

**รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**  
**ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (SOLAR ROOFTOP)**  
**ขนาดไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์ (KW) ของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา**

**๑. ความเป็นมา**

โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ได้รับจัดสรรงบประมาณกองทุนพัฒนาไฟฟ้า เพื่อกิจการตามมาตรา ๙๗ (๔) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ สำหรับข้อเสนอโครงการของสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข โดยสนับสนุนงบประมาณ ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน ๒๕ โรงพยาบาล เพื่อจัดซื้อ ครุภัณฑ์ไฟฟ้าและวิทยุ รายการระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (SOLAR ROOFTOP) ขนาดไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค (KWp) เป็นจำนวนเงิน ๒๘,๒๑๕,๐๐๐.๐๐ บาท (ยี่สิบแปดล้าน สองแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน) สำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและอำนวยการ (OPD) ๗ ชั้น, อาคาร ๖๐ ปี อายุรกรรม ๘ ชั้น, อาคารการไฟฟ้า ๙ ชั้น, อาคารกุมารเวชกรรม ๑๐ ชั้น และ อาคารผู้ป่วยใน ๘ ชั้น ของ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

**๒. วัตถุประสงค์**

เพื่อออกแบบจัดหาและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ขนาดไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค (KWp) สำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและอำนวยการ (OPD) ๗ ชั้น, อาคาร ๖๐ ปี อายุรกรรม ๘ ชั้น, อาคารการไฟฟ้า ๙ ชั้น, อาคารกุมารเวชกรรม ๑๐ ชั้น และ อาคารผู้ป่วยใน ๘ ชั้น ของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

๒.๑ เพื่อดำเนินการตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข เกี่ยวกับการส่งเสริมการใช้พลังงาน หมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

๒.๒ เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในหน่วยงานภาครัฐ

๒.๓ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคของหน่วยงานภาครัฐได้มากขึ้น

๒.๔ เพื่อเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับภารกิจของทุกหน่วยงานในโรงพยาบาล

**๓. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ**

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบ ที่รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงาน ของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ จังหวัด ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง การแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาล ของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑) การกำหนดสัดส่วนในการเข้าร่วมค้าของคู่สัญญา

กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงฯ จะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

(๒) กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

(๓) การยื่นข้อเสนอของกิจการร่วมค้า

(๓.๑) กรณีที่ข้อตกลงฯ กำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

(๓.๒) การยื่นข้อเสนอด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ให้ผู้เข้าร่วมค้าที่ได้รับมอบหมายหรือมอบอำนาจตามข้อ (๓.๑) ดำเนินการซื้อเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ กรณีที่มีการจำหน่ายเอกสารซื้อหรือจ้าง

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

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยหรือต่างประเทศ ซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ งบแสดงฐานะการเงิน ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ หมายถึง งบแสดงฐานะการเงินย้อนไปก่อนวันที่หน่วยงานของรัฐกำหนดให้เป็นวันยื่นข้อเสนอ ๑ ปีปฏิทิน เว้นแต่กรณีนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย หากวันยื่นข้อเสนอเป็นช่วงระยะเวลาที่กรมพัฒนาธุรกิจการค้ากำหนดให้นิติบุคคลยื่นงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ซึ่งจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม ของทุกปี โดยนิติบุคคลที่เป็นผู้ยื่นข้อเสนออยู่นั้นยังอยู่ในช่วงของการยื่นงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า คือ ช่วงเดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม กรณีนี้ให้สามารถยื่นงบแสดงฐานะการเงินย้อนไปอีก ๑ ปี ได้

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่ง ยังไม่มีการรายงานงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า หรือกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงิน ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ

(๓) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา ให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย หรือบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทย ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง จะเป็นสินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกัน ตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีที่ได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศ หรือบุคคลธรรมดาที่ไม่ได้ถือสัญชาติไทย ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง จะเป็นสินเชื่อที่ธนาคารต่างประเทศหรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารกลางต่างประเทศนั้น ตามรายชื่อบริษัทที่ธนาคารกลางต่างประเทศนั้นแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่ที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีที่ได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน

(๕) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายต่างประเทศ หรือบุคคลธรรมดาที่ไม่ได้ถือสัญชาติไทยตามข้อ ๒ ข้อ ๓ และข้อ ๔ (๒) มูลค่าจะต้องเป็นไปตามอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ตามประกาศที่ธนาคารแห่งประเทศไทยกำหนด ในช่วงระหว่างวันที่เผยแพร่ประกาศและเอกสารประกวดราคาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (e - GP) จนถึงวันเสนอราคา

ทั้งนี้ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นเอกสารที่แสดงให้เห็นถึงข้อมูลเกี่ยวกับมูลค่าสุทธิของกิจการแล้วแต่กรณี ประกอบกับเอกสารดังกล่าวจะต้องผ่านการรับรองตามระเบียบกระทรวงการต่างประเทศว่าด้วยการรับรองเอกสาร พ.ศ. ๒๕๓๙ และที่แก้ไขเพิ่มเติมกำหนด โดยจะต้องยื่นเอกสารดังกล่าวในวันยื่นข้อเสนอ หากผู้ยื่นข้อเสนอได้มีการยื่นเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอให้ถือว่าผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้นยื่นเอกสารไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เอกสารประกวดราคา

(๖) กรณีตาม ข้อ ๑ - ข้อ ๕ ไม่ใช่บังคับกรณีดังต่อไปนี้

(๖.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐภายในประเทศ

(๖.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย พ.ศ. ๒๕๕๓ และที่แก้ไขเพิ่มเติม

(๖.๓) งานจ้างก่อสร้างที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้วและงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐที่ได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้ว ก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ มีผลใช้บังคับ

(๖.๔) การจัดซื้อจัดจ้างตามมาตรา ๕๖ วรรคหนึ่ง (๒) (ข) และ (ค) แห่งพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ

(๖.๕) การซื้อสิ่งหามิทธิพลและการเช่าสิ่งหามิทธิพล

(๖.๖) กรณีสานจ้างบริการหรืองานจ้างหามิบริการกับบุคคลธรรมดา เช่น จ้างพนักงานขับรถ  
ครูชาวต่างชาติ พนักงานเก็บขยะ พนักงานบันทึกข้อมูล เป็นต้น

๓.๑๓ ผู้เสนอราคาจะต้องยื่นเอกสารหรือแคตตาล็อกจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย  
และจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เสนอเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของ  
โรงพยาบาลมหาราชนคราราชสีมา โดยเรียงลำดับหัวข้อไปตามกำหนดของโรงพยาบาลพร้อมทั้งทำเครื่องหมาย  
ในแคตตาล็อกของผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้ชัดเจน แนบมาในวันยื่นข้อเสนอ โดยรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หลักของ  
ระบบดังนี้

๓.๑๓.๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) หรือแผงโซล่าเซลล์ (Solar Module)

๓.๑๓.๒ อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid connected Inverter)

๓.๑๓.๓ DC Rapid Shutdown

โดยให้ยื่นในวันยื่นข้อเสนอ หากผู้เสนอราคาไม่แนบเอกสารดังกล่าวหรือ เอกสารดังกล่าว  
ไม่ครบถ้วน โรงพยาบาลมหาราชนคราราชสีมาจะไม่พิจารณาในการเสนอราคาในครั้งนี้ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ขาด  
คุณสมบัติในข้อใดข้อหนึ่ง โรงพยาบาลมหาราชนคราราชสีมาจะถือว่าเป็นผู้ขาดคุณสมบัติตามข้อกำหนด และ  
เงื่อนไขการจัดซื้อครั้งนี้ และจะไม่รับพิจารณาราคา

#### ๔. คุณสมบัติทั่วไป

๔.๑ สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค (KWp) ติดตั้งพร้อม  
ใช้งาน โดยติดตั้งบนหลังคาอาคารภายในโรงพยาบาลมหาราชนคราราชสีมา อำเภอเมืองนคราราชสีมา จังหวัด  
นคราราชสีมา ในลักษณะเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายระบบไฟฟ้า (Grid connected) คุณสมบัติเฉพาะตามที่ระบุ  
ในเอกสารนี้ตามรายละเอียดงานและมาตรฐานอ้างอิงคุณสมบัติด้านเทคนิคและรายละเอียด

๔.๒ ออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

๔.๒.๑ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔ (Thai Electrical Code  
๒๐๒๑, วสท. ๐๒๒๐๐๑-๒๒)

๔.๒.๒ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์  
ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. ๒๕๖๕ (Solar Rooftop Power Supply Installations ๒๐๒๒,  
วสท.๐๒๒๐๑๓-๒๒) หรือล่าสุด

๔.๒.๓ มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยพิมพ์ครั้งที่ ๓ พฤษภาคม ๒๕๕๙ วิศวกรรมสถานแห่ง  
ประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

๔.๒.๔ มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า พ.ศ. ๒๕๖๕ (Lightning Protection Standard ๒๐๒๒,  
วสท. ๐๒๒๐๑๔-๒๒)

