

## ขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ห้องปฏิบัติการชุดทดลองกลศาสตร์วิศวกรรมโยธาเพื่อพัฒนานักศึกษาเข้าสู่อุตสาหกรรมใหม่ จำนวน 1 ชุด

### 1. ความเป็นมา

ชุดทดลองกลศาสตร์วิศวกรรมโยธาเพื่อพัฒนานักศึกษาเข้าสู่อุตสาหกรรมใหม่ เป็นครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการศึกษา และทดลองอุปกรณ์ทางด้านวิศวกรรมโยธา เตรียมสำหรับการเปิดหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา (หลักสูตรใหม่) และการรับรองหลักสูตรโดยสภาวิศวกร พร้อมทั้งการให้บริการวิชาการ หรือหารายได้ในการทดสอบรับรองทางวิศวกรรมโยธาทั้งหน่วยงานภายใน และภายนอกต่อไป

### 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้ในการศึกษาและทดลองอุปกรณ์ทางด้านวิศวกรรมโยธาเตรียมสำหรับการเปิดหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (หลักสูตรใหม่) หรือการรับรองหลักสูตรโดยสภาวิศวกรต่อไป

2.2 เพื่อให้บริการวิชาการ หรือหารายได้ในการทดสอบรับรองทางวิศวกรรมโยธาทั้งหน่วยงานภายใน และภายนอกต่อไป

### 3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย

2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ อมร สวัสดิ์ .....

กรรมการ

ลงชื่อ ช.ก. .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



7. เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัย ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

10. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างานกำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมรายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างานกำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างานกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

11. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

12. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีกิจการรายงานงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะ การจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้า ยื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคาร

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการ ตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

##### 1. รายละเอียดทั่วไป

สำหรับครุภัณฑ์ ห้องปฏิบัติการชุดทดลองชลศาสตร์วิศวกรรมโยธาเพื่อพัฒนานักศึกษาเข้าสู่อุตสาหกรรมใหม่ เป็นครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการศึกษาและทดลองทางด้านวิศวกรรมโยธา เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการนำไปประยุกต์ใช้ในงานชลประทาน ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์การทดลอง ดังต่อไปนี้

- 1.1 ชุดทดลองการไหลของน้ำในรางเปิด พร้อมอุปกรณ์ประกอบเพื่อใช้ศึกษาฝายน้ำแบบต่าง ๆ จำนวน 1 ชุด
- 1.2 ชุดทดลองปั้มน้ำแบบต่อขนาดและอนุกรม จำนวน 1 ชุด
- 1.3 ชุดทดลองหาการสูญเสียของไหลในระบบปิด จำนวน 1 ชุด
- 1.4 โต๊ะชลศาสตร์ จำนวน 1 ชุด
- 1.5 ชุดทดลองตรวจสอบมาตรวัดความดัน จำนวน 1 ชุด
- 1.6 ชุดทดลองหาจุดศูนย์กลางของความดัน ชนิดปรับตั้งเอียงได้ จำนวน 1 ชุด
- 1.7 ชุดทดลองเมตาเซนตริก จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



- 1.8 ชุดทดลองทฤษฎีของเบอร์นูลลี จำนวน 1 ชุด
- 1.9 ชุดทดลองกฎของบอยล์ จำนวน 1 ชุด
2. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ มีไม่น้อยกว่าดังนี้
  - 2.1 ชุดทดลองการไหลของน้ำในรางเปิด พร้อมอุปกรณ์ประกอบเพื่อใช้ศึกษาผายน้ำแบบต่าง ๆ จำนวน 1 ชุด
    - 2.1.1 คุณลักษณะทั่วไป

รางน้ำมีขนาดหน้าตัดคงที่สม่ำเสมอตลอดความยาวของรางน้ำสามารถปรับเอียงได้ โครงรับน้ำหนักทำด้วยเหล็กเคลือบสีกันสนิม มีขารองรับแบบปรับระดับได้ ใช้ประกอบการศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำในสภาวะต่าง ๆ ได้ และสามารถปรับท้องรางได้ (Bed adjustment) ปรับขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และปรับลงได้ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

2.1.2 คุณลักษณะทางเทคนิคไม่น้อยกว่าดังนี้

2.1.2.1 ขนาดของรางน้ำเปิด (Flume Dimension)

2.1.2.1.1 ความกว้างของรางน้ำมีขนาดความกว้างสม่ำเสมอไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

2.1.2.1.2 ความลึกของรางน้ำมีขนาดไม่น้อยกว่า 350 มิลลิเมตร

2.1.2.1.3 ความยาวของรางน้ำช่วงผนังใสมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 เมตร

2.1.2.2 โครงรับรางน้ำเปิด (Beam Frame)

2.1.2.2.1 มีลักษณะเป็นโครงสร้างโลหะที่แข็งแรงรองรับแผ่นเหล็กสแตนเลสที่เป็นท้องรางน้ำ

2.1.2.2.2 มีอุปกรณ์ปรับความลาดเอียงของท้องรางน้ำได้ -1 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า และอ่านละเอียดได้ 0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือละเอียดกว่า

2.1.2.2.3 ขาตั้งรองรับโครงทำเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเพื่อกระจายน้ำหนักสามารถปรับแก้อียง ด้านหน้า-หลัง ซ้าย-ขวา เพื่อให้รางน้ำได้ระดับ

