



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน  
และอนุรักษ์พลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)  
จ้างปรับปรุงห้องน้ำและระบบประปา ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่)  
ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ

ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่) กองถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี  
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

(นายสมพงษ์ สายยนต์)  
นายช่างเทคนิคอาวุโส

(นายณัฐพงศ์ แก้วศรี)  
วิศวกรชำนาญการ

(นายณัฐวุฒิ ใจบุญ)  
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

**ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)**  
**จ้างปรับปรุงหอดังน้ำและระบบประปา ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่)**  
**ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ**

**1. วัตถุประสงค์**

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) มีความประสงค์ปรับปรุงหอดังน้ำและระบบประปา ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่) ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ ตามแบบรูปและรายการที่แนบท้ายสัญญาทั้งสิ้น ให้เสร็จสมบูรณ์ใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

**2. ข้อกำหนดด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)**

**2.1. งานเตรียมที่**

งานเตรียมที่ หมายถึง การรื้อถอนสิ่งกีดขวางการก่อสร้างในบริเวณโครงการให้เรียบร้อย เตรียม บริเวณก่อสร้าง ให้ดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งกีดขวางการก่อสร้าง รวมทั้งสาธารณูปโภคและสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ที่อยู่ ใต้ดิน บนพื้นดิน และเหนือพื้นดินในบริเวณก่อสร้าง โดยให้ผู้รับจ้างทำการย้ายสิ่งของที่รื้อถอนแล้ว และไม่ใช้ ในการก่อสร้าง ออกไปให้เรียบร้อยทันที

(2) ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมโรงเก็บวัสดุ ให้มีหลังคาคลุมเพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของวัสดุ

(3) ผู้รับจ้างจะต้องขุดรากไม้ ตอไม้ต่าง ๆ รวมทั้งเอาวัชพืช สิ่งสกปรก และสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการใน บริเวณก่อสร้างออกให้หมดสิ้นก่อนทำการถมดิน และทำการกลบหลุมต่าง ๆ พร้อมกับบดอัดให้มีความแน่น ไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Density หรือตามที่ระบุในแบบ

**2.2. การขุดดิน และถมดิน**

การขุดดิน หมายถึง การขุดบ่อ หรือหลุมฐานราก การทำเขื่อนกันดิน ป้องกันการพังทลายของดิน รวมความถึงการขุดเคลื่อนย้ายวัตถุต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากเขตการก่อสร้าง ให้ดำเนินการตาม รายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การขุดบ่อหรือหลุมฐาน จะต้องป้องกันมิให้ดินพังทลาย โดยการขุดให้มีความลาดเอียงพอควร ถ้าขุดตรง ๆ ต้องสร้างแผงไม้กันดินไว้ หรือใช้เข็มพืดตอกกันดินพัง ถ้าการขุดพบอุปสรรค ไม่สามารถขุดให้ลึก ตามแบบได้ ให้แจ้งให้ผู้ควบคุมทราบทันที

(2) การขุดดินฐานราก ต้องมีความกว้าง ลึก ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องมีเนื้อที่โดยรอบ กว้างพอที่จะทำค้ำยัน ประกอบไม้แบบ หรือถอดแบบ และเทคอนกรีตได้สะดวก

(3) กรณีที่มีน้ำขังในบ่อที่ขุดให้สูบน้ำออกจากบ่อ โดยให้ตอนบน และกันบ่อแห้ง อยู่ตลอดเวลา และจะต้องปรับระดับดินกันบ่อให้ได้ระดับอยู่เสมอ

การถมดิน หมายถึง การถมดินโดยใช้วัตถุจากการขุดดิน และวัตถุจากแหล่งที่กำหนดให้ หรือวัตถุที่มี คุณสมบัติที่กำหนดให้ แล้วทำการบดอัดให้แน่นจนได้ระดับที่กำหนดไว้ โดยให้ดำเนินการตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) เมื่อจะถมดินลงไปในพื้นที่ก่อสร้าง จะต้องเก็บกวาดบริเวณที่จะถมให้สะอาดไม่มีเศษไม้และ วัสดุที่ไม่พึงประสงค์อยู่

(2) ดินที่ใช้ถมจะต้องมาจากแหล่งที่กำหนดมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ โดยได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ว่าจ้าง



(3) การถมพื้นอาคารให้ใช้เครื่องกระทุ้ง (J-tamper) กระทุ้งดินชั้นเดิมให้แน่นโดยรดน้ำพอหมาดๆ แล้วนำทรายมาถม ชั้นละ 15 ซม. เป็นชั้น ๆ แล้วให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบความแน่นก่อนที่จะดำเนินงานอื่นต่อไป

(4) การกลบดินหลุมฐานราก ให้กระทำภายหลังการหล่อฐานรากแล้วอย่างน้อย 3 วัน

(5) หากมีการทรุดตัวของดินที่ถม หรือมีรอยชำรุดขึ้นภายหลัง ถือว่าผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ โดยซ่อมแซมให้เรียบร้อย

### 2.3. ไม้แบบสำหรับหล่อคอนกรีต

(1) วัสดุสำหรับใช้ทำแบบหล่อคอนกรีต

(ก) ไม้กระดาน ไม้ที่ใช้ในการทำแบบหล่อคอนกรีต ต้องเป็นไม้กะบาก หรือไม้อื่นที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบให้ใช้ได้ ไม้แบบต้องไม่คดงอ บิด เสียวรูป หรือแตกร้าว

