แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2566

Guidelines on Occupational Health and Safety Management for Lithium-Ion Battery Research and Testing

Miss. NOPPAVAN MUNTADILOK

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science in Industrial Environment Management
School of Health Science Sukhothai Thammathirat Open University
2023

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ชื่อและนามสกุล นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก

วิชาเอก การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2567

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

---------- ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์)

---------- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรดี ศรีโอภาส)

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ผู้ศึกษา นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก **รหัสนักศึกษา** 2635000793

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ **ปีการศึกษา** 2566

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นระบบกักเก็บพลังงานสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และยานพาหนะไฟฟ้า ความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนได้ทำการวิจัยและทดสอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งในกระบวนการดำเนินงานนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดการปะทุติดไฟอันเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดได้ การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

วิธีดำเนินการศึกษาเป็นการศึกษาการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ และศึกษาข้อมูลการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ รวมทั้งการศึกษาอุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เรียบเรียงจัดทำแนวทางการจัดการ ตรวจสอบเนื้อหาและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน และผู้ใช้งาน จำนวน 5 คน จากนั้นนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและจัดทำแนวทางการจัดการฉบับสมบูรณ์

ผลการศึกษา ได้แนวทางการจัดการฉบับสมบูรณ์ เนื้อหามีจำนวน 6 บท ประกอบด้วย (1) บทนำ (2) การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน (3) การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย (4) แนวทางการจัดเก็บและการขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย (5) แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน และ (6) การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.73, S.D. = 0.45)

คำสำคัญ แนวทางการจัดการ อาชีวอนามัยและความปลอดภัย งานวิจัยและทดสอบ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

Independent Study title: Guidelines on Occupational Health and Safety Management for Lithium-Ion Battery Research and Testing

Author: Ms. Noppavan Muntadilok; **ID:** 2635000793;

Degree: Master of Science (Industrial Environment Management);

Advisor: Dr. Sudaw Lertwisuttipaiboon, Associate Professor; **Academic year:** 2023

Abstract

Currently, lithium-ion batteries are popularly used for electronic devices and electric vehicles. Due to growing demand and diverse applications, both government and private sectors have been conducting research and testing to enhance the performance of lithium-ion batteries. However, during the processes, there is a risk of ignition, leading to fires or explosions. Therefore, the purpose of this independent study was to prepare guidelines on occupational health and safety management for lithium-ion battery research and testing.

The methodology included reviews of the Occupational Health Safety Management Program at the National Energy Technology Center (ENTEC), and the data on battery research and testing, occupational health and safety laws, standards and regulations related to battery research and testing, as well as incidents that had occurred. All data were collected and analyzed for preparing the management guidelines. The draft guidelines were assessed by three qualified experts and five users, respectively. The evaluation results and additional suggestions were used to finalize the guidelines.

As a result, the completed Guidelines on Occupational Health and Safety Management for Lithium-Ion Battery Research and Testing contains six chapters: (1) Introduction, (2) Occupational Health and Safety Management of the Agency, (3) Safe Research and Testing of Batteries, (4) Safe Battery Storage and Transportation Guidelines, (5) Incident and Emergency Management Guidelines, and (6) Management of Waste from Battery Research and Testing. The quality assessment result was found at a very good level, with an average score of 4.73 and a standard deviation of 0.45.

Keywords: Guidelines, Occupational health and safety management, Research and testing, Lithium-ion battery

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่กรุณาให้คำชี้แนะ ข้อคิดเห็น ข้อสังเกตที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการศึกษาค้นคว้าอิสระ ด้วยความเอาใจใส่ ด้วยดีโดยตลอด ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรดี ศรีโอภา คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้แนวคิดและข้อแนะนำเพิ่มเติม ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน และลักษณะอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการศึกษาวิจัย พัฒนา และทดสอบแบตเตอรี่ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน และผู้ใช้งานทั้ง 5 คน ที่กรุณาตรวจประเมินคุณภาพแนวทางการจัดการตลอดจนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแนวทางการจัดการด้านอาชีวนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนให้สมบูรณ์และมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปเผยแพร่ ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จนสำเร็จได้ด้วยดี

นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การศึกษา 2
กรอบแนวทางในการศึกษา 2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าอิสระ 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6
เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน 6
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบตเตอรี่ 7
งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ 18
กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 32
มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ 40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 46
ขั้นตอนการศึกษา 46
การประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ 49
การปรับปรุงแนวทางการจัดการ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน 51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 52
ผลการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 45
ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ 54
ผลการปรับปรุงแนวทางการจัดการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน 55
บทที่ 5 สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 62
สรุปการศึกษา 62
ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ 63
อภิปรายผล 64
ข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก 71
ก แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 72
ข ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ 73
ค แบบประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ 87
ประวัติผู้ศึกษา 94

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แบตเตอรี่ที่ชาร์จไฟใหม่ได้ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน 12
ตารางที่ 2.2 ประเภทของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 14
ตารางที่ 2.3 ข้อมูลเปรียบเทียบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) และลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) 19
ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์ที่ต้องระบุบนบรรจุภัณฑ์ 23
ตารางที่ 2.5 สรุปมาตรฐานด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 39
ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแนวทางการจัดการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 54
ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพแนวทางการจัดการโดยผู้ใช้งาน 55
ตารางที่ 4.3 การปรับปรุงแนวทางการจัดการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน 56

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการศึกษา 3
ภาพที่ 2.1 แบตเตอรี่ก้อนแรกที่ค้นพบในช่วงปี ค.ศ.1800 8
ภาพที่ 2.2 แบบจำลองการทำงานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ของอากิระ โยชิโนะ 9
ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกักเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ 10
ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบหลักของแบตเตอรี่ 11
ภาพที่ 2.5 หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 13
ภาพที่ 2.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธียมแต่ละประเภท 15
ภาพที่ 2.7 กระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) (a) 17
การแพร่กระจายของกระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway)
ไปสู่เซลล์ถัดไป (b)
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 23
ภาพที่ 2.9 การจัดการขยะรูปแบบใหม่ (The Waste Management Hierarchy) 29
ภาพที่ 2.10 การบริหารจัดการซากของเสียแบตเตอรี่ลิเธียมเชิงบรูณาการ 30
ภาพที่ 2.11 สรุปหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 39
ภาพที่ 2.12 รายงานอุบัติการณ์แต่ละประเทศ 41
ภาพที่ 2.13 อุบัติเหตุไฟไหม้สถานที่กักเก็บพลังงานในกรุงปักกิ่ง 42

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการพัฒนาทางเศรษกิจและสังคมของประเทศไทยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการพัฒนามาตรฐานทางด้านอุตสาหกรรมให้เป็นสากลมากยิ่งขึ้น การนำเอานวัตกรรม เทคโนโลยี และอุปกรณ์ที่ทันสมัยเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ หรือบริการไม่ว่าจะเป็น เครื่องมือ เครื่องจักร หุ่นยนต์รวมถึงสารเคมี ส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จากการทำงานทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้ผู้ที่ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากการทำงานได้ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) กำลังได้รับความนิยมในการนำมาใช้งาน เห็นได้ว่ามีใช้ในอุปกรณ์เกือบทุกอย่างรอบๆ ตัวเรา โทรศัพท์มือถือ เพาเวอร์แบงก์ โน้ตบุ๊ค เครื่องมือไร้สายทั้งหลาย รวมไปถึงรถยนต์ไฟฟ้า โดรน ยานยนต์ไฟฟ้า ดาวเทียม และอื่นๆ ต่างก็มีใช้แบตเตอรี่ลิเธียมทั้งนั้น เนื่องจากคุณสมบัติทางด้านการคายประจุ รอบการใช้งาน และอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง และมีรูปแบบที่หลากหลายเหมาะสำหรับการใช้งานทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

แนวโน้มการใช้แบตเตอรี่ลิเธียมเป็นระบบกักเก็บพลังงานของอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากการรับรู้และเข้าใจเทคโนโลยีการขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ประกอบกับมีการรณรงค์และส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งการตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการคาดการณ์ของแมคคินซีย์ แอนด์ คอมพานี (McKinsey & Company) พบว่าความต้องการแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนจะเพิ่มสูงขึ้นจากประมาณ 700 กิกะวัตต์-ชั่วโมง (GWh) พ.ศ. 2565 เป็นประมาณ 4.7 เทร่าวัตต์-ชั่วโมง (TWh) ภายในพ.ศ. 2573 ซึ่งคิดเฉลี่ยแล้วเป็นร้อยละ 27 ต่อปี

จากข้อมูลสถิติการเกิดเหตุไฟไหม้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนของกระทรวงคมนาคมสหรัฐอเมริกาพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับข้อมูลจากสถิติอุบัติการณ์แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนของยูแอล โซลูชันส์ (UL Solutions) ตั้งแต่ พ.ศ.2538 – พ.ศ. 2566 จำนวน 9,320 เหตุการณ์ และเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในพ.ศ. 2566 (ไตรมาส 1 - ไตรมาส 3) สูงถึง 1,544 เหตุการณ์

ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (Occupational Health and Safety Management) เป็นกระบวนการบริหารจัดการที่มุ่งเน้นและสนับสนุนให้พนักงานมีสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อมที่ดีในการปฏิบัติงาน เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุ และป้องกันการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยจากการทำงาน การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยมีกระบวนการที่สำคัญประกอบด้วย (1) การคาดการณ์ล่วงหน้าหรือการคาดคะเนเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายจากการปฏิบัติงาน (2) การตระหนักถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น (3) การประเมินระดับปัญหา และการเลือกใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการประเมิน (4) การควบคุมเพื่อลดหรือกำจัดอันตราย

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน จะเป็นแนวทางที่สำคัญให้ผู้ปฏิบัติงานใช้สำหรับบริหารจัดการด้านความปลอดภัยได้อย่างเป็นระบบ

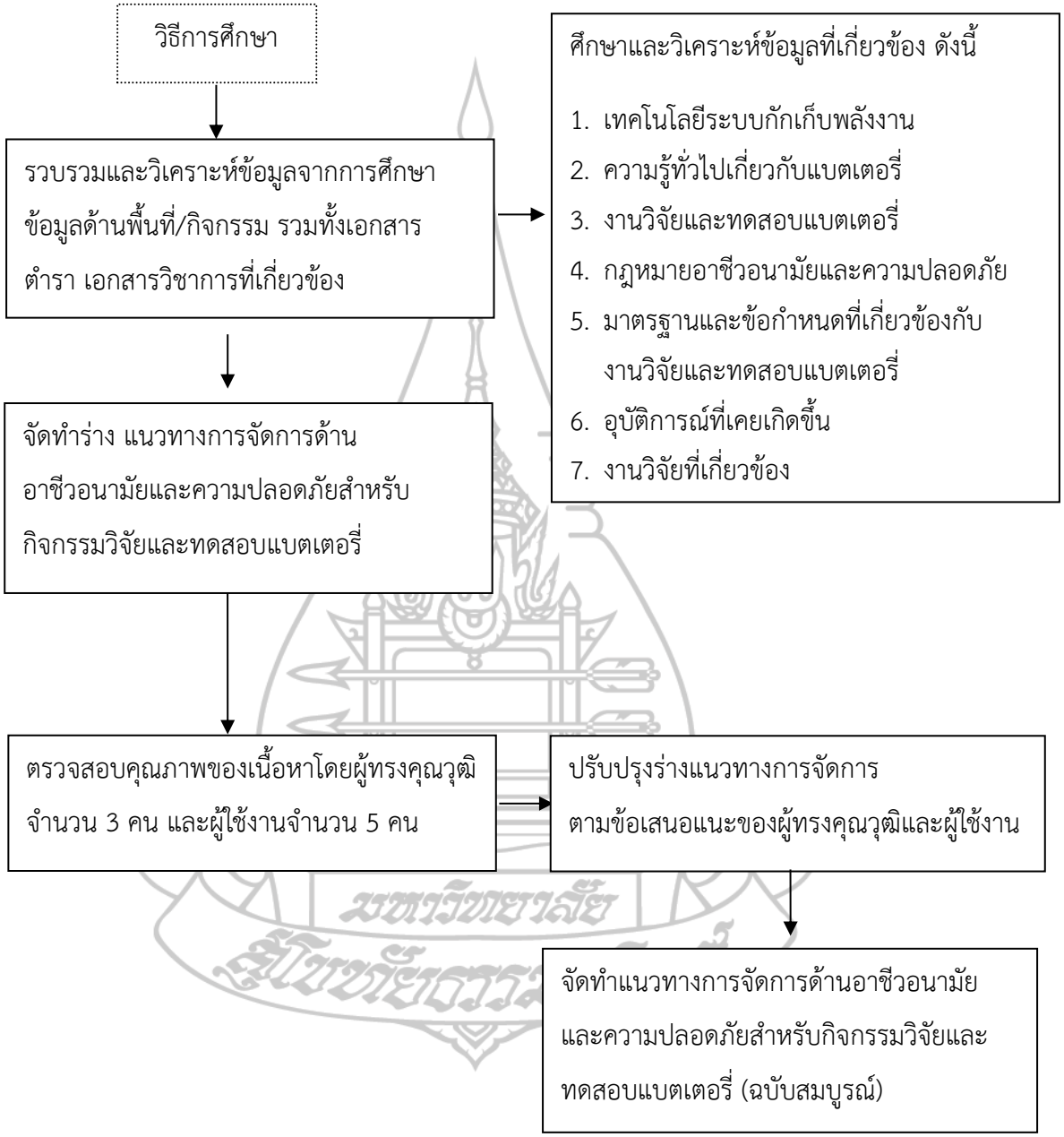
การศึกษานี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้เฉพาะในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ หรือศล. ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือสวทช. กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม นวัตกรรม ตั้งอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นองค์กรวิจัยที่ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานร่วมกับหน่วยงานพันธมิตรทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุน สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานคุณภาพสูงทำให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยศล. มีบุคลากรรวม 117 คน

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

3. กรอบแนวคิดการศึกษา

การศึกษานี้ เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนครั้งนี้ มีแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งมีกรอบแนวคิดการศึกษา ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

4. ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการจัดทำในรูปแบบแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน โดยผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ เป็นการศึกษาเพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตให้ครอบคลุมถึง

4.2.1 การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน

4.2.2 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

4.2.3 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย

4.2.4 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน

4.2.5 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาการศึกษา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2566 - เดือนพฤษภาคม 2567 แบ่งเป็นช่วงของการศึกษา ดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ รวมทั้งทบทวนเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง ในเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2566

4.3.2 ขั้นตอนการแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ฉบับร่าง ในเดือนธันวาคม 2566 - กุมภาพันธ์ 2567

4.3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ใช้งานและปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ให้สมบูรณ์ ในเดือนมีนาคม - พฤษภาคม 2567

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย หมายถึง แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

5.2 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบของพลังงานเคมี ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

5.3 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและดูแลการทำงานของแบตเตอรี่เพื่อให้มีความปลอดภัย

5.4 เหตุฉุกเฉิน หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหัน และเมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้เป็นอันตรายต่อร่างกายหรือทรัพย์สิน เช่น ไฟไหม้

5.5 วัตถุอันตราย หมายถึง วัตถุที่มีคุณสมบัติทางเคมีหรือกายภาพโดยตัวเอง อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงหรืออันตรายต่อสุขภาพความปลอดภัยหรือทรัพย์สิน

5.6 ของเสียอันตราย หมายถึง ของเสียที่ไม่ใช้แล้วที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนสารอันตราย หรือมีคุณสมบัติที่เป็นอันตรายก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

5.7 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม หมายถึง เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานดูแลเรื่องความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงานของสำนักงาน

5.8 วิศวกร หมายถึง วิศวกรด้านความปลอดภัยที่ปฏิบัติงานดูแลเรื่องความปลอดภัยอาชีอนามัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงานของสำนักงาน

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร มีดังนี้

6.1.1 มีแนวทางสำหรับใช้ในการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเป็นระบบ

6.1.2 มีแนวทางในการจัดเก็บและขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

6.1.3 มีแนวทางในการจัดการกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน

6.1.4 มีแนวทางในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย

6.1.5 ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติการณ์ รวมทั้งลดการบาดเจ็บและเจ็บป่วย

6.2 ประโยชน์ต่อชุมชน มีดังนี้

6.2.1 สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่มีแบตเตอรี่ลิเธียมเป็นส่วนประกอบได้อย่างปลอดภัย

6.2.2 สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น ไฟไหม้ได้ เพื่อเพิ่มความตระหนักในการใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัยให้กับประชาชน

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ผู้ศึกษาได้รวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบตเตอรี่
3. งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่
4. กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
5. มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่
6. อุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้น
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System) คือ เทคโนโลยีหรือกระบวนการที่ใช้ในการเก็บรักษาพลังงานจากแหล่งพลังงานต่างๆ เพื่อนำพลังงานมาใช้ในภายหลัง ระบบกักเก็บพลังงานช่วยในการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 ความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System)

ระบบกักเก็บพลังงานเป็นเทคโนโลยีปัจจุบันที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากมีประโยชน์ที่สำคัญอย่างยิ่งหลายด้าน เช่น คุณภาพของพลังมีความเสถียรภาพมากขึ้น ลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและการใช้งาน สนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรืออาจกล่าวได้ว่าสามารถช่วยยกระดับการบริหารจัดการความต้องการผลิตและการใช้งานไฟฟ้าให้มีความสมดุลกันมากขึ้น เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานแบ่งตามหลักการทำงานและคุณสมบัติการกักเก็บพลังงานได้ 5 ประเภท ประกอบด้วย

1.1.1 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานเคมี (Chemical Energy Storage) เป็นการใช้ไฟฟ้าในการผลิตสารเคมี เช่น การผลิตไฮโดเจน แอมโมเนีย และก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์

1.1.2 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานเชิงกล (Mechanical Energy Storage) เป็นการกักเก็บพลังงานในรูปแบบของพลังงานศักย์ หรือพลังงานกล เช่นการกักเก็บพลังงานโดยการใช้ปั๊มน้ำเก็บไว้ ระบบอากาศบำบัด

1.1.3 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy Storage) เป็นการกักเก็บพลังงานในรูปแบบของสนามไฟฟ้า หรือสนามแม่เหล็ก สามารถกักเก็บพลังงานไฟฟ้าโดยตรง

1.1.4 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานความร้อน (Thermal Energy Storage) เป็นการกักเก็บพลังงานความร้อนในรูปของการทำความร้อนหรือความเย็นด้วยวัสดุตัวกลาง เช่น น้ำ เกลือหลอมเหลว

1.1.5 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Energy Storage) เป็นการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบพลังงานเคมี โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีเพื่อเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างกันจนเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้น เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน แบตเตอรี่ตะกั่วกรด หรือ เซลล์เชื้อเพลิงต่างๆ เป็นต้น

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบตเตอรี่

แบตเตอรี่คืออุปกรณ์ที่เก็บและปล่อยพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบของพลังงานเคมี เมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้หรือเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า จะเกิดการเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เก็บไว้ออกมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้เพื่อให้พลังงานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นแหล่งพลังงานหลักในยานพาหนะไฟฟ้า

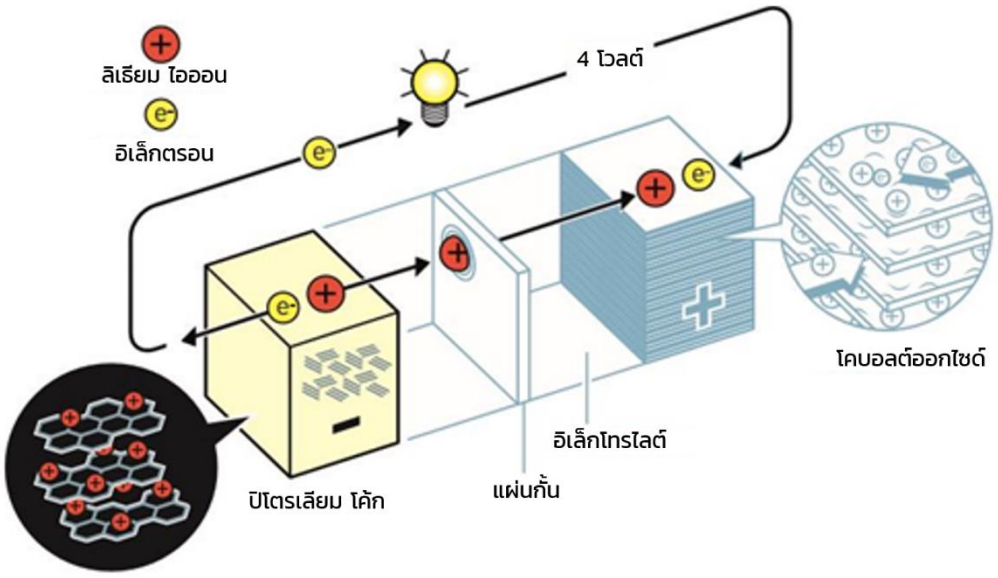
2.1 ประวัติการค้นพบและการพัฒนาแบตเตอรี่

อาเลสซานโดร โวลตา (Alessandro Volta) นักฟิสิกส์ชาวอิตาลี เป็นผู้บุกเบิกการผลิตไฟฟ้า และคิดค้นแบตเตอรี่ก้อนแรกของโลก ในช่วง ค.ศ. 1800 โดยใช้ชื่อว่าโวลเตอิค ไพล์ (Voltaic pile) ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งประกอบ ด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ทำจากสังกะสีและทองแดง นำไปผสมในน้ำเกลือจากทะเล และนำมาซ้อนกัน ทำให้เกิดปฏิกิริยายาทางไฟฟ้า

ภาพที่ 2.1 แบตเตอรี่ก้อนแรกที่ค้นพบในช่วงปี ค.ศ.1800
ที่มา : วิกิพีเดีย (2566). แบตเตอรี่ สืบค้นจาก https://th.wikipedia.org/

จนกระทั่งใน ค.ศ.1859 แกสตัน แพลนท์ (Gaston Plante) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ได้พัฒนาแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ซึ่งถือเป็นแบตเตอรี่แบบแรกที่สามารถอัดประจุไฟฟ้ากลับเข้าไปใหม่ได้

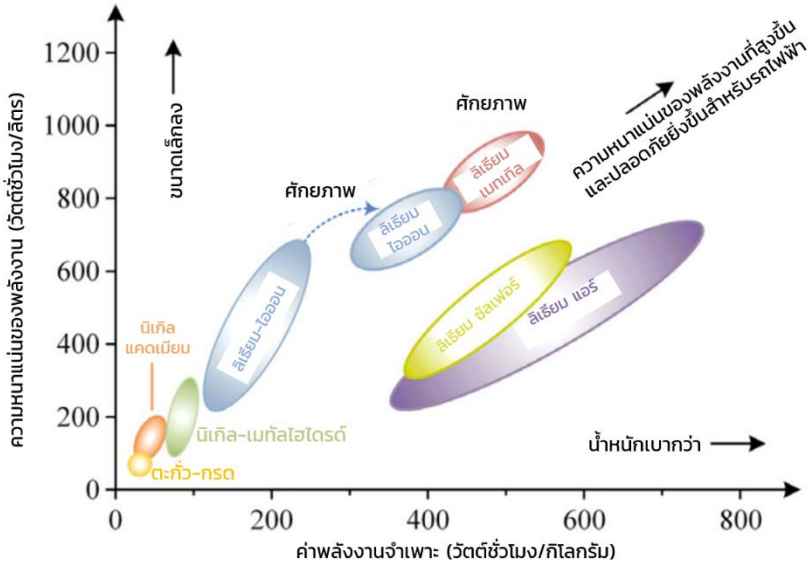
การพัฒนาแบตเตอรี่ในรูปแบบต่างๆ ยังคงมีมาต่อเนื่องจนใน ค.ศ. 1985 อากิระ โยชิโนะ (Akira Yoshino) นักเคมีชาวญี่ปุ่น ได้คิดค้นแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งได้ต่อยอดมาจากการศึกษาและคิดค้นของ เอ็ม สแตนลีย์ วิตติงแฮม (M. Stanley Whittingham) และจอห์น บี. กูดีนัฟ (John B. Goodenough) ให้มีความปลอดภัยมากขึ้น สามารถใช้ผลิตในเชิงอุตสาหกรรมและพาณิชย์ได้ โดยแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเริ่มวางจำหน่ายเชิงพาณิชย์ใน ค.ศ. 1991 และได้กลายเป็นส่วนประกอบสำคัญของอุปกรณ์พกพาต่างๆ ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติทางด้านการคายประจุ รอบการใช้งาน และอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง และมีรูปแบบที่หลากหลายเหมาะสำหรับการใช้งานทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.2 แบบจำลองการทำงานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ของอากิระ โยชิโนะ
ที่มา : The Nobel Prize (2566). The Nobel Prize in Chemistry 2019 สืบค้นจาก https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/popular-information/

จากภาพที่ 2.2 ได้อธิบายถึงการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน โดยการไหลของลิเธียมไอออน (แสดงด้วยสัญลักษณ์ “+”) และอิเล็กตรอน (แสดงด้วย “e^-”) ซึ่งจะไหลไปตามเส้นทางภายในแบตเตอรี่เพื่อสร้างพลังงานไฟฟ้า โดยลิเธียมไอออนจะเคลื่อนจากขั้วแอโนดทางด้านซ้าย (วัสดุขั้วแอโนดทำมาจากปิโตรเลียม โค้ก) ผ่านแผ่นกั้นที่ทำหน้าที่แยกขั้วแอโนดและแคโทดออกจากกันเพื่อป้องกันการลัดวงจร โดยมีอิเล็กโทรไลต์เป็นสื่อกลางที่ช่วยในการเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทดทางด้านขวา (วัสดุขั้วแคโททำมาจากโคบอลต์ออกไซด์) และอิเล็กตรอนจะไหลผ่านวงจรภายนอก ซึ่งแสดงด้วยเส้นทางที่นำไปยังหลอดไฟเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ

ในอนาคตแนวทางการพัฒนาแบตเตอรี่แต่ละประเภทนั้น อาจกล่าวได้ว่ามีความต้องการแบตเตอรี่ที่มีพลังงานไฟฟ้าต่อน้ำหนักหรือปริมาตรสูงขึ้น ราคาต่ำลง และมีความปลอดภัยในการใช้งานที่มากขึ้น ดังภาพที่ 2.3 โดยแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนาแน่นของพลังงานมีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมงต่อลิตร ซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่สามารถเก็บได้ต่อหน่วยปริมาตรของแบตเตอรี่ ยิ่งค่าความหนาแน่นของพลังงานสูง แบตเตอรี่ก็จะสามารถเก็บพลังงานได้มากในขนาดที่เล็กลง และแกนแนวนอนแสดงค่าพลังงานจำเพาะมีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่สามารถเก็บได้ต่อหน่วยน้ำหนักของแบตเตอรี่ ยิ่งค่าพลังงานจำเพาะสูง แบตเตอรี่ก็จะมีน้ำหนักเบากว่าเมื่อเทียบกับพลังงานที่เก็บได้



ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกักเก็บพลังงานของแบตเตอรี่

ที่มา : Wei Liu, Tobias Placke, K.T.Chau. Overview of batteries and battery management for electric vehicles, 2022

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแบตเตอรี่

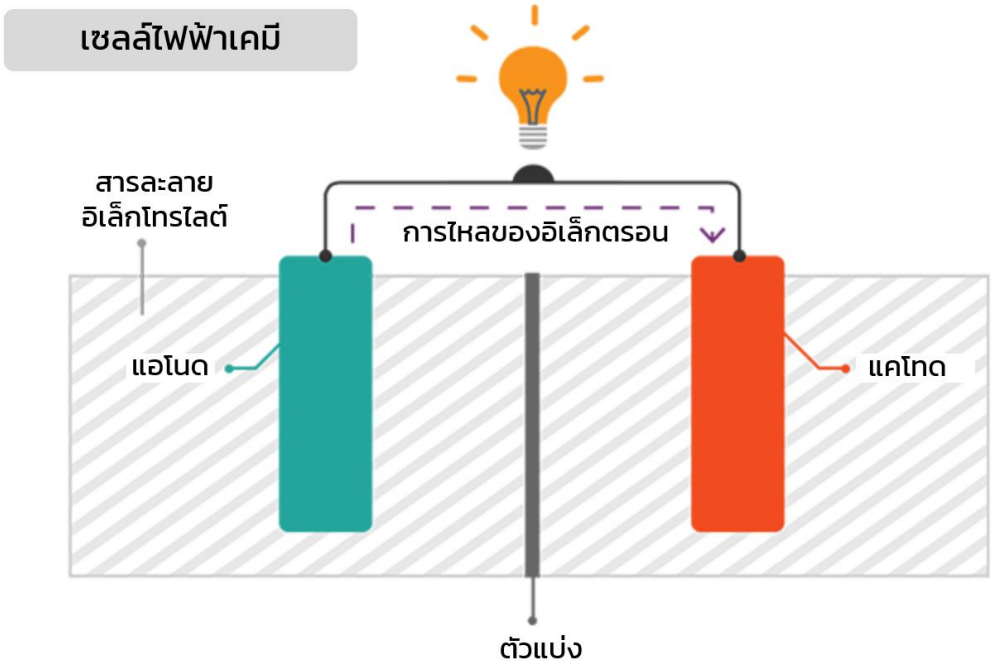
แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี(electrochemical cell) ตั้งแต่หนึ่งเซลล์ขึ้นไป โดยแต่ละเซลล์มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า (electrode) อย่างน้อยสองขั้วที่ทำจากวัสดุที่นำไฟฟ้า สารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) และตัวแบ่ง (separator) เมื่อมีการต่อขั้วทั้งสองขั้วของเซลล์ไฟฟ้าเคมีด้วยตัวนำไฟฟ้า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งโดยทิศทางการเคลื่อนที่จะขึ้นกับสมบัติของขั้วไฟฟ้าและสารอิเล็กโทรไลต์ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอย่างต่อเนื่องระหว่างขั้วทั้งสองของเซลล์ไฟฟ้าเคมีผ่านตัวนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่นำไปใช้งานได้ จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปองค์ประกอบหลักของแบตเตอรี่ได้ 4 องค์ประกอบหลัก ดังภาพที่ 2.4

2.2.1 ขั้วลบ หรือ แอโนด (anode) เป็นขั้วที่เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรไลต์แล้วจะให้อิเล็กตรอน

2.2.2 ขั้วบวก หรือ แคโทด (cathode) เป็นขั้วที่เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรไลต์แล้ว จะเกิดสมบัติในการดึงดูดอิเล็กตรอน

2.2.3 อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ส่วนใหญ่เป็นสารละลายที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุที่พร้อมเคลื่อนที่หรือนำกระแสไฟฟ้า

2.2.4 ตัวแบ่ง (separator) เป็นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าทำหน้าที่แบ่งคั่นระหว่างขั้วสองขั้ว



ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบหลักของแบตเตอรี่

ที่มา : Australian Academy of Science (2566). HOW A BATTERY WORKS บทความจาก https://www.science.org.au

การจำแนกประเภทของแบตเตอรี่ตามการนำกลับมาใช้ซ้ำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ประกอบด้วย

1. แบตเตอรี่ชนิดปฐมภูมิ (Primary batteries) หรือ แบตเตอรี่ใช้แล้วทิ้ง ไม่สามารถชาร์จไฟฟ้ากลับเข้าไปใหม่ได้ เนื่องจากเมื่อปฏิกิริยาเคมีเกิดไปแล้ว จะไม่สามารถเกิดย้อนกลับได้ เช่น ถ่านไฟฉายแบบใช้แล้วทิ้ง

2. แบตเตอรี่ชนิดทุติยภูมิ (Rechargeable batteries) หรือ แบตเตอรี่ที่ชาร์จได้ สามารถอัดประจุไฟฟ้ากลับเข้าไปใหม่ได้หลังจากไฟฟ้าหมดแล้ว เนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้ สามารถเปลี่ยนกลับไปสภาพเดิมได้ด้วยการชาร์จไฟฟ้ากลับเข้าไปใหม่ด้วยอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉายแบบชาร์จซ้ำได้ แบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มือถือ เป็นต้น แบตเตอรี่แบบชาร์จไฟใหม่ได้มีหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเพียงมีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น เช่น แบตเตอรี่กรดตะกั่ว แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ และแบตเตอรี่ที่มีการไหลของส่วนเก็บพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แบตเตอรี่ที่ชาร์จไฟใหม่ได้ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ประเภท/ชื่อทั่วไป	ลักษณะการใช้ประโยชน์
แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (lead acid battery)	- การสตาร์ทเครื่องรถยนต์ รถไฟฟ้า และยานยนต์อื่นๆ - เครื่องสำรองไฟฟ้า - รถไฟฟ้าขนาดเล็ก รถกอล์ฟ รถมอเตอร์ไซค์
แบตเตอรี่นิเกิลเมทัลไฮโดรด์ (nikel-metal hydride/NiMH battery)	- อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดพกพา - รถไฮบริด - ระบบสำรองไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงานสำหรับพลังงานหมุนเวียน
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (lithium ion battery)	- อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดพกพา - รถไฟฟ้า รถไฮบริด - ระบบสำรองไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงานสำหรับพลังงานหมุนเวียน
แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (sodium-sulfur/Na-S battery)	- ระบบสำรองไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงานสำหรับพลังงานหมุนเวียน
แบตเตอรี่ที่มีการไหลของส่วนเก็บพลังงาน (redox flow battery)	- ระบบสำรองไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงานสำหรับพลังงานหมุนเวียน

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ (2566). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่ (2564) บทความจาก https://www.entec.or.th/

2.3 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion Battery)

ลิเธียมเป็นธาตุลำดับที่ 3 ในตารางธาตุ มีคุณสมบัติคือ เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาที่สุด ให้แรงดันไฟฟ้าสูง มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาทางเคมี จากคุณสมบัติต่างๆ เมื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในการผลิตแบตเตอรี่จึงทำให้กักเก็บพลังงานได้สูงและจ่ายพลังงานได้มาก เนื่องจากลิเธียมมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำและออกซิเจนได้ว่องไวและรุนแรงเช่นกัน ผู้ผลิตแบตเตอรี่ที่ใช้ลิเธียมเป็นส่วนประกอบจึงควรคำนึงถึงมาตรฐานด้านความปลอดภัยโดยเฉพาะการป้องกันอากาศและความชื้นจากภายนอกไปสัมผัสส่วนประกอบของแบตเตอรี่ เพราะถ้าหากไม่สามารถป้องกันการสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศได้ จะทำให้ลิเธียมเกิดปฏิกิริยาจนทำให้ระเบิดหรือเกิดการลุกไหมได้

2.3.1 องค์ประกอบหลักของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบหลัก

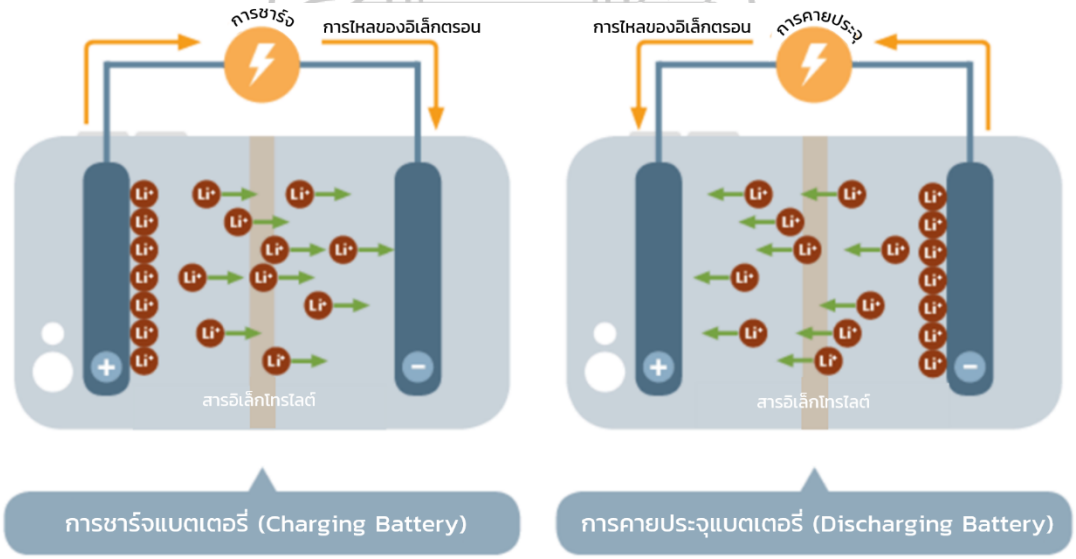
1) ขั้วไฟฟ้า (electrode) ประกอบด้วยขั้วลบ หรือ แอโนด (anode) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้วัสดุประเภทคาร์บอน และขั้วบวก หรือ แคโทด (cathode) ใช้สารประกอบของลิเธียมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการกักเก็บพลังงานของแบตเตอรี่

2) อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ส่วนใหญ่เป็นสารละลายเกลือ ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้ไอออนไหลผ่านแต่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนไหลผ่าน

3) ตัวแบ่ง (separator) ส่วนใหญ่ใช้เป็นพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) หรือ พอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) ทำหน้าที่คั่นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเพื่อป้องกันการสัมผัสกันจนเกิดการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้า

4) ตัวรับกระแส (current collector) เป็นส่วนโลหะตัวนำที่ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนไหลผ่านออกสู่วงจรภายนอกและเกิดการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้

2.3.2 หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน อาศัยการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแบ่งเป็น (1) การชาร์จ หรือขณะอัดประจุไฟฟ้า (charging battery) โดยจะเกิดปฏิกิริยาทำให้ไอออนของลิเธียมจะเคลื่อนออกจากขั้วบวก ผ่านตัวแบ่งหรือแผ่นกั้น เข้าสู่ขั้วลบ (2) ขณะคายประจุไฟฟ้าหรือขณะใช้งาน (discharge battery) เมื่อมีการใช้งานแบตเตอรี่ปฏิกิริยาจะเคลื่อนที่จากขั้วลบผ่านตัวแบ่งหรือแผ่นกั้น ไปยังขั้วบวก ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ที่มา : Val de Marne University. Electrochemical properties of vanadium oxide-based cathode materials for Li/Na-ion batteries and Aqueous Rechargeable Zinc Batteries สืบค้นจาก https://www.theses.fr/2021PA120034.pdf

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสามารถแบ่งตามประเภทวัสดุที่นำมาใช้เป็นขั้วบวก และความสามารถในการกักเก็บพลังงาน ส่วนขั้วลบทำมาจากแกรไฟต์เป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 2.2

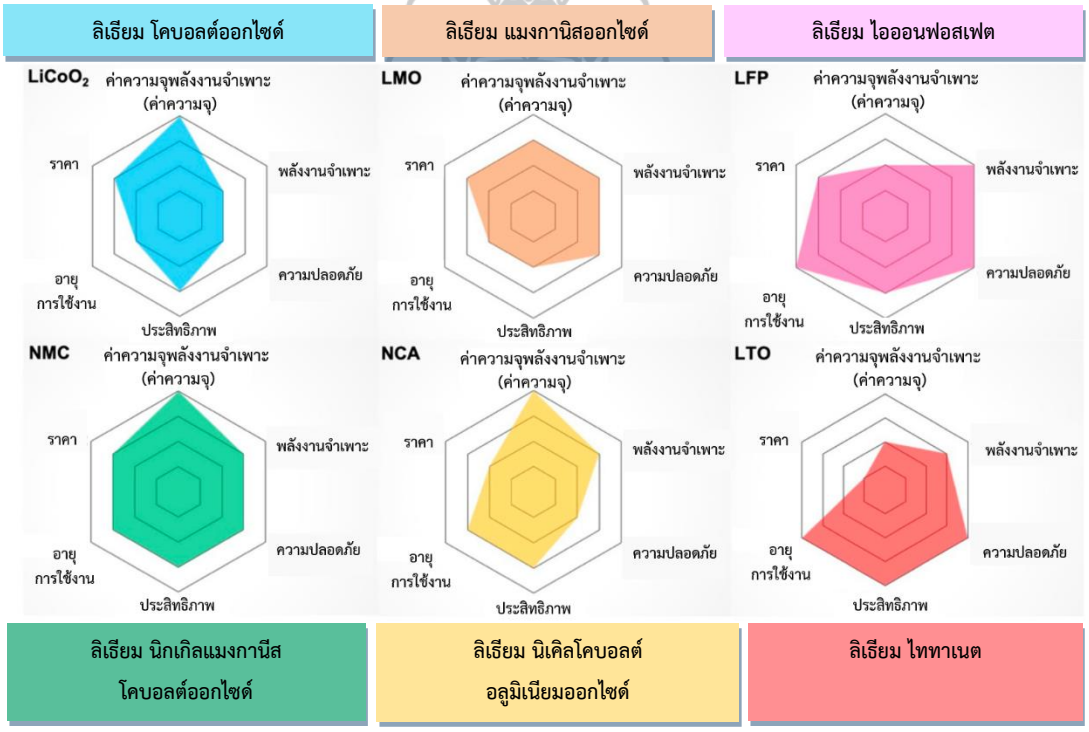
ตารางที่ 2.2 ประเภทของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

วัสดุขั้วบวกและขั้วลบ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อด้อย
+ ลิเธียม โคบอลต์ออกไซด์ - แกรไฟต์	- โทรศัพท์มือถือ - แท็บเล็ต - แล็ปท็อป - กล้องดิจิทัล	- มีค่าพลังงานจำเพาะสูง สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่กินไฟต่ำได้นาน	- อายุการใช้งานสั้นประมาณ 500-1000 รอบการชาร์จ - มีราคาค่อนข้างสูง - ทนความร้อนได้ต่ำ - ไม่เหมาะใช้งานกับอุปกรณ์ที่กินไฟสูง
+ ลิเธียม แมงกานิสออกไซด์ - แกรไฟต์	- เครื่องมือไฟฟ้าไร้สาย - อุปกรณ์การแพทย์ - รถไฟฟ้า รถไฮบริดบางรุ่น	- ชาร์จเร็ว - มีค่าพลังงานจำเพาะสูงกว่าแบตเตอรี่ LCO - มีขนาดเล็กกว่า LCO - จ่ายกระแสได้สูง	- อายุการใช้งานสั้นประมาณ 300-700 รอบการชาร์จ (สั้นที่สุดในบรรดาแบตเตอรี่ลิเธียมทั้งหมด)
+ ลิเธียม ไอออน ฟอสเฟต - แกรไฟต์	- รถยนต์ไฟฟ้า - ระบบที่ต้องการกระแสและความทนทานสูง	- อายุการใช้งานนานมากกว่า 2000 รอบการชาร์จ - ปลอดภัยและทนต่ออุณหภูมิได้สูง	- มีค่าพลังงานจำเพาะไม่สูง - ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อใช้งานในที่ที่มีอุณภูมิต่ำ - ไม่ค่อยเหมาะใช้งานที่มีการใช้งานแบบกระแสกระชากสูงๆ เช่น การสตาร์ทเครื่องยนต์
+ ลิเธียม นิกเกิล แมงกานีส โคบอลต์ออกไซด์ - แกรไฟต์	- รถยนต์ไฟฟ้า - จักรยานไฟฟ้า - ระบบสำรองไฟฟ้า	- มีค่าพลังงานจำเพาะสูง - สามารถจ่ายกระแสได้มาก - ชาร์จเร็ว - มีอายุการใช้งานนานและปลอดภัย	- มีแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ต่ำกว่า LCO เล็กน้อย
+ ลิเธียม นิเคิล โคบอลต์ อลูมิเนียมออกไซด์ - แกรไฟต์	- รถยนต์ไฟฟ้า - อุปกรณ์ทางการแพทย์ - ระบบสำรองไฟฟ้า	- มีค่าพลังงานจำเพาะสูง - สามารถจ่ายกระแสได้มาก - ชาร์จเร็ว - มีอายุการใช้งานนาน	- ความปลอดภัยต่ำกว่าชนิดอื่น - ราคาสูง

วัสดุขั้วบวกและขั้วลบ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อด้อย
+ ลิเธียม แมงกานิสออกไซด์ - ลิเธียม ไททาเนต	- รถยนต์ไฟฟ้า - ระบบสำรองไฟฟ้า - สถานีชาร์จรถไฟฟ้า	- ชาร์จเร็ว - มีช่วงอุณหภูมิใช้งานที่กว้างมาก - อายุการใช้งานนาน - มีความปลอดภัยและความเสถียรสูงที่สุด	- มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำ - ขนาดใหญ่ - ราคาสูงมาก

ที่มา : การออกแบบแท็บฟ้าของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานด้วยวิธีไฟไนท์อิลลิเมนต์แบบ 3 มิติ, หน้า 10

จากตารางที่ 2.2 สามารถสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ อายุการใช้งาน ราคา และความปลอดภัยได้ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธียมแต่ละประเภท

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Current Li-Ion Battery Technologies in Electric Vehicles and Opportunities for Advancements, หน้า 10 จาก 20 สืบค้นจาก https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666202722000751#bbib0056

2.3.3 ลักษณะของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์พกพา เครื่องใช้ไฟฟ้ารวมถึงยานยนต์ สามารถแบ่งออกเป็นหลายลักษณะ เช่น แบบกระดุม (button cell) แบบเหลี่ยม (prismatic cell) แบบทรงกระบอก (cylindrical cell) แบบกระเป๋า (pouch cell) และแบบแพ็ก (battery pack) การใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมในยานยนต์ไฟฟ้าต่างๆ นั้น จะใช้เป็นลักษณะแพ็กแบตเตอรี่ ทำให้ขนาดของแบตเตอรี่ในกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้ามีขนาดใหญ่กว่าในกลุ่มอุปกรณ์พกพาหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.3.4 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS) เป็นระบบที่ใช้ควบคุมและดูแลการทำงานของแบตเตอรี่เพื่อให้มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้อีกด้วย ซึ่งหน้าที่หลักๆ ของระบบการจัดการแบตเตอรี่ประกอบด้วย

1) ตรวจวัดและรายงานข้อมูลเกี่ยวกับสถานะปัจจุบันของแบตเตอรี่ เช่น แรงดัน (Voltage), กระแส (Current), อุณหภูมิ (Temperature) และความจุ (State of Charge - SOC) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสภาพของแบตเตอรี่ในขณะนั้น และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมวลผลในการควบคุมการทำงานของระบบให้เหมาะสม

2) ควบคุมกระบวนการชาร์จและการจ่ายไฟเพื่อป้องกันการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เช่น การชาร์จที่เร็วเกินไปหรือการจ่ายไฟที่มีกระแสสูงเกินไปที่อาจทำให้แบตเตอรี่เสียหาย

3) ควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่เพื่อป้องกันการทำงานในอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปที่อาจทำให้เกิดความเสียหาย

4) ป้องกันการทำงานในสภาวะที่เสี่ยงต่อความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบการทำงานที่ผิดปกติ และการตัดการทำงานทันทีในกรณีที่พบปัญหา

5) บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับประวัติการใช้งาน การชาร์จ และการจ่ายไฟเพื่อให้สามารถตรวจสอบประวัติการทำงานของแบตเตอรี่ได้

2.3.5 อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ส่วนใหญ่เกิดจากไฟไหม้หรือเกิดการระเบิด ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอันตรายประกอบด้วย

1) ข้อบกพร่องในการผลิต คุณภาพของแบตเตอรี่ ความผิดพลาดในกระบวนการผลิต เช่น มีการปนเปื้อนในการเติมสารอิเล็กโทรไลต์ การเลือกวัสดุที่ไม่ได้มาตรฐาน อาจทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ของเซลล์แบตเตอรี่ได้

2) ความเสียหายทางกายภาพ หรือความเสียงหายทางกลของแบตเตอรี่อาจเกิดขึ้นระหว่างประกอบ ขนส่ง หรือใช้งาน เช่น มีการกระแทกหรือชนกันอย่างรุนแรงจนทำให้แบตเตอรี่ได้รับความเสียหาย

3) การชาร์จเกิน โดยใช้กระแสไฟเกินไปหรือชาร์จเกินเวลาอาจทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนในแบตเตอรี่ ทำให้อุณหภูมิภายในเพิ่มสูงขึ้น

4) การใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง สามารถเพิ่มความร้อนภายในแบตเตอรี่ได้ เช่น เมื่อแบตเตอรี่คายประจุแล้วควรให้แบตเตอรี่ลดอุณหภูมิลงก่อนที่จะอัดประจุไฟฟ้ากลับเข้าไป

5) ความเสียหายจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม การเก็บหรือติดตั้งแบตเตอรี่ลิเธียมภายใต้อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่มีแหล่งพลังงานความร้อนจากภายนอก เช่น แดดจ้า หรือเตาหลอมความร้อน

ปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดไฟไหม้หรือการระเบิด และส่งสัญญาณในการเริ่มต้นกระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) โดยเริ่มต้นจากแบตเตอรี่มีอุณภูมิที่สูงขึ้น มีควันสีขาว และเกิดแก๊สจากไอระเหยของอิเล็กโทรไลต์ (ควันพิษ) เกิดประกายไฟ เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ เกิดลูกไฟ และเกิดการระเบิดในที่สุด กระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) จะเริ่มต้นจากเซลล์แบตเตอรี่เซลล์เดียว และเกิดปฏิกิริยาโดมิโน่ต่อไปยังเซลล์ข้างเคียงจนกว่าพลังงานในระบบจะหมดดังภาพที่ 2.7 (a) และ (b)

(a) (b)

ภาพที่ 2.7 กระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) (a) การแพร่กระจายของกระบวนการวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) ไปสู่เซลล์ถัดไป (b)
ที่มา : ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย แบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (a) และสมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA) . สืบค้นจาก https://www.testa.or.th /wp content/uploads /2022/03/PPT-Fire-Protection-for-Lithium-Ion-Battery-Energy-Storage-System.pdf (b)

3. งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ เป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงขึ้น โดยเฉพาะในยุคที่การใช้พลังงานสะอาดเป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยและทดสอบเหล่านี้ประกอบด้วยหลายขั้นตอนและมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของงานวิจัย

3.1 ประเภทของงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

3.1.1 การวิจัยวัสดุ มุ่งเน้นการพัฒนาวัสดุที่ใช้ในแบตเตอรี่ เช่น อิเล็กโทรด และอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพ การชาร์จ และความปลอดภัยของแบตเตอรี่

3.1.2 การวิจัยทางเทคโนโลยี การพัฒนาเทคโนโลยีการชาร์จเร็ว ที่สามารถลดเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่การวิจัยการจัดการพลังงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัย เป็นการทดสอบตามมาตรฐานเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้คุณภาพตามที่กำหนด และเกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินในการใช้งานผลิตภัณฑ์

3.2 ประเภทของแบตเตอรี่ที่ใช้วิจัยและทดสอบ

3.2.1 ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate : LFP) เป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพทางไฟฟ้าเคมีที่ดี มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ทำให้อัดประจุได้อย่างรวดเร็ว มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน มีความปลอดภัยและและทนต่ออุณหภูมิได้สูง แต่ความสามารถกักเก็บพลังงานต่ำ

3.2.2 ลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Nikel Manganese : NMC) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความสามารถในการกักเก็บพลังงานสูง เนื่องจากมีส่วนประกอบของโคบอลต์ มีค่าพลังงานสูง จ่ายกระแสได้สูง มีสเถียรภาพ และทนต่ออุณหภูมิได้ดีมาก

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) และลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลเปรียบเทียบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) และลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC)

ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธียม	ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP)	ลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC)
ขั้วบวก	$LiFePO_4$	$Li(Ni, Mn, Co)O_2$
ขั้วลบ	กราไฟต์	กราไฟต์
แรงดันไฟฟ้าปกติ	3.2V - 3.3V	3.6V - 3.7V
พลังงานจำเพาะ (ความจุ)	90 - 160 Wh/kg	150 - 200 Wh/kg
การคายประจุ (DOD)	90%	80%
ชาร์จ/ใช้	1C	1C
อายุการใช้งาน	> 2000 รอบ หรือ 7 – 10 ปี	1000 – 2000 รอบ หรือ 3 – 5 ปี
Thermal runaway	270 °C	210 °C
ความปลอดภัย	สูงกว่า	สูง
ราคา	ถูกลง	สูง

ที่มา : Battery University. BU-205 : Types of Lithium-ion. สืบค้นจาก Battery University

3.3 ลักษณะการประกอบแพ็กแบตเตอรี่

3.3.1 การต่อแบบอนุกรม เป็นการต่อเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (V) โดยต่อสายขั้วบวกของแบตเตอรี่เซลล์ที่หนึ่งกับขั้วลบอีกเซลล์หนึ่งไปเรื่อยๆ จนได้แรงดันไฟฟ้าตามที่ออกแบบไว้ การต่อแบบอนุกรมจะทำให้แรงดันไฟฟ้า (V) เพิ่มขึ้น แต่กระแสไฟฟ้า (A) เท่าเดิม

3.3.2 การต่อแบบขนาน เป็นการต่อเพื่อเพิ่มความจุกระแสไฟฟ้า (A) โดยต่อสายขั้วบวกของแบตเตอรี่เซลล์ที่หนึ่งกับขั้วบวกอีกเซลล์หนึ่งและต่อสายขั้วลบของแบตเตอรี่เซลล์ที่หนึ่งกับขั้วลบอีกเซลล์หนึ่งไปเรื่อยๆ การต่อแบบขนานจะทำให้กระแสไฟฟ้า (A) เพิ่มขึ้น แต่แรงดันไฟฟ้า (V) เท่าเดิม

3.3.3 การต่อแบบผสม คือการต่อแบบอนุกรมและขนาน เพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (V) และเพิ่มความจุกระแสไฟฟ้า (A) โดยต้องเชื่อมต่อแบตเตอรี่ที่มีชนิดหรือประเภทเดียวกันและมีขนาดความจุเท่ากัน

3.4 ขั้นตอนการประกอบแพ็กแบตเตอรี่

3.4.1 พิจารณาคัดเลือก เซลล์แบตเตอรี่ลิเธียมที่ได้มาตรฐาน และคุณสมบัติค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้ได้ตรงตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและประสิทธิภาพที่ดี และนำไปทดสอบตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง ก่อนนำไปประกอบเป็นแพ็กแบตเตอรี่

3.4.2 จัดกลุ่มเซลล์แบตเตอรี่ และนำมาเรียงใส่ในรางตามที่ออกแบบไว้เพื่อให้เซลล์แบตเตอรี่มีความแน่นหนาแข็งแรง และมีระยะห่างแต่ละเซลล์ทำให้เกิดการระบายความร้อนระหว่างที่มีการใช้งาน

3.4.3 เชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่ ที่เรียงต่อแบบอนุกรม และแบบขนาน โดยใช้วิธีการเชื่อมที่เหมาะสม เพื่อให้แผ่นนิเกิลยึดติดแน่นกับขั้วเซลล์แบตเตอรี่ จากนั้นให้ตรวจสอบความถูกต้องของการสปอต และค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าว่าเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

3.4.4 ติดตั้งระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS) โดยบัดกรีสาย BMS เข้ากับแพ็กแบตเตอรี่ที่ได้แพ็กไว้ จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องด้านกายภาพ คุณสมบัติทางไฟฟ้า และเก็บสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ

3.4.5 เชื่อมต่อสายไฟและประกอบชุดแบตเตอรี่ เชื่อมต่อสายไฟออกมาเพื่อใช้งาน และประกอบแพ็กแบตเตอรี่ลงในกล่องและนำไปทดสอบตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง ก่อนนำไปใช้ในอุปกรณ์ เครื่องมือที่ทำการศึกษาวิจัย

3.5 แนวทางการใช้งาน การจัดเก็บ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

การใช้งาน การจัดเก็บ และการขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ให้มีอายุการที่ยาวนาน และลดความเสี่ยงในการเกิดเหตุระเบิด และเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ได้อีกด้วย ผู้ศึกษาจึงรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้เป็นแนวทางอ้างอิงในการใช้งาน การจัดเก็บ และขนส่งอย่างปลอดภัย

3.5.1 แนวทางการใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมอย่างปลอดภัย

1) เลือกซื้อแบตเตอรี่จากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเชื่อถือได้ หรือได้รับรองมาตรฐาน

2) หลีกเลี่ยงการซื้อแบตเตอรี่ที่จัดส่งโดยไม่มีบรรจุภัณฑ์ป้องกัน

3) ตรวจสอบสภาพทางกายภาพของแบตเตอรี่ก่อนเริ่มใช้งาน หากพบว่าแบตเตอรี่เสียหายหรือบวม ให้หลีกเลี่ยงการใช้งานและส่งกำจัดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4) เก็บวัสดุไวไฟทั้งหมดให้ห่างจากพื้นที่ปฏิบัติงาน

5) หลีกเลี่ยงการใช้งานแบตเตอรี่ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงเกินไป ควรใช้งานในช่วงที่คู่มือแนะนำ

6) การชาร์จ เลือกใช้อุปกรณ์ชาร์จที่ได้การรับรองคุณภาพ เช่น เมื่อใช้งานแบตเตอรี่ หรือเมื่อแบตเตอรี่คายประจุแล้ว ควรให้รอให้อุณหภูมิลดลงก่อนที่จะชาร์จไฟ หรืออัดประจุไฟฟ้ากลับเข้าไป และหลีกเลี่ยงการชาร์จเกินเวลา

7) สังเกตและตรวจสอบสภาพของแบตเตอรี่เป็นประจำ เช่น การตรวจสอบทางกายภาพ และความถูกต้องของระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS)

3.5.2 แนวทางการจัดเก็บแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

1) ควรอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน แสงแดด และน้ำ
2) ชาร์จหรือคายประจุให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ 50 ก่อนเก็บในระยะยาว
3) เก็บในพื้นที่โล่ง แยกออกจากวัสดุอื่นๆ แยกจากวัสดุไวไฟ และวัตถุระเบิด
4) เก็บไว้ในที่แห้ง มีการระบายอากาศได้ดี
5) ภาชนะในการจัดเก็บสามารถป้องกันความเสียหายจากกายภาพได้ เช่น จากการกระแทกหรือการเจาะ
6) ห้ามวางของหนักซ้อนทับแบตเตอรี่
7) ห้ามเก็บในเส้นทางหนีไฟ
8) ควรหาที่ครอบป้องกันการลัดวงจรในระหว่างการเคลื่อนย้ายมาจัดเก็บ
9) มีป้ายและฉลากความปลอดภัยที่เหมาะสม
10) จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเหตุเพลิงไหม้ เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง
11) จัดเก็บตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.6 แนวทางการขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนถูกจัดเป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 9 ซึ่งหมายถึงสารหรือสิ่งของที่ขณะขนส่งมีความเป็นอันตราย กรณีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนบรรจุไม่ถูกต้อง หรือเกิดความเสียหายระหว่างการขนส่ง อาจเกิดการลัดวงจรทำให้มีอุณหภูมิสูงและมีความเสี่ยงในการติดไฟได้ ดังนั้นการขนส่งจึงต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง และต้องมีผลการทดสอบตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในคู่มือของสหประชาชาติว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตราย ในส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3 โดยมีข้อมูลสำคัญที่ต้องระบุในผลทดสอบ (UNITED NATIONS. Manual of Tests and Criteria, 2019) ดังนี้

1) ชื่อเซลล์ แบตเตอรี่ หรือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ตามความเหมาะสม
2) ข้อมูลติดต่อของผู้ผลิต ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ อีเมล และเว็บไซต์
3) ชื่อของห้องปฏิบัติการทดสอบ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ อีเมล และเว็บไซต์

4) หมายเลขเฉพาะของผลทดสอบ

5) วันที่รายงานผลทดสอบ

6) ข้อมูลคำอธิบายเซลล์ หรือแบตเตอรี่ อย่างน้อย ดังนี้

(1) ประเภทของแบตเตอรี่ เช่น เซลล์ลิเธียมไอออน หรือแบตเตอรี่

(2) มวลของเซลล์ หรือแบตเตอรี่

(3) อัตราวัตต์-ชั่วโมง หรือปริมาณลิเธียม

(4) คำอธิบายทางกายภาพของเซลล์ หรือแบตเตอรี่

(5) หมายเลขรุ่นเซลล์ หรือแบตเตอรี่ หมายเลขรุ่นผลิตภัณฑ์

7) รายการผลการดำเนินการและทดสอบ (ผ่าน/ไม่ผ่าน)

8) อ้างอิงถึงข้อกำหนดที่ใช้ทดสอบ (ถ้ามี) เช่น 38.3.3 (f)

9) อ้างอิงคู่มือการทดสอบและเกณฑ์ที่ใช้ฉบับปรับปรุงและแก้ไขเพิ่มเติม(ถ้ามี)

10) ลงนามพร้อมชื่อและตำแหน่งของผู้ลงนาม

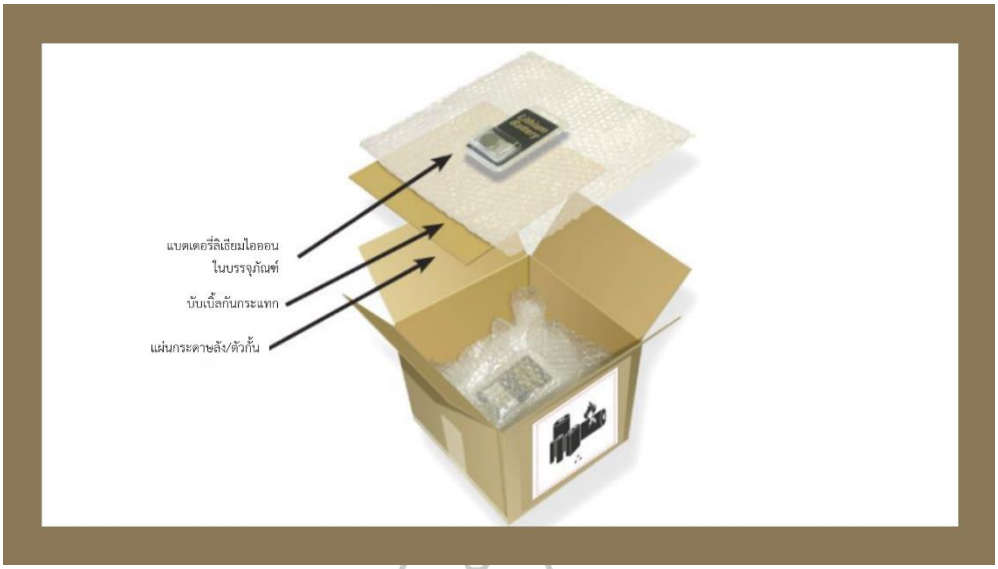
แนวทางการขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัยอ้างอิงตามลักษณะการขนส่งได้ 4 ประเภท ประกอบด้วย ทางถนน ทางอากาศ ทางทะเล ทางรถไฟ ตัวอย่างในการบรรจุแบตเตอรี่ลิเธียมเพื่อป้องกันลัดวงจรหรือป้องกันความเสียหายทางกายภาพระหว่างขนส่งแสดงดังภาพที่ 2.8 และสัญลักษณ์ที่ต้องระบุบนบรรจุภัณฑ์สรุปได้ ดังตารางที่ 2.4

3.6.1 แนวทางการขนส่งทางถนน อ้างอิงข้อตกลงเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางถนนของยุโรป (the European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road : ADR)

3.6.2 แนวทางการขนส่งทางอากาศ อ้างอิง (1) คำแนะนำทางเทคนิคสำหรับการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศอย่างปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (the International Civil Aviation Organization : ICAO) (2) คำแนะนำการขนส่งโลหะลิเธียมและแบตเตอรี่ลิเธียมของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (the International Air Transport Association : IATA)

3.6.3 แนวทางการขนส่งทางทะเล อ้างอิงข้อบังคับและข้อกำหนดตามรหัสสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศขององค์การการเดินเรือระหว่างประเทศ (the International Maritime Dangerous Goods Code : IMDG Code)

3.6.4 แนวทางการขนส่งทางรถไฟ อ้างอิงการขนส่งสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางรถไฟ (the International Carriage of Dangerous Goods by Rail : RID)



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ที่มา : The International Air Transport Association : IATA. 2024 Lithium batteries Guidance Document

ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์ที่ต้องระบุบนบรรจุภัณฑ์

เซลล์และแบตเตอรี่ทุกชนิดต้องมีผลการทดสอบตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในคู่มือของสหประชาชาติว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตราย ในส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3

ความจุของแบตเตอรี่	สัญลักษณ์ทางรถ/รถไฟ/ทะเล	สัญลักษณ์ทางอากาศ
เฉพาะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน		
เซลล์ ≤ 20 Wh; แบตเตอรี่ ≤100 Wh	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์ มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES, น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ

ความจุของแบตเตอรี่	สัญลักษณ์ทางรถ/รถไฟ/ทะเล	สัญลักษณ์ทางอากาศ
เซลล์ > 20 Wh; แบตเตอรี่ > 100 Wh	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES, น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และเครื่องมือ/อุปกรณ์ (แบตเตอรี่ไม่อยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์)		
เซลล์ ≤ 20 Wh; แบตเตอรี่ ≤100 Wh	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์
เซลล์ > 20 Wh; แบตเตอรี่ > 100 Wh	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT , น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่บรรจุอยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์		
เซลล์ ≤ 20 Wh; แบตเตอรี่ ≤100 Wh	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์
เซลล์ > 20 Wh; แบตเตอรี่ > 100 Wh	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES PACKED IN EQUIPMENT	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES PACKED IN EQUIPMENT , น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ

ที่มา : Shipping Guidelines for Lithium Ion Batteries

3.7 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลกรณีได้รับบาดเจ็บ

เป็นที่ทราบกันดีว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ค่อนข้างสูง ซึ่งสาเหตุเกิดได้จากทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ดังนั้นผู้ใช้งานควรศึกษาถึงแนวปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน การปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมทั้งควรจัดทำแผนและมาตรการในการป้องกันและระงับอัคคีภัย เพื่อให้พนักงานและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจและสามารถควบคุมเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องเพื่อลดความรุนแรงหรือความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน

3.7.1 แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ควรประกอบด้วย การตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์ ดังนี้

1) แผนตรวจตรา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันอัคคีภัย โดยกำหนดให้ตรวจเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นเชื้อเพลิงของเสียที่ติดไฟง่าย แหล่งความร้อน ความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ดับเพลิง ทางหนีไฟ การจัดเก็บก๊าซ การตรวจสอบเครื่องมือ เครื่องจักร เป็นต้น

2) แผนอบรม เป็นการอบรมให้ความรู้ทั้งในเชิงป้องกันและการปฏิบัติ เช่น การฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้น การให้ความรู้เกี่ยวกับการดับไฟแบตเตอรี่ลิเธียม เป็นต้น

3) แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย เป็นแผนที่จัดทำขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยในสถานประกอบกิจการและเป็นการสร้างความสนใจ รวมทั้งส่งเสริมในเรื่องของการป้องกันอัคคีภัยให้เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานทุกคนทุกระดับในสถานประกอบการ เช่น กิจกรรม 5 ส. กิจกรรมรณรงค์ลดการสูบบุหรี่ การจัดทำโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ต่างๆ

4) แผนการดับเพลิง เป็นแผนปฏิบัติการในการควบคุมเพลิง ณ ขณะเกิดเหตุ โดยเริ่มตั้งแต่เมื่อมีบุคลากรพบเหตุเพลิงไหม้

5) แผนการอพยพหนีไฟ มีองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ผู้อำนวยการและผู้ช่วยอพยพหนีไฟ, หน่วยตรวจสอบจำนวนพนักงาน, ผู้นำทางหนีไฟ, จุดรวมพล, หน่วยช่วยชีวิตและยานพาหนะ ในแผนควรกำหนดหน้าที่ของผู้รับผิดชอบในแต่ละหน่วยงาน

6) แผนการบรรเทาทุกข์ จะมีการประสานงานกับหน่วยช่วยเหลือภายนอก มีการสำรวจวามเสียหาย การช่วยเหลือ ปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บ การประเมินผลการปฏิบัติงานและรายงานสถานการณ์เพลิงไหม้ รวมทั้งการแก้ไขปรับปรุงปัญหาให้องค์กรสามารถดำเนินกิจการได้โดยเร็ว

3.7.2 มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย เพื่อให้ชีวิตและทรัพยสินทั้งหมดในหน่วยงานมีความปลอดภัย ควรได้มีการกำหนดมาตรการป้องกันและระงับอัคคีภัย ดังนี้

1) มีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย จัดหาอุปกรณ์ดับเพลิง ติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การติดตั้งระบบการป้องกันฟ้าผ่า การกำจัดของเสียที่ติดไฟง่าย

2) มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย

3) มีช่องทางเพื่อผ่านสู่ทางออกตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

4) บริเวณที่มีเครื่องจักรติดตั้งอยู่ วัตถุสิ่งของ ผนัง หรือสิ่งอื่นนั้นต้องจัดให้มีช่องผ่านสู่ทางออกให้มีความกว้างตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

5) มีทางออกทุกห้องหรือทุกส่วนงานอย่างน้อยสองทางที่สามารถอพยพคนออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาทีอย่างปลอดภัย โดยทางออกสุดท้ายเป็นทางที่ไปสู่บริเวณปลอดภัย เช่น ถนน สนาม เป็นต้น

6) ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเห็นได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งของกีดขวาง สามารถใช้เปิดเข้า - ออก ได้ ไม่ล็อค ผูกปิด ล่ามโซ่ หรือปิดตายขณะมีการปฏิบัติงาน

7) แยกวัตถุที่เมื่อรวมกันแล้วเกิดการลุกไหม้ โดยแยกเก็บไม่ให้มีการปนกัน

8) แยกการจัดเก็บวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิด รวมถึงวัตถุที่อยู่รวมกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยา โดยจัดเก็บในห้องที่มีผนังทนไฟ ประตูทนไฟ และปิดกุญแจทุกครั้งเมื่อไม่มีการปฏิบัติงานในห้องนั้นแล้ว

9) มีการจัดทำป้าย“ห้ามสูบบุหรี่” บริเวณห้องเก็บวัตถุไวไฟ

10) มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือ และระบบน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ประกอบ เตรียมน้ำสำรองสำหรับไว้ใช้ในกรณีเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ ข้อต่อ สายส่งน้ำดับเพลิงเข้าอาคาร และภายในอาคารเป็นแบบเดียว หรือขนาดเท่ากันกับที่ใช้ในหน่วยงานดับเพลิงของทางราชการ โดยติดตั้งในที่ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งของกีดขวาง รวมทั้งมีการตรวจตราและซ่อมบำรุงตามรอบที่กำหนด

11) สายส่งน้ำดับเพลิงมีความยาว หรือต่อกันได้ความยาวที่เพียงพอต่อการควบคุมบริเวณที่เกิดเหตุเพลิงไหม้

12) ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ ปั๊มน้ำ และการติดตั้ง ได้รับการตรวจรับรองจากวิศวกรโยธาและมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

13) พนักงานเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นจากหน่วยงานที่กำหนด ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาล และการ ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน

14) มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ที่ใช้ในการดับเพลิง และการฝึกซ้อมดับเพลิงโดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อนหรือควันพิษ ไว้เพื่อให้พนักงานที่ใช้ในการดับเพลิง

15) มีการทดสอบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หรือตามที่กฎหมายกำหนด

16) มีการกำหนดกลุ่มบุคลากรเพื่อทำงานที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย

17) จัดให้มีการฝึกซ้อมอพยพออกจากอาคารไปตามเส้นทางหนีไฟอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

3.7.3 **ขั้นตอนการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลกรณีได้รับบาดเจ็บ**

1) ผู้ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ เมื่อพบเหตุการณ์เพลิงไหม้ให้ (1) โทรแจ้งผู้เกี่ยวข้องเพื่อขอความช่วยเหลือโดยเร็ว (2) ปิดเบรกเกอร์เพื่อตัดไฟฟ้าและเข้าทำการระงับเหตุเบื้องต้นโดย (3) ใช้น้ำควบคุมเพลิง (4) กรณีเจ้าหน้าที่ระงับเหตุฉุกเฉินประเมินแล้วพบว่าไม่สามารถควบคุมเหตุการณ์ได้ต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุไว้ เช่น กดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เพื่อให้บุคคลากรอพยพออกจากอาคารไปที่จุดรวมพล โทรแจ้งหน่วยงานดับเพลิงเพื่อเข้าควบคุมเหตุการณ์ เป็นต้น

2) ผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคาร เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้ (1) อพยพตามเส้นทางหนีไฟ โดยการเดินเร็วไปที่จุดรวมพลของอาคารที่กำหนดไว้ (2) เมื่อถึงจุดรวมพลแล้วให้รายงานต่อผู้ตรวจสอบคนประจำห้อง/ชั้น ว่าบุคคลากรในพื้นที่รับผิดชอบอพยพมาครบถ้วนหรือไม่ (3) รอจนกว่าเหตุการณ์จะเข้าสู่ภาวะปกติ และผู้อำนวยการประเมินสถานการณ์ว่ามีความปลอดภัยและสั่งยกเลิกแผนฉุกเฉินให้กลับเข้าทำงานได้ตามปกติ จึงกลับเข้าพื้นที่ปฏิบัติงานหรือแยกย้ายไปพื้นที่อื่นได้

3) กรณีมีผู้ได้รับบาดเจ็บ ทีมชุดเคลื่อนย้ายและช่วยเหลือผู้ประสบภัยและทีมชุดปฐมพยาบาลพร้อมอุปกรณ์เข้าช่วยเหลือ (1) เคลื่อนย้ายผู้บาดเจ็บออกจากที่เกิดเหตุหรือแหล่งที่มีความร้อน (2) ถอดเสื้อผ้า เครื่องประดับที่อยู่ใกล้แผลไฟไหม้ออก (3) ทำให้แผลมีอุณหภูมิลดลง โดยเปิดน้ำอุณหภูมิปกติไหลผ่าน หรือแช่อวัยวะส่วนที่เป็นแผลลงในน้ำสะอาดประมาณ 15-20 นาที หรือจนกว่าอาการปวดแสบปวดร้อนจะลดลง (4) ปิดแผลด้วยผ้าก๊อซหรือผ้าแห้งสะอาด และ (5) นำส่งโรงพยาบาลหากต้องได้รับการรักษาพยาบาลทางการแพทย์

3.8 การจัดการของเสียอันตราย

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนถูกจัดเป็นของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยวิธีการฝังกลบหรือการเผาแบบปกติได้ เนื่องจากองค์ประกอบของโลหะ สารอิเล็กโทรไลต์ หรือสารอินทรีย์ที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ หากนำไปฝังกลบนอกจากจะไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติแล้วอาจเกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย หรือหากนำไปเผาก็จะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้

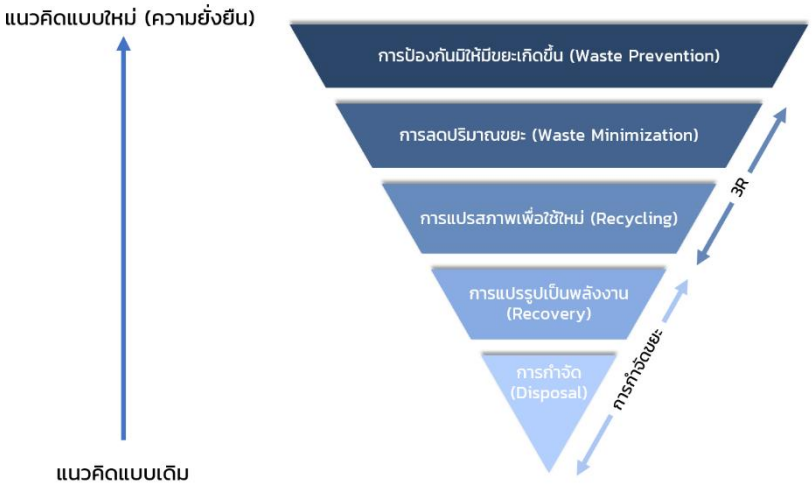
ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่รองรับเรื่องการจัดการแบตเตอรี่โดยเฉพาะ แต่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 และ พ.ศ. 2561, พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535, พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 และอยู่ในระหว่างผลักดันออกกฎหมายเพื่อบังคับใช้ ได้แก่ ร่าง กฎหมายพระราชบัญญัติการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และซากผลิตภัณฑ์อื่น ที่กำหนดมาตรการจัดเก็บ รวบรวม และกำจัดอย่างเป็นระบบ ให้มีการควบคุมการจัดการซากผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการตลอดวงจรวัฏจักรของผลติภัณฑ์ ตั้งแต่การผลิต การจำหน่าย การเก็บรวบรวม การนำไปกำจัด ตลอดจนการนำกลับมาใช้ใหม่

3.8.1 สถานการณ์ปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

กรมควบคุมมลพิษ (2565) ได้รายงานปริมาณของเสียอันตรายจากชุมชนในปี 2565 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากปี 2564 ร้อยละ 0.99 โดยส่วนใหญ่เป็นซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment: WEEE) คิดเป็นร้อยละ 65 และของเสียอันตรายประเภทอื่นๆ เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ คิดเป็นร้อยละ 35 จากสรุปรายงานฉบับดังกล่าวยังพบว่าซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นมีการกำจัดอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ผลิต/ผู้จำหน่าย และโรงงานถอดแยกชิ้นส่วนเพื่อนำไปรีไซเคิล คิดเป็นร้อยละ 10 ที่เหลือร้อยละ 90 พบว่ามีการจัดการอย่างไม่ถูกต้อง เช่น การเผากลางแจ้งหรือทิ้งรวมในสถานที่กำจัดขยะชุมชน และพื้นที่รกร้าง ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารอันตรายและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ประเด็นสำคัญที่ส่งผลให้การบริหารจัดการของเสียอันตรายจากชุมชนไม่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย (1) การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้อย่างต่อเนื่อง (2) ประชาชนบางส่วนขาดความตระหนักในการคัดแยกของเสียอันตรายออกจากขยะมูลฝอยทั่วไป (3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางส่วนขาดความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการจัดการของเสียอันตราย ทำให้การวางแผน รณรงค์ และการคัดแยกที่ต้นทางมีข้อจำกัด (4) โรงงานกำจัดของเสียอันตรายมีจำนวนไม่เพียงพอ ส่งผลให้การกำจัดของเสียอันตรายมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง (5) ระบบในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำปริมาณของเสียของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่เป็นระบบ และไม่เชื่อมโยงกันทำให้การบริหารจัดการของเสียอันตรายยังไม่บรรลุเป้าหมาย ดังนั้น การจัดการของเสียอันตรายจึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง อาทิ ภาครัฐ ภาคเอกชน ประชาชน เพื่อควบคุมให้มีการจัดการของเสียอันตรายให้ถูกวิธี โดยใช้หลักการตามหลักสากล เช่น แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว (BCG Model) , หลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) , หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Pollution Pays Principles : PPP) , การมีส่วนร่วมของภาครัฐและภาคเอกชนในการจัดการขยะ (Public Private Partnership) , หลักการขยายขอบเขตความรับผิดชอบของผู้ผลิต

ตามหลักการ (Extended Producer Responsibility : EPR) และของผู้บริโภคตามหลักการ (Extended Consumer Responsibility : ECR)

ตามแผนปฏิบัติการด้านการจัดการขยะของประเทศ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2565 - 2570) ได้กำหนดมาตรการในการจัดการของเสียอันตรายไว้ 3 มาตรการ ได้แก่ การจัดการขยะจากต้นทาง การเพิ่มประสิทธิภาพระบบกำจัดขยะ และการพัฒนาเครื่องมือบริหารจัดการขยะ โดยมีเป้าหมายให้ของเสียอันตรายจากชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ภายในพ.ศ. 2570 ภายใต้กรอบแนวคิดการจัดลำดับความสำคัญของการจัดการขยะรูปแบบใหม่ (The Waste Management Hierarchy) แสดงดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การจัดการขยะรูปแบบใหม่ (The Waste Management Hierarchy)
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. แผนปฏิบัติการด้านการจัดการขยะของประเทศฉบับ 2 พ.ศ. 2565 - 2570. หน้าที่ 5-2

3.8.2 การกำจัดและทำลายซากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

จากการศึกษาสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเธียมเป็นองค์ประกอบในประเทศไทย (2562) พบว่าการกำจัดหรือการทำลายซากแบตเตอรี่แบ่งออกได้เป็น 4 วิธีการ คือ

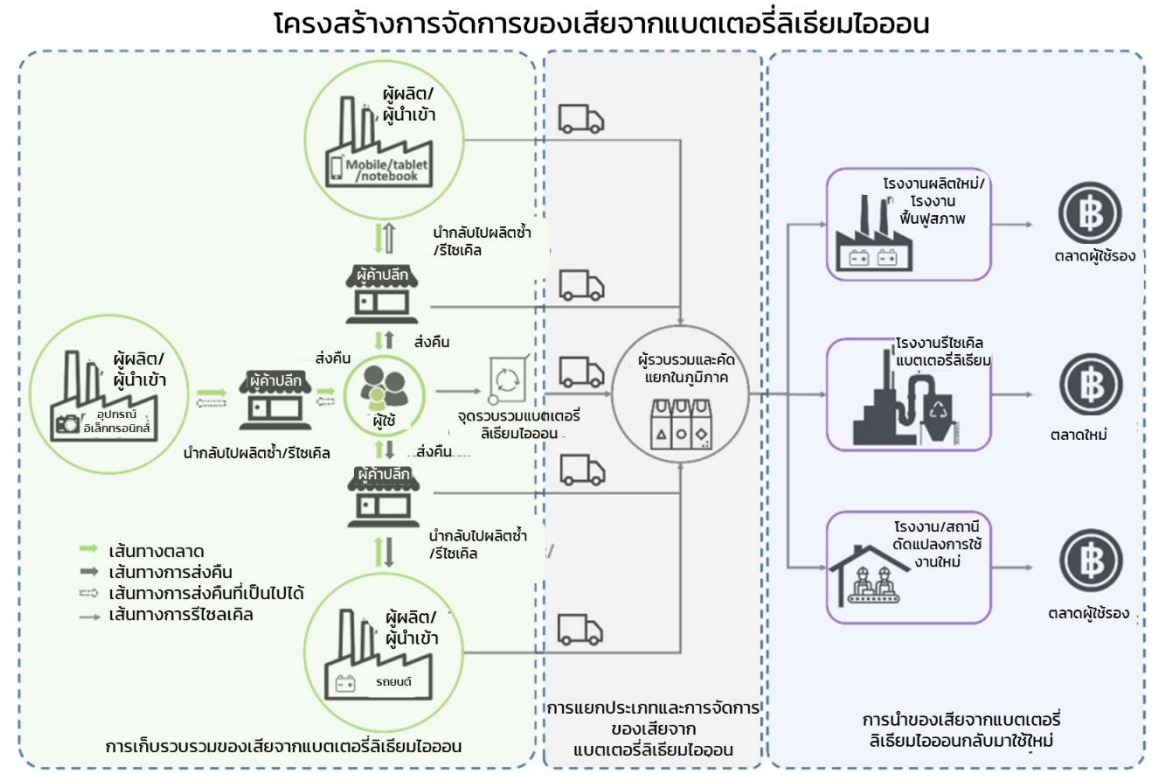
1) *การฝังกลบ (landfill)* โดยนำไปฝังกลบในบริเวณที่ได้รับอนุญาต

2) *การทำให้เสถียร (stabilization)* โดยการทำให้แบตเตอรี่เกิดสภาวะเสถียรก่อนนำไปฝังกลบ เพื่อลดการปนเปื้อนของโลหะลงสู่สิ่งแวดล้อม

3) *การเผากำจัด (incineration)* ด้วยความร้อนสูง ซึ่งต้องการระบบบำบัดอากาศที่ดีเพื่อลดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศสู่สิ่งแวดล้อม

4) การรีไซเคิล (recycling) โดยใช้กรรมวิธีทางความร้อนและสารละลายเพื่อนำโลหะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

นโยบายและมาตรการต่างๆ จากภาครัฐ การสร้างความตระหนัก และการสร้างการมีส่วนร่วมของคนในสังคมทุกภาคส่วน รวมทั้งการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในการบริหารจัดการซากของเสียอิเล็กทรอนิกส์และแบตเตอรี่นั้น ถือเป็นส่วนสำคัญซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ (1) การรวบรวมและเรียกคืนซากแบตเตอรี่ลิเธียม (LIB waste collection) (2) การคัดแยกซากแบตเตอรี่ลิเธียมและจัดระบบสินค้าคงคลัง (LIB waste separation and inventory) และ (3) การนำซากแบตเตอรี่กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (LIB waste recovery) ระบบการบริหารจัดการซากแบตเตอรี่ลิเธียมเชิงบรูณาการมีผู้เกี่ยวข้องในภาคส่วนต่างๆ ประกอบด้วย ผู้ผลิต/ผู้นำเข้า ผู้จัดจำหน่าย ผู้รวบรวม ผู้คัดแยก ผู้นำซากแบตเตอรี่ลิเธียมไปใช้ประโยชน์ใหม่ และสุดท้ายคือผู้นำผลิตภัณฑ์จากที่ผ่านกระบวนการแล้วไปใช้ต่อ ซึ่งสามารถสรุประบบการบริหารจัดการซากแบตเตอรี่ลิเธียมเชิงบรูณาการ ได้ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 การบริหารจัดการซากของเสียแบตเตอรี่ลิเธียมเชิงบรูณาการ

ที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. การศึกษาสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเธียมเป็นองค์ประกอบในประเทศไทย. หน้า 4-14

3.8.3 แนวทางการทิ้งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

จากข้อมูลการรายงานปริมาณของเสียอันตรายในชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2565 พบว่าส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment: WEEE) ซึ่งมีการบริหารจัดการอย่างไม่ถูกต้องถึงร้อยละ 90 ผู้ศึกษาจึงรวบรวมข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทิ้งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย จากข้อมูลคำแนะนำเรื่องการรีไซเคิลและการกำจัดแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนของกระทรวงคมนาคมในประเทศสหรัฐอเมริกา (2565) กล่าวได้ว่าผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้งานควรจำแนกประเภทแบตเตอรี่ลิเธียมที่จะนำไปรีไซเคิลหรือกำจัด ออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่

1) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่หมดอายุการใช้งาน (ไม่มีความเสียหาย)

(1) ควรแยกแบตเตอรี่ออกจากอุปกรณ์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า หรือหากบรรจุอยู่ในอุปกรณ์ต้องบรรจุในลักษณะป้องกัน การลัดวงจร, ป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้าย และป้องกันการเปิดใช้งานอุปกรณ์โดยไม่ตั้งใจ

(2) การบรรจุเซลล์หรือแพ็กแบตเตอรี่เพื่อขนส่งไปรีไซเคิลหรือกำจัด

ก. ตรวจสอบการป้องกันขั้นบวกและขั้วลบสัมผัสกัน เช่น บรรจุเซลล์แบตเตอรี่ในถุงซิปล็อค หรือใช้เทปปิดบริเวณขั้วของเซลล์ เป็นต้น

ข. บรรจุภัณฑ์จะต้องป้องกันแรงกระแทก การเปลี่ยนแปลงของความชื้นและความดัน การสั่นสะเทือนที่อาจพบในระหว่างที่ทำการขนส่ง

ค. ทำเครื่องหมายบรรจุภัณฑ์ด้านนอกว่าระบุข้อความมาตรฐานการขนส่งที่เกี่ยวข้อง

(3) ติดต่อบริษัทที่รับคืนแบตเตอรี่ที่หมดอายุการใช้งานเพื่อนำไปรีไซเคิลหรือกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

2) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่เสื่อมสภาพ มีความเสียหาย เช่น บวม ชาร์จไฟไม่ได้ หรือบริษัทถูกเรียกคืน

(1) แยกแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพออกจากแบตเตอรี่ที่หมดอายุการใช้งาน เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการลัดวงจร, พบความร้อนสูง หรือเกิดไฟไหม้ขณะขนส่งได้

(2) การบรรจุเซลล์หรือแพ็กแบตเตอรี่เพื่อขนส่งไปยังผู้ผลิต

ก. เซลล์หรือแบตเตอรี่แต่ละเซลล์จะต้องอยู่ในบรรจุภัณฑ์ภายในที่ไม่ใช่โลหะซึ่งปิดล้อมเซลล์หรือแบตเตอรี่ไว้อย่างสมบูรณ์

ข. บรรจุภัณฑ์ภายในจะต้องล้อมรอบด้วยวัสดุกันกระแทกที่ไม่ติดไฟไม่นำไฟฟ้า

ค. ทำเครื่องหมายบรรจุภัณฑ์ด้านนอกว่าระบุข้อความ “แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่เสียหาย/ชำรุด” และ/หรือ “แบตเตอรี่ลิเธียมโลหะที่เสียหาย/ชำรุด”

(3) ติดต่อบริษัทที่เรียกคืนแบตเตอรี่ หรือบริษัทรับกำจัดแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ เพื่อนำไปกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

4. กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เป็นกฎหมายที่กำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติในการปกป้องสุขภาพและความปลอดภัยของพนักงานในสถานที่ทำงาน รวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยจากการทำงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่านายจ้างจัดหาสถานที่ทำงานที่ปลอดภัยและมีสุขอนามัยที่ดีให้แก่พนักงาน กฎหมายหลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สรุปได้ดังนี้

4.1 พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้

“ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน” หมายความว่า การกระทำหรือสภาพการทำงานซึ่งปลอดจากเหตุอันจะทำให้เกิดการประสบอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย จิตใจหรือสุขภาพอนามัยอันเนื่องจากการทำงานหรือเกี่ยวกับการทำงาน

“นายจ้าง” หมายความว่า นายจ้างตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองแรงงานและให้หมายความรวมถึง ผู้ประกอบกิจการซึ่งยอมให้บุคคลหนึ่งบุคคลใดมาทำงานหรือทำผลประโยชน์ให้แก่หรือในสถานประกอบกิจการ ไม่ว่าการทำงานหรือการทำผลประโยชน์นั้นจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดหรือทั้งหมดในกระบวนการผลิตหรือธุรกิจในความรับผิดชอบของผู้ประกอบกิจการนั้นหรือไม่ก็ตาม

“ลูกจ้าง” หมายความว่า ลูกจ้างตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองแรงงานและให้หมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับความยินยอมให้ทำงานหรือทำผลประโยชน์ให้แก่หรือในสถานประกอบกิจการของนายจ้างไม่ว่าจะเรียกชื่ออย่างไรก็ตาม

“ผู้บริหาร” หมายความว่า ลูกจ้างตั้งแต่ระดับผู้จัดการในหน่วยงานขึ้นไป

“หัวหน้างาน” หมายความว่า ลูกจ้างซึ่งทำหน้าที่ควบคุม ดูแล บังคับบัญชาหรือสั่งให้ลูกจ้างทำงานตามหน้าที่ของหน่วยงาน

“เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน” หมายความว่า ลูกจ้างซึ่งนายจ้างแต่งตั้งให้ปฏิบัติหน้าที่ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานตามพระราชบัญญัตินี้

“สถานประกอบกิจการ” หมายความว่า หน่วยงานแต่ละแห่งของนายจ้างที่มีลูกจ้างทำงานอยู่ในหน่วยงาน

“คณะกรรมการ” หมายความว่า คณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

มาตรา 8 ให้นายจ้างบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 13 ให้นายจ้างจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน บุคลากรหน่วยงานหรือคณะบุคคลเพื่อดำเนินการด้านความปลอดภัยในสถานประกอบกิจการตามหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 17 ให้นายจ้างติดประกาศสัญลักษณ์เตือนอันตรายและเครื่องหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน รวมทั้งข้อความแสดงสิทธิและหน้าที่ของนายจ้างและลูกจ้างตามที่อธิบดีประกาศกำหนดในที่ที่เห็นได้ง่าย ณ สถานประกอบกิจการ

มาตรา 22 ให้นายจ้างจัดและดูแลให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ได้มาตรฐานตามที่อธิบดีประกาศกำหนด ลูกจ้างมีหน้าที่สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและดูแลรักษาอุปกรณ์ตามวรรคหนึ่งให้สามารถใช้งานได้ตามสภาพและลักษณะของงานตลอดระยะเวลาทำงาน ในกรณีที่ลูกจ้างไม่สวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าว ให้นายจ้างสั่งให้ลูกจ้างหยุดการทำงานนั้นจนกว่าลูกจ้างจะสวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าว

มาตรา 32 เพื่อประโยชน์ในการควบคุม กำกับ ดูแลการดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ให้นายจ้างดำเนินการดังต่อไปนี้ (1) จัดให้มีการประเมินอันตราย (2) ศึกษาผลกระทบของสภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีผลต่อลูกจ้าง (3) จัดทำแผนการดำเนินงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานและจัดทำแผนการควบคุมดูแลลูกจ้างและสถานประกอบกิจการ (4) ส่งผลการประเมินอันตราย การศึกษาผลกระทบ แผนการดำเนินงานและแผนการควบคุมให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง

การปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ถือเป็นการสร้างความมั่นใจว่า สถานที่ทำงานมีมาตรการป้องกันและส่งเสริมความปลอดภัยในระดับที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยจากการทำงาน

4.2 กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

“วัตถุไวไฟ” หมายความว่า วัตถุที่มีคุณสมบัติติดไฟได้ง่ายและสันดาปเร็ว

“เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้” หมายความว่า เครื่องดับเพลิงซึ่งมีลักษณะเป็นอุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก และใช้งานด้วยมือ ภายในบรรจุสารดับเพลิงซึ่งสามารถขับออกได้โดยใช้แรงดันเช่น เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ แบบยกหิ้ว แบบลากเข็น หรือลักษณะอื่นใดที่คล้ายกัน

ข้อ 2 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบกิจการตามกฎกระทรวงนี้ และต้องดูแลระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ข้อ 3 ในสถานประกอบกิจการทุกแห่ง ให้นายจ้างจัดทำป้ายข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการดับเพลิงและการอพยพหนีไฟ และปิดประกาศให้เห็นได้อย่างชัดเจน

ข้อ 4 ในสถานประกอบกิจการที่มีลูกจ้างตั้งแต่สิบคนขึ้นไป นอกจากต้องปฏิบัติตามข้อ 3 แล้วให้นายจ้างจัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ประกอบด้วยการตรวจตรา การอบรมการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์

ข้อ 7 ให้นายจ้างจัดเก็บซึ่งเมื่อรวมกันแล้วจะเกิดการลุกไหม้หรืออาจก่อให้เกิดการลุกไหม้ ให้แยกเก็บโดยมิให้ปะปนกัน

ข้อ 8 ให้นายจ้างจัดให้มีเส้นทางหนีไฟทุกชั้นของอาคารอย่างน้อยชั้นละสองเส้นทางซึ่งสามารถอพยพลูกจ้างที่ทำงานในเวลาเดียวกันทั้งหมดสู่จุดที่ปลอดภัยได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาที เส้นทางหนีไฟจากจุดที่ลูกจ้างทำงานไปสู่จุดที่ปลอดภัยต้องปราศจากสิ่งกีดขวาง

ข้อ 11 ให้นายจ้างจัดให้มีป้ายบอกทางหนีไฟ

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบเพื่อใช้ในการดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงขั้นต้นได้อย่างเพียงพอในทุกส่วนของอาคาร

ข้อ 13 ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้

ข้อ 19 ในกรณีที่นายจ้างมี เก็บ หรือขนถ่ายวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดจะต้องดำเนินการอย่างปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย วัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิด

ข้อ 27 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างไม่น้อยกว่าร้อยละสี่สิบของจำนวนลูกจ้างในแต่ละหน่วยงานของสถานประกอบกิจการรับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้น

ข้อ 30 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างทุกคนฝึกซ้อมดับเพลิงและฝึกซ้อมอพยพหนีไฟพร้อมกันอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

4.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ. 2558

ข้อ 2 ในประกาศนี้

“วัตถุอันตราย” หมายความว่า วัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย ออกตามความในมาตรา 18 วรรคสองแห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

“การขนส่ง” หมายความว่า การขนส่งวัตถุอันตราย รวมทั้งการจัดเก็บวัตถุอันตรายชั่วคราวระหว่างต้นทางถึงปลายทาง

“ผู้ขนส่ง” หมายความว่า บุคคลที่ทำการขนส่ง และให้หมายความรวมถึงผู้ผลิต ผู้นำเข้าผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองที่ทำการขนส่งวัตถุอันตรายของตนเองด้วย และในกรณีที่มีการว่าจ้างเหมาช่วงสำหรับการขนส่ง ให้หมายความรวมถึง ผู้รับจ้างเหมาช่วง ไม่ว่าจะมีการเหมาช่วงกันไปกี่ทอดก็ตาม

“ผู้รับวัตถุอันตราย” หมายความว่า บุคคลที่รับวัตถุอันตรายจากผู้ขนส่ง

“ป้าย” หมายความว่า สิ่งที่ทำขึ้น ประกอบด้วยสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ ซึ่งติดไว้บนผิวนอกของภาชนะบรรจุที่ใช้ในการขนส่งหรือพาหนะ เพื่อแสดงความเป็นอันตรายของวัตถุอันตรายที่ขนส่ง

“เครื่องหมาย” หมายความว่า สิ่งที่ทำขึ้น ประกอบด้วย ชื่อที่ถูกต้องของวัตถุอันตรายและหมายเลขสหประชาชาติ รวมทั้งสัญลักษณ์ หรือข้อความอื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในฉลากและป้ายซึ่งติดไว้ที่หีบห่อ หรือบนผิวนอกของภาชนะบรรจุ หรือพาหนะ เพื่อเตือนถึงอันตรายของวัตถุอันตรายนั้น

“ภาชนะบรรจุ” หมายความว่า ภาชนะที่มีลักษณะปิดและทำหน้าที่กักเก็บวัตถุอันตรายอย่างปลอดภัย ทั้งนี้ รูปแบบของภาชนะเป็นไปตามลักษณะและสถานะของวัตถุอันตรายที่ทำการบรรจุและหมายความรวมถึง บรรจุภัณฑ์ หีบห่อ และแท็งก์

“บรรจุภัณฑ์” (Packaging) หมายความว่า ภาชนะหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าหนึ่งหน่วยก็ได้รวมถึงส่วนประกอบหรือวัสดุอื่น ๆ ที่จำเป็นในการทำหน้าที่กักเก็บหรือบรรจุวัตถุอันตราย ซึ่งอาจมีลักษณะเป็น บรรจุภัณฑ์ชนิดไอบีซี (Intermediate Bulk Containers: IBCs) และบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ (Large Package)

“หีบห่อ” (Package) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีการบรรจุเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยภาชนะและวัตถุอันตรายที่บรรจุอยู่ภายในที่พร้อมสำหรับการขนส่ง รวมถึงภาชนะปิดสำหรับบรรจุก๊าซสิ่งของ ที่มีขนาด มวล หรือรูปร่างที่อาจจะต้องทำการขนส่งโดยไม่ต้องมีการบรรจุหีบห่อ หรือขนส่งโดยบรรจุไว้บนแคร่ ลังโปร่ง หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการขนย้ายอื่น ๆ แต่ไม่รวมถึงวัตถุอันตรายที่ทำการขนส่งแบบเทกอง หรือในแท็งก์

ข้อ 3 ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก ผู้มีไว้ในครอบครอง และผู้ขนส่ง ซึ่งวัตถุอันตรายต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์และวิธีการในการขนส่งวัตถุอันตรายที่กำหนดตามเอกสารแนบท้ายประกาศในเรื่องดังต่อไปนี้ (1) การจำแนกประเภทวัตถุอันตราย (2) ข้อกำหนดในการบรรจุวัตถุอันตรายและการใช้ภาชนะบรรจุ (3) การตรวจสอบ ทดสอบภาชนะบรรจุ (4) การติดเครื่องหมาย ฉลาก และป้าย (5) การจัดแยกและขนถ่ายวัตถุอันตราย (5) เอกสารคำแนะนำเกี่ยวกับวัตถุอันตราย