๔.๓ การออกแบบและติดตั้ง แผงโซล่าเซลล์และวัสดุ ผู้ขายต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดจาก  
น้ำหนัก ของอุปกรณ์แรงลมและต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมโยธา โดยมีสามัญวิศวกรโยธา  
ลงนามรับรอง กรณีหลังคาเกิดการชำรุดรั่วซึมจากการติดตั้ง Solar Rooftop ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ขาย  
และต้องดำเนินการแก้ไขให้กลับสภาพเดิมโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

#### ๕. คุณสมบัติเฉพาะ

๕.๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

- ๕.๑.๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Crystalline Silicon Solar Cell) ต้องมีกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดไม่น้อยกว่า ๖๗๐ Wp ต่อแผง ที่เงื่อนไขการทดสอบ มาตรฐาน STC (Standard Test Conditions) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) ๑,๐๐๐ W/m<sup>๒</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ๒๕ องศาเซลเซียส
- ๕.๑.๒ กรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความแข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี ทำจากวัสดุเช่น Anodized Aluminium Alloy มีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีความแข็งแรงเหมาะสมกับการติดตั้งบนหลังคาอาคาร
- ๕.๑.๓ มี Ingress Protection Ratings หรือ มาตรฐานการป้องกันน้ำและฝุ่นไม่น้อยกว่า IP๖๕
- ๕.๑.๔ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาต้องแนบเอกสารรับรองจากผู้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีการรับรองคุณภาพแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี และรับรองกำลังการผลิตไฟฟ้า จะต้องไม่น้อยกว่า ๘๐% ภายใน ๒๕ ปี
- ๕.๑.๕ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. ๖๑๗๓๐ เล่ม ๒-๒๕๖๗ หรือ ได้รับอนุญาตให้ใช้มาตรฐานเดิมจาก สมอ. และ มอก. ๖๑๒๑๕ เล่ม ๑(๑) ได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย (MIT) จากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยหรือรับรองจากผู้ผลิตว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย โดยแนบหลักฐานดังกล่าวมาพร้อมใบเสนอราคาด้วย
- ๕.๑.๖ ต้องมี Bypass diode ต่อวงจรภายในกล่องต่อสายไฟ junction box หรือหัวต่อสายไฟฟ้า ที่มีมาตรฐานการป้องกันน้ำและฝุ่น ระดับไม่ต่ำกว่า IP๖๕
- ๕.๑.๗ ต้องมี Name plate ระบุข้อมูลในเอกสารคุณสมบัติผลิตภัณฑ์
- ๕.๑.๘ เพื่อให้การจัดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มานุกรมกันมีค่าพิคกิ้งกระแสดสูงสุด (Imp) ใกล้เคียงกันมากที่สุด ผู้ผลิตจะต้องระบุ Current Class ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใน flash test report และบรรจุใน pallet แยกจากกันรวมทั้งทำเครื่องหมายระบุ Current Class ประทับบน pallet ให้เห็นได้อย่างชัดเจน
- ๕.๑.๙ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำเสนอทุกชุดและที่ใช้ติดตั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันและมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกันทุกแผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากผู้ผลิตที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) พร้อมแนบเอกสารในการเสนอราคา
- ๕.๑.๑๐ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลัง (Power Tolerance) ๐ ถึง +๕% หรือดีกว่า
- ๕.๑.๑๑ โครงสร้างด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) ที่มี Bypass diode ต่อวงจรภายใน junction box ที่มีการปิดผนึก หรือมีฝาปิดล็อกอย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารได้ดีด้วยตาม มาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP๖๕
- ๕.๑.๑๒ กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Frame) ทำจาก Anodized Aluminum Alloy หรือวัสดุ ปลอดภัยทนทานต่อสภาพอากาศ และมีความมั่นคงแข็งแรง
- ๕.๑.๑๓ Cable Connector เป็นข้อต่อของสายไฟฟ้าด้านกระแสดตรง (PV MC๔ Connectors) โดยมีคุณสมบัติดังนี้
- (๑) ข้อต่อที่ใช้ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีคุณสมบัติป้องกันการถอดโดยไม่ตั้งใจ

- (๒) สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP๖๕ หรือดีกว่า
- (๓) Rated Voltage ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐ VDC
- (๔) ข้อต่อจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่น่าเชื่อถือ เช่น TUV Certification ต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องแบบสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๑.๑๔ แผ่นกระจกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผลิตจากวัสดุกระจกนิรภัย Tempered Glass หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า และทนทานต่อแสง UV

๕.๑.๑๕ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในขอบเขตงาน โดยคำนวณจากค่ากำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด

๕.๑.๑๗ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่นำมาติดตั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่มีตำหนิ หรือจุดบกพร่องใดๆ รวมทั้งไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

๕.๑.๑๘ แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งานในหน่วยงานของรัฐมาแล้วโดยแนบหนังสือยืนยัน

๕.๑.๑๙ ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตโดยตรง โดยระบุชื่อโครงการ

๕.๒ โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

๕.๒.๑ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างฯ รวมทั้ง อุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM๑๒๓ หรือ BS (EN) ISO ๑๔๖๑ หรือเกรดอื่นๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าหรือต้องเป็นอลูมิเนียมเกรด ๖๐๐๕-T๕ หรือโลหะปลอดสนิม ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้ง ชุดแผง Solar PV Module โดยเฉพาะ

๕.๒.๒ ส่วนประกอบโครงสร้างฯ ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก

๕.๒.๓ วัสดุ อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงสร้าง และอุปกรณ์จับยึดชุดโครงสร้างกับโครงสร้าง หลังคาสถานที่ติดตั้ง จะต้องมีความเหมาะสม

๕.๒.๔ ฐานรากรองรับโครงสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรับน้ำหนักแผงเซลล์ได้ และจะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างหลังคา แผ่นหลังคา และอาคารที่ติดตั้ง

๕.๒.๕ ในกรณีที่ติดตั้งฐานรองรับตามแบบที่ออกแบบไว้ไม่ได้ต้องมีการดัดแปลงหรือแก้ไขที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถดำเนินการติดตั้งจนแล้วเสร็จได้อย่างสมบูรณ์ตามหลักมาตรฐานวิศวกรรม หากมีการดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลงจากข้อกำหนดเดิมจะต้องมีการแจ้งคณะกรรมการตรวจรับเพื่อทราบและพิจารณาอนุมัติ

๕.๒.๖ ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผง Solar PV Module ต้องต่อสายดินตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔ หรือฉบับล่าสุดหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตมีส่วนประกอบของแผ่นติดตั้ง สายดิน (Ground Plate) ระหว่างแผงกับรางและตู้คอนโทรลมีความมั่นคงแข็งแรงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔ หรือฉบับล่าสุด กรณีพบความเสียหายเกิดขึ้นกับโครงสร้างรองรับชุดแผงทั้ง ก่อนและระหว่างการติดตั้ง มากกว่า ๒ เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าวัสดุไม่ได้มาตรฐาน จะให้ทำการเปลี่ยนแบรนต์โดยทันทีโดยไม่มีข้อยกเว้น

๕.๒.๗ ต้องใช้ประแจวัดแรงบิด (Torque Wrench) ในการทอร์คน็อตเพื่อให้ได้ค่าทอร์คน็อต (Torque) ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

๕.๒.๘ โครงสร้างรองรับ และการยึดจับ Solar PV module ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของอาคาร  
ระเบียบและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

๕.๒.๙ ผู้เสนอโครงการต้องทำการทดสอบแรงดึงของอุปกรณ์ยึดแผ่นหลังคาและส่งรายงานผล  
การทดสอบแรงดึงอย่างน้อย ๑ จุด /อาคาร โดยการทดสอบต้องทดสอบโดยหน่วยงานรัฐ  
ที่น่าเชื่อถือหรือมหาวิทยาลัยในการกำกับของรัฐ

๕.๒.๑๐ โครงสร้างสามารถทนต่อแรงลมสูงสุดอย่างน้อย ระดับ พายุติเปรสชั่น เป็นระยะเวลา ๕ ปี  
หลังจากส่งมอบงาน

๕.๓ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าฯ ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) มีคุณลักษณะ  
ดังต่อไปนี้

๕.๓.๑ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Grid Connected Inverter

๕.๓.๒ เป็นชนิด Grid Connected Inverter สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของการ  
ไฟฟ้าได้

๕.๓.๓ เป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการตรวจสอบขึ้นทะเบียนรายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ของ  
ทางการไฟฟ้า PEA หรือ MEA รวมทั้งได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC ๖๒๑๐๙, IEC  
๖๑๓๒๗, EN๖๑๐๐๐ และ IEC ๖๒๑๑๖ โดยต้องแนบผลรับรองเพื่อใช้เป็นหลักฐานใน  
การเสนอราคา

๕.๓.๔ รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้าสูงสุด (Maximum DC voltage) ไม่น้อยกว่า  
๑,๑๐๐ V

๕.๓.๕ มีระบบฟังก์ชันแบบ MPPT ที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติเมื่อมีพลังงานแสงอาทิตย์

๕.๓.๖ รองรับการจัดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า ๑๒ strings

๕.๓.๗ รองรับแรงดันไฟฟ้าในช่วง MPP (MPP voltage range) อยู่ในช่วง ๒๐๐VDC – ๑,๐๐๐ VDC

