



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

งานว่าจ้างทำเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน โครงการบ้านป่าคา
ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย 1 แห่ง

1. ความเป็นมา

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านเป็นโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีขนาดไม่เกิน 200 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นการร่วมมือระหว่างราษฎรในพื้นที่และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) โดย ราษฎรจะจัดหาวัสดุที่ได้ในท้องถิ่น เช่น หิน ทราย และแรงงาน เพื่อก่อสร้างฝาย ท่อส่งน้ำ และอาคาร โรงไฟฟ้า โดย พพ. ดำเนินการจัดหางบประมาณจัดซื้อวัสดุสมทบ ซึ่งรวมทั้งเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ ทั้งนี้เพื่อให้ราษฎรในชนบทที่อยู่ห่างไกลจากสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้มีไฟฟ้าใช้ มีความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยในปีงบประมาณ 2559 พพ. ได้รับงบประมาณ เพื่อว่าจ้างทำงานว่าจ้างทำค่าเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับ หมู่บ้าน โครงการบ้านป่าคา ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

2. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้ประกอบการว่าจ้างทำ ค่าเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ของโครงการ ไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน โครงการบ้านป่าคา ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ขนาดกำลังผลิต 35 kW จำนวน 1 ชุด

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคลที่มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาจ้าง
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียน ชื่อไว้แล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทาง ราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้ามทำ สัญญาตามที่ กวพ กำหนด
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่ รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.6 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อว่าเป็นคู่สัญญาที่ไม่ได้แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดง บัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามประกาศคณะกรรมการป้องกันและปราบปราม การทุจริตแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำและแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายของโครงการที่บุคคลหรือ นิติบุคคลเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2554

3.7 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาท คู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.8 ผู้เสนอราคาที่ได้รับการคัดเลือก และหากมีการทำสัญญาซึ่งมีมูลค่าตั้งแต่ 2,000,000 บาท (สองล้านบาท) ขึ้นไปกับกรมฯ ต้องจัดทำบัญชีแสดงรายรับรายจ่ายยื่นต่อกรมสรรพากร และปฏิบัติตามประกาศคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำและแสดงบัญชีรายการรับจ่ายของโครงการที่บุคคลหรือนิติบุคคลเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2554 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2554 และฉบับที่ 3) พ.ศ. 2555 และกรมสงวนสิทธิที่จะไม่ก่อนิติสัมพันธ์กับบุคคลหรือนิติบุคคลซึ่งได้มีการระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อว่าเป็นคู่สัญญาที่ไม่ได้แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ เว้นแต่บุคคลหรือนิติบุคคลนั้นจะได้แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายตามประกาศดังกล่าว หรือได้มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และมีการส่งเพิกถอนรายชื่อจากบัญชีดังกล่าวแล้ว

3.9 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้มีผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจไทย ซึ่งแล้วเสร็จตามระยะเวลาสัญญาในการผลิตเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ ขนาดกำลังผลิตต่อเครื่องไม่ต่ำกว่า 15 กิโลวัตต์

4. ขอบเขตของงานและข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค

งานว่าจ้างทำ ค่าเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน โครงการบ้านป่าคา ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

4.1 เครื่องกังหันน้ำพร้อมอุปกรณ์ เป็นเครื่องกังหันน้ำชนิด Turgo จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะและข้อกำหนดรายละเอียดการผลิตดังนี้

คุณลักษณะ

ลำดับ	รายละเอียด	โครงการบ้านป่าคา
1	Minimum Turbine Output (kW)	41
2	Net Head (m.)	30
3	Flow Rate (Lt/sec.)	200
4	Turbine speed (rpm)	500
5	Speed rise (rpm)	25 %
6	Penstock length (m.)	500
7	Number of runner	1
8	Type of turbine	Turgo

ข้อกำหนดรายละเอียดการผลิต

(1) โครงกังหันน้ำและฐาน (Casing and Base) ทำด้วยเหล็กเหนียว (JIS G 3101 SS41) หรือเทียบเท่า เชื่อมขึ้นรูป ยึดเข้าด้วยกันด้วยสลักเกลียว (Bolt and Nut) ใช้ O-ring กันน้ำรั่ว