ข้อ 4 ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายที่จะขนส่งต้องมีหน้าที่ดังนี้ (1) จัดให้มีผู้ขนส่งที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนด (2) ตรวจสอบยานพาหนะให้เหมาะสมและปลอดภัยในการขนส่งวัตถุอันตราย (3) ตรวจสอบป้ายหรือเครื่องหมายแสดงการบรรทุกวัตถุอันตรายให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (4) จัดให้มีบริเวณที่จอดยานพาหนะเพื่อการขนส่ง ต้องกว้างขวางเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญหรือเป็นอุปสรรคต่อการสัญจรของสาธารณชน (5) ตรวจสอบความถูกต้องของภาชนะบรรจุ รวมทั้งฉลาก ป้าย หรือเครื่องหมายที่ติดบนภาชนะบรรจุ ฯลฯ

5. มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่นั้น มีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องหลายข้อ เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการทำงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีความปลอดภัยต่อร่างกายและทรัพย์สิน รวมทั้ง ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด มาตรฐานหลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สรุปได้ดังนี้

5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มอก. 45001 (อ้างอิงตามมาตรฐาน ISO45001)

ใช้ในการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย และการเสียชีวิตจากการทำงาน และเพื่อสร้างสถานที่ทำงานที่ปลอดภัยและสุขอนามัยที่ดีสำหรับพนักงานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคน โดยข้อกำหนดหลักของมอก.45001 ประกอบด้วย

5.1.1 บริบทขององค์กร (Context of the Organization) องค์กรต้องพิจารณาปัจจัยภายในและภายนอกที่อาจส่งผลต่อระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (OH&S) รวมถึงความต้องการและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง

5.1.2 ภาวะผู้นำ (Leadership) ผู้นำต้องแสดงความมุ่งมั่นและเป็นผู้นำในการพัฒนานโยบายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จัดสรรทรัพยากรที่จำเป็น และสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เน้นความปลอดภัย

5.1.3 การวางแผน (Planning) องค์กรต้องวางแผนระบุความเสี่ยงและโอกาสที่เกี่ยวข้องกับด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และกำหนดวิธีการจัดการความเสี่ยงเหล่านี้ รวมถึงการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และวางแผนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

5.1.4 การสนับสนุน (Support) ต้องจัดการทรัพยากรให้เพียงพอ และฝึกอบรมพนักงานเพื่อให้มีความสามารถในการปฏิบัติงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มีการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและจัดทำเอกสารที่จำเป็นเพื่อสนับสนุนระบบการจัดการ

5.1.5 การปฏิบัติการ (Operation) ต้องมีการวางแผนและดำเนินการตามแผนงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่กำหนด รวมถึงการควบคุมการดำเนินงานและการจัดการการเปลี่ยนแปลงที่อาจส่งผลต่อระบบการจัดการฯ และการเตรียมความพร้อมในการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน

5.1.6 การประเมินผลการปฏิบัติงาน (Performance Evaluation) องค์กรต้องติดตาม ตรวจสอบ และวัดผลการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องกับข้อกำหนด และการทบทวนระบบการจัดการฯ โดยผู้บริหารระดับสูง

5.1.7 การปรับปรุง (Improvement) องค์กรต้องดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการจัดการฯ โดยต้องระบุและดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องและนำบทเรียนจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงระบบ

มาตรฐานระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยช่วยให้องค์กรสามารถจัดการความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บ ส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยในองค์กร และสร้างความมั่นใจให้กับพนักงานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในความมุ่งมั่นขององค์กรในการรักษาสุขภาพและความปลอดภัยในที่ทำงาน

5.2 มาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

คือ เอกสารที่จัดทำขึ้นโดยหน่วยงานที่ได้การยอมรับ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนในปัจจุบันมีหลายประเทศได้กำหนดและประกาศใช้ ประกอบด้วย

5.2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิบรรจุอิเล็กโทรไลต์แอลคาไลน์หรืออิเล็กโทรไลต์อื่นที่ไม่เป็นกรด – ข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาและสำหรับแบตเตอรี่ทำจากเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาสำหรับการใช้งานแบบพกพา มอก.62133 (อ้างอิงตามมาตฐาน IEC 62133) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของแบตเตอรี่ชนิดรอง (Secondary Batteries) ซึ่งรวมถึงแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่ใช้ในอุปกรณ์พกพา มาตรฐานนี้กำหนดวิธีการทดสอบเพื่อประเมินความปลอดภัยของแบตเตอรี่เมื่อใช้งานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ

5.2.2 มาตรฐานการทดสอบตามข้อกำหนดของสหประชาชาติ ส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3 (UN Manual of Tests and Criteria Part III Subsection 38.3 : UN 38.3) เป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบและเกณฑ์ที่แบตเตอรี่ลิเธียมต้องผ่านตามมาตรฐานเพื่อให้สามารถขนส่งทางอากาศ, ทางทะเล, หรือทางบกได้อย่างปลอดภัย มาตรฐานนี้กำหนดให้มีการทดสอบ เช่น การสั่นสะเทือน, แรงกระแทกทางกล-การตกกระแทก, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายนอก, การป้องกันการชาร์จเกิน, การป้องกันการดิสชาร์จเกิน, การจำลองความสูง

5.2.3 มาตรฐานหรือข้อกำหนดในการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแบตเตอรี่ขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าตาม มอก.3026-2563 อ้างอิง The United Nations Economic Commission for Europe Regulation No.100: UNECE R100 เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ใช้ทดสอบความปลอดภัยของยานพาหนะไฟฟ้า มาตรฐานนี้กำหนดให้มีการทดสอบ เช่น การสั่นสะเทือน, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน, การบีบอัดแบตเตอรี่, แรงกระแทกทางกล, การทนไฟ, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายนอก, การป้องกันการชาร์จเกิน, การป้องกันการดิสชาร์จเกิน, การป้องกันอุณหภูมิเกิน

5.2.4 มาตรฐานหรือข้อกำหนดในการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า ขนาดเล็ก ตาม มอก.2952-2561 อ้างอิง The United Nations Economic Commission for Europe Regulation No.136: UNECE R136 เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ใช้ทดสอบความปลอดภัยของยานพาหนะไฟฟ้าขนาดเล็ก มาตรฐานนี้กำหนดให้มีการทดสอบ เช่น การสั่นสะเทือน, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน, การตกกระแทก, การ

กระแทกทางกล, การทนไฟ, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายนอก, การป้องกันการชาร์จเกิน, การป้องกันการดิสชาร์จเกิน, การป้องกันอุณหภูมิเกิน

มาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้าช็อตหรือเพลิงไหม้ และปกป้องผู้ขับขี่และผู้โดยสารจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าและระบบแบตเตอรี่

ซึ่งสามารถสรุปหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และมาตรฐานที่ใช้รับรอง ได้ดังภาพที่ 2.11 และตารางที่ 2.5

ภาพที่ 2.11 สรุปหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ที่มา : สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA). ดัดแปลงจากข้อมูลสัมมนาการให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน และความปลอดภัยในการใช้งานแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน. สืบค้นจาก https://www.entec.or.th/th/testa-forum-7/

ตารางที่ 2.5 สรุปมาตรฐานด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

ประเภท ชนิด/ขนาด	เซลล์, โมดูล	โมดูล, แพ็ก, ระบบ
1. ขนาดพกพา	IEC 62133-1 IEC 62133-2 TIS 2217	IEC 62133-1 IEC62133-2 TIS 2217 TIS 2879

ประเภท ชนิด/ขนาด	เซลล์, โมดูล	โมดูล, แพ็ก, ระบบ
2. รถยนต์/ยานพาหนะ	IEC 62660-2 IEC 62660-3	UNECE R100 TIS 3026
3. รถจักรยานยนต์	IEC 62660-2 IEC 62660-3	UNECE R136 TIS 2952 ISO 18243
4. ระบบกักเก็บพลังงาน/ อุตสาหกรรม การขนส่ง	IEC 62619 IEC 62281 UN 38.3	IEC 62619 IEC 63056 (ระบบกักเก็บพลังงาน) IEC 62281 UN 38.3

ที่มา : สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA). ดัดแปลงจากสัมมนาเรื่องการให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน และความปลอดภัยในการใช้งานแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน. สืบค้นจาก https://www.entec.or.th/th/testa-forum-7/

6. ข้อมูลอุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้น

อุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานแบตเตอรี่มักเกี่ยวข้องกับปัญหาด้านความปลอดภัย เช่น การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด หรือการรั่วไหลของสารเคมี ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การชาร์จเกิน การลัดวงจร การกระแทก หรือการเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่ อุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีตเป็นบทเรียนสำคัญที่แสดงถึงความจำเป็นในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่ถูกต้องและเหมาะสมอย่างเคร่งครัด ผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาและสรุปข้อมูลเหตุการณ์เพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนของหน่วยงานต่างๆ ได้ดังนี้

6.1 แนวโน้มและข้อมูลการเกิดอุบัติการณ์

จากการรวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติการณ์แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนทั่วโลกของยูแอล โซลูชั่น พบว่ามีแนวโน้มการเกิดอุบัติการณ์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สามารถเก็บรวบรวมได้ตั้งแต่ พ.ศ.2538 – พ.ศ.2566 จำนวน 9,320 เหตุการณ์ และเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในพ.ศ. 2566 (ไตรมาส 1 - ไตรมาส 3) สูงถึง 1,544 เหตุการณ์ ซึ่งสามารถแบ่ง

ประเภทของอุบัติการณ์ตามระดับความรุนแรงได้ ดังนี้ การระเบิด (explosion) คิดเป็นร้อยละ 10 , การเกิดเหตุไฟไหม้ (fire) คิดเป็นร้อยละ 85 และอื่นๆ เช่น บวม ร้อน มีควัน ร้อยละ 5 และจากสถิติพบว่ามีผู้เสียชีวิตในประเทศจีนสูงถึงร้อยละ 42 และได้รับบาดเจ็บสูงถึงร้อยละ 56 ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 รายงานอุบัติการณ์แต่ละประเทศ

ที่มา : UL Solutions. Lithium-ion Battery Incident Reporting Q3-2566 บทความจาก https://www.ul.com

ในปัจจุบันประเทศไทยเองก็เริ่มให้ความสนใจในการใช้แบตเตอรี่ลิเธียมเป็นระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงรถยนต์ไฟฟ้า รถยนต์ไฮบริด และในช่วงพ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2566 รถยนต์ไฟฟ้าของประเทศจีน และของประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มเข้ามาทำตลาดในไทย ทำให้ในปัจจุบันนี้พบรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากภาวะพลังงานที่ขาดแคลน และราคาของเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เรายังได้รับทราบการรายงานข่าวเหตุการณ์เพลิงไหม้จากการใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมในประเทศไทยอยู่หลายกรณี ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มสถิติอุบัติการณ์ดังรายงานของยูแอล โซลูชั่น

จากการศึกษาวิจัยของ Xin Lai, Jian Yao, Changoug Jin, 2022 ได้ทำการศึกษาเรื่องA Review of Lithium-Ion Battery Failure Hazards:Test Standards, Accident Analysis, and Safety Suggestions พบว่ามีแนวโน้มในการเกิดเหตุไฟไหม้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน จำนวน 22 และ 45 ครั้ง ในพ.ศ. 2560 และพ.ศ. 2561 ตามลำดับ และสูงถึง 138 ครั้ง ในพ.ศ. 2564 นอกจากนี้ในพ.ศ. 2564 ยังพบว่าเหตุเพลิงไหม้มักจะเกิดในช่วงหน้าร้อน และค่อยๆ ลดลงตามลำดับในช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศเย็นขึ้น โดยเกิดเหตุเพลิงไหม้ระหว่างรถวิ่ง ร้อยละ 33 เกิดเหตุเพลิงไหม้ขณะจอดและขณะชาร์จจำนวนเท่ากันที่ร้อยละ 27 และเกิดเหตุเพลิงไหม้จากการชนกันและอื่นๆ

ร้อยละ 13 ในการศึกษานี้ยังอธิบายถึงกระบวนการที่สำคัญ 5 ลำดับขั้น ในการเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้รถไฟฟ้าไว้ว่า ในระยะแรกจะเริ่มจากเกิดกลุ่มควันสีขาว จากนั้นจะเกิดการลุกติดไฟและมีการควบคุมเพลิงโดยใช้น้ำฉีดเพื่อลดอุณหภูมิของแบตเตอรี่ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อแบตเตอรี่ยังคงมีพลังงานไฟฟ้าอยู่ การลุกไหม้ก็ยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกว่าพลังงานในระบบจะหมด ไฟจึงจะไม่ลุกกลับมาติดซ้ำอ

ประเทศจีนได้เปิดเผยรายงานอุบัติเหตุการระเบิดและไฟไหม้สถานที่กักเก็บพลังงานในกรุงปักกิ่ง ซึ่งเกิดเหตุเมื่อวันที่ 16 เมษายน พ.ศ. 2564 ในช่วงแรกเกิดเหตุไฟไหม้ขึ้นที่ทางทิศใต้ และหลังจากนักผจญเข้าดับไฟในพื้นที่ประมาณ 2 ชั่วโมง ก็ได้เกิดเหตุระเบิดตามมาที่ทางทิศเหนือ ดังภาพที่ 2.13 จนทำให้มีนักดับเพลิงเสียชีวิตจากเหตุระเบิดจำนวน 2 คน จากการวิเคราะห์สาเหตุในรายงาน เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ประกอบด้วย คุณภาพของแบตเตอรี่ โครงสร้างทางไฟฟ้าของระบบกักเก็บพลังงาน ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS) การจัดวางสายไฟ การออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย การเตือนอันตรายของโรงงานที่ไม่เหมาะสม ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเนื่องจากมีการแจ้งเตือนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเรื่อง พายุ ฝุ่นทราย และไฟป่า ซึ่งอาจจะก่อผลกระทบให้ระบบกักเก็บพลังงานล้มเหลวได้

ภาพที่ 2.13 อุบัติเหตุไฟไหม้สถานที่กักเก็บพลังงานในกรุงปักกิ่ง

ที่มา : https://ctif.org/news/accident-analysis-beijing-lithium-battery-explosion-which-killed-two-firefighters

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สรุปได้ดังนี้

ฉัฐวัฒน์ ชัชณฐาภัฏฐ์ (2563) ทำการศึกษาการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากผลการศึกษาพบว่า นโยบายที่แสดงถึงเจตนารมณ์ ความมุ่งมั่นของโรงงานอุตสาหกรรมและฝ่ายบริหารที่จะดูแลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความปลอดภัย อาทิเช่น การจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยในการทำงาน (คปอ.) เพื่อเป็นหน่วยบริหารจัดการ การประสานความร่วมมือให้เกิดการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ สร้างการมีส่วนร่วม จัดทำเอกสาร คู่มือ การรายงานผล การฝึกอบรม รวมทั้งการจัดให้มีการสอบสวนอุบัติเหตุเพื่อหาสาเหตุ และแนวทางในการแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำเป็นไปตามกระบวนการ PDCA (Plan-Do-Check-Act) ซึ่งมีความสอดคล้องกับระบบมาตรฐานการจัดการด้านความปลอดภัยอีกด้วย

นงนุช อักษรพิมพ์ และจุฑารัตน์ ชมพันธุ์ (2565) ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลสำเร็จต่อการดำเนินงานระบบมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001:2015) และระบบมาตรฐานการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ISO 45001:2018) โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของระบบมาตรฐาน ISO 14001 และ ISO 45001 จากการศึกษาพบว่า การกำหนดนโยบายอาชีวอนามัยฯและบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงานให้ชัดเจน การจัดสรรงบประมาณและบุคลากรที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม การปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางแผนไว้ การติดตามตรวจสอบและประเมินผล เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หน่วยงานดำเนินการได้สอดคล้องกับระบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดความสูญเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงานได้

ในปี 2565 ทวิทย์ บุญทรกศิริ ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ในแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ว่าอาจเกิดจากการเสียหายของแผ่นกั้น (Separator) อันเนื่องมาจากคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน มีอายุการใช้งานมานาน การชาร์จประจุหรือการคายประจุที่มากเกินไป หรือเกิดจากอุบัติเหตุที่ทำให้ได้รับความเสียหายจากภายนอก ซึ่งส่งผลให้เกิดเพลิงไหม้แบบ Thermal Runaway โดยมีขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้แบบ Thermal Runaway สามารถสรุปได้ดังนี้ เริ่มจากแผ่นกั้นเสียหายทำให้เกิดการลัดวงจรภายใน อุณหภูมิในแบตเตอรี่สูงขึ้นจนทำให้สารอิเล็กโทรไลต์ระเหยกลายเป็นก๊าซที่ติดไฟได้ เกิดแรงดันภายในแบตเตอรี่ทำให้เปลือกแบตเตอรี่เสียหาย

พงศ์กรณ์ มีลาภโชติพงศ์ (2566) ทำการศึกษาเรื่อง AN INVESTIGATION OF CYLINDRICAL LITHIUM-ION BATTERY THERMAL RUNAWAY PREVENTION USING LIQUID-SUBMERGED TECHNIQUE มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและยืนยันว่าการใช้น้ำชนิดต่างๆ เช่น น้ำทะเล น้ำทะเลสังเคราะห์ สารละลายน้ำเกลือ น้ำ DI (Deionized water) และน้ำประปา ว่าสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาวิ่งหนีความร้อน (Thermal Runaway) และการระงับอัคคีภัยที่เกิดจากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนได้ จากผลการศึกษาพบว่าน้ำชนิดต่างๆ มีประสิทธิภาพในการช่วยลดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเพลิงไหม้

สงบ คาค้อ (2562) ทำการศึกษาเรื่อง สถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเทียมเป็นองค์ประกอบในประเทศไทย โดยการสำรวจ รวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเธียมเป็นองค์ประกอบในประเทศไทย นอกจากนี้ได้ศึกษา สำรวจ และรวบรวมเทคโนโลยีการรีไซเคิลซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเทียมเป็นองค์ประกอบจากเอกสารวิชาการและรายงานต่างๆ จากผลการศึกษาพบว่าประเทศไทยมีจุดแข็งคือ ภาครัฐมีหน่วยงานและมีมาตรฐานในการกำจัดซากของเสีย และมีจุดอ่อนที่ต้องคำนึงคือ การบังคับใช้กฎหมาย ระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ในการจัดการซากแบตเตอรี่ ซึ่งปัญหาที่พบหลักๆ คือการขาดความตระหนักถึงการคัดแยกขยะอันตรายของประชาชนออกจากขยะประเภทอื่นๆ

Mohammadmahdi Ghiji et al.,2020 ทำการศึกษาเรื่อง A Review of Lithium -Ion Battery Fire Suppression จากผลการศึกษาพบว่า การดับเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสามารถดับได้หลายวิธีแต่เมื่อไฟดับแล้วก็มักลุกกลับขึ้นมาติดไฟได้อีกจากปฏิกิริยา Thermal Runaway จึงกล่าวได้ว่าละอองน้ำเป็นวิธีการดับเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่ดี ในอนาคตอาจมีการกำหนดแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

Dongxu Ouyang, Jiahao Liu, Mingyi Chen, etc., 2017 ทำการศึกษาเรื่อง Investigation into the Fire Hazards of Lithium-Ion Batteries under Overcharging เพื่อทำความเข้าใจถึงอันตรายจากการเกิดไฟไหม้ของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนจากการชาร์จเกินขนาด โดยได้ทำการทดสอบกับแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 2 ประเภท ประกอบกอบด้วย ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) และนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) ที่มีแรงดันไฟฟ้า 4.2 โวลต์, 4.5 โวลต์, 4.8 โวลต์ และ 5.0 โวลต์ จากงานวิจัยพบว่า 1) การชาร์จไฟเกินขนาด ทำให้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีความไม่เสถียรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการชาร์จในระดับปกติ ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้และการลุกลามเพิ่มสูงขึ้นเมื่อแบตเตอรี่ถูกชาร์จเกินขนาด 2) แรงดันไฟฟ้า มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะเวลาที่ใช้ในการติดไฟ ยิ่งแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น แบตเตอรี่จะมีความเสี่ยงในการติดไฟและการเกิดการระเบิดที่เร็วขึ้น 3) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิด นิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC)

มีระยะเวลาในการเกิดไฟไหม้น้อยกว่าแบตเตอรี่ชนิด ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) ภายใต้สภาวะเดียวกัน นั่นคือ NMC มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้เร็วกว่า

Xin Lai, Jian Yao, Changyoug Jin, 2022 ทำการศึกษาเรื่อง A Review of Lithium-Ion Battery Failure Hazards: Test Standards, Accident Analysis, and Safety Suggestions จากงานวิจัยพบว่า อุบัติเหตุเพลิงไหม้รถไฟฟ้าในประเทศจีนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับค่าสถิติอุบัติการณ์ของยูแอล โซลูชั่น นอกจากนี้งานวิจัยยังได้เสนอแนะข้อมูลเพื่อยกระดับมาตรฐานด้านความปลอดภัย โดยการออกแบบแพ็กแบตเตอรี่ที่ไม่ทำให้เกิดไฟไหม้ การออกแบบระบบฉีดน้ำดับเพลิงสำหรับแพ็กแบตเตอรี่ การออกแบบวิธีการดับเพลิงแบบจุ่มน้ำ ข้อเสนอแนะเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานและลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

A. K. M. Ahasan Habib, Mohammad Kamrul Hasan, Ghassan F. Issa, etc., 2023 ทำการศึกษาเรื่อง Lithium-Ion Battery Management System for Electric Vehicles: Constraints, Challenges, and Recommendations โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม (Battery Management System, BMS) สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า (EVs) โดยเน้นไปที่ข้อจำกัด, ความท้าทาย, และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากงานวิจัยนี้ ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบการจัดการแบตเตอรี่ BMS (Battery Management System, BMS) ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับยานพาหนะไฟฟ้า

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาและการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เป็นการศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสารวิชาการ ซึ่งรวบรวมความรู้ในเรื่องของลักษณะอันตราย ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการศึกษาวิจัยและทดสอบ แนวทางการจัดเก็บ การขนส่ง การจัดการของเสีย และแนวทางการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่อนำมาออกแบบและจัดทำเป็นแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ขั้นตอนในการศึกษา

1.1 การศึกษาค้นคว้าด้านเอกสาร

การศึกษาด้านเอกสาร เป็นการศึกษาจากตำรา เอกสารวิชาการ ที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแบตเตอรี่ โดยศึกษาในเรื่อง

1.1.1. เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน โดยแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนนั้นถือว่าเป็นเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Energy Storage)

1.1.2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบตเตอรี่ โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1) ประวัติการค้นพบและพัฒนาแบตเตอรี่

2) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแบตเตอรี่ เช่น องค์ประกอบ การจำแนกประเภทตามการนำกลับมาใช้ซ้ำ

3) ประเภทของแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนแบ่งตามรูปทรง วัสดุที่ใช้ทำขั้วบวก ขั้วลบ ลักษณะการใช้งาน รวมทั้งอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน

1.1.3. งานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ โดยครอบคลุมถึง

1) ประเภทของงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

2) ประเภทของแบตเตอรี่ที่ใช้วิจัยและทดสอบ

3) ลักษณะการประกอบแพ็กแบตเตอรี่

4) ขั้นตอนการประกอบแพ็กแบตเตอรี่

5) แนวทางการใช้งาน การจัดเก็บ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

6) แนวทางการขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัย

7) แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลกรณีได้รับบาดเจ็บ

8) การจัดการของเสียอันตราย

1.1.4. กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งเป็นกฎหมายที่กำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติในการปกป้องสุขภาพและความปลอดภัยของพนักงานในสถานที่ทำงาน รวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยจากการทำงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่านายจ้างจัดหาสถานที่ทำงานที่ปลอดภัยและมีสุขอนามัยที่ดีให้แก่พนักงาน โดยทำการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

2) กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

3) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ. 2558

1.1.5. มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการทำงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีความปลอดภัยต่อร่างกายและทรัพย์สิน รวมทั้ง ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด โดยทำการศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มอก. 45001

2) มาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

(1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิบรรจุอิเล็กโทรไลต์แอลคาไลน์หรืออิเล็กโทรไลต์อื่นที่ไม่เป็นกรด – ข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาและสำหรับแบตเตอรี่ทำจากเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาสำหรับการใช้งานแบบพกพา มอก.62133

(2) มาตรฐานการทดสอบตามข้อกำหนดของสหประชาชาติ ส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3

(3) มาตรฐานหรือข้อกำหนดในการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแบตเตอรี่ขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าตาม มอก.3026-2563

(4) มาตรฐานหรือข้อกำหนดในการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า ขนาดเล็ก ตาม มอก.2952-2561

1.1.6. ข้อมูลอุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้น อุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานแบตเตอรี่มักเกี่ยวข้องกับปัญหาด้านความปลอดภัย เช่น การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด หรือการรั่วไหลของสารเคมี อุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีตเป็นบทเรียนสำคัญที่แสดงถึงความจำเป็นในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่ถูกต้องและเหมาะสมอย่างเคร่งครัด

1.1.7. งานวิจัย/เอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาได้ทบทวนงานวิจัย/เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ประกอบด้วย การศึกษาปัญหาและปัจจัยของการจัดการความปลอดภัยในการทำงานเพื่อหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม ปัจจัยที่ส่งผลสำเร็จต่อการดำเนินงานด้านการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ในแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน รวมถึงการศึกษาการจัดการของเสียภายในประเทศไทย

1.2 การศึกษาข้อมูลด้านพื้นที่เกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัย และขั้นตอนการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ภายในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

ผู้ศึกษาได้ศึกษาข้อมูลการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของศูนย์เทคโนโลยีพลังงาน ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งเป็นองค์กรวิจัยที่ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงาน เพื่อสังเกตสภาพปัจจุบัน ลักษณะอันตรายและความเสี่ยงจากขั้นตอนการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่ไปประกอบกับข้อมูลการศึกษาด้านเอกสาร แล้วนำไปจัดทำเป็นแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยให้เหมาะกับการใช้งานจริงของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวล้อม และวิศวกรด้านความปลอดภัย

1.3 จัดทำร่างแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ และการตรวจสอบเนื้อหาของแนวทางการจัดการฯ

1.3.1. *การจัดทำร่างแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ*

การจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์จากเอกสาร ตำรา เอกสารวิชาการที่ได้ศึกษามา ประกอบกับข้อมูลด้านพื้นที่เกี่ยวกับการจัดการด้านความ

ปลอดภัยของหน่วยงาน และขั้นตอนการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และนำมาออกแบบแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน

บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย

บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน

บทที่ 6 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

1.3.2. การตรวจสอบเนื้อหาของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ

การตรวจสอบเนื้อหาของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ดำเนินการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน และผู้ใช้จำนวน 5 คน ตรวจสอบเนื้อหาของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ให้ข้อเสนอแนะ หรือความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ศึกษาได้นำไปปรับปรุงแก้ไข ก่อนจัดทำเป็นรูปเล่มฉบับสมบูรณ์ และนำไปเผยแพร่ให้กับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร ได้ใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเป็นระบบ ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติการณ์ รวมทั้งลดการบาดเจ็บและเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงานวิจัย

2. การประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ

2.1 ผู้ประเมิน (รายนามและประวัติผู้ประเมิน ปรากฏในภาคผนวก ข)

2.1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ดังนี้

1) อาจารย์ประจำแขนงวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

2) ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

3) ผู้จัดการงานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

2.1.2 ผู้ใช้งานแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร จำนวน 5 คน ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ จำนวน 2 คน

2) บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย จำนวน 2 คน

3) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม/วิศวกร ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

ผู้ศึกษาได้ใช้แบบประเมินการใช้งานแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ เป็นเครื่องมือในการวัดคุณภาพของแนวทางการจัดการ (รายละเอียด ปรากฏในภาคผนวก ค) ซึ่งพัฒนาขึ้นเองและอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือ โดยมีหัวข้อในการประเมิน แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

2.2.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน ประกอบด้วย ชื่อ - สกุล อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่ง และประสบการณ์ทำงาน

2.2.2 ส่วนที่ 2 เนื้อหาของแนวทาง ประกอบด้วย 6 หัวข้อ ดังนี้

1) ความครอบคลุมของเนื้อหา

2) ความถูกต้องของเนื้อหา

3) การเรียงลำดับของเนื้อหา

4) ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา

5) ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

6) ความพึงพอใจในภาพรวม

2.2.3 ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เสนอแนะและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม สำหรับการนำไปปรับปรุงร่างแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ฉบับสมบูรณ์ต่อไป

2.3 วิธีการประเมิน

การประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ ใน 6 มิติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน และผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่

ความปลอดภัยฯ และวิศวกร จำนวน 5 คน แบบประเมินที่ใช้กำหนดระดับคะแนน 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง

โดยแปลผลเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ประเมินในแต่ละหัวข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพการดำเนินการออกเป็นช่วง ดังนี้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2560)

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ระดับ	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ระดับ	ดี
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ระดับ	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ระดับ	พอใช้
ต่ำกว่า 1.00 – 1.49	กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ระดับ	ควรปรับปรุง

3. การปรับปรุงแนวทางการจัดการ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน

หลังจากได้รับผลการประเมินคุณภาพของร่างแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน และผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ จำนวน 5 คน แล้ว ผู้ศึกษาจะนำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์มาปรับปรุงเพื่อให้ได้แนวทางฉบับสมบูรณ์ และนำไปให้ผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัย แบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร จำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการใช้งานแนวทางการทำงานฯ ฉบับสมบูรณ์ ก่อนนำไปปรับปรุงและเผยแพร่ โดยใช้วิธีการและเกณฑ์การประเมินตามข้อ 2.3

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษานี้ ผู้ศึกษาได้จัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกรด้านความปลอดภัยฯ ใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน

1. ผลการจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

จากการศึกษาค้นคว้าด้านเอกสาร ตำรา เอกสารวิชาการต่างๆ ที่รวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่ กฎหมาย มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับการทดสอบและการใช้งานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพื้นที่ศึกษาวิจัยและทดสอบที่ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ และได้ออกแบบแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยหัวข้อ

- ความสำคัญในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่
- วัตถุประสงค์ของแนวทาง
- ขอบเขตของคแนวทาง
- ประโยชน์ของแนวทาง

บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน ประกอบด้วยหัวข้อ

- ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
- การบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- นโยบายอาชีวอนามัยความปลอดภัย
- บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านความปลอดภัย

- การวางแผน
- การสนับสนุน และการควบคุมการปฏิบัติ
- การประเมินผลการดำเนินงาน และการปรับปรุง

บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย ประกอบด้วยหัวข้อ

- สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่
- ขั้นตอนการวิจัย ทดสอบและปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย
- การควบคุมการปฏิบัติสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย ประกอบด้วยหัวข้อ

- การจัดเก็บแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย
- การขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน ประกอบด้วยหัวข้อ

- การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย
- มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย
- การปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์
- การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ
- การระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- อุปกรณ์สำคัญ/ ฉุกเฉินที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน

บทที่ 6 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ ประกอบด้วยหัวข้อ

- การคัดแยกประเภทของเสีย
- การบรรจุและการชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตราย
- หน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดของเสียอันตราย

ภาคผนวก ก. ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข. แผนป้องกันและระงับอัคคีภัยขององค์กร

2. ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ

จากการศึกษาครั้งนี้ มีการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร ใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน และพนักงานเจ้าหน้าที่ จำนวน 5 คน สรุปได้ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแนวทางการจัดการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพของแนวทาง					ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
	ดีมาก (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)		ระดับ
1. ความครอบคลุมของเนื้อหา	1	2	0	0	0	4.33	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	3	0	0	0	0	5	ดีมาก
3. การเรียงลำดับของเนื้อหา	2	1	0	0	0	4.67	ดีมาก
4. ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา	1	2	0	0	0	4.33	ดี
5. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน	2	1	0	0	0	4.67	ดีมาก
6. ความพึงพอใจในภาพรวม	2	1	0	0	0	4.67	ดีมาก
สรุปคะแนนรวม	11	7	0	0	0	4.61	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้ง 6 หัวข้อ อยู่ในระดับ 4.61 คะแนน โดยหัวข้อความถูกต้องของเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 5 คะแนน หัวข้อการเรียงลำดับของเนื้อหา ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน และความพึงพอใจในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.67 คะแนน ส่วนหัวข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ หัวข้อความครอบคลุมของเนื้อหา และความเข้าใจง่ายของเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คะแนน ส่วนผลการประเมินคุณภาพของผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ โดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร จำนวน 5 คน สรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพแนวทางการจัดการโดยผู้ใช้งาน

หัวข้อประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพของแนวทาง					ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
	ดีมาก (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)		ระดับ
1. ความครอบคลุมของเนื้อหา	5	0	0	0	0	5	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	1	0	0	0	4.8	ดีมาก
3. การเรียงลำดับของเนื้อหา	5	0	0	0	0	5	ดีมาก
4. ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา	3	2	0	0	0	4.6	ดีมาก
5. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน	3	2	0	0	0	4.6	ดีมาก
6. ความพึงพอใจในภาพรวม	4	1	0	0	0	4.8	ดีมาก
สรุปคะแนนรวม	24	6	0	0	0	4.8	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการโดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักในการนำแนวทางไปใช้งาน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 โดยหัวข้อความถูกต้องของเนื้อหา และการเรียงลำดับของเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 5 คะแนน หัวข้อความถูกต้องของเนื้อหา และความพึงพอใจในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.80 คะแนน ส่วนหัวข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือหัวข้อความเข้าใจง่ายของเนื้อหา และความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 คะแนน

