ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)
รายการ ชุดเครื่องทดสอบวัสดุเสริมกำลังธรณีสำหรับวิศวกรรมโยธา จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

การเสริมกำลังดินด้วยวัสดุทางวิศวกรรมโยธาประเภท Geosynthetic เช่น Geotextile, Geogrid, Geomembrane รวมถึงวัสดุเสริมกำลังจากธรรมชาติอย่างรากพืช เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มเสถียรภาพของโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธา อาทิ คันดิน ถนน เขื่อนกันดิน และการป้องกันการพังทลายของลาดตลิ่ง ปัจจุบัน แนวคิดการใช้วัสดุจากธรรมชาติ (Nature-based Solutions) และงานวิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) ได้รับความสนใจและมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่องในระดับนานาชาติ เนื่องจากสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มความยั่งยืนของโครงสร้าง และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) ส่งผลให้การศึกษาสมบัติเชิงกลของรากพืชและการประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม แนวทางการออกแบบและประเมินสมรรถนะของวัสดุเหล่านี้ในอดีต มักใช้ข้อมูลจากการทดสอบแรงกระทำเพียงครั้งเดียว (Static Load) ซึ่งไม่สามารถสะท้อนพฤติกรรมของวัสดุภายใต้สภาพการใช้งานจริงที่มักเผชิญแรงกระทำซ้ำ (Cyclic Load) หรือแรงหลายทิศทางได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคม เช่น ถนน ทางรถไฟ สนามบิน และกำแพงกันดิน ซึ่งต้องรองรับแรงกระทำซ้ำจากการจราจร การสั่นสะเทือน และสภาพแวดล้อมตลอดอายุการใช้งาน ทำให้การทดสอบแบบ Cyclic Load กลายเป็นแนวทางสำคัญในการประเมินสมรรถนะและความทนทานของวัสดุทางวิศวกรรมในปัจจุบัน ส่งผลให้การคาดการณ์ความทนทานและอายุการใช้งานขาดความแม่นยำ และอาจกระทบต่อความปลอดภัย ความคุ้มค่า และความยั่งยืนของโครงสร้างในระยะยาว

เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องจัดหา “ชุดเครื่องทดสอบวัสดุเสริมกำลังธรณีสำหรับวิศวกรรมโยธา” ซึ่งเป็นระบบครุภัณฑ์ที่ประกอบด้วย เครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรง (Direct Shear) และแรงดึงถอน (Pull-out) วัสดุเสริมแรงขนาดใหญ่ สำหรับศึกษาพฤติกรรมแรงเสียดทานและแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุเสริมกำลังในดิน เครื่องกดและดึงแบบ Servo-Pneumatic สำหรับการทดสอบแรงกดและแรงดึงในลักษณะ Cyclic Load Test และการประเมินคุณสมบัติเชิงกลขั้นสูงของวัสดุงานทางและโครงสร้างพื้นฐาน เครื่องดึงรากแบบ Vertical High Performance Test Stand สำหรับทดสอบสมบัติเชิงกลของรากพืช เช่น แรงดึงสูงสุดและโมดูลัสความยืดหยุ่น เพื่อการประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) รวมถึงชุดทดสอบดินสำหรับระบบระบายน้ำแนวดิ่งภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Consolidation Testing System) สำหรับศึกษาพฤติกรรมการระบายน้ำ การเปลี่ยนแปลงความดันน้ำในช่องว่าง และการทรุดตัวของดินอ่อนภายใต้แรงดันสุญญากาศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการปรับปรุงดินที่มีประสิทธิภาพสูง และเริ่มนำมาใช้ในประเทศไทยในโครงการขนาดใหญ่ การมีเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยยกระดับศักยภาพด้านการเรียนการสอนและการวิจัยให้สามารถรองรับเทคโนโลยีการปรับปรุงดินสมัยใหม่ และสนับสนุนการพัฒนาองค์ความรู้ที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของประเทศ และชุดจัดเก็บข้อมูลเครื่องมือวัดและเซนเซอร์ความละเอียดสูง สำหรับบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบอย่างแม่นยำและเป็นระบบ

การมีชุดเครื่องทดสอบนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์รอบด้านแก่ภาควิชาครุศาสตร์โยธา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา โดยมุ่งเน้นการใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุ วิเคราะห์และตีความข้อมูลเชิงวิศวกรรม รวมถึงการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบกับสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน พร้อมทั้งเพิ่มศักยภาพของคณาจารย์และนักศึกษาในการดำเนินงานวิจัย

ด้านวิศวกรรมปฐพี วัสดุเสริมกำลัง และการปรับปรุงดินด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ อันจะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ การพัฒนานวัตกรรม และการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาและการวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ รวมทั้งรองรับการให้บริการวิชาการ การทดสอบวัสดุ การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม และการให้คำปรึกษาแก่หน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ ภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการถ่ายทอดองค์ความรู้และสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนใช้ในการให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน เพื่อยกระดับมาตรฐานด้านการก่อสร้างและการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธาให้มีความปลอดภัย คุ้มค่า และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs)

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดหา “ชุดเครื่องทดสอบวัสดุเสริมกำลังธรณีสำหรับวิศวกรรมโยธา” จำนวน 1 ชุด ที่มีคุณลักษณะเฉพาะและประสิทธิภาพสูง สำหรับใช้ศึกษา วิเคราะห์ และทดสอบพฤติกรรมเชิงกลขั้นสูงของวัสดุเสริมกำลังในดินและโครงสร้างพื้นฐานภายใต้สภาพการใช้งานจริง