2.1.2.2.4 มีระบบยกเอียงด้วยสกรูและมีการป้องกันการเกิดแรงดัดกับสกรูยกขณะมีการยกเอียง

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



### 2.1.2.3 ผนังของรางน้ำ (Side Wall)

2.1.2.3.1 ผนังด้านข้างของรางน้ำทำจากอะคริลิกใสความหนาไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร หรือทำจากกระจกนิรภัยใสความหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ผนังด้านข้างมีโครงค้ำยันทำด้วยสแตนเลส ที่มีความแข็งแรงและมีที่สำหรับปรับผนังไม่ให้เอียงได้ มีชุดปรับแนวให้ผนังรางอยู่ในแนวตั้งได้ตลอดความยาวรางน้ำ

2.1.2.3.2 มีสเกลบอกระดับความลึกของน้ำในรางน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตามช่วงความยาวของรางน้ำ

### 2.1.2.4 ท่อน้ำ (Bed)

2.1.2.4.1 ท่อน้ำทำจากเหล็กสแตนเลส (Stainless Steel) หนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร มีผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอตลอดความยาวของรางน้ำและติดตั้งอยู่บนโครงสร้างที่แข็งแรง มีที่สำหรับยึดแบบจำลองต่างๆ ได้

### 2.1.2.5 ถังเก็บน้ำ (Storage Tank)

2.1.2.6 ถังเก็บน้ำทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมขนาดความจุประมาณ 500 ลิตร ติดตั้งอยู่บนแท่นโครงเหล็กที่แข็งแรงและพ่นสีกันสนิม

### 2.1.2.7 ถังหัวน้ำ (Head Tank) ตัวถังทำจากเหล็กสแตนเลส

2.1.2.8 ถังรับน้ำท้ายรางน้ำ (End Tank) ตัวถังทำจากเหล็กสแตนเลสสำหรับรับน้ำที่ไหลจากรางและส่งไปเก็บที่ถังเก็บน้ำ

2.1.2.9 ประตูระบายน้ำ (Sluice Gate) ที่ท้ายรางน้ำติดตั้งมาพร้อมกับตัวรางน้ำแผ่นประตูระบายน้ำทำจากเหล็กสแตนเลสขับเคลื่อนด้วยระบบเฟืองทด (Rack and Pinion) สามารถปรับระดับได้ง่ายจากทางด้านข้าง

2.1.2.10 เครื่องสูบน้ำ (Pump) เป็นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Pump) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 แรงม้าให้อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 600 ลิตรต่อวินาที บั๊มติดตั้งอยู่บนโครงแท่นเดียวกันกับถังเก็บน้ำ

2.1.2.11 มีอุปกรณ์วัดปริมาตรของน้ำ พร้อมนาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 ชุด

2.1.2.12 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



### 2.1.2.13 อุปกรณ์ประกอบการทดลอง (Models) มีดังนี้

#### 2.1.2.13.1 อุปกรณ์วัดความลึกของน้ำ (Vernier Hook and Point Gauge)

จำนวน 2 ชุด สามารถวัดความลึกของน้ำทำจากเหล็กสแตนเลส (Stainless Steel) ปลายวัดระดับน้ำเป็นแบบเข็มและตะขอสามารถ ถอดเปลี่ยนได้ง่าย โดยมีระยะวัด 0-450 มิลลิเมตร หรือมากกว่าอ่านได้ละเอียด 0.05 มิลลิเมตร หรือดีกว่า ก้านวัดความลึกต้องปรับได้ทั้งแบบ ปรับหยาบและปรับละเอียด

#### 2.1.2.13.2 แบบจำลองฝายร่องบากสามเหลี่ยม (V-notch Weir) จำนวน 1 ชุด ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมไม่เกิดการรั่วซึมเวลาใช้งานยึดติดกับท้องรางน้ำ โดยการขันสกรู

#### 2.1.2.13.3 แบบจำลองฝายร่องบากสี่เหลี่ยม (Rectangular Notch) จำนวน 1 ชุด ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมไม่เกิดการรั่วซึมเวลาใช้งานยึดติดกับท้องรางน้ำ โดยการขันสกรู

#### 2.1.2.13.4 แบบจำลองฝายแบบสันคม (Sharp Crested Weir) จำนวน 1 ชุด ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมไม่เกิดการรั่วซึมเวลาใช้งานยึดติดกับท้องรางน้ำ โดยการขันสกรู

#### 2.1.2.13.5 แบบจำลองฝายสันกว้าง (Broad Crested Weir) จำนวน 1 ชุด ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมไม่เกิดการรั่วซึมเวลาใช้งานยึดติดกับท้องรางน้ำโดยการขันสกรู

#### 2.1.2.13.6 แบบจำลองฝายแบบ Ogee weir จำนวน 1 ชุด พร้อมมาโนมิเตอร์วัดความดัน

#### 2.1.2.13.7 ชุดทดลองการสลายพลังงานแบบ USBR จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์สลายพลังงานตาม Type 3 โดยทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม และมีซีลกันรั่วซึมเวลาใช้งาน โดยสามารถถอดประกอบได้

#### 2.1.2.13.8 แบบจำลองฝายน้ำล้นพร้อมอุปกรณ์สลายพลังงาน (Dam Spillway) ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมไม่เกิดการรั่วซึมเวลาใช้งาน และสันฝายน้ำล้นจะมีส่วนโค้งสอดคล้องตามทฤษฎีที่คำนวณได้เวลาใช้งานยึดติดกับท้องรางน้ำโดยการขันสกรูท้ายฝายมีที่สำหรับต่อกับอุปกรณ์สลายพลังงานน้ำได้สะดวกและมีอุปกรณ์สลายพลังงานแบบ Ski Jump ทำด้วย

