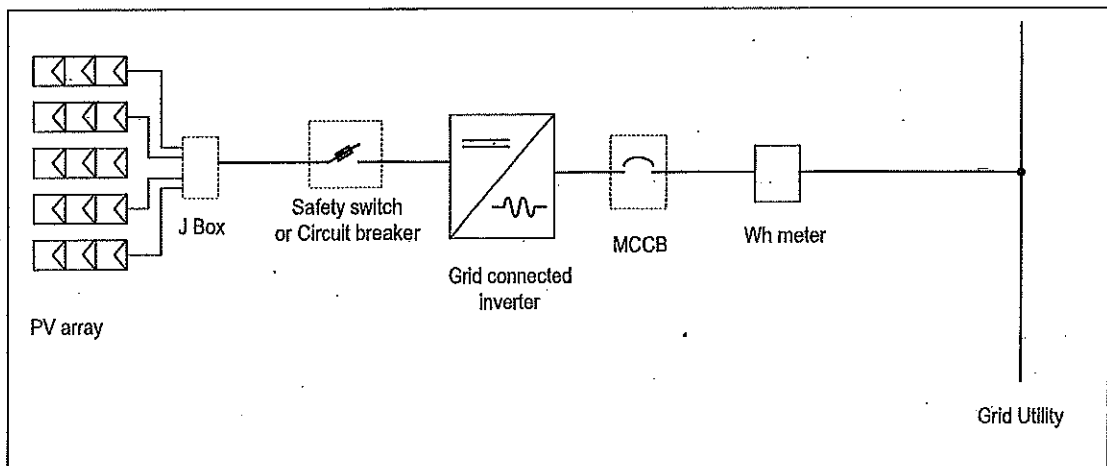


**ข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์  
บนหลังคา (Solar PV Rooftop)**

**1. ลักษณะระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์**

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current) เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อเข้าระบบจำหน่าย (Grid connected Inverter) เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternative current) ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Watt hour meter) และเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย<sup>3</sup> ดังไดอะแกรม

- <sup>1</sup> หมายถึง ผู้ดำเนินการติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop
- <sup>2</sup> หมายถึง ผู้รับการติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop
- <sup>3</sup> หมายถึง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหรือ การไฟฟ้านครหลวง



ตัวอย่าง ไดอะแกรมระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้าระบบจำหน่ายแรงต่ำ

**2. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์** ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับติดตั้งบนหลังคาอาคาร ประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งมีคุณสมบัติเบื้องต้นอย่างน้อยตามข้อ 3 รวมทั้งวัสดุประกอบการติดตั้งอื่นๆ ที่จำเป็นครบถ้วน ซึ่งผู้ดำเนินการติดตั้งสามารถนำไปใช้ดำเนินการติดตั้งระบบกับสถานที่เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เป็นระเบียบและปลอดภัย

### 3. คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ อุปกรณ์ของระบบ

#### 3.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 กรณีเป็นแผงเซลล์ฯ ชนิด Crystalline silicon ควรเป็นยี่ห้อ รุ่นที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 1843 หรือได้รับรองมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval

3.1.2 กรณีเป็นแผงเซลล์ฯ ชนิด Thin film ควรเป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 2210 หรือได้รับรองมาตรฐาน IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval

3.1.3 ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก. 2580 หรือได้รับรองตามมาตรฐาน IEC 61730 Photovoltaic (PV) module safety qualification หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 2580 หรือ IEC 61730 โดยมีรายงานผลการทดสอบที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 17025 หรือได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories แสดงยืนยัน

3.1.4 ควรมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) ระบุการได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตามข้อ 3.1.1 หรือข้อ 3.1.2 ที่ออกให้โดย Certification Body (CB.) แสดงประกอบ

#### 3.2 โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างฯ ควรเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM หรือเป็นโลหะปลอดสนิม

3.2.2 ส่วนประกอบโครงสร้างฯ ควรสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก

3.2.3 วัสดุ อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์ฯ กับโครงสร้างฯ และอุปกรณ์จับยึดชุดโครงสร้างฯ กับโครงสร้างหลังคาสถานที่ติดตั้ง ควรมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส (Stainless steel) หรือโลหะปลอดสนิม

3.2.4 โครงสร้างฯ ควรสามารถติดตั้งแผงเซลล์ฯ ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง และประกอบยึดกับโครงสร้างหลังคาได้อย่างมั่นคง สามารถรับน้ำหนักและสามารถต้านทานแรงลมปะทะไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical storm) ตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้อย่างปลอดภัย หรือสามารถต้านทานแรงลมปะทะตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติหรือตามระเบียบที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในพื้นที่ (ถ้ามี)

3.3 อุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่าย (Grid connected Inverter) มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 เป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61727 Photovoltaic (PV) systems -Characteristics of the utility interface และมาตรฐาน IEC 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61727 และ IEC 62116 โดยมีรายงานผลการทดสอบแสดงประกอบ

