

ร่างขอบเขตงาน (Terms of Reference: TOR)  
ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการคัดลอกแบบและสร้างชิ้นงานจากเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

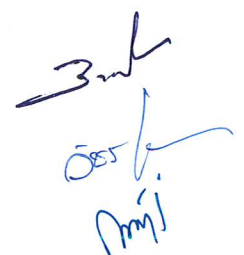
๑. ความเป็นมา

นโยบายประเทศไทย ๔.๐ จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้เติบโต ๕ เท่าตัวจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม ในรูปแบบของเมืองอัจฉริยะ กำลังถูกขับเคลื่อนจากพัฒนาการที่รวดเร็วและส่งเสริมซึ่งกันและกันในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) หุ่นยนต์ การเชื่อมต่อทุกหนทุกแห่ง และพลังประมวลผลแบบทวีคูณ ปัจจัยเร่งการสร้างนวัตกรรมเหล่านี้จะขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงในวงกว้างและจะเกิดผลกระทบในแทบทุกด้านของชีวิตมนุษย์ ตั้งแต่รถยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อน วิถีการเดินทาง หน้าที่การทำงานที่ทำ และการผลิตไฟฟ้า ไปจนถึงการใช้ชีวิตของมนุษย์และการค้าขายพื้นที่เชิงพาณิชย์ อุตสาหกรรมอัจฉริยะและประชาชนอัจฉริยะ โดยในปี ๒๐๑๙ ประเทศไทยรับตำแหน่งประธานอาเซียน จึงต้องมุ่งเน้นการสร้างพันธมิตรเพื่อความยั่งยืนในอนาคต เพื่อเพิ่มแรงงานที่มีทักษะและพัฒนาการบริการ ซึ่งจะทำให้ภูมิภาคอาเซียนกลายเป็นเศรษฐกิจดิจิทัลแถวหน้า ๕ อันดับแรกของโลกภายในปี ๒๐๒๕ การผลักดันนโยบายประเทศไทย ๔.๐ จะนำศักยภาพมหาศาลมาสู่เศรษฐกิจของประเทศ นำไปสู่รายได้ส่วนบุคคลที่เพิ่มขึ้น E-Commerce จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับคนรุ่น Millennial

จากสถานการณ์ของการใช้งานหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในประเทศไทยดังกล่าว สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จึงได้เสนอให้มีการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการเรียนการสอน เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจ ตลอดจนเพื่อการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างยั่งยืน โดยคาดว่าจะการชุดปฏิบัติการคัดลอกแบบและสร้างชิ้นงานจากเครื่องจักรกลอัตโนมัติ จะสามารถส่งเสริมต่อยอดให้อาจารย์ได้ศึกษาเรียนรู้ต่อยอดสู่การพัฒนางานวิจัย เพื่อต่อยอดสู่การพัฒนาตำแหน่งทางวิชาการ และคาดว่าจะสามารถสร้างเครือข่ายด้านวิชาการกับหน่วยงานภายในและภายนอกทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้เป็นอย่างดี

๒. วัตถุประสงค์

- ๒.๑ เพื่อสนับสนุนให้อาจารย์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการยื่นขอตำแหน่งทางวิชาการ
- ๒.๒ เพื่อพัฒนาพื้นที่ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีความทันสมัย สร้างความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสภาวะแวดล้อมในการเรียนรู้
- ๒.๓ เพื่อส่งเสริมและพัฒนากิจการเรียนการสอนให้มีศักยภาพเพิ่มขึ้นด้านการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ นักศึกษาเรียนรู้จากการทำงานจริง
- ๒.๔ สร้างเครือข่ายด้านการบริการวิชาการกับหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐ ชุมชน เอกชน ภาคอุตสาหกรรม และนำผลการบริการวิชาการไปขยายผลในเชิงพาณิชย์



### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

ตามประกาศประกวดราคาและเอกสารประกวดราคาจากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ e - GP

### ๔. รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดปฏิบัติการคัดลอกแบบและสร้างชิ้นงานจากเครื่องจักรกลอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