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



วัสดุไม่เป็นสนิมและมีน้ำหนักเบาสามารถยกประกอบติดตั้งได้สะดวกมี  
จุดต่อสำหรับ ต่อกับชุดจำลองฝายน้ำล้น

2.1.2.13.9 แบบจำลองชุดน้ำล้นแบบกาลักน้ำ (Syphon spillway) จำนวน 1 ชุด  
ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิมมีน้ำหนักเบาสามารถยกประกอบกับท้องรางน้ำ  
ได้สะดวก

2.1.2.13.10 แบบจำลองตอม่อสะพาน Bridge Pier แบบขอบมน ทำด้วยวัสดุไม่  
เป็นสนิมมีน้ำหนักเบาสามารถยกประกอบกับท้องรางน้ำได้สะดวก

2.1.2.13.11 แบบจำลองประตูระบายน้ำ (Sluice gate) บานประตูทำจากวัสดุไม่  
เป็นสนิมมีซีลกันรั่วด้านข้างขับเคลื่อนด้วยระบบเฟืองทด (Rack and Pinion)  
สามารถเลื่อนขึ้นลงได้สะดวกและปรับล็อกได้ตลอดช่วงความสูงของ  
รางน้ำ โดยประตูจะต้องเต็มขนาดความกว้างของรางซึ่งจะให้น้ำไหล  
ได้เต็มความกว้างของรางเมื่อเปิดใช้งานและมีขายึดขอบรางน้ำทำด้วย  
เหล็กสแตนเลส

2.1.2.13.12 แบบจำลองประตูระบายน้ำรัศมี (Radial gate) บานประตูทำจาก  
วัสดุไม่เป็นสนิมมีซีลกันรั่ว ด้านข้าง ขับด้วยระบบเฟืองทด (Rack and  
Pinion) สามารถเลื่อนขึ้นลงได้สะดวกและปรับล็อกได้ ตลอด  
ช่วงความสูงของรางน้ำ โดยประตูจะต้องเต็มขนาดความกว้างของราง  
ซึ่งจะให้น้ำไหลได้ เต็มความกว้างของรางเมื่อเปิดใช้งาน และมีขายึด  
ขอบรางน้ำทำด้วยเหล็กสแตนเลส

2.1.2.13.13 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (Current Meter) แบบดิจิตอล มี  
รายละเอียดดังนี้

- 1) แกนใบพัด (Spindle) และใบพัด (Blade) ของหัววัดความเร็ว  
(Probe) ทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นสนิม
- 2) โรเตอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 11.6 มิลลิเมตร
- 3) สามารถวัดความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 5.0 ถึง 150 เซนติเมตรต่อ  
วินาที (cm/sec)
- 4) มีความแม่นยำ (Accuracy)  $\pm 1.5\%$  of True velocity หรือดีกว่า
- 5) ก้านยึดแกนใบพัดทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมมีความยาวสำหรับจุ่ม  
น้ำไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



6) มีจอแสดงค่าเป็นตัวเลขดิจิทัล มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

7) มีใบสอบเทียบความเร็วเป็นกราฟจากโรงงานผู้ผลิตหรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้

8) มีกล่องสำหรับใส่หัววัดความเร็วเมื่อไม่ใช้งาน

2.1.2.13.14 แบบจำลองพื้นรางน้ำเป็นหินกรวดและทรายหยาบอย่างละ 1 ชุด แต่ละชุดยาวไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร สามารถประกอบกับท้องรางน้ำได้

2.1.2.13.15 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง
- 2) เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)
- 3) คู่มือการใช้งาน 1 เล่ม พร้อมทั้งใบงานการทดลอง และคู่มือเก็บข้อมูลในแฟลชไดรฟ์ (flash drive) 1 ชุด
- 4) สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows
- 5) ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล และสิ่งพิมพ์ได้

2.1.2.13.16 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.1.2.13.17 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต

2.1.2.13.18 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



## 2.2 ชุดทดสอบปั้มน้ำแบบต่อขนานและอนุกรม จำนวน 1 ชุด

### 2.2.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบปั้มหอยโข่ง มีปั้มน้ำแบบหอยโข่ง 2 ตัว และมีวาล์วควบคุมสามารถทดลองปั้มน้ำแต่ละตัวหรือปั้มน้ำ 2 ตัว ต่อแบบขนานหรืออนุกรม โดยวัดอัตราการไหล หัวน้ำ พลังงานที่ให้แก่ปั้มน้ำ และประสิทธิภาพของปั้มน้ำ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ

### 2.2.2 รายละเอียดทางเทคนิคไม่น้อยกว่าดังนี้

- 2.1.1.1 มีปั้มน้ำหอยโข่ง ชนิดเรือนปั้มน้ำสแตนเลส จำนวน 2 ตัว แต่ละตัวให้อัตราการไหลสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 80 ลิตรต่อนาที หัวน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 17 เมตร
- 2.1.1.2 มีชุดปรับความถี่ขนาดไม่น้อยกว่า 0.55 กิโลวัตต์โดยมีจอแสดงผลแบบตัวเลขจำนวน 2 ชุด
- 2.1.1.3 มอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 0.55 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด ต่อเป็นไดนามิเตอร์
- 2.1.1.4 อุปกรณ์วัดแรงบิด ชนิดตาชั่งสปริง สำหรับปั้มน้ำจำนวน 2 ชุด
- 2.1.1.5 มีระบบท่อทำด้วยวัสดุไม่เป็นสนิม โดยมีข้อต่อเป็นช่วงเพื่อให้บำรุงรักษาได้ง่าย พร้อมวาล์วควบคุมเพื่อเลือกการทำงานแบบปั้มน้ำเดี่ยว หรือปั้มน้ำ 2 ตัว ต่อแบบขนานหรืออนุกรมได้
- 2.1.1.6 อุปกรณ์วัดการไหลประกอบด้วย มาตรวัดน้ำ พร้อมนาฬิกาจับเวลา หรือดีกว่า
- 2.1.1.7 มีเกจวัดความดันทั้งทางออกของปั้มน้ำแต่ละชุด รวมไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.1.1.8 มีอุปกรณ์วัดความเร็วรอบสำหรับปั้มน้ำแต่ละตัวเป็นชนิดไม่สัมผัส ติดตั้งมาพร้อมกับแท่นเครื่องพร้อมจอแสดงผลแบบตัวเลข จำนวน 2 ชุด
- 2.1.1.9 มีถังน้ำสำรองความจุไม่น้อยกว่า 60 ลิตร มีที่ระบายน้ำทั้งด้านล่าง และทำด้วยวัสดุไม่เป็นสนิม
- 2.1.1.10 มีกล่องควบคุมสำหรับติดตั้งอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมด้วยอุปกรณ์ตัดไฟฟ้าเมื่อไฟรั่ว มีสวิตช์ เปิด-ปิด ชนิดมีไฟแสดงการทำงานในตัว
- 2.1.1.11 อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งบนโครงเหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี และมีสกรูปรับระดับได้ 4 ด้าน
- 2.1.1.12 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์
- 2.1.1.13 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



- 2.1.1.13.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง
- 2.1.1.13.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)
- 2.1.1.13.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows
- 2.1.1.13.4 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล และสิ่งพิมพ์ได้
- 2.1.1.14 มีโต๊ะสำหรับวางชุดทดลอง จำนวน 1 ตัว
- 2.1.1.15 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด
- 2.1.1.16 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต
- 2.1.1.17 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

## 2.3 ชุดทดลองหาการสูญเสียของของไหลในระบบปิด จำนวน 1 ชุด

### 2.3.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการวัดความเสียดทานของการไหลในท่อ, วาล์ว และ ข้อต่อ ท่อ ณ อัตราการไหลต่าง ๆ ตลอดจนมีอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้น เช่น แบบเวนจูรี แบบออริฟิซ และแบบปิโตต์ ชุดทดลองประกอบด้วย บัมพ์น้ำ ถังเก็บน้ำ และอุปกรณ์วัดต่าง ๆ ถูกติดตั้งอยู่บนแผงทดลองหาการสูญเสียแรงเสียดทานและสัมประสิทธิ์การไหล วัดโดยมาโนมิเตอร์ต่อคร่อมระหว่างสองจุด ชุดทดลองถูกติดตั้งบนโครงเหล็กพ่นสีพร้อมมีล้อเคลื่อนที่และล้อคได้

### 2.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้

2.3.2.1 อุปกรณ์สำหรับทดสอบความเสียดทานต่าง ๆ ติดตั้งบนแผงไม้อัดทนน้ำบุด้วย ฟอรั่มิกา ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่านี้

2.3.2.1.1 ท่อพีวีซีตรงเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3/4, 1/2 และ 3/8 นิ้ว หรือมากกว่า และท่อสแตนเลส 1/4 นิ้ว

2.3.2.1.2 ข้องอ, ข้อโค้ง, เล็ก และใหญ่, ข้องอ  $45^\circ$ , ท่อแยกตัววาย และท่อแยกตัวที หรือมากกว่า