2.2 เพื่อใช้เป็นครุภัณฑ์และสื่อประกอบการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ ของภาควิชาครุศาสตร์โยธา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา รวมถึงหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ในการเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพ พัฒนาทักษะการทดสอบวัสดุ การวิเคราะห์และตีความข้อมูลเชิงวิศวกรรม และการเรียนรู้เทคโนโลยีด้านวัสดุเสริมกำลัง การปรับปรุงดิน และวิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) ที่สอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในปัจจุบัน

2.3 เพื่อสนับสนุนและยกระดับการดำเนินงานวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา รวมถึงการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงลึกเพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ โดยเฉพาะงานวิจัยด้าน Geosynthetics, Ground Improvement, Vacuum Consolidation, Nature-based Solutions และ Bioengineering ซึ่งเป็นประเด็นวิจัยที่ได้รับความสนใจและมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องในระดับสากล ตลอดจนเพิ่มศักยภาพของคณาจารย์และนักศึกษาในการพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรมด้านวิศวกรรมโยธา

2.4 เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน ในการตรวจวัดและประเมินสมรรถนะวัสดุทางวิศวกรรมโยธา ซึ่งช่วยยกระดับมาตรฐานการก่อสร้างให้มีความปลอดภัย คุ้มค่า และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs) พร้อมทั้งสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านวิชาการและการวิจัยกับหน่วยงานภายนอก เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) การกำหนดสัดส่วนในการเข้าร่วมค้าของคู่สัญญา

กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงฯ จะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่ และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญา ของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

(2) กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลักกิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

(3) การยื่นข้อเสนอของกิจการร่วมค้า

(3.1) กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่ง เป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

(3.2) การยื่นข้อเสนอด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e - bidding) ให้ผู้เข้าร่วมค้าที่ได้รับมอบหมายหรือมอบอำนาจตามข้อ (3.1) ดำเนินการซื้อเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ กรณีที่มีการจำหน่ายเอกสารซื้อหรือจ้าง

3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

1. กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยหรือต่างประเทศซึ่งได้ จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ งบแสดงฐานะการเงิน 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ หมายถึง งบแสดงฐานะการเงินย้อนไปก่อนวันที่หน่วยงานของรัฐกำหนดให้เป็นวันยื่นข้อเสนอ 1 ปีปฏิทิน เว้นแต่กรณีนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยหากวันยื่นข้อเสนอเป็นช่วงระยะเวลาที่กรมพัฒนาธุรกิจการค้ากำหนดให้นิติบุคคลยื่นงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ซึ่งจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม ของทุกปี โดยนิติบุคคลที่เป็น

ผู้ยื่นข้อเสนอนั้นยังอยู่ในช่วงของการยื่นงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า คือ ช่วงเดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม กรณีนี้ให้สามารถยื่นงบแสดงฐานะการเงินย้อนไปอีก 1 ปี ได้

2. กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีการรายงานงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า หรือกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศ ซึ่งยังไม่มีการรายงานงบแสดงฐานะการเงิน ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

3. สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา ให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วันก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรอง บัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

4. กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย หรือบุคคลธรรมดาที่ ถือสัญชาติไทย ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณ ของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง จะเป็นสินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุน หรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศ หรือบุคคลธรรมดาที่มิได้ถือสัญชาติไทย ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง จะเป็นสินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุน หรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ หรือเป็นสินเชื่อที่ธนาคารต่างประเทศหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารกลางต่างประเทศนั้น ตามรายชื่อบริษัทที่ธนาคารกลางต่างประเทศนั้นแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อ ที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน

5. กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศ หรือบุคคลธรรมดาที่มิได้ถือสัญชาติไทยตามข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4 (2) มูลค่าจะต้องเป็นไปตามอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ตามประกาศที่ธนาคารแห่งประเทศไทยกำหนด ในช่วงระหว่างวันที่เผยแพร่ประกาศและเอกสารประกวดราคา ในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (e - GP) จนถึงวันเสนอราคา

ทั้งนี้ ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นเอกสารที่แสดงให้เห็นถึงข้อมูลเกี่ยวกับมูลค่าสุทธิ ของกิจการแล้วแต่กรณี ประกอบกับเอกสารดังกล่าวจะต้องผ่านการรับรองตามระเบียบกระทรวงการต่างประเทศ ว่าด้วยการรับรองเอกสาร พ.ศ. 2539 และที่แก้ไขเพิ่มเติม กำหนด โดยจะต้องยื่นเอกสารดังกล่าวในวันยื่นข้อเสนอ หากผู้ยื่นข้อเสนอ

มิได้มีการยื่นเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอให้ถือว่าผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้นยื่นเอกสาร ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารประกวดราคา

6. กรณีตาม ข้อ 1 – ข้อ 5 ไม่ใช้บังคับกรณีดังต่อไปนี้

(6.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐภายในประเทศ

(6.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการ ตามพระราชบัญญัติล้มละลาย พ.ศ. 2483 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

(6.3) งานจ้างก่อสร้างที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้ว และงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐที่ได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้วก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ มีผลใช้บังคับ

(6.4) การจัดซื้อจัดจ้างตามมาตรา 56 วรรคหนึ่ง (2) (ข) และ (ค) แห่งพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ

(6.5) การซื้ออสังหาริมทรัพย์และการเช่าอสังหาริมทรัพย์

(6.6) กรณีงานจ้างบริการหรืองานจ้างเหมาบริการกับบุคคลธรรมดา เช่น จ้างพนักงานขับรถ ครูชาวต่างชาติ พนักงานเก็บขยะ พนักงานบันทึกข้อมูล เป็นต้น

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดเครื่องทดสอบวัสดุเสริมกำลังธรณีสำหรับวิศวกรรมโยธา จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดตามเอกสารแนบท้าย

5. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 150 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 3,321,000.00 บาท (สามล้านสามแสนสองหมื่นหนึ่งพันบาทถ้วน)

8. งวดงานและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

9. อัตราค่าปรับ

อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

10. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ
รายการ ชุดเครื่องทดสอบวัสดุเสริมกำลังธรณีสำหรับวิศวกรรมโยธา จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 เครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรงและแรงดึงถอนวัสดุเสริมแรงขนาดใหญ่	จำนวน 1 ชุด
1.2 เครื่องทดสอบแรงกดและแรงดึงควบคุมด้วยระบบเซอร์โว-นิวแมติก	จำนวน 1 ชุด
1.3 เครื่องทดสอบแรงดึงรากระบบแนวดิ่งประสิทธิภาพสูง	จำนวน 1 ชุด
1.4 ชุดทดสอบดินสำหรับระบบระบายน้ำแนวดิ่งภายใต้สุญญากาศ	จำนวน 1 ชุด
1.5 ชุดจัดเก็บข้อมูลเครื่องมือวัดและเซนเซอร์ความละเอียดสูง	จำนวน 1 ชุด

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 เครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรงและแรงดึงถอนวัสดุเสริมแรงขนาดใหญ่ จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.1.1 มีระบบให้แรงกดและแรงเฉือนเป็นไฮดรอลิกควบคุมแบบวงจรปิด (Hydraulic Close-loop Control System)

2.1.2 มีการให้แรงเฉือนสูงสุด (Shear Load Capacity) ไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน

2.1.3 มีการให้แรงกดปกติสูงสุด (Normal Load Capacity) ไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน

2.1.4 มีระยะชักของชุดขับเคลื่อน (Actuator) ทั้งในทิศทางแรงเฉือนและแรงกด ไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร

2.1.5 มีโหลดเซลล์ (Load Cell) ที่สามารถรับแรงได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน และมีความละเอียดดังนี้

2.1.5.1 มีระบบเซนเซอร์สำหรับวัดแรงกดและแรงดึงเป็นประเภทโหลดเซลล์ (Load Cell) ที่วัดค่าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน

2.1.5.2 มีค่า Rated Output เท่ากับ 2 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ ±0.2 เปอร์เซ็นต์

2.1.5.3 มีค่า Input Resistance เท่ากับ 350 โอห์ม ±3.5 เปอร์เซ็นต์

2.1.5.4 มีค่า Output Resistance เท่ากับ 350 โอห์ม ±2.0 เปอร์เซ็นต์

2.1.5.5 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) โดยใช้ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 5 ถึง 10 โวลต์

2.1.5.6 สามารถทำงานครอบคลุมช่วงอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส

2.1.6 มีตัวอย่างทดสอบแบบสี่เหลี่ยมที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 300 × 300 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด และตัวอย่างทดสอบแบบวงกลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.1.7 ชุดขับเคลื่อน (Loading Speed) สามารถปรับอัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 มิลลิเมตรต่อนาที

2.1.8 มีระบบควบคุมการทดสอบที่สามารถแสดงผลของค่าแรงและค่าการเคลื่อนที่แบบเวลาจริง (Real-time) ผ่านคอมพิวเตอร์

2.1.9 มีระบบสื่อสารข้อมูลผ่านช่องต่อแบบ USB 2.0 และ RS-232 หรือดีกว่า สำหรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

2.1.10 มีระบบการบันทึกข้อมูลค่าการทดสอบในรูปแบบไฟล์ข้อมูล .csv และ .xlsx ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.11 สามารถทดสอบแรงดึงถอน (Pull-out) และต้องมีอุปกรณ์เสริมสำหรับการยึดวัสดุเสริมแรง ได้แก่ geogrid, รากพืช และใยพืช เป็นอย่างน้อย

2.1.12 มีโครงรับแรง (Loading Frame) ทำจากเหล็กกล้าเคลือบกันสนิม หรือดีกว่า

2.1.13 มีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันอันตรายระหว่างทดสอบ ได้แก่ Emergency Stop, Pressure Relief Valve และ Safety Guard เป็นอย่างน้อย

2.1.14 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 3 เฟส, 380 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

2.1.15 มีซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ที่สามารถใช้คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ Friction Angle (φ), Cohesion (c), Pull-out Force, Interface Shear Strength เป็นอย่างน้อย และสามารถแสดงผลกราฟแบบอัตโนมัติ

2.1.16 เครื่องทดสอบสามารถให้ผลการทดสอบที่นำไปอ้างอิง หรือเทียบเคียง หรือสามารถใช้ได้กับมาตรฐาน ASTM D3080 หรือ ASTM D6706 หรือ ISO 13437 ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.17 มีอุปกรณ์เสริมประกอบด้วย ชุดยึดรากพืช, ตัวจับยึด (Clamp) สำหรับวัสดุเสริมแรงต่างชนิด, กระบะ (Tray) สำหรับใส่ทรายหรือดิน, ระบบระบายน้ำ (Drainage) เป็นอย่างน้อย

2.2 เครื่องทดสอบแรงกดและแรงดึงควบคุมด้วยระบบเซอร์โว-นิวแมติก จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1 เป็นเครื่องทดสอบแรงกดและแรงดึงที่ควบคุมด้วยระบบเซอร์โว-นิวแมติก และสามารถรับแรงสูงสุดไม่น้อยกว่า 10 กิโลนิวตัน

2.2.2 มีอุปกรณ์เซนเซอร์วัดแรง ที่มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 มีระบบเซนเซอร์สำหรับวัดแรงกดและแรงดึงเป็นประเภทโหลดเซลล์ (Load Cell) ที่วัดค่าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน

2.2.2.2 มีค่า Rated Output เท่ากับ 2 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ ±0.2 เปอร์เซ็นต์