- รายการประกอบที่ ๑ ชุดหุ่นยนต์แขนกลอัตโนมัติ ชนิด Collaborative Robot พร้อมโปรแกรม จำนวน ๑ ชุด
- รายการประกอบที่ ๒ ชุดสมาร์ตเซ็นเซอร์แบบสามมิติ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด
- รายการประกอบที่ ๓ ชุดโปรแกรมช่วยการออกแบบสามมิติ จำนวน ๑ ชุด
- รายการประกอบที่ ๔ ชุดอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ ๓ มิติ จำนวน ๑ ชุด
- รายการประกอบที่ ๕ ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด

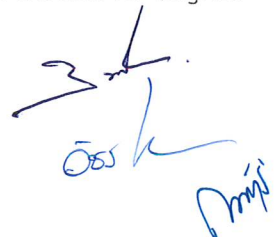
ซึ่งรายการประกอบทั้ง ๕ รายการ การปฏิบัติงานร่วมกันโดย ใช้ควบคุมหุ่นยนต์แขนกล (รายการที่ ๑) ทำงานร่วมกับตัวกล่องสแกนชิ้นงาน (รายการที่ ๒ และ ๓) เพื่อทำการสร้างต้นแบบในการผลิตชิ้นงาน (รายการที่ ๔) และมีชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ (รายการที่ ๕) ช่วยเสริมการสอนและการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละรายการดังนี้

ชื่อรายการประกอบที่ ๑ ชุดหุ่นยนต์แขนกลอัตโนมัติ ชนิด Collaborative Robot พร้อมโปรแกรม จำนวน ๑ ชุด

- ๑.๑ มีโครงสร้างแขนกลเป็นแบบ vertical articulated arm หรือดีกว่า และเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์โดยที่ไม่ต้องมี รั้วป้องกันอันตราย (Collaborative robot)
- ๑.๒ สามารถบรรจุชิ้นงานรวมไม่ต่ำกว่า ๕ กิโลกรัม
- ๑.๓ มีแกนในการเคลื่อนที่ของแขนกลจำนวนไม่น้อยกว่า ๖ แกน
- ๑.๔ มีระดับการป้องกันเป็น IP๕๔ หรือดีกว่า
- ๑.๕ มีระดับมาตรฐานความปลอดภัยของตัวหุ่นยนต์ไม่ต่ำกว่า PL d Cat ๓
- ๑.๖ รองรับการทำโปรแกรมแบบใช้มือจับที่แขนของหุ่นแล้วลากเพื่อ Teaching ตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้ (Lead-through programming)
- ๑.๗ มีปุ่มกดบนตัวหุ่นยนต์เพื่อรองรับการจดจำตำแหน่ง (Arm-Side Interface)
- ๑.๘ มีระยะการเอื้อมของแขนไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มม.
- ๑.๙ มีการเคลื่อนไหวของแกน ระยะการทำงาน และความเร็วสูงสุดแต่ละแกนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - ๑.๙.๑ แกน ๑ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ +/- ๑๗๕ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๒๐ องศาต่อวินาที
  - ๑.๙.๒ แกน ๒ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ +/- ๑๗๕ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๒๐ องศาต่อวินาที
  - ๑.๙.๓ แกน ๓ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ - ๒๒๐ องศา ถึง +๘๐ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๓๕ องศาต่อวินาที
  - ๑.๙.๔ แกน ๔ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ +/- ๑๗๕ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๙๕ องศาต่อวินาที