2.3.2.1.3 วาล์ว แบบ Gate, Globe, Ball และ Check

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



- 2.3.2.1.4 ท่อกรอง, ท่อขยายและลดฉับพลัน
- 2.3.2.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้นแบบต่าง ๆ ดังนี้
- 2.3.2.2.1 แบบ เวนจูรี ท่อทำด้วยอคริลิกใสทางเข้าเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 29 มิลลิเมตร คอคอดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อย กว่า 17 มิลลิเมตร
- 2.3.2.2.2 แบบ ออริฟิซ ท่อทำด้วยอะคริลิกใสเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 29 มิลลิเมตร แผ่นออริฟิซทำด้วยทองเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูออริฟิซ ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 2.3.2.2.3 แบบปีโตต์ ติดตั้งอยู่ในท่ออคริลิกใสที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร
- 2.3.2.3 มีปั้มน้ำชนิดหน้าปั้มนสแตนเลส ขนาดไม่น้อยกว่า 0.55 กิโลวัตต์ ให้อัตราการไหล สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 90 ลิตรต่อนาที
- 2.3.2.4 ถังเก็บน้ำทำด้วยวัสดุไม่เป็นสนิม ความจุไม่น้อยกว่า 80 ลิตร พร้อมวาล์วระบายน้ำ ทั้ง
- 2.3.2.5 อุปกรณ์วัดการไหลประกอบด้วย มาตรวัดน้ำ พร้อมนาฬิกาจับเวลา หรือดีกว่า
- 2.3.2.6 มาโนมิเตอร์น้ำ พร้อมสับลมมือ จำนวน 1 ชุด ขนาดช่วงวัดไม่น้อยกว่า 0 - 950 มิลลิเมตร อ่านละเอียด 1 มิลลิเมตรน้ำ หรือดีกว่า
- 2.3.2.7 มีเกจวัดความดันต่าง ช่วงวัด 0-100 kPa จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.3.2.8 จุดต่อวัดความดันแต่ละอุปกรณ์เป็นข้อต่อแบบสวมเร็ว และการวัดความดันอุปกรณ์ แต่ละจุดสามารถวัดได้โดยไม่ต้องถอดสายวัดความดันย้ายจุด
- 2.3.2.9 อุปกรณ์ทั้งหมดยึดติดเป็นชุดเดียวกันบนโต๊ะโครงเหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี พื้นโต๊ะ ด้านบนเป็นไม้อัดทนนํ้าบุฟลอไมก้า ขาโต๊ะมีล้อเลื่อนได้สะดวกและล็อกได้
- 2.3.2.10 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว (ELCB) พร้อมกล่องครอบกันน้ำ
- 2.3.2.11 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์
- 2.3.2.12 มีอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเป็นแบบโรตาริเมตร สามารถวัดอัตราการไหลสูงสุดไม่ น้อยกว่า 75 ลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
- 2.3.2.13 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) มีคุณสมบัติไม่น้อย กว่า ดังนี้

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ ..... *อมรา สวัสดิ์* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *อ. งาม* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *Dr.* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *Dr.* .....

กรรมการ



2.3.2.13.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับชุดทดสอบหาการสูญเสียของของไหลในระบบปิด ( Piping Loss Test set)

2.3.2.13.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ในรูปแบบ Flash drive

2.3.2.13.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows

2.3.2.13.4 แสดงการทำงานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 9 หัวข้อประกอบด้วย

- General Description
- Introduction to Fluid
- Friction Loss in Pipe
- Friction Loss for Valves and Pipe Fittings
- Flow Measuring Devices
- Test Procedures
- Sample Data
- Sample Calculations
- Results

2.3.2.13.5 สามารถ Key in ค่าต่าง ๆ ลงใน Software เพื่อแสดงตัวอย่างการคำนวณโดย

- มีสมการที่แทนค่าได้ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความดันต่าง ๆ และ สัมประสิทธิ์การไหล สำหรับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้นได้ไม่ต่ำกว่า 4 ชนิด

2.3.2.13.6 ซอฟต์แวร์สามารถเลือกดูเนื้อหาได้ทั้งหน้าถัดไป, ย้อนหลัง, หรือย้อนกลับที่หน้าแรกได้ทุกหน้าของซอฟต์แวร์

2.3.2.13.7 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.3.2.13.8 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



## 2.3.2.13.9 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

## 2.4 โตะชลศาสตร์ จำนวน 1 ชุด

## 2.4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นสำหรับจ่ายน้ำแก่การทดลองและวัดอัตราการไหลโดยการวัดปริมาตร เพื่อใช้กับอุปกรณ์ทดลองประกอบอื่น ๆ บนพื้นโต๊ะมีช่องรางน้ำเปิดและถังสำหรับวัดปริมาตร พร้อมพื้นที่ว่างสำหรับวางอุปกรณ์ทดลองประกอบโดยน้ำจะไหลจากรางเปิดลงสู่ถังวัดปริมาตร และไหลต่อไปสู่ถังเก็บน้ำที่มีวาล์วสำหรับระบายน้ำทั้งพื้นโต๊ะและถังวัดปริมาตรทำด้วยไฟเบอร์กลาส ตัวถังวัดปริมาตร จะแบ่งเป็น 2 ระดับ สามารถวัดได้ทั้งช่วงที่มีอัตราการไหลสูง ๆ และอัตราการไหลต่ำ ๆ ได้

## 2.4.2 มีรายละเอียดทางเทคนิค มีไม่น้อยกว่าดังนี้

2.4.2.1 พื้นโต๊ะด้านบนมีที่ว่างอุปกรณ์มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 77 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 126 เซนติเมตร

2.4.2.2 ขนาดรางน้ำกว้าง ไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 17 เซนติเมตร ขอบรางจะต้องทำเป็นขั้นต่างระดับกับพื้นโต๊ะไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตรเพื่อเป็นบ่ากันอุปกรณ์ที่จะวางทดสอบเลื่อนออกจากตำแหน่ง ตัวรางจะต้องอยู่ชิดขอบด้านหลังของโต๊ะและมีพื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์ทางด้านหน้า

2.4.2.3 ถังเก็บน้ำมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 165 ลิตร มีวาล์วระบายน้ำทั้งด้านล่าง

2.4.2.4 มีระดับน้ำตาไก่สำหรับเช็คระดับของโต๊ะให้อยู่ในแนวราบ จำนวน 1 อัน

2.4.2.5 ถังวัดปริมาตรเป็นชิ้นเดียวกับพื้นโต๊ะด้านบนโดยตัวถังวัดปริมาตรพร้อมสเกลแบ่งเป็น 2 ระดับ สำหรับวัดอัตราการไหลต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 10 ลิตร และวัดอัตราการไหลสูง ขนาดไม่น้อยกว่า 45 ลิตร

