

กปภ.03-2558

มาตรฐานงานระบบ  
เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

- หมวด ก คุณสมบัติเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- หมวด ข การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- หมวด ค การตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำ  
และเครื่องต้นกำลัง

## คำนำ

การประปาส่วนภูมิภาค โดยสายงานรองผู้ว่าการ(วิชาการ) ได้จัดทำมาตรฐานงานก่อสร้าง กปก.01-2550 กปก.02-2550 กปก.03-2545 กปก.04-2545 กปก.05-2545 และแบบมาตรฐานประกอบ งานก่อสร้าง ปี 2550 โดยได้ประกาศใช้มาตั้งแต่ ปี 2545 และปี 2550 บางส่วนจนถึงปัจจุบัน นับเป็น เวลานานที่ใช้มาตรฐานงานก่อสร้างและแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างดังกล่าว

หน่วยงานในสายงานรองผู้ว่าการ(วิชาการ) จึงมีความเห็นตรงกันว่าถึงเวลาอันสมควรที่จะ ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างทั้ง 5 หมวด และปรับปรุงแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างไปในคราว เดียวกัน จึงได้เสนอเรื่องดังกล่าวตามสายงานโดยผู้ว่าการการประปาส่วนภูมิภาค ได้มีคำสั่งแต่งตั้ง คณะทำงานขึ้น 1 ชุด จำนวน 16 ท่าน และได้แต่งตั้งคณะทำงานชุดย่อยจำนวน 6 ชุด รวม 54 ท่าน เพื่อดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างให้เสร็จลุล่วงไป ตามวัตถุประสงค์

บัดนี้ คณะทำงานฯ ได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างเดิม พร้อมจัดทำ แบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างแล้วเสร็จ ดังนี้

1. กปก.01 : มาตรฐานงานก่อสร้างทั่วไป
2. กปก.02 : มาตรฐานงานวางท่อทั่วไป
3. กปก.03 : มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำ และเครื่องต้นกำลัง
4. กปก.04 : มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า
5. กปก.05 : มาตรฐานงานระบบจ่ายสารเคมี
6. แบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง

คณะทำงานฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานงานก่อสร้างทั้ง 5 หมวด และแบบมาตรฐาน ประกอบงานก่อสร้างนี้จะสามารถเป็นแนวทางหรือเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในสายงานการประปาส่วนภูมิภาคและหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้งานก่อสร้างในหมวดต่างๆ สามารถ ก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล ทั้งนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดในเอกสารทั้ง 5 หมวด และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างดังกล่าว คณะทำงานฯ ต้องขออภัยและขอน้อมรับไว้เพื่อทำการ ปรับปรุงในคราวต่อไป

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง  
และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง

**รายชื่อคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ตามคำสั่งการประกาศส่วนภูมิภาคที่ 658/2557 สั่ง ณ วันที่ 30 เมษายน 2557**

---

นายเกียรติชัย	ประมุลมาก	ผู้ช่วยผู้ว่าการ(วิชาการ)	ประธานคณะกรรมการ
นางสาวสุวิมล	ผดุงธนมงคล	ผู้อำนวยการการประกาศส่วนภูมิภาคเขต 4	รองประธานคณะกรรมการ
นายวุฒินันท์	โพธิ์ทองนาค	ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายทวีวัฒน์	นิมรพันธุ์	ผู้อำนวยการฝ่ายควบคุมการก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายสมบุรณ์	หาญสกุลดี	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะกรรมการ
นายพรพิชัย	อำไพ	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะกรรมการ
นายอนุวัฒน์	เนตรขำ	ผู้อำนวยการกองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายปภิต	ภาคธรรม	ผู้อำนวยการกองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายภูชัย	สัปปพันธ์	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะกรรมการ
นายวาทินชัย	อิมเอม	ผู้อำนวยการกองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ	คณะกรรมการ
นายเชษฐา	ชูชาญ	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ	คณะกรรมการ
นายชัยฤทธิ์	จุสกุลจิตร	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ	คณะกรรมการ
เรือโท ประจักษ์	จิตรีพิทย์	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ	คณะกรรมการ
นายนาวิน	วิริยะโยธิน	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 3	คณะกรรมการ
นายสุวิทย์	เหลือรัชพันธุ์	ผู้อำนวยการกองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

รายชื่อคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ชุดย่อยที่ 1 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปก.01 งานก่อสร้างทั่วไป  
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

---

นายภูชัย	สัปปพันธ์	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 1	ประธานคณะกรรมการ
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1	คณะกรรมการ
นายปริญญา	ยันตพร	สถานี 9 รักษาการหัวหน้างานสถาปัตยกรรม 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะกรรมการ
นายชาติรี	เรืองธันต์รักษ์	หัวหน้างานวิศวกรรมโครงสร้าง กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายนาวิน	วิริยะโยธิน	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 3 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะกรรมการ
นายประยูร	ศิรธนาสวัสดิ์	หัวหน้างานโครงการก่อสร้าง 1 กองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	คณะกรรมการ
นายณัฐกานต์	ช่วงชิง	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 2 กองควบคุมการก่อสร้าง 3	คณะกรรมการ
นายวิชัย	จันทร์ไทย	หัวหน้างานประมาณราคาโยธาและสถาปัตยกรรม กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายจักรี	บุญสว่าง	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายทรงวุฒิ	สุวรรณศิริกุล	หัวหน้างานมาตรฐานระบบประปา กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง**  
**ชุดย่อยที่ 2 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.02 งานวางท่อทั่วไป**  
**ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557**

นายบุญส่ง	ศรีวิเชียร	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 3	ประธานคณะกรรมการ
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	คณะกรรมการ
นายสิงห์ชัย	อินทพิชัย	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4	คณะกรรมการ
นายนพดล	เฉลิมชัยรัตนกุล	หัวหน้างานออกแบบระบบท่อ 2 กองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะกรรมการ
นายอมร	กระจายศรี	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 4 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะกรรมการ
นายพลภัทร	ภาพิรนนท์	หัวหน้างานประมาณราคาระบบท่อประปา 1 กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายสุรเดช	โพธินามทอง	หัวหน้างานบริหารโครงการ 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะกรรมการ
นายวัฒนา	จิตจำรัส	หัวหน้างานทดสอบผลิตภัณฑ์ท่อและอุปกรณ์ กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายชาญชัย	หวังกิจวรกานต์	หัวหน้างานบริการและควบคุมน้ำสูญเสีย 1 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาชลบุรี	คณะกรรมการ
นายภาษิต	พินลำ	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 1 กองควบคุมการก่อสร้าง 3	คณะกรรมการ
นายณฐนน	มีสุวรรณ	วิศวกร 6 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ชุดย่อยที่ 3 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.03 งานติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง  
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั ง ๓ วั นที่ 12 กั นยายน 2557**

---

นายอนุวัฒน์ เนตรขำ	ผู้อำนวยการกองออกแบบวิศวกรรม	ประธานคณะกรรมการ
นายพงศ์เสถียร การะยะ	หัวหน้างานทดสอบระบบเครื่องกล กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายชูษณะ นิลกำแหง	หัวหน้างานวิศวกรรมเครื่องกล กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายธงชัย แสงเจือ	หัวหน้างานประมาณราคาเครื่องกลและไฟฟ้า กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายสุทธิศักดิ์ ศรีหอม	หัวหน้างานบำรุงรักษา กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 2	คณะกรรมการ
นายไพบูลย์ พลอยหิน	นายช่างเครื่องกล 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายสัจจพงศ์ ร่วมจิต	วิศวกร 5 กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1	คณะกรรมการ
นายณรงค์ศักดิ์ แก้วเขียว	วิศวกร 5 กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 3	คณะกรรมการ
นายพุทธพงษ์ บุญเกิด	วิศวกร 4 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายภิญโญ งามชาติตระกูล	หัวหน้างานผลิตภัณฑ์ท่อและครุภัณฑ์ กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง**  
**ชุดย่อยที่ 4 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปก.04 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า**  
**ตามคำสั่งการประสานภูมิภาคที่ 1290/2557 สั ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557**

นายเจษฎา	ชูชาญ	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประสานภูมิภาคเขต 1	ประธานคณะกรรมการ
นายวณิชย์	อิมเอม	ผู้อำนวยการกองเทคนิคก่อสร้าง กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายบุญเลิศ	เกษร	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประสานภูมิภาคเขต 10	คณะกรรมการ
นายทรงพล	พนาธิกุล	หัวหน้างานเทคโนโลยีควบคุมผลิต กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประสานภูมิภาคเขต 7	คณะกรรมการ
นายไพศาล	มากเจริญ	หัวหน้างานวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุม กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายวรรณภพ	ทองขาว	หัวหน้างานทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายจิรศักดิ์	ชาวคำ	วิศวกร 6 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายสุรศักดิ์	สระมีมัด	วิศวกร 5 กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายชยกฤติ	กลางกลาง	ช่างไฟฟ้า 4 กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
น.ส.เนตรชนก	ทรัพย์มณี	วิศวกร 4 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายทวีศักดิ์	ขุนแขวง	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ชุดย่อยที่ 5 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.05 งานติดตั้งเครื่องจ่ายสารเคมี  
ตามคำสั่งการประสานภูมิภาคที่ 1290/2557 สั ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557**

นายวิธร	มาเอียด	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประสานภูมิภาคเขต 9	ประธานคณะกรรมการ
นายประเสริฐ	มุดาสา	ผู้อำนวยการกองฝึกอบรมภูมิภาค 3 กองฝึกอบรมภูมิภาค 3	คณะกรรมการ
น.ส.รัตนา	พลอิสริยะกุล	หัวหน้างานสารสนเทศคุณภาพน้ำ กองควบคุมคุณภาพน้ำ	คณะกรรมการ
นายธงชัย	แสงเจือ	หัวหน้างานประมาณราคาเครื่องกลและไฟฟ้า กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายภิญโญ	งามชาติตระกูล	หัวหน้างานผลิตภัณฑ์ท่อและครุภัณฑ์ กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายไพบูลย์	พลอยหิน	นายช่างเครื่องกล 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายอารีย์	หมัดนิกร	วิศวกร 5 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายณัฐศาสตร์	ทีทองแดง	วิศวกร 5 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
น.ส.ธาวดี	ธีระวิภาค	วิศวกร 4 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายจีรวัฒน์	มุกดา	วิศวกร 7 รักษาการหัวหน้างานบำรุงรักษา กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประสานภูมิภาคเขต 9	คณะกรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ชุดย่อยที่ 6 ปรับปรุงแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง  
ตามคำสั่งการประสานภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

