

**รายละเอียดลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference : TOR)**  
**ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปั้นต้นแบบโมเดลด้วยคอมพิวเตอร์ชั้นสูง**  
**สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทย และการออกแบบ**  
**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**

-----

**๑. ความเป็นมา**

สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทย และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นหน่วยงานที่มีพันธกิจสนับสนุนการเรียนด้านอัญมณี และเป็นหน่วยงานใหม่ที่มีขอบเขตการดำเนินงาน บทบาทหน้าที่ และโครงสร้างการทำงานเพื่อตอบสนองพันธกิจในการพัฒนาบัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพในอนาคต และมุ่งหวังให้เป็นหน่วยงานที่เป็นศูนย์กลางทางด้านการส่งเสริมทักษะการทำงานด้านการออกแบบและผลิตอัญมณี และเครื่องประดับไทย ของนักศึกษา ผู้ประกอบการ บุคคลทั่วไปทั้งในและต่างประเทศ

ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการผลิตเพื่อลดระยะเวลา ลดต้นทุนแรงงานเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มผลิต การทำงานให้เข้ากับยุคสมัยโดยต้องมีความคุ้นเคยและเข้าใจ มีประสบการณ์การใช้เครื่องมือก่อนการเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมการผลิต จำเป็นอย่างยิ่ง ชุดปฏิบัติการปั้นต้นแบบโมเดลด้วยคอมพิวเตอร์ชั้นสูง จะช่วยให้ง่ายต่อการทำงาน และการส่งต่อชิ้นงาน การนำไปใช้ในงานที่ได้ไปต่อยอดในการผลิตเป็นต้นแบบ เช่น โมเดล ต้นแบบตัวเรือน เครื่องประดับ ต้นแบบชิ้นงานพุทธศิลป์ และต้นแบบอื่นๆ การใช้เทคโนโลยีการสแกน ๓ มิติเข้ามาช่วยในการคัดลอกโมเดลแล้วทำการปรับปรุงรูปแบบด้วยโปรแกรม การมีเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยยกระดับศักยภาพแรงงานทั้งในและนอกระบบให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล

**๒. วัตถุประสงค์**

เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปั้นต้นแบบโมเดลด้วยคอมพิวเตอร์ชั้นสูง เพื่อพัฒนาศักยภาพและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและทักษะในการทำงานให้กับบุคลากรในงานบริการวิชาการเพื่อสร้างรายได้ และเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน

**๓. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ**

ตามประกาศประกวดราคาและเอกสารราคาจากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ e-gp

**๔. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ**

**๑. คอมพิวเตอร์ประมวลผลกราฟฟิกระดับสูง (workstation) จำนวน ๙ เครื่อง**

- ๑.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ แกนหลัก (๑๒ core) และแกนเสมือนไม่น้อยกว่า ๒๐ แกน (๒๐ Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๑ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง Turbo Boost หรือ Max Boost โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๔.๘ GHz จำนวน ๑ หน่วย



- ๑.๒ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับเดียวกัน (Level) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ MB
- ๑.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๕ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖ GB
- ๑.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Solid State Drive แบบ M.๒ หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB จำนวน ๑ หน่วย
- ๑.๕ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network interface) แบบ ๑๐/ ๑๐๐/ ๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๑.๖ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) USB Type-c ไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง ด้านหน้า
- ๑.๗ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB Type-A ด้านหลังไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง ด้านหน้าไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง
- ๑.๘ มีแป้นพิมพ์และเมาส์ เชื่อมต่อ (interface) แบบ USB และมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับผู้ผลิต โดยแสดงในวันที่ส่งมอบ
- ๑.๙ มีจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๑ นิ้ว ความละเอียดหน้าจอไม่น้อยกว่า ๑,๙๒๐ x ๑,๐๘๐ FHD มีพอร์ตเชื่อมต่อ VGA หรือ HDMI ในตัวพร้อมสายต่อ
- ๑.๑๐ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็น มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยมีใช้เป็นการดัดแปลงหรือสกรีนทับลงบนผลิตภัณฑ์ โดยแสดงในวันที่ส่งมอบ
- ๑.๑๑ ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows ๑๑ pro หรือดีกว่า