3.3.2 ควรมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) การได้รับรองมาตรฐานตามข้อ 3.3.1 ที่ออกให้โดย Certification Body (CB.) แสดงประกอบ หรือมีรายงานผลการทดสอบ (Test Report) ที่แสดงคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าว ที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 17025 หรือได้รับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

3.3.3 มีคุณสมบัติเฉพาะทางไฟฟ้า (Electrical specification) เป็นไปตามระเบียบของ การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2551 หรือระเบียบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยให้มีรายงานผลการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าว ที่ออกให้โดยหน่วยงานทดสอบที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายยอมรับ

#### 3.4 วัสดุ อุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

##### 3.4.1 อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง

1) กรณีเป็น Safety switch มีรายละเอียดดังนี้

- (1) เป็นชนิด Fusible Type 1 Phase 2 Wires หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
- (2) โครงสร้างเป็นโลหะ มีฝาปิดที่ป้องกันการเปิดเมื่อคันโยกสวิตช์อยู่ตำแหน่ง ON
- (3) ติดตั้งฟิวส์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) และฟิวส์กระแสไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของฟิวส์กระแสตรง ( $I_{sc}$ ) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์ฯ

2) กรณีเป็น Circuit Breaker มีรายละเอียดดังนี้

- (1) เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB
- (2) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- (3) มีฟิวส์กระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของฟิวส์กระแสตรง ( $I_{sc}$ ) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์ฯ

##### 3.4.2 อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีรายละเอียดดังนี้

1) เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB

2) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

3) มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของพิกัดกำลังไฟฟ้า (Rate power) ที่ Unity power factor ของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า ตามข้อ 3.3

### 3.4.3 สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1) เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic wire ที่สามารถทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 80°C หรือเป็นสายไฟฟ้าชนิด 0.6/1 KV CV ตามมาตรฐาน IEC 60502 หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า

2) ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์ฯ ( $I_{sc}$ ) ที่สภาวะ STC. และเป็นไปตามเงื่อนไขกำหนดข้อ 4.7.1

3) ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของกระแสจ่ายออกที่พิกัดกำลังไฟฟ้า (Rated power) ที่ Unity power factor ของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า ตามข้อ 3.3 และเป็นไปตามเงื่อนไขกำหนดข้อ 4.7.2

### 3.4.4 ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1) กรณีเป็นท่อ Polyethylene ควรเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN 8 หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก. 982

2) กรณีเป็นท่อโลหะ ควรเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า EMT หรือดีกว่า

### 3.4.5 กล่องรวมสาย (DC Junction Box) มีรายละเอียดดังนี้

1) เป็นกล่องโลหะหรือพลาสติกแข็ง ชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Out door type)

2) สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP 45 หรือดีกว่า

3) ติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้าภายในกล่องรวมสายอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

## 4. แนวทางการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

4.1 ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องสำรวจพื้นที่จริง และออกแบบรายละเอียดการติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop โดยให้มีรายละเอียดแสดง ประกอบด้วย Shop drawing บัญชีแสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ระบุยี่ห้อ รุ่น พร้อม Catalog ของวัสดุ อุปกรณ์ที่แสดงคุณสมบัติตามเงื่อนไขกำหนด รวมทั้งเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และรายการคำนวณที่จำเป็น

4.2 การออกแบบรายละเอียดการติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop และการจัดทำ Shop drawing รวมทั้งรายการคำนวณที่เกี่ยวข้อง ต้องดำเนินการและลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร

4.3 การออกแบบติดตั้งแผงเซลล์ฯ ควรให้ด้านรับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์ฯ หันไปทางทิศใต้ หรือทิศใกล้เคียงทิศใต้ที่สามารถยอมรับได้ และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 10-20 องศา หรือตามแนวลาดเอียงของหลังคาอาคารเป้าหมาย ตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์ฯ ควรอยู่ในพื้นที่โล่งและไม่เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์ฯ ที่อาจก่อให้เกิด Hot spot และการติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ ควรมีความมั่นคง แข็งแรงและสามารถดูแลบำรุงรักษาได้

4.4 การต่อวงจรชุดแผงเซลล์ฯ ควรเป็นไปตามหลักวิชาการและให้มีการป้องกันเพื่อความปลอดภัยที่ดี โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก. 2572 การติดตั้งทางไฟฟ้า-ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ หรือตามมาตรฐาน IEC 60364-7-712 Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems หรือตามคู่มือแนะนำการติดตั้งแผงเซลล์ฯ ของผู้ผลิต (ถ้ามี)