---

นายสุวิทย์	เหลืองรัชพันธุ์	ผู้อำนวยการกองมาตรฐานวิศวกรรม	ประธานคณะกรรมการ
นายพรพิชัย	อำไพ	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะกรรมการ
นายทรงธรรม	สุวรรณศิริกุล	หัวหน้างานออกแบบระบบท่อ 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะกรรมการ
นายสุธี	สุทธิสุนทร	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 1 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะกรรมการ
นายวิชัย	จันทร์ไทย	หัวหน้างานประมาณราคาโยธาและสถาปัตยกรรม กองประมาณราคา	คณะกรรมการ
นายชาญชัย	หวังกิจวรกานต์	หัวหน้างานบริการและควบคุมน้ำสูญเสีย 1 การประสานภูมิภาคสาขาชลบุรี	คณะกรรมการ
นายสืบสกุล	ศรีนาค	นายช่างโยธา 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะกรรมการ
นายภูชิต	โพนทัน	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการ
นายวิษณุพงศ์	ชำนาญศิลป์	วิศวกร 6 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะกรรมการและเลขานุการ

## สารบัญ

มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	1
ขอบข่าย .....	1
หมวด ก คุณสมบัติเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	2
1. เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (Turbine Pump) .....	2
1.1 คุณลักษณะ .....	2
1.2 โครงสร้าง .....	2
1.3 วัสดุ .....	4
1.4 ชุดขับเคลื่อน .....	4
1.5 อะไหล่ .....	4
2. เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (Split Case Centrifugal Pump) .....	7
2.1 คุณลักษณะ .....	7
2.2 โครงสร้าง .....	7
2.3 วัสดุ .....	9
2.4 อะไหล่ .....	9
3. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (Single Suction Centrifugal Pump) .....	11
3.1 คุณลักษณะ .....	11
3.2 โครงสร้าง .....	12
3.3 วัสดุ .....	13
3.4 อะไหล่ .....	13
4. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (Multi-Stage Centrifugal Pump) .....	15
4.1 คุณลักษณะ .....	15
4.2 โครงสร้าง .....	15
4.3 วัสดุ .....	16
4.4 อะไหล่ .....	16

## สารบัญ (ต่อ)

5. เครื่องสูบน้ำแบบแช่ (Submersible Centrifugal Pump).....	19
5.1 คุณลักษณะ.....	19
5.2 โครงสร้าง .....	19
5.3 วัสดุ.....	21
6. เครื่องสูบน้ำบาดาลแบบแช่ (Submersible Deep Well Pump) .....	23
6.1 คุณลักษณะ.....	23
6.2 โครงสร้าง .....	23
6.3 วัสดุ.....	24
7. เครื่องยนต์ดีเซล .....	26
7.1 คุณลักษณะ.....	26
7.2 อุปกรณ์แสดงสภาพเครื่องยนต์ .....	26
7.3 อุปกรณ์ประกอบ.....	27
7.4 ระบบป้องกันเครื่องยนต์เสียหาย .....	27
7.5 ระบบไฟฟ้าของเครื่องยนต์ .....	27
7.6 เครื่องมือประจำเครื่อง.....	27
7.7 อะไหล่.....	28
8. มอเตอร์ไฟฟ้า.....	28
หมวด ข การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	29
1. ขั้นตอนการดำเนินการก่อนติดตั้ง.....	29
1.1 เอกสารขอความเห็นชอบการใช้เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	29
1.2 แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณ .....	29
1.3 เอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	30
1.4 การขนส่งและการจัดเก็บ .....	30
2. อุปกรณ์ประกอบงานติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	30
2.1 ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	30
2.2 ฐานคอนกรีต .....	31
2.3 อุปกรณ์ทางคูด .....	31

## สารบัญ (ต่อ)

2.4	ข้อต่อส่งกำลัง.....	32
2.5	เกจวัดความดัน.....	32
2.6	หัววัดการสิ้นสะท้อนและชุดแสดงผลสำหรับเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้า.....	33
2.7	ป้ายแสดงรายละเอียด (Name Plate).....	33
3.	การติดตั้ง.....	33
หมวด ค	การตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง.....	34
1.	เงื่อนไขการตรวจสอบและทดสอบ .....	34
2.	การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	35
3.	การทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง .....	35
4.	เกณฑ์การตัดสิน.....	40
5.	ความเสียหายในการดำเนินการ.....	41
6.	การจัดทำคู่มือการทำงาน การบำรุงรักษา และการฝึกอบรม .....	41
7.	การรับประกันและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ .....	42
8.	แบบแสดงการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing).....	42
	มาตรฐานอ้างอิง.....	46

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ .....	5-7
ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case .....	9-11
ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว .....	13-15
ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น .....	17-19
ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่ .....	21-23
ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ .....	24-26

# กปภ.03-2558

## มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

### ขอบข่าย

ข้อกำหนดต่อไปนี้เป็นใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่ใช้ในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ประกอบด้วย

- คุณสมบัติเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- การตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

สำหรับมาตรฐานอ้างอิงที่ปรากฏใน กปภ.03-2558 ฉบับนี้ หากมีการปรับปรุงหรือแก้ไขเพิ่มเติมประการใด ก่อนวันทำสัญญาให้ใช้มาตรฐานฉบับล่าสุดของมาตรฐานอ้างอิงประเภทนั้น ๆ

เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง รวมทั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ จะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน กปภ.03-2558 ฉบับนี้

ผู้รับจ้างจะเสนอมาตรฐานคุณภาพที่สูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานนี้ได้ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

# มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

## หมวด ก คุณสมบัติเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

### 1. เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (Turbine Pump )

#### 1.1 คุณลักษณะ

- 1.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)
- 1.1.2 ใบพัดแบบน้ำไหลผ่านใบพัดในแนวรัศมีหรือผสม (Radial or Mixed Flow Type)
- 1.1.3 หัวจ่ายแบบติดตั้งเหนือพื้นหรือใต้พื้น (Above or Underground Discharge Head Type)
- 1.1.4 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

#### 1.2 โครงสร้าง

##### 1.2.1 เรือนใบพัด (Casing Bowl)

- (1) การต่อกับท่อส่งให้ต่อแบบหน้างาน หรือแบบเกลียว
- (2) แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) แบบสวมอัด ถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (3) ร่องลื่นชนิดปลอก (Bush Bearing) ถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (4) ทางดูดเป็นปากกระชัง (Suction Bell) หรือกรงกันขยะ (Strainer)

##### 1.2.2 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage หรือ Multi-Stage
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

##### 1.2.3 ท่อส่ง (Discharge Column Pipe)

- (1) ความยาวท่อส่งแต่ละช่วงไม่เกิน 2.0 เมตร หรือตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า
- (2) ความเสียดทานในท่อส่งสูงสุดไม่เกินตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

1.2.4 หัวจ่าย (Discharge Head) หล่อเป็นชิ้นเดียวกันหรือประกอบขึ้นรูปตามมาตรฐานผู้ผลิต และต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ แบบหน้างาน

### 1.2.5 กันรั่วที่เพลลา (Shaft Seal) ของหัวจ่าย

- (1) กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั่ว
  - (2) กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic
- โดยกันรั่วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั่ว (Flushing for Shaft Seal) การเลือกใช้งานกันรั่วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น
- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
  - น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal)

### 1.2.6 เพลลาขับ (Line Shaft)

- (1) ขนาดและคุณสมบัติของเพลลาไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า
- (2) เพลลาขับมีความยาวแต่ละช่วงไม่เกิน 2.0 เมตร หรือตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า
- (3) ข้อต่อเพลลาขับ (Shaft Coupling) เป็นแบบ Rigid Coupling

### 1.2.7 รONGLIN (Bearing)

รONGLIN ส่วนปลายเพลลาขับด้านต้นกำลัง เป็นชนิดรONGLIN รับ Thrust Load เช่น Angular Contact Thrust Bearing โดยต้องมีความเหมาะสมกับ Load Capacity และ Maximum Down Thrust ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

1.2.8 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพลลาขับของเครื่องสูบน้ำ

- (1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นมีปลอกเพลลา
- (2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลา ก็ได้

### 1.2.9 การหล่อลื่น

- (1) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำที่สูบเป็นตัวหล่อลื่น (Self Water Lubricated) ให้ใช้เพลลาแบบเปลือย รONGLIN เพลลาขับทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Aluminium Bronze หรือ วัสดุสังเคราะห์ หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- (2) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำจากภายนอกเป็นตัวหล่อลื่น (Force Water Lubricated) ให้ใช้เพลลาที่มีปลอก (Shaft-Enclosing Tube) รONGLIN เพลลาขับทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

- (3) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมันเป็นตัวหล่อลื่น (Oil Lubricated) ให้ใช้เพลามีปลอก (Shaft Enclosing Tube) รองลื่นเพลาชั้บทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า และต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจเช็คระดับน้ำมันพร้อมชุดควบคุมการทำงาน เครื่องสูบน้ำ (สัญญาณเตือน และตัดการทำงานเครื่องสูบน้ำ) กรณีที่ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าที่กำหนด โดยอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ ตามมาตรฐาน ผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เป็นชนิด Food Grade เพลามีปลอก (Shaft-Enclosing Tube) ทำจากวัสดุ Stainless Steel 304 หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- การเลือกใช้งานการหล่อลื่น กรณีน้ำที่สูบเป็น
- น้ำดิบ ให้ใช้การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมัน (Oil Lubricated)
  - น้ำสะอาด ให้ใช้การหล่อลื่นแบบใช้น้ำ ( Self or Force Water Lubricated)
- หรือ การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมัน (Oil Lubricated)

### 1.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์

### 1.4 ชุดขับเคลื่อน

1.4.1 ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิดเพลที่ตั้งแบบเพลากวางหรือแบบเพลาดัน (Vertical Hollow or Solid Shaft Motor)

#### 1.4.2 ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

- (1) ผ่านชุดเกียร์ในแนวนอน ชุดเกียร์มีอุปกรณ์ป้องกันการหมุนกลับทาง การต่อส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับชุดเกียร์ แบบ Universal Coupling
- (2) เครื่องยนต์ดีเซลขับชุดเกียร์ชนิดขับได้สองทาง (Combination Gear Drive) คือแนวตั้ง ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพลที่ตั้ง และแนวนอนขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ชุดเกียร์มีอุปกรณ์ป้องกันการหมุนกลับทางและชุดคลัทช์ (Clutch) สำหรับตัดการส่งกำลังระหว่างชุดเกียร์กับมอเตอร์ไฟฟ้า การต่อส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับชุดเกียร์ แบบ Universal Coupling