3. ผลการปรับปรุงแนวทางการจัดการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน

ผู้ศึกษาได้รวบรวมประเด็นข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพิ่มเติม จากผลการประเมินคุณภาพและการใช้งานแนวทางการจัดการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยแบตเตอรี่ และความปลอดภัยในการทำงาน รวมทั้งผู้ใช้งานแนวทางแต่ละท่าน มาทำการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมกับการนำไปใช้งานมากขึ้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การปรับปรุงแนวทาง ตามข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
บทที่ 1 บทนำ	
1. ในหัวข้อความสำคัญในการจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ พิจารณาเพิ่มเนื้อหา ลักษณะหรือความสำคัญที่ต้องมีการจัดการความปลอดภัยกับแบตเตอรี่ เพื่อให้ตรงตามชื่อหัวข้อ	1. ดำเนินการเพิ่มเติมข้อมูลเนื้อหาและลักษณะความสำคัญ เพื่อให้ทราบถึงความสำคัญในการจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ “เนื่องด้วยปัจจุบัน...อย่างเป็นระบบ”
2. วัตถุประสงค์ของคู่มือ “2.1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเป็นระบบ” ควรระบุว่าในองค์กรประเภทใดหรือลักษณะของแนวทางนี้น่าจะเหมาะกับใคร	2. ดำเนินการเพิ่ม “ในหน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่”
3. ควรระบุขอบเขตของคู่มือให้ครอบคลุมกับเนื้อหาภายในคู่มือ	3. ดำเนินการปรับปรุงเนื้อหาของขอบเขตให้สอดคล้องและครอบคุลมกับเนื้อหาในคู่มือ “สำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ตั้งแต่ระดับเซลล์ โมดูล แพ็ก และในเนื้อหาครอบคลุมถึง...”
บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน	
ไม่มี	ไม่มี
บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย	
1. หน้า 15 ข้อ 1 ควรพิจารณาเพิ่มชื่อหัวข้อเป็น “<u>สาเหตุและ</u>อันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการ~~ศึกษา~~วิจัย ~~พัฒนา~~และทดสอบแบตเตอรี่” เพื่อให้สอดคล้องกับชื่อบทและเนื้อหาข้อ 1.1 – 1.5	1. ปรับปรุงชื่อหัวข้อที่ 1 เป็น “สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่”
2. หน้า 19 บรรทัดที่ 2 อ้างอิงหมายเลขภาพไม่ถูกต้อง (แก้จาก 2.3 เป็น 2.4)	2. ปรับแก้ไขการอ้างอิงหมายเลขภาพเป็น 2.4

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
3. หน้า 20 ข้อ 3 ควรพิจารณาเพิ่มชื่อหัวข้อเป็น “การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัย สำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่”	3. ปรับปรุงหัวข้อที่ 3 เป็น “การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่”
4. หน้า 20 ข้อ 3 ควรพิจารณาเพิ่มเติมข้อมูลประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงานตามขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของเซลล์และการทดสอบแพ็กแบตเตอรี่ รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องมือที่เกี่ยวข้องตามที่ผู้ผลิตหรือมาตรฐานกำหนด (ถ้ามี)	4. ปรับปรุง และเรียบเรียงเนื้อหาในหัวข้อที่ 3 การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ โดยแบ่งการควบคุมการปฏิบัติเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ การควบคุมทางวิศวกรรม และ การควบคุมโดยการบริหารจัดการ
5. หน้า 21 ควรเพิ่มเติมข้อมูลป้ายเตือนอันตรายที่จำเป็นต้องติดไว้ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบ (ลักษณะเดียวกับตาราง 5.2)	5. เพิ่มเติม “ตารางสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่ควรแสดงบริเวณห้องปฏิบัติการวิจัย”
6. พิจารณาปรับการลำดับหัวข้อโดยให้เริ่มต้นจากสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องและต่อด้วยหัวข้อการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล	6. ปรับปรุงเนื้อหาใหม่โดยเรียบเรียงหัวข้อสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง และตามด้วยหัวข้อการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
7. หัวข้อ 2.2 การเลือกและทดสอบคุณภาพของเซลล์แบตเตอรี่ พิจารณาเพิ่มเติมเรื่องการเลือกเซลล์ที่ผ่านมาตรฐานอะไรบ้างนอกเหนือจาก IEC62660-3 อาจต้องระบุ มอก. เพิ่มเติม และรูปแบบของเซลล์แบตเตอรี่และหัวข้อ 2.4 การทดสอบแพ็กแบตเตอรี่ ที่ระบุ UN R136 มานั้นเป็นมาตรฐานสำหรับรถไฟฟ้าสอง-สามล้อขนาดเล็ก ควรระบุรายละเอียดของยานยนต์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทดสอบตามมาตรฐาน UN R100 หรือมาตรฐานแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบกักเก็บพลังงานด้วย (energy storage system, ESS)	7. เพิ่มเติมเนื้อหา ตารางที่ 3.1 มาตรฐานการทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ ซึ่งครอบคลุมมาตฐาน IEC, ISO TIS และ UN และปรับข้อมูลให้อยู่ในหัวข้อ 2.4 การทดสอบแพ็กแบตเตอรี่

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
8. หัวข้อ 2.3 การประกอบแพ็กแบตเตอรี่ พิจารณาเพิ่มเติมการเชื่อมขั้วแบตเตอรี่ซึ่งอาจมีวิธีแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของเซลล์แบตเตอรี่	8. เพิ่มเติมวิธีการเชื่อมเซลล์แบตเตอรี่ ประกอบด้วย ประกอบด้วยการเชื่อมแบบจุดด้วยความต้านทาน การเชื่อมแบบ Micro-TIG และการเชื่อมด้วยเลเซอร์
9. หัวข้อ 3 การควบคุมการปฏิบัติสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ - เพิ่มเติมเรื่องการเตรียมถังดับเพลิง ทรายกันลามไฟ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องเตรียมพร้อมหากเกิดอุบัติการณ์ - ตารางที่ 3.2 ตรงที่มา แก้คำผิด“ส่งเสริม” แทน “สงเสริม”	9. พิจารณาเพิ่มเติมการเตรียมถังดับเพลิง ทรายกันลามไฟ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องเตรียมพร้อมหากเกิดอุบัติการณ์ ในของบทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน หัวข้อที่ 6 อุปกรณ์สำคัญ/ฉุกเฉินที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน รวมทั้งปรับแก้คำผิดคำว่า “ส่งเสริม”
10. ส่วน thermal runaway อาจอธิบายเพิ่มเติมว่า เกิดได้จาก 3 สาเหตุ คือ thermal abuse, electrical abuse และ mechanical abuse	10. พิจารณาระบุอยู่ในสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดอันตราย ซึ่งประกอบด้วย ข้อบกพร่องในการผลิต, ความเสียหายทางกายภาพ, การชาร์จเกิน, การใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง, ความเสียหายจากอุณหภูมิแลสภาพแวดล้อม, การทำงานผิดพลาดของระบบควบคุมแบตเตอรี่
11. เสนอให้ระบุขอบเขตของสาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่ให้ชัดเจน เช่น การวิจัยสำหรับประกอบโมดูลและแพ็กแบตเตอรี่	11. เพิ่มเติมข้อความ สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัยประกอบโมดูลและแพ็กแบตเตอรี่ รวมถึงการทดสอบแบตเตอรี่ และเพิ่มเติมตารางสรุปสาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่
12. หน้าที่ 21 ตารางที่ 3.2 ในส่วนของที่มาควรระบุเพิ่มเติม ว่า มาจากของหน่วยงานใด	12. ปรับชื่อตารางเป็น 3.3 และเพิ่ม “สถาบันสงเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดลอมในการทำงาน”

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย	
1. เสนอให้พิจารณาเพิ่มเติม เรื่องการจำแนกประเภทในการจัดเก็บ เช่น ตามประเภท ขนาด ความจุ และแนะนำการจัดเก็บว่าแตกต่างกันหรือไม่	1. ปรับปรุงการจำแนกประเภทการจัดเก็บแบตเตอรี่ให้ชัดเจน โดยจำแนกการจัดเก็บเป็น 2 ลักษณะ ประกอบด้วย แบตเตอรี่สภาพปกติ และแบตเตอรี่ชำรุด พร้อมทั้งปรับปรุงคำแนะนำการจัดเก็บให้สอดคล้องกับการจำแนกประเภท
2. เสนอให้มีรูปแบบตัวอย่างสถานที่จัดเก็บที่มีการติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบแจ้งเตือนด้านความปลอดภัยที่จำเป็น เช่น ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบแจ้งเหตุเพลิง Heat Detector Smoke Detector ระบบกล้องวงจรปิด ระบบตรวจจับความร้อน เป็นต้น	2. เพิ่มเติม ภาพที่ 4.2 “ตัวอย่างสถานที่จัดเก็บแบตเตอรี่”
3. เสนอให้พิจารณาเพิ่มเติมสรุปแนวทางการขนส่ง	3. เพิ่มเติมเนื้อหาในข้อ 2. การขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย หัวข้อที่ “2.2 ขั้นตอนการขนส่งแบตเตอรี่”
บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน	
1. หน้าที่ 35 ตารางที่ 5.1 อาจจะจัดทำเพิ่มเติมเป็น flow chart หรือ workflow เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่าย โดยการสื่อสารในแต่ละขั้นตอนให้เห็นภาพได้ง่ายขึ้น	1. ปรับปรุง ภาพที่ 5.3 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ให้สอดคล้องกับตารางที่ 5.1
2. หน้าที่ 36 ภาพที่ 5.3 คำว่า “ปิดเบรกเกอร์” “เมื่อได้ยินสัญญาณ...” “(3) หากเพลิงไหม้รุนแรง” ควรเป็นตัวอักษร สีแดง จะได้เห็นข้อความชัดเจนขึ้น และข้อความที่ให้แต่ละหน่วยดำเนินการอะไรบ้าง ควรอยู่ด้านบนจะได้เห็นชัดขึ้นว่า เมื่อเป็นผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ต้องทำอะไร ทีมระงับอัคคีภัยฯ และผู้ที่ปฏิบัติงานทั่วไป จะต้องปฏิบัติตัวอย่างไรเมื่อเกิดเหตุ	2. ปรับปรุงตัวอักษรเป็นสีแดง และตำแหน่งของ ผู้ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ, ทีมระงับเหตุฉุกเฉิน/ทีมดับเพลิง, ผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารทั่วไป ไปอยู่ด้านบน เพื่อให้สามารถเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
3. หน้า 32 ข้อ 4.2 ควรเปลี่ยนตัวเน้นหัวข้อเป็น “จัดเก็บและแยกแบตเตอรี่ที่ชำรุดหรือเกิดเหตุผิดปกติ” เพื่อให้เป็นคำกริยาแสดงวิธีการปฏิบัติงานสอดคล้องกับหัวข้อที่ 4 (4.1 หยุดใช้ / 4.2 จัดเก็บและแยก / 4.3 ติดต่อ)	3. ปรับปรุงข้อ 4.2 จาก แบตเตอรี่ที่ชำรุด หรือเกิดเหตุผิดปกติต้องจัดเก็บในอุปกรณ์... เป็น “4.2 จัดเก็บและแยกแบตเตอรี่ที่ชำรุด หรือเกิดเหตุผิดปกติ ในอุปกรณ์...”
4. ข้อ 4.3 เพิ่ม “กรม” โรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่ง...	4. ปรับปรุงข้อ 4.3 จาก...โรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่ง เป็น “กรมโรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่ง...”
5. พิจารณาเพิ่มขั้นตอนการจัดการกับแบตเตอรี่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ว่าควรดำเนินการในทันทีอย่างไรบ้างหลังจากระงับเหตุเพลิงไหม้ได้แล้ว และพิจารณาเพิ่มเติมเรื่องการเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ไปอยู่ในบริเวณโล่งแจ้ง และฉีดน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิ	5. เพิ่มเติมขั้นตอนที่ “5.3 การจัดเก็บแบตเตอรี่หลังเกิดเหตุเพลิงไหม้ ให้ดำเนินการดังนี้...”
6. หัวข้อที่ 1 การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย เสนอให้พิจารณาเพิ่มเติมแผนการจัดการของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีจากแบตเตอรี่ภายหลังการเกิดอัคคีภัย	6. ปรับปรุงหัวข้อที่ 1 การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ข้อที่ 1.6 แผนการบรรเทาทุกข์ โดยเพิ่มตัวอย่าง “...เช่น การจัดการของเสียเกิดจากการปนเปื้อนสารเคมี...”
7. หัวข้อที่ 2 มาตรการป้องกันอันตรายและระงับอัคคีภัย เสนอให้เพิ่มเติมเรื่องการจัดเตรียมทรายกันลามไฟที่ควรมีติดตั้งในบริเวณใกล้เคียงกับแพ็กแบตเตอรี่	7. ปรับปรุงหัวข้อที่ 2 มาตรการป้องกันอันตรายและระงับอัคคีภัย ข้อที่ 2.10 ...“ทรายกันลามไฟ อุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือ ถุงมือป้องกันความร้อน หน้ากากป้องกันสารเคมี ผ้าห่ม หรือชุดกันไฟ ในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่”...
8. หัวข้อที่ 4 การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติจากการทำงานกับแบตเตอรี่ เสนอให้เพิ่มเติมเรื่องความผิดปกติ เช่น แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีความแตกต่างไปจากเดิม	8. ปรับเพิ่มความผิดปกติของแบตเตอรี่ “เช่น... แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีความแตกต่างไปจากเดิม...”

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไขแนวทาง/ข้อจำกัดในการปรับปรุง
9. พิจารณาเพิ่มเติมเรื่องการประเมินแบตเตอรี่บริเวณใกล้เคียง หากเคลื่อนย้ายได้ควรเคลื่อนย้าย เพื่อป้องกันการระเบิดหรือไฟไหมอย่างต่อเนื่อง	9. ปรับปรุงหัวข้อที่ 5 ข้อที่ 5.1 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เพิ่มเติม“...ขนย้ายสิ่งของที่อาจทำให้เหตุการณ์รุนแรงมากขึ้น เช่น แพ็กแบตเตอรี่ข้างเคียง ถังแก๊ส สารเคมี ฯลฯ...”

จากตารางที่ 4.3 ผู้ศึกษาได้นำข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน มาปรับปรุงแก้ไขแนวทาง และจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ฉบับสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 6 บท ได้แก่ (1) บทนำ (2) การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน (3) การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย (4) แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย (5) แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน (6) การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เพื่อใช้เป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกรด้านความปลอดภัยฯ สามารถสรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกรด้านความปลอดภัยฯ ใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ การสร้างความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนัก ทำให้สามารถควบคุมเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง ลดความรุนแรงของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิต ทรัพย์สิน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษานี้ได้ดำเนินการตามรูปแบบ โดยวิธีการศึกษา เป็นการศึกษาข้อมูลด้านพื้นที่/กิจกรรม รวมทั้งเอกสาร ตำรา เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมและวิเคราะห์เรียบเรียง ออกแบบเป็นแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ ฉบับร่าง ทำการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยแบตเตอรี่ และความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 3 คน ผู้ใช้งาน จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบประเมินการใช้งานแนวทางการจัดการ ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ผลการศึกษาเพื่อนำไปจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ฉบับสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 6 บท ดังนี้ บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการ

ขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน บทที่ 6 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

2. ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ

2.1 ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน

การศึกษานี้ มีการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ ฉบับร่างและนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อได้แนวทางฉบับสมบูรณ์ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยแบตเตอรี่ และความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 3 คน และผู้ใช้งาน จำนวน 5 คน การประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ ฉบับร่างพิจารณาจากเนื้อหาของแนวทางใน 6 หัวข้อ ได้แก่ (1) ความครอบคลุมของเนื้อหา (2) ความถูกต้องของเนื้อหา (3) การเรื่องลำดับของเนื้อหา (4) ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา (5) ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน และ (6) ความพึงพอใจโดยภาพรวมของแนวทาง ผลการประเมินพบว่า ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 คะแนน คุณภาพของแนวทางการจัดการอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการโดยผู้ใช้งาน จำนวน 5 คน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 คะแนน คุณภาพของแนวทางการจัดการอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

2.2 ผลการปรับปรุงแนวทางการจัดการ

ผู้ศึกษาได้ปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการ ฉบับร่าง ตามข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยแบตเตอรี่และความปลอดภัยในการทำงาน และผู้ใช้งาน โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการ ได้แก่ ความสำคัญที่ต้องมีการจัดการความปลอดภัยกับแบตเตอรี่ การระบุขอบเขตของแนวทางการจัดการให้ครอบคลุมกับเนื้อหาภายในแนวทาง การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยควรพิจารณาให้ครอบคลุมถึงการปฏิบัติงานตามขั้นตอนและการบำรุงรักษาเครื่องมือ มาตรฐานการทดสอบด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่แต่ละชนิดหรือขนาด การจำแนกประเภทในการจัดเก็บแบตเตอรี่ รูปแบบตัวอย่างสถานที่จัดเก็บที่มีการติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบแจ้งเตือนด้านความปลอดภัยที่จำเป็น สรุปแนวทางการขนส่งอย่างปลอดภัย ขั้นตอนการจัดการกับแบตเตอรี่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ การประเมินสถานการณ์พื้นที่เกิดเพลิงไหม้เพื่อระบุขั้นตอนการทำงานให้ครอบคลุม ผลจากการปรับปรุงข้อมูลทำให้ได้แนวทางฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเผยแพร่ให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และวิศวกรด้านความปลอดภัย ใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับการทำงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ต่อไป

3. อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งมีขอบเขตการศึกษาในพื้นที่ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ เนื้อหาครอบคลุมถึงข้อมูลความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ โดยการศึกษาค้นคว้าด้านเอกสารจากตำรา เอกสารวิชาการ ที่รวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ รวมทั้งการศึกษาอุบัติการณ์ที่เคยเกิดขึ้น และลงพื้นที่เก็บข้อมูลภายในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ ซึ่งเป็นองค์กรวิจัยที่ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานร่วมกับหน่วยงานพันธมิตรทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุนสร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานคุณภาพสูงทำให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

จากผลการศึกษาทำให้ได้แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่มีความสมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ฉัฐวัฒน์ ชัชณฐาภัฏฐ์ (2563) ที่ได้กล่าวว่า การจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยในการทำงานเพื่อเป็นหน่วยบริหารจัดการ การประสานความร่วมมือให้เกิดการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ สร้างการมีส่วนร่วม จัดทำเอกสาร คู่มือ การรายงานผล การฝึกอบรม การจัดให้มีการสอบสวนอุบัติเหตุเพื่อหาสาเหตุ และแนวทางในการแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำเป็นไปตามกระบวนการ PDCA (Plan-Do-Check-Act) นั้น เป็นส่วนประกอบให้เกิดการทำงานอย่างปลอดภัย ในส่วนเนื้อหาของแนวทางฯ (รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก) ครอบคลุมถึงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของนงนุช อักษรพิมพ์ และจุฑารัตน์ ชมพันธุ์ (2565) กล่าวว่า การกำหนดนโยบายอาชีวอนามัยฯและบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงานให้ชัดเจน การจัดสรรงบประมาณและบุคลากรที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม การปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางแผนไว้ การติดตามตรวจสอบและประเมินผล เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หน่วยงานดำเนินการได้สอดคล้องกับระบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดความสูญเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงานได้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mohammadmahdi Ghiji et al.,2020 ซึ่งกล่าวว่า ละอองน้ำเป็นวิธีการดับเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่ดี นอกจากนี้ ยังสอดคล้อง

กับผลการศึกษาของ พงศ์กรณ์ มีลาภโชติพงศ์ (2566) ที่ศึกษาวิจัยและมีผลการศึกษาซึ่งพบว่า การใช้น้ำชนิดต่างๆ มีประสิทธิภาพในการช่วยลดอุณหภูมิซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเพลิงไหม้

ผลการประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยแบตเตอรี่ และความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 3 คน และผู้ใช้งาน จำนวน 5 คน พบว่ามีการพิจารณาถึง ด้านความครอบคลุม ความถูกต้อง การเรียงลำดับ ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน และความพึงพอใจในภาพรวมของแนวทาง ตลอดจนข้อเสนอแนะหรือความเห็นเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการฯ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนนำไปเผยแพร่ ผลการประเมินสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน ให้ความเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของคแนวทางอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด หรือดีมาก

การศึกษานี้ นอกจากจะมีการนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งานมาปรับปรุงและจัดทำแนวทางฉบับสมบูรณ์แล้ว ยังมีข้อเสนอบางประเด็นที่ยังไม่ได้นำมาจัดทำแนวทางฉบับสมบูรณ์ ได้แก่ การเพิ่มเติมศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เนื่องจากเป็นประเด็นที่มิได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้ และการปรับลดอุบัติการณ์อื่นๆ เป็นอุบัติเหตุโดยเฉพาะเจาะจง เช่น การระเบิด เพลิงไหม้ เนื่องจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อาจมีอุบัติการณ์นอกเหนือจากการระเบิดหรือเพลิงไหม้ เช่น การถูกของมีคมบาดจากขั้นตอนการวิจัย การถูกสิ่งของตกหรือกระแทกร่างกาย เป็นต้น ส่วนข้อเสนอแนะในประเด็นอื่นๆ ได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน ดังตารางที่ 4.3

4. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 รายการ ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะสำหรับการนำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนไปใช้ และข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำแนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนไปใช้

4.1.1 เหมาะสำหรับหน่วยงานที่ทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพและทดสอบแบตเตอรี่ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ

4.1.2 สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อจัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ฉุกเฉินที่จำเป็นในพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อเตรียมความพร้อมกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ขึ้น

4.1.3 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ครอบคลุมถึงผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารทั่วไป

4.1.4 การจัดเก็บแบตเตอรี่หลังเกิดเหตุเพลิงไหม้ต้องมีการจัดการอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันการลุกติดไฟซ้ำ

4.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

4.2.1 ศึกษาเรื่องสารดับเพลิงที่สามารถดับไฟจากแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มเติม

4.2.2 ศึกษาการจัดทำคู่มือด้านความปลอดภัยสำหรับผู้ผลิตเซลล์ เนื่องจากการผลิตเซลล์จะมีการดำเนินการด้านความปลอดภัยที่แตกต่างจากงานวิจัยประกอบโมดูลและแพ็กแบตเตอรี่

4.2.3 ศึกษาในเชิงเทคนิคเรื่องการออกแบบสถานที่จัดเก็บ ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย เพื่อจัดทำแนวทางแนะนำการสร้างและออกแบบพื้นที่จัดเก็บแบตเตอรี่

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ณัฐวุฒิ สมพงษ์. (2566). *การออกแบบแท็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานด้วยวิธีไฟไนท์อิลลิเมนต์แบบ 3 มิติ.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี]. SUTIR. http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/9913

ดนัยกฤต อินทุฤทธิ์. (2565*). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ BEV: Factors effecting towards purchase of the battery electric vehicle*. [รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก]. https://arit.rmutto.ac.th/e-book/admin/book_file/100bookfile.pdf

รักษ์สินธิ์ แสงรุจี. (2564). *การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าของผู้ใช้รถยนต์เครื่องสันดาป ในประเทศไทยที่ต้องการเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต*. [สารนิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล]. CMMU. https://archive.cm.mahidol.ac.th/handle/123456789/4212

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ.2555. (2556, 9 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 130 ตอนที่ 2 ก.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย - ข้อกำหนดและข้อแนะนำในการใช้. (2562, 28 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 136 ตอนพิเศษ 78 ง.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยานยนต์ ประเภท L : คุณลักษณะเฉพาะสำหรับระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า. (2563, 6 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 4 ง.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยานยนต์ประเภท M และ N : คุณลักษณะเฉพาะสำหรับระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า. (2563, 29 พฤษภาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 126 ง.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมการขนส่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ. 2558. (2558, 10 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 132 ตอนพิเศษ 248 ง.

พระราชบัญญัติความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554. (2554, 17 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 128 ตอนที่ 4 ก.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิบรรจุอิเล็กโทรไลต์แอลคาไลน์หรืออิเล็กโทรไลต์อื่นที่ไม่เป็นกรด –ข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาและสำหรับแบตเตอรี่ทำจากเซลล์ทุติยภูมิผนึกกันรั่วแบบพกพาสำหรับการใช้งานแบบพกพา. (2567, 22 เมษายน) *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 141 ตอนพิเศษ 110 ง.

กรมควบคุมมลพิษ. (2565). *แผนปฏิบัติการด้านการจัดการขยะของประเทศฉบับ 2 พ.ศ. 2565 - 2570*. หน้าที่ 5-2. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/publication/28745

ทวิทย์ บุญทริกศิริ. (2565). *เทคโนโลยีระบบดับเพลิง สำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิด ลิเธียม-ไอออน (Fire Protection for Lithium-Ion Battery Energy Storage System)*. หน้า 15. สืบค้นจาก https://www.testa.or.th/wp-content/uploads/2022/03/PPT-Fire-Protection-for-Lithium-Ion-Battery-Energy-Storage-System.pdf

รักษพล ธนานุวงศ์ และ ดร.ปรีดา พัชรมณีปกรณ์. (2565). *แบตเตอรี่ ตอนที่ 1 อุปกรณ์พลังงานแห่งอนาคต* [*บทความ*]. คลังความรู้ SciMath. https://www.scimath.org/article-physics/item/12582-1-2

สงบ คาค้อ. (2562). *การศึกษาสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลซากแบตเตอรี่ชนิดที่มีลิเธียมเป็นองค์ประกอบในประเทศไทย*. หน้า 4-14. https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2020/20200128-situation-recycling-lithium-battery.pdf

สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA). *สัมมนาออนไลน์ TESTA FORUM ครั้งที่ 7* [Video]. ENTEC. https://www.entec.or.th/th/testa-forum-7/

Ahasan Habib, A. K. M. (2023). *Lithium-Ion Battery Management System for Electric Vehicles: Constraints, Challenges, and Recommendations*. https://www.mdpi.com/2313-0105/9/3/152

Battery University. *BU-205: Types of Lithium-ion*. https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion

Dongxu Ouyang, Jiahao Liu, Mingyi Chen, Jian Wang. (2017). *Investigation into the Fire Hazards of Lithium-Ion Batteries under Overcharging*. https://www.mdpi.com/2076-3417/7/12/1314

Floris Stevens. *(Defective) lithium batteries transport*. Lithium Batteries Transport. https://www.mainfreight.com/the-netherlands/en-nz/services/transport/special-services/lithium-batteries-transport

International Electrotechnical commission. (2021). *IEC 62133-2 Edition 1.1 (2021-07) Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes –Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications – Part 2 : Lithium systems*.

National Fire Protection Association (NFPA). *Lithium-ion Battery Safety*. https://www.nfpa.org/education-and-research/home-fire-safety/lithium-ion-batteries

The International Air Transport Association: IATA. (2024). *Lithium batteries Guidance Document*. https://www.iata.org/contentassets/05e6d8742b0047259bf3a700bc9d42b9/lithium-battery-guidance-document.pdf

The Nobel Prize. *The Nobel Prize in Chemistry 2019*. https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/popular-information/

UL Solutions. *Lithium-ion Battery Incident Reporting Q3-2566*. https://www.ul.com

United Nations. (2019). *Manual of Tests and Criteria*. P.433. https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual_Rev7_E.pdf

U.S Department of Transportation. (2024). *Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. Emergency Response Guidebook*. P.225. https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2024-04/ERG2024-Eng-Web-a.pdf

Val de Marne University. (2021). *Electrochemical properties of vanadium oxide-based cathode materials for Li/Na-ion batteries and Aqueous Rechargeable Zinc Batteries*. https://www.theses.fr/2021PA120034.pdf

Xin Lai, Jian Yao, Changyoug Jin. (2022). *A Review of Lithium-Ion Battery Failure Hazards: Test Standards, Accident Analysis, and Safety Suggestions*. P16 – P17. https://www.researchgate.net/publication/365619931_A_Review_of_Lithium-Ion_Battery_Failure_Hazards_Test_Standards_Accident_Analysis_and_Safety_Suggestions

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัย
และทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

Guidelines on Occupational Health and Safety management for Lithium-Ion Battery research and testing

นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก

เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

คำนำ

“แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียม ไอออน” เล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ วิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

แนวทางเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน โดยมีเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย แนวการจัดเก็บและขนส่งอย่างปลอดภัย แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติเหตุ และเหตุฉุกเฉิน แนวทางการจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

การจัดทำแนวทางเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์ (อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุณฑลีย์ บังคะดานรา (ผู้ทรงคุณวุฒิ) นางสาวพิมพา ลิ้มทองกุล (ผู้ทรงคุณวุฒิ) นายณพล คงเจริญ (ผู้ทรงคุณวุฒิ) และทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน (ESTT) ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ (ENTEC) ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการเขียนเรียบเรียงแนวทางเล่มนี้ จนได้แนวทางฉบับสมบูรณ์ ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย/เหตุฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม/วิศวกรด้านความปลอดภัย สำหรับใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติการณ์รวมทั้งการบาดเจ็บและการเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก
รหัสนักศึกษา 2635000793
มีนาคม 2567

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง ..... ค

สารบัญภาพ ..... ง

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่ 1

วัตถุประสงค์ของแนวทาง 1

ขอบเขตของแนวทาง 2

ประโยชน์ของแนวทาง 3

บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน 4

ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ 4

การบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 6

นโยบายอาชีวอนามัยความปลอดภัย 7

บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านความปลอดภัย 10

การวางแผน 11

การสนับสนุน และการควบคุมการปฏิบัติ 13

การประเมินผลการดำเนินงาน และการปรับปรุง 15

บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย 17

สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่ 17

ขั้นตอนการวิจัย ทดสอบและปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย 19

การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ 23

บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย 29

การจัดเก็บแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย 29

การขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย 32

บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน 37

การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย 37

มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย 38

การปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์ 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติจากการทำงานกับแบตเตอรี่ 41
การระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ 42
และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
อุปกรณ์สำคัญ/ ฉุกเฉินที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน 46
บทที่ 6 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ 49
การคัดแยกประเภทของเสีย 49
การบรรจุและการชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตราย 50
หน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดของเสียอันตราย 53
บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก 58
ก ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 59
เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย
ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
ข แผนป้องกันและระงับอัคคีภัยขององค์กร 60

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานการทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ 22
ตารางที่ 3.2 สีและสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย 24
ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่ควรแสดงบริเวณห้องปฏิบัติการวิจัย 25
ตารางที่ 3.4 ชนิดของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับลักษณะอันตรายและความเสี่ยงสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ 26
ตารางที่ 3.5 สรุปขั้นตอน สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่พร้อมทั้งมาตรการควบคุมการปฏิบัติ 27
ตารางที่ 4.1 สัญลักษณ์ที่ต้องระบุ บนบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง 34
ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน 44
ตารางที่ 5.2 อุปกรณ์สำคัญที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน 46
ตารางที่ 6.1 ประเภทและลักษณะกิจการของโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการจัดการกากอุตสาหกรรม 53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม 7
ภาพที่ 2.2 นโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม 9
ภาพที่ 2.3 ความแตกต่างระหว่างอันตรายและความเสี่ยง 11
ภาพที่ 2.4 ลำดับขั้นในการควบคุมอันตราย 14
ภาพที่ 3.1 กระบวนการวิ่งหนีความร้อน Thermal Runaway (a) 18
การแพร่กระจายของกระบวนการวิ่งหนีความร้อน
Thermal Runaway ไปสู่เซลล์ถัดไป (b)
ภาพที่ 3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออน 19
ฟอสเฟต (LFP) และ ลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC)
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างเครื่องทดสอบคุณภาพเซลล์แบตเตอรี่ 20
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการประกอบแพ็กแบตเตอรี่ 21
ภาพที่ 4.1 การจัดเตรียมสถานที่และคำแนะนำสำหรับการจัดเก็บแบตเตอรี่ 31
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างระบบดับเพลิง อุปกรณ์ดับเพลิงและป้ายเตือนอันตราย 31
ที่ต้องจัดเตรียมในสถานที่จัดเก็บแบตเตอรี่
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ลิเธียมใหม่หรือปกติขนาดเล็ก (a) 33
ตัวอย่างการบรรจุแบบแพ็กใหม่หรือปกติขนาดใหญ่ (b)
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ใช้งานแล้วหรือชำรุดเสียหาย (a) 33
ทรายกันลามไฟ สำหรับบรรจุในภาชนะสำหรับขนส่ง (b)
ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติการณ์ 41
ภาพที่ 5.2 ขั้นตอนการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ 42
ภาพที่ 5.3 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้ 45
และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
ภาพที่ 6.1 ตัวอย่างภาชนะบรรจุของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี 51
ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างฉลากของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี 51
ภาพที่ 6.3 การบรรจุแบตเตอรี่ใช้งานแล้วหรือชำรุดเสียหาย 52
ภาพที่ 6.4 ขั้นตอนการจัดการขยะ/ วัสดุ 52
ภาพที่ 6.5 เว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม 54

