

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ หรือขอบเขตงาน (Terms of Reference: TOR)
สำหรับการซื้อระบบห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ จำนวน 1 ระบบ

1. ความเป็นมา

จากสถิติของประเทศไทยพบว่ามะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบมากที่สุดในผู้หญิงไทย การตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านม รวมถึงการวินิจฉัยในเนื้อเยื่ออ่อนอื่นๆ จำเป็นต้องตรวจด้วยเครื่องแมมโมกราฟี (Mammography) ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ (ประมาณ 50 kV) และใช้หัววัดปริมาณรังสีตรวจสอบคุณภาพของปริมาณรังสีที่ออกมาจากเครื่อง ปริมาณรังสีที่ออกมาจากเครื่อง จำเป็นต้องได้คุณภาพเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจน ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งมีผลต่อการวางแผนการรักษา รวมถึงตำแหน่งของก้อนมะเร็ง

ดังนั้นโรงพยาบาลที่มีเครื่องแมมโมกราฟีที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านม จำเป็นต้องส่งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการวัดปริมาณรังสีระดับทุติยภูมิหรือปฐมภูมิ ในขอบข่ายของพลังงานจากรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ เพื่อคุณภาพของการตรวจวินิจฉัยที่ถูกต้องต้องแม่นยำ โดยเฉพาะการส่งเครื่องมือไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการวัดปริมาณรังสีระดับปฐมภูมิที่สามารถสอบเทียบในขอบข่ายของรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ จะส่งผลให้การรักษาโรคมะเร็งเต้านมมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เนื่องจากการตรวจวินิจฉัยที่มีความถูกต้องแม่นยำ

แต่ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ จึงทำให้ประสิทธิภาพการรักษาโรคมะเร็งเต้านมยังไม่ดีมากนัก ถ้าจะให้การวินิจฉัยถูกต้องแม่นยำมากขึ้นโรงพยาบาลจำเป็นต้องส่งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการวัดปริมาณรังสีระดับปฐมภูมิในต่างประเทศ

เพื่อส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางด้านการแพทย์ในภูมิภาค (Medical Hub) ลดภาระค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีไปสอบเทียบไปยังต่างประเทศในขอบข่ายของรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำขึ้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำที่ทัดเทียมกับนานาชาติ
- 2.2 เพื่อพัฒนาระบบการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำให้อยู่ในระดับปฐมภูมิ
- 2.3 เพื่อรองรับโครงการอาคารปฏิบัติการทางนิวเคลียร์และรังสีที่จำเป็นต้องมีระบบวัดปริมาณรังสีมาตรฐานที่อยู่ในระดับสูงสุดในระดับนานาชาติ
- 2.4 เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้การวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ในประเทศและในภูมิภาคอาเซียนด้านมาตรวิทยารังสีระดับสูงสุด เพื่อสนับสนุนความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากรังสีจากการใช้ประโยชน์ทางนิวเคลียร์และรังสีแก่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ประชาชนทั่วไป และสิ่งแวดล้อม

3. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้รับบริการ

หน่วยงานที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์และรังสี ทั้งภาครัฐและเอกชนทั่วประเทศ

อัครกฤษณ์

วิจิตร

1. ทางอุตสาหกรรม ด้านการควบคุมการผลิต การวัดและวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย การเพิ่มคุณค่า คุณภาพผลผลิต จำนวน 1302 แห่ง
2. ทางการแพทย์ ด้านรังสีรักษาที่ใช้เครื่องเร่งอนุภาคและเครื่องฉายรังสีแกมมา รังสีวินิจฉัยที่ใช้รังสีเอกซ์และเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ตามโรงพยาบาลต่างๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน จำนวน 2236 แห่ง
3. ทางการศึกษาวิจัย เกษตร และสิ่งแวดล้อม เช่น มหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชน สถาบันวิจัยต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการป้องกันประเทศ ที่มีเครื่องมือวัดรังสีใช้งาน จำนวน 421 แห่ง

4. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- 4.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 4.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 4.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 4.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 4.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 4.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 4.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพให้ขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 4.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ กรม ฅ วันประกาศ ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 4.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 4.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย
กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ
สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน
กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ
สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

อ.คุณหญิง

วิไล

- 4.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง
- 4.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้
- (1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ
 - (2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาท
 - (3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือก จะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา
 - (4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศหรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบโดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)
 - (5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้
 - (5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ
 - (5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

5.รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ หรือขอบเขตการดำเนินงาน

ระบบห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ ประกอบด้วย

1. เครื่องฉายรังสีเอกซ์ ประกอบด้วย

1.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ (X-rays generator) จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 1.1.1 สามารถสร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าให้หลอดรังสีเอกซ์ช่วงพลังงาน 8 - 60 kV หรือดีกว่า
- 1.1.2 ให้กำลังสอดคล้องกับคุณสมบัติของหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ในข้อ 1.6
- 1.1.3 สามารถควบคุมการให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ในระดับ 1 kV หรือดีกว่า และมีความสามารถในการทำซ้ำดีกว่า 0.05 kV
- 1.1.4 สามารถควบคุมการจ่ายกระแสได้น้อยสุดในช่วง 2 mA - 20 mA หรือดีกว่า โดยควบคุมได้ในระดับ 1 mA หรือดีกว่า

อ.ศุภวัฒน์

- 1.1.5 สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟสหรือ 3 เฟสได้
- 1.1.6 สามารถเชื่อมต่อกับระบบตรวจสอบการจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าได้
- 1.2 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ (Controller) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.2.1 สามารถแสดงการควบคุมการจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าชั้นละ 1 kV หรือดีกว่า
 - 1.2.2 สามารถแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้อย่างน้อย 2 หลักหรือดีกว่า (ตัวอย่าง : 30 kV หรือ 100 kV เป็นต้น)
 - 1.2.3 สามารถแสดงการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าชั้นละ 1 mA หรือดีกว่า
 - 1.2.4 สามารถแสดงค่ากระแสได้อย่างน้อย 2 หลักหรือดีกว่า (ตัวอย่าง : 10 mA)
 - 1.2.5 สามารถควบคุมและแสดงเวลาในการฉายได้อย่างน้อยในระดับวินาทีหรือดีกว่า
 - 1.2.6 มีหน่วยความจำสำหรับจำการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการฉายรังสีตามข้อ 1.2.1 – 1.2.5 ในแต่ละครั้ง
 - 1.2.7 มีโปรแกรมการ Warm up และจดจำประวัติการใช้งานได้
 - 1.2.8 มีปุ่มสำหรับหยุดการฉายรังสีเอกซ์ในกรณีฉุกเฉิน
- 1.3 ระบบหล่อเย็นสำหรับระบบการฉายรังสีเอกซ์ (Cooling System) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.3.1 หล่อเย็นด้วยน้ำหรือน้ำมัน
 - 1.3.2 มีมิเตอร์แสดงอุณหภูมิและการไหลของระบบการหล่อเย็น
- 1.4 เครื่องกำบังหลอดรังสีเอกซ์ จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.4.1 สามารถบรรจุหลอดรังสีเอกซ์ได้จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หลอด
 - 1.4.2 สามารถเปลี่ยนหลอดโดยระบบการหมุนอัตโนมัติหรือเลื่อนอัตโนมัติ พร้อมทั้งระบบมือ (Manual)
 - 1.4.3 แกนแนวราบของรังสีสูงจากพื้นในระดับ 1.30 ± 0.30 เมตรจากพื้น
 - 1.4.4 มีวัสดุกำบังรังสี (Shielding) เพื่อป้องกันการรั่วของรังสีเอกซ์เมื่อเปิดเดินเครื่องโดยมีค่าอัตราปริมาณรังสีไม่มากกว่า $10 \mu\text{Sv/h}$ ที่ระยะ 1 เมตรโดยรอบยกเว้นด้านลำรังสีและด้านสายเคเบิลที่เชื่อมต่อกับหลอดรังสีเอกซ์
 - 1.4.5 มีไดอะแฟรมรองรับการติดตั้ง monitor chamber, การเปลี่ยน filter ด้วยระบบอัตโนมัติหรือการเปลี่ยน filter ด้วยระบบมือ และการติดตั้งระบบ alignment
 - 1.4.6 สามารถปรับตำแหน่งของหลอดรังสีให้อยู่ในศูนย์กลางของลำรังสี (The central radiation beam axis : CBA) ทั้งในแนวระนาบและแนวระดับ ในระดับไมโครเมตร
 - 1.4.7 มีเอกซเรย์ชัตเตอร์ (X-ray shutter) จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.4.7.1 ติดตั้งเอกซเรย์ชัตเตอร์ภายในเครื่องกำบังหลอดรังสีเอกซ์ ด้านหน้าระหว่างหลอดรังสีเอกซ์กับช่องทางปล่อยรังสีเอกซ์ (Exit window) และอยู่ด้านหลังของคอลลิเมเตอร์ชั้นแรก
 - 1.4.7.2 สามารถป้องกันการรั่วไหลของรังสีเอกซ์ขณะปิดชัตเตอร์ เมื่อทำการฉายรังสี โดยมีระดับรังสีรั่วไหลไม่เกิน $10 \mu\text{Sv/h}$ ที่ระยะ 1 เมตรจากจุดโฟกัส ที่พลังงานสูงสุดและกระแสสูงสุด ณ ตำแหน่งช่องทางปล่อยรังสีเอกซ์