(ข) ไม้อัดใช้ไม้อัดชนิดกันน้ำได้ ความหนาไม่น้อยกว่า 10 มม. ขนาดของแผ่นไม้เล็กกว่า 1.20x1.20 เมตร ยกเว้นแต่ขนาดของงานจะเล็กกว่า

(ค) เหล็ก เหล็กแผ่นต้องหนาไม่น้อยกว่า 2.3 มิลลิเมตร

(ง) วัสดุอื่น ๆ โดยที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนแล้ว

(2) แบบหล่อคอนกรีต

แบบหล่อคอนกรีตเมื่อประกอบแล้วต้องได้ตำแหน่ง แนวระดับขนาดและรูปร่างถูกต้องตามที่ปรากฏในแบบแปลน แบบต้องมีความแข็งแรง และได้รับการยึดอย่างแน่นหนา เพื่อให้คงรูปร่างและตำแหน่ง

(3) ค้ำยันไม้

ไม้ค้ำยันแบบให้ใช้ไม้ท่อนเดียวตลอด จะใช้ไม้ต่อกินหนึ่งแห่งมิได้ไม้ค้ำยันต้องมีไม้ยึดขวางและทแยงเฉียงยึดให้แข็งแรงมั่นคง และต้องจัดหาวิธีสำหรับแก้ระดับของแบบอันอาจจะตกเนื่องจากการทรุดตัวของไม้ค้ำยันถ้าหากใช้ลิ้มให้ใช้ได้เฉพาะปลายหนึ่งปลายใดของไม้ค้ำยันเท่านั้น ห้ามใช้ทั้งสองปลายไม่ว่าในกรณีใด ๆ

(4) การเตรียมแบบก่อนเทคอนกรีต

แบบหล่อคอนกรีตทุกแบบ ต้องได้รับการตรวจสอบก่อนเสมอ ก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาดแบบให้เรียบร้อย แบบที่ลิ้มหรือซบซ้อนต้องมีช่องเปิดในแบบ เพื่อการตรวจสอบและทำความสะอาด ก่อนเทคอนกรีตต้องทาแบบด้วยน้ำมันทาแบบ หรือวัสดุชนิดที่ผู้ควบคุมการก่อสร้างอนุญาตให้ใช้ได้ และต้องระมัดระวังไม่ให้เปื้อนเหล็กเสริมเป็นอันตราย

(5) การถอดแบบ

แบบคอนกรีตทุกแบบทุกชนิดต้องไม่รื้อถอนออก จนกว่าจะครบเวลาที่กำหนดต่อไปนี้ นับตั้งแต่วันที่เทคอนกรีตเสร็จ

| แบบโครงสร้าง                 | กรณีใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ | กรณีใช้ซูเปอร์ซีเมนต์ |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| แบบข้างคานและข้างผนัง ฐานราก | 2 วัน                    | 1 วัน                 |
| แบบข้างเสา                   | 3 วัน                    | 1 ½ วัน               |
| แบบโครงสร้าง                 | กรณีใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ | กรณีใช้ซูเปอร์ซีเมนต์ |
| แบบท้องคาน                   | 14 วัน                   | 7 วัน                 |
| แบบท้องพื้นที่มีคานรับ       | 14 วัน                   | 7 วัน                 |

เมื่อถอดแบบแล้ว ต้องเสริมไม้ค้ำยันไว้อีกประมาณ 1 ใน 3 ของการค้ำยันและจะถอดค้ำยันทั้งหมดได้ เมื่อคอนกรีตอายุครบ 21 วัน

การติดตั้งไม้ค้ำยัน ไม้นั่งร้าน แบบหล่อให้เกิดความกระเทือนจะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชั่วโมง ในกรณีที่ผู้รับจ้างทำการถอดแบบโดยไม่แจ้งให้วิศวกรควบคุมงานทราบ หากเกิดความเสียหายขึ้นกับงานคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือทำใหม่เอง

#### 2.4. งานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง

สำหรับงานคอนกรีตโครงสร้าง ให้ใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 210 กก./ตร.ซม. (ทรงกระบอก) หรือตามที่แบบระบุ โดยผู้รับจ้างต้องเสนออัตราส่วนผสม พร้อมรับรองโดยวิศวกร ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการดำเนินการ

##### (1) วัสดุสำหรับคอนกรีตงานโครงสร้าง

(ก) ปูนซีเมนต์ ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นของผลิตใหม่ ไม่เสื่อมคุณภาพ และไม่จับตัวเป็นก้อนมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15-2555 หรือ ASTM C 150 Type 1

(ข) น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixtures) การใช้ น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทใดประเภทหนึ่ง เพื่อปรับปรุงแต่งคุณภาพของคอนกรีต ต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าก่อนจะเริ่มงานคอนกรีต เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในทุก ๆ กรณี

(ค) น้ำสำหรับใช้ผสมคอนกรีต ปูนผิว ปูนก่อ ปูนฉุ ฯลฯ ต้องใช้น้ำจืดใสสะอาดปราศจากกรด ด่าง เกลือ และวัสดุอื่นเจือปนตามมาตรฐาน ASTM C.94 และสามารถรับประทานได้