(2) ใบกังหัน (Bucket) ทำด้วยเหล็ก ASTM-A743 CA6NM หรือเทียบเท่า หล่อขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีที่ไม่ก่อให้เกิด Bubble และรอย Crack ในเนื้อโลหะ เจียรแต่งผิวและเชื่อมติดเข้ากับจาน (Disc) ทำจากเหล็ก ASTM-A743 CA6NM หรือเทียบเท่า หลังจากเชื่อมเสร็จให้ทดสอบรอยเชื่อมโดยวิธี Liquid penetration test (PT) แล้วทำ Dynamic Balance พร้อมแนบผลการทำ Dynamic balance ในรายงานการตรวจสอบ การทดสอบ เครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(3) Needle ทำด้วยเหล็ก ASTM-A564 – XM25 หรือเทียบเท่า หล่อขึ้นรูปทั้งตัวหัวฉีดและแต่งผิวให้เรียบ แกนหัวฉีดทำจากเหล็ก St 45 หรือเทียบเท่า มี Bush ทำด้วย Bronze อย่างดี และมีซิลกันน้ำรั่วเป็นชนิดสำเร็จรูป รูปวงแหวน

(4) Nozzle ยึดติดกับ Flow Strengthened และ Nozzle Cap ทำด้วยเหล็ก ASTM-A743 CA6NM หรือเทียบเท่า

(5) ลูกปืน (Bearing) จะต้องเป็นแบบ Spherical Roller Bearing ชนิดใช้งานหนัก (Heavy Duty) พร้อม Casing โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบจารบีจำนวน 5 กิโลกรัม ต่อโครงการ

(6) ซีล (Seal) ใช้ป้องกันน้ำรั่วระหว่างเพลากับเสื้อของกังหันน้ำ เป็นชนิด Mechanical Seal

(7) เปลา (Shaft) ทำด้วยเหล็กผสมโครเมียม-โมลิบดีนัม (JIS G 4105 SCM 4) หรือเทียบเท่า

(8) พูลเลย์ (Pulley) ใช้ต่อระหว่าง Turbine Shaft และ Flywheel เป็นยี่ห้อเดียวกับสายพาน

(9) สายพานเป็นชนิดหน้าตัด C ยี่ห้อ SKF หรือ เทียบเท่า

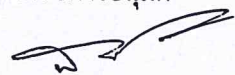
(10) ล้อช่วยแรงและฝาครอบ (Flywheel & Flywheel Guard) ล้อช่วยแรงมีขนาดและน้ำหนักเพียงพอที่จะทำให้ Speed rise ไม่เกิน 25 % ทำด้วยเหล็กเหนียวหล่อหรือเหล็ก JIS G 3101 SS41 ผ่านการทำ Dynamic balance พร้อมแนบผลการทำ Dynamic balance ในรายงานการตรวจสอบและทดสอบ เครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฝาครอบทำจากเหล็กแผ่นเชื่อมประกอบขึ้นรูป ยึดด้วยสลักเกลียว (Bolt) เข้ากับฐานแท่นเครื่อง

(11) ข้อต่อเพลา (Shaft Coupling) ใช้ต่อระหว่าง Flywheel Shaft และ Generator shaft เป็นชนิด Flexible coupling JIS B-1452 โดยมีขนาดที่เหมาะสมและสามารถทนแรงบิดได้เป็นอย่างดี

(12) ข้อต่อซ่อมบำรุง (Dismantling Joint) เป็นชนิด Telescopic และ Double Flanged Type ขึ้นแน่นด้วย Tie Bolt เป็นยี่ห้อเดียวกับวาล์ว

(13) มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) เป็นชนิด Bourdon Tube ขนาดหน้าปัด 100 มิลลิเมตร พร้อมวาล์วไล่ลม และมีสเกลของมาตรวัดความดัน เหมาะสมกับช่วงใช้งาน เป็นชนิดที่มีน้ำมันกรีเซอร์ลิน เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนของเข็ม ติดตั้ง ณ ตำแหน่งท่อส่งน้ำ (Penstock) ในโรงไฟฟ้า 1 ชุด และขนาดหน้าปัดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร สำหรับวัดความดันของ Hydraulic Oil Pressure 1 ชุด

(14) ฐานแท่นเครื่อง (Base plates) เป็นเหล็กรูปพรรณเชื่อมเข้ากับเหล็กแผ่นหนาอย่างมั่นคง แข็งแรง และมีขนาดกว้างเพียงพอต่อการวางเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวบนฐานแท่นเครื่อง พร้อมทั้งจัดหา J-bolt สำหรับยึดฐานแท่นเครื่องเข้ากับโรงไฟฟ้าและลิ้มสำหรับปรับระดับแท่นเครื่อง ตามจำนวนที่ปรากฏในแบบที่ได้รับการอนุมัติ



(15) ป้ายชื่อ (Name plate) ทำด้วยโลหะติดไว้เครื่องกังหันน้ำแรงรายละเอียด ดังนี้

- ชื่อโครงการ
- ชนิดของเครื่องกังหันน้ำ
- หัวน้ำสุทธิ (m)
- อัตราการไหลของน้ำ (m³/s)
- กำลังของเครื่องกังหันน้ำ (kW)
- วัน เดือน ปี ที่ผลิต