ชัชวาล

สุจิต

- 1.4.7.3 สามารถควบคุมการเปิดปิดจากภายนอกห้องฉายรังสี โดยสามารถควบคุมการเปิดชัตเตอร์ได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 วินาที และมีการแสดงเวลาที่มีความละเอียดเท่ากับ 0.1 วินาที หรือละเอียดกว่า
- 1.4.7.4 สามารถแสดงสถานะการเปิด-ปิดชัตเตอร์
- 1.4.7.5 ระยะเวลาการเปิด-ปิดชัตเตอร์ไม่เกิน 300 มิลลิวินาที พร้อมแสดงค่าความไม่แน่นอนจากโรงงานผู้ผลิต
- 1.4.8 รองรับการเดินสายสัญญาณและสายประกอบอื่นๆ สำหรับการติดตั้งระบบการฉายรังสีเอกซ์
- 1.5 ระบบตรวจสอบการจ่ายศักย์ไฟฟ้าเข้าสู่หลอดรังสีเอกซ์สำหรับหลอดรังสีเอกซ์ (Voltage Divider) จำนวน 3 ระบบ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.5.1 สามารถวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วแอโนดและแคโทดในระดับ 8 ถึง 60 kV หรือดีกว่า
 - 1.5.2 ค่าความถูกต้องในการวัดไม่เกิน $\pm 1\%$ kVp
 - 1.5.3 ต้องเชื่อมต่อและสามารถสังเกตการวัดผ่านโปรแกรม LabView สามารถมอนิเตอร์การจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าผ่าน Voltage Divider ได้
- 1.6 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (X-ray Tube) จำนวน 3 หลอด
 - 1.6.1 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดเป้าทังสเตน (W Target) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.6.1.1 เป็นหลอดรังสีเอกซ์ชนิด Unipolar metal-ceramic หรือดีกว่า
 - 1.6.1.2 เป้าผลิตรังสีเอกซ์จากทังสเตน (W Target) ทำมุมไม่น้อยกว่า (Target angle) 20 องศา
 - 1.6.1.3 มี inherent filtration ที่ผลิตจาก Be ความหนาไม่เกิน 10 มิลลิเมตร
 - 1.6.1.4 สามารถให้อัตรากำลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous rating) ไม่น้อยกว่า 1000 W
 - 1.6.1.5 สามารถผลิตรังสีเอกซ์ในช่วงพลังงาน 10 – 60 kV หรือดีกว่า
 - 1.6.1.6 มี Focal spot size ไม่มากกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 1.6.1.7 สามารถมอนิเตอร์การจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าผ่าน Voltage Divider ได้
 - 1.6.1.8 สามารถหล่อเย็นด้วยน้ำหรือน้ำมันได้
 - 1.6.2 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดเป้าโมลิตินัม (Mo Target) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.6.2.1 เป็นหลอดรังสีเอกซ์ชนิด Unipolar metal-ceramic หรือดีกว่า
 - 1.6.2.2 เป้าผลิตรังสีเอกซ์จากโมลิตินัม (Mo Target) ทำมุมไม่น้อยกว่า (Target angle) 20 องศา
 - 1.6.2.3 มี inherent filtration ผลิตจาก Be ความหนาไม่เกิน 10 มิลลิเมตร
 - 1.6.2.4 สามารถให้อัตรากำลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous rating) ไม่น้อยกว่า 1000 W
 - 1.6.2.5 สามารถผลิตรังสีเอกซ์ในช่วงพลังงาน 10 – 60 kV หรือดีกว่า
 - 1.6.2.6 สามารถมอนิเตอร์การจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าผ่าน Voltage Divider ได้
 - 1.6.2.7 สามารถหล่อเย็นด้วยน้ำหรือน้ำมันได้
 - 1.6.3 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดเป้าโรเดียม (Rh Target) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.6.3.1 เป็นหลอดรังสีเอกซ์ชนิด Unipolar metal-ceramic หรือดีกว่า

อ.สมชาย

- 1.6.3.2 เป้าผลิตรังสีเอกซ์จากโมลิตินัม (Rh Target) ทำมุมไม่น้อยกว่า (Target angle) 20 องศา
- 1.6.3.3 มี inherent filtration ผลิตจาก Be ความหนาไม่เกิน 10 มิลลิเมตร
- 1.6.3.4 สามารถให้อัตรากำลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous rating) ไม่น้อยกว่า 1000 W
- 1.6.3.5 สามารถผลิตรังสีเอกซ์ในช่วงพลังงาน 10 – 60 kV หรือดีกว่า
- 1.6.3.6 สามารถมอนิเตอร์การจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าผ่าน Voltage Divider ได้
- 1.6.3.7 สามารถหล่อเย็นด้วยน้ำหรือน้ำมันได้
- 1.7 คอลลิเมเตอร์ (Beam collimator) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.7.1 มีคอลลิเมเตอร์ไม่น้อยกว่า 2 ชั้น คือ คอลลิเมเตอร์ชั้นแรก และคอลลิเมเตอร์ชั้นที่สอง
 - 1.7.2 คอลลิเมเตอร์ชั้นแรก มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.7.2.1 ผลิตด้วยทั้งสแตนเป็นรูปกรวย หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 1.7.2.2 ติดตั้งคอลลิเมเตอร์ชั้นแรก ณ ตำแหน่งกึ่งกลางลำรังสี โดยอยู่ระหว่างช่องทางออกของรังสีเอกซ์ ณ หลอดรังสีและเอกซเรย์ซัดเตอร์
 - 1.7.2.3 ช่องรองรับการใส่ฟิลเตอร์เพิ่มเติม (Additional filtration) ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร รองรับความหนาฟิลเตอร์ไม่น้อยกว่า 17 เซนติเมตร
 - 1.7.3 คอลลิเมเตอร์ชั้นที่สอง สำหรับการกำหนดขนาดลำรังสี มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.7.3.1 ผลิตด้วยอลูมิเนียม หรือสแตนเลสหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 1.7.3.2 ติดตั้งหลังจากวงฟิลเตอร์ (Filter Wheel)
 - 1.7.3.3 มีตำแหน่งสำหรับการติดตั้งหัววัดรังสีชนิดมอนิเตอร์ (Monitor Chamber) พร้อมวัสดุทรงกรวยที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดลำรังสี ผลิตจากทั้งสแตนหรือเทียบเท่า เพื่อการลดการกระเจิงกลับของลำรังสีขณะผ่าน
 - 1.7.3.4 รองรับการจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการจัดตำแหน่งหัววัดรังสีมาตรฐานปฐมภูมิและทุติยภูมิ
 - 1.7.4 ระยะทางระหว่างจุดโฟกัสของลำรังสีเอกซ์ถึงตำแหน่งนอกสุดของคอลลิเมเตอร์ ณ ตำแหน่งแกนลำรังสีต้องไม่เกิน 40 เซนติเมตร
- 1.8 วงฟิลเตอร์ (Filter Wheel) จำนวน 1 วง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.8.1 มีช่องสำหรับใส่ฟิลเตอร์ไม่น้อยกว่า 10 ตำแหน่ง
 - 1.8.2 มีความสูงของช่องฟิลเตอร์จากพื้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับลำรังสีเอกซ์ ในข้อ 1.4.3
- 1.9 ชุดฟิลเตอร์ (Filter set) ประกอบด้วย
 - 1.9.1 ทองแดง ความหนา 0.25 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 1.9.2 ทองแดง ความหนา 0.30 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 1.9.3 อะลูมิเนียม ความหนา 0.05 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 1.9.4 อะลูมิเนียม ความหนา 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 1.9.5 อะลูมิเนียม ความหนา 0.7 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
 - 1.9.6 อะลูมิเนียม ความหนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น

อ.ศ.ก.อ.อ.

อ.ศ.ก.อ.อ.

- 1.9.7 โมลิตินัม ความหนา 0.03 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.8 โมลิตินัม ความหนา 0.06 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.9 โรเดียม ความหนา 0.025 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.10 โรเดียม ความหนา 0.05 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.11 พาราเดียม ความหนา 0.04 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.12 เงิน ความหนา 0.03 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.13 เงิน ความหนา 0.05 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.14 เงิน ความหนา 0.075 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.9.15 ชุดฟิลเตอร์สำหรับ CCRI beam quality จำนวน 1 ชุด ตามภาคผนวก ก
- 1.9.16 ชุดฟิลเตอร์สำหรับ ISO 4037 พลังงานต่ำ (ต่ำกว่า 40 kV) จำนวน 1 ชุด ตามภาคผนวก ก
- 1.9.17 ชุดฟิลเตอร์สำหรับการวัด HVL จำนวน 1 ชุด ตามภาคผนวก ก
- 1.9.18 ความบริสุทธิ์ของธาตุตามข้อ 1.9.1 – 1.9.17 ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.98% สำหรับอะลูมิเนียมและไม่น้อยกว่า 99.95% สำหรับธาตุอื่นๆ

2. ระบบจัดตำแหน่ง

- 2.1 เลเซอร์จัดตำแหน่ง (Laser Alignment System) จำนวน 4 ชุด คุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.1 เป็นเลเซอร์ที่ปลดปล่อยคลื่นแสงสีแดงหรือสีเขียว
 - 2.1.2 มีระบบช่วยตรวจเช็คความเที่ยงตรงของเลเซอร์
 - 2.1.3 มีกำลังวัตต์เพียงพอที่จะส่องสว่างได้ที่ระยะไม่น้อยกว่า 15 เมตร
 - 2.1.4 ตำแหน่งติดตั้งเลเซอร์ ณ ดังต่อไปนี้
 - 2.1.4.1 ระยะ 0.5 เมตรจากตำแหน่งจุดโฟกัสของหลอดรังสีเอกซ์ ขณะฉาย จำนวน 1 ตำแหน่ง
 - 2.1.4.2 ระยะ 0.6 เมตรจากตำแหน่งจุดโฟกัสของหลอดรังสีเอกซ์ ขณะฉาย จำนวน 1 ตำแหน่ง
 - 2.1.4.3 ระยะ 1 เมตรจากตำแหน่งจุดโฟกัสของหลอดรังสีเอกซ์ ขณะฉาย จำนวน 1 ตำแหน่ง
 - 2.1.4.4 ตำแหน่งกึ่งกลางลำรังสี จำนวน 1 ตำแหน่ง
- 2.2 กล้องวัดระดับ (Theodolite หรือ Total Solution) จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.1 เป็นกล้องวัดระดับพร้อม laser pointer
 - 2.2.2 มีฐานสามารถปรับความสูงให้อยู่ในแนวระดับที่สอดคล้องกับลำรังสีเอกซ์ ในข้อ 1.4.3
 - 2.2.3 มีตำแหน่งตรวจเช็คความเที่ยงตรงของกล้อง
 - 2.2.4 ติดตั้ง ณ ตำแหน่งดังต่อไปนี้
 - 2.2.4.1 ระยะ 1 เมตรจากตำแหน่งโฟกัสของหลอดรังสีเอกซ์จำนวน 1 ตำแหน่ง
 - 2.2.4.2 ระยะ 50 เซนติเมตรจากตำแหน่งโฟกัสของหลอดรังสีเอกซ์ ข้างเครื่องฉายรังสีจำนวน 1 ตำแหน่ง
- 2.3 ชุดประกอบระบบจัดตำแหน่ง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 2.3.1 ชุดทรงกระบอกกลางอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรพร้อมฐานเชื่อมต่อกับคอลลิมิเตอร์ความยาว 10 เซนติเมตร

