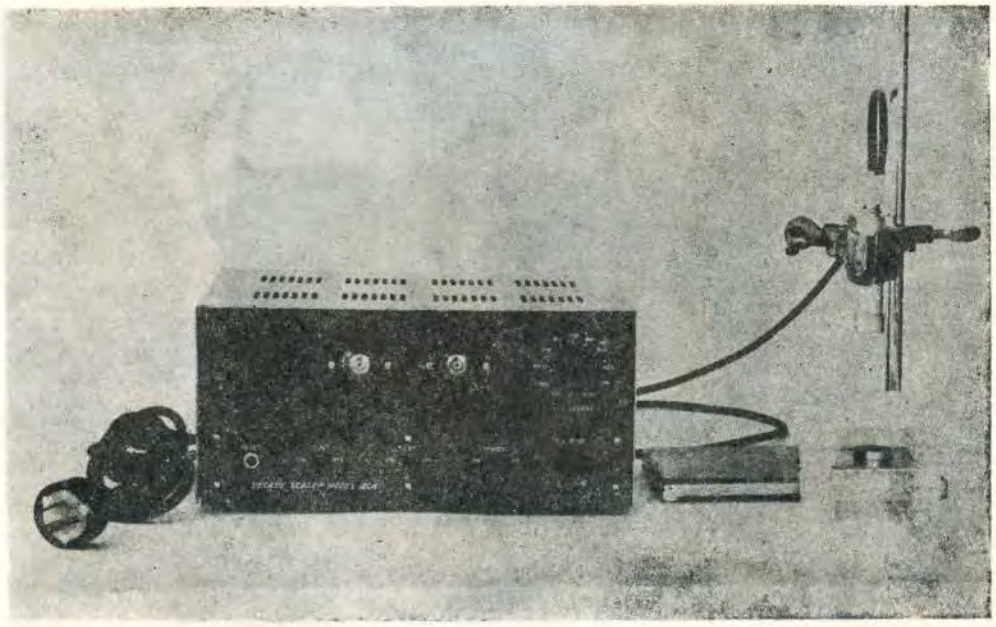
ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข. เดคเคดเสกลเลอร์แบบ 1205A (Decade Scaler Model 1503A)



Decade Scaler Model 1205A

ค. เดคเคดเสกลเลอร์แบบ 1206 (Decade Scaler Model 1206)

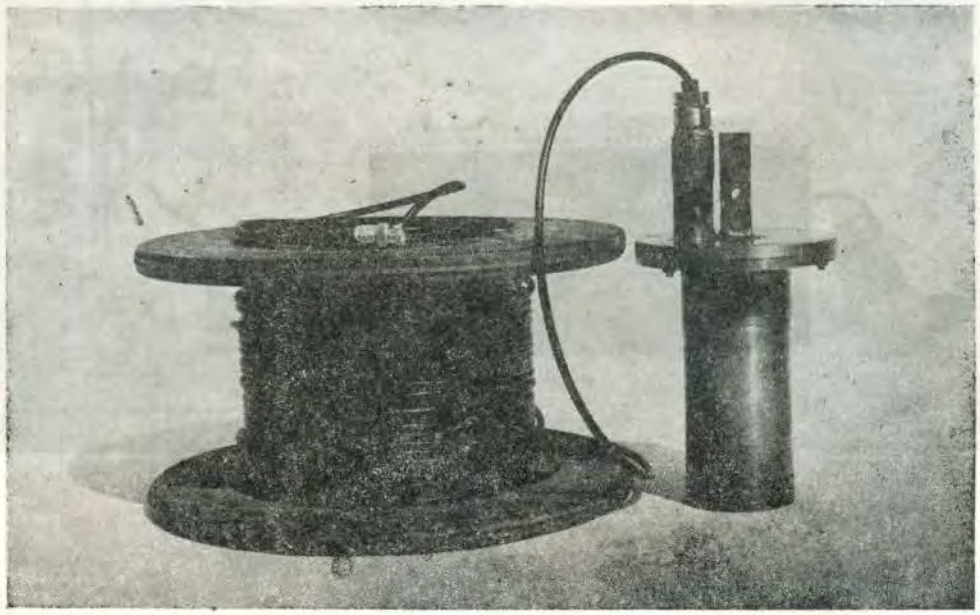


Decade Scaler Model 1206

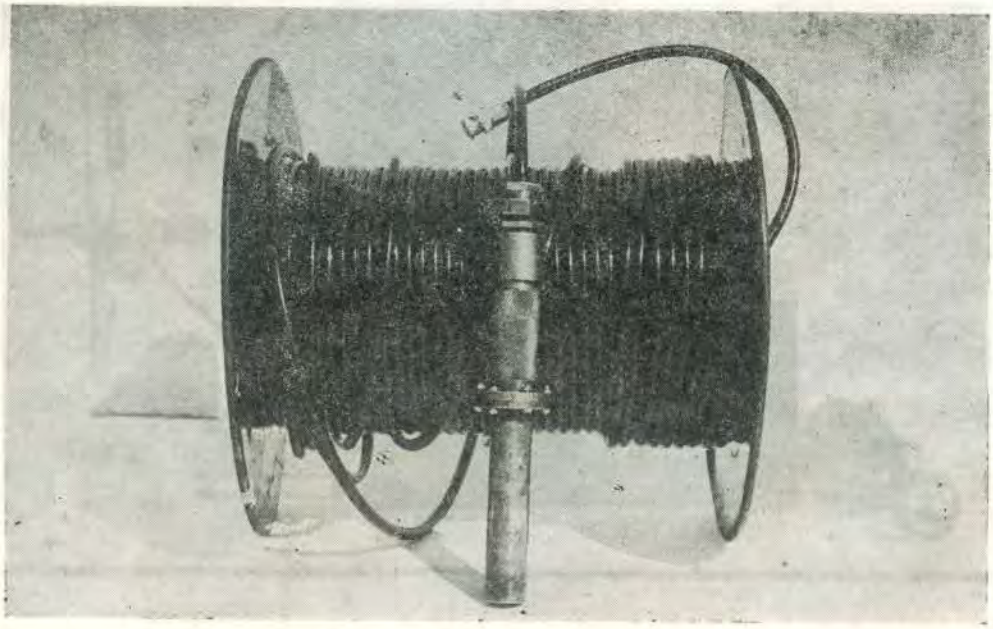
ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การพัฒนาอุปกรณ์การวัดรังสีเพื่อใช้ในอุทกวิทยา และกิจการอุตสาหกรรม

ก. สำนักงาน พปส. เริ่มศึกษาการใช้สารกัมมันตรังสีในด้านอุทกวิทยาในการวัดทิศทางไหล และความเร็วของน้ำในชั้นดินที่มีความลึก 60–100 เมตร กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้พัฒนาหัววัดรังสีเพื่อการนี้โดยเฉพาะดังที่ได้แสดงไว้ในภาพ



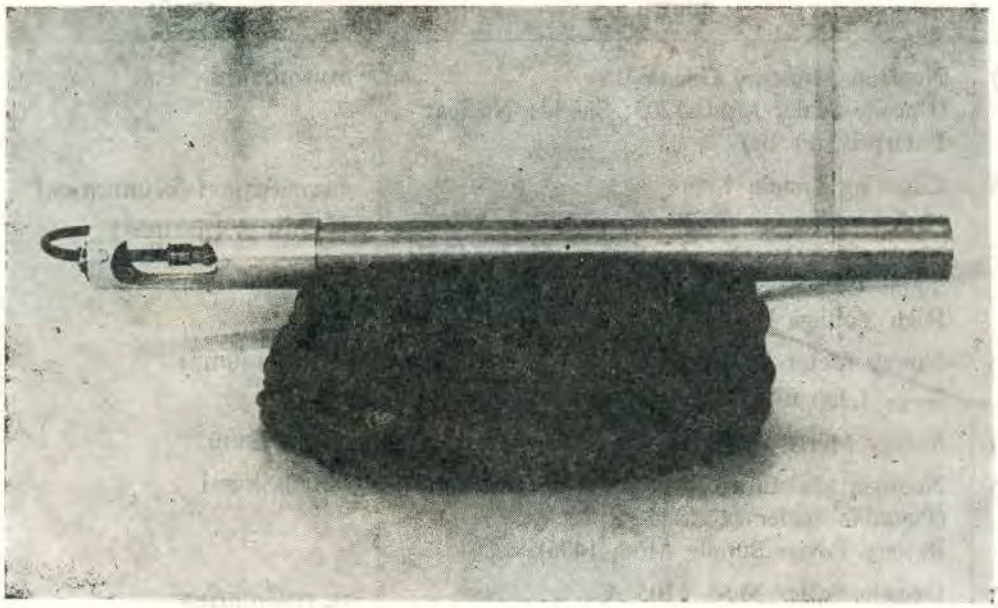
หัววัดรังสีแกมม่าสำหรับวัดทิศทางไหลของน้ำในชั้นดิน



หัววัดรังสีแกมม่าสำหรับวัดอัตราความเร็วของน้ำในชั้นดิน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

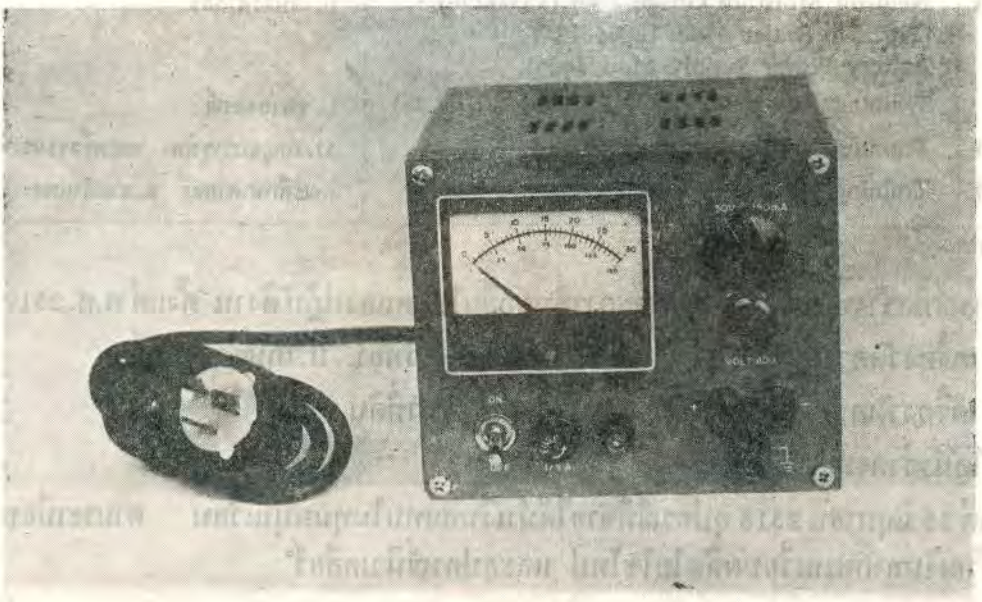
ข. อุปกรณ์การวัดรังสีที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องน้ำอีกแบบหนึ่งได้แก่อุปกรณ์การวัดความชื้นในดิน โดยใช้สารกัมมันตภาพรังสี ในการนี้กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้พัฒนาหัววัดรังสีที่สามารถวัดความชื้นในดินที่มีความลึกจากผิวดิน 100 เมตร หัววัดดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาพ



หัววัดความชื้นในดิน สำหรับ เคเบิล ยาว 100 เมตร

2.4.2 การพัฒนาอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ทั่วไป

เพื่อเป็นการฝึกเจ้าหน้าที่ให้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการปฏิบัติการทางอิเลคทรอนิคส์ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้วางโครงการที่จะพัฒนาอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ใช้ประโยชน์ทั่วไป โครงการแรกได้แก่การพัฒนาเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply) ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่การปฏิบัติงานทางอิเลคทรอนิคส์ในห้องปฏิบัติการทั่วไป ในปี พ.ศ. 2512–13 กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้พัฒนาเครื่องจ่ายกำลังไฟตรงขนาดเล็กดังที่แสดงไว้ในภาพ



Lab Power Supply Model 1401

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

รายการอุปกรณ์ที่สำนักงาน พปส. สร้างขายหรือมอบให้สถาบันภายนอก

	บาท	อุปกรณ์	สถาบัน
2509	32,000	Neutron Moisture Guage 1 ชุด (Decade Scaler Mod. 1203; Shield; Nuclear Enterprise Probe)	กรมชลประทาน
	32,000	Counting System 1 ชุด (Baird Atomics Well Scintillation System Mod. 19–093; Decade Scaler Mod. 1203; Single Channel Analyzer, Plug–In Mod. 1310; High Voltage Plug–In Mod. 1401)	คณะเภสัชศาสตร์ ม. แพทยศาสตร์ (ปัจจุบัน ม. จุฬาลงกรณ์)
2512	ไม่คิดมูลค่า	Survey Meter Mod. 2102 : 2 เครื่อง (ชุดละ 1,300 บ.)	กองตำรวจดับเพลิง
	1,300	Survey Meter Mod. 2102 : 1 เครื่อง	กรมชลประทาน
	15,000	Neutron Moisture Guage 1 ชุด (Portable Scaler Mod. 1204; 12 V Battery Power Supply Mod. 1406)	ม. เกษตรศาสตร์
2513 กรกฎาคม	1,500	Decade Scaler Mod. 1205 A.	รร. เซนต์คาเบรียล
กันยายน	12,210	Survey Meter Mod. 2102 (1,250 บ.) Ratemeter Mod. 1503 A. (1,160 บ.)	รร. อำนวยศิลป์
		อุปกรณ์ฟิสิกส์ (7,600 บ.)	กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ
		Lab. Power Supply Mod. 1401 2 ชุด (2,200 บ.)	กรมวิทยาศาสตร์, อุตสาหกรรม
พฤศจิกายน	2,900	Training Decade Scaler Mod. 1206 (1,700 บ.)	วิทยาลัยการศึกษา, บางแสน
		Training Ratemeter Mod. 1503 A. (1,200 บ.)	
	ไม่คิดมูลค่า	End–Window G.M. Counter พร้อมด้วย Shield 1 ชุด	ร.พ. รามาธิบดี
2514 กุมภาพันธ์	7,600	เครื่องมือวัดรังสี 5 ชุด	วิทยาลัยวิชาการศึกษา, บางเขน
กรกฎาคม	16,200	Neutron Moisture Guage 1 ชุด (15,000 บ.) (Portable Scaler Mod. 1204; 12 V Battery Power Supply Mod. 1406)	ม. เกษตรศาสตร์
		Training Ratemeter Mod. 1503 A. (1,200 บ.)	ม. จุฬาลงกรณ์
สิงหาคม	1,200	Training Ratemeter Mod. 1503 A.	รร. เบญจมราชูทิศ, นครศรีธรรมราช
กันยายน	2,400	Training Ratemeter Mod. 1503 A. 2 เครื่อง	คณะศึกษาศาสตร์ ม. รามคำแหง
	124,310		

หมายเหตุ: ก) อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น และให้ส่วนราชการอื่นขอยืมใช้ทดลองปฏิบัติงาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2512

1. เครื่องวัดความชื้นในดิน (1 เครื่อง) คณะปฐพีวิทยา, ม. เกษตรศาสตร์
2. เครื่องวัดความชื้นในดิน (1 เครื่อง) กรมพัฒนาที่ดิน

ข) รายได้นำส่งกระทรวงการคลัง

ตั้งแต่ 18 มิถุนายน 2513 อุปกรณ์ที่ขายได้นำเงินสมทบในทุนหมุนเวียน ตามระเบียบว่าด้วยเงินทุนหมุนเวียนผลิตไอโซโทป และอุปกรณ์นิวเคลียร์

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.5 การซ่อมบำรุง ดัดแปลง ติดตั้ง และสร้างอุปกรณ์การวิจัย

2.5.1 การซ่อมบำรุงเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูตามวาระ

เพื่อให้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว–1 สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปราศจากข้อขัดข้อง กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์และกองปฏิกรณ์ปฏิบัติ จึงกำหนดเป็นระเบียบที่จะต้องทำการซ่อมบำรุงเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูทุกรอบ 12 เดือน นอกเหนือจากการซ่อมบำรุงเล็กน้อยเมื่อมีความจำเป็น การซ่อมบำรุงดังกล่าวเรียกว่า การซ่อมบำรุงเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูตามกำหนดวาระและจะใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 เดือน แล้วแต่ว่าการซ่อมบำรุง และการดัดแปลงระบบต่าง ๆ ในเครื่องปฏิกรณ์ ฯ มากน้อยเพียงใด ระหว่างการซ่อมบำรุงตามกำหนดวาระเครื่องปฏิกรณ์จะหยุดทำงาน เจ้าหน้าที่ของกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์และกองปฏิกรณ์ปฏิบัติจะร่วมกันตรวจความเรียบร้อยและซ่อมบำรุงระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ระบบระบายความร้อน ระบบไฟฟ้า และระบบลมอัดที่ใช้สำหรับการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

2.5.2 การซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

การซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ เป็นงานประจำที่กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้ปฏิบัติอยู่ขณะนี้ ทั้งนี้ เพราะชิ้นส่วนในอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ส่วนใหญ่ใกล้จะหมดอายุการใช้งาน นอกจากนี้ เนื่องจากสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติให้บริการการซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์แก่สถาบันวิจัยอื่น ๆ โดยคิดค่าซ่อมบำรุงเฉพาะวัสดุที่ใช้สำหรับเปลี่ยนและทดแทนส่วนที่ชำรุด งานซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์สำหรับส่วนราชการภายนอก จึงเพิ่มขึ้นเป็นอันมาก ดังจะเห็นได้จากตารางที่แสดงไว้นี้

ตารางการซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

ส่วนราชการ	จำนวนเครื่องที่ซ่อม									
	2505*	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514
สำนักงาน พปส.	8	55	69	37	43	50	41	35	38	—
เครื่องปฏิกรณ์	3	35	35	31	37	54	29	41	30	—
ส่วนราชการภายนอก	12	42	8	72	58	34	29	32	35	—

* ในปี 2505 จำนวนเครื่องที่แสดงไว้เป็นยอดตั้งแต่ ตค. ถึง ธค. 2505

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

หมายเหตุ: ตั้งแต่ พ.ศ. 2505–2514 กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ทำการซ่อมอุปกรณ์, เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้แก่สถาบันต่าง ๆ : ร.พ. จุฬาลงกรณ์, ร.พ. ศิริราช, คณะเทคนิคการแพทย์ ม. มหิดล, คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน, คณะวิทยาศาสตร์ ม.เชียงใหม่, คณะวิทยาศาสตร์ ม. จุฬาลงกรณ์, กรมชลประทาน, กรมทรัพยากรธรณี, การพลังงานแห่งชาติ, กรมกสิกรรม, กรมการข้าว, กรมวิทยาศาสตร์, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมประมาณ 360 งาน รายได้จากการซ่อมเรียกเก็บเฉพาะราคาชิ้นส่วนที่เปลี่ยน รวมเป็นเงิน 4,512.85 บาท

2.5.3 การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ปฏิบัติการอื่น ๆ

เช่นเดียวกับการซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานในสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติก็เป็นงานประจำที่หน่วยซ่อมบริการกำลังปฏิบัติอยู่ในขณะนี้ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ อาจจำแนกออกเป็นข้อย่อยดังต่อไปนี้:–

ก) **การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์กล** อันได้แก่ระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ระบบแสงสว่างและเสียง ระบบลมอัดมอเตอร์ไฟฟ้า และปั๊มน้ำที่ใช้ทั่วไป และในระบบขจัดกากกัมมันตรังสี

ข) **การซ่อมบำรุงระบบทำความเย็น** เนื่องจากอุปกรณ์การวิจัยที่สำคัญ ๆ จะปฏิบัติงานได้ถูกต้องแน่นอนในที่ ๆ มีอุณหภูมิและความชื้นคงที่ ระบบปรับอากาศสำหรับห้องเครื่องวัดและห้องปฏิบัติการวิจัย จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง อีกประการหนึ่ง การถนอมอาหารโดยใช้การรักษาอาหารที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการอาบรังสีก็เป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้การบำรุงรักษาระบบทำความเย็นเพิ่มขึ้นมากในระยะหลังนี้ การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นเหล่านี้ นอกจากจะกระทำเมื่อเกิดความจำเป็นแล้วยังมีระเบียบปฏิบัติที่จะต้องกระทำตามวาระด้วย ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานวิจัยสามารถกระทำต่อเนื่องกันไปด้วยดี

ค) **การซ่อมบำรุงระบบน้ำของสำนักงาน** เนื่องจากที่ตั้งของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติอยู่ห่างไกลจากชุมนุมชน สำนักงานไม่สามารถต่อน้ำประปามาใช้ได้ น้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันได้จากน้ำบาดาลที่ผ่านระบบกรองน้ำ เพื่อลดความกระด้างและธาตุที่ไม่ต้องการ การซ่อมบำรุงระบบน้ำเพื่อให้สำนักงานฯ และห้องปฏิบัติการได้มีน้ำใช้อยู่ตลอดเวลาจึงนับได้ว่าเป็นงานประจำอย่างหนึ่ง นอกเหนือไปจากการซ่อมบำรุงระบบน้ำที่ใช้เดินเครื่องปฏิกรณ์ และระบบถ่ายเทความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ การซ่อมบำรุงระบบน้ำยังรวมไปถึงการดัดแปลง ต่อเติมระบบส่งน้ำจากถังเก็บไปยังห้องปฏิบัติการและที่

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ต่าง ๆ ในสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติด้วย นอกจากการซ่อมบำรุงระบบน้ำดีแล้ว หน่วยซ่อมบริการยังต้องทำการซ่อมบำรุง ดัดแปลงและต่อเติมระบบน้ำทิ้งตามความต้องการและความเหมาะสมอีกด้วย

ง) **การซ่อมบำรุงห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์** การซ่อมบำรุงตลอดจนการดัดแปลงและต่อเติมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ สามารถใช้งานด้วยดีตลอดไป เป็นงานที่กำลังเพิ่มภาระให้กับหน่วยซ่อมบริการอย่างมาก ทั้งนี้ เพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการใช้งานมาเป็นเวลานานกำลังจะหมดอายุการใช้งานและจำเป็นจะต้องดัดแปลงและแก้ไข งานซ่อมบำรุงเหล่านี้ได้แก่การซ่อมบำรุงและดัดแปลงห้องเก็บวัสดุใช้งานและเคมีภัณฑ์ ระบบน้ำดีและน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการ ระบบระบายอากาศ และระบบดูดไอกรดและด่างในห้องปฏิบัติการ ผลการซ่อมบำรุงและบริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 ได้แสดงไว้ในตารางต่อไปนี้:–

ตารางการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ปฏิบัติการอื่น ๆ

ลำดับที่	รายการ	จำนวนครั้งหรือเครื่องที่ซ่อม							
		2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514
1	การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า	10	17	28	33	56	70	49	—
2	การซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็นและระบบควบคุมอุณหภูมิ	6	15	18	25	32	46	49	—
3	การซ่อมระบบน้ำต่าง ๆ ของสำนักงาน ฯ	16	15	21	31	42	41	30	—
4	การซ่อมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	17	13	25	47	61	52	38	—
5	การสร้างและซ่อมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของสำนักงาน ฯ	18	33	71	99	165	170	169	—

สำหรับปี พ.ศ. 2513 จำนวนครั้งหรือเครื่องที่แสดง คือจำนวนที่ติดตั้งแต่ มค.–ตค. 2513

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.6 การศึกษาและพัฒนา

เพื่อให้เจ้าหน้าที่และผู้ปฏิบัติงานในกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้มีประสบการณ์และความรู้ความชำนาญในเทคนิคใหม่ ๆ อยู่เสมอ นอกเหนือจากที่ได้จากการพัฒนาวงจรและอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ในข้อ 2.4 แล้ว กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้วางแนวการศึกษาและพัฒนาต่อไปดังนี้:-

2.6.1 ศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและสารแม่เหล็กของชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ใหม่ ๆ

ปัจจุบันการศึกษาดังกล่าวมุ่งหนักไปในการหาพารามิเตอร์ (parameters) ของชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ที่ความถี่สูง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่มีความไวมาก

2.6.2 การศึกษาวงจรอิเลคทรอนิคส์

ปัจจุบันกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์กำลังศึกษาหาข้อมูลต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวงจร high speed current amplifier และวงจร DC–DC converter วงจรทั้งสองมีที่ใช้มากในอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

2.6.3 ศึกษาการใช้ประโยชน์ของไมโครเวฟ (microwave) ในการวัดความชื้น

สำหรับประเทศไทย ไมโครเวฟใช้ในระบบโทรคมนาคมในการติดต่อสื่อสารทั่วประเทศ ปัจจุบันไมโครเวฟได้รับความสนใจมากในการศึกษาคุณสมบัติของสารแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาโครงสร้างของสารแข็งจาก free radicals สำนักงาน พปส. เคยมีโครงการที่จะใช้ประโยชน์ electron spin resonance ในการศึกษาความเสียหายในผลึกอันเนื่องจากการแผ่รังสี แต่เนื่องจากขาดกำลังคน และอีกประการหนึ่งการศึกษาดังกล่าวอาจเป็นงานวิจัยพื้นฐานเกินไป จึงสนใจในการที่จะมุ่งศึกษาไมโครเวฟเป็นเครื่องมือในทางวิจัยประยุกต์ เช่น การใช้ไมโครเวฟในการหาความชื้นในสารต่าง ๆ เช่น แป้งเป็นต้น การศึกษาวิจัยดังกล่าวใช้ชิ้นส่วนไมโครเวฟซึ่งได้เคยเตรียมไว้สำหรับงานอิเลคทรอนสปิน เรโซแนนซ์

2.6.4 ศึกษาคุณสมบัติของหัววัดรังสีแบบต่างๆ

เนื่องจากกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการพัฒนา ซ่อมบำรุงตลอดจนติดตั้ง ดัดแปลงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์และอุปกรณ์วัดรังสีตลอดเวลา การศึกษาคุณสมบัติของหัววัดรังสีแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัววัดรังสีที่ได้รับการพัฒนาใหม่ ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงระบบการวัดรังสีในงานวิจัยต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพและได้ผลดียิ่งขึ้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่มีความสำคัญมาก ปัจจุบันกองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์กำลังศึกษาคุณสมบัติและการใช้งานของหัววัดรังสีกึ่งตัวนำ (semiconductor radiation detector) ซึ่งกำลังมีบทบาทสำคัญยิ่งในระบบการวัดรังสีที่ทันสมัยในขณะนี้

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2.7 โครงการที่จะดำเนินการต่อไป :

2.7.1 การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

การพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ตามมาตรฐาน NIM และอุปกรณ์การวัดรังสีสำหรับการปฏิบัติการในสนามยังคงเป็นงานหลักที่กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จะต้องปฏิบัติต่อเนื่องกันไปในอนาคตเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการในสนามให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและปรับปรุงระบบการวัดรังสีในสำนักงาน พปส. ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2.7.2 การซ่อมบำรุงและดัดแปลงระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

นอกเหนือจากการซ่อมบำรุงอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ ซึ่งเป็นงานประจำและการซ่อมบำรุงเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูตามวาระแล้ว กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์กำหนดโครงการที่จะเปลี่ยนชิ้นส่วนของระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์จากหลอดอิเลคทรอนิคส์เป็นชิ้นส่วนกึ่งตัวนำ ทั้งนี้เพราะชิ้นส่วนที่เป็นหลอดอิเลคทรอนจะจัดหาอะไหล่ได้ยากในโอกาสต่อไป นอกจากนั้นการใช้ชิ้นส่วนกึ่งตัวนำแทนจะทำให้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมีอายุการใช้งานนานขึ้น น้ำหนักและขนาดเล็กลงมาก และใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลง

2.7.3 การสนับสนุนและส่งเสริมการฝึกอบรมนิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์

ปัจจุบันความต้องการเจ้าหน้าที่และนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่มีความรู้ทางนิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์เป็นแนวทางสำหรับการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์โดยถูกต้องเพิ่มมากขึ้น กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จึงวางโครงการที่จะพัฒนาอุปกรณ์การฝึกอบรมวิชานิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ และกำหนดแนวให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีโอกาสรับความรู้จากการบรรยายทางทฤษฎี และรับประสบการณ์และความชำนาญจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสำหรับนิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์โดยเฉพาะ

2.7.4 การติดตามเรื่องราวเกี่ยวกับอุปกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้ประโยชน์ในกิจการอุตสาหกรรมที่ได้มีการผลิตขึ้นใช้แล้วในต่างประเทศ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

3. กองผลิตไอโซโทป

การผลิตไอโซโทปที่สำนักงาน พปส. เริ่มดำเนินงานภายหลังที่เจ้าหน้าที่ได้เดินเครื่องปฏิกรณ์บรรลุขั้นกำลังสูงสุด 1 เมกกาวัตต์ ครั้งแรกใน พ.ศ. 2505 ในขณะที่ไม่มีห้องปฏิบัติการเฉพาะและขาดอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อการผลิตไอโซโทป ได้ดัดแปลงตู้ควันธรรมดาเป็น Hot-Cell โดยใช้แท่งตะกั่ว หนา 5 ซม. เป็นเครื่องกำบังรังสีและดำเนินการทดสอบวิธีการผลิตไอโซโทปบางอย่าง ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2506 นับว่าเป็นครั้งแรกที่ได้ผลิต Na-24 และ K-42 ให้หน่วยไอโซโทปของแผนกรังสีโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยกับคนไข้

โดยใช้เงินประมาณ 8 แสน 5 หมื่นบาทจากยอดที่ได้รับความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกาสำนักงาน พปส. จึงได้มีโอกาสสร้างอาคารขนาดเล็ก มีห้องปฏิบัติการและห้องควบคุมผลการผลิต และจัดหาอุปกรณ์สำหรับการผลิตไอโซโทป ในห้องปฏิบัติการได้สร้าง Hot-Cell-1 สำหรับความแรงรังสีของไอโอดีน-131 ไม่เกิน 200 คูรี ใช้กำแพงคอนกรีตหนัก (ความถ่วงจำเพาะ = 4) หนา 50 ซม. เป็นเครื่องกำบังรังสี ติดตั้งหน้าต่าง lead glass 40 × 40 ซม. หนา 50 ซม. (5 หมื่นบาท) และติดตั้ง Master-Slave Manipulator 1 คู่ (176,000 บาท) ใน Hot-Cell-1 มีระบบถ่ายเทอากาศพร้อมด้วยเครื่องกรองละอองสารกัมมันตรังสี การก่อสร้างติดตั้งแล้วเสร็จใช้ปฏิบัติงานตั้งแต่ 22 มิถุนายน 2508

ในปี พ.ศ. 2511 ได้รับงบประมาณให้จัดหา Multi-purpose Hot Cell หนึ่งหน่วย ทำให้มีตู้ปฏิบัติการรังสีสูงเพิ่มขึ้นสำหรับการผลิตไอโซโทป Multi-purpose Hot Cell นี้ภายในเป็นกล่องปลาสติค 0.9×1.97×1.68 เมตร ตะกั่วกำบังรังสีโดยรอบหนา 5 ซม. กระจกหน้าต่างหนา 10 ซม. มี 3 ช่อง เส้นผ่าศูนย์กลาง 21.5 ซม. 2 ช่อง และ 14.0 ซม. 1 ช่อง ปฏิบัติการด้วย manipulator tongs 4 อัน ภายในมีเครื่องมือวัด pH, เครื่องตัด เครื่องปิด และเปิดฝาภาชนะ, ระบบถ่ายเทอากาศและระบบกรองละอองสารกัมมันตรังสี

ไอโซโทปที่ผลิตเพื่อใช้ภายในสำนักงาน พปส. หรือสำนักงานส่วนราชการภายนอก มีแนวดำเนินการดังนี้ ผู้ประสงค์ได้ไอโซโทปแจ้งกองผลิตไอโซโทปให้ทราบชนิดและความแรงรังสีของไอโซโทปและประมาณกำหนดวันที่ต้องการใช้ โดยแจ้งให้ทราบล่วงหน้าประมาณ 3-7 วัน เจ้าหน้าที่กองผลิตไอโซโทปปรึกษาหารือกับเจ้าหน้าที่กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ เพื่อทราบระยะเวลาการเดินเครื่องปฏิกรณ์แล้วจึงทำการผลิตไอโซโทป ปฏิบัติการวิเคราะห์, ปฏิบัติการทางเคมีอื่น และตรวจสอบทางรังสีของไอโซโทปที่ผลิตได้ เป็นการควบคุมคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งไอโซโทปที่จะนำไปปฏิบัติต่อคนไข้ บรรจุเป็นแค็ปซูลหรือขวดแล้วแต่กรณี บรรจุในกระปุกตะกั่วแล้วเจ้าหน้าที่ของสำนักงานนำไปส่งมอบให้ ณ ที่ทำการของผู้ใช้ด้วยพาหนะของสำนักงาน สำหรับต่างจังหวัดเท่าที่ปรากฏ จัดส่งให้ผู้ต้องการใช้ทางเครื่องบินโดยสารภายในประเทศ การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งได้ปฏิบัติตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นที่

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ยอมรับว่าให้ความปลอดภัยต่อผู้อื่นเพียงพอ ภายในนครหลวงกรุงเทพธนบุรีเจ้าหน้าที่ผู้นำส่งมีอุปกรณ์วัดรังสีและได้รับการอบรมให้ปฏิบัติในกรณีมีอุบัติเหตุไอโซโทปเปรอะเปื้อนออกมาภายนอก

ปริมาณไอโซโทปที่ผลิตในรอบปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ถึง 2514 ได้แสดงไว้ในตาราง

เพื่อให้มีทุนที่จะจัดหาวัสดุดิบและสิ่งที่จำเป็นสำหรับบริการไอโซโทปได้สะดวกรวดเร็วสำนักงาน พปส. ได้รับอนุมัติให้มีระเบียบว่าด้วยเงินทุนหมุนเวียนผลิตไอโซโทป และอุปกรณ์นิวเคลียร์ (วงเงิน 1 แสนบาท) เมื่อวันที่ 18 มิถุนายน 2513

ตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงสิ้นสุด มกราคม 2514 สำนักงาน พปส. ได้บริการไอโซโทปให้แก่ส่วนราชการต่าง ๆ โดยไม่คิดมูลค่าของไอโซโทปและการขนส่ง เว้นไว้แต่การจัดส่งนั้น มีระยะทางไกลกว่าเขตนครหลวงกรุงเทพธนบุรี

เพื่อให้สอดคล้องกับที่ได้รับอนุมัติให้มีทุนหมุนเวียนดำเนินกิจการนี้ และเพื่อให้ผู้ใช้ไอโซโทปที่สำนักงาน พปส. เป็นผู้ผลิต จัดหาไอโซโทปด้วยความประหยัด สำนักงาน พปส. จึงเรียกเก็บค่าไอโซโทปรวมทั้งค่าขนส่งภายในเขตนครหลวงกรุงเทพธนบุรี นับตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2514

สำนักงาน พปส. ได้จัดพิมพ์เอกสารแจ้งราคาของไอโซโทป ที่สำนักงานจะเป็นผู้ผลิตและบริการให้แก่ผู้เกี่ยวข้องและสนใจได้ทราบ ซึ่งอาจสรุปโดยสังเขปได้ :– mCi = มิลลิคูรี

ไอโซโทป	Specific Activity	อัตรา–ราคา	บาท	ราคาส่วนที่เกิน
ทอง–198 (เม็ด)	ตามต้องการ	14 เม็ด (grains)	400	
แทนทาลัม–182 (ลวด)	> 3 mCi/ ซม.	ไม่เกิน 1 ซม.	50	20 บาท/ซม.
ไอโอดีน–131 (น้ำยา)	carrier–free	ไม่เกิน 10 mCi	50	3 บาท/mCi
ไอโอดีน–131 (แค็ปซูล)	20 หรือ 30 หรือ 60 mCi/ แค็ปซูล	ไม่เกิน 10 แค็ปซูล	100	5 บาท/แค็ปซูล
โบรมีน–82	> 100 mCi/g Br	ไม่เกิน 1 mCi	50	5 บาท/mCi
โซเดียม–24	> 200 mCi/g Na	,, ,,	50	,, ,,
โปแตสเซียม–42	> 25 mCi/g K	,, ,,	100	,, ,,
ฟอสฟอรัส–32		,, ,,	100	,, ,,
กัมมะถัน–35	carrier–free	,, ,,	250	25 บาท/mCi

รายได้จากการผลิตไอโซโทป :–

1. ในปี พ.ศ. 2509, 2510, และ 2513 สำนักงาน พปส. ขายโซเดียม–24 ให้แก่หน่วยปฏิบัติการวิจัยโรคอหิวาต์ขององค์การ SEATO ที่เมืองดัคคา โดยผู้ซื้อออกค่าขนส่งเอง ได้จัดส่งให้ทางเครื่องบิน 17 ครั้ง รวม 416 มิลลิคูรี ได้รับเงิน 5,936.80 บาท

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2. สำหรับระยะ กุมภาพันธ์ ถึง ธันวาคม 2514 สำนักงาน พปส. ได้รับเงินค่าบริการไอโซโทปจากส่วนราชการต่าง ๆ (ส่วนใหญ่วงการแพทย์) นำเข้าสมทบทุนหมุนเวียน รวม 85,108 บาท

การใช้ประโยชน์ไอโซโทปที่สำนักงาน พปส. ผลิต

1. สถาบันหลายแห่งขอให้ผลิตไอโซโทปจำนวนเล็กน้อย เพื่อใช้เป็นต้นกำเนิดรังสี เพื่อการวัด ปรับอุปกรณ์ หรือเพื่อประกอบการสอน การปฏิบัติงาน
2. วงการแพทย์ในประเทศได้นำ โซเดียม–24, โปแตสเซียม–42 ไปใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้ โบรมีน–82 ใช้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณน้ำนอกเซลล์, ตรวจตำแหน่งของรกในครรภ์ บำบัดพยาธิใบไม้ในตับ อัตราการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย ฟอสฟอรัส–32 ใช้ศึกษาวิจัยตรวจหามะเร็งในระยะเริ่มแรก รักษามะเร็งในโลหิต วงการเกษตรใช้ฟอสฟอรัส–32 ศึกษาเกี่ยวกับการดูดปุ๋ยฟอสเฟทของพืช ทอง–198 (เม็ด) และแทนทาลัม–182 (ลวด) ใช้ในการบำบัดมะเร็งเช่นเดียวกับการฝังเรเดียม ซึ่งทอง–198 และแทนทาลัม–182 อาจจัดหาได้ในราคาต่ำกว่าเรเดียม ทอง–198 (คอลลอยด์) ใช้ในการรักษามะเร็งในช่องท้อง และไอโอดีน–131 ส่วนใหญ่ใช้บำบัดในการวินิจฉัยและเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์
3. สำนักงาน พปส. ได้ผลิต ทอง–198 (คอลลอยด์) และโบรมีน–82 เพื่อใช้วัดหาความเร็วและทิศทางของน้ำใต้ดินที่บ่อบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีในจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดเชียงใหม่

การใช้ประโยชน์ของไอโซโทป มิได้จำกัดเฉพาะเรื่องที่ได้กล่าว อาจใช้ประโยชน์ของไอโซโทปได้มากเรื่องกว่าที่กล่าวแล้ว ทั้งนี้แล้วแต่ผู้ใช้จะมีวิธีดำเนินการ การผลิตไอโซโทปอายุกึ่งชีวิตสั้น เป็นต้นว่า โซเดียม–24 (15 ชม.) และโปแตสเซียม–42 (12 ชม.) นั้น มีความสำคัญสำหรับผู้ใช้ภายในประเทศ เพราะไอโซโทปจะสลายตัวหมดหากจัดหาจากผู้ผลิตนอกประเทศแม้ว่าจะจัดส่งให้ทางเครื่องบิน

ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา การใช้ประโยชน์ของไอโซโทปในการวิจัย วินิจฉัยและบำบัดโรคในวงการแพทย์ภายในประเทศเจริญรวดเร็วอย่างยิ่ง ความต้องการใช้ไอโซโทปเพิ่มขึ้นทั้งชนิดและปริมาณทุกปี ความต้องการใช้ไอโซโทปที่สำนักงาน พปส. เป็นผู้ผลิตของวงการเกษตรนับว่าน้อยมาก ตัวเลขบริการไอโซโทปในตาราง นั้นเป็นเพียงร้อยละ 50 หรือ ร้อยละ 30 ของความต้องการในปีหนึ่ง ๆ ของวงการแพทย์ภายในประเทศ วงการแพทย์จัดหาไอโซโทปบางชนิด รวมทั้ง labelled compounds จากต่างประเทศ เนื่องจากสำนักงาน พปส. ยังไม่สามารถผลิตให้ได้ หรือมิฉะนั้นจำเป็นต้องจัดหาจากต่างประเทศ ในขณะที่สำนักงาน พปส. หยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อทำการซ่อมแซม กองผลิตไอโซโทปได้เพิ่มการผลิตให้มากขึ้น แต่ส่วนใหญ่ยังไม่พอกับความต้องการ ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่าวงการแพทย์ไม่ต้องสั่งซื้อไอโอดีน–131 ในรูปของโซเดียมไอโอไดด์เข้ามาจากต่างประเทศอีก เพราะสามารถผลิตได้พอความต้องการ เว้นไว้แต่ระหว่างระยะเวลาหยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์ คาดคะเนว่าราวปลายปี 2515 กองผลิตไอโซโทปอาจผลิต labelled compounds บางอย่างได้ อาจไม่ต้องจัดหาจากต่างประเทศ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตารางการผลิตไอโซโทป (จำนวนมิลลิคูรี)

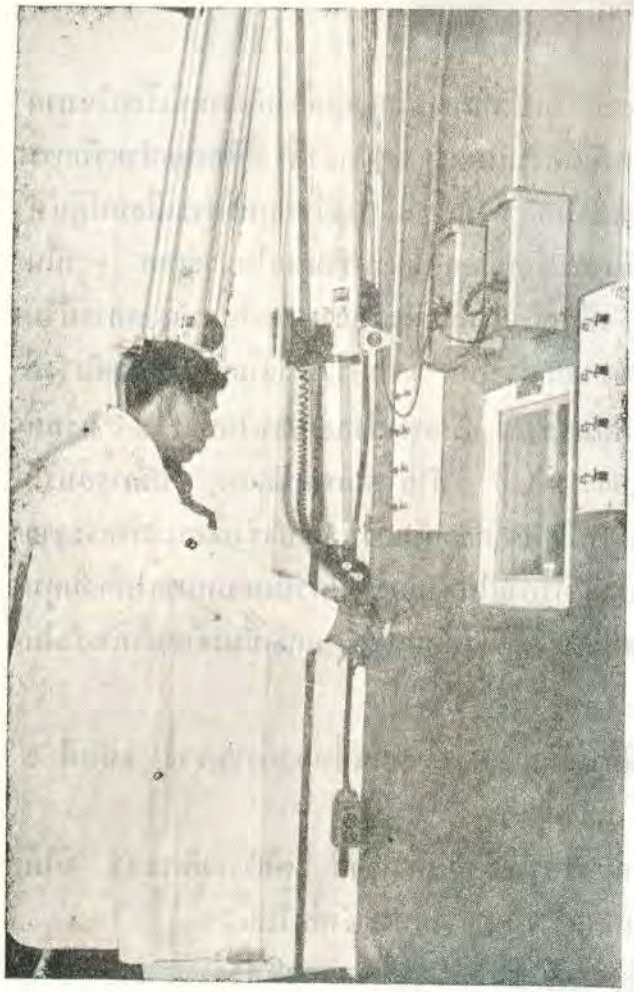
ไอโซโทป	อายุกึ่งชีวิต	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514
Na_{-24}	15.0 ชม.	562.83	699.56	669.36	569.12	642.04	289.63	195.06	440.09	63.57
K_{-42}	12.5 ชม.	13.56	3.44	12.68	10.5	17.15	58.07	4.18	–	–
Br_{-82}	36 ชม.	223.52	718.9	640.46	1,219.1	1,021.83	833.9	880.04	904.45	519.6
P_{-32}	14.3 วัน	4.93	12.51	25.2	53.04	56.75	55.67	56.97	259.47	99.66
I_{-131}	8.14 วัน	–	–	–	601.22	1,861.60	8,552.29	10,526.44	18,866.58	16,940.3
Au_{-198}	2.69 วัน	189.0	64.37	53.2	2,687.05	2,729.84	4,703.48	1,213.47	842.48	770.0
Ta_{-182}	111 วัน	–	70.4	66.36	–	25.05	–	–	–	–
Mo_{-99}	68 ชม.	–	0.25	4.03	15.12	–	–	–	0.5	–
Ca_{-45}	152 วัน	–	–	0.23	–	–	–	–	–	–
Cr_{-51}	28 วัน	–	–	3.508	15.36	–	–	–	0.04	–
S_{-35}	87.1 วัน	–	–	2.32	8.47	–	1.66	1.67	–	0.05
Cu_{-64}	13.0 ชม.	–	–	7.63	–	–	–	–	0.81	–
Fe_{-59}	45 วัน	–	–	0.01	0.01	–	–	–	–	–
Tc_{-99^m}	6.04 ชม.	–	–	–	2.01	3.62	–	–	–	–
Mn_{-56}	2.6 ชม.	–		–	–	–	–	5.32	2.16	0.03
Co_{-60}	5.2 ปี	–	–	–	–	–	–	3.51	2.25	2.92
Zn_{-65}	245 วัน	–	–	–	–	–	–	0.29	–	–
Ag_{-110^m}	270 วัน	–	–	–	–	–	–	0.50	0.53	–
In_{-116}	13 วินาที	–	–	–	–	–	–	–	–	44*
รวม		993.84	1,569.43	1,484.98	5,181.10	6,357.88	14,544.70	12,887.45	21,319.36	18,396.13
จำนวนครั้งจัดส่ง		202	204	170	245	241	439	544	699	431

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปริมาณการผลิตในปี พ.ศ. 2514 มีตัวเลขต่ำกว่าในปี พ.ศ. 2513 เนื่องจากได้หยุดทำการซ่อมใหญ่ต่อเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูนานกว่าที่เคยปฏิบัติ ไม่ใช่เนื่องมาจากการเริ่มเก็บค่าบริการไอโซโทป ราคาไอโซโทปที่สำนักงาน พปส. กำหนดเป็นเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของราคาในต่างประเทศที่ยังไม่รวมค่าขนส่งทางเครื่องบิน เกี่ยวกับไอโซโทปที่ใช้เป็นต้นกำเนิดรังสีทั้งในการแพทย์ และอุตสาหกรรม เป็นต้นว่า โคบอลท์–60 และอิริเดียม–192 สำนักงาน พปส. ไม่สามารถฟื้นกำลังรังสี (reactivate) ของต้นกำเนิดรังสีเหล่านี้ได้ เพราะเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมีกำลังไม่เพียงพอ มีความจำเป็นต้องส่งกลับหรือจัดหาใหม่จากต่างประเทศ

การผลิตไอโซโทปนั้น ดำเนินการทั้งชนิด และปริมาณ ต่อเมื่อผู้ใช้ต้องการ ไม่สามารถที่จะผลิตสะสมไว้ล่วงหน้าได้ ชนิดของไอโซโทป รวมทั้ง labelled compounds ขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องปฏิกรณ์และความสามารถของผู้ผลิต ปริมาณขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ประกอบการผลิต ความต้องการไอโซโทปหลายชนิด ทำให้ต้องจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อมิให้เกิดไอโซโทปเปรอะเปื้อนเข้าหากัน ปริมาณยังขึ้นอยู่กับการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นระยะเวลานานต่อเนื่องกันได้ ประการหลังนี้ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และจำนวนเจ้าหน้าที่เดินเครื่องปฏิกรณ์มีมากพอที่จะสับเปลี่ยนกันควบคุมเครื่องปฏิกรณ์

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



ภาพการใช้ Manipulator
ที่ Multi-Purpose Hot cell

ภาพการใช้ Manipulator
ที่ Hot cell-I.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

4 กองสุขภาพ

ทางการกำหนดให้เรียกชื่อกองนี้ว่า "กองสุขภาพ" หน้าที่แท้จริงสอดคล้องกับงานที่เรียกในภาษาอังกฤษว่า Health Physics งานในหน้าที่มีการติดตามผลงานมาตรฐานทางรังสี ที่กำหนดสำหรับการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี เพื่อเสนอแนะทางการให้วางเป็นกฎหรือระเบียบปฏิบัติอันเป็นการป้องกันอันตรายจากการแผ่รังสี ต่อผู้ปฏิบัติงานหรือบุคคลอื่นสำหรับภายในประเทศ เป็นการสอดคล้องกับมาตรการที่ปฏิบัติระหว่างประเทศ เป็นเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการออกใบอนุญาตการมีในครอบครอง การนำเรดิโอไอโซโทปเข้าประเทศ หรือออกนอกประเทศ งานประจำได้แก่การวัดระดับรังสีในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และตรวจสอบสารกัมมันตรังสี อันอาจเปรอะเปื้อนในบริเวณ หรือที่อุปกรณ์ ทำการวัดปริมาณรังสีที่ส่วนบุคคลได้รับ (film badge) ทำการศึกษาทดลอง, ให้การอบรมเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีร่วมกับเจ้าหน้าที่กองอื่น ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องกำบังรังสีและการกระจายรังสีในการติดตั้งต้นกำเนิดรังสีแก่สถาบันอื่น สำหรับกิจการภายในสำนักงานได้รับมอบหมายให้ควบคุมการใช้ต้นกำเนิดรังสี 30,000 คูรี ให้มีความปลอดภัยจากการแผ่รังสีต่อบุคคล และเป็นเจ้าหน้าที่หลักในการปฏิบัติต่อภาวะฉุกเฉินทางรังสี

4.1 มาตรการ ที่ทางการได้กำหนดสำหรับการปฏิบัติภายในประเทศ ออกเป็นกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2504) เมื่อ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2504 มีดังนี้:

ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้ หรือมีในครอบครองวัสดุกัมมันตรังสี ต้องระมัดระวัง มิให้บุคคลที่ทำงานในบริเวณรังสี ได้รับรังสีเกินกำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้:—

(1) ศีรษะ และลำตัว ลูกตา อวัยวะสร้างโลหิต อวัยวะสืบพันธุ์ หรือตลอดทั่วร่างกาย

ก. $5 \times (\text{อายุ} - 18)$ เรม

ข. 3 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วัน ติดต่อกัน

(2) แขน หรือ ขา 20 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วัน ติดต่อกัน

(3) ผิวหนัง 8 เรม ในขณะใดขณะหนึ่ง หรือภายในระยะเวลา 90 วัน ติดต่อกัน

และผู้ได้รับอนุญาต ต้องระมัดระวังในการปฏิบัติการ ตามที่ได้รับอนุญาต มิให้บุคคลซึ่งอาจได้รับรังสีได้นอกบริเวณรังสี ได้รับรังสีมีปริมาณเกินร้อยละ 10 ของปริมาณรังสีที่กำหนด (ข้างบน) นั้น

มาตรการอื่น ๆ เป็นต้นว่า เกี่ยวกับการขนส่งวัสดุกัมมันตรังสี ฯลฯ อยู่ในระหว่างการพิจารณาของเจ้าหน้าที่ ซึ่งจะได้เสนอแนะเพื่อทางการพิจารณาในโอกาสที่จะมีการดำเนินการภายในประเทศ

4.2 การออกใบอนุญาตนำเข้ามาในประเทศ ส่งออกนอกประเทศ และการมีในครอบครองซึ่งวัสดุกัมมันตรังสี อาจสรุปได้ดังนี้

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การนำเข้ามาในประเทศ ส่วนใหญ่เป็นไอโซโทปหลายชนิด เพื่อใช้ในวงการแพทย์และการศึกษาวิจัยในสถาบันหลายแห่ง มีการขอนำเข้าเกือบทุกสัปดาห์ในรอบปี ไอโซโทปเหล่านี้ใช้หมดไปในระยะเวลาไม่นาน

การนำเข้ามาในประเทศของต้นกำเนิดรังสีแรงสูง โดยเฉพาะโคบอลท์–60, และซีเซียม–137 ส่วนใหญ่เพื่อบรรจุในเครื่องอุปกรณ์ใช้ในการบำบัดรักษาโรคในโรงพยาบาลหลายแห่ง, ใช้ในการศึกษาวิจัยที่ ม. เกษตรศาสตร์และที่สำนักงาน พปส. ต้นกำเนิดรังสีเหล่านี้ จะคงทนอยู่ได้นานหลายปี แล้วแต่ชนิดของไอโซโทป

ต้นกำเนิดรังสีที่นำมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรม ยกเว้นที่ใช้ที่สำนักงาน พปส. ส่วนใหญ่เป็นอิริเดียม–192 ที่บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง ขออนุญาตนำเข้ามาใช้ในงานเรดิโอกราฟี เพื่อตรวจรอยร้าวและการเชื่อมท่อและถังเหล็ก และเมื่อเสร็จงานแล้ว ก็ขอนำออกนอกประเทศ สำหรับต้นกำเนิดรังสีที่คงทนอยู่นานหลายปีที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมยังมีจำนวนน้อยรายและเป็นต้นกำเนิดรังสีขนาดเล็กใช้ในการวัดระดับของวัสดุ อย่างไรก็ตามนับว่าได้มีการริเริ่มใช้กันบ้างแล้วตั้งแต่ พ.ศ. 2510 เป็นต้นมา

ปริมาณวัสดุกัมมันตรังสีที่สั่งเข้ามาจากต่างประเทศ และที่ผลิตโดยสำนักงาน พปส.