- ๑.๙.๕ แกน ๕ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ +/- ๑๗๕ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๙๕ องศาต่อวินาที
- ๑.๙.๖ แกน ๖ มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ +/- ๑๗๕ องศา หรือดีกว่า และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๙๕ องศาต่อวินาที
- ๑.๙.๗ ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน ๐.๑ มม.
- ๑.๙.๘ ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพโดยยื่นเสนอมาพร้อมกับคาร์ยี่นข้อเสนอยี่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- ๑.๑๐ ผู้ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน ๑ ตัว
  - ๑.๑๐.๑ เป็นผู้ควบคุมที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวหุ่นยนต์
  - ๑.๑๐.๒ มี Inputs/Outputs เป็นแบบ Standard ๑๖/๑๖, ๒๔VDC หรือดีกว่า
  - ๑.๑๐.๓ สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet/IP และ Socket messaging หรือดีกว่า
  - ๑.๑๐.๔ ผู้ควบคุมต้องมีการประมวลผลแบบ Computer unit หรือดีกว่า
  - ๑.๑๐.๕ มีระดับการป้องกันเป็น IP๒๐ หรือดีกว่า
  - ๑.๑๐.๖ ผู้ควบคุมสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot simulation software) ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวหุ่นยนต์ และต้องสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์จากตัวโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยตรงโดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า
  - ๑.๑๐.๗ สามารถแสดงผลข้อมูลสถานะของ input/output, event message ผ่าน web service หรือดีกว่า
- ๑.๑๑ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน ๑ ตัว
  - ๑.๑๑.๑ แผงควบคุมแสดงผลแบบสัมผัสและแสดงผลแบบสี มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า ๗.๕ นิ้ว
  - ๑.๑๑.๒ รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้
  - ๑.๑๑.๓ การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก
  - ๑.๑๑.๔ แผงควบคุมต้องมีระบบสวิตซ์การป้องกันไม่น้อยกว่า ๓ ระดับ (๓-position enabling switch)
- ๑.๑๒ ชุดโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เสมือนจริงแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - ๑.๑๒.๑ เป็นโปรแกรมออกแบบและจำลองเสมือนจริงของตัวหุ่นยนต์ แบบ Network License ที่รองรับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ๕๐ เครื่องพร้อมๆกันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลนเดียวกัน (๑ network license)
  - ๑.๑๒.๒ สามารถรองรับไฟล์ ACIS (.sat), ๓DS, VRML ได้ หรือมากกว่า
  - ๑.๑๒.๓ สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ และ ความเร็วได้โดยให้ผลออกมาเป็นกราฟ (Signal Analyzer) หรือดีกว่า



- ๑.๑๒.๔ โปรแกรมสามารถสร้างการเคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติจากการเลือกขอบของชิ้นงาน (Auto Path)
- ๑.๑๒.๕ โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงได้โดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า
- ๑.๑๒.๖ โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริง เพื่อเข้าไปแก้ไขโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ได้
- ๑.๑๒.๗ โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ต้องเป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหุ่นยนต์

## ชื่อรายการประกอบที่ ๒ ชุดสมาร์ทเซ็นเซอร์แบบสามมิติ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด



- ๒.๑ สแกนเนอร์แบบสามมิติ จำนวน ๑ ชุด
  - ๒.๑.๑ มีโหมดการทำงานไม่น้อยกว่า ๒ แบบ
  - ๒.๑.๒ มีระยะการทำงาน (Working Distance) ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มม.
  - ๒.๑.๓ ใช้ระบบการยิงแสงไปยังชิ้นงาน เหมาะกับการสแกนวัตถุที่ต้องการรายละเอียดสูง
  - ๒.๑.๔ แหล่งกำเนิดแสง (Light Sources) ชนิด LED หรือดีกว่า
  - ๒.๑.๕ รูปแบบการส่งออก (Output Formats) ไม่น้อยกว่า OBJ, STL, ASC, PLY
  - ๒.๑.๖ สามารถติดตั้งและใช้งานร่วมกับ ชุดหุ่นยนต์แขนกลอัตโนมัติสำหรับทำงานร่วมกับมนุษย์
- ๒.๒ อุปกรณ์ควบคุมและการจัดเก็บข้อมูล ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน ๑ ชุด
  - ๒.๒.๑ มีระบบความปลอดภัยโดยการใช้ USB Flash Device
  - ๒.๒.๒ ช่องสำหรับเชื่อมต่อต่อ USB เป็นแบบชนิด USB ๒.๐ หรือดีกว่า
  - ๒.๒.๓ ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน ๑๒-๒๔VDC
  - ๒.๒.๔ ช่องต่อสาย Ethernet จำนวน ๕ ช่อง โดยแบ่งเป็น Internet/WLAN ๑ ช่อง และ LAN ๑ GbE ๔ ช่อง
  - ๒.๒.๕ ผลิตภัณฑ์ผ่านมาตรฐานรับรองคุณภาพ UL หรือ CE โดยแนบเอกสารหลักฐานมาในวันยื่นเสนอราคา
  - ๒.๒.๖ ผลิตภัณฑ์ออกแบบให้สามารถเลือกการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่าน Wifi, Ethernet Port, Cellular ๓G และ Cellular ๔G
  - ๒.๒.๗ ระบบประมวลผลโดยใช้ CPU ชนิด MIPS (Microprocessor Without Interlocked Pipelined Stages) ความเร็ว ๘๐๐ MHz หรือดีกว่า
  - ๒.๒.๘ ผลิตภัณฑ์รุ่นที่มีระบบรับสัญญาณ Internet ผ่าน Wifi สามารถปรับตั้งค่าให้ทำงานในรูปแบบ Access Point ได้
  - ๒.๒.๙ ผลิตภัณฑ์รุ่นที่มีระบบรับสัญญาณ Internet ผ่าน Cellular ๓G และ ๔G ออกแบบ ช่องสำหรับใส่ SIM Card ชนิด Mini Sim ๒FF Size
  - ๒.๒.๑๐ ผลิตภัณฑ์ออกแบบให้มีการติดตั้งใช้งานได้กับราง DIN Rail
  - ๒.๒.๑๑ มีฟังก์ชันการต่อใช้งานสัญญาณ DI (Digital Input) เพื่อควบคุมการเชื่อมต่อผ่านระบบ VPN
  - ๒.๒.๑๒ มีระบบบอกสถานะการตั้งค่าการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ผ่านไฟแสดงสถานะแบบ LED
  - ๒.๒.๑๓ ผ่านการรับรองมาตรฐานอุปกรณ์สื่อสาร โดยแนบเอกสารหลักฐานมาในวันยื่นเสนอราคา
  - ๒.๒.๑๔ ผ่านการรับรองมาตรฐานการป้องกันทางระบบไฟฟ้า โดยแนบเอกสารหลักฐานมาในวันยื่นเสนอราคา