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

การจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการปะทุและติดไฟ ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้และการระเบิดของแบตเตอรี่ได้ นอกจากนี้ ยังอาจมีอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด การถูกกระแทก ของมีคมบาด และการกระเด็นของสารเคมีหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้น อาจทำให้บุคลากรได้รับบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเกิดความเสียหายได้

การมีแนวทางและมาตรการที่ชัดเจนในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุและเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ ยังช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง รวมถึงช่วยให้เกิดการวางแผนและเตรียมความพร้อมในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน ทำให้สามารถจัดการกับสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความสูญเสียและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการจัดทำแนวทางการจัดการ ฯ เล่มนี้จะเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการสำคัญให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยฯ/ วิศวกรด้านความปลอดภัยใช้เป็นแนวทางสำหรับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยได้อย่างเป็นระบบ

2. วัตถุประสงค์ของแนวทาง

2.1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเป็นระบบ ในหน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่

2.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเก็บและขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

2.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการกรณีอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน

2.4 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย

3. ขอบเขตของแนวทาง

แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเล่มนี้ จัดทำเนื้อหาขึ้นจากการศึกษาพื้นที่ ที่ทำการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ตั้งแต่ระดับเซลล์ โมดูล แพ็ก และในเนื้อหาครอบคลุมถึง การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย แนวทางการจัดเก็บ การขนส่ง การปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน และการจัดการของเสียจากการวิจัย ประกอบด้วยเนื้อหา 6 บท

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยหัวข้อ

- ความสำคัญในการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่
- วัตถุประสงค์ของแนวทาง
- ขอบเขตของแนวทาง
- ประโยชน์ของแนวทาง

บทที่ 2 การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน ประกอบด้วยหัวข้อ

- ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
- การบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- นโยบายอาชีวอนามัยความปลอดภัย
- บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านความปลอดภัย
- การวางแผน
- การสนับสนุน และการควบคุมการปฏิบัติ
- การประเมินผลการดำเนินงาน และการปรับปรุง

บทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย ประกอบด้วยหัวข้อ

- สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่
- ขั้นตอนการวิจัย ทดสอบและปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย
- การควบคุมการปฏิบัติสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

บทที่ 4 แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย ประกอบด้วยหัวข้อ

- การจัดเก็บแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย
- การขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

บทที่ 5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน ประกอบด้วยหัวข้อ

- การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย
- มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย
- การปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์
- การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติจากการทำงานกับแบตเตอรี่
- การระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- อุปกรณ์สำคัญ/ ฉุกเฉินที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน

บทที่ 6 การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ ประกอบด้วยหัวข้อ

- การคัดแยกประเภทของเสีย
- การบรรจุและการชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตราย
- หน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดของเสียอันตราย

ภาคผนวก ก. ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข. แผนป้องกันและระงับอัคคีภัยขององค์กร

ขอบเขตการใช้งานแนวทางเหมาะสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยฯ/ วิศวกรด้านความปลอดภัยในศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ โดยเนื้อหานั้นครอบคลุมถึงเรื่องของการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย การเตรียมความพร้อมรับเหตุฉุกเฉิน และการจัดการของเสียอันตราย ส่วนผู้สนใจทั่วไปสามารถศึกษาแนวทางการจัดการฯ เล่มนี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับพื้นที่ตนเองได้ หรือผู้สนใจอาจศึกษาเพื่อต่อยอดในประเด็นที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมให้ปลอดภัยได้ต่อไป

4. ประโยชน์ของแนวทาง

4.1 เป็นแนวทางในการจัดการ และควบคุมเหตุการณ์ฉุกเฉินได้อย่างปลอดภัย

4.2 ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และโรคจากการทำงาน

4.3 ลดความสูญเสียต่อร่างกาย และความเสียหายต่อทรัพย์สินได้

บทที่ 2
การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของหน่วยงาน

แนวทางการบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (Occupational Health and Safety Management) ของศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ หรือศล. ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือสวทช. ได้นำข้อกำหนดของระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ตามมาตรฐานสากล ISO 45001:2018 มาใช้เป็นกรอบหลักในการบริหารจัดการความปลอดภัยภายในองค์กร โดยยึดหลักการการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (PDCA) ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าองค์กรจะมีขั้นตอนและกระบวนการในการวางแผน (Plan), การดำเนินการ (Do), การติดตามตรวจสอบ (Check), และการแก้ไขปรับปรุง (Act) ได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมให้เกิดการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

1. ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2563 และเป็นศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติลำดับที่ 5 ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ซึ่งเป็นองค์กรที่ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานร่วมกับหน่วยงานพันธมิตรทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุน สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยมีแผนการพัฒนาเทคโนโลยีแบ่งเป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย (1) พลังงานหมุนเวียน (2) ระบบกักเก็บพลังงาน (3) พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล (4) การจัดการระบบพลังงาน (5) การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

1.1 โครงสร้างองค์กร ประกอบด้วย

1.1.1 ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ เป็นตำแหน่งสูงสุดขององค์กร มีหน้าที่ดูแลและกำกับดูแลการดำเนินงานของศูนย์ฯ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดได้อย่างปลอดภัย

1.1.2 ผู้ช่วยผู้อำนวยการด้านบริหาร สนับสนุนวิจัยและประสานพันธมิตร

1.1.3 กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน

1) ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน

2) ทีมวิจัยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์

1.1.4 กลุ่มวิจัยพลังงานคาร์บอนต่ำ

1) ทีมวิจัยพลังงานทดแทนและประสิทธิภาพพลังงาน

2) ทีมวิจัยเทคโนโลยีเชื้อเพลิงสะอาดและเคมีขั้นสูง

1.2 ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน

ทำการศึกษาวิจัย ทดสอบ และพัฒนาเกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนและเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานมีประโยชน์ที่สำคัญอย่างยิ่งหลายด้าน เช่น เสถียรภาพที่ดีขึ้นของคุณภาพพลังงาน และความเชื่อถือได้ของแหล่งพลังงานในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากวิกฤติด้านพลังงานรุนแรงขึ้น การกักเก็บพลังงานจึงเป็นประเด็นงานวิจัยหลักของทั้งภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานการศึกษา ประกอบด้วย

1.2.1 การพัฒนาอิเล็กโทรไลต์และวัสดุใหม่ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะการกักเก็บพลังงาน

1.2.2 ความปลอดภัยและความเชื่อถือได้

1.2.3 การออกแบบระบบและสถาปัตยกรรม เพื่อลดต้นทุนระบบกักเก็บพลังงาน

1.2.4 เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานแบบใหม่ที่มีความปลอดภัยสูงและต้นทุนที่สามารถแข่งขันได้

1.2.5 การศึกษา พัฒนา ออกแบบ และทดสอบการใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

1.2.6 ระบบและวัสดุกักเก็บพลังงานความหนาแน่นสูง ตัวเก็บประจุยิ่งยวด การกักเก็บไฮโดรเจน เซลล์เชื้อเพลิง และการกักเก็บเชิงอุณหภาพ

ซึ่งลักษณะงานวิจัยและทดสอบดังที่กล่าวมา อาจก่อให้เกิดอันตรายและส่งผลกระทบให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินได้ ทางทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน จึงเล็งเห็นถึงประโยชน์และให้ความร่วมมือในการจัดทำแนวทางการจัดการฯ สำหรับใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานภายในหน่วยงานเป็นอย่างดี

2. การบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

การบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (Occupational Health and Safety Management) ของศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ หรือศล. ได้นำข้อกำหนดของระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล ISO 45001:2018 ซึ่งการดำเนินงานใช้หลักการการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

เนื่องจากศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ เป็นศูนย์ฯ ที่ได้รับการจัดตั้งขึ้นเมื่อพ.ศ. 2563 การให้บริการด้านความปลอดภัย จึงดำเนินการในรูปแบบของการให้บริการตามพื้นที่ (Service by location) ภายหลังจากการดำเนินการในรูปแบบดังกล่าวอย่างเป็นทางการครบ 1 ปี ต่อมาในปี 2564 หน่วยงานที่ให้บริการด้านความปลอดภัยของศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ ได้มีการจัดทำบทวิเคราะห์ และข้อเสนอแนวทางการบริหาร ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในรายงานผลการตรวจติดตามระบบบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ISO45001 จากทั้งภายใน - ภายนอก ว่า “ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับศูนย์ เช่น ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ ควรกำหนดให้มี ผู้รับผิดชอบ (พนักงานหรือหน่วยงานด้านความปลอดภัยของศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ) รับผิดชอบเกี่ยวกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความปลอดภัยอย่างชัดเจน เพื่อให้การเตรียมความพร้อมในการดำเนินการตามระบบการจัดการอาชีวอนามัย ตามนโยบายของทาง สวทช.” ประกอบกับในช่วงพ.ศ. 2565 -2566 มีนโยบายปรับกลไกการทำงานภายในให้ดีขึ้น มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ รวมทั้งส่งเสริมการทำงานในแนวระนาบ (Horizontal Collaboration) เพื่อรองรับหน่วยงานเดิม และหน่วยงานใหม่ที่เกิดขึ้น จึงมีการปรับโครงสร้างภายในสวทช. มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2567 ดังภาพที่ 2.1 โดยมี *งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ* ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จะเป็นหน่วยงานที่ให้บริการทางเทคนิควิชาการในเรื่องระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฯ พร้อมทั้งดูแลบุคคลากรที่ปฏิบัติงานให้ได้รับความปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงสอดคล้องกับมาตรฐานสากลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ณ 1 มกราคม 2567
ที่มา : งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

3. นโยบายอาชีวอนามัยความปลอดภัย

ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2563 และเป็นศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติลำดับที่ 5 ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งเป็นองค์กรที่ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานร่วมกับหน่วยงานพันธมิตรทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุน สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ได้ตระหนักและให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยในการทำงาน โดยกิจกรรม ขั้นตอน และทุกพื้นที่การทำงานขององค์กรจะให้ความสำคัญต่อการป้องกันอันตราย ป้องกันมลพิษที่เกิดขึ้นซึ่งอาจส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงานหรือสิ่งแวดล้อม จึงมีการอ้างอิงแนวทางในการดำเนินงานด้านความปลอดภัย ตามประกาศของพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง นโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 พัฒนา ปรับปรุง ระบบการจัดการและผลดำเนินการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลง ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง ข้อกำหนดอื่นๆ และมาตรฐานสากลอย่างเคร่งครัด

3.2 ส่งเสริม สนับสนุน ให้บุคลากรทุกคนตระหนักถึงลักษณะอันตรายและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการทำงาน รวมทั้งดำเนินการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงให้ครอบคลุมกับภัยคุกคาม อันตรายใหม่ๆ และทันต่อการเปลี่ยนแปลง นำไปสู่การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมและขั้นตอนในการทำงานให้ปลอดภัย เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ การเจ็บป่วยจากกทำงาน

3.3 ป้องกันและควบคุม การปนเปื้อนของมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ กฎหมายกำหนดหรือตามมาตรฐานสากล

3.4 ส่งเสริมการนำงานวิจัย เทคโนโลยีการวิจัย และระบบสารสนเทศที่เหมาะสมมาใช้เพื่อยกระดับระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดประสิทธิผล

3.5 มุ่งมั่นเพิ่มทักษะและพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ ทัศนคติที่ดี มีจิตสำนึกและตระหนักในความรับผิดชอบ รวมถึงการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย

3.6 ให้การสนับสนุนและจัดสรรทรัพยากรให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการดำเนินการทั้งในด้านบุคลากร เวลาและงบประมาณ

จากประกาศฉบับดังกล่าว จะเห็นได้ว่านโยบายด้านอาชีวอนามัยฯ ขององค์กรนั้นแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการสนับสนุนให้มีการดูแลสุขภาพอนามัยของบุคลากรอย่างเหมาะสม นำไปสู่การป้องกันอุบัติเหตุและโรคจากการทำงาน รวมถึงมีแผนเพื่อจัดการอุบัติการณ์ต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

สวทช NSTDA
BIOTEC
MTEC
NECTEC
NANOTEC
ENTEC

ประกาศ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
เรื่อง นโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นขุมพลังหลักของประเทศในการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของรัฐ เอกชนและชุมชน เพื่อพัฒนาและสร้างความเข้มแข็งของระบบนิเวศวิจัยและนวัตกรรมให้ตอบโจทย์สำคัญ นำสู่การพัฒนาประเทศอย่างก้าวกระโดด โดยให้บุคลากรสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้ใช้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพร้อมเครื่องมือไปสร้างเสริมระบบนิเวศวิจัยของประเทศให้เข้มแข็ง จึงให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยในการทำงาน ใส่ใจต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม โดยกิจกรรมต่าง ๆ ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติในทุกขั้นตอนและทุกพื้นที่การทำงานจะให้ความสำคัญต่อการป้องกันอันตราย การป้องกันมลพิษที่อาจเกิดขึ้น โดยกำหนดนโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมไว้ ดังนี้

๑. พัฒนา ปรับปรุงระบบการจัดการและผลดำเนินการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลัน โดยมีการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องของทางราชการ ข้อกำหนดอื่น ๆ ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและมาตรฐานสากลอย่างเคร่งครัด

๒. ส่งเสริม สนับสนุนและทบทวนการดำเนินงานเพื่อการค้นหา ขจัด ป้องกัน และควบคุมอันตรายและลดความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมภัยคุกคามต่าง ๆ และทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจส่งผลกระทบให้เกิดอันตรายใหม่ ๆ นำไปสู่การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมและขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย มีสุขลักษณะในการทำงานที่ดีภายใต้ความปกติใหม่ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับงาน โดยถือว่าการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานของบุคลากรสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติทุกคน

๓. ป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนของมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งมลพิษทางน้ำ อากาศ เสียง ดิน ขยะมูลฝอย วัสดุ และของเสียอันตราย ด้วยการจัดการมลพิษทั้งหมดตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือตามมาตรฐานสากล

๔. ส่งเสริมการนำงานวิจัย เทคโนโลยีการวิจัย และระบบสารสนเทศที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อยกระดับระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดประสิทธิผล

๕. มุ่งมั่นเพิ่มทักษะและพัฒนาบุคลากรของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติตลอดจนผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติด้วยสื่อหรือช่องทางที่เข้าถึงแหล่งความรู้ที่รวดเร็ว เข้าถึงได้ง่าย เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ ทัศนคติที่ดี สำนึกและตระหนักในความรับผิดชอบ รวมถึงการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย โดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมการปรึกษาด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ตามช่องทางต่าง ๆ ตลอดจนเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม อย่างต่อเนื่อง

๖. ให้การสนับสนุนและจัดสรรทรัพยากรให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการดำเนินการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านบุคลากร เวลาและงบประมาณ เพื่อให้บรรลุนโยบายและเป้าหมายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติมุ่งมั่นที่จะผลักดันและสนับสนุนให้กิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินการและบรรลุตามกรอบนโยบายอย่างสม่ำเสมอ และจะนำมาพิจารณาทบทวนอย่างสม่ำเสมอพร้อมทั้งเป็นผู้นำ ให้คำปรึกษา สนับสนุนและถ่ายทอดด้านระบบการจัดการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม กับหน่วยงานภาครัฐ เอกชนและชุมชน จึงประกาศเพื่อทราบโดยทั่วกัน และให้ยึดถือเป็นนโยบายในการทำงาน

ประกาศ ณ วันที่ ๓ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๖

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
ผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ภาพที่ 2.2 นโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

4. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านความปลอดภัย

การมอบหมายบทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านความปลอดภัย ให้แก่ผู้เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสื่อสารไปยังผู้ปฏิบัติงานแต่ละระดับภายในองค์กรนั้น เพื่อให้มั่นใจว่าบุคลากรทุกคนในองค์กรนั้นมีหน้าที่ที่สำคัญในการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัย สามารถสรุปองค์ประกอบได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้ (รายละเอียด ปรากฏในภาคผนวก ก)

4.1 บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบในภาพรวม ตั้งแต่ระดับผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับกลาง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ ผู้ปฏิบัติงานทุกคนที่ปฏิบัติงานในสวทช. ซึ่งบทบาทหน้าที่ฯ ของผู้เกี่ยวข้องแต่ละระดับจะแตกต่างกันไป แต่ให้ถือว่าบุคลากรทุกคนในองค์กร ต้องรับทราบและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยฯ

4.2 คณะทำงานความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม สวทช. มีบทบาทหน้าที่โดยสรุปประกอบด้วย จัดให้มีการประชุมอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง, จัดทำนโยบาย วัตถุประสงค์และแผนงานด้านความปลอดภัย สำหรับป้องกันและลดการเกิดอุบัติการณ์, รายงานและเสนอแนะผลการปฏิบัติงานประจำปีด้านความปลอดภัย เพื่อให้มีการติดตามการแก้ไขและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

4.3 คณะทำงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ศล. มีบทบาทหน้าที่โดยสรุปประกอบด้วย จัดทำแนวทางการป้องกันและลดการเกิดอุบัติเหตุ, รายงานและเสนอแนะมาตรการหรือแนวทางปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามกฎหมาย, รายงานและเสนอแนะผลการปฏิบัติงานประจำปีด้านความปลอดภัย เพื่อให้มีการติดตามการแก้ไขและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

4.4 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัยและอพยพออกจากอาคาร มีบทบาทหน้าที่โดยสรุปประกอบด้วย ควบคุมสถานการณ์, ประเมิน วิเคราะห์ และตัดสินใจสั่งการให้ปฏิบัติตามแผนระงับอัคคีภัยขั้นต้นโดยเร็ว เพื่อให้เกิดความปลอดภัยความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สินให้มากที่สุด, ขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอก กันมิให้บุคคลภายนอกเข้ามาในอาคาร จนกว่าจะเข้าสู่สถานการณ์ปกติ (บทบาทหน้าของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัยฯ โดยละเอียดปรากฏในบทที่ 4 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลกรณีได้รับบาดเจ็บ)

5. การวางแผน (Planning)

การวางแผนที่ดีจะช่วยให้สามารถระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และจัดเตรียมมาตรการป้องกันที่เหมาะสมได้ล่วงหน้า การวางแผนอย่างรอบคอบและเป็นระบบจึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้การดำเนินงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ลดความเสี่ยง และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้บุคคลากรสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยมากขึ้นอีกด้วย

5.1 การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและโอกาส (Hazard Identification, Risk and Opportunities Assessment)

อันตราย หมายถึง สิ่งหรือเหตุการณ์ที่ถ้าเกิดขึ้นอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย โรคจากการทำงานต่อบุคลากร หรือความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ที่กำหนดลดลง รวมทั้งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน ความเสี่ยง หมายถึง ความน่าจะเป็นของการบาดเจ็บ เจ็บป่วย หรือความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นเมื่อปฏิบัติงานที่มีลักษณะอันตราย โดย รีด มิดเดิลตัน (Reid Middleton) ได้อธิบายความแตกต่างของอันตรายและความเสี่ยง แสดงภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ความแตกต่างระหว่างอันตรายและความเสี่ยง

ที่มา : Reid Middleton. Hazards vs Risks – What's the Difference? สืบค้นจาก https://www.reidmiddleton.com/reidourblog/hazards-vs-risks-whats-the-difference/

การชี้บ่งอันตรายทำให้ทราบถึงลักษณะอันตรายที่มี เพื่อนำไปวิเคราะห์ พิจารณาโอกาสและความรุนแรงของอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เช่น อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้รับบาดเจ็บ เจ็บป่วย อาจก่อให้เกิดเหตุเพลิงไหม้ การหกรั่วไหลของสารเคมี มาจัดเป็นระดับความเสี่ยง เพื่อหามาตรการลดระดับความเสี่ยง หรือควบคุมการปฏิบัติ ให้บุคลากรสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย การประเมินระดับโอกาส เพื่อยกระดับประสิทธิภาพ และการปรับปรุงระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ระบบ ISO45001 สามารถแบ่งการประเมินความเสี่ยงและโอกาส ออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

5.1.1 การประเมินโอกาสด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ความเสี่ยงและโอกาสอื่นๆ ต่อระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (OH&S opportunities, other risk and other opportunities) โดยนำข้อมูลบริบทองค์กร ปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายในความต้องการและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้เสีย มาวิเคราะห์และประเมิน ซึ่งมีการจัดทำโดยฝ่ายความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม สวทช.

5.1.2 การประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (OH&S risk) เป็นการชี้บ่งอันตรายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมและการทำงาน กระบวนการประเมินความเสี่ยงดำเนินอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง หรือเมื่อมีกิจกรรม เครื่องมือ เครื่องจักรใหม่ ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ของทีมวิจัยที่เกี่ยวข้องในโปรแกรมการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยง (Hazard Identification and Risk Assessment Program) รายละเอียดเพิ่มเติม ปรากฏในบทที่ 3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

หลังจากที่ได้ผลการประเมินระดับความเสี่ยงและระดับโอกาสแล้ว ผลประเมินที่อยู่ในระดับเล็กน้อย และยอมรับได้ ไม่ต้องดำเนินการใดๆ แต่ผลการประเมินที่อยู่ในระดับปานกลาง สูง และยอมรับไม่ได้มาจัดทำแผนงาน เพื่อดำเนินการควบคุม หรือพัฒนา ปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

5.2 การวางแผนดำเนินการ และการจัดทำวัตถุประสงค์แผนงาน งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ นำผลการประเมินความเสี่ยงและโอกาสที่อยู่ในระดับปานกลาง สูง และยอมรับไม่ได้มาจัดทำแผนงาน เพื่อดำเนินการควบคุม หรือพัฒนา ปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกันนโยบายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงกฎหมาย ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง การเตรียมความพร้อมสำหรับการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน และนำไปสู่การควบคุมการปฏิบัติซึ่งเป็นการดำเนินการลำดับขั้นถัดไป

6. การสนับสนุน และการควบคุมการปฏิบัติ (Support and Operational)

การสนับสนุนที่ดีจากผู้บริหารและการควบคุมการปฏิบัติอย่างเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าทุกขั้นตอนของงานวิจัยและทดสอบจะถูกดำเนินการไปอย่างปลอดภัย ลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นความสูญเสียและเสียหายกับบุคลากรและทรัพย์สิน การสนับสนุนนี้ยังรวมถึงการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม การฝึกอบรมบุคลากรเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะด้านความปลอดภัย และการตรวจสอบการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด

6.1 การสนับสนุน มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

6.1.1 ทรัพยากรและความรู้ความสามารถ การจัดหาทรัพยากร เช่น บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสมต่อกิจกรรมที่ปฏิบัติ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล อุปกรณ์ฉุกเฉินที่จำเป็น การอบรมเพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยง

6.1.2 การสร้างความตระหนัก และการสื่อสาร การสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยให้กับบุคลากรนั้น สามารถดำเนินการได้หลายวิธี อาทิเช่น การจัดอบรมให้ความรู้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์, การสื่อสารข้อมูลต่างๆ ทางอีเมลและเว็บไซต์ของหน่วยงาน รวมทั้งการสร้างวัฒนธรรมการสร้างการมีส่วนร่วมของบุคลากร ก็เป็นส่วนสำคัญในการสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยได้

6.1.3 การจัดเก็บข้อมูลเอกสาร ควรมีการจัดเก็บ ควบคุม ปรับปรุง และแจกจ่ายเอกสารได้อย่างเหมาะสม และมั่นใจว่าเอกสารจะไม่สูญหาย และมีการใช้งานอย่างถูกต้องเหมาะสม

โดยต้องพิจารณาให้ครอบคลุมในเรื่อง ปริมาณงาน งบประมาณ และบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ทั้งบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าที่ควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักร และบุคคลาการทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

6.2 การควบคุมการปฏิบัติ มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

6.2.1 นำข้อมูลจากการวางแผนไปปฏิบัติ เพื่อควบคุมให้มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องตามลำดับมาตรการป้องกันอันตราย (Hierarchy of Controls) แสดงดังภาพที่ 2.4 ซึ่งประกอบด้วย (1) การกำจัดสิ่งที่เป็นอันตราย (2) การทดแทนด้วยสิ่งที่ไม่มีอันตราย หรือเป็นอันตรายน้อยลง (3) การควบคุมทางวิศวกรรม และการแยกบุคลากรออกจากอันตราย (4) ใช้การควบคุมโดยการบริหารจัดการ เช่น การลดระยะเวลาการสัมผัสสิ่งที่เป็นอันตราย, การหมุนเวียนบุคลากร, การจัด

อบรมให้ความรู้, การใช้ระเบียบการปฏิบัติ/คู่มือการทำงาน, ป้ายเตือนอันตราย (5) การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่มีความเหมาะสมเพียงพอ

ภาพที่ 2.4 ลำดับขั้นในการควบคุมอันตราย

ที่มา : The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hierarchy of Controls

6.2.2 การจัดการการเปลี่ยนแปลง(Management of change) มีกระบวนการที่ใช้สำหรับดำเนินการ และควบคุมความเปลี่ยนแปลงที่อาจมีผลกระทบด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อควบคุมให้มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เช่น (1) เครื่องมือ เครื่องจักร และกระบวนการที่เกิดขึ้นใหม่ หรือการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือ เครื่องจักร และกระบวนการ (2) การเปลี่ยนแปลงของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (3) การเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้ หรือข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายและความเสี่ยง (4) การพัฒนาความรู้และเทคโนโลยี

6.2.3 การควบคุมการจัดซื้อ จัดจ้าง ผู้รับเหมา มีการคัดเลือกและควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง เช่น การซื้อสารเคมี – ถังก๊าซ, การซื้อสารกัมมันตรังสี, การซื้อเครื่องจักรที่ต้องมีการติดตั้ง, การจ้างเหมาที่ทำงานในที่อับอากาศ, การจ้างที่มีการใช้งานปั่นจั่น เป็นต้น

6.2.4 การเตรียมความพร้อม และตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน มีการจัดเตรียมแผนเพื่อตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน ตามที่ได้ชี้อันตรายและประเมินความเสี่ยงไว้ ประกอบด้วย

1) จัดเตรียมระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย จัดหาอุปกรณ์ดับเพลิง ติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การติดตั้งระบบการป้องกันฟ้าฝ่า การกำจัดของเสียที่ติดไฟง่าย รวมทั้งมีการตรวจตราและซ่อมบำรุงตามรอบที่กำหนด

2) จัดเตรียมแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยให้ครอบคลุมตามที่กฎหมายกำหนด

3) จัดเตรียมพื้นที่ตามที่กฎหมายกำหนด เช่น ช่องทางเพื่อผ่านสู่ทางออกตามมาตรฐาน, มีทางออกทุกห้องอย่างน้อยสองทางมีป้ายเห็นได้ชัดเจน

4) จัดให้บุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้น หรือหลักสูตรที่เกี่ยวข้องตามที่กฎหมายกำหนด

5) จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ที่ใช้ในการดับเพลิงและการฝึกซ้อมดับเพลิงโดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อนหรือหน้ากากป้องกันควันพิษ

7. การประเมินผลการดำเนินงาน และการปรับปรุง (Performance evaluation and Improvement)

การประเมินผลการดำเนินงานเป็นกระบวนการที่ช่วยให้สามารถตรวจสอบได้ว่าการปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดไว้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบ ตรวจวัด เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มและสถิติด้านความปลอดภัย เพื่อนำมาปรับปรุงให้มีความต่อเนื่องและพัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้น

7.1 การประเมินผลการดำเนินงาน งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ มีการติดตามตรวจสอบ ตรวจวัด วิเคราะห์และประเมินผล ซึ่งประกอบด้วย การปฏิบัติตามกฎหมาย, กิจกรรมต่างที่เกี่ยวข้องกับการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยง, ความก้าวหน้าของการบรรลุวัตถุประสงค์, การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น สารเคมีในบรรยากาศ แสงสว่าง ความร้อน เป็นต้น, การตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงที่ได้รับสัมผัส, การติดตามผลการตรวจประเมินภายใน – ภายนอก, การแก้ไขและป้องกันอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้น โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์จัดทำแนวโน้มประเมินประสิทธิผล และนำเสนอให้ผู้บริหารทราบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อพิจารณาให้ความคิดเห็นหรือเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยขององค์กรต่อไป

7.2 การแก้ไข และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง มีขั้นตอนสำหรับ การรายงาน การสอบสวนหาสาเหตุ การแก้ไขอุบัติการณ์และความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดที่เกิดขึ้น รวมทั้งพิจารณาสาเหตุของอุบัติการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้น หรือกรณีความไม่สอดคล้องที่สามารถเกิดขึ้นได้ ดำเนินการในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อกำจัดอันตรายลดความเสี่ยง พัฒนาและปรับปรุงระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง

การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ที่อ้างอิงตามข้อกำหนดของระบบมาตรฐาน ISO 45001 ทำให้มั่นใจได้ว่าองค์กรจะมีขั้นตอนและกระบวนการในการวางแผน (Plan), การดำเนินการ (Do), การติดตามตรวจสอบ (Check), และการแก้ไขปรับปรุง (Act) ได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมให้เกิดการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

บทที่ 3
การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งส่งผลกระทบให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการรวบรวมลักษณะอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำการวิจัยประกอบโมดูลและแพ็กแบตเตอรี่ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และแนวทางในการควบคุมการปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย การเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม และสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

1. สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่

สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัยประกอบโมดูลและแพ็กแบตเตอรี่ รวมถึงการทดสอบแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่มีลักษณะความเสี่ยงจะเกิดการปะทุติดไฟ อันเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ ซึ่งสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดอันตราย ประกอบด้วย

1.1 ข้อบกพร่องในการผลิต คุณภาพของแบตเตอรี่ ความผิดพลาดในกระบวนการผลิต เช่น การเลือกวัสดุที่ไม่ได้มาตรฐาน การเชื่อมต่อสายไฟไม่แน่น ทำให้อาจเกิดความไม่สมบูรณ์ของเซลล์แบตเตอรี่ได้

1.2 ความเสียหายทางกายภาพ หรือความเสียงหายทางกลของแบตเตอรี่ อาจเกิดขึ้นระหว่างประกอบ ขนส่ง หรือใช้งาน เช่น มีการกระแทกหรือชนกันอย่างรุนแรงจนทำให้แบตเตอรี่ได้รับความเสียหาย

1.3 การชาร์จเกิน โดยใช้กระแสไฟเกินไปหรือชาร์จเกินเวลาอาจทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนในแบตเตอรี่ ทำให้อุณหภูมิภายในเพิ่มสูงขึ้น

1.4 การใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง สามารถเพิ่มความร้อนภายในแบตเตอรี่ได้ เช่น เมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้งานแล้ว ควรให้แบตเตอรี่ลดอุณหภูมิลงก่อนที่ชาร์จประจุไฟฟ้ากลับเข้าไป

1.5 ความเสียหายจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม การเก็บหรือติดตั้งแบตเตอรี่ภายใต้อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่มีแหล่งพลังงานความร้อนจากภายนอก เช่น แดดจ้า หรือเตาหลอมความร้อน

1.6 การทำงานผิดพลาดของระบบควบคุมแบตเตอรี่ หรือระบบ BMS ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ได้

ปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟไหม้หรือการระเบิด และส่งสัญญาณเริ่มต้นกระบวนการวิ่งหนีความร้อน “Thermal Runaway” โดยเริ่มต้นจากแบตเตอรี่มีอุณภูมิที่สูงขึ้น มีควันสีขาว และเกิดแก๊สจากไอระเหยของอิเล็กโทรไลต์ (ควันพิษ) เกิดประกายไฟ เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ เกิดลูกไฟ และเกิดการระเบิดในที่สุด ซึ่งจะเริ่มต้นจากเซลล์แบตเตอรี่เซลล์เดียว และเกิดปฏิกิริยาโดมิโน่ต่อไปยังเซลล์ข้างเคียงจนกว่าพลังงานในระบบจะหมด แสดงดังภาพที่ 3.1

(a) (b)

ภาพที่ 3.1 กระบวนการวิ่งหนีความร้อน Thermal Runaway (a)

การแพร่กระจายของกระบวนการวิ่งหนีความร้อน Thermal Runaway ไปสู่เซลล์ถัดไป (b)

ที่มา : ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย แบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (a) และสมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA) . สืบค้นจาก https://www.testa.or.th /wp content/uploads /2022/03/PPT-Fire-Protection-for-Lithium-Ion-Battery-Energy-Storage-System.pdf (b)