พ.ศ.	วัสดุกัมมันตรังสี สั่งเข้ามาจากต่างประเทศ		ไอโซโทปผลิต* โดยสำนักงาน พปส. ปริมาณ (มิลลิคูรี)
	Co–60, Cs–137 และ Ir–192 ปริมาณ (คูรี)	ไอโซโทปอื่น ๆ ปริมาณ (มิลลิคูรี)	
2500	–	1,315	–
2501	–	2,747	–
2502	1,900	3,253	–
2503	–	15,876	–
2504	40	23,350	–
2505	2,423	7,362	–
2506	25.1	9,397	993
2507	306	19,876	1,569
2508	7,500	19,515	1,484
2509	14,327	29,555	5,181
2510	25.5	22,442	6,357
2511	127	13,353	14,544
2512	5,931.7	17,070	12,887
2513	6,532.1	15,704	21,319
2514	31,866.1	19,029	18,396

* รายละเอียดชนิดของไอโซโทป ดูตารางในกองผลิตไอโซโทป

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การสั่งวัสดุกัมมันตรังสีเข้ามาเพื่อใช้ในงานด้านอุตสาหกรรม
(ไม่รวมเพื่อการแพทย์ และการเกษตร)

ปี	ผู้ใช้	ไอโซโทป	ปริมาณ (มิลลิคูรี)	ความมุ่งหมายการใช้
2503	การไฟฟ้ายันฮี	Co- 60	3,000	เรดิโอกราฟี
2504	โรงกลั่นน้ำมัน	Ir -192	3,000	,,
2505	—	—	—	—
2506	การไฟฟ้ายันฮี	Co- 60	115	เรดิโอกราฟี
	บริษัทแปซิฟิค โปรตอน จำกัด	Ir -192	25,000	,,
2507	—		—	—
2508	—		—	—
2509	โรงกลั่นน้ำมันไทย	Po-210	0.5	กำจัดประจุไฟฟ้าสถิตบนวัตถุ
2510	การลิกุไนท์	Ir -192	20,000	เรดิโอกราฟี
	โรงกลั่นน้ำมันไทย	Ir -192	500	,,
	โรงกลั่นน้ำมันเอสโซ่	Ir -192	5,000	,,
2511	บริษัทเหล็กสยาม จำกัด	Ir -192	8,000	,,
	บริษัทเทียนชันก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	9,000	,,
	บริษัทเอกซ์เรย์เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	100,000	,,
	การไฟฟ้ายันฮี	Ir -192	10,000	,,
	บริษัทไม้อัดไทย จำกัด	Cs-137	65	วัดระดับเศษไม้
2512	บริษัทเทียนชันก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	10,700	เรดิโอกราฟี
	สำนักงาน พปส.	Co- 60	500	,,
		Cs-137	10,000	,,
	โรงกลั่นน้ำมันไทย	Pm-147	10,000	ตรวจหาตะกั่วและกำมะถันในน้ำมัน
		Ir -192	50,000	เรดิโอกราฟี
2513	บริษัทซาทาสต์-เตรียม (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	25,000	,,
	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	Ir -192	100,000	,,
	บริษัทฟอสเตอร์วิลเล่อร์ (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	124,000	,,
	บริษัทเทียนชันก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	17,000	,,
	บริษัทกระสอบสี่ห่วง จำกัด	Am-241	6	เพิ่มประสิทธิภาพสายล่อฟ้า
	บริษัทปูนซิเมนต์นครหลวงจำกัด	Co- 60	200	วัดระดับหินผง
	สำนักงาน พปส.	Ir -192	100,000	เรดิโอกราฟี
		Co- 60	17,500	,,
2514	สำนักงาน พปส.	Co- 60	31,670,000	เครื่องอาบรังสี
	บริษัทฟอสเตอร์วิลเล่อร์ (ประเทศไทย) จำกัด	Ir -192	96,000	เรดิโอกราฟี
	อุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทย	Sr - 90	15	ตรวจสอบความหนาของขวดแก้ว
	บริษัทปูนซิเมนต์นครหลวงจำกัด	Co- 60	100	วัดระดับหินผง
	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	Ir -192	100,000	เรดิโอกราฟี

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

4.3 บริการเครื่องบันทึกรังสีประจำตัวบุคคล (Film Badge Service)

การใช้เครื่องบันทึกรังสีประจำตัวบุคคล นับว่ามีความจำเป็นสำหรับแพทย์ และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีเอกซ์ เรเดียม เรดิโอไอโซโทป เครื่องปฏิกรณ์ และต้นกำเนิดรังสีอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นเครื่องแจ้งให้ทราบสำหรับระยะเวลาหนึ่ง ๆ ว่าได้รับรังสีปริมาณเท่าใด ผู้แทนองค์การอนามัยโลก ได้เสนอแนะให้สำนักงาน พปส. ให้บริการนี้แก่วงการแพทย์ในประเทศ

ในการให้บริการด้านนี้ ตั้งแต่ พ.ศ. 2505 ถึง พ.ศ. 2512 สำนักงาน พปส. จ่ายฟิล์มบรรจุในกลักเฉพาะให้แก่ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีคนละ 1 ชุด เพื่อติดหรือแขวนไว้ที่เสื้อตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ทุก 3 เดือนหรือบางแห่งเร็วกว่านั้นเรียกกลับมาเปลี่ยนฟิล์มให้ใหม่ และนำฟิล์มเดิมล้าง และวัดความดำของฟิล์ม แล้วทำการวัดและคำนวณว่าได้รับปริมาณรังสีเท่าใด สำนักงาน พปส. แจ้งผลการวัดให้แก่ผู้ใช้ในระหว่างปี พ.ศ. 2505 – 2512 ได้บริการโดยไม่คิดมูลค่าให้แก่โรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการของกรมกองต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นโรงพยาบาลและสถานพยาบาลที่มีเครื่องเอกซ์เรย์ ทั้งในนครหลวงกรุงเทพธนบุรี และต่างจังหวัด รวมทั้งสิ้น 112 สถาบัน ผู้ใช้ฟิล์มทั้งสิ้น 1,294 คน สถิติปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีได้รับในประเทศไทย อาจแสดงโดยสังเขปได้ดังนี้:–

พ.ศ.	จำนวนคน	ปริมาณรังสีใน 1 ปี (มิลลิเรม)							
		0 - 50		51–500		501–5000		สูงกว่า 5000	
			ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ
2505	288	248	86.5	15	5.2	25	8.6	–	–
2506	397	293	73.6	72	8.4	32	8	–	–
2507	478	373	78	68	14.2	37	7.8	–	–
2508	541	431	79.6	74	13.7	36	6.5	1	0.2
2509	715	554	77.4	119	16.6	42	6	–	–
2510	925	669	72.4	186	20.1	70	7.5	–	–
2511	1160	860	74.2	201	17.3	99	8.5	–	–
2512	980	724	73.9	169	17.2	87	8.9	–	–

มาตรการใน ข้อ 4.1 กำหนดผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี สมควรรับรังสีไม่เกิน 5 เรม (5,000 มิลลิเรม) ใน 1 ปี ทั้งนี้มิได้หมายความว่า การรับรังสีรวมเกินกว่า 5 เรม ใน 1 ปี แล้วจะมีผลเป็นอันตรายต่อร่างกายทันที แต่การที่ได้รับรังสีเกินกว่า 5 เรม ต่อปีติดต่อสืบเนื่องกันหลายปี ในที่สุดอาจเกิดอันตรายต่อร่างกายได้ เพื่อมิให้เกิดมีการเสี่ยงต่ออันตรายจากรังสี ผู้บริหารงานย่อมจะดำเนินการมิให้ผู้ได้รับรังสีในปีหนึ่งเกินกว่า 5 เรมแล้ว ได้รับรังสีปริมาณนั้นต่อเนื่องกันไปนานในการปฏิบัติงานอาชีพนั้น

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ผลการวัดปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีด้านต่าง ๆ ได้รับ ภายในประเทศระหว่างปี พ.ศ. 2505-2512 อาจสรุปได้ว่าเป็นที่น่าพอใจ ที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีโดยทั่วไปได้รับปริมาณรังสีในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งแสดงว่า ได้ให้ความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน และควบคุมเครื่องอุปกรณ์ต้นกำเนิดรังสีต่าง ๆ ในเกณฑ์ดี ผลการวัดอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม:

ก) ส่วนใหญ่ที่ได้รับปริมาณรังสีต่อปีในเกณฑ์ต่ำ ได้แก่ผู้ดำเนินการเกี่ยวกับ เครื่องเอกซ์เรย์ถ่ายภาพการใช้เรดิโอไอโซโทปในการบำบัด วินิจฉัยโรค และศึกษาวิจัยในวงการแพทย์ การใช้เรดิโอไอโซโทปและการศึกษาวิจัยในกิจการเกษตรและอุตสาหกรรม การใช้ต้นกำเนิดรังสีแรงสูงอื่น ๆ รวมทั้งเครื่องเอกซ์เรย์พลังงานสูง เครื่องโคบอลท์-60 ในการรักษาคนไข้ สำหรับรายการหลังเนื่องจากผู้ปฏิบัติการณ์อยู่นอกเครื่องกำบังรังสีที่ได้ออกแบบสร้างถูกต้อง อย่างไรก็ตามสำหรับเครื่องเอกซ์เรย์ถ่ายภาพ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติได้รับรังสีสูงขึ้นตามส่วน เมื่อมีการถ่ายภาพเอกซ์เรย์จำนวนมากเป็นประจำ

ข) กลุ่มน้อยมีประมาณร้อยละ 7-8 ของผู้ที่รับบริการวัดรังสีด้วยฟิล์ม ได้รับปริมาณรังสี (500-5,000 มิลลิเรมต่อปี) ในเกณฑ์สูงกว่า กลุ่ม ก) ได้แก่ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการฝึงเข็มเรเดียมให้คนไข้ และรังสีแพทย์ และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติเกี่ยวกับเครื่องเอกซ์เรย์ตรวจร่างกายคนไข้ ทั้งนี้เพราะเครื่องป้องกันรังสีแบบที่ผู้ปฏิบัติละเลยได้ง่ายเมื่อต้องการดำเนินงานด้วยความสะดวกบางประการ ในรอบปี พ.ศ. 2508 มีเพียง 1 ราย ที่ได้รับปริมาณรังสีเกินกว่า 5 เรมต่อปี เมื่อเป็นที่ปรากฏก็ได้ติดตามสอบสวนสาเหตุ ได้เสนอแนะวิธีป้องกันรังสีให้ใหม่ ทำให้ผู้ปฏิบัติได้รับปริมาณรังสีต่ำลงตั้งแต่นั้นมา ในบางรายที่ได้รับปริมาณรังสีในเกณฑ์สูงแม้ไม่เกิน 5 เรมต่อปี การสอบสวนสาเหตุมักปรากฏว่าอุปกรณ์ของเครื่องเอกซ์เรย์หรือเครื่องกำบังรังสีบกพร่อง เป็นเหตุให้มีการกระจายรังสีสูงกว่าปกติ การแก้ไขสิ่งบกพร่อง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีต่ำลง

ในระยะต่อมาเจ้าหน้าที่องค์การอนามัยโลกเสนอแนะกระทรวงสาธารณสุขว่า ความรับผิดชอบเกี่ยวกับอันตรายของรังสีในประเทศไทย สมควรอยู่ภายใต้การดูแลของกระทรวงสาธารณสุข คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เห็นว่า การออกพระราชบัญญัติใหม่ของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อดำเนินงานมาตรการเดียวกันกับที่กำหนดดำเนินงานตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พ.ศ. 2504) จะเป็นการล่าช้าไม่ทันตามความประสงค์ของกระทรวงสาธารณสุข ทางการจึงได้แก้ไขเพิ่มเติมเป็นพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2508 ให้คำจำกัดความของพลังงานปรมาณูมีความหมายถึงการใช้เอกซ์เรย์ด้วย มีผลใช้บังคับตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2508 กระทรวงพัฒนาการแห่งชาติได้ออกกฎกระทรวง (พ.ศ. 2511) ตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ให้การขออนุญาตผลิตและใช้พลังงานรังสีเอกซ์ และเครื่องเอกซ์เรย์นั้นให้ยื่นคำขออนุญาตต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ กรมวิทยาศาสตร์

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุขได้จัดตั้งกองป้องกันอันตรายจากรังสีขึ้นในกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ดำเนินการบริการวัดรังสีด้วยฟิล์ม ตรวจตราให้คำแนะนำในการใช้เครื่องเอกซ์เรย์ และจัดทำทะเบียนเครื่องเอกซ์เรย์ที่ใช้ ณ ที่ต่าง ๆ ภายในประเทศ คณะกรรมการ พปส. ได้จัดตั้งคณะอนุกรรมการด้านการควบคุมเครื่องเอกซ์เรย์ของกองป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

จากการตรวจและออกใบอนุญาตของกองป้องกันอันตรายจากรังสี ปรากฏว่า มีจำนวนสถาบันใช้เครื่องเอกซ์เรย์และจำนวนเครื่องเอกซ์เรย์เพิ่มขึ้นทุกปี:

	มีเครื่องเอกซ์เรย์	จำนวนสถาบันที่ใช้
สิ้น พ.ศ. 2512	589 เครื่อง	279 แห่ง
„ „ 2513	648 „	311 „
„ „ 2514	714 „	335 „
นครหลวงกรุงเทพธนบุรี	314 เครื่อง	124 แห่ง
ภาคกลาง (ไม่รวมนครหลวงกรุงเทพธนบุรี)	71 „	35 „
ภาคเหนือ	86 „	42 „
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	81 „	40 „
ภาคตะวันออก	41 „	23 „
ภาคใต้	121 „	71 „
	714 „	335 „

เมื่อสิ้นปี 2514 กองป้องกันอันตรายจากรังสีให้บริการวัดรังสีด้วยฟิล์ม รวมทั้งสิ้น 242 สถาบัน มีผู้ใช้เครื่องบันทึกรังสี 1,647 คน

ต้นกำเนิดรังสีที่สำคัญในประเทศ ส่วนใหญ่ติดตั้งและใช้งานในวงราชการ และเมื่อสิ้นสุด พ.ศ. 2514 อาจสรุปได้ดังตาราง:

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ต้นกำเนิดรังสีที่มีใช้ในประเทศไทย

ชนิดต้นกำเนิดรังสี, สถาบัน	2508	2509	2512	2513	2514
1. เครื่องเอกซ์เรย์เพื่อการแพทย์ และอื่น ๆ					
จำนวนเครื่อง			589	648	714
จำนวนสถาบัน			279	311	335
2. เรเดียม					
ปริมาณเรเดียม (มิลลิกรัม)			4,600	5,650	5,910
จำนวนสถาบัน			12	14	14
3. โคบอลท์-60 : กิจการแพทย์					
รพ. ศิริราช พ.ศ. 2501 (คูรี)	1,400 (Picker)				
Picker: 1,500 คูรี				4,500 (Philips)	
รพ. จุฬาลงกรณ์ พ.ศ. 2501 (คูรี)	6,000 (Theratron)				
โซเวียต : 500 คูรี					
พ.ศ. 2507 เปลี่ยน โคบอลท์-60 ใหม่					
รพ. พระมงกุฎเกล้า (คูรี)		6,000 (Theratron)			
รพ. รามาธิบดี (คูรี)			5,860 (Siemens)		
สถาบันมะเร็งแห่งชาติ (คูรี)				6,000 (Toshiba RCR-125)	
4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Cs-137 (คูรี)	100				
(เดิม Co-60, 20 คูรี,)					
5. สำนักงาน พปส.					
ตั้งแต่ พ.ศ. 2505	เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู 1 เมกกาวัตต์				
โคบอลท์-60 (คูรี)		8,000			+ 30,000
เรดิโอกราฟี : โคบอลท์-60 (คูรี)			0.5	+17.5	
Cs-137 (คูรี)			10.0		
Ir -192				200	
X-ray : 200 KV				1 เครื่อง	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

กองสุขภาพ และกองการวัดกัมมันตภาพรังสี ยังคงดำเนินการวัดรังสีด้วยฟิล์มให้แก่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีของสำนักงาน พปส. อยู่เป็นประจำต่อไป สถิติการรับปริมาณรังสีของเจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. มีดังนี้.

พ.ศ.	จำนวน คน	จำนวนคนรับปริมาณรังสี/ปี, มิลลิเรม			หมายเหตุ ปริมาณรังสีสูงสุดที่ได้รับ มิลลิเรม
		0–50	51–500	501–5,000	
2505	4	4	–	–	
2506	50	45	5		
2507	91	77	14		
2508	89	79	10		
2509	97	63	33	1	1,660
2510	98	81	16	1	520
2511	97	89	7	1	1,300
2512	95	75	17	3	3,900
2513	48	40	6	2	1,680
2514	64	39	18	7	950

ส่วนมากเจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี ใน 1 ปี ได้รับปริมาณรังสีในเกณฑ์ต่ำ กลุ่มเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการผลิตไอโซโทป นับว่าได้รับรังสีใน 1 ปี สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่ตามปกติไม่ได้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีโดยตรงได้รับปริมาณรังสีในช่วงระยะเวลาสั้น ได้แก่ ผู้ทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ได้กำหนดให้ปฏิบัติงานในบริเวณรังสีเพียงคนละ 5 นาทีสับเปลี่ยนกัน เพื่อให้รับรังสีคนละไม่เกิน 200 มิลลิเรม

4.4 การตรวจวัดปริมาณรังสีเกี่ยวกับการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

ในการเดินเครื่องปฏิกรณ์ตามปกติ จะเกิดมีกัมมันตภาพรังสีตามบริเวณภายในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ ที่มาของกัมมันตภาพรังสี คือ

ก) แท่งเชื้อเพลิง: แท่งเชื้อเพลิงประกอบด้วยยูเรเนียมหุ้มด้วยแผ่นโลหะอลูมินัม ติดตั้งอยู่ที่แกนใต้ผิวน้ำลึก ประมาณ 7 เมตร ความลึกของน้ำ ช่วยมิให้รังสีกระจายตรงจากแท่งเชื้อเพลิงขึ้นมามีอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการ ที่ปากบ่อน้ำเครื่องปฏิกรณ์ การเดินเครื่องปฏิกรณ์ทำให้เกิดมี fission products สะสมมากขึ้นในแท่งเชื้อเพลิง ตามปกติ fission products จะไม่หลุดกระจายออกมานอกแท่งเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม โดยที่เปลือกอลูมินัมมิได้แตกร้าวหรือผุกร่อนอาจมีไอโซโทปเล็ดลอดออกมานอกแท่งเชื้อเพลิงได้เล็กน้อย ซึ่งจัดเป็นเรื่องตามปกติ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข) น้ำในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ : น้ำที่ใช้ในบ่อเครื่องปฏิกรณ์ ในชั้นแรกได้ทำการขจัดเกลือแร่ออกให้มีเหลืออยู่น้อยที่สุด ด้วยปฏิกริยาของอนุภาคนิวตรอนเกลือแร่ที่มีเหลือเจือปนอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนเป็นไอโซโทปแผ่รังสี ทำให้มีกัมมันตภาพรังสีปรากฏทั่วระบบน้ำ กล่าวคือ ท่อ, เครื่องสูบน้ำ, ถังขจัดเกลือแร่ และ ถังระบายความร้อน (Heat Exchanger) เรดิโอไอโซโทปบางชนิด อยู่ในสภาพแก๊สผุดจากผิวหน้าน้ำของบ่อเครื่องปฏิกรณ์ แล้วสลายตัวเป็นละอองกัมมันตภาพรังสีในอากาศ และอาจตกลงสู่พื้นห้องบริเวณกักอากาศ

ผู้ที่ปฏิบัติการในบริเวณกักอากาศ จะได้รับรังสีจากการแผ่รังสีจากบ่อน้ำ และโดยหายใจเอาละอองกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในอากาศเข้าสู่ร่างกาย เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมเครื่องปฏิกรณ์แม้ว่าจะปฏิบัติการอยู่นานกว่าผู้เข้าปฏิบัติหน้าที่ครั้งคราว นับว่าได้รับรังสีน้อย เนื่องจากห้องควบคุมเครื่องได้จัดปรับความดันของอากาศในห้องให้สูงกว่าความดันของอากาศในบริเวณบ่อน้ำ

สำหรับอากาศที่ถ่ายเทออกจากเครื่องปฏิกรณ์สู่ภายนอกอาคาร ได้จัดการสูบออกผ่านหม้อกรองเสียก่อน จึงไม่สมควรมีละอองกัมมันตรังสีกระจายออกสู่ภายนอกได้มากนัก

การเดินเครื่องปฏิกรณ์มาเป็นเวลานาน ระดับกัมมันตภาพรังสีภายในบริเวณกักอากาศในปัจจุบันย่อมสูงกว่าระดับในอดีต ผลของการวัดโดยเฉลี่ยสำหรับปี พ.ศ. 2509 เปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2513 ได้ดังนี้:—

พ.ศ.	ปริมาณเฉลี่ยกัมมันตภาพรังสี		
	1) ในน้ำบ่อเครื่องปฏิกรณ์ pico-curie / ลิตร	2) ในอากาศ ในบริเวณกักอากาศ pico-curie / ลบ.ม.	3) ที่ถังระบายความร้อน มิลลิเรินเก้น์ท์ / ชม.
2509	2×10^3	5×10^3	20
2513	2×10^4	5×10^5	200

1 คูรี (Ci) = 10^{12} pico-curie (pCi)

หมายเหตุ . 1) ตัวเลขที่ได้ วัดจากน้ำที่ตักจากบ่อเครื่องปฏิกรณ์ เก็บไว้หนึ่งสัปดาห์ เพื่อให้ไอโซโทปของธาตุที่มีอายุสั้น สลายตัวให้หมด

2) กัมมันตภาพรังสีในบริเวณกักอากาศ เนื่องจากไอโซโทป 2 ชนิด คือ ซีเซียม-138 (Cs-138) และ รูบิเดียม-88 (Rb-88) ซึ่งเกิดมาจากการสลายตัวของแก๊ส ซีนอน-138 (Xe-138) และแก๊ส คริปตอน-88 (Kr-88) ไอโซโทป 2 ชนิดหลังนี้ เป็น fission products.

3) การแผ่รังสีของถังระบายความร้อน.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การวัดอากาศในบริเวณกักอากาศ เพื่อหาความเข้มข้นของ Cs-138 และ Rb-88 ได้ตัวเลขโดยเฉลี่ย ไมโครไมโครคูรี ต่อ ลูกบาศก์เมตร ดังนี้ :—

พ.ศ.	Rb-88 $\mu\mu$Ci / m^3	Cs-138 $\mu\mu$Ci / m^3
2509	1.66×10^4	9.79×10^3
2510	3.18×10^4	2.35×10^4
2511	7.45×10^4	4.26×10^4
2512	1.17×10^5	4.26×10^4
2513	1.13×10^6	3.54×10^5
2514	9.36×10^5	8.32×10^5

ไอโซโทป ทั้ง 2 ชนิดนี้ มีอายุสั้น แม้จะหายใจเข้าไปบ้าง ก็สลายตัวหมดไปอย่างรวดเร็ว

การตรวจวัดน้ำ, อากาศ และการเปรอะเปื้อนที่พื้นในบริเวณกักอากาศของเครื่องปฏิกรณ์เป็นประจำ ทำให้ทราบปริมาณของรังสีว่ามีปริมาณน้อย ในปัจจุบันทางสำนักงานยินยอมให้ผู้ปฏิบัติการรวมทั้งบุคคลภายนอกผู้เข้าชมเครื่องปฏิกรณ์ เข้าบริเวณเหล่านี้โดยไม่ต้องมีถุงผ้า หรือถุงปลาสติก คลุมรองเท้าอีกชั้นหนึ่ง

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

5. กองการวัดกัมมันตภาพรังสี

งานประจำด้านหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์ของกองการวัดกัมมันตภาพรังสีปฏิบัติตั้งแต่เริ่มกิจการสำนักงาน พปส.ในปี พ.ศ. 2504 คือ การวัดกัมมันตภาพรังสีใน น้ำฝน, ในอากาศ, ฝุ่นละอองที่ตกลงสู่พื้นดิน และตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงสำนักงาน พปส. ความมุ่งหมายของการตรวจวัดก็เพื่อติดตามระดับกัมมันตภาพรังสีในประเทศไทย ที่อาจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการกระทำอื่น ๆ นอกเหนือไปจากการแผ่รังสีในธรรมชาติตามปกติ

ในการวัดกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติ ในชั่วชีวิตของมนุษย์บุคคลหนึ่ง ๆ คงจะได้ค่าถือว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง กัมมันตภาพรังสีมีเพิ่มขึ้น นับตั้งแต่มีการจุดระเบิดปรมาณูในอากาศครั้งแรกสุดของโลก ในปี พ.ศ. 2488 ทั้งนี้เนื่องจากละอองกัมมันตรังสี ที่กระจายไปในบรรยากาศของโลก แล้วตกลงสู่พื้นผิวหน้าของโลก หรือด้วยการนำของ ลม, ฝน, หิมะ ฯลฯ กัมมันตภาพรังสี ณ ที่แห่งหนึ่ง ๆ อาจเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากละอองกัมมันตภาพรังสี ที่อาจผ่านออกมาจากเครื่องกรองอากาศ ของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ถ้าหากมีการดำเนินกิจการด้านนี้ในประเทศหนึ่ง ๆ ด้วยถึงแม้ว่าจะไม่มีอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ ฉะนั้นการวัดกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมเป็นประจำ อาจเป็นเครื่องแจ้งเหตุว่า กัมมันตภาพรังสีที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการจุดระเบิดปรมาณู หรือ รวมทั้ง 2 ประการ คือ ทั้งการทดลองจุดระเบิดนิวเคลียร์ และ การปลดปล่อยถ่ายเทออกมาจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

5.1 คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา ได้ตั้งสถานีตรวจวัดเกี่ยวกับละอองกัมมันตรังสีของตนเอง และร่วมมือกับประเทศต่าง ๆ เกือบทั่วโลก สำหรับความร่วมมือกับฝ่ายไทยในด้านนี้ ตั้งแต่ พ.ศ. 2500 สหรัฐได้จัดส่งอุปกรณ์เพื่อการเก็บตัวอย่าง น้ำฝน และ ละออง ในระยะแรกการเก็บตัวอย่างละออง ใช้ฟิล์ม ผิวหน้าเคลือบยางเหนียว (gummed film) ในระยะต่อมาเปลี่ยนเป็นภาชนะที่ทราบพื้นที่หน้าตัด ตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง สำนักงาน พปส.ฝากการเก็บตัวอย่าง น้ำฝน และละออง ที่สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่พระนคร, เชียงใหม่ อุบล, และ สงขลา และจัดส่งตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ ที่ Health and Safety Laboratory ของคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกาที่ นครนิวยอร์ก เป็นประจำทุกเดือน ในระยะหลังสุด การเก็บน้ำฝน ดำเนินการสองแบบ กล่าวคือ เก็บตามฝนตก และเก็บโดยกรองผ่านท่อ resin เสียก่อน สหรัฐอเมริกาเลือกวิเคราะห์เฉพาะไอโซโทป สตรอนเตียม–90 (Sr–90) โดยเสนอตัวเลขการวิเคราะห์เป็นปริมาณ Sr–90 ที่ตกลงสู่พื้นดินต่อตารางกิโลเมตร ต่อปี Sr–90 แผ่รังสี เบต้า มีอายุกึ่งชีวิต 28 ปี จึงนับว่ามีความสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์ การบริโภคอาหาร และดื่มน้ำสำคัญกว่าการหายใจเข้าไป

สำนักงาน ปพส. ดำเนินการของตนเอง ในการวัดการตกสู่พื้นดินของละอองกำมันตรังสี ที่อาจอ้างว่า เนื่องจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ โดยใช้ภาชนะที่ทราบขนาดพื้นที่ ตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง แล้วชะฝุ่นละอองออกมาทำการวัดการแผ่รังสีเบต้าทั้งหมดโดยไม่ได้แยกวัดเฉพาะ Sr–90 เก็บตัวอย่างอยู่ 1 เดือน จึงทำการวัด และ เฉลี่ยค่าเป็นปี :

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตาราง 5.1.ข. ปริมาณ Sr-90 ใน Fallout จังหวัดพระนคร (เก็บตัวอย่างโดยใช้ถังตั้งกลางแจ้ง)

ปี พ.ศ.	มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน		พฤษภาคม		มิถุนายน		กรกฎาคม		สิงหาคม		กันยายน		ตุลาคม		พฤศจิกายน		ธันวาคม		ปริมาณรวม มิลลิคูรี่ต่อ ตารางกิโลเมตร
	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	
2500	–	–	–	–	0.02	0.04	0.05	0.34	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.06	0.02	0.07	0.03	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	–	–	0.17
2501	0.05	1.26	–	–	0.02	6.67	0.02	6.67	0.02	0.51	0.07	0.39	0.15	0.89	0.09	0.28	0.02	0.06	0.05	0.22	0.01	0.82	0.01	–	0.15
2502	0.01	–	0.02	0.52	0.21	12.00	0.02	0.33	0.05	0.23	0.10	0.74	0.19	0.79	0.04	0.40	0.02	0.10	0.01	0.04	*	–	0.06	–	0.73
2503	0.11	–	*	–	0.03	0.87	0.02	0.19	0.04	0.38	0.03	0.38	0.01	0.08	0.02	0.08	0.01	0.17	0.05	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
2504	0.00	–	0.04	0.45	0.02	0.33	0.03	0.33	0.03	0.16	0.03	0.14	0.03	0.25	0.04	0.22	*	–	0.08	0.35	*	–	–	–	0.30
2505	*	–	0.05	2.49	0.23	5.30	0.08	2.14	0.01	0.06	0.01	0.08	0.12	0.96	0.06	–	0.10	0.22	0.03	0.18	0.01	6.67	0.01	–	0.71
2506	0.04	–	0.07	7.07	0.13	3.22	0.46	8.30	0.33	3.94	0.16	1.31	0.28	2.11	0.17	0.55	0.22	0.66	0.15	0.45	0.04	0.71	0.03	4.69	2.08
2507	0.07	6.25	0.03	0.28	0.03	2.00	0.02	0.44	0.70	0.26	0.18	1.80	0.03	0.11	0.10	0.41	0.00	0.00	0.02	0.20	0.02	2.02	*	–	1.20
2508	0.00	0.00	0.08	0.72	0.16	64.00	0.03	0.53	0.07	0.31	–	–	0.06	0.72	0.02	0.11	0.05	0.09	*	–	0.01	0.38	*	–	0.48
2509	*	–	*	–	*	–	0.02	0.28	0.11	0.32	0.03	0.14	0.03	0.10	*	–	0.01	0.04	0.02	0.10	0.01	2.38	0.01	0.26	0.24
2510	0.01	3.33	0.01	–	0.01	2.38	0.01	0.29	0.01	0.04	0.01	0.37	*	–	0.01	0.08	*	–	0.01	0.11	*	–	*	–	0.08
2511	*	–	*	–	*	–	*	–	0.08	0.64	0.02	0.11	*	–	0.02	0.12	*	–	*	–	*	–	*	–	0.12
2512	*	–	*	–	*	–	*	–	0.01	0.16	0.02	0.08	0.03	0.38	0.01	0.10	*	–	0.01	0.06	0.01	0.10	*	–	0.09
2513	*	–	*	–	*	–	–	–	*	–	*	–	*	–	*	–	0.01	0.03	*	–	–	–	*	–	0.01
2514	*	–	*	–	0.02	1.82	0.01	0.21	0.06	0.25	0.04	0.49	0.02	0.11	0.01	0.03	–	–	–	–	–	–	–	–	0.16

หมายเหตุ ก. = มิลลิคูรี่ต่อตารางกิโลเมตร

ข. = ไมโครไมโครคูรี่ต่อลิตร

– = ไม่มีตัวเลข

* = น้อยมากวัดไม่ได้

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตาราง 5.1

พ.ศ.	เฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสี มิลลิคูรี ต่อหนึ่งตารางกิโลเมตร			
	พระนคร	เชียงใหม่	สงขลา	อุบลราชธานี
2505	3.7	15.5	15.9	13.4
2506	9.4	–	–	–
2507	2.1	1.2	1.2	1.4
2508	0.3	0.5	0.2	0.4
2509	0.8	0.1	น้อยวัดไม่ได้	0.1

ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ปรากฏว่า ปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่ทำการวัดที่ เชียงใหม่, สงขลา และอุบลราชธานี มีปริมาณน้อยมาก จึงไม่ได้ทำการตรวจวัดต่อไป สำหรับในพระนครที่สำนักงาน พปส. ปริมาณกัมมันตภาพรังสีวัดได้ในปี พ.ศ. 2510 ถึง 2513 ปีละ 0.4 มิลลิคูรี ต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2514 ค่าเฉลี่ยสูงเป็น 1.2 เนื่องจากการเปรอะเปื้อนจาก ไอโอดีน–131 ที่ทำการผลิต ที่สำนักงาน พปส.

ตาราง 5.1.ก. เปรียบเทียบปริมาณ Sr–90 ในละอองกัมมันตรังสี ที่ พระนคร กับสถานที่อื่น

(มิลลิคูรี = 1/1000 คูรี)

พ.ศ.	กัมมันตภาพรังสีของ Sr–90 มิลลิคูรีต่อตารางกิโลเมตร				
	พระนคร	นิวยอร์ก	ไต้หวัน	ญี่ปุ่น	ฟิลิปปินส์
2500	0.17	4.44	–	1.88	–
2501	0.51	6.16	2.70	4.66	–
2502	0.73	8.68	4.34	7.64	–
2503	0.32	1.58	1.33	1.50	–
2504	0.30	2.43	1.07	1.61	0.42
2505	0.71	12.33	6.54	7.77	1.01
2506	2.08	23.79	10.57	16.53	3.17
2507	1.20	15.85	5.91	7.27	0.64
2508	0.48	5.53	1.52	3.59	0.49
2509	0.24	2.43	0.76	2.15	0.29
2510	0.08	1.64	0.69	0.89	0.15
2511	0.12	1.32	0.52	0.85	0.21
2512	0.09	1.43	0.45	0.67	–
2513	0.01	1.77	0.16	1.01	–
2514	0.16	1.50	0.26	0.88	–

หมายเหตุ : ไต้หวัน (กรุงไทเป) แบบ pot.
ญี่ปุ่น (เมืองฮิโรชิมา) „ „
ฟิลิปปินส์ (เมืองเคซอน) „ column

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปริมาณ Sr-90 ใน Fallout จังหวัดพระนคร เก็บตัวอย่างโดยใช้ Resin Column

ปี พ.ศ.	มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน		พฤษภาคม		มิถุนายน		กรกฎาคม		สิงหาคม		กันยายน		ตุลาคม		พฤศจิกายน		ธันวาคม		ปริมาณรวม มิลลิคูรีต่อตารางกิโลเมตร
	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	
2506	–	–	–	–	–	–	0.24	4.33	0.72	8.59	0.40	3.27	0.00	0.00	0.10	0.33	0.22	0.66	0.09	0.27	0.04	0.71	0.11	17.19	1.92
2507	0.02	1.79	0.04	0.37	0.20	13.33	0.09	1.33	0.27	1.16	0.14	1.40	0.17	0.61	0.11	0.70	0.05	0.24	0.05	0.50	0.02	2.02	0.02	0.76	1.18
2508	0.02	–	2.96	22.58	0.07	2.24	0.03	–	0.05	0.39	0.15	2.88	0.06	0.72	–	–	–	–	–	–	0.01	5.00	0.01	–	3.36
2509	0.05	1.57	*	–	*	–	*	–	0.12	0.41	0.02	0.21	0.07	0.26	0.03	0.21	0.03	0.20	0.06	0.40	0.01	3.03	0.01	–	0.40
2510	0.01	0.81	0.01	–	*	–	0.02	–	0.02	0.07	0.03	0.28	0.02	0.10	0.01	0.08	*	–	*	–	0.01	1.06	*	–	0.13
2511	*	–	*	–	*	–	0.02	0.35	0.01	0.10	0.02	0.15	*	–	0.02	0.07	0.03	0.11	*	–	0.01	0.22	*	–	0.11
2512	*	–	*	–	0.02	1.14	*	–	*	–	0.02	0.10	0.01	0.14	0.02	0.08	*	–	0.01	0.08	*	–	*	–	0.08
2513	*	–	*	–	*	–	*	–	0.01	0.05	0.04	0.16	0.05	0.23	*	–	0.03	0.10	0.01	0.16	–	–	*	–	0.14
2514	*	–	*	–	0.01	5.56	0.02	–	0.02	0.17	0.02	0.22	0.04	0.19	0.01	0.04	–	–	–	–	–	–	–	–	0.12

หมายเหตุ : ก = มิลลิคูรีต่อตารางกิโลเมตร
ข = ไมโครไมโครคูรีต่อลิตร
– = ไม่มีตัวเลข
* = น้อยมากวัดไม่ได้

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

5.2 การวัดกัมมันตภาพรังสีในอากาศ : ณ ที่สำนักงาน พปส. ได้ทำการตรวจอากาศ โดยติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจ สูงกว่าระดับพื้นดิน ประมาณ 2 ฟุต อุปกรณ์ประกอบด้วยระบบสูบอากาศ ผ่านกระดาษกรอง เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ทำการสูบอากาศติดต่อกัน วันละ 4 ชั่วโมง ปริมาณอากาศในเกณฑ์ 4,000 ลูกบาศก์ฟุต ละอองที่มีกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติ รวมทั้งอนุกรมจาก แก๊สธอรอน และ เรดอน สลายตัวหมดไปภายใน 2–3 ชั่วโมง เก็บกระดาษกรองไว้ อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงจะทำการวัดละอองกัมมันตภาพรังสีที่อาจมีเนื่องจากการระเบิดนิวเคลียร์ ผลของการวัดแต่ละวันนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยประจำเดือน และเฉลี่ยเป็นประจำปี ทำการวัดหาการแผ่รังสีเบต้าทั้งหมด โดยมิได้แยกเฉพาะของ สตรอนเตียม–90

ตาราง 5.2 เฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสีในอากาศ Gross beta activity ในพระนคร (สำนักงาน พปส.)
[พิโคคูรี (pico curie) = ไมโครไมโครคูรี = 10^{-12} Curie (Ci)]

พ.ศ.	พิโค คูรี ต่อ อากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร
2504	1.3
2505	1.2
2506	3.0
2507	0.7
2508	0.2
2509	0.1
2510	0.1
2511	0.2
2512	0.2
2513	0.4
2514	0.4

วงการระหว่างประเทศยึดถือ การกำหนดปริมาณรังสีในอากาศ กัมมันตภาพรังสีทั้งสิ้น ไม่สมควรเกิน 100 ไมโครไมโครคูรี ต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร และถ้าหากพิจารณาเฉพาะอากาศมี Sr–90 ไม่สมควรมี Sr–90 เกิน 10 ไมโครไมโครคูรี ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร เกณฑ์ที่ยึดถือปฏิบัติกันระหว่างประเทศนี้ ไม่หมายความว่า หากเกินเกณฑ์มนุษย์จะได้รับอันตรายทันที เป็นเพียงให้ยึดถือว่า ไม่สมควรให้มนุษย์หายใจอากาศที่มีกัมมัตภาพรังสีเกณฑ์นี้ อยู่ทุกวันต่อเนื่องตลอดไปนานปี อนึ่งเกณฑ์กัมมันตภาพรังสีรวมในอากาศ โดยที่ไม่รู้แจ้งชัดว่า เป็นไอโซโทปชนิดใด ก็มีความหมายไม่สมบูรณ์ เพราะธาตุชนิดหนึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกายได้แตกต่างกัน

เท่าที่ทำการวัดกัมมันตภาพรังสีในอากาศ ที่สำนักงาน พปส. ปริมาณการแผ่รังสีเบต้า รวมโดยที่อาจมี Sr–90 เนื่องจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ รวมอยู่ด้วยแล้ว ยังไม่ปรากฏว่ามีปริมาณสูงกว่า 10 ไมโครไมโครคูรี/ลูกบาศก์เมตร ปริมาณที่สูงในระยะ พ.ศ. 2504 ถึง พ.ศ. 2507 เนื่องจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์กันมาก และต่อมาได้ลดลง มีปริมาณน้อยมาก วัดด้วยความยากลำบาก

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตัวเลขที่แสดงกัมมันตภาพรังสีสูงขึ้นอีกบ้างตั้งแต่ พ.ศ. 2511 สำนักงาน พปส. ได้ตรวจสอบแล้วว่ามาจากไอโอดีน–131 สำนักงาน พปส.ผลิตไอโซโทปเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พ.ศ. 2511 ผลิต ไอโอดีน–131 มากขึ้นเป็น 10 เท่าของปี พ.ศ. 2510 และในปี พ.ศ. 2513 และ 2514 เป็น 20 เท่าของการผลิตในปี พ.ศ. 2510 เจ้าหน้าที่ทำการทดลองสูบอากาศจากที่อื่นเปรียบเทียบกับที่ทำที่สำนักงาน พปส. ได้ผลยืนยันว่า อากาศที่อื่นในพระนคร มีกำมันตภาพรังสีต่ำกว่าที่สำนักงาน พปส.

5.3 การวัดกัมมันตภาพรังสีในน้ำฝน

ตัวอย่างน้ำฝนที่จัดส่งให้สหรัฐอเมริกานั้นเก็บกลางแจ้ง สำนักงาน พปส.เก็บตัวอย่างน้ำฝนรองรับจากชายคาเมื่อมีฝนตก นำตัวอย่างมาระเหยให้แห้ง และนำส่วนที่เหลือไปตรวจวัดรังสี ผลที่ได้หลายครั้งในรอบเดือน นำมาเฉลี่ยเป็นค่าของเดือน และเฉลี่ยเป็นค่าของปี ในการวัดไม่ได้แยกวัดกัมมันตภาพรังสีจาก Sr–90 โดยเฉพาะ ทำการวัดการแผ่รังสีเบต้าทั้งหมด

ปริมาณ Sr–90 ในน้ำฝน ที่จัดส่งไปทำการวัดที่ห้องปฏิบัติการณ์ที่ นครนิวยอร์ก มีผล ดังแสดงใน ตาราง 5.3 ก.