อ.สุเมธ

- 2.3.2 ชุดแท่งอะลูมิเนียมต้นพร้อมฐานเส้นผ่านศูนย์กลางสอดคล้องกับเส้นผ่านศูนย์กลางของไดอะเฟรมหน้าเครื่อง Low-Energy Free air Ionization Chamber พร้อมฐานเชื่อมต่อกับไดอะเฟรมความยาวรวม 10 เซนติเมตร
- 2.3.3 ชุดทรงกระบอกกลางอะลูมิเนียมความยาว 77.0 มิลลิเมตร พร้อมชุดวัดความดันสุญญากาศและช่องสำหรับระบบปั๊มสุญญากาศ
- 2.3.4 เครื่องปั๊มสุญญากาศชนิด Rotary สามารถสร้างสุญญากาศที่ระดับ 1 mbar หรือต่ำกว่า
- 2.4 โต้ะสำหรับสอบเทียบ (Calibration table) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 2.4.1 ทำจากโครงเหล็กวางทับด้วยแกรนิตความหนาไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร
 - 2.4.2 ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 250 เซนติเมตร และสูงไม่เกิน 100 เซนติเมตร
 - 2.4.3 ความยาวของระบบรางเลื่อนบนโต้ะไม่น้อยกว่า 130 เซนติเมตรในแนวหน้า-หลัง และไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตรแนวซ้าย-ขวา
 - 2.4.4 บนโต้ะสำหรับสอบเทียบ ประกอบด้วยแท่นดังต่อไปนี้
 - 2.4.4.1 แท่นสำหรับติดตั้งหัววัดรังสีมาตรฐานปฐมภูมิ
 - 2.4.4.2 แท่นสำหรับติดตั้งหัววัดรังสีผู้รับบริการ
 - 2.4.4.3 แท่นสำหรับติดตั้ง phantom
 - 2.4.4.4 แท่นติดตั้งหัววัดตามข้อ 2.4.4.2 มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.4.4.4.1 ตัวแท่นผลิตจากวัสดุที่มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถติดตั้งหัววัดรังสีได้
 - 2.4.4.4.2 สามารถปรับความสูงของตำแหน่งติดตั้งหัววัดได้ด้วยระบบอัตโนมัติผ่านคอมพิวเตอร์และรีโมท
 - 2.4.4.4.3 ปรับระดับการเลื่อนตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (ระดับเซนติเมตร มิลลิเมตร และไมโครเมตร เป็นอย่างน้อย) โดยระยะขึ้นลงไม่น้อยกว่า ± 15 เซนติเมตร จากกึ่งกลางลำรังสี
 - 2.4.4.4.4 สามารถปรับแทนไปด้านหน้า-หลัง ในระยะไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ซ้าย - ขวา ไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร ได้ด้วยระบบอัตโนมัติผ่านคอมพิวเตอร์และรีโมท สามารถปรับระดับการเลื่อนตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (ระดับเซนติเมตร มิลลิเมตร และไมโครเมตร เป็นอย่างน้อย)
 - 2.4.4.4.5 รองรับการแสดงผลในระดับ 1 ไมโครเมตร มีความสามารถในการทำซ้ำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/500 มิลลิเมตร ความแม่นยำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/500 มิลลิเมตร สำหรับในแนวแกน x และแกน y
 - 2.4.4.4.6 รองรับการแสดงผลในระดับ 1 ไมโครเมตร มีความสามารถในการทำซ้ำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/300 มิลลิเมตร ความแม่นยำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/300 มิลลิเมตร สำหรับในแนวแกน z



อัศวิน

อัศวิน

- 2.4.4.5 แทนติดตั้งหัววัดรังสีมาตรฐานปฐมภูมิ และ phantom ตามข้อ 2.4.4.1. และ 2.4.4.3. มีคุณสมบัติดังนี้
- 2.4.4.5.1 ตัวแทนผลิจากวัสดุที่มีความมั่นคง สามารถติดตั้งหัววัดรังสีได้
- 2.4.4.5.2 สามารถปรับความสูงของตำแหน่งได้ด้วยระบบอัตโนมัติผ่านคอมพิวเตอร์และรีโมท
- 2.4.4.5.3 สามารถปรับระดับการเลื่อนตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (ระดับเซนติเมตร มิลลิเมตร และไมโครเมตร เป็นอย่างน้อย) โดยระยะขึ้นลงไม่น้อยกว่า ± 15 เซนติเมตร จากกึ่งกลางลำรังสี
- 2.4.4.5.4 สามารถปรับแทนไปด้านหน้า-หลัง ในระยะไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ซ้าย - ขวา ไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร ได้ด้วยระบบอัตโนมัติผ่านคอมพิวเตอร์และรีโมท สามารถปรับระดับการเลื่อนตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (ระดับเซนติเมตร มิลลิเมตร และไมโครเมตร เป็นอย่างน้อย)
- 2.4.4.5.5 รองรับการแสดงผลในระดับ 1 ไมโครเมตร มีความสามารถในการทำซ้ำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/500 มิลลิเมตร ความแม่นยำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/500 มิลลิเมตร สำหรับในแนวแกน x และแกน y
- 2.4.4.5.6 รองรับการแสดงผลในระดับ 1 ไมโครเมตร ความสามารถในการทำซ้ำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/300 มิลลิเมตร ความแม่นยำดีกว่า ± 100 ไมโครเมตร/300 มิลลิเมตร สำหรับในแนวแกน z

3. ระบบกล้องวงจรปิด พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย

3.1 ระบบกล้อง CCTV จำนวน 4 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 3.1.1 เป็นกล้องโทรทัศน์สี-ขาวดำ (Day / Night) ชนิดโดม IP แบบหมุนสาย ก้มเงยและซูมภาพได้ พร้อมชุดรับสัญญาณควบคุมอยู่ภายใน
- 3.1.2 ใช้ในปริมาณแสงสว่างน้อยสุดที่ 0.5 lux ในโหมดภาพสี และใช้ในปริมาณแสงสว่างน้อยสุดที่ 0.04 lux ในโหมดภาพขาว-ดำ ที่มาพร้อมกับโหมด ขาว-ดำสำหรับสภาวะที่แสงน้อย
- 3.1.3 สามารถบันทึกภาพที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 Pixel หรือดีกว่า
- 3.1.4 มีรูปแบบการแสดงผลภาพแบบ Motion JPEG และ MPEG4 ที่ ความเร็วภาพไม่น้อยกว่า 25 fps ที่ขนาด 640 x 480 (Full frame dual stream) สามารถบันทึกภาพได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน หรือดีกว่า
- 3.1.5 มุมในการหมุนสายสามารถหมุนได้รอบทิศทาง 360 องศา และ มุมในการ ก้ม-เงยอย่างน้อย -5 ถึง 185 องศา พร้อมทั้งมีฟังก์ชันการกลับหัวกล้อง (FLIP) เป็นอย่างน้อย
- 3.1.6 อัตราการขยายของเลนส์แบบ Optical Zoom ได้ไม่น้อยกว่า 25 เท่า และสามารถทำผ่านโปรแกรมควบคุมได้

อ.สุภาวดี

- 3.1.7 สามารถส่งภาพไปอีเมลของผู้รับผิดชอบได้ ในกรณีมีเหตุการณ์ผิดปกติ
- 3.2 ระบบกล้อง CCTV จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- 3.2.1 เป็นกล้องแบบ IP Fisheye Camera สามารถบันทึกภาพมุมกว้างได้ 360 องศาหรือดีกว่า
- 3.2.2 รองรับความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 12 MPixel หรือดีกว่า
- 3.2.3 สามารถส่งสัญญาณภาพที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 20 ภาพต่อวินาที ที่ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 12 MPixel
- 3.2.4 มีความไวแสงน้อยสุดไม่เกิน 0.3 LUX ที่ 30 IRE สำหรับการแสดงภาพสี และไม่เกิน 0 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ
- 3.2.5 มีมุมมองของกล้องได้แบบ 360 องศา แบบพาโนรามา แบบ Quad และแบบ Rectangle ได้เป็นอย่างดี
- 3.2.6 สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ โดยสามารถเลือกพื้นที่ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง
- 3.2.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ 802.3at ในช่องเดียวกันได้
- 3.2.8 สามารถส่งภาพไปอีเมลของผู้รับผิดชอบได้ ในกรณีมีเหตุการณ์ผิดปกติ
- 3.3 ระบบการบันทึกภาพ มีคุณสมบัติดังนี้
- 3.3.1 เครื่องบันทึกภาพต้องเป็นชนิด Network Video Recorder
- 3.3.2 รองรับการเชื่อมต่อจากกล้องวงจรปิดได้ไม่น้อยกว่า 2 กล้อง ในแบบ IP
- 3.3.3 รองรับการบันทึกภาพไม่น้อยกว่าที่ระดับความละเอียด 1080p
- 3.3.4 รองรับฮาร์ดดิสขนาดความจุไม่น้อยกว่า 4 TB
- 3.3.5 มีระบบรองรับการตรวจจับสำหรับการบันทึกภาพ พร้อมทั้งสามารถเลือกบันทึกภาพแบบกำหนดช่วงเวลาหรือปรับเอง
- 3.3.6 รองรับการแสดงผลภาพผ่านทาง HDMI port และ VGA port
- 3.3.7 ระบบการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ในระบบ Android และ iOS
- 3.3.8 รองรับการบริหารจัดการผ่านโปรแกรมเพื่อการดูภาพและบริหารจัดการภาพ โดยตัวโปรแกรมที่จะใช้ต้องได้รับสิทธิ์การใช้งานอย่างถูกต้อง
- 3.3.9 สามารถสำรองภาพผ่านทาง USB หรือ Network ได้
- 3.4 ระบบการตรวจจับความเคลื่อนไหว มีคุณสมบัติดังนี้
- 3.4.1 สามารถตั้งค่าความไวในการตรวจจับได้
- 3.4.2 สามารถส่งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดความเคลื่อนไหวได้
- 3.4.3 สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกภาพก่อนหลัง ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้
- 3.5 ระบบการแสดงผล มีคุณสมบัติดังนี้
- 3.5.1 สามารถแสดงภาพปัจจุบันได้ 1-4 กล้องหรือมากกว่าต่อจอภาพ
- 3.5.2 สามารถแสดงแผนผังสถานที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดไว้ได้
- 3.5.3 สามารถแสดงภาพแบบ Camera Sequence ในตำแหน่งใดๆบนจอภาพได้
- 3.5.4 สามารถแสดงภาพปัจจุบันพร้อมทั้งบันทึกภาพไปพร้อมกันได้
- 3.6 ระบบแสดงภาพที่ถูกบันทึกไว้แล้ว มีคุณสมบัติดังนี้