(16) การทาสี

เครื่องกังหันน้ำพร้อมอุปกรณ์ด้านนอก (ยกเว้นใบพัด) จะต้องพ่นสีกันสนิม 2 ชั้น และทาสีผิวอีก 2 ชั้น ส่วนด้านในที่ถูกน้ำจะต้องทาสี Coal-tar Epoxy 2 ชั้น ทับสีกันสนิม 2 ชั้น

(17) การเชื่อมและการแต่งผิว

เนื่องจากเครื่องกังหันน้ำต้องการความละเอียดในการผลิต ดังนั้นจะต้องทำด้วยความประณีต ใบกังหัน (Runner) จะต้องแต่งผิวให้เรียบ

(18) การประกอบติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องประกอบติดตั้งเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ บนฐานเหล็กเดียวกัน ค่าระดับ, Alignment ต่างๆ จะต้องอยู่ในพิภักัดงานติดตั้งที่ดี

(19) การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบหมุนเครื่องกังหันน้ำด้วยความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 200 rpm เพื่อทดสอบดูว่า Moving Parts ได้รับการติดตั้งอยู่ในพิภักัดที่ดี ไม่มีการสั่นสะเทือน หรือเสียงที่ผิดปกติใดๆ

รูปแบบและขนาดที่กำหนดไว้ในแบบตั้งแนบเป็นเพียงแบบตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบ และรายการคำนวณให้ พพ. พิจารณานุมัติก่อนดำเนินการ

4.2 วาล์ว (Inlet Valve) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด Butterfly Valve (PN10)
- เป็นชนิด Triple Offset Metal Seat Butterfly Valve
- Body Seat ทำด้วย Stainless
- Disc Seat เป็นแบบ Laminate Seated (Stainless & Graphite)
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 mm.
- แรงดันทดสอบ
 - Valve Body: 20kg/cm²
 - Leakage: 10 kg/cm² ไม่มีรั่ว
- ระบบการเปิดประตูน้ำเป็น Hydraulic Hand Pump 2 ก้านโยกพร้อมอุปกรณ์ครบชุด
- ระบบการปิดประตูน้ำเป็นแบบตุ้มน้ำหนักถ่วง (Counter Weight) สามารถใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมได้ โดยกรณีเกิดการผิดปกติทางไฟฟ้าจะต้องมี Solenoid Valve เป็นตัวตัดวงจรน้ำมัน เพื่อปิดประตูน้ำ
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบและทดสอบชิ้นส่วน ตามรายการต่อไปนี้
 - การตรวจสอบขนาด (Dimension Check)
 - การตรวจสอบรอยเชื่อม (PT)
 - การทดสอบแรงดัน (Hydrostatic Test)

- การทดสอบการรั่ว (Leakage Test)

4.3 ตะแกรงครอบ Heater จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ตะแกรงครอบ Heater

- ทำด้วยเหล็กแผ่นมีรูสำหรับลมผ่านได้ดี
- ขนาดไม่น้อยกว่า 1x1x1 เมตร มีช่องระบายความร้อนให้ลมเข้าได้สะดวก
- มีอุปกรณ์ยึด Heater

(2) ขาเหล็กรองรับตะแกรงครอบ

- เป็นไปตามแบบแปลนแสดงรายละเอียดที่แนบมาด้วย
- ทำด้วยเหล็กฉาก 4 x 4 cm. หนา 3 mm.
- การทาสีขาเหล็กรองรับตะแกรงครอบ
 - จะต้องมีการเตรียมทำความสะอาดพื้นผิวให้เรียบ สะอาด ปราศจากสนิม ไขมัน และพื้นผิวต้องแห้ง
 - รองพื้นด้วยสีพื้นชนิด Zinc rich Primer 1 ครั้ง
 - สีทับหน้า (Finishing coat) ใช้ทาด้วยสี Coal-tar Epoxy 2 ครั้ง
 - เมื่อทำเสร็จสิ้นแล้ว สีจะต้องมีผิวแห้งและแข็ง ทนต่อการขูดขีด ทนน้ำมัน ทนไข และทนความชื้น

(3) Heater

- ขนาดและจำนวนให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- ใช้ติดตั้งกับถัง Heater เพื่อระบายความร้อนด้วยอากาศ
- สามารถถอดเปลี่ยน Heater ได้
- ผู้รับจ้างจะต้องต่อ Heater เป็นแบบ Star จำนวน 2 ชุด โดยใช้สวิตทองแดง และจะต้องเจาะรูสวิตทองแดงพร้อมจัดหาสกรูและนอตสำหรับเข้าสายไฟฟ้า