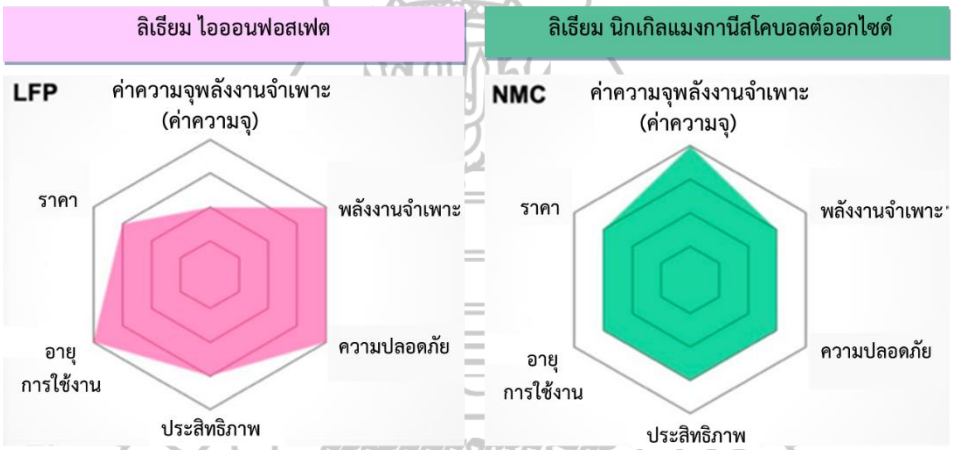
นอกจากอันตรายจากการปะทุติดไฟ อันเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิดของแบตเตอรี่แล้ว ยังอาจเกิดอันตรายได้จากการถูกไฟฟ้าดูด การถูกกระแทก ของมีคมบาด และการกระเด็นของสารเคมีหรืออุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น จากอุบัติการณ์ที่อาจเกิดขึ้นตามที่กล่าวมา ซึ่งหากเกิดแล้วจะส่งผลกระทบให้บุคลากรได้รับบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินได้ ดังนั้น องค์กรจึงควรจัดเตรียมความพร้อมในเรื่องต่างๆ ประกอบด้วย การให้ความรู้ ความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย, การจัดทำแผนงานเพื่อควบคุมการปฏิบัติ และดำเนินการติดตามอย่างต่อเนื่อง, แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย, การจัดเตรียมอุปกรณ์สำคัญที่ใช้สำหรับปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่ทั้งในกรณีปกติและกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน, แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน และ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยฯ

2. ขั้นตอนการวิจัย ทดสอบและปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

2.1 กำหนดสเปกและออกแบบแพ็กแบตเตอรี่

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ความจุของแบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้า การถ่ายโอนพลังงาน การระบายความร้อน และระบบความปลอดภัย สอดคล้องกับความต้องการและมีคุณภาพที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ การกำหนดสเปกและออกแบบที่ดี จะส่งผลให้แพ็กแบตเตอรี่มีประสิทธิภาพในการทำงานและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานโดยมีความปลอดภัยที่สูง

ประเภทของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการวิจัยและทดสอบ ได้แก่ แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate : LFP) และ แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Nikel Manganese : NMC) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพ อายุการใช้งาน ราคา และความปลอดภัยของแบตเตอรี่ ได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (LFP) และ ลิเธียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Current Li-Ion Battery Technologies in Electric Vehicles and Opportunities for Advancements, หน้า 10 จาก 20 สืบค้นจาก https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S2666202722000751#bbib0056

4.2 การเลือกและทดสอบคุณภาพของเซลล์แบตเตอรี่

หลังจากที่มีการกำหนดสเปคและพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ความจุของแบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้า การถ่ายโอนพลังงาน การระบายความร้อน และระบบความปลอดภัยแล้ว ในการเลือก

เซลล์นั้นต้องคัดเลือกจากผู้ผลิตที่มีความเชี่ยวชาญ มีคุณภาพและได้มาตรฐานเพื่อให้มั่นใจว่าการใช้งานจะปลอดภัยและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

การทดสอบคุณภาพตามมาตรฐาน เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ การทดสอบการสั่นสะเทือน, แรงกระแทกทางกล, การตกกระแทก, การเปลี่ยนแปลงอุณภูมิอย่างกะทันหัน,อุณหภูมิผิดปกติ, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายใน - ภายนอก, การป้องกันการชาร์จเกิน การป้องกันการดิสชาร์จเกิน

ในขั้นตอนนี้จะดำเนินการในพื้นที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่มีระบบความปลอดภัยและออกแบบมาเพื่อการทดสอบโดยเฉพาะ แสดงดังภาพที่ 3.3 ซึ่งในกระบวนการทดสอบนี้หากเซลล์แบตเตอรี่มีความผิดปกติ หรือไม่ได้มาตรฐาน ก็อาจเกิดการลัดวงจรของเซลล์และมีการปะทุติดไฟของแบตเตอรี่เกิดขึ้นได้

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างเครื่องทดสอบคุณภาพเซลล์แบตเตอรี่

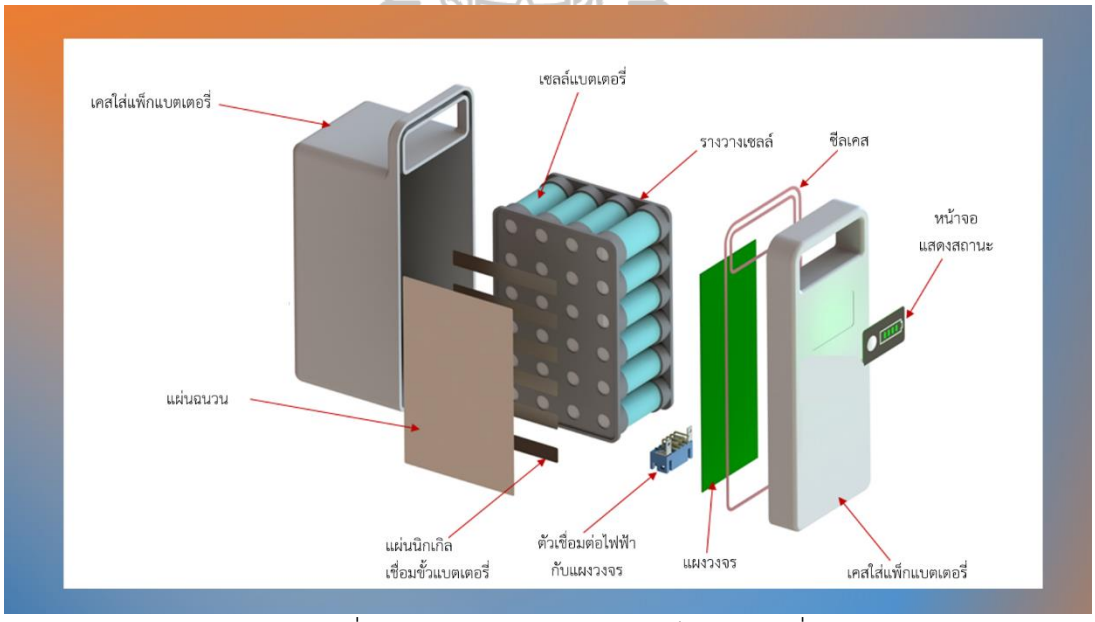
ที่มา : ASCENDTECH GROUP. How Does a Test Chamber Work for Lithium Ion Batteries. สืบค้นจาก https://www.ascend-tech.com/blog/how-does-a-test-chamber-work-for-lithium-ion-batteries

4.3 การประกอบแพ็กแบตเตอรี่

เมื่อกำหนดสเปค ออกแบบ และตรวจสอบเซลล์แบตเตอรี่จนมั่นใจว่ามีคุณภาพตามมาตรฐานแล้ว จึงนำเซลล์แบตเตอรี่รุ่นที่ได้รับการทดสอบแล้ว (เซลล์ใหม่) มาเรียงใส่ในรางตามที่ออกแบบไว้ เพื่อให้เซลล์มีความแน่นหนาแข็งแรง มีระยะห่างแต่ละเซลล์ทำให้เกิดการระบายความร้อนระหว่างที่มีการใช้งาน และทำการเชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ประกอบด้วย การเชื่อมแบบจุดด้วยความต้านทาน การเชื่อมอาร์กอน (Micro-TIG) และการเชื่อมด้วยเลเซอร์

เพื่อให้แผ่นนิเกิลยึดติดแน่นกับขั้วเซลล์แบตเตอรี่ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของการสปอต ให้ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นไปตามที่ออกแบบ รวมทั้งติดตั้งระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS) โดยบัดกรีสาย BMS เข้ากับแพ็กแบตเตอรี่ที่ได้แพ็กไว้ จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องด้านกายภาพ คุณสมบัติทางไฟฟ้า และเก็บสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ ตัวอย่างการประกอบแพ็กแบตเตอรี่ แสดงดังภาพที่ 3.4

ในขั้นตอนการประกอบนี้ ผู้ปฏิบัติงานควรสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) ให้เหมาะสม เช่น แว่นตา หน้ากาก และถุงมือ เพื่อป้องกันการได้รับอันตรายจากความคมของแผ่นนิกเกิล สะเก็ดไฟหรือความผิดปกติของเซลล์แบตเตอรี่ ที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการเชื่อมโดยในพื้นปฏิบัติงานไม่ควรอยู่ใกล้กับวัสดุติดไฟ หรือลามไฟง่าย และควรเตรียมถังดับเพลิง ที่คีบหรือรถเข็นมีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายแพ็กแบตเตอรี่ ถังโลหะใส่ทราย เป็นต้น กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นควรใช้ถังดับเพลิงควบคุมเบื้องต้น หลังจากนั้นควรเคลื่อนย้ายอุปกรณ์มาบริเวณที่โล่งและใช้น้ำลดอุณหภูมิ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการวิ่งหนีความร้อน (Thermal runaway) สู่เซลล์/ แพ็กแบตเตอรี่ข้างเคียง



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการประกอบแพ็กแบตเตอรี่

ที่มา : ดัดแปลงจาก Vishnu Chandran. Project 1 Mechanical design of battery pack? สืบค้นจาก https://skill-lync.com/student-projects/project-1-mechanical-design-of-battery-pack-235

4.4 การทดสอบแพ็กแบตเตอรี่

เมื่อประกอบแพ็กแบตเตอรี่เรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบคุณภาพตามมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพความปลอดภัยของแบตเตอรี่ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ การทดสอบการสั่นสะเทือน, แรงกระแทกทางกล, การตกกระแทก, การเปลี่ยนแปลงอุณภูมิอย่างกะทันหัน, การป้องกันอุณหภูมิเกิน, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายนอก, การป้องกันการชาร์จเกิน, การป้องกันการดิสชาร์จเกิน, การทนไฟ ก่อนนำไปทดสอบและใช้งานในเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานการทดสอบด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่

ประเภท ชนิด/ขนาด	เซลล์, โมดูล	โมดูล, แพ็ก, ระบบ
1. ขนาดพกพา	IEC 62133-1 IEC 62133-2 TIS 2217	IEC 62133-1 IEC62133-2 TIS 2217 TIS 2879
2. รถยนต์/ยานพาหนะ	IEC 62660-2 IEC 62660-3	UNECE R100 TIS 3026
3. รถจักรยานยนต์	IEC 62660-2 IEC 62660-3	UNECE R136 TIS 2952 ISO 18243
4. ระบบกักเก็บพลังงาน/ อุตสาหกรรม การขนส่ง	IEC 62619 IEC 62281 UN 38.3	IEC 62619 IEC 63056 (ระบบกักเก็บพลังงาน) IEC 62281 UN 38.3

ที่มา : สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA). ดัดแปลงจากข้อมูลสัมมนาการให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน และความปลอดภัยในการใช้งานแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน. สืบค้นจาก https://www.entec.or.th/th/testa-forum-7/

3. การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

การควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ สามารถกำหนดการควบคุมเป็น 2 วิธี คือ

3.1 การควบคุมทางวิศวกรรม (engineering controls) เป็นการควบคุมอันตรายที่เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การใช้อุปกรณ์ หรือวัสดุที่มีมาตฐานด้านความปลอดภัย การปิดคลุมส่วนที่เป็นอันตราย ซึ่งการควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยโดยการควบคุมทางวิศวกรรม สามารถดำเนินการได้ดังนี้

3.1.1 ออกแบบและคัดเลือก เซลล์แบตเตอรี่ที่ได้มาตรฐานด้านความปลอดภัย

3.1.2 เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับระบบอัคคีภัย บริเวณพื้นที่ประกอบและทดสอบแบตเตอรี่ ซึ่งประกอบด้วย สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อุปกรณ์ดับเพลิง

3.1.3 แยกพื้นที่จัดเก็บแบตเตอรี่ ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานและวัตถุไวไฟ

3.1.4 เตรียมอุปกรณ์จัดเก็บ ที่สามารถป้องกันความเสียหายจากการระเบิดและเพลิงไหม้ได้

3.2 การควบคุมโดยการบริหารจัดการ (administrative controls) เป็นการควบคุมอันตรายที่จะลดการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งการควบคุมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยโดยการบริหารจัดการ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

3.2.1 การปฏิบัติตามวิธีการใช้งาน และขั้นตอนของเครื่องมือ รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องมือให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

3.2.2 การฝึกอบรมและให้ความรู้เกี่ยวกับการตระหนักถึงอันตราย สัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย เพื่อสื่อสารหรือเตือนอันตรายด้านความปลอดภัยให้กับบุคลากรในพื้นที่ เช่น พื้นที่มีลักษณะอันตรายอะไร มีข้อบังคับหรือคำแนะนำในการปฏิบัติตนอย่างไร นอกจากนี้ยังรวมถึงเครื่องหมายของอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัยและเครื่องหมายเกี่ยวกับสภาวะปลอดภัย สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2 การใช้สีสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย ประกอบด้วย

1) **สีแดง** หมายถึง เครื่องหมายห้ามมีลักษณะเป็นวงกลมและมีสีแดงพาด หรือ หมายถึง เครื่องหมายอุปกรณ์ฉุกเฉินซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม
2) **สีเหลือง** หมายถึง เตือนให้ระวัง มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
3) **สีน้ำเงิน** หมายถึง บังคับให้ต้องปฏิบัติ มีลักษณะเป็นรูปวงกลม
4) **สีเขียว** หมายถึง แสดงสภาวะความปลอดภัย มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม

ตารางที่ 3.2 สีและสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย

ความหมาย	รูปทรง/สี	ตัวอย่างเครื่องหมาย		
หยุด ห้ามทำ	สีแดง ห้าม	ห้ามเข้า	ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ	ห้ามใช้ลิฟต์ขณะเกิดเพลิงไหม้
เตือน ให้ระวัง	สีเหลือง = ระวัง	ระวังวัตถุไวไฟ	ระวังอันตรายไฟฟ้า	ระวังศีรษะ
บังคับให้ต้องปฏิบัติ	สีน้ำเงิน ปฏิบัติ	สวมแว่นตานิรภัย	สวมหน้ากากป้องกันสารเคมี	สวมถุงมือนิรภัย
แสดงถึงสภาวะความปลอดภัย	สีเขียว ปลอดภัย	จุดรวมพล	ทางหนีไฟ	ล้างตาฉุกเฉิน
บริเวณที่มีอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัย	สีแดง ใช้เมื่อเกิดอัคคีภัย	ถังดับเพลิง	สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สายฉีดน้ำดับเพลิง

ที่มา : สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน. 2563. คู่มือความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน สำหรับลูกจ้างทั่วไปและลูกจ้างเข้าทำงานใหม่

สัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่ควรแสดงเพื่อสื่อสารหรือเตือนอันตรายบริเวณห้องปฏิบัติการวิจัย สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์ด้านความปลอดภัยที่ควรแสดงบริเวณห้องปฏิบัติการวิจัย

รายการป้ายเตือนอันตราย	ความหมาย	รายการป้ายเตือนอันตราย	ความหมาย
ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ	ห้ามทำให้เกิดประกายไฟบริเวณพื้นที่ห้องปฏิบัติการ	สวมหน้ากากป้องกันสารเคมี	ควรสวมหน้ากากป้องกันสารเคมีขณะปฏิบัติงาน
ระวังวัตถุไวไฟ	เตือนให้ระวังวัตถุไวไฟ	สวมถุงมือนิรภัย	ควรสวมถุงมือนิรภัยขณะปฏิบัติงาน
สวมแว่นตานิรภัย	ควรสวมแว่นตานิรภัยขณะปฏิบัติงาน	ถังดับเพลิง	จุดติดตั้งถังดับเพลิง

3.3 การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment : PPE)

การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) เป็นมาตรการควบคุมอันตราย สำหรับใช้ในกรณีที่เราไม่สามารถ กำจัด/ทดแทนอันตราย หรือควบคุมทางวิศวกรรมได้ การใช้อุปกรณ์ PPE นั้น ต้องเลือกให้ถูกต้องและเหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานจึงควรมีการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงให้ทราบถึงลักษณะอันตรายและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นก่อนการเลือกใช้งาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ชนิดของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เหมาะสมกับลักษณะอันตรายและความเสี่ยงสำหรับการวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

อุปกรณ์ PPE	คุณสมบัติของอุปกรณ์	ลักษณะการใช้งาน
แว่นตานิรภัย 3M 1611 หรือรุ่นอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า	- แว่นตาเลนส์ใส - ผ่านการรับรองมาตรฐาน ANSI Z87.1 , EN166.2001 หรืออื่นๆ	เพื่อป้องกันอันตรายจากการกระเด็นของสะเก็ดต่างๆ
หน้ากากป้องกันไอระเหยสารเคมี 3M รุ่น 9913V, 7701-K หรือรุ่นอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า หน้ากากป้องกันกลิ่นสารเคมี*	- หน้ากากกรองไอระเหยสารเคมี ช่วยกรองกลิ่นไม่พึงประสงค์ มีลิ้นระบายอากาศ - ผ่านการรับรองมาตรฐาน AS/NZS 1716 หรืออื่นๆ	เพื่อป้องกันอันตรายจากก๊าซ หรือไอระเหยของสารเคมี * ใช้ในกรณีฉุกเฉิน
อุปกรณ์ป้องกันมือและผิวหนัง กันบาด Synos รุ่น 763A กันสะเก็ดไฟ SCHAKE ถุงมือกันความร้อน* ดับเพลิง,อลูมิไนซ์ เคฟล่า	- สามารถป้องกันการบาด สะเก็ดไฟ และความร้อน - ผ่านการรับรองตามมาตรฐาน EN388, EN 407 หรืออื่นๆ	เพื่อป้องกันการบาดจากของแหลมคม สะเก็ดไฟ และความร้อนจากเหตุเพลิงไหม้ * ใช้ในกรณีฉุกเฉิน

จากข้อมูลสาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสามารถนำมาสรุปเป็นข้อมูลพร้อมมาตรการควบคุมการปฏิบัติได้ แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 สรุปขั้นตอน สาเหตุและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่ พร้อมทั้งมาตรการควบคุมการปฏิบัติ

ขั้นตอน	ลักษณะอันตราย	สาเหตุที่ทำให้เกิดอันตราย	มาตรการควบคุมการปฏิบัติ
1. กำหนดสเปกและออกแบบแพ็กแบตเตอรี่	-	-	-
2. การเลือกและทดสอบคุณภาพของเซลล์แบตเตอรี่	ไฟไหม้/ ระเบิด	- ข้อบกพร่องในการผลิต - ความเสียหายทางกายภาพ - การชาร์จเกิน - การใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง - ความเสียหายจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม - การทำงานผิดพลาดของระบบควบคุมแบตเตอรี่	- ดำเนินการในพื้นที่ เครื่องมืออุปกรณ์ ที่มีระบบความปลอดภัยและออกแบบมาเพื่อการทดสอบโดยเฉพาะ - ในพื้นที่ทดสอบมีอุปกรณ์สำหรับใช้ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ • ทรายกันลามไฟ ถังโลหะใส่ทรายสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม • อุปกรณ์ PPE ได้แก่ แว่นตา หน้ากากป้องกันสารเคมี ถุงมือป้องกันความร้อน
	กลิ่นการเผาไหม้	- เกิดเพลิงไหม้แบตเตอรี่ทำให้เกิดกลิ่นไอระเหยสารเคมี	
3. การประกอบแพ็กแบตเตอรี่	ไฟไหม้/ ระเบิด	- ข้อบกพร่องในการผลิต - ความเสียหายทางกายภาพ - การชาร์จเกิน - การใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง - ความเสียหายจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม - การทำงานผิดพลาดของระบบควบคุมแบตเตอรี่	- ในพื้นที่ประกอบแพ็กแบตเตอรี่ต้องมีอุปกรณ์สำหรับใช้ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ • ทรายกันลามไฟ ถังโลหะใส่ทรายสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม • อุปกรณ์ PPE ได้แก่ แว่นตา หน้ากากป้องกันสารเคมี ถุงมือป้องกันความร้อน
	กลิ่นการเผาไหม้	- เกิดเพลิงไหม้แบตเตอรี่ทำให้เกิดกลิ่นไอระเหยสารเคมี	
	สะเก็ดไฟ	- ขณะเชื่อมเซลล์แบตเตอรี่	- สวมใส่ PPE ได้แก่ แว่นตา หน้ากาก และถุงมือ ขณะทำงานเชื่อมเซลล์

ขั้นตอน	ลักษณะอันตราย	สาเหตุที่ทำให้เกิดอันตราย	มาตรการควบคุมการปฏิบัติ
	ไฟฟ้าดูด	- การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ไม่มีการติดตั้งสายดิน ในการเชื่อมขั้วเซลล์ อาจทำให้ไฟลัดวงจร และดูดผู้ปฏิบัติงานได้	- มีการตรวจสอบอุปกรณ์/เครื่องมือในการวิจัยปีละ 1 ครั้ง โดยงานวิศวกรรมสนับสนุน
	ของมีคมบาด	- การใช้ของมีคม เช่น แผ่นนิกเกิลในการประกอบแพ็ก/โมดูล	- สวมใส่ถุงมือป้องกันการบาด
4. การทดสอบแพ็กแบตเตอรี่	สิ่งของ หรือวัตถุตกกระแทกร่างกาย	- การเคลื่อนย้ายแพ็ก/ โมดูลแบตเตอรี่เพื่อนำไปทดสอบ	- ใช้รถเข็นขนย้ายแพ็กแบตเตอรี่และปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง

บทที่ 4
แนวทางการจัดเก็บ และการขนส่งอย่างปลอดภัย

การจัดเก็บ และการขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างเหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ให้มีอายุการที่ยาวนาน นอกจากนี้ยังลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติการณ์ เช่น เหตุเพลิงไหม้ การระเบิด ซึ่งช่วยป้องกันบุคลากร ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัยจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้อีกด้วย

1. การจัดเก็บแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

การจัดเก็บแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย ต้องจัดเก็บในอาคารซึ่งแยกจากพื้นที่อาคารปฏิบัติงาน รวมถึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ประกอบด้วยการจำแนกประเภทของวัตถุอันตราย การจัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ให้เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

1.1 การจำแนกประเภทการจัดเก็บ

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนถูกจัดเป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 9 ซึ่งหมายถึง สารหรือสิ่งของที่ขณะขนส่งมีความเป็นอันตรายต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง โดยวัตถุอันตรายประเภทที่ 9 นี้ ไม่มีมาตรฐานหรือกฎระเบียบบังคับเรื่องการจัดเก็บอย่างชัดเจน แต่เนื่องจากลักษณะอันตรายและความเสี่ยงของแบตเตอรี่ที่อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ จึงไม่ควรเก็บรวมกับวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติการติดไฟ การระเบิด และการออกซิไดซ์ ดังนั้น หน่วยงานที่ปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบ จึงต้องพิจารณาถึงพื้นที่จัดเก็บอย่างเหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอุบัติการณ์ขึ้น โดยจำแนกการจัดเก็บเป็น 2 ลักษณะประกอบด้วย

1.1.1 แบตเตอรี่สภาพปกติ หมายถึง แบตเตอรี่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน หรือนำไปใช้งานแล้วและอยู่ในสภาพปกติ

1.1.2 แบตเตอรี่ชำรุด หมายถึง แบตเตอรี่ที่นำไปใช้งานแล้วและอยู่ในสภาพชำรุดหรือผ่านการวิเคราะห์และทดสอบทางห้องปฏิบัติการ เช่น มีลักษณะบวมผิดรูป เกิดความร้อนผิดปกติ ได้รับการตกหรือกระแทกทำให้แบตเตอรี่เสียรูปทรงหรือชำรุด

1.2 การจัดเตรียมสถานที่ และคำแนะนำในการจัดเก็บ

แบตเตอรี่สภาพปกติ

1.2.1 จัดเก็บแยกจากพื้นที่อาคารปฏิบัติงาน

1.2.2 จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเหตุเพลิงไหม้ เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง ภาชนะจัดเก็บแบตเตอรี่ ทรายกันลามไฟ สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.2.3 มีป้ายและฉลากความปลอดภัยที่เหมาะสม

1.2.4 ควรจัดเก็บในพื้นที่ร่ม อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน แสงแดด

1.2.5 เก็บในพื้นที่โล่ง แยกออกจากวัสดุอื่นๆ แยกจากวัสดุไวไฟ และวัตถุระเบิด

1.2.6 เก็บไว้ในที่แห้ง มีการระบายอากาศได้ดี

1.2.7 ภาชนะในการจัดเก็บสามารถป้องกันความเสียหายจากกายภาพได้ เช่น จากการกระแทกหรือการเจาะ

1.2.8 ห้ามวางของหนักซ้อนทับแบตเตอรี่ (หากพื้นที่จัดเก็บแบตเตอรี่ไม่เพียงพอให้พิจารณาจัดหาชั้นวางเพื่อป้องกันแบตเตอรี่ซ้อนทับกัน)

1.2.9 ห้ามเก็บในเส้นทางหนีไฟ

1.2.10 ควรหาที่ครอบป้องกันการลัดวงจรในระหว่างการเคลื่อนย้ายมาจัดเก็บ

1.2.11 ชาร์จหรือคายประจุให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ 50 ก่อนเก็บในระยะยาว เนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีระดับประจุต่ำจะไวต่อการทำปฏิกริยาเองได้น้อยกว่า

1.2.12 จัดเก็บตามคำแนะนำของผู้ผลิต เช่น อุณหภูมิ และความชื้นที่ผู้ผลิตกำหนด

แบตเตอรี่ชำรุด ดำเนินการตามข้อ 1.2.1 – 1.2.12 และเพิ่มเติมข้อ 1.2.13 – 1.2.14

1.2.13 กรณีจำเป็นต้องจัดเก็บภายในอาคารพื้นที่ปฏิบัติงาน ควรจัดเก็บในบริเวณชั้น 1 เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้ายออกกรณีเกิดเพลิงไหม้ หรือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

1.2.14 แบตเตอรี่ที่ผ่านการวิจัยและทดสอบ, ชำรุด, รอส่งกำจัด ควรจัดเก็บในอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความเสียหายจากการระเบิดและเพลิงไหม้ได้ (Battery safety container) และภายในอุปกรณ์จัดเก็บมีทรายกันลามไฟ โดยควรเก็บแยกจากพื้นที่อาคารปฏิบัติงาน

การจัดเตรียมสถานที่และคำแนะนำสำหรับการจัดเก็บแบตเตอรี่แสดงดังภาพ 4.1 และตัวอย่างระบบดับเพลิง อุปกรณ์ดับเพลิงและป้ายเตือนอันตราย ที่ต้องจัดเตรียมในสถานที่จัดเก็บแบตเตอรี่แสดงดังภาพ 4.2

ภาพที่ 4.1 การจัดเตรียมสถานที่และคำแนะนำสำหรับการจัดเก็บแบตเตอรี่

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างระบบดับเพลิง อุปกรณ์ดับเพลิงและป้ายเตือนอันตราย
ที่ต้องจัดเตรียมในสถานที่จัดเก็บแบตเตอรี่

2. การขนส่งแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนถูกจัดเป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 9 ซึ่งหมายถึง สารหรือสิ่งของที่ขณะขนส่งมีความเป็นอันตรายต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง เซลล์และแบตเตอรี่ทุกชนิดต้องมีผลการทดสอบตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในคู่มือของสหประชาชาติว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตราย ในส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3 (UN38.3 Certification Testing) เช่น การจำลองระดับความสูง, การทดสอบอุณหภูมิผิดปกติ, การสั่นสะเทือน, แรงกระแทกทางกล, การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายนอกการตกกระแทก, การชาร์จเกิน การดิสชาร์จเกิน

2.1 ลักษณะการขนส่งแบตเตอรี่

การขนส่งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอย่างปลอดภัยอ้างอิงตามลักษณะการขนส่งได้ 4 ประเภท ประกอบด้วย ทางถนน ทางอากาศ ทางทะเล ทางรถไฟ ตัวอย่างในการบรรจุแบตเตอรี่ลิเธียมเพื่อป้องกันลัดวงจรหรือป้องกันความเสียหายทางกายภาพระหว่างขนส่งแสดงดังภาพที่ 4.3 (a) (b) และ กรณีขนส่งแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วหรือชำรุดเสียหายแสดงดังภาพ 4.4 โดยสัญลักษณ์ที่ต้องระบุบนบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

2.1.1 แนวทางการขนส่งทางถนน อ้างอิงข้อตกลงเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางถนนของยุโรป (the European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road : ADR) และข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (Thailand's National Provisions for Transport of Dangerous Goods by Road)

2.1.2 แนวทางการขนส่งทางอากาศ อ้างอิง (1) คำแนะนำทางเทคนิคสำหรับการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศอย่างปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (the International Civil Aviation Organization : ICAO) (2) คำแนะนำการขนส่งโลหะลิเธียมและแบตเตอรี่ลิเธียมของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (the International Air Transport Association : IATA)

2.1.3 แนวทางการขนส่งทางทะเล อ้างอิงข้อบังคับและข้อกำหนดตามรหัสสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศขององค์การการเดินเรือระหว่างประเทศ (the International Maritime Dangerous Goods Code : IMDG Code)

2.1.4 แนวทางการขนส่งทางรถไฟ อ้างอิงการขนส่งสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางรถไฟ (the International Carriage of Dangerous Goods by Rail : RID)

(a) (b)

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ใหม่หรือปกติขนาดเล็ก (a)
ตัวอย่างการบรรจุแบบแพ็กใหม่หรือปกติขนาดใหญ่ (b)

ที่มา : The International Air Transport Association : IATA. 2023 Lithium batteries Guidance Document (a) and DENIOS Magazine. Lithium batteries: Lock away the risk! (b).