อัฒภาณิน

- 3.6.1 สามารถแสดงภาพที่ถูกบันทึกไว้ได้แล้ว 1-4 ภาพโดยพร้อมกันในจอภาพเดียว หรือมากกว่า
- 3.6.2 สามารถค้นหาภาพโดยการกำหนดชื่อกล้อง วัน เวลา ได้
- 3.6.3 สามารถถ่ายข้อมูลภาพและเสียงที่บันทึกไว้ใส่อุปกรณ์บันทึกข้อมูลได้
- 3.6.4 สามารถเปลี่ยนความเร็วในการ Playback ทั้งแบบ forward และ reverse ได้
- 3.7 ระบบควบคุมกล้องแบบ PTZ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 3.7.1 สามารถควบคุมกล้องให้หมุนซ้าย ขวา ก้ม เงย และซูมภาพได้
 - 3.7.2 สามารถกำหนด preset และ patrolling ให้แก่กล้องวงจรปิดได้ และสามารถกำหนดเวลาได้
 - 3.7.3 สามารถสั่งให้กล้องจับภาพบริเวณที่ได้รับสัญญาณเตือนหรือเมื่อมีความเคลื่อนไหวได้
- 3.8 ระบบจัดการผู้ใช้งาน มีคุณสมบัติดังนี้
 - 3.8.1 สามารถใช้งานร่วมกับ Windows 11 หรือดีกว่าได้
 - 3.8.2 สามารถกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละบุคคลได้
- 3.9 จอภาพสำหรับแสดงผลกล้องวงจรปิดภายในห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 จอ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 3.9.1 ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว
 - 3.9.2 ความละเอียดหน้าจอไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล
 - 3.9.3 สามารถเชื่อมต่อด้วย USB และ HDMI
 - 3.9.4 ระบบปฏิบัติการ Android ไม่น้อยกว่า version 4.4
 - 3.9.5 สามารถเชื่อมต่อระบบ internet ผ่าน Lan, Wireless
- 4. เครื่องควบคุมและสำรองไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 4.1 ปลั๊กกระแส Output เป็นชนิด pure sin wave
 - 4.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 10 kVA
 - 4.3 มีระบบป้องกันแรงดันสูงชั่วขณะ ไฟกระชาก ไฟตก การใช้ไฟเกินกำลังและไฟฟ้าลัดวงจร
 - 4.4 มีระบบป้องกัน EMI/RFI และสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า
 - 4.5 ผู้ชนะการประกวดราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่สำรองดังกล่าวเมื่อ ปร. ได้ร้องขอ จำนวน 1 ครั้ง
- 5. ระบบการวัดปริมาณรังสีและสภาวะแวดล้อม ประกอบด้วย
 - 5.1 อิเล็กทรอนิกส์พร้อมสายเชื่อมต่อ สำหรับการวัดปริมาณรังสีระดับปฐมภูมิ จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.1.1 มีฟังก์ชันวัดค่ากระแส แรงดัน ความต้านทาน และประจุ เป็นอย่างน้อย
 - 5.1.2 สามารถจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ ± 1000 V หรือดีกว่า
 - 5.1.3 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีช่องสื่อสาร RS232 หรือ GPIB หรือ USB ซึ่งสามารถเชื่อมต่อตัวเครื่องโดยตรงหรือผ่านตัวแปลงได้
 - 5.1.4 มีผลการสอบเทียบในเทอมการวัดประจุและการวัดความต่างศักย์
 - 5.1.5 มีชุด Rack Mount kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.2 อิเล็กทรอนิกส์พร้อมสายเชื่อมต่อ สำหรับการวัดปริมาณรังสีระดับทุติยภูมิ จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.2.1 สามารถวัด และแสดงค่าทางรังสีได้อย่างน้อยดังนี้ Gy, R, Sv, Bq, Ci, Gy·cm, Gy·m, Gy·m², R·cm, R·m, R·m²

อัครกานัน

- 5.2.2 สามารถจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ $\pm 400V$ หรือดีกว่า
- 5.2.3 สามารถวัดปริมาณกระแสได้ในช่วง 400 fA ถึง 2 μA หรือดีกว่า
- 5.2.4 มีค่าความละเอียดในการวัดกระแส 0.1 fA หรือดีกว่า
- 5.2.5 มีหน้าจอแสดงผลสีขนาด 5 นิ้ว แบบสัมผัส WVGA (800 x 480 pixel) หรือดีกว่า
- 5.2.6 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยสื่อสารผ่านระบบ LAN, TCP/IP WLAN และ USB
- 5.2.7 มีช่องต่อสัญญาณนำเข้าชนิด BNT จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง และ TNC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง
- 5.2.8 เป็น Reference class electrometer ตาม IEC 60731 61674 และ 62467-1 หรือดีกว่า
- 5.2.9 สามารถใช้ไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 100-240 VAC 50/60 Hz ได้ หรือดีกว่า
- 5.2.10 มีอุปกรณ์แปลง TNC (จากสาย) to BNT (อิเล็กทรอนิกส์) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.11 มีอุปกรณ์แปลง BNT (จากสาย) to TNC (อิเล็กทรอนิกส์) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.3 เครื่องจ่ายศักย์ไฟฟ้าแรงดันสูง (High Voltage Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.3.1 สามารถจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง ± 5 kV หรือดีกว่า
 - 5.3.2 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีช่องสื่อสาร RS232 หรือ GPIB หรือ USB ซึ่งสามารถเชื่อมต่อตัวเครื่องได้
 - 5.3.3 มีผลการสอบเทียบในเทอมการจ่ายความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยยื่นต่อคณะกรรมการตรวจรับ ณ วันตรวจรับ
 - 5.3.4 มีชุด Rack Mount kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.4.1 สามารถวัดอุณหภูมิได้แม่นยำในระดับทศนิยม 2 ตำแหน่ง หรือดีกว่า
 - 5.4.2 มีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิชนิดแพลตินัมหรือ RTD จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น
 - 5.4.3 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีช่องสื่อสาร RS232 หรือ GPIB หรือ USB ซึ่งสามารถเชื่อมต่อตัวเครื่องโดยตรงหรือผ่านตัวแปลงได้
 - 5.4.4 มีใบรับรองผลการสอบเทียบที่สามารถสอบย้อนกลับไปยังหน่วย SI Unit ได้ มีค่าความไม่แน่นอนของใบรับรองไม่เกิน 5 % โดยยื่นต่อคณะกรรมการตรวจรับ ณ วันตรวจรับ
 - 5.4.5 มีชุด Rack Mount kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.5 เครื่องวัดความดัน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.5.1 สามารถวัดความดันในหน่วย kPa
 - 5.5.2 สามารถวัดความดันในช่วง 0 – 130 kPa ความละเอียดในการวัด 0.001 kPa หรือดีกว่า
 - 5.5.3 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีช่องสื่อสาร RS232 หรือ GPIB หรือ USB ซึ่งสามารถเชื่อมต่อตัวเครื่องโดยตรงหรือผ่านตัวแปลงได้

อัมพรอิน

ชัชวาล

- 5.5.4 มีใบรับรองผลการสอบเทียบที่สามารถสอบย้อนกลับไปยังหน่วย SI Unit ได้ มีค่าความไม่แน่นอนของใบรับรองไม่เกิน 5 % โดยยื่นต่อคณะกรรมการตรวจรับ ณ วันตรวจรับ
- 5.5.5 มีชุด Rack Mount kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.6 เครื่องวัดความชื้น จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.6.1 สามารถวัดความชื้นในหน่วย %Rh
 - 5.6.2 สามารถแสดงผลค่าความชื้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง
 - 5.6.3 สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีช่องสื่อสาร RS232 หรือ GPIB หรือ USB ซึ่งสามารถเชื่อมต่อตัวเครื่องโดยตรงหรือผ่านตัวแปลงได้
 - 5.6.4 มีใบรับรองผลการสอบเทียบที่สามารถสอบย้อนกลับไปยังหน่วย SI Unit ได้ มีค่าความไม่แน่นอนของใบรับรองไม่เกิน 5 % โดยยื่นต่อคณะกรรมการตรวจรับ ณ วันตรวจรับ
 - 5.6.5 มีชุด Rack Mount kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.7 เครื่องวัดปริมาณรังสีเอกซ์พลังงานต่ำและย่านรังสีวินิจฉัย จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.7.1 มีอุปกรณ์อ่านค่าปริมาณรังสีหรือปริมาณที่เกี่ยวข้อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.7.1.1 มีความสามารถในการวัดตามมาตรฐาน IEC 61674
 - 5.7.1.2 มีสาย USB เพื่อเชื่อมต่อกับหัววัดรังสีความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 สาย
 - 5.7.1.3 มีแบตเตอรี่และรองรับการชาร์จ
 - 5.7.1.4 สามารถทำงานในช่วงอุณหภูมิ 15 – 35 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.7.1.5 มีจอแสดงผลการวัดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
 - 5.7.1.6 มีหน่วยความจำที่สามารถจดจำค่าการวัดได้
 - 5.7.2 หัววัดชนิด R/F
 - 5.7.2.1 สามารถวัดปริมาณรังสีได้ช่วง 1 nGy ถึง 1 Gy หรือดีกว่า
 - 5.7.2.2 สามารถวัดอัตราปริมาณรังสีช่วง 1 nGy/s ถึง 500 mGy/s หรือดีกว่า
 - 5.7.2.3 สามารถวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 40 – 150 kVp หรือดีกว่า
 - 5.7.3 หัววัดชนิด mammography
 - 5.7.3.1 สามารถวัดปริมาณรังสีได้ช่วง 1 μ Gy ถึง 9999 Gy หรือดีกว่า
 - 5.7.3.2 สามารถวัดอัตราปริมาณรังสีช่วง 10 μ Gy /s ถึง 100 mGy/s หรือดีกว่า
 - 5.7.3.3 สามารถวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 20 – 40 kVp หรือดีกว่า
 - 5.7.3.4 สามารถวัดใน W/Ag, W/Al, Mo/Mo, Mo/Rh เป็นอย่างน้อย
 - 5.7.3.5 สามารถวัดเวลาได้ 1 ms – 999 s หรือดีกว่า
 - 5.7.4 หัววัดชนิด Survey sensor
 - 5.7.4.1 สามารถวัดปริมาณรังสีและอัตราปริมาณรังสีในหน่วย Sv ได้
 - 5.7.4.2 มีช่วงในการวัด 1 μ Sv/h – 100 mSv/h หรือดีกว่าสำหรับการวัดอัตราปริมาณรังสี และ 0 nSv – 999 Sv หรือดีกว่าสำหรับการวัดปริมาณรังสี
 - 5.7.4.3 สามารถวัดได้ในช่วงพลังงาน 40 – 120 keV หรือดีกว่าสำหรับปริมาณ H* (10) และ H*(10) rate
 - 5.7.5 หัววัดชนิด CT sensor