(ง) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่หยาบคมเป็นแฉ่ง เม็ดแกร่ง มีหลายขนาดคละกันไม่มีกรด ด่าง หรือเกลือเจือปนปราศจากดิน เปลือกหอย และวัชพืชเจือปน ลักษณะคุณสมบัติต่างๆ ของเม็ดทรายจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

(จ) หินย่อย ต้องเป็นหินปูน (Lime Stone) หรือหินอัคนี (Igneous Stone) แข็งแกร่งปราศจากสิ่งสกปรกเจือปน มีลักษณะก้อนเป็นแท่งเหลี่ยมหลายเหลี่ยม หินย่อยต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง

(ฉ) กรวด ในสถานที่ก่อสร้างถ้าหากหาหินย่อยไม่ได้ และจำเป็นต้องใช้กรวดแทนหินย่อย ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

##### (2) ส่วนผสมของคอนกรีต

(ก) ผู้รับจ้างจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ ปริมาณของซีเมนต์ ทราย กรวด หรือหินที่ใช้ในแต่ละครั้ง ในเครื่องผสมคอนกรีต จะวัดโดยน้ำหนักของแต่ละชนิดของวัสดุ ส่วนปริมาณของน้ำ หรือวัสดุเพิ่มเติมพิเศษ จะวัดโดยน้ำหนัก หรือโดยปริมาณให้ขึ้นอยู่กับผู้ว่าจ้างจะเห็นชอบ ในกรณีที่ซีเมนต์ที่ใช้บรรจุในถุงที่มีขนาด 50 กิโลกรัมต่อถุง การวัดปริมาณของซีเมนต์จะใช้วิธีนับจำนวนถุงแทนการวัดด้วยน้ำหนักก็ได้

(ข) คอนกรีตผสมในสถานที่ก่อสร้าง (Site Mix Concrete) ต้องใช้วิธีผสมด้วยเครื่องผสมคอนกรีตที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน และผู้รับจ้างจะต้องเสนออัตราส่วนผสมเพื่อให้ได้กำลังตามที่ระบุในแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

##### (3) การเตรียมงานก่อนเทคอนกรีต

ผู้รับจ้าง ต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ควบคุมการก่อสร้างก่อนการเทคอนกรีตไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แบบหล่อคอนกรีตต้องพร้อมที่จะทำการเทคอนกรีตได้ เหล็กเสริมต้องประกอบให้ถูกต้องและมั่นคง วัสดุที่จำเป็นต้องฝังในเนื้อคอนกรีต ต้องติดตั้งอย่างมั่นคงและครบถ้วน ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติจากผู้ควบคุมการก่อสร้างก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง



(4) การเทคอนกรีต

การเทคอนกรีต ต้องเทติดต่อกันไม่ให้คอนกรีตที่เทเกิดการ Set ตัวก่อน การเท คอนกรีตใหม่ ห้ามเทคอนกรีตที่ผสมไว้ก่อนแล้วเกิน 30 นาที และห้ามเทคอนกรีตต่อจนกว่าคอนกรีตที่เทแล้วมีอายุ 20 ชม. การเทคอนกรีตครั้งหนึ่ง ๆ ต้องเทติดต่อกันจนถึงรอยต่อ (Construction Joint) ที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือรายการประกอบแบบนี้ ห้ามเทคอนกรีตจากที่สูงเกิน 2.00 เมตร โดยตรง คอนกรีตต้องได้รับการกระทุ้งให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าคอนกรีต (Vibrator) โดยให้แห้วตั้งฉากกับผิวคอนกรีตลงไปตรง ๆ จนกระทั่งเริ่มมีน้ำปูนเยิ้มขึ้นมาบนผิวเป็นระยะ ๆ ประมาณทุกช่วง 30-50 ซม. การเทคอนกรีตจะไม่อนุญาตให้กระทำในกรณีต่าง ๆ ต่อไปนี้

(ก) เมื่อฝนกำลังตก

(ข) เมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอในการปฏิบัติงานกลางคืน

(ค) เมื่ออุณหภูมิของคอนกรีตสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส ขณะที่กำลังทำการเทคอนกรีตในน้ำ หากมีขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงอนุญาตให้ทำการเทได้ และวิธีการเทก็จะต้องได้รับความเห็นชอบด้วย

(5) รอยต่อในคอนกรีต (Construction Joint)

หากแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดรอยต่อ (Construction Joint) ที่แน่นอน หรือในกรณีฉุกเฉิน จำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีตถึงรอยต่อที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างให้หยุดเทคอนกรีตได้ ในตำแหน่งที่กำหนด อนุญาตให้มีรอยต่อในโครงสร้างดังแสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้หรือโดยได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างเป็นครั้ง ๆ ไป

(6) การซ่อมผิวคอนกรีต

ห้ามทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ถอดแบบแล้ว จนกว่าจะได้รับการตรวจสอบจากผู้ควบคุมการก่อสร้าง ผิวคอนกรีตที่มีรูพรุน หรือมีส่วนบกพร่องเล็กน้อยไม่กระทบกระเทือนต่อความมั่นคงถาวร และความแข็งแรงของโครงสร้าง และได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างให้ซ่อมแซมได้แล้ว ให้ทำการสกัดคอนกรีตที่เกาะกันอย่างหลวมๆ บริเวณนั้นออกให้หมดแล้วอุดฉาบด้วยปูนทราย อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทราย 1:2 และ ผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำารซ่อมแซม คอนกรีตที่เป็นรูและมีรอยแตกให้แล้วเสร็จภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากถอดแบบ ออกแล้ว คอนกรีตที่มีรูพรุนมากจนเห็นหลักเสริมภายใน หรือมีส่วนบกพร่องอันอาจเป็นเหตุก่อให้เกิดความเสียหายต่อความมั่นคงถาวรของโครงสร้าง ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งการให้ผู้รับจ้างทำการรื้อถอนและทำการก่อสร้าง ขึ้นใหม่แทน