๕.๓.๘ รองรับกระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงสุดต่อ MPPT (Maximum input current per MPPT)  
มากกว่าหรือเท่ากับ ๒๕A

๕.๓.๙ รองรับกระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูงสุดต่อ MPPT (Maximum short-circuit current per  
MPPT) มากกว่าหรือเท่ากับ ๓๒A

๕.๓.๑๐ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (Nominal AC Voltage) ๒๓๐ V / ๔๐๐ V ชนิด ๓  
เฟส ๓ W/N/PE และมีช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (AC voltage range) อยู่  
ในช่วง ๓๔๐VAC – ๔๔๐VAC

๕.๓.๑๑ สามารถทำงานในความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Frequency) ที่ ๕๐/๖๐ Hz และในช่วง  
ความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Frequency range) ที่ ๔๕~๕๕Hz/๕๕~๖๕Hz )

๕.๓.๑๒ มีค่า Power factor ที่กำลังไฟฟ้าปกติ มากกว่า ๐.๙๙ และมีความสามารถในการปรับ  
ค่า Power factor ได้ตั้งแต่ ๐.๘ leading...๐.๘ lagging

๕.๓.๑๓ มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงสุดไม่น้อยกว่า ๙๘.๗ % และมีค่า THDI < ๓ %

๕.๓.๑๔ รองรับการจัดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นผ่านทางระบบ USB หรือ RS๔๘๕

๕.๓.๑๕ มีระบบ Smart string monitoring และ Smart I-V Diagnosis วิเคราะห์การทำงานใน  
ระบบสตริงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงผลออกมาเป็นกราฟ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์  
อื่นๆเพิ่มเติมและสามารถใช้งานฟังก์ชันนี้ได้ตลอดอายุการใช้งานของอินเวอร์เตอร์

๕.๔ ระบบความปลอดภัย

๕.๔.๑ มีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือไฟฟ้ากระชากทางด้านกระแสตรงและกระแสสลับ (DC and  
AC Surge protection) ชนิด Type II

- ๕.๔.๒ มีระบบไฟฟ้ากระแสตรงต่อกลับขั้ว (DC reverse polarity protection)
- ๕.๔.๓ มีอุปกรณ์ตัด-ต่อไฟฟ้ากระแสตรงฝั่งขาเข้า (DC Switch) ในแต่ละ MPPT
- ๕.๔.๔ มีระบบการตรวจสอบความต้านทานของฉนวน (Insulation resistance monitoring)
- ๕.๔.๕ มีระบบป้องกันและแสดงความผิดปกติ เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน (Ground fault monitoring)
- ๕.๔.๖ มีระบบป้องกันการลัดวงจรฝั่งขาออกไฟฟ้ากระแสสลับ (AC short circuit protection)
- ๕.๔.๗ มีระบบการติดตามและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าจากสายส่ง (Grid monitoring)
- ๕.๔.๘ มีระบบป้องกันการจ่ายไฟแบบระบบไฟฟ้าแยกโดด (Anti-Islanding protection)
- ๕.๔.๙ มีระบบแสดงความผิดปกติของการเชื่อมต่อกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ฝั่งขาเข้า (String fault monitoring)
- ๕.๔.๑๐ มีระบบ Anti-PID protection และ AFCI protection

#### ๕.๕ ข้อมูลทั่วไป

- ๕.๕.๑ มีค่า Ingress Protection (IP) ที่ระดับไม่น้อยกว่า IP ๖๕
- ๕.๕.๒ มีค่า Noise emission ไม่เกิน ๕๕ dB(A)
- ๕.๕.๓ รองรับการใช้งานที่อุณหภูมิ  $-๒๕^{\circ}\text{C}$  ถึง  $+๖๐^{\circ}\text{C}$
- ๕.๕.๔ มีค่า Relative Humidity เท่ากับ ๐ - ๑๐๐ %
- ๕.๕.๕ มี Power consumption ที่เวลากลางคืน น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑ W
- ๕.๕.๖ เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด Transformerless
- ๕.๕.๗ มีระบบการระบายความร้อนเป็นแบบ Smart fan cooling
- ๕.๕.๘ ต้องมีการรับประกันสินค้าไม่ต่ำกว่า ๑๐ ปี
- ๕.๕.๙ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย หรือผลิตที่โรงงานในประเทศโซนทวีปเอเชีย หรือประเทศโซนทวีปยุโรป เท่านั้น
- ๕.๕.๑๐ โรงงานผู้ผลิตอินเวอร์เตอร์ต้องมีผลการรับรองมาตรฐานโรงงาน ดังต่อไปนี้ ISO ๙๐๐๑, ISO ๑๔๐๐๑, ISO ๔๕๐๐๑ และ SA ๘๐๐๐ โดยต้องแนบเอกสารการรับรองเพื่อเป็นหลักฐานยืนยันในการได้รับมาตรฐานดังกล่าว
- ๕.๕.๑๑ ผลิตภัณฑ์ต้องมีสำนักงานใหญ่และศูนย์บริการบำรุงรักษา (Office and Maintenance Service Center) ในประเทศไทย และมีการสำรองอะไหล่ โดยต้องได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตโดยตรง
- ๕.๕.๑๒ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่าย (Grid Connected Inverter) หรือผู้จัดจำหน่ายในประเทศ จะต้องแนบเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับการเสนอราคา

#### ๕.๖ อุปกรณ์หยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid shutdown)

- ๕.๖.๑ ผู้ยื่นเสนอราคาคำเนินการจัดหาติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดทำงานฉุกเฉิน สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาของโครงการ
- ๕.๖.๒ ลดแรงดันไฟฟ้าในบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน ๘๐ โวลต์ ภายใน ๓๐ วินาที หรือใช้อุปกรณ์ควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดไฟดูดในการเกิดอันตรายต่อพนักงานดับเพลิง ซึ่งต้องมีผลทดสอบ ตามขั้นตอน หรือ อุปกรณ์หยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid Shutdown) จะต้องได้รับมาตรฐาน UL ๑๗๔๑:๒๐๒๑ และ UL ๓๗๔๑:๒๐๒๐ จะต้องแนบเอกสารที่ได้รับรองมาตรฐานดังกล่าว มาพร้อมกับการเสนอราคา



- ๕.๖.๓ ลดแรงดันไฟฟ้าในสายเคเบิลที่อยู่นอกบริเวณ Array boundary ให้เหลือไม่เกิน ๓๐ โวลต์ ภายใน ๓๐ วินาที
- ๕.๖.๔ ต้องมีการระบุอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดทำงานฉุกเฉิน โดยติดตั้งสวิตช์เริ่มการทำงานในตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่ดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีป้ายแจ้งเตือน
- ๕.๖.๕ การติดตั้งอุปกรณ์หยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid shutdown) ให้ติดตั้งแบบ ๑ ตัวต่อ ๑ แผง PV Module
- ๕.๗ ติดตั้งระบบตรวจวัดสภาพอากาศ (Weather station) ต้องสามารถแสดงผลที่ Remote Control and Monitoring System แบบ Real time โดยตำแหน่งติดตั้งต้องเป็นตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพต่อการตรวจวัดค่า ระบบตรวจวัดสภาพอากาศประกอบด้วย
- ๕.๗.๑ อุปกรณ์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด เป็นอุปกรณ์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ Secondary (Class A – High Accuracy) ตามมาตรฐาน ISO ๙๐๖๐ ค่า uncertainty จะต้องดีกว่า ๓% (for hourly totals)
- ๕.๗.๒ Ambient Temperature Sensor (วัดอุณหภูมิภายนอก รอบตัว) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ค่า resolution  $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$  และ ค่า maximum uncertainty  $= \pm 1^{\circ}\text{C}$  (including signal conditioning) โดยติดตั้งห่างจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่ใกล้เคียงไม่น้อย ๑ เมตร เพื่อให้ได้รับผลจากความร้อนที่แผ่จากแผงเซลล์อาทิตย์
- ๕.๗.๓ Module Temperature Sensor (วัดอุณหภูมิแผงด้านล่างแผง) Module Temperature Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ ชุด ค่า uncertainty  $\leq 1^{\circ}\text{C}$  (including signal conditioning)
- ๕.๗.๔ Wind Sensor (วัดลม) Wind Speed Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ค่า uncertainty  $\leq 0.5 \text{ m/s}$  สำหรับวัดความเร็วลม  $\leq 5 \text{ m/s}$  และ  $\leq 10\%$  of reading for wind speeds ที่ความเร็วลมสูงกว่า ๕ m/s
- ๕.๗.๕ Wind Direction Sensor การวัดทิศทางลมแบบตามเข็มนาฬิกาจากทิศเหนือ โดยค่า ๐.๕ accuracy
- ๕.๗.๖ Humidity Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด สามารถคำนวณความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า ๐-๙๙% หรือมากกว่า อุปกรณ์ต้องได้มาตรฐาน IP๖๕ หรือดีกว่า
- ๕.๘ อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต่อระบบ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
- ๕.๘.๑ กรณีเป็น Safety Switch มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
- เป็นชนิด Fusible Type ๑ Phase ๒ Wires หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
  - โครงสร้างเป็นโลหะ มีฝาปิดป้องกันการเปิดเมื่อคันโยกสวิตช์ อยู่ตำแหน่ง ON
  - ติดตั้งฟิวส์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) และฟิวส์กระแสไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสลัดวงจร (Isc) ที่สถานะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- ๕.๘.๒ กรณีเป็น Circuit Breaker มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
- เป็นชนิด PV Miniature circuit breaker, PV MCB
  - เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๙๘ หรือ IEC ๖๐๘๔๗-๒ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
  - รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า ๙๐๐ Vdc หรือดีกว่า
  - ฟิวส์กระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสลัดวงจร (Isc) ที่สถานะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๘.๓ กรณีเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งมาพร้อมกับอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือ ดีกว่าดังนี้

- รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า ๘๐๐ Vdc หรือดีกว่า
- พิกัดกระแสไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๙ อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้ากระแสสลับต่อระบบ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

๕.๙.๑ เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB

๕.๙.๒ เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๘๘ หรือ IEC ๖๐๙๔๗-๒ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

๕.๙.๓ พิกัดกระแส (Ampere trip: AT) ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของค่ากระแสที่พิกัดกำลังจ่ายออกสูงสุด (Rate power ที่ PF. = ๑) ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า

๕.๑๐ สายไฟฟ้านำไฟฟ้ากระแสตรง มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

๕.๑๐.๑ สายไฟฟ้าชนิด CV ๐.๖/๑ KV.