4.5 การเดินสายไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อมกับ Terminal box ของแผงเซลล์ฯ และต่อวงจรให้ถูกต้อง แข็งแรง หรือใช้สายไฟฟ้าชนิด Photovoltaic wire หรือเป็นสายไฟฟ้าชนิด CV 0.6/1 KV หรือดีกว่า ขนาดควรไม่น้อยกว่า 2.5 sq.mm. หรือขนาดสายตามคู่มือแนะนำของผู้ผลิต (ถ้ามี) และควรต่อสายไฟฟ้าควรใช้ขั้วต่อสายชนิด PV connector หรือแบบอื่นที่มั่นคง แข็งแรงไม่น้อยกว่า

4.6 ชุดแผงเซลล์ฯ และอุปกรณ์ของระบบฯ ทุกรายการที่มีโครงสร้างเป็นโลหะและหรือ อุปกรณ์ ที่ระบุให้มีการต่อสายดินจะต้องต่อวงจรสายดินให้ครบถ้วน โดยให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (ฉบับแก้ไขปรับปรุง พ.ศ. 2551) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4.7 การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ต้องมีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสสูงสุดผ่านวงจรและมีค่าแรงดันสูญเสียในสายไฟฟ้า (Voltage drop) ไม่เกินข้อกำหนดดังนี้

4.7.1 ด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจากชุดแผงเซลล์ฯ แต่ละสาขา (PV string) ถึงอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter) มีค่าแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกิน ร้อยละ 3 ที่พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด ( $I_{mp}$ ) ของชุดแผงเซลล์ฯ โดยเทียบกับค่าแรงดันสูงสุด ( $V_{mp}$ ) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC.

4.7.2 ด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจาก Output ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าถึงจุดเชื่อมต่อกับสายระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกิน ร้อยละ 3 โดยเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ตามพิกัดที่ Unity power factor ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าตามข้อ 3.3

4.8 สายไฟฟ้าของระบบมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 3.4.3 (ยกเว้น ข้อ 4.11 การใช้สายไฟฟ้า และลักษณะการเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย) ลักษณะการเดินสายต้องเป็นระเบียบและถูกต้องตามหลักวิชาการโดยอ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (ฉบับแก้ไขปรับปรุง พ.ศ. 2551) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือตามระเบียบ/ข้อกำหนดที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายยอมรับ

4.9 กรณีเดินสายภายในท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายนอกอาคาร และใช้ท่อโลหะชนิด EMT หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายในอาคาร

4.10 การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบทุกรายการควรเป็นระเบียบ สวยงาม สามารถใช้งานหรือตรวจสอบได้สะดวก การต่อสายไฟฟ้าของระบบต้องยึดด้วยขั้วต่อสายทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ มั่นคงแข็งแรงและปลอดภัย

4.11 กรณีระบบ Solar PV Rooftop มีกำลังไฟฟ้าจ่ายออก (Out put Power) อยู่ในพิกัดที่ต้องเชื่อมต่อกับระบบแรงสูง ตามระเบียบของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2551 และหรือระเบียบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องจัดหาอุปกรณ์ประกอบระบบให้ครบถ้วนและมีคุณสมบัติถูกต้องตามเงื่อนไขในการเชื่อมต่อกับระบบแรงสูงที่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายยอมรับ และดำเนินการติดตั้งให้ถูกต้องตามระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

4.12 เมื่อติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop แล้วเสร็จ ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องให้มีวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร ดำเนินการตรวจสอบการติดตั้งระบบถูกต้อง ปลอดภัยตามหลักวิชาการและการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตรงตามข้อกำหนด และให้มีเอกสารลงนามรับรองผลการตรวจสอบโดยวิศวกรดังกล่าว

4.13 ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุญาตเชื่อมต่อกับระบบ Solar PV Rooftop กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายให้แล้วเสร็จ และให้มีวิศวกรไฟฟ้าผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาไฟฟ้างานไฟฟ้ากำลังจากสภาวิศวกร ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนด/ระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นให้ผู้รับการติดตั้งเห็นว่าระบบสามารถทำงานผลิตไฟฟ้าได้

4.14 ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องจัดให้มีคู่มือแนะนำการใช้งานและการดูแลบำรุงรักษาระบบเบื้องต้น พร้อมทั้งดำเนินการแนะนำผู้รับการติดตั้งทราบขั้นตอนและวิธีปฏิบัติในการเดินเครื่องระบบ การตรวจสอบระบบเบื้องต้น และให้มีรายละเอียดสำหรับการติดต่อกับผู้ดำเนินการติดตั้งเพื่อการแจ้งตรวจซ่อมระบบ กรณีเกิดความผิดปกติหรือชำรุด

4.15 ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องรับประกันคุณภาพการใช้งานระบบ Solar PV Rooftop หลังจากวันส่งมอบระบบที่ติดตั้งและทดสอบการทำงานจริงแล้วเสร็จ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 (สอง) ปี โดยในระยะเวลารับประกันดังกล่าว ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ที่เกิดการชำรุดเสียหายจากการใช้งานตามปกติ โดยไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับการติดตั้งแต่อย่างใด