## ๒. เมาส์ปากกาแบบสัมผัสหน้าจอสแสดงผล (Pen Tablet) จำนวน ๙ ตัว

- ๒.๑ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลและควบคุมการทำงานได้โดยตรงโดยผ่านหน้าจอของอุปกรณ์
- ๒.๒ มีขนาดหน้าจอ(วัดตามแนวทแยง) ไม่น้อยกว่า ๒๑ นิ้ว
- ๒.๓ พื้นที่การใช้งานไม่น้อยกว่า ๔๕๐x๒๕๐ มิลลิเมตร
- ๒.๔ ความละเอียดหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า ๑,๙๒๐x๑,๐๘๐ (FHD)
- ๒.๕ มีอัตราส่วนภาพเป็นแบบ ๑๖:๙
- ๒.๖ ความเร็วในการตอบสนอง ๒๒ ms หรือดีกว่า
- ๒.๗ สามารถรองรับแรงกดปากกาได้ไม่น้อยกว่า ๘,๐๐๐ ระดับ
- ๒.๘ มีปากกา หัวปากกา และหัวปากกาสำรองสำหรับเปลี่ยนมาพร้อมในชุด โดยมีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยมีใช้เป็นการดัดแปลงหรือสกรีนทับลงบนผลิตภัณฑ์ โดยแสดงในวันที่ส่งมอบ
- ๒.๙ มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง และ USB ไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

## ๓. ซอฟต์แวร์งานปั้นโมเดล ๓ มิติแบบอิสระ ๙ license

- ๓.๑ เป็นซอฟต์แวร์ออกแบบสำหรับปั้น แกะสลัก และวาดภาพ ๓ มิติ
- ๓.๒ มีเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการสร้างตาข่าย
- ๓.๓ มีเครื่องมือสำหรับงานปั้น และแกะสลัก
- ๓.๔ มีเครื่องมือสำหรับจัดการพื้นผิว
- ๓.๕ มีเครื่องมือสำหรับจัดการภาพ หรือเรนเดอร์
- ๓.๖ สามารถบันทึกเซสชันเป็นวิดีโอได้



- ๓.๗ สามารถนำเข้าไฟล์งาน ๓D ไฟล์ประเภท \*.obj, \*.ma, \*.mesh และ \*.meshb ได้
- ๓.๘ สามารถส่งออกไฟล์งาน ๓D ไฟล์ประเภท \*.obj, \*.ma, และ \*.xmd ได้
- ๓.๙ สามารถนำเข้าไฟล์งาน ๒D ไฟล์ประเภท \*.bmp, \*.psd, \*.jpg, \*.tif, \*.png, \*.gif, \*.hdr และ \*.exr ได้
- ๓.๑๐ สามารถส่งออกไฟล์งาน ๒D ไฟล์ประเภท \*.bmp, \*.psd, \*.jpg, \*.png, \*.tif และ \*.exr ได้
- ๓.๑๑ สามารถใช้ได้บนระบบปฏิบัติการ Windows
- ๓.๑๒ มีเอกสารรับรองไลเซนส์ ที่ออกให้โดยผู้จำหน่าย โดยให้ยื่นเอกสารในวันที่ส่งมอบ
- ๓.๑๓ เป็นซอฟต์แวร์ถาวร จำนวน ๙ ผู้ใช้งาน และมีการอัปเดตซอฟต์แวร์ให้อย่างน้อย ๑ ปี โดยให้ยื่นเอกสารในวันที่ส่งมอบ