๕.๑๐.๒ เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic Cable มีคุณสมบัติทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV Resistant) และมีฉนวนแบบ Cross – Linked

๕.๑๐.๓ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๑๐.๔ เป็นสายไฟที่ไม่มีองค์ประกอบของก๊าซฮาโลเจน (Halogen Free)

๕.๑๐.๕ มีคุณสมบัติหน่วงเหนี่ยวการลุกลามของไฟ (Flame Retardant)

๕.๑๐.๖ มีค่า Temperature Range -๔๐ ถึง ๘๐ องศาเซลเซียส

๕.๑๐.๗ มีค่า Max permissible Voltage ระหว่างตัวนำไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ Vdc.

๕.๑๐.๘ การต่อสายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ใช้ MC๔ หรือวิธีที่ดีกว่า

๕.๑๑ สายไฟฟ้านำไฟฟ้ากระแสสลับ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

๕.๑๑.๑ เป็นสายไฟฟ้าชนิด ๔๕๐/๗๕๐ V ๗๐°C ๖๐๒๒๗ IEC ๐๑ (THW) ตามมาตรฐาน TIS ๑๑ Part๓- ๒๕๕๓ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า

๕.๑๑.๒ ด้านกระแสสลับ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องแปลงผันกระแสไฟฟ้า

๕.๑๒ Cable Tray

๕.๑๒.๑ Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized หรือ เป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบและแผ่นพื้นเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้ดี

๕.๑๒.๒ Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุกๆ ระยะ ๓๐ เซนติเมตร หรือน้อยกว่า

๕.๑๒.๓ การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article ๓๑๘ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารๆ ระยะไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร

๕.๑๓ Wire Way

๕.๑๓.๑ ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิม โดยวิธีชุบ Hot dip-Galvanized

๕.๑๓.๒ การติดตั้งใช้งาน Wire Way ต้องเป็นไปตาม NEC Article ๓๐๐ และ Article ๓๖๒ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน ๕๐ เมตร ภายใน Wire Way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ ๕๐ เซนติเมตร

๕.๑๔ ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

๕.๑๔.๑ กรณีเป็นท่อ Polyethylene ต้องเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN ๘ หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก. ๘๘๒

๕.๑๔.๒ กรณีเป็นท่อโลหะ ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า IMC หรือดีกว่า ข้อต่อให้เป็นอุปกรณ์ชนิดกันน้ำ

๕.๑๔.๓ กรณีเดินภายในฝ้า ต้องเป็นท่อโลหะอ่อน หรือดีกว่า

๕.๑๕ ตู้ไฟฟ้า มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

๕.๑๕.๑ วัสดุทำจากแผ่นเหล็ก แผ่นขาวคุณภาพสูง หรือเหล็ก Electro-Galvanized หรือเหล็ก Aluminum-zinc โดยมีความหนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มม. หรือดีกว่า

๕.๑๕.๒ มีการเคลือบผิว พ่นด้วยสีฝุ่น

๕.๑๕.๓ เป็นชนิดยึดติดผนัง มีกุญแจล็อก

๕.๑๕.๔ ค่าระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP๔๔

๕.๑๕.๕ ติดตั้งเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าแบบดิจิทัล อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้า และอื่นๆ ภายในตู้ไฟฟ้าได้ทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

๕.๑๖ เครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าแบบดิจิตอล (Digital power meter) มีหน้าจอแสดงผล และสามารถสื่อสารค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญได้

๕.๑๗ Surge Protection for Photovoltaic อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

๕.๑๗.๑ อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ตามมาตรฐาน EN ๖๑๖๔๓-๑๑ หรือเทียบเท่า

๕.๑๗.๒ อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ต้องเป็นชนิด Class II

๕.๑๗.๓ อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ติดตั้งที่ตู้ (DC Combiner Box or Array Box)

๕.๑๗.๔ พิกัดป้องกันกระแสระโชก Class II (Nominal Discharge Current :  $I_n = ๒๐kA$  (๘/๒๐μS)) และ (Maximum Discharge Current :  $I_{max}=๔๐kA$  (๘/๒๐μS))

๕.๑๗.๕ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระโชกมีค่า Voltage protection level น้อยกว่า ๓.๘ kV

๕.๑๘ สายดิน

ต้องออกแบบและติดตั้งระบบสายดินให้เพียงพอสำหรับระบบฯ ประกอบไปด้วย ground rods โดยเชื่อมต่อไปยังโครงสร้างรองรับโมดูลฯ ตลอดทั้งพื้นที่ ขนาดสายไม่น้อยกว่า ๑๐ ตร.มม. เพื่อให้ค่าความต้านทานไม่เกิน ๕.๐ โอห์ม (Ohm)

๕.๑๙ ระบบน้ำสำหรับการล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และข้อกำหนดประกอบด้วย

๕.๑๙.๑ ท่อน้ำที่ติดตั้งบนหลังคา ใช้ชนิดท่อน้ำที่สามารถกันรังสียูวี และอุณหภูมิสูง โดยต่อเข้ากับ ระบบน้ำประปาของ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

๕.๑๙.๒ ก๊อกน้ำที่มีหัวข้อต่อแบบสวมเร็วสำหรับการสวมร่วมกับสายยาง โดยจุดติดตั้งก๊อกน้ำ ต้องอยู่ใน รัศมีที่จะสามารถล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างทั่วถึงในรัศมีจากก๊อกน้ำ (ความยาวของสายยาง) ๒๐ เมตร

๕.๒๐ เส้นทางเดินบนหลังคาและโครงสร้างรองรับเส้นทางเดิน (Walk way) มีข้อกำหนดดังนี้

๕.๒๐.๑ เส้นทางเดินต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๓๐ เซนติเมตร ทำจากไฟเบอร์กลาส หรือรูปแบบที่เหมาะสม สามารถกันการลื่นไถลของผู้ที่กำลังเดินแม้ เส้นทางเดิน เปียกน้ำ เส้นทางเดินประกอบเข้ากับขอบและคานเหล็กชุบกัลวาไนซ์ หรือเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการรับ น้ำหนักของผู้ทำงานซ่อม บำรุงและเมื่อเดินแล้ว เส้นทางเดินไม่เกิดการหย่อนมากนัก

๕.๒๐.๒ เส้นทางเดินควรมีความยาวต่อแผ่นที่เหมาะสมต่อการยกขึ้นประกอบบนหลังคา

๕.๒๐.๓ วัสดุและอุปกรณ์ Bolt, Screw และ Nut ที่ใช้ขันแน่นยึดโครงสร้างและเส้นทางเดินทั้งหมดต้องทำจาก เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

๕.๒๐.๔ เส้นทางเดินควรติดตั้งตลอดแนวยาวของหลังคาอาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ ติดตั้งบนหลังคาอย่างน้อย ๑ แนวในหลังคาขนาดใหญ่ แต่ละอาคาร เพื่อให้ผู้ทำงานซ่อมบำรุงสามารถเดิน ตามแนวยาวของหลังคาได้สะดวกก่อนเดิน เข้าช่องว่างระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๒๐.๕ น้ำหนักของโครงสร้างและเส้นทางเดินทั้งหมดต้องอยู่ในขอบเขตที่โครงสร้างหลังคาสามารถรับได้ และต้องสามารถรองรับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติงานได้ด้วย

๕.๒๑ ระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ โดยอุปกรณ์ของระบบ Solar Monitoring มีรายละเอียดและคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

๕.๒๑.๑ ต้องมีอุปกรณ์สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ (Weather Station) ที่มีเอาต์พุตการสื่อสารสัญญาณ ๔ ด้วย Protocol Modbus RTU RS๔๘๕ หรือดีกว่า ดังต่อไปนี้

- (๑) อุปกรณ์วัดค่าความเข้มรังสีของแสงอาทิตย์ (Pyranometer) จำนวน ๑ ชุด
- (๒) Ambient Temperature & Humidity Sensor จำนวน ๑ ชุด
- (๓) Module Temperature Sensor จำนวน ๑ ชุด
- (๔) Wind Sensor จำนวน ๑ ชุด
- (๕) Wind Direction Sensor จำนวน ๑ ชุด