(7) การบ่มและรักษาคอนกรีต

ก่อนการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องให้ผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบ การวางแผนการบ่มคอนกรีต และวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้หลังจากการเทคอนกรีตแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการป้องกัน และบ่มคอนกรีตตามวิธีการที่ผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบ การบ่มคอนกรีตควรจะทำด้วยน้ำ และทำให้เปียกอย่างสม่ำเสมอติดต่อกัน 7 วัน หลังจากเทคอนกรีตแล้ว

(8) การเก็บและทดสอบตัวอย่างคอนกรีต

ในระหว่างการทำงานเทคอนกรีตแต่ละงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ตรวจสอบคุณภาพของคอนกรีตที่ใช้ ขนาดของตัวอย่างทดสอบรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบคุณภาพของคอนกรีต ต้องจัดทำอย่างน้อย ที่ทำการผสมคอนกรีตแต่ละวัน และ/หรือ ทุกปริมาณคอนกรีต 50 ลบ.ม ต้องจัดทำอย่างน้อย 1 ชุด ชุดหนึ่งประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควรและผู้รับจ้างจะต้องเก็บรักษาตัวอย่างคอนกรีต เหล่านี้ไว้เป็นอย่างดี จัดส่งให้แก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพเมื่อคอนกรีตมีอายุ 28 วัน คุณภาพ



ความแข็งแรงของคอนกรีตแต่ละงานจะต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของแท่งรูปทรงกระบอกหรือตามที่แบบระบุ

(9) การทดสอบความยุบ

คอนกรีตจะต้องผสมน้ำให้ถูกต้องตามส่วน ไม่ให้คอนกรีตแห้ง หรือดูเหลวจนเกินไป อันจะเป็นเหตุให้อัตราการรับแรงของคอนกรีตต่ำลง ดังนั้น ผู้รับจ้างต้องผสมคอนกรีตให้ถูกวิธี โดยให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการยุบตัว โดยวิธี slump test ตามมาตรฐาน ASTM C 143

(10) การทดสอบและรายงานผล

เมื่อผู้รับจ้างบ่มคอนกรีตตัวอย่างครบตามอายุ คอนกรีตที่ต้องการทดสอบหาแรงอัด แล้วต้องนำตัวอย่างคอนกรีตไปทำการทดสอบหาค่ากำลังอัด ณ หน่วยงานซึ่งเป็นที่เชื่อถือได้ของทางราชการและให้เสนอผลการทดสอบต่อผู้ว่าจ้าง

## 2.5. เหล็กเสริมคอนกรีต

(1) เหล็กเสริม

ต้องเป็นเหล็กใหม่ ปราศจากสนิมขุม มีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2559 และ มอก. 24-2559 ว่าด้วยเหล็กเส้นกลม และเหล็กเส้นกลมมีข้อหรือเหล็กข้ออ้อยตามลำดับ หากไม่มีการกำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างเหล็กเสริมเส้นกลมเกลี้ยงต้องมีกำลังคลาก (Yield Stress) ชั้น SR 24 เหล็กเส้นกลมมีข้อหรือเหล็กข้ออ้อยต้องมีกำลังคลากชั้น SD 40

(2) การตัดเหล็กเสริม

เหล็กเสริมต้องตัดให้ถูกต้องตามรูปร่าง ขนาด และระยะตามแบบก่อสร้างที่อุทธรณ์ปฏิบัติ ห้ามตัดเหล็กโดยวิธีตัดร่อน การตัดงอปลายเหล็กเสริมให้เป็นไปตามนี้

(ก) เหล็กเสริมกลม ปลายเส้นทุกเส้นต้องตัดเป็นข้องอ ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม ต่อกออกไปอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ไม่น้อยกว่า 6 ซม.

(ข) เหล็กข้ออ้อย ปลายเหล็กทุกเส้นให้ตัดเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนยื่นต่อกออกไปอย่างน้อย 12 เท่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น เว้นแต่เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 16 มม. จะตัดเป็นข้องอตามข้อ ก. ก็ได้

(ค) เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอของเหล็ก ให้วัดด้านในของข้องอตามตารางข้างล่างนี้เหล็กเสริมที่งอข้อแล้วมีรอยแตกปริ้ม หรือคลากทางด้านนอกของข้อ ห้ามนำมาใช้โดยเด็ดขาด

(3) เหล็กปลอก

เหล็กลูกตั้งหรือเหล็กปลอกให้งอปลาย 135 องศา โดยมีส่วนยื่นที่ปลายอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก แต่ไม่น้อยกว่า 6 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางข้องอให้ใช้ค่าที่กำหนดในตารางข้างต้น

(4) เหล็กตะแกรง (Wire Mesh BAR) ใช้เหล็กชั้นคุณภาพ Yield Strength ไม่น้อยกว่า 5,500 ksc

