NECTEC
a member of NSTDA

กสทช.

กทปส.

คู่มือมาตรฐานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
สำหรับเกษตรอัจฉริยะ

INTRODUCTION

การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของประชากรโลกเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความต้องการในการอุปโภค บริโภคสินค้าและบริการต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปัจจัยในการเพิ่มผลผลิตทั้งในด้านพื้นที่และทรัพยากรที่ใช้สำหรับการเกษตร การเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์มีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตร

ประเทศไทยถือเป็นครัวของโลก ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักมาอย่างช้านาน การประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปัจจุบันยังเป็นการทำเกษตรแบบดั้งเดิม เกษตรกรประสบปัญหาหลายประการจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น น้ำ ดิน ฟ้า อากาศและศัตรูพืช เป็นต้น อันส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งการขาดแคลนแรงงานรุ่นใหม่อันเนื่องด้วยเกษตรกรอายุเฉลี่ยที่เพิ่มมากขึ้น แม้ว่ารัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมให้คนรุ่นใหม่มาทำการเกษตรเพิ่มมากขึ้น แต่ในการพัฒนาความรู้และทักษะการเกษตรของเกษตรกรรุ่นใหม่จำเป็นต้องใช้เวลาและประสบการณ์ในการสั่งสมความรู้และทักษะเพื่อประกอบอาชีพเกษตรกร

ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นโอกาสที่ดีในการจะปรับเปลี่ยนวิธีการทำการเกษตรของประเทศไทย จากเกษตรแบบดั้งเดิมพัฒนาไปสู่การทำการเกษตรในรูปแบบใหม่หรือที่เรียกว่า เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการลดต้นทุนและลดการสูญเสียทรัพยากรที่ไม่จำเป็นทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นปริมาณการใช้สารเคมีต่าง ๆ เช่น สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ปริมาณปุ๋ย ปริมาณน้ำ รวมทั้งลดการใช้แรงงานในภาคการเกษตร ตลอดจนเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยยังสามารถคาดการณ์ผลผลิตได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการวางแผนการผลิตและแผนการตลาด ทำให้รายได้ของเกษตรเพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับนโยบายของภาครัฐที่สนับสนุนให้นำเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาภาคการเกษตรให้มีความยั่งยืน

หนึ่งในเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรนั้น คือ IoT (Internet of Things) ในระบบ IoT นั้น มีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง เช่น อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ตรวจรู้ อุปกรณ์ขับ แหล่งจ่ายพลังงาน การเชื่อมต่ออุปกรณ์ Protocol ในการสื่อสาร Private server หรือ Cloud เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์ด้านการเกษตรสำหรับระบบ IoT ในท้องตลาดมีให้เลือกหลากหลาย มีคุณภาพสูงและคุณภาพต่ำ อุปกรณ์บางชนิดใช้งานได้ไม่ทนทาน ไม่มีข้อกำหนดเรื่องมาตรฐาน เกิดการชำรุดเสียหายอย่างรวดเร็ว เมื่ออุปกรณ์ไม่มีคุณภาพ จึงส่งผลให้การใช้งานระบบ IoT ด้านการเกษตรไม่เป็นที่นิยม เมื่อไม่มีผู้ใช้งานระบบ IoT ผู้ประกอบการก็ไม่สามารถขายสินค้าหรือบริการได้ ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการขยายตัวของอุตสาหกรรม IoT ไม่เกิดขึ้นอย่างที่ควรจะเป็น ส่งผลต่อการพัฒนาและความก้าวหน้าของภาคการเกษตรไทยในระยะยาว ดังนั้น ในการพิจารณาเลือกใช้งานอุปกรณ์ระบบ IoT ควรเลือกอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานในทุกมิติ เช่น ด้านความปลอดภัย ด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็ก ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการทำงานเชิงหน้าที่ เป็นต้น

อีกทั้งยังควรคำนึงถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งและมาตรฐานการติดตั้งด้วย ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยและคุณประโยชน์ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่จะเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้งานอย่างเต็มที่

เอกสารนี้เป็นการแนะนำให้ผู้อ่านมีความรู้ ความเข้าใจ ในภาพรวมการใช้ประโยชน์ของระบบ IoT ทางการเกษตร ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ IoT ตัวอย่างการนำระบบ IoT ไปใช้งานกับการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการแนะนำมาตรฐานที่จำเป็นและเกี่ยวข้องและข้อพิจารณาในการติดตั้ง เพื่อประโยชน์แก่ผู้ใช้งานเกษตรกร นักพัฒนา หรือผู้ประกอบการ และช่วยกันผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการเกษตรของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

CONTENT

ส่วนที่ 1 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับเกษตรอัจฉริยะ 8

1.1 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 8

1.1.1 ภาพรวมของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 8

1.2.1 ข้อพิจารณาบริภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการติดตั้ง 10

1.2 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการปลูกพืช 18

1.2.1 การปลูกพืชระบบโรงเรือนปิด 18

1.2.2 การปลูกพืชระบบโรงเรือนเปิด 18

1.2.3 การปลูกพืชในพื้นที่เปิดโล่ง 18

1.3 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการปศุสัตว์ 19

1.3.1 การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนปิด 19

1.3.2 การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนเปิด 19

1.3.3 การปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่ง 19

1.4 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการประมง 20

1.4.1 การประมงระบบบ่อเลี้ยง 20

1.4.2 การประมงระบบกระชัง 20

1.4.3 การประมงนอกชายฝั่ง 20

1.5 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับเกษตรอัจฉริยะประเภทอื่น ๆ 21

1.5.1 ระบบนาเกลือ 21

ส่วนที่ 2 มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และบริภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง 22

2.1 มาตรฐานด้านความปลอดภัย 23

2.2 มาตรฐานด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า 26

2.3 มาตรฐานด้านความเชื่อถือได้ 30

2.4 มาตรฐานด้านการทำงานเชิงหน้าที่ 33

ส่วนที่ 3 มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 39

3.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า 39

3.2 มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า 45

3.3 มาตรฐานการติดตั้งอื่น ๆ 46

ส่วนที่ 4 มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้ให้บริการระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 47

4.1 มาตรฐานระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ 47

4.2 มาตรฐานระบบคุณภาพของผู้ทำซอฟต์แวร์ สำหรับอุปกรณ์ IoT 48

ส่วนที่ 5 มาตรฐานด้านข้อมูล 50

5.1 มาตรฐานเมตาดาตาสำหรับอุปกรณ์ IoT 51

5.2 ตัวอย่างการกำกับข้อมูลในอุปกรณ์ และระบบ IoT 53

ส่วนที่ 6 การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เป็นไปตามมาตรฐาน 57

6.1 การรับรองคุณภาพอุปกรณ์ IoT 58

6.2 การพิจารณาบริภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เป็นไปตามมาตรฐาน 59

ส่วนที่ 7 ประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ IoT ที่เป็นไปตามมาตรฐาน 60

เอกสารอ้างอิง 61

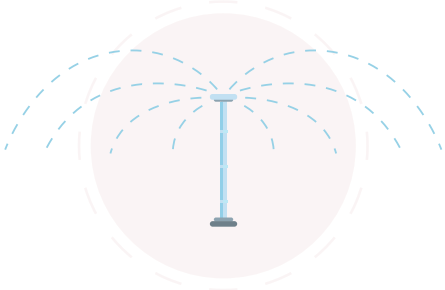
ส่วนที่ 1
ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับเกษตรอัจฉริยะ

1.1 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

1.1.1 ภาพรวมของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ระบบ IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่าง ๆ ในหลากหลายธุรกิจ เช่น การเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม อาคารที่ทันสมัย การแพทย์ อีกทั้งการเข้าถึง Internet ในปัจจุบันก็ยังสามารถเข้าถึงได้อย่างง่ายดายทุกที่ทุกเวลา จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น สำหรับประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศเกษตรกรรมมาอย่างช้านาน แต่ในการดำเนินการเกษตรในแบบดั้งเดิมนั้น มักจะประสบปัญหาหลายประการจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ไม่ว่าจะเรื่องสภาพน้ำ ดิน ฟ้า อากาศและศัตรูพืช อันส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

จากปัญหาดังที่กล่าวมา ทำให้เห็นว่าเกษตรกรจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตรให้เข้ากับยุคสมัยและการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมสมัยใหม่ ที่เรียกว่า IoT (Internet of things) นั้น มาประยุกต์เพื่อใช้ในการวางแผน เตรียมการ จัดการให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สภาพน้ำ ดิน ฟ้า อากาศ เป็นต้น การบริหารจัดการข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบและนำมาวิเคราะห์ผลอย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อจัดการการเพาะปลูกให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ช่วยลดต้นทุน และสามารถควบคุมความเสี่ยงได้ ที่เรียกว่า **"เกษตรอัจฉริยะ"** เพื่อให้เกิดการพัฒนาภาคการเกษตรให้มีความยั่งยืนในอนาคตต่อไป ตัวอย่างในการนำระบบ IoT มาประยุกต์เพื่อใช้งานในด้านการเกษตร เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น



ระบบรดน้ำอัตโนมัติ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเพาะปลูกพืช ระบบรดน้ำอัตโนมัติจึงมีความจำเป็นสำหรับการทำการเกษตรในระยะยาว การประยุกต์ระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยสามารถควบคุมและตั้งเวลาเปิด-ปิดน้ำได้ตามต้องการ หรือมีเซนเซอร์ติดตามสภาพอากาศ เพื่อให้ระบบรดน้ำ อีกทั้งยังสามารถสั่งรดน้ำผ่านระบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้อีกด้วย

ระบบการตรวจวัดค่า NPK

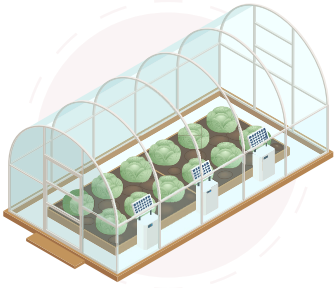
ปุ๋ยเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับพืช แต่ยังมีราคาแพง การประยุกต์ระบบการตรวจสอบปริมาณค่า NPK ในดิน จะช่วยให้เกษตรกรทราบว่าในดินมีค่า NPK เท่าไร ควรใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมหรือไม่ ควรใส่ในปริมาณเท่าไร จึงเหมาะสมกับพืชนั้น ๆ

ระบบการติดตาม (Tracking system)

เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งของสัตว์ รวมถึงตรวจสุขภาพของสัตว์ เช่น สายพันธุ์สัตว์ น้ำหนัก ประวัติการฉีดวัคซีน บันทึกการรักษาโรค เป็นต้น รวมถึงยังสามารถตรวจสอบพฤติกรรมของสัตว์และแจ้งเตือนเจ้าของ เมื่อสัตว์มีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป การติดตั้งสามารถนำมาติดตั้งในสัตว์ได้หลายรูปแบบ เช่น ติดใบหู ห่วงคล้องขา เป็นต้น ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนในการติดตามและจดจำ และบริหารจัดการการแพร่กระจายโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบ GPS (Global Positioning System)

การประยุกต์การใช้ระบบ GPS เพื่อระบุพิกัด สำหรับงานด้านการเกษตรที่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น การควบคุมรถไถให้ขับตามระบบ GPS เพื่อพรวนดิน หยอดปุ๋ย ฉีดพ่นยาฆ่าแมลงและเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น



ระบบควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนแบบปิด

สภาพอากาศภายในโรงเรือนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์ อีกทั้งพืชและสัตว์แต่ละประเภทก็มีความต้องการอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมาใช้ในโรงเรือนแบบปิดจะช่วยให้ภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมตลอดเวลา รวมถึงเกษตรกรยังสามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้น และยังตรวจเช็คได้ด้วยตนเองผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

ระบบการจัดเก็บข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลการเกษตรในรูปแบบ Digital จะช่วยในการสร้างแพลตฟอร์มสำหรับการเพาะปลูก และช่วยการเก็บรวบรวมข้อมูลในแบบ Big Data เพื่อช่วยให้เกษตรกรเข้าใจและบริหารจัดการ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลได้ตลอดทั้ง Supply Chain อีกด้วย

1.2.1 ข้อพิจารณาผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการติดตั้ง

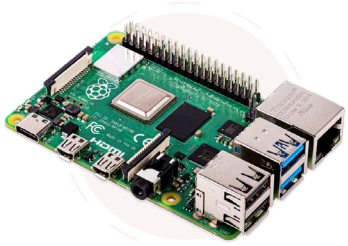
อุปกรณ์ IoT ด้านการเกษตรมีให้เลือกหลากหลายในท้องตลาด การพิจารณาเลือกใช้งาน มีทั้งการเลือกใช้งานจากการได้พบเจอโฆษณาค้นหาจาก Internet มีผู้แนะนำ หรืออุปกรณ์ที่มีราคาต่ำ เป็นต้น การเลือกใช้งานดังกล่าวบางอุปกรณ์ก็มีคุณภาพที่ดี บางอุปกรณ์อาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาในการใช้งานด้านความปลอดภัย ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็ก ความน่าเชื่อถือได้ เป็นต้น ดังนั้นในการเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ IoT เพื่อนำไปใช้งานควรพิจารณาและคำนึงถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานและการติดตั้ง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยและประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้งาน

ในการเลือกใช้งานระบบ IoT สำหรับงานทางด้านเกษตรนั้น จะต้องพิจารณาถึงความต้องการของระบบที่จะนำไปใช้งาน เช่น ระบบการให้น้ำอัตโนมัติหรือระบบชลประทานอัจฉริยะ ในระบบอาจจะประกอบด้วยตัวตรวจรู้ที่ใช้ในการตรวจวัดระดับความชื้นในดินและมีส่วนในการควบคุมสั่งงานปั๊มจ่ายน้ำ เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในค่าที่ต้องการได้ แต่ถ้าเป็นระบบ IoT สำหรับโรงเรือนการเพาะปลูกอาจจะใช้การวัดค่าความชื้นที่เป็นค่าความชื้นของอากาศและมีอุปกรณ์ขับที่สามารถควบคุมระบบความชื้นในอากาศ เช่น อุปกรณ์พ่นหมอก เป็นต้น ดังนั้นการพิจารณาความต้องการและลักษณะงานที่จะนำระบบ IoT ไปใช้จะเป็นจุดสำคัญของการเริ่มต้นในการทำงานของระบบ IoT เพื่อให้ทราบหรือสามารถระบุได้ถึงส่วนประกอบฮาร์ดแวร์หรืออุปกรณ์ที่รองรับกรณีการใช้งานเฉพาะ รวมไปถึงการใช้งานซอฟต์แวร์ที่จะทำงานบนฮาร์ดแวร์นั้น

ในระบบ IoT นั้น จะประกอบไปด้วยทั้งอุปกรณ์ Hardware ต่างๆ Software และการติดตั้ง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นค่าจากวัดต่างๆ รวมทั้งสามารถควบคุมระบบได้ผ่าน Internet ขอแนะนำข้อพิจารณาเบื้องต้นในระบบ IoT และการติดตั้ง ดังนี้

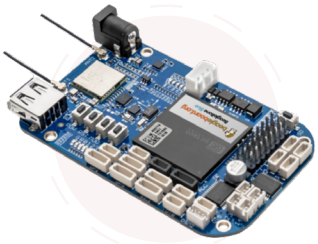
1. อุปกรณ์ควบคุม (Controller)

มีหน้าที่รับผลของการวัดจากอุปกรณ์ตรวจรู้ (Sensor) แล้วปรับปรุงสัญญาณของการวัดให้เหมาะสมเพื่อส่งไปยัง Server และหรืออุปกรณ์ขับ (Actuator) ต่อไป ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญ เป็นหน่วยประมวลผลกลางเป็นอุปกรณ์ที่รับผิดชอบการทำงานทั้งหมดของระบบ รวมถึงการอ่านปริมาณหรือสัญญาณต่าง ๆ จากอุปกรณ์ตัวตรวจรู้ และสั่งงานไปยังอุปกรณ์ขับเพื่อควบคุมปัจจัยต่าง ๆ นอกจากนั้นอุปกรณ์ควบคุมยังต้องทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายหรือผู้ใช้ภายนอกอีกด้วย ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมจะสามารถแบ่งออกได้เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครโพรเซสเซอร์ (microprocessor-based IoT) หรืออุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller-based IoT) การเลือกอุปกรณ์ควบคุมควรเลือกใช้งานตามข้อกำหนดของมาตรฐาน มศอ. 3009.2 สำหรับตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครโพรเซสเซอร์ ได้แก่



Credit Picture : raspberrypi.com

กลุ่ม Raspberry Pi ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ บอร์ด Raspberry Pi 4 model B, Raspberry zero ซึ่งมีข้อดีคือในการทำงานทำผ่านระบบปฏิบัติการ (OS) Linux ทำให้สามารถประมวลผลในงานที่มีความซับซ้อนได้ดี



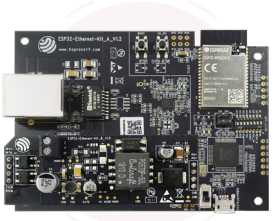
Credit Picture : beagleboard.org

กลุ่ม Beagle bone ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ บอร์ด BeagleBone Black, BeagleBoard-xM มีข้อดีคือเป็นบอร์ดที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล ARM Cortex ที่สามารถใช้งานระบบระบบปฏิบัติการ (OS) Linux, OpenBSD ได้

สำหรับอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครโพรเซสเซอร์จะใช้การสั่งงานผ่านโปรแกรมที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการนั้น โดยอาจจะเป็นโปรแกรมที่พัฒนาจากภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เช่น C, Java, Python เป็นต้น สำหรับตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่

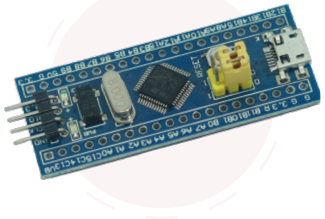
Credit Picture : store.arduino.cc

ไมโครคอนโทรเลอร์กลุ่ม Arduino ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ Arduino Uno, Arduino Mega ซึ่งมีข้อดีคือมีความง่ายในการใช้งาน สามารถนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์ต้นแบบได้ง่าย



Credit Picture : www.espressif.com

ไมโครคอนโทรเลอร์กลุ่ม ESP ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ESP32, ESP8266 ซึ่งมีข้อดีคือมีระบบการสื่อสารในตัวบอร์ด สามารถนำไปใช้ในการเชื่อมต่อในระบบการสื่อสารไม่ว่าจะเป็น WiFi หรือ Bluetooth ได้ง่าย



Credit Picture : www.st.com

ไมโครคอนโทรเลอร์กลุ่ม STM32 ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ STM32F103, STM32F407 ซึ่งมีข้อดีคืออุปกรณ์มีราคาที่ถูก สามารถพัฒนาเพื่อนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณได้

สำหรับการสั่งงานอุปกรณ์ควบคุมที่เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานเฉพาะอุปกรณ์ โดยมีรูปแบบของโปรแกรมใช้ในการพัฒนาที่หลากหลาย เช่น

Credit Picture : www.arduino.cc

Arduino Framework สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงาน Arduino นอกจากนั้นยังสามารถใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์กลุ่ม ESP และ STM32 ในบางรุ่นได้อีกด้วย

Credit Picture : www.freertos.org

FreeRTOS เป็นโปรแกรมสำหรับระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะมีการใช้ทรัพยากรที่ต่ำและมีการสนับสนุนอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในหลายๆ รุ่น

Credit Picture : mynewt.apache.org

Apache Mynewt เป็นโปรแกรมสำหรับการพัฒนาระบบ IoT ที่เน้นการเชื่อมต่อแบบไร้สายเป็นหลัก

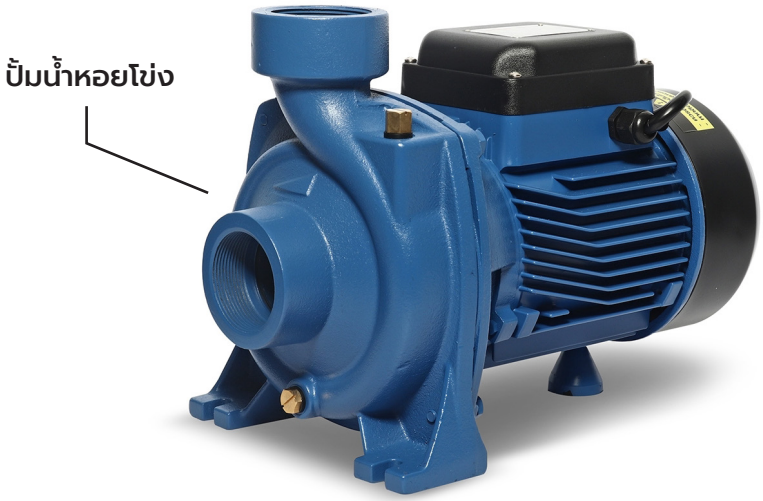
2. อุปกรณ์ต่อพ่วง

อุปกรณ์ตรวจรู้ (Sensor)

มีหน้าที่วัดในสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการเฝ้าดูหรือควบคุม เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, ระดับน้ำ เป็นต้น ส่งผลไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ตัวควบคุม) โดยอุปกรณ์ตรวจรู้จะมีอยู่หลากหลายชนิด ตามปัจจัยที่ต้องการวัด เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง เป็นต้น สำหรับการเลือกใช้งานอุปกรณ์ตรวจรู้นั้น ต้องพิจารณาในแง่ของการนำไปใช้งานว่าในระบบที่ประกอบขึ้นนั้น ต้องการวัดปริมาณหรือปัจจัยใด ๆ มีจำนวนหรือจุดในการวัดเท่าใด ค่าที่ต้องการวัดความต้องการความละเอียดของการวัดอยู่ในระดับเท่าใด รวมถึงรูปแบบการนำไปเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ตรวจรู้ไปยังอุปกรณ์ประมวลผลหลักว่าจะใช้รูปแบบของการเชื่อมต่อแบบใด ต้องการใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกที่เป็นรูปแบบสัญญาณที่ออกมาจากหัววัดหรือไม่ หรือในอุปกรณ์ตรวจรู้สามารถแปลงสัญญาณที่วัดได้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งค่าที่วัดได้มายังบอร์ดของอุปกรณ์ควบคุม นอกจากนั้นแล้วยังต้องพิจารณาถึงแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่อุปกรณ์ตรวจรู้ต้องการว่าต้องใช้ระดับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟเป็นเท่าใด กินกำลังไฟฟ้าระดับใด ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบที่ต้องพิจารณาและจัดหาอุปกรณ์ได้ตามความต้องการได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ขับ (Actuator)

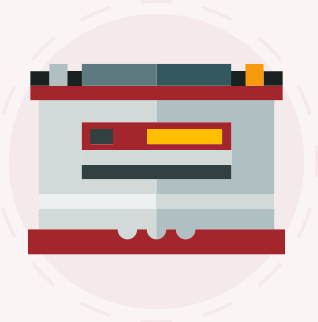
มีหน้าที่รับสัญญาณจากตัวควบคุมแล้วทำงานตามผลที่ได้รับ เช่น Valve actuator, Relay actuator และมอเตอร์ เป็นต้น การพิจารณาในการเลือกใช้งานอุปกรณ์ขับนั้นจะขึ้นอยู่กับระบบที่ต้องการนำไปใช้งาน เช่น ถ้าต้องการนำระบบ IoT ไปใช้งานสำหรับการควบคุมระบบให้น้ำในแปลงผลิตพืชก็เป็นอุปกรณ์ขับที่ทำหน้าที่ควบคุมปั๊มน้ำเพื่อใช้จ่ายน้ำให้ตามที่ต้องการซึ่งจะขึ้นกับปริมาณความชื้นในดิน การเลือกอุปกรณ์ขับนั้นจะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดที่อุปกรณ์ขับใช้งาน เช่น ค่าแรงดันที่ใช้ รูปแบบการควบคุม โดยการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุมมายังอุปกรณ์ขับ บางครั้งอาจต้องมีวงจรเพิ่มเติม เช่น วงจร drive เพื่อให้อุปกรณ์ขับสามารถทำงานได้