ตาราง 5.3 เฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสีในน้ำฝนรองรับจากชายคา ที่สำนักงาน พปส. ตัวเลขเป็นพิโคคูรี่ ต่อ 1 ลิตร (ตัวเลข พ.ศ. 2505, 2506 ทำการวัดโดย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย)

พ.ศ.	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514
พิโค คูรี/ลิตร	54.8	67.7	15.8	2.8	5.0	3.3	4.7	3.3	6.5	4.0

เกณฑ์ที่ยึดถือระหว่างประเทศ มี กล่าวคือ

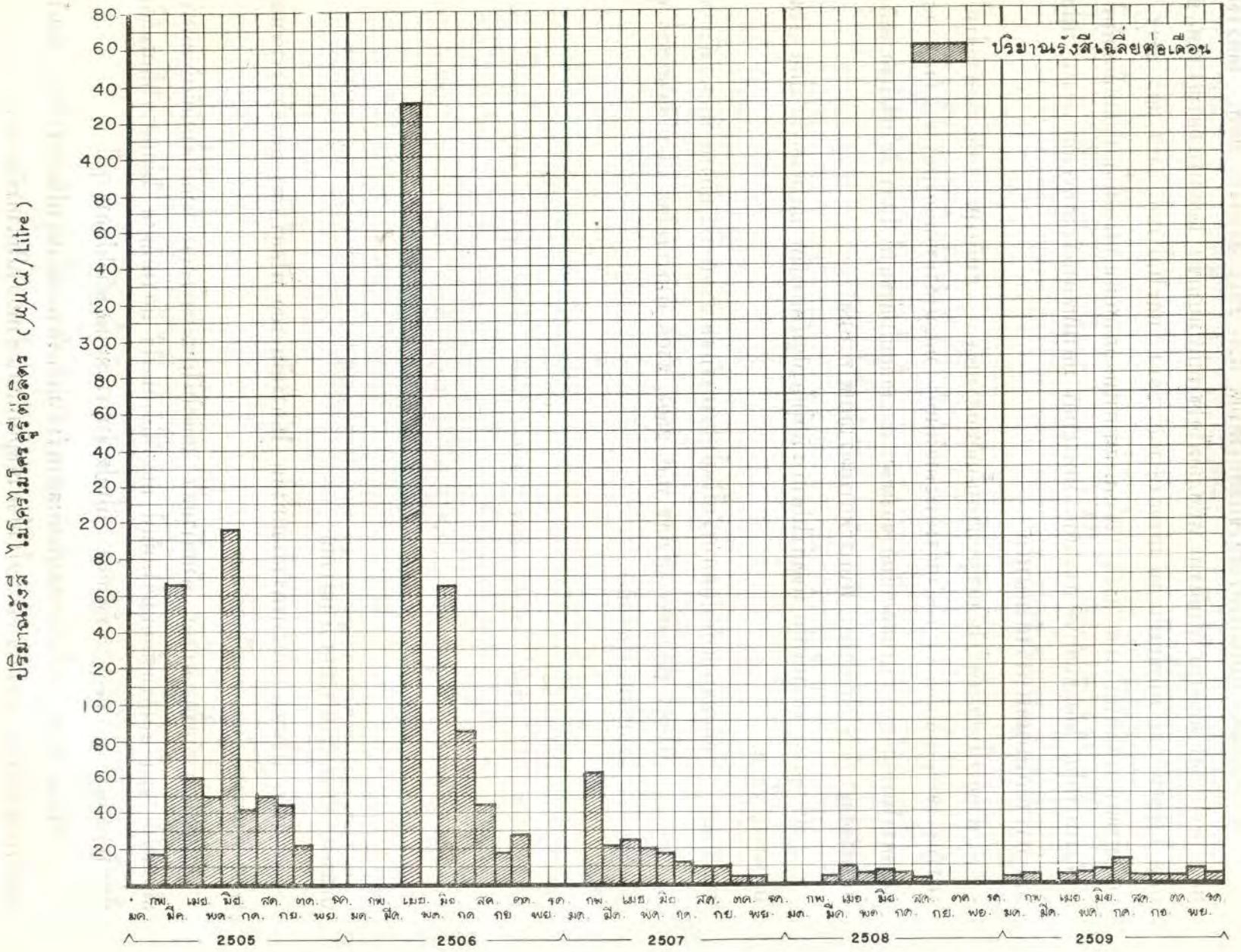
น้ำดื่ม ปริมาณกัมมันตภาพรังสีรวมทั้งสิ้น ไม่ควรเกิน 100 พิโคคูรี/ลิตร และถ้าพิจารณาเฉพาะ Sr–90 ก็ไม่ควรมีเกิน 100 พิโคคูรี/ลิตร

เช่นเดียวกับเรื่อง อากาศ ดังกล่าวแล้ว เกณฑ์นี้ไม่หมายความว่า หากน้ำดื่มมีกัมมันตภาพรังสีเกินเกณฑ์ จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ในทันที เกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีความหมาย ไม่สมควรให้มนุษย์ดื่มน้ำที่มีปริมาณกัมมันตภาพรังสีเกณฑ์ดังกล่าว เป็นประจำทุกวันต่อเนื่องกันไปหลาย ๆ ปี

ปริมาณ Sr–90 ในน้ำฝนแสดงกัมมันตภาพรังสีไม่เกินร้อยละหนึ่งของปริมาณรังสีรวม ส่วนใหญ่ของปริมาณรังสีรวม เนื่องมาจากการแผ่รังสีของธาตุอื่นที่สลายตัวหมดไปในเวลาอันรวดเร็ว

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตาราง 5.3 ก.



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

5.4 สตรอนเตียม–90 ในอาหาร

ในการประเมินอันตรายจากละอองกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อประชาชน โดยเฉพาะที่เกิดจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์นั้น การหายใจเข้าสู่ร่างกายไม่นับว่ามีความสำคัญเท่ากับการเข้าสู่ร่างกายทางอาหาร ยกเว้นในบริเวณใกล้เคียงจุดระเบิด ละอองกัมมันตรังสีที่ตกอยู่ที่พื้นดินอาจแผ่รังสีต่อร่างกายโดยตรงได้ แต่ตามปกติร่างกายอาจเคลื่อนย้ายเปลี่ยนที่ไป จึงอาจไม่ได้รับรังสีตลอดเวลา สำหรับไอโซโทปสตรอน-เตียม–90 ที่มีอายุครึ่งชีวิตนาน ที่ตกลงที่พื้นดิน อาจถูกชะสะสมในดิน และถูกดูดกลับเข้ามาในพืช ได้อีก สำหรับในยุโรป และ อเมริกา น้ำนมโค หรือผลิตภัณฑ์จากน้ำนมโค จึงมีปริมาณ สตรอนเตียม–90 สูงกว่าอาหารประเภทอื่น

สหรัฐอเมริกา วางกำหนดอาหารมี สตรอนเตียม–90 ไม่เกินวันละ 200 พิโคคูรี อาจบริโภคเป็นประจำอยู่ตลอดไปได้ โดยถือว่ามีความปลอดภัย

"หน่วย" ข้างล่างนี้ หมายถึง สตรอนเตียม–90 ต่อ 1 กรัม แคลเซียม

ก. น้ำนมวัว (นมสด): ผลการตรวจของสหประชาชาติ ในปี พ.ศ. 2501 ในบางแห่งมีปริมาณสตรอน-เตียม–90 ประมาณ 2.5 หน่วย

ในปี 2506 สำนักงาน พปส. ตรวจวัด นมสด ที่ผลิตในประเทศไทย มีปริมาณสตรอนเตียม–90 ประมาณ 1 หน่วย

ข. นมผง: ส่วนใหญ่ เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ สำนักงาน พปส. ตรวจวัดนมผง 2 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่ 1 มี สตรอนเตียม–90 ประมาณ 44 หน่วย และตัวอย่างที่ 2 มีประมาณ 24 หน่วย

ค. ข้าว: ผลการตรวจของสหประชาชาติ ในบางแห่งมีปริมาณ สตรอนเตียม–90 ในปี พ.ศ. 2501 ประมาณ 54 หน่วย และในปี 2503 ลดลงเหลือ 18 หน่วย

ในปี พ.ศ. 2506 สำนักงาน พปส. วัดปริมาณ สตรอนเตียม–90 มีใน ข้าวขาวประมาณ 1 หน่วย และในข้าวแดง ประมาณ 6 หน่วย

ง. ผัก: รายงานของสหประชาชาติ ในปี พ.ศ. 2501 แสดงผลการตรวจใน ผักกาด เพียงอย่างเดียวมี สตรอนเตียม–90 ประมาณ 10 หน่วย

ใน พ.ศ. 2509 สำนักงาน พปส. ทำการวิเคราะห์ผักสด จากที่ซื้อขายในตลาดในพระนครปรากฏผลมี สตรอนเตียม–90 ดังนี้

กล่ำปลี	189 หน่วย;	ผักกาดขาว	41 หน่วย;	ผักกวางตุ้ง	32 หน่วย;
ผักกาดหอม	30 หน่วย;	ผักคะน้า	17 หน่วย;	ผักบุ้งจีน	13 หน่วย;
ผักกาดเขียว	11 หน่วย;	ผักตำลึง	6.4 หน่วย;	ผักคื่นฉ่าย	6.4 หน่วย;
ถั่วแขก	6 หน่วย;	ถั่วฝักยาว	3.5 หน่วย.		

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

อาหารที่มนุษย์บริโภควันหนึ่ง ๆ (ไม่รวมการรับประทาน แคลเซียม เพื่อประโยชน์ทางยา) ประมาณ มี แคลเซียม ไม่เกินวันละ 1 กรัม อาหารบางอย่าง อาจมีปริมาณ สตรอนเตียม–90 สูง แต่มนุษย์มิได้รับประทานอาหารชนิดนั้นอย่างเดียวในวันหนึ่ง ๆ ยกเว้นการพิจารณานมสด (นมวัว) สำหรับทารก ในขณะที่รับประทานแต่นมอย่างเดียว ขั้นที่อาจนับว่าไม่ปลอดภัย จะเกิดขึ้น ต่อเมื่ออาหารทุกชนิดมีปริมาณ สตรอนเตียม–90 เกิน 200 พิโคคูรี ต่อ 1 กรัม แคลเซียม

สำหรับในประเทศไทย อันตรายอันอาจเนื่องมาจาก สตรอนเตียม–90 ในละอองกัมมันตรังสีไม่ว่าในน้ำฝน, ในอากาศ และ อาหารบริโภค นับว่าน้อยมาก เปรียบเทียบกับอีกหลายประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากที่ตั้งของประเทศทางภูมิศาสตร์ สัมพันธ์กับตำแหน่งแห่งที่ ทดลองจุดระเบิดนิวเคลียร์ เท่าที่ได้ดำเนินการกันมาแล้ว

5.5 การวัดรังสีในสิ่งแวดล้อม

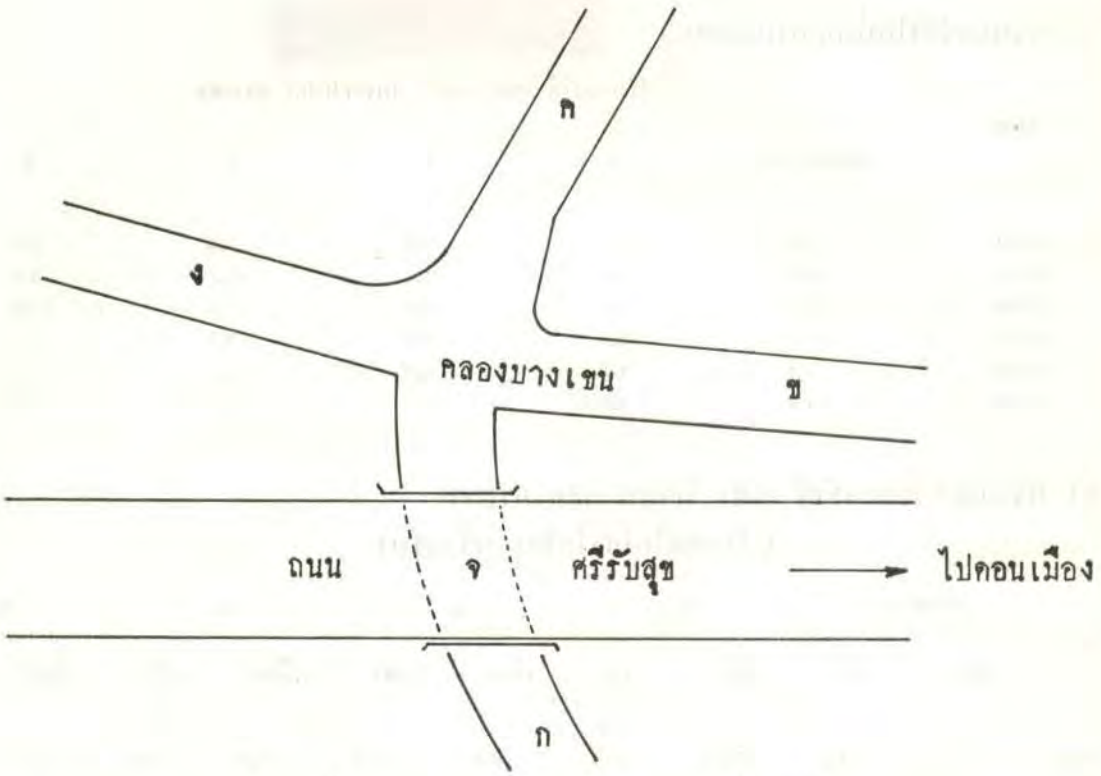
ก. ในธรรมชาติ:

	ไมโครเรินเก้นท์ต่อชั่วโมง	หมายเหตุ
พระนคร พื้นดิน	5–10	
หัวหิน หาดทราย เขาตะเกียบ	100 (สูงสุด)	ทรายมี UO_2 ไม่เกินร้อยละ 1 และ ThO_2 ไม่เกินร้อยละ 2.5
ชลบุรี หาดทราย บ้านอ่าวไผ่, ศรีราชา	5–15	
ภูเก็ต หาดทราย	20–30	
เขาแกรนิต	70–100	กองแร่หนัก (ที่ได้แยกออกมาแล้ว)
บริเวณที่ทำการเหมืองแร่	25–200	200–4,000 ไมโครเรินเก้นท์/ชม.
กองหางแร่	400–1,200	หางแร่มี ThO_2 ไม่เกินร้อยละ 6 และมี UO_2 ประมาณ ร้อยละ 1 (บางตัวอย่าง ร้อยละ 2–4)

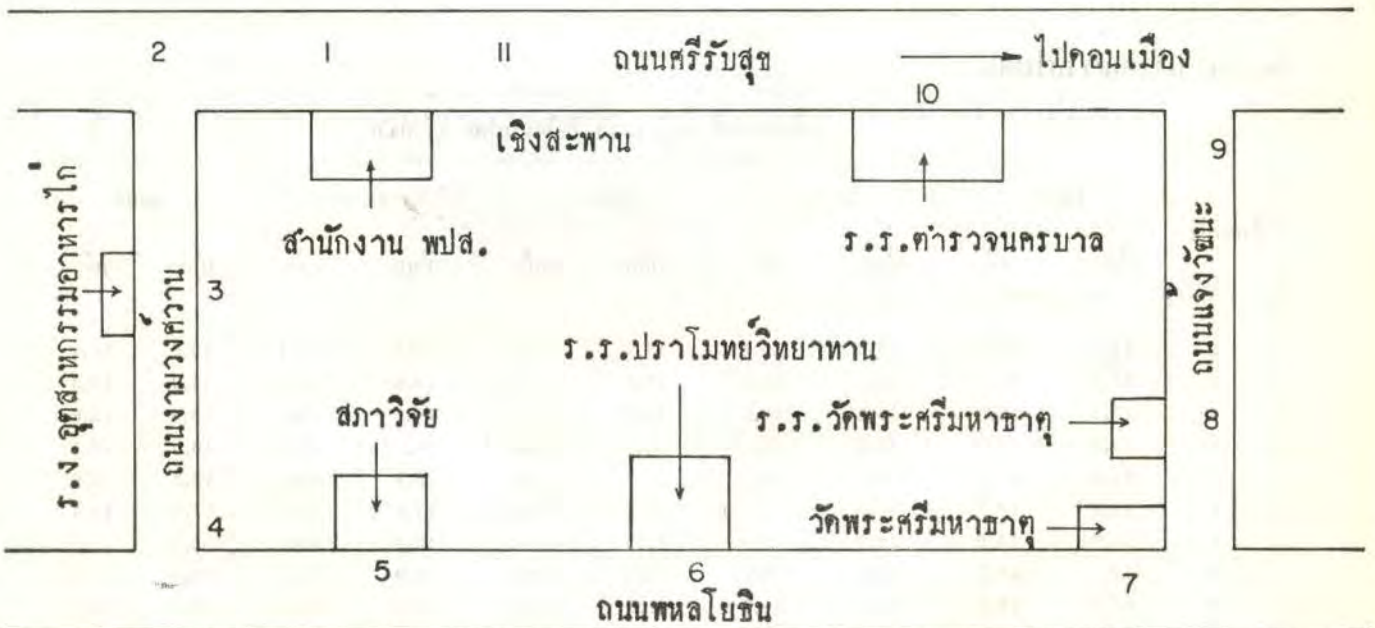
ข. บริเวณโดยรอบสำนักงาน พปส.

การวัดปริมาณรังสี ใน น้ำ, ในดิน และ หญ้า บริเวณโดยรอบสำนักงาน พปส. เป็นครั้งคราว เพื่อเป็นการตรวจสอบ ว่า การใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และการดำเนินกิจการเกี่ยวกับรังสีของสำนักงาน พปส. มิได้มีกัมมันตภาพรังสีเปรอะเปื้อนออกมานอกบริเวณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ชักตัวอย่างดังแผนผัง (อย่างไรก็ตาม ปริมาณที่เพิ่มขึ้นนับว่าเนื่องจากละอองกัมมันตภาพรังสี เนื่องจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ ด้วย)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



คลองบางเขน และตำแหน่งที่เก็บน้ำ
และเลนไปวัดรังสี



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข. 1) ปริมาณรังสีในน้ำคลองบางเขน

พ.ศ.	ปริมาณรังสี เบต้า เฉลี่ย ไมโครไมโคร คูรี/ลิตร				
	ตำแหน่ง ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
2504	3.1	0.7	1.1	2.6	2.5
2505	56.9	9.4	14.2	13.3	9.8
2506	10.2	19.5	16.7	13.2	13.6
2507	6.9	9.4	9.9	9.5	–
2508	5.4	4.4	5.2	4.5	–
2509	10.0	9.1	9.7	7.3	9.6

ข. 2) ปริมาณเฉลี่ยของรังสี เบต้า ในเลน คลองบางเขน
(ปริมาณไมโครไมโคร คูรี/กรัม)

พ.ศ.	ตำแหน่ง ก.		ข.		ค.		ง.		จ.	
	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า
2504	11.1	19.9	11.3	18.1	9.6	18.9	8.6	16.0	9.2	16.2
2505	10.5	18.8	9.6	18.6	9.2	17.8	10.3	17.5	8.8	10.8
2506	13.0	22.9	9.4	20.7	12.0	20.8	12.3	16.7	10.8	19.7
2507	8.0	18.5	7.9	18.9	8.7	20.3	9.4	19.9	9.3	19.4
2508	9.4	19.7	9.0	18.5	10.8	20.0	11.0	21.2	8.9	18.1
2509	9.2	21.8	11.8	22.2	11.4	20.1	8.2	21.7	8.0	17.0

ข. 3) ปริมาณรังสีในดิน

ตำแหน่ง	ปริมาณรังสี เบต้า เฉลี่ย ไมโครไมโคร คูรี/กรัม									
	2505		2506		2507		2508		2509	
	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า	เปียก	เถ้า
1	14.0	17.7	13.5	16.4	14.8	17.1	13.6	16.4	12.9	18.4
2	13.0	18.3	14.3	18.2	15.9	18.3	16.8	19.0	14.9	17.3
3	13.1	16.9	15.2	19.1	14.7	20.2	16.1	19.1	16.9	23.6
4	14.8	18.9	15.2	19.5	14.8	18.4	11.8	13.6	16.5	19.1
5	12.6	14.7	14.5	18.1	14.7	19.4	13.1	15.8	13.3	17.2
6	15.8	18.7	14.0	17.4	15.4	18.2	11.6	14.3	11.8	15.5
7	13.0	15.4	14.1	18.9	15.6	18.4	13.8	16.0	9.5	15.0
8	12.9	15.7	15.1	18.5	14.0	16.3	14.6	18.2	16.1	20.1
9	14.1	16.1	14.2	18.6	12.0	17.2	12.0	13.9	12.8	15.3
10	12.2	19.1	14.4	18.4	15.7	16.0	13.5	16.5	18.5	21.7
11	12.7	15.7	13.0	16.6	14.6	17.3	13.9	17.0	15.2	19.4

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข. 4) ปริมาณรังสีในหญ้า

ตำแหน่ง	ปริมาณรังสีเบต้าเฉลี่ยไมโครไมโค คูรี/กรัม							
	2504		2505		2506		2508	
	สด	เถ้า	สด	เถ้า	สด	เถ้า	สด	เถ้า
1	6.5	65.5	7.3	119.6	6.1	127.3	7.5	192.0
2	5.2	60.6	6.2	87.7	7.4	112.9	6.0	154.0
3	5.9	82.5	7.9	99.3	6.96	105.1	7.6	165.0
4	5.0	66.7	6.0	67.9	7.1	112.5	8.7	151.0
5	4.6	51.1	6.3	73.4	8.6	90.4	6.8	170.0
6	5.6	55.7	4.9	54.6	8.9	75.4	6.8	184.0
7	4.5	91.7	6.5	106.3	10.0	121.1	8.5	129.1
8	6.0	69.9	5.8	85.7	7.2	68.1	8.9	155.0
9	4.7	40.7	6.3	65.4	5.9	49.3	7.4	135.8
10	5.9	53.1	7.1	66.5	7.7	82.8	13.1	169.0
11	4.7	57.2	6.6	86.3	7.1	72.0	6.7	232.8

ค. สถานที่จะติดตั้ง โรงไฟฟ้าปรมาณู บ้านอ่าวไผ่, อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ได้เริ่มทำการเก็บตัวอย่าง ดิน, ปลา, น้ำ, พืช ทำการวัดปริมาณรังสี เบต้า และหาปริมาณของธาตุ โคบอลต์, สังกะสี แมงกานีส ฯลฯ ที่มีใน ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่ชาวประมงจับได้ในบริเวณใกล้เคียง เพื่อเป็นปริมาณเปรียบเทียบกับค่าที่จะทำการวัดตลอดไป ในเมื่อได้มีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจ่ายกระแสไฟฟ้า และการถ่ายทิ้งน้ำ จาก เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ลงทะเลในบริเวณ อย่างไรก็ตาม ชาวประมงในย่านนั้น ได้ให้ข้อสังเกตแล้ว ว่า ปริมาณ ปลา, หอย ฯลฯ เริ่มลดน้อยลง หรือมิฉะนั้น ก็เปรอะเปื้อน ไม่นิยมใช้บริโภค ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการถ่ายเท การหกหล่นเปรอะเปื้อนท้องทะเลในย่านนั้น จากอุตสาหกรรมที่ติดตั้งแล้วในบริเวณใกล้เคียง

5.6 บริการวัดปริมาณรังสีในอาหารทะเล

ในการที่ บริษัทเอกชนในประเทศ จัดส่งอาหารทะเลบางอย่าง ออกไปขายในต่างประเทศ ผู้รับซื้อ ประสงค์ให้มีการยืนยัน ว่า อาหารที่จัดส่งออกไปนั้น ปราศจากสารกัมมันตรังสี เปรอะเปื้อนอยู่ เจ้าหน้าที่กองนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ และวัดหาปริมาณรังสี ในตัวอย่างที่จะจัดส่งออกไปขาย ยังไม่ปรากฏตรวจพบสารกัมมันตรังสีใน อาหารทะเล ที่เป็นสินค้าส่งออกไปขายในต่างประเทศ สถิติการตรวจวัดตัวอย่าง มี ดังนี้:-

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่างอาหารทะเล			บริษัทผู้จัดส่ง
	กุ้ง	ปลาหมึก	ปลาโอ	
2507	3	–	–	เอกพล เอกซปอร์ต จำกัด
2508	1	–	–	ไทฮง ห้างหุ้นส่วนจำกัด
2509	1	–	–	ไทยเสรีห้องเย็น จำกัด
	1	–	–	ยานนาวาห้องเย็น จำกัด
2511	2	–	–	ไทฮง ห้างหุ้นส่วน จำกัด
	1	1	–	R. Schaller Ltd.
2512	–	7	–	R. Schaller Ltd.
	6	–	–	ไทยเสรีห้องเย็น จำกัด
2513	6	7	–	ไทยเสรีห้องเย็น จำกัด
	1	2	–	ห้องเย็นชินฮู จำกัด
	–	2	–	ฟาร์อิสเทอร์นเทรดดิ้ง ห้างหุ้นส่วนจำกัด
	–	–	2	ไทยเอกซ์ปอร์เตอร์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด
	1	1	–	ไทฮง ห้างหุ้นส่วนจำกัด
2514	4	16	–	ไทยเสรีห้องเย็น จำกัด
	1	26	–	ห้องเย็นชินฮู จำกัด
	–	12*	–	ฟาร์อิสเทอร์นเทรดดิ้ง ห้างหุ้นส่วนจำกัด
	–	1	–	ธัญลักษณ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด
	–	–	1	ไทยเอกซ์ปอร์เตอร์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

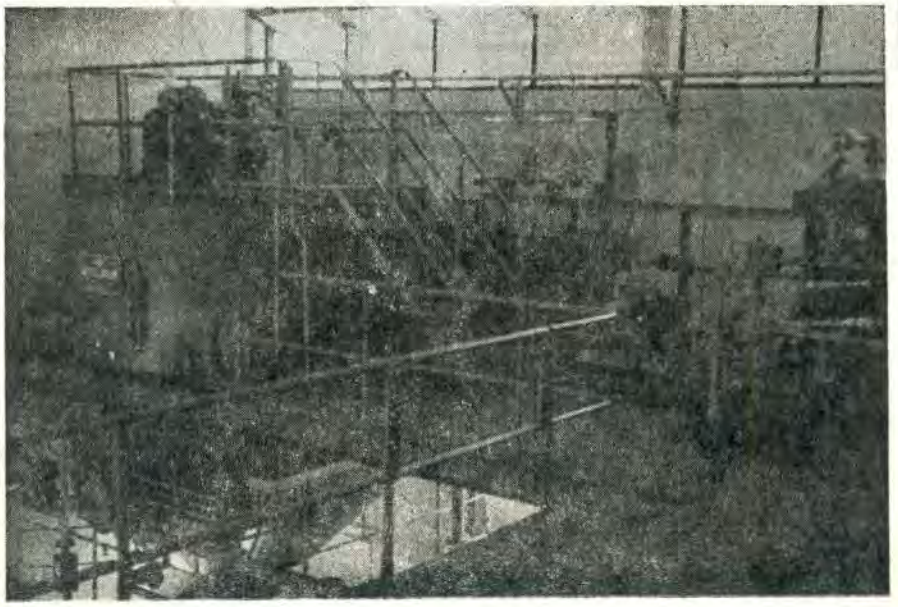
6. กองขจัดกากกัมมันตรังสี

สำนักงาน พปส. ทำการขจัดกาก อันเนื่องมาจากการปฏิบัติการที่สำนักงาน และให้คำแนะนำในการขจัดกาก แก่ สถาบันต่าง ๆ ที่ใช้ เรดิโอไอโซโทป สถาบันใดที่ไม่มีสถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีของตนเอง สำนักงาน พปส. รับกากทั้งของแข็ง และของเหลว นำมาเก็บ และขจัดที่สำนักงาน ด้วย

เท่าที่เป็นมาจนถึงปัจจุบัน มีการใช้ เรดิโอไอโซโทปปริมาณมากในสถาบันการแพทย์ ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีอายุสั้น กัมมันตภาพรังสีจะหมดสิ้นไปเองในเมื่อเก็บสะสมไว้นานพอสมควร จึงไม่สู้เป็นปัญหาในการขจัดกาก จากสถาบันภายนอกมากนัก

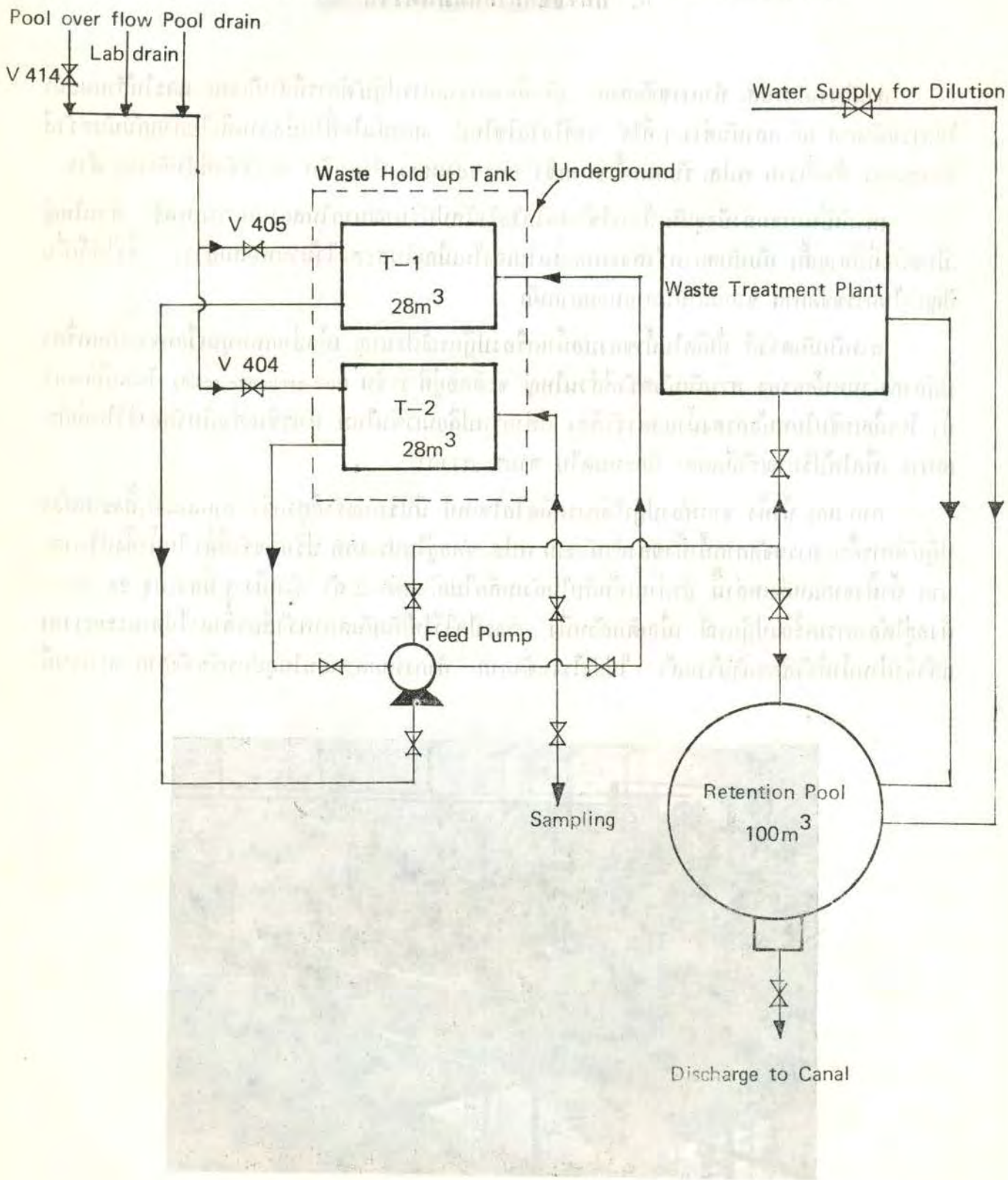
สารกัมมันตรังสี ที่เกิดในน้ำของบ่อน้ำเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู เมื่อถ่ายเทหมุนเวียนจากบ่อเครื่องปฏิกรณ์ผ่านหม้อกรอง สารกัมมันตรังสีส่วนใหญ่ จะติดอยู่ที่ เรซิน (ion–exchange resin) ในหม้อกรองน้ำ ในเมื่อเรซินในหม้อกรองน้ำแสดงรังสีสูง ก็ทำการเปลี่ยนเรซินใหม่ นำเรซินเก่าเก็บรักษาไว้ในที่เก็บเฉพาะ เพื่อให้ปริมาณรังสีลดลง และหมดไป ตามระยะเวลา

กาก และ น้ำทิ้ง จากห้องปฏิบัติการผลิตไอโซเทป มีปริมาณรังสีสูงกว่า กากและน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการอื่น การขจัดกากน้ำทิ้งของสำนักงาน พปส. จัดอยู่ในประเภท ปริมาณรังสีต่ำ ในน้ำทิ้งปริมาตรมาก น้ำทิ้งจากแหล่งเหล่านี้ นำผ่านเข้าเก็บในถังเหล็กไม่เกิดสนิม 2 ถัง ถังหนึ่ง ๆ มีความจุ 28 ลบ.ม. ฝังอยู่ใต้อาคารเครื่องปฏิกรณ์ เมื่อเต็มถังหนึ่ง ก็จะปิดไว้ให้กัมมันตภาพรังสีลดต่ำลงไปตามระยะเวลา แล้วจึงผ่านน้ำที่รังสีลดลงบ้างแล้ว ไปยังโรงขจัดกาก ทำการตกตะกอนในอุปกรณ์ขจัดกาก ตะกอนมี



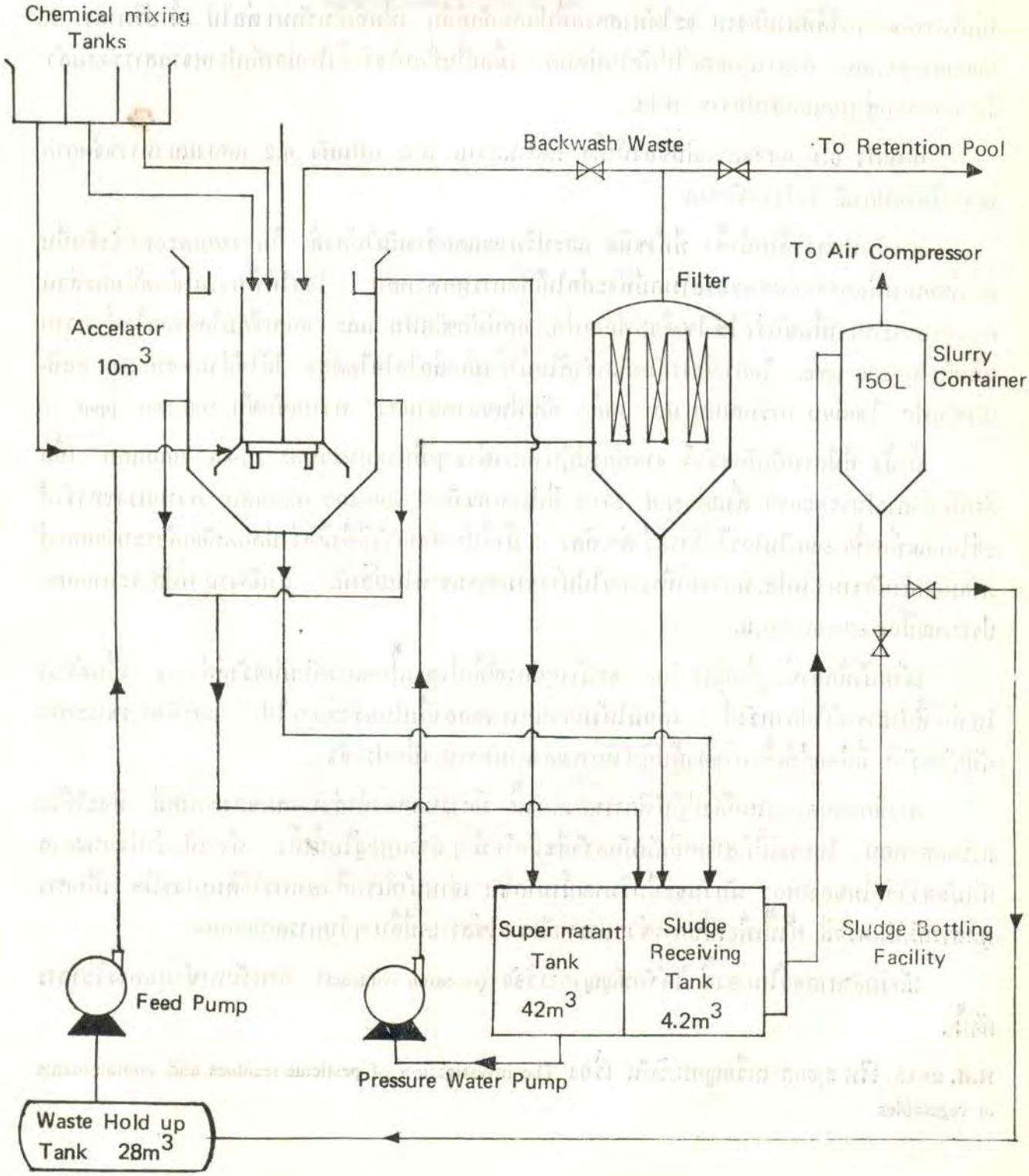
ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

6.1 LIQUID RADIOACTIVE WASTE FLOW DIAGRAM



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

6.2 RADIOACTIVE EFFLUENT TREATMENT PLANT



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

รังสี แต่มีปริมาตรน้อย นำเก็บไว้ให้รังสีสลายตัวต่อไปอีก ในปัจจุบันเก็บที่สำนักงาน พปส. ในโอกาสที่ไม่สามารถจะเก็บได้ที่สำนักงาน จะได้หาสถานที่ปลอดภัยที่อื่น เป็นที่เก็บรักษาต่อไป น้ำปริมาตรมากที่แยกจากตะกอน ทำการสูบออกไปพักในบ่อพัก เมื่อเป็นที่แน่ใจว่าน้ำในบ่อพักปราศจากสารรังสีแล้ว จึงปล่อยออกสู่ภายนอกสำนักงาน พปส.

แผนผัง 6.1 แสดงทางเดินของน้ำทิ้ง ในสำนักงาน และ **แผนผัง 6.2** แสดงแนวทางขจัดกากโดยเครื่องอุปกรณ์ ในโรงขจัดกาก

สารกัมมันตรังสีในน้ำทิ้ง มีทั้งชนิด และปริมาณแตกต่างกันไม่คงที่ ในการตกตะกอนจึงจำเป็นต้องทดลองเพื่อหาส่วนผสมของสารเคมีที่จะก่อให้เกิดการตกตะกอน โดยให้มีความเข้มข้นและส่วนผสมที่เหมาะสม เป็นต้นว่า ใช้โซเดียมฟอสเฟท, อลูมินัมซัลเฟท และ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 40-200 ppm. ในกรณีสารกัมมันตรังสีในน้ำทิ้งมีเกลือไอโอไดด์สูง ได้ใช้ส่วนผสมของ อลูมินัมซัลเฟท, โซเดียม คาร์บอเนท และ เกลือ ซัลเฟทของทองแดง ความเข้มข้น 100-150 ppm.

น้ำทิ้ง ที่มีสารกัมมันตรังสี จากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มีประมาณวันละ 15-85 แกลลอน เมื่อดำเนินกิจการในระยะแรก ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 มีประมาณวันละ 200-400 แกลลอน ความแรงของรังสีอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 860 ไมโครไมโครคูรี ต่อ ลิตร น้ำที่ปราศจากรังสีซึ่งถือว่าปลอดภัยแล้วระบายออกสู่ภายนอกสำนักงาน พปส. หลังจากที่ระเหยไปบ้างตามธรรมชาติในบ่อพัก สำนักงาน พปส. ระบายออกประมาณปีละ 80-100 ลบ.ม.

เจ้าหน้าที่กองนี้ เป็นผู้ดำเนินการชะล้างอุปกรณ์ที่เปรอะเปื้อนสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ เป็นต้นว่า ใน ท่อ ที่นำสารเข้าไปอาบรังสี เพื่อมิให้รบกวนการทดลองอื่นในครั้งต่อ ๆ ไป และทำการชำระสารกัมมันตรังสี ที่ติดอยู่ที่เสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติการของสำนักงาน เป็นประจำ

การศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการของกองนี้ มีการทดลองหาส่วนผสมของสารเคมี ที่จะใช้ในการตกตะกอน ในกรณีที่มีสารเคมีกัมมันตรังสีชนิดใหม่ ๆ ปรากฏอยู่ในน้ำทิ้ง ด้วยเห็นว่าปริมาณกากกัมมันตรังสี ในของเหลว นับวันจะมีปริมาณน้ำมากขึ้น เจ้าหน้าที่เริ่มศึกษาการใช้ดินบางชนิด เป็นสารดูดสารกัมมันตรังสี ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยประหยัดการใช้สารเคมีอื่น ๆ ในการตกตะกอน

นักวิทยาศาสตร์ในกองนี้ ได้รับสัญญาการวิจัย (research contract) สำหรับหาข้อมูลทางวิชาการดังนี้.

พ.ศ. 2515 เงิน 3,000 เหรียญอเมริกัน เรื่อง The investigation of pesticide residues and contaminants in vegetables.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

7. กองฟิสิกส์

สำนักงาน พปส. วางแนวเพื่อดำเนินการ ศึกษา วิจัย ทางฟิสิกส์ ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกดังนี้

ก. ฟิสิกส์ขั้นมูลฐาน :

1) ฟิสิกส์เครื่องปฏิกรณ์ : ศึกษา คำนวณค่าทางฟิสิกส์ ของเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อเป็นข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของเครื่องปฏิกรณ์

2) ฟิชชั่น ฟิสิกส์ : ศึกษาปฏิกริยาแตกตัว ของวัสดุ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์

3) ฟิสิกส์ทางทฤษฎี (Theoretical Physics)

4) โซลิตสเตทฟิสิกส์ (Solid State Physics) : ศึกษาคุณสมบัติของสารในสภาพของแข็ง

ข. ฟิสิกส์ประยุกต์ : ศึกษาการใช้ประโยชน์จากรังสี ของ ไอโซโทป เพื่อกิจการในภาคปฏิบัติ และกิจการอุตสาหกรรม.

ในระยะเริ่มแรก อาจถือได้ว่า มีนักฟิสิกส์เพียงคนเดียว ที่สามารถจะเป็นผู้นำทางการวิจัยทางฟิสิกส์อย่างกว้าง ๆ นักฟิสิกส์ที่ได้รับการบรรจุขาดประสบการณ์ในการที่จะเริ่มการศึกษาวิจัยไม่ว่าในด้านใด จึงต้องใช้ระยะเวลา 2–4 ปี ในการที่จะขอทุนการศึกษาอบรม จากทบวงการ ฯ และสถาบันอื่น สำหรับนักฟิสิกส์คนหนึ่ง ๆ ส่วนใหญ่ของทุนที่ได้รับ ไม่นานพอที่จะฝึกฝนให้ผู้ได้รับทุนศึกษาจนถึงขั้นสูงที่จะกลับมาเป็นผู้นำการวิจัยเฉพาะด้าน ในการศึกษาวิจัยทางฟิสิกส์สำนักงาน พปส. จำเป็นต้องอาศัยนักฟิสิกส์จากหลายกองร่วมมือกันปฏิบัติงาน อุปกรณ์การวิจัยทางฟิสิกส์ขาดมือเมื่อเริ่มกิจการได้ใช้เวลานานปีในการจัดหาเครื่องมือเครื่องอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อสนับสนุนให้ดำเนินการได้บ้าง

7.1 ฟิสิกส์เครื่องปฏิกรณ์ ผลการศึกษาของนักฟิสิกส์ จาก กองฟิสิกส์, กองสุขภาพ, กองการวัดกัมมันตภาพรังสีด้านนี้ ได้จัดพิมพ์รายงานแล้ว คือ

Progress Report on Reactor Physics.	THAI. AEC—2, 1963.
Thermal Neutron Flux Measurement.	THAI. AEC—4, 1964.
Resonance Integrals and Neutron Fluxes.	THAI. AEC—10, 1967.
Neutron Dosimetry.	THAI. AEC—23, 1969.
Fast Neutron Cross-section of Cl–35.	THAI. AEC—28, 1970.
Activated Resonance Integrals.	THAI. AEC—29, 1970.

ได้ร่วมมือกับนักฟิสิกส์ ของศูนย์เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ของ ออสเตรเลีย ในวิธีการวัดเปรียบเทียบ นิวตรอนฟลักซ์ ของเครื่องปฏิกรณ์

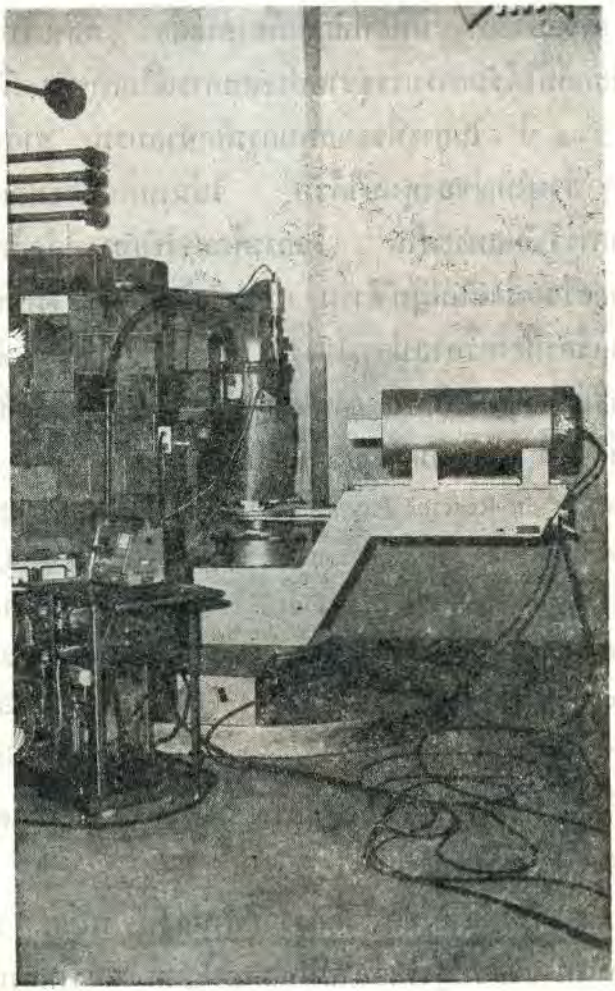
7.2 ฟิชชั่นฟิสิกส์ ไม่มีผลงานที่ดำเนินการโดยตรงที่สำนักงาน พปส. ระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นระยะที่จัดส่งนักฟิสิกส์ อบรม วิจัยขั้นสูงในสถาบันนอกประเทศ ผลงานจึงเป็นการวิจัยขณะที่ศึกษาวิจัยอยู่ในต่างประเทศ และได้จัดตีพิมพ์ในเอกสารของสำนักงาน พปส. ด้วย คือ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

High Energy Photofission Cross Sections of Uranium and Thorium.
THAI. AEC — 35, 1970.
High Energy Photofission of Heavy and Medium Heavy Elements.
THAI. AEC — 41, 1971.