(5) การจัดวางเหล็กเสริม

เหล็กเสริมต้องวางในตำแหน่งที่ถูกต้อง และมีที่รองรับที่แข็งแรง ซึ่งอาจจะเป็นแท่งลูกปูนขาตั้งโลหะ หรือเหล็กปลอก สุดแล้วแต่กรณี ทุก ๆ รอยตัดและรอยต่อของเหล็กเสริมให้ใช้ลวดผูกเหล็ก (มอก.138-2518) ขนาดเบอร์ 16 หรือจะใช้วิธีเชื่อมก็ได้ ในกรณีที่เหล็กเสริมหลายชั้นในคานหรือเสา ระยะระหว่างชั้นเหล็กเสริมให้คั่นด้วยเหล็กขนาด 25 มม. เป็นระยะไม่เกินช่วงละ 1.50 เมตร หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้



(ก) การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทาบ การทาบเหล็กให้ใช้ระยะทาบดังนี้

- เหล็กข้ออ้อย 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กสำหรับเหล็กขนาด 25 มม.ขึ้นไปและ 35 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กสำหรับเหล็กขนาดเล็กกว่า 25 มม. และให้มีลวดผูกเหล็กเสริมผูกเป็นระยะ
- เหล็กเสริมกลม 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก และให้มีลวดผูกเหล็กเสริมผูกเป็นระยะ ๆ

## 2.6. เหล็กโครงสร้างและงานเหล็กอื่น ๆ

(1) เหล็กโครงสร้างและเหล็กรูปพรรณต่าง ๆ ต้องเป็นของใหม่ และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.1227-2558 ชั้นคุณภาพ Fe 24 หรือเป็น Black Steel Pipe ตาม ASTM A-501 หรือมอก. 107-2517 หรือ ตามที่กำหนดในแบบ

(2) การตัดด้วยไฟ เหล็กเหนียวสามารถตัดโดยใช้เครื่องมือควมคุม หรือควมคุมด้วยมือแทนการใช้เลื่อย หรือเหล็กตัดหากเป็นเหล็กอย่างอื่น การตัดด้วยไฟจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

(3) การติดตั้งเหล็กโครงสร้าง ต้องปฏิบัติตามแบบก่อสร้างโดยเคร่งครัด

(ก) เหล็กรูปพรรณต่าง ๆ อาทิเช่น เหล็กหล่อ เหล็กดัด เหล็กตะแกรง น๊อต แหวน สกรู ฯลฯ ต้องจัดหาและติดตั้งตามแบบก่อสร้าง และทุก ๆ แห่งที่จำเป็นต้องใช้ แม้จะไม่ปรากฏในแบบก่อสร้างก็ตาม น๊อต (Bolt) แหวน (Washer) และสกรู (Screw) ที่ใช้นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างต้องเป็นแบบ Heavy Duty Type ตาม American Standard ส่วนน๊อตยึด Bolt หรือ Screw Anchors ต้องเป็นแบบ Pawl หรือแบบ Expansion Bolts หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง แต่ทั้งนี้ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำไปติดตั้งใช้งาน

(ข) งานเหล็กทุกชนิดทุกประเภท เมื่อติดตั้งแล้วต้องทำความสะอาดผิวเหล็ก เศษสะเก็ดและ Slagที่เกิดจากการเชื่อมและอื่นๆ ต้องสกัดออกให้หมด และขัด ถูด้วยแปรงลวดหรือกระดาษทราย หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมจนเกลี้ยงเกลา ปราศจากสนิมสิ่งเปื้อนหรือไขมัน

(ค) การทาสีกันสนิม หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างจะต้องทาสีกันสนิม (Red Lead Primer) และสีน้ำมันทาทับตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อเรื่องงานทาสีโครงสร้างเหล็ก

## 2.7. งานทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดานโครงสร้างที่เห็นด้วยตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่คุณควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูน จะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ไม่ทาสีจะต้องอุดรู และขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ผิวที่เป็นปูนฉาบหรือคอนกรีตเปลือยที่ตกแต่งเสร็จใหม่ จะต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วัน ก่อนทำการทาสีชั้นแรก

(3) ชนิดของสี ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบให้ใช้ดังต่อไปนี้

(ก) สีทาภายนอกสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์โยหิน ปูนฉาบ ให้ทาสีด้วยสี VINYL-ACRYLIC EMULSION จำนวน 3 ชั้น มอก.272-2549

(ข) งานเคลือบผิวเหล็กที่ถูกแดดและฝน ให้ใช้สี Aluminum งานเตรียมผิว แบบ SSPC-SP5 ให้ใช้สีดังนี้ ชั้นแรกมี Zinc Chromate หนา 15 ไมครอน ชั้นที่ 2 และชั้นที่สาม สี Aluminum Phenolic โดยทาให้มีอัตราดังนี้ คือ ครั้งแรก 2.5 ตร.ม./ลิตร ครั้งที่สอง 5.0 ตร.ม./ลิตร