3-1  
05L  
Amu

- ๒.๒.๑๕ มีระบบ Remote VPN เพื่อรองรับการเขียน และการแก้ไขโปรแกรม Ladder Diagram ของ PLC ได้
- ๒.๒.๑๖ มีระบบ Remote VPN เพื่อรองรับการควบคุมและสั่งงาน หุ่นยนต์อุตสาหกรรม, กล้อง IP Camera ได้
- ๒.๒.๑๗ รองรับการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ในระบบอัตโนมัติที่มีฟังก์ชันการใช้งาน Web Server หรือ VNC Server
- ๒.๒.๑๘ รองรับการใช้งานรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้ Remote Access, Cloud Data Logging, Notification, Data Visualization, Alarm Email, User Management
- ๒.๒.๑๙ ผู้เสนอราคาอุปกรณ์ ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย ภายในประเทศจาก บริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการ ยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อรายการประกอบที่ ๓ ชุดโปรแกรมช่วยการออกแบบสามมิติ จำนวน ๑ ชุด

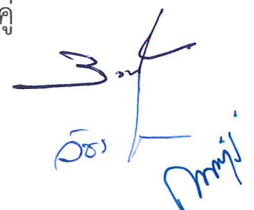
- ๓.๑ เป็นโปรแกรมลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายที่ใช้งานสำหรับการเรียนการสอนใน สถาบันการศึกษา ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ที่รองรับเป็นแบบ Windows ๘ (๖๔bit) หรือสูงกว่า ที่มีลิขสิทธิ์การใช้งาน ถูกต้องตามกฎหมาย
- ๓.๒ รองรับการใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ๕๐ เครื่องพร้อมๆ กันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลน เดียวกัน (๑ network license) หรือดีกว่า และสามารถอัพเดทเป็นเวอร์ชันปัจจุบันได้ไม่น้อยกว่า ๓ ปี
- ๓.๓ มีการทำงานใน ๓ Mode คือ Part modeling, Drawing และ Assembly และทั้ง ๓ Mode สัมพันธ์ กันโดยตรง
- ๓.๔ สามารถขึ้นรูปในรูปแบบ ๓ มิติ โดยมี Feature อย่างน้อยดังต่อไปนี้ Extrude, Cut, Revolve, Sweep with Guide Curve, Loft with Guide Curve, Draft, Shell, Helix, Fillet, Chamfer
- ๓.๕ สามารถสร้างภาพฉาย Top, Front, Side รวมถึงภาพในมุมมองต่างๆ ได้โดยอัตโนมัติ รวมทั้งสามารถสร้าง เส้นบอกขนาดได้อัตโนมัติ
- ๓.๖ สามารถกำหนดมาตรฐานการให้ dimension อย่างน้อยดังต่อไปนี้ ANSI, BSI, DIN, ISO, JIS,GB และ GOST
- ๓.๗ สามารถสร้าง Bill of Material ให้โดยอัตโนมัติ และคำนวณน้ำหนักและปริมาตร ของชิ้นงานได้
- ๓.๘ สามารถสร้างงานแผ่นพับโดยสามารถสร้างเป็น Model มิติ แล้วคลี่เป็นแผ่นเรียบ โดยสามารถคำนวณ การยึดของชิ้นงานได้ด้วย โดยสามารถสร้างความสัมพันธ์กับ ชิ้นงานชิ้นอื่นได้
- ๓.๙ สามารถรับและส่ง file ต่างๆ ได้อย่างน้อยต่อไปนี้ IGES, DXF, DWG, SAT, STEP,CGR, IFC, Parasolid ได้โดยตรง
- ๓.๑๐ สามารถสร้างไฟล์ Drawing Electronic (e-drawing) ที่เป็นนามสกุล \*.eprt, \*.easm,\* .edrw และ \*.exe ได้
- ๓.๑๑ สามารถออกแบบชิ้นงานโดยคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากขบวนการผลิต (DFMX Press) เช่นการทำ อัตราส่วนที่เหมาะสมของรูเจาะเทียบกับขนาดความลึกของรูเจาะ