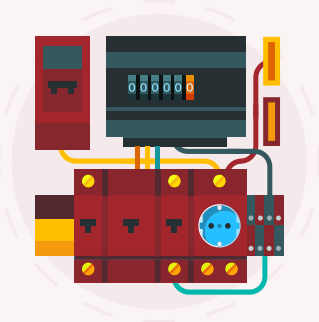
Credit Picture : www.ktw.co.th

3. ระบบพลังงานไฟฟ้า

- **แหล่งพลังงานไฟฟ้า** เช่น การไฟฟ้าฯ, แบตเตอรี่, พลังงานแสงอาทิตย์
- **อุปกรณ์ไฟฟ้า** เช่น สายไฟฟ้า, Circuit Breaker, สายดิน, อื่น ๆ
  เลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานตามข้อกำหนดในมาตรฐาน
- **การติดตั้ง** ต้องมีการติดตั้งได้ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน



แหล่งพลังงานไฟฟ้า



อุปกรณ์ไฟฟ้า

การติดตั้ง/ความปลอดภัย

4. เทคโนโลยีการเชื่อมต่อสื่อสาร

เทคโนโลยีในการเชื่อมต่อนั้นเป็นช่องทางสื่อสารระหว่างระบบ IoT กับอุปกรณ์ภายนอกที่อาจจะเป็นผู้ใช้ที่อยู่ในระยะไกล หรือระบบประมวลและระบบจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกนั้นเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นจุดเด่นของระบบ IoT โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีในการเชื่อมต่อสื่อสารนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละแบบมีข้อดีและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น

WiFi

เป็นรูปแบบการสื่อสารที่เหมาะสำหรับการใช้งานภายใน เช่น การใช้งานระบบ IoT ภายในบ้านหรือสำนักงาน

RFID/NFC

เป็นรูปแบบการสื่อสารระยะใกล้มาก เหมาะสำหรับการใช้งานในรูปแบบของการเข้าถึงแบบ Card-based

GSM/GPRS

เป็นรูปแบบการสื่อสารสำหรับการใช้งานภายนอกของอุปกรณ์ตัวเดียว

Bluetooth

เป็นรูปแบบการสื่อสารสำหรับอุปกรณ์สวมใส่และอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมได้ผ่านทางโทรศัพท์สมาร์ตโฟน

LoRaWan

เป็นรูปแบบการสื่อสารสำหรับงานทางอุตสาหกรรม ในระยะการสื่อสาร 3 - 5 ก.ม. ซึ่งได้ถูกออกแบบให้สามารถสร้างเป็นระบบเครือข่าย IoT ในพื้นที่กว้าง ๆ ได้

NB-IoT หรือ Narrow Band IoT

เป็นรูปแบบการสื่อสารผ่านทางเครือข่าย Cellular ที่สามารถส่งสัญญาณได้ โดยกินกำลังไฟฟ้าต่ำ

5. โปรโตคอลการส่งข้อความสื่อสาร

ในการสื่อสารนั้น นอกจากระบบการสื่อสารแล้วรูปแบบของการสื่อสารหรือที่เรียกว่า โปรโตคอลก็เป็นส่วนสำคัญสำหรับการสื่อสารระหว่างระบบ IoT กับเครือข่าย โดยโปรโตคอลที่นิยมใช้ในระบบ IoT ได้แก่

- **HTTP** เป็นโปรโตคอลที่นิยมใช้กับในระบบ web browser โดยจะใช้การสื่อสารแบบเรียกใช้และโต้ตอบ ซึ่งจะไม่ได้มีการเชื่อมต่อกันอยู่ตลอดเวลา
- **HTTP WebSockets** เป็นโปรโตคอลที่ทำงานบนพื้นฐานของโปรโตคอล HTTP แต่สนับสนุนการเชื่อมต่อตลอดเวลา
- **MQTT** เป็นโปรโตคอลที่นิยมใช้ในระบบ IoT ที่จะทำงานโดยอาศัยหลักการของ publish/subscribe ซึ่งจะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ
- **COAP** ทำงานคล้ายกับโปรโตคอลแบบ HTTP แต่ใช้โปรโตคอล UDP ในการรับส่งข้อมูลแทนโปรโตคอล TCP มีการใช้ทรัพยากรน้อยกว่า ทำงานได้เร็วกว่า

ปัจจัยหลักในการเลือกใช้งานเทคโนโลยีสำหรับโครงข่าย IoT ได้แก่ พื้นที่ครอบคลุม อัตราเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล การใช้พลังงานของอุปกรณ์และลักษณะการใช้งานคลื่นความถี่ หากการใช้งานอยู่ในลักษณะการเก็บข้อมูลจากโครงข่ายเซ็นเซอร์ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่บริเวณกว้างและไม่มีแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอก มีการส่งข้อมูลขนาดไม่มากนัก หรือมีความถี่ในการส่งต่อวันไม่มากนัก มาตรฐานที่เลือกใช้ควรอยู่ในลักษณะเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกล ที่ต้องการกำลังส่งต่ำ เช่น LoRaWAN และ SIGFOX หากการใช้งานต้องการระยะครอบคลุมที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความจำเป็นต้องมีการรับ-ส่งข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นระยะเวลานาน ผู้ออกแบบระบบอาจเลือกใช้โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ NB-IoT หรือระบบ WLAN ที่มีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายที่มีความเร็วสูงก็ได้

6. ผู้ให้บริการ Internet

- แบบใช้สาย เช่น ADSL, FTTX, Leased Line เป็นการเชื่อมต่อ Internet แบบมีสาย โดยผู้ให้บริการจะมีการเดินสายมายังที่บ้านหรือที่ไร่ของเกษตรกรและติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Router โดยอุปกรณ์ Router จะมีการรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในไร่โดยใช้ระบบ WiFi เป็นต้น

- แบบไร้สาย เช่น SIM, NB-IoT, SIGFOX เป็นการเชื่อมต่อ Internet แบบไร้สาย โดยผู้ให้บริการไม่ต้องมีการเดินสายมายังที่บ้านหรือที่ไร่ของเกษตรกร แต่อาจจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Router ที่ใส่ SIM ได้ โดยอุปกรณ์ Router นี้จะมีการรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในไร่ โดยใช้ระบบ Wifi เป็นต้น หรือหากอุปกรณ์รองรับการใช้งานระบบ NB-IoT หรือ SIGFOX อุปกรณ์นั้นจะสามารถเชื่อมต่อ Internet ได้เลย

ADSL

SIM

7. ผู้ให้บริการ Platform

- **Private (On Premise)** ระบบการประมวลผลหรือระบบการจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบส่วนตัว ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ
- **Public (On Cloud)** ระบบการประมวลผลหรือระบบการจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบสาธารณะ มีการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานแบบสาธารณะไว้ในเซิร์ฟเวอร์เดียวกัน แต่ผู้ใช้งานแต่ละคนจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลของคนอื่นได้ การใช้งาน Public Cloud จะมีข้อดี เช่น สะดวก รวดเร็ว และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

8. ผู้ให้บริการติดตั้ง ข้อควรในการพิจารณา

- **ประสบการณ์ในการติดตั้งระบบ IoT** เช่น ระยะเวลาที่บริษัทเปิดมา, ความสามารถในการอธิบายระบบการทำงาน
- **ผลงานในการติดตั้งที่ผ่านมา** เช่น จำนวนลูกค้าที่เคยติดตั้ง, การรีวิวและผลตอบรับจากลูกค้า
- **ความพร้อมในการให้บริการ** เช่น ช่องทางการติดต่อ, ความรวดเร็วในการให้บริการ เป็นต้น
- **อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งควรได้รับมาตรฐาน** เช่น สายไฟฟ้า, อุปกรณ์ IoT เป็นต้น
- **การบริการหลังการขาย** เช่น การรับประกัน, การบำรุงรักษา เป็นต้น

9. การบำรุงรักษา

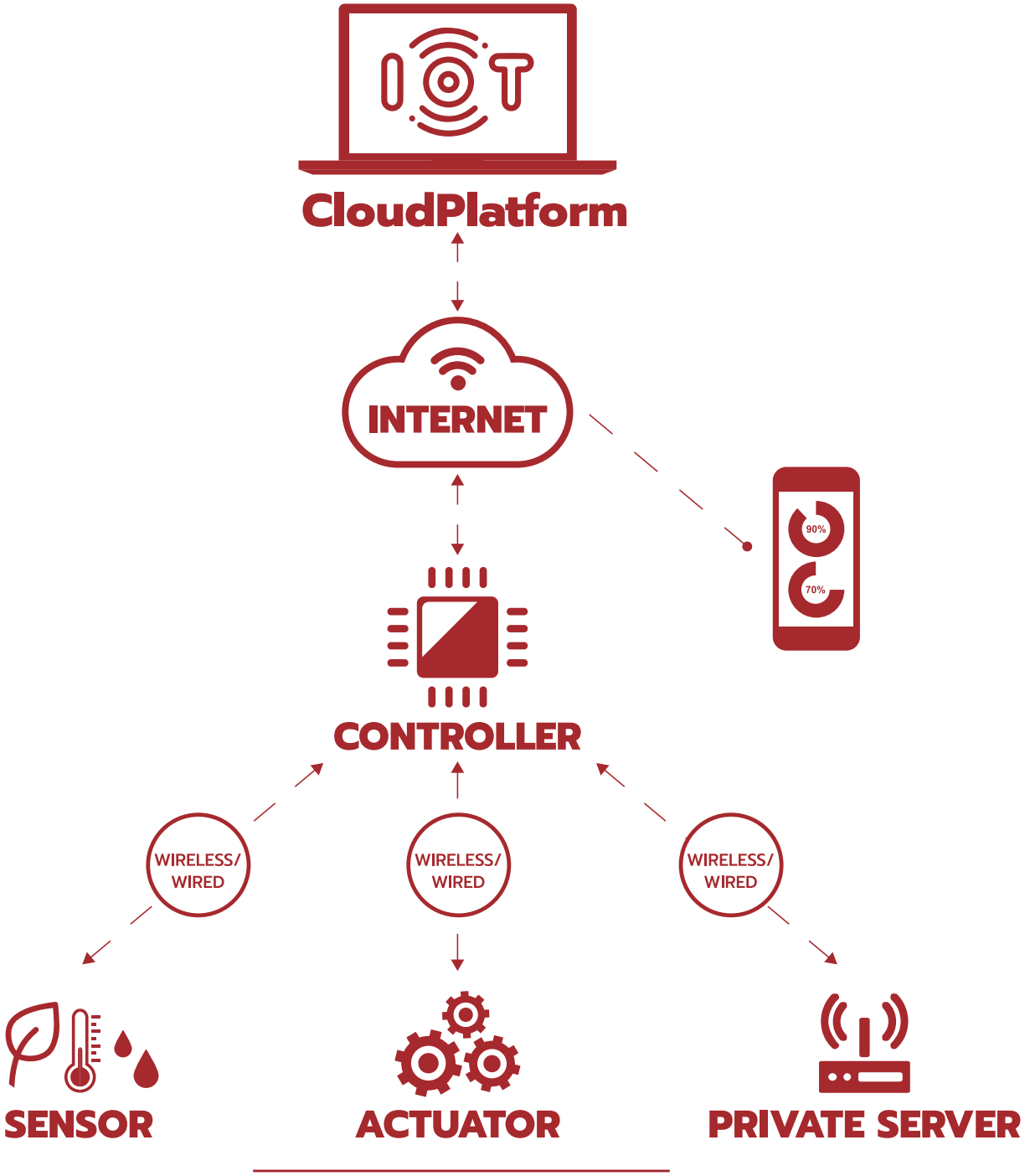
ตรวจสอบการแสดงผลสถานะที่อุปกรณ์ว่าผิดปกติหรือไม่

ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายและขั้วต่อต่าง ๆ ให้แน่นเสมอ

ตรวจสอบ/อัปเดตซอฟแวร์ของอุปกรณ์ให้ทำงานอย่างเป็นปกติสม่ำเสมอ

พิจารณาค่าต่าง ๆ จากอุปกรณ์รับรู้ว่าสามารถแสดงค่าในระบบอย่างถูกต้อง

ภาพรวมของระบบ IoT



1.2 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการปลูกพืช

1.2.1 การปลูกพืชระบบโรงเรือนปิด

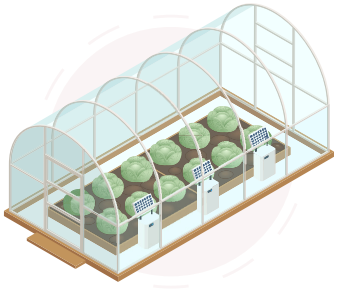
เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนมีอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูง ในการสร้างโรงเรือนแบบปิดเพื่อต้องการควบคุมให้อากาศภายในโรงเรือนมีการหมุนเวียนและระบายอากาศเพื่อลดความร้อนภายในโรงเรือน ซึ่งโรงเรือนเปิดจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ เพราะอุณหภูมิของโรงเรือนจะผันแปรไปตามสภาพของอากาศภายนอกโรงเรือน วิธีการระบายความร้อนจะใช้น้ำและพัดลมเป็นตัวถ่ายเทอากาศ โดยการปล่อยน้ำให้ไหลผ่านแผ่นรังผึ้งจนเปียก และใช้พัดลมซึ่งอยู่ในแนวตรงกันข้ามกับแผ่นรังผึ้งดูดอากาศภายนอกมาผ่านแผ่นรังผึ้งเพื่อให้อากาศเข้ามาภายในโรงเรือน โดยใช้หลักการระเหยของน้ำ ดังนั้นภายในโรงเรือนก็จะเย็นสบาย ซึ่งโรงเรือนประเภทนี้สามารถประยุกต์เพื่อใช้ปลูกพืชได้หลากหลายประเภท การประยุกต์นำระบบ IoT มาใช้งาน เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบการรดน้ำ รวมทั้งระบบการให้ปุ๋ย เป็นต้น แต่โรงเรือนปิดจะมีการลงทุนสูงในระยะเริ่มต้นและต้องมีการเข้าใจในการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง เนื่องจากโรงเรือนปิดมีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าและน้ำในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องพิจารณาระบบการสำรองพลังงานไฟฟ้าและแหล่งน้ำที่ใช้งานในพื้นที่อย่างเพียงพอ

1.2.2 การปลูกพืชระบบโรงเรือนเปิด

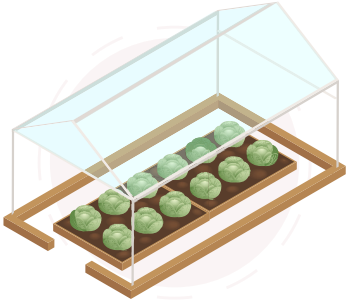
ลักษณะโรงเรือนจะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ไม่เท่ากับโรงเรือนปิด เพราะอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเปิดนั้นจะผันแปรไปตามสภาพของอากาศภายนอกโรงเรือน (ยกเว้นมีการติดตั้งระบบพ่นหมอก อุณหภูมิภายในโรงเรือนอาจต่ำกว่าภายนอกโรงเรือนบ้างเล็กน้อย) รอบโรงเรือนอาจจะมีติดตั้งมุ้งตาข่ายปิดด้านข้างของโรงเรือนก็ได้ เพื่อที่จะป้องกันแมลงที่จะเข้ามาในโรงเรือน สามารถกันแสงแดดและฝนได้ในระดับหนึ่ง โรงเรือนประเภทนี้สามารถประยุกต์เพื่อใช้ปลูกพืชที่ไม่ต้องการอุณหภูมิ ความชื้น ที่แตกต่างจากพื้นที่การเพาะปลูกมากนัก การประยุกต์นำระบบ IoT มาใช้งาน เช่น ระบบการรดน้ำ ระบบการพ่นหมอก ระบบการให้ปุ๋ย เป็นต้น

1.2.3 การปลูกพืชในพื้นที่เปิดโล่ง

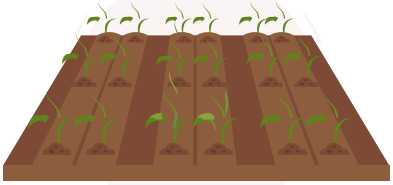
ลักษณะโรงเรือนจะเป็นพื้นที่โล่ง ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ อีกทั้งยังไม่สามารถกันแสงแดดและฝนได้ด้วย การปลูกพืชในพื้นที่เปิดโล่งนี้ควรเป็นพืชท้องถิ่นที่สามารถทนทานต่อสภาพอากาศของท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการนำระบบ IoT สามารถช่วยงานเกษตรกรได้ เช่น การติดตั้งระบบรดน้ำ เป็นต้น



การปลูกพืชระบบโรงเรือนปิด



การปลูกพืชระบบโรงเรือนเปิด



การปลูกพืชในพื้นที่เปิดโล่ง

รูปที่แสดงลักษณะการทำการปลูกพืชแบบต่าง ๆ

1.3 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการปศุสัตว์

1.3.1 การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนปิด

สภาพอากาศภายในโรงเรือนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์และสัตว์แต่ละประเภทก็มีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำระบบควบคุมอุณหภูมิมาใช้ในโรงเรือนแบบปิดจะช่วยให้ภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่เหมาะสมตลอดเวลา การเลี้ยงสัตว์บางชนิด เช่น ไก่เนื้อ ซึ่งอาจจะทนอากาศร้อนมากไม่ไหว เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากอากาศร้อนและต้องการควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนจึงควรใช้โรงเรือนปิด เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม ทั้งนี้ในการนำระบบ IoT มาประยุกต์ใช้งานนั้นสามารถทำระบบการให้อาหารอัตโนมัติ ระบบกล้องวงจรปิดร่วมได้ด้วย เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วโรงเรือนปิดยังสามารถป้องกันโรคได้อย่างดี เช่น โรคไข้หวัดนก เนื่องจากโรงเรือนปิดนั้นมีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าและน้ำในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องมีระบบการสำรองพลังงานไฟฟ้าและแหล่งน้ำที่ใช้งานในพื้นที่อย่างเพียงพอ เช่นเดียวกันกับระบบโรงเรือนปิดที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช

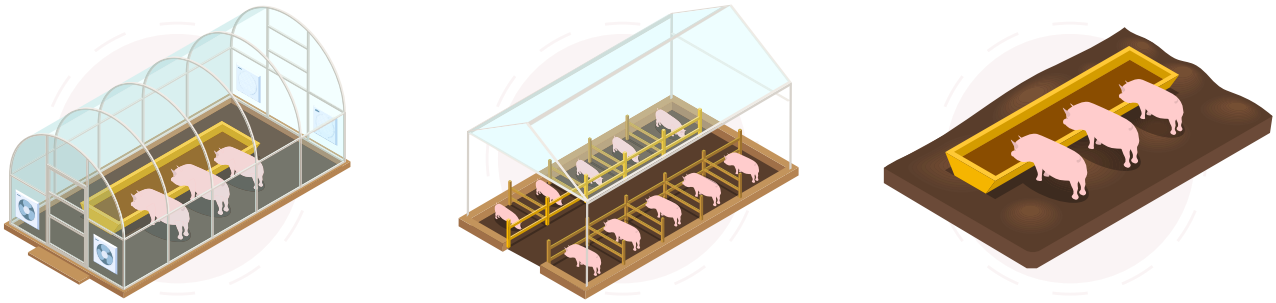
1.3.2 การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนเปิด

เป็นโรงเรือนที่ผู้เลี้ยงสัตว์โดยส่วนใหญ่ที่ถูกสร้างเพื่อเลี้ยงสัตว์ มีลักษณะเป็นโรงเรือนที่อากาศเข้าออกในโรงเรือนได้ สภาพแวดล้อมในโรงเรือนจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศภายนอก ตัวของโรงเรือนอาจมีการติดตั้งมุ้งตาข่ายปิดด้านข้างของโรงเรือนก็ได้ ลักษณะโรงเรือนประเภทนี้จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ไม่มากเท่ากับโรงเรือนปิด เพราะอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนนั้นจะผันแปรไปตามสภาพของอากาศภายนอกโรงเรือน สามารถกันแสงแดดและฝนได้ในระดับหนึ่ง โรงเรือนประเภทนี้สามารถประยุกต์เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ที่สามารถอยู่ได้ในอุณหภูมิ ความชื้น ที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่โดยรอบมากนัก การประยุกต์นำระบบ IoT ใช้งาน เช่น ระบบการพ่นหมอก เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ ระบบการให้อาหารสัตว์ เป็นต้น

1.3.3 การปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่ง

ลักษณะโรงเรือนจะเป็นพื้นที่โล่ง ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้น ไม่สามารถกันแสงแดดและฝนได้ด้วย การเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่งนี้ควรเป็นสัตว์ท้องถิ่นหรือสัตว์ที่สามารถทนทานต่อสภาพอากาศของท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี ข้อดีของโรงเรือนประเภทนี้ คือ สัตว์จะมีพื้นที่ในการออกกำลังได้มากกว่าโรงเรือนที่มีพื้นที่น้อย ๆ อย่างไรก็ตามการนำระบบ IoT สามารถช่วยงานเกษตรกรได้ เช่น การติดตั้งระบบติดตามสัตว์ (tracking) เป็นต้น

สำหรับโรงเรือนแต่ละประเภทนั้นก็จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไป ผู้เลี้ยงสัตว์จะต้องตัดสินใจว่าควรจะเลือกใช้โรงเรือนแบบใด แต่ในภาพรวม ๆ แล้วโรงเรือนปิดนั้นจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องอากาศร้อน และป้องกันโรคได้ดีกว่าโรงเรือนแบบเปิดหรือพื้นที่เปิดโล่ง



การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนปิด **การปศุสัตว์ระบบโรงเรือนเปิด** **การปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่ง**

รูปที่แสดงลักษณะการทำการปศุสัตว์แบบต่าง ๆ

1.4 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการประมง

1.4.1 การประมงระบบบ่อเลี้ยง

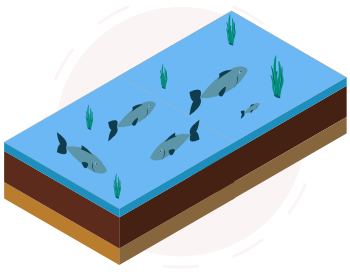
การประมงระบบบ่อเลี้ยงเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์ในบ่อ โดยบ่อดังกล่าวอาจจะเป็นบ่อดินหรือบ่อที่สร้างขึ้นจากวัสดุอื่น ๆ เช่น ซีเมนต์หรือพลาสติก โดยอาจจะมีลักษณะของน้ำที่เพาะเลี้ยงที่นิ่งหรือมีการหมุนเวียนกันภายในบ่อ ดังนั้นสิ่งสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงในลักษณะนี้คือ คุณภาพของน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงซึ่งอาจจะเกิดจากลักษณะการหมักหมมจากของเสียภายในบ่อเอง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น หากคุณภาพของน้ำไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้สัตว์ป่วยหรือถึงตายได้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น การถ่ายเทน้ำเก่าออกและนำน้ำใหม่ที่มีคุณภาพที่ดีกว่าเข้ามาเพิ่มจึงจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนั้นแล้วอาจจะมีลักษณะความจำเพาะของสิ่งแวดล้อมตามชนิดของสัตว์น้ำนั้น เช่น เป็นสัตว์น้ำจืดหรือสัตว์น้ำเค็ม ทำให้ต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความจำเป็นที่จะสามารถวัดและควบคุมได้ด้วย ดังนั้นการประยุกต์นำระบบ IoT โดยการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ในประเด็นดังกล่าว จะสามารถช่วยให้เกษตรกรทราบ เพื่อช่วยปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมได้ดียิ่งขึ้น