2.2.2.3 มีค่า Input Resistance เท่ากับ 350 โอห์ม ±3.5 เปอร์เซ็นต์

2.2.2.4 มีค่า Output Resistance เท่ากับ 350 โอห์ม ±2.0 เปอร์เซ็นต์

2.2.2.5 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) โดยใช้ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 5 ถึง 10 โวลต์

2.2.2.6 สามารถทำงานที่ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส

2.2.3 มีฟังก์ชันการทำงานระบบแรงเริ่มต้น (Pre-load) เป็นอย่างน้อย

2.2.4 มีกระบอกลมแบบ Air cylinder ที่สามารถควบคุมการขับเคลื่อนด้วย (Linear Servo Pneumatic) มีระยะชัก (Stroke) สูงสุดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

2.2.5 มีความถี่ของการโหลดซ้ำ (Cyclic Test) สามารถปรับค่าได้ที่ครอบคลุมช่วง 0 ถึง 10 เฮิรตซ์

2.2.6 มีความละเอียดในการควบคุมความแรง ไม่น้อยกว่า 0.1 นิวตัน

2.2.7 สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ได้

2.2.8 สามารถใช้แรงลมอัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 7 บาร์ ที่มีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 100 ลิตรต่อนาที

2.2.9 เครื่องมีขนาดไม่มากกว่า 360 × 400 × 500 มิลลิเมตร (กว้าง × ยาว × สูง)

2.2.10 สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการทดสอบ

2.2.11 วัสดุเสาทำจากโลหะ กลึงเกลียวสามารถรับแรงดึง ชุบแข็งเคลือบกันสนิม หรือดีกว่า

2.2.12 มีฐานทดสอบสามารถใช้แรงกดและดึงไม่น้อยกว่า 10 กิโลนิวตัน และมีการทำสีป้องกันสนิม หรือดีกว่า

2.2.13 สามารถเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์วิเคราะห์ผลแบบ Real-Time ได้

2.2.14 มีโปรแกรมสามารถกำหนดการตั้งค่าจำนวนรอบในการทดสอบแบบ (cyclic) ได้

2.2.15 มีโปรแกรมสามารถทดสอบในโหมดการควบคุมแรง (Load control) และการควบคุมระยะเคลื่อนตัว (Displacement control) หรือดีกว่า

2.2.16 สามารถเลือกรูปแบบของคลื่นแรงกระทำ (load pattern) สำหรับการทดสอบแบบ (cyclic) เป็น (sine wave) หรือ (square wave) ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.17 มีโปรแกรมสามารถติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 แบบ 64- bit หรือดีกว่า

2.2.18 ชุดคอมพิวเตอร์ควบคุมสามารถบันทึกข้อมูลการทดสอบอัตโนมัติ และส่งออกไฟล์ในรูปแบบ .xlsx หรือ .csv ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.19 สามารถทำการถ่ายข้อมูล ที่เก็บบันทึกไว้ในเครื่องทดสอบบนชุดประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

2.2.20 มีโปรแกรมที่สามารถแสดงผลค่าแรง (Load) และระยะยุบตัว (Displacement) แบบเรียลไทม์ (Real-time) ได้

2.2.21 มีระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Stop) ที่สามารถตัดการทำงานของเครื่องทดสอบได้ทันทีเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

2.2.22 มีโปรแกรมการแสดงผลค่าแรงดันลมที่ใช้งาน และมีการแจ้งเตือนเมื่อมีค่าแรงดันต่ำกว่าค่ากำหนดที่เครื่องจะทำการทดสอบได้

2.2.23 สามารถใช้งานร่วมกับชุดทดสอบแรงดัด (Flexural Test), ชุดทดสอบแรงอัดมาแชลล์ (Marshall Test) และชุดทดสอบแรงอัดสามแกน (Triaxial Test) พร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด

2.2.24 มีชุดทดสอบ Flexural ที่มีรายละเอียดดังนี้

2.2.24.1 เป็นชุดทดสอบคานคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C78 หรือมาตรฐาน มอก. หรือเทียบเท่า

2.2.24.2 มีชุดคานทดสอบที่สามารถทดสอบแรงดัดได้ทั้งแบบ 3 จุด (Three-Point Bending) และแบบ 4 จุด (Four-Point Bending)

2.2.24.3 มีเพลาสำหรับถ่ายแรงกด (Loading Shaft) และลูกกลิ้งกด (Rollers)

2.2.24.4 มีชุดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลการโก่งตัว (Deflection) ชนิด LVDT หรือดีกว่า

2.2.24.5 มีความยาวคานทดสอบที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 100 ถึง 500 มิลลิเมตร

2.2.24.6 มีระบบควบคุมการให้แรงกระทำแบบเชิงเส้น (Linear Load) หรือดีกว่า

2.2.24.7 มีโปรแกรมวิเคราะห์พฤติกรรมโมเมนต์ และความเครียด ที่มีความเหมาะสำหรับการทดสอบคอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.2.24.8 สามารถประมวลผลและเทียบสอบค่าความแข็งแรงดัดได้ทั้งคานแปรรูปและวัสดุผสมใหม่

2.2.25 มีชุดทดสอบ Marshall ที่มีรายละเอียดดังนี้

2.2.25.1 มีชุดแม่พิมพ์ทดสอบมาร์แชลล์ (Marshal) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

2.2.25.2 มีระบบกดแรงในแนวดิ่งที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบเซอร์โว (Servo) หรือดีกว่า

2.2.25.3 มีโปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลการทดสอบค่าการทรุดตัว (Deformation) และค่าแรงกดสูงสุด (Peak Load) ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.25.4 มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิสำหรับตัวอย่างยางมะตอย