**๔. เครื่องสแกนเนอร์สามมิติทางด้านงานวิศวกรรม จำนวน ๑ เครื่อง**

- ๔.๑ เป็นการวัดและเก็บข้อมูลพื้นผิวของชิ้นงานแบบสามมิติ โดยวิธีสแกนไปบนพื้นผิวของ ชิ้นงาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสแกนไปประมวลผลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ในงาน ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control) งานพิมพ์สามมิติ (๓D printing) และงานวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering) ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ๔.๒ มีซอฟต์แวร์ควบคุม รวมถึงซอฟต์แวร์ Inspection จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทเดียวกัน หรือต้อง แสดงให้เห็นว่าสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยให้แสดงในวันที่ส่งมอบ
- ๔.๓ ซอฟต์แวร์ควบคุม และซอฟต์แวร์ Inspection สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows ๑๐ ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ๔.๔ สามารถถ่ายสแกนได้ทั้งแนวแกน X, Y และ Z พร้อมกันได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ๔.๕ มีความละเอียด ของระยะห่างระหว่างจุดที่ได้จากการวัด (Point distance) ไม่เกิน ๐.๐๔ มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- ๔.๖ สามารถแสดงความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า ๕,๕๐๐,๐๐๐ จุด ต่อการถ่ายภาพ ๑ ครั้ง หรือดีกว่า
- ๔.๗ มีระบบตรวจสอบความถูกต้องภายในเครื่อง เมื่อวัตถุที่วัดมีการเคลื่อนที่
- ๔.๘ ตัวเครื่องมีเซนเซอร์รับภาพ (CMOS Camera) ไม่น้อยกว่า ๒ จุด ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๓,๐๐๐ x ๒,๐๐๐ จุด เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ๔.๙ มีพื้นที่ในการวัด (Measuring Area) ขนาดไม่น้อยกว่า ๙๐ x ๖๕ มิลลิเมตร
- ๔.๑๐ มีระบบสอบเทียบภายในเครื่องมือวัดด้วยตัวเอง (Self-Calibration)
- ๔.๑๑ มีแหล่งกำเนิดแสงเป็นแบบหลอด LED ที่ให้แสงเป็นสีน้ำเงิน สามารถทำการสแกนโดยขยับชิ้นงาน หรือเครื่องสแกนได้เพื่อช่วยให้สแกนชิ้นงานได้รอบตัวและสามารถรวบรวมข้อมูลสแกนของแต่ละ ด้านโดยอัตโนมัติได้ (Dynamic Reference) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ๔.๑๒ มีสายเคเบิลที่ยาวไม่น้อยกว่า ๕ เมตร
- ๔.๑๓ มีกล่องหรือกระเป๋าใส่อุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนย้ายได้สะดวก อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด
- ๔.๑๔ มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานเครื่องสแกนเนอร์ โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- ๔.๑๔.๑ สามารถยืนยันความถูกต้องของข้อมูลการสแกน หรือการวัดแต่ละครั้งจาก ข้อมูลการเทียบวัดได้โดยอัตโนมัติ



- ๔.๑๔.๒ สามารถสร้าง Polygon Mesh และจัดเรียงข้อมูลการสแกน หรือการวัดในแต่ละครั้งได้ โดยอัตโนมัติ
- ๔.๑๔.๓ สามารถปรับปรุง Polygon Mesh ของพื้นผิวที่ได้จากการสแกน เช่น ปรับผิวให้เรียบ อุดช่องว่าง ย่อ ขยาย และปรับ Mesh ให้ละเอียด
- ๔.๑๔.๔ รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสแกน หรือวัดชิ้นงานในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน โดยอาศัย จุดอ้างอิง (Reference Point) ที่ติดอยู่บนชิ้นงานแบบอัตโนมัติ
- ๔.๑๔.๕ ซอฟต์แวร์มีเมนูภาษาอังกฤษ
- ๔.๑๔.๖ สามารถนำเข้าข้อมูล Polygon meshes ไฟล์ประเภท STL, PLY, GINSPECT, ASCII ได้
- ๔.๑๔.๗ สามารถสร้างรายงานที่ประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ และรูปชิ้นงาน ๓ มิติ บนรายงานเดียวกัน

๕. เครื่องโน้ตบุ๊กประมวลผลสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์สามมิติทางด้านงานวิศวกรรม จำนวน ๑ เครื่อง

- ๕.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ แกนหลัก (๑๒ core) และแกนเสมือนไม่น้อยกว่า ๑๖ แกน (๑๖ Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๕ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง Turbo Boost หรือ Max Boost โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๕ GHz จำนวน ๑ หน่วย
- ๕.๒ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับเดียวกัน (Level) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ MB
- ๕.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๕ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๓๒ GB
- ๕.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Solid State Drive แบบ M.๒ หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๕๑๒ GB จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ หน่วย
- ๕.๕ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลักที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำ แยกจากหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า ๖ GB
- ๕.๖ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network interface) แบบ ๑๐/ ๑๐๐/ ๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๕.๗ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) USB ๓.๐ หรือดีกว่าไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๕.๘ มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๕.๙ สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE ๘๐๒.๑๑ ax)
- ๕.๑๐ มีจอภาพแบบที่รองรับความละเอียดแบบไม่น้อยกว่า FHD (๑,๙๒๐x๑,๐๘๐) และขนาดไม่น้อยกว่า ๑๕ นิ้ว หรือดีกว่า
- ๕.๑๑ มีระบบปฏิบัติการอย่างน้อย Windows ๑๐ Professional (๖๔ bit) เทียบเท่าหรือสูงกว่า
- ๕.๑๒ สามารถรันซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์สามมิติได้เป็นอย่างดี