๕.๒๑.๒ เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและบันทึกข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ และติดตามสถานะอุปกรณ์ Grid Connection Facilities ต้องมีคุณลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (๑) เป็นคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ประกอบสำเร็จผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ
- (๒) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า Core i๗ Gen ๑๒ th จำนวน ๑ หน่วย
- (๓) มีหน่วยความจำเก็บข้อมูล (RAM) มีขนาดไม่น้อย ๑๖ GB
- (๔) หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด Solid State Type หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB
- (๕) มี L๒ cache ไม่ต่ำกว่า ๒ MB
- (๖) มีระบบการแสดงผลกราฟฟิกไม่น้อยกว่า ๓๒ bit มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า ๑๒๘ MB
- (๗) แสดงผลบนจอภาพสีแบบ LED ขนาดไม่ต่ำกว่า ๒๔ นิ้ว ความละเอียดหน้าจอระดับ FHD ขึ้นไป จำนวน ๑ ชุด
- (๘) รองรับการเชื่อมต่อ WIFI รองรับการเชื่อมต่อย่านความถี่ ๒.๔GHz, ๕GHz หรือ ๖GHz
- (๙) มี Optical Mouse, Keyboard แบบ USB และ Keyboard มีอักษรไทยอังกฤษ หรือดีกว่า
- (๑๐) ติดตั้ง LICENSED WINDOWS ๑๑ PROFESSIONAL หรือสูงกว่า

๕.๒๑.๓ ระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับ ระบบ Remote Control and Monitoring System

อินเวอร์เตอร์ ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน ๑ ชุด

(๑) เครื่องสำรองไฟฟ้าทำงานแบบ Pure Sine Wave UPS กำลังไฟฟ้า ๑,๐๐๐ VA ๘๐๐W หรือมากกว่า

(๒) แรงดันไฟฟ้าด้านออกที่ ๒๓๐ VAC ๕๐ Hz ช่วงแรงดันไฟฟ้า ๑๒๐-๒๕๕V

(๓) แรงดันไฟฟ้าด้านออกที่ ๒๓๐V ๕๐Hz $\pm$ /๑% , THD<๓%

(๔) สามารถจ่ายโหลดไฟฟ้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓๐ นาที (depend on load)

(๕) มีจอแสดงผลแบบ LED หรือ LCD

(๖) มีสัญญาณเตือน Alarm AC Failure , Overload , Low battery และ Fault

(๗) ได้รับมาตรฐาน มอก.๑๒๙๑ เล่ม ๑-๒๕๕๓ , มอก.๑๒๙๑ เล่ม ๒-๒๕๕๓ , และ มอก.๑๒๙๑ เล่ม ๓-๒๕๕๕ แบบเอกสารประกอบ

๕.๒๑.๔ อุปกรณ์แสดงผล จำนวน ๑ ชุด ติดตั้ง ณ อาคารกลุ่มงานโครงสร้างพื้นฐานโรงพยาบาล มหาราชนครราชสีมา

(๑) ข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะต้องแสดงผลผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในบริเวณ อาคารกลุ่มงานโครงสร้างพื้นฐาน หรือตามที่โรงพยาบาลฯ กำหนด โดยผู้ยื่นเสนอ ราคาต้องติดตั้งจอแสดงผลและเดินสายสัญญาณมายังจุดที่กำหนด

(๒) จอแสดงผลปริมาณการผลิตไฟฟ้า เป็นแบบจอ LED พร้อมอุปกรณ์จับยึดแขวน หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๕๕ นิ้ว มีความละเอียดหน้าจอระดับ ๔K ขึ้นไป

๕.๒๑.๕ การบันทึกผลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

(๑) ผู้ยื่นเสนอราคาต้องจัดหาและ/หรือจัดทำโปรแกรมเพื่อใช้ในการบันทึกแสดงผลผลิตไฟฟ้าฯ โดยเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวัดและข้อมูลประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาประมวลผลและคำนวณค่าต่างๆ ได้

(๒) อ่านค่าและแสดงผลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดและ Sensor แบบ Real time ได้จำนวน ไม่จำกัด สามารถแสดงผลการนำข้อมูลที่อ่านได้คำนวณหาประสิทธิภาพของชุด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> สัดส่วนการใช้พลังงาน ของระบบผลิต ฯลฯ แบบ Real time ทั้งรูปแบบตัวเลขและกราฟต่างๆ และสามารถเรียกดูย้อนหลังได้

(๓) แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเป็นรายวัน, รายเดือน, รายปี และตามช่วงเวลาที่เลือกได้

(๔) แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์รวมถึงพลังงาน ไฟฟ้ารวมที่ระบบผลิตได้ เช่น Voltage, Current, Frequency, Power Factor, kWh, kVAR และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยจะต้องสามารถป้อนอัตราค่า ไฟฟ้าแบบต่างๆ ได้ เช่น ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU, Demand Charge, Power Factor Charge โดยแสดงค่าเป็นเวลาปัจจุบันได้ รายวัน, รายเดือน, รายปี

(๕) ผลประหยัดและแสดงเป็นหน่วยปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า(CO<sub>2</sub> equivalent) สามารถแสดงผลเป็นเวลาปัจจุบัน รายวัน, ราย เดือน, รายปีโดยสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของหน่วยเทียบเท่าได้ เช่น จำนวนเงิน ปริมาณการใช้หลอดไส้, ปริมาณการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น สามารถจัดเก็บข้อมูล ลงในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติทุกๆ ๕ นาที หรือตามที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา กำหนด และสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า ๓ ปี

- (๖) สามารถตั้งสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ผิดปกติและบันทึกการแจ้งเตือนตามเหตุการณ์และสามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยัง e-mail ได้
- (๗) สามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่นๆ หรือแก้ไขสูตรต่างๆ ภายหลังโดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมาได้
- (๘) สามารถบันทึกและส่งออกข้อมูลที่ได้จากการวัดและคำนวณในรูปแบบของ Microsoft Excel โดยอัตโนมัติ ในการบันทึกข้อมูลดังกล่าวจะต้องเก็บแบบเรียงข้อมูลเป็นกลุ่มที่ง่ายต่อการนำไปใช้ เช่น ข้อมูลรายวัน รายเดือน รายปี ของเครื่องมือวัดต่างๆ เป็นต้น
- (๙) สามารถนำค่าจากการวัดและการคำนวณ มาจัดทำเป็นรายงาน (ข้อความและรูป) การใช้พลังงาน ประสิทธิภาพชุดแผงฯ และสภาพสภาวะแวดล้อม (ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ฯลฯ) เป็นรายวัน รายเดือน รายปี โดยสามารถสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยตรง สามารถจัดทำเป็นใบแจ้งปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้า โดยสามารถออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยตรง

๕.๒๑.๖ Platform ระบบ Monitoring, Operating, Service and Maintenance ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (๑) ต้องสามารถแสดงผลภาพรวมพลังงานในรูปแบบแปลนพื้นที่อาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา
- (๒) ต้องสามารถแยกการแสดงผลข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตามอาคาร ห้อง หรือตามจุดการติดตั้งของอุปกรณ์
- (๓) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูล ค่า Energy Production, Energy Purchased, Energy Consumption, Performance Ratio, Performance Index, Energy Calendar หรือค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่จำเป็นได้
- (๔) ต้องสามารถแสดง ค่า Environmental Saving ได้
- (๕) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในรูปแบบค่าข้อมูลในเชิงตัวเลข กราฟ และแผนภูมิ (เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิเส้น
- (๖) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Power Meter / TOU Meter ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้แบบ Realtime ด้วยความถี่ไม่ช้าไปกว่า ๓ วินาที หรือตามความถี่ที่เร็วที่สุดของอุปกรณ์
- (๗) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Inverters ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้
- (๘) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Environmental Sensors ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้
- (๙) ต้องมี Function ระบบ Service and Maintenance ที่สามารถให้ผู้ดูแลระบบบันทึกและแสดงข้อมูลและรายละเอียด เช่น ชื่อ, ยี่ห้อ, รุ่น, วันที่ติดตั้ง, ระยะเวลาประกัน, ผู้รับประกัน, ข้อมูลติดต่อผู้รับประกัน, จุดติดตั้งอุปกรณ์, รอบการซ่อมบำรุง ของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา
- (๑๐) ต้องมี Function ในการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลจำแนกตามผู้ใช้งานตามสิทธิ์ที่ได้รับการอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลการแสดงผลนั้นๆ

(๑๑) ในกรณีที่การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Industrial IoT PC (IPC) และ Cloud server เกิดข้อขัดข้อง เมื่อสามารถเชื่อมต่อได้อีกครั้งจะต้องสามารถตรวจสอบและดึงข้อมูลจาก IPC ในช่วงเวลาที่ข้อมูลขาดหายไปเข้ามาจัดเก็บไว้บน Cloud Server ได้โดยอัตโนมัติ