2.2.25.5 มีชุดอุปกรณ์วัดการเปลี่ยนรูปร่าง (Flow Measurement) ชนิดเกจวัดระยะแบบเข็ม (Dial Gauge) หรือดีกว่า

2.2.25.6 มีโปรแกรมประมวลผลและวิเคราะห์ค่าความมั่นคง (Stability Value)

2.2.25.7 สามารถใช้กับงานทดสอบวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตผสมร้อน (HMA) และวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตนำกลับมาใช้ใหม่ (RAP) ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.25.8 สามารถใช้มาตรฐาน ASTM D6927 หรือ AASHTO T245 หรือดีกว่า

2.2.25.9 มีถาดสำหรับวางตัวอย่างทดสอบ พร้อมระบบล็อกตัวอย่างเพื่อความมั่นคงและปลอดภัยขณะทดสอบ

2.2.25.10 มีอุปกรณ์ประกอบครบชุดและบริการติดตั้งให้พร้อมใช้งาน

2.2.26 มีชุดทดสอบ Cyclic Triaxial ที่มีรายละเอียดดังนี้

2.2.26.1 มีเซลล์ทดสอบแรงดันน้ำ (Triaxial Chamber) ทำจากวัสดุโปร่งใสทนแรงดันสูง หรือดีกว่า

2.2.26.2 มีระบบควบคุมแรงดัน (Axial Pressure) และแรงดันรอบตัว (Confining Pressure) หรือดีกว่า

2.2.26.3 มีระบบควบคุมและสร้างแรงดันน้ำแบบปั๊มดิจิทัล (Digital Flow Control Pump) หรือดีกว่า

2.2.26.4 มีหัววัดระยะเคลื่อนตัวชนิด (LVDT) สำหรับตรวจวัดการเคลื่อนตัวในแนวแกน (Axial Displacement) และการขยายตัวในแนวรัศมี (Radial Displacement) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว

2.2.26.5 มีระบบรับแรง (Load Frame) ที่สามารถใช้งานทดสอบแบบ (Cyclic Test) ที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 10 เฮิรตซ์

2.2.26.6 สามารถควบคุมแรงดันรอบตัว (Cell Pressure) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลปาสกาล

2.2.26.7 สามารถควบคุมแรงดันน้ำต้านกลับ (Back Pressure Control) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 กิโลปาสกาล

2.2.26.8 มีระบบระบายน้ำ (Drainage) และระบบตรวจวัดแรงดันน้ำในดิน (Pore Pressure Measurement) ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.26.9 มีซอฟต์แวร์วิเคราะห์ผลการทดสอบประมวลผลค่าของดิน ได้แก่ ค่าโมดูลัสพลศาสตร์ (Dynamic Modulus) และอัตราส่วนการหน่วง (Damping Ratio) เป็นอย่างน้อย

2.2.26.10 สามารถใช้มาตรฐาน ASTM D5311 / D5311M ได้ หรือดีกว่า

2.2.27 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานสำนักงาน

2.2.27.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย

2.2.27.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

2.2.27.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

2.2.27.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

2.2.27.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.2.27.6 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

2.2.27.7 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

2.2.27.8 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

2.3 เครื่องทดสอบแรงดึงรากระบบแนวดิ่งประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.3.1 เครื่องดึงรากพืชสามารถโหลดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 2500 นิวตัน หรือ 250 กิโลกรัมแรง ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือดีกว่า

2.3.2 เครื่องดึงรากพืชสามารถทดสอบการโหลดได้ทั้งการดึงและการกด ได้เป็นอย่างน้อย

2.3.3 สามารถโหลดเซลล์ (Load Cell) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 2,500 นิวตัน และมีค่าความแม่นยำไม่ต่ำกว่า +/- 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความละเอียดในการวัดแรง (Force Resolution) ได้ไม่น้อยกว่า 0.1 นิวตัน

2.3.4 มีระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน (Stroke) ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

2.3.5 มีระบบลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ตัดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงระยะที่กำหนดทั้งด้านบนและด้านล่าง และสามารถปรับตั้งตำแหน่งลิมิตบนและลิมิตล่างได้

2.3.6 สามารถขับเคลื่อนแกนด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ความเร็วการทดสอบครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 0.05 ถึง 300 มิลลิเมตรต่อนาที

2.3.7 มีรอบการทำงาน (Cycle Capacity) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 99,999 ครั้ง หรือทำงานต่อเนื่องได้นานไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง

2.3.8 มีระบบสื่อสารข้อมูลสามารถใช้เชื่อมต่อผ่าน USB 2.0 และ RS-232, RS-485 ได้ หรือดีกว่า

2.3.9 มีระบบควบคุมสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต (I/O Channels) ที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 24 โวลต์ แบบกำหนดค่าได้อย่างอิสระ

2.3.10 มีช่องสัญญาณอินพุต (Input Channel) สำหรับใช้งานเซนเซอร์วัดระยะ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.11 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้ามาตรฐาน 220 ถึง 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ กระแสไฟไม่มากกว่า 10 แอมป์

2.3.12 มีหน้าจอแสดงผลแบบดิจิทัล หรือหน้าจอแบบสัมผัส (Touch Screen) หรือดีกว่าที่สามารถแสดงค่าแรงที่กระทำและระยะการเคลื่อนที่แบบ Real-time ได้

2.3.13 มีโปรแกรมสามารถเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดระยะ พร้อมแสดงผลค่าแรงระยะการเคลื่อนที่ และกราฟการวิเคราะห์ระหว่าง แรง-เวลา (Force-Time) และแรง-ระยะเคลื่อนที่ (Force-Displacement) ได้ทั้งรูปแบบกราฟและตัวเลขแบบ Real-time