(4) การทดสอบ Heater

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบก่อนการส่งมอบ โดยจะต้องมีเจ้าหน้าที่ของ พพ. เข้าร่วมในการตรวจสอบและทดสอบด้วย และจะต้องทำการทดสอบดังนี้

- ตรวจสอบความเรียบร้อยของพื้นผิวตะแกรง
- ตรวจสอบการจัดวางอุปกรณ์ตามแบบ
- ตรวจสอบขนาดและมิติ
- ตรวจสอบความแข็งแรง และรอยเชื่อมของฐานรอง
- วัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่าง Heater กับตะแกรงครอบ ที่แรงดันทดสอบ 500 V.dc
- วัดค่าความต้านทานของ Heater ในแต่ละเฟส

ตารางที่ 1 รายละเอียดและขนาดของ Heater

ลำดับที่	โครงการ	รายละเอียดและจำนวน
1	โครงการบ้านป่าคา	ขนาด 230 V , 4 X 2 kW / ชุด ใช้งาน จำนวน 6 ชุด, อะไหล่ 2 ชุด รวม 8 ชุด

หมายเหตุ อะไหล่ Heater ใช้สำหรับงานติดตั้งและทดสอบ

4.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด พร้อมอะไหล่ชุดควบคุมแรงดันอัตโนมัติ (Automatic Voltage Regulator) สำหรับงานติดตั้ง จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ผลิตภัณฑ์

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตามมาตรฐานการผลิต และการทดสอบ ตามมาตรฐาน มอก., IEC, NEMA หรือเทียบเท่า

(2) ชนิด

- 3 phase 4 wire
- Alternating Current Synchronous Generator
- Horizontal Shaft
- Self Ventilated Type
- Brushless Excitation

(3) การใช้งานต่อเนื่อง

(4) ขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 50 kVA

(5) แรงดันไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย

(6) ความเร็วรอบ 1,500 rpm

(7) ความถี่ 50 Hz

(8) จำนวนขั้ว 4 ขั้ว

(9) Power factor 0.8 (lagging)

(10) Insulation Class F

(11) ตันกำลังเครื่องกังหันน้ำ

(12) ทิศทางทวนตามเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านเครื่องกังหันน้ำ

(13) ต่อขดลวดแบบ Star

(14) Runaway Speed Guarantees at 125% of Rated Speed

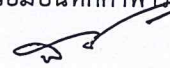
(15) อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) มีฟังก์ชันการปรับแรงดันอัตโนมัติ 1.5% มีระบบป้องกัน AVR ไม่ให้เสียหาย เนื่องจาก Under Speed และ Over Speed และสามารถสั่ง ON/OFF จากวงจรภายนอกได้ หากผู้รับจ้างจะย้าย AVR ไปติดตั้งไว้ในตู้ควบคุมไฟฟ้า จะต้องจัดทำ Terminal สำหรับเข้าสายไฟชุด AVR ภายใน Terminal Box ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เรียบร้อยด้วย

(16) การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใต้การตรวจสอบและอนุมัติของเจ้าหน้าที่ พพ. และต้องเสนอมาตรฐานและวิธีการทดสอบให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการทดสอบ โดยผู้รับจ้างจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบดังกล่าวทั้งสิ้น

- การทดสอบทางไฟฟ้า

- ทดสอบวัดค่าความต้านทานฉนวน พร้อมบันทึกค่า
- ทดสอบวัดค่าความต้านของขดลวด พร้อมบันทึกค่า
- ทดสอบเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ No-Load พร้อมบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ
- ทดสอบเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Full Load พร้อมบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ



- การทดสอบทางกล
 - ตรวจสอบขนาดและมิติ
 - ตรวจสอบความเรียบร้อยของสี
 - ตรวจสอบความแข็งแรงของสกรูยึดส่วนประกอบ
 - ตรวจสอบ Terminal Block และจุดต่อสาย

4.5 ตู้ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 ตู้เหล็ก ชนิดตั้งพื้น ติดตั้งภายในอาคาร มีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