2.4.2.6 มีท่อน้ำสำหรับกักน้ำเพื่อวัดปริมาตรและระบายน้ำที่ล้นจากถังวัดปริมาตร จำนวน 1 อัน

2.4.2.7 จุดต่อน้ำออกไปยังอุปกรณ์ติดตั้งอยู่ที่พื้นรางน้ำทางต้นรางและเป็นข้อต่อแบบสวมเร็ว

2.4.2.8 มีปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2 แรงม้า จ่ายน้ำได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 80 ลิตร/นาที่ หัวน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 18 เมตร เป็นปั้มน้ำติดตั้งนอกถังน้ำ โดยยึดติดกับโครงโต๊ะอย่างแข็งแรง

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



- 2.4.2.9 มีวาล์วปรับอัตราการไหลชนิด Gate valve
- 2.4.2.10 นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
- 2.4.2.11 มีอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเป็นแบบโรตาริเตอร์ วัดอัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 70 ลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
- 2.4.2.12 อุปกรณ์ทั้งหมดวางบนโต๊ะโครงเหล็กพ่นสีกันสนิมล้อเคลื่อนที่ได้สะดวกและล็อกได้
- 2.4.2.13 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส

## 2.5 ชุดทดสอบตรวจสอบมาตรฐานวัดความดัน จำนวน 1 ชุด

### 2.5.1 รายละเอียดทั่วไป

อุปกรณ์ทดสอบประกอบด้วย ลูกสูบ และกระบอกสูบทำด้วยเหล็กสแตนเลสมีขนาดแม่นยำ ทดสอบ โดยการใช้น้ำหนักกดบนก้านลูกสูบ และคำนวณหาความดันของของเหลวในกระบอกสูบได้ และเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้นี้กับค่าที่อ่านได้จากเกจวัด

ทั้งกระบอกสูบ และแท่นติดตั้งเกจวัดความดันวางรวมบนแท่น เดียวกันมีท่อต่อความดันถึงกันโดยใช้น้ำเป็นสื่อ

### 2.5.2 มีรายละเอียดทางเทคนิค มีไม่น้อยกว่าดังนี้

2.5.2.1 กระบอกสูบ และแท่นติดตั้งเกจวัดความดัน วางรวมบนแท่นเดียวกัน มีท่อต่อความดันถึงกัน สามารถสร้างแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0-3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.5.2.2 ลูกสูบ กระบอกสูบ แท่นติดตั้งเกจวัดความดัน ชุดเก็บของไหลและแผ่นฐาน ทำจากเหล็กสแตนเลสทั้งชุด

2.5.2.3 ก้อนน้ำหนักถ่วง มีรูตรงกลางเพื่อสวมบนลูกสูบ แต่ละก้อนมีเลขบอกขนาดน้ำหนักในตัว

2.5.2.4 มีระดับน้ำแบบตาไก่ ติดตั้งที่ฐานของชุดทดสอบ

2.5.2.5 มีก้อนน้ำหนักขนาด 0.5 กิโลกรัม จำนวนไม่น้อยกว่า 14 อัน


2.5.2.6 ฐานติดตั้งเกจวัดความดันมีที่ระบายอากาศออกจากระบบ โดยใช้วาล์วควบคุม และสามารถเติมของไหลในกระบอกวัดความดันได้โดยไม่ต้องถอดลูกสูบ

2.5.2.7 อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกันและสามารถปรับระดับได้โดยดูจากระดับน้ำตาไก่


2.5.2.8 เกจวัดความดันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ช่วงวัด 0-3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ ..... 


ประธานกรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ



2.5.2.9 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.5.2.9.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง

2.5.2.9.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)

2.5.2.9.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows

2.5.2.9.4 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล และสิ่งพิมพ์ได้

2.5.2.9.5 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้งานสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.5.2.9.6 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต

2.5.2.9.7 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

## 2.6 ชุดทดลองหาจุดศูนย์กลางของความดัน ชนิดปรับตั้งเอียงได้ จำนวน 1 ชุด

### 2.6.1 รายละเอียดทั่วไป

อุปกรณ์นี้ใช้สำหรับวัดแรงหมุนเนื่องมาจากแรงดันของของเหลวที่กระทำต่อผิวราบที่จมน้ำบางส่วนหรือทั้งหมด

อุปกรณ์ประกอบด้วยถังส่วนโค้งของวงกลมทำจาก PVC ยึดติดอยู่กับแขนของตาชั่ง ซึ่งวางอยู่บนจุดหมุนแบบคมมีดที่เป็นจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง ตำแหน่งของส่วนโค้งสามารถปรับให้ทำมุมในตำแหน่งต่างกับแขนของตาชั่งได้ ดังนั้นระดับการจมน้ำของถังสามารถปรับเอียงได้โดยเปลี่ยนตำแหน่งของสลักล็อกที่อยู่ระหว่างถังส่วนโค้งกับแขนตาชั่งและ มีสเกลวัดความลึกอยู่บนถังส่วนโค้ง เมื่อถังส่วนโค้งถูกจุ่มลงในน้ำจะมีแรงเกิดขึ้นเนื่องจากความดันของของเหลวดันให้แขนตาชั่งหมุนตัว และจะมีแรงต้านเนื่องจากน้ำหนักถ่วงเพื่อต้านแรงหมุนถังส่วนโค้งและตาชั่งจะวางอยู่บนถังอะคริลิกใสที่สามารถบรรจุน้ำได้และมีวาล์วปล่อยน้ำเพื่อลดระดับน้ำออกจากถังตามต้องการ