๕.๑๓ ติดตั้งซอฟต์แวร์การออกแบบสามมิติทางด้านงานวิศวกรรม ลิขสิทธิ์สำหรับการศึกษา ๑ License ในวันที่ส่งมอบ โดยมีคุณสมบัติของซอฟต์แวร์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

๕.๑๓.๑ มีสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบของวีดิโอติดตั้งอยู่ในหน้าต่างโปรแกรม

๕.๑๓.๒ สามารถรับและส่งไฟล์ต่างๆ ไฟล์ประเภท IGES, DXF, DWG, SAT, STEP, IFC, Parasolid ได้

๕.๑๓.๓ สามารถสร้างไฟล์ Drawing Electronic (e-drawing) ที่เป็นนามสกุล ไฟล์ประเภท \*.eprt, \*.easm, \*.edrw และ \*.exe ได้

๕.๑๓.๔ มีคำสั่ง Scan to ๓D เพื่อรับ Point cloud จากงาน Scan ๓ มิติ ได้โดยตรง

๕.๑๓.๕ เป็นซอฟต์แวร์ถาวร จำนวน ๑ ผู้ใช้งาน และมีการอัปเดตซอฟต์แวร์ให้อย่างน้อย ๑ ปี โดยให้ยื่นเอกสารในวันที่ส่งมอบ

#### รายละเอียดอื่น ๆ

๑. ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดข้างต้นทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทย และการออกแบบ กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขอ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจนโดยต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารคุณลักษณะ

๒. บริษัทผู้เสนอราคาต้องติดตั้งชุดอุปกรณ์ ให้แล้วเสร็จในวันส่งมอบครุภัณฑ์ ฝึกอบรมและสาธิตการใช้งาน จำนวน ๑ ครั้ง ไม่น้อยกว่า ๑ วัน หลังจากวันส่งมอบครุภัณฑ์ ให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรณีมีค่าใช้จ่ายผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

#### ๕. กำหนดเวลาส่งมอบงาน

ให้ผู้ขายส่งมอบพัสดุ ณ สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทย และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามรายการที่จัดซื้อ มีระยะเวลาส่งมอบภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

#### ๖. หลักเกณฑ์ในพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

เกณฑ์การพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ จะพิจารณาคัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

#### ๗. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินในการประกวดราคาซื้อครุภัณฑ์ จำนวนเงิน ๓,๐๐๐,๐๐๐ บาท (สามล้านบาทถ้วน)

รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ ๗ แล้ว

#### ๘. งานตรวจและการจ่ายเงิน

ตรวจรับพัสดุ ณ สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทยและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กำหนดการจ่ายพัสดุ ร้อยละ ๑๐๐ ของสัญญาหรือข้อตกลง เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุทั้งหมดตามสัญญาครบถ้วน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุไว้ถูกต้องครบถ้วนแล้ว

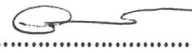
#### ๙. อัตราค่าปรับ


หากผู้ขายไม่ปฏิบัติตามสัญญาข้อใดข้อหนึ่งผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้ผู้ซื้อเป็นรายวันในอัตราร้อยละ ๐.๒ ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

๑๐. การประกันความชำรุดเสียหาย

ผู้ขายต้องรับประกันสินค้าทุกรายการในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี นับตั้งแต่วันส่งมอบ เว้นแต่รายการที่มีระยะเวลาประกันเกินกว่านั้น การซ่อมแซม การเปลี่ยนอุปกรณ์เนื่องจากชำรุดเสียหาย ใช้การไม่ได้ และการบำรุงรักษาตามระยะเวลาสัญญา ให้ผู้ขายเป็นผู้รับผิดชอบทั้งค่าอุปกรณ์และค่าบริการ

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
นายวิเชียร มหาวัน

ลงชื่อ..........กรรมการ  
นายอาชูร ฉายศิริ

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
นางสาวนัชฐา วิชัยดิษฐ์