### 1.5 อะไหล่

อะไหล่ต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

1.5.1 กันรั่วที่เพล่า แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

**ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
หัวจ่าย (Discharge Head)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
	Fabricated steel	A 283	1626-84	3601-74	G 3452
		A 36	1700 ST4-2		
API 5 L					
เรือนใบพัด (Casing Bowl)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless Steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581		
	1.4517				
	1.4593				

ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์โบ

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
		B - C 94300			
	B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2		
	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316L	1.4404	316 S 12	SUS 316L
		A - TYPE 316Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4138		
			1.4538		
		1.4470			
	1.4028				
เพลาขับ (Shaft)	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316L	1.4404	316 S 12	SUS 316L
		A - TYPE 316Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316Ti
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
			1.4122		

## ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless Steel	A - TYPE 304	1.4301	304 S 15	SUS 304
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316L	1.4404	316 S 12	SUS 316L
		A - TYPE 316Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
	1.4138				
ท่อส่ง (Column Pipe)	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
	Fabricated steel	A 283	1626-84	3601-74	G 3452
		A 53	1629-84	3602/1-78	G 3454
		API 5 L	1700 ST4-2		

## 2. เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (Split Case Centrifugal Pump)

### 2.1 คุณลักษณะ

- 2.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)
- 2.1.2 การส่งกำลังระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling
- 2.1.3 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

### 2.2 โครงสร้าง

2.2.1 ทางดูดและส่งของตัวเรือนหล่อเป็นชุดเดียวกัน สามารถถอดฝาครอบ (Upper Half Casing) ออกจากตัวเรือนส่วนล่าง (Lower Half Casing) และโครงสร้างตัวเรือนแบบ Single or Multi Stage

#### 2.2.2 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage ชนิด Double Suction หรือ Multi-Stage ชนิด Single Suction
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3

ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

2.2.3 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัด

2.2.4 เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัด ขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

2.2.5 ปลอกเพลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพลาเครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

- (1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นมีปลอกเพลา
- (2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลา ก็ได้

2.2.6 รองลื่น (Bearing)

- (1) เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวตั้ง (Vertical Split Case Centrifugal Pump) รองลื่นส่วนปลายเพลาขับเคลื่อนกำลังเป็นชนิดรองรับ Thrust Load เช่น Angular Contact Thrust Bearing โดยต้องมีความเหมาะสมกับ Load Capacity และ Maximum Down Thrust ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ และรองลื่นส่วนปลายเพลาอีกด้านเป็นชนิด Bush Bearing ทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือ Ceramic หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- (2) เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวนอน (Horizontal Split Case Centrifugal Pump) รองลื่นเป็นชนิด Anti-Friction Bearing

2.2.7 กันรั้วที่เพลา (Shaft Seal)

- (1) กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั้ว
- (2) กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

โดยกันรั้วที่เพลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั้ว (Flushing for Shaft Seal)

การเลือกใช้งานกันรั้วที่เพลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal)

2.2.8 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนรองลื่น

2.2.9 เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวตั้ง (Vertical Split Case Centrifugal Pump) และฐาน (Stool) สำหรับรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

### 2.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case

### 2.4 อะไหล่

อะไหล่ ต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

2.4.1 กันรั่วที่เพลลา แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.2 ไบพัตขนาดใหญ่มาก จำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

2.4.5 ปลอกเพลลา จำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)

### ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
A - Gr 70-50-05		GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500	
ไบพัต (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB1	
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	

**ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ใบพัด (Impeller)	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
			1.4517 1.4593		
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
	B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2		
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
		1.4028			
A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430		
A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434		
A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13		
A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14		
	1.4138				
	1.4538				
	1.4470				
	1.4028				

ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
เพลาชัป (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
	1.4122				
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
	1.4122				
	1.4138				

### 3. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (Single Suction Centrifugal Pump)

#### 3.1 คุณลักษณะ

3.1.1 คุณสมบัติทั่วไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน มอก.1434

3.1.2 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียวชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

3.1.3 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียวแบบ Back Pull Out

3.1.4 การส่งกำลังระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling (Spacer Type)

3.1.5 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

## 3.2 โครงสร้าง

### 3.2.1 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

### 3.2.2 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัดหรือใช้หมุดเกลียวขันยึด

3.2.3 เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัดขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

3.2.4 ปลอกเพลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพลาเครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

- (1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นมีปลอกเพลา
- (2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลา ก็ได้

### 3.2.5 รองลื่น (Bearing) เป็นชนิด Anti-friction Bearing

### 3.2.6 กันรั้วที่เพลา (Shaft Seal)

- (1) กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั้ว
- (2) กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

โดยกันรั้วที่เพลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั้ว (Flushing for Shaft Seal)

การเลือกใช้งานกันรั้วที่เพลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal)

### 3.2.7 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนรองลื่น

### 3.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงอุตสาหกรรม

### 3.4 อะไหล่

อะไหล่ต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

- 1.5.1 กันรั่วที่เพลลา แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน
- 1.5.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน
- 1.5.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน
- 1.5.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด
- 1.5.5 ปลอกเพลลา จำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)

**ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงอุตสาหกรรม**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
A - Gr 70-50-05		GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500	
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
	1.4517				
	1.4593				

ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงอุตสาหกรรม

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4138		
			1.4538		
	1.4470				
	1.4028				
เพลาชัป (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
			1.4122		

**ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
	1.4138				

#### 4. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (Multi-Stage Centrifugal Pump)

##### 4.1 คุณลักษณะ

4.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

4.1.2 การส่งกำลังระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling

4.1.3 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

##### 4.2 โครงสร้าง

###### 4.2.1 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)

(2) ใบพัดแบบ Multi-Stage

(3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

###### 4.2.2 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัด

4.2.3 เพลลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัดขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

4.2.4 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพลลาเครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

- (1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นมีปลอกเพลลา
- (2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลา ก็ได้

4.2.5 รองลื่น (Bearing) ส่วนปลายเพลลาทั้ง 2 ด้าน เป็นชนิด Anti-Friction Bearing และรองลื่นระหว่างใบพัด เป็นชนิด Bush Bearing ทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

#### 4.2.6 กันรั่วที่เพลลา (Shaft Seal)

- (1) กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั่ว
- (2) กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

โดยกันรั่วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั่ว (Flushing for Shaft Seal)

การเลือกใช้งานกันรั่วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal)

#### 4.2.7 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนรองลื่น

### 4.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น

#### 4.4 อะไหล่

อะไหล่ต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

4.4.1 กันรั่วที่เพลลาแบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

4.4.5 ปลอกเพลลาจำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)

**ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
A - Gr 70-50-05		GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500	
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
	1.4581	318 C 17			
	1.4517				
	1.4593				

ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4138		
			1.4538		
	1.4470				
	1.4028				
เพลาขับ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
			1.4122		

**ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
	1.4138				

**5. เครื่องสูบน้ำแบบแช่ (Submersible Centrifugal Pump)**

**5.1 คุณลักษณะ**

5.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบแช่ ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

5.1.2 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

**5.2 โครงสร้าง**

5.2.1 ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเป็นชุดเดียวกัน

5.2.2 เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้ามีชั้นคุณภาพการป้องกันตามมาตรฐาน IP 68 และสามารถทำงานในน้ำได้

5.2.3 การระบายความร้อนที่ตัวเรือนมอเตอร์และการเลือกใช้งานเครื่องสูบน้ำแบบแช่

5.2.3.1 การระบายความร้อนโดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่รอบๆตัวเรือนมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Direct Cool Motor)

การใช้งาน

- เครื่องสูบน้ำติดตั้งแบบ Wet Pit เท่านั้น
- ระดับน้ำต่ำสุดที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้ ต้องอยู่สูงกว่ามอเตอร์ เครื่องสูบน้ำตลอดเวลา และต้องไม่เกิด Vortex และ Cavitation ที่ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ
- สามารถใช้สูบน้ำสะอาด น้ำที่มีสารแขวนลอยและน้ำปนโคลนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของใบพัด

### 5.2.3.2 การระบายความร้อนโดยใช้เสื้อมอเตอร์ (Cooling Jacket) โดยแบ่งเป็น

- (1) การใช้น้ำที่สูบจากเครื่องสูบน้ำ ไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Pumped Cool (By-pass) Motor)
- (2) การใช้น้ำสะอาดจากแหล่งน้ำภายนอก ไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (External Water Cool Motor)
- (3) การใช้สารหล่อเย็นภายในเสื้อมอเตอร์ ไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Closed Loop Cool Motor)

#### การใช้งาน

- เครื่องสูบน้ำติดตั้งได้ทั้งแบบ Wet Pit และ Dry Pit
- ระดับน้ำต่ำสุดที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้ ต้องไม่เกิด Vortex และ Cavitation ที่ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ
- การระบายความร้อนตามข้อ 5.2.3.2 (1) ใช้สูบน้ำสะอาดเท่านั้น
- การระบายความร้อนตามข้อ 5.2.3.2 (2) และข้อ 5.2.3.2 (3) สามารถใช้สูบน้ำสะอาด น้ำที่มีสารแขวนลอยและน้ำปนโคลนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของใบพัด

### 5.2.4 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิดหรือเปิด (Enclosed Type or Opened Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ 6.3 ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905
- (4) ใบพัด Vortex มีหรือไม่มีแหวนตัวเรือนก็ได้

### 5.2.5 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัดหรือใช้หมุดเกลียวขันยึด

5.2.6 เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัดมีขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

### 5.2.7 รองลื่น (Bearing) เป็นชนิด Anti-Friction Bearing

5.2.8 สารหล่อลื่นและหล่อเย็นต้องมีคุณสมบัติสำหรับใช้งานกับเครื่องสูบน้ำแบบแช่ โดยเฉพาะ

5.2.9 กันรั่วที่เพลา (Shaft Seal) เป็นแบบเชิงกลไม่น้อยกว่าสองชั้น (Double Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

5.2.10 เครื่องสูบน้ำแบบแช่ต้องมีอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายประกอบด้วย Thermal Sensor , Leak and Moisture Detector พร้อมอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ (Monitoring Unit) ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณนี้จะติดตั้งที่ตู้ควบคุม เพื่อรับสัญญาณและเตือนเมื่อเครื่องสูบน้ำเกิดความเสียหาย