1.4.2 การประมงระบบกระชัง

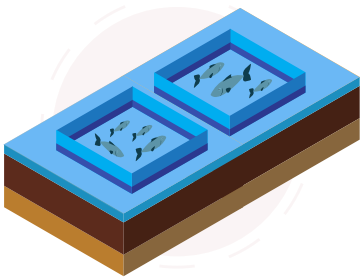
การประมงระบบกระชังเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์ในแหล่งน้ำที่มีการหมุนเวียนของน้ำ โดยทั่วไปแล้วจะเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำหรือชายฝั่ง ซึ่งมีลักษณะน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงที่สามารถหมุนเวียนได้จากธรรมชาติ ข้อดีของการเลี้ยงลักษณะนี้คือจะไม่เกิดปัญหาทางด้านการหมักหมมเหมือนที่พบในระบบบ่อ แต่อาจจะพบปัญหาทางด้านการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่น ๆ ที่มากับแหล่งน้ำ เช่น สภาวะการเปลี่ยนแปลงจากน้ำเค็มเป็นน้ำจืดเนื่องจากฝน หรือการปนเปื้อนจากแหล่งน้ำ ดังนั้นการประยุกต์นำระบบ IoT มาใช้งาน นอกจากจะต้องคำนึกถึงปัจจัยทางด้านปริมาณหรือค่าที่ต้องการวัดแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงค่าความไวในการตอบสนองของอุปกรณ์ตัวตรวจวัดและระบบเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติว่าจะมีความสามารถในการตอบสนองได้ทันต่อเวลาที่เกิดหรือไม่

1.4.3 การประมงนอกชายฝั่ง

การประมงนอกชายฝั่งเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์ในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น ทะเล หรือ มหาสมุทร ซึ่งมีลักษณะที่มีปริมาณน้ำมาก ทำให้ปัจจัยทางการปนเปื้อนแบบเฉียบพลันที่พบในการประมงระบบกระชังที่ทำการเลี้ยงในแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำหรือชายฝั่งจะมีผลค่อนข้างน้อย แต่อาจจะมีผลจากปัจจัยสะสมอื่น เช่น ปริมาณโลหะหนักตกค้างหรือปริมาณไมโครพลาสติกที่ตกค้าง ซึ่งอาจจะส่งผลสะสมต่อคุณภาพของสัตว์น้ำที่ผลิตออกมา การประยุกต์นำเอาระบบ IoT ไปใช้งานนอกจากจะใช้อุปกรณ์ตัวตรวจวัดแบบปกติเพื่อวัดปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแล้ว อาจจะต้องพิจาณาถึงการวัดค่าประมาณสารสะสมดังกล่าวด้วย



การประมงระบบบ่อเลี้ยง



การประมงระบบกระชัง

การประมงนอกชายฝั่ง

รูปที่แสดงลักษณะการทำการประมงแบบต่าง ๆ

1.5 ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับเกษตรอัจฉริยะประเภทอื่น ๆ

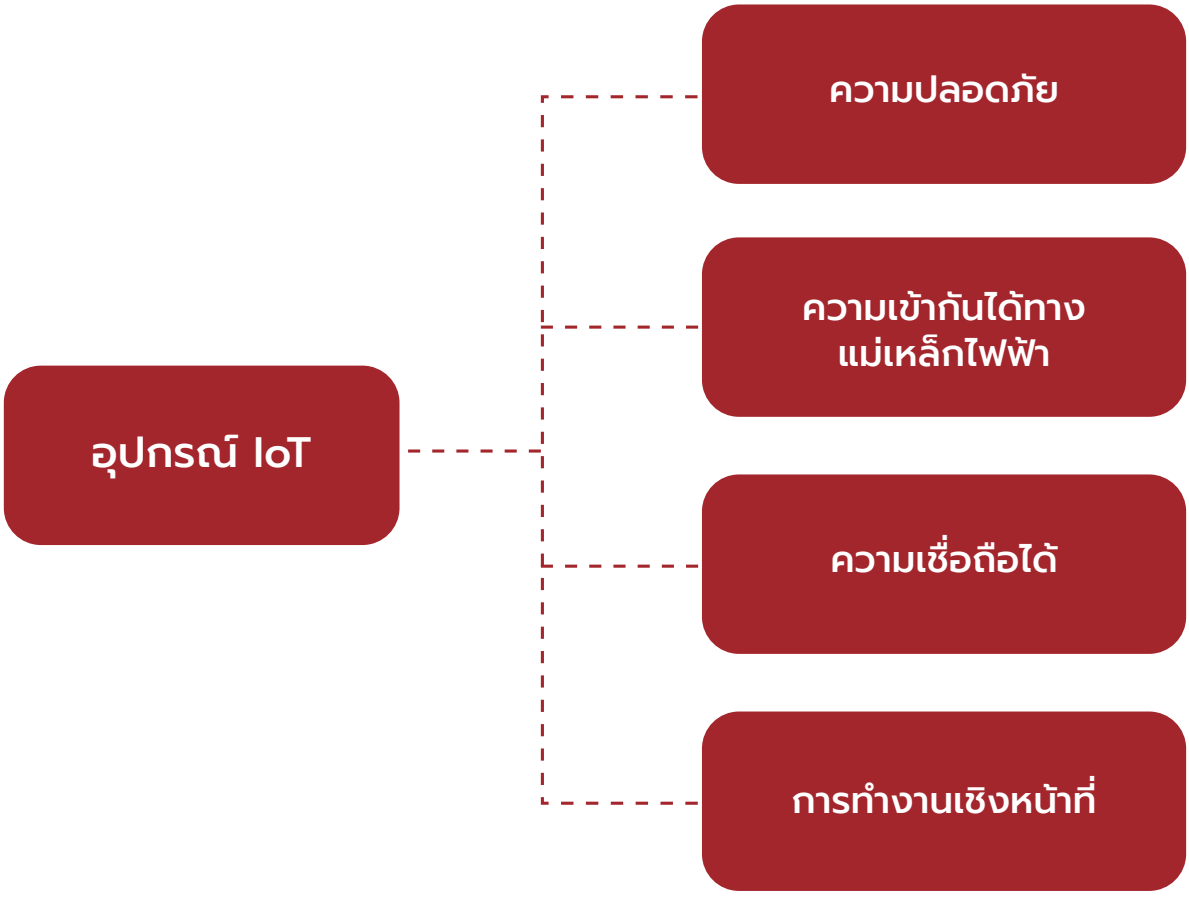
1.5.1 ระบบนาเกลือ

ระบบนาเกลือเป็นระบบที่ใช้ในการผลิตเกลืออันเป็นวัตถุดิบสำคัญในหลาย ๆ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ในการประยุกต์นำเอาระบบ IoT ไปใช้งานกับระบบนาเกลือนั้นอาจจะใช้ในการตรวจวัดและควบคุมปริมาณปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำทะเลอันเป็นวัตถุดิบในการผลิตนาเกลือ เช่น ค่าความเค็ม ความเป็นกรดด่างแล้ว อาจรวมไปถึงการตรวจวัดค่าอื่น ๆ ที่สะสมในน้ำทะเล เช่น ปริมาณโลหะหนักตกค้างหรือปริมาณไมโครพลาสติกที่ตกค้าง ซึ่งอาจจะส่งผลสะสมต่อคุณภาพของเกลือที่ผลิตออกมาและความปลอดภัยของผู้บริโภคได้อีกด้วย

ส่วนที่ 2

มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เริ่มมีอิทธิพลต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์ เช่น บ้านอัจฉริยะ (smart home) เมืองอัจฉริยะ (smart city) โรงงานอัจฉริยะ (smart factory) รวมถึงเกษตรอัจฉริยะ (smart agriculture) สิ่งเหล่านี้จะเป็นการนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาร่วมกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเฝ้าระวัง (monitor) และควบคุมอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ IoT หรืออุปกรณ์ IoT ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology; IT) ที่เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในการออกแบบ/พัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้ทำหรือผู้ผลิตต้องคำนึงถึงหลักการพื้นฐาน 2 ส่วน คือ ความปลอดภัย (safety) และความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility; EMC) นอกจากนี้ ผู้ทำยังต้องคำนึงถึงความต้องการด้านอื่น ๆ ของผู้ใช้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ/พัฒนาเป็นไปตามความต้องการของตลาดที่ผู้ทำวางเป้าหมายไว้ หลักการพื้นฐานและความต้องการด้านอื่น ๆ ของผู้ใช้แสดงประกอบด้วย



รูปที่ 2.1 หลักการพื้นฐานและความต้องการอื่น ๆ ของผู้ใช้

ผู้ทำจะสามารถยืนยันว่าอุปกรณ์ IoT ที่ได้ออกแบบ/พัฒนาขึ้นมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัย ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ดังที่ได้กล่าวมา สามารถทำได้โดยนำอุปกรณ์ IoT ที่ได้ออกแบบ/พัฒนาไปทดสอบและรับรองจากห้องปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือหน่วยงานรับรองที่ได้รับความเชื่อถือ โดยห้องปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือหน่วยงานรับรองจะทดสอบ/รับรองอุปกรณ์ IoT ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ในปัจจุบันมาตรฐานเหล่านั้นมีการประกาศให้อ้างอิงใช้งาน ผู้ทำต้องเลือกว่าจะอ้างอิงมาตรฐานใด[1] ในการทดสอบอุปกรณ์ IoT ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวประกอบด้วยมาตรฐานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

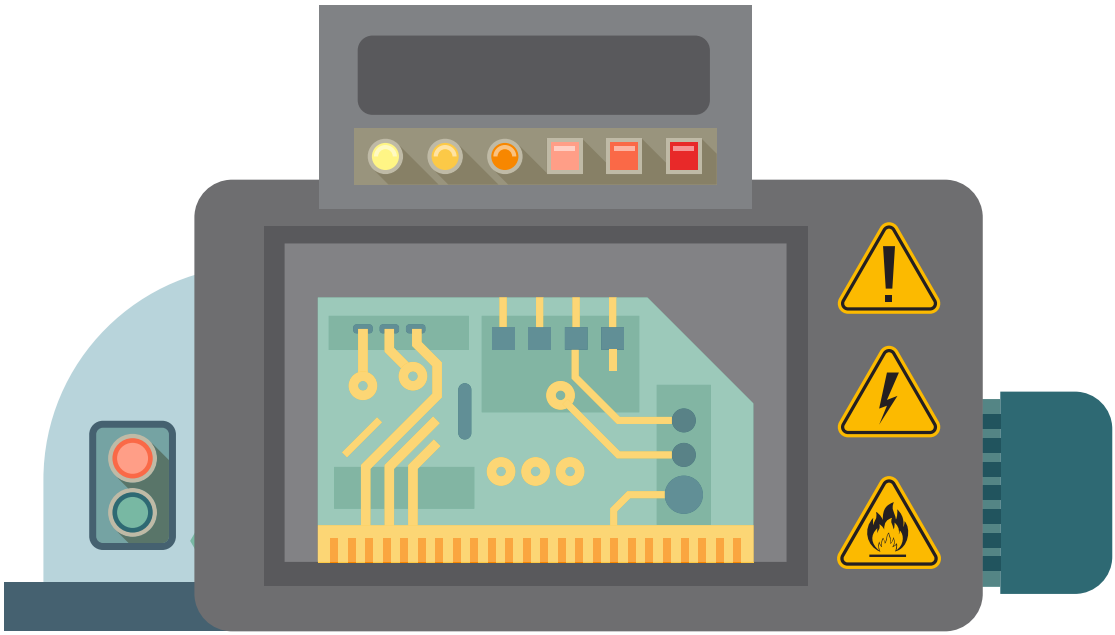
2.1 มาตรฐานด้านความปลอดภัย

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ทำ/ผู้ออกแบบต้องเข้าใจถึงหลักการสำคัญของข้อกำหนดด้านความปลอดภัย จึงจะสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยได้ การออกแบบต้องไม่คำนึงเฉพาะความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ขณะทำงานปกติ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ทำงานผิดปกติ เช่น

- ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง ที่คาดหมายได้
- ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น มลพิษ ระดับความสูง
- ความผิดปกติของแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- ความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการยก ย้าย ช็อก และสั่น

มาตรการด้านความปลอดภัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์จะจัดลำดับความสำคัญ ดังนี้

1. **กรณีที่เป็นไปได้** การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องกำจัด ลด หรือป้องกัน อันตรายที่สามารถเกิดขึ้นได้
2. **กรณีที่ไม่สามารถทำตามมาตรการข้อที่ 1 ได้** เนื่องจากจากการทำงานของผลิตภัณฑ์จะด้อยลง ให้ระบุวิธีการป้องกันที่ไม่ขึ้นกับผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้งานอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล
3. **กรณีที่ไม่สามารถทำตามมาตรฐานข้อที่ 1 และ 2 ได้** ให้ระบุการเครื่องหมาย และข้อแนะนำความเสี่ยงที่มีอยู่



[1] การอ้างอิงมาตรฐานสำหรับใช้งาน สำหรับการใช้งานภายในประเทศควรอ้างอิงมาตรฐานชาติหรือมาตรฐานที่ประกาศโดยหน่วยงานระดับชาติของประเทศไทย กรณีที่ไม่มีมาตรฐานชาติหรือมาตรฐานหน่วยงานระดับชาติสำหรับอ้างอิงใช้งาน สามารถเลือกใช้มาตรฐานระดับภูมิภาค และมาตรฐานระดับนานาชาติสำหรับอ้างอิงใช้งานต่อไป สำหรับการทดสอบเพื่อส่งผลิตภัณฑ์ไปวางตลาดในต่างประเทศ ต้องศึกษาข้อกำหนดของแต่ละประเทศว่าผลิตภัณฑ์ที่สามารถวางตลาดได้ ต้องอ้างอิงมาตรฐานฉบับใด

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัย ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของบุคคล 2 ประเภท คือ ผู้ใช้ และ ผู้ซ่อมบำรุง

ผู้ใช้ หมายถึง บุคคลทุกประเภทยกเว้นผู้ซ่อมบำรุง โดยผู้ใช้จะเป็นผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกอบรมให้มีความสามารถในการชี้บ่งอันตราย ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องไม่ยอมให้ผู้ใช้เข้าถึงส่วนที่มีอันตราย กรณีที่ยอมให้ผู้ใช้เข้าสู่ส่วนที่มีอันตรายต้องมีคำเตือน (คำแนะนำ) ที่เหมาะสม

ผู้ซ่อมบำรุง หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ สามารถหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวเองหรือผู้อื่นเมื่อเข้าถึงผลิตภัณฑ์ที่ติดตั้งในที่ตั้งที่เข้มงวด อย่างไรก็ตามผู้ซ่อมบำรุงควรได้รับการป้องกันจากอันตรายที่คาดไม่ถึง เช่น การติดตั้งส่วนที่ต้องเข้าถึงเพื่อซ่อมบำรุงให้ห่างจากส่วนที่เป็นอันตรายทางไฟฟ้าและทางกล การจัดให้มีการหุ้มเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับส่วนที่มีอันตราย และจัดให้มีฉลากหรือข้อแนะนำเพื่อเตือนถึงความเสี่ยงที่มีอยู่

การออกแบบผลิตภัณฑ์ตามหลักการด้านความปลอดภัย เพื่อลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือความเสียหายจากสิ่งต่อไปนี้

อันตรายทางไฟฟ้า

อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้

อันตรายทางกล

อันตรายจากการแผ่รังสี

อันตรายจากสารพิษ

อันตรายทางไฟฟ้า

อันตรายทางไฟฟ้าเกิดขึ้นเนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายมนุษย์ อันตรายที่เกิดขึ้นอยู่กับขนาดและระยะเวลาการไหลของกระแสไฟฟ้า และเส้นทางที่ผ่านร่างกาย เป็นผลให้เกิดรอยไหม้ กล้ามเนื้อเกร็งกระตุกจนเคลื่อนไหวไม่ได้ หรือหัวใจหยุดเต้น

ในการป้องกันอันตรายทางไฟฟ้า ผู้ทำ/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ ดังนี้

- ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ป้องกันการสัมผัสกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- กำหนดให้ต้องมีการเชื่อมต่อสายดินในการติดตั้งผลิตภัณฑ์

อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้

ผลิตภัณฑ์จะเกิดความร้อนขึ้นเมื่อมีการทำงานตามปกติ หรือขณะทำงานผิดปกติ เมื่อความร้อนเกิดขึ้นที่ชิ้นส่วนใด ๆ ของผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงมาก และผู้ใช้ไปสัมผัสโดน จะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ กรณีที่ความร้อนที่เกิดขึ้นเกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ อาจทำให้เกิดการลัดวงจร เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟขึ้นบนวัสดุประเภทพลาสติกในผลิตภัณฑ์ได้ ไฟที่เกิดขึ้นไม่ควรลุกลามพ้นบริเวณที่เกิดไฟขึ้น เป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

ในการป้องกันอันตรายจากความร้อนและไฟไหม้ ผู้ทำ/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ ดังนี้

- ใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟเกินเพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานผิดปกติ เช่น ติดตั้งเทอร์โมฟิวส์ในฮีทเตอร์เพื่อป้องกันเทอร์โมสตัทที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิเกิดการลัดวงจรเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป
- ใช้วัสดุพลาสติกที่มีคุณสมบัติทางความร้อนและระดับการลุกไหม้ที่เหมาะสม
- ใช้เปลือกหุ้มที่เป็นโลหะ เพื่อจำกัดการลามไฟ
- ออกแบบช่องระบายความร้อนบนเปลือกหุ้มที่เหมาะสม เพื่อลดการสะสมของความร้อน

อันตรายทางกล

ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีขอบและมุมแหลมคม รวมถึงชิ้นส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนที่ได้ อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บได้หากผู้ใช้ไปสัมผัสโดน กรณีขนย้าย ติดตั้ง หรือใช้งานผลิตภัณฑ์ หากเกิดการตกกระแทก การชน หรือการพลิกคว่ำ อาจเป็นสาเหตุให้เปลือกหุ้มหรือฉนวนของผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหาย ก่อให้เกิดอันตรายด้านอื่นได้

ในการป้องกันอันตรายทางกล ผู้ทำ/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ ดังนี้

- ออกแบบให้มีการป้องกันการเข้าถึงส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยเปลือกหุ้มหรืออุปกรณ์ป้องกันต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอ
- ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีจุดศูนย์ถ่วงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผลิกคว่ำทั้งในสถานการณ์ที่จัดวางผลิตภัณฑ์บนพื้นที่ราบ และพื้นที่ลาดเอียง
- ใช้เปลือกหุ้มผลิตภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการตกกระแทกหรือการชน

อันตรายจากการแผ่รังสี

ผลิตภัณฑ์บางประเภทจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดรังสีเพื่อการทำงาน เช่น คลื่นไมโครเวฟ เลเซอร์ หรือรังสียูวี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์บางประเภทจะมีการแผ่รังสีขณะทำงาน เช่น รังสีเอ็กซ์ โอโซน หรือไฟฟ้าสถิต รังสีเหล่านี้อาจทำอันตรายได้เมื่อมีการสัมผัสกับรังสี เช่น ความร้อนของอวัยวะที่เกิดขึ้นในร่างกาย ในการป้องกันอันตรายจากการแผ่รังสี ผู้ทำ/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ ดังนี้

- เลือกใช้แหล่งกำเนิดรังสีที่เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการแผ่รังสีที่มากเกินความจำเป็น
- ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีการควบคุมการแผ่รังสี เพื่อลดการแผ่รังสีสู่สภาพแวดล้อม เช่น ระบบชิลด์

อันตรายจากสารพิษ

ชิ้นส่วนบางประเภทของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะชิ้นส่วนพลาสติก อาจประกอบด้วยสารเคมี ซึ่งมีความเป็นพิษ แต่จำเป็นต้องนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์บางอย่าง เช่น การป้องกันการลุกลามของเปลวไฟ (อันตรายจากไฟไหม้) หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์บางชนิดในผลิตภัณฑ์ อาจก่อให้เกิดสารพิษได้ หากผู้ใช้สัมผัสกับสารพิษดังกล่าวผ่านละอองหรือการสูดดมไอ อาจก่อให้เกิดการระคายเคือง แสบ คัน หรือโรคต่าง ๆ

ในการป้องกันอันตรายจากสารพิษ ผู้ทำ/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ ดังนี้

- ควรเลือกใช้วัสดุป้องกันการลามไฟที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับหน้าที่การทำงาน และมีความเป็นพิษต่ำ
- ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความทนทานสูงเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ

สำหรับอุปกรณ์ IoT หลังจากผู้ทำ/ผู้ออกแบบออกแบบเสร็จสิ้น สามารถทดสอบผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์โดยเลือกอ้างอิงมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มอก. 1561 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ - ความปลอดภัย เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป และ IEC 60950-33 Information technology equipment - Safety - Part 22: Equipment to be installed outdoors
- มอก. 62368 เล่ม 1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เสียง วีดิทัศน์ บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

กรณีเลือกอ้างอิง มอก. 1561 มาใช้งาน จำเป็นต้องอ้างอิง IEC 60950-22 มาใช้งานเพิ่มเติมด้วย เนื่องจาก มอก. 1561 ครอบคลุมเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานภายในที่อยู่อาศัย ไม่ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานกลางแจ้งดังเช่นอุปกรณ์ IoT ที่มีทั้งการใช้งานภายในอาคาร และ/หรือกลางแจ้ง

2.2 มาตรฐานด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

การทำงานตามปกติของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งการแผ่คลื่นเช่นนี้อาจรบกวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้ และในทางกลับกัน ตัวของผลิตภัณฑ์เองก็อาจถูกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่จากผลิตภัณฑ์ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงแผ่ออกมารบกวนการทำงานของตัวผลิตภัณฑ์เอง ซึ่งการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Elecmagnetic Disturbance; EMD) อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทำงานผิดพลาด กรณีที่ผลิตภัณฑ์นั้นเกี่ยวข้องกับสุขภาพหรือชีวิตของผู้ใช้ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจส่งผลต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้ได้ เช่น

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากประตูตรวจจับโลหะแผ่ไปรบกวนการทำงานของเครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า (Implantable Cardioverter Defibrillator; ICD) ส่งผลให้ ICD ทำงานผิดพลาด
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานสมาร์ตโฟนแผ่ไปรบกวนการทำงานของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit; ECU) ที่ควบคุมระบบเบรคของรถ ทำให้ระบบเบรคทำงานผิดพลาด

การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า พาหะหรือตัวนำ และสิ่งที่ถูกรบกวน

<u>แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน</u>
สมาร์ตโฟน

<u>ตัวนำ</u>
อากาศ

<u>สิ่งที่ถูกรบกวน</u>
เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างองค์ประกอบของการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้ามี 2 ประเภท ได้แก่

- แหล่งกำเนิดทางธรรมชาติ เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง สนามแม่เหล็กโลก และสนามแม่เหล็กจากดวงอาทิตย์
- แหล่งกำเนิดที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สมาร์ตโฟน สถานีฐานสัญญาณโทรศัพท์ และหม้อแปลงไฟฟ้า

สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจะแผ่กระจายจากแหล่งกำเนิดไปรบกวนการทำงานของเหยื่อผ่านพาหะ พาหะสามารถแบ่งตามรูปแบบการแผ่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เป็น 2 ประเภท คือ การแผ่กระจายผ่านอากาศและการแผ่กระจายผ่านสายตัวนำ (สายไฟฟ้า และสายโทรคมนาคม)

ปัจจุบันปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมาอย่างรวดเร็ว สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

- ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว
- การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในผลิตภัณฑ์ได้รับการพัฒนาให้มีความเร็วสูงขึ้น เช่น หน่วยประมวลผลกลางของเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาให้มีสัญญาณนาฬิกา (clock) สูงขึ้น
- มีการแบ่งปันย่านความถี่เพื่อใช้งานมากขึ้น เช่น สัญญาณโทรทัศน์ สัญญาณโทรศัพท์
- ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก และประหยัดการใช้พลังงาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในจึงถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กลง และใช้ไฟเลี้ยงลดลง

การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

- การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างระบบ (inter system)

จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ที่ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน แต่ละระบบจะทำงานที่ความถี่แตกต่างกัน พิสัยความถี่ในการทำงานจะอยู่ระหว่างความถี่ไฟฟ้ากำลังไปจนถึงความถี่ในย่านไมโครเวฟ พิสัยกำลังไฟฟ้าจะอยู่ระหว่างไม่กี่วัตต์ไปจนถึงระดับเมกะวัตต์ ดังนั้นจึงเกิดการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างระบบ ส่งผลให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาดได้

- การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าภายในระบบ (intra system)

ภายในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบไปด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลากหลายมาประกอบรวมกัน การทำงานของวงจรจะแผ่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไปรบกวนการทำงานของวงจรที่อยู่ข้างเคียง ส่งผลให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาดได้

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ทำ/ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถป้องกันปรากฏการณ์ดังกล่าว การออกแบบผลิตภัณฑ์ป้องกันปัญหาดังกล่าวสามารถเรียกได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility; EMC) คือ ความสามารถของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานได้โดยไม่สร้างสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่กระจายออกสู่ภายนอกเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (Electromagnetic Interference; EMI) และในทางกลับกันผลิตภัณฑ์เองก็ต้องภูมิคุ้มกันหรือการทนต่อสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอก (Electromagnetic Immunity หรือ Electromagnetic Susceptibility; EMS)

การป้องกันการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า ควรดำเนินการตั้งแต่การออกแบบ พัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจะมีต้นทุนต่ำกว่าการแก้ปัญหาภายหลังเมื่อผลิตภัณฑ์ดำเนินการผลิตแล้ว หลักการในการแก้ไขปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งออกเป็น

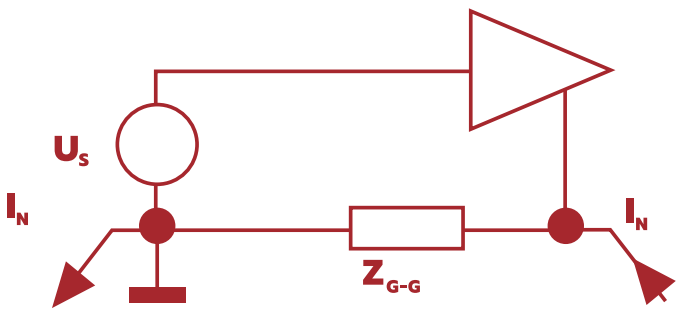
- ลดการแพร่กระจายสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าขณะผลิตภัณฑ์ทำงาน
- เพิ่มภูมิคุ้มกันต่อสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่เข้ามารบกวนการทำงานของผลิตภัณฑ์
- ลดการเชื่อมโยงกับสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อลดการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากกลไกต่อไปนี้

- กลไกการรบกวนแบบกราวด์รวม (Common ground impedance coupling)
- กลไกการรบกวนแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling)
- กลไกการรบกวนแบบเก็บประจุ (Capacitive coupling)
- กลไกการรบกวนแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Radiated field coupling)

1. กลไกการรบกวนแบบกราวด์รวม

การรบกวนประเภทนี้จะพบได้ในผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งวงจร/อุปกรณ์กำลัง (power electronic) และวงจร/อุปกรณ์ควบคุม อยู่ในตัวเดียวกัน แต่ละวงจรก็จะมีระบบกราวด์ของตัวเอง หากนำระบบกราวด์มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน จะทำให้เกิดความต่างศักย์คร่อมระหว่างกราวด์ขึ้น ส่งผลให้เกิดการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า การแก้ปัญหา



U_S คือ แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย
I_N คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลตามสายกราวด์
Z_{G-G} คือ ค่าความต้านทานระหว่างกราวด์ที่เชื่อมต่อกัน

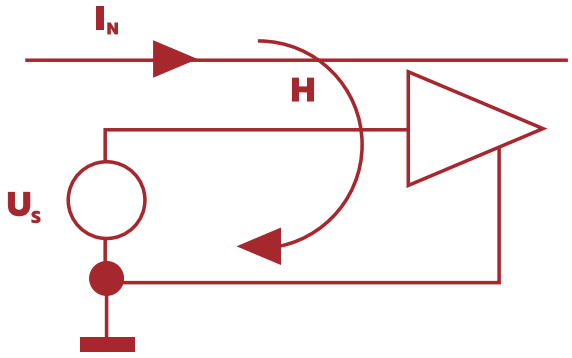
รูปที่ 2.3 กลไกการรบกวนแบบกราวด์รวม

ในการป้องกันกลไกการรบกวนแบบกราวด์รวม ผู้ทำ/ออกแบบสามารถทำได้ ดังนี้

- ไม่เชื่อมต่อกราวด์ของของวงจรที่แตกต่างกันร่วมกัน
- แยกกราวด์ของวงจรเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรสัญญาณออกจากกัน
- ลดค่าความต่างศักย์ของระบบกราวด์โดยนำกราวด์ของวงจรที่แตกต่างกันมาเชื่อมต่อรวมกันที่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (power supply)

2. กลไกการรบกวนแบบเหนี่ยวนำ

การรบกวนประเภทนี้เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบตัวนำตามแนวรัศมี สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นสามารถแผ่กระจายไปเหนี่ยวนำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าบนตัวนำหรือวงจรที่อยู่ใกล้เคียงกัน



U_S คือ แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย
I_N คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลตามสายนิวตรอน
H คือ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านสายนิวตรอน

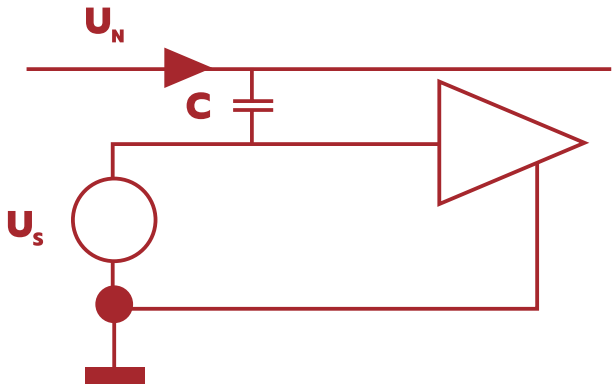
รูปที่ 2.4 กลไกการรบกวนแบบเหนี่ยวนำ

ในการป้องกันกลไกการรบกวนแบบเหนี่ยวนำ ผู้ทำ/ออกแบบสามารถทำได้ ดังนี้

- ลดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าต่อเวลาให้น้อยลง (di/dt)
- ลดพื้นที่ที่เป็นห่วง (loop) ระหว่างสายเคเบิลและกราวด์ โดยใช้สายประเภทสายคู่บิดเกลียว (twicted pair) หรือสายโคเอ็กซ์ (coaxial cable)

3. กลไกการรบกวนแบบเก็บประจุ

การรบกวนประเภทนี้เกิดจากแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูง ๆ ที่อยู่ข้างเคียง แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูง ๆ จะมีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวมัน อากาศซึ่งอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากับวงจรจะมีค่าความซึมซาบแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic permeability) อยู่ ทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวเก็บประจุขนาดเล็ก สามารถส่งผ่านพลังงานจากแหล่งกำเนิดมารบกวนการทำงานของวงจรที่อยู่ใกล้เคียง



U_S คือ แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย
U_N คือ แรงดันไฟฟ้าในสายนิวตรอน
C คือ ตัวเก็บประจุเสมือน

รูปที่ 2.5 กลไกการรบกวนแบบเก็บประจุ

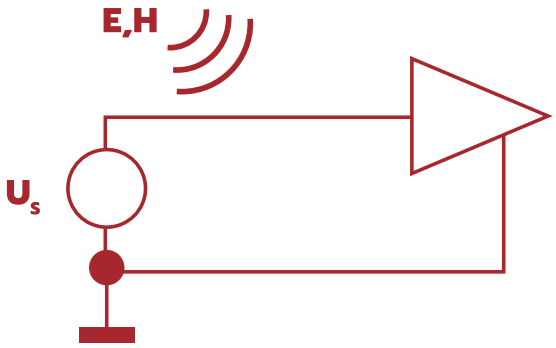
ในการป้องกันกลไกการรบกวนแบบเก็บประจุ ผู้ทำ/ออกแบบสามารถทำได้ ดังนี้

- ลดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันต่อเวลาให้น้อนลง (dv/dt)
- เลือกใช้สายเคเบิลประเภทสายชิลด์ (shield cable)
- ออกแบบวงจรให้มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ ๆ[2]
- แยกสายเคเบิลออกจากกัน

[2] เนื่องจากการรบกวนประเภทนี้เป็นการรบกวนจากสนามไฟฟ้า หากวงจรมีค่าอิมพีแดนซ์สูง จะทำหน้าที่เป็นสายสัญญาณ

4. กลไกการรบกวนแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การรบกวนประเภทนี้เกิดจาก สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า (สนามแม่เหล็กไฟฟ้า) ที่อยู่ข้างเคียงและ/หรือภายในผลิตภัณฑ์แผ่กระจายเข้ามารบกวนการทำงานของผลิตภัณฑ์และ/หรือวงจรภายในผลิตภัณฑ์ ทั้งการแผ่กระจายผ่านอากาศ และการแผ่กระจายผ่านสายตัวนำ



U_s คือ แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย
E คือ สนามไฟฟ้า
H คือ สนามแม่เหล็ก

รูปที่ 2.6 กลไกการรบกวนแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ในการป้องกันกลไกการรบกวนแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ผู้ทำ/ออกแบบสามารถทำได้ ดังนี้

- ลดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันต่อเวลาให้น้อยลง (dv/dt)
- ลดพื้นที่ที่เป็นห่วง (loop)
- เลือกใช้สายเคเบิลประเภทสายชิลด์
- เพิ่มวงจรกรองสัญญาณ (filter)
- การจับคู่อิมพีแดนซ์ (matching impedance)

สำหรับอุปกรณ์ IoT หลังจากผู้ทำ/ผู้ออกแบบออกแบบเสร็จสิ้น สามารถทดสอบผลิตภัณฑ์ เพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์ IoT ไม่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปรบกวนสภาพแวดล้อมโดยรอบเกินกว่าขีดจำกัดโดยเลือกอ้างอิงมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มอก. 1956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ : ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
- มอก. 2931 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของบริภัณฑ์สื่อประสมคุณลักษณะที่ต้องการของการปล่อยสัญญาณรบกวน

สำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันภูมิคุ้มกันต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามารบกวน จำเป็นต้องอ้างอิงมาตรฐานหลายฉบับ เนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามารบกวนอุปกรณ์ IoT สามารถเข้ามาได้หลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก็มีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไป สำหรับการเลือกทดสอบก่อนอื่นต้องพิจารณาตัวอุปกรณ์ IoT ก่อนว่าจะนำไปใช้งานในสถานที่ใด[3] จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับรายละเอียดใน มอก. 1451 ก็จะทราบว่าอุปกรณ์ IoT จำเป็นต้องทดสอบภูมิคุ้มกันต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามารบกวน ด้านใดบ้าง จากการเปรียบเทียบพบว่า ผู้ทำ/ผู้ออกแบบต้องดำเนินการทดสอบภูมิคุ้มกันต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามารบกวน โดยเลือกอ้างอิงมาตรฐานอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- มอก. 1452 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 2 การทดสอบภูมิคุ้มกันการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต
- มอก. 1453 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 3 การทดสอบภูมิคุ้มกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่แผ่กระจาย
- มอก. 1454 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัดส่วนที่ 4 การทดสอบภูมิคุ้มกันภาวะชั่วครู่/เบิร์สอย่างเร็วทางไฟฟ้า
- มอก. 1455 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 5 การทดสอบภูมิคุ้มกันเสิร์จ
- มอก. 61000 เล่ม 4(6) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 6 ภูมิคุ้มกันต่อสัญญาณรบกวนที่นำตามสายซึ่งเหนี่ยวนำโดยสนามความถี่วิทยุ

[3] รูปแบบการใช้งานอุปกรณ์ IoT สำหรับเกษตรอัจฉริยะ แสดงไว้ในส่วนที่ 1

- มอก. 61000 เล่ม 4(11) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 11 การทดสอบภูมิคุ้มกันเมื่อแรงดันไฟฟ้าดิ่งลง ขาดหายไปเป็นระยะเวลาสั้น ๆ และแรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยน สำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงสุด 16 แอมแปร์ต่อเฟส

กรณีที่อุปกรณ์ IoT มีกระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส ให้แทน มอก. 61000 เล่ม 4(11) ด้วยมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- IEC 61000-4-34 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-34: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase

2.3 มาตรฐานด้านความเชื่อถือได้

อุปกรณ์ IoT ที่ดีต้องถูกแบบให้มีความเชื่อถือได้ในการทำงาน หากผู้ทำต้องการออกแบบ/พัฒนาอุปกรณ์ IoT ให้มีความเชื่อถือได้ ก่อนอื่นผู้ทำต้องเข้าใจก่อนว่าความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ IoT ประกอบด้วยอะไรบ้าง ความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ IoT จะประกอบด้วยสิ่งที่คุณสมบัติที่ต้องนำมาพิจารณา 4 อย่าง ได้แก่

- ความพร้อมใช้
- ความมั่นคงปลอดภัย
- ความสมบูรณ์ของข้อมูล
- ความน่าเชื่อถือ

ความพร้อมใช้ (availability)

ความพร้อมใช้ของอุปกรณ์ IoT คือ ความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ IoT ได้อย่างที่คาดหวังไว้ ภายในระยะเวลาที่สนใจ โดยระยะเวลาที่สนใจจะเป็นช่วงที่อุปกรณ์ IoT สามารถทำงานได้อย่างที่คาดหวังไว้ กับระยะเวลาที่อุปกรณ์ IoT ไม่สามารถทำงานได้อย่างที่คาดหวังไว้ สามารถตั้งเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังต่อไปนี้

$$\%Availability = a/(a+b)$$

โดย

a คือ ระยะเวลาที่อุปกรณ์ IoT สามารถทำงานได้อย่างที่คาดหวัง หน่วยเป็น นาที[4]

b คือ ระยะเวลาที่อุปกรณ์ IoT ไม่สามารถทำงานได้อย่างที่คาดหวัง หน่วยเป็น นาที

ความพร้อมใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้ในงานหลาย ๆ งาน โดยเฉพาะงานบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น ความพร้อมใช้ในการให้บริการอินเทอร์เน็ต ความพร้อมใช้ในการให้บริการดาตาเซนเตอร์ มาตรฐานส่วนใหญ่จะไม่มีการกำหนดเกณฑ์หรือระดับความพร้อมใช้ในมาตรฐาน[5] โดยมากระดับความพร้อมใช้จะเป็นการตกลงร่วมกันระหว่างผู้ทำและผู้ใช้ ระดับความพร้อมใช้จะแปรผันตามราคาค่าบริการ ผู้ทำจะมีระดับความพร้อมใช้หลายระดับให้ผู้ใช้เลือกใช้ ระดับความพร้อมใช้ยิ่งสูง ผู้ทำยิ่งต้องมีมาตรการในการเฝ้าระวังไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่อุปกรณ์ IoT ไม่สามารถทำงานได้อย่างที่คาดหวัง รวมถึงการดำเนินการแก้ไขเหตุการณ์ดังกล่าวอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ความพร้อมใช้ยังคงอยู่ในระดับที่ได้ตกลงกับลูกค้าไว้ ฉะนั้น ระดับความพร้อมใช้ยิ่งสูงราคาค่าบริการก็จะยิ่งสูงตามขึ้นไป

ความมั่นคงปลอดภัย (security)

สำหรับอุปกรณ์ IoT ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ความมั่นคงปลอดภัย คือ การทำให้มั่นใจได้ว่าทรัพยากรต่าง ๆ ของอุปกรณ์ IoT ที่มีอยู่มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และพร้อมใช้งานสำหรับผู้ใช้งานที่ได้รับสิทธิ์ในการเข้าถึงทรัพยากรนั้น ๆ โดยทั่วไปการจัดการความมั่นคงปลอดภัยสามารถจำแนกตามเป้าหมายได้ ดังต่อไปนี้

- ความมั่นคงปลอดภัยด้านกายภาพ (physical security) คือ การป้องกันอุปกรณ์ IoT อุปกรณ์และพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ไม่ให้เข้าถึงได้โดยผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต และการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง

- ความมั่นคงปลอดภัยส่วนบุคคล (personal security) คือ การกำหนดสิทธิ์ในการใช้งานให้กับผู้ที่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์ IoT เพื่อป้องกันการใช้งานที่ผิดพลาด

- **ความมั่นคงปลอดภัยของกระบวนการทำงาน (operation security)** คือ การป้องกันกระบวนการทำงานงานอุปกรณ์ IoT ตลอดจนกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- **ความมั่นคงปลอดภัยของการสื่อสาร (communication security)** คือ การป้องกันสื่อนำสัญญาณ (media) ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่รับส่งผ่านช่องทางการสื่อสาร มุ่งเน้นการป้องกันอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบสื่อสารให้มีความมั่นคงปลอดภัย

- **ความมั่นคงปลอดภัยของเครือข่าย (network security)** คือ การป้องกันการเข้าถึงอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่นำเข้ามาเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย

- **ความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลสารสนเทศ (information security)** คือ การรักษาความลับ ความครบถ้วนสมบูรณ์ และความพร้อมใช้ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่รวมเข้าเป็นระบบ IoT นับตั้งแต่กระบวนการทำงานของอุปกรณ์ IoT การรวบรวม การประมวลผล ไปจนถึงการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศ

นอกเหนือจากเรื่องของความมั่นคงปลอดภัยแล้ว สิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม คือ ข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งปัจจุบันมีการออกพระราชบัญญัติป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (Personal Data Protection Act B.E. 2562 หรือ PDPA) เป็นกฎหมายว่าด้วยการให้สิทธิ์เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล สร้างมาตรฐานการรักษาข้อมูลส่วนบุคคลให้ปลอดภัย และนำไปใช้ให้ถูกวัตถุประสงค์ตามคำยินยอมที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลอนุญาต พรบ. ป้องกันข้อมูลส่วนบุคคลได้ประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2562 และปัจจุบันได้ถูกเลื่อนให้มีผลบังคับใช้ในวันที่ 1 มิถุนายน 2565

เพื่อให้อุปกรณ์ IoT รวมถึงระบบ IoT มีความมั่นคงปลอดภัย และมีการป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ทำ และผู้ใช้สามารถดำเนินการตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- มอก. 27001 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ - เทคนิคความมั่นคงปลอดภัย - ข้อกำหนดระบบการจัดการความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศ
- ISO/IEC 29100 Information technology — Security techniques — Privacy framework

ความสมบูรณ์ของข้อมูล (integrity)

ความสมบูรณ์ของข้อมูลเป็นหลักการพื้นฐานที่สำคัญหลักการหนึ่งของความมั่นคงปลอดภัย เนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์ IoT จำเป็นต้องมีข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ และครบถ้วนสำหรับใช้ในกระบวนการตัดสินใจของอุปกรณ์ IoT ข้อมูลดังกล่าวต้องได้รับการป้องกันไม่ให้ถูกแก้ไขโดยอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ผิดพลาดหรือไม่ได้รับอนุญาตที่เชื่อมต่อในระบบ IoT รวมถึงผู้มุ่งร้าย และสาเหตุด้านสิ่งแวดล้อม เช่น EMS

ความน่าเชื่อถือ (reliability)

ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ IoT คือ ความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ IoT ที่สามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพในสภาพแวดล้อมที่ต้องการใช้งานมา โดยสภาพแวดล้อมในการใช้งานขึ้นอยู่กับบริบทของงานนั้น ๆ เช่น การเพาะเห็ดฟาง สภาพแวดล้อมและสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดฟาง จะมีรายละเอียด ดังนี้

- อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยอยู่ระหว่าง 35 - 38 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกอยู่ระหว่าง 28 - 32 องศาเซลเซียส
- เห็ดฟางต้องการความชื้นในอากาศประมาณ 80 - 90% และความชื้นวัสดุเพาะประมาณ 60 - 70%
- ในระยะการพัฒนาเป็นดอกที่สมบูรณ์ เห็ดต้องการอากาศสูงมาก ควรเปิดช่องระบายอากาศบริสุทธิ์เข้าไป และระบายอากาศเสีย และความชื้นที่มากเกินไปออกจากโรงเพาะ
- ควรให้แสงสว่างเข้าไปเล็กน้อย เพราะหากแสงสว่างเข้าไปมากเกินไปจะทำให้ดอกเห็ดมีสีคล้ำ ไม่เป็นที่นิยม
- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เห็ดจะเจริญได้ดีในช่วง pH 7.2 - 8
- ความต้องการสารอาหาร สารอาหารที่เร่งการเจริญเติบโตของเห็ดได้แก่ แป้ง กลูโคส น้ำตาล ซูโคส

[4] สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ทำ และผู้ใช้

[5] จากข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาตรฐานที่มีการกำหนดเกณฑ์ความพร้อมใช้จะมีเฉพาะมาตรฐานดาตาเซนเตอร์

จากรายละเอียดดังกล่าว เห็ดฟางควรเพาะในระบบโรงเรือนปิด (โรงเพาะเห็ดฟาง) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสว่าง การระบายอากาศ และความเป็นกรดด่างของดินให้เป็นไปตามรายละเอียด ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถนำอุปกรณ์ IoT เข้ามาใช้งานได้ อุปกรณ์ IoT ที่จะนำมาใช้ในโรงเพาะเห็ดฟางต้องสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 28 - 38 องศาเซลเซียส ความชื้นตั้งแต่ 80 - 90%

ในการออกแบบอุปกรณ์ IoT ผู้ทำต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่จะนำไปใช้งาน และออกแบบอุปกรณ์ IoT ให้มีความเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมที่อุปกรณ์ IoT จะถูกนำไปใช้งาน เช่น

- การเลือกใช้วัสดุที่นำมาประกอบเป็นอุปกรณ์ IoT ต้องเหมาะสมกับช่วงอุณหภูมิที่อุปกรณ์ IoT จะถูกนำมาใช้งาน
- การประกอบอุปกรณ์ IoT ต้องมีการประกอบให้มั่นคง แข็งแรง เพื่อป้องกันความเสียหายจากความสั่นสะเทือนและ/หรือการตกกระแทกที่อาจเกิดขึ้นขณะดำเนินการติดตั้ง เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และขณะอุปกรณ์ทำงาน
- อุปกรณ์ IoT ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง ต้องใช้เปลือกหุ้มที่สามารถป้องกันความชื้นเข้าถึงวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ภายในอุปกรณ์ IoT

สำหรับอุปกรณ์ IoT หลังจากผู้ทำ/ผู้ออกแบบออกแบบเสร็จสิ้น สามารถทดสอบผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์โดยเลือกอ้างอิงมาตรฐานตามความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

- มอก. 513 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระดับชั้นการป้องกันของเปลือกหุ้มบริภัณฑ์ไฟฟ้า (รหัส IP)
- ศอ.2002.1 วิธีการประเมินความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม สำหรับ บริภัณฑ์คอมพิวเตอร์และส่วนประกอบเชิงหน้าที่ เล่ม 1 ทั่วไป
- ศอ.2001.2 วิธีการประเมินความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม สำหรับ บริภัณฑ์คอมพิวเตอร์และส่วนประกอบเชิงหน้าที่ เล่ม 2 ความร้อน
- ศอ.2001.3 วิธีการประเมินความทนทานต่อสภาพแวดล้อม สำหรับ บริภัณฑ์คอมพิวเตอร์และส่วนประกอบเชิงหน้าที่ เล่ม 3 ความชื้น
- ศอ.2001.4 วิธีการประเมินความทนทานต่อสภาพแวดล้อม สำหรับ บริภัณฑ์คอมพิวเตอร์และส่วนประกอบเชิงหน้าที่ เล่ม 4 ความผิดพร่องทางแม่เหล็กไฟฟ้า
- ศอ.2001.5 วิธีการประเมินความทนทานต่อสภาพแวดล้อม สำหรับ บริภัณฑ์คอมพิวเตอร์และส่วนประกอบเชิงหน้าที่ เล่ม 5 ความสั่นสะเทือนและการตกกระแทก