(๑๒) ต้องสามารถรองรับเชื่อมต่อข้อมูล เข้า/ออก จากระบบอื่นได้ เช่น ในรูปแบบ API เพื่อใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์อื่นๆ และสามารถเพิ่ม API อื่นๆ ในการดึงข้อมูลจากระบบตามที่ผู้ใช้งานร้องขอในส่วนของข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เช่น ระบบ CCTV ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

#### ๕.๒๑.๗ ซอฟต์แวร์ LoRaWAN Network Server

๕.๒๑.๗.๑ เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ (License) ถูกต้อง หรือ ซอฟต์แวร์แบบเสรี (Open Source) และใช้งานได้อย่างต่อเนื่องไม่มีวันหมดอายุ

๕.๒๑.๗.๒ ต้องสามารถส่งต่อข้อมูลออกผ่าน API หรือ MQTT protocol ได้

๕.๒๑.๗.๓ สามารถบริหารจัดการ LoRaWAN ผ่าน Web Base ได้

๕.๒๒ ต้องจัดหาระบบ cloud ในการบริหารจัดการเก็บและแสดงข้อมูลทั้งหมดเป็นเวลาอย่างน้อย ๒ ปี

๕.๒๓ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลย้อน

๕.๒๓.๑ การติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลย้อน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายระบบไฟฟ้า

๕.๒๓.๒ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ จะต้องประกอบด้วย Solar MDB, CT, VT, PQM panel เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน

๕.๒๔ ข้อกำหนดการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๒๔.๑ การออกแบบติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องให้ด้านรับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์ หันไปทางทิศใต้หรือทิศใกล้เคียงทิศใต้ที่สามารถยอมรับได้และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ ๑๐-๒๐ องศา หรือตามแนวลาดเอียงของหลังคาอาคารเป้าหมาย ตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องอยู่ในพื้นที่โล่งและไม่เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์ฯ ที่อาจก่อให้เกิด Hot Spot และการติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ ควรมีความมั่นคงแข็งแรงและสามารถดูแลบำรุงรักษาได้

๕.๒๔.๒ การต่อวงจรชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก. ๒๕๗๒ และติดตั้งทางไฟฟ้า-ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หรือตามมาตรฐาน IEC ๖๐๓๖๔-๗-๗๑๒ Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) Power supply systems หรือตามคู่มือแนะนำการติดตั้งแผงเซลล์ฯ ของผู้ผลิต (ถ้ามี)

๕.๒๔.๓ การเดินสายไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อมกับ Terminal box ของแผงเซลล์ฯ และต่อวงจรให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

๕.๒๔.๔ ชุดแผงเซลล์ฯ อุปกรณ์ของระบบฯ ทุกรายการที่มีโครงสร้างเป็นโลหะและหรืออุปกรณ์ที่ระบุให้ มีการต่อสายดินจะต้องต่อวงจรสายดินให้ครบถ้วนโดยให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔ ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

๕.๒๔.๕ การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ต้องมีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสสูงสุดผ่านวงจรและมีค่าแรงดันสูญเสียในสายไฟฟ้า (Voltage drop)

- ๕.๒๔.๖ ด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจากชุดแผงเซลล์ฯ แต่ละสาขา (PV string) ถึงอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter) มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ ๓ ที่พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC
- ๕.๒๔.๗ ด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจาก Output ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าถึงจุดเชื่อมต่อกับสายไฟระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ ๓ โดยเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ตามพิกัดที่ Utility power factor
- ๕.๒๔.๘ กรณีเดินสายในท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายนอกอาคารและใช้ท่อโลหะชนิด EMT หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายในอาคาร
- ๕.๒๔.๙ การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกทางด้านการกระแสตรง และด้านการสลับให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐาน IEC ๖๐๓๖๔-๑ หรือมาตรฐานอื่นที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า
- ๕.๒๔.๑๐ การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบทุกรายการต้องเป็นระเบียบ สามารถใช้งานหรือตรวจสอบได้สะดวก การต่อสายไฟฟ้าของระบบต้องยึดด้วยขั้วต่อสายทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- ๕.๒๔.๑๑ เมื่อติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop แล้วเสร็จผู้ขายต้องทำการตรวจสอบการรั่วซึมที่เกิดจากการติดตั้งและเมื่อเกิดการรั่วซึมผู้ขายต้องทำการแก้ไขให้มีสภาพดีดังเดิม โดยดำเนินการแก้ไขซ่อมแซม ภายใน ๗ วัน
- ๕.๒๔.๑๒ เมื่อติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop แล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการตรวจสอบการติดตั้งระบบถูกต้อง ปลอดภัยตามหลักวิชาการและการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนด และให้มีเอกสาร ลงนามรับรองผลการตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจาก สภาวิศวกร
- ๕.๒๔.๑๓ ต้องประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุญาตเชื่อมต่อบริการ Solar PV Rooftop กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้แล้วเสร็จ และให้มีวิศวกรไฟฟ้าผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาไฟฟ้า กำลั้งจากสภาวิศวกร
- ๕.๒๔.๑๔ ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนด/ระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นให้ผู้รับการติดตั้งเห็นว่าระบบสามารถทำงานผลิตไฟฟ้าได้ โดยให้มีเครื่องมือแสดงข้อมูลทางไฟฟ้าขณะที่ระบบทำงานเป็น Real time เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและความถี่ เป็นต้น

## ๖. ข้อกำหนดทั่วไป

### ๖.๑ ลักษณะทั่วไป

- ๖.๑.๑ งานติดตั้งอุปกรณ์ระบบพลังงานทดแทนภายในโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้ยื่นเสนอราคาต้องดำเนินการจัดหา ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ ทั้งหมดให้เป็นไปตามข้อกำหนด ตำแหน่งที่ติดตั้งตามที่กำหนด อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหา ติดตั้งเพิ่มเติมทั้งนี้ต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อให้งานสมบูรณ์ตามหลักวิชาการยิ่งขึ้น



- ๖.๑.๒ การเข้าพื้นที่ดำเนินการในแต่ละอาคาร ผู้ยื่นเสนอราคาต้องแจ้งรายชื่อบุคลากร พร้อมแนบสำเนาบัตรประชาชน แจ้งให้โรงพยาบาลทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า ๓ วันทำการ
- ๖.๑.๒ หากผู้ขายต้องการดับไฟฟ้าเพื่อปฏิบัติงาน ผู้ยื่นเสนอราคาต้องแจ้งให้โรงพยาบาลทราบก่อนวันดำเนินการอย่างน้อย ๗ วัน

#### ๖.๒ พนักงาน

- ๖.๒.๑ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องจัดหา ผู้จัดการโครงการ วิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงาน ที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและเสร็จทันตามความประสงค์ของโรงพยาบาล
- ๖.๒.๒ วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรโยธา และวิศวกรประจำโครงการ ผู้รับผิดชอบโครงการของผู้ยื่นเสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานออกแบบและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้ยื่นเสนอราคาไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้ยื่นเสนอราคาจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนเองไม่ได้
- ๖.๒.๓ ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างาน หรือ สูงกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ คน ตามมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน
- ๖.๒.๔ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องมีบุคลากรปฏิบัติงานที่มีคุณสมบัติในสาขาอาชีพ หรือ มีทักษะทางไฟฟ้า ที่ผ่านการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน ที่รับรองโดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงานฯ กระทรวงแรงงาน สาขา อาชีพช่างไฟฟ้าภายในอาคารระดับ ๑ ขึ้นไปในการปฏิบัติงาน ตามประกาศกระทรวงแรงงาน

#### ๗. เงื่อนไขเฉพาะ

๗.๑ ผู้ขายต้องจัดให้มีการเข้าทำการบำรุงรักษา ล้างแผงโซลาร์เซลล์ ตรวจสอบ ทดสอบการทำงานของระบบ ไม่น้อยกว่า ๔ ครั้ง/ปี ทุกๆ ๓ เดือน (ไม่น้อยกว่า ๒๐ ครั้ง ต่อ ๕ ปี) และการเปลี่ยนอะไหล่ฟรี ในแต่ละครั้งที่เข้าบำรุงรักษา ผู้ขายจะต้องแจ้งให้ทางโรงพยาบาลทราบล่วงหน้า ๗ วัน และมีเอกสารการบำรุงรักษาให้ทางเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลรับทราบ

๗.๒ ผู้ขายต้องประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขออนุญาตเชื่อมต่อระบบ Solar Rooftop กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รวมถึงข้อกำหนดอื่นใดในการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) ขนาดไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค (KWp) โดยผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

๗.๓ ผู้ขายต้องมีการให้บริการในกรณีฉุกเฉิน โดยต้องรีบเข้าตรวจสอบและแก้ปัญหาเบื้องต้นภายใน ๔๘ ชั่วโมง และให้ดำเนินการแก้ไขให้แล้วเสร็จภายใน ๗ วัน หากจำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน ๑๔ วัน กรณีมีเหตุสุดวิสัยให้ชี้แจงขอผ่อนผันเป็นกรณีไป

๗.๔ รายงานผลการทดสอบอุปกรณ์ และงานระบบทั้งหมด วิศวกรของผู้ยื่นเสนอราคาที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกร ในสาขาที่เกี่ยวข้อง จะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง พร้อมประทับตราบริษัทฯ ทุกฉบับ