### 5.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่

**ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
A - Gr 70-50-05		GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500	
ใบพัด (Impeller)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
			1.4517		
			1.4593		

**ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
	Stainless steel	B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4138		
			1.4538		
			1.4470		
			1.4028		

**ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
เพลาชัฟต์ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
	1.4122				

**6. เครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ (Submersible Deep Well Pump)**

**6.1 คุณลักษณะ**

6.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

6.1.2 ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที

**6.2 โครงสร้าง**

6.2.1 ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเป็นชุดเดียวกัน

6.2.2 เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้ามีชั้นคุณภาพการป้องกันตามมาตรฐาน IP 68 และสามารถทำงานใต้น้ำได้

6.2.3 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด ( Enclosed Type)

(2) ใบพัดเป็นแบบ Single Stage หรือ Multi-Stage

6.2.4 เพลลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ ไม่เกิดการสั่นขณะใช้งาน

6.2.5 รวงลื่นชนิด Anti-Friction Bearing

6.2.6 เครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ต้องมีอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายประกอบด้วย

Thermal Sensor พร้อมอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ (Monitoring Unit) ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณนี้ จะติดตั้งที่ตู้ควบคุม เพื่อรับสัญญาณและเตือนเมื่อเครื่องสูบน้ำเกิดความเสียหาย

### 6.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตาม ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่

**ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Stainless steel	A - TYPE 304	1.4301	304 S 15	SUS 304
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A – TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A – TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B – C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
	B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2		
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
		1.4028		SUS 420 J2	
A – TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13		
A – TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14		
	1.4409				
	1.4581	318 C 17			
	1.4517				
	1.4593				

ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบำบัดบาดาลแบบแท่ง

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน				
		ASTM	DIN	BS	JIS	
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402	
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4		
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2		
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1		
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2		
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2		
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401		316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404		316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571		320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460			SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006		410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021		420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028			SUS 420 J2
		A - TYPE 430	1.4016		430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113		434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308		304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408		316 C 16	SCS 14
			1.4138			
	1.4538					
	1.4470					
	1.4028					

**ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบำบัดบาดแบบแช่**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
เพลาชัฟต์ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4462	318 S 13	SUS 329 J3L
	1.4122				
กรองกันขยะ (Strainer)	Stainless steel	A - TYPE 304	1.4301	304 S 15	SUS 304
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2

**7. เครื่องยนต์ดีเซล**

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำและอื่นๆ เป็นเครื่องยนต์ที่ให้กำลัง (Output Power) อย่างต่อเนื่อง (Continuous Rating) ตามมาตรฐาน DIN 6271, ISO 3046, BS 5514 หรือเทียบเท่า เครื่องยนต์มีคุณลักษณะและอุปกรณ์ประกอบดังนี้

**7.1 คุณลักษณะ**

7.1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

7.1.2 เป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ ผลิตภายใต้มาตรฐาน EURO IIIA หรือเทียบเท่า

7.1.3 สตาร์ทด้วยแบตเตอรี่

**7.2 อุปกรณ์แสดงสภาพเครื่องยนต์**

อุปกรณ์ที่ใช้วัดหรือแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์แบบอิเล็กทรอนิกส์หรือแบบทางกล ประกอบด้วย

7.2.1 แสดงแรงดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure Gauge)

7.2.2 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น (Oil Temperature Gauge)

7.2.3 แสดงความเร็วรอบ (Tachometer)

7.2.4 บันทึกชั่วโมงการทำงาน (Hour Counter Meter)

### 7.3 อุปกรณ์ประกอบ

7.3.1 ท่ออ่อนเหล็กปลอดสนิม (Flexible Stainless Steel) กันการสั่นสะเทือนชนิดหน้าจายาวประมาณ 0.30 เมตร ต่อระหว่างท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์และท่อไอเสีย

7.3.2 ท่อไอเสียและเก็บเสียง (Exhaust Silencer) ต้องลดความดังของเสียงเมื่อตรวจวัดที่ระยะห่างประมาณ 1 เมตร ไม่เกิน 120 เดซิเบล ขณะเครื่องยนต์ทำงานต่อเนื่องที่ความเร็ว 1,200-1,500 รอบต่อนาที

7.3.3 ถังน้ำมันเชื้อเพลิงประจำเครื่อง มีความจุสำหรับใช้งานเต็มกำลังไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ช่องเติมน้ำมันมีตะแกรงกรองที่ถอดทำความสะอาดได้ มีฝาปิดมิดชิด มีหลอดแก้วแสดงระดับน้ำมัน และมีท่อทางระบายน้ำมันล้นถัง พร้อมขาตั้งรองรับถังน้ำมัน ให้แนวศูนย์กลางของถังน้ำมันสูงประมาณระดับป้อมฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

7.3.4 เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป มีขนาดและคุณสมบัติตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่กับที่

### 7.4 ระบบป้องกันเครื่องยนต์เสียหาย

เครื่องยนต์ต้องมีระบบหยุดการทำงานอัตโนมัติ (Automatic Shut Down) ดังนี้

7.4.1 ความร้อนเครื่องยนต์สูงเกินปกติ

7.4.2 ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ

7.4.3 ความเร็วเครื่องสูงกว่ากำหนด

7.4.4 สายพานขับพัดลมระบายความร้อนขาด

7.4.5 น้ำมันในถังเก็บน้ำมันระดับต่ำกว่าที่กำหนด

### 7.5 ระบบไฟฟ้าของเครื่องยนต์ ประกอบด้วย

7.5.1 มอเตอร์สตาร์ท และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่

7.5.2 แบตเตอรี่ขนาดที่มีแอมป์ชั่วโมงเหมาะสมกับมอเตอร์สตาร์ทพร้อมสายไฟขนาดตามมาตรฐาน

7.5.3 แผงสวิทช์ควบคุมเครื่องยนต์ ประกอบด้วย

(1) สวิทช์สตาร์ท (Starter Switch)

(2) อุปกรณ์ตามข้อ 7.2

(3) สัญญาณเตือนเมื่อเกิดอาการตามข้อ 7.4

### 7.6 เครื่องมือประจำเครื่อง

7.6.1 ป้อมหมุนสูบน้ำมันโดยมีความยาวของท่อทางดูด ประมาณ 1.15 เมตร 1 ชุด

7.6.2 ประแจชุดสำหรับการถอดแก้ไข ตามชนิดของเครื่องยนต์ 1 ชุด

## 7.7 อะไหล่

7.7.1	ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	1 ชุด
7.7.2	ไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น	1 ชุด
7.7.3	ไส้กรองอากาศ	1 ชุด
7.7.4	สายพานพัดลม	1 ชุด
7.7.5	สายพานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่	1 ชุด
7.7.6	อะไหล่อื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต	1 ชุด

## 8. มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำและอื่นๆ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Rating) และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.04 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า ฉบับล่าสุด หรือรายการประกอบการจัดหาและติดตั้งงานไฟฟ้า

# มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

## หมวด ข การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ประกอบต่างๆ เพื่อติดตั้ง ปรับปรุงให้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน ทั้งนี้ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องซ่อมแซม เปลี่ยน ปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีและใช้งานได้

### 1. ขั้นตอนการดำเนินการก่อนติดตั้ง

#### 1.1 เอกสารขอความเห็นชอบการใช้เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารต้นฉบับแสดงรายละเอียดเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิด รุ่น ขนาด พิกัด มิติ สมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำรุ่นที่เสนอ (Performance Curve) รายการส่วนประกอบ วัสดุ และอื่นๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดหา

#### 1.2 แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณ

หลังจากได้รับความเห็นชอบการใช้เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) แสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง ประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น ขนาด มิติ ตำแหน่ง ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ระยะ แนววางท่อ ระดับ อุปกรณ์ประกอบ ระบบไฟฟ้า การประสานท่อและอื่นๆ รวมทั้งรายการคำนวณฐานคอนกรีต ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการ

ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบความถูกต้องของมิติ (Dimensions) และน้ำหนักของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ทั้งนี้ แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณฐานคอนกรีต จะต้องลงนามรับรอง โดยผู้รับจ้างและวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ระดับสามัญวิศวกร หรือ วุฒิวิศวกร

การตรวจสอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นเพียงการตรวจสอบความถูกต้องตรงกับหลักการออกแบบ (Design Concept) ตามมาตรฐานคุณภาพและแบบเท่านั้น การรับรองนี้ผู้รับจ้างไม่สามารถใช้เป็นข้ออ้างในกรณีที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ อีกทั้งผู้รับจ้าง ยังคงต้องรับผิดชอบในการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นต่างๆ แม้ไม่ได้ระบุลงในแบบก็ตามเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

### 1.3 เอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

หลังจากได้รับความเห็นชอบแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณฐานคอนกรีตแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดส่งเอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการขนส่ง ดังนี้

- (1) เอกสารผลทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำรุ่นที่เสนอ จากโรงงานผู้ผลิตหรือโรงงานประกอบที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิต
- (2) เอกสารต้นฉบับแสดงแหล่งผลิต (Certification of Origin) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามที่เสนอ
- (3) หลักฐานการนำเข้า (Invoice) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามที่เสนอ
- (4) ใบรับรองความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ของใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) จากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ (ยกเว้นเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่)
- (5) ใบรับรองผลการทดสอบวัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำตามที่กำหนด จากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ (ต้นฉบับ) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามที่เสนอ ดังนี้
  - ตัวเรือน ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength ของวัสดุ
  - ใบพัด ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength และส่วนประกอบทางเคมี ของวัสดุ
  - เพลาชับ ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength และส่วนประกอบทางเคมี ของวัสดุ

### 1.4 การขนส่งและการจัดเก็บ

หลังจากได้รับความเห็นชอบเอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งวันเวลาที่ จะดำเนินการจัดส่งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังไปยังสถานที่ติดตั้ง เพื่อป้องกันความเสียหาย และการเสื่อมสภาพ ผู้รับจ้างต้องหุ้มเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังด้วยวัสดุป้องกันความชื้น บรรจุในหีบห่อที่ทำเครื่องหมายแสดงรายละเอียด ชื่อของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ น้ำหนัก และปีที่ผลิต หีบห่อต้องแข็งแรง มีความเหมาะสมกับการยกขึ้นลงด้วยเครื่องจักรกล เช่น Forklift หรือ Crane ทั้งนี้ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ที่จัดเก็บในบริเวณสถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บภายในโรงเรือนที่ปลอดภัย ถ้าผู้รับจ้างจะเคลื่อนย้ายต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อน