## 2.8. งานระบบประปา

- (1) ท่อประปา ให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 13.5 ที่ได้รับมาตรฐาน มอก.
- (2) ข้อต่อเกลียวให้ใช้ข้อต่อเกลียวชนิด PVC ผึงเกลียวทองเหลืองเมื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์เป็นเกลียว
- (3) การเดินท่อให้ใส่ประตุน้ำรวมและประตุน้ำแยกแต่ละชั้นหรือแต่ละส่วน ประตุน้ำท่อประปาหลักให้ติดตั้งภายในบ่อพักคสล.สำเร็จรูป ขนาด  $0.40 \times 0.50$  ม. ลึก 0.30 ม. พร้อมฝาปิดคอนกรีต เพื่อสะดวกในการซ่อมแก้ไขหรือติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตได้
- (4) ระบบท่อเข้าอาคาร และระบบติดตั้งก๊อกสนาม ขนาด ความยาว และแนวการวางท่อให้เป็นไปตามแบบโดยฝังท่อลงในดินความลึกไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง
- (5) ชุดทดสอบปริมาณน้ำ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ ได้แก่ มิเตอร์วัดปริมาณน้ำ (Flow Rate Meter) มีหน่วยวัดเป็นลูกบาศก์เมตรทำจากทองเหลือง เครื่องวัดความดันน้ำที่วัดความดันได้ถึง 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สวิตช์แรงดัน เกจวาล์ว เป็นต้น มีรายละเอียดเป็นไปตามแบบ
- (6) ถังเก็บน้ำเป็นถังไฟเบอร์กลาสสำหรับใช้ภายนอก จำนวน 2 ใบ ขนาดความจุแต่ละใบ ไม่น้อยกว่า 2.5 ลบ.ม. ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. ซึ่งสามารถตั้งบนหอดังประปาเดิมของศูนย์ฯ ได้ พร้อมฝาปิดถัง ติดตั้งชุดลูกลอยหรือระบบอัตโนมัติหยุดการทำงานของระบบสูบน้ำเมื่อน้ำเต็มถึงถังเก็บน้ำ และทำการเชื่อมต่อเข้าระบบกรองน้ำเดิมของศูนย์ฯ
- (7) บ่อพักน้ำ คสล.ทำการซ่อมแซมบ่อพักน้ำที่มีอยู่เดิมด้วยการฉาบเรียบและทาน้ำยากันซึม เปลี่ยนท่อน้ำใหม่ทั้งหมด พร้อมติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งเพื่อส่งน้ำขึ้นหอดังประปา

## 2.9. งานด้านไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน มีคุณภาพการติดตั้งอุปกรณ์ การเดินสายไฟฟ้า และการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นระเบียบและปลอดภัยตามหลักวิชาการ หรือให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ฉบับแก้ไขปรับปรุงล่าสุด) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) หรือข้อกำหนดที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) กำหนดไว้ หากผู้รับจ้างสั่งซื้อและหรือนำอุปกรณ์หรือวัสดุไปใช้งานโดยมิได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อสร้างแล้วผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอนเปลี่ยนอุปกรณ์หรือวัสดุนั้นเอง

ข้อเสนอทางเทคนิคของอุปกรณ์หลักของงานไฟฟ้า ข้อ 2.9 ของข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม) ข้อ (1), (3), (4) และ(5) ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องสูบน้ำ บ่อลึก เครื่องสูบน้ำแบบบ่อลึก และเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ให้แนบแค็ตตาล็อก (Catalog) หรือใบรับรอง (Certificate) หรือเอกสารอื่นใดที่แสดงคุณสมบัติอย่างครบถ้วนตามข้อกำหนด ดังยี่ห้อและรุ่นของอุปกรณ์ที่เสนอมา พร้อมให้ทำเครื่องหมายบ่งชี้หรือตารางเปรียบเทียบระหว่างข้อความที่แสดงคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดแต่ละข้อในแค็ตตาล็อกหรือใบรับรอง หรือเอกสารอื่นกับข้อเสนอทางเทคนิคนี้อย่างชัดเจน และลงนามกำกับในทุกหน้าพร้อมประทับตราบริษัท/ห้างฯ (ถ้ามี) โดยยื่นมาพร้อมกับการยื่นเสนอราคามาร่วมนี้

### (1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์

(ก) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) เป็นชนิด Crystalline Silicon มีพิกัดเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 400 วัตต์ (Wp) ต่อแผง และที่เงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน STC (Standard Test Condition) มีประสิทธิภาพแผงฯ สูงสุด (Max Efficiency) ไม่น้อยกว่า 19.0



(ข) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 61215 เล่ม1(1)-2561 และ มอก.2580 เล่ม 2-2560 หรือใหม่กว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย ที่ได้รับการรับรอง Made in Thailand จากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับการขึ้นทะเบียน SMEs จากสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) โดยต้องแนบเอกสารรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเสนอราคา

(ค) เซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์ ต้องไม่มีรอยต่างอันเนื่องมาจากการบกพร่องในการผลิต

(ง) กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำจากโลหะที่แข็งแรงไม่เป็นสนิม ผิวหน้าปิดทับด้วยกระจกเทมเปอร์ เป็นส่วนทับหน้าที่ใช้ทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบบบังคับต้องได้รับการรับรองมาตรฐานมอก.965-2560 โดยแนบเอกสารมาตรฐานจาก สมอ.ตามแบบมอ.6 อีกทั้งเมื่อทำมุมลาดเอียงระหว่าง 15-20 องศาแล้วไม่ทำให้เกิดน้ำขังบริเวณกรอบแผงฯ

(จ) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องเป็นยี่ห้อและรุ่นที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเดียวกันทั้งชุดรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 3,600 วัตต์ (Wp)