### 2.6.2 รายละเอียดทางเทคนิคไม่น้อยกว่าดังนี้

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

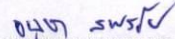
กรรมการ



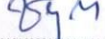
- 2.6.2.1 ถังส่วนโค้ง มีสเกลบอกระดับน้ำอ่านละเอียด 1 มิลลิเมตร ผนังด้านนอกของถัง จะต้องทำเป็น ตารางเพื่อดูระดับน้ำขณะถังเอียงที่มุมต่าง ๆ ได้ ถังส่วนโค้งมีขนาด ดังนี้
- 2.6.2.1.1 มีรัศมีด้านในไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
- 2.6.2.1.2 มีรัศมีด้านนอกไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร
- 2.6.2.1.3 มีความหนาไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร
- 2.6.2.2 ระยะห่างจากจุดหมุนแบบคมมีดไปยังจุดแขวนน้ำหนักถ่วงไม่น้อยกว่า 280 มิลลิเมตร
- 2.6.2.3 สามารถปรับมุมเอียงได้ 2 ทิศทางตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้ 0, 10, 20, และ 30 หรือ มากกว่า
- 2.6.2.4 ก้อนน้ำหนัถ่วง มีร่องบากเป็นรูปเกือกม้าสำหรับสวมกับก้านแขวนน้ำหนักรัด สะดวกขนาดต่าง ๆ ดังนี้ ขนาด 0.1 นิวตัน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 อัน และ ขนาด 0.5 นิวตัน จำนวนไม่น้อยกว่า 14 อัน
- 2.6.2.5 ก้านแขวนก้อนน้ำหนัก 1 อัน
- 2.6.2.6 มีระดับน้ำตาไก่สำหรับเช็คระดับชุดทดลอง
- 2.6.2.7 ชุดทดลองมีขาตั้งที่ปรับระดับได้ 3 ขา
- 2.6.2.8 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) จำนวน 1 ชุด มี คุณสมบัติดังนี้
- 2.6.2.8.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ ทดลอง
- 2.6.2.8.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)
- 2.6.2.8.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows
- 2.6.2.8.4 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล และ สิ่งพิมพ์ได้
- 2.6.2.8.4 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถนำไปปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด
- 2.6.2.8.5 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต
- 2.6.2.8.6 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ

ลงชื่อ ..... 

กรรมการ



## 2.7 ชุดทดลองเมตาเซนตริก จำนวน 1 ชุด

### 2.7.2 รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ทดลองหาความสูงเมตาเซนตริกของวัตถุลอยน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความสูงนี้เมื่อมีการเอียงตัว

อุปกรณ์ประกอบด้วยทุ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีแกนเหล็กค้ำตามแนวขวางและน้ำหนักเลื่อนเพื่อเลื่อนจุดศูนย์ถ่วงของทุ่นไปด้านข้างมีเสากระโดงอยู่กลางทุ่นและน้ำหนักเลื่อนเพื่อเลื่อนจุดศูนย์ถ่วงของทุ่นขึ้นลงปลายเสากระโดงมีลูกตั้งแขวนเพื่อวัดความเอียงของทุ่นโดยมีสเกลวัดติดที่ขอบของทุ่น

### 2.7.3 มีรายละเอียดทางเทคนิค มีไม่น้อยกว่าดังนี้

2.7.3.8 ขนาดของทุ่น ยาวไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

2.7.3.9 ทุ่นทำด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

2.7.3.10 เสากระโดงสูงไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร มีสเกลอ่านค่าได้ละเอียด 1 มิลลิเมตร

2.7.3.11 สเกลวัดมุมเอียงได้ไม่น้อยกว่า  $13^\circ$  อ่านค่ามุมเอียงได้ละเอียด  $0.5^\circ$

2.7.3.12 มีก้อนน้ำหนักถ่วงขนาด 500 กรัม สามารถเลื่อนขึ้นลงบนเสากระโดงได้

2.7.3.13 มีก้อนน้ำหนักถ่วงขนาด 200 กรัม สำหรับเลื่อนถ่วงน้ำหนักทางข้างได้

2.7.3.14 มีกระบอกใส่น้ำสำหรับทดลอง ทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม จำนวน 1 อัน

2.7.3.15 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน(Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.7.3.16 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง

2.7.3.17 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)

2.7.3.18 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows

2.7.3.19 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล และสิ่งพิมพ์ได้

2.7.3.19.4 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.7.3.19.5 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต

2.7.3.19.6 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ ..... *อนันต์ รพรว* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *อ.ย.ม* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *Dr.* .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... *Dr.* .....