2.3.14 มีโปรแกรมสามารถปรับค่าความเร็วในการทดสอบได้ทั้งโหมดอัตโนมัติและปรับด้วยมือ ได้เป็นอย่างน้อย

2.3.15 มีโปรแกรมสามารถดูข้อมูล ปรับตั้งค่าอุปกรณ์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้

2.3.16 เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องจากผู้ผลิตและผลิตจากโรงงานเดียวกับเครื่องทดสอบ

2.3.17 เป็นโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในรูปแบบของ Flash drive หรือดีกว่า

2.3.18 มีระบบตัดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Stop) หรือดีกว่า

2.3.19 มีระบบป้องกันการรับแรงเกินขนาด (Overload Protection) หรือดีกว่า โดยสามารถตัดการทำงานของเครื่องอัตโนมัติเมื่อแรงเกินค่าที่กำหนด และมีการแจ้งเตือนผ่านหน้าจอแสดงผล

2.3.20 วัสดุโครงสร้างทำจากโลหะผสมอลูมิเนียม หรือเหล็กกล้าชุบแข็งพร้อมเคลือบป้องกันสนิม หรือดีกว่า มีความแข็งแรงทนทาน

2.3.21 มีชุดยึดจับตัวอย่าง (Gripping Fixtures) ที่สามารถถอดเปลี่ยนหัวจับได้ และสามารถปรับขนาดการยึดจับเพื่อใช้งานกับรากพืชที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 0.5 ถึง 10 มิลลิเมตร

2.3.22 มีโครงสร้างสามารถติดตั้งเซนเซอร์วัดระยะทางได้

2.3.23 มีอุณหภูมิการทำงานที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 10 ถึง 40 องศาเซลเซียส

2.4 ชุดทดสอบดินสำหรับระบบระบายน้ำแนวดิ่งภายใต้สุญญากาศ จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.4.1 ชุดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump System) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1.1 มีปั๊มสุญญากาศชนิด Oil Rotary หรือดีกว่า

2.4.1.2 สามารถสร้างแรงดูดสุญญากาศได้ที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ –70 ถึง –100 กิโลปาสกาล

2.4.1.3 มีอัตราการไหลของอากาศที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 60 ถึง 100 ลิตรต่อนาที

2.4.1.4 มีวาล์วควบคุมแรงดันสุญญากาศ (Vacuum Control Valve) และมาตรวัดแรงดัน (Vacuum Gauge) หรือดีกว่า

2.4.1.5 สามารถทำงานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความเสียหาย

2.4.1.6 สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมและบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติ

2.4.1.7 สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์, 50 เฮิรตซ์ ได้

2.4.2 ชุดถังควบคุมแรงดันและอุปกรณ์ประกอบ (Vacuum Chamber + Control Valves) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.2.1 มีถังควบคุมแรงดันสุญญากาศ ทำจากวัสดุทนแรงดันและการกัดกร่อน เช่น เหล็กกล้าเคลือบกันสนิม หรือดีกว่า

2.4.2.2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในถังควบคุม ที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 600 ถึง 800 มิลลิเมตร

2.4.2.3 มีฝาปิดถังพร้อมซีลกันรั่วชนิด (O-Ring Seal) หรือดีกว่า เพื่อป้องกันการรั่วซึมของแรงดัน

2.4.2.4 มีช่องสำหรับติดตั้งแถบระบายน้ำแนวดิ่ง (PVD) เพื่อทดสอบในสภาวะสุญญากาศ

2.4.2.5 มีชุดปรับควบคุมและปรับระดับแรงดันในระบบ พร้อมอุปกรณ์ป้องกันการรั่วซึม

2.4.2.6 สามารถทำงานร่วมกับชุดปั๊มสุญญากาศได้อย่างสมบูรณ์

2.4.3 มีชุดกล่องทดสอบดิน (Model Box / Test Chamber) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.3.1 มีกล่องทดสอบดินมีขนาดภายในที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 600 ถึง 800 มิลลิเมตร

2.4.3.2 ผลิตจากวัสดุโปร่งใสทนแรงดัน แบบ Perspex หรือดีกว่า ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร สามารถรับแรงดันสุญญากาศได้โดยไม่เสียรูปหรือแตกร้าว

2.4.3.3 มีฝาปิดพร้อมซีลกันรั่วชนิด (O-Ring Seal) เพื่อป้องกันการรั่วของสุญญากาศ

2.4.3.4 มีช่องสำหรับติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงดัน ได้แก่ (Pressure Sensor), PVD เป็นอย่างน้อย และสามารถใช้กับอุปกรณ์ตรวจวัดอื่น ๆ ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดการไหล เซนเซอร์วัดระดับสุญญากาศ เป็นอย่างน้อย

2.4.4 ชุดระบบระบายน้ำ (Porous Stone & Drainage System) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.4.1 มีแผ่นหินพรุน (Porous Stone) หรือดีกว่า สำหรับช่วยระบายน้ำ

2.4.4.2 มีร่องระบายน้ำ (Drainage Groove) เพื่อให้การระบายน้ำมีประสิทธิภาพ

2.4.4.3 สามารถใช้ท่อระบายน้ำ (Drain Pipe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

2.4.4.4 วัสดุของท่อทำจาก PVC หรือดีกว่า ทนการกัดกร่อนและแรงดันน้ำ ได้

2.4.4.5 สามารถถอดประกอบและทำความสะอาดได้สะดวก

2.4.5 ชุดซีลเมมเบรนและยางกันรั่ว (Seal Membrane / Rubber Membrane) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.5.1 วัสดุผลิตจากยางซิลิโคน หรือดีกว่า ที่มีความยืดหยุ่นสูงและทนแรงดัน ได้