(ฉ) ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) ที่มีหัวต่อ (Connector) ชนิด MC4 มีฝาปิดกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำได้ในระดับ IP65 หรือดีกว่า

(ช) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำหนดให้ด้านรับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์หันไปทางทิศที่รับแสงอาทิตย์มากที่สุดตามพื้นที่และภูมิประเทศ เอียงทำมุมตามหลักวิชาการ ตลอดจนต้องอยู่ในพื้นที่โล่งไม่เกิดการบังเงาบนแผงฯ ตลอดช่วงกลางวัน

(ซ) มีหนังสือยืนยันรับประกันประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 80% ใน 25 ปี แนบมาพร้อมกับการเสนอราคา

## (2) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

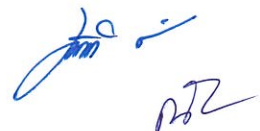
(ก) ตู้ควบคุมโลหะเคลือบสีหรือสแตนเลส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง เหมาะสำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร สามารถกันน้ำได้ในระดับ IP54 หรือดีกว่า เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานชุดสูบน้ำ และอุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้า โดยตำแหน่งติดตั้งกล่องดังกล่าวต้องมั่นคง แข็งแรงง่าย ต่อการดูแล และบำรุงรักษา

(ข) สายไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งระบบฯ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นไปตามเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) กำหนด

(ค) ท่อร้อยสายไฟฟ้าให้เป็นชนิดที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN 8 หรือดีกว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก.โดยขนาดท่อและจำนวนสายไฟฟ้าที่ร้อยท่อต้องเป็นไปตามหลักวิชาการ

(ง) การเดินสายไฟฟ้าระหว่างแผงแต่ละแผงให้ใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อมกับ Terminal Box ของแผงฯ หรือใช้สายไฟฟ้าชนิด Photovoltaic Wire ขนาดสายเท่ากับสายที่ติดตั้งมาพร้อมกับแผงฯ หรือตามคู่มือของผู้ผลิต (ถ้ามี) และการต่อสายไฟฟ้าให้ใช้ PV Connector ชนิด MC4 หรือแบบอื่นที่ดีกว่า

(จ) สายไฟฟ้าของชุดแผงแต่ละสาขา (PV String) ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด PV1F ขนาด 4.0 sq.mm. และแสดงสัญลักษณ์ขั้วของแผงฯ ก่อนต่อเข้ากับขั้วต่อสายของชุดฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยอ้างอิงรูปแบบการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. กำหนดให้ชุดฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงติดตั้งภายในกล่องอย่างถูกต้องปลอดภัยและยึดเข้ากับเสาโครงสร้างรองรับแผงฯ



(ฉ) บริเวณฐานเสาโลหะของโครงสร้างรองรับชุดแผงฯ ต้องต่อหลักดิน (Grounding System) โดยใช้สายไฟชนิดทองแดงหุ้มฉนวน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 sq.mm. ต่อจาก Ground Rod ชนิดแท่งทองแดง หรือแท่งโลหะหุ้มทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 5 ฟุต ไปยังฐานเสา การยึดสายไฟกับ Ground Rod

(ซ) การเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ควบคุมการทำงานไปยังชุดเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้สายไฟฟ้าสายไฟ VCT ขนาด 6.0 sq.mm. โดยให้เดินสายภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE ผึงดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร สำหรับในส่วนที่จะต้องเดินผ่านโครงเหล็กยึดท่อส่งน้ำ ให้เดินสาย ภายในท่อร้อยสายที่ยึดติดกับโครงเหล็กยึดท่อส่งน้ำอย่างมั่นคง แข็งแรง

(3) เครื่องสูบน้ำแบบบ่อลึก (Submersible Type) กระแสสลับ ขนาดไม่น้อยกว่า 3 แรงม้า

(ก) เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องและมีเครื่องหมาย CE บนผลิตภัณฑ์

(ข) เป็นเครื่องสูบน้ำแบบบ่อลึก (Submersible Type) ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 แรงม้า (2.2 กิโลวัตต์) ใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส แรงดันไฟฟ้า 220/230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ โดยมีกราฟแสดงลักษณะการทำงาน (Performance Curve) หรือตารางแสดงสมรรถนะการทำงาน หรือรายละเอียดการคำนวณที่แสดงให้เห็นว่าชุดเครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ไม่น้อยกว่า 5.0 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง จะมีระดับความสูงสุทธิตั้งแต่ 60 เมตร

(ค) สามารถใช้งานร่วมกับอินเวอร์เตอร์สำหรับชุดเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกัน

(ง) วัสดุท่อหุ้มเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้าและท่อทางส่งทำด้วยสแตนเลสที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AISI 304 หรือเทียบเท่า เครื่องสูบน้ำเป็นชนิดหล่อลิ้นด้วยน้ำและออกแบบให้ทรายที่ปนมากับน้ำสามารถระบายออกจากตัวปั๊มได้พร้อมกับน้ำที่สูบ

(4) เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งกระแสสลับ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 แรงม้า

(ก) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง ระดับชั้นการป้องกันน้ำเข้า IP45 หรือดีกว่า