- ๓.๑๒ มีเครื่องมือสำหรับการคำนวณหาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในงาน Sheet Metal และMachined Part and Multi Body
- ๓.๑๓ สามารถแสดงจำลองเคลื่อนที่ขณะทำการประกอบได้ และสามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ชนกันของชิ้น งานได้ (Collision Detection) และตรวจสอบการเคลื่อนที่ ดันกันของชิ้นงานได้(Physical Analysis)
- ๓.๑๔ สามารถรับ Point cloud จากงาน Scan ๓ มิติได้โดยตรง
- ๓.๑๕ สามารถทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงโดยใช้หลักการ Finite Element Analysis โดยสามารถวิเคราะห์วัสดุที่เป็น Non Linear Material ได้และแสดงผลเป็น Animation และ Export เป็น Edrawing ได้และไฟล์นามสกุล EXE ได้
- ๓.๑๖ สามารถทำการวิเคราะห์การไหล เช่น Computational Fluid Dynamics(CFD), Fluid Flow Analysis
- ๓.๑๗ สามารถทำการวิเคราะห์การไหลของการฉีดพลาสติกได้
- ๓.๑๘ มีสื่อการเรียนการสอนภาษาไทยในรูปแบบวีดีโอ ติดตั้งอยู่ในตัวโปรแกรม
- ๓.๑๙ สามารถเช็คความสมมาตร ของชิ้นงานได้อย่างอัตโนมัติ (Symmetry Check)
- ๓.๒๐ สามารถเช็คองศาความเอียงระหว่างผิวชิ้นงานได้ (Deviation Analysis)
- ๓.๒๑ สามารถเช็คความหนาชิ้นงาน ตามค่าที่กำหนด แสดงผลเป็นสีได้ ( Thickness Analysis)
- ๓.๒๒ สามารถเขียนสมการคณิตศาสตร์ ช่วยในการสร้างเส้นตามสูตรได้ (Equation Driven Curve)
- ๓.๒๓ รองรับเขียนคำสั่งเพิ่มเติม จากภาษา VBA, VB.NET, Visual C#, Visual C++ ได้
- ๓.๒๔ ผู้เสนอขายจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพโดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๔ ชุดอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ ๓ มิติ จำนวน ๑ ชุด