## 2. อุปกรณ์ประกอบงานติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

### 2.1 ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังเป็นเหล็กเหนียวรูปตัวซี (Channel) หรือตัวไอ (I-Beam) มีขนาดเพียงพอรับแรงโดยไม่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเกินกำหนดเมื่อเดินเครื่องอันจะเป็นเหตุให้ตัวเครื่อง และเครื่องควบคุมชำรุด เสียหาย สกรูฝังในฐานคอนกรีตยึดฐานเหล็กต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของจำนวนสกรูยึดฐานเครื่อง และหรือมีระยะห่างในแถวเดียวกันไม่เกิน 0.40 เมตร ขนาดของสกรู

ไม่เล็กกว่า 1.5 เท่าของสกรูยึดฐานเหล็ก ความยาวของสกรูไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสกรู ปลายส่วนที่ยึดฝังในคอนกรีตเป็นหางปลา สกรูยึดฐานเหล็กต้องมีขนาดและความยาวตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การใช้เนื้อสกรูทุกตัวต้องให้แหวนสปริงรองกันคลาย

## 2.2 ฐานคอนกรีต

2.2.1 กรณีฐานคอนกรีตแยกกับโครงสร้างอาคาร ให้ออกแบบฐานราก ดังนี้

- (1) กรณีที่ดินสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 6 ตันต่อตารางเมตร ( $F.S = 3.0$ ) ให้ออกแบบเป็นฐานรากแผ่
- (2) กรณีที่ดินไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่กำหนด ให้ตอกเสาเข็มรองรับฐานคอนกรีต ทั้งนี้ให้พิจารณารูปแบบ หน้าตัด และความยาวของเสาเข็มจากรายงานผลเจาะสำรวจชั้นดิน

2.2.2 กรณีฐานคอนกรีตหล่อเป็นเนื้อเดียวกันกับโครงสร้างอาคาร เช่น ภายในพื้นบ่อแห้ง ซึ่งไม่สามารถตัดแยกรอยต่อระหว่างโครงสร้างได้ ให้ถือว่า การถ่ายน้ำหนักบรรทุกกรณีนี้ ถ่ายลงบนโครงสร้างโดยสมบูรณ์ ไม่ต้องนำการรับน้ำหนักของชั้นดินมาพิจารณา

ทั้งนี้ การออกแบบฐานคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

## 2.3 อุปกรณ์ทางดูด

2.3.1 อุปกรณ์ทางดูดมี 3 รูปแบบ แต่ละรูปแบบจะใช้ตามข้อกำหนดเฉพาะงาน ถ้าไม่กำหนดไว้จะต้องประกอบด้วย

- (1) ความดันด้านทางดูดต่ำกว่าบรรยากาศและไล่อากาศด้วยน้ำ ใช้หัวกระโหลก (Foot Valve) และกรองกันขยะ (Strainer) ที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดท่อทางดูด
- (2) ความดันด้านทางดูดต่ำกว่าบรรยากาศและไล่อากาศด้วยเครื่องดูดอากาศ (Liquid Ring Vacuum Pump) ใช้ทางดูดปากกระชังหรือกรองกันขยะที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดท่อทางดูด
- (3) ความดันด้านทางดูดสูงกว่าบรรยากาศ ใช้ทางดูดปากกระชังหรือกรองกันขยะที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดท่อทางดูด

2.3.2 การไล่อากาศด้วยน้ำ ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ต่อจากท่อจ่ายน้ำ ผ่านประตูน้ำปิด-เปิดเข้าเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่อง ในกรณีที่ไม่มีท่อจ่ายน้ำให้ใช้ถังสำรองน้ำ Stainless Steel มีขนาดความจุเพื่อไล่อากาศเครื่องสูบน้ำเครื่องใหญ่ที่สุดของโครงการได้ไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง จากถังสำรองน้ำใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ผ่านประตูน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องเช่นเดียวกัน และเดินท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร จากท่อส่งร่วมผ่านประตูน้ำ ปิด-เปิด และประตูน้ำลูกลอย (Float Valve) เข้าถังสำรองน้ำ

2.3.3 การไล่อากาศ วิธีใช้เครื่องดูดอากาศหรือวิธีอื่นกำหนดในข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.3.4 การประสานท่อทางดูดและทางส่งเข้าเครื่องสูบน้ำให้ดำเนินการดังนี้

- (1) การต่อท่อทางส่ง ใช้ข้อลดเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมหรือเหล็กเหนียว ชนิดมีหน้าจวน ด้านหนึ่งต่อกับเครื่องสูบน้ำ อีกด้านหนึ่งต่อกับท่อทางส่ง
- (2) การต่อท่อทางดูด ใช้ต่อผ่านข้อลดคางหมูชนิดเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมหรือเหล็กเหนียว ชนิดมีหน้าจวน ด้านหนึ่งต่อกับเครื่องสูบน้ำ อีกด้านหนึ่งต่อกับท่อทางดูด
- (3) ในกรณีที่ด้านทางเข้าหรือด้านทางออกของเครื่องสูบน้ำมีขนาดเท่ากับท่อทางส่งหรือท่อ ทางดูด ให้ต่อท่อส่งและดูดเข้ากับเครื่องสูบน้ำโดยตรง
- (4) ในกรณีที่ความดันด้านดูดสูงกว่าบรรยากาศหรือระดับน้ำด้านดูดสูงกว่าศูนย์กลางเครื่องสูบน้ำ ให้มีประตุน้ำปิด-เปิดขนาดเท่ากับท่อทางดูด

## 2.4 ข้อต่อส่งกำลัง

ข้อต่อส่งกำลังจากเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำให้มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ข้อต่อ Mechanical Flexible Coupling แบบ Elastomeric Coupling หรือแบบ Disflex Coupling และครอบด้วย Coupling Guard

2.4.2 สามารถรับกำลังขับเคลื่อนจากเครื่องต้นกำลัง โดยไม่เกิดการชำรุดเสียหายเมื่อรับภาระเต็มที่

## 2.5 เกจวัดความดัน

2.5.1 เป็นเกจใช้วัดความดัน (Pressure Gauge) หรือทั้งความดันและสุญญากาศ (Compound Gauge)

2.5.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ตัวเรือนและอุปกรณ์ภายในผลิตจาก Stainless Steel

2.5.3 เป็นเกจชนิดที่ภายในหน้าปัดบรรจุลิเฮอร์ริน หรือมีระบบป้องกันการสั่นของเข็ม

2.5.4 หน่วยการวัดของเกจวัดความดันแสดงเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.5.5 ความละเอียดไม่น้อยกว่า  $\pm 0.1$  กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และความผิดพลาดของเกจไม่เกิน 1.5 % (Full Scale)

2.5.6 สามารถวัดขนาดของความดันได้ประมาณ 1.5 เท่าของความดันใช้งานสูงสุด (Shut Off Pressure)

2.5.7 เกจต่อเข้ากับ Ball Valve 3 Way-T-Port ชนิด Stainless Steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/8 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ ติดตั้งเข้ากับขาตั้งบนพื้นหรือแท่น คสล.

2.5.8 การต่อเกจที่ทางดูดและทางส่งของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ท่ออ่อนนุ่มด้วย Stainless Steel ถัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ต่อระหว่างทางดูดและทางส่งกับชุดเกจ หรือตามทีระบุในแบบ

## 2.6 หัววัดการสั่นสะเทือนและชุดแสดงผลสำหรับเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้า

ให้ติดตั้งหัววัดการสั่นสะเทือนบริเวณเสื้อเบร้ง ด้านหน้าของเครื่องสูบน้ำและด้านหน้าของมอเตอร์ไฟฟ้า (D-End) โดยจับยึดแบบสลักเกลียวขนาด 1/4 - 28 พร้อมติดตั้งชุดแสดงผลการวัดค่าสั่นสะเทือน (Vibration Velocity) ที่รองรับมาตรฐาน ISO 10816-3 และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ โดยให้ติดตั้งกับเครื่องสูบน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 160 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า (ยกเว้นเครื่องสูบน้ำแบบแช่และเครื่องสูบน้ำบอบบาดาลแบบแช่)

## 2.7 ป้ายแสดงรายละเอียด (Name Plate)

ป้ายแสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ทำด้วย Stainless Steel ติดตั้งไว้ที่ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ข้อมูลทั้งหมดต้องเป็นอักษรตอกหรืออักษรนูนลงบนป้ายแสดงรายละเอียด สามารถอ่านได้ชัดเจน

### 2.7.1 รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ ประกอบด้วย วันเดือนปีที่ติดตั้ง ชื่อและที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ตัวแทนจำหน่าย ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขเครื่อง ยกน้ำได้สูง อัตราการไหล ความเร็วรอบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด และจำนวนใบพัด กำลังที่ใช้ขับ โดยมีหน่วยเป็นระบบ Metric หรือ SI Unit

### 2.7.2 รายละเอียดเครื่องต้นกำลัง

- (1) รายละเอียดของเครื่องต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์ ประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขเครื่อง แรงม้า และความเร็วรอบ
- (2) รายละเอียดของเครื่องต้นกำลังที่เป็นมอเตอร์ ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิดหรือแบบ ขนาดแรงม้า แอมแปร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า จำนวนเฟส ความเร็วรอบและชั้นของฉนวน

## 3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและต้องเสนอแผนการติดตั้ง ระยะเวลา ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง และผู้รับจ้างต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

ถ้าผู้รับจ้างดำเนินการก่อนได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือ ผู้แทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ทำการรื้อถอนหรือเปลี่ยนใหม่โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

เมื่อจำเป็นต้องมีการโยกย้าย อุปกรณ์ใดๆ ของ กปภ. ขณะดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องเร่งดำเนินการให้คืนสู่สภาพเดิมหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานหรือคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างโดยเร็วที่สุด

# มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

## หมวด ค การตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ประกอบต่างๆ เพื่อตรวจสอบทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่ติดตั้งแล้วเสร็จ ให้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน ทั้งนี้ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องซ่อมแซม เปลี่ยน ปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีและใช้งานได้ตามปกติ

### 1. เงื่อนไขการตรวจสอบและทดสอบ

ผู้ว่าจ้างจะตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังก่อนตรวจรับ (การทดสอบในสภาพติดตั้งใช้งานจริง) ผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ ณ สถานที่ติดตั้ง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะทำหน้าที่ร่วมทดสอบและรับรองผลทดสอบเท่านั้น หากมีปัญหาเกิดขึ้นผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้พิจารณา

ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะตรวจสอบ วัสดุ การผลิตที่โรงงาน และทดสอบที่โรงงานผลิตหรือสถานที่เชื่อถือได้ กรณีเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังขนาดใหญ่ ชั้ช้อน หรือเครื่องมือทดสอบมีราคาสูงมาก หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างและประกอบเสร็จจากต่างประเทศและไม่สามารถทดสอบได้สะดวกในสถานที่ติดตั้ง ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ผู้แทนของผู้ว่าจ้างไปควบคุมดูแลการดำเนินการทดสอบที่โรงงานผลิตหรือที่สถานที่เชื่อถือได้ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมรายละเอียดต่างๆ ก่อนตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ดังนี้

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมสถานที่, เครื่องมือและอุปกรณ์, บุคลากรและอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบ
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารรับรองตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบที่ยังไม่หมดอายุ จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องแจ้งกำหนดเวลา และสถานที่ทดสอบต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า 15 วันก่อนวันทดสอบ
- 1.4 แนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรคระหว่างการทดสอบให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง แต่ต้องเป็นที่ยอมรับกันทั้งสองฝ่าย
- 1.5 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังทุกชุดที่ติดตั้งใหม่หรือปรับปรุงใหม่
- 1.6 รายละเอียดต่าง ๆ ประกอบการทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังให้ใช้มาตรฐานต่อไปนี้เป็นแนวทาง

- JIS B 8301, JIS B 8324
- ASME PTC - 8.2
- DIN 1944 หรือเทียบเท่า

1.7 การพิจารณาผลการตรวจสอบและทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้วิศวกรเครื่องกลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ได้รับแต่งตั้งจาก กปภ. เป็นผู้พิจารณาผลการทดสอบ

1.8 กปภ. จะพิจารณาไม่รับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ถ้าผลทดสอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ กปภ. ถึงแม้ว่าจะอนุญาตให้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง และอุปกรณ์ดังกล่าวไปแล้ว ผู้รับจ้างต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนให้ใหม่จนกว่าจะเป็นไปตามข้อกำหนด หากดำเนินการตามวิธีดังกล่าวแล้วไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้างจ่ายเงินค่าปรับแก่ กปภ. แล้วแต่กรณี โดยที่ผู้รับจ้างจะคิด ค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้นไม่ได้

## 2. การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังหลังติดตั้ง ให้ตรวจสอบ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆของระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องอยู่ในสภาพที่พร้อม ใช้งาน

2.2 ตรวจสอบแนวศูนย์ (Alignment) และการไม่สมดุล (Unbalance) ของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

2.3 ตรวจสอบสารหล่อลื่น สารหล่อเย็นของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องมีปริมาณตามข้อกำหนดในการใช้งาน

2.4 ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

## 3. การทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

การทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จและก่อนตรวจรับ (การทดสอบในสภาพติดตั้งใช้งานจริง) ให้ทดสอบ ดังนี้

3.1 ทดสอบ Hydrostatic Pressure Test ให้ทดสอบเฉพาะเครื่องสูบน้ำ โดยอัดน้ำให้ความดันสูงกว่า ความดันใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า โดยไม่มีการเสียหายใด ๆ

3.2 ทดสอบสมรรถนะในการทำงานต่างๆ (Performance Test) ตลอดช่วงการทำงาน

3.3 ทดสอบที่สภาวะทำงานแบบต่อเนื่อง (ต้องทำการทดสอบเครื่องสูบน้ำทุกชนิดทุกเครื่อง) เพื่อดูความเหมาะสมในการใช้งานแบบต่อเนื่อง

3.4 ทดสอบการสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง (Vibration Velocity) (ยกเว้นเครื่องสูบน้ำแบบแช่และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดแบบแช่)

3.5 การทดสอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (Turbine Pump)

3.5.1 จัดเตรียม และติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge) เครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดอัตราการไหล

3.5.2 วิธีการทดสอบในขั้นต้นแรก ให้เดินเครื่องสูบน้ำในสภาพไม่มีอัตราการไหล (Shut-Off-Head) เครื่องสูบน้ำจะต้องทำงานในสภาพนี้ไม่ต่ำกว่า 5 นาที และให้บันทึกค่าต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มการทดสอบเครื่องสูบน้ำดังนี้

- (1) ระยะจากผิวน้ำด้านดูดถึงระดับเพลาเครื่องสูบน้ำ
- (2) อัตราการไหล
- (3) ความดันด้านส่งจากเกจวัดความดัน (Pressure Gauge)
- (4) ความเร็วรอบจากเครื่องมือวัดความเร็วรอบ
- (5) พลังงานไฟฟ้า หรืออัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- (6) เวลาที่ทำการทดสอบ
- (7) อุณหภูมิบรรยากาศ (บันทึกเฉพาะตอนเริ่มและสิ้นสุดการทดสอบ)

3.5.3 หลังจากนั้นเปิดประตูน้ำ ให้มีอัตราการไหล (ตามความเหมาะสม) จนกระทั่งเครื่องสูบน้ำทำงานในสภาวะคงที่ (Steady State) บันทึกค่าต่าง ๆ ตามข้อ 3.5.2

3.5.4 ทำตามข้อ 3.5.3 อีกประมาณ 3 - 5 ครั้ง จนได้อัตราสูบน้ำสูงสุด และอย่างน้อย 1 ครั้ง ต้องทดสอบให้อัตราสูบน้ำใกล้เคียงกับอัตราสูบน้ำที่ทาง กปภ. กำหนด

3.5.5 นำผลการทดสอบไปคำนวณและแสดงผล

3.5.6 หลังจากทดสอบ Performance แล้วจะต้องทดสอบความเหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ อีก โดยให้เครื่องสูบน้ำทำงานตามสภาวะที่กำหนด หรือใกล้เคียงที่สุดอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

กรณีที่เครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Variable Speed Drive (VSD) เมื่อจำเป็นต้องปรับขนาดใบพัด ใบพัดที่ปรับขนาดแล้วต้องมีใบรับรองความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด จากหน่วยงานที่ประกอบกิจการการสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ในประเทศไทย โดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบต้องผ่านการรับรองความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (Calibrated) จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง และใบรับรองยังไม่หมดอายุ

**3.6 การทดสอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (Split Case Centrifugal Pump) เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (Single Suction Centrifugal Pump) และเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (Multi-Stage Centrifugal Pump)**

3.6.1 จัดเตรียม และติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge) เครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดอัตราการไหล

3.6.2 วิธีการทดสอบในขั้นตอนแรก ให้เดินเครื่องสูบน้ำในสภาพไม่มีอัตราการไหล (Shut-Off-Head) เครื่องสูบน้ำจะต้องทำงานในสภาพนี้ไม่ต่ำกว่า 5 นาที และให้บันทึกค่าต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มการทดสอบเครื่องสูบน้ำดังนี้

- (1) ระยะจากผิวน้ำด้านดูดถึงระดับเพลาเครื่องสูบน้ำ
- (2) อัตราการไหล
- (3) ความดันด้านดูดจากเกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge)
- (4) ความดันด้านส่งจากเกจวัดความดัน (Pressure Gauge)
- (5) ความเร็วรอบจากเครื่องมือวัดความเร็วรอบ
- (6) พลังงานไฟฟ้า หรืออัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- (7) เวลาที่ทำการทดสอบ
- (8) อุณหภูมิบรรยากาศ (บันทึกเฉพาะตอนเริ่มและสิ้นสุดการทดสอบ)

3.6.3 หลังจากนั้นเปิดประตูน้ำ ให้มีอัตราการไหล (ตามความเหมาะสม) จนกระทั่งเครื่องสูบน้ำทำงานในสภาวะคงที่ (Steady State) บันทึกค่าต่าง ๆ ตามข้อ 3.6.2

3.6.4 ทำตามข้อ 3.6.3 อีกประมาณ 3 - 5 ครั้ง จนได้อัตราสูบน้ำสูงสุด และอย่างน้อย 1 ครั้ง ต้องทดสอบให้อัตราสูบน้ำใกล้เคียงกับอัตราสูบน้ำที่ทาง กปภ. กำหนด

3.6.5 การวัด Cavitation และ NPSHR ในกรณีทดสอบเครื่องสูบน้ำในห้องทดสอบจะต้องจัดหา Vacuum Tanks & Pump หรือ Submergence Throttle Valve ติดตั้งประกอบท่อ Suction Pipe ชั่วคราว ส่วนการทดสอบในสถานที่ติดตั้งจริงให้ใช้ Submergent Throttle Valve ชั่วคราว และให้ทดสอบ NPSHR ที่อัตราสูบน้ำตามข้อ 3.6.4 โดยลด NPSHR จนเกิด Cavitation ซึ่งสังเกตได้จาก

- (1) TDH ลดลงประมาณ 3%, Flow Rate และ Pressure จะเกิด Fluctuated มาก
- (2) มีเสียงดังจากการเกิด Cavitation

3.6.6 นำผลการทดสอบไปคำนวณและแสดงผล

3.6.7 หลังจากทดสอบ Performance แล้วจะต้องทดสอบความเหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ อีก โดยให้เครื่องสูบน้ำทำงานตามสภาวะที่กำหนด หรือใกล้เคียงที่สุดอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

กรณีที่เครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Variable Speed Drive (VSD) เมื่อจำเป็นต้องปรับขนาดใบพัด ใบพัดที่ปรับขนาดแล้วต้องมีใบรับรองความสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด จากหน่วยงานที่ประกอบกิจการการสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ในประเทศไทย โดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบต้องผ่านการรับรองความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (Calibrated) จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง และใบรับรองยังไม่หมดอายุ

### 3.7 การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่ (Submersible Centrifugal Pump) และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ (Submersible Deep Well Pump)

การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ ให้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงทำการทดสอบเช่นเดียวกับเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ ยกเว้น การวัดความเร็วรอบ และไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ใช้ประสิทธิภาพตามผู้ผลิตระบุ

ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำแบบแช่ติดตั้งบนข้อต่ออัตโนมัติ (Automatic Coupling) การทดสอบในช่วงที่สภาพการไหลน้อยๆหรือไม่มีการไหล (Shut-Off-Head) ถ้าพิสูจน์ได้ว่าเกิดการรั่วที่ข้อต่อ แนวทางแก้ปัญหาคือให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแต่ต้องเป็นที่ยอมรับกันทั้งสองฝ่าย

### 3.8 การทดสอบเครื่องสูบน้ำชนิดอื่น ๆ

ให้เป็นการตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง

### 3.9 การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำจะต้องได้รับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยวิธีทดสอบขณะไม่มีภาระ (Noload Test) และทดสอบขณะรับภาระการใช้งาน (Onload Test) ดังนี้