เนื่องจาก ผู้ที่จะนำการวิจัยด้านนี้ ได้โอนไปรับราชการที่สถาบันอื่นในประเทศ การวิจัยด้านนี้จึงยังไม่สามารถจัดให้มีขึ้นได้ที่สำนักงาน พปส. จนกว่าจะจัดหานักฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ในการวิจัยได้ในโอกาสต่อไป

7.3 **ฟิสิกส์ทางทฤษฎี** ในปี พ.ศ. 2510 และ 2511 สำนักงาน พปส. ได้จัดส่งนักฟิสิกส์ 2 คน ผลัดกันออกไปร่วมการอบรมขั้นสูง ณ ศูนย์ฟิสิกส์ทางทฤษฎีระหว่างประเทศ ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ณ เมือง ทรีเอสเต ประเทศอิตาลี เนื่องจากนักฟิสิกส์ของสำนักงาน พปส. ยังขาดภูมิหลังขั้นสูง ที่จะติดตามศึกษาต่อไปได้อย่างใกล้ชิด จึงยังไม่สามารถสนับสนุนให้มีผลงานของนัก ฟิสิกส์ทางทฤษฎีได้ (อย่างไรก็ตาม สถาบันอื่นในประเทศ เริ่มให้ความสนใจจัดส่งนักวิทยาศาสตร์ไปอบรมศึกษาขั้นสูงในสาขานี้บ้างแล้ว จึงหวังว่า จะมีผู้มีประสบการณ์ด้านนี้ในประเทศ ณ สถาบันอื่นในโอกาสต่อไป)



ภาพ เครื่อง Neutron Crystal Spectrometer

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

7.4 โซลิตสเตท ฟิสิกส์ ทบวงการ ฯ ได้จัดให้มีการอบรม neutron crystal spectrometry ตามโครงการร่วมมือระหว่าง อินเดีย – ฟิลิปปินส์ และ ทบวงการ ฯ (IPA Project) ที่กรุงมนิลาประเทศฟิลิปปินส์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2507 นักฟิสิกส์ 2 คน ของสำนักงาน พปส. ได้ผลัดกันเข้าร่วมโครงการในฐานะ ผู้รับการอบรมและผู้ช่วยฝึกอบรม คนละ 2 ปี ในปี พ.ศ. 2510 สำนักงานพปส. ได้จัดหาเครื่อง Double Axis Neutron Crystal Spectrometer สร้างโดย ศูนย์พลังงานปรมาณู ที่ทรอมเบย์, อินเดีย ได้นำเข้าติดตั้งประกอบ เพื่อใช้ นิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ในการศึกษาวิจัย

แนวการวิจัยด้านนี้ ประกอบด้วยการศึกษา โครงสร้าง และศึกษาคุณสมบัติทางแม่เหล็กของโลหะผสม ที่มีธาตุ แมงกานีส, เหล็ก และนิเกล การศึกษาสารประกอบ อินเตอร์เมตาลิค (intermetallic compound) Mn–Sn, Ni–Zn และ Fe–Sb อยู่ในระหว่างการดำเนินงาน รายงานผลการศึกษาวิจัย ได้ตีพิมพ์ในเอกสารของสำนักงาน พปส. และที่เข้าร่วมประชุมระหว่างประเทศมีดังนี้ :–

Neutron Diffraction Study on MnSb. THAI, AEC—24, March, 1969.

Presented at the Study Group Meeting on Research Reactor Utilization at Philippines. 1969,

Neutron Diffraction Study on MnSb. THAI. AEC—28, 1970.

The Effect of Collimator Geometry on Neutron Flux.

Presented at the Study Group Meeting on Research Reactor Utilization at Indonesia. 1971.

สัญญาการวิจัยที่ได้รับจากทบวงการ ฯ สำหรับปี 2514–2515 คือ "Application of Neutron Scattering Techniques to the Study of Magnetic Materials", (US. $ 4,900).

การศึกษาวิจัย neutron crystal spectrometry ทำให้นักวิทยาศาสตร์จำต้องขวนขวายหาเทคนิคในการเลี้ยงผลึก ทั้ง อโลหะ และ โลหะ และเทคนิคสูญญากาศไปพร้อมกันด้วย ในปี 2514 ได้อำนวยความสะดวกให้นิสิตวิทยาลัยการศึกษาประสานมิตร ทำการวิจัยที่สำนักงาน พปส. เพื่อรับปริญญาขั้นมหาบัณฑิต

7.5 ในด้านฟิสิกส์ประยุกต์

ก) ได้ร่วมมือกับ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ สร้างประกอบ และทำ calibration เครื่องมือวัดความชื้นในวัสดุต่าง ๆ (neutron moisture guage) เครื่องมือเหล่านี้ ใช้ในกิจการชลประทานและกิจการเกษตร (ดูรายงานกิจการ กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข) ความดำริที่จะศึกษาวิจัยใช้แก้วบางอย่างเป็นเครื่องวัดรังสี (glass dosimeter) ต้องระงับด้วยเหตุที่เจ้าหน้าที่ผู้มีประสบการณ์เฉพาะเรื่อง โอนไปรับราชการที่สถาบันอื่นในประเทศ

ค) ได้มอบหมายนักฟิสิกส์ผู้หนึ่ง ติดตามผลงานและเป็นหัวหน้างานเรดิโอกราฟีในทางอุตสาหกรรม (Industrial Radiography) และได้ฝึกอบรมเจ้าหน้าที่จาก กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์และกองปฏิกรณ์ปฏิบัติ ให้มีความรู้ เป็นผู้ช่วยปฏิบัติงาน (ดูรายงาน ข้อ 10. งานพิเศษ)

ง) ร่วมมือกับนักฟิสิกส์ กองการวัดกัมมันตภาพรังสี และกองขจัดกากกัมมันตรังสี ศึกษาการใช้เทคนิค X-rays Fluorescence ในการวัดปริมาณของธาตุบางอย่างในแร่ โดยตรง

ผลการศึกษา ได้จัดพิมพ์แล้ว ดังนี้ :

Analysis of Tin by X-ray Fluorescence Method,	THAI. AEC-19,	1968.
เครื่องวัดความชื้น หลักการ วิธีใช้ และข้อควรระวัง,	THAI. AEC-20,	1968.
NAA : Nb and Ta Analysis	THAI. AEC-29,	1970.
Measurement by Cerenkov Radiation	THAI. AEC-40,	1970.
Cu Analysis by Coincidence Counting Method	THAI. AEC-40,	1970.
Fluorites Analysis	THAI. AEC-40,	1970.
Analysis for Nb, Ta, Th and U	THAI. AEC-40,	1970.
NAA : for Yttrium	THAI. AEC-40,	1970.
Nuclear Technique for Co Analysis in Food	THAI. AEC-40,	1970.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

8. กองเคมี

ในการใช้ประโยชน์ของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นักวิทยาศาสตร์ของกองเคมี มุ่งใช้เทคนิคนิวตรอนแอคติเวชั่น (Neutron Activation) ในการวิเคราะห์ วิจัย โดยใช้ นิวตรอน จากการเดินเครื่องปฏิกรณ์ เทคนิคนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์หาธาตุที่มีปริมาณน้อยมากได้นับว่ารวดเร็วโดยที่ในบางกรณีไม่อาจสามารถดำเนินการได้สะดวกด้วยวิธีตามแบบฉบับอื่น อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์อาจมีธาตุที่ไม่ประสงค์จะตรวจหา รบกวนการวิเคราะห์ด้วย จึงต้องใช้เวลาในขั้นแรก ศึกษาหาวิธีขจัดธาตุที่รบกวนการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการแยกแบบต่าง ๆ แล้วแต่กรณี ว่าอย่างใดจึงจะเหมาะสม และไม่ทำให้สูญเสียธาตุที่ต้องการจะวิเคราะห์ ในกรณีที่ไม่ต้องดำเนินการแยกด้วยวิธีอื่นเสียก่อนนั้น จะเห็นได้ว่า เทคนิคของ Non-Destructive Neutron Activation ทำให้การวิเคราะห์รวดเร็วมาก อย่างไรก็ตาม การวัดคุณภาพและปริมาณของ ไอโซโทปรังสี ชนิดต่าง ๆ ด้วยเทคนิคนี้ อาศัยเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพสูงแบบต่าง ๆ และเครื่องมือบันทึกผลการวัดที่รวดเร็ว

ภาพการใช้เครื่องมือ Multichannel Analyzer

8.1 การวิเคราะห์ ดิน และส่วนของต้นข้าว : ได้ให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัย ของ กรมการข้าว ในการวิเคราะห์ ดินนา, ดินไร่ และ ส่วนของต้นข้าวจากการปลูกในภาคต่าง ๆ ของประเทศ ทั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ดิน และ ข้าว ได้วิเคราะห์ธาตุโซเดียม (Na) และธาตุปริมาณน้อย เป็นต้นว่า อลูมินัม (Al), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และ แกลเลียม (Ga) กรมการข้าวคงจะพิจารณาสรุปผลการศึกษาเรื่องนี้ในที่สุด

ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน จาก กรมพัฒนาที่ดิน ในการศึกษา ดินเปรี้ยว และดินเค็ม

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

8.2 โลหิต : ได้ร่วมมือกับ แผนกนิติเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล ในการวิเคราะห์หา แมงกานีส ในโลหิต, ปัสสาวะ และ น้ำไขสันหลัง ศึกษาเกี่ยวกับการเป็นพิษของแมงกานีสในผู้ป่วย ที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับการใช้ แร่แมงกานีสในกิจการอุตสาหกรรม แมงกานีส จะปรากฏในน้ำไขสันหลัง หากปริมาณในโลหิตสูงกว่า 0.007 มิลลิกรัม ต่อ โลหิต 100 มิลลิลิตร และอาจเริ่มแสดงความเป็นพิษ ปริมาณแมงกานีสในโลหิตตามปกติอยู่ในเกณฑ์ 0.002-0.007 มิลลิกรัม ต่อ โลหิต 100 มิลลิลิตร

ได้ทำการวิเคราะห์หา เหล็ก (Fe), ทองแดง สังกะสี, โมลิบดินัม (Mo), ซีลีเนียม (Se), ปรอท (Hg), อาร์เซนิค (As) และตะกั่ว (Pb) ในโลหิต

ได้ร่วมมือกับ ทบวงการ ฯ ทำการวัดเปรียบเทียบธาตุปริมาณน้อย ในโลหิตสัตว์ ด้วยวิธีนิวตรอน แอคติเวชั่น

8.3 เนื้อไม้: ได้ร่วมมือกับ กองค้นคว้า กรมป่าไม้ ในการวิเคราะห์ธาตุในไม้เนื้ออ่อน และไม้เนื้อแข็ง ประมาณ 13 ชนิด เพื่อหาปริมาณของ โซเดียม, โปแตสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมงกานีส, ทองแดง และ สังกะสี **ดังตาราง 8.2**

ทอง (Au) ในไม้สักทอง จาก ลำพูน และ กำแพงเพชร มีประมาณ 0.5 ไมโครกรัม ต่อเนื้อไม้ 1 กรัม และไม้สองชนิดนี้ มีปริมาณทองมากกว่าไม้สักทองจากแหล่งอื่น

การหาปริมาณทอง ใน ทองใบ ที่ขายอยู่ในท้องตลาด อาจดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว โดยวิธี นิวตรอน แอคติเวชั่น ทองใบที่ขาย ส่วนใหญ่มี ทองแดง

8.4 โลหะในโลหะผสม : ได้ทำการวิเคราะห์หาธาตุ โครเมียม (Cr), ทังสเตน (W), แวนเนเดียม (Va), ทองแดง, แมงกานีส และ อาร์เซนิค ใน เหล็กกล้าคุณภาพสูง, เหล็กไม่เกิดสนิม, โลหะผสมเหล็ก และเหล็กหล่อ ในตัวอย่างจาก กรมช่างอากาศ และ กรมชลประทาน

ให้ความสะดวกในการทำการวิเคราะห์หาธาตุต่าง ๆ ในชิ้นส่วนของโลหะ จากพระพุทธรูป ในยุคต่าง ๆ โดยร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์ ของ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร การวิเคราะห์ด้วยวิธี นิวตรอน แอคติเวชั่น ดำเนินการได้รวดเร็วกว่าวิธีทางเคมีตามแบบฉบับ และใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย มาทำการวิเคราะห์

8.5 ก้อนนิ่ว: ทำการวิเคราะห์ หา โซเดียม, โปแตสเซียม, ปรอท, ฟอสฟอรัส, แมกนีเซียม, แคลเซียม, คลอรีน, ทองแดง, อลูมินัม และ ซีลีเนียม ในก้อนนิ่ว จาก กระเพาะปัสสาวะ, ไต, ท่อไต และถุงน้ำดีจากคนไข้ในภาคต่าง ๆ ของประเทศ ปรอท ประมาณ 1-250 ไมโครกรัม ต่อกรัม และซีลีเนียม ประมาณ 0.05-2.5 ไมโครกรัม ต่อกรัม มีปรากฏในใจกลางของก้อนนิ่วและยังปรากฏอยู่ในการสะสมเป็นชั้น ๆ ทุกชั้นของก้อนนิ่ว

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตาราง 8.2

ไม้		ไมโครกรัม/กรัม				
ชนิด	ส่วน	Mn	Na	Al	K	Cu
ตะแบกเลือด	แก่น	34.099 ± 0.784	67.134 ± 0.116	44.539 ± 0.452	5.605 ± 0.172	2.041 ± 0.081
ตะแบกเลือด	กะพี้	9.977 ± 0.598	29.232 ± 0.757	29.457 ± 0.198	1.564 ± 0.028	1.710 ± 0.033
ยาง	แก่น	15.014 ± 0.683	35.840 ± 0.030	32.741 ± 0.016	1.731 ± 0.135	2.318 ± 0.021
ยาง	กะพี้	38.425 ± 0.262	116.125 ± 0.098	42.811 ± 0.535	0.991 ± 0.064	0.963 ± 0.031
พฤกษ์	แก่นตอนนอก	23.334 ± 1.237	216.817 ± 1.046	27.674 ± 0.304	2.069 ± 0.048	1.540 ± 0.025
พฤกษ์	กะพี้	14.655 ± 0.490	161.232 ± 0.823	19.820 ± 0.394	2.425 ± 0.047	2.664 ± 0.033
มะค่าแต้	แก่นใกล้ใส้	132.151 ± 1.377	64.208 ± 0.099	41.503 ± 0.380	0.448 ± 0.043	2.219 ± 0.027
มะค่าแต้	กะพี้	24.973 ± 0.938	46.521 ± 0.438	48.398 ± 0.291	1.910 ± 0.068	0.443 ± 0.024
มะค่าแต้	แก่นตอนนอก	56.569 ± 0.448	41.861 ± 0.047	54.862 ± 0.138	0.193 ± 0.009	2.542 ± 0.052
ยางโคน	ใกล้ใส้	26.321 ± 0.594	64.694 ± 0.835	48.736 ± 0.290	6.849 ± 0.090	3.014 ± 0.023
ยางโคน	ใกล้เปลือก	21.957 ± 0.227	185.059 ± 4.181	74.331 ± 1.055	7.663 ± 0.296	1.926 ± 0.026
เต็ง		40.385 ± 0.880	70.609 ± 0.105	30.056 ± 0.338	0.405 ± 0.016	1.817 ± 0.055
ปออีเก้ง		14.743 ± 0.376	66.331 ± 1.027	62.487 ± 0.931	5.057 ± 0.099	1.274 ± 0.040

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

8.6 ไม้-ปลาสติค (Wood Plastic Composite): ได้เริ่มศึกษาขั้นแรก การอัด โมโนเมอร์เป็นต้นว่า(styrene, methylmethacrylate ในเนื้อไม้บางชนิด แล้วนำมาอาบรังสีแกมม่าเป็นการทำให้ไม้เนื้ออ่อนมีคุณภาพดุจไม้เนื้อแข็ง ทั้งนี้อาจเป็นการใช้ประโยชน์ไม้เนื้ออ่อนในอุตสาหกรรมบางอย่างได้ในอนาคต หากกระบวนการนี้คุ้มค่าในการดำเนินงานเป็นอุตสาหกรรม

8.7 เกี่ยวกับ นิติเวชวิทยา : ได้ร่วมมือกับ กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเปรียบเทียบ เช่น ขน, เส้นผม และ เส้นใย และทำการวิเคราะห์หา แบเรียม (Ba) และ แอนติโมนี (Sb) ในการทดสอบ พาราฟิน ที่เก็บตัวอย่าง เขม่าดินปืน ที่มือของผู้ต้องหาในคดีบางคดี ของกรมตำรวจ ได้ทำการอบรมเจ้าหน้าที่กองพิสูจน์หลักฐานบางนาย เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ และ การเก็บตัวอย่างเพื่อให้การวิเคราะห์ได้ผลดี

8.8 ได้ทำการอบรม นักศึกษา จาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ และ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในด้านเทคนิคการวิเคราะห์ ทางเรดิโอเคมี รวมทั้งจัดการ การวิเคราะห์ ทดลองที่กองเคมีประกอบการวิจัยของ นิสิต นักศึกษา ที่มุ่งใช้เทคนิคเหล่านี้ ในการทำวิทยานิพนธ์

รายงานผลการศึกษาวิจัย ที่ได้พิมพ์ในเอกสารของสำนักงาน พปส. มีดังนี้ :–

Utilization of the Thai Research Reactor, Part II :	
Chemistry, ...	1964, THAI. AEC–5
Manganese Toxication in the Human Body as determined	
by Activation Analysis.	1966, „ „ –7
Certain Accounts on the Utilization of the Thai	
Research Reactor.	1967, „ „ –10
Some Investigations on Radiation Polymerization	1967, „ „ –11
Neutron Activation Analysis of Gold in Teak	1968, „ „ –17
Determination of Mn, Cu, Zn, Fe and Mo in Animal	
Blood Sample by Activation Analysis	1969, „ „ –22
Determination of Lead by Substoichiometric Isotope	
Dilution	1970, „ „ –29
Soil Analysis by Neutron Activation Method	1970, „ „ –36
Inorganic Elements Content in Human Stones	1970, „ „ –39
การวิเคราะห์เงินในแร่ตะกั่วด้วยเทคนิค นิวตรอน แอคติเวชั่น	1971, „ „ –42
A Study on WPC.	1971, „ „ –46
การวิเคราะห์หาปริมาณ โซเดียม ในดิน	1971, „ „ –47

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

9. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ความมุ่งหมายเดิมนั้น นักวิทยาศาสตร์ในกองนี้ เพียงแต่ประสงค์จะศึกษาวิจัยการใช้รังสีแกมม่าเพื่อถนอมผลิตผลทางเกษตรบางอย่าง อย่างไรก็ตามต่อมาต้องขยายกิจการศึกษาวิจัยด้านกีฏวิทยาและจุลอินทรีย์วิทยาอีกด้วย

ในชั้นแรกได้ใช้รังสีแกมม่าของ fission products ของแท่งเชื้อเพลิง ณ แกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในการทดลอง ข้อมูลที่ได้ไม่เป็นที่พอใจ ด้วยเหตุที่อาจมีอนุภาคนิวตรอนรบกวนการทดลอง การศึกษาหลายเรื่องต้องดำเนินการใหม่เมื่อได้รับความช่วยเหลืออุปกรณ์อาบรังสีโคบอลท์ – 60 (Super Hotspot–3000) ขนาด 8,000 คูรีจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศเมื่อมีนาคม พ.ศ. 2509 เช่นเดียวกันในระยะแรกไม่มีห้องปฏิบัติการพอเพียงที่จะดำเนินการอาหารอาบรังสี และการเลี้ยงแมลง เมื่อได้ก่อสร้างอาคารกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพในปีพ.ศ. 2509 แล้วจึงทำให้มีความสะดวกในภาคปฏิบัติการมากขึ้น

แม้ว่าเครื่องอุปกรณ์โคบอลท์ – 60 (8,000 คูรี) จะให้รังสีแกมม่าบริสุทธิ์ แต่กระบอกที่ใช้บรรจุวัสดุเพื่อนำเข้าอาบรังสีของเครื่องนี้มีขนาดจุเพียงประมาณ 2 ลิตร การอาบรังสีจึงดำเนินการได้คราวละน้อยชิ้น ลูกมะละกออันเป็นที่นิยมซื้อขายกันทั่วไปไม่สามารถบรรจุลงในกระบอกดังกล่าวได้ ต้องศึกษามะละกอที่มีขนาดเล็ก ๆ ซึ่งไม่ใช่ความต้องการในการศึกษาโดยตรง นับว่าการศึกษาทดลองในบางกรณีมีขอบเขตจำกัด อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาที่ปรากฏในรายงานฉบับนี้ได้ใช้อุปกรณ์ โคบอลท์–60 ดังกล่าวทั้งสิ้น อุปกรณ์อาบรังสี โคบอลท์–60 ขนาด 30,000 คูรี (Gammabeam–650) ซึ่งอาจใช้อาบรังสีวัสดุที่บรรจุในหีบห่อขนาดใหญ่ได้ ติดตั้งแล้วเสร็จเมื่อปลาย พ.ศ. 2514 อุปกรณ์นี้ได้รับความช่วยเหลือจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ และฝ่ายไทยสมทบเงินประมาณครึ่งหนึ่งของราคาอุปกรณ์

กระทรวงเศรษฐการได้ปรึกษาหารือการที่จะขจัดแมลงในข้าวสารของไทยเมื่อส่งถึงปลายทางในต่างประเทศ สำนักงาน พปส.จำเป็นต้องบรรจุนักกีฏวิทยาด้วย เพราะไม่สามารถขอตัวอย่างแมลงตลอดวงจักรจำนวนพอเพียงได้ครบถ้วนจากสถาบันอื่น จึงต้องทำการเพาะเลี้ยงแมลงขึ้นเอง นักกีฏวิทยาได้ศึกษาการที่จะขจัดแมลงอีกหลายชนิด โดยวิธีการเกี่ยวกับการใช้รังสีแกมม่าต่อมาโดยตลอด ในปลายปี พ.ศ. 2512 ได้เพิ่มการศึกษาวิจัยด้านจุลอินทรีย์วิทยาเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย ทั้งนี้ เพราะอาหารอาบรังสีหลายประเภทมีความจำเป็นต้องพิจารณาถึงการขจัดจุลอินทรีย์ด้วย

หน่วยวัดปริมาณรังสี : 1 Krad=1,000 rad : 1 Mrad = 1 ล้าน rad.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

9.1 การศึกษาวิจัยในระยะแรก

รำข้าว : (ใช้รังสีแกมม่าจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู) โดยปกติ รำข้าวเก็บรักษาแบบธรรมดา ณ อุณหภูมิห้อง เพียง 3–4 สัปดาห์ จะมีกลิ่นหืน และจะมีจุลอินทรีย์ปริมาณสูง และจะปรากฏมีแมลงเกิดขึ้น การอบความร้อน ณ อุณหภูมิ 95–105°C ประมาณ 3 ชม.และอาบรังสีแกมม่า 2 Krad จะเก็บรักษาแบบปกติได้นาน 3 เดือน โดยไม่มีกลิ่นหืน ไม่ปรากฏว่ามีจุลอินทรีย์มาก และคุณค่าของรำข้าวด้านปริมาณโปรตีน และวิตามินไม่เปลี่ยนแปลง วิธีดังกล่าวได้ผลทัดเทียมกันกับการอบความร้อนขนาดเดียวกัน 12 ชั่วโมง

มะนาว : มะนาวที่เก็บเพื่อขายในท้องตลาดตามปกติ อาจเก็บต่อไป ณ อุณหภูมิ ห้อง 30°C ได้อีกประมาณ 20 วันก็เน่าเสียหมด หากไม่เน่าเสียน้ำหนักผลมะนาวจะลดลงมาก และผิวเหี่ยว การเคลือบผิวด้วยขี้ผึ้งแล้วนำมาอาบรังสี 500 rad และเก็บตามธรรมดา ณ อุณหภูมิห้อง 27 วัน จะสูญเสียเพียงร้อยละ 10 หากไม่อาบรังสี(เคลือบขี้ผึ้ง) จะสูญเสียประมาณร้อยละ 20–25 การเก็บต่อไปอีก ที่เคลือบขี้ผึ้งและอาบรังสีให้ผลดีกว่าเคลือบขี้ผึ้งอย่างเดียวบ้างไม่มากนัก ทั้งสองแบบจะเสียหมด ใน 50–56 วัน การอาบรังสีมะนาวทำให้สูญเสียกรดแอสคอบิก(วิตามิน ซี)มาก (รายละเอียดใน Radiation Preservation of Limes & Mangoes, 1966, THAI. AEC–9)

การฟักไข่ในปลาน้ำจืด : ปลาไน (*Cyprinus carprio*) : ไข่ปลาไนที่ผสมแล้ว เมื่อมีอายุ 6 ชั่วโมง นำมาอาบรังสี 500 rad ปรากฏว่ามีผลดีต่อการฟักไข่เป็นตัว และการรอดชีวิตของลูกปลา ลูกปลาที่เกิดจากไข่อาบรังสีเติบโตดีกว่า ลูกปลาที่เกิดจากไข่ไม่อาบรังสี

ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis* R.) ปลาสลิดในระยะออกไข่ เมื่ออาบรังสีต่ำกว่า 1.5 Krad และศึกษาไข่ที่ออก ปรากฏว่าระยะการฟักเป็นตัวสั้นเข้า แต่ปริมาณของไข่ที่ฟักเป็นตัวไม่แตกต่างจากที่ไม่อาบรังสี หากปริมาณรังสีสูงกว่านี้ ปรากฏว่าจำนวนไข่ที่ฟักเป็นตัวจะน้อยลงกว่าที่ไม่อาบรังสี

ดักแด้ (Cocoon) **ตัวไหม** (*Bombyx mori*) : ด้วยความร่วมมือจากกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และกรมกสิกรรม ได้ศึกษาทดลองฆ่าดักแด้ตัวไหมโดยใช้รังสี 100 Krad เปรียบเทียบกับการใช้ความร้อน การฆ่าดักแด้ด้วยรังสี จะทำให้สูญเสียน้ำหนักน้อยลงและเส้นไหมที่ได้ ปั่นเป็นเส้นไหม และการหาปลายของเส้นไหม สะดวกมากขึ้น (Killing Silkworm Pupae by Irradiation, 1966, THAI. AEC–8)

หมายเหตุ : 1) ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ได้ทดลองอาบรังสี มุ่งหวังการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด พันธุ์กัวเตมาลา แม้จะได้รับความสะดวกในการให้ใช้แปลงทดลองปลูกของกรมกสิกรรมที่นครราชสีมา แต่ด้วยเหตุที่สำนักงาน พปส. ไม่มีกำลังเจ้าหน้าที่ในการทดลองปลูกเอง จึงต้องระงับการศึกษา

2) งานที่กล่าวข้างบนนี้ มิได้ดำเนินการศึกษาในระยะต่อมา

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

9.2 การศึกษาวิจัยด้านแมลง

ทำการเพาะเลี้ยงแมลงที่มุ่งศึกษาวิจัยในห้องทดลองให้ได้ปริมาณมากพอ โดยใช้อาหารธรรมชาติ หรืออาหารเทียมแล้วแต่กรณี ศึกษาวงชีพ (Life Cycle) ของแมลงแต่ละชนิด ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย อัตราการวางไข่ ปริมาณรังสี (Radiation Dose) เพื่อขจัด (disinfestation) แมลงในระยะไข่, หนอน, ดักแด้ และตัวเต็มวัย ศึกษาปริมาณรังสีที่ทำให้แมลงตัวผู้, ตัวเมีย เป็นหมัน เพื่อเป็นข้อมูลในกรณีที่ภาคปฏิบัติการในสนามในการกำจัดแมลงที่อาจดำเนินการได้ด้วยเทคนิคที่การทำให้ตัวผู้เป็นหมัน (Sterile male technique)

9.2.1 แมลงเกี่ยวกับผลิตผลเกษตรในที่เก็บรักษา

ก.) ด้วงยาสูบ (Cigarette beetle : *Lasioderma serricorne* F.)

ไข่ของด้วงยาสูบจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยในเวลาประมาณ 27–37 วัน

ไข่ : ขนาดรังสี 4 Krad : ไข่อายุ 1 วัน ถูกทำลาย 100%

หนอน : 5 Krad ขึ้นไป : หนอนโตเต็มที่ ถูกทำลาย 100%

ดักแด้ : 100 Krad „ : ดักแด้แก่ „ 94% ภายใน 10 วัน

ตัวเต็มวัย : ขนาดรังสี 200 Krad : เพิ่งออกจากดักแด้ : ตายหมด 100% ภายใน 6 วัน

ตัวเต็มวัย : 8–20 Krad : ที่เพิ่งออกจากดักแด้ ทั้ง 2 เพศ จะทำให้เป็นหมัน, ไข่ที่เกิดขึ้นไม่สามารถฟักเป็นตัวได้

หมายเหตุ : วงชีพของด้วงยาสูบในประเทศไทย มีอายุสั้นกว่าด้วงยาสูบในต่างประเทศ ฉะนั้นอาจทำลายใบยาสูบได้มากขึ้น

บุหรี่ และซิการ์ ที่อาบรังสีแกมม่า ไม่มีรังสีตกค้างอยู่ และรสนิยมไม่แตกต่างไปจากที่ไม่อาบรังสี

ข.) ด้วงถั่ว (Pea weevil : *Callosobruchus chinensis* L.)

ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 3 สัปดาห์

ไข่ : ขนาดรังสี 340, 380, 620 และ 1,240 rad จะทำลายไข่ร้อยละ 50 สำหรับไข่ที่มีอายุ 1, 2, 4 และ 7 วันตามลำดับ

ตัวหนอน และก่อนเข้าระยะดักแด้ : ขนาดรังสี 16 Krad : ตายร้อยละ 100

ดักแด้ : „ 6.4 Krad : „ 50

32 Krad : „ 100

ดักแด้แก่ : 1.4–2.8 Krad ทำให้ตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นวางไข่ได้ แต่ไข่จะไม่ฟักเป็นตัว ร้อยละ 99.9

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตัวเต็มวัยทั้ง 2 เพศ ขนาดรังสี 2.8 Krad : วางไข่ได้ แต่ไม่ฟักเป็นตัว
„ 5.6 Krad : ไม่วางไข่

เมื่อนำดักแด้ทั้ง 2 เพศ อาบรังสี 800 rad ตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้น (รุ่นพ่อ, แม่) วางไข่ต่อไป ไข่ที่เกิดจากรุ่นพ่อ, แม่ ไม่ฟักเป็นตัวร้อยละ 71 ไข่ที่เกิดจากรุ่นลูก ไม่ฟักเป็นตัวร้อยละ 15.7 ไข่ที่เกิดจากรุ่นหลาน, เหลน และรุ่นต่อไป จะไม่ฟักเป็นตัวร้อยละ =0 แสดงให้เห็นว่า รังสีสามารถทำลายเซลล์สืบพันธุ์โดยตรงมากกว่ามีผลทางกรรมพันธุ์

ค.) **มอดแป้ง** (Flour beetle : *Tribolium castaneum* Hbst)

ไข่ : ขนาดรังสี 7.5 Krad ทำให้ไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวเลย

หนอน : ขนาดรังสี 10 Krad ทำให้หนอนตายร้อยละ 100 ใน 10 วัน

ดักแด้ : ขนาดรังสี 30 Krad ทำให้ดักแด้ตายร้อยละ 100

ขนาดรังสี 6 Krad ขึ้นไปทำให้เกิดการเป็นหมันในตัวเต็มวัย

ง.) **มอดข้าวสาร, ด้วงงวงข้าวสาร :** (Rice weevils : *Sitophilus oryzae* L.)

ณ อุณหภูมิ 30°C ความชื้นร้อยละ 75 ระยะไข่ของด้วงงวงข้าวประมาณ 7–9 วัน ; ระยะตัวหนอน 13–17 วัน, ระยะดักแด้ 7–11 วัน

ไข่	ขนาดอาบรังสี 5,000 rad	ไข่อายุ 4 วัน :	ตายร้อยละ 100
ตัวหนอน	„ 25,000 „	หนอนอายุ 4 วัน :	„ 100
ดักแด้	„ 25,000 „	อายุ 4 วัน :	„ 92
ตัวเต็มวัย	„ 25,000 „	ตัวเต็มวัย : ตายร้อยละ 100 ใน 10 วัน หลังอาบรังสี	
ตัวเต็มวัย	„ 2,500 „	ทั้ง 2 เพศ (รุ่นพ่อ, แม่) รุ่นลูกหลานที่เกิดขึ้น ไม่มีความต้านทานรังสี	

ตัวเต็มวัย ตัวผู้ 3,500–4,000 : จะเป็นหมัน และไม่มีการฟันตัวของเซลล์สืบพันธุ์

จ.) **ผีเสื้อข้าวสาร :** (Rice Moth, *Corcyra cephalonica*, Staint)

ไข่ : ขนาดรังสี 42 Krad ทำให้ไข่ร้อยละ 99 ไม่ฟักเป็นตัว

หนอน : ขนาดรังสี 50 Krad ทำให้ตัวหนอนตายร้อยละ 100 ใน 18 วัน

ดักแด้ : ขนาดรังสี 110 Krad ทำให้ตัวดักแด้ตายร้อยละ 99

ขนาดรังสี : 25 Krad ทำให้ตัวเต็มวัยเป็นหมันหมด เมื่ออาบรังสีทั้งสองเพศ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ขนาดรังสี 50 Krad จะเหมาะสำหรับทำลายผีเสื้อข้าวสาร เพราะว่าขนาดรังสีนี้ทำลายไข่ และตัวหนอนได้หมด และยังทำให้ดักแด้ หรือตัวเต็มวัยที่รอดตายนั้นเป็นหมันจนหมด

ฉ.) **ผีเสื้อข้าวเปลือก :** (Angoumois grain moth : *Sitotroga cerealella*, Oliv.)

ขนาดรังสี 8 Krad ทำให้ตัวหนอนเจริญเติบโตช้าลง และทำให้ไข่ฟักน้อยลง และขนาดดังกล่าวนี้ทำให้ตัวเต็มวัยเป็นหมันหมด เมื่ออาบรังสีทั้ง 2 เพศ

9.2.2 แมลงเกี่ยวกับพืชไร่

ก) **หนอนกระทู้** (Army worm : *Spodoptera exigua* Hb. หรือ *Laphygma exigua*)

แมลงทำลายต้นหอมชนิดหนึ่ง (*Spodoptera exigua* Hb. หรือ *Laphygma exigua*) วางไข่บนต้นหอมหรือต้นพริก เมื่อเป็นตัวหนอน ชาวบ้านเรียกว่า หนอนกระทู้ หนอนกระทู้เป็นศัตรูที่สำคัญต่อต้นหอมในไร่และหัวหอมในโรงเก็บ ได้ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารเทียม 3 รุ่นแรก (generations) ปรากฏว่า เติบโตจากไข่เป็นดักแด้ และตัวเต็มวัยไม่แตกต่างกัน

เติบโตจากไข่เป็นดักแด้	ประมาณร้อยละ	26.9 ± 6.0
„ ไข่เป็นตัวเต็มวัย		24.8 ± 5.5
„ ดักแด้เป็นตัวเต็มวัย		86.9 ± 1.5

ที่เจริญจากไข่เป็นตัวเต็มวัยยังต่ำ อาจเป็นเพราะพันธุ์เดิมที่เก็บจากไร่ ได้รับยาฆ่าแมลงหรือเหตุอื่น

ไข่	4	Krad	ไข่อายุ 2 วัน ไม่สามารถฟักเป็นตัว
หนอน	12.5	„	ตาย ร้อยละ 50
	46	„	ตาย „ 99
ดักแด้	25	„	ดักแด้อายุ 3 วัน ร้อยละ 18.5
	50	„	„ „ 92.5
	100	„	„ „ 100

ในระยะหลัง ผลการเพาะเลี้ยงก้าวหน้าได้ผลดีกว่าปฏิบัติการในระยะ 3 รุ่นแรกมาก กล่าวคือ การเจริญเติบโตจากไข่เป็นดักแด้ ประมาณร้อยละ 66.93 ± 3.9 และการเจริญเติบโตจากไข่เป็นตัวเต็มวัยประมาณร้อยละ 62.74 ± 2.8 การทำให้เป็นหมันโดยอาบรังสีดักแด้ที่แก่แล้ว ตัวผู้ที่เกิดจากการอาบรังสีดักแด้ 50 Krad เมื่อผสมกับตัวเมียที่มิได้อาบรังสี จะทำให้ไข่ฟักเป็นตัวได้เพียงร้อยละ 3.38

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข) **หนอนกอข้าว** (Rice Stem Borers)

หนอนกอข้าวที่สำคัญในประเทศไทย คือ:

1. *Chilo suppressalis* Walk
2. *Chilotraea polychrysa* (Meyr)
3. *Tryporyza incertulas* Walk
4. *Tryporyza* (*Scirpophaga*) *innotata* Walk.
5. *Sesamia inferens* Walk.

ทางสำนักงานได้ดำริในการศึกษาทดลองการกำจัดแมลงศัตรูดังกล่าว โดยรังสีตั้งแต่ปี 1964 แต่ในขณะนั้นทางกรมการข้าวได้ศึกษาแมลงดังกล่าวอยู่ ต่อมาทางสำนักงานได้ทดลองเพาะเลี้ยงหนอนกอข้าว ที่สำคัญนี้ในอาหารเทียม แต่ก็มีหน่วยราชการอื่นหลายแห่งรับหน้าที่ในการเพาะเลี้ยงโดยอาหารเทียม ทางสำนักงานจึงมิได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงอย่างจริงจัง เพราะเป็นการสิ้นเปลือง แต่มุ่งศึกษาในด้านทำให้หนอนกอเป็นหมันโดยรังสี ตามแต่กำลังคนและกำลังงบประมาณจะอำนวยให้ ชนิดที่ได้อาบรังสีมาแล้วที่สำนักงาน คือ *Sesamia inferens* และขณะนี้ก็ยังปฏิบัติอยู่ แมลงนี้เป็นหนอนกอที่ร้ายแรงในประเทศไทย และไม่ค่อยมีข่าวเกี่ยวกับการศึกษาการอาบรังสีแมลงชนิดนี้ในต่างประเทศ

หนอนกอที่กล่าวมาทั้งหมดทุกชนิด ยกเว้น *Tryporyza spp.* เพาะเลี้ยงในอาหารเทียมได้ดีทั้งสิ้น แต่ค่าเพาะเลี้ยงยังแพงมาก

ค) **แมลงวันผลไม้ภาคตะวันออก** (Oriental fruit fly : *Dacus dorsalis* Hendel)

เพื่อให้ได้ตัวแมลงวันนี้มาใช้ในการทดลอง ได้เพาะเลี้ยงในกล้วยน้ำว้า ระยะตั้งแต่ไข่จนเป็นตัวเต็มวัย (ในกล้วยน้ำว้า) ประมาณ 3 สัปดาห์ ตัวเต็มวัยมีอายุได้ $1\frac{1}{2}$ เดือน $2\frac{1}{2}$ เดือน ค่าเพาะเลี้ยงประมาณ 1 ล้านตัว/250 บาท ซึ่งนับว่าถูกกว่าเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมมาก ในด้าน Disinfestation ศึกษาหาขนาดรังสีในการฆ่าขั้นการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของตัวแมลงในมะม่วง ในกล้วย ในมะละกอ และในส้ม:—

ค.1) **ในมะม่วงน้ำดอกไม้**

เก็บที่อุณหภูมิ ห้อง (27 ± 1) หรือ 20°C ภายหลังอาบรังสีขนาดรังสี 29 Krad ฆ่าไข่อายุ 24 ชั่วโมงได้ร้อยละ 99 เก็บที่อุณหภูมิ 17°C หลังอาบรังสีขนาดรังสีเพียง 20 Krad ฆ่าไข่อายุ 24 ชั่วโมงได้ร้อยละ 99

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ค.2) ในกล้วยหอมทอง

– เก็บที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 1^{\circ}C$ หรือ $20^{\circ}C$ หลังอาบรังสี ขนาดรังสี 12 Krad ฆ่าไข่อายุ 24 ชั่วโมง ได้ร้อยละ 99

– เก็บที่อุณหภูมิ $17^{\circ}C$ หลังอาบรังสี ขนาดรังสี 10 Krad ฆ่าไข่อายุ 24 ชั่วโมง ได้ร้อยละ 99

ตัวหนอนซึ่งยังอ่อนอยู่ในมะม่วง และในกล้วย ต้องใช้ขนาดรังสี 50 Krad จึงฆ่าได้หมด

ตัวหนอนแก่เต็มที่ (ซึ่งจะมีในผลไม้ที่สุกเต็มที่เท่านั้น) ต้องใช้ขนาดรังสีสูงกว่า 100 Krad ขึ้นไป จึงฆ่าได้หมด

ดักแด้ที่แก่เต็มที่ (ซึ่งจะพบในผลไม้ที่สุกเต็มที่เท่านั้น) ต้องใช้ขนาดรังสี 96 Krad จึงไม่สามารถออกเป็นตัวเต็มวัย

สรุป ขนาดรังสีที่สมควรใช้ในการขจัดแมลงวันผลไม้นั้น คือ ระหว่าง 35 ถึง 50 Krad เพราะขนาดดังกล่าว จะฆ่าไข่ซึ่งสุกเต็มที่ (อายุมากกว่า 30 ชั่วโมง) และฆ่าตัวหนอนที่ยังอ่อนอยู่ในผลไม้ดิบได้หมด และขนาดดังกล่าวจะทำให้ตัวหนอนที่แก่เต็มที่ หรือตัวดักแด้ หรือตัวเต็มวัย แม้จะมีชีวิตอยู่แต่ก็เป็นหมันหรือตายไปในที่สุด ขนาดรังสีสูงกว่า 50 Krad อาจทำให้ผิวผลไม้บางชนิดช้ำได้

การอาบรังสีมะละกอ และส้ม ได้ศึกษาโดยการจุ่มน้ำร้อนก่อน และอาบรังสีภายหลัง เพื่อหาขนาดรังสีที่ต่ำที่สุด และฆ่าแมลงวันได้ดีที่สุด ขณะนี้ยังมิได้สรุปผล เพราะยังไม่ได้ข้อมูลที่แน่นอน

ในด้าน Sterilization (การทำให้เป็นหมัน เพื่อปล่อยไปลดประชากร):

ขนาดรังสี 10–12 Krad จะทำให้แมลงวันทั้งตัวผู้และตัวเมียเป็นหมันหมด เมื่ออาบในขั้นดักแด้ที่แก่เต็มที่ (อายุประมาณ 8 วันขึ้นไป)

ขนาดรังสีดังกล่าว ทำให้ดักแด้ประมาณร้อยละ 2 เท่านั้นที่ไม่ออกเป็นตัวเต็มวัย

9.2.3 การศึกษาแมลงอื่น ๆ

ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นยุงนำไข้เลือดออกในประเทศไทย และนำโรค yellow fever ในต่างประเทศ ยุงชนิดนี้ดูดเลือดคนทั้งกลางวันและกลางคืน ได้ศึกษา

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การทำให้เป็นหมันโดยรังสี โดยอาบขั้นตัวเต็มวัย อายุ 4–40 ชั่วโมง ขนาดรังสี 12 Krad ทำให้ยุงตัวผู้เป็นหมันร้อยละ 100 เมื่อปล่อยยุงตัวผู้ที่เป็นหมันนี้ รวมกับยุงที่ไม่อาบรังสี และยุงตัวเมียที่ไม่ได้อาบรังสีด้วยอัตราส่วน 20:1:1 จะทำให้ไข่ที่เกิดจากตัวเมียฟักเป็นตัวเพียงร้อยละ 4.3

จากการผสมพันธุ์ และจากการผ่าตัดยุง ศึกษาการถ่ายเทอสุจิ อาจสรุปได้ว่ายุงที่เป็นหมันนั้นสามารถผสมพันธุ์ได้อย่างดี และเมื่อเชื้ออสุจิเข้าผสมกับไข่แล้วจะทำให้ไข่ไม่ฟักเป็นตัว

ยุงธรรมดา *Culex pipiens fatigans* เป็นยุงดูดเลือดคนตอนกลางคืน และนำโรคเท้าช้างได้

สำนักงานได้ศึกษาโดยการทำให้เป็นหมันโดยใช้สารเคมี ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศอยู่ระยะหนึ่ง และมิได้ศึกษาต่อ ในปัจจุบันกำลังเพาะเลี้ยงยุงนี้ เพื่อศึกษาทำให้เป็นหมันโดยรังสี

บั่ว *Pachydiplosis oryzae* เป็นแมลงศัตรูข้าวที่ร้ายแรงชนิดหนึ่ง โดยตัวหนอนอาศัยเกาะกินภายในลำต้นข้าว สำนักงานได้เพาะไข่ของแมลงนี้บนต้นข้าว และนำเอาหนอนมาเพาะในอาหารเทียม แต่เนื่องจากการเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมเป็นเรื่องสิ้นเปลือง และการเพาะเลี้ยงในต้นข้าว ก็จำเป็นต้องมีนาข้าวใช้ทดลอง จึงยังมิได้ศึกษาต่อ

เพลี้ยจักจั่น Rice leaf hopper (*Nephotettix apicalis*) เป็นพาหะนำโรคใบสีส้มในข้าว สำนักงานได้เคยเพาะเลี้ยงแมลงนี้บนต้นข้าว ได้ศึกษาการทำให้เป็นหมัน โดยรังสีพร้อมกับศึกษาการผสมพันธุ์โดยการผ่าตัดตัวเพลี้ยจักจั่น แมลงนี้จัดอยู่ในจำพวกที่ถ้าทำให้รุ่นพ่อแม่เป็นหมันแล้ว รุ่นลูกหลานจะเป็นหมันมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นหลักที่ดีในการควบคุมประชากรของแมลงนี้ แต่เพราะว่าแมลงนี้บอบบางมาก ไม่สะดวกในการขนส่งตัวที่เป็นหมันไปปล่อยในธรรมชาติ และตัวเต็มวัยก็มีอายุสั้นมาก จึงยังมิได้มีการศึกษาต่อ

แมลงศัตรูที่ทำลายปลาเค็ม: ขณะนี้สำนักงานกำลังศึกษาหาขนาดรังสี ซึ่งจะทำลายไข่และตัวหนอนของแมลงวันชนิดต่าง ๆ ในปลาเค็ม ถ้าปลาเค็มปราศจากแมลงแล้ว จะเก็บได้นานตั้งแต่ 3 ถึง 6 เดือน แต่ถ้ามีไข่ของแมลงวันอยู่แล้ว จะเก็บได้ไม่เกิน 3 วันก็จะเน่าและเห็นหนอนจำนวนมากมายในช่องท้องของปลา ทางสำนักงานกำลังศึกษาถึงคุณภาพของปลาเค็มอาบรังสีด้วย โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือจาก FAO/IAEA

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

9.3 อาหารอาบรังสี

การใช้รังสีแกมม่า, ลำอิเลคตรอน (electron beam) จากเครื่องเร่งอนุภาคในการถนอมอาหาร เป็นวิธีการใหม่ ซึ่งอาจนับได้ว่า มีคุณประโยชน์หลายประการเกี่ยวกับการถนอมอาหาร ในบางกรณี วิธีถนอมอาหารที่เคยปฏิบัติกันอยู่เดิม ไม่สามารถดำเนินการได้ดีเท่าเทียมกับการอาบรังสี แนวการใช้รังสีในการถนอมอาหารอาจสรุปได้ กล่าวคือ

ฆ่าแมลง หรือทำลายไข่ของแมลง ที่มีอยู่ในอาหาร
ฆ่าพยาธิที่มีอยู่ในอาหาร
ฆ่าจุลอินทรีย์บางส่วน หรือทั้งหมด ที่มีอยู่ในอาหาร แล้วแต่กรณี
ชะลอการสุกของผลไม้
ยับยั้งการงอกของ มันฝรั่ง, หอมหัวใหญ่ ฯลฯ