กรณีที่ไม่มีมาตรฐานที่กำหนดมาสำหรับการทดสอบความน่าเชื่อถือในสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะสามารถเลือกดัดแปลงมาตรฐานใช้ทดสอบ ดังต่อไปนี้

- มอก. 2380 เล่ม 2(1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(1) การทดสอบ - การทดสอบ A : ความเย็น
- มอก. 2380 เล่ม 2(2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(2) การทดสอบ - การทดสอบ B : ความร้อนแห้ง
- มอก. 2380 เล่ม 2(5) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(5) การทดสอบ - การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีอาทิตย์จำลองที่ระดับพื้นดินและคำแนะนำสำหรับการทดสอบการแผ่รังสีอาทิตย์
- มอก. 2380 เล่ม 2(27) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(27) การทดสอบ - การทดสอบ Ea และคำแนะนำ : การช็อก
- มอก. 2380 เล่ม 2(30) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(30) การทดสอบ - การทดสอบ Db : วัฏจักรร้อนชื้น (วัฏจักร 12 h + 12 h)
- มอก. 2380 เล่ม 2(32) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(32) การทดสอบ - การทดสอบ Eb : การตกอิสระ
- มอก. 2380 เล่ม 2(52) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(52) การทดสอบ - การทดสอบ Kb : ละอองน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) เป็นวัฏจักร
- มอก. 2380 เล่ม 2(75) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(75) การทดสอบ-การทดสอบ Eh : การทดสอบด้วยค้อน

2.4 มาตรฐานด้านการทำงานเชิงหน้าที่

หลักการพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบ/พัฒนาผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภทรวมถึงอุปกรณ์ IoT ต้องมีความสามารถในการทำงานเชิงหน้าที่ตามที่ออกแบบ ฉะนั้น การทำงานเชิงหน้าที่ของอุปกรณ์ IoT จึงเป็นระดับของอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพตามที่ออกแบบ โดยความสามารถในการทำงานเชิงหน้าที่ของอุปกรณ์ IoT ประกอบด้วยคุณลักษณะที่ผู้ทำควรพิจารณา เช่น

ความถูกต้องและแม่นยำ (precision and accuracy)

ความถูกต้องและแม่นยำของอุปกรณ์ IoT ประกอบด้วยหลากหลายพารามิเตอร์ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในระบบเกษตรอัจฉริยะ ดังต่อไปนี้

- เซนเซอร์ด้านการเกษตร เช่น วัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ปริมาณน้ำฝน ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) ในน้ำ/ดิน ค่าความนำไฟฟ้า (electrical conductivity (EC)) ในน้ำ และค่าความเข้มและปริมาณแสง
- ซอฟต์แวร์การคำนวณและประมวลผล
- เครื่องมือบอกพิกัดภูมิศาสตร์
- ระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน (emergency stop system)
- ชุดควบคุมการสั่งการอุปกรณ์ (control system)
- ชุดตั้งเวลาอัตโนมัติ (timer)
- การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (transmission)
- อื่น ๆ

การกำหนดค่าอัตโนมัติ (auto-configuration)

อุปกรณ์ IoT ที่รองรับการกำหนดค่าอัตโนมัติได้ ต้องมีการกำหนดสิทธิ์ในการป้อน (input) ข้อมูลสำหรับการกำหนดค่าอัตโนมัติ และต้องมีการตรวจสอบ ป้องกันการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์หลังมีการปรับค่าอัตโนมัติ รวมถึงต้องมีการแจ้งเตือน หรือตัดการทำงาน (ในกรณีที่ส่งผลกระทบรุนแรง) เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากการปรับค่าอัตโนมัติ

ความสอดคล้อง (compliance)

การออกแบบ จัดทำ และให้บริการอุปกรณ์ IoT ต้องสอดคล้องตามกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การรับรู้เนื้อหาของข้อมูลในระบบ (content awareness)

อุปกรณ์ IoT ต้องมีข้อมูล องค์ความรู้ที่เพียงพอ ความสามารถในการแลกเปลี่ยน รับ-ส่งข้อมูลเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำ

การรับรู้บริบทของระบบ (context awareness)

อุปกรณ์ IoT ต้องสามารถรับรู้ถึงบริบทของระบบที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดข้อมูลที่สอดคล้อง และสามารถตอบสนองตามบริบทที่เปลี่ยนไปได้ การรับรู้ของระบบที่ต้องพิจารณาอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

1. การรับรู้เวลา (time awareness)
2. การรับรู้สถานที่ (location awareness)
3. การรับรู้ผ่านอุปกรณ์ เช่น เซนเซอร์ต่าง ๆ
4. การรับรู้ลำดับเหตุการณ์ (awareness of sequence of events)

คุณลักษณะของข้อมูล (data characteristics)

อุปกรณ์ IoT ต้องสามารถรองรับคุณลักษณะของข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สามารถจัดการข้อมูลที่มีปริมาณมาก (volumn)
2. มีความรวดเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล (velocity)
3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง (veracity)
4. มีการตรวจสอบข้อมูลที่มีความแปรปรวน (variability) เช่น ข้อมูลที่รับจากเซนเซอร์
5. สามารถจัดเก็บข้อมูลที่มีความหลากหลายประเภท (variety)

ความสามารถในการค้นพบ (discoverability)

อุปกรณ์ IoT ควรสามารถค้นพบอุปกรณ์ปลายทาง (plug and play) ที่เข้ามาเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์ และกรณีที่อุปกรณ์ IoT ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ปลายทางควรสามารถรายงานบริการ ความสามารถของอุปกรณ์ผ่านกลไกการสืบค้น หรือการรายงานด้วยตัวเอง แล้วแต่ความเหมาะสมของอุปกรณ์ อุปกรณ์ปลายทางที่เกี่ยวข้องอาจเป็นอุปกรณ์ IoT บริการ และโปรแกรมประยุกต์หรือแม้แต่ผู้ใช้ ความสามารถในการค้นพบช่วยให้ระบุตำแหน่ง ระบุตัวตน และการเข้าถึงอุปกรณ์ปลายทางได้ตามเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงได้ เช่น ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์หรือประเภทของบริการ

ความยืดหยุ่นในการทำงาน (flexibility)

อุปกรณ์ IoT ต้องมีความยืดหยุ่น มอบหน้าที่ (function) การทำงานที่หลากหลายตามความต้องการหรือบริบทการใช้งาน

ความยืดหยุ่นแสดงให้เห็นด้วยความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบประเภท ต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ IoT ที่มีหน้าที่การทำงานแบบคงที่ ไม่สามารถโปรแกรมได้ ไม่สามารถขยายหน้าที่การทำงานได้ (hard wired, single purpose)
2. อุปกรณ์ IoT ที่มีหน้าที่การทำงานแบบคงที่ แต่สามารถกำหนดค่าของหน้าที่การทำงานได้ตามที่กำหนดมาโดยผู้ทำ
3. อุปกรณ์ IoT ที่สามารถโปรแกรม และขยายความสามารถในโดเมนของฮาร์แวร์ได้ เช่น เพิ่มหน่วยความจำ เพิ่มความสามารถในการประมวลผล เพิ่มความสามารถของช่องสัญญาณ RF (radio frequency)
4. ตระกูลของอุปกรณ์ IoT ซึ่งอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ในตระกูลอาจจัดอยู่ในข้อ 1 ถึง 3 ซึ่งผู้ทำสามารถเลือกให้เหมาะสมกับบริบทที่กำหนดได้
5. ตระกูลของอุปกรณ์ IoT เช่น ในหมวดหมู่ 4 อุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ในตระกูลมีจำนวนที่สามารถที่ประกอบรวมกันหรือโมดูลที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ความยืดหยุ่นยังเกี่ยวข้องกับช่วงของมาตรฐาน โพรโทคอล รูปแบบ และส่วนต่อประสาน (interface) ที่ได้รับการออกแบบมา รวมถึงรูปแบบระบบนิเวศว่าเป็นแบบเปิด (open IoT ecosystem) หรือแบบจำกัดสิทธิ์ (proprietary IoT ecosystem)

ความสามารถในการจัดการ (manageability)

ความสามารถในการจัดการมีหลายแง่มุม เช่น การจัดการอุปกรณ์ การจัดการเครือข่าย การจัดการระบบ และส่วนเชื่อมต่อการบำรุงรักษาและการแจ้งเตือน ความสามารถในการจัดการเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้อุปกรณ์ IoT สามารถทำงานเชิงหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครือข่ายการสื่อสาร (network communication)

อุปกรณ์ IoT ต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครือข่าย เครือข่ายสำหรับอุปกรณ์แบ่งเป็นเครือข่ายพลังงานต่ำหรือเครือข่ายระยะใกล้ที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อภายในระบบ และเครือข่ายวงกว้างหรือเครือข่ายระยะไกล สำหรับการเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างของเครือข่ายระยะใกล้ เช่น บลูทูท (bluetooth) ซิกบี (zigbee) และแซดเวฟ (z-wave) สำหรับเครือข่ายระยะไกลโดยทั่วไปจะใช้อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล (internet protocol; IP)

ความสามารถแบบเวลาจริง (real time capability)

ความสามารถแบบเวลาจริงหรือโหมดการทำงานที่ดำเนินการประมวลผลในช่วงเวลาจริงที่มีกระบวนการภายนอกเกิดขึ้นเป็นคุณลักษณะสำคัญของอุปกรณ์ IoT ความสามารถแบบเวลาจริงจะช่วยให้ผลของการประมวลผลสามารถใช้ในการควบคุม ตรวจสอบ หรือตอบสนองในเวลาที่เหมาะสมกับกระบวนการภายนอก ช่วยให้อุปกรณ์สามารถทำงานหรือเรียกใช้บริการได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อสนับสนุนการดำเนินการที่กำหนด

ความสามารถในการอธิบายตนเอง (self-description)

การอธิบายตนเอง คือ กระบวนการที่อุปกรณ์ IoT แสดงรายการความสามารถของตัวอุปกรณ์เพื่อแจ้งอุปกรณ์หรือระบบ IoT อื่น ๆ เพื่อจัดองค์ประกอบ การทำงานร่วมกัน และการค้นหาแบบไดนามิก การอธิบายตนเองประกอบด้วยข้อมูลจำเพาะของส่วนต่อประสาน (interface) ความสามารถของอุปกรณ์ IoT หรือระบบ IoT ประเภทใดที่สามารถเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์ได้ ประเภทของบริการที่ให้บริการ และสถานะปัจจุบันของตัวอุปกรณ์ IoT

ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานสำหรับการทดสอบความสามารถในการทำงานเชิงหน้าที่โดยเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ IoT การทดสอบความสามารถในการทำงานเชิงหน้าที่จะเป็นการทดสอบ เพื่อพิสูจน์ยืนยันว่าอุปกรณ์ IoT สามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบจัดทำขึ้น โดยห้องปฏิบัติการทดสอบจะตรวจสอบความสามารถในการทำงานเชิงหน้าที่จากผู้ทำ และออกแบบการทดสอบตามความสามารถในการทำงานตามหน้าที่ของอุปกรณ์ IoT นั้น ๆ การทดสอบลักษณะนี้เป็นการอ้างอิงมาตรฐานการทดสอบซอฟต์แวร์มาใช้ดำเนินการตามความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

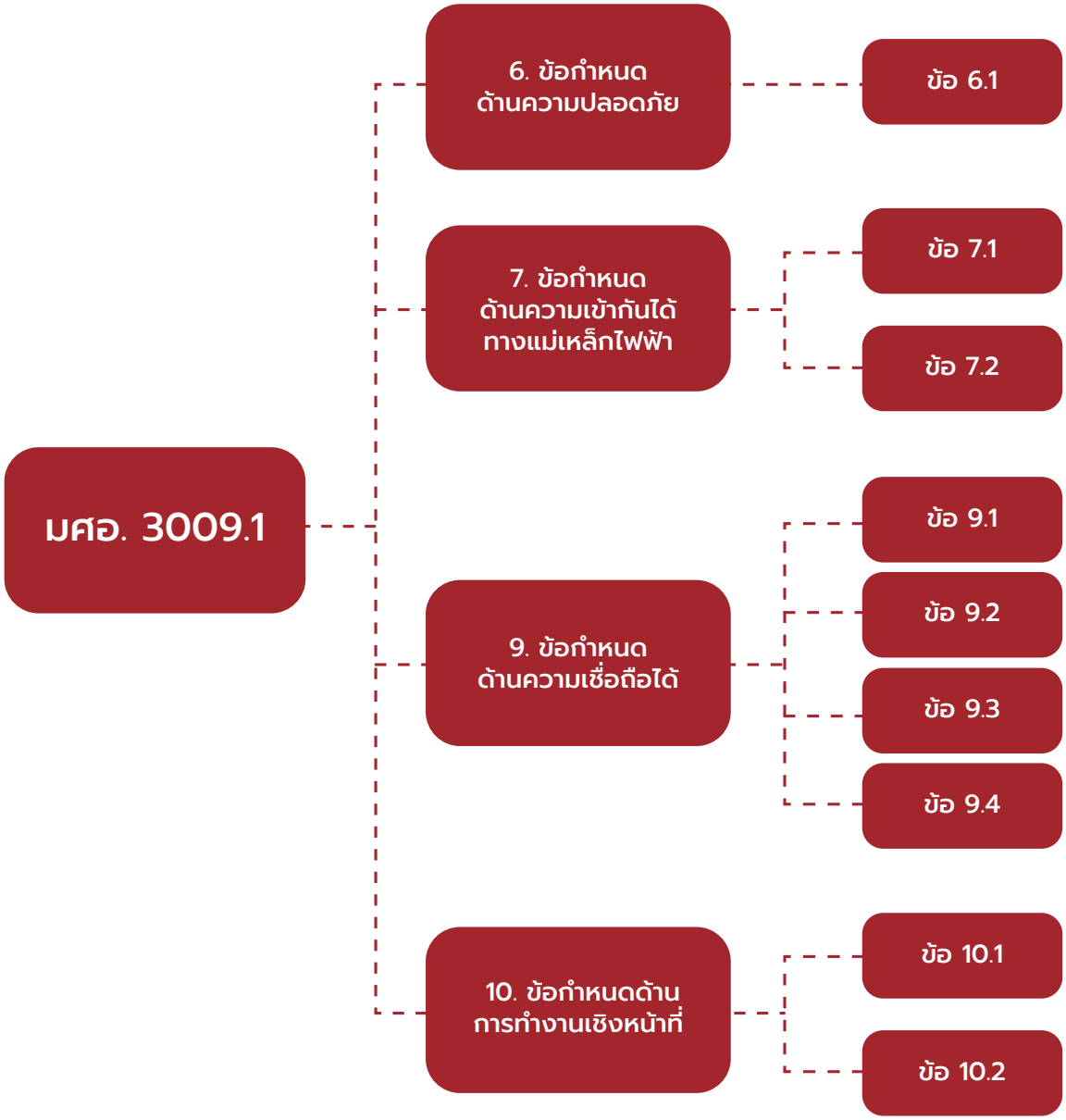
- มอก. 29119 เล่ม 2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิศวกรรมซอฟต์แวร์และระบบ - การทดสอบซอฟต์แวร์ เล่ม 2 กระบวนการทดสอบ

- ISO/IEC 25040 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Evaluation process

จากรายละเอียดที่กล่าวมาจนถึงตอนนี้ จะเห็นได้ว่า มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ IoT มีหลายฉบับ ในการพัฒนา จัดทำ จัดซื้อ และทดสอบอุปกรณ์ IoT ผู้ทำ ผู้ซื้อ รวมถึงหน่วยตรวจสอบรับรองต้องใช้มาตรฐานเหล่านี้เพื่อตรวจสอบและ/หรือรับรองคุณภาพของอุปกรณ์ IoT มาตรฐานบางฉบับก็ไม่สามารถอ้างอิงมาใช้งานได้โดยตรง อาจต้องมีการดัดแปลงบางส่วนก่อนนำมาใช้งาน ด้วยเหตุนี้ จึงเกิดความร่วมมือระหว่างเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (ศอ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ยกร่างอนุกรม มศอ. 3009 ให้อ้างอิงเพื่อความสะดวกในการใช้งาน อนุกรม มศอ. 3009 ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

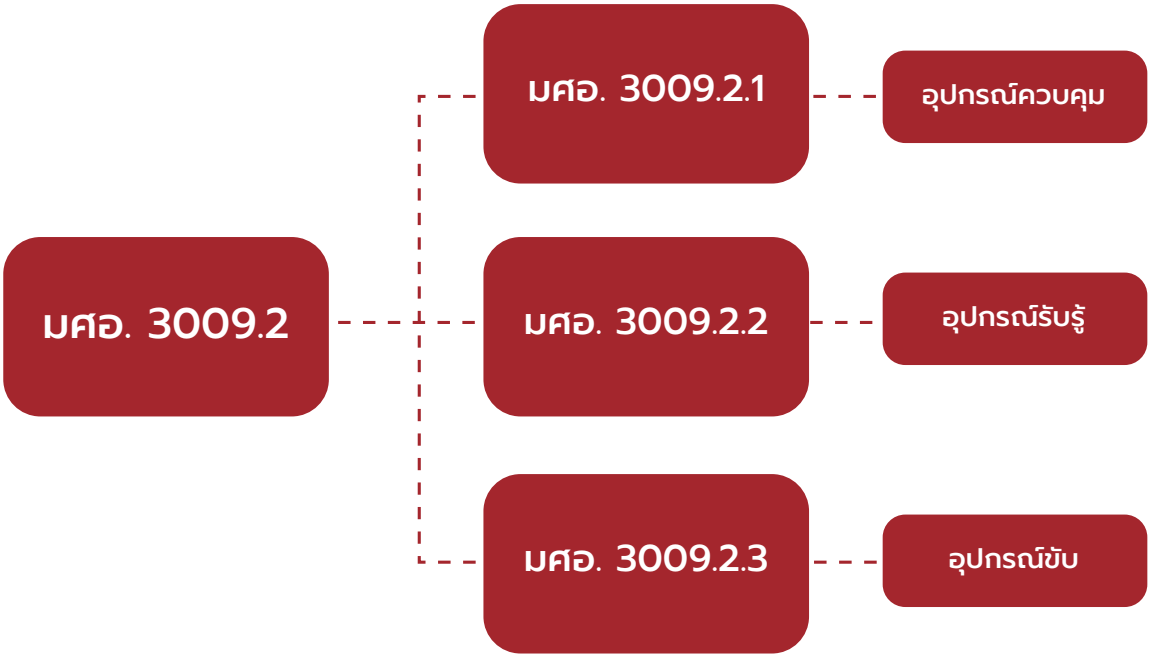
รูปที่ 2.7 อนุกรม มศอ. 3009

สำหรับหลักการพื้นฐานและความต้องการด้านอื่น ๆ ของผู้ใช้ จะกำหนดไว้ใน มศอ. 3009.1 แต่ละข้อดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 ข้อกำหนดของหลักการพื้นฐานและความต้องการด้านอื่น ๆ ของผู้ใช้ใน มศอ. 3009.1

ใน มศอ. 3009.1 ระบุข้อกำหนดทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ IoT นอกจากข้อกำหนดทั่วไปแล้ว มาตรฐานยังกำหนดข้อกำหนดเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแต่ละชนิดเพิ่มเติมจากข้อกำหนดทั่วไปไว้ใน มศอ. 3009.2 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.9 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 3
มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ใน ***ส่วนที่ 2*** ของคู่มือฉบับนี้ จะกล่าวถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับตัวอุปกรณ์ IoT แต่ในการใช้งานอุปกรณ์ IoT ต้องมีการเชื่อมต่อเป็นระบบ ประกอบด้วย อุปกรณ์ IoT และระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การดำเนินการติดตั้งจึงหมายถึง การติดตั้งตัวอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การติดตั้งจึงมีอิทธิพลต่อการทำงานของอุปกรณ์ IoT เป็นอย่างสูง หากการติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานและมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง อุปกรณ์ IoT จะสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยทั้งต่อชีวิต และทรัพย์สิน

3.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

ระบบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของอุปกรณ์ IoT โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ ระบบไฟฟ้า และระบบเครือข่าย ซึ่งการติดตั้งระบบจะมีหลาย ๆ ส่วนที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การเลือกใช้อุปกรณ์ การเดินสาย การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเชื่อมต่อกันเป็นระบบ ตัวอย่างเช่น

การติดตั้งระบบหลักดิน

ระบบหลักดินหรือระบบสายดิน เป็นส่วนหนึ่งของมาตรการด้านความปลอดภัยที่การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ได้ประกาศให้ระบบไฟฟ้าของผู้ยื่นขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่ต้องมีการต่อลงดิน องค์ประกอบของระบบหลักดินประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ สายตัวนำไฟฟ้า และหลักดิน (ground rod)

สายตัวนำไฟฟ้าหรือสายหลักดินตามมาตรฐานจะกำหนดให้ใช้สายสีเขียวหรือสีเขียวสลับเหลือง สายหลักดินต้องสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ ฉะนั้นขนาดของสายต่อหลักดินจะขึ้นอยู่กับขนาดสายประธาน (สายเมน) ของระบบไฟฟ้า สามารถเลือกใช้ตามตาราง 3.1

ตาราง 3.1 ขนาดต่ำสุดของสายตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นสายดิน

ขนาดตัวนำทองแดงของสายประธานของระบบไฟฟ้า (ตร.มม.)	ขนาดตัวนำทองแดงของสายหลักดิน (ตร.มม.)
≤ 35	10[6]
> 35 แต่ ≤ 50	16
> 50 แต่ ≤ 95	25
> 95 แต่ ≤ 185	35
> 185 แต่ ≤ 300	50
> 300 แต่ ≤ 500	70
> 500	95

[6] กรณีที่ใช้สายดินที่มีขนาดตัวนำทองแดง 10 ตร.มม. ควรติดตั้งในท่อโลหะ

หลักดินตามมาตรฐานจะมีลักษณะเป็นแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (copper-clad steel) หรือแท่งทองแดง (solid copper) หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี (hot-dip galvanized steel) ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มม. สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง และ 0.625 นิ้ว หรือ 15.87 มม. สำหรับแท่งเหล็กอาบสังกะสี) ยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร

เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก low carbon steel ที่มี tensile strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อ ตร.มม.

ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9 % และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ molecularly boned กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใด ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 250 ไมโครเมตร (0.25 มม.) ไม่มีปลายเหล็กโผล่ออกมาสัมผัสกับเนื้อดิน เพื่อไม่ให้เหล็กเป็นสนิม และต้องไม่มีการเจาะรูเพื่อยึดทองแดงกับเหล็กให้ติดกัน มิฉะนั้นแท่งเหล็กจะเป็นสนิมตามรูที่เจาะนั้น โลหะพวกอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมไม่สามารถนำมาใช้เป็นหลักดินได้

ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Ad-herence test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-467

ในกรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาของสังกะสีไม่น้อยกว่า 80 ไมโครเมตร (0.075 มม.)