อึ้งกฉิน

- 5.7.5.1 สามารถวัดปริมาณรังสีได้ช่วง 10 μGy ถึง 999 Gy หรือดีกว่า
- 5.7.5.2 สามารถวัดอัตราปริมาณรังสีความยาว (Dose length product) ช่วง 100 $\mu\text{Gy}\cdot\text{cm}$ – 9999 $\text{Gy}\cdot\text{cm}$ หรือดีกว่า
- 5.7.5.3 สามารถวัดอัตราปริมาณรังสีในช่วง 10 $\mu\text{Gy}/\text{s}$ – 250 mGy/s หรือดีกว่า
- 5.8 เครื่องสำรวจรังสี จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.8.1 สามารถวัดระดับรังสีได้ตั้งแต่ 2 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ถึง 500 mSv/h หรือดีกว่า
 - 5.8.2 มี Chamber บรรจุอากาศที่ระดับ 2.5 atm หรือดีกว่า
 - 5.8.3 มีระบบ Logging สำหรับบันทึกค่าปริมาณรังสีที่วัดได้
 - 5.8.4 มี USB เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
- 5.9 เครื่องสำรวจความเปราะเอนทางรังสี จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.9.1 สามารถวัดได้ในหน่วย mR/hr , $\mu\text{Sv}/\text{h}$, dpm , Bq/cm^2 , cpm หรือ cps
 - 5.9.2 มีหน้าต่างสำหรับวัด (Window) ขนาดไม่น้อยกว่า 15 ตารางเซนติเมตร
- 5.10 วัสดุกัมมันตรังสีสำหรับตรวจเช็คเครื่องมือ (Radioactive check devices) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.10.1 สามารถใช้สำหรับการหาค่าแก้ความหนาแน่นของอากาศ (air density correction) และการตรวจสอบความคงที่ (constancy check) ของหัววัด
 - 5.10.2 เป็นวัสดุกัมมันตรังสีสตรอนเชียม-90 (Sr-90) มีค่ากัมมันตภาพรังสีไม่น้อยกว่า 20 MBq
 - 5.10.3 วัสดุกัมมันตรังสีถูกบรรจุอยู่ในวัสดุกำบังรังสี (Shielding container) มีอัตราปริมาณรังสีไม่เกิน 1 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ที่ระยะ 10 เซนติเมตรจากผิววัสดุกำบังรังสีด้านนอก
 - 5.10.4 มีมาตรฐานความปลอดภัยเทียบเท่า ISO class C6X444 หรือดีกว่า
 - 5.10.5 มี Holder เฉพาะกับหัววัดรังสีชนิดทรงกลมปริมาตรไม่น้อยกว่า 30 cm^3
- 5.11 หัววัดรังสีขนาด 0.005 cm^3 จำนวน 1 หัววัด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.11.1 เป็นหัววัดรังสีแบบ Thin window plane-parallel chamber
 - 5.11.2 สามารถวัดโฟตอนพลังงานต่ำได้ตั้งแต่ 15 – 50 kV หรือดีกว่า
 - 5.11.3 มี sensitive volume ไม่น้อยกว่า 0.005 cm^3
 - 5.11.4 มีค่าการตอบสนองรังสีไม่น้อยกว่า 200 pC/Gy
 - 5.11.5 มีค่ากระแสรั่วไหลไม่เกิน ± 10 fA หรือดีกว่า
 - 5.11.6 มีช่องสัญญาณชนิด BNT
- 5.12 หัววัดรังสีขนาด 0.02 cm^3 จำนวน 1 หัววัด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.12.1 เป็นหัววัดรังสีแบบ Thin window plane-parallel chamber
 - 5.12.2 สามารถวัดโฟตอนพลังงานต่ำได้ตั้งแต่ 15 – 70 kV หรือดีกว่า
 - 5.12.3 มี sensitive volume ไม่น้อยกว่า 0.02 cm^3
 - 5.12.4 มีค่าการตอบสนองรังสีไม่น้อยกว่า 1 pC/Gy
 - 5.12.5 มีค่ากระแสรั่วไหลไม่เกิน ± 10 fA หรือดีกว่า
 - 5.12.6 มีช่องสัญญาณชนิด BNT
- 5.13 หัววัดรังสีขนาด 6 cm^3 จำนวน 1 หัววัด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.13.1 เป็นหัววัดรังสีแบบ Shadow-free plane-parallel chamber
 - 5.13.2 สามารถวัดโฟตอนพลังงานต่ำได้ตั้งแต่ 25 – 150 kV หรือดีกว่า

อ.ดร.กานัน

- 5.13.3 มี sensitive volume ไม่น้อยกว่า 6 cm³
- 5.13.4 มีค่าการตอบสนองรังสีไม่น้อยกว่า 230 nC/Gy
- 5.13.5 มีค่ากระแสรั่วไหลไม่เกิน ±5 fA หรือดีกว่า
- 5.13.6 มีช่องสัญญาณชนิด BNT
- 5.14 หัววัดรังสีขนาด 75 cm³ จำนวน 1 หัววัด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.14.1 เป็นหัววัดรังสีแบบ Shadow-free plane-parallel chamber
 - 5.14.2 สามารถวัดโฟตอนพลังงานต่ำได้ตั้งแต่ 25 – 150 kV หรือดีกว่า
 - 5.14.3 มี sensitive volume ไม่น้อยกว่า 75 cm³
 - 5.14.4 มีค่าการตอบสนองรังสีไม่น้อยกว่า 2.8 μC/Gy
 - 5.14.5 มีค่ากระแสรั่วไหลไม่เกิน ±5 fA หรือดีกว่า
 - 5.14.6 มีช่องสัญญาณชนิด BNT
- 5.15 หัววัดรังสีชนิดสังเกตปริมาณรังสี (Monitor chamber) จำนวน 1 หัววัด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.15.1 เป็นหัววัดรังสีแบบ plane-parallel chamber
 - 5.15.2 สามารถวัดโฟตอนพลังงานต่ำได้ตั้งแต่ 7.5 – 420 kV หรือดีกว่า
 - 5.15.3 มี sensitive area ไม่น้อยกว่า 80 cm³
 - 5.15.4 มีค่าการอิมิตัวของอัตราปริมาณรังสี (Maximum Dose rate) ไม่น้อยกว่า 8.5 Gy/s ที่ 99.5% หรือดีกว่า
 - 5.15.5 มีช่องสัญญาณชนิด BNT
- 5.16 สายสัญญาณ BNT to BNT ความยาวไม่น้อยกว่า 30 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น
- 5.17 สายสัญญาณ TNC to TNC ความยาวไม่น้อยกว่า 30 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น
- 5.18 สายสัญญาณ BNC-M to BNC-M ความยาวไม่น้อยกว่า 30 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น
- 5.19 หุ่นยนต์ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการพร้อมอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการฯ จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 5.19.1 สามารถทำความสะอาดต่อเนื่องในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 180 ตารางเมตร
 - 5.19.2 มีระบบกลับแท่นชาร์จอัตโนมัติ
 - 5.19.3 สามารถสั่งการทำงานผ่านระบบ Wi-Fi และสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันได้
 - 5.19.4 มีแท่นกำจัดขยะและฝุ่นผงอัตโนมัติ
 - 5.19.5 มีชุดแปรงสำรองอย่างน้อย 2 ชุด
- 6. ระบบการป้องกันอันตรายจากรังสี ประกอบด้วย
 - 6.1 ประตูกำบังรังสี ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x สูง) 1.60 x 2.35 เมตร จำนวน 1 ระบบ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 6.1.1 สามารถติดตั้งระหว่างห้องฉายรังสีและห้องควบคุม
 - 6.1.2 สามารถติดตั้งกับร่องประตูที่ออกแบบไว้รองรับประตูกำบังรังสี
 - 6.1.3 มีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์อัตโนมัติและระบบการเปิดปิดด้วยมือในกรณีไฟฟ้าขัดข้อง
 - 6.1.4 เมื่อติดตั้งประตูกำบังรังสีแล้ว ระดับปริมาณรังสีไม่เกิน 10 μSv/hr ที่บริเวณผิวประตูนอกห้องฉายรังสีขณะทำการฉายรังสีสูงสุด
 - 6.1.5 มีระบบ Interlock (ระบบจะหยุดฉายรังสีอัตโนมัติเมื่อมีการเปิดประตู)
 - 6.2 ระบบเฝ้าระวังภัยทางรังสี (Monitoring System) จำนวน 2 ระบบ มีคุณสมบัติดังนี้

ชัชวาล

- 6.2.1 มีหัววัดรังสีจำนวนไม่น้อยกว่า 2 หัวติดตั้งในห้องฉายรังสีและห้องควบคุมการฉายรังสี
 - 6.2.2 มีหน้าจอแสดงผลขนาดใหญ่ แสดงผลแบบทันที (Real time) ติดตั้งบริเวณห้องควบคุมการฉายรังสี เพื่อแสดงระดับปริมาณรังสีในห้องฉายรังสีและห้องควบคุมการฉายรังสี
 - 6.2.3 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกค่าปริมาณรังสีและการเรียกดูย้อนหลัง และสามารถแสดงผลในรูปแบบของตารางและกราฟ
 - 6.2.4 มีระบบสัญญาณเตือนด้วยไฟและเสียงเมื่อมีระดับรังสีสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
7. ระบบการรักษาความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ จำนวน 1 ระบบ ประกอบด้วย
 - 7.1 ระบบไฟเตือนสถานะขณะฉายรังสี และขณะไม่ฉายรังสี
 - 7.2 ระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในห้องปฏิบัติการ
 - 7.3 ระบบการคัดกรองบุคคลเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ ด้วยบัตรผ่านประตู การสแกนนิ้ว และรหัสผ่าน
 - 7.4 ระบบบันทึกเวลาเข้าออกที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้
 - 7.5 มีปุ่มหยุดการฉายรังสีฉุกเฉินไม่น้อยกว่า 3 จุด ติดตั้งภายในห้องฉายรังสี
 8. คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะสำหรับควบคุมและประมวลผลในห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 8.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core i7 มีความเร็วสัญญาณนาฬิกา 3.4 GHz หรือดีกว่า
 - 8.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 8.3 มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 2TB
 - 8.4 มีจอภาพแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย และชุดแป้นพิมพ์พร้อมเมาส์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 8.5 มีระบบปฏิบัติการมีลิขสิทธิ์เป็น Window 10 Pro พร้อม Microsoft office 2016 หรือดีกว่า
 - 8.6 มีโปรแกรมที่ใช้สำหรับจัดการภายในห้องปฏิบัติการฯ จำนวน 1 ชุด ดังนี้
 - 8.6.1 ระบบสังเกตอุณหภูมิ ความดัน ความชื้น และสามารถดูข้อมูลแบบทันที (Real time) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
 - 8.6.2 ควบคุมและสังเกตระบบวางเส้น
 - 8.6.3 ระบบสังเกตปริมาณรังสีในพื้นที่และสามารถดูข้อมูลแบบทันที (Real time) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
 - 8.6.4 ควบคุมและบันทึกข้อมูลการเข้าออกห้องปฏิบัติการและสามารถดูข้อมูลแบบทันที (Real time) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
 - 8.6.5 ระบบบันทึกข้อมูลจาก CCTV และสามารถดูข้อมูลแบบทันที (Real time) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
 - 8.6.6 ระบบควบคุมการเปิดปิดประตูอัตโนมัติ
 9. คอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับการสอบเทียบภายนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 9.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core i7 แบบ Quad-core เจนเนอเรชัน 11 หรือดีกว่า
 - 9.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 9.3 มี Hard Disk แบบ SSD ความจุไม่น้อยกว่า 512 GB
 - 9.4 มีจอแสดงผลขนาดไม่มากกว่า 13.5 นิ้ว แบบ PixelSense หรือดีกว่า ความละเอียด 2256 × 1504 (201 PPI) หรือดีกว่า ระบบสัมผัส มัลติทัช 10 จุด หรือดีกว่า