- ๔.๑ เครื่องสร้างชิ้นงานต้นแบบสามมิติทางด้านงานวิศวกรรม จำนวน ๑ ชุด
- ๔.๒ เป็นเครื่องสร้างชิ้นงานต้นแบบสามมิติ ที่สามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบอย่างรวดเร็ว (Rapid Prototyping) ลักษณะการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการหลอมเส้นพลาสติกด้วยความร้อน แล้วฉีด (extrusion) ผ่านหัวฉีด (Nozzle) สร้างชิ้นงานทีละชั้น จนได้ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์
- ๔.๓ วัสดุที่ใช้เป็นเทอร์โมพลาสติก ที่มีคุณสมบัติทนต่อสภาพแวดล้อมทั่วไปได้ดี และมีความแข็งแรงสูง
- ๔.๔ มีการทำงานของชุดหัวฉีด และฐานรองรับชิ้นงานอยู่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ
- ๔.๕ จำนวนหัวฉีดพลาสติก ๒ หัว
- ๔.๖ เป็นเครื่องที่สร้างชิ้นงานต้นแบบจากไฟล์ ๓D CAD STL (.stl), SolidWorks (.sldprt, .sldasm), InventorOBJ (.ipt, .iam), IGES (.iges, .igs), STEP AP๒๐๓/๒๑๔ (.step, .stp), CATIA (.CATPart, .CATProduct), Wavefront Object(.obj), Unigraphics/NX (.prt), Solid Edge (.par, .asm), ProE/Creo (.prt, .prt., .asm, .asm.), VRML(.wrl), Parasolid (.x\_t, .x\_b) หรือจากเครื่องสแกนสามมิติ
- ๔.๗ ขนาดใหญ่สุดของชิ้นงานที่สามารถสร้างได้ ไม่น้อยกว่า ๑๙๐ x ๑๙๐ x ๑๙๖ มม. (ยาว x กว้าง x สูง) สำหรับหัวพิมพ์เดี่ยว หรือ ๑๕๒ x ๑๙๐ x ๑๙๖ มม. (ยาว x กว้าง x สูง) สำหรับหัวพิมพ์คู่



Handwritten signature and stamp in blue ink, including the name 'Amji' and a circular stamp.


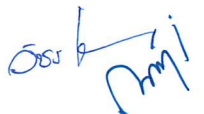
- ๔.๘ ความหนาของแต่ละชั้นในการสร้างชิ้นงาน สามารถปรับเลือกความละเอียดได้ ตั้งแต่ ๒๐ ถึง ๔๐๐ ไมโครเมตร
- ๔.๙ มีโปรแกรมสำหรับสั่งงานเครื่อง โดยโปรแกรมสามารถใช้ในการจัดวาง Layout จำนวนวัสดุรองรับแบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งสามารถที่จะสั่งพิมพ์ชิ้นงานหลายๆครั้งในคราวเดียวกันได้ โดยสามารถคำนวณเวลาในการพิมพ์และปริมาตรวัสดุที่ใช้ได้
- ๔.๑๐ มีหน้าปัทม์ควบคุมหน้าเครื่องเป็นแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) ที่ใช้งานง่ายและสะดวก มีการแสดงสถานะของความคืบหน้าการทำงาน และแจ้งรหัสข้อผิดพลาด (error code) เมื่อมีความผิดปกติของระบบเกิดขึ้น
- ๔.๑๑ มีช่องที่สามารถใส่ตัววัสดุได้ โดยแบ่งเป็นสำหรับวัสดุสร้างชิ้นงาน ๑ ช่องและสำหรับวัสดุรองรับชิ้นงาน ๑ ช่อง
- ๔.๑๒ มีลิขสิทธิ์โปรแกรม ๓D CAD สำหรับการศึกษาค่า ๑ License ที่ช่วยในการออกแบบ โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้
  - ๔.๑๒.๑ มีสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบของวิดีโอติดตั้งอยู่ในหน้าต่างโปรแกรม
  - ๔.๑๒.๒ สามารถรับและส่งไฟล์ต่างๆ ดังต่อไปนี้ IGES, DXF, DWG, SAT, STEP, IFC, Parasolid ได้โดยตรง
  - ๔.๑๒.๓ สามารถสร้างไฟล์ Drawing Electronic (e-drawing) ที่เป็นนามสกุล \*.eprt, \*.easm, \*.edrw และ \*.exe ได้
  - ๔.๑๒.๔ มีคำสั่ง Scan to ๓D เพื่อรับ Point cloud จากงาน Scan ๓ มิติ ได้โดยตรง
- ๔.๑๓ ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ โดยยื่นเสนอมาร่วมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๕ ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ จำนวน ๑

- ๕.๑ เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน ๑ ชุด
  - ๕.๑.๑ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ core) และ ๘ แกนเสมือน (๘ Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) จำนวน ๑ หน่วย
  - ๕.๑.๒ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ MB
  - ๕.๑.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB
  - ๕.๑.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒๕๐ GB จำนวน ๑ หน่วย
  - ๕.๑.๕ มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ นิ้ว
  - ๕.๑.๖ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
  - ๕.๑.๗ มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