อาหารที่ได้รับการอาบรังสีอย่างถูกต้องเหมาะสมจะมี สี, กลิ่น, รส และ คุณภาพอื่นไม่เปลี่ยนแปลง อาจมีการสูญเสียบางอย่าง เป็นต้นว่า วิตามิน ฯลฯ แต่ก็จะไม่มีผลกระทบกระเทือนคุณค่าทางโภชนาการอย่างแท้จริง อาหารที่อาบรังสีอย่างถูกต้องไม่มีสารรังสีเหลือตกค้างอยู่ในอาหารนั้นๆ ในกรณีหลังนี้ จะเห็นได้ว่า วิธีการอาบรังสีควรจะดีกว่าการอบควันสารที่เป็นพิษ หรือการใช้ยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีอื่น ซึ่งอาจมีสิ่งที่เป็นพิษเหล่านั้นตกค้างอยู่ในอาหารได้บ้าง อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้เกรงว่า รังสีแกมม่าพลังงานต่ำที่ใช้ในการถนอมอาหาร อาจทำให้องค์ประกอบของอาหารเปลี่ยนแปลงไป และสิ่งเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นสิ่งชักนำให้เกิดเป็นโรคมะเร็ง หรือมีผลทางกรรมพันธุ์ต่อผู้บริโภค จึงได้มีความเข้มงวดในการทดสอบ ที่เรียกว่าการทดสอบ wholesomeness ให้สัตว์ทดลองทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่จำนวนมาก บริโภคอาหารอาบรังสีอยู่หลายชั่วอายุ เพื่อให้เป็นที่มั่นใจว่า จะไม่เกิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์ผู้บริโภคอาหารอาบรังสีแต่ละอย่างที่จัดทำขึ้น

อย่างไรก็ตาม พึงระลึกด้วยว่า วิธีปฏิบัติต่ออาหารในการถนอมอาหารเท่าที่เคยปฏิบัติกันมา เช่น การผสมสารเคมีลงไปด้วย, การใช้ความร้อนสูง, การรมควัน, การหมักดอง ฯลฯ ไม่เคยมีการเข้มงวดในการทดสอบดูจอาหารอาบรังสี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมนุษย์กลัวรังสีนับตั้งแต่มีการระเบิดนิวเคลียร์เป็นต้นมา ในปัจจุบัน การร้องเรียนไม่ไว้วางใจอาหารอาบรังสีอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะในประเทศที่ก้าวหน้าทางวิชาการ มีผลกระทบกระเทือนไปยังประเทศอื่นๆ ทั่วโลก สมควรพิจารณาให้ถ่องแท้ว่าการเรียกร้องไม่ไว้วางใจนั้น เป็นเรื่องทางวิชาการโดยถูกต้องแท้จริง หรือด้วยเหตุอื่น การอาบรังสีอาหารย่อมมุ่งหมายเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจของประเทศ ไม่ว่าเพื่อการค้าการบริโภคภายในประเทศ หรือเพื่อการค้ากับต่างประเทศ การดำเนินการอาบรังสีอาหารเพื่อใช้ในวงจำกัดไม่เห็นมีผู้ร้องเรียนอย่างใด เป็นต้นว่า การอาบรังสีอาหารเพื่อมิให้มีเชื้อโรคใด ๆ ตกค้างอยู่ในอาหารเพื่อให้คนไข้กรณีพิเศษบริโภค หรืออาหารที่มนุษย์อวกาศสหรัฐอเมริกานำติดตัวเดินทางไปดวงจันทร์ ก็ได้รับการอาบรังสี เพื่อให้ปราศจากเชื้อโรคทุกชนิด

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

การที่สำนักงาน พปส. ดำเนินการศึกษาทดลองอาบรังสีอาหารของบ้านเราหลายชนิด ก็เพื่อให้ได้ข้อมูลพร้อมไว้ในกรณีที่อาหารอาบรังสีบางอย่างในโอกาสต่อไปจะเหมาะสมสำหรับการค้าระหว่างประเทศ เป็นต้นว่า ข้าวสารอาบรังสีเพื่อฆ่าแมลง ฆ่าไข่แมลง ผลไม้บางอย่างอาบรังสีเพื่อทำลายไข่แมลงที่เปลือก และชะลอการสุก เพื่อขนส่งไปต่างประเทศได้โดยที่ไม่ต้องใช้เรือมีห้องปรับอุณหภูมิเป็นพิเศษ อาหารที่อาบรังสีบางอย่างเพื่อประโยชน์ในการใช้บริโภคภายในประเทศ ในขณะที่กิจการห้องเย็นยังไม่แพร่หลายไปทั่วประเทศอย่างในประเทศอื่น อาหารบางอย่างที่ผลิตได้เฉพาะฤดูกาลเมื่ออาบรังสีแล้วเก็บไว้ได้ระยะเวลานานภายในประเทศ ก็จะลดความจำเป็นในการสั่งซื้อจากต่างประเทศ

9.3.1 : อาบรังสีอาหารเพื่อขจัด แมลง, ไข่ของแมลง

เมล็ดพืชที่เก็บเกี่ยวแล้ว ในระหว่างการเก็บรักษา หรือในระหว่างการขนส่ง มักได้รับความเสียหายมาก เนื่องจากแมลงที่เกิดจากไข่ที่ติดอยู่

ก. ข้าวสาร : เมื่อ พ.ศ. 2509 กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงเศรษฐการแจ้งว่าในการส่งข้าวออกไปจำหน่ายต่างประเทศเป็นระยะทางไกล เช่น ตลาดในยุโรป ต้องใช้เวลาขนส่งนาน เมื่อข้าวไปถึงปลายทางก็ทำให้เกิดเป็นรังเป็นหนอนขึ้น เป็นที่รังเกียจของผู้ซื้อ ต้องนำข้าวไปสีทำความสะอาดใหม่ก่อนนำออกจำหน่าย ในการนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้น เป็นเหตุให้ข้าวไทยขายแข่งขันสู้กับประเทศอื่นไม่ได้ จึงควรแก้ไขปัญหาเพื่อป้องกันมิให้ข้าวเกิดเป็นรังหนอน

เนื่องจากเรื่องนี้เป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งเรื่องหนึ่งของไทยและยังไม่สิ้นสุด ในเอกสารฉบับนี้ จึงบันทึกข้อมูลและการศึกษาของสำนักงาน พปส. เท่าที่ได้ดำเนินการเพื่ออาจใช้ประกอบการพิจารณาการแก้ปัญหาในโอกาสต่อไปได้อีก

พ.ศ. 2508 – 2509 ราคาข้าวไทย (ข้าวขาว หักราว 5 – 7%) ขายส่งถึงตลาดในกรุงลอนดอน ราคา เมตริกตันละ 59 ปอนด์ 10 ชิลลิง เมื่อทำการขัดส่งใหม่แล้ว ราคาที่โรงสีในอังกฤษ เมตริกตันละ 75 ปอนด์ ปรากฏว่า เนเธอร์แลนด์ ก็ปฏิบัติต่อข้าวไทยที่ซื้อไปในทำนองเดียวกัน

แมลง : หัวหน้างานด้านกีฏวิทยาของกระทรวงเกษตร, ประมงและอาหาร ของสหราชอาณาจักรเปิดเผยอย่างไม่เป็นทางการให้กับผู้เชี่ยวชาญ (ชาวอังกฤษ) ของทบวงการ ฯ ที่ประจำอยู่ที่สำนักงาน พปส. ในปี พ.ศ. 2509 ว่า

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

พ.ศ.	ข้าวจากประเทศ	จำนวนครั้ง การตรวจตัวอย่างข้าว	จำนวนครั้ง ที่พบแมลง ฯลฯ ในข้าว
2496 — 2506	ไทย	406	381
	พม่า	203	203
	ออสเตรเลีย	429	73
	สหรัฐอเมริกา	327	55
2507	ไทย	59	52
2508	ไทย	65	62

ในปี พ.ศ. 2508 : ในการตรวจข้าวไทย 65 ครั้งหรือตัวอย่างนั้น มีแมลง (ไข่, รังหนอน,) ในเกณฑ์มาก 3 ครั้ง, ปานกลาง 24 ครั้ง, นับว่าในเกณฑ์น้อย 35 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2509 มีรายงานเพียง 5 เดือนมีการตรวจตัวอย่างข้าวไทย 19 ครั้ง, แมลงในเกณฑ์มากไม่มีเลย, ไม่มีแมลงเลย 2 ครั้ง, มีปานกลาง 6 ครั้ง, มีน้อย 11 ครั้ง ชื่อของแมลงที่บันทึกต่อไปนี้ ไม่ได้หมายความว่า ทุกชนิดมีปรากฏอยู่ในข้าวไทยทุกครั้งที่ส่งไปถึงกรุงลอนดอน :—

มีปรากฏแทบทุกครั้ง : คือ *Tribolium casteneum, Oryzaephilus surinamensis, Sitophilus oryzae, Tenebroides mauritanicus, Cadra cautella, Corcyra cephalonica.*

มีปรากฏบ่อยครั้ง : *Ahasverus advena, Alphitobius diaperinus Cryptolestes* spp. (unidentified), *Sitophilus zeamais.*

ที่มีในบางครั้ง : (ไม่ประสงค์จะแจ้งชื่อให้ยืดยาว ณ ที่นี้)

พ.ศ. 2509 สำนักงาน พปส. ได้รับความช่วยเหลือจากกระทรวงเกษตร ชี้แจงว่า เฉพาะแมลงที่ทำให้เกิดรังในข้าวสาร อาจมีอยู่ 2 ชนิด คือ *Ephestia elutella* Zell (ซึ่งเป็นมอดรังในแป้งทั่วไปด้วย) และ *Plodia interpunctella* Hübn (ผีเสื้อปีกสีทองแดงครึ่งหนึ่ง สีเทาครึ่งหนึ่ง) แมลงสำคัญที่อาจมีในข้าวไทยที่ส่งไปขายยังประเทศในยุโรป มีดังนี้. มอด (งวง) ข้าวเปลือกรวมทั้งข้าวสาร [*Sitophilus* (*Calandria*) *oryzae* Linn.] ; มอดข้าวเปลือก (ชนิดผีเสื้อ) (*Sitotroga cerealella* Oliv.) ; มอดรำ มีในข้าวสารด้วย (*Triboleum casteneum* Herbst. และ *Tribolium confusum* Duv.) ; มอดแป้ง (*Oryzaephilus surinamensis* Linn.) และ ด้วงแป้ง (*Tenebrioides mauritanicus* Linn.) เหล่านี้เป็นที่รู้จักในหมู่ผู้ส่งข้าวหรือแป้ง ตลอดจนหมู่โรงสี และโกดังเก็บข้าวในประเทศไทย

ข้อมูลอื่น เพื่อประกอบการพิจารณา : ข้าวสารที่ส่งออกนอกประเทศปริมาณร้อยละ 30 ทำการสีข้าวในกรุงเทพ ฯ ประมาณร้อยละ 70 ทำการสีข้าวนอกกรุงเทพ ฯ เข้าใจว่าในภาคปฏิบัติการส่งเป็นข้าวสารมาท่าเรือกรุงเทพ ฯ จากต่างจังหวัด คุ้มค่าทางเศรษฐกิจกว่าการขนส่งในรูป

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข้าวเปลือก ข้าวเปลือกของบริษัทข้าวไทยเก็บรักษาในถัง (Silo) แต่บริษัทข้าวไทยเป็นผู้ส่งข้าวสารออกขายตลาดในเอเชียเป็นส่วนใหญ่ ข้าวเปลือกนอกกรุงเทพ ฯ เก็บเป็นกองข้าวเปลือกในยุ้งฉาง ข้าวที่ส่งออกขายไปยังตลาดในยุโรปส่วนมากทำการสีข้าวต่างจังหวัด เมื่อทำสัญญาซื้อขายแล้วโรงสีจึงจะทำการสีข้าว และบรรจุกระสอบลำเลียงมากรุงเทพ ฯเพื่อบรรทุกเรือใหญ่ การขนส่งไปตลาดในยุโรปจากท่าเรือกรุงเทพ ฯใช้เวลา 1 เดือน หรือกว่า 1 เดือน ในบางกรณี (ตามความประสงค์ของผู้ซื้อในต่างประเทศ) ในระหว่างอยู่ในเรือลำเลียงใกล้ท่าเรือกรุงเทพ ฯ ทำการอบควันด้วย methyl bromide โดยเจ้าหน้าที่กระทรวงเกษตร หรือบริษัทเอกชน ค่าบริการ ตันละ 15 – 20 บาท เมื่ออบควันแล้วต้องรออยู่ในเรือลำเลียง 3 วัน ก่อนที่เรือใหญ่จะยินยอมให้ขนกระสอบข้าวสารบรรทุกในเรือใหญ่.

การศึกษาและดำเนินงานเกี่ยวกับข้าวสารอาบรังสี

เท่าที่สังเกต การเก็บข้าวเป็นกองข้าวเปลือกนั้น ผีเสื้อข้าวเปลือกอาจวางไข่ได้ก็คงเฉพาะที่ข้าวเปลือกส่วนผิวนอกของกอง ความเสียหายอาจไม่สำคัญเท่ากับการวางไข่ของแมลงที่ข้าวสารเมื่อทำการสีแล้ว ข้าวสารอาจติดไข่ของแมลงที่อาจมีแพร่กระจายในโรงสีข้าว หรือแมลงอาจมีโอกาสวางไข่ที่ข้าวสารได้อีก แมลงที่สำคัญในระยะนี้ตามที่ได้ศึกษาใน ข้อ 9.2 ได้แก่ ด้วงงวงข้าวสาร มอดแป้ง ผีเสื้อข้าวสาร ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงยาสูบ ฯลฯ

1) จากผลของการศึกษาการอาบรังสีเพื่อฆ่าแมลง และไข่ของแมลงต่าง ๆในข้อ 9.2 ปริมาณรังสีแกมม่า ขนาด 50 – 60 Krad จะไม่ทำให้ไข่ฟักเป็นตัว และจะฆ่าตัวหนอน หากดักแด้และตัวเต็มวัยรอดชีวิตอยู่ก็จะเป็นหมันไม่ขยายการวางไข่ต่อไปอีก

2) ปริมาณรังสีขนาด 50 – 60 Krad จะไม่ทำให้คุณภาพของข้าวในด้านการชิมรส, กลิ่น และคุณสมบัติการหุงต้ม เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ข้าวสารอาจรับรังสีได้สูงถึง 100 Krad โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าว ข้าวเหนียวอาบรังสี 60 Krad ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ

3) สำนักงาน พปส. รายงานการคาดคะเนว่า การอาบรังสีข้าวสารที่บรรจุเป็นกระสอบ 100 กิโลกรัม ตามปกติ หากใช้ต้นกำเนิดรังสี Co – 60 ความแรง 3 หมื่นคูรี มีการอาบรังสีชั่วโมงละ 11 ตัน (24 ชม.ต่อวัน, 6 วันต่อสัปดาห์ และ 50 สัปดาห์ต่อปี) และหากค่าลงทุนโรงงานและต้นกำเนิดรังสี รวม 4.5 ล้านบาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการอาบรังสีข้าวสารบรรจุเป็นกระสอบ 100 กก. ประมาณ เมตริกตันละ 15 บาท การอาบรังสีข้าวแบบไม่บรรจุกระสอบก่อนที่จะเก็บในถัง silo หรือยุ้งฉาง ต้องพิจารณาประเมินค่าลงทุนแตกต่างออกไปอีก

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

4) การอาบรังสีข้าวสารเป็นกระสอบ เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนการผลิต นับว่าเท่าเทียมกับการอบควันmethyl bromide การอบควันต้องรอการบรรทุกเรืออีก 3 วันเป็นอย่างน้อย การอบควันและการอาบรังสี มิได้ป้องกันไม่ให้แมลงวางไข่ที่ข้าวสารได้อีกในระยะต่อมาก่อนส่งถึงปลายทาง แต่การอาบรังสี ไม่มีสารที่เป็นพิษตกค้างเหลืออยู่

5) พ.ศ. 2510 โครงการที่เสนอเพื่อขอให้กองทุนพิเศษสหประชาชาติ สนับสนุนการก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องอาบรังสีขนาดแบบกึ่งการค้า สำหรับดำเนินการปี พ.ศ. 2511 ถึง 2515 ไม่บรรลุผล

6) แมลง, ไข่ของแมลง ในข้าวสารไทยที่ส่งถึงปลายทางมีมากชนิด และบางชนิดไม่เคยประสบในประเทศไทย ส่อให้เห็นว่า อาจติดในสถานที่เก็บในเรือ หรือในระหว่างการขนถ่ายที่อื่นด้วย สำนักงาน พปส. พร้อมที่จะทำการทดลองอาบรังสีข้าวสารเพื่อทดสอบการติดไข่ของแมลงจากแหล่งอื่นในระหว่างการขนส่งเป็นกระสอบ ในที่สุดไม่มีโอกาสที่จะกระทำได้

7) ในปี พ.ศ. 2514 ได้ทดลองข้าวสารอาบรังสี บรรจุถุงพลาสติค polypropylene หนา 6 มิล ถุงละ 1 กก. แล้วบรรจุในกล่องกระดาษลอน ส่งทางเรือตามปกติไปยังสถาบันพลังงานปรมาณูอินโดนีเซีย ปรากฏว่าไม่มีแมลงเกิดขึ้น หรือเข้าไปวางไข่ได้หากถุงไม่แตกขาด การทดลองส่งไประยะทางไกลกว่านี้อาจดำเนินการต่อไป ขณะนี้ยังไม่สามารถประเมินค่าโสหุ้ยวิธีการบรรจุหีบห่อ

8) ตั้งแต่ พฤศจิกายน พ.ศ. 2511 คณะรัฐมนตรีอนุมัติในหลักการ ให้บริจาคข้าวสาร ปีละ 10 ตัน เป็นระยะเวลา 2 ปี พร้อมด้วยค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จาก กรุงเทพฯ ไปยังสถาบันในยุโรป ที่รับจะทำการทดลอง wholesomeness ของข้าวสารอาบรังสี ในขณะนี้ยังดำเนินการติดต่อเพื่อหาสถาบันที่จะรับดำเนินการเรื่องนี้ให้

9) หากเป็นที่ยอมรับระหว่างประเทศเป็นทางการ ว่า ข้าวสารอาบรังสีมนุษย์บริโภคได้เมื่อใดแล้ว จึงสมควรดำเนินการฆ่าไข่ของแมลงและแมลงในข้าวสารด้วยวิธีการอาบรังสีข้าวสารเพื่อกิจการค้าโดยเฉพาะการค้าระหว่างประเทศ

10) ข้อสรุป: ข้าวสารบรรจุกระสอบที่มีแมลงหรือไข่ของแมลงติดอยู่ สามารถที่จะฆ่าไข่ของแมลงและแมลงได้ด้วยวิธีการอาบรังสี การอาบรังสีไม่ใช่วิธีการที่ป้องกัน ข้าวสารในกระสอบอาจติดไข่ของแมลงได้อีกในระหว่างการขนส่ง หากการขนส่งใช้ระยะเวลานาน ไข่ก็จะฟักเป็นตัวหนอน หรือเป็นแมลงให้ปรากฏที่ปลายทางได้อีก ยังไม่ได้ทำการทดสอบระหว่างประเทศให้เป็นที่ยอมรับว่าข้าวสารอาบรังสีมนุษย์บริโภคได้ในปัจจุบัน สมควรที่จะพิจารณาว่า วิธีแก้ปัญหาเรื่องหนอนและแมลงในข้าวสารด้วยวิธีการอาบรังสีเป็นการขบปัญหาปลายเหตุ น่าที่จะกำหนดมาตรการให้มีความสะอาดเพียงพอที่โรงสีข้าว เพื่อมิให้ข้าวสารติดไข่แมลง หรือแมลงวางไข่ได้ ณ ที่นั้น รวมทั้งพิจารณาการบรรจุหีบห่อให้เหมาะสม

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

9.3.2 การอาบรังสีผลไม้เพื่อฆ่าไข่ของแมลงในเปลือก และเพื่อยืดเวลาให้สุกช้าลง (delayed ripening)

การศึกษาอาบรังสีผลไม้ มุ่งหวังทำลายไข่ของแมลงที่มีที่เปลือก หรือผิวของผลไม้ ซึ่งให้ผลในการฆ่าตัวหนอนที่อาจมีอยู่ในเมล็ดด้วย ทั้งนี้เพราะมีหลายประเทศ ดำเนินการกักกันผลิตผลประเภทนี้เข้าภายในประเทศ การยืดอายุการสุกของผลไม้อาจมีผลให้ดำเนินการจัดส่งผลไม้เป็นสินค้าไปขายในต่างประเทศได้ โดยไม่ต้องอาศัยเรือที่มีห้องปรับอุณหภูมิเป็นพิเศษ

ในระยะแรก ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับระยะ climacteric ของผลไม้ ทำให้การศึกษาทดลองได้ผลไม่แน่นอน ระยะ climacteric ของผลไม้ คือ อายุของผลไม้ ซึ่งนับตั้งแต่บัดนั้นไป ผลไม้จะมีปฏิกริยาภายในเพื่อการสุก การอาบรังสีเมื่อผลไม้เริ่มระยะ climacteric แล้ว จะไม่มีผลที่จะชะลอการสุกได้ ด้วยเหตุนี้จึงต้องศึกษา respiration rate ของผลไม้แต่ละชนิดที่นำมาทดลองอาบรังสี และสั่งจองผลไม้จากสวนเฉพาะแห่งเพื่อทราบอายุของผลไม้ที่แน่นอน

ก. กล้วยหอม (*Musa sapientum*, Linn) : การศึกษาทดลองกล้วยหอมเปลือกบางของไทย นับว่ามีปัญหามาก แต่ละรุ่นที่ได้มาศึกษามักจะแก่ไม่เท่ากันแม้ว่าจะได้ขอให้ชาวสวนติดป้ายวัน–เดือน ที่ทำการตัดปลีแล้วก็ตาม การตัดเป็นหวีกล้วยหรือเป็นลูกหรือการมีรอยขีดข่วน ทำให้มีอัตราการเน่าสูงที่รอยแผลรอยตัดอันทำให้เกิดเชื้อรา ผลของการศึกษา สรุปผลได้ดังนี้: กล้วยหอมที่ยังเขียวจัด (preclimacteric) อาบรังสีแกมม่า 25–30 Krad เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 17–22°ซ ความชื้น 80–90% จะเก็บได้ 7–10 วันนานกว่ากล้วยหอมที่ไม่อาบรังสีที่เก็บในสภาพเดียวกัน คุณค่าทางอาหาร และ รส ไม่แตกต่างจากกล้วยหอมที่ไม่อาบรังสี

ข. มะม่วง (*Magnifera indica* Linn) : ได้เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่ พ.ศ. 2510 โดยใช้มะม่วงอายุต่าง ๆ กัน อาบรังสีปริมาณและเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ ปรากฏว่า มะม่วงอกร่อง อายุ 104 วัน อาบรังสีแกมม่า 40 Krad เก็บรักษาได้นานกว่ามะม่วงอกร่องไม่อาบรังสี 10–16 วัน ณ อุณหภูมิ 18–21°ซ โดยเมื่อสุกแล้ว รส ปริมาณน้ำตาล และ วิตามิน ซี (Ascorbic acid) ไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้, มะม่วงทองดำ และมะม่วงหนังกลางวัน ก็อาจสรุปในชั้นแรกได้ว่า ปริมาณรังสีแกมม่า 30–40 Krad จะทำให้มะม่วงสุกช้าลง ประมาณ 7–10 วัน และรสไม่แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่อาบรังสี

ค. มะละกอ (*Carica papaya*, L.) : ได้ทำการทดลองอาบรังสี มะละกอพันธุ์ฮาวายทั้งการจุ่มน้ำร้อนเสียก่อน และไม่จุ่มน้ำร้อน รังสีแกมม่าสามารถชะลอการสุกของมะละกอได้เฉพาะเมื่ออาบรังสีในระยะ preclimacteric เท่านั้น ระยะหลังจากนี้ กลับจะช่วยเร่งให้สุกเร็วขึ้น สำหรับมะละกอพันธุ์ฮาวาย การอาบรังสี ประมาณ 50–75 Krad และเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 18°ซ ให้ผลทำให้สุกช้าลงประมาณ 10 วัน เป็นที่น่าสังเกตว่า การเก็บมะละกอที่อุณหภูมิต่ำกว่า 18°ซ เป็นต้นว่า 15°ซ จะทำให้คุณภาพเสื่อมลง

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ง. เงาะ (*Nephelium lappaceum*, L.): สำหรับเงาะที่แก่และเก็บเพื่อรับประทานแล้ว พันธุ์สีชมพู เมื่ออาบรังสี ให้ผลในการเก็บรักษาดีกว่าเงาะพันธุ์บางยี่ขัน สำหรับเงาะพันธุ์สีชมพู รังสีแกมม่าปริมาณ 80–100% Krad, เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 17–20°ซ. ความชื้น 80–90% จะทำให้เน่าช้าลงกว่าเงาะที่ไม่อาบรังสี 5–7 วัน รส และ คุณภาพนับว่าไม่เปลี่ยนแปลง เงาะที่ไม่อาบรังสีจะเน่าภายใน 12 วันเมื่อเก็บรักษาในสภาพเดียวกัน

จ. ลำใย (*Euphoria longana*, Lank.) : ผลการทดลองกับลำใยบางพันธุ์ปลูกที่เชียงใหม่ ที่เก็บเมื่อผลแก่ได้ที่แล้ว และใช้เวลาในการขนส่งมายังสำนักงาน พปส. ภายหลังการเก็บ ประมาณ 24–36 ชม. ปรากฏว่าการอาบรังสี 150–200 Krad, เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 17°ซ, ความชื้น 80–90% จะช่วยยืดอายุการเก็บได้นานกว่าที่ไม่อาบรังสี ประมาณ 10 วัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ เป็นต้นว่า 12°ซ จะยืดเวลาการเก็บได้นานออกไปอีกเป็น 15 วันและกว่านั้น สำหรับพันธุ์เบี้ยวเขียว และพันธุ์ดอยยอดขาว เมื่ออาบรังสีแล้ว สี กลิ่น และ รส ปริมาณน้ำตาล และวิตามิน ซี ไม่แตกต่างไปจากที่ไม่อาบรังสี แต่ลำใยพันธุ์จำลอง การอาบรังสี ทำให้เปลี่ยนแปลงในทางเสื่อมลง ทั้ง สี กลิ่น และ รส

9.3.3 การอาบรังสีอาหารเพื่อฆ่าจุลอินทรีย์บางชนิด

ได้เริ่มศึกษาการอาบรังสีปลาทะเลหลายชนิด ตั้งแต่ พ.ศ. 2509 เพื่อทราบปริมาณรังสีและอุณหภูมิการเก็บอันเหมาะสม เพื่อที่จะเก็บอาหารสดให้ได้นานกว่าเดิมโดยที่คุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง ในระยะต่อมาได้มุ่งเฉพาะ ปลาทู (Chub mackerel : *Rastrellinger spp.*) และ กุ้ง (Shrimp : *Penaeus spp.*)

ก. ปลาทูสด: อาจอาบรังสีปลาทูสด ปริมาณ 1 ล้าน rad (1 Mrad) ได้โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สี กลิ่น และการชิมรส การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น หากใช้ปริมาณรังสีสูงกว่านี้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณรังสี 200 และ500 Krad, เก็บรักษา ณ 3°ซ ใช้ในการถนอมเนื้อปลาทูสดได้นานถึง 71 วัน โดยทำให้ยังสดอยู่ และไม่มีการเปลี่ยนแปลง สี กลิ่น และ การชิมรส เนื้อปลาทูสดที่ไม่อาบรังสีที่เก็บรักษา ณ สภาพเดียวกันจะเน่าเมื่อเก็บไว้เพียง 14 วัน

ข. ปลาทูนึ่ง: นำปลาทูนึ่ง (ที่ดำเนินการต้มด้วยวิธีเป็นการค้าในตลาด) ที่ต้มเสร็จใหม่จากโรงงานมาทดลองอาบรังสี ปริมาณ 100, 200 และ 300 Krad, เก็บรักษาอุณหภูมิปกติ (25–30°ซ) และทำการวัดปริมาณ trimethylamine nitrogen และ total volatile basic nitrogen เป็นดรรชนี หรือตัวเลขชี้ความสด และศึกษาปริมาณจุลอินทรีย์ และ ทดสอบคุณภาพด้วยการชิม เปรียบเทียบกับปลาทูนึ่งไม่อาบรังสีเก็บรักษาในสภาพเดียวกันเป็นระยะ ๆ

ปลาทูนึ่งไม่อาบรังสีเก็บ ณ อุณหภูมิปกติ 2 วัน ก็เริ่มเน่า ส่วนปลาทูนึ่งอาบรังสี 100, 200 และ 300 Krad เก็บได้นาน 5,8 และ 11 วัน ตามลำดับ และยังแสดงสภาพสดและ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ให้ผลการชิมรสดีดุจสิ่งใหม่ ๆ ปริมาณจุลอินทรีย์ในปลาทูสิ่งอาบรังสีมีน้อยกว่าที่ไม่อาบรังสี ร้อยละ 99

ค. กุ้งทะเล : ได้ทำการคัดเลือกกุ้งที่สดที่สุดเท่าที่จะจัดหาได้จากองค์การสะพานปลากรุงเทพ ฯ มาทำการทดลอง ทำการแยกส่วน หัว, ปอกเปลือก และ ผ่านำไส้ออกทิ้ง เนื้อกุ้งสด อาบรังสี ปริมาณ 100 หรือ 200 หรือ 300 Krad, เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 3°ซ หาดรรชนีความสด เปรียบเทียบกับที่ไม่อาบรังสี เนื้อกุ้งไม่อาบรังสี เก็บ ณ อุณหภูมิดังกล่าวได้นานเพียง 12 วัน เนื้อกุ้งสด อาบรังสี เก็บได้นาน 32–48 วัน ที่ 3°ซ คุณภาพ สี, กลิ่น และ การชิมรส ไม่แตกต่างกับเนื้อกุ้งสดเดิม

ง. คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอาหารทะเลอาบรังสี: จุลอินทรีย์ที่มีอยู่ในปลาทะเลอาจแบ่งกว้าง ๆ ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภททำให้ปลาเน่า ประเภทนี้เจริญเติบโตได้ช้าหากเก็บที่อุณหภูมิน้ำแข็ง และทำลายได้หมดสิ้นด้วยการอาบรังสีปริมาณต่ำ อีกประเภทหนึ่ง เป็นต้นว่า Botulinum บางแบบ ซึ่งเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิน้ำแข็ง และต้องใช้ปริมาณรังสีสูงมากที่จะทำลายให้หมดไป การใช้ปริมาณรังสีสูงเพื่อทำลายจุลอินทรีย์ประเภทนี้จะทำให้คุณภาพเนื้อปลาเปลี่ยนไป ไม่เป็นที่นิยมบริโภค Botulinum ก่อให้เกิด toxin ซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภค ตามปกติก่อนที่จะมี toxin เกิดขึ้น ปลาก็เน่าเสียก่อนแล้ว มักทิ้งไปโดยไม่บริโภค หากทำลายจุลอินทรีย์ที่ทำให้ปลาเน่า ก็จะไม่มีเครื่องชี้ให้เห็นว่าไม่สมควรบริโภคเมื่อใด ถ้ามี Botulinum ปนอยู่ด้วยก็จะทำให้มี toxin เพิ่มขึ้น ในปัจจุบัน อยู่ในระหว่างการศึกษาว่า ปลาทูจากอ่าวไทยหรือที่ชาวเราบริโภค ไม่มี Botulinum อยู่ตามปกติ

สำหรับกุ้งทะเล หากทำการอาบรังสีโดยไม่ปอกเปลือกออก จะปรากฏมีจุดดำที่เปลือกกุ้ง ส่วนเนื้อกุ้งไม่เปลี่ยนแปลง ในการแสดงในตลาดที่เชียงใหม่ ผู้ซื้อนิยมซื้อกุ้งไม่ปอกเปลือก และต้องไม่ลวกน้ำร้อน และมีความข้องใจในความสดของกุ้งที่เปลือกมีจุด สำนักงาน พปส. มีความเห็นว่า การอาบรังสีเนื้อกุ้งหรือกุ้งทั้งตัว จะยังไม่เป็นที่นิยมในตลาดสดในปัจจุบัน เพราะเป็นการฝืนความเคยชิน ความรู้ที่ได้รับจากการอาบรังสีอาจเป็นประโยชน์ในโอกาสหลังก็เป็นไปได้

จ. การอาบรังสีปลาป่น (อาหารสัตว์) เพื่อฆ่า Salmonella และจุลอินทรีย์อื่น ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาทดลอง

9.3.4 การอาบรังสีเพื่อยับยั้งการงอก (Sprouting Inhibition)

ตั้งแต่ พ.ศ. 2513 ได้เริ่มศึกษาการอาบรังสีหอมหัวใหญ่ เพื่อป้องกันการงอก ผลการศึกษาทดลอง จะได้รายงานในโอกาสต่อไป.

หมายเหตุ : รายละเอียดในการศึกษาทดลอง ได้รายงานไว้ในเอกสาร THAI.AEC ดังรายการท้ายเล่ม นักวิทยาศาสตร์ในกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ได้รับสัญญาการวิจัย (Research Contract) จากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ:

1. พ.ศ. 2513 ($ 4,000) เรื่อง The Effect of Irradiation in Extending Shelf-Life of Boiled Chub Mackerel (*Rastellinger spp.*).
2. พ.ศ. 2514 ($ 3,000) ต่อเรื่องเดียวกัน
3. พ.ศ. 2514 ($ 3,000) เรื่อง The Gamma Irradiation for the Disinfestatian of insects in salted and dried fish.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

10. งานพิเศษ

10.1 การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติการเครื่องปฏิกรณ์ (Reactor Operator)

เมื่อเริ่มกิจการและเริ่มเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู มีนักวิทยาศาสตร์ผู้ได้รับใบอนุญาตจากต่างประเทศสำหรับการเดินเครื่องและควบคุมเครื่องปฏิกรณ์ 4 คนที่บรรจุรับราชการที่สำนักงาน พปส. การควบคุมและเดินเครื่อง กำหนดผลัดละ 4 ชม. ใช้เจ้าหน้าที่ 3 คน ในวันปฏิบัติงาน การเดินเครื่องปฏิกรณ์ทั้งเช้าและบ่ายใช้เจ้าหน้าที่ 2 ผลัด สำนักงาน พปส. ไม่มีเจ้าหน้าที่พอเพียงตลอดมาตั้งแต่ต้นเพื่อเดินเครื่องปฏิกรณ์เป็นระยะเวลานาน การเดินเครื่องปฏิกรณ์ตลอดเวลา 24 ชม. กระทำไม่บ่อยครั้ง จะปฏิบัติต่อเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องนำสารเข้าอาบรังสีเป็นระยะเวลานาน เพื่อแก้ไขสถานการณ์จึงได้ฝึกอบรม ช่าง, นายช่าง, นักวิทยาศาสตร์บางคนให้มีความสามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์ได้เป็นการภายใน และกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานประจำในกองอื่นที่อบรมแล้วมาช่วยปฏิบัติการเดินเครื่องปฏิกรณ์ในกองปฏิกรณ์ปฏิบัติ

แนวการฝึกอบรม มุ่งให้มีความรู้ความสามารถในการเดินเครื่องปฏิกรณ์ ปปว–1 ของสำนักงาน พปส. ทุกระดับกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ และให้ได้มีความรู้ส่วนประกอบและการทำงานของอุปกรณ์ประกอบของเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อการตรวจซ่อมบำรุงรักษา และให้มีความรู้วิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์และนิวเคลียร์ฟิสิกส์เบื้องต้น

วิชาที่อบรมภาคห้องเรียน 70 ชม. :

A. Elementary Nuclear and Reactor Physics (22 hours) :
   - (a) Radioactivity
   - (b) Interactions of Radiations with Matters
   - (c) Fission Process
   - (d) Neutron Physics
   - (e) Reactor Heat Transfer
   - (f) Reactor Kinetics
   - (g) Reactor Experiments
   - (h) Reactor Hazards.

B. TRR–1 Reactor System (22 hours).

C. Reactor Control and Instrumentations (12 hours) :
   - (a) Reactor Kinetics
   - (b) Reactor States

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

(c) Nuclear Instrumentations
(d) Process Instrumentations
(e) Reactor Control Block Diagram & Functions
(f) Reactivity Effects on Stability.

D. Health Physics (8 hours) :
(a) Radiation Hazards
(b) Permissible Exposure, Dose, etc.
(c) Health Physics Instruments (Handling & Applications)
(d) Methods of Radiation Protection
(e) Radiation Accidents.

E. Reactor Operation Rules and Regulations and Technique (6 hours).

ระยะเวลาการฝึกภาคปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติการ (Operator) : อย่างน้อย 6 เดือน

ผู้ควบคุม (Supervisor) : เคยทำหน้าที่ผู้ปฏิบัติการแล้ว 6 เดือน และอบรมพิเศษอีก 3 เดือน

	บรรจุปฏิบัติงาน ประจำ ที่	หมายเหตุ : พ.ศ 2514
รุ่นที่ 1. พ.ศ. 2506—2507		
ร.อ. สมเจตน์ แตงเที่ยง	กองอุปกรณ์ ฯ	ลาออก
นายสมชาย ไตรยศิลป์	,,	ทำหน้าที่ผู้ควบคุม
นายพีระ มีศรี	,,	โอนไปส่วนราชการอื่น
นายนิตย์ สัมมาพันธ์	กองฟิสิกส์	,,
นายอุทิศ สายมงคล	กองสุขภาพ	ลาออก
นายวิเชียร อินทิม	กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	ทำหน้าที่ผู้ควบคุม
รุ่นที่ 2. พ.ศ. 2507—2508		
น.ท. บุญทรง อธิสุข	กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	
นายโกศล ภู่พิสิษฐ์	,,	ลาออก
นายวิเชียร อธิสุข	กองอุปกรณ์ ฯ	
นายประจักษ์ ชินอมรพงษ์	,,	ทำหน้าที่ผู้ควบคุม
นายวีระ อ่อนท้วม	,,	ลาออก

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

นายประสม สุขสว่าง	กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	
นายผิว ทวีสุข	กองอุปกรณ์ ฯ	
นายบุญช่วย วรสุทธิพงษ์	,,	ลาออก
ร.อ. รัตนะ พุ่มเล็ก	กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	ผู้ควบคุม และ หัวหน้ากอง
รุ่นที่ 3. พ.ศ. 2511—2512		
นายทองจุล จังกาจิต	กองอุปกรณ์ ฯ	ลาออก
นายธวัชชัย โคตรจรัส	,,	ถึงแก่กรรม
นายนาวา วารีวนิช	,,	
นายพิณ ช่วยราม	,,	
นายดำรงค์ ปานจินดา	,,	
นายยศ สินเจริญ	,,	โอนไปรับราชการที่อื่น
นายวิรัช ศรีเพชรดี	,,	
นายประเสริฐ ทองลิ่ม	,,	
นายบรรเทิง เพิ่มภูศรี	,,	
นายชนะ ผิวล่อง	,,	
นายรุ่งโรจน์ แคนยุกต์	,,	
นายสมบูรณ์ พิณรัตน์	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	
นายชูศักดิ์ อนิสสิต	,,	
นายไพรัตน์ วงศ์สวัสดิ์	,,	
นายสมชาย เดชานุวัตติ	,,	

10.2 การอบรมหลักสูตรวิศวกรรมนิวเคลียร์ (Nuclear Engineering)

เพื่อให้เจ้าหน้าที่โดยเฉพาะของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีความรู้ด้านวิศวกรรมนิวเคลียร์เบื้องต้น สำหรับโครงการกิจการไฟฟ้าพลังงานปรมาณูของ กฟผ. ในอนาคต คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติได้มอบหมายให้สำนักงาน พปส. จัดหลักสูตรอบอมวิชานี้ขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ภาคบรรยาย ดำเนินการที่ กฟผ. ภาคปฏิบัติการดำเนินการที่สำนักงาน พปส. กฟผ. เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการเงินสำหรับจัดการบรรยายและจัดหาอุปกรณ์ประกอบ

รุ่นที่ 1. มกราคม 2510 ถึง ธันวาคม 2510: มีผู้เข้ารับการอบรมและจบการฝึกอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ของ กฟผ. 6 คน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

รุ่นที่ 2. มิถุนายน 2511 ถึง กุมภาพันธ์ 2512: มีผู้เข้ารับการอบรมและจบการฝึกอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ กฟผ. 17 คน และเจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. 2 คน

ในรอบปี พ.ศ. 2511 สำนักงาน พปส. ได้จัดการฝึกอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการหลักสูตรอิเลคทรอนิคส์ที่สำนักงาน พปส. ให้แก่เจ้าหน้าที่ กฟผ. รุ่นที่ 1. เป็นเวลา 3 เดือน

สำหรับการฝึกอบรมรุ่นที่ 3. และรุ่นที่ 4. ได้รับความร่วมมือจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย การบรรยายดำเนินการที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ภาคปฏิบัติการดำเนินการที่สำนักงาน พปส. และ กฟผ.ยังเป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการเงินในการจัดหลักสูตรวิศวกรรมนิวเคลียร์ จากประสบการณ์ในการดำเนินงาน รุ่นที่ 1. และ รุ่นที่ 2. ได้ปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมยิ่งขึ้นสำหรับการฝึกอบรม รุ่นที่ 3. และ รุ่นที่ 4. เป็นดังนี้

Nuclear Engineering Course

	Course Number	Hours/Week	
		Lecture	Laboratory
First Semester	1. Advanced Mathematics	3	—
	2. Nuclear Physics	3	—
	3. Reactor Theory	3	—
	4. Thermal & Fluid Mechanics as Applied to Nuclear Power Plants	3	—
	5. Nuclear Instrumentation	2	3
	Credits (14+1) = 15		
Second Semester	6. Reactor Control	3	—
	7. Reactor Shielding	2	—
	8. Reactor Materials	1	—
	9. Health Physics	1	—
	10. Nuclear Reactor Systems	2	—
	11. Reactor Laboratory	—	3
	12. Nuclear Power Economics	2	—
	13. Special Topics	3	—
	Credits (14 + 1) = 15		

รุ่นที่ 3. มิถุนายน 2513 ถึง กุมภาพันธ์ 2514: มีผู้เข้ารับการอบรมและจบการฝึกอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ของ กฟผ. 6 คน และเจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. 1 คน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

รุ่นที่ 4. มิถุนายน 2514 ถึงกุมภาพันธ์ 2515: มีผู้เข้ารับการอบรม และจบการฝึกอบรม เป็นเจ้าที่ของ กฟผ. 6 คน และเจ้าหน้าที่ สำนักงาน พปส. 5 คน

สำนักงาน พปส. ได้รับความช่วยเหลือทางวิชาการจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ โครงการปี ค.ศ. 1970 ต่อเนื่องปี ค.ศ. 1971 จัดให้ผู้เชี่ยวชาญ (Professor M.E. Wacks, Professor of Nuclear Engineering, University of Arizona, Tucson, USA.) มาช่วยปรับปรุงหลักสูตรนี้เป็นระยะเวลา 12 เดือนตั้งแต่สิงหาคม พ.ศ. 2514 และให้ Analog Computer ที่มีอุปกรณ์ประกอบเพื่อใช้เป็น Reactor Simulator (ราคา $ 12,000) สร้างประกอบในประเทศฟินแลนด์ ซึ่งสหรัฐอเมริกาเป็นผู้อุทิศเงินให้ทบวงการ ฯ เพื่อจัดหาให้แก่สำนักงาน พปส. อุปกรณ์นี้ส่งถึงสำนักงาน พปส. ในมีนาคม พ.ศ. 2515

เข้าใจว่า ตั้งแต่ปีการศึกษา 2515–2516 เป็นต้นไปจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยคงจะได้รับอนุมัติดำเนินกิจการ หลักสูตรวิศวกรรมนิวเคลียร์และวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ และ เทคโนโลยี เพื่อเป็นการอบรมขั้นปริญญาโท หรือ ประกาศนียบัตรขั้นสูง ในระยะแรกนี้สำนักงาน พปส. จะได้ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ และการฝึกภาคปฏิบัติการอยู่ต่อไปอีก

10.3 การอบรมไอโซโทปเทคนิค

สำนักงาน พปส. เห็นว่า การใช้เรดิโอไอโซโทป อาจอำนวยความสะดวกให้การศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ ดำเนินไปได้ รวมทั้งทำให้มีโอกาสศึกษาวิจัยได้รวดเร็วหรือมีความแม่นยำมากขึ้น จึงเปิดการอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ทางวิชาการของกรมกองต่าง ๆ เป็นประจำทุกปีตั้งแต่ พ.ศ. 2509

ในระยะ 5 ปีแรก ได้ทำการอบรมทั้งภาคบรรยายและปฏิบัติการรวมเวลา 10 วัน ปฏิบัติราชการ ตั้งแต่ พ.ศ. 2513 ได้รวบรัดทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการเหลือเพียง 5 วัน ปฏิบัติราชการ

แนวการอบรม :

ภาคบรรยาย

- นิวเคลียร์ฟิสิกส์เบื้องต้น
- หลักการวัดรังสี
- ฟิสิกส์สุขภาพ
- อิเลคทรอนิคส์เบื้องต้นของอุปกรณ์วัดรังสี
- เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูและประโยชน์
- การใช้เรดิโอไอโซโทปทางการแพทย์
- การใช้เรดิโอไอโซโทปและรังสี ในการอุตสาหกรรม
- การใช้รังสีศึกษาด้านกีฏวิทยา
- Isotope dilution
- การผลิตไอโซโทปและควบคุมคุณภาพ
- Neutron activation
- เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูของไทย และอุปกรณ์ประกอบการวิจัย
- การใช้เรดิโอไอโซโทปทางการเกษตร

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ภาคปฏิบัติการ

- เทคนิคในการใช้เครื่องวัดรังสีแบบต่าง ๆ
- เทคนิค paperchromatography และ electrophoresis เกี่ยวกับสารเรดิโอไอโซโทป
- Autoradiography
- การวิเคราะห์ด้วยวิธี neutron activation
- เทคนิคการใช้ X-ray fluorescence
- Moisture and Density Guages
- Liquid scintillation counter
- Single Channel Spectrometer

ในการอบรม สำนักงาน พปส. มอบหมายให้เจ้าหน้าที่ทางวิชาการของสำนักงานประมาณ 10 คน เป็นผู้บรรยายและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง และได้เชิญแพทย์ และนักวิทยาศาสตร์ผู้มีประสบการณ์ เป็นผู้บรรยายเกี่ยวกับการใช้เรดิโอไอโซโทป ในทางการแพทย์และการเกษตร

พ.ศ. 2509	มีผู้เข้ารับการอบรม	56	คน
2510	,,	31	,,
2511	,,	46	,,
2512	,,	33	,,
2513	,,	29	,,
2514	,,	28	,,

ผู้เข้ารับการอบรมมีความสนใจเทคนิคการใช้ไอโซโทป คาดคะเนว่าคงจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในกิจการของแต่ละส่วนราชการ และคงจะก่อให้เกิดการประสานงานเพื่อใช้ประโยชน์จากเครื่องอุปกรณ์ที่สถาบันหนึ่ง ๆ มีในการศึกษาวิจัย

ด้วยเห็นว่า จำนวนผู้เข้ารับการอบรมแล้วมีจำนวนมากพอที่จะเป็นผู้มีความรู้ ช่วยเหลือดำเนินงานให้แก่ส่วนราชการหนึ่ง ๆ ประกอบทั้งมหาวิทยาลัยบางแห่งก็ได้เริ่มจัดให้มีหลักสูตรด้านนี้ด้วยแล้ว สำนักงาน พปส. พิจารณาเลิกการจัดการอบรมเรดิโอไอโซโทปเทคนิคทั่วไป ตั้งแต่ พ.ศ. 2515 อย่างไรก็ตาม สำนักงาน พปส. ก็ยังคงให้ความช่วยเหลืออบรมเฉพาะเรื่องอีกหลายโอกาสในรอบปีหนึ่ง ๆ ตามความประสงค์ของส่วนราชการอื่น