ชัชวาลย์

- 9.5 มีระบบปฏิบัติการมีลิขสิทธิ์เป็น Window 10 Pro พร้อม Microsoft office 2016 หรือดีกว่า
- 9.6 มีการเชื่อมต่อไร้สายด้วยเทคโนโลยีไร้สาย Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า และ Wi-Fi 802.11ax หรือดีกว่า
- 9.7 มีปากกาและคีย์บอร์ดที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์พกพาได้
10. ตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ จำนวน 4 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- 10.1 โครงสร้างของตู้ทำด้วยเหล็กชุบสีทั้งภายนอกและภายใน
- 10.2 ความจุภายในตัวตู้ไม่น้อยกว่า 500 ลิตร
- 10.3 ประตูเป็นกระจกใสสามารถเห็นสิ่งของภายในตู้มีแม่เหล็กฝังที่กรอบประตูช่วยให้ปิดประตูได้สนิทและมีกุญแจล็อกตู้
- 10.4 ระบบกำจัดความชื้นเป็นแบบอัตโนมัติโดยชุด Dry unit โดยเมื่อค่าความชื้นลดลงถึงค่าที่ตั้งไว้แล้วระบบจะตัดการทำงานโดยอัตโนมัติด้วยระบบ micro processor
- 10.5 แสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิเป็นตัวเลขดิจิตอล (LED DISPLAY) ควบคุมความชื้นได้ 20-60 %RH และปรับค่าละเอียดได้ 1 %RH
- 10.6 สามารถใช้งานกับไฟฟ้า 220 V และ 50/60 Hz ได้
- 10.7 มีชั้นวางสำหรับวางสิ่งของไม่น้อยกว่า 3 ชั้น
- 10.8 มีใบรับรองมาตรฐานจากโรงงานผลิตโดยให้แสดงหลักฐานดังกล่าวพร้อมกับการเสนอราคา
11. เครื่องดูดความชื้น จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- 11.1 สามารถลดความชื้นได้มากกว่า 100 ลิตรต่อวัน
- 11.2 สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดได้
- 11.3 ตัวเครื่องลดความชื้นสามารถปรับตั้งค่าได้ ด้วยความละเอียด 1%RH
- 11.4 สามารถต่อท่อน้ำทิ้งจากเครื่องได้
- 11.5 สามารถแขวนเพดานได้พร้อมการติดตั้งให้เหมาะสม
12. เครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier) จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- 12.1 มีระบบการกรองอากาศ 3 ชั้น โดยใช้ HEPA Filter หรือระบบที่ดีกว่า ที่สามารถกรองเชื้อโรคและฝุ่นละออง
- 12.2 ครอบคลุมการใช้งานในพื้นที่ห้องปฏิบัติการและห้องควบคุม
- 12.3 มีไส้กรอง HEPA สำรองสำหรับเปลี่ยน รองรับการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 2 ปี
13. อุปกรณ์ประกอบห้องปฏิบัติการ
- 13.1 กระจกหน้าไวท์บอร์ดมีล้อเลื่อน สำหรับจัดลำดับการสอบเทียบ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว) 90 x 120 cm จำนวนไม่น้อยกว่า 2 กระจกหน้า
- 13.2 ตู้เก็บของขนาดเล็ก จำนวน 2 ตู้
- 13.2.1 เป็นตู้พร้อมลิ้นชักไม่น้อยกว่า 3 ชั้น พร้อมล้อเลื่อน
- 13.2.2 ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 40 x 40 x 50 เซนติเมตรหรือมากกว่า
- 13.2.3 วัสดุเป็นเหล็กพ่นด้วยสีฝุ่นอีพ็อกซีหรือสีฝุ่นโพลีเอสเตอร์หรือเทียบเท่า
- 13.2.4 มีกุญแจสำหรับล็อกพร้อมลูกกุญแจ
- 13.3 ตู้เอกสารบานเปิดผสม จำนวน 1 ตู้
- 13.3.1 เป็นตู้เหล็กเก็บเอกสารบานเปิดผสม ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว x สูง) 45 x 90 x 180 เซนติเมตรหรือมากกว่า
- 13.3.2 ผลิตจากเหล็กความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร พ่นสีผิวเรียบ

- 13.3.3 มีชั้นแผ่นไม่น้อยกว่า 3 ชั้น แต่ละชั้นรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 50 กิโลกรัม
- 13.3.4 มีกัญแจสำหรับล็อกพร้อมลูกกัญแจ
- 13.4 ตู้เหล็กบานเปิดกระจก จำนวน 2 ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 13.4.1 เป็นตู้เหล็ก 2 บานเปิดกระจกขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว x สูง) 45 x 90 x 180 เซนติเมตร หรือมากกว่า
 - 13.4.2 มีกัญแจสำหรับล็อกพร้อมลูกกัญแจ
 - 13.4.3 มีชั้นแผ่นไม่น้อยกว่า 3 ชั้น แต่ละชั้นรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 50 กิโลกรัม
- 13.5 โต๊ะคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม จำนวน 3 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 13.5.1 เป็นโต๊ะขาเหล็กหน้าโต๊ะผลิตจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีความคงทนแข็งแรงและเคลือบสารที่ทนต่อความชื้นและรอยขีดข่วน
 - 13.5.2 หน้าโต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว) 60 x 120 เซนติเมตรหรือมากกว่า
 - 13.5.3 สามารถปรับความสูงของหน้าโต๊ะได้ในช่วง 70 - 100 เซนติเมตรหรือมากกว่า
 - 13.5.4 รองรับน้ำหนักแบบกระจายได้สูงถึง 120 กิโลกรัมหรือดีกว่า
- 13.6 เก้าอี้ปฏิบัติงานแบบมีพนักพิงและมีล้อ จำนวน 5 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 13.6.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า(กว้าง x ยาว x สูง) 45 x 46 x 110 เซนติเมตร สามารถปรับความสูงได้ 10 เซนติเมตร หรือดีกว่า
 - 13.6.2 มีความหนาของเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 7 เซนติเมตรหรือดีกว่า
 - 13.6.3 สามารถปรับความสูงจากพื้นถึงเบาะนั่งในช่วง 40-50 เซนติเมตรหรือดีกว่า
 - 13.6.4 ความสูงของพนักพิงไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร
 - 13.6.5 ความสูงจากเบาะถึงที่วางแขนไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร
 - 13.6.6 เบาะนั่งหุ้มด้วยผ้าตาข่าย Nylon Mesh หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า
 - 13.6.7 ที่พิงศีรษะ/ที่รองคอ บุด้วยฟองน้ำหุ้มด้วยผ้าตาข่าย Mesh สามารถปรับได้ 3 ระดับ (Adjustable Headrest) หรือดีกว่า
- 13.7 ประตูเหล็กบานเลื่อนสำหรับห้องปฏิบัติการ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x สูง x หนา) 1.60 x 2.35 x 0.10 เมตร พร้อมระบบเปิดปิดอัตโนมัติ จำนวน 1 บาน พร้อมติดตั้ง
- 13.8 ประตูเหล็กครึ่งกระจกสำหรับห้องปฏิบัติการ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x สูง x หนา) 0.76 x 2.00 x 0.10 เมตรจำนวน 7 บาน พร้อมติดตั้ง
- 14. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีรายชื่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีที่สามารถรับผิดชอบในการขออนุญาตนำเข้า ดำเนินการแจ้งครอบครอง และช่วยดำเนินการแจ้งใช้งาน ขออนุญาตตามกฎหมาย โดยแสดงเอกสารหลักฐานดังกล่าวหลังลงนามในสัญญา
- 15. ผู้ชนะการประกวดราคาต้องรับผิดชอบในการหาพารามิเตอร์ดังนี้ เมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้น
 - 15.1 การหา Additional filtration และ HVL สำหรับคุณภาพลำรังสี CCRI และ ISO 4037
 - 15.2 การหา Inherent filter สำหรับคุณภาพลำรังสีตามมาตรฐาน ISO 4037
- 16. ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีแผนการบำรุงรักษาระยะเวลา 5 ปี พร้อมประมาณราคาอะไหล่ที่อาจชำรุดบกพร่อง และแผนการเข้ามาบำรุงรักษา พร้อมกับการเสนอราคา
- 17. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดทำแผนการทำงานมาให้ภายใน ๓๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยจัดทำแผนการทำงานตามเอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ เว้นแต่เป็นกรณีสัญญาที่มีวงเงินไม่เกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาท ทั้งนี้ แผนการทำงานให้ถือเป็นเอกสารส่วนหนึ่งของสัญญา

อ.ประจักษ์

วิจิตร

6. การฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดฝึกอบรมบุคลากรไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ และไม่น้อยกว่า 10 คน ณ สถานที่ติดตั้ง ในการใช้งานเครื่องมือทุกชนิด และการบำรุงรักษาเครื่องมือทุกชนิด ให้สามารถใช้งานเครื่องมือได้เป็นอย่างดี

7. เอกสารและคู่มือต่างๆ

1. มีเอกสารคู่มืออย่างน้อยประกอบด้วย คู่มือการใช้งาน (Operation manual) และคู่มือการใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ (Software user's manual) เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย รายการละไม่น้อยกว่า 2 ชุด

2. ยื่นสำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี) ทั้งนี้ หากผู้ยื่นข้อเสนอยื่นหรือไม่ยื่นสำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) สำนักงานจะไม่นำมาเป็นสาระสำคัญในการพิจารณาการได้รับสิทธิการได้แต้มต่อในการเสนอราคา และไม่ถือว่าผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้ไม่ผ่านคุณสมบัติแต่อย่างใด

3. ในกรณีที่มีพัสดุที่ผลิตภายในประเทศไทย ให้ผู้ยื่นข้อเสนอแสดงเอกสารยืนยันรายการพัสดุที่ผลิตในไทยมาพร้อมเอกสารในวันยื่นเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

4. ในกรณีที่มีพัสดุที่ผลิตภายในประเทศไทย ให้ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นผู้ชนะการเสนอราคาแสดงรายการการใช้พัสดุที่ผลิตภายในประเทศ โดยยื่นให้สำนักงานประมาณเพื่อสันติ ภายใน ๓๐ วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

8. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

8.1 ผู้ขายต้องรับประกันความเสียหายของเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นส่วน (Full warranty) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่สำนักงาน ได้รับมอบสิ่งของ หากได้รับการแจ้งซ่อมต้องบริหารจัดการซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ดังเดิมภายใน 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้นตลอดระยะเวลาประกัน ยกเว้นกรณีที่ต้องส่งให้ผู้ผลิตในต่างประเทศดำเนินการแก้ไขให้ผู้ผลิตทำหนังสือชี้แจงถึงระยะเวลาในการซ่อมแซมแก้ไขมาเป็นลายลักษณ์อักษร โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