3.f.  
อ.อ.  
Amji

- ๕.๑.๘ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือจากภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๕.๑.๙ สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE ๘๐๒.๑๑b, g, n, ac) และ Bluetooth
- ๕.๑.๑๐ สามารถใช้งานโปรแกรมการประมวลผลทางด้านวิศวกรรมขั้นสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ๕.๒ อุปกรณ์แสดงภาพระบบสัมผัสสำหรับการเรียนการสอน จำนวน ๑ ชุด
  - ๕.๒.๑ หน้าจอมิขนาด ๖๕ นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยงมุม
  - ๕.๒.๒ มีระบบของแผงจอภาพประเภท TFT LCD (Direct LED Backlight)
  - ๕.๒.๓ มีเทคโนโลยีลดแสงสีฟ้า (Blue Light Reduction)
  - ๕.๒.๔ มีค่าความละเอียดของจอภาพแบบ ๔K @ ๖๐Hz หรือดีกว่า
  - ๕.๒.๕ มีค่าความเปรียบต่างไม่น้อยกว่า (Contrast Ratio) ๔๐๐๐:๑
  - ๕.๒.๖ มีค่าความสว่างของหน้าจอ ๔๐๐ cd/m<sup>2</sup>
  - ๕.๒.๗ ใช้เทคโนโลยี Vellum ในการทำงาน
  - ๕.๒.๘ รองรับการสัมผัสสูงสุดได้ ๑๕ จุดพร้อมกัน หรือดีกว่า
  - ๕.๒.๙ มีอัตราการตอบสนองของระบบสัมผัส ๑๐ ms
  - ๕.๒.๑๐ มีแอปพลิเคชันที่ติดตั้งมาจากโรงงานดังนี้ Whiteboard, Annotate, Timer, Spinner, Screen Capture, Screen Share, Browser, PDF Reader และ Media Player
  - ๕.๒.๑๑ จอมารวมกับระบบปฏิบัติการภายในตัวเครื่อง โดยมีหน่วยความจำชั่วคราว (Ram) ๔ GB และหน่วยความจำภายในเครื่อง (Internal Storage) ๓๒ GB
  - ๕.๒.๑๒ รองรับการเชื่อมต่อโปรไฟล์ผู้ใช้ผ่านคลาวด์ (Cloud Based User Profiles)
  - ๕.๒.๑๓ มีลำโพง ๑ คู่ กำลังขับข้างละ ๑๕ Watt โดยติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพจากโรงงานผู้ผลิต
  - ๕.๒.๑๔ มีช่องเชื่อมต่อ USB-A, RJ๔๕, HDMI, USB-C ๓.๒, Mic (๓.๕ mm), Audio Out (๓.๕ mm) และ MicroSD Slot
  - ๕.๒.๑๕ รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย Wi-Fi ๖ และ Bluetooth ๕.๐
  - ๕.๒.๑๖ มีระบบจัดการหน้าจอที่สามารถบริหารจัดการได้จากส่วนกลางภายใต้ชื่อแบรนด์เดียวกันกับผลิตภัณฑ์
  - ๕.๒.๑๗ มีหนังสือรับรองแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย และบริษัทตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย จะต้องมีการแต่งตั้งในการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
  - ๕.๒.๑๘ ซอฟต์แวร์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์แสดงภาพระบบสัมผัส
    - (๑) มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่นๆ ไม่น้อยกว่า ๓๐ ภาษา
    - (๒) สามารถนำเสนอรูปแบบ ภาพนิ่ง วีดีโอ เสียง และสามารถเขียน ไฮไลต์ ข้อความบนซอฟต์แวร์อื่นได้
    - (๓) สามารถดึงข้อมูลไฟล์ฟลัช และ ไฟล์วีดีโอ ลงหน้ากระดาษ (Flipchart) และสามารถบันทึก ข้อมูลโดยไม่ต้องนำข้อมูลไฟล์วีดีโอต้นฉบับตามไปด้วย