2.4.5.2 มีขนาดและความหนาสอดคล้องกับการใช้งานในระบบสุญญากาศ สะดวกต่อการติดตั้ง ปรับเปลี่ยน และบำรุงรักษาได้

2.5 ชุดจัดเก็บข้อมูลเครื่องมือวัดและเซนเซอร์ความละเอียดสูง จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.5.1 ชุดควบคุมการส่งสัญญาณระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวัด จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1.1 มีการเชื่อมต่อสัญญาณกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB 2.0 หรือดีกว่า

2.5.1.2 สามารถควบคุมและรับสัญญาณได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ

2.5.1.3 สามารถรับสัญญาณความถี่ที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 1 เฮิรตซ์ ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ (สำหรับช่องสัญญาณ 1 ถึง 8)

2.5.1.4 มีหน่วยควบคุมสามารถใช้งานในอุณหภูมิที่ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส

2.5.1.5 สามารถใช้แหล่งจ่ายไฟแรงดัน 5 โวลต์ ผ่าน USB Bus Power หรือ AC Adapter ได้ หรือดีกว่า

2.5.1.6 มีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าไม่มากกว่า 140 มิลลิแอมป์ ที่แรงดัน 5 โวลต์

2.5.1.7 สามารถใช้ได้กับมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive 2011/65/EU (RoHS) หรือดีกว่า

2.5.1.8 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 200 กรัม

2.5.1.9 มีโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องจากผู้ผลิตในการควบคุมการทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์

2.5.2 ชุดอินพุตการ์ดวัดสัญญาณสเตรนเกจและสเตรนเกจทรานสดิวเซอร์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.2.1 สามารถวัดและบันทึกสัญญาณจากสเตรนเกจ (Strain Gauge) และสเตรนเกจทรานสดิวเซอร์ (Strain Gauge Transducer) ได้

2.5.2.2 มีช่องรับสัญญาณ (Input Channels) แต่ละช่องสามารถเชื่อมต่อสัญญาณสเตรนเกจ, สเตรนทรานสดิวเซอร์ และแรงดันไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

2.5.2.3 มีย่านการวัดค่าสเตรนที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 10,000 ถึง 50,000 ไมโครสเตรน

2.5.2.4 มีค่า Bridge Excitation ไม่น้อยกว่า 2 โวลต์

2.5.2.5 มีค่า Gage Factor ที่ 2.00 หรือดีกว่า

2.5.2.6 มีค่า Range Accuracy ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ FS

2.5.2.7 มีค่า Nonlinearity ไม่มากกว่า ±0.1 เปอร์เซ็นต์ FS

2.5.2.8 มีย่านความถี่ตอบสนอง DC ถึง 2 กิโลเฮิรตซ์ หรือกว้างกว่า

2.5.2.9 สามารถใช้ได้กับมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive 2011/65/EU (RoHS) หรือดีกว่า

2.5.2.10 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 200 กรัม

2.5.3 ชุดอินพุตการ์ดวัดสัญญาณและบันทึกข้อมูลจากสเตรนเกจ สเตรนเกจทรานสดิวเซอร์ และแรงดันไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.3.1 สามารถวัดและบันทึกสัญญาณจากสเตรนเกจ (Strain Gauge), สเตรนเกจทรานสดิวเซอร์ (Strain Gauge Transducer) และแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ได้

2.5.3.2 มีช่องรับสัญญาณ (Input Channels) แต่ละช่องสามารถเชื่อมต่อสัญญาณสเตรนเกจและสเตรนทรานสดิวเซอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

2.5.3.3 มีย่านการวัดค่าสเตรนที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 10,000 ถึง 50,000 ไมโครสเตรน

2.5.3.4 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์ และ 50 โวลต์ ได้เป็นอย่างน้อย

2.5.3.5 มีค่า Bridge Excitation ไม่น้อยกว่า 1 โวลต์

2.5.3.6 มีค่า Gage Factor ที่ 2.00 หรือดีกว่า

2.5.3.7 มีค่า Range Accuracy ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ FS

2.5.3.8 มีค่า Nonlinearity ไม่มากกว่า ±0.1 เปอร์เซ็นต์ FS

2.5.3.9 มีย่านความถี่ตอบสนอง DC ถึง 2 กิโลเฮิรตซ์ หรือกว้างกว่า

2.5.3.10 สามารถใช้ได้กับมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive 2011/65/EU (RoHS) หรือดีกว่า

2.5.3.11 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 200 กรัม

2.5.4 เซนเซอร์วัดระยะขนาด 30 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.4.1 มีเซนเซอร์สำหรับการวัดระยะไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

2.5.4.2 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.4.3 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.4.4 มีค่า Repeatability ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.4.5 มีค่า Rated Output ไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์

2.5.4.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 5 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.4.7 สามารถใช้งานในอุณหภูมิที่ครอบคลุมช่วง -10 ถึง 70 องศาเซลเซียส

2.5.4.8 มีค่า Input Resistance 350 โอห์ม ±3 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.4.9 มีค่า Output Resistance 350 โอห์ม ±3 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.4.10 มีย่านความถี่ตอบสนอง DC ถึง 10 เฮิรตซ์ หรือดีกว่า

2.5.4.11 มีแรงต้านทานการเคลื่อนที่ภายในแกนวัดไม่มากกว่า 2 นิวตัน

2.5.4.12 มีความยาวสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.5.5 เซนเซอร์วัดระยะขนาด 50 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.5.1 มีเซนเซอร์สำหรับการวัดระยะไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

2.5.5.2 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.5.3 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.5.4 มีค่า Repeatability ไม่มากกว่า ±0.3 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.5.5 มีค่า Rated Output ไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์

2.5.5.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 5 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.5.7 มีค่า Input Resistance 350 โอห์ม ±3 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.5.8 มีค่า Output Resistance 350 โอห์ม ±3 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.5.9 มีย่านความถี่ตอบสนอง DC ถึง 6 เฮิรตซ์ หรือดีกว่า