10.4 การอบรมเกี่ยวกับฟิสิกส์การแพทย์

คณะวิทยาศาสตร์, คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ได้จัดให้มีหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาฟิสิกส์การแพทย์ (Medical

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

Physics) ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 เจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. ได้จัดผู้บรรยายและผู้อบรมภาคปฏิบัติการดำเนินการ ที่สำนักงาน พปส. ให้แก่นักศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดลในหัวข้อวิชา :

Radiation Physics	บรรยาย	สัปดาห์ละ	1	ชม.
Radiation Dosimetry	บรรยาย	„	1	„
	ปฏิบัติการ	„	1	„
Nuclear Electronics & Instrumentation	บรรยาย	„	1	„
	ปฏิบัติการ	„	2	„

10.5 การใช้เรดิโอไอโซโทปในงานอุทกวิทยา

1) **เกี่ยวกับน้ำใต้ดิน (Ground Water)** กรมทรัพยากรธรณีเป็นผู้ดำเนินกิจการโครงการน้ำบาดาล และมีความสนใจการวัดอัตราเร็วของการไหลของน้ำใต้ดินด้วยวิธีการใช้เรดิโอไอโซโทป ประกอบกับวิธีตรวจวัดตามแบบปกติ ในปี พ.ศ. 2506 ได้ใช้ Na-24 ในรูปของเกลือคลอไรด์ และอุปกรณ์ที่ประกอบขึ้นเอง ทดสอบวิธีการวัดที่บ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่นครราชสีมา ปรากฏไม่ได้ผลดีเนื่องจาก Na-24 มีอายุครึ่งชีวิตสั้น และอาจถูกดูดเข้าไปในดินของบ่อได้รวดเร็ว และอุปกรณ์ที่วัดทำขึ้นไม่รัดกุมพอ

ในปี พ.ศ. 2507 และ 2508 เจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. ได้ไปทดลองวิธีการวัดที่บ่อน้ำบาดาลที่นครราชสีมา ได้ใช้วิธีการวัดตามแบบของ Dr. W.J. Kaufmann ที่มักใช้ปฏิบัติในสหรัฐอเมริกา (สิ่งพิมพ์ของ IAEA 1962 เรื่อง Tritium in the Physical and Biological Science) หลักการวิธีปฏิบัติ คือ เติมเรดิโอไอโซโทป (Br-82) ลงไปในบ่อ แล้วใช้สูบกวนน้ำให้สารไอโซโทปละลายในน้ำทั้งบ่อ เดินเครื่องสูบกวนน้ำตลอดระยะเวลา 48 ชม. และทำการชักตัวอย่างน้ำตามระยะเวลาต่าง ๆ นำมาวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีในน้ำเพื่อทราบอัตราการเจือจาง แล้วคำนวณหาความเร็วของการไหลของน้ำบาดาล การวัดไม่ได้ผลในหลายบ่อเนื่องจากเครื่องสูบกวนน้ำมีกำลังแรงสูงทำให้การเจือจางภายในบ่อน้ำเกิดขึ้นเร็วเกินปกติ สำหรับบ่อหมายเลข F107 NR19 วัดความเร็วของน้ำบาดาลได้ประมาณ 4–5 นิ้วต่อหนึ่งวัน ($1.2–1.4 \times 10^{-4}$ ซม. ต่อวินาที) และบ่อ F109 NR21 วัดความเร็วได้ 0.6–2.2 นิ้วต่อหนึ่งวัน ได้ยกเลิกวิธีนี้ เพราะต้องใช้ไอโซโทปปริมาณมาก และต้องส่งตัวอย่างน้ำกลับมาทำการวัดปริมาณรังสีที่สำนักงาน พปส. อีกประการหนึ่งเข้าใจว่าในบ่อหลายบ่อมีการไหลของน้ำตามแนวดิ่ง วิธีของ Dr. Kaufmann ไม่ให้ผลดีในกรณีบ่อมีน้ำซึมไหลตามแนวดิ่ง

ในปี พ.ศ. 2509 สำนักงาน พปส. ได้รับความช่วยเหลือทางวิชาการจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ จัดส่ง Dr. J. Maierhofer มาร่วมงานระยะเวลา 5 เดือน และให้อุปกรณ์มูลค่า $ 3,000 อุปกรณ์นี้ออกแบบและประกอบการสร้างที่ห้องปฏิบัติการของ Dr.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ภาพบน : หย่อนหัววัดลงบ่อบาดาล วัดความเร็วของน้ำใต้ดิน
ภาพล่าง : ประกอบอุปกรณ์วัดทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินที่บ่อบาดาล

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

Maierhofer ในประเทศออสเตรีย อุปกรณ์วัดหาความเร็วตามแนวนอน (horizontal) ซึ่งมักเรียกว่า filtration velocity, ทิศทางการไหลตามแนวนอน และหาความเร็วของการไหลในแนวดิ่ง (vertical) ได้ การวัดและคิดคำนวณดำเนินการ ณ บ่อที่ทำการวัด ไม่ต้องส่งมาวิเคราะห์หรือวัดที่ห้องปฏิบัติการที่กรุงเทพ ฯ สำนักงาน พปส. ผลิต Br-82 และ colloidal gold (Au-198) เพื่อใช้ประกอบการวัดด้วยอุปกรณ์นี้

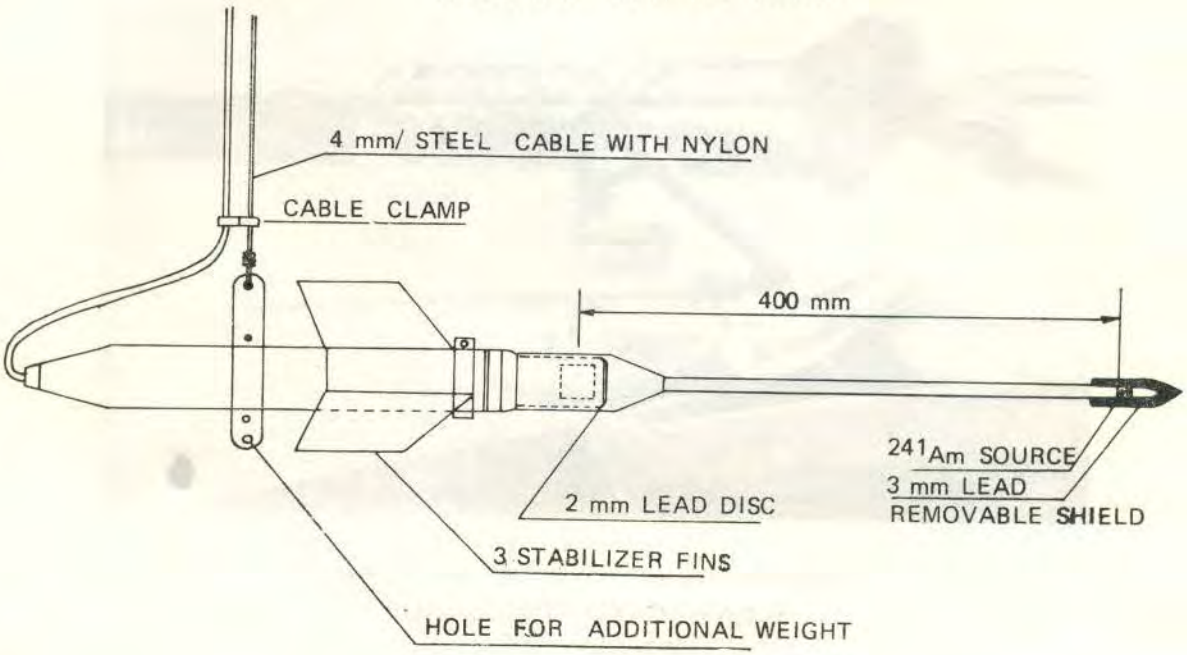
เจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. ได้ทำการวัดความเร็วของน้ำบาดาลที่นครราชสีมาโดยใช้อุปกรณ์ใหม่ร่วมกับ Dr. Maierhofer และในปี พ.ศ. 2510 และ 2511 ได้ทำการวัดความเร็วของน้ำใต้ดินที่บ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่จังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งสิ้น 43 บ่อ ในการปฏิบัติงานในสนาม เครื่องอุปกรณ์ดังกล่าวมีติดขัดและมีอุปสรรคน้ำรั่วเข้าสายเคเบิลบ่อยครั้ง ต้องส่งมาทำการซ่อมแซมที่สำนักงาน พปส. สภาพของบ่อบางแห่งมีโคลนและทราย ทำให้วัดด้วยความยากลำบากและอาจทำให้การวัดไม่ได้ผลถูกต้องแน่นอน ผลของการวัดความเร็วของน้ำในแนวนอน, แนวดิ่ง และทิศทางการไหลได้รายงานให้กรมทรัพยากรธรณีทราบแล้ว และตีพิมพ์ในเอกสาร THAI. AEC-31 ในการดำเนินการวัดและทดลองทั้งหมดนี้ สำนักงาน พปส. ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี จากกรมทรัพยากรธรณีในการชี้บ่อน้ำและให้ขอยืมเครื่องสูบใช้ประกอบการดำเนินงาน เทคนิคการใช้เรดิโอไอโซโทปดังกล่าวช่วยให้ทราบความเร็วและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในบ่อหนึ่ง ๆ กรมทรัพยากรธรณีประสงค์จะทราบค่าของ permeability ของชั้นหิน

2) อีกด้านหนึ่งของการใช้ประโยชน์เรดิโอไอโซโทปและรังสีทางอุทกวิทยา : สำนักงาน พปส. ได้เสนอขอและได้รับความช่วยเหลือทางวิชาการโครงการพัฒนาของสหประชาชาติโครงการปี ค.ศ. 1969 และ 1970 ต่อเนื่องกัน ตามโครงการนี้สำนักงาน พปส. ได้ Dr. L. Rakoczi (ฮังกาเรียน) มาช่วยให้คำปรึกษาแนะนำเป็นเวลา 10 เดือนตั้งแต่มิถุนายน พ.ศ. 2513 และได้รับความช่วยเหลืออุปกรณ์เครื่องวัดรังสี BASC พร้อมด้วยแบตเตอรี Ni-Cd และต้นกำเนิดรังสี Am-241 ความแรง 100 มิลลิคูรี รวมอุปกรณ์มูลค่า $ 6,000

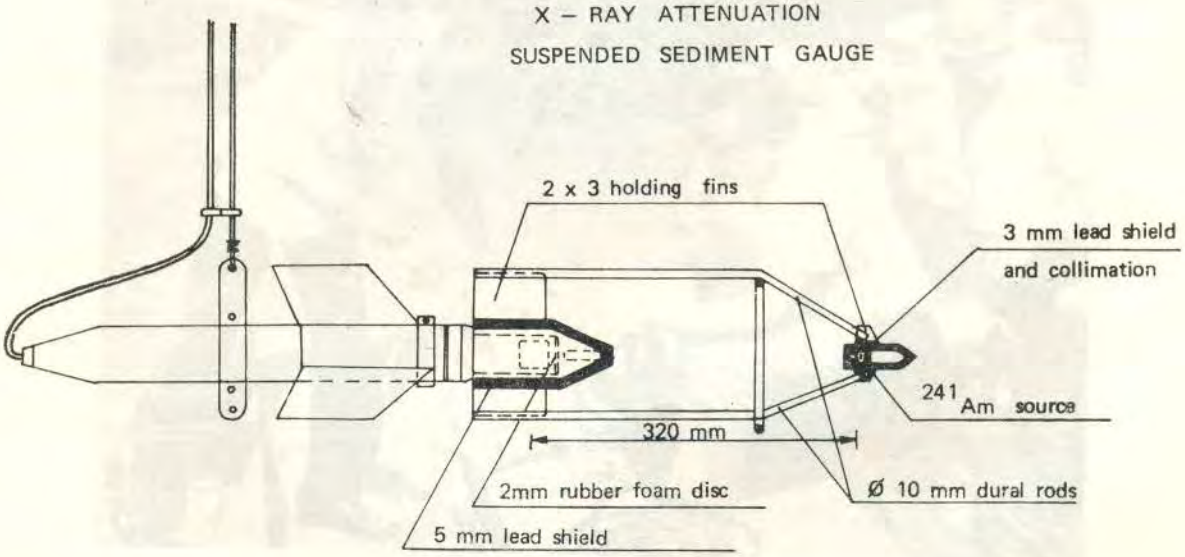
เพื่อประกอบกับเครื่องวัดรังสีที่ได้รับจากทบวงการ ฯ สำนักงาน พปส. ได้สร้างประกอบหัววัดแบบ X-ray Scattering Guage และ X-ray Attenuation Guage เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมการใช้วัดปริมาณตะกอนลอย ได้รับความร่วมมือในการทำ calibration ที่ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ของกรมชลประทาน และที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ในระหว่างดำเนินการในห้องนี้ ปรากฏว่าเครื่องวัดรังสี BASC และแบตเตอรีที่ได้รับจากทบวงการ ฯ มีอุปสรรคบ่อยครั้ง สำนักงาน พปส. ได้สร้างประกอบ Portable Scaler และ Battery Power Supply แบบและวงจรได้รายงานไว้ในเอกสาร THAI. AEC-43 และเสนอแนะให้ทบวงการ ฯ ทราบ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

X – RAY SCATTERING
SUSPENDED SEDIMENT GAUGE



X – RAY ATTENUATION
SUSPENDED SEDIMENT GAUGE



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ทดลองวัดตะกอนลอย ลำน้ำแควใหญ่ จ.ว. กาญจนบุรี
X-RAY SCATTERING GUAGE

ทดลองวัดตะกอนลอย แม่น้ำป่าสัก จ.ว. สระบุรี
X-RAY ATTENUATION GUAGE

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ในปี พ.ศ. 2513–2514 ได้ร่วมมือกับเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทดลองและดำเนินการวัดปริมาณตะกอนลอย (suspended sediment) ศึกษาวิธีวัดการเคลื่อนที่ของตะกอนจม (sediment movement) และศึกษาวัดอัตราการไหล (flow rate) ของน้ำโดยใช้ inactive tracer

ก. การวัดปริมาณตะกอนลอย: ได้ทำการวัดในแม่น้ำ 10 สาย ณ สถานีวัดน้ำของกรมชลประทาน 12 แห่ง หัวเครื่องมือวัดแบบ X-ray Scattering Guage วัดปริมาณตะกอนลอยได้ดีในระยะความเข้มข้นตะกอนลอยสูงเกณฑ์ 250–350 ส่วนในล้านส่วน (ppm) หัวเครื่องมือวัดแบบ X-ray Attenuation Guage วัดปริมาณตะกอนลอยในความเข้มข้นต่ำได้ด้วยเกณฑ์ 140–350 ppm.

ข. การเคลื่อนที่ของตะกอนจมโดยเทคนิค tracer: ทำการทดลองในแม่น้ำเจ้าพระยาที่บริเวณหน้าวัดไชโย จ.ว. อ่างทอง ทำการเก็บตัวอย่างทรายจากท้องน้ำบริเวณที่จะทดลองเพื่อทราบขนาดและความถ่วงจำเพาะ ได้ทดลองติดตามการเคลื่อนที่ของตะกอนจม 2 วิธีพร้อมกัน กล่าวคือ ใช้ผงแก้วแผ่กัมมันตรังสีและทรายเคลือบสีเรืองแสง ผงแก้วทำขึ้นให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับเม็ดทราย เนื้อแก้วพิเศษมีโครเมียมร้อยละ 10 นำผงแก้วอาบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ให้มีความแรงรังสี 1.11 คูรี ทรายที่เก็บตัวอย่างได้ประมาณ 40 กก. นำมาเคลือบสีเรืองแสง แล้วเคลือบด้วย polyester resin อีกชั้นหนึ่งเพื่อมิให้สีละลายหลุดไป ทิ้งผงแก้วแผ่รังสีและทรายเคลือบสีเรืองแสงลงที่พื้นท้องน้ำ แล้วติดตามการเคลื่อนที่ด้วยการวัดรังสีและตรวจดูทรายที่มีสีเรืองแสง

ค. วัดอัตราการไหลของน้ำ: ทำการทดลองที่แม่น้ำเพชรบุรีตอนใต้เขื่อนแก่งกระจาน ไม่ได้มีการใช้สารรังสีหากแต่ใช้วิธีนิวเคลียร์ในการวิเคราะห์ ใช้แมงกานีสซัลเฟตปล่อยลงไปในลำน้ำตอนเหนือน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำจากระยะต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส มีตัวอย่างน้ำจากแห่งเดียวที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสได้ด้วยวิธีทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการเคมี กรมชลประทาน ตัวอย่างน้ำอื่น ๆ นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีนิวตรอน แอกติเวชั่นที่กองเคมีสำนักงาน พปส. ผลการทดสอบปรากฏว่า การวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยวิธีนี้แสดงตัวเลขสูงกว่าตัวเลขที่แจ้งโดยเครื่องมือ current meter ที่ใช้งานอยู่ตามปกติ

รายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองดำเนินงานในข้อ 2) นี้ ได้รายงานไว้ในเอกสาร THAI. AEC–52, พ.ศ. 2514

10.6 บริการเรดิโอกราฟีทางอุตสาหกรรม (Industrial Radiography Service)

มีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ของวิธีการทดสอบโดยไม่บุบสลาย (Non–Destructive Testing) กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ปราศจากข้อบกพร่อง การตรวจด้วยวิธีเหล่านี้มีความจำเป็นในเมื่อประสงค์จะให้โครงสร้างที่ทำขึ้นถูกต้องตามมาตรฐาน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

และข้อกำหนด ในด้านการตรวจตราระหว่างการปฏิบัติงาน การตรวจระหว่างการซ่อมบำรุง หรือเพื่อหาข้อขัดข้อง หรือเพื่อทราบตำแหน่งแห่งที่ของวัสดุเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการตรวจวัดรอยร้าวที่เกิดขึ้น การใช้เทคนิคเหล่านี้จำเป็นเพื่อความปลอดภัยและยังผลให้เกิดการประหยัดในการปฏิบัติงาน

ภายในประเทศไทยได้มีการจัดหาเครื่องเอกซเรย์ทางอุตสาหกรรมมาใช้ในโรงงานหลายแห่งหลายปีมาแล้วเพื่อตรวจดูผลการเชื่อม การหล่อ และการประกอบโครงสร้าง ฯลฯ ในบางด้านเกี่ยวกับเทคนิค NDT นี้ ก็มีการจัดหาอุปกรณ์อื่นมาใช้ปฏิบัติ เป็นต้นว่า liquid penetrant, ultrasonic flaw detection ฯลฯ สำหรับการใช้เอกซเรย์ในทางอุตสาหกรรม วงงานหลายแห่งมีเครื่องเอกซเรย์ประจำที่ บางแห่งมีแบบเคลื่อนย้ายได้

แกมม่า เรดิโอกราฟี (Gamma Radiography) นับว่าเป็นเทคนิค NDT อย่างหนึ่งเช่นเดียวกันกับเอกซเรย์เรดิโอกราฟี แต่ใช้ไอโซโทปเป็นสารต้นกำเนิดรังสีเป็นต้นว่า Co-60, Cs-137, Ir-192 ฯลฯ ในหลายกรณีไอโซโทปให้ประโยชน์คล่องตัวกว่าเครื่องเอกซเรย์ โดยเฉพาะเมื่อนำเครื่องเอกซเรย์ไปติดตั้ง ณ ที่ที่จะทำการตรวจวัดไม่ได้

ในระยะพัฒนากิจการอุตสาหกรรม ได้มีการก่อสร้างมากมายภายในประเทศ รวมทั้งที่สำนักงาน พปส. เอง มีงานที่ต้องการการเชื่อมการตรวจวัดให้ได้มาตรฐานสูง ได้มีการว่าจ้างบริษัทต่างประเทศ ซึ่งเป็นการว่าจ้างรองลงไป (subcontract) นำต้นกำเนิดรังสีมาจากต่างประเทศเพื่อการตรวจให้ได้ตามเกณฑ์บ่อยครั้ง จากการติดต่อสอบถามสถาบันหลายแห่ง ปรากฏว่าภายในประเทศ งานเอกซเรย์เรดิโอกราฟีนับว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีพอ เพราะอุปกรณ์มักชำรุดเสียหายใช้งานไม่ได้เต็มที่ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงราชการเจ้าหน้าที่ก็ไม่อาจคงปฏิบัติงานอยู่ให้เป็นผู้ชำนาญงานได้อย่างแท้จริง

เพื่อริเริ่มงานการใช้ประโยชน์ของเรดิโอไอโซโทปในงานอุตสาหกรรม และเพื่อจัดการอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานเรดิโอกราฟีได้มีมาตรฐานสูงขึ้น สำนักงาน พปส. จึงได้เสนอขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ในด้านผู้เชี่ยวชาญและอุปกรณ์โครงการปี ค.ศ. 1968 ทบวงการ ฯ ได้จัดส่ง Mr. P. Gillespie จากศูนย์พลังงานปรมาณูของออสเตรเลียมาเป็นผู้ฝึกสอนแนะนำที่สำนักงาน พปส. เป็นระยะเวลา 6 เดือนตั้งแต่มกราคม 2512 และทบวงการ ฯ ได้จัดส่งอุปกรณ์ Picker Mobile Industrial Radiographic Unit ใช้ Gamma Ray Projector Model 446, Cs-137, 10 คูรี และ Source Changer Unit Model 488, Co-60, 0.5 คูรี และสิ่งประกอบอื่นอีก รวมมูลค่า $ 6,690 มอบให้สำนักงาน พปส. เมื่อกลางพฤษภาคม พ.ศ. 2512

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ในปี พ.ศ. 2513–2514 ได้ร่วมมือกับเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทดลองและดำเนินการวัดปริมาณตะกอนลอย (suspended sediment) ศึกษาวิธีวัดการเคลื่อนที่ของตะกอนจม (sediment movement) และศึกษาวัดอัตราการไหล (flow rate) ของน้ำโดยใช้ inactive tracer

ก. การวัดปริมาณตะกอนลอย: ได้ทำการวัดในแม่น้ำ 10 สาย ณ สถานีวัดน้ำของกรมชลประทาน 12 แห่ง หัวเครื่องมือวัดแบบ X-ray Scattering Guage วัดปริมาณตะกอนลอยได้ดีในระยะความเข้มข้นตะกอนลอยสูงเกณฑ์ 250–350 ส่วนในล้านส่วน (ppm) หัวเครื่องมือวัดแบบ X-ray Attenuation Guage วัดปริมาณตะกอนลอยในความเข้มข้นต่ำได้ด้วยเกณฑ์ 140–350 ppm.

ข. การเคลื่อนที่ของตะกอนจมโดยเทคนิค tracer: ทำการทดลองในแม่น้ำเจ้าพระยาที่บริเวณหน้าวัดไชโย จ.ว. อ่างทอง ทำการเก็บตัวอย่างทรายจากท้องน้ำบริเวณที่จะทดลองเพื่อทราบขนาดและความถ่วงจำเพาะ ได้ทดลองติดตามการเคลื่อนที่ของตะกอนจม 2 วิธีพร้อมกัน กล่าวคือ ใช้ผงแก้วแผ่กัมมันตรังสีและทรายเคลือบสีเรืองแสง ผงแก้วทำขึ้นให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับเม็ดทราย เนื้อแก้วพิเศษมีโครเมียมร้อยละ 10 นำผงแก้วอาบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ให้มีความแรงรังสี 1.11 คูรี ทรายที่เก็บตัวอย่างได้ประมาณ 40 กก. นำมาเคลือบสีเรืองแสง แล้วเคลือบด้วย polyester resin อีกชั้นหนึ่งเพื่อมิให้สีละลายหลุดไป ทิ้งผงแก้วแผ่รังสีและทรายเคลือบสีเรืองแสงลงที่พื้นท้องน้ำ แล้วติดตามการเคลื่อนที่ด้วยการวัดรังสีและตรวจดูทรายที่มีสีเรืองแสง

ค. วัดอัตราการไหลของน้ำ: ทำการทดลองที่แม่น้ำเพชรบุรีตอนใต้เขื่อนแก่งกระจาน ไม่ได้มีการใช้สารรังสีหากแต่ใช้วิธีนิวเคลียร์ในการวิเคราะห์ ใช้แมงกานีสซัลเฟตปล่อยลงไปในลำน้ำตอนเหนือน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำจากระยะต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส มีตัวอย่างน้ำจากแห่งเดียวที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสได้ด้วยวิธีทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการเคมี กรมชลประทาน ตัวอย่างน้ำอื่น ๆ นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีนิวตรอน แอกติเวชั่นที่กองเคมีสำนักงาน พปส. ผลการทดสอบปรากฏว่า การวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยวิธีนี้แสดงตัวเลขสูงกว่าตัวเลขที่แจ้งโดยเครื่องมือ current meter ที่ใช้งานอยู่ตามปกติ

รายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองดำเนินงานในข้อ 2) นี้ ได้รายงานไว้ในเอกสาร THAI. AEC–52, พ.ศ. 2514

10.6 บริการเรดิโอกราฟีทางอุตสาหกรรม (Industrial Radiography Service)

มีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ของวิธีการทดสอบโดยไม่บุบสลาย (Non–Destructive Testing) กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ปราศจากข้อบกพร่อง การตรวจด้วยวิธีเหล่านี้มีความจำเป็นในเมื่อประสงค์จะให้โครงสร้างที่ทำขึ้นถูกต้องตามมาตรฐาน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

และข้อกำหนด ในด้านการตรวจตราระหว่างการปฏิบัติงาน การตรวจระหว่างการซ่อมบำรุง หรือเพื่อหาข้อขัดข้อง หรือเพื่อทราบตำแหน่งแห่งที่ของวัสดุเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการตรวจวัดรอยร้าวที่เกิดขึ้น การใช้เทคนิคเหล่านี้จำเป็นเพื่อความปลอดภัยและยังผลให้เกิดการประหยัดในการปฏิบัติงาน

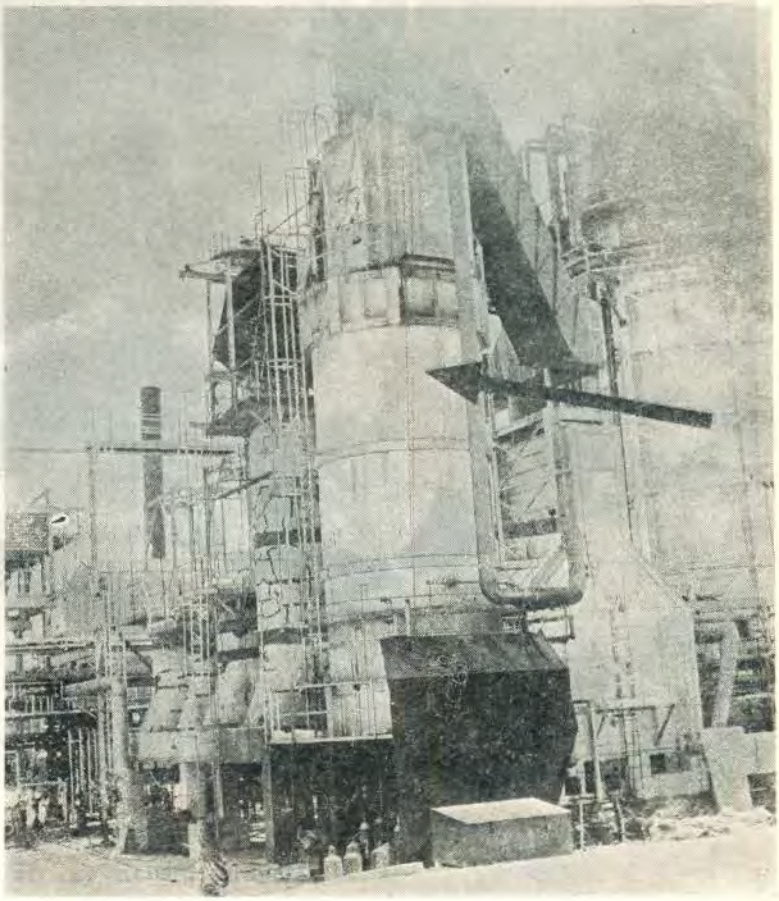
ภายในประเทศไทยได้มีการจัดหาเครื่องเอกซเรย์ทางอุตสาหกรรมมาใช้ในโรงงานหลายแห่งหลายปีมาแล้วเพื่อตรวจดูผลการเชื่อม การหล่อ และการประกอบโครงสร้าง ฯลฯ ในบางด้านเกี่ยวกับเทคนิค NDT นี้ ก็มีการจัดหาอุปกรณ์อื่นมาใช้ปฏิบัติ เป็นต้นว่า liquid penetrant, ultrasonic flaw detection ฯลฯ สำหรับการใช้เอกซเรย์ในทางอุตสาหกรรม วงงานหลายแห่งมีเครื่องเอกซเรย์ประจำที่ บางแห่งมีแบบเคลื่อนย้ายได้

แกมม่า เรดิโอกราฟี (Gamma Radiography) นับว่าเป็นเทคนิค NDT อย่างหนึ่งเช่นเดียวกันกับเอกซเรย์เรดิโอกราฟี แต่ใช้ไอโซโทปเป็นสารต้นกำเนิดรังสีเป็นต้นว่า Co–60, Cs–137, Ir–192 ฯลฯ ในหลายกรณีไอโซโทปให้ประโยชน์คล่องตัวกว่าเครื่องเอกซเรย์ โดยเฉพาะเมื่อนำเครื่องเอกซเรย์ไปติดตั้ง ณ ที่ที่จะทำการตรวจวัดไม่ได้

ในระยะพัฒนากิจการอุตสาหกรรม ได้มีการก่อสร้างมากมายภายในประเทศ รวมทั้งที่สำนักงาน พปส. เอง มีงานที่ต้องการการเชื่อมการตรวจวัดให้ได้มาตรฐานสูง ได้มีการว่าจ้างบริษัทต่างประเทศ ซึ่งเป็นการว่าจ้างรองลงไป (subcontract) นำต้นกำเนิดรังสีมาจากต่างประเทศเพื่อการตรวจให้ได้ตามเกณฑ์บ่อยครั้ง จากการติดต่อสอบถามสถาบันหลายแห่ง ปรากฏว่าภายในประเทศ งานเอกซเรย์เรดิโอกราฟีนับว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีพอ เพราะอุปกรณ์มักชำรุดเสียหายใช้งานไม่ได้เต็มที่ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงราชการเจ้าหน้าที่ก็ไม่อาจคงปฏิบัติงานอยู่ให้เป็นผู้ชำนาญงานได้อย่างแท้จริง

เพื่อริเริ่มงานการใช้ประโยชน์ของเรดิโอไอโซโทปในงานอุตสาหกรรม และเพื่อจัดการอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานเรดิโอกราฟีได้มีมาตรฐานสูงขึ้น สำนักงาน พปส. จึงได้เสนอขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ในด้านผู้เชี่ยวชาญและอุปกรณ์ โครงการปี ค.ศ. 1968 ทบวงการ ฯ ได้จัดส่ง Mr. P. Gillespie จากศูนย์พลังงานปรมาณูของออสเตรเลียมาเป็นผู้ฝึกสอนแนะนำที่สำนักงาน พปส. เป็นระยะเวลา 6 เดือนตั้งแต่มกราคม 2512 และทบวงการ ฯ ได้จัดส่งอุปกรณ์ Picker Mobile Industrial Radiographic Unit ใช้ Gamma Ray Projector Model 446, Cs–137, 10 คูรี และ Source Changer Unit Model 488, Co–60, 0.5 คูรี และสิ่งประกอบอื่นอีก รวมมูลค่า $ 6,690 มอบให้สำนักงาน พปส. เมื่อกลางพฤษภาคม พ.ศ. 2512

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

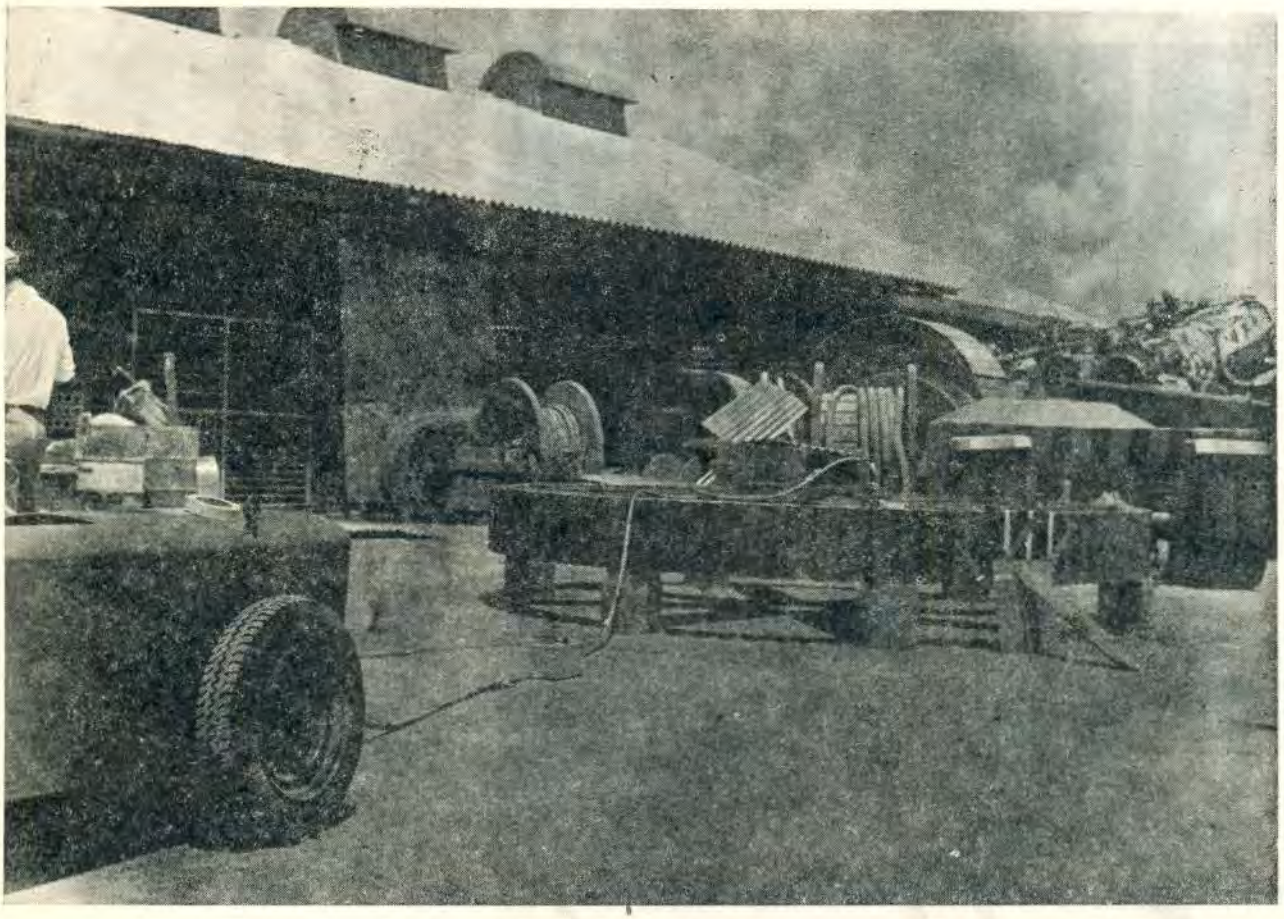


Hydrotreater Heater
บริษัทกลั่นน้ำมันไทย ศรีราชา

ทำ Radiography ที่รอยเชื่อมข้องอภายใน
Hydrotreater Heater, ใช้ Cs-137

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

เรดิโอกราฟท่อแรงดันสูง โรงจักรพระนครใต้
เหล็กหนาประมาณ 1.5 ซม. ใช้ Ir–192



เรดิโอกราฟเฟืองเหล็กหล่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เมตร
เหล็กหนา 33 ซม. ใช้ Co–60

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ในขณะที่ยังไม่ได้รับอุปกรณ์จากทบวงการ ฯ สำนักงาน พปส. ได้อำนวยความสะดวกให้ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการอบรมเจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. และจากส่วนราชการและสถาบันอื่นครั้งแรก 18 คนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่ 4 มีนาคม 2512 ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อุปกรณ์ประกอบการบรรยายได้ขอยืมเครื่องเอกซเรย์จากกรมชลประทาน ขอยืมเครื่อง Ir–192 จากบริษัทเหล็กสยาม และอุปกรณ์บางอย่างประกอบการแสดงจากบริษัทอุปกรณ์ไฟฟ้าซีเมนส์แห่งประเทศไทย

ในเดือนเมษายน 2512 ผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. ได้ไปแนะแนวเจ้าหน้าที่ของบริษัทโรงกลั่นน้ำมันไทย (TORC) ที่โรงงานที่ศรีราชาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบประโยชน์ในการตรวจวัดและมีความรู้ในการป้องกันรังสี และแสดงการปฏิบัติงานเรดิโอกราฟี โดยขอยืมเครื่องเอกซเรย์ 200 KV ของบริษัทฝรั่งเศสที่ทำงานอยู่ที่โรงกลั่นน้ำมันในขณะนั้น

เพื่อเป็นการทดสอบความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. เอง ได้มอบให้เจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. เป็นผู้ดำเนินการฝึกอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการแก่เจ้าหน้าที่จากส่วนราชการและสถาบันอื่นอีก 19 คน ดำเนินการที่สำนักงาน พปส. ระหว่างวันที่ 12–23 พฤษภาคม 2512 และได้แสดงและฝึกเครื่องมือแกมม่าเรดิโอกราฟีที่ทบวงการ ฯ ได้จัดส่งมาให้ด้วย

การฝึกอบรมดังกล่าวแล้ว นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. โดยตรง ยังเป็นการเพิ่มพูนความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการให้ได้มาตรฐานแก่เจ้าหน้าที่ของกรมชลประทาน, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, องค์การรถไฟแห่งประเทศไทย, กรมอู่ทหารเรือ, กรมสรรพาวุธทหารบก, กรมช่างอากาศ, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (ด้านการป้องกันรังสี), กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม, วิทยาลัยเทคนิค ธนบุรี, เจ้าหน้าที่บริษัทเหล็กสยาม, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์, สถาบันบริการอุตสาหกรรมขนาดย่อม, เจ้าหน้าที่บริษัท George Kent (Thailand) และรวมทั้งเจ้าหน้าที่โรงกลั่นน้ำมันไทย ศรีราชา

เนื่องจากมีงานล้นมือ ในวันที่ 18 และ 19 มิถุนายน 2512 บริษัท Thai Industrial Construction Ltd. ได้ขอให้เจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส. เรดิโอกราฟ รอยเชื่อม steam header ของหม้อน้ำที่บริษัทกลั่นน้ำมันไทยที่ศรีราชา ความต้องการตรวจเพื่อให้การเชื่อมได้มาตรฐานตาม ASME Code สำหรับ Class 1. Pressure Vessel. ขนาด Steam Header เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว มีรอยเชื่อม 4 แห่งอยู่ใกล้ระดับพื้นดิน และอีก 4 แห่งอยู่สูงประมาณ 50 ฟุตจากพื้นดิน เจ้าหน้าที่ของ Construction Metallique de Provence บริษัทของฝรั่งเศส ผู้เป็น subcontractor

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

สำหรับงานเรดิโอกราฟีได้ช่วยเหลือการล้างฟิล์มให้ เพราะสำนักงาน พปส. ยังไม่มีอุปกรณ์ล้างฟิล์มเคลื่อนที่ได้ในขณะนั้น งานนี้จึงนับว่าเป็นงานสำคัญชิ้นแรก และเจ้าหน้าที่ พปส. ปฏิบัติให้เห็นขีดความสามารถ ได้ผลเป็นที่ไว้วางใจของวงการอุตสาหกรรม และเป็นการแสดงให้เห็นความคล่องตัวของการใช้ไอโซโทปถ่ายทำเรดิโอกราฟในที่สูง

คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เห็นชอบด้วยในการที่สำนักงาน พปส. จะให้บริการในด้านนี้แก่วงการทั่วไป สำนักงาน พปส. ได้รับอนุมัติให้ใช้เงินที่ได้รับความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกาสร้างห้องปฏิบัติการที่สำนักงาน พปส. (สำหรับกรณีที่ชิ้นส่วนส่งมาที่สำนักงาน พปส.) และจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ปฏิบัติงานนอกสถานที่ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ในปี พ.ศ. 2515 สำนักงาน พปส. มีอุปกรณ์ทำเอกซเรย์และแกมม่าเรดิโอกราฟีดังนี้ : Co-60, 20 คูรี สำหรับเหล็กหนา 3—7 นิ้ว; Cs-137, 10 คูรี สำหรับเหล็กหนา 1—3 นิ้ว; เครื่องเอกซเรย์ 200 KV สำหรับเหล็กหนา 1 นิ้ว และ Ir-192, 100 คูรี สำหรับเหล็กหนา 0.25—1 นิ้ว

ตั้งแต่ตุลาคม 2514 สำนักงาน พปส. ได้รับอนุมัติให้มีทุนหมุนเวียนเพื่อบริการเรดิโอกราฟีวงเงิน 50,000 บาท.

การให้บริการเรดิโอกราฟีนี้ เชื่อแน่ว่าเป็นการประหยัดกว่าที่จะว่าจ้างจากต่างประเทศ และในกรณีกังหันเครื่องยนต์เจ็ตของบริษัทการบินไทย ก็ไม่ต้องส่งเครื่องบินไปถ่ายเรดิโอกราฟีกังหันเครื่องยนต์ที่สิงคโปร์ดังที่เคยปฏิบัติ อนึ่ง ในการปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ของสำนักงาน พปส. ได้รับการฝึกอบรมให้เน้นหนักในการให้ความปลอดภัยจากการแผ่รังสีแก่บุคคลอื่นในบริเวณงาน

ในการให้บริการนี้ สำนักงาน พปส. ไม่มีอัตราเพื่อมีหน่วยดำเนินงานนี้โดยเฉพาะ คงไม่สามารถรับบริการให้แก่วงการอุตสาหกรรมหลายแห่งได้ โดยเฉพาะเมื่อเรียกร้องขอรับบริการในเวลาเดียวกัน การว่าจ้างจากต่างประเทศมาปฏิบัติงานเรดิโอกราฟีคงจะมีอยู่ต่อไป

การนำวัสดุกัมมันตรังสีเข้ามาใช้ในประเทศไทยเพื่อประโยชน์ด้านเรดิโอกราฟีทางอุตสาหกรรม ดังที่ได้บันทึกไว้ในตารางของวรรค 4.2 ในงานของกองสุขภาพนั้น ส่วนราชการ, รัฐวิสาหกิจ, บริษัทผู้รับดำเนินการก่อสร้าง เป็นผู้ดำเนินการขออนุญาตนำเข้ามาใช้ภายในประเทศ โดยช่างของบริษัทในต่างประเทศเป็นผู้ปฏิบัติงานเรดิโอกราฟี เมื่อเสร็จงานแล้วได้แจ้งขออนุญาตนำออกไปจากประเทศไทย วัสดุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในประเทศไทยเพื่องานเรดิโอกราฟีเมื่อสิ้นสุด พ.ศ. 2514 มีเก็บรักษาที่สำนักงาน พปส. และบริษัทเหล็กสยาม จำกัด

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

จำนวนเครื่องเอกซเรย์เพื่อการอุตสาหกรรม เท่าที่ได้แจ้งเพื่อลงทะเบียนตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ถึง 2514 มีดังนี้:

พ.ศ.	บริษัทผู้ผลิตเครื่อง และ กำลังของเครื่องเอกซเรย์		เจ้าของ สถานที่ติดตั้ง
2510	Shimadzu	3 mA 160 KV	กรมอู่ทหารเรือ
	Shimadzu	5 mA 125 KV	กรมศิลปากร
2511	Andrex	5 mA 200 KV	กองช่างกล กรมชลประทาน
2512	Andrex	5 mA 300 KV	กองช่างกล กรมชลประทาน
	Picker	5 mA 80 KV	กองพลาธิการ กรมตำรวจ
	Andrex	5 mA 150 KV	บริษัทไทยแอม
	Fedrex	5 mA 160 KV	โรงงานยางมะตอย เอสโซ่ ชลบุรี
2513	Picker–Andrex	6 mA 300 KV	กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์
	Andrex	5 mA 200 KV	สำนักงาน พปส.
	Fedrex	5 mA 200 KV	โรงกลั่นน้ำมันบางจาก
2514	Philips	8 mA 300 KV	บริษัทอุตสาหกรรมถังแก๊ส
	Siefort, Eresco 300,	5 mA 300 KV	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์
	Picker (Inspection)	5 mA 80 KV	กรมสรรพาวุธทหารอากาศ

บริการเรดิโอกราฟี
ค่าบริการใช้ ต้นกำเนิดรังสี, เครื่องเอกซเรย์ และ ฟิล์ม
(นำส่งกระทรวงการคลัง)

ปี	เดือน	บาท		งาน
2513	มกราคม	300		สายเคเบิลเรือใบ
	กุมภาพันธ์	14,025		ถังน้ำมัน, โรงกลั่นน้ำมันไทย, ศรีราชา
	มิถุนายน	6,200		ท่อน้ำมัน, บริษัทเอสโซ่
		10,450		ถังน้ำมัน, บริษัทเชลล์
	พฤศจิกายน	1,200	200	ชิ้นส่วน, กรมอู่ทหารเรือ
			1,000	กังหันเครื่องยนต์เจ็ต, บริษัทการบินไทย
	ธันวาคม	1,100		" " "
	รวม	33,275		

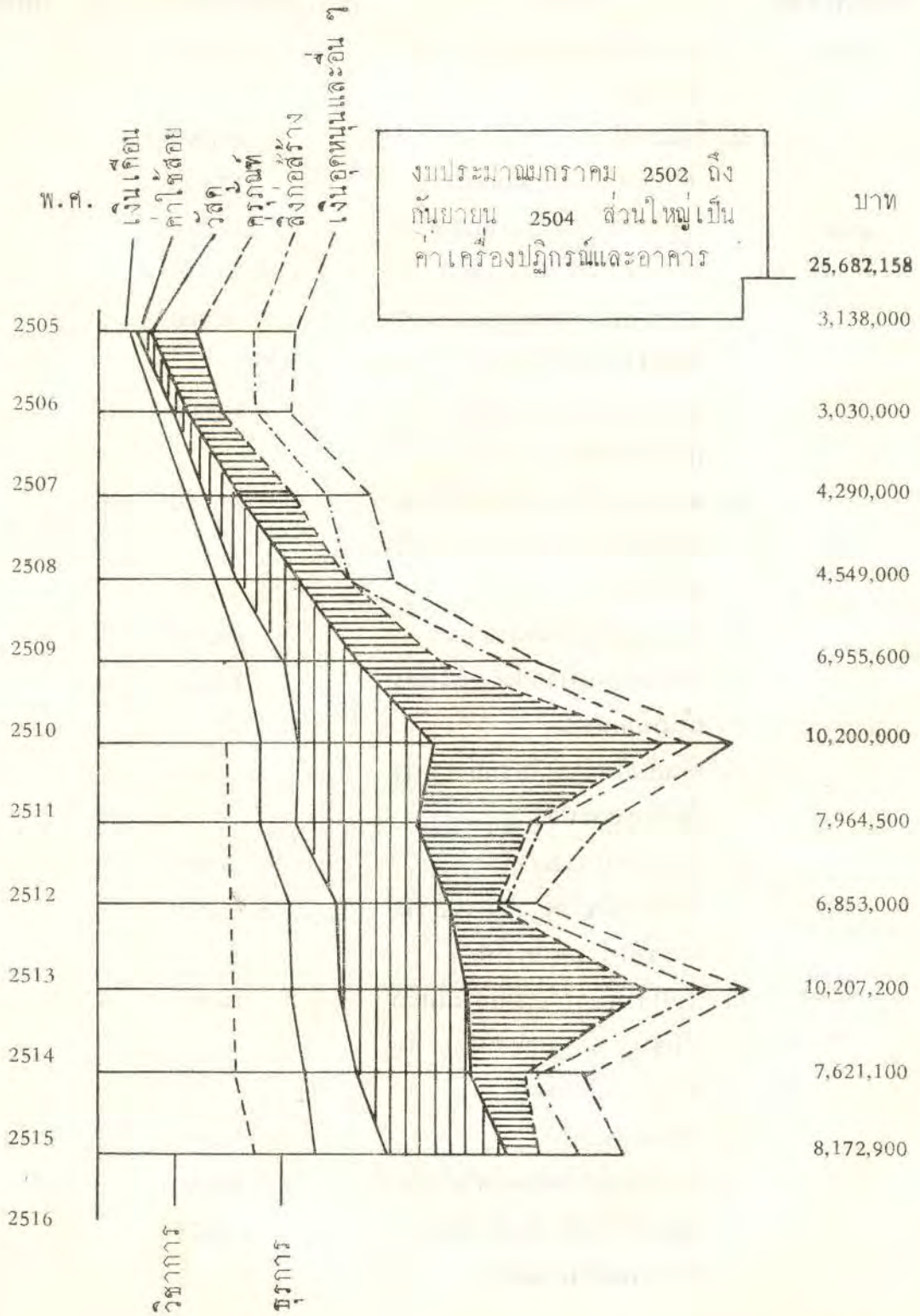
ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปี	เดือน	บาท		งาน
2 14	มกราคม	2,000		กังหันเครื่องยนต์เจ็ต, บริษัทการบินไทย (2 ครั้ง)
	กุมภาพันธ์	1,000		" " "
	มีนาคม	11,475	3,200	งานโลหะ, บริษัทอิตาเลี่ยนไทย
			3,100	ตรวจท่อ, โรงกลั่นน้ำมันไทย, ศรีราชา
			3,100	ถังแก๊ส, บริษัทเชลล์
			2,075	ถังน้ำมัน, บริษัทอิตาเลี่ยนไทย
	เมษายน	2,000		กังหันเครื่องยนต์เจ็ต, บริษัทการบินไทย (2 ครั้ง)
	กรกฎาคม	27,500		งานถังน้ำมัน, บริษัทอุตสาหกรรมยางตะวันออก
	กันยายน	2,000		กังหันเครื่องยนต์เจ็ต, บริษัทการบินไทย (2 ครั้ง)
	พฤศจิกายน	6,400	4,300	ถังน้ำมัน, สงขลา
			1,300	ตรวจชิ้นส่วน, กรมอู่ทหารเรือ
			800	ตรวจแผ่นเหล็ก
	ธันวาคม	1,500		กังหันเครื่องยนต์เจ็ต, บริษัทการบินไทย
	รวม	53,875		
2515	กุมภาพันธ์	13,025		ท่อ, โรงกลั่นน้ำมันไทย, ศรีราชา

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

11. งานธุรการ

[11.1] 1) งบประมาณ



ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.1] 2) รายการค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง (งบประมาณ)

ปีงบประมาณ	รายการ	งบประมาณทั้งหมด (บาท)	หมายเหตุ
2505	1. อาคารที่ทำการโรงอาหารพร้อมค่าถมดิน	800,000	
	2. โรงไฟฟ้า	20,000	
	3. บ่อน้ำบาดาลและระบบประปา	117,000	
2506	1. ระบบไฟฟ้าภายในอาคารเครื่องปฏิกรณ์	144,750	
	2. ค่าถมดินรอบนอกฐานรากห้องปฏิบัติการผลิตไอโซโทป	4,000	
	3. ฐานรากอาคารห้องปฏิบัติการผลิตไอโซโทป	98,000	
	4. ดัดแปลงชั้น 4 ด้านใต้เป็นที่เก็บอะไหล่ และห้องปฏิบัติการ กอ.	33,000	
	5. โรงรถและลานจอดรถ	50,000	
	6. ค่าทำถนนบริเวณที่ทำการและบ้านพักคนงาน	80,000	
	7. เดินสายไฟกำลังไปจนถึงอาคารที่ทำการและห้องสมุด	9,500	
	8. ค่าตกแต่งบริเวณ	9,000	
2507	1. ค่าก่อสร้างโรงงานการสร้างและซ่อมรวมค่าถมดิน	235,000	
	2. ค่าสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กรากฐาน รั้ว และถมดิน สำหรับตั้งหม้อแปลง	15,000	
	3. ทำรั้วลวดหนาม	80,000	
	4. ค่าห้องปฏิบัติการผลิตไอโซโทป	128,000	
	5. ค่าติดตั้งไฟฟ้าประปาห้องปฏิบัติการผลิตไอโซโทป	92,000	
2508	.....		