กรรมการ



## 2.8 อุปกรณ์ทดลองทฤษฎีของเบอร์นูลลี จำนวน 1 ชุด

### 2.8.2 รายละเอียดทั่วไป

ทฤษฎีของเบอร์นูลลี ใช้กับการไหลของน้ำผ่านท่อเวนจูรี โดยการวัดความดันสถิต ณ จุดต่าง ๆ ตามผนังของท่อเวนจูรี ซึ่งทำด้วยอะคริลิกใส โดยใช้มาโนมิเตอร์มีวาล์วระบายลมอยู่ด้านบนและสูบลมมือ เพื่อปรับระดับความดันในท่อหัวมาโนมิเตอร์ มีท่อขนาดเล็กมากสำหรับวัดหัวความดันรวมซึ่งสามารถ เลื่อนไปตามความยาวของท่อเวนจูรีน้ำที่ไหลผ่านท่อเวนจูรีนี้ควบคุมได้ด้วยวาล์วที่ทางน้ำออกโดย ที่ท่อเวนจูรีเป็นอุปกรณ์วัดเบื้องต้นอย่างหนึ่งอุปกรณ์วัดนี้จึงใช้วัดสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลได้ด้วย

### 2.8.3 รายละเอียดทางเทคนิค มีไม่น้อยกว่าดังนี้

2.8.3.8 ท่อเวนจูรีทำด้วยอะคริลิกใสมีจุดวัดความดันที่ผนังท่อน้อยกว่า 7 จุด โดยเป็นข้อต่อแบบสวมเร็ว

2.8.3.9 เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเวนจูรีขนาดไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตรและคอคอดไม่น้อยกว่า 14 มิลลิเมตร

2.8.3.10 มุมเอียงด้านหน้าไม่น้อยกว่า  $21^{\circ}$  ด้านหลังไม่เกิน  $10^{\circ}$

2.8.3.11 มาโนมิเตอร์น้ำมีท่อครีกลใสไม่น้อยกว่า 8 ท่อติดตั้งอยู่ในชุดมาโนมิเตอร์เดียวกัน ช่วงวัดไม่น้อยกว่า 0-450 มิลลิเมตรอ่านค่าได้ละเอียด 1 มิลลิเมตร พร้อมสูบลมมือ มีวาล์วระบายด้านบนและมีจุดต่อวัดความดันเป็นข้อต่อแบบสวมเร็ว

2.8.3.12 มีท่อวัดหัวน้ำรวม ทำด้วยเหล็กสแตนเลส สามารถเลื่อนไปมาได้ตลอดความยาวของท่อเวนจูรี

2.8.3.13 มีวาล์วปรับอัตราการไหล ทำด้วยทองเหลือง สามารถปรับอัตราการไหลได้อย่างละเอียด

2.8.3.14 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน (Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.8.3.14.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง

2.8.3.14.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม หรือ แฟลชไดรฟ์ (flash drive)

2.8.3.14.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows

ลงชื่อ .....  
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ

ลงชื่อ .....  
กรรมการ



2.8.3.14.4 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผล  
และสิ่งพิมพ์ได้

2.8.3.15 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถ  
นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์  
สูงสุด

2.8.3.15.1 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป  
จากผู้ผลิต

2.9 ชุดทดลองกฎของบอยล์ จำนวน 1 ชุด

2.9.3 รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ทดลองกฎของบอยล์

2.9.4 มีรายละเอียดทางเทคนิค มีไม่น้อยกว่าดังนี้

2.9.4.14 ท่ออะคริลิกใสเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 300  
มิลลิเมตร มีสเกลอ่านละเอียด 1 มิลลิเมตร ตลอดความสูง

2.9.4.15 เกจวัดความดัน ช่วงวัดไม่น้อยกว่า 0-5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีสเกล  
อ่านได้ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.9.4.16 มีวาล์วต่อน้ำเข้าและวาล์วระบายอากาศทำด้วยบอလာวาล์ว มีจุดต่อกับท่อเป็นข้อ  
ต่อชนิดสวมเร็ว

2.9.4.17 โต้สำหรับวางชุดทดลอง จำนวน 2 ตัว

2.9.4.18 ผู้ขายจะดำเนินการติดตั้งและสาธิตการใช้งานเครื่องมือทดสอบ จนผู้ใช้สามารถ  
นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานด้วยความปลอดภัยและเกิดประโยชน์  
สูงสุด

2.9.4.19 ตัวเครื่องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต

2.9.4.20 รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ อดิษฐ์ สวัสดิ์ .....

กรรมการ

ลงชื่อ ..... ๒๕๖

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



### 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุแล้วเสร็จภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### 6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้หลักเกณฑ์ราคา

### 7. วงเงินงบประมาณ 2,500,000 บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)

### 8. งานงานและการจ่ายเงิน

มหาวิทยาลัยจะจ่ายชำระให้แก่ผู้ขายจำนวน 1 งวด เป็นจำนวนเงินร้อยละ 100 ของค่าพัสดุ ซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มตลอดจนภาษีอากรอื่นๆ และค่าใช้จ่ายทั้งปวงแล้ว เมื่อผู้ขายส่งมอบพัสดุดังกล่าวถูกต้องและครบถ้วนตามสัญญาให้กับมหาวิทยาลัย

### 9. อัตราค่าปรับ

ผู้ขายต้องดำเนินการตามขอบเขตงานและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา ในกรณีที่เกิดความล่าช้าอันเนื่องจากการกระทำของผู้ขายเป็นเหตุให้การส่งมอบล่าช้ากว่าระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา ผู้ขายจะต้องชดเชยค่าปรับให้กับผู้ซื้อ ในอัตราร้อยละ 0.2 ของวงเงินค่าพัสดุ นับถัดจากวันครบกำหนดตามสัญญาจนถึงวันที่ผู้ขาย ส่งมอบให้แก่ผู้ซื้อจนถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา

### 10. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้ขายต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มีมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบพัสดุภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่อง หรือขัดข้องผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดังเดิม ภายใน 10 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