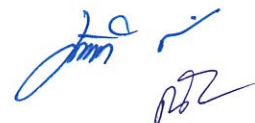
(ข) เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดไม่ต่ำกว่า 2 แรงม้า (1.5 กิโลวัตต์) ใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส แรงดันไฟฟ้า 220/230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ โดยมีกราฟแสดงลักษณะการทำงาน (Performance Curve) หรือตารางแสดงสมรรถนะการทำงาน หรือรายละเอียดการคำนวณที่แสดงให้เห็นว่าชุดเครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ไม่น้อยกว่าปริมาณน้ำและระดับความสูงสุทธิตั้งแต่ที่กำหนด

(5) อินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องสูบน้ำแบบบ่อลึก

(ก) เป็นอินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องสูบน้ำแบบบ่อลึกชนิด 3 เฟส ที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำบ่อลึก ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 แรงม้า (2.2 กิโลวัตต์) ได้

(ข) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง หรือได้รับฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง

(ค) มีฟังก์ชันแสดงสถานะการทำงานของระบบสูบน้ำฯ เช่น ชั่วโมงการทำงาน แรงดันและกระแสของเครื่องสูบน้ำ พร้อมปุ่มควบคุม (Display and Keypad Buttons) รวมถึงระบบป้องกันความเสียหายตามมาตรฐานสากล เช่น Over Voltage, Under Voltage, No Load, Overload, Overcurrent, Dry-run และ Flow Sensor Switch Port



(ง) มีคุณสมบัติสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความเหมาะสมกับการทำงานตามชนิดและรุ่นของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เสนอซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ข้อเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำบ่อลึก เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

(จ) มีระบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking) มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ต่ำกว่า 95%

(ฉ) มีระบบป้องกันการการทำงานหากอุณหภูมิของเครื่องแปลงไฟสูงเกิน (Over Temperature Protection) หรือมีพัดลมระบายความร้อน

(ช) มีระบบหน่วงสตาร์ท หากเกิดการเดินเครื่องโดยไม่มีน้ำ (Restart Delay After Dry Run)

(6) อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge Protector) มีรายละเอียดดังนี้

(ก) เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรง หรือกระแสสลับ

(ข) พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่น้อยกว่า 600 V

(ค) สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ในสายไฟเนื่องจากฟ้าผ่าที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 kA

(ง) มีหลอดไฟสัญญาณ หรือแถบสีแดงแสดงสภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ

(จ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(7) ฟิวส์ (Fuse) มีคุณสมบัติดังนี้

(ก) เป็นชนิดใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) หรือชนิด AC/DC Fuse

(ข) เป็นแบบ Cylindrical Fuse ขนาด 10x38 มม. หรือเป็นแบบ/ขนาดอื่นที่เหมาะสมกว่า

(ค) มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของค่าแรงดันวงจรเปิด ( $V_{OC}$ ) ของชุดแผงฯ ที่ต่อวงจรอนุกรม (PV string)

(ง) มีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของค่ากระแสลัดวงจร ( $I_{SC}$ ) ของชุดแผงฯ ที่ต่อวงจรอนุกรม และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าขนาด Series fuse ของแผงเซลล์ฯ ที่ระบุโดยผู้ผลิต (ถ้ามี)

(จ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(ฉ) ติดตั้งชุดฟิวส์ภายในตู้ชนิดใช้งานภายนอก (Outdoor type) ที่สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม ระดับ IP54 หรือดีกว่า และมีฝาปิดตู้ที่สามารถปิดล็อกได้

(8) Circuit Breaker มีรายละเอียดดังนี้

(ก) เป็นชนิด 2 Poles

(ข) เป็นชนิดใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) กระแสสลับ (AC) หรือเป็นชนิด AC/DC

(ค) มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของค่าแรงดันวงจรเปิด ( $V_{OC}$ ) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(ง) มีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของค่ากระแสลัดวงจร ( $I_{SC}$ ) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(จ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตาม IEC หรือ EC หรือมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง

## 2.10. ป้ายนิทรรศการ

(1) ป้ายแสดงข้อมูลเชิงเทคนิคสำหรับเผยแพร่ความรู้พร้อมโครงสร้างและฐานราก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

(ก) แผ่นป้ายทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบ ขัดพื้นและพ่นสีกันสนิม ก่อนพ่นหรือเคลือบสีพื้นเป็นสีพื้นสีเข้มโดยใช้ชนิดใช้งานภายนอก (Outdoor) สามารถทนต่อสภาพอากาศ

(ข) ด้านหลังของแผ่นป้ายเชื่อมติดกับโครงเหล็กสี่เหลี่ยม พ่นสีกันสนิม ก่อนพ่นหรือเคลือบสีจริง



(ค) เสาป้ายด้วยท่อเหล็กเชื่อมปิดปลายหัวเสาพ่นหรือทาด้วยสีเคลือบชนิดคุณสมบัติใช้งานภายนอก ขนาด ความสูง และฐานราก รายละเอียดตามแบบ

(ง) ข้อมูลทางเทคนิคให้พิมพ์บนแผ่นไม้พลาสติกเคลือบด้วยสติ๊กเกอร์เคลือบด้าน โดยแสดงในรูปแบบอินโฟกราฟิก (ตัวหนังสือ แผ่นผัง และรูปภาพ) ที่เข้าใจได้ง่ายในการถ่ายทอดองค์ความรู้ สีที่พิมพ์และวัสดุเคลือบผิวสามารถทนต่อสภาพอากาศได้ดี