- (๔) มีฟังก์ชันปากกา และไฮไลท์โดยสามารถเลือกขนาดตั้งแต่ ๐ - ๑๐๐ และมีช่องของสี สูงสุด ๒๔ ช่อง ซึ่งแต่ละช่องสามารถเปลี่ยนสีได้ไม่จำกัด
- (๕) มีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ทั้งไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์ ไม้ฉาก วงเวียน ลูกเต๋า ที่ สามารถใช้งานได้ เสมือนจริง และเครื่องคิดเลขสามารถตั้งโจทย์และผลการคำนวณ ออกมาเป็นข้อความในหน้ากระดาษได้
- (๖) มีเครื่องมือตัวเปิดแสดง และ สปอตไลท์ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบสปอตไลท์ได้ทั้งแบบ วงกลม และ สี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการนำเสนอสื่อการเรียนการสอน และสามารถตั้งค่าให้ ทำงานไว้ล่วงหน้าได้
- (๗) มีเครื่องมือกล้องถ่ายรูปที่สามารถถ่ายภาพได้ ๕ รูปแบบ
- (๘) มีเครื่องมือ Equation สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งเศษส่วน รุท ลิมิต และ ตัวแปรชนิดต่างๆ
- (๙) มีเครื่องมือหมึกกล่องทึบ (Magic Ink) สำหรับมองทะลุผ่านรูปภาพในตำแหน่งที่ต้องการ คำสั่ง Container เพื่อสร้างสื่อในลักษณะการจับคู่คำถามและคำตอบได้
- (๑๐) มีคำสั่งแถบเลื่อนผ้าแสง (More Translucent) เพื่อกำหนดให้วัตถุค่อยๆ จางหายไป และคำสั่ง Less Translucent เพื่อให้วัตถุค่อยๆ ปรากฏขึ้นมา
- (๑๑) ซอฟต์แวร์มีแอคชั่น (Action) ในการสร้างสื่อมากกว่า ๒๐๐ แอคชั่น (Action)
- (๑๒) สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .Flipchart, .PDF, .BMP, .JPEG รวมทั้ง Video File ได้
- (๑๓) มีเครื่องมือบันทึกวิดีโอที่สามารถเลือกรูปแบบการบันทึกได้ทั้งแบบเต็มหน้าจอ หรือ บางส่วนได้

#### ๕. รายละเอียดอื่น ๆ

- ๕.๑ คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย ๑ ชุด
- ๕.๒ ต้องมีการฝึกอบรมหลังการตรวจรับให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า ๕ วัน เพื่อให้ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการ อบรมทั้งหมด
- ๕.๓ ต้องมีการรับประกันคุณภาพสินค้า เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๕.๔ สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- ๕.๕ ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ในอาคารด้วยความเรียบร้อย สวยงาม และเหมาะสม ทั้งนี้หากมีความจำเป็นจะต้องมีการดัดแปลงหรือเพิ่มส่วนประกอบของผนังและพื้นอาคาร เพื่อนำครุภัณฑ์เข้ามาติดตั้งหรือเพื่อความแข็งแรง ผู้เสนอราคาจะต้องดำเนินการด้วยความ เรียบร้อยและพร้อมใช้งาน
- ๕.๖ ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดข้างต้นทั้งหมด ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กับรายละเอียดของ ผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคท ตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขอ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจนโดยต้องส่งมาพร้อมกับ เอกสารแสดงคุณลักษณะ


๖. ระยะเวลาดำเนินการประกวดราคา

ตั้งแต่ตุลาคม ๒๕๖๕ ถึง มีนาคม ๒๕๖๖

๗. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

๘. วงเงินในการจัดหา

วงเงิน ๔,๐๐๐,๐๐๐ บาท (สี่ล้านบาทถ้วน)

๙. หลักเกณฑ์ในการพิจารณา

การพิจารณาแบ่งเป็น ๒ ขั้นตอน ดังนี้

๙.๑ ขั้นตอนที่ ๑ คณะกรรมการฯ จะพิจารณาเอกสารที่ยื่นข้อเสนอได้เสนอมา โดยพิจารณาคุณสมบัติ ความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไข

๙.๒ ขั้นตอนที่ ๒ คณะกรรมการฯ จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา พิจารณาจากราคารวม

หมายเหตุ ประชาชนผู้ที่สนใจสามารถพิจารณาข้อเสนอข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ (TERMS OF REFERENCE : TOR) เป็นลายลักษณ์อักษรที่ระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ดังนี้

๑. ทางไปรษณีย์

ส่งถึง ผู้อำนวยการกองคลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เลขที่ ๓๘๙ หมู่ ๓ ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒. โทรศัพท์ ๐๒-๖๖๕๓๘๘๘ ต่อ ๖๐๔๒

๓. โทรสาร ๐๒-๖๖๕๓๗๒๕

๔. ทางเว็บไซต์ [www.rmutp.ac.th](http://www.rmutp.ac.th)