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปีงบประมาณ	รายการ	งบประมาณทั้งหมด (บาท)	หมายเหตุ
2509	อาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	1,000,000	
2510	1. ดัดแปลงห้องผู้เชี่ยวชาญ	40,000	
	2. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างรักษาความปลอดภัย	20,000	
	3. ต่อเติมอาคาร	300,000	
	4. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง	60,000	
2511	1. ค่าปรับปรุงห้องเลี้ยงแมลงและสัตว์ทดลอง	—	
	2. รั้วด้านข้างและด้านหลังยาว 400 เมตร	100,000	ไม่ได้รับอนุมัติเงินประจำงวด
	3. บ้านพักยาม 4 ห้อง 1 หลัง	60,000	
	4. ค่าติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างในการรักษาความปลอดภัย	10,000	ไม่ได้รับอนุมัติเงินประจำงวด
	5. ประตูเหล็กกองผลิตไอโซโทป	—	
2512	1. ซ่อมแซมอาคารธุรการ	50,000	ไม่ได้ใช้เงิน
	2. ต่อหลังคาระหว่างอาคารธุรการกับอาคารประชุม	10,000	,,
2513	1. ดัดแปลงท่อระบายอากาศเข้าออกภายในตึกปฏิกรณ์	20,000	
	2. ค่าซ่อมแซมอาคารกองผลิตไอโซโทป	70,000	
	3. อาคารต้นกำเนิดรังสีแรงสูง	900,000	
2514	1. ปรับปรุงหอระบายความร้อนเครื่องปฏิกรณ์	30,000	
	2. ทาสีพ่นห้อง	20,000	
	3. ปรับปรุงหลังคาตึกเครื่องปฏิกรณ์ขนาด 18 × 18.5 เมตร	100,000	
	ปี 2505—2514 ได้รับงบประมาณรวม	4,595,250.—	
	จ่ายจริง	4,244,219.49	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.1] 3) การจ่ายเงินที่ได้รับความช่วยเหลือจากพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา

ปี	การก่อสร้าง	จำนวนเงิน บาท		อุปกรณ์, เครื่องมือ	จำนวนเงิน บาท	
2506	—	—		1 ชุด Scott Air Pak: (กส)	24,508	64
				เครื่องมือ, เคอร์ติสท์-ไรท์ (กป)	37,395	06
2507	1. งานก่อสร้าง, งานกาชาด, ผ้าเต็นท์, โต๊ะหมู่บูชา	15,000	—			
	2. การเดินสายไฟฟ้ากำลัง โรงงาน (กอ)	49,800	—	เครื่องมือกลโรงงาน (กอ)	327,331	29
	3. ตู้เครื่องมือ, โต๊ะโรงงาน (กอ)	25,000	—			
2508	1. ก่อสร้าง Hot Cell-1 (กผ)	221,800	—	หน้าต่าง Hot Cell-Pb Glass (กผ)	87,999	36
	2. ถมดินบริเวณอาคาร 2,800 ม^3	94,000	—	Manipulator (กผ)	176,103	20
	3. ถนน, พื้นคอนกรีต 1,200 ม^3	199,000	—	ระบบกรองอากาศ, ถ่ายอากาศ, ตู้ควัน, ระบบไฟฟ้า, อุปกรณ์วัดรังสี (กผ)	196,793	10
	4. หม้อแปลง, สายเคเบิล, ไฟฟ้ากำลัง (พปส)	140,935	24	512 Multi-channel Analyzer Printer	309,506	11
	5. ระบบจ่ายน้ำบาดาล (พปส)	12,990	—	เครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อซ่อมสร้างด้านอิเลคทรอนิคส์ (กอ)	602,702	35
				Safety Rods, อุปกรณ์เครื่องปฏิกรณ์ (กป)	48,647	46
2508-9	1. อาคารเครื่องขจัดกาก (กข)	517,500	—	เครื่องอุปกรณ์ขจัดกาก (กข)	750,011	34
	2. บ่อเกรอะขจัดกาก 2 บ่อ (กข)	139,500	—	สูบน้ำ, ท่อ ฯลฯ (กข)	107,150	25
	3. อาคารประชุม, ห้องสมุด (พปส)	800,000	—	เครื่องปรับอากาศ, อุปกรณ์ แสง-เสียง, โต๊ะเก้าอี้อาคารประชุม (พปส)	298,700	—
	4. ตู้ยาม, ประตูรั้วชั้นนอก, ซ่อมแซมอาคารธุรการ	83,800	—	ท่อ, สูบ ฯลฯ (บ่อเกรอะ) (กข)	153,301	27
	5. พื้นคอนกรีตเพิ่มเติม, ระบายน้ำ	91,900	—			
2510	1. ดัดแปลง, เพิ่มโต๊ะห้องปฏิบัติการ (กค)	94,700	—	ตู้ควัน, มอเตอร์ดูดอากาศ (กค)	130,161	30
	2. ระบบแก๊ส, ปรับอากาศ	20,000	—			

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปี	การก่อสร้าง	จำนวนเงิน บาท		อุปกรณ์, เครื่องมือ	จำนวนเงิน บาท	
2512				อุปกรณ์และดัดแปลงเป็นห้องเลี้ยงแมลง (กช)	51,200	—
2513-4	1. เปลี่ยนท่อ, ซ่อมแซมทาสีอาคาร	648,093	—	อุปกรณ์ Microbiology (กช)	80,925	25
	2. สร้างห้องปฏิบัติการ Microbiology	98,500	—			
	3. สร้างอาคารปฏิบัติการ Radiography	249,990	—	อุปกรณ์เรดิโอกราฟี่	338,027	91
2506-2514 : ก่อสร้าง รวม		3,502,508	24	อุปกรณ์ รวม	3,720,481	89

ต้นปี พ.ศ. 2515 เหลือเงินที่ได้รับความช่วยเหลือจากพลังงานปรมาณู ส.ร.อ. 507,469.60 บาท

[11.1] 4) รายการจ่ายเงินจากงบประมาณสำนักงาน พปส. ให้แก่คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา และ ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

พ.ศ.	สหรัฐอเมริกา (USAEC)		ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA)	
	เหรียญอเมริกัน			
	ค่าเช่าเชื้อเพลิงนิวเคลียร์	ค่าสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงนิวเคลียร์	ค่าบำรุง (รัฐสมาชิก)	สมทบ General Fund
2501			6,133 สมทบ Working Capital Fund 3,000	—
2502	—	—	7,837	2,000
2503	—	—	8,765	—
2504	—	—	9,000	1,901.64
2505	1,797.67	—	8,272	3,000
2506	2,699.03	—	10,148	3,000
2507	2,714.75	—	10,527	3,000
2508	2,714.75	505.98	11,028	3,000
2509	2,701.71	366.14	9,753	3,000
2510	2,682.71	526.95	11,408	3,000
2511	2,852.50	754.27	13,430	3,000
2512	3,279.23	801.31	12,632	3,000
2513	3,773.15	761.09	13,979	4,000
2514	3,937.92	735.13	15,145	4,000

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

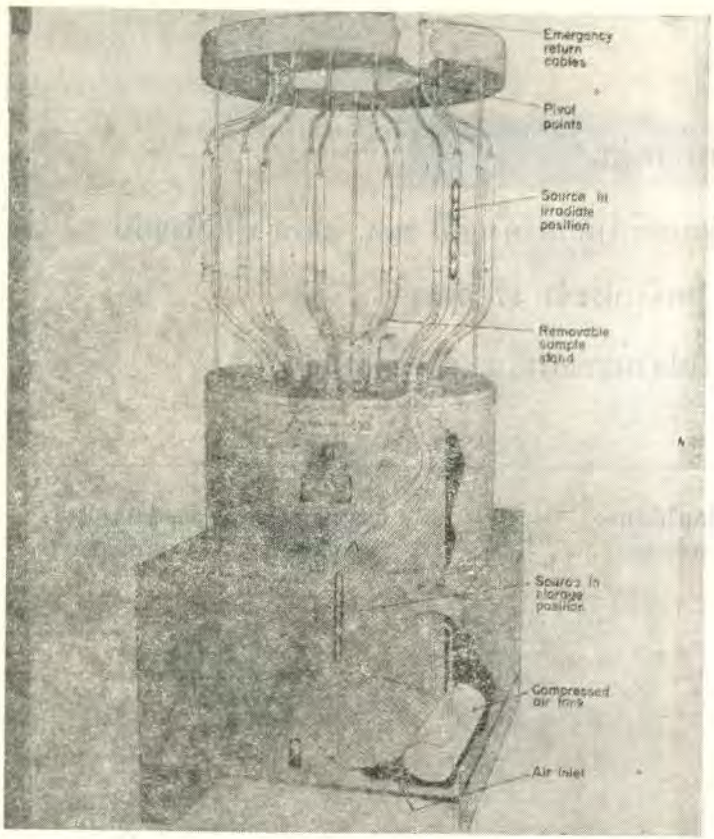
[11.1] 5) อุปกรณ์หลักเพื่อการศึกษาวิจัย

	ที่มาของงบประมาณ	จำนวน	รายการ
2507 (1964)	พปส.*	1	Hot Cell-1, multi-purpose, capacity 200/Ci I-131.
	พปส.*	1	512-Channel Analyzer, Nuclear Data ND-130A.
2509 (1966)	พปส.*	1	Waste Treatment Plant, Ebara, low-level liquid 10^{-1} Ci/ml, capacity $3m^3$/hr.
2510 (1967)	พปส.	1	1024-Channel Analyzer, Nuclear Data ND-2200.
	IAEA	1	Gamma Irradiation Facility-1, 8,000 Ci, Co-60, Super Hot Spot 3000, Nuclear Chemical Plant.
	พปส.	1	Double Axis Neutron Spectrometer.
2511 (1968)	พปส.	1	Hot Cell-2, multi-purpose, capacity 100Ci, I-131, Societe de Recherche Industrielle et Gestion.
	พปส.	1	Gas-Chromatograph Model 881, Perkin-Elmer.
	IAEA	1	UV Spectrophotometer QV-50, Shimadzu Seisakusho.
	IAEA	1	Liquid Scintillation Counter Model 3203, Packard Instrument.
	IAEA	1	128-Channel Analyzer, Nuclear Data ND-110.
2512 (1969)	IAEA	1	Industrial Radiographic Unit, mobile, 10Ci Cs-137, 0,5Ci Co-60.
2513 (1970)	พปส.*	1	Picker-Andrex X-ray Model 1622, 200 kV, 5 mA,
	พปส.*	1	Portable Industrial Gamma-Ray Projector Model 533, Picker, 100Ci Ir-192.
	IAEA	1	Infra-red Spectrophotometer, Unicam SP1000, PYE UNICAM.
2514 (1971)	พปส.	1	128-Channel Analyzer, Nuclear Data ND-555.
	พปส.	1	Si (Li) Photon Detector, ORTEC Model 7016-06215, for X-radiation.
	พปส.	1	Liquid Nitrogen Plant, Philips PLN-106, capacity 5-6 litres/hr, 150 hrs. continuous operation.
	พปส. + IAEA	1	Gamma Irradiation Facility-2, 30,000 Ci, Co-60, Gamma Beam-650, Atomic Energy of Canada Limited.
	IAEA	1	Ge (Li) Photon Detector, ORTEC Model 800/-0322, coaxial type, for gamma radiation, Volume 26,2 c.c.
2515 (1972)	พปส. + IAEA	1	1024-Channel Computer-based Pulse Height Analyzer.

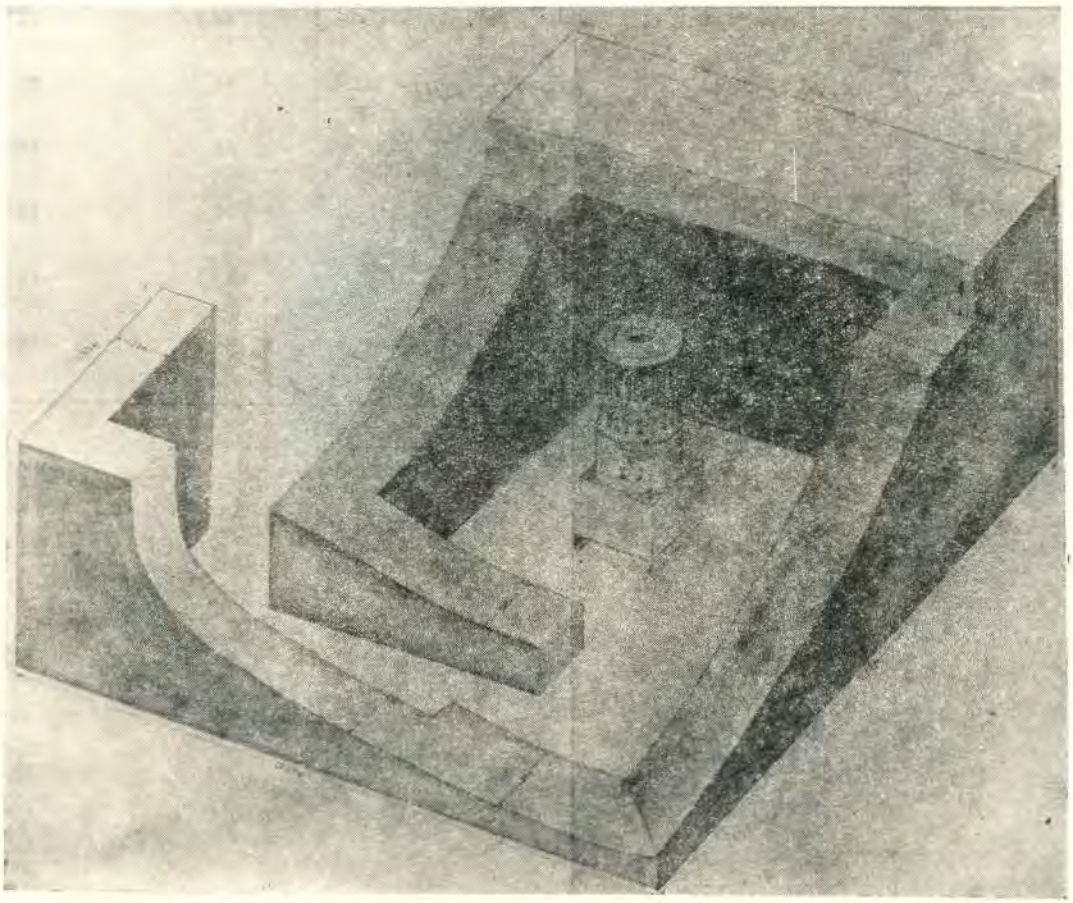
หมายเหตุ: พปส.* หมายถึง จัดหาโดยใช้เงินที่ได้รับความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกา

IAEA „ งบประมาณความช่วยเหลือจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ



ภาพแสดงภายในอุปกรณ์ฉายรังสีแกมม่า
Gamma Beam-650, Co-60, 30,000 คูรี



ภาพแสดงการติดตั้ง Gamma Beam-650 ในห้องอาบรังสี
กำแพงคอนกรีตหนา 1.50 ม.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.1] 6) อัตรากำลังเจ้าหน้าที่สำนักงาน พปส.

อัตรากำลังตามที่คณะรัฐมนตรีกำหนด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 ถึง ปัจจุบัน

ข้าราชการ 134 อัตรา ลูกจ้างประจำ 47 อัตรา

ก) การรับโอน, บรรจุ, ลาออก, โอนไปส่วนราชการอื่น, ถึงแก่กรรม :

พ.ศ.	รับโอน	บรรจุ	ลาออก	โอนไปส่วน-ราชการอื่น	ถึงแก่กรรม	ยอดข้าราชการ 30 กันยายน	ยอดลูกจ้างประจำ 30 กันยายน
2505	15	1	–	–	–	16	11
2506	5	12	–	–	–	33	16
2507	6	20	2	–	–	57	27
2508	4	18	3	2	–	74	31
2509	–	11	3	–	–	82	32
2510	–	11	4	1	–	88	34
2511	1	12	4	2	–	95	43
2512	–	11	1	3	1	101	45
2513	–	12	8	5	–	100	46
2514	–	28	3	3	1	121	46

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ข. รายนามข้าราชการสำนักงาน พปส. เมื่อ 30 กันยายน 2514

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
1.	พล.อ.จ. สวัสดิ์ ศรีคุข	เลขาธิการ	B.Sc. Class I Hons., Ph.D. (Liverpool) วปอ. รุ่น 5
2.	น.ท. ไกรวุฒิ สุขกิจบำรุง ร.น.	รองเลขาธิการ	วศ.บ. (จุฬา ฯ), M.Sc. (Manchester) วปอ. รุ่น 13
3.	นายวิชัย หโยดม	นักวิทยาศาสตร์พิเศษ	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.S. (Michigan)
4.	น.ท.บุญทรง อธิสุข	นักวิทยาศาสตร์พิเศษ	วศ.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Nuclear Reactor Operation University of London, อบรม International Survey course on Economic and Technical Aspects of Nuclear Power, IAEA, Vienna, Austria, อบรม Bid Evaluation and Implementation of Nuclear Power Projects, Tokyo, Japan.
5.	นางรัตนา ลีละหุต	เลขานุการกรม	บช.บ., พศ.บ. (จุฬา ฯ)
6.	น.ส.โสภี สืบสุรย์กุล	หัวหน้าแผนกสารบรรณ	พศ.บ. (จุฬา ฯ)
7.	นางวิภามาส การสุทธิ์	บรรณารักษ์โท	อ.บ. (จุฬา ฯ)
8.	นางสุชาดา ชินอมรพงษ์	พนักงานต่างประเทศโท	ร.บ. (จุฬา ฯ)
9.	นายปริญญา เกิดในมงคล	นักสถิติโท	ศส.บ. (เกษตร)
10.	นายสุขุม ศิริมาสกุล	ประจำแผนก	ม. 8, พ.ป.
11.	น.ส.วิไล ชุณโหปกรณ์	ประจำแผนก	ป. อาชีว ฯ
12.	น.ส.คมคาย ครุธครองพันธุ์	ประจำแผนก	ป. อาชีว ฯ
13.	น.ส.ชื่นจิตต์ ดุลยพัชร์	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
14.	นางสายหยุด ไตรยศิลป์	เสมียนพนักงาน	ม. 6
15.	นายเกษม ประจวบเหมาะ	เจ้าหน้าที่ธุรการ	ม. 6
16.	นายวิชิต พูลเพิ่ม	หัวหน้าแผนกคลัง	ป. อาชีว ฯ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
17.	น.ส.วิไล จันทร์ฉาย	นักบัญชีโท	พณ.บ., บช.บ. (ธรรมศาสตร์)
18.	นางพวงพรรณ ดีมา	ประจำแผนก	ป. วิชาชีพชั้นสูง
19.	นางตวัน รัตนวิทย์	ประจำแผนก	ป. อาชีว ฯ
20.	น.ส.กัญชลี ดีบานะ	ประจำแผนก	ป. วิชาชีพชั้นสูง
21.	นายสุรินทร์ ปานนักฆ้อง	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
22.	นางยุพา ศรีเพ็ชรดี	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
23.	นายสมัคร มั่งหมัด	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
24.	น.ส.นิภา หมวกมณี	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
25.	นายนิคม ช่อผูก	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
26.	น.ส.วาณี สิทธิวรการ	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
27.	น.ส.จิราภรณ์ กาญจนหะลิกุล	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
28.	น.ส.ช่อทิพย์ สินสูงสุด	เสมียนพนักงาน	ป. อาชีว ฯ
29.	นายวิทิต เกษคุปต์	นักวิทยาศาสตร์เอกรักษาการหัวหน้ากองสุขภาพ	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.Sc. (Rochester) อบรม Astrophysics, Japan. อบรม Planning for the Handling of Radiation Accidents, Manila, Philippines
30.	นางเรวดี เศวตเศรนี	นักวิทยาศาสตร์เอก	วท.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Radiological Protection, Battersea College of Technology, U.K.
31.	นายวัลลภ บุญคง	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Isotope in Hydrology, Vienna, Austria; Weizmann Institute, Israel.
32.	น.ส.ผัสสพร จิตตาภรณ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (เชียงใหม่)
33.	น.ส. เพ็ญทิพย์ ริมดุสิต	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
34.	น.ส.อำไพ อังสุนันทวิวัฒน์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เกษตร)
35.	นายพูลสุข พงษ์พัฒน์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เชียงใหม่)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
36.	เรือเอกสุชาติ มงคลพันธุ์	นักวิทยาศตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองขจัดกากกัมมันตรังสี	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.S. (Washington)
37.	นายปรีชา การสุทธิ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Nuclear Instrumentation, U.S.A. อบรม Radioactive Waste-Management, Oxford, U.K. อบรม Treatment of Radioactive Waste, France.
38.	น.ส.เนาวรัตน์ เสรีเจริญสถิตย์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เชียงใหม่)
39.	นายปฐม แหยมเกตุ	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
40.	น.ส.นงนุช จันทนาคม	นักวิทยาศาสตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองการวัดกัมมันตรังสี	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา) M.Sc. (Tennessee)
41.	นายบุญเลิศ ศรีสารา	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.Sc. (Mysore, India)
42.	น.ส.โสภิต แย้มโชติ	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.Sc. (Technion Israel Institute of Technology)
43.	นางสกาว มหาปัญญาวงศ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Health Physics, Univ. of Rochester, U.S.A.
44.	นายสมพงศ์ ฉัตราภรณ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Utilization of the Neutron Crystal Spectrometer, Philippines อบรม Nuclear Theory, Italy
45.	นายไพโรจน์ อินทรศิริสวัสดิ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.Sc. (Rochester) อบรม Radiological Health and Safety Measures, Manila, Philippines
46.	น.ส.วราภรณ์ วานิชสุขสมบัติ	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
47.	นายกนก ติระวัฒน์	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. (เกษตร)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
48.	ร.อ. รัตนะ พุ่มเล็ก	นักวิทยาศาสตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	วศ.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) Cert. in Nuclear Technology (Australia) อบรม Reactor Metallurgy, Lucas Heights, Australia.
49.	ร.อ. กฤษฎางค์ จิระสานต์	นักวิทยาศาสตร์เอก	B.Sc. (Utha State) ฝึกอบรมหลักสูตรนายทหารสรรพาวุธ ทบ.
50.	นายสุทัศน์ ลีพหะพันธุ์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วศ.บ. (จุฬา ฯ)
51.	นายวิเชียร อินทิม	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Nuclear Instrumentation, Japan. อบรม Non–Destructive Testing (Gamma Radiography), Singapore.
52.	นายประสม สุขสว่าง	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Industrial Application of Radioisotope and Radiation, Japan.
53.	นายบรรเทิง เพิ่มภูศรี	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง
54.	นายรุ่งโรจน์ แคนยุกต์	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Maintenance and Repair of Nuclear Electronic Equipment, Turin, Italy.
55.	นายชนะ ผิวล่อง	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง วศ.บ. โทรคมนาคม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า)
56.	น.ส. เสาวภา เต็มสมสุข	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง
57.	นายวิรุฬห์ มังคละวิรัช	นายช่างเอก รักษาการหัวหน้ากองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์	วศ.บ. เกียรตินิยมอันดับ 1 (จุฬา ฯ) Diplom Ingenieur (Stuttgard) อบรม Electron Spin Resonance in Solids, Israel.
58.	เรืออากาศโทสมเจตน์ แตงเทียง	นายช่างเอก	วศ.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.S. (Tennessee Evening School) อบรม Reactor Instrumentation and Control, Oak Ridge National Lab., U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
			อบรม Bid Evaluation and Implementation of Nuclear Power Projects, Japan.
59.	นายประจักษ์ ชินอมรพงษ์	นายช่างโท	วศ.บ. (จุฬา ฯ) ประกาศนียบัตรชั้นสูงทางไฟฟ้า (จุฬา ฯ) อบรม Nuclear Instrumentation, Bhabha Atomic Research Institute, India
60.	นายวิเชียร อธิสุข	,,	วศ.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Radioisotope in Hydrology, Vienna, Austria.
61.	นายมนตรี ศรีเมฆารัตน์	นายช่างตรี	วศ.บ. (จุฬา ฯ)
62.	นายศิริชัย เขียนมีสุข	,,	วศ.บ. (จุฬา ฯ)
63.	นายพีระ มีศรี	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Repair and Maintenance of Nuclear Electronic Instrumentation, Tokai–Mura, Japan.
64.	นายสมชาย ไตรยศิลป์	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Nuclear Instrumentation, Risö, Denmark.
65.	นายดำรงค์ ปานจินดา	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Non–Destructive Testing (Gamma Radiography), Singapore.
66.	นายผิว ทวีสุข	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Non–Destructive Testing (Gamma Radiography), Singapore.
67.	นายพิณ ช่วยราม	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง
68.	นายวิรัช ศรีเพ็ชรดี	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง
69.	นายมนูญ อร่ามรัตน์	นายช่างตรี	วศ.บ. (จุฬา ฯ)
70.	นายนาวา วารีวนิช	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง อบรม Maintenance and Repair of Nuclear Electronic Equipment, Turin, Italy.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
71.	นายประเสริฐ ทองลิ่ม	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง
72.	นายณรงค์ แย้มพยัคฆ์	นายช่างตรี	B.Sc. in Electronics (FEATI, Philippines)
73.	นายประสิทธิ์ พระลับรักษา	ช่างตรี	ป. วิชาชีพชั้นสูง
74.	นายอนุพล วนินทราดุลย์	,,	ป. วิชาชีพชั้นสูง
75.	นายวิบูลย์ สุขการค้า	ช่างฉัตวา	ป. อาชีว ฯ
76.	น.ส. ดูงาม ประภาลักษณ์	,,	ป. อาชีว ฯ
77.	นายสำเริง พงษ์สุริยะวรรณ	,,	ป. อาชีว ฯ
78.	นาวาตรี สังเวียน วงค์มังกร	นักวิทยาศาสตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองผลิตไอโซโทป	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.Sc. (Indiana) ศึกษา Nuclear Engineering, Nuclear Chemistry, และอบรม Radioisotope Technique, U.S.A. อบรม Use of Research Reactors for Radioisotopes Production and Activation Analysis, India และอบรม Production and Control of Radiopharmaceuticals, India.
79.	นางสุรดี ทองแสง	นักวิทยาศาสตร์เอก	วท.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Use of Radioisotope in Agriculture Research, India. อบรม The Chromatographic Seperation of Radioisotope, Japan. อบรม Radioisotope Production, Poland.
80.	นางยุวา แตงเที่ยง	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Radioisotope Production, Australia.
81.	น.ส. สุดา จันทรสกุล	นักวิทยาศาสตร์โท	B.S. (Manila) M.Sc. (Philippines), M.P.A. (Manuel L. Quezon Univ.)
82.	นายสุธี สุนทรธรรม	นักวิทยาศาสตร์โท	ก.บ. อบรม Use of Radioisotope in Pharmacology, Italy. อบรม Radioisotope Production, Poland.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
			อบรม Preparation, Control and Utilization of Radiopharmaceuticals, U.S.A.
83.	น.ส. วชิรา จิระวัฒน์	นักวิทยาศาสตร์โท	ภ.บ. อบรม Radiation Science, Japan อบรม Food Preservation, U.S.A.
84.	น.ส. วณี เพิ่มชาติ	นักวิทยาศาสตร์โท	ภ.บ.
85.	น.ส. จินดา ตั้งเผ่า	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (เชียงใหม่)
86.	นายกรินทร์ ไกรสร	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เกษตร)
87.	นายชูชาติ ทองย้อย	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เชียงใหม่)
88.	นายปรีชา ประคองวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เชียงใหม่)
89.	นางพิศมัย มีศรี	พนักงานวิทยาศาสตร์จัตวา	ม. 6
90.	นายไพศาล เลาห์เรณู	นักวิทยาศาสตร์โท ทำหน้าที่หัวหน้ากองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	B.A. Hons. (Whitter College), M.Sc. (Virginia Polytechnic Inst.) อบรม Food Irradiation and Radiation Techniques at M.I.T., U.S.A. อบรม Food Irradiation, India.
91.	นางศรีสรร เลาห์เรณู	นักวิทยาศาสตร์โท (หัวหน้าการวิจัยทางกีฏวิทยา)	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.Sc. (Virginia Polytechnic Inst.) อบรม Radiation Techniques and Food Irradiation at M.I.T., U.S.A.
92.	นายมานนท์ สุตันทวงษ์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เกษตร)
93.	นายโกวิทย์ นุชประมูล	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เกษตร)
94.	นายบุญเทียม ดิษฐแย้ม	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. (เกษตร) อบรม Radiation Entomology, U.S.A.
95.	นางเชาวนี จ้วงพานิช	นักวิทยาศาสตร์โท	ภ.บ. อบรม Food Irradiation Biochemistry U.S.A.
96.	นายเชษฐชัย บัณฑิตสิงห์	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. (เกษตร)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
97.	น.ส. ศรัณยา ทักขิณารัศมี	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. เกียรตินิยม (เกษตร) อบรม Food Microbiology, UK.
98.	นายสงวน จิระวัฒนพงศ์	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. (เกษตร)
99.	นายสำราญ ทรงประเสริฐชัย	นักวิทยาศาสตร์โท	กส.บ. (เกษตร)
100.	นายเชวงศักดิ์ พรหมภูเบศร์	นักวิทยาศาสตร์โท	B.Sc. (Manila) อบรม Food Irradiation Technology and Techniques, India.
101.	นายประเวทย์ แก้วช่วง	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เกษตร)
102.	นายณีรวัฒน์ พูลเพิ่ม	พนักงานวิทยาศาสตร์จัตวา	ม.ศ. 5
103.	นายประธาน อารีพล	นักวิทยาศาสตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองฟิสิกส์	วท.บ. (จุฬา ฯ) Cert. in Nuclear Physics (Germany) อบรม Radioisotope Techniques, Australia.
104.	น.ส. สุรีย์ แขวงโสภา	นักวิทยาศาสตร์เอก	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.Sc. (Rochester)
105.	ดร. ธำรง เมธาศิริ	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) Filosofie Dokter (Lund) อบรม Nuclear Physics, India
106.	นายธีรวุฒิ นิ่มวนาดอน	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Neutron Spectrometer, Philippines อบรม Theory of Condensed Matter, Trieste, Italy
107.	นายอนันต์ ยุทธมานพ	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Radiation Hazards, Trombay, India. อบรม Radioisotope in Hydrology, Vienna, Austria.
108.	น.ส.พัฒนา โชติพานิช	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ)
109.	น.ส.อุษณา ธนิตนิติมกุล	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
110.	น.ส. สนันทา ภัทรชาคร	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
111.	นายเริงรบ คุณหิรัญ	พนักงานวิทยาศาสตร์จัตวา	ม. 6

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลำดับที่	ชื่อ	ตำแหน่ง	วุฒิและการอบรม
112.	ม.ล.อนงค์ นิลอุบล	นักวิทยาศาสตร์เอก รักษาการหัวหน้ากองเคมี	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.S. (Maryland) Cert. in Radio and Television (service) (Columbia Technical Institute) อบรม Chemical Analysis of Cement, Concrete, Metallurgy, Alloy Steels, National Bureau of Standards. อบรม Weeds Control, Bureau of Reclamation. อบรม Activation Analysis, Israel.
113.	ร.ท.สมเกียรติ กรีทอง	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) M.Sc. (Leicester)
114.	น.ส.ดารากานต์ ชำนิโรคสานต์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) อบรม Radiochemical Techniques, U.S.A.
115.	น.ส.สมใจรัก โพธิปีติ	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา ฯ)
116.	นายชยากริต ศิริอุปถัมภ์	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ) อบรม Industrial Processing, Japan.
117.	นางปานจิต ฐานีพานิชสกุล	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. (จุฬา ฯ)
118.	น.ส.กรรติกา ชยวัฒนางกูร	นักวิทยาศาสตร์โท	วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) ศึกษาเพื่อรับปริญญาเอก, Mainz University, W. Germany
119.	นายเชาวน์ รอดทองคำ	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (จุฬา)
120.	น.ส.จินดารมย์ ดิสวัฒน์	นักวิทยาศาสตร์ตรี	วท.บ. (เชียงใหม่)
121.	น.ต. ม.ร.ว. โสภาคย์พงศ์ เกษมสันต์	นักวิทยาศาสตร์พิเศษ	วศ.บ. เกียรตินิยม (จุฬา ฯ) M.Sc. (California) ทบวงการ ฯ ขอยืมตัวปฏิบัติงานที่กรุงเวียนนาตั้งแต่ 6 มกราคม 2512 ถึง 30 พฤศจิกายน 2516

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

11.2 ความช่วยเหลือทางวิชาการจากต่างประเทศ

[11.2] 1)จากคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณู สหรัฐอเมริกา

ก. พ.ศ. 2501 : 1 เครื่อง Co-60 Teletherapy Unit, 1500 Ci, Picker. ($ 60,000) ติดตั้งที่แผนกรังสี คณะแพทยศาสตร์ และ ศิริราชพยาบาล, มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์

ข. พ.ศ. 2501 : อุปกรณ์นิวเคลียร์ ($ 6,000), แผนกเคมี จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ค. พ.ศ. 2498–2504 : ทุนฝึกอบรมในสหรัฐอเมริกาให้ข้าราชการ นักวิทยาศาสตร์จากสถาบันต่าง ๆ เกี่ยวกับกิจการพลังงานปรมาณู, การแพทย์ และการเกษตร จำนวนผู้ได้รับทุนทั้งสิ้น 35 คน และมี 3 คน ที่ได้ไปฝึกอบรมในสหรัฐอเมริกา คนละ 2 ครั้ง เป็นเงินค่าใช้จ่ายของสหรัฐอเมริกา $ 100,500

ง. พ.ศ. 2505 : ให้เงินช่วยเหลือดำเนินกิจการพลังงานปรมาณู $ 350,000

จ. ตั้งแต่ พ.ศ. 2505 ความช่วยเหลือของคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกาเป็นเงินจ่ายในสหรัฐเพื่อให้เจ้าหน้าที่ จาก Oak Ridge National Laboratory เดินทางมาให้คำปรึกษาหารือแก่นักวิทยาศาสตร์ของสำนักงาน พปส. ได้จัดส่งนักวิทยาศาสตร์มาระหว่าง พ.ศ. 2509–2510 จำนวน 10 คน เพื่ออยู่ปฏิบัติงานที่สำนักงาน พปส. ระยะเวลาคนละ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน ในบางครั้งได้นำอุปกรณ์เล็กน้อยติดตัวมาหรือจัดส่งมาให้ภายหลัง สำนักงาน พปส.ได้รับ Reactor Magnet Type BSR ; Aluminum Sample Holders 2 ชิ้น (ราคา $ 2,800) ; Aluminum & Polyethylene capsules.

ฉ. พ.ศ. 2513 ให้ Pulse Generator, PG9. S/N 550161 หนึ่งเครื่อง และ Signal Generator Tektronic Type 190, S/N 180 หนึ่งเครื่อง เป็นอุปกรณ์ที่เคยใช้ปฏิบัติงานที่ Argonne National Laboratory สำนักงาน พปส. เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาประเทศไทย

ช. ในระยะปัจจุบัน อาจนับได้ว่าสหรัฐอเมริกาให้ความช่วยเหลือด้านทุนการฝึกอบรมและอุปกรณ์แก่ประเทศไทย ผ่านการดำเนินงานของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.2] 2) ความช่วยเหลือทางวิชาการจากโครงการพัฒนาสหประชาชาติและทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

(หมายเหตุ : ไม่รวมความช่วยเหลือ ค่าเดินทาง, ค่าเล่าเรียน, ค่ากินอยู่ สำหรับผู้ได้รับทุนการฝึกอบรม)

	ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ	สหประชาชาติ
2502	**Medical Use of Isotopes** (คณะแพทยศาสตร์ ร.พ.ศิริราช) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Mr. Norman Veall (U.K.) อุปกรณ์ –	
2503	**Medical Use of Isotopes** (คณะแพทยศาสตร์ ร.พ.ศิริราช) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. J.D. Pearson (U.K.) อุปกรณ์ – **Isotopes in Agriculture** (กรมการข้าว) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. Kjell Steenberg (Norway) อุปกรณ์ $ 3,000 **Health Physics** (กรมวิทยาศาสตร์, พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. J.C.E. Button (U.K.) อุปกรณ์ $ 6,750.–	**Raw Materials Analysis** (กรมโลหกิจ) ผู้เชี่ยวชาญ : 9 เดือน Mr. Collin G. Taylor (U.K.) อุปกรณ์ – **Prospection of Raw Materials** (กรมโลหกิจ) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. J.W. Svanholm (Sweden) อุปกรณ์ $ 10,000.– **Nuclear Measurement Laboratory** (จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. R.B. Purcell (U.S.A.) อุปกรณ์ –
2504		**Reactor Construction & Commissioning** (กรมวิทยาศาสตร์, พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Mr. Bruce W. Emmerson (U.K.) อุปกรณ์ – **Central Repair & Maintenance Workshop** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 18 เดือน Mr. R.B. Shields (Canada) อุปกรณ์ $ 7,500

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

	ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ	สหประชาชาติ
2505	**Reactor Programming** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 15 เดือน Dr. R.T. Bayard (U.S.A.) อุปกรณ์ $ 3,500 **Health Physics** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. R.B. Borthwick (New Zealand) อุปกรณ์ – **Plant Genetics** (ม. เกษตรศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Dr. W.R. Singleton (U.S.A.) อุปกรณ์ $ 4,300	
2506	**Radiochemistry** (คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย) ผู้เชี่ยวชาญ : 9 เดือน Dr. Karl-Erich Seyb (Germany) อุปกรณ์ – **Hospital Physics** (คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Mr. P.M. Pfalzner (Canada) อุปกรณ์ $ 5,000	**Reactor Physics** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Mr. K. Kakihara (Japan) อุปกรณ์ –
2507	**Radiochemistry** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Dr. Karl-Erich Seyb (Germany) อุปกรณ์ $ 20,000	**Instrument Technology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. K. Tomabechi (Japan) อุปกรณ์ $ 7,500
2508	**Radiation Entomology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ 12 เดือน Dr. R.L. Beard (U.S.A.) อุปกรณ์ $ 8,000	**Radioisotope in Parasitology** (คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. Lars E. Garby (Sweden) อุปกรณ์ –

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

	ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ	สหประชาชาติ
2509	**Neutron Activation** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. Werner Bock-Werthman (Germany) อุปกรณ์ $ 12,800.– **Isotopes in Medicine** (คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย) ผู้เชี่ยวชาญ : 9 เดือน Dr. R.P. Ekins (U.K.) อุปกรณ์ –	**Radiation Food Preservation** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Dr. D.N. Rhodes (U.K.) อุปกรณ์ $ 20,000 **Radioisotopes in Hydrology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. J. Maierhofer (Austria) อุปกรณ์ $ 3,000
2510	**Cerebral Blood Flow, Xe–185, Kr–85** (คณะแพทยศาสตร์ ร.พ.ศิริราช) ผู้เชี่ยวชาญ : 4 เดือน Dr. I.H. Glass (U.K.) อุปกรณ์ $ 10,000.– **Radiation Entomology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 9 เดือน Dr. David Walker (U.S.A). อุปกรณ์ $ 3,000.–	**Food Preservation** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. D.N. Rhodes & Dr. T.A. Roberts (U.K.) อุปกรณ์ $ 7,500.– **Radiation Entomology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. David Walker (U.S.A.) อุปกรณ์ $ 7,500.–
2511	**Industrial Radiography** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Mr. P.A. Gillespie (Australia) อุปกรณ์ $ 5,000.– **Food Preservation** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 3 เดือน Dr. J. Kovacs (Hungary) อุปกรณ์ $ 7,000.–	**Food Preservation** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Dr. J. Kovacs (Hungary) อุปกรณ์ $ 5,000.–

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ	สหประชาชาติ
2514 **Nuclear Engineering School** (พปส., จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย) ผู้เชี่ยวชาญ : 6 เดือน Prof. M.E. Wacks (U.S.A.)	**Food Microbiology** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 8 เดือน Mr. G. Hannesson (Iceland) อุปกรณ์ $ 6,000.–
Food Biochemistry (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 8 เดือน Dr. I. Clarke (U.K.) อุปกรณ์ $ 11,400.–	**Isotope Production** (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 4 เดือน Dr. Desai (India)
Neutron Activation (พปส.) ผู้เชี่ยวชาญ : 12 เดือน Prof. M.E. Wacks (U.S.A.) 6 เดือน Dr. Gangadharan (India) 6 เดือน อุปกรณ์ $ 6,000.– (US. Gift)	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.2] 3) ทุนฝึกอบรมจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

ทุนฝึกอบรมที่ประเทศไทยได้รับจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ต่อเนื่องจากที่ได้พิมพ์ไว้ในเอกสารสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2505

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
49	2505	10	ดร. ตระกูล เลขวัต	โรงพยาบาลหญิง	Clinical Use of Radio-isotopes; Radium and Isotope Institute, Israel.
50	2506	12+4	นายนิตย์ สัมมาพันธ์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Reactor Physics; University of Michigan, U.S.A.
51	2506	12	ม.ล. อนงค์ นิลอุบล	,,	Activation Analysis; Israel Atomic Energy Commission, Israel.
52	2506	12+6	น.ส. สุรีย์ แขวงโสภา	,,	Radiation Biology; University of Rochester, U.S.A.
53	2506	12	พ.ญ. มาคุ้มครอง วาสนะสมสิทธิ์	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	Radioisotopes Techniques in Medicine; Oak Ridge, U.S.A.
54	2506	6	นายเดช ทิวทอง	การพลังงานแห่งชาติ	Industrial Application of Radioisotopes; Radioisotope School, Tokyo, Japan
55	2506	12+7	นายธำรง เมธาศิริ	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Nuclear Physics; Atomic Energy Establishment, Trombay, India
56	2506	3	ดร. เล็ก ธนสุกาญจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Radio – Microbiology; Central Institute for Nutrition and Research, Zeist, Netherland
57	2506	6	นางสุรดี ทองแสง	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Chromatographic Separation of Radioisotopes; Japan Atomic Energy Research Institute National Institute of Radiological Science, Japan.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
58	2506	12	น.ส. จงอร คีรีทวีป	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Nuclear Physics; Bristol University, U.K.
59	2506	10	น.ส. สุธีรา วิจิตรานนท์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Radiological Physics; Brookhaven National Laboratory, N.Y., U.S.A.
60	2506	12+5	น.ส. เพ็ญศรี ถาวร	คณะเภสัชศาสตร์ ม. แพทยศาสตร์	Radiation Protection, Austrian Reactor Centre, Seibersdorf, Austria
61	2506	10	นายจุมพล พรหมพิทักษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Research & Education in Physics; The International Seminar for Research and Education in Physics, Uppsala, Sweden
62	2506	12+12	น.พ. ปณต มิคเสน	คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Radioisotope Techniques in Tropical Medicine; School of Tropical Medicine, Liverpool, U.K.
63	2507	12	น.ท. บุญทรง อธิสุข	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Nuclear Reactor Operation; Imperial College of Science and Technology, Univ. of London, U.K.
64	2507	12	น.ส. ยุวา เมธารมณ์	,,	Radioisotope Production; Australian Atomic Energy Commission, Australia
65	2507	10	น.ส. สกาว จิรธนา	,,	Health Physics; Univ. of Rochester, U.S.A.
66	2507	9+10+3	นายอนันต์ ยุทธมานพ	,,	Radiation Hazards, Atomic Energy Establishment Trombay, India
67	2507	12	น.ส. ดารากานต์ ชำนิโรคสานต์	,,	Radiochemical Techniques; Univ. of California, Los Angeles, U.S.A.
68	2507	12	นายปรีชา การสุทธิ์	,,	Nuclear Instrumentation; Univ. of California, Berkeley, U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
69	2507	12+10	น.ส. วรรณี จูฑะศรี	แผนกรังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	Radiochemistry; Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, U.S.A.
70	2507	12+12	นายธีรวุฒิ นิ่มวนาตอน	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Neutron Crystal Spectrometer; Philippines Atomic Research Centre, Philippines
71	2507	2	น.ส. พรรษา วีระไวทยะ	กระทรวงเกษตร	Use of Radioisotopes in Agricultural Biochemistry; Seibersdorf, Austria
72	2508	12	นายอุทิศ สายมงคล	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Health Physics; Western New York Nuclear Research Centre, State Univ. of New York, and Brookhaven, National Laboratory, U.S.A.
73	2508	4+1	นายธนินทร์ พงศ์มาศ	,,	Radioisotopes in Hydrology; Federal Experimental Research Institute, Vienna, Austria
74	2508	12+6	นายวิทิต เกษคุปต์	,,	Radiation Protection; University of Rochester, U.S.A.
75	2508	12	น.ส. จุฑาทิพ จรูญรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Radiochemistry; Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, U.S.A.
76	2508	9	ม.ล. ประณต ชุมแสง	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Radio–Pharmacy; Radioisotope School, National Institute of Radiological Science, Japan
77	2508	10+3	พ.ญ. สายสงวน อุณหนันท์	คณะแพทยศาสตร์ และศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Radiotherapy; Royal Marsden Hospital, London U.K.
78	2508	12+12	นายสมพงษ์ ฉัตราภรณ์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Utilization of the Neutron Crystal Spectrometer; Philippine Atomic Research Centre, Philippines