- โครงของตู้เป็นเหล็กฉากพับ ขนาด 40 x 40 มม. หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. สามารถรับน้ำหนักของตู้และอุปกรณ์ในตู้ทั้งหมดได้
- อุปกรณ์เครื่องวัดเป็นแบบเข็มชี้ ชนิดติดตั้งกับตู้ควบคุมไฟฟ้า มีมุมการอ่านกว้าง 90° ขนาดหน้าปัด 96 x 96 มม. มีขีดแบ่งสเกล และตัวเลขเป็นสีดำบนแผ่นป้ายสีขาว
- ผนังตู้ด้านข้าง ด้านหลัง เป็นเหล็กแผ่น หนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม.
- บานประตู หลังคา และแผ่นด้านล่างเป็นเหล็กแผ่น หนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม.
- ฐานของตู้เป็นเหล็ก Channel
- การระบายอากาศ มีช่องระบายอากาศที่ผนังด้านข้างทั้งสอง ช่องระบายอากาศทุกช่อง ต้องบุด้วยตะแกรงรูปกลม ขนาด 4 มม. ด้านใน
 - ระบบล๊อคบานประตู ให้มีกุญแจสำหรับล๊อคประตูได้
 - บานประตูจะต้องมียางสำหรับ Seal ระหว่างบานประตูกับตู้ โดยยางจะต้องวางอยู่ในรางเหล็ก หรือมีการบังคับอย่างอื่น ที่ป้องกันไม่ให้ยางหลุด หรือเลื่อนไปจากแนวที่ Seal ได้โดยง่าย
 - ให้ทำช่องทางเข้า-ออกของสายไฟฟ้าที่แผ่นปิดพื้นด้านล่างของตู้
 - การทาสี
 - จะต้องมีการเตรียมทำความสะอาดพื้นผิวให้เรียบ สะอาด ปราศจากสนิม ไขมัน และพื้นผิวบวมแห้ง
 - รองพื้นด้วยสีพื้นชนิด Zinc rich primer 1 ครั้ง แล้วอบสีให้แห้ง
 - สีเคลือบ (Body Coat) ใช้สี Epoxy – raisin
 - สีทับหน้า (Finishing Coat) ใช้สี Polyurethane ทับหน้า 2 ครั้ง
 - เมื่อทำเสร็จแล้ว สีจะต้องมีผิวแห้งและแข็ง ทนต่อการขีดข่วน ทนน้ำมัน และทนความร้อน

รูปแบบและขนาดของตู้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของอุปกรณ์หากมีความจำเป็น แต่ต้องได้รับอนุมัติจาก พพ.

4.5.2 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- (1) Magnetic Contactor จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 Pole ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - Coil Voltage 220 V.
 - Auxiliary Contact 2 N/O + 2 N/C
 - พิกัดกระแสต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 75 A



- (2) Thermal Overload Relay จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 เฟส ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - สามารถปรับตั้งค่ากระแสได้
 - (3) AC Ammeter จำนวน 6 ชุด
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - ชนิดเข็มชี้ 90 องศา
 - Class 1.5
 - ย่านการวัด 0-100 A หรือเหมาะสมกับ CT 75/5A
 - (4) AC Voltmeter
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - ชนิดเข็มชี้ 90 องศา
 - Class 1.5
 - ย่านการวัด 0-500 V จำนวน 1 ชุด
 - ย่านการวัด 0-300 V จำนวน 6 ชุด
 - (5) Volt Selector Switch จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด Universal Cam Type
 - Rating 600 V, 2 A
 - 7 Position : R-S, S-T, T-R, OFF, R-N, S-N, T-N
 - (6) Frequency Meter จำนวน 1 ชุด
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - ชนิดเข็มชี้ 90 องศา หรือแบบสั่น
 - Class 1.5
 - ย่านการวัด 45-55 Hz
 - (7) Watt Meter จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 Phase 4 Wires, 380 V, 50 Hz
 - ชนิดเข็มชี้ 90 องศา
 - Class 1.5
 - ย่านการวัดเหมาะสมกับ CT 75/5A
 - (8) Kilowatt-hour Meter จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 Phase 4 Wires, 380 V, 50 Hz
 - 3 Element for Balanced Load and Unbalanced Load Type
 - (9) Current Transformer for Metering จำนวน 6 ชุด
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - ชนิด Ring Type, 1 Phase
 - Class 1.0
 - CT ratio 75/5 A
- 