Credit Picture : http://www.electric-factories.com

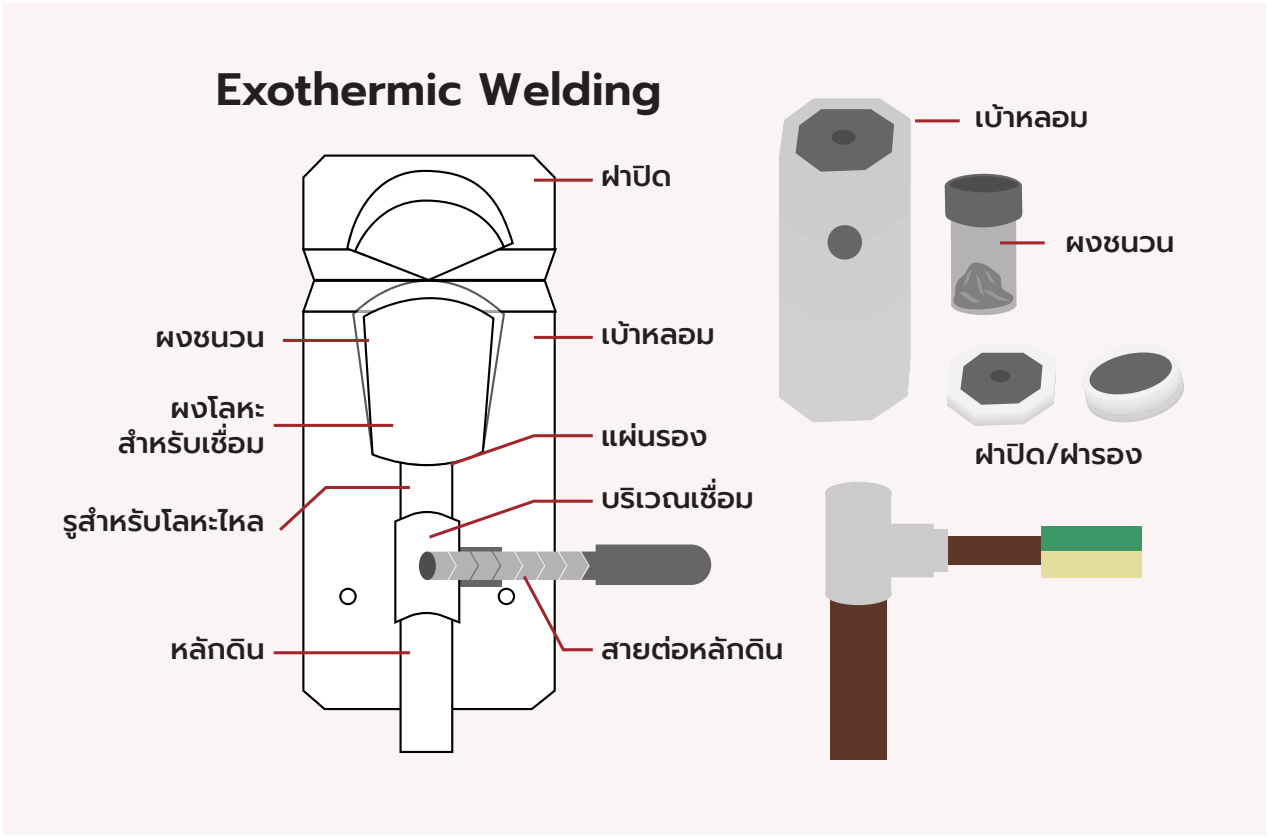
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแท่งหลักดิน

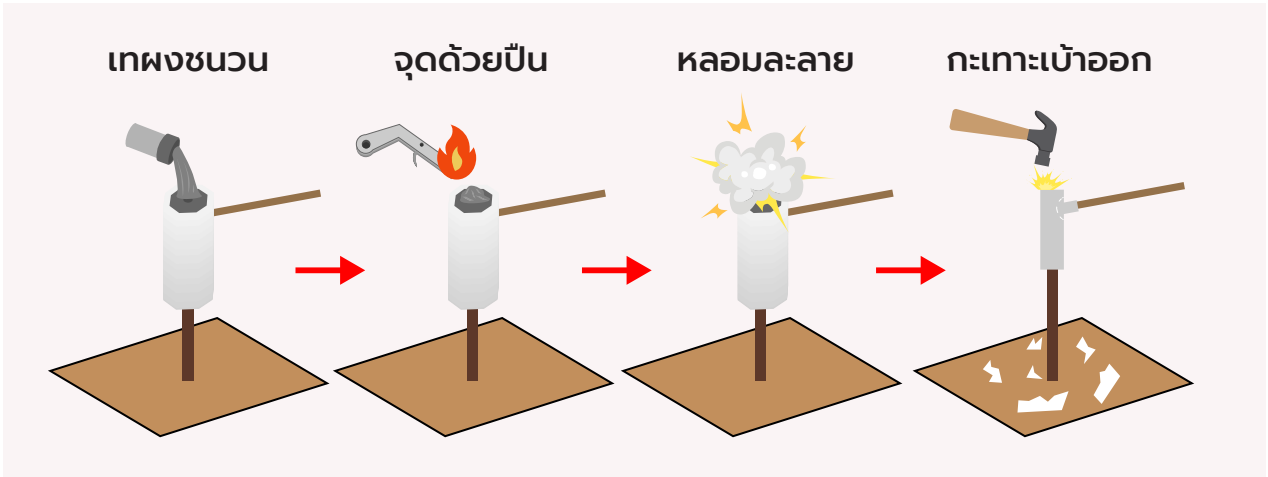
ตำแหน่งและสภาพพื้นดินที่ใช้ในการต่อหลักดิน

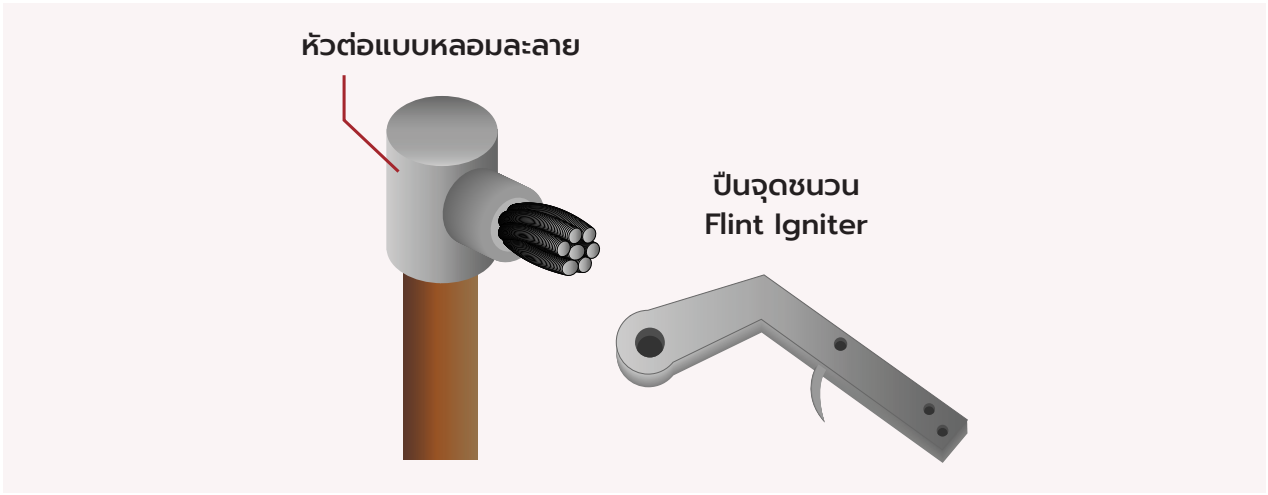
เนื้อดินบริเวณที่ตอกหลักดินที่ดีควรเป็นดินแท้ ๆ ไม่มีทรายหรือหินปูนอยู่ และไม่ควรมีอุปสรรค์ เช่น เสา ผนัง หรือแผ่นคอนกรีตในดินขวางกันการแพร่กระจายประจุไฟฟ้าในพื้นดิน สภาพของดินที่ปักสายหลักดิน ถ้ามีสภาพที่มีความชื้นจะดีกว่าสภาพดินที่แห้ง แต่น้ำต้องไม่ท่วมถึง

การต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดิน

การต่อสายหลักดินเข้ากับหลักดินนั้น อุปกรณ์ต่อหลักดิน และสายต่อหลักดิน ควรใช้วัสดุชนิดเดียวกัน เพื่อไม่ให้มีปัญหาการกัดกร่อน เช่น หลักดินทองแดงต่อกับสายต่อหลักดินทำด้วยทองแดง ควรใช้วิธีเชื่อมต่อด้วยผงทองแดงโดยเผาให้หลอมละลาย (ต้องเทผงชนวนให้อยู่ผิวบนและจุดด้วยปืนจุดชนวนเท่านั้น) (exothermic welding)

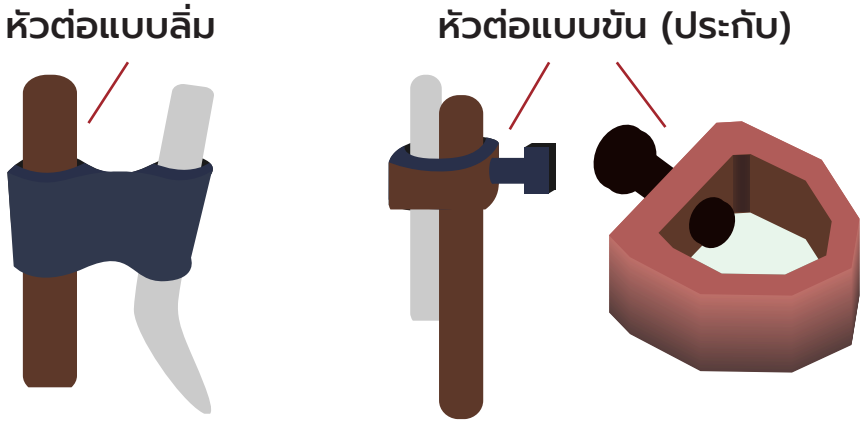






รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อหลักดินด้วยวิธีการหลอมละลาย

ถ้าใช้วิธียึดด้วยแรงกล เช่น หัวต่อชนิดน็อต (แบบแคลมป์) หรือหัวต่อชนิดลิ่ม (wedge) ก็ต้องใช้หัวต่อที่มีส่วนผสมของทองแดง และต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและทนต่อการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี (มีการทดสอบตามมาตรฐาน)



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อหลักดินด้วยวิธียึดด้วยแรงกล

การตอกหลักดิน

การตอกหลักดินควรตอกให้ลึกที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่น หลักดินมาตรฐานซึ่งมีความยาว 2.4 เมตร ควรตอกหลักดินลงไปให้ลึก 2.4 เมตร

กรณีที่ยึดต่อหลักดินด้วยแรงกล การตอกหลักดินต้องให้หัวต่อโผล่พ้นดินขึ้นมาในระดับที่น้ำไม่สามารถท่วมถึงได้ เพื่อป้องกันการผุกร่อนที่อาจจะเกิดขึ้นบริเวณหัวต่อ ควรจะมีการป้องกันและสามารถตรวจสอบหัวต่อได้ง่าย เช่น การทำเป็นบ่อ มีฝาปิด

ในกรณีที่ใช้การเชื่อมหัวต่อแบบเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถตอกหลักดินมิดลงไปในดินได้ แต่ต้องใช้สายต่อหลักดินเส้นใหญ่ที่มีฉนวนหุ้มโดยรอบ เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ความต้านทานของหลักดิน

หลักดินที่ดีเมื่อตอกลงดินแล้วต้องมีค่าความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

กรณีที่ใช้หลักดินตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงและสภาพพื้นที่ และเนื้อดินไม่มีอุปสรรคในดินแล้ว ความต้านทานการต่อลงดินจะไม่เกิน 5 โอห์มเสมอ ที่สำคัญ คือ ไม่ควรใช้ตะปูคอนกรีตตอกเข้าไปในผนังหรือพื้นคอนกรีตมาทำหน้าที่เป็นหลักดิน เนื่องจากตะปูคอนกรีตไม่สามารถทำหน้าที่แทนหลักดินเพื่อการต่อลงดินได้

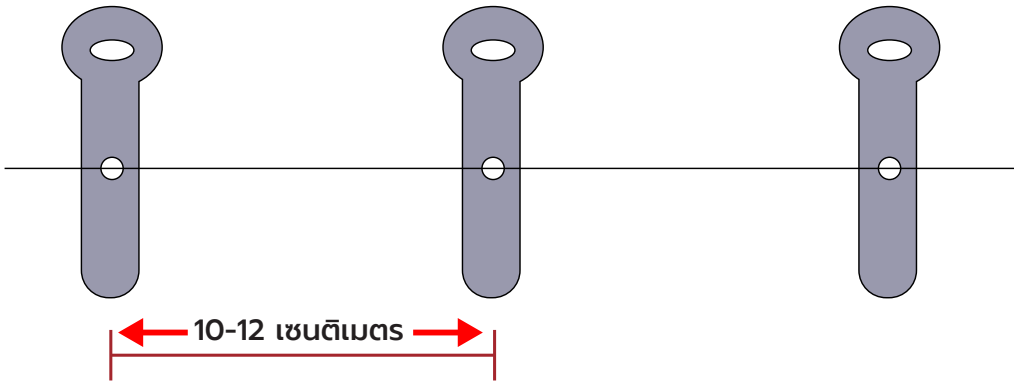
การเดินสายไฟฟ้า

การเดินสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบ IoT สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ วิธีการเดินสายแบบเปิด และวิธีการเดินสายแบบปิด ซึ่งทั้ง 2 วิธี จะมีวิธีการติดตั้งและงบประมาณที่แตกต่างกัน

วิธีการเดินสายแบบเปิด

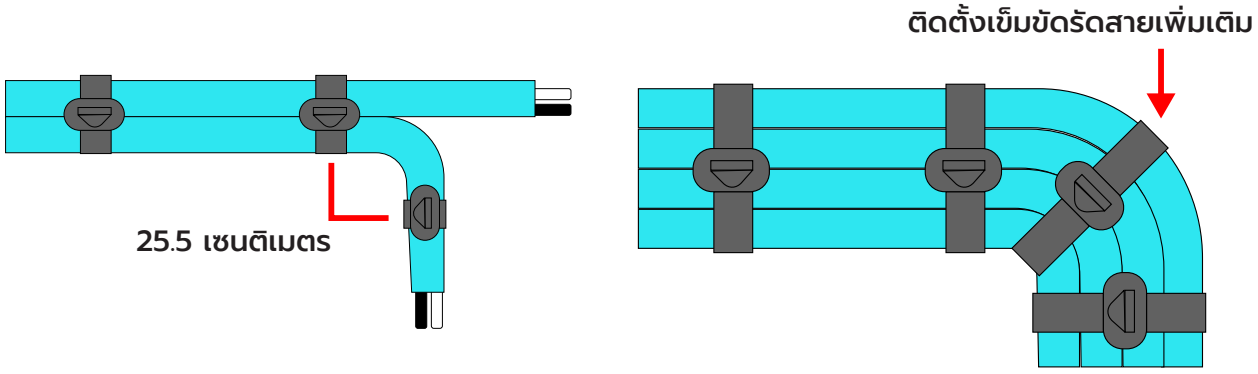
สำหรับงานด้านเกษตรอัจฉริยะที่ต้องใช้อุปกรณ์ IoT หรือระบบ IoT ภายในสิ่งปลูกสร้าง เช่น โรงเรือนแบบปิด ฟาร์มแบบปิด แนะนำให้ใช้วิธีการเดินสายแบบเปิด การเดินสายประเภทนี้เป็นการเดินสายโดยใช้เข็มขัดรัดสาย โดยทั่วไปจะใช้กับสายวีเอเอฟ (VAF) หรือสายเวเอเอฟ-จี (VAF-G) มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น สามารถดัดโค้งงอ และยืดหยุ่นได้ดีอายุการใช้งานยาวนานเกิน 10 ปี ข้อดีการเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสาย คือ ติดตั้งง่ายรวดเร็ว ซ่อมแซมหรือแก้ไขได้ง่าย และต้นทุนต่ำ

การเดินสายโดยทั่วไปจะยึดสายกับฝา เสาของสิ่งปลูกสร้างด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะ 10 ถึง 12 ซม.



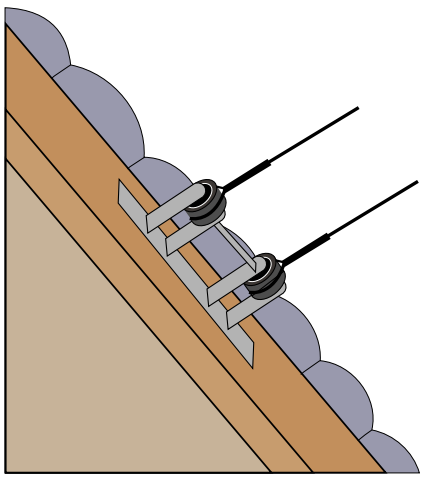
รูปที่ 3.4 เข็มขัดรัดสาย

การเดินสายภายในสิ่งปลูกสร้าง จะมีพื้นที่ที่หักมุมโค้งไฟตามผนังหรือมุมของต้นเสาระยะห่างระหว่างเข็มขัดรัดสายตัวสุดท้าย กับรัศมีความโค้ง ต้องให้มีระยะห่างพอสมควร ต้องใช้รัศมีความโค้ง ไม่ต่ำกว่า 25.5 ซม. กรณีหักมุมโค้งของสายหลาย ๆ เส้น ควรเพิ่มเข็มขัดรัดสายตามมุมโค้งอีกหนึ่งตัวเพื่อให้การจับ ยึดให้แข็งแรงมากขึ้น



รูปที่ 3.5 การเดินสายแบบหักมุม

นอกจากการเดินสายภายในอาคารแล้ว วิธีการเดินสายแบบเปิดอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ IoT หรือระบบ IoT ได้ คือ วิธีการเดินสายลอยในอากาศเป็นการเดินสายในพื้นที่เปิดโล่ง เช่น การจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่สิ่งปลูกสร้าง การเพาะปลูกในพื้นที่เปิดโล่ง การปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่ง การเดินสายวิธีนี้สายไฟจะถูกแขวนลอยอยู่ในอากาศ และมีตุ้มหรือลูกถ้วยฉนวนเป็นตัวจับยึดสาย การเดินสายวิธีนี้ต้องใช้สายทีเอชดับเบิ้ลยู (THW)



รูปที่ 3.6 การเดินสายลอยในอากาศ

วิธีการเดินสายแบบปิด

สำหรับงานด้านเกษตรอัจฉริยะที่ต้องใช้อุปกรณ์ IoT หรือระบบ IoT การเดินสายแบบปิดที่สามารถนำมาใช้งานได้ คือ การเดินสายแบบฝังดิน ซึ่งการเดินสายประเภทนี้จะการนำมาใช้เช่นเดียวกับการเดินสายลอยในอากาศ เช่น การจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่สิ่งปลูกสร้าง การเพาะปลูกในพื้นที่เปิดโล่ง การปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่ง

การเดินสายแบบฝังดินนั้นมีทั้งการเดินสายแบบฝังดินโดยตรง และการเดินสายแบบใช้ท่อร้อยสายหรือเครื่องห่อหุ้มสายไฟฟ้า ความลึกในการเดินสายแบบฝังดินอย่างต่ำควรเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ความลึกในการเดินสายแบบฝังดิน

รูปแบบที่	รูปแบบการเดินสาย	ความลึก (ม)
1	การฝังดินโดยตรง	0.6
2	การฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่ต่ำกว่า 5.5 มม. วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่ออโลหะที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตห่อหุ้ม	0.45
5	ท่อใยหิน หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก	0.45
6	ท่อร้ายสายอื่น ๆ ที่ได้รับการเห็นชอบจากการไฟฟ้า ฯ	0.45

หมายเหตุ:

1. ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้ม ต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.
2. สำหรับรูปแบบที่ 4 5 และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. วางอยู่เหนือสาย สามารถให้ความลึกลดลงเหลือ 0.3 ม.
3. ข้อกำหนดความลึกนี้ไม่ใช้สำหรับการติดตั้งภายใต้อาคาร หรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. และยื่นเลยออกจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 100 มม.
4. บริเวณที่มียานพาหนะวิ่งผ่าน ต้องลึกไม่น้อยกว่า 0.6 ม.

ผู้ใช้ที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์ IoT หรือผู้ทำที่เป็นทั้งผู้ขายและผู้ให้บริการติดตั้งอุปกรณ์ IoT สามารถอ้างอิงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าให้เลือกใช้งานหลายฉบับ แต่มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการอ้างอิงใช้งาน คือ มาตรฐาน วสท. 2001 เนื่องจากมาตรฐานฉบับนี้ได้นำกฎการเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538 ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และแนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ พ.ศ. 2537 ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟน.) มาพิจารณารวมเป็นมาตรฐานเดียวกัน

3.2 มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า

ในการทำการเกษตรไม่ว่าจะเป็นการเพาะปลูกหรือการปศุสัตว์ที่ดำเนินการในสิ่งปลูกสร้างประเภทโรงเรือน ทั้งโรงเรือนปิดและโรงเรือนเปิด หากโรงเรือนตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งและไม่มีสิ่งใดสูงกว่าโรงเรือน หากเกิดปรากฏการณ์ฝนฟ้าคะนองก็มีโอกาสที่จะเกิดฟ้าผ่าลงมาที่โรงเรือนก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต และทรัพย์สินได้ หากเป็นเช่นนี้อาจจำเป็นต้องคำนึงถึงการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายใต้ก้อนเมฆฝนฟ้าคะนองหรือเมฆคิวมูโลนิมบัส (cumulonimbus) ซึ่งเป็นเมฆที่มีขนาดใหญ่ บริเวณฐานของเมฆนั้นจะสูงจากประมาณ 2 กิโลเมตร และส่วนยอดของยอดเมฆนั้นอาจสูงถึง 20 กิโลเมตร เมื่อเมฆฝนฟ้าคะนองเคลื่อนที่จะมีลมเข้าไปยังภายในเมฆ ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสอากาศภายในอย่างรวดเร็ว และรุนแรง หยดน้ำและก้อนน้ำแข็งที่มีอยู่ภายในเมฆจะเกิดการเสียดสีกันจนเกิดประจุไฟฟ้าสถิต ประจุบวกมักจะรวมตัวกันอยู่บริเวณยอดเมฆ และประจุลบจะอยู่บริเวณฐานเมฆ ประจุลบที่ฐานเมฆอาจจะเหนี่ยวนำทำให้พื้นผิวของโลกที่อยู่ใต้เงาของมันมีประจุเป็นบวก เป็นผลทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างกลุ่มประจุเหล่านั้น เมื่อประจุมีการสะสมจำนวนมาก ทำให้ความเครียดของสนามไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจนเกินค่าความคงทนของอากาศต่อแรงดันไฟฟ้า จนทำให้เกิดการคายประจุอันเป็นจุดกำเนิดของการเกิดฟ้าผ่า การคายประจุอาจเกิดขึ้นภายในก้อนเมฆ หรือ ระหว่างก้อนเมฆ หรือ ระหว่างก้อนเมฆกับพื้นโลก

การป้องกันฟ้าผ่าสามารถทำได้โดยระบบป้องกันฟ้าผ่า ซึ่งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สมบูรณ์จะประกอบไปด้วยระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกและภายใน สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (surge protection) และต่อระบบกราวด์ให้ครบถ้วน ถูกต้อง ในส่วนนี้จึงกล่าวถึงเฉพาะระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้าง

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้างจะทำหน้าที่ดักจับฟ้าผ่าที่ผ่าลงมาโดยตรงลงสิ่งปลูกสร้าง จากนั้น ระบบจะนำกระแสฟ้าผ่าจากจุดฟ้าผ่าลงสู่ดิน และกระจายกระแสฟ้าผ่าลงดิน ส่วนประกอบหลักของระบบป้องกันได้แก่ แท่งตัวนำอากาศ (air terminal) สายตัวนำ และแท่งอิเล็กโทรด โดยแท่งตัวนำอากาศหรือที่เรียกว่า แท่งล่อฟ้า เป็นแท่งตัวนำที่ติดตั้งอยู่ส่วนบนของสิ่งปลูกสร้าง ทำหน้าที่ล่อให้เกิดฟ้าผ่าลงมาที่แท่งล่อฟ้า แทนที่จะผ่าลงที่สิ่งปลูกสร้าง สายตัวนำทำหน้าที่เชื่อมต่อแท่งล่อฟ้าและแท่งอิเล็กโทรดหรือที่เรียกว่าหลักดิน ซึ่งฝังลงดินเพื่อนำกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าลงไปในดิน โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้าง

ความหลากหลายของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้างนี้ อยู่ที่แท่งล่อฟ้า ซึ่งมีหลายแบบ ได้แก่ แท่งแฟรงกลิน (franklin rod) กรงฟาราเดย์ (faraday cage) แท่งอีเอสอี (early steamer emissionen-hanced ionizing air terminal) แท่งเซมิคอนดักเตอร์ (semi-conductor lightning eliminator) และแท่งดีเอเอส (dissipation array system) เป็นต้น

โดยความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับระบบป้องกันแต่ละชนิดมีความสำคัญมากเนื่องจากบางชนิดไม่ได้รับการรับรองให้เป็นมาตรฐาน ปัจจุบันว่าการเลือกใช้อุปกรณ์ของเจ้าของสิ่งปลูกสร้างหรือผู้ออกแบบ มีแนวโน้มเลือกตามคำแนะนำของผู้ขายที่มีเทคนิคต่าง ๆ ในการนำเสนอ และสร้างความเชื่อมั่น ในประเทศไทย พบว่ามีการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้รับการรับรองให้เป็นมาตรฐานอย่างแพร่หลาย ซึ่งการใช้งานอุปกรณ์เหล่านั้นก็เป็นเหตุให้มีความเสี่ยงสูงต่อการสูญเสียถึงชีวิต และทรัพย์สิน ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบป้องกันฟ้าผ่า และการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าควรเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด โดยมาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสามารถเลือกอ้างอิงใช้งานตามอนุกรมมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

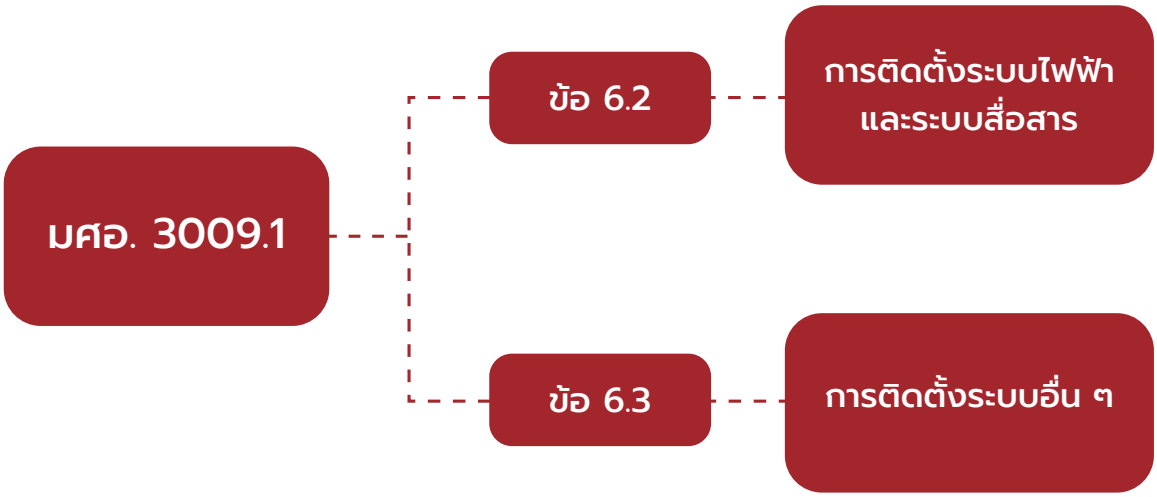
- มอก. 1586 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การป้องกันฟ้าผ่า
- วสท. 2010 มาตรฐานป้องกันฟ้าผ่า

3.3 มาตรฐานการติดตั้งอื่น ๆ

การทำการเกษตรอัจฉริยะในปัจจุบัน และต่อไปในอนาคต อุปกรณ์ IoT จะมีการติดตั้งใช้งานร่วมกับระบบอื่น ๆ อีกมากมาย ระบบดังกล่าวเหล่านั้นควรมีการติดตั้งตามมาตรฐานที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น การใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบต่าง ๆ ในการทำการเกษตร รวมถึงอุปกรณ์ IoT การติดตั้งระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ความเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด โดยมาตรฐานการติดตั้งระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถเลือกอ้างอิงใช้งานตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- มอก. 2572 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งทางไฟฟ้า - ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์
- วสท. 022013 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

อนุกรม มศอ. 3009 ที่ยกร่างโดยความร่วมมือระหว่าง เงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (ศอ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ IoT และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้อย่างชัดเจน ผู้ใช้ที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์ IoT ด้วยตัวเอง หรือผู้ทำที่ให้บริการติดตั้งอุปกรณ์ IoT สามารถใช้เป็นแนวทางในการอ้างอิงใช้งานได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.7 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ IoT และระบบอื่น ๆ

ส่วนที่ 4
มาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้ให้บริการระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

สำหรับผู้ใช้แล้ว ในปัจจุบันหากผู้ใช้ต้องการความมั่นใจ ในการจัดหาอุปกรณ์ IoT ไม่ว่าจะเป็นการซื้อหรือเช่าอุปกรณ์ IoT สิ่งหนึ่งที่ควรให้ความตระหนัก คือ ความต่อเนื่องในการบริหารธุรกิจของผู้ทำ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า อุปกรณ์ IoT ที่จัดซื้อหรือเช่าจะมีการให้บริการ ร่วมถึงอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษา หรือซ่อมแซมอุปกรณ์ IoT ได้ต่อไปในอนาคต ด้วยเหตุนี้ผู้ทำจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพิสูจน์ให้กับผู้ซื้อได้ทราบถึงความต่อเนื่องในการบริหารธุรกิจของผู้ทำ สำหรับผู้ทำรายใหญ่ที่มีการดำเนินธุรกิจมาอย่างยาวนานจะไม่พบปัญหาในการสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้ แต่ปัญหาเหล่านี้จะเป็นปัญหาใหญ่กับผู้ทำรายเล็ก หรือผู้ทำที่เพิ่งเข้ามาสู่ตลาดอุปกรณ์ IoT แต่ผู้ทำเหล่านี้สามารถแก้ปัญหาโดยการจัดทำใช้เป็นหลักฐานเพื่อแสดงถึงความต่อเนื่องในการบริหารธุรกิจได้ คือ การจัดทำระบบงานตามระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ (Business Cuntinuity Management System; BMCS) และขอการรับรองจากหน่วยตรวจสอบรับรองที่น่าเชื่อถือที่ให้บริการรับรองระบบงาน[7]

4.1 มาตรฐานระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ

การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ทำต้องให้ความสำคัญในการบริหารจัดการเพื่อให้องค์กรมีความสามารถในการดำเนินการอย่างยั่งยืน สามารถเผชิญกับความท้าทายในอนาคต ความไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อมในการดำเนินธุรกิจ การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วจากปัจจัยภายนอก และปัจจัยภายในองค์กร

ระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจเป็นระบบที่ช่วยให้องค์กรสามารถดำเนินธุรกิจได้อย่างต่อเนื่อง มีการเตรียมความพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับเหตุการณ์ต่างๆ เช่น การเกิดน้ำท่วม การขาดแคลนวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบ การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ซึ่งทำให้องค์กรสามารถป้องกันการหยุดชะงักของการดำเนินธุรกิจ เพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ขององค์กร

ระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจจะช่วยให้องค์กรมีการบริหารจัดการแบบองค์รวม สามารถชี้บ่งภัยคุกคามต่อองค์กร และผลกระทบของภัยคุกคามนั้นต่อการดำเนินธุรกิจ และเป็นกรอบการสร้างขีดความสามารถให้องค์กรมีความยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองและปกป้องผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ชื่อเสียง ภาพลักษณ์ และกิจกรรมที่สร้างมูลค่าที่มีประสิทธิผล ระบบบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจจะมุ่งเน้นความสำคัญของ

1. การทำความเข้าใจความต้องการขององค์กร และความจำเป็นในการกำหนดนโยบาย และวัตถุประสงค์ของการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ
2. การเตรียมความพร้อม และสร้างความสามารถในการกู้กระบวนการธุรกิจเมื่อมีเหตุวิกฤติ หรือภัยพิบัติเกิดขึ้น
3. การตรวจสอบ ทบทวนประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ
4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

[7] สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ สถาบันเครือข่ายของกระทรวงอุตสาหกรรม (สรอ.)

ระบบการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจนอกจากการบริหารจัดการในสภาวะวิกฤต (crisis management) เพื่อป้องกันการหยุดชะงัก (disruption) แล้ว องค์กรต้องพิจารณาถึงความไม่แน่นอน และความเสี่ยงจากภัยคุกคามต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้องค์กรมีดำเนินธุรกิจให้สมบูรณ์ มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล สามารถเกิดการบริหารความยั่งยืน (sustainable development) ขององค์กรได้อย่างแท้จริง โดยได้รับประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพของการบริหารจัดการแบบองค์รวมได้อย่างมีประสิทธิผล เกิดความต่อเนื่องของกระบวนการบริหารจัดการ

2. พัฒนาบุคลากรและองค์กรให้มีความสามารถในการคาดการณ์ (anticipate) ประเมิน (access) เตรียมการ (prepare) ป้องกัน (prevent) ตอบสนอง (response) และฟื้นฟู (recovery) ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่อง

3. สร้างขีดความสามารถที่ทำให้องค์กรเกิดความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการ

4. สร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่องค์กร

สำหรับผู้ทำที่ต้องการจัดทำระบบบริหารขององค์กรให้เป็นระบบบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ สามารถดำเนินการโดยอ้างอิงมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ISO 22301 Security and Resilience - Business Continuity Management System - Requirement

4.2 มาตรฐานระบบคุณภาพของผู้ทำซอฟต์แวร์สำหรับอุปกรณ์ IoT

นอกเหนือจากการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ ผู้ทำยังควรดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานระบบคุณภาพที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

ผู้ทำซอฟต์แวร์สำหรับอุปกรณ์ IoT ควรมีระบบการทำงานที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพการพัฒนาซอฟต์แวร์ ควบคุมการดำเนินงานให้ตรงกับงบประมาณและระยะเวลาที่ได้วางแผนไว้ การจัดทำระบบงานที่มีคุณภาพจะสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ดังกล่าวขึ้นมา นอกจากนี้หากระบบที่จัดทำได้รับการรับรองจากจากหน่วยตรวจสอบรับรองที่น่าเชื่อถือ จะช่วยสร้างความเชื่อมั่น ความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ ทำให้มั่นใจว่าได้ผู้ทำที่มีมาตรฐานในการดำเนินงาน และสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร รวมทั้งสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

สำหรับผู้ทำที่เป็นองค์กรขนาดเล็กมาก โดยมีบุคลากรไม่เกิน 25 คน สามารถจัดทำระบบงานที่มีคุณภาพโดยอ้างอิงอนุกรมมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- มอก. 29110 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ข้อมูลแสดงลักษณะเฉพาะวัฏจักรชีวิตสำหรับองค์กรขนาดเล็กมาก (VSE)

สำหรับผู้ทำที่เป็นองค์กรขนาดกลางและขนาดใหญ่ สามารถจัดทำระบบงานที่มีคุณภาพโดยอ้างอิงมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

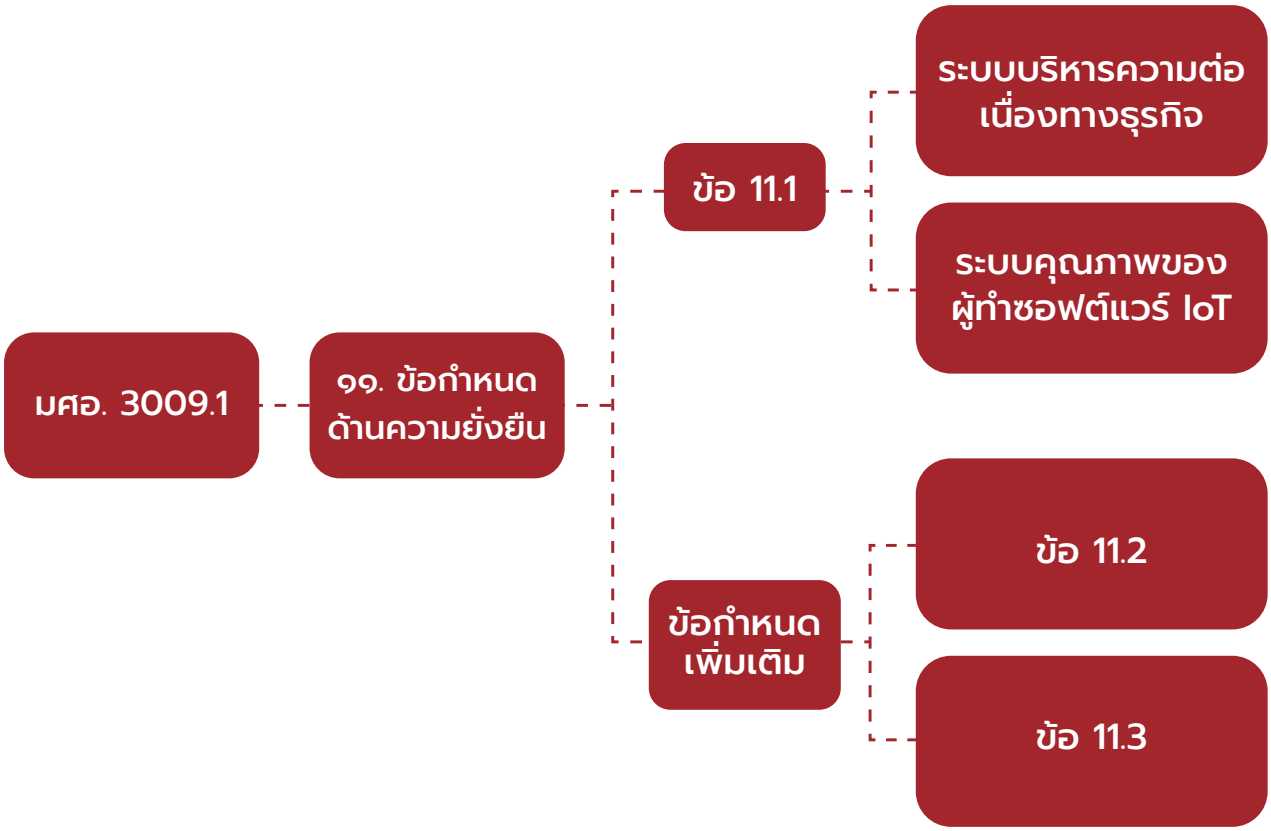
- ISO/IEC/IEEE 12207 Systems and software engineering — Software life cycle processes

อนุกรม มศอ. 3009 ที่ยกร่างโดยความร่วมมือระหว่าง เงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (ศอ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.7 ในส่วนที่ 2 ได้ระบุข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ และระบบคุณภาพของผู้ทำซอฟต์แวร์สำหรับอุปกรณ์ IoT

นอกจากการบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ และระบบคุณภาพของผู้ทำซอฟต์แวร์แล้ว ในอนุกรม มศอ. 3009 ยังคำนึงถึงสังคม สิ่งแวดล้อม และสุขภาวะที่ดีตลอดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ IoT โดยได้มีข้อกำหนดเพิ่มเติมนอกเหนือจากระบบบริหารความต่อเนื่องทางธุรกิจ และระบบคุณภาพของผู้ทำซอฟต์แวร์ IoT ได้แก่

- การออกแบบอุปกรณ์ IoT ควรสอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น และควรให้คนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการออกแบบ
- อะไหล่หรืออุปกรณ์ทดแทนสำหรับอุปกรณ์ IoT ควรจัดหาได้ง่ายในท้องถิ่น
- จัดให้มีการอบรมการใช้งาน การติดตั้ง และการซ่อมบำรุงให้แก่คนในท้องถิ่น เพื่อสร้างองค์ความรู้ให้แก่คนในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
- การติดตั้งและซ่อมบำรุง ควรดำเนินการโดยคนในท้องถิ่น เพื่อสร้างงานให้แก่คนในท้องถิ่น และลดมลพิษจากการเดินทาง

ข้อกำหนดทั้งหลายถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนใน มศอ. 3009.1 ข้อ 11 ข้อกำหนดด้านความยั่งยืน สามารถใช้เป็นแนวทางในการอ้างอิงใช้งานได้ ดังต่อไปนี้

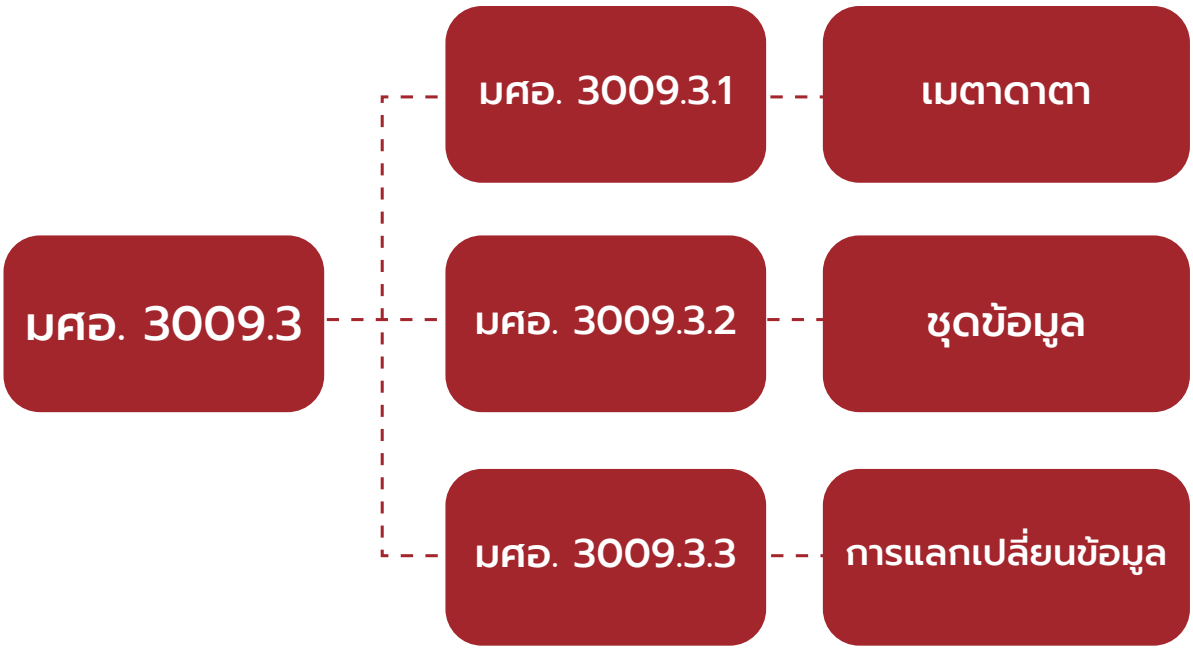


รูปที่ 4.1 ข้อกำหนดด้านความยั่งยืน

นอกจากนี้ อนุกรม มศอ. 3009 ยังกำหนดมาตรฐานด้านข้อมูลในอุปกรณ์ IoT โดยกำหนดไว้ใน มศอ. 3009.3 มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 5
มาตรฐานด้านข้อมูล

ในส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 และส่วนที่ 4 ของคู่มือฉบับนี้ได้กล่าวถึงมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ IoT การติดตั้งใช้งาน และมาตรฐานสำหรับผู้ให้บริการอุปกรณ์ IoT และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง แต่ในการทำงานของอุปกรณ์ IoT ยังจำเป็นต้องมีส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งเข้ามาเกี่ยวข้อง อุปกรณ์ IoT จึงจะสามารถเชื่อมต่อ ควบคุม และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างประโยชน์สูงสุดแก่งานด้านการเกษตร ส่วนสำคัญดังกล่าว คือ ข้อมูลต่าง ๆ ในระบบ IoT เพื่อให้อุปกรณ์ IoT สามารถบูรณาการเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานรวมทั้งข้อมูลของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ทำอุปกรณ์ IoT ทุกรายควรกำหนดให้ข้อมูลที่ใช้ในอุปกรณ์เป็นมาตรฐานเดียวกัน แต่ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานด้านข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ IoT ที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในประเทศ จึงจำเป็นต้องกำหนดขึ้นมาในอนุกรม มศอ. 3009 โดยกำหนดไว้ใน มศอ. 3009.3 มาตรฐานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับเกษตรอัจฉริยะ - เล่ม 3 ข้อมูล มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้



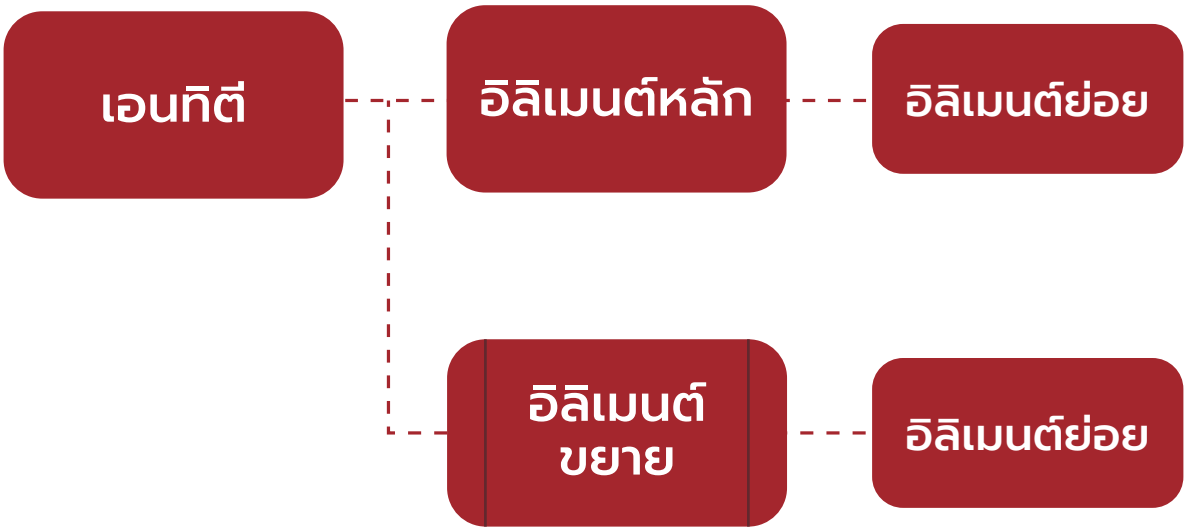
รูปที่ 5.1 มาตรฐานด้านข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ IoT

ปัจจุบัน[8] มศอ. 3009.3.2 และ มศอ. 3009.3.3 อยู่ระหว่างการยกร่าง คู่มือฉบับนี้จึงจะกล่าวถึงเฉพาะ มศอ. 3009.3.1 ซึ่งได้ดำเนินการตามกระบวนการมาตรฐานจนสิ้นสุด พร้อมประกาศเป็นมาตรฐานให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้อ้างอิงใช้งานต่อไป