๗.๕ มีคู่มือการใช้งาน แผนการบำรุงรักษาในลักษณะเชิงป้องกัน และวิธีการบำรุงรักษาเป็นฉบับภาษาไทย

๗.๖ เอกสารการส่งมอบทั้งหมดในโครงการฯ ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องจัดทำไฟล์เอกสาร รูปแบบ PDF บรรจุลง Flash Drive ทั้งหมด

### ๗.๗ แบบก่อสร้างจริง (AS-Built Drawing)

จะต้องจัดทำแผนผังและแบบสร้างจริง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่เป็นจริงรวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างติดตั้ง เพื่อส่งให้คณะกรรมการต้องลงนามรับรองความถูกต้องในแบบสร้างจริง จำนวน ๒ ชุด และในวันส่งมอบงานจะต้องส่งมอบเป็นกระดาษขนาด A๓ จำนวน ๔ ชุด พร้อมส่งมอบเป็น Soft file (Auto CAD) บันทึกลงใน Flash Drive จำนวน ๔ ชุด

๗.๘ คู่มือการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ บันทึกลงใน Flash Drive จำนวน ๔ ชุด

๗.๙ รายชื่อตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ที่สำคัญ พร้อมเบอร์ติดต่อ

๗.๑๐ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องจัดอบรมการใช้งาน ดูแล บำรุงรักษาระบบให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาระบบได้ เช่น การทดสอบระบบ การตั้งค่าโปรแกรมคำสั่งของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า และวิธีการบำรุงรักษา ฯลฯ โดยผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องแจ้งวันเวลาที่อบรมพร้อมฐานการอบรมภาคทฤษฎีและปฏิบัติ พร้อมเนื้อหาการอบรมให้ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา พิจารณาล่วงหน้าไม่น้อยกว่า ๑๐ วันทำการ

๗.๑๑ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องทำการ ทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบ (Testing and Commissioning) อุปกรณ์แต่ละรายการและระบบต่าง ๆ ตามหลักวิชาการและข้อกำหนดของงานติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) และมาตรฐาน IEC ๖๒๔๔๖ ข้อกำหนดและระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีตัวแทนผู้ยื่นเสนอราคาตัวแทนของผู้ผลิตของอุปกรณ์นั้นๆ และตัวแทนของผู้ยื่นเสนอราคาอยู่ร่วมทดสอบค่าใช้จ่ายตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ฯ

๗.๑๒ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องจัดเตรียมตารางแสดงแผนงานและระยะเวลาในการ ทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบ (Testing and Commissioning) อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารการทดสอบจากผู้ผลิต และเอกสารคู่มือการติดตั้งที่ระบุค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการ ทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบ (Testing and Commissioning) เสนอต่อโรงพยาบาลฯ อย่างน้อย ๑๕ วันปฏิทินก่อนเริ่มการทดสอบ

๗.๑๓ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ (Trial Run) ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๗๒ ชั่วโมงหรือตามที่ได้ตกลงกับโรงพยาบาลฯ ไว้ข้างต้น

๗.๑๓.๑ ถ้าพารามิเตอร์ใดพารามิเตอร์หนึ่ง ได้ค่าไม่เป็นไปตามที่ระบุไว้ในเอกสารการทดสอบสมรรถนะ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องทำการปรับแก้ไขอุปกรณ์หรือระบบจนกว่าค่าพารามิเตอร์นั้นจะได้ตามที่ตกลงกับโรงพยาบาลฯ ไว้ข้างต้น

๗.๑๓.๒ หลังการ Testing and Commissioning เสร็จสิ้น ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องส่งรายงานการทดสอบเป็นแบบฟอร์ม มาตรฐานตามที่ได้ตกลงกับโรงพยาบาลฯ ไว้ข้างต้น และบันทึกผล Testing and Commissioning จริงทั้งหมด ให้กับโรงพยาบาลฯ ภายใน ๗ วันปฏิทิน

๗.๑๓.๓ ระบบผลิตไฟฟ้า ต้องมีการทดสอบระบบ Performance Ratio ให้ได้เป็นไปตามเงื่อนไข ต่อไปนี้

การคำนวณค่า Performance Ratio ให้อ้างอิงสูตรคำนวณ PR Calculation ดังนี้

**PR Calculation (IEC 61724)**

$$PR = \frac{Y_f}{Y_r} \times 100$$

$$Y_f = \frac{E_{\text{grid (AC)}}}{P_{\text{(Installed)}}}$$

โดยที่  $Y_r = \frac{HI}{G_{stc}}$

Yf	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบต่อขนาดของระบบที่ติดตั้ง Final Yield (kWh/kWp)
Yr	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ทางทฤษฎี Reference Yield (kWh/kWp)
PR	ค่าสมรรถนะของระบบ Performance Ratio (%)
E grid (AC)	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบผลิตไฟฟ้า Energy Generation (kWh)
P (installed)	ขนาดของระบบผลิตไฟฟ้าที่ติดตั้ง (kWp)
Hi	ค่าพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ตามแนวระดับ Global Irradiation in the horizontal (kWh / m <sup>2</sup> )
Gstc	ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มาตรฐาน STC Irradiation at STC (๑ kW / m <sup>2</sup> )

- การวัดค่า PR ของโครงการจะใช้ระยะเวลาในการตรวจวัดเป็นเวลา ๗ วันปฏิทิน ทั้งนี้ค่า PR ที่วัดได้จากสูตรคำนวณข้างต้นจะต้องไม่ต่ำกว่า ๘๐%
- หากค่า Performance Ratio (% PR) ต่ำกว่ากำหนดที่ผู้ยื่นเสนอราคาเสนอให้แก่โรงพยาบาลฯ ผู้ยื่นเสนอราคายินยอมให้ปรับปรุงระบบ แต่หากปรับปรุงแล้วไม่สามารถทำ% PR ได้ถึง ๘๐% ผู้รับจ้างจะยินยอมปรับในอัตราร้อยละ ๕ ของมูลค่างานระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคาต่อการลดลง ๑% PR แต่ไม่เกินร้อยละ ๑๐ ของมูลค่างานระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนหลังคา

๗.๑๓.๔ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องดำเนินการถ่ายภาพความร้อนแผง Solar PV Module ด้วยกล้องอินฟราเรดทุกแผงก่อนจ่ายโหลดและหลังการทดลองจ่ายโหลดเมื่อครบ ๗ วัน พร้อมปริมาณกระแสที่จ่าย และอุณหภูมิของอากาศ ประกอบการทำรายงานภาพถ่ายความร้อนแผง Solar PV Module

#### ๗.๑๔ การอบรม (Training)

๗.๑๕ จัดทำคู่มือการฝึกอบรมการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีเนื้อหา ดังนี้

๑. Single line diagram
๒. ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์หลัก ประกอบด้วย แผงเซลล์ฯ อุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า ระบบ Monitoring
๓. หลักการทำงานของระบบฯ ลำดับขั้นตอนการใช้งานการเปิด-ปิดระบบฯ

๔. การดูแล ยารักษาอุปกรณ์หลัก

๕. ข้อสังเกตการทำงานในสภาวะปกติและไม่ปกติ และการแก้ไขเบื้องต้น

๗.๑๖ จัดทำคู่มือระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา มีเนื้อหา ดังนี้

๑. ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละอาคาร ในโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

๒. Single line diagram และแผนผังอาคารของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมาประกอบ Wiring diagram

๓. หลักการทำงาน ลำดับขั้นตอนการเปิด-ปิดระบบฯ

๔. การดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ประกอบระบบฯ

๕. การสังเกตการทำงานในสภาวะปกติและไม่ปกติและการแก้ไขเบื้องต้น

๖. ข้อมูลวัสดุ อุปกรณ์แต่ละรายการ ระบุยี่ห้อ รุ่น พร้อมสำเนา Catalogue

๗. รายละเอียดการคำนวณหาขนาดวัสดุ อุปกรณ์ในการติดตั้งระบบฯ

๗.๑๗ ต้องจัดทำเอกสารฉบับจริงหลังจากโรงพยาบาลให้ความเห็นชอบร่างเอกสารตามข้อกำหนด และนำส่งเอกสารฉบับจริงทั้งหมดก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย ประกอบด้วย

๑. คู่มือการฝึกอบรมการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และคู่มือระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา บันทึกข้อมูลคู่มือการฝึกอบรมฯ ในรูปแบบ PDF ลงบน Flash Drive

๗.๑๘ ต้องดำเนินการฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน ดูแลบำรุงรักษาระบบฯ ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยกำหนดให้ฝึกอบรมดังนี้

๑. บรรยายความรู้เบื้องต้น ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ หลักการทำงานของระบบฯ หน้าที่ของอุปกรณ์ระบบฯ การใช้งานระบบฯ ที่ถูกต้องตามคุณลักษณะ ข้อห้ามและข้อจำกัดการใช้งานและการดูแลบำรุงรักษาเป็นต้น

๒. การสาธิตใช้งานระบบฯ โดยแนะนำคุณลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละรายการสาธิตขั้นตอนการใช้งานที่ถูกต้อง การเปิด-ปิดระบบฯ และการสังเกตสภาวะที่ระบบฯ ทำงานปกติและผิดปกติเป็นต้น