2.5.5.10 มีแรงต้านทานการเคลื่อนที่ภายในแกนวัดไม่มากกว่า 2 นิวตัน

2.5.5.11 มีความยาวสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.5.6 เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำใต้ดินขนาด 50 kPa จำนวน 6 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.6.1 มีเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดแรงดันน้ำใต้ดิน

2.5.6.2 มีย่านการวัดแรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า 50 กิโลปาสกาล

2.5.6.3 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±2 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.6.4 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±1 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.6.5 มีค่า Rated Output ไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์

2.5.6.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ที่ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 5 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.6.7 มีค่า Input Resistance 120 โอห์ม ±5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.6.8 มีค่า Output Resistance 120 โอห์ม ±5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.6.9 สามารถใช้ได้กับมาตรฐานการป้องกัน IP68 (IEC 60529) หรือดีกว่า

2.5.6.10 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 40 กรัม

2.5.7 เซนเซอร์วัดความดันภายในดินขนาด 200 กิโลปาสกาล จำนวน 6 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.7.1 มีเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความดันภายในดิน

2.5.7.2 มีย่านการวัดแรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า 200 กิโลปาสกาล

2.5.7.3 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±2 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.7.4 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±1 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.7.5 มีค่า Rated Output ไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์

2.5.7.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 2 ถึง 4 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.7.7 มีค่า Input Resistance 120 โอห์ม ±1.7 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.7.8 มีค่า Output Resistance 120 โอห์ม ±1.7 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.7.9 สามารถใช้พิกัดความปลอดภัย (Safe Overload) ได้ไม่น้อยกว่า 120 เปอร์เซ็นต์

2.5.7.10 มีความยาวสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.5.7.11 อุปกรณ์มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร

2.5.7.12 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 150 กรัม

2.5.8 เซนเซอร์วัดแรงกดและแรงดึงขนาด 2 กิโลนิวตัน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.8.1 มีเซนเซอร์สำหรับวัดแรงกดและแรงดึงได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 2 กิโลนิวตัน

2.5.8.2 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±0.03 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.8.3 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±0.03 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.8.4 มีค่า Repeatability ไม่มากกว่า ±0.03 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.8.5 มีค่า Rated Output 3 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ ±0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.8.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 10 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.8.7 มีค่า Input Resistance 350 โอห์ม ±0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.8.8 มีค่า Output Resistance 350 โอห์ม ±0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.8.9 สามารถใช้พิกัดความปลอดภัย (Safe Overload) ได้ไม่น้อยกว่า 150 เปอร์เซ็นต์

2.5.8.10 สามารถใช้ได้กับมาตรฐานการป้องกัน IP64 (IEC 60529) หรือดีกว่า

2.5.8.11 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 400 กรัม

2.5.9 เซนเซอร์วัดแรงกดและแรงดึงขนาด 10 กิโลนิวตัน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.5.9.1 มีเซนเซอร์สำหรับวัดแรงกดและแรงดึงได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 กิโลนิวตัน

2.5.9.2 มีค่า Non-linearity ไม่มากกว่า ±0.05 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.9.3 มีค่า Hysteresis ไม่มากกว่า ±0.05 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.9.4 มีค่า Repeatability ไม่มากกว่า ±0.03 เปอร์เซ็นต์ RO

2.5.9.5 มีค่า Rated Output 3 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ ±0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.9.6 สามารถป้อนค่าแรงดันกระตุ้น (Excitation Voltage) ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 10 โวลต์ ทั้งแบบ AC และ DC ได้

2.5.9.8 มีค่า Input Resistance 350 โอห์ม ±0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.9.8 มีค่า Output Resistance 350 โอห์ม ±0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า

2.5.9.9 สามารถใช้พิกัดความปลอดภัย (Safe Overload) ได้ไม่น้อยกว่า 150 เปอร์เซ็นต์

2.5.9.10 สามารถใช้ได้กับมาตรฐานการป้องกัน IP64 (IEC 60529) หรือดีกว่า

2.5.9.11 มีขนาดน้ำหนักไม่มากกว่า 800 กรัม

3. รายละเอียดอื่น ๆ

3.1 สินค้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บอยู่ในสภาพใช้งานได้ทันที และมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3.2 ผู้ขายต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของครุภัณฑ์ก่อนส่งมอบ เพื่อให้ครุภัณฑ์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับพัสดุที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสารผลิตภัณฑ์ พร้อมระบุหน้าที่ปรากฏในแคตตาล็อก **หากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลในวันเสนอราคามหาวิทยาลัยของสงวนสิทธิ์ไม่พิจารณา**

3.4 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ โดยต้องแนบแคตตาล็อกซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิตโดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจนประกอบการเสนอราคา พร้อมทั้งทำเครื่องหมายในเอกสารแคตตาล็อกให้ตรงกับในตารางเปรียบเทียบ

3.5 มีการจัดอบรมให้ผู้ดูแล และผู้ใช้งาน สาธิตการใช้งานเครื่องทดลองอย่างน้อย 1 ครั้ง ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากส่งมอบครุภัณฑ์

3.6 กำหนดการยืนราคาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับตั้งแต่วันเสนอราคา

3.7 ในการส่งมอบครุภัณฑ์ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือ หรือวิธีการ อื่น ๆ) ให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศจะต้องมีสำเนาเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้ว ในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทย จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงการชำระ ค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิดพระราชบัญญัติขนส่ง

3.8 เงินค่าพัสดุสำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้ ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 มีผลบังคับใช้ และได้รับเงินจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 จากสำนักงานงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าว มหาวิทยาลัยสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้