- (10) No-fuse Circuit Breaker 3 Pole จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 Phase ใช้งานกับระบบแรงดัน 380/220 V 50 Hz
 - ขนาดกระแส Rated Current Interrupting Capacity 100 A
- (11) No-fuse Circuit Breaker 2 pole จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด Single Phase, 220 V
 - ขนาด 15 AT, 20 AF, 2.5 kA at 230 V
- (12) Hour Counter จำนวน 1 ชุด
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 220 V 50 Hz
 - ชนิดตัวเลข 4 หลัก และทศนิยม 1 ตำแหน่ง ไม่สามารถตั้งตัวเลขใหม่ได้
- (13) Protection Relay จำนวน 1 ชุด
 - ชนิด 3 phase 4 wire 380/220 V 50 Hz
 - หน้าที่ป้องกัน Over Voltage และ Under Voltage
 - Under Voltage 80-100 %
 - Over Voltage ตั้งค่าได้ 100-120 %
 - Auxiliary Contact 1 N/O + 1 N/C ขนาด 5A, 250 VAC
- (14) Illuminated Push Button Switch
 - ชนิด LED หัวเรียบ-กดเต็ง
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 220 V 50 Hz
 - Contact 1N/O+1N/C
 - สีแดงและสีเขียวอย่างละ 1 ชุด
- (15) Indicating Lamp
 - ชนิด LED
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 220 V 50 Hz
 - สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน อย่างละ 1 ชุด
- (16) Selector Switch
 - ชนิดโยกค้ำ
 - ใช้งานกับระบบแรงดัน 220 V 50 Hz
 - Contact N/O
- (17) Terminal Block
 - พิกัดแรงดัน 600 V
 - ชนิดติดตั้งบนราง
 - ใช้กับสายไฟฟ้าขนาด 2.5 mm²
 - จำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน พร้อม Spare จำนวน 5 ช่อง โดยจะต้องเข้าสายได้ไม่เกิน 2 เส้นต่อขั้ว
- (18) Space Heater จำนวน 1 ชุด
 - ชนิดใช้ในตู้สวิตช์บอร์ด พร้อม Thermostat ควบคุมอุณหภูมิในตัว



(19) Control Fuse หรือ breaker for Metering and Control Circuit

- ฐาน Fuse เป็นชนิดติดตั้งบนราง, Single Pole
- ขนาดและจำนวนเหมาะสมกับการใช้งาน พร้อมอะไหล่จำนวน 2 ชุด

(20) รางเดินสายไฟภายในตู้

- ชนิด PVC

(21) Incoming and Outgoing Cable Terminals

- พิกัดแรงดัน 600 V
- ชนิดติดตั้งบนราง
- ขนาดเหมาะสมกับสายไฟฟ้าที่ใช้
- จำนวนใช้งานอย่างน้อย 12 ช่อง พร้อม Spare จำนวน 3 ช่อง
- สามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของ Rated Current

(22) Name Plate

- ทำด้วยพลาสติก พื้นสีขาว ตัวหนังสือสีดำ

(23) วงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในตู้ประกอบด้วย

- หลอดไฟ 18 watts เปิด-ปิดด้วย Door Switch จำนวน 1 ชุด
- Outlet ขนาด 5A จำนวน 1 ชุด
- No fuse breaker ขนาด 10 A 220 V Single Phase จำนวน 1 ชุด

4.5.3 อุปกรณ์ประกอบสำหรับ Electronic Load Controller

อุปกรณ์สำหรับ Electronic Load Controller จะต้องถูกควบคุมด้วยระบบ Microprocessor/Microcontroller ซึ่งสามารถควบคุมกำลังผลิตได้อย่างเสถียรและมีความถูกต้องสูง ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

(1) Thyristor จำนวน 6 ชุด

- ชนิด SCR-Module
- ต้องมี Terminal สำหรับต่อวงจรไปใช้งานไว้ด้วย ตาม Diagram
- ติดตั้งบน Heat sink ขนาดที่เหมาะสมระบายความร้อนได้ดี
- พิกัดแรงดัน 600 V
- พิกัดกระแสต่อเนื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 150 A

(2) Power Fuses for Ballast load จำนวน 6 ชุด

- ชนิด HRC fuse พร้อมฐาน
- พิกัดแรงดัน 500 V
- พิกัดกระแสต่อเนื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 100 A

4.5.4 การติดตั้งอุปกรณ์และการเดินสายไฟภายในตู้แผงสวิทช์

- การติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องติดตั้งบนแผงด้านหน้าของตู้ และเดินสายควบคุมในรางเดินสายไฟฟ้าให้เรียบร้อย

- สายลงดินของ Meter และ Instrument Transformer ให้ต่อลงดินที่ Copper Ground Bus ของตู้ที่ติดตั้งไว้บริเวณด้านล่างของตู้เท่านั้น และสายดินของตู้เป็นสายทองแดงเปลือยขนาด 35 ตร.มม. ต่อจาก Ground Bus ลงดิน



- การเดินสายเมนให้เดินด้วยสาย THW ขนาด 16 ตร.มม. หรือเดินด้วย Bus ทองแดง หากเดินด้วย Bus ทองแดงจะต้องหุ้มด้วย Shirking Sleeves
- การเดินสายควบคุม (Control Wiring) ให้ใช้สาย Multi-stranded Copper Wire, PVC Insulated ขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตร.มม. และไม่น้อยกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับวงจร CT โดยสายควบคุมหรือสาย Metering ทุกจุดจะต้องปักสาย และต่อสายจาก Terminal Block ทุกครั้ง
- การเข้าสายกับ Terminal ของอุปกรณ์ต่างๆ และ Terminal Block ใช้ทางปลาเป็นชนิด Compression Type
- ขั้วสายทุกเส้นที่ต่อเข้าอุปกรณ์ หรือที่ปักสาย ให้ติด Wire Marker ชนิดพลาสติกแบบสวมในสาย แสดงหมายเลขหรือรหัสประจำขั้วสาย ซึ่งจะต้องตรงกับที่กำหนดใน Wiring Diagram