3.9.1 ทำการวัดค่าความต้านทานกระแสตรง (DC Resistance) ของขดลวด Stator ทั้ง 3 เฟส แล้วหาค่าเฉลี่ย จะได้เป็นค่า  $R_{DC}$  (ควรวัดขณะที่ขดลวดยังมี อุณหภูมิสูง หรือเพิ่งหยุดการใช้งานใหม่ๆ)

3.9.2 ทำการปลดมอเตอร์จากภาระเดินมอเตอร์ขณะไม่มีภาระบันทึกค่าต่างๆลงในแบบฟอร์มดังนี้

- (1) แรงดันไฟฟ้าระหว่าง Line ( $V_L$ )
- (2) กระแสไฟฟ้าแต่ละ Line ( $I_L$ ) แล้วหาค่าเฉลี่ย
- (3) ค่า kW แต่ละเฟส และค่า kW รวม
- (4) ค่า KVAR แต่ละเฟส และค่า KVAR รวม
- (5) ค่า kVA แต่ละเฟส และค่า kVA รวม
- (6) ค่า Power Factor แต่ละเฟส และค่า Power Factor รวม
- (7) ค่าความเร็วรอบ

3.9.3 ทำการต่อมอเตอร์ให้รับภาระ ตามการทดสอบ Performance ของเครื่องสูบน้ำ บันทึกค่าต่างๆ ตามข้อ 3.9.2 ที่ค่าภาระต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มแล้วนำมา คำนวณหาค่า Efficiency ของมอเตอร์

#### 3.9.4 วิธีการคำนวณประกอบกรทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้า

3.9.4.1 เปลี่ยนค่าความต้านทานกระแสตรงต่อเฟสเฉลี่ย ( $R_{DC}$ ) ที่ได้จากการวัดเป็นค่าความต้านทานกระแสสลับต่อเฟส ( $R_{AC}$ ) ตามสูตร

$$R_{AC} = 1.25 R_{DC} \quad (\text{OHM}) \quad \dots(1)$$

### 3.9.4.2 คำนวณหาค่า Noload Stator Copper Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Noload Stator Copper Loss} &= 3 \times I_{PH, NOLOAD}^2 \times R_{AC} / 1,000 \\ &= I_{L, NOLOAD}^2 \times R_{AC} / 1,000 \quad (\text{kW}) \quad \dots(2) \end{aligned}$$

เมื่อ  $I_{L, NOLOAD}$  คือ กระแสเฉลี่ยแต่ละ Line ขณะไม่มีภาระ

$$I_{PH, NOLOAD} \text{ คือ กระแสเฉลี่ยต่อเฟสขณะไม่มีภาระ} = I_{L, NOLOAD} / 3^{1/2}$$

### 3.9.4.3 คำนวณหาค่า Iron + Friction + Windage Loss จากสูตร

$$\text{Iron+Friction+Windage Loss} = \text{kW Input}_{\text{noload}} - \text{Noload Stator Copper Loss} \quad \dots(3)$$

### 3.9.4.4 คำนวณหาค่า Slip จากสูตร

$$\text{Slip} = (\text{Synchronous Speed} - \text{Speed}) / \text{Synchronous Speed} \quad \dots(4)$$

### 3.9.4.5 คำนวณหาค่า Onload Stator Copper Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Stator Copper Loss} &= 3 \times I_{PH}^2 \times R_{AC} / 1,000 \\ &= I_L^2 \times R_{AC} / 1,000 \quad (\text{kW}) \quad \dots(5) \end{aligned}$$

เมื่อ  $I_L$  คือ กระแสเฉลี่ยแต่ละ Line

$$I_{PH} \text{ คือ กระแสเฉลี่ยต่อเฟส} = I_L / 3^{1/2}$$

### 3.9.4.6 คำนวณหาค่า Total Stator Loss จากสูตร

$$\text{Total Stator Loss} = \text{Stator Copper Loss} + (\text{Iron} + \text{Friction} + \text{Windage Loss}) \quad (\text{kW}) \quad \dots(6)$$

### 3.9.4.7 คำนวณหาค่า Rotor Copper Loss จากสูตร

$$\text{Rotor Copper Loss} = \text{Slip} (\text{kW Input} - \text{Total Stator Loss}) \quad (\text{kW}) \quad \dots(7)$$

### 3.9.4.8 คำนวณหาค่า kW Output ของมอเตอร์จากสูตร

$$\text{kW Output} = \text{kW Input} - \text{Total Stator Loss} - \text{Rotor Copper Loss} \quad (\text{kW}) \quad \dots(8)$$

### 3.9.4.9 คำนวณหาค่า Efficiency ของมอเตอร์จากสูตร

$$\text{Efficiency} = (\text{kW Output} / \text{kW Input}) \times 100\% \quad \dots(9)$$

## 3.10 การทดสอบเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่จะติดตั้งหรือปรับปรุงไม่มีผลการทดสอบ Performance เฉพาะเครื่องตามมาตรฐานใดๆหรือจากสถาบันที่เชื่อถือได้มาแสดง ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบเครื่องยนต์ขับเครื่องสูบน้ำในสภาพของการติดตั้งใช้งานจริงดังต่อไปนี้

3.10.1 ทำการทดสอบเครื่องยนต์เมื่อไม่มีภาระโดยการปลดภาระออกจากเครื่องยนต์ทำการเดินเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบตามที่ระบุการใช้งาน ประมาณ 20 นาที แล้วบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มดังนี้ คือ

- (1) อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- (2) ความดัน, อุณหภูมิ (ของน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์)
- (3) ความเร็วรอบ
- (4) เวลาที่ทำการทดสอบ

3.10.2 ทำการต่อเครื่องยนต์เข้ากับเครื่องสูบน้ำ ทำการเดินเครื่องยนต์ให้ทำงานที่จุดต่างๆ ตาม Performance ของเครื่องสูบน้ำแต่ละจุดที่ทดสอบจนกระทั่งสภาพการทำงานอยู่ในสภาวะคงที่อย่างน้อย 5 นาที แล้วบันทึกค่าต่างๆ ตามข้อ 3.10.1

3.10.3 ตรวจสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ทั่วไป เช่น Exhaust – Manifold , Temperature , Lubrication , Vibration และอื่น ๆ

#### 4. เกณฑ์การตัดสิน

4.1 ผลการตรวจสอบ ตามข้อ 2 และผลการทดสอบตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมด

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า (สำหรับมอเตอร์ใหม่) ตามวิธีการของ กปภ. ตามข้อ 3.9 จะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ (กปภ.04) มิฉะนั้น กปภ. จะไม่ยอมรับมอเตอร์ชุดนั้น

4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องสูบน้ำในแต่ละประเภท ตามข้อ 3.2 จะต้องได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้ กปภ. จึงจะยอมรับเครื่องสูบน้ำชุดนั้นๆ คือ

4.3.1 อัตราสูบยอมให้ต่ำไม่เกิน 5% ของอัตราสูบที่กำหนด

4.3.2 ความดันรวม (Total head) ที่อัตราสูบในข้อ 3.5 – 3.8 ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด

4.3.3 ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

(1) กรณีประสิทธิภาพที่ทดสอบต่ำกว่าที่กำหนดไม่เกิน 3% ถือว่าผ่านการทดสอบ

(2) กรณีประสิทธิภาพที่ทดสอบต่ำกว่าที่กำหนดเกิน 3% แต่ไม่เกิน 5%

กปภ. จะพิจารณารับเครื่องสูบน้ำนั้นไว้ก็ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการปรับปรุงเครื่องสูบน้ำให้ได้ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด หากปรับปรุงแล้วยังไม่ได้ตามเกณฑ์ ต้องจ่ายเงินค่าปรับเพื่อทดแทนที่ กปภ. ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนเงินค่าปรับ} = (E_{PWA} - E_{TEST}) \times KW_{IN} \times 2.0 \times 43,800 \text{ (บาท)}$$

กำหนดให้  $E_{PWA}$  = ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำตามข้อกำหนด (%)

$E_{TEST}$  = ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำตามข้อที่ทดสอบได้ (%)

$KW_{IN}$  = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงในการทดสอบ (kW)

2.0 = อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง(บาท)

43,800 = ชั่วโมงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตลอดอายุการใช้งาน

(3) กรณีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่กำหนดเกิน 5% ต้องเปลี่ยนใหม่ หรือปรับปรุง

4.4 ผลการทดสอบความเหมาะสมในการใช้งาน ที่สภาวะทำงานแบบต่อเนื่อง ตามข้อ 3.3 เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังจะต้องทำงานตามสภาวะที่กำหนดหรือใกล้เคียงที่สุด ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง โดยไม่อยู่ในสภาพเกินกำลัง (Overload) หรือมีความร้อนหรืออาการที่แสดงว่าจะเกิดความเสียหาย หากใช้งานต่อไป

4.5 ผลการทดสอบการสิ้นสะท้อนของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ตามข้อ 3.4 ค่าการสิ้นสะท้อนต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในมาตรฐาน ISO 10816-3

- หมายเหตุ
- 1) ประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าให้ใช้ค่าจากการผลการทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าตามข้อ 3.9
  - 2) ถ้าเป็นเครื่องสูบน้ำเก่าที่ปรับปรุงใหม่ (Overhaul) ให้ถือ ประสิทธิภาพตามที่ระบุใน Catalogue เป็นเกณฑ์ และการพิจารณาผลการทดสอบยอมให้ต่ำลงได้อีก 3% จากข้อ 4.3
  - 3) การคำนวณค่าความสูญเสียในท่อส่ง , หัวจ่ายน้ำ และความฝืดในเพลลาของเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

## 5. ความเสียหายในการดำเนินการ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายหรือการเสื่อมสภาพหรือการสูญหายของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ที่เกิดขึ้นก่อนการรับงานงวดสุดท้าย

## 6. การจัดทำคู่มือการทำงาน การบำรุงรักษา และการฝึกอบรม

### 6.1 เอกสารและคู่มือการทำงานและบำรุงรักษา

6.1.1 คู่มือการติดตั้ง ใช้งาน การบำรุงรักษาและรายละเอียดอะไหล่ ค่ามาตรฐานขณะที่ใช้งาน (เช่น อุณหภูมิ ความสิ้นสะท้อน กระแสไฟฟ้า เป็นต้น) เป็นภาษาไทย จำนวน 3 ชุด รวมทั้งจัดเตรียมอะไหล่ เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทน ผู้ว่าจ้าง