[8] เมษายน 2565

5.1 มาตรฐานเมตาดาตาสำหรับอุปกรณ์ IoT

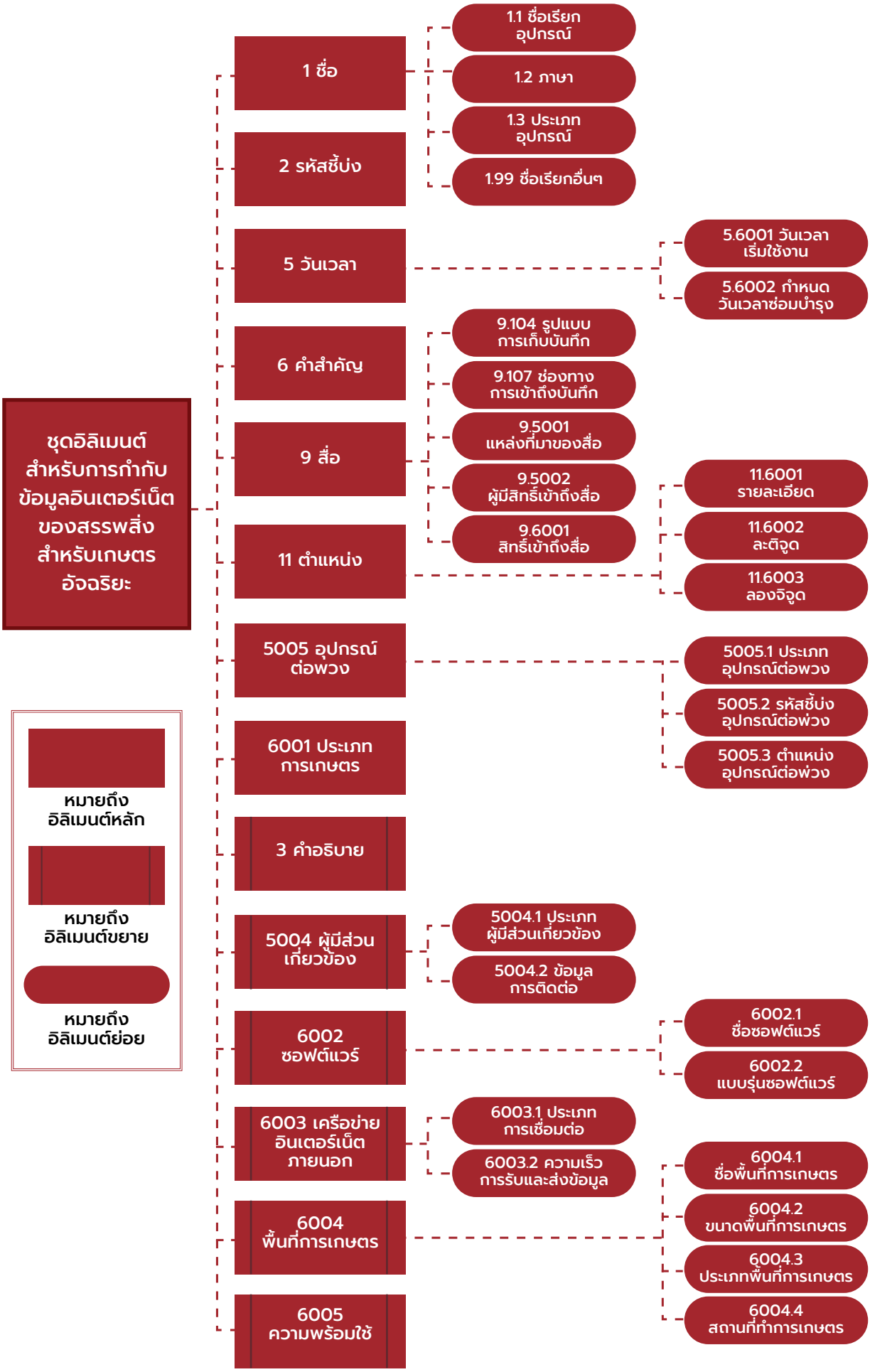
เมตาดาตา[9] ใน มศอ. 3009.3.1 ระบุความสัมพันธ์ของชุดอิลิเมนต์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ของชุดอิลิเมนต์ในเอนทิตี

โครงสร้างของชุดอิลิเมนต์ที่กำกับคุณสมบัติของเอนทิตี ประกอบด้วย อิลิเมนต์หลัก อิลิเมนต์ขยาย และอิลิเมนต์ย่อย ซึ่ง มศอ. 3009.3.1 กำหนดชุดอิลิเมนต์หลัก และอิลิเมนต์ขยาย ไว้รวม 14 อิลิเมนต์ แบ่งเป็น อิลิเมนต์หลัก 8 อิลิเมนต์ และอิลิเมนต์ขยาย 6 อิลิเมนต์ และมีอิลิเมนต์ย่อยอีก 27 อิลิเมนต์ ดังต่อไปนี้

[9] เมตาดาตา (metadata) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูล โดยระบุรายละเอียดแหล่งข้อมูล และคำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ข้อมูลทราบว่าข้อมูลมาจากแหล่งใด มีรูปแบบอย่างไร ช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล และใช้ประโยชน์ในการจัดทำบัญชีข้อมูล (Data Catalog) และสนับสนุนในเกิดการเปิดเผยเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูล



รูปที่ 5.3 ชุดอิลิเมนต์สำหรับการกำกับข้อมูล

5.2 ตัวอย่างการกำกับข้อมูลในอุปกรณ์ และระบบ IoT

มศอ. 3009.3.1 ไม่ได้กำหนดวิธีการบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการกำกับข้อมูล การจัดการข้อมูล การแนบเมตาดาตาที่กำหนดเข้ากับตัวข้อมูล การแลกเปลี่ยนข้อมูล การกำกับเมตาดาตา และการให้ได้มาซึ่งการกำกับเมตาดาตา มศอ. 3009.3.1 กำหนดเฉพาะชุดอิลิเมนต์ซึ่งควรมีในอุปกรณ์ และระบบ IoT ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.3 สำหรับการกำกับอิลิเมนต์ จะแสดงไว้เป็นตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลเมตาดาตาสำหรับอุปกรณ์และระบบ IoT

ชุดอิลิเมนต์	การกำกับอิลิเมนต์	ตัวอย่างการกำกับข้อมูลเกษตรอัจฉริยะ
ชื่อ	ชื่อเรียกอุปกรณ์ <ข้อความ>	เนคเทค-01
	ภาษา <ข้อความหรือรหัสภาษา>	ไทย
	ประเภทอุปกรณ์ <ข้อความ>	ตัวควบคุม
	ชื่อเรียกอื่น ๆ	Handysense-01
รหัสชี้บ่ง	<รหัส>	NT2001
คำอธิบาย	<ข้อความ>	ลักษณะของการเกษตรเป็นสวนลำไยออแกนิกส์
วันเวลา	วันเวลาเริ่มใช้งาน <ชุดตัวเลขวันเวลา>	2564-01-01 12:00:00
	กำหนดเวลาซ่อมบำรุง <ชุดตัวเลขวันเวลา>	2564-12-01 12:00:00
คำสำคัญ	<ข้อความ>	ลำไยออแกนิกส์ ออแกนิกส์
สื่อ	รูปแบบการบันทึก <ข้อความ>	ข้อความ
	ช่องทางการเข้าถึงสื่อ <ข้อความ>	nectec.nstda.or.th/Raikamol
	แหล่งที่มาของสื่อ <ข้อความ>	อุปกรณ์รับรู้ความเป็นกรด-ด่างในดิน-01
	ผู้มีสิทธิ์เข้าถึงสื่อ <ข้อความ>	kamol@gmail.com
	สิทธิเข้าถึงสื่อ <รหัสระบุประเภท>	RW
ตำแหน่ง	รายละเอียด <ข้อความ>	มุมซ้าย ด้านล่าง ไร่ข้าวโพด 1
	ละติจูด <ตัวเลข>	14.077856
	ลองจิจูด <ตัวเลข>	100.601318
อุปกรณ์ต่อพ่วง	ประเภทอุปกรณ์ต่อพ่วง <ข้อความ>	อุปกรณ์รับรู้ความชื้นในอากาศ
	รหัสชี้บ่งอุปกรณ์ต่อพ่วง <รหัส>	NT2001-1-3
	ตำแหน่งอุปกรณ์ต่อพ่วง <ข้อความ>	สวนมะม่วง 1
ประเภทการเกษตร	<ข้อความ>	การปลูกพืช

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลเมตาดาตาสำหรับอุปกรณ์และระบบ IoT (ต่อ)

ชุดอิลิเมนต์	การกำกับอิลิเมนต์	ตัวอย่างการกำกับข้อมูลเกษตรอัจฉริยะ
ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	ประเภทผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง <ข้อความ>	เจ้าของข้อมูล ผู้ให้บริการ ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
	ข้อมูลการติดต่อ <ข้อความ>	กมล เลิศวิรุจน์ 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 พิจักษ์ เพิ่มประเสริฐ 101 บ.พิจักษ์เอนจิเนียริ่ง ถ.เมืองใหม่ จ.สมุทรปราการ 10270 โทรศัพท์ 0 2577 9797 โทรสาร 0 2564 6902 customer-service@pje.co.th ปิยะ ชาติไทยเจริญ 111 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0 2564 6900 โทรสาร 0 2564 6901..2 piya.chat@nectec.or.th บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) 99 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพ 10210 โทรศัพท์ 1888
ซอฟต์แวร์	ชื่อซอฟต์แวร์ <ข้อความ>	Argi software
	แบบรุ่นซอฟต์แวร์ <ข้อความ>	1.0.2
เครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายนอก	ประเภทการเชื่อมต่อ <ข้อความ>	FTTX
	ความเร็วการรับส่งข้อมูล <ข้อความ>	10 Mbps
พื้นที่การเกษตร	ชื่อพื้นที่การเกษตร <ข้อความ>	บ่ออนุบาลลูกกบ 1
	ขนาดพื้นที่การเกษตร <ข้อความ>	4 ตารางเมตร
	ประเภทพื้นที่การเกษตร <ข้อความ>	บ่อเลี้ยง
	สถานที่ทำการเกษตร <ข้อความ และ/หรือพิกัดทางภูมิศาตร์>	112 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
ความพร้อมใช้	ค่าความพร้อมใช้ <ตัวเลข>	99.9

ในตารางที่ 5.1 จะแสดงตัวอย่างของการกรอกข้อมูลเมตาดาตาสำหรับอุปกรณ์และระบบ IoT สำหรับวิธีการกำกับข้อมูลในระบบสามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การกำกับข้อมูลด้วย XML (Extensible Markup Language) หรือการกำกับข้อมูลด้วย JSON ขึ้นอยู่กับผู้ทำแต่ละราย ซึ่งการกำบกับข้อมูลด้วย JSON สามารถดำเนินการได้ตามตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

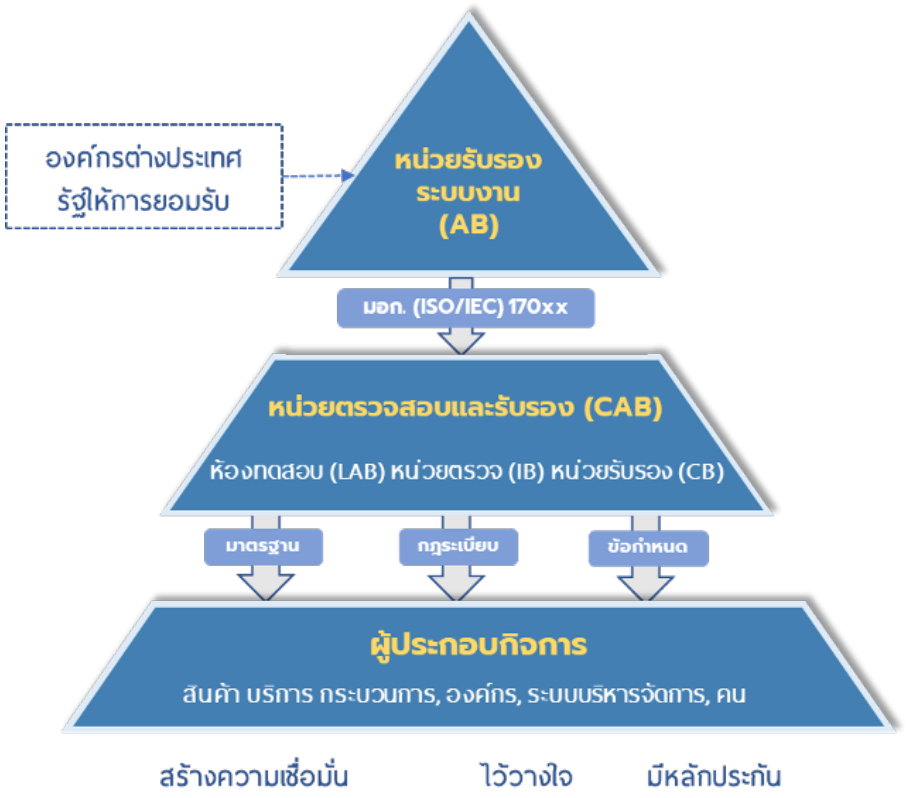
```
{
"title": {
"name": "เนคเทค-01",
"language": "ไทย",
"type": "ตัวควบคุม",
"other": "Handsysense-01"
},
"identifier": "NT2001",
"date": {
"startDate": "2564-01-01 12:00:00",
"maintenDuedate": "2564-12-01 12:00:00"
},
"keyword": ["ลำไย ออแกนิกส์", "ออแกนิกส์"],
"media": {
"format": "ข้อความ",
"accessibility": "nectec.nstda.or.th/Raikamol",
"source": "อุปกรณ์รับรู้ความเป็นกรด-ด่างในดิน-01",
"accessRight": "kamol@gmail.com",
"authorize": "RW"
},
"location": {
"description":  "มุมซ้าย ด้านล่าง ไร่ข้าวโพด 1",
"latitude":  "14.077856",
"longitude":  "100.601318"
},
"peripheral": {
"type": "อุปกรณ์รับรู้ความชื้นในอากาศ",
"identifier": "NT2001-1-3",
"location": "สวนมะม่วง 1"
},
"agriType": "การปลูกพืช",
"description": "ลักษณะของการเกษตรเป็นสวนลำไยออแกนิกส์",
"contributor": [
{
"type": "เจ้าของข้อมูล"
"information": "กมล เลิศวิรุจน์ 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120"
},
```

```
{
"type": "ผู้ให้บริการ"
"information": "พิจักษ์ เพิ่มประเสริฐ 101 บ.พิจักษ์เอนจิเนียริ่ง ถ.เมืองใหม่
จ.สมุทรปราการ 10270 โทรศัพท์ 0 2577 9797 โทรสาร 0 2564 6902
customer-service@pje.co.th "
},
{
"type": "ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์"
"information": "ปิยะ ชาติไทยเจริญ 112 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0 2564 6900
โทรสาร 0 2564 6901..2 piya.chat@nectec.or.th "
},
{
"type": "ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต"
"information": "บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) 99 ถนนแจ้งวัฒนะ
 แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพ 10210 โทรศัพท์ 1888"
}
],
"software": {
"name": "Argi software",
"version": "1.0.2"
},
"network": {
"type": "FTTX",
"speed": "10 Mbps"
},
"fieldArea": {
"name": "บ่ออนุบาลลูกกบ 1",
"size": "4 ตารางเมตร",
"type": "บ่อเลี้ยง",
"address": "112 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120"
},
"availability": "99.9"
}
```

ส่วนที่ 6
การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เป็นไปตามมาตรฐาน

การเลือกซื้อสินค้าและบริการไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใด ๆ รวมถึงอุปกรณ์ IoT ผู้ซื้อหรือผู้ใช้ ควรพิจารณาเลือกสินค้า และบริการที่ผ่านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพ ว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยการตรวจสอบและรับรองคุณภาพนั้นมีกลไกที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ที่เรียกว่า ระบบตรวจสอบและรับรอง (conformity assessment)

ระบบตรวจสอบและรับรอง เป็นกระบวนการในการตรวจสอบ ยืนยันความสอดคล้องของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ บริการ ระบบบริหารจัดการ ว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง กลไกระบบตรวจสอบและรับรอง สามารถแสดงกระบวนการทำงาน ลำดับชั้นในการตรวจสอบรับรอง และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ตามรูปที่ 6.1



AB	หน่วยรับรองระบบงาน (Accreditation Body)	CB	หน่วยรับรอง (Certification Body)
CA	หน่วยตรวจสอบและรับรอง (Conformity Assessment)	IB	หน่วยตรวจ (Inspection Body)
		LA	ห้องปฏิบัติการทดสอบ (Testing Laboratory) / ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (Calibration Laboratory)

รูปที่ 6.1 กลไกการตรวจสอบและรับรอง (Conformity Assessment)

จากรูปที่ 6.1 จะเห็นว่ากลไกการตรวจสอบและรับรอง เป็นกลไกที่มีการถ่ายโอนความน่าเชื่อถือ (Trust transfer) ผ่านการตรวจสอบและรับรองโดยหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจาก หน่วยรับรองระบบงาน (AB) ซึ่งเป็นหน่วยงานระดับชาติ ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ทำหน้าที่รับรองความสามารถแก่หน่วยตรวจสอบและรับรอง (CAB) ตามมาตรฐาน มอก. (ISO/IEC 170xx) อันประกอบด้วย

หน่วยรับรอง (CB)

หน่วยรับรองเป็นหน่วยงานประเภทบุคคลที่ 3 (third party) ทำหน้าที่ตรวจประเมินและให้การรับรองตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

หน่วยรับรอง (CB)	มาตรฐานที่ AB ใช้ในการรับรองความสามารถของ CB
1. หน่วยรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ (CB for product)	มอก. 17065
2. หน่วยรับรองคุณภาพระบบบริหารจัดการ และสิ่งแวดล้อม (CB for QMS/EMS)	มอก. 17021
3. หน่วยรับรองระบบคุณภาพบุคคลากร (CB for personel)	มอก. 17024

หน่วยตรวจ (IB)

หน่วยตรวจเป็นหน่วยงานประเภทบุคคลที่ 3 (third party) ที่ดำเนินการตรวจสอบการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการ บริการ หรือโรงงาน พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะหรือข้อกำหนดทั่วไป บนพื้นฐานการตัดสินใจของผู้มีประสบการณ์ในวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง โดยที่หน่วยตรวจที่จะได้รับการรับรองจาก AB ต้องมีการดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 17020

ห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบ (LAB)

ห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการทดสอบ/สอบเทียบตัวอย่าง ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยที่ห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบที่จะได้รับการรับรองจากหน่วยรับรองระบบงาน (AB) ต้องมีการดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 17025

โดยในคู่มือฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกลุ่มอุปกรณ์ IoT เท่านั้น

6.1 การรับรองคุณภาพอุปกรณ์ IoT

อุปกรณ์ IoT ประกอบด้วยอุปกรณ์ไอที อุปกรณ์ทางไฟฟ้า รวมไปถึงซอฟตแวร์ควบคุมการทำงาน ซึ่งหากอุปกรณ์ไม่มีคุณภาพ ก็จะส่งผลให้ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ต้องเสียเวลาในการซ่อมบำรุง ดังนั้นในการเลือกซื้ออุปกรณ์ IoT หรือเลือกใช้บริการจากผู้ให้บริการ ผู้ใช้ควรพิจารณาถึงคุณภาพของอุปกรณ์ เป็นสำคัญด้วย

การพิจารณาถึงคุณภาพของอุปกรณ์ สามารถทำได้โดยพิจารณาว่าอุปกรณ์นั้นผ่านการตรวจสอบและรับรอง ตามมาตรฐานที่กล่าวไว้ในส่วนที่ 2 ของคู่มือฉบับนี้ โดยหน่วยรับรองที่มีความน่าเชื่อถือแล้วหรือไม่

โดยรูปแบบการดำเนินงานตรวจสอบและรับรองของหน่วยรับรอง ประกอบด้วย

1. การตรวจประเมิน โดยผู้ประเมิน/ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งรูปแบบการตรวจประเมินขึ้นอยู่กับหน่วยรับรองกำหนด เช่น การประเมินเอกสาร การประเมินการออกแบบ การประเมินกระบวนการผลิต การตรวจประเมินอุปกรณ์ IoT ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (โดยการพิจารณาผลการทดสอบอุปกรณ์ IoT จากห้องปฏิบัติการทดสอบที่เป็นที่ยอมรับ)

2. การพิจารณาตัดสิน เพื่อให้การรับรอง โดยผู้เชี่ยวชาญ หรือคณะกรรมการ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

3. การออกใบรับรอง และการให้สิทธิ์การแสดงเครื่องหมายรับรอง ผลิตภัณฑ์/บริการ ที่ผ่านการประเมิน และผ่านการติดสินแล้ว จะได้รับใบรับรอง และได้รับสิทธิ์ในการแสดงเครื่องหมายรับรองตามที่หน่วยรับรองกำหนด ซึ่งผู้ผลิต หรือผู้ให้บริการจะใช้เป็นหลักฐานในการแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐาน

6.2 การพิจารณาผลิตภัณฑ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เป็นไปตามมาตรฐาน

การพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์ฯ หรือบริการเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ผู้ใช้บริการสามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. กรณีที่มีการแสดงเครื่องหมายรับรองบนตัวผลิตภัณฑ์ ในกรณีนี้เป็นการพิจารณาที่ทำได้ง่ายที่สุด โดยดูจากเครื่องหมายรับรองบนตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะอยู่บริเวณฉลากของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเครื่องหมายรับรองที่มีใช้งานในประเทศไทยดังรูปที่ 6.2

เครื่องหมายสมัครใจ	**เครื่องหมายทั่วไป (สมัครใจ)**	**เครื่องหมายบังคับ**
เครื่องหมายรับรองคุณภาพเนคเทค ออกโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	เครื่องหมายรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ออกโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)	

รูปที่ 6.2 ตัวอย่างเครื่องหมายรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์

2. กรณีที่ไม่มีการแสดงเครื่องหมายรับรองบนตัวผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเครื่องหมายรับรองไม่ใช้เครื่องหมายบังคับที่กำหนดให้ผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมาย เว้นแต่มาตรฐานบังคับที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กำหนดให้ต้องแสดงเครื่องหมาย (เครื่องหมายบังคับ) ในกรณีนี้ผู้ใช้สามารถพิจารณาได้โดยการสอบถามไปยังบริษัทผู้ผลิต หรือผู้ให้บริการ ให้แสดงหลักฐานใบรับรองคุณภาพ หรือสามารถติดต่อสอบถามไปยังหน่วยรับรอง เพื่อตรวจสอบรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง

ส่วนที่ 7

ประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ IoT ที่เป็นไปตามมาตรฐาน

- ผลิตภัณฑ์ได้รับการยืนยันว่าเป็นไปตามมาตรฐาน
- ผู้บริโภค ผู้ใช้ มั่นใจ ในคุณภาพ และประสิทธิภาพการใช้งาน
- มีหลักประกันโดยหน่วยรับรองร่วมรับผิดชอบกรณีผลิตภัณฑ์มีปัญหาที่เกิดจากคุณภาพของบริภัณฑ์
- ไม่ต้องมีการตรวจสอบรับรอง หรือทดสอบซ้ำ

เอกสารอ้างอิง

1. มอก. 1561 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ - ความปลอดภัย เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป
2. มอก. 62368 เล่ม 1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เสียง วีดิทัศน์ บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย
3. มอก. 1956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ : ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
4. มอก. 2931 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของบริภัณฑ์สื่อประสม - คุณลักษณะที่ต้องการของการปล่อยสัญญาณรบกวน
5. มอก. 1451 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 1 ภาพโดยรวมของการทดสอบภูมิคุ้มกัน
6. มนตรี พรรณรันต์, EMC Standard and Trouble Shooting, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, NECTEC Talk, วันที่ 26 สิงหาคม 2563
7. เว็บไซต์ https://www.gotoknow.org/posts/371479 สืบค้นวันที่ 15 มกราคม 2565
8. (ร่าง) มศอ. 3009.1 มาตรฐานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับระบบเกษตรอัจฉริยะ เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป
9. เว็บไซต์ https://tinyurl.com/bdzdusee สืบค้นวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2565
10. พิจักษ์ เพิ่มประเสริฐ, "การศึกษาวิธีการควบคุมการประทุของไฟฟ้าสถิตในอุตสาหกรรม", มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554
11. เว็บไซต์ https://tinyurl.com/4k75tnbv สืบค้นวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2565
12. เว็บไซต์ https://tinyurl.com/2p83pt6b สืบค้นวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2565
13. วสท. 2001-45 มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ปี 2554
14. มงคล ปุษยตานนท์, บงกช สุขอนันต์, ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้าง, วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2., กรกฎาคม - ธันวาคม 2556
15. เว็บไซต์ https://rb.gy/cqqquq สืบค้นวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565
16. เว็บไซต์ https://rb.gy/fzgcnn สืบค้นวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565

NECTEC
a member of NSTDA