8.2 ในระยะเวลาประกันหากเครื่องเกิดชำรุดเสียหาย หรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานปกติ และบริษัทฯ ทำการแก้ไขแล้ว แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้ปกติ บริษัทฯ ต้องเปลี่ยนเฉพาะชิ้นส่วนอุปกรณ์ หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้กับทางหน่วยงานฯ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์เสีย ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนแผงวงจรให้ใหม่ทั้งแผงวงจร โดยไม่ซ่อมหรือเปลี่ยนเฉพาะอุปกรณ์บนแผงวงจร

9. อัตราค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบพัสดุได้ตามกำหนดเวลา หรือส่งมอบพัสดุไม่ถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา สำนักงานจะคิดค่าปรับเป็นรายวันในอัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

ชัชวาลย์

ในกรณีสิ่งของที่ตกลงซื้อขายประกอบกันเป็นชุด แต่ผู้ขายส่งมอบเป็นบางส่วนหรือขาดส่วนประกอบ ส่วนใดส่วนหนึ่งได้ไปทำให้ไม่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ให้ถือว่ายังไม่ได้มอบสิ่งของนั้นเลย และให้คิดค่าปรับจากราคาส่งของเต็มทั้งชุด

10. ระยะเวลาในการดำเนินงานให้แล้วเสร็จ หรือระยะเวลาในการส่งมอบพัสดุ
ส่งมอบพัสดุ ภายใน 180 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

11. หลักเกณฑ์ในการพิจารณา

11.1 ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ สำนักงานจะพิจารณาตัดสินโดยใช้หลักเกณฑ์ ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

11.2 ในการพิจารณาผู้ชนะการยื่นข้อเสนอ ส่วนราชการจะใช้หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

11.2.1 ราคาที่ยื่นข้อเสนอ (Price) กำหนดน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 40

11.2.2 ข้อเสนอด้านเทคนิคหรือข้อเสนออื่นๆ (Performance) กำหนดน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 60

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้จากต่างประเทศ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

ไม่แสดงรายการถ่ายทอดเทคโนโลยี	0 คะแนน
แสดง 1 รายการ	25 คะแนน
แสดง 2 รายการ	50 คะแนน
แสดง 3 รายการ	75 คะแนน
แสดง 4 รายการขึ้นไป	100 คะแนน

วิธีการพิจารณา พิจารณาจากเอกสารที่ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นมา

12. กำหนดการจ่ายเงิน

กำหนดจ่ายเงินแบ่งเป็น 2 งวด

งวดที่ 1 เป็นเงินจำนวนร้อยละ 30 ของวงเงินตามสัญญาภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาเมื่อดำเนินการส่งมอบ ติดตั้ง และอบรมการใช้งานครุภัณฑ์รายการที่ 3 – 13 และส่งมอบใบอนุญาตนำเข้า ส่งมอบใบอนุญาตครอบครอง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นถูกต้องครบถ้วนเรียบร้อยแล้ว

งวดที่ 2 เป็นเงินจำนวนร้อยละ 70 ของวงเงินตามสัญญาภายใน 180 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาเมื่อผู้รับจ้างได้ดำเนินการส่งมอบติดตั้ง และอบรมการใช้งานครุภัณฑ์ทั้งหมดตามสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นถูกต้องครบถ้วนเรียบร้อยแล้ว

13. วงเงินในการจัดจ้าง

เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 เป็นเงิน 61,000,000 บาท (หกสิบเอ็ดล้านบาทถ้วน) ทั้งนี้ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ขอสงวนสิทธิ์ในการลงนามสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้



ต่อเมื่อ พ.ร.บ. งบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรร
งบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากสำนักงบประมาณแล้ว

13. คณะกรรมการจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1. นายวิฑิต ผึ้งกัน | ตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ | ประธานกรรมการ |
| 2. นายพงษ์ปนต์ รินทตยาธรรณ์ | ตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ | กรรมการ |
| 3. นางสาวลีตา มิตราชน | ตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ | กรรมการ |
| 4. นางสาวอังศุมาลิน อินแดง | ตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ | กรรมการ |
| 5. นางสาวชุติมา เต็มสุข | ตำแหน่ง นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ | กรรมการและเลขานุการ |

อ.อดิศักดิ์

ภาคผนวก ก
เงื่อนไขฟิลเตอร์สำหรับประกอบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ข้อ 1.9.15 ชุดฟิลเตอร์สำหรับ CCRI Beam quality จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียด Reference qualities ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงพารามิเตอร์สำหรับ CCRI Beam quality

Reference qualities W-anode x-ray tube ⁽¹⁾					
X-ray tube voltage / kV	10	30	25	50 (b)	50 (a) ⁽³⁾
Al filtration / mm	0	0.208	0.372	1.008	3.989
Al half-value layer / mm	0.037	0.169	0.242	1.017	2.262
$\bar{\mu}/\rho$ ⁽²⁾ / cm ² g ⁻¹	14.84	3.66	2.60	0.75	0.38
air-kerma rate / mGy s ⁻¹	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องจัดหา Al filtration ตามตารางที่ 1 และเมื่อดำเนินการทดสอบระบบตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะข้อ 15.1 จะต้องได้ค่า HVL สอดคล้องกับค่า Al half value layer ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 (ยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนได้ $\pm 5\%$)

ข้อ 1.9.16 ชุดฟิลเตอร์สำหรับ ISO 4037 พลังงานไม่เกิน 40 kV (Tube voltage ไม่เกิน 40 kV) มีรายละเอียด Reference qualities ตามแนบท้ายเอกสารนี้ โดยผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องจัดหา filtration ให้สอดคล้องตามเอกสารแนบ และเมื่อดำเนินการทดสอบระบบตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะข้อ 15.1 จะต้องได้ค่า 1st HVL ที่ระยะ 1 เมตร สอดคล้องกับค่า Al half value layer ตามที่แสดงไว้ในเอกสารแนบ

ข้อ 1.9.17 ชุดฟิลเตอร์สำหรับการวัด HVL จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

ธาตุและความบริสุทธิ์	ความหนา (mm)	จำนวน
Al 99.98%	0.001	2
	0.002	2
	0.005	1
	0.01	2
	0.02	2
	0.05	1
	0.10	2
	0.20	2
	0.50	2
	1.0	2

ชัชวาล

Varin

ธาตุและความบริสุทธิ์	ความหนา (mm)	จำนวน
	2.0	2
	5.0	2
Cu 99.9%	0.001	2
	0.002	2
	0.005	1
	0.01	2
	0.02	2
	0.05	1
	0.10	2
	0.20	2
	0.50	2
	1.0	2
	2.0	2
	5.0	2

วิวัฒน์

วิวัฒน์

Table 2 — Specifications of filtered X radiation

Name of series	Resolution at 2,5 m distance, R_F	Homogeneity coefficient at 2,5 m distance, h
Low air kerma rate (L-series)	0,11 to 0,23	0,91 to 0,99
Narrow spectrum (N-series)	0,27 to 0,37	0,88 to 1,0
Wide spectrum (W-series)	0,48 to 0,57	0,81 to 0,97
High air kerma rate (H-series)	0,35 to 0,69	0,64 to 0,89

Table 3 — Characteristics of low air kerma rate series (L-series)

Short name	Mean energy, $\bar{E}(\phi)$ keV	Resolution, R_F %	Tube potential ^a kV	Recommended inherent filtration ^b	Additional filtration ^b , thickness, D , in				1 st HVL at a distance from the focal spot of		2 nd HVL at a distance from the focal spot of	
					mm Pb	mm Sn	mm Cu	mm Al	1,0 m	2,5 m	1,0 m	2,5 m
									mm	mm	mm	mm
L-10	9,0		10	1 mm Be				0,3	0,068 Al	0,073 Al	0,071 Al	0,076 Al
L-20	17,3	21	20	1 mm Be				2,0	0,446 Al	0,446 Al	0,486 Al	0,489 Al
L-30	26,7	21	30	1 mm Be			0,18	4,0	1,56 Al	1,56 Al	1,62 Al	1,63 Al
L-35	30,4	21	35	4 mm Al			0,25		2,18 Al	2,18 Al	2,29 Al	2,30 Al
L-55	47,8	22	55	4 mm Al			1,2		0,248 Cu	0,249 Cu	0,261 Cu	0,261 Cu
L-70	60,6	22	70	4 mm Al			2,5		0,483 Cu	0,484 Cu	0,505 Cu	0,506 Cu
L-100	86,8	22	100	4 mm Al		2,0	0,5		1,22 Cu	1,22 Cu	1,25 Cu	1,26 Cu
L-125	109	21	125	4 mm Al		4,0	1,0		1,98 Cu	1,98 Cu	2,02 Cu	2,02 Cu
L-170	149	18	170	4 mm Al	1,5	3,0	1,0		3,40 Cu	3,40 Cu	3,46 Cu	3,47 Cu
L-210	185	18	210	4 mm Al	3,5	2,0	0,5		4,52 Cu	4,50 Cu	4,55 Cu	4,55 Cu
L-240	211	18	240	4 mm Al	5,5	2,0	0,5		5,19 Cu	5,18 Cu	5,22 Cu	5,21 Cu

^a The tube potential is measured under load.

^b The total filtration consists of the inherent filtration plus the additional filtration. The inherent filtration shall be in line with the requirements given in 4.2.3.1 to 4.2.3.5, and shall, if necessary, be adjusted accordingly by adding appropriate filters.

Table 4 — Characteristics of narrow-spectrum series (N-series)

Short name	Mean energy, $\bar{E}(\phi)$ keV	Resolution, R_F %	Tube potential ^a kV	Recommended inherent filtration ^b	Additional filtration ^b , thickness, D , in				1 st HVL at a distance from the focal spot of ^c		2 nd HVL at a distance from the focal spot of ^c	
					mm Pb	mm Sn	mm Cu	mm Al	1,0 m	2,5 m	1,0 m	2,5 m
									mm	mm	mm	mm
N-10	8,5	28	10	1 mm Be				0,1	0,055 Al	0,065 Al	0,060 Al	0,068 Al
N-15	12,4	33	15	1 mm Be				0,5	0,157 Al	0,173 Al	0,177 Al	0,197 Al
N-20	16,3	34	20	1 mm Be				1,0	0,344 Al	0,362 Al	0,396 Al	0,412 Al

^a The tube potential is measured under load.

^b The total filtration consists of the inherent filtration plus the additional filtration. The inherent filtration shall be in line with the requirements given in 4.2.3.1 to 4.2.3.5, and shall, if necessary, be adjusted accordingly by adding appropriate filters.

^c The HVLs are measured at 1 m and 2,5 m distance from the focal spot, except for N-350 and N-400, where the distance is only 2,5 m.