4.5.5 การทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบ ณ โรงงานของผู้รับจ้างก่อนส่งมอบ โดยมีเจ้าหน้าที่จาก พพ. ร่วมในการตรวจสอบและทดสอบดังกล่าวด้วย และจะต้องทำการทดสอบดังนี้

- ตรวจสอบขนาดและโครงสร้าง
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของพื้นผิวของตู้และสี
- ตรวจสอบการจัดวางอุปกรณ์ตามแบบ
- ตรวจสอบขนาดของสายและการเดินสายตามแบบ
- ตรวจสอบแผ่นป้ายชื่อตามแบบ
- ตรวจสอบการเข้าสายไฟที่ตัวอุปกรณ์ และ Terminal
- ตรวจสอบการปิด-เปิดบานประตู บานพับ ระบบล็อกต่างๆ
- ทดสอบวัดค่าความต้านทานฉนวน สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องทดสอบ

4.6 แผงอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการจ่ายไฟ (Electronic load Controller) จำนวน 1 ชุด พร้อมอะไหล่สำหรับงานติดตั้ง 1 ชุด มีลักษณะทั่วไปดังนี้

- ใช้จุดชนวน Gate ของ SCR DUAL MODULE เพื่อควบคุมแรงดันจ่ายให้กับ Ballast Load อัตโนมัติ
- การควบคุมโหลด ใช้การควบคุมแบบ PI หรือ PID Control
- จะต้องจัดหาชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Power Supply) ให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชุดนี้ โดยต้องมีค่า Capacity อย่างเพียงพอ
- Terminal ที่ต่อออกจากแผงควบคุมจะต้องเป็นแบบ Slot สามารถเสียบทุกขั้วได้ในคราวเดียวกัน

4.7 อุปกรณ์ประกอบสำหรับการติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานติดตั้ง มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ

- (1) ลวดเชื่อม LB 55 จำนวน 1 ก้อน
- (2) แผ่น shim ทองเหลือง ความหนา 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.5 mm อย่างละ 1 แผ่น ขนาดอย่างน้อย 40 x 60 cm.

อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้า

- (1) Power Cable
 - ชนิด NYY 4 core ขนาดแรงดัน 750 V
 - ขนาด 25 mm² ความยาว 30 เมตร
- (2) Control Cable
 - ชนิด VSF ขนาด 2.5 mm² ความยาว 100 เมตร
- (3) ทางปลาสำหรับสาย Power Cable
 - ชนิด Compression Type แบบวงแหวนกลม
 - ใช้กับสายไฟ NYY ขนาด 25 mm² จำนวน 30 ตัว
- (4) ทางปลาสำหรับสายดิน
 - ชนิด Compression Type แบบวงแหวนกลม
 - ขนาด 35 mm² จำนวน 10 ตัว
- (5) ทางปลาสำหรับ Control Cable
 - ใช้กับสายไฟฟ้า VSF ขนาด 2.5 mm²
 - ทางปลากลมแบบย้าหุ้ม จำนวน 20 ตัว
 - ทางปลาแฉกแบบย้าหุ้ม จำนวน 20 ตัว
 - ทางปลาหัวเสียบตัวเมีย รุ่นแบนหุ้ม จำนวน 10 ตัว
 - ทางปลาหัวเสียบตัวผู้ รุ่นแบนหุ้ม จำนวน 10 ตัว
 - ทางปลาหัวเสียบก้านไม้ขีด ชนิดหุ้ม จำนวน 10 ตัว
 - ข้อต่อสายแบบย้าหุ้ม จำนวน 20 ตัว
- (6) ท่อร้อยสายไฟฟ้า
 - ชนิด PVC ขนาด 1 นิ้ว ความยาวท่อนละ 6 เมตร จำนวน 5 ท่อน
 - ข้อต่อตรง สำหรับท่อ 1 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้น
 - ข้องอ 90 องศา สำหรับท่อ 1 นิ้ว จำนวน 10 ชิ้น
 - ข้อต่อ 3 ทาง สำหรับท่อ 1 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้น