๓. ต้องจัดทำรายการปฏิบัติงาน(Activity report)เป็นรายสัปดาห์นับตั้งแต่ลงนามในสัญญาเสนอโรงพยาบาลหรือผู้แทน ปัญหา อุปสรรค(ถ้ามี) พร้อมแนวทางการแก้ไขและแสดงกิจกรรมที่จะดำเนินการในสัปดาห์ต่อไป

๗.๑๖ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมอุปกรณ์และสถานที่ติดตั้งซึ่งอาจเกิดความเสียหายในระหว่างการก่อสร้างให้เรียบร้อย รวมทั้งทำความสะอาดสถานที่ แผง PV Module ให้เรียบร้อย เก็บขนย้ายเศษวัสดุให้พ้นบริเวณ เพื่อที่จะให้โรงพยาบาลฯ สามารถใช้งานได้ทันที ภายหลังจากการตรวจรับ และส่งมอบงาน

๗.๑๗ ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องทำการทดสอบและปรับแต่งอุปกรณ์ในระบบให้ถูกต้องสมบูรณ์พร้อมใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ พร้อมส่งรายงานผลการทดสอบต่างๆให้ครบถ้วน

๗.๑๘ ผู้ยื่นเสนอราคาส่งรายงานการแก้ไขสภาพหลังคา การป้องกันการรั่วซึม และการปรับสภาพพื้นหลังคาที่มีผลกระทบจากการติดตั้ง แก่โรงพยาบาลฯ

๗.๑๙ การรับประกันผลงาน

๗.๑๙.๑ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องรับประกันระบบผลิตไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตลอด ๕ ปี แรก หลังจาก COD โดยต้องนำส่งเอกสารการรับประกันผลงานและเอกสารประกันอุปกรณ์ต่าง ๆ จำนวน ๔ ฉบับ

๗.๑๙.๒ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องรับประกันกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า (kWh per year) จากชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นรายปี และต้องระบุเป็นลายลักษณ์อักษรในสัญญา รวมถึงการชดเชย ด้วยเงินสดในกรณีที่ผลิตกระแสไฟฟ้าขาดหายไปจากตัวเลขการรับประกันตลอด ๕ ปี แรกหลังจาก COD

๗.๑๙.๓ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องนำเสนอแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้แก่ทางโรงพยาบาลฯ อนุมัติและดำเนินการตลอดระยะเวลารับประกัน โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน “เอกสารแนบ ๗ แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์บนหลังคา”

๗.๑๙.๔ ผู้ยื่นเสนอราคาต้องรับประกัน ดังนี้

- PV Module and Accessories (Junction box, Terminal box, ETC) มากกว่า/เท่ากับ ๑๐ ปี
- PV Performance Warranty (Percentage/Y) ๓๐ ปี
- Inverter ๑๐ ปี
- Mounting ๑๐ ปี
- Roof Leakage - Existing roof ๕ ปี
- Monitoring system ๕ ปี
- Component part ๕ ปี
- Workmanship ๕ ปี
- Defect ๕ ปี

นับจากวันส่งมอบงานภายในระยะเวลาตามที่รับประกัน ถ้ามีความเสียหาย เกิดขึ้นแก่อุปกรณ์ที่ติดตั้ง ผู้ยื่นเสนอราคาจะต้องรับผิดชอบการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดังเดิมโดยทันที ภายในระยะเวลา ๗ วัน นับตั้งแต่วันที่โรงพยาบาลฯ ได้แจ้งให้ทราบ หากผู้ชนะเสนอราคาไม่ดำเนินการตามกำหนด โรงพยาบาลฯ มีสิทธิว่าจ้างผู้อื่นให้มาดำเนินการแทนผู้ชนะการเสนอราคา ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โรงพยาบาลฯ จะเรียกเก็บจากผู้ชนะการเสนอราคา

๗.๒๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีผลงานออกแบบและติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ในสัญญาเดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๕๐ กิโลวัตต์พีค และมูลค่าสัญญาไม่น้อยกว่า ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ บาท ในระยะเวลา ๑ ปี (นับจากวันรับมอบงานงวดสุดท้ายจนถึงวันยื่นเสนอราคา) และเป็นผลงานในประเทศไทย โดยเป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น หน่วยงานอื่นซึ่งมีกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นหน่วยราชการบริหารส่วนท้องถิ่นหรือรัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานเอกชนที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชื่อถือ (กรณีเป็นผลงานของเอกชน หน่วยงานเอกชนนั้นจะต้องเป็นเจ้าของงานจ้างนั้นโดยตรง) โดยให้ยื่นเอกสารรับรองผลงานในวันยื่นข้อเสนอ

## ๘. สถานที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์

อาคารโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมาที่ติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนี้

- ๘.๑ อาคารผู้ป่วยนอกและอำนวยการ (OPD) ๗ ชั้น
- ๘.๒ อาคาร ๖๐ ปี อายุรกรรม ๘ ชั้น
- ๘.๓ อาคารการไฟฟ้า ๙ ชั้น
- ๘.๔ อาคารกุมารเวชกรรม ๑๐ ชั้น
- ๘.๕ อาคารผู้ป่วยใน ๘ ชั้น

การออกแบบระบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค (KWp) ตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องคำนึงถึงการใช้พื้นที่บนหลังคาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่หลังคาแต่ละอาคาร

#### ๙. ระยะเวลาดำเนินการ

กำหนดระยะเวลาดำเนินการแล้วเสร็จ ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

#### ๑๐. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ จะพิจารณาตัดสินโดยใช้หลักเกณฑ์ ราคา

#### ๑๑. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

เงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อกิจการตามมาตรา ๙๗ (๔) ภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบมุ่งเป้า (โรงพยาบาลสังกัด สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน ๒๕ โรงพยาบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ วงเงินจัดสรรทั้งสิ้น ๒๘,๒๑๕,๐๐๐.๐๐ บาท (ยี่สิบแปดล้านสองแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน)

#### ๑๒. จวดงานและการจ่ายเงิน

กำหนดจ่ายเงินเมื่อได้ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า ๙๙๐ กิโลวัตต์พีค แล้วเสร็จตามงวดงาน ดังนี้

งวดที่ ๑ เป็นจำนวนเงินร้อยละ ๑๕ ของราคาค่าพัสดุตามสัญญาซื้อขาย จ่ายให้ผู้ชนะการเสนอราคาเมื่อได้ทำการขออนุญาตรูปแบบและขอใช้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดแล้วเสร็จ กำหนดเวลาส่งมอบภายใน ๖๐ วัน (นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย)

งวดที่ ๒ เป็นจำนวนเงินร้อยละ ๗๕ ของราคาค่าพัสดุตามสัญญาซื้อขาย จ่ายให้ผู้ชนะการเสนอราคาเมื่อได้ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเสร็จกำหนดเวลาส่งมอบภายใน ๑๕๐ วัน (นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย)

งวดที่ ๓ เป็นจำนวนเงินร้อยละ ๑๐ ของราคาค่าพัสดุตามสัญญาซื้อขาย จ่ายให้ผู้ชนะการเสนอราคาเมื่อผู้ชนะการเสนอราคาได้รายงานทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) และการดำเนินการประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามกฎหมายเกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) กำหนดเวลาส่งมอบภายใน ๑๘๐ วัน (นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย)

หมายเหตุ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา จะจ่ายเงินให้ผู้ชนะการเสนอราคาในกรณีที่ผู้ชนะการเสนอราคาได้ดำเนินงานแล้วเสร็จในแต่ละงวดงาน และโรงพยาบาลฯ ได้รับการโอนเงินจากกองทุนพัฒนาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) หรือกองบริหารสาธารณสุขสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขเท่านั้น

#### ๑๓. อัตราค่าปรับ

ค่าปรับคิดในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ ของราคาค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน นับถัดจากวันครบกำหนดตามสัญญาจนถึงวันที่ผู้ชนะการเสนอ ได้นำสิ่งของมาส่งมอบให้แก่โรงพยาบาลฯ จนถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา

#### ๑๔. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

๑๔.๑ ผู้ชนะการเสนอราคาจะต้องให้การรับประกันคุณภาพส่วนงานติดตั้งของระบบทั้งหมด ภายในระยะเวลา ๕ ปี นับจากวันที่ได้รับการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย หากเกิดกรณีที่อุปกรณ์ในระบบมีความเสียหายซึ่งเกิดจากการใช้งานตามข้อกำหนดของระบบ ผู้ชนะการเสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทางด้านค่าใช้จ่ายและแก้ไขให้ระบบกลับมาอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติภายในระยะเวลา ๔๘ ชั่วโมง นับตั้งแต่วันที่โรงพยาบาลฯ ได้แจ้งให้ทราบ

๑๔.๒ ระยะเวลารับประกันของอุปกรณ์โดยผู้ผลิต ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์

(ลงชื่อ) ..... ประธานกรรมการ  
(นายสายลักษณ์ พิมพ์เกาะ)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ  
(นายยรรยงพศวัต มาตย์คำมี)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ  
(นายจักรพงษ์ เจริญศักดิ์)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ  
(นายรติพันธ์ วงศ์วัยรักษ์)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ  
(นายขจรศักดิ์ เจริญศักดิ์)