Table 4 (continued)

Short name	Mean energy, $\bar{E}(\phi)$ keV	Resolu- tion, R_E %	Tube poten- tial ^a kV	Recom- mended inherent filtration ^b	Additional filtration ^b , thickness, D , in				1 st HVL at a dis- tance from the focal spot of ^c		2 nd HVL at a distance from the focal spot of ^c	
					mm Pb	mm Sn	mm Cu	mm Al	1,0 m	2,5 m	1,0 m	2,5 m
									mm	mm	mm	mm
N-25	20,3	33	25	1 mm Be				2,0	0,662 Al	0,677 Al	0,746 Al	0,760 Al
N-30	24,6	32	30	1 mm Be				4,0	1,16 Al	1,17 Al	1,28 Al	1,29 Al
N-40	33,3	30	40	4 mm Al			0,21		2,63 Al	2,65 Al	2,83 Al	2,84 Al
N-60	47,9	36	60	4 mm Al			0,6		0,234 Cu	0,235 Cu	0,263 Cu	0,264 Cu
N-80	65,2	32	80	4 mm Al			2,0		0,578 Cu	0,580 Cu	0,622 Cu	0,623 Cu
N-100	83,3	28	100	4 mm Al			5,0		1,09 Cu	1,09 Cu	1,15 Cu	1,15 Cu
N-120	100	27	120	4 mm Al		1,0	5,0		1,67 Cu	1,67 Cu	1,73 Cu	1,74 Cu
N-150	118	37	150	4 mm Al		2,5			2,30 Cu	2,30 Cu	2,41 Cu	2,41 Cu
N-200	165	30	200	4 mm Al	1,0	3,0	2,0		3,92 Cu	3,91 Cu	3,99 Cu	3,99 Cu
N-250	207	28	250	4 mm Al	3,0	2,0			5,10 Cu	5,08 Cu	5,14 Cu	5,14 Cu
N-300	248	27	300	4 mm Al	5,0	3,0			5,96 Cu	5,94 Cu	6,00 Cu	5,99 Cu
N-350	288	29	350	4 mm Al	7,0	4,5			—	6,69 Cu	—	6,74 Cu
N-400	328	27	400	4 mm Al	10,0	6,0			—	7,31 Cu	—	7,34 Cu

^a The tube potential is measured under load.

^b The total filtration consists of the inherent filtration plus the additional filtration. The inherent filtration shall be in line with the requirements given in 4.2.3.1 to 4.2.3.5, and shall, if necessary, be adjusted accordingly by adding appropriate filters.

^c The HVLs are measured at 1 m and 2.5 m distance from the focal spot, except for N-350 and N-400, where the distance is only 2,5 m.

Table 5 — Characteristics of wide-spectrum series (W-series)

Short name	Mean energy, $\bar{E}(\phi)$ keV	Resolu- tion, R_E %	Tube poten- tial ^a kV	Recom- mended inherent filtration ^b	Additional filtration ^b , thickness, D , in			1 st HVL at a dis- tance from the focal spot of		2 nd HVL at a dis- tance from the focal spot of	
					mm Sn	mm Cu	mm Al	1,0 m	2,5 m	1,0 m	2,5 m
								mm	mm	mm	mm
W-30	22,9		30	1 mm Be			2,0	0,863 Al	0,886 Al	1,02 Al	1,04 Al
W-40	29,8		40	1 mm Be			4,0	1,72 Al	1,75 Al	2,03 Al	2,06 Al
W-60	44,8	48	60	4 mm Al		0,3		0,180 Cu	0,181 Cu	0,215 Cu	0,216 Cu
W-80	56,5	55	80	4 mm Al		0,5		0,349 Cu	0,350 Cu	0,433 Cu	0,434 Cu
W-110	79,1	51	110	4 mm Al		2,0		0,933 Cu	0,934 Cu	1,08 Cu	1,08 Cu
W-150	104	56	150	4 mm Al	1,0			1,78 Cu	1,79 Cu	2,03 Cu	2,04 Cu
W-200	138	57	200	4 mm Al	2,0			3,00 Cu	3,01 Cu	3,24 Cu	3,25 Cu
W-250	172	56	250	4 mm Al	4,0			4,14 Cu	4,14 Cu	4,34 Cu	4,34 Cu
W-300	205	57	300	4 mm Al	6,5			5,03 Cu	5,02 Cu	5,18 Cu	5,18 Cu

^a The tube potential is measured under load.

^b The total filtration consists of the inherent filtration plus the additional filtration. The inherent filtration shall be in line with the requirements given in 4.2.3.1 to 4.2.3.5, and shall, if necessary, be adjusted accordingly by adding appropriate filters.

Table 6 — Characteristics of high air kerma rate series (H-series)

Short name	Mean energy $\bar{E}(\phi)$ keV	Tube potential ^a kV	Recommended inherent filtration ^b	Additional filtration ^b , thickness, <i>D</i> , in		1 st HVL at a distance from the focal spot of ^c		2 nd HVL at a distance from the focal spot of ^c	
				mm Al	mm Cu	1.0 m	2.5 m	1.0 m	2.5 m
						mm	mm	mm	mm
H-10	8,0	10	1 mm Be			0,044 Al	0,059 Al	0,050 Al	0,063 Al
H-20	13,1	20	1 mm Be	0,15		0,128 Al	0,169 Al	0,172 Al	0,228 Al
H-30	19,5	30	1 mm Be	0,50		0,364 Al	0,441 Al	0,563 Al	0,636 Al
H-40	25,4	40	1 mm Be	1,0		0,815 Al	0,884 Al	1,17 Al	1,24 Al
H-60	38,0	60	1 mm Be	3,9		2,53 Al	2,61 Al	3,38 Al	3,44 Al
H-80	48,8	80	4 mm Al	3,2		0,176 Cu	0,181 Cu	0,268 Cu	0,268 Cu
H-100	57,3	100	4 mm Al		0,15	0,294 Cu	0,299 Cu	0,462 Cu	0,466 Cu
H-150	78,0	150	4 mm Al		0,5	0,808 Cu	0,811 Cu	1,21 Cu	1,21 Cu
H-200	99,3	200	4 mm Al		1,0	1,54 Cu	1,55 Cu	2,28 Cu	2,28 Cu
H-250	122	250	4 mm Al		1,6	2,42 Cu	2,42 Cu	3,24 Cu	3,23 Cu
H-280 ^d	145	280	4 mm Al		3,0	3,26 Cu	3,28 Cu	3,88 Cu	3,89 Cu
H-300	143	300	4 mm Al		2,2	3,22 Cu	3,22 Cu	4,00 Cu	3,98 Cu
H-350	167	350	4 mm Al		3,4	—	4,01 Cu	—	4,65 Cu
H-400	190	400	4 mm Al		4,7	—	4,65 Cu	—	5,22 Cu

NOTE The distance between the focal spot and the point of test, which has been included in the additional filtration, is significant for the lower energy radiation. The actual spectral distributions obtained for a given X-ray facility depend significantly upon the target angle and roughness.

^a The tube potential is measured under load.

^b The total filtration consists of the inherent filtration plus the additional filtration. The inherent filtration shall be in line with the requirements given in 4.2.2.1 to 4.2.2.5, and shall, if necessary, be adjusted accordingly by adding appropriate filters.

^c The HVLs are measured at 1 m and 2.5 m distance from the focal spot, except for H-350 and H-400, where the distance is only 2.5 m.

^d This reference radiation has been introduced as an alternative to that generated at 300 keV, for use when 300 keV cannot be attained under condition of maximum load.

ภาคผนวก ข

ตารางรายการพัสดุสำหรับการซื้อระบบห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิการวัดปริมาณ
รังสีเอกซ์พลังงานต่ำ จำนวน 1 ระบบ

ที่	ครุภัณฑ์	หมายเหตุ
1	ระบบเครื่องฉายรังสีเอกซ์	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
2	ระบบจัดตำแหน่ง	
2.1	เลเซอร์จัดตำแหน่ง (Laser Alignment System)	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
2.2	กล้องวัดระดับ (Theodolite หรือ Total Solution)	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
2.3	ชุดประกอบระบบจัดตำแหน่ง	พัสดุที่ผลิตในประเทศ
2.4	โต๊ะสำหรับสอบเทียบ (Calibration table)	พัสดุที่ผลิตในประเทศ
3	ระบบกล้องวงจรปิด	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
4	เครื่องควบคุมและสำรองไฟฟ้า	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
5	ระบบการวัดปริมาณรังสีและสภาวะแวดล้อม	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
6	ระบบการป้องกันอันตรายจากรังสี	
6.1	ประตูกำบังรังสี ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x สูง) 1.60 x 2.35 เมตร จำนวน 1 ระบบ	พัสดุที่ผลิตในประเทศ
6.2	ระบบเฝ้าระวังภัยทางรังสี (Monitoring System)	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
7	ระบบการรักษาความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
8	คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะสำหรับควบคุมและประมวลผลในห้องปฏิบัติการ	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
9	คอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับการสอบเทียบภายนอกห้องปฏิบัติการ	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
10	ตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
11	เครื่องดูดความชื้น	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
12	เครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier)	พัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ
13	อุปกรณ์ประกอบห้องปฏิบัติการ	พัสดุที่ผลิตในประเทศ

เอกสารแนบท้าย

ตัวอย่างแผนการทำงาน

		ตัวอย่างใบการจ้ดที่แผนการทำงาน								สิ่งที่ส่งมาด้วย ๒				
ที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	%	1	2	3	4	5	6	7	8
							เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...
1	งานก่อสร้างเสริม													
	รายการ...	ลบ.												
	รายการ...	ลบ.												
2	งานสีทา													
	รายการ...	ลบ.												
	รายการ...	ลบ.												
						0%								

Money	
AccMoney	
% PLAN	
% ACC PLAN	
% ACTUAL	
% ACC ACTUAL	
% ACC DIFF	
% PLAN/2	
% PLAN/2 DIFF	

Page 1

100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0%

1 2 3 4 5 6 7 8

Money	
AccMoney	
% PLAN	
% ACC PLAN	
% ACTUAL	
% ACC ACTUAL	
% ACC DIFF	
% PLAN/2	
% PLAN/2 DIFF	

Page 2

หมายเหตุ: 1) ภายใต้งาน กำหนดระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานที่สัญญา จำนวน ๒ เดือน
 2) ภายใต้งาน ระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานของแต่รายภาคก่อสร้าง เช่น งานโครงสร้างเสริม กำหนดระยะเวลาการก่อสร้าง จำนวน 4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาการก่อสร้างที่ว่าง)
 3) ภายใต้งาน ระยะเวลาการก่อสร้างที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานประจำตำแหน่งและรายภาคก่อสร้าง ซึ่งแต่ละรายการก่อสร้าง คิดเป็น 100 %
 4) มูลค่างานแต่ละรายการ ค่ารวมจากร้อยละความคืบหน้างานเทียบกับมูลค่างานของแต่รายการ
 5) ระยะเวลาแผนดำเนินงาน ค่ารวมจากมูลค่าของงานตามแผนดำเนินงานที่โครงการ

(Handwritten signature)