6.1.2 หลักการทำงาน การปรับตั้ง เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

6.1.3 จัดทำแผนและตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่ติดตั้งทั้งหมดตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในงานจัดหาและติดตั้ง หากเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังใดไม่กำหนดไว้ให้ผู้รับจ้างจัดทำแผนและตรวจสอบ ทุกๆ 3 เดือน (90 วัน)

6.1.4 จัดทำแผนและตรวจสอบซ่อมใหญ่ (Overhaul) ตามมาตรฐานผู้ผลิตทุกๆ 1 ปีของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งทั้งหมด

6.1.5 แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังทุกๆ 1 วัน , 30 วัน , 180 วัน และ 1 ปี

6.1.6 แบบฟอร์มมาตรฐานการแจ้งซ่อมสำหรับ กปภ. แจ้งให้ผู้รับจ้างทราบเมื่อเกิดการขัดข้อง

6.1.7 แบบฟอร์มมาตรฐานตอบรับสำหรับผู้รับจ้างตอบรับเมื่อได้รับแจ้งตามข้อ 6.1.6

6.1.8 แบบฟอร์มมาตรฐานผลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

6.1.9 การเสนอแนะส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบทำงานอย่างสมบูรณ์

6.2 หลังทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของ กปภ. ให้มีความเข้าใจการใช้งาน การบำรุงรักษา ตามรายละเอียดในข้อ 6.1

ให้ผู้รับจ้างจัดส่งเอกสารและคู่มือตามข้อ 6.1 และแผ่น CD จำนวนอย่างละ 5 ชุด ที่รับรองโดยคณะทำงานที่ กปภ. แต่งตั้ง ผู้รับจ้างจึงจะส่งมอบงานงวดสุดท้ายได้

## 7. การรับประกันและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ในกรณีที่มีข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่สามารถทำงานได้ หรือทำให้ทรัพย์สินของ กปภ. เสียหาย เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับงานงวดสุดท้าย

7.2 เมื่อ กปภ. แจ้งข้อบกพร่องให้ผู้รับจ้างทราบตามแบบฟอร์มมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 15 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งข้อบกพร่อง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

7.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่มาดำเนินการแก้ไข หรือดำเนินการแก้ไขแต่ไม่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด หรือไม่สามารรถดำเนินการแก้ไขได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากมีเหตุจำเป็น ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร แต่ กปภ. พิจารณาแล้วไม่มีเหตุอันควร กปภ. มีสิทธิ์จ้างให้ผู้อื่นดำเนินการแทน โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ผลงานที่ผู้อื่นดำเนินการให้ถือเป็นผลงานของผู้รับจ้าง

ทั้งนี้ กรณีที่ กปภ. ให้ผู้อื่นดำเนินการแทนผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะอ้างเป็นเหตุในการยกเลิกการรับประกันมิได้

7.4 กปภ. สงวนสิทธิ์ที่จะขยายระยะเวลารับประกันเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังของผู้รับจ้างออกไป เท่ากับระยะเวลาที่ กปภ. ไม่สามารถใช้งานได้ นับตั้งแต่วันที่ กปภ. แจ้งข้อบกพร่อง จนถึงวันที่ได้แก้ไขหรือดำเนินการใดๆ แล้วเสร็จ

7.5 เมื่อผู้รับจ้างแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ให้เสนอผลการตรวจสอบตามแบบฟอร์มมาตรฐานให้ กปภ. พิจารณาและรับรอง

## 8. แบบแสดงการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing)

ภายหลังการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เครื่องต้นกำลังและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทดสอบได้ตามข้อกำหนดแล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแปลนรายละเอียด รุ่น ขนาด มิติ ตำแหน่ง แทนเครื่อง ระยะเวลา ระดับ ระบบไฟฟ้า การประสานท่อ และอื่นๆ ที่ได้ปฏิบัติจริงทั้งส่วนที่เป็นของเดิม (ถ้ามี) และส่วนที่เป็นของใหม่ทุกแห่งอย่างชัดเจน ซึ่งลงนามในแบบแปลนโดยวิศวกรเครื่องกลระดับสามัญหรือวุฒิวิศวกร และต้องส่งมอบกระดาษขึ้นต้นฉบับมาตราส่วนเท่าแบบเดิมของผู้ว่าจ้าง จำนวน 1 ชุด, แบบแปลน File Autocad เป็นแผ่น CD จำนวน 5 ชุด และแบบแปลนพิมพ์เขียวขนาด A1 จำนวน 5 ชุด และเมื่อได้รับการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจึงจะขอส่งงานงวดสุดท้ายได้

**การประสานส่วนภูมิภาค**  
**ตารางทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง**

PUMP CODE :

การประสาน ..... สถานที่.....

เครื่องสูบน้ำชื่อ..... รุ่น..... หมายเลขเครื่อง..... บริษัทที่ผลิต..... ปีที่ติดตั้ง..... อัตราการไหล.....ลบ.ม./ชม. ยกน้ำได้สูง.....ม. POWER REQUIREMENT.....KW เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด.....มม. จำนวนใบพัด.....ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางหน้างานทางดูดของบ่มี.....มม. เส้นผ่านศูนย์กลางหน้างานทางส่งของบ่มี.....มม. จำนวนชั่วโมงทำงานในหนึ่งวัน.....ชม. หมายเหตุ X :....., [ $H_v = Q^2 / X$ ].....	มอเตอร์ชื่อ..... รุ่น..... หมายเลขเครื่อง..... บริษัทที่ผลิต..... ปีที่ติดตั้ง..... OUTPUT..... KW.....HP FULLLOAD CURRENT..... A VOLTAGE.....V,.....Ø,..... HZ. ความเร็วรอบ.....R.P.M. POWER FACTOR..... เส้นผ่านศูนย์กลางท่อทางดูด..... มม. เส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่ง..... มม. จำนวนวันทำงานในหนึ่งปี..... วัน EFF-PUMP ≥.....
---	---

Gauge Diff.	SUCTION HEAD	VELOCITY HEAD	DISCHARGE HEAD	TOTAL HEAD	FLOW RATE	PUMP OUTPUT	SPEED	ตำแหน่งการเปิด VALVE	TRANSMISSION HEAD	VOLTAGE		CURRENT			KVA	KVAR	COS Ø	POWER CONS. (MOTOR)	MOTOR EFFICIENCY	POWER INPUT (MOTOR)	PUMP EFFICIENCY	TOTAL EFFICIENCY	POWER / FLOW RATE	VIBRATION VELOCITY
										R-S	S-T	R	S	T										
m	m	m	m	m	m <sup>3</sup> /h	KW	RPM		m	V	V	A	A	A				KW	%	KW	%	%	KW/m <sup>3</sup> /h	mm/s

**เงื่อนไขการทดสอบ**

1. ....  
 2. ....  
 3. ....

ผลการทดสอบ  ถูกต้อง  ไม่ถูกต้อง

**ชื่อผู้ทดสอบ**

1. .... ตำแหน่ง.....  
 2. .... ตำแหน่ง.....  
 3. .... ตำแหน่ง.....

วันที่.....

DATA SHEET

WATERWORKS..... LOCATION.....

MOTOR PUMP NO. .... MANUFACTURER.....	R <sub>DC</sub> , U <sub>1</sub> -U <sub>2</sub> = .....
MODEL, TYPE ..... SERIAL NO. ....	R <sub>DC</sub> , V <sub>1</sub> -V <sub>2</sub> = .....
FRAME SIZE ..... OUTPUT.....KW.....HP.	R <sub>DC</sub> , W <sub>1</sub> -W <sub>2</sub> = .....
VOLTAGE ..... V .....HZ CURRENT .....A.	AVERAGE R <sub>DC</sub> = .....
POWER FACTOR ..... SPEED .....RPM.	REMARKS :
INSULATION CLASS ..... RATING.....	.....
TEMPERATURE RISE .....°C SERVICE FACTOR.....	.....
UPPER BEARING ..... LOWER BEARING.....	.....

TEST NO.	NOLOAD	1	2	3	4	5
V <sub>L</sub> (VOLTS)						
I <sub>L</sub> (AMPERES)						
AVERAGE I <sub>L</sub>						
KW. INPUT/PH						
KW. INPUT						
KVAR INPUT/PH						
KVAR INPUT						
KVAR INPUT						
KVA INPUT						
P.F./PH (%)						
P.F. (%)						
SPEED (RPM.)						

CALCULATION SHEET					
WATERWORKS.....					
MOTOR PUMP NO.					
AVERAGE $R_{DC}$ = .....OHM			AVERAGE $R_{AC}$ = .....		
AVERAGE $I_{LNOLOAD}$ = ..... AMPERES			NOLOAD STATOR COPPER LOSS =.....		
KW. INPUT <sub>NOLOAD</sub> = ..... KW.			IRON+FRICTION+WINDAGE LOSS		
TEST NO.	1	2	3	4	5
AVERAGE $I_L$ :					
KW. INPUT :					
SPEED :					
SLIP :					
STATOR COPPER LOSS :					
TOTAL STATOR LOSS :					
ROTOR COPPER LOSS :					
KW. OUTPUT :					
EFFICIENCY :					
REMARKS :					
1. ปิดวาล์วหมด	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
2.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
3.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
4.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
5. เปิดวาล์วหมด	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.

การประปาส่วนภูมิภาค

## มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)

มอก.1434	:	เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูตทางเดี่ยวใช้ในงานอุตสาหกรรม
ASME PTC 8.2	:	Centrifugal Pumps
ANSI/AWWA E101	:	Vertical Turbine Pumps – Line Shaft and Submersible Types
BS 5514	:	Reciprocating Internal Combustion engines ; Performance ; Speed governing
DIN 1944	:	Acceptance Tests on centrifugal pump (VDI-rules for centrifugal pumps)
DIN 6271	:	Reciprocating Internal Combustion engines ; Performance ; Standard Reference Conditions And Declarations Of Power ; Fuel Consumption And Lubricating Oil Consumption
ISO 1940/1	:	Mechanical Vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) State Part 1 : Specification and verification of balance tolerances
ISO 3046	:	Reciprocating Internal Combustion engines ; Performance ; Speed governing
ISO 10816/3	:	Mechanical Vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts Part 3 : Industrial machines with nominal power above 15 KW and nominal speeds between 120 r/min and 15000 r/min when measured in situts
JIS B 0905	:	Rotating machines – Balance quality requirement of rigid rotors
JIS B 8301	:	Rotodynamic pumps – Hydraulic performance acceptance tests – Grade 1 and 2
JIS B 8324	:	Submersible Motor Pump For Deep Well