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
79	2509	4	นายวิเชียร อธิสุข	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Radioisotopes in Hydrology, Federal Experimental and Research Institute, Vienna, Austria
80	2509	9	นายวัลลภ บุญคง	,,	Isotopes in Hydrology; Agency's Tritium Laboratory, Vienna and Weizmann Institute, Israel
81	2509	12	ดร. สิรินทร์ โลจายะ	คณะวิทยาศาสตร์ การแพทย์ มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Metabolism Nutrition; University of California, Berkeley, U.S.A.
82	2509	8	นายสุธี สุนทรธรรม	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Use of Radioisotopes in Pharmacology; Institute Superiore di Sanita, Rome, Italy
83	2509	12+12+5	น.ส. โสคิต แย้มโชติ	,,	Radiological Health; Technion, Haifa, Israel
84	2509	12+12	ร.ท. สมเจตน์ แตงเที่ยง	,,	Reactor Instrumentation; Oak Ridge National Laboratory, U.S.A.
85	2509	10	ร.อ. รัตนะ พุ่มเล็ก	,,	Reactor Metallurgy; Australian School of Nuclear Technology, Lucas Heights, Australia
86	2509	10	นายปรีชา ขัมพานนท์	กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Plant Breeding and Genetics; Agency's Laboratory, Seibersdorf, Austria
87	2509	9	น.ส. ฉอ้อน พ้นชั่ว	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Radioisotopes Preparation; Japan Atomic Energy Research Institute, Japan
88	2509	10	นายสมบูรณ์ ลำเภาพงศ์	กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Radioisotopes Techniques & Activation Analysis in Soil Plant Studies; Agency's Laboratory, Seibersdorf, Austria

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลาเดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
89	2509	12	นายประจักษ์ ชินอมรพงษ์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Basic Nuclear Electronic Circuitry; Nuclear Electronic Systems; Reactor Safety System; Trombay, India
90	2510	12	นายวิรุฬห์ มังคละวิรัช	,,	Electron Spin Resonance in Solid State; Israel Atomic Energy Commission, Tel Aviv, Israel
91	2510	12+12	น.ส. วิชุดา กฤตยาเกียรณ์	กรมกสิกรรม	Entomology; University of Florida, Univ. of Georgia, U.S.A.
92	2511	10+10	พ.ญ. ฤดี ปลีหจินดา	คณะแพทยศาสตร์คิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Use of Radioisotopes in Medicine; Univ. of Vienna, และ Hammersmith Hospital, London, U.K.
93	2510	12	นายทองจุน จังกาจิต	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Reactor Instrumentation and Control System; Bhabha Atomic Research Centre, India
94	2510	12	น.ส. ขุบล โปรเมฆานนท์	กรมกสิกรรม	Mineral Uptake & Salt Transport of Plant; IAEA's Lab. at Seibersdorf, Austria
95	2510	12	นายไพศาล เลาห์เรณู	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Biochemistry and Food Science; Virginia Polytechnic Institute, U.S.A.
96	2510	12+9	นายวิเชียร อินทิม	,,	Nuclear Instrumentation; Japan Atomic Energy Research Institute, และ Japan Atomic Power Company, Japan
97	2510	12+10	น.ส. นงนุช จันทนาคม	,,	Health Physics; University of Tennessee, U.S.A.
98	2510	12+6	นางนันทนา แก้วอุบล	กรมกสิกรรม	Food Irradiation and Plant Physiology; Univ. of California, Davis, U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
99	2510	12+9+3+2	น.ส. ยุพเรศ เพิ่มสว่าง	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Entomology; University of Connecticut, U.S.A.
100	2510	10	นางประไพ สังข์ทอง	,,	Activation Analysis; Israel.
101	2511	12+10	ร.ท. สมเกียรติ กรีทอง	,,	Radiochemistry; the School of Chemistry at Leicester, U.K,
102	2511	6+2	นายโกศล ภู่พิสิฐ	,,	Power Reactor Technology; Cirus Reactor, Bhabha Atomic Research Centre และ Tarapur, India
103	2512	12	นายบุญสม วัลลีย์ลักษณ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Use of Radiation and Isotopes in Entomology; Pest Control and Insect Eradication Section, Agency's Lab. Seibersdorf
104	2511	9+9	นายพีระ มีศรี	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Repair & Maintenance of Nuclear Electronic Instrumentation; JAERI, Japan
105	2511	6	ดร. ประยูร ดีมา	กรมกสิกรรม	Radioisotope in Pesticide Research; Univ. of California U.S.A.
106	2511	6+6	น.ส. จงจินต์ ภัทรมนตรี	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Physics Radiotherapy; Christie Hospital, Manchester
107	2512	4	ศ. อรุณ สรเทศน์	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Survey Project on Irradiation of Fishery Products; Iceland
108	2511	9+5	นายประสม สุขสว่าง	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Industrial Application of Radioisotope and Radiation; JAERI, Japan
109	2511	12	น.ส. อำพัน เหลือสินทรัพย์	กรมประมง	Radiation Ecology; Univ. of Washington, U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
110	2511	12+10	นายไพโรจน์ อินทรศิริสวัสดิ์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Health Physics; Univ. of Rochester, U.S.A.
111	2511	12	น.ส. ศรีสรร เรืองโอภาษ	,,	Radiation Entomology; Virginia Polytechnic Institute, U.S.A.
112	2511	12	น.ส. วชิรา จิระวัฒน์	,,	Food Preservation, Puerto Rico Nuclear Centre, U.S.A.
113	2511	12+10	นายเชษฐ์ชัย บัณฑิตสิงห์	,,	Radiation Entomology; Univ. of Georgia, U.S.A.
114	2512	12+12 $+1\frac{1}{2}$	นายสุริย์ วงศ์อนันต์	การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯ	Nuclear Power Engineering; Univ. of Birmingham, U.K.
115	2512	12	นายสถาพร ผาติสุวัณณ์	,,	Nuclear Power Engineering; Canadian International Development Authority (CIDA), CANADA
116	2512	10+12+1	พ.ญ. วนิดา คูรัตน์	คณะแพทยศาสตร์ ร.พ. รามาธิบดี	Nuclear Medicine; Christchurch Hospital, N.Z. และ Radioisotope Unit at Aukland Hospital และ Univ. of London
117	2512	12	น.ส. ไพเราะ ทิพยทัศน์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Tracer Technique; Chemical Institute, Weihenstephan, GERMANY
118	2512	5+2	นายอนันต์ ยุทธมานพ	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Radioisotopes in Hydrology; IAEA's Lab., Vienna, Austria
119	2512	12	นางเชาวนี จ๋วงพานิช	,,	Food Irradiation Biochemistry; Univ. of California, Davis, U.S.A.
120	2512	6	นางสมลักษณ์ อินทรศัพท์	คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล	Nuclear Medicine; School of Medicine, Washington University, U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
121	2513	12+3	นายวิวัฒน์ พฤกษวัฒ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯ	Nuclear Power Engineering; Texas A&M University, U.S.A.
122	2513	12+12	น.ส. อัญชลี ศกุณวัฒน์	คณะแพทยศาสตร์ ร.พ. รามาธิบดี	Radiation Physics; The Royal Marsden Hospital, London
123	2513	12+12	น.ส. รัตนา สุนทรจัมปกะ	,,	Radiation Physics; The Royal Marsden Hospital, London
124	2513	6+12	นายสมชาย ไตรยศิลป์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Maintenance and Repair of Nuclear Field Equipment and Multi-channel Analyzer; The Danish Isotope Centre Copenhagen และ Electronics Division, Risö Research Establishment, Denmark
125	2513	12+1	น.ส. ศรัญยา ทักขิณารัศมี	,,	Food Microbiology; Torry Research Station, Aberdeen และ Atomic Energy Research Establishment, Harwell U.K.
126	2514	12+12	น.ส. วาณี ศัตรวาหา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Analytical Chemistry; Analytical Institute, University of Vienna, Austria
127	2514	12+12	นายชยากริต ศิริอุปถัมภ์	สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	Labelled Compound, Carbon–14 Dating; SORIN Centre, Saluggia (Vercelli), Milan, Italy และ Institute of Nuclear Sciences, Lower Hutt, New Zealand
128	2514	12+12	นายสัณห์ พาณิชยกุล	จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Biochemistry; Brigham Young University, Utah, U.S.A.
129	2514	12	น.ส. พัธนี บำบัดสรรพโรค	การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯ	Nuclear Engineering; Texas A&M University U.S.A.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	พ.ศ.	ระยะเวลา เดือน	นาม	สังกัด	แขนงวิชาที่ศึกษาอบรมและสถาบัน
130	2514	12+12	น.ส. พูนศรี จิรธนา	กรมการข้าว	Plant Nutrition; Chemistry Department, Texas A&M University U.S.A.
131	2514	12	ทันตแพทย์วสันต์ ตันติวิภาวิน	คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	Study of Fluoride Clearance by Radioactive Fluorine; University of Manchester และ Univ. of Birmingham, U.K.
132	2514	12+9	น.ส. นิศารัตน์ รักษวิณ	คณะแพทยศาสตร์ศิริราช พยาบาล ม. มหิดล	Nuclear Medical Physics; Texas University, Houston, U.S.A.
133	2514	12+12	ทันตแพทย์หญิง อนงค์นารถ ภักดีณรงค์	คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	Radiation in Dentistry; National Institutes of Dental Research, Bethesda, Maryland, U.S.A.
134	2514	12	น.ส. อัจฉรา โยมินทร์	กรมประมง	Radioisotope and Radiation Application; Centre for Sea Research, Roving, Yugoslavia
135	2514	12+6	น.ส. กนกวรรณ กนกากร	คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล	Use of Radioisotopes and Technique in Medical Research; Welsh National School of Medicine, Cardiff, United Kingdom

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.2] 4) ความช่วยเหลือจากทบวงการ ฯ ด้านการประชุม, ดูกิจการ, อบรม
(เฉพาะข้าราชการสำนักงาน พปส.)

ที่	นาม	ระยะเวลา	การประชุม, ดูกิจการ, อบรมและสถานที่	หมายเหตุ
1	ร.อ. หญิง อัจฉรา ศรีสุโร ร.น.	21 ต.ค. – 29 พ.ย. 07	อบรม Scientific Documentation, Indian National Scientific Documentation Centre, New Delhi, India	
2	น.ต. สังเวียน วงศ์มังกร ร.น.	26 ต.ค. – 18 ธ.ค. 07	อบรม Use of Research Reactors for Radioisotopes Production and Activation Analysis, Trombay, India	
3	นายวิชัย หโยดม	4–15 ต.ค. 08	Inter–Regional Advanced Training Seminar on Radioactive Waste Management, Tokyo Japan	
4	นายวิรุฬห์ มังคละวิรัช	,,	,, ,,	
5	น.ต. ม.ร.ว. โสภาคย์พงศ์ เกษมสันต์	28 ก.พ. – 4 มี.ค. 09	Study Group Meeting on Research Reactor Utilization, Lucas Height, Austria	
6	ร.อ. สุชาติ มงคลพันธุ์ ร.น.	28 ก.พ. – 4 มี.ค. 09	,, ,,	
7	น.ต. ม.ร.ว. โสภาคย์พงศ์ เกษมสันต์	26 ส.ค. – 20 พ.ย. 09	Study Tour on the Use of Radioisotopes and Radiation in Industry, USSR, United – Kingdom, France and Czechoslovakia	
8	น.ท. บุญทรง อธิสุข	5–17 ก.ย. 09	International Survey Course on Economic and Technical Aspects of Nuclear Power, Vienna, Austria	
9	นายประธาน อารีพล	27–31 ต.ค. 09	Study Group Meeting on Problems and Prospects of Nuclear Power Applications in Developing Countries, Manila, Philippines	
10	นายปรีชา การสุทธิ์	11–22 ก.ย. 10	อบรม Radioactive Waste Management, Jesus College, Oxford, U.K.	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	นาม	ระยะเวลา	การประชุม, ดูกิจการ, อบรมและสถานที่	หมายเหตุ
11	นายวิทิต เกษคุปต์	2–31 ต.ค. 10	อบรม Planing for the Handling of Radiation Accidents, Manila, Philippines	
12	ม.ล. อนงค์ นิลอุบล	19–24 ต.ค. 10	Study Group Meeting on Research Reactor Utilization, Tokai, Japan	
13	น.ส. ยุวา เมธารมณ์	,,	,, ,,	
14	นายบุญเทียม ดิษฐแย้ม	2 ต.ค. – 24 พ.ย. 10	อบรม IAEA Course on Radiation Entomology, University of Florida, U.S.A.	
15	นายวิชัย หโยดม	6–10 พ.ย. 10	Research Co-ordinating Meeting on Waste Management, Singapore	
16	นายวิชัย หโยดม	11–15 ธ.ค. 10	Research Coordination Meeting on the Use of Neutron in Seed Irradiation, Vienna, Austria	
17	นายอุทิศ สายมงคล	26 มี.ค. – 9 พ.ค. 11	Study Tour on Radiation Protection, USSR, Czechoslovakia and Poland	
18	น.ต. สังเวียน วงศ์มังกร ร.น.	3–7 มิ.ย. 11	Study Group Meeting on Radioisotope Production, Lucas Height, Australia	
19	นายวิชัย หโยดม	9–13 ธ.ค. 11	Regional Seminar for Asia and Far East on Radiation Protection Monitoring, Bombay, India	
20	นายอุทิศ สายมงคล	,,	,, ,,	
21	น.ท. ไกรวุฒิ สุขกิจบำรุง ร.น.	10–20 มี.ค. 12	1. Panel on Utilization of Reactor Centres in Training Staff for Nuclear Power System (10–13 มี.ค. 12) 2. Organization Meeting for a New Regional Cooperation Projects (14–16 มี.ค. 12) 3. Study Group Meeting on Research Reactor Utilization (17–20 มี.ค. 12) Philippines	
22	นายธีรวุฒิ นิ่มวนาดอน	,,	,, ,,	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	นาม	ระยะเวลา	การประชุม, ดูกิจการ, อบรมและสถานที่	หมายเหตุ
23	นายวัลลภ บุญคง	17–20 มี.ค. 12	Study Group Meeting on Research Reactor Utilization, Philippines	
24	น.ต. ปุณมี ปุณศรี	5–30 พ.ค. 12	Scientific Visit on Nuclear Desalination, Israel	
25	นางสุรดี ทองแสง	5 พ.ค. – 13 มิ.ย. 12	อบรม Radioisotope Production, Poland	
26	นายสุธี สุนทรธรรม	,,	,, ,,	
27	นายประธาน อารีพล	8 ก.ค. – 20 ส.ค. 12	Study Tour on Waste Management Techniques and Programme, Czechoslovak Socialist Republic, Federal Republic of Germany, Sweden and USSR	
28	นายไพศาล เลาห์เรณู	27 ต.ค. – 7 พ.ย. 12	Seminar and Demonstration in Food Irradiation, India	
29	นายวิชัย หโยดม	17–24 พ.ย. 12	Research Coordination Meeting on the Use of Seeds as Biological Monitors for Neutron Irradiations, Knoxville, Tennessee, U.S.A.	
30	นายรุ่งโรจน์ แคนยุกต์	16 มี.ค. – 12 มิ.ย. 13	อบรม Maintenance and Repair of Nuclear Electronic Equipment, Turin, Italy	
31	นายนาวา วารีวนิช	,,	,, ,,	
32	นายธำรง เมธาศิริ	15–19 มิ.ย. 13	Second International Conference on Nuclear Data for Reactors, Helsinki, Finland	เข้าร่วมประชุมระหว่างที่ศึกษาวิจัยที่สวีเดน
33	นายวิรุฬห์ มังคละวิรัช	10 ส.ค. – 18 ก.ย. 13	Study Tour on Industrial Applications of Radioisotopes and Radiation Technology	
34	ร.อ. กฤษฎางค์ จิระสานต์	,,	,, ,,	
35	นายสุวิทย์ จิวาลักษณ์	5 ต.ค. – 13 พ.ย. 13	อบรม Industrial Radiation Processing, Japan	
36	นายชยากรติ ศิริอุปถัมภ์	,,	,, ,,	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ที่	นาม	ระยะเวลา	การประชุม, ดูกิจการ, อบรมและสถานที่	หมายเหตุ
37	น.ต. สังเวียน วงศ์มังกร ร.น.	9–30 พ.ย. 13	Production and Control of Radiopharmaceuticals, Bhabha Atomic Research Centre, Trombay, India	
38	น.ส. วิภามาส มาไลยพันธุ์	23 พ.ย. – 11 ธ.ค. 13	Seminar for Asia and the Far East on Input Preparation for International Nuclear Information System (INIS), Bombay, India	
39	น.ส. พัฒนา โชติพานิช	,,	,, ,,	
40	นายไพศาล เลาห์เรณู	7–11 ธ.ค. 13	Panel of Experts on the Use of Irradiation to solve Quarantine Problems in International Fruit Trade, Honolulu, Hawaii, U.S.A.	
41	ร.อ. รัตนะ พุ่มเล็ก	2–6 ส.ค. 14	Study Group Meeting on Research Reactor Utilization, Bandung, Indonesia	
42	นายสมพงศ์ ฉัตราภรณ์	,,	,, ,,	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

5) สัญญาการวิจัย (Research Contracts) : นักวิชาการของส่วนราชการต่าง ๆ ของไทยที่ได้รับสัญญาการวิจัยจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

หมายเลขสัญญาการวิจัยของทบวงการ ฯ	ชื่อหัวหน้าการวิจัยและสถาบัน	ชื่อเรื่องสัญญาการวิจัย	ระยะเวลา	เงินเหรียญอเมริกัน	ต่อสัญญาการวิจัย ระยะเวลา/เงินเหรียญอเมริกัน
24/OB	ศ.น.พ. วีกูล วีรานุวัตต์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Red cell survival studies with radio-isotopes in thalassaemia haemoglobin-E and thalassaemia haemoglobin-H disease	พ.ค. 2503 – เม.ย. 2505	7,600	
150/OB	ดร. ภักดี ลุศนันทน์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Research work within the framework of a coordination programme on the application of isotopes and radiation in rice cultivation	มี.ค. 2505 – ก.พ. 2510	21,800	
210/OB	ศ. จำลอง หะรินสุต คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Iron metabolism in experimental hookworm infections	ก.ค. 2506 – มิ.ย. 2509	11,410	
222/RB	ดร. เล็ก ธนสุกาญจน์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Radiation resistance of microorganisms, particularly Salmonella, of epidemiological importance in Thailand	ก.ย. 2506 – ส.ค. 2507	5,500	(1) ก.ย.2507–ส.ค.2508 เงิน $ 5,500 (2) ก.ย.2508–ส.ค.2509 เงิน $ 4,000
291/RB	ดร. ภักดี ลุศนันทน์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Studies of the induction of mutations in rice and subsequent selection of beneficial mutants and testing of the resultant mutant lines, (part of a coordinated programme on the use of induced mutation for rice improvement).	พ.ย. 2507 – ต.ค. 2509	7,380	
459/RB	นายวิชัย หโยดม สำนักงาน พปส. และ กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Studies of the effect of neutron irradiation on seeds, (Coordinated programme of research on the use of neutrons in seed irradiation)	พ.ย. 2509 – ต.ค. 2510	5,200	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

หมายเลขสัญญาการวิจัยของทบวงการ ฯ	ชื่อหัวหน้าการวิจัยและสถาบัน	ชื่อเรื่องสัญญาการวิจัย	ระยะเวลา	เงินเหรียญอเมริกัน	ต่อสัญญาการวิจัย ระยะเวลา/เงินเหรียญอเมริกัน
549/RB	ดร. เล็ก ธนสุกาญจน์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	The ecology of *Clostridium botulinum* type E in relation to the radiation pasteurization of fish in Thailand	ส.ค. 2510 – ก.ค. 2511	2,000	(1) ส.ค.2511–ก.ค.2512 เงิน $ 2,000 (2) ส.ค.2512–ก.ค.2513 เงิน $ 3,000
661/RB	ศ.น.พ. เฉลิม บูรณนนท์ สถานเสาวภา สภากาชาดไทย	Studies on effects of radiation on snake venoms with special aspects on their sterilization	ก.ย. 2511 – ส.ค. 2512	5,000	(1) ต.ค.2512–ก.ย.2513 เงิน $ 4,000 (2) ธ.ค.2513–พ.ย.2514 เงิน $ 3,000
668/RB	ดร. สมพร พัฒนกำจร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Rearing studies on the rice stem borers, (Coordinated programme of research for rice insect control and eradication)	ต.ค. 2511 – ก.ย. 2512	4,450	(1) ดร. สุธรรม อารีกุล ต.ค.2512–ก.ย.2513 เงิน $ 4,100 (2) ต.ค.2513–ก.ย.2514 เงิน $ 4,100 (3) ต.ค.2514–ก.ย.2515 เงิน $ 3,500
674/RB	พ.ญ. กันยิกา เทวกุล คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	Applications of radioisotopes in the study of intravascular haemolysis and haemoglobin catabolism in malaria	ก.ย. 2511 – ส.ค. 2512	5,000	(1) ก.ย.2512–ส.ค.2513 เงิน $ 4,650 (2) ดร. สุวิทย์ อารีกุล ต.ค.2513–ก.ย.2514 เงิน $ 4,650
758/RB	ดร. ทวี หอมชงค์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา บางแสน	Mass rearing methods for the important *Lepidopterous* pests of South East Asia, (Coordinated research programme for rice insect control and eradication)	ก.ค. 2512 – มิ.ย. 2513	1,750	(1) ก.ค.2513–มิ.ย.2514 เงิน $ 3,750 (2) ก.ค.2514–มิ.ย.2515 เงิน $ 3,000 (3) ก.ค.2515–มิ.ย.2516 เงิน $ 3,000
763/RB	ดร. รศนา อัชชกิจ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Hot-atom chemistry of coordinated compounds	ก.ค. 2512 – มิ.ย. 2513	5,500	ก.ค.2513 – มิ.ย.2514 เงิน $ 5,625

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

หมายเลขสัญญาการวิจัยของทบวงการ ฯ	ชื่อหัวหน้าการวิจัยและสถาบัน	ชื่อเรื่องสัญญาการวิจัย	ระยะเวลา	เงินเหรียญอเมริกัน	ต่อสัญญาการวิจัย ระยะเวลา/เงินเหรียญอเมริกัน
806/RB	นางปทุม สนิทวงศ์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	Research within the framework of a coordinated programme on the use of isotopes in rice production studies	ก.พ. 2513 – ม.ค. 2514	2,650	(1) ก.พ.2514–ม.ค.2515 เงิน $ 2,350 (2) ก.พ.2515–ม.ค.2516 เงิน $ 2,200
852/RB	ดร. สุมินทร์ สมุทคุปต์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Improvement of soybean protein by mutation breeding, (Coordinated programme of research on the application of nuclear techniques for seed protein improvement)	ธ.ค. 2512 – พ.ย. 2513	3,000	(1) ธ.ค.2513–พ.ย.2514 เงิน $ 3,000 (2) ธ.ค.2514–พ.ย.2515 เงิน $ 3,000
939/RB	นายไพศาล เลาห์เรณู กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงาน พปส.	Effect of irradiation in extending shelf-life of boiled Chub Mackerel	ต.ค. 2513 – ก.ย. 2514	4,000	ต.ค.2514–ก.ย.2515 เงิน $ 3,000
1060/RB	นางศรีสรร เลาห์เรณู กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงาน พปส.	Gamma irradiation for disinfestation of salted and dried fish	พ.ย. 2514 – ต.ค. 2515	3,000	พ.ย.2515–ต.ค.2516 เงิน $ 3,000
1103/RB	นายธีรวุฒิ นิ่มวนาดอน กองฟิสิกส์ สำนักงาน พปส.	Application of neutron scattering techniques to the study of magnetic materials, (Coordinated programme of research on the application of research neutron scattering techniques in the study of solids)	ธ.ค. 2514 – พ.ย. 2515	3,000	
1130/RB	นายปรีชา ขัมพานนท์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตร	The use of radiation induced mutants in rice breeding and production, (FAO/IAEA coordinated programme)	ม.ค. 2515 – ธ.ค. 2516	3,500	
1138/RB	ร.อ.สุชาติ มงคลพันธุ์ ร.น. กองขจัดกากกัมมันตภาพรังสี สำนักงาน พปส.	The investigation of pesticide residues and contaminants in vegetables by means of neutron activation analysis,	ก.ค. 2515 – มิ.ย. 2516	3,000	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

หมายเลขสัญญาการวิจัยของทบวงการฯ	ชื่อหัวหน้าการวิจัยและสถาบัน	ชื่อเรื่องสัญญาการวิจัย	ระยะเวลา	เงินเหรียญอเมริกัน	ต่อสัญญาการวิจัย ระยะเวลา/เงินเหรียญอเมริกัน
		(Coordinated programme of research on nuclear detection and analysis)			
1151/RB	ดร. เล็ก ธนสุกาญจน์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	Radiation processing of boiled Chub Mackerel to extend market life, and assay stored products for toxins, anaerobes.	15 มี.ค.2515– 14 มี.ค.2516	3,000	
1212/RB	นายอนันต์ ยุทธมานพ กองสุขภาพ สำนักงาน พปส.	Research work within the coordinated programme on cycling of tritium and other radionuclides of global character in different types of ecosystems	ก.ย. 2515 – ส.ค. 2516	5,000	
1219/RB	นายปรีชา การสุทธิ์ กองขจัดกาก กัมมันตภาพรังสี สำนักงาน พปส.	The study of integral waste management systems and their effect on the environment in Thailand, (Coordinated programme on studies to determine the migration and dispersion of radionuclides from the storage of radioactive waste under various conditions in the terrestrial environment)	ต.ค. 2515 – ก.ย. 2516	6,000	
1248/RB	นางประทุม เจริญพงศ์ กรมพัฒนาที่ดิน	The use of radiation and isotope techniques in studies of soil water regimes, (Coordinated research programme)	ก.ย. 2515 – ส.ค. 2516	4,000	

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

11.3 การจัดการประชุมและอบรมระหว่างภูมิภาคที่สำนักงาน พปส.

17 — 21 ธันวาคม 2505	:	IAEA Study Group Meeting on Research Reactor Utilization.
15 — 19 พฤศจิกายน 2508	:	IAEA Regional Health Physics Meeting.
17 — 21 มกราคม 2509	:	IAEA/WHO : Inter–Regional Advanced Training School on Medical Uses of Isotopes. (คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน)
20 — 24 พฤศจิกายน 2510	:	IAEA Study Group Meeting on Impregnated Fibrous Materials.
7 — 10 พฤษภาคม 2511	:	IAEA/WHO Study Group Meeting on the Use of Ionizing Radiation for Sterilization and Detoxication of Snake–Venoms.
27 — 28 พฤศจิกายน 2511	:	Symposium on Nuclear Power, British Nuclear Export Executive.
20 — 21 มกราคม 2512	:	IAEA Visiting Seminar on Food Irradiation.
7 กุมภาพันธ์ 2512	:	High Temperature Gas–Cooled Reactor, General Atomic.
22 เมษายน 2512	:	Economics of Nuclear Power, Bechtel Corporation.
19 — 22 พฤษภาคม 2512	:	IAEA Panel Meeting on Radiation Sensitivity of Toxins and Animal Poisons.
23 — 24 กรกฎาคม 2512	:	Seminar on Nuclear Power, Boiling Water Reactors, General Electric.
3 ตุลาคม 2512	:	Seminar on Nuclear Power, Pressurized Water Reactors, Westinghouse.
6 — 11 เมษายน 2513	:	IAEA Seminar on the Development of Nuclear Laws.
6 — 10 กรกฎาคม 2513	:	IAEA Regional Co–operation Meeting on Research and Training Projects on Nuclear Science & Technology. IAEA Regional Study Group Meeting on Activation Analysis.
14 — 18 ธันวาคม 2513	:	IAEA Visiting Seminar on Radiation Guaging.
3 พฤษภาคม — 11 มิถุนายน 2514	:	IAEA Regional Training Course on Isotope Techniques in Hydrology.
15 พฤศจิกายน — 10 ธันวาคม 2514	:	IAEA Inter–Regional Training Course on Dosimetry for Industrial and Agricultural Radiation Processing Establishments.
13 — 17 ธันวาคม 2514	:	IAEA/WHO Study Group Meeting on Food Irradiation.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

11.4 เสด็จทอดพระเนตรและชมกิจการ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พร้อมด้วยสมเด็จเจ้าฟ้าวชิราลงกรณ์ เสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรกิจการของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2511

สมเด็จเจ้าฟ้าอุบลรัตนราชกัญญา ฯ เสด็จทอดพระเนตรกิจการ ฯ ในวันที่ 26 มิถุนายน 2512 และทรงฟังการบรรยายเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูของเจ้าหน้าที่บริษัทเยเนอราลอิเลคทริค ในวันที่ 25 กรกฎาคม 2512

สมเด็จเจ้าฟ้าสิรินธรเทพรัตนสุดา ฯ และสมเด็จเจ้าฟ้าจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ ฯ เสด็จทอดพระเนตรการปฏิบัติงานในห้องทดลอง เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2513 พร้อมด้วยอาจารย์และนักเรียนโรงเรียนจิตรลดา

การชมกิจการของนายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรี :

	ฯพณฯ จอมพล ถนอม กิตติขจร	นายกรัฐมนตรี	พ.ศ. 2507
	ฯพณฯ นายพจน์ สารสิน	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ	พ.ศ. 2507
	ฯพณฯ นายสุนทร หงส์ลดารมภ์	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง	พ.ศ. 2506
	ฯพณฯ นายบุญชนะ อัตถากร	รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ	พ.ศ. 2508
และ	ฯพณฯ นายถนัด คอมันต์	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการต่างประเทศ	

ข้าราชการชั้นผู้ใหญ่ นักศึกษาสถาบันชั้นสูง ทั้งทหารและพลเรือน, นักวิทยาศาสตร์ และนิสิตนักศึกษาจากสถาบันต่าง ๆ ภายในประเทศ สำหรับนิสิตนักศึกษาจากโรงเรียนต่าง ๆ ทั้งในพระนครและต่างจังหวัดที่เข้าชมกิจการ ฯ เกือบทุกสัปดาห์ในรอบปี มีดังนี้

พ.ศ. 2506	1,337 คน
2507	2,087 คน
2508	1,902 คน
2509	2,263 คน
2510	1,246 คน
2511	2,855 คน
2512	3,573 คน
2513	2,063 คน
2514	2,471 คน

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

สำหรับผู้บริหารกิจการพลังงานปรมาณูของประเทศจากต่างประเทศ มี

Hon. Mr. Dean Rusk	รัฐมนตรีต่างประเทศสหรัฐอเมริกา
Hon. Dr. Glenn T. Seaborg	ประธานคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา 26 กันยายน 2508, 10 มกราคม 2510 (ในฐานะแขกของรัฐบาล) และ 30 มีนาคม 2513
Hon. Mr. J.T. Ramey	Commissioner, USAEC กันยายน 2508 และ 22 มกราคม 2513
Professor Francis Perrin	อดีตประธานคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูฝรั่งเศส 1 พฤศจิกายน 2506
Dr. Sigvard Eklund	Director General, International Atomic Energy Agency 19 ตุลาคม 2509 (ในฐานะแขกของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ
Professor E. Bergman	อดีตประธานคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูอิสราเอล กันยายน 2508

นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์และผู้อำนวยการบริหารงานด้านพลังงานปรมาณูจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร แคนาดา ฝรั่งเศส สวีเดน นอรเว ฟินแลนด์ อิสราเอล เบลเยี่ยม สหพันธรัฐเยอรมัน อิตาลี ยูโกสลาเวีย สหภาพแอฟริกาใต้ อินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา อินโดนีเซีย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ มาเลเซีย เวียดนาม สาธารณรัฐจีน สาธารณรัฐเกาหลี และญี่ปุ่น

11.5 รายงานและหนังสือทางวิชาการ

คณะกรรมการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา ได้ให้ความช่วยเหลือมอบเอกสารและไมโครคาร์ดเกี่ยวกับเรื่องทางวิชาการพลังงานปรมาณูที่ไม่ได้สงวนเป็นเรื่องลับ ให้แก่สำนักงาน พปส. ตั้งแต่ พ.ศ. 2499 และยังคงจัดส่งเอกสารดังกล่าวให้เพิ่มเติมเป็นประจำทุกปีตลอดมา สำหรับไมโครคาร์ดได้ระงับการส่งให้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เนื่องจากเปลี่ยนวิธีดำเนินการ โดยให้บริษัทจัดทำในรูปของไมโครฟีช (Microfiche)

สำนักงาน พปส. ได้รับเอกสารและหนังสือจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศเป็นประจำในฐานะที่ประเทศไทยเป็นสมาชิกของทบวงการ ฯ เอกสารใดที่มีจำนวนเกินกว่า

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2 ชุด สำนักงาน พปส. ได้จัดส่งให้ห้องสมุดของสถาบันของราชการที่มีเรื่องเกี่ยวข้อง เป็นต้นว่า กิจการแพทย์หรือกิจการเกษตร ในปี พ.ศ. 2506 สำนักงาน พปส. ได้รับความช่วยเหลือด้านเอกสารจากทบวงการ ฯ ทบวงการ ฯ ได้จัดส่งนิตยสารที่สำนักงานมีไม่ครบเป็นชุด และหนังสือตำรา และอุปกรณ์อ่านไมโครคาร์ดให้ รวมคิดเป็นมูลค่า $ 5,000

เอกสารจากประเทศอื่น ๆ ได้รับเนื่องจากการแลกเปลี่ยนเอกสารค้นคว้าวิจัยระหว่างสถาบัน โดยสำนักงาน พปส. จัดส่ง THAI. AEC ให้เป็นการตอบแทน

[11.5] 1) เอกสาร, หนังสือ, รายงานทางวิชาการที่ได้รับจากต่างประเทศ และจัดซื้อด้วยงบประมาณสำนักงาน พปส.

(หนังสือ เฉพาะหนังสือที่เกี่ยวกับพลังงานปรมาณูและวิทยาศาสตร์
รายงาน เฉพาะรายงานเกี่ยวกับพลังงานปรมาณู)

พ.ศ.	คณะกรรมการพลังงานปรมาณูสหรัฐอเมริกา		ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ		ประเทศอื่น ๆ		จัดซื้อด้วยงบประมาณสำนักงาน พปส.		
	หนังสือ (เล่ม)	รายงาน (เรื่อง)	หนังสือ (เล่ม)	รายงาน (เรื่อง)	หนังสือ (เล่ม)	รายงาน (เรื่อง)	หนังสือ (เล่ม)	รายงาน (เรื่อง)	ไมโครฟิช (เรื่อง)
2508 (ต.ค.–ธ.ค.)	21	110	25	84	40	248	9	–	730
2509	46	110	180	265	185	793	140	3	2618
2510	64	72	127	249	69	709	266	11	3050
2511	64	48	187	218	38	941	182	10	2100
2512	74	49	127	98	16	594	258	20	2232
2513	12	82	82	96	45	454	155	27	1852
2514	10	48	100	95	52	594	145	13	1866

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

[11.5] 2) เอกสารทางวิชาการของสำนักงาน พปส. (THAI.AEC)

(พิมพ์แจกจ่ายส่วนราชการต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนกับสถาบันพลังงานปรมาณูต่างประเทศ)

บทความภาษาไทย มี Abstract เป็นภาษาอังกฤษ

THAI. AEC–Number	ปี ค.ศ.	บทความเรื่อง
THAI. AEC–1	1963	Radiation Safety Manual,
–1/Rev.1	1968	Radiation Safety Manual.
2	1963	Progress Report on Reactor Physics and Health Physics.
3	1964	Summary Report on Reactor Operation.
4	,,	Report on the Utilization of the Thai Research Reactor. (Part I. Physics)
5	,,	Report on the Utilizatioh of the Thai Research Reactor. (Part II. Chemistry)
6	1966	Nuclear Instrument Development.
7	,,	Manganese Toxication in the Human Body as Determined by Activation Analysis.
8	,,	Certain Papers Presented at the Seminar on Insect Eradication by Irradiation : – Killing Silkworm Pupae by Irradiation. – Nutritive value as Safety Aspect of Irradiated Rice. – Studies on the Use of Gamma–Radiation in the Control of Pea Weevil (*Callosobruchus chinensis* L.). – A Preliminary Study on the Use of Gamma Radiation in the Control of Cigarette Beetle (*Lasioderma serricorne* F.). – Radiation Effect on Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum* Hbst.). – A Study on the Life History and the Effect of Radiation on Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.). – Effect of Gamma Irradiation on the Development and Sterility of Anguomois Grain Moth (*Sitotroga cerealella* Oliv.). – Preliminary Study on the Effect of Gamma Radiation in Controlling Oriental Fruitfly (*Dacus dorsalis*, Hendel) in Banana. – A Study on the Biology of Rice Stem Borers (*Chilotraca polychrysa*, Mery.).

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

THAI.AEC–Number	ปี ค.ศ.	บทความเรื่อง
9	1966	Papers on Certain Aspects of Food Preservation : – The Radiation Preservation of Limes and Mangoes. – Some Aspects of Taste Panel Evaluation of Irradiated Fish. – Public Health Aspects of Food Irradiation.
10	1967	Certain Accounts on the Utilization of the Thai Research Reactor.
11	,,	– Wood Resource of Thailand. – Some Investigations on Radiation–Polymerization in Thailand.
12	1965	Report on Current Activities and Future Plans.
13	1967	ผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อการฟักเป็นตัว การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ของปลาสลิด.
14	1968	การใช้รังสีแกมม่า ศึกษาเกี่ยวกับด้วงยาสูบ.
15	,,	การศึกษาทดลองเกี่ยวกับการใช้รังสีแกมม่าในการปราบด้วงถั่ว.
16	,,	การศึกษาเกี่ยวกับการใช้รังสีกำจัดแมลงวันผลไม้ ชนิด *Dacus dorsalis*, Hendel.
17	,,	Neutron Activation Analysis of Gold in Teak.
18	,,	การศึกษาวงชีพและผลการใช้รังสีแกมม่าปราบด้วงงวงข้าว.
19	,,	Analysis of Tin by X–Ray Fluorescence Method.
20	,,	เครื่องวัดความชื้นในดิน, หลักการ, วิธีใช้ และข้อควรระวัง.
21	,,	Progress Report on Health Physics.
22	,,	Determination of Mn, Cu, Zn, Fe & Mo in Animal Blood Samples by Activation Analysis.
23	1969	Some Experiences in Neutron Dosimetry.
24	,,	Neutron Diffraction Study on MnSb.
25	,,	การบรรยายประจำปีของข้าราชการในสำนักงาน พปส.
26	,,	รายงานย่อ ผลการศึกษาวิจัย พ.ศ. 2511 – Resonance Integrals ของสารหนูและทังสเตน – สถิติการขจัดกาก – การทดลองเกี่ยวกับ Liquid Scintillation Counter – การวัด Fast Neutron – การใช้ทองแดงวัดนิวตรอน – Resonance Self–Shielding (ภาษาไทย)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

THAI. AEC–Number	ปี ค.ศ.	บทความเรื่อง
		– การสำรวจกัมมันตภาพรังสีทั่วไป – การวิเคราะห์ สังกะสี ทองแดง เหล็ก และแทนทาลัม – การตรวจ สตรอนเตี่ยม–90 ในอากาศ – การหาปริมาณทอเรียมและยูเรเนียมในทรายหัวหิน.
27	1970	รายงานการพัฒนาอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ – Survey Meter แบบ 2102 (ภาษาไทย) – วงจร Ratemeter – วงจรศักย์ไฟฟ้าแรงสูง 800–1500 โวลต์ – Training Ratemeter แบบ 1503 และ 1503 A – DC–DC Converter (ภาษาไทย) – BF_3 Cable Driver (ภาษาไทย)
28	,,	– Neutron Diffraction Study on MnSb. – Fast Neutron Cross–Section of Cl^{35}.
29	,,	– Determination of Lead by Substoichiometric Isotope Dilution. – การสำรวจระดับรังสีบริเวณหัวหิน – การวิเคราะห์หา นิโอเบี่ยมและแทนทาลัม – Activated Resonance Integrals (ภาษาไทย) – การศึกษาวิธีวิเคราะห์แร่โดยวิธีนิวเคลียร์ – การหาปริมาณ สตรอนเตี่ยม–90 ในผักสด.
30	,,	รายงานการศึกษาเกี่ยวกับแมลง – การทดลองหาสูตรอาหารเทียมเลี้ยงบั่ว – การตอบสนองต่อช่วงแสง และความถี่ของเสียงกับยุงรำคาญ – ผลของ Chemosterilants ที่มีต่อยุงบ้าน – การศึกษาชีวประวัติของเพลี้ยจักจั่น – การทดลองเลี้ยงหนอนกอข้าวด้วยอาหารเทียม.
31	,,	การใช้เรดิโอไอโซโทปศึกษาเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน.
32	,,	Training Ratemeter Model 1503 A (ภาษาไทย)
33	,,	Fruits Irradiation. Papaya, Mango, Rambutan & Longan.
34	,,	Fish Irradiation : Chub mackerel.
35	,,	– High Energy Photofission Cross Section of Uranium and Thorium. – Environment Isotope Investigation in the Totes Gebirge Styria, Austria. – The Study on the Thermal Fading Characteristics of some TSEE Dosimetry Materials. (หมายเหตุ : ผลงานศึกษาวิจัยในต่างประเทศ)

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

THAI.AEC–Number	ปี ค.ศ.	บทความเรื่อง
36	1970	Soil Analysis by Neutron Activation Method.
37	,,	– ผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อผีเสื้อข้าวสาร – การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลรวมของรังสีแกมม่าและอุณหภูมิต่ำ ในการหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแมลงวันผลไม้ภาคตะวันออก – ศึกษาการทำให้ยุงตัวผู้ *Aedes aegypti*, L. เป็นหมัน โดยใช้รังสีแกมม่า.
38	,,	การยืดอายุการเก็บปลาทูนึ่งกับการอาบรังสี.
39	,,	Inorganic Elements in Human Stones, A Preliminary Study using Neutron Activation Technique.
40	,,	– รายงานการวิจัยเกี่ยวกับการวัดรังสี – การวัดรังสีในของเหลวโดยรังสี Cerenkov – การวิเคราะห์หาทองแดงโดยการวัดรังสีแบบ Coincidence – การวิเคราะห์ฟลูโอไรท์ – การตรวจหาปริมาณนิโอเบียม แทนตาลัม ทอเรียม และยูเรเนียม – การวิเคราะห์อิตเตรียมโดยวิธีนิวตรอนแอคติเวชั่น – การวิเคราะห์โคบอลท์ในอาหาร
41	1971	– High Energy Photofission of Heavy & Medium Heavy Elements. (หมายเหตุ : ผลการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ) – การคำนวณหาปริมาณรังสีที่ได้รับจากการหายใจเอา Rb–88 และ Cs–138 เข้าสู่ร่างกาย – รายงานของกองขจัดกากกัมมันตภาพรังสี – การหารอยน้ำมือโดยวิธีออโตเรดิโอกราฟี.
42	,,	– Recent Research on the Influence of Irradiation of Certain Tropical Fruits in Thailand. – การวิเคราะห์เงินในแร่ตะกั่วด้วยเทคนิคนิวตรอนแอคติเวชั่น.
43	,,	Portable Scaler Model 1204 and 12 V Battery Power Supply Model 1406.
44	,,	การศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษากล้วยหอม โดยบรรจุในถุงโพลีเอทธีลีน.
45	,,	การคำนวณความหนาเครื่องกำบังรังสี สำหรับวัสดุกัมมันตรังสีที่แผ่รังสีแกมม่า.
46	,,	A Study on WPC.
47	,,	การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในดิน.
48	,,	การขจัดกากกัมมันตรังสีของ ไอโอดีน–131 และไอโซโทปของธาตุเทลลูเรียมในน้ำทิ้งปริมาณมาก.
49	,,	Effect of Irradiation in Extending the Storage Life of Boiled Chub Mackerel.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

THAI. AEC–Number	ปี ค.ศ.	บทความเรื่อง
50	1971	– Effect of Gamma Radiation on the Rice Moth, Part II. – Sensory Acceptability Evaluation of Irradiated Rice. – The Combined Effect of Gamma Radiation and Low Temperature for the Disinfestation of the Oriental Fruit Fly in Mango and Banana. – Progress on the Artificial Rearing of *Spodoptera exigua*, Hb. and Radiation Sterilization.
51	,,	Effect of Gamma Irradiation on Hom Tong Banana.
52	,,	A Report on Isotope Hydrology.
53	1972	การใช้รังสีแกมม่าชะลอการบานของเห็ดฟาง.
54	,,	– การวิเคราะห์โลหะผสมโดย Nondestructive NAA technique. – การศึกษาเทคนิคเลเบลในขั้นต้น.
55	,,	– Mating Competitiveness of Male *Aedes aegypti* L., Sterilized in an Early Adult Stage. – An Improvement on the Artificial Rearing of the Armyworm.
56	,,	การอาบรังสีปลาป่นเพื่อกำจัดบัคเตรี *Salmonellae* และ *Arizona*
57	,,	ภาค 1. การใช้รังสีแกมม่ายับยั้งการงอกของหอมหัวใหญ่ ภาค 2. ความสำคัญทางเศรษฐกิจของการอาบรังสีหอมหัวใหญ่
58	,,	Preservation of Crab Meat by Gamma Irradiation.
59	,,	เครื่องนิวตรอนสเปกโตรมิเตอร์และการวิจัย
60	,,	– The Study of Volatile Hydrocarbons in Orange Peel by Gas Chromatography. – Determination of Phosphorus in Urine by NAA.

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

สารบาญ

ลำดับเรื่อง	หน้า
คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	(1)
1. กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ	1
2. กองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์	9
3. กองผลิตไอโซโทป	34
4. กองสุขภาพ	40
5. กองการวัดกัมมันตภาพรังสี	50
6. กองขจัดกากกัมมันตรังสี	63
7. กองฟิสิกส์	67
8. กองเคมี	71
9. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	75
10. งานพิเศษ	92
11. งานธุรการ : สำนักงานเลขานุการ	111

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว นายถ่ายธร ธนิรกุล ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา

2 มกราคม 2516

ห้องสมุดพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