5. เอกสารประกอบการเสนอราคา

- 5.1 เอกสารรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล
- 5.2 หนังสือรับรองผลงานตามข้อ 3.9
- 5.3 เอกสาร Catalogue ระบุยี่ห้อ และรุ่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 5.4 เอกสารรับรองจากโรงงานหล่อโลหะ ซึ่งลงนามโดยกรรมการผู้จัดการ ระบุว่าสามารถหล่อใบเครื่องกังหันน้ำด้วยโลหะ เกรด ASTM-A743 CA6NM ได้ และจะเป็นผู้รับผิดชอบในการหล่อใบเครื่องกังหันน้ำให้ผู้เสนอราคา ทั้งนี้จะต้องแนบผลงานการหล่อใบเครื่องกังหันน้ำมาพร้อมเอกสารรับรองจากโรงงานหล่อโลหะ
- 5.5 เอกสารรับรองจากโรงงานผลิตแผงควบคุม Electronic Load Controller ฉบับจริงซึ่งลงนามโดยกรรมการผู้จัดการ ระบุว่าสามารถผลิต Electronic Load Controller ที่ควบคุมโดย Microcontroller หรือ Microprocessor ได้ และจะเป็นผู้รับผิดชอบในการผลิตแผงควบคุมให้ผู้เสนอราคา ทั้งนี้โรงงานผลิตจะต้องมีผลงานที่เคยใช้ระบบควบคุมนี้กับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ โดยแนบเอกสารรับรองจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.6 เอกสาร Catalogue ระบุยี่ห้อ รุ่น ของ วาล์ว ข้อต่อซ่อมบำรุง
- 5.7 เอกสาร Catalogue ระบุยี่ห้อ รุ่น ของ Pulley และสายพาน

6. งานเอกสารที่ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ

6.1 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ แผนงาน แบบ รายการคำนวณ และแบบฟอร์มการทดสอบเครื่องกังหันน้ำ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ให้ พพ. พิจารณานุมัติ ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

6.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำรายงาน การตรวจสอบ การทดสอบเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ พร้อมแนบภาพถ่ายประกอบ และ As-Built Drawing ให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวน 3 ชุด ตัวจริง 1 ชุด สำเนา 1 ชุด และ อิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ 1 ชุด ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

7. งบประมาณ

วงเงินงบประมาณรวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1,630,000.- บาท

8. ระยะเวลาดำเนินการ

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ภายใน 240 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา ณ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน หลังมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

9. การจ่ายเงิน

งวดที่ 1 ร้อยละ 15 ของวงเงินตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ส่งมอบวาล์ว และคณะกรรมการตรวจรับได้ตรวจรับสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

งวดที่ 2 ร้อยละ 15 ของวงเงินตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ส่งมอบตู้ควบคุมไฟฟ้า แผงควบคุมการจ่ายไฟ ชุด Heater และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง และคณะกรรมการตรวจรับได้ตรวจรับสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

งวดที่ 3 ร้อยละ 15 ของวงเงินตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ส่งมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และคณะกรรมการตรวจรับได้ตรวจรับสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

งวดที่ 4 (งวดสุดท้าย) ร้อยละ 55 ของวงเงินตามสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ดำเนินการประกอบและส่งมอบเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมทดสอบแล้วเสร็จ และส่งมอบอุปกรณ์ ทั้งหมดครบถ้วนตามสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับได้ตรวจรับสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

ทั้งนี้ งวดที่ 1 งวดที่ 2 และงวดที่ 3 ผู้รับจ้างสามารถเบิกเงินงวดใดก่อนก็ได้โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับ

10. กำหนดยี่นราคาและระยะเวลารับประกันผลงาน

- ผู้เสนอราคาจะต้องกำหนดยี่นราคาไม่น้อยกว่า 120 วัน
- วัสดุอุปกรณ์ และอะไหล่ที่จะส่งมอบให้แก่ พพ. จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นของใหม่ยังไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน โดยผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายของชิ้นงาน และการเกิดการชำรุดบกพร่องอันเนื่องมาจากการดำเนินการของผู้รับจ้างที่ขาดคุณภาพ หรือใช้วัสดุไม่ดีพอในการสร้างชิ้นงาน เป็นระยะเวลา 1 ปี นับถัดจากวันที่กรมได้ตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย

11. การสงวนสิทธิ์

13.1 ปริมาณงานและรายละเอียดข้อมูลต่างอุปกรณ์อื่นใด แม้มิได้ระบุไว้ในรายละเอียดทางเทคนิค แต่มีความจำเป็นในการติดตั้งหรือการใช้งาน เพื่อให้เครื่องกังหันน้ำพร้อมอุปกรณ์ประกอบใช้งานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหรือจัดทำอุปกรณ์เหล่านั้นให้แก่ พพ. โดยผู้รับจ้างไม่สามารถนำมากล่าวอ้างขอเพิ่มวงเงินหรือระยะเวลาตามที่ระบุในสัญญาได้

-----