(a) (b)

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการบรรจุแบตเตอรี่ใช้งานแล้วหรือชำรุดเสียหาย (a)
ทรายกันลามไฟ สำหรับบรรจุในภาชนะสำหรับขนส่ง (b)

ที่มา : MAINFREIGHT, (Defective) lithium batteries transport. (a) and CellBlock FCS, LLC, Proven Fire Protection. (b)

ตารางที่ 4.1 สัญลักษณ์ที่ต้องระบุบนบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง

* เซลล์และแบตเตอรี่ทุกชนิดต้องมีผลการทดสอบตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในคู่มือของสหประชาชาติว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตราย ในส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3 และระบุสัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์

ความจุของแบตเตอรี่	สัญลักษณ์ทางรถ/รถไฟ/ทะเล	สัญลักษณ์ทางอากาศ
เฉพาะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน		
เซลล์แบตเตอรี่ ≤ 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ ≤100 วัตต์ชั่วโมง	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์ มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES, น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
เซลล์แบตเตอรี่ > 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ > 100 วัตต์ชั่วโมง	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES, น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และเครื่องมือ/อุปกรณ์ (แบตเตอรี่ไม่อยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์)		
เซลล์แบตเตอรี่ ≤ 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ ≤100 วัตต์ชั่วโมง	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์

ความจุของแบตเตอรี่	สัญลักษณ์ทางรถ/รถไฟ/ทะเล	สัญลักษณ์ทางอากาศ
เซลล์แบตเตอรี่ > 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ > 100 วัตต์ชั่วโมง	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT , น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่บรรจุอยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์		
เซลล์แบตเตอรี่ ≤ 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ ≤100 วัตต์ชั่วโมง	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์	 *ระบุเลข UN ในสัญลักษณ์
เซลล์แบตเตอรี่ > 20 วัตต์ชั่วโมง; ก้อนแบตเตอรี่ > 100 วัตต์ชั่วโมง	 ADR : มีข้อความระบุเลข UN IMDG : มีข้อความระบุเลข UN และ LITHIUM ION BATTERIES PACKED IN EQUIPMENT	 มีข้อความ ระบุเลข UN, LITHIUM ION BATTERIES PACKED IN EQUIPMENT , น้ำหนัก ,ชื่อที่อยู่ ผู้ส่ง/ผู้รับ
กรณีแบตเตอรี่ชำรุดให้ทำเครื่องหมายที่บรรจุภัณฑ์ด้านนอกว่าระบุข้อความ “แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่เสียหาย/ชำรุด” หรือ “DAMAGED/DEFECTIVE LITHIUM-ION BATTERIES”		

ที่มา : Shipping Guidelines for Lithium Ion Batteries

2.2 ขั้นตอนการขนส่งแบตเตอรี่ สามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.1 ศึกษา ข้อกำหนดและวิธีในการขนส่ง ตามลักษณะการขนส่ง

2.2.2 ปฏิบัติ ตามข้อแนะนำในการบรรจุแบตเตอรี่ ประกอบด้วย

1) เซลล์และแบตเตอรี่ทุกชนิดต้องมีผลการทดสอบตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในคู่มือของสหประชาชาติว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตราย ในส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 38.3

2) แบตเตอรี่ลิเธียมที่บรรจุพร้อมอุปกรณ์จะต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ภายในที่ทำด้วยแผ่นไฟเบอร์ และต้องสามารถป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ทำงานได้ในระหว่างการขนส่ง

3) แบตเตอรี่ต้องได้รับการป้องกันมิให้เกิดการลัดวงจร

4) ต้องติดเครื่องหมายและสัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์

5) อื่นๆ เพิ่มเติม โปรดศึกษาข้อกำหนดตามลักษณะการขนส่ง

2.2.3 สำหรับการขนส่งทางถนนบริษัท/ ผู้ขนส่ง ต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงความปลอดภัยในการขนส่งวัตถุอันตรายทางถนน พ.ศ. 2558 และมีหนังสือรับรองผ่านการอบรมการขับรถวัตถุอันตรายแสดง (ADR Driver Training Certificate) อ้างอิงตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง การขอรับหนังสือรับรองผ่านการอบรมการขับรถวัตถุอันตรายพ.ศ. 2562

บทที่ 5
แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน

เนื่องจากการศึกษาวิจัย พัฒนา และทดสอบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่ มีลักษณะความเสี่ยงที่จะเกิดการปะทุติดไฟ อันเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ และยังอาจเกิดอันตรายได้จากการถูกกระแทก ของมีคมบาด และการกระเด็นของสารเคมีหรืออุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้น ผู้ใช้งานและหน่วยงานที่ศึกษาวิจัยฯ ควรจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย และกำหนดแนวทางปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์ต่างๆ เช่น การปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติเหตุ การระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน รวมทั้ง ควรจัดเตรียมอุปกรณ์สำคัญที่ใช้สำหรับปฏิบัติงาน เพื่อให้บุคลากรและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจและสามารถควบคุมเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง ลดความรุนแรงของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินได้

1. การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย

ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ.2555 ข้อ 4 กำหนดให้สถานประกอบกิจการที่มีลูกจ้างตั้งแต่สิบคนขึ้นไป หน่วยงานต้องจัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบกิจการ ประกอบด้วย การตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์ โดยให้จัดเก็บแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ณ สถานประกอบกิจการ พร้อมที่จะให้ตรวจสอบได้ โดยสามารถกำหนดรายละเอียดแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยได้ จำนวน 6 แผนดังนี้

1.1 แผนตรวจตรา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันอัคคีภัย โดยกำหนดให้ตรวจเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นเชื้อเพลิงของเสียที่ติดไฟง่าย แหล่งความร้อน ความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ดับเพลิง ทางหนีไฟ การจัดเก็บก๊าซ การตรวจสอบเครื่องมือ เครื่องจักร เป็นต้น

1.2 แผนอบรม เป็นการอบรมให้ความรู้ทั้งในเชิงป้องกันและการปฏิบัติ เช่น การฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้น การให้ความรู้เกี่ยวกับการดับไฟแบตเตอรี่ลิเธียม เป็นต้น

1.3 แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย เป็นแผนที่จัดทำขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยในสถานประกอบกิจการและเป็นการสร้างความสนใจ รวมทั้งส่งเสริมในเรื่องของการป้องกัน

อัคคีภัยให้เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานทุกคนทุกระดับในสถานประกอบการ เช่น กิจกรรม 5 ส. กิจกรรมรณรงค์ลดการสูบบุหรี่ การจัดทำโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ต่างๆ

1.4 แผนการดับเพลิง เป็นแผนปฏิบัติการในการควบคุมเพลิง ณ ขณะเกิดเหตุ โดยเริ่มตั้งแต่เมื่อมีบุคลากรพบเหตุเพลิงไหม้

1.5 แผนการอพยพหนีไฟ มีองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ผู้อำนวยการและผู้ช่วยอพยพหนีไฟ, หน่วยตรวจสอบจำนวนพนักงาน, ผู้นำทางหนีไฟ, จุดรวมพล, หน่วยช่วยชีวิต และยานพาหนะ ในแผนควรกำหนดหน้าที่ของผู้รับผิดชอบในแต่ละหน่วยงาน

1.6 แผนการบรรเทาทุกข์ จะมีการประสานงานกับหน่วยช่วยเหลือภายนอก มีการสำรวจวามเสียหาย การช่วยเหลือ ปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บ การประเมินผลการปฏิบัติงานและรายงานสถานการณ์เพลิงไหม้ เช่น การจัดการของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีจากแบตเตอรี่หลังเกิดอัคคีภัย, การซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์ และระบบประกอบอาคาร รวมทั้งการแก้ไขปรับปรุงปัญหาให้องค์กรสามารถดำเนินกิจการได้โดยเร็ว

แผนป้องกันและระงับอัคคีภัยขององค์กร รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข

2. มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย

2.1 จัดให้มีระเบียบป้องกันและระงับอัคคีภัย จัดหาอุปกรณ์ดับเพลิง ติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การติดตั้งระบบการป้องกันฟ้าฝ่า การกำจัดของเสียที่ติดไฟง่าย การจัดทำทางหนีไฟ รวมถึงการก่อสร้างอาคารที่มีระบบป้องกันอัคคีภัย

2.2 จัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งในด้านการตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ การบรรเทาทุกข์

2.3 มีช่องทางเพื่อผ่านสู่ทางออกตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

2.4 บริเวณที่มีเครื่องจักรติดตั้งอยู่ วัตถุสิ่งของ ผนัง หรือสิ่งอื่นนั้น ต้องจัดให้มีช่องผ่านสู่ทางออกให้มีความกว้างตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

2.5 มีทางออกทุกห้องหรือทุกส่วนงานอย่างน้อยสองทาง ที่สามารถอพยพคนออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาทีอย่างปลอดภัย โดยทางออกสุดท้ายเป็นทางที่ไปสู่บริเวณปลอดภัย เช่น ถนน สนาม เป็นต้น

2.6 ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเห็นได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งของกีดขวาง สามารถใช้เปิดเข้า - ออก ได้ ไม่ล็อค ผูกปิด ล่ามโซ่ หรือปิดตายขณะมีการปฏิบัติงาน

2.7 แยกวัตถุที่เมื่อรวมกันแล้วเกิดการลุกไหม้ โดยแยกเก็บไม่ให้มีการปนกัน

2.8 แยกการจัดเก็บวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิด รวมถึงวัตถุที่อยู่รวมกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยา โดยจัดเก็บในห้องที่มีผนังทนไฟ ประตูทนไฟ และปิดกุญแจทุกครั้งเมื่อไม่มีการปฏิบัติงานในห้องนั้นแล้ว

2.9 มีการจัดทำป้าย“ห้ามสูบบุหรี่” บริเวณห้องเก็บวัตถุไวไฟ

2.10 มีการจัดเตรียม ทรายกันลามไฟ อุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือ ถุงมือป้องกันความร้อน หน้ากากป้องกันสารเคมี ผ้าห่ม หรือชุดกันไฟ ในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานกับแบตเตอรี่ รวมทั้งจัดเตรียมระบบน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ประกอบ เตรียมน้ำสำรองสำหรับไว้ใช้ในกรณีเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ ข้อต่อ สายส่งน้ำดับเพลิงเข้าอาคาร และภายในอาคารเป็นแบบเดียวหรือขนาดเท่ากันกับที่ใช้ในหน่วยงานดับเพลิงของทางราชการ โดยติดตั้งในที่ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งของกีดขวาง รวมทั้งมีการตรวจตราและซ่อมบำรุงตามรอบที่กำหนด

2.11 สายส่งน้ำดับเพลิงมีความยาว หรือต่อกันได้ความยาว ที่เพียงพอต่อการควบคุมบริเวณที่เกิดเหตุเพลิงไหม้

2.12 ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ ปั๊มน้ำ และการติดตั้ง ได้รับการตรวจรับรองจากวิศวกรโยธาและมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

2.13 พนักงานเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นจากหน่วยงานที่กำหนด ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาล และการ ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน

2.14 มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ที่ใช้ในการดับเพลิง และการฝึกซ้อมดับเพลิงโดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อนหรือควันพิษ ไว้เพื่อให้พนักงานที่ใช้ในการดับเพลิง

2.15 มีการทดสอบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หรือตามที่กฎหมายกำหนด

2.16 จัดให้มีกลุ่มพนักงานเพื่อทำหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย และมีผู้อำนวยการป้องกันและระงับอัคคีภัยเป็นผู้อำนวยการในการดำเนินงานทั้งระบบประจำอยู่ตลอดเวลา

2.17 จัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิง และฝึกซ้อมอพยพพนักงานออกจากอาคาร ไปตามเส้นทางหนีไฟอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

3. การปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติการณ์

อุบัติการณ์ หมายถึง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิด เหตุการณ์ เกือบเกิดอุบัติเหตุ/ผิดปกติ (Near Miss) หรืออุบัติเหตุ (Accident) ทำให้ได้รับบาดเจ็บ เจ็บป่วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและการปฏิบัติอย่างถูกต้องปลอดภัย สามารถสรุปแนวทางการปฏิบัติได้ ดังนี้

3.1 บุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เมื่อเกิดอุบัติการณ์ภายในหน่วยงาน เช่น ของมีคมบาด สะดุดล้ม ชนหรือกระแทกสิ่งของ เหตุผิดปกติอื่นๆ หรือเพลิงไหม้ ให้ปฏิบัติดังนี้

3.1.1 กรณีได้รับบาดเจ็บ ปฐมพยาบาลเบื้องต้นก่อน เช่น หากของมีคมบาดให้ห้ามเลือด หากสารเคมีกระเด็นเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที หากไม่สามารถปฐมพยาบาลเองได้ ให้รีบไปห้องพยาบาลเพื่อรักษาโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือประเมินเพื่อส่งต่อที่โรงพยาบาล

3.1.2 การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ให้ดำเนินการตามแนวทางข้อ 4 และกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ หรือเหตุฉุกเฉินให้ดำเนินการตามแนวทางข้อ 5

3.1.3 แจ้งผู้บังคับบัญชาและหน่วยงานความปลอดภัยฯ ทราบ เพื่อเข้าควบคุมสถานการณ์ และรวบรวมข้อมูลของเหตุการณ์

3.1.4 เขียนรายงานและสรุปสาเหตุของอุบัติเหตุเบื้องต้น พร้อมแนบหลักฐานการประกอบการเกิดเหตุ ส่งที่หน่วยงานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (LSM)

3.2 งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (LSM) พิจารณาข้อมูลและประสานงานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานที่เกิดอุบัติเหตุ, งานซ่อมบำรุงเครื่องมือ, งานบริหารอาคารสถานที่ ฯลฯ เพื่อหามาตรการ และแนวทางการแก้ไขป้องกัน พร้อมทั้งสื่อสารอุบัติเหตุให้หน่วยงานอื่นๆ ภายในองค์กรทราบผ่านการประชุม เว็บไซต์ หรืออีเมล เพื่อแจ้งเตือนให้ระวังลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกันนี้

3.3 รวบรวมสถิติ และวิเคราะห์แนวโน้มอุบัติการณ์ เพื่อนำไปสู่การจัดทำวัตถุประสงค์เป้าหมาย แผนงานด้านความปลอดภัย ให้เกิดการแก้ไขและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

สามารถสรุปขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุ แสดงดังภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติการณ์

4. การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติจากการทำงานกับแบตเตอรี่

เหตุผิดปกติหรือเหตุเกือบเกิดอุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกือบทำให้ได้รับบาดเจ็บหรือเกือบที่จะเกิดความเสียหาย ได้แก่ แบตเตอรี่บวมและอาจมีการรั่วไหลของสารเคมีภายใน แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีความแตกต่างไปจากเดิม แบตเตอรี่มีความร้อนสูง การตกหรือกระแทกทำให้แบตเตอรี่เสียรูปทรงเหตุการณ์ผิดปกติเหล่านี้อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้และสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินของหน่วยงานได้ เพื่อเป็นการป้องกันและลดความรุนแรงของเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ สามารถสรุปแนวทางการปฏิบัติได้ดังภาพที่ 5.2 รายละเอียด ดังนี้

4.1 หยุดการใช้งานโดยทันที เมื่อตรวจพบความผิดปกติของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่บวมผิดรูป แบตเตอรี่เกิดความร้อนผิดปกติ การตกหรือกระแทกทำให้แบตเตอรี่เสียรูปทรงหรือชำรุด

4.2 จัดเก็บและแยกแบตเตอรี่ที่ชำรุด หรือเกิดเหตุผิดปกติ ในอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความเสียหายจากการระเบิดและเพลิงไหม้ได้ (Battery safety container) และภายในอุปกรณ์จัดเก็บ มีทรายกันลามไฟอย่างทันทีก่อน และภายหลังควรเคลื่อนย้ายไปจัดเก็บแยกจากพื้นที่อาคารปฏิบัติงาน

4.3 ติดต่อหน่วยงานด้านความปลอดภัย บริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทรับกำจัด เพื่อส่งกำจัดแบตเตอรี่ที่ชำรุด โดยต้องคัดเลือกบริษัทที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมขนส่งทางบก และกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่งและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย

ภาพที่ 5.2 การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ

5. การระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการศึกษาวิจัย พัฒนา และทดสอบแบตเตอรี่ส่วนใหญ่มีลักษณะความเสี่ยงจะเกิดการปะทุติดไฟอันเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับอัคคีภัย และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยฯ จึงควรศึกษาแนวทางการดับไฟที่เกิดจากแบตเตอรี่ เพื่อให้สามารถควบคุมสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็ว ลดผลกระทบที่อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

สัญญาณการเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ เริ่มต้นจากแบตเตอรี่มีอุณภูมิที่สูงขึ้น เกิดควันสีขาว เกิดแก๊สจากไอระเหยของอิเล็กโทรไลต์ (ควันพิษ) เกิดประกายไฟ และเมื่อเข้าสู่ปฏิกิริยาการเผาไหม้แล้ว เราสามารถแบ่งระยะสำหรับจัดการเหตุเพลิงไหม้ได้ 3 ระดับ ดังนี้ *เพลิงไหม้ขั้นต้น* หมายถึง ตั้งแต่เกิดควัน และเพลิงไหม้ สามารถดับได้โดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ โดยใช้ผ้าห่มกันไฟ และใช้น้ำเพื่อควบคุมเพลิงก่อนลุกลาม, *เพลิงไหม้ปานกลาง ถึงรุนแรง* หมายถึง เมื่อเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการไม่สามารถดับเพลิงได้ และทีมระงับอัคคีภัยของหน่วยงานต้องเข้าควบคุมสถานการณ์ โดยผู้เข้าควบคุมต้องมีความชำนาญและต้องมีอุปกรณ์ในการเข้าควบคุม และถือว่าเป็นเหตุฉุกเฉินต้องเข้าสู่กระบวนการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน, *เพลิงไหม้รุนแรงมาก* หมายถึง เมื่อทีมระงับอัคคีภัยของหน่วยงานไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้ ต้องขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานอื่นๆ ภายในองค์กรหรือหน่วยงานภายนอก การดับเพลิงจะต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกพร้อมอุปกรณ์ในการระงับเหตุขั้นรุนแรง (หน่วยงานภายนอก)

5.1 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

5.1.1 ผู้ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ เมื่อพบเหตุการณ์เพลิงไหม้ให้

(1) โทรแจ้งผู้เกี่ยวข้องเพื่อขอความช่วยเหลือโดยเร็ว และดึงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

(2) ปิดเบรกเกอร์เพื่อตัดไฟฟ้าและเข้าทำการระงับเหตุเบื้องต้น

(3) ใช้น้ำ ผ้าห่มกันไฟ เพื่อควบคุมเพลิง

5.1.2 ผู้อำนวยการระงับอัคคีภัย ควบคุมสถานการณ์ ประเมิน/วิเคราะห์สถานการณ์และตัดสินใจสั่งการให้มีการปฏิบัติตามแผนระงับอัคคีภัย

5.1.3 ทีมระงับอัคคีภัย/ เหตุฉุกเฉิน เมื่อได้ยินสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ดังให้

(1) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ หน้ากากป้องกันสารเคมี ถุงมือกันความร้อน แว่นตา เข้าควบคุมเหตุตามขั้นตอน ขนย้ายสิ่งของที่อาจทำให้เหตุการณ์รุนแรงมากขึ้น เช่น แพ็กแบตเตอรี่ข้างเคียง ถังแก๊ส สารเคมี ฯลฯ พร้อมทั้งประเมินสถานการณ์ กรณีประเมินแล้วพบว่าไม่สามารถควบคุมเหตุการณ์ได้

(2) ให้พิจารณาขอความช่วยเหลือจากภายใน หรือภายนอก และทำการดับเพลิงไปจนกว่าได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานดับเพลิงภายนอก แต่หากวิเคราะห์แล้วพบว่าเกิดเพลิงไหม้รุนแรงเกินกว่าจะระงับได้และอาจเป็นอันตรายต่อชีวิต ให้รีบถอนกำลังแล้วรอในบริเวณที่ปลอดภัย เตรียมประสานชี้จุดเกิดเหตุให้หน่วยงานภายนอกทราบ

5.1.4 ผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารทั่วไป (ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเหตุเพลิงไหม้) เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ดังขึ้นให้

(1) อพยพตามเส้นทางหนีไฟ โดยการเดินเร็วไปที่จุดรวมพลของอาคารที่กำหนดไว้ ห้ามใช้ลิฟท์

(2) เมื่อถึงจุดรวมพลแล้วให้รายงานต่อผู้ตรวจสอบคนประจำห้อง/ชั้น ว่าบุคคลากรในพื้นที่รับผิดชอบอพยพมาครบถ้วนหรือไม่

(3) รอจนกว่าเหตุการณ์จะเข้าสู่ภาวะปกติ และผู้อำนวยการประเมินสถานการณ์ว่ามีความปลอดภัยและสั่งยกเลิกแผนฉุกเฉินให้กลับเข้าทำงานได้ตามปกติ จึงกลับเข้าพื้นที่ปฏิบัติงานหรือแยกย้ายไปพื้นที่อื่นได้

สามารถสรุปขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ได้ดังตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

ระดับ	ขั้นตอน	ผู้ดำเนินการ
ขั้นต้น	1. ผู้พบเหตุ โทรแจ้ง 4000 เพื่อขอความช่วยเหลือโดยเร็ว และดึงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	ผู้พบเหตุ
	2. ปิดเบรกเกอร์เพื่อตัดไฟฟ้าและเข้าทำการระงับเหตุเบื้องต้น	ผู้พบเหตุ
	3. ใช้น้ำ ผ้าห่มกันไฟ เพื่อควบคุมเพลิงก่อนลุกลาม (ถ้าควบคุมไม่ได้ให้ดำเนินการต่อข้อ 4 ถ้าควบคุมเหตุการณ์ได้ให้ดำเนินการตาม ข้อ 9 และ 10)	ผู้พบเหตุ
	สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ดังขึ้น (เข้าสู่การปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน)	
ขั้นปานกลางถึงรุนแรง	4. หากไม่สามารถควบคุมเหตุได้ให้อพยพตามเส้นทางหนีไฟโดยการเดินเร็วไปที่จุดรวมพลของอาคารที่กำหนดไว้ ห้ามใช้ลิฟท์ เมื่อถึงจุดรวมพลแล้วให้รายงานต่อผู้ตรวจสอบคนประจำห้อง/ชั้น ว่าบุคคลากรในพื้นที่รับผิดชอบอพยพมาครบถ้วนหรือไม่ (รอจนกว่าเหตุการณ์จะเข้าสู่ภาวะปกติและดำเนินการต่อ ข้อ 9)	ผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารทั่วไป (ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเหตุเพลิงไหม้)
	5. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ หน้ากากป้องกันสารเคมี ถุงมือกันความร้อน แว่นตา ไปยังจุดเกิดเหตุ และนำถังดับเพลิงเข้าทำการดับเพลิงทันที พร้อมทั้งแจ้งงานอาคาร หรือห้องควบคุม (ให้ขนย้ายสิ่งของที่อาจทำให้เหตุการณ์รุนแรงมากขึ้นออกจากพื้นที่ เช่น แพ็กแบตเตอรี่ข้างเคียง ถังแก๊ส สารเคมี)	ทีมระงับเหตุฉุกเฉิน
	6. หัวหน้าทีมฯ ประเมินสถานการณ์ หากเพลิงยังมีการลุกลามให้สั่งตัดกระแสไฟฟ้า	หัวหน้าทีมระงับเหตุฉุกเฉิน
	7. นำสายฉีดน้ำดับเพลิงเข้าทำการดับเพลิง หลังจากตัดกระแสไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว (ถ้าควบคุมไม่ได้ให้ดำเนินการต่อ ข้อ 8 ถ้าควบคุมเหตุการณ์ได้ให้ดำเนินการตาม ข้อ 9)	ทีมระงับเหตุฉุกเฉิน
ขั้นรุนแรงมาก	8. ติดต่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายใน หรือภายนอก และทำการดับเพลิงไปจนกว่าได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานดับเพลิงภายนอก แต่หากวิเคราะห์แล้วพบว่าเกิดเพลิงไหม้รุนแรงเกินกว่าจะระงับได้ ให้รีบถอนกำลังแล้วรอในบริเวณที่ปลอดภัย เตรียมประสานชี้จุดเกิดเหตุให้หน่วยงานภายนอกทราบ	ทีมระงับเหตุฉุกเฉิน
	9. เมื่อควบคุมสถานการณ์ได้แล้ว ให้พิจารณาประกาศให้พนักงานสามารถเข้าพื้นที่ได้ตามปกติ	ผู้อำนวยการระงับอัคคีภัย
	10. ผู้เกี่ยวข้องดำเนินการเขียนรายงาน และส่งให้หน่วยงานความปลอดภัย สอบสวนหาสาเหตุและกำหนดมาตรการณ์แก้ไขป้องกันเหตุ และจัดทำรายงานสรุปต่อไป	ผู้เกี่ยวข้อง/ หน่วยงานความปลอดภัย

ภาพที่ 5.3 ขั้นตอนการระงับเหตุกรณีเกิดเพลิงไหม้ และการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

5.2 การปฐมพยาบาลกรณีได้รับบาดเจ็บ ทีมชุดเคลื่อนย้ายและช่วยเหลือผู้ประสบภัย และทีมชุดปฐมพยาบาลพร้อมอุปกรณ์เข้าช่วยเหลือ

5.2.1 เคลื่อนย้ายผู้บาดเจ็บ ออกจากที่เกิดเหตุหรือแหล่งที่มีความร้อน

5.2.2 ถอดเสื้อผ้า เครื่องประดับ ที่อยู่ใกล้แผลไฟไหม้ออก

5.2.3 ทำให้แผลมีอุณหภูมิลดลง โดยเปิดน้ำอุณหภูมิปกติไหลผ่านหรือแช่อวัยวะส่วนที่เป็นแผลลงในน้ำสะอาดประมาณ 15 - 20 นาที หรือจนกว่าอาการปวดแสบปวดร้อนจะลดลง

5.2.4 ปิดแผล ด้วยผ้าก๊อซหรือผ้าแห้งสะอาด

5.2.5 นำส่งโรงพยาบาล หากต้องได้รับการรักษาพยาบาลทางการแพทย์

5.3 การจัดเก็บแบตเตอรี่หลังเกิดเหตุเพลิงไหม้ ให้ดำเนินการดังนี้

5.3.1 เคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ออกจากอาคารไปในพื้นที่โล่งแจ้ง โดยใช้รถเข็นในการเคลื่อนย้าย และควรกั้นพื้นที่วางแบตเตอรี่ป้องกันผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในพื้นที่

5.3.2 ฉีดน้ำควบคุมอุณหภูมิ และเฝ้าระวังจนกว่าสถานการณ์จะคลี่คลาย

5.3.3 ดิสชาร์จพลังงานของแบตเตอรี่ให้หมด โดยนำแพ็กแบตเตอรี่ไปแช่ในน้ำให้ท่วมทั้งแพ็กแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันกรณีแบตเตอรี่จะกลับมาปะทุและลุกติดไฟอีก

5.3.4 ทำแบตเตอรี่ให้แห้งและจัดเก็บเพื่อรอส่งกำจัด ในถังเหล็ก/ อุปกรณ์จัดเก็บแบตเตอรี่ (Battery safety container) ที่บรรจุทรายกันลามไฟ

5.3.5 ติดต่อหน่วยงานด้านความปลอดภัย บริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทรับกำจัด เพื่อส่งกำจัดแบตเตอรี่ที่ชำรุด โดยต้องคัดเลือกบริษัทที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมขนส่งทางบก และกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่งและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย

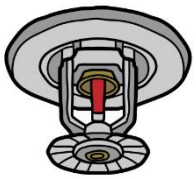
6. อุปกรณ์สำคัญ/ ฉุกเฉินที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ควรเตรียมอุปกรณ์ไว้ใช้สำหรับจัดเก็บแบตเตอรี่ลิเธียม และอุปกรณ์ที่ใช้กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 อุปกรณ์สำคัญที่ควรเตรียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน

รายการอุปกรณ์	ลักษณะการใช้งาน
แว่นตานิรภัย 	เพื่อป้องกันอันตรายจาก การกระเด็นของสะเก็ดต่างๆ
หน้ากากป้องกันไอระเหยสารเคมี หน้ากากป้องกันกลิ่นสารเคมี	เพื่อป้องกันอันตรายจากก๊าซ หรือ ไอระเหยของสารเคมี
อุปกรณ์ป้องกันมือและผิวหนัง ถุงมือกันความร้อน	เพื่อป้องกันสะเก็ดไฟ และความร้อนจากเหตุ เพลิงไหม้

รายการอุปกรณ์	ลักษณะการใช้งาน
ที่จัดเก็บแบตเตอรี่ (Battery safety box) 	- ใช้สำหรับเก็บแบตเตอรี่ที่ผ่านการทำวิจัยแล้ว หรือแบตเตอรี่ที่มีความผิดปกติ - ภายในบรรจุทรายกันลามไฟ
ทรายกันลามไฟ 	- ทรายกันลามไฟ หรือสารดับเพลิงชนิดแห้งใช้สำหรับดับไฟ - สะอาด ไม่มีความเป็นพิษหรือสารปนเปื้อน ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ - ไม่ติดไฟและไม่นำไฟฟ้า
ถังทรายดับเพลิง 	กรณีไม่สามารถหาทรายกันลามไฟได้ - สามารถใช้ถังเหล็ก และทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเพลิงได้

รายการอุปกรณ์	ลักษณะการใช้งาน
สายฉีดน้ำ 	- สำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฯ ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิเบื้องต้น
สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้/ อุปกรณ์ดับเพลิง สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สายฉีดน้ำดับเพลิง  หัวกระจายน้ำอัตโนมัติ Sprinkler	- สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ใช้แจ้งเหตุเพื่ออพยพคนออกจากอาคาร - สายฉีดน้ำดับเพลิง ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิป้องกันการเกิดปฏิกิริยา Thermal runaway - หัวกระจายน้ำอัตโนมัติ Sprinkler อุปกรณ์นี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
ผ้าห่ม หรือชุดกันไฟ 	- ผ้าห่มกันไฟ ใช้คลุมกองเพลิงขนาดเล็กเพื่อดับก่อนที่ไฟจะลุกลาม - ชุดกันไฟ ใช้คลุมร่างกายเพื่อออกจากพื้นที่ที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ หรือใช้สำหรับเพื่อเข้าควบคุมเหตุ

บทที่ 6
การจัดการของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่

ของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ หมายถึง ของเสียหรือเศษวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมงานวิจัย เช่น พลาสติก, กระดาษ, สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยฯ, วัสดุปนเปื้อนสารเคมี, เซลล์ โมดูล แพ็กแบตเตอรี่ที่ทำการวิจัยและทดสอบเรียบร้อยแล้ว มีความชำรุด หรือผิดปกติ เป็นต้น องค์กรควรกำหนดเป็นแนวทางและขั้นตอน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลสำหรับจัดการของเสียได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดการของเสียอันตรายจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ได้ ดังนี้

1. การคัดแยกประเภทของเสีย

การคัดแยกประเภทของเสีย ทำให้การกำจัดทำได้ง่าย มีความปลอดภัย ลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ หรือปรับสภาพก่อนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการให้กับองค์กรอีกด้วย ของเสียจากงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ สามารถจำแนกประเภทของเสียออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1.1 ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non–Hazardous waste) ได้แก่ พลาสติก กระดาษ อิฐ เหล็ก และเศษวัสดุจากการทดลองที่ไม่เป็นอันตราย เช่น เคสใส่แพ็กแบตเตอรี่ รางวางเซลล์ แผ่นฉนวน ซีลเคส เป็นต้น รวบรวมและทิ้งในขยะทั่วไป

1.2 ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous waste) ได้แก่

1.2.1 ของแข็ง เช่น ของเสียสารเคมี, วัสดุปนเปื้อนสารเคมี, ภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว, ถังก๊าซเปล่า, เศษแก้ว, โลหะปนเปื้อน

1.2.2 ของเหลว เช่น ของเสียสารเคมีตัวทำละลายที่ใช้งานแล้ว, สารเคมีที่หมดอายุหรือเสื่อมสภาพ, น้ำมัน

1.2.3 เซลล์ โมดูล แพ็กแบตเตอรี่ที่ทำการวิจัยและทดสอบเรียบร้อยแล้ว หรือที่มีความชำรุด หรือผิดปกติ (ยกเว้น เคสใส่แพ็กแบตเตอรี่ รางวางเซลล์ แผ่นฉนวน ซีลเคส)

ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย ให้รวบรวมแยกประเภทจากขยะทั่วไปและแจ้งทิ้งกับหน่วยงานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (LSM)

2. การบรรจุและการชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตราย

หลังจากคัดแยกประเภทของเสียแล้ว หากเป็นของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตรายให้รวบรวมและทิ้งในขยะทั่วไป กรณีเป็นของเสียประเภทที่เป็นอันตราย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการต้องบรรจุและชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตราย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ของเสียอันตรายที่เป็นของแข็ง

2.1.1 ของแข็งสารเคมีให้บรรจุลงในขวด PE (Polyethylene) ขนาดไม่เกิน 1 ลิตร ปิดผนึกฝาให้สนิท กรอกข้อมูลฉลากให้ครบถ้วน และติดฉลากที่ภาชนะบรรจุ

2.1.2 วัสดุปนเปื้อนสารเคมี ให้บรรจุใส่ถุงแดง กรอกข้อมูลฉลากให้ครบถ้วน และติดฉลากที่ภาชนะบรรจุ

2.1.3 ส่งกำจัดภายนอก เช่น ภาชนะบรรจุสารเคมีเปล่า (ขวดแก้ว), แบตเตอรี่ที่ทำการวิจัยและทดสอบเรียบร้อยแล้ว มีความชำรุด หรือผิดปกติ และให้ปฏิบัติดังนี้

- เตรียมข้อมูล MSDS, ภาพถ่าย และรายละเอียดปริมาณ/ จำนวน
- กรอกข้อมูลตามแบบฟอร์ม ส่งกำจัดของเสียภายนอก
- แจ้งและส่งข้อมูลที่ ระบบบริการด้านความปลอดภัย หรืออีเมล she-lsm@nstda.or.th
- กรณีแบตเตอรี่ชำรุดให้ทำเครื่องหมายที่บรรจุภัณฑ์ด้านนอกว่าระบุข้อความ “แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่เสียหาย/ชำรุด” หรือ “DAMAGED/DEFECTIVE LITHIUM-ION BATTERIES”

2.2 ของเสียอันตรายที่เป็นของเหลว

2.2.1 ของเหลวสารเคมี ให้ปรับสภาพ pH ให้อยู่ในช่วง 2 – 12.5 บรรจุลงในขวด PE (Polyethylene) ขนาดไม่เกิน 4 ลิตร ปิดผนึกฝาให้สนิท กรอกข้อมูลฉลากให้ครบถ้วน และติดฉลากที่ภาชนะบรรจุ

ตัวอย่างภาชนะบรรจุของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี แสดงดังภาพที่ 6.1 ตัวอย่างฉลากของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี แสดงดังภาพที่ 6.2 และ การจัดเก็บแบตเตอรี่ที่ทำการวิจัยและทดสอบเรียบร้อยแล้ว มีความชำรุด หรือผิดปกติ แสดงดังภาพที่ 6.3

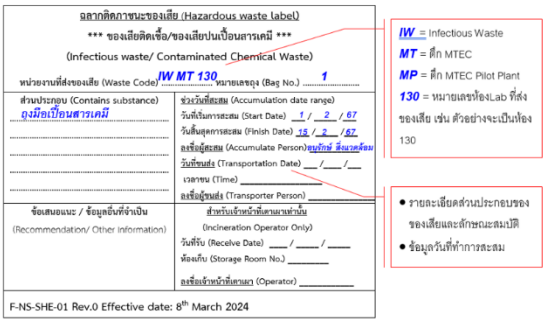
ภาชนะบรรจุของเสีย
สารเคมีที่เป็นของเหลว

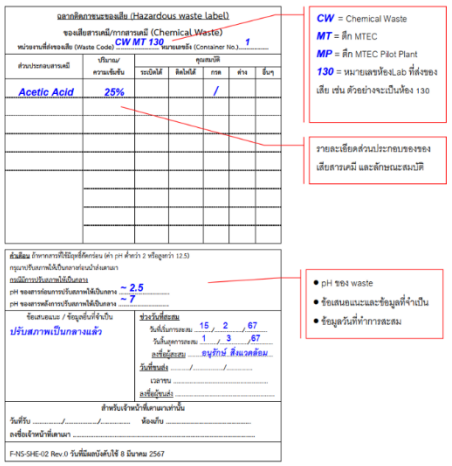
ภาชนะบรรจุของเสียสารเคมี/
กากสารเคมีที่เป็นของแข็ง

ภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อ/
ปนเปื้อนสารเคมี

ภาพที่ 6.1 ตัวอย่างภาชนะบรรจุของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี

ที่มา: งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ. สรุปขั้นตอนสำคัญสำหรับการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อรอการเผาทำลาย สำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ





ฉลากติดภาชนะของเสียติดเชื้อ/ปนเปื้อนสารเคมี

ฉลากติดภาชนะของเสียสารเคมีวัตถุ/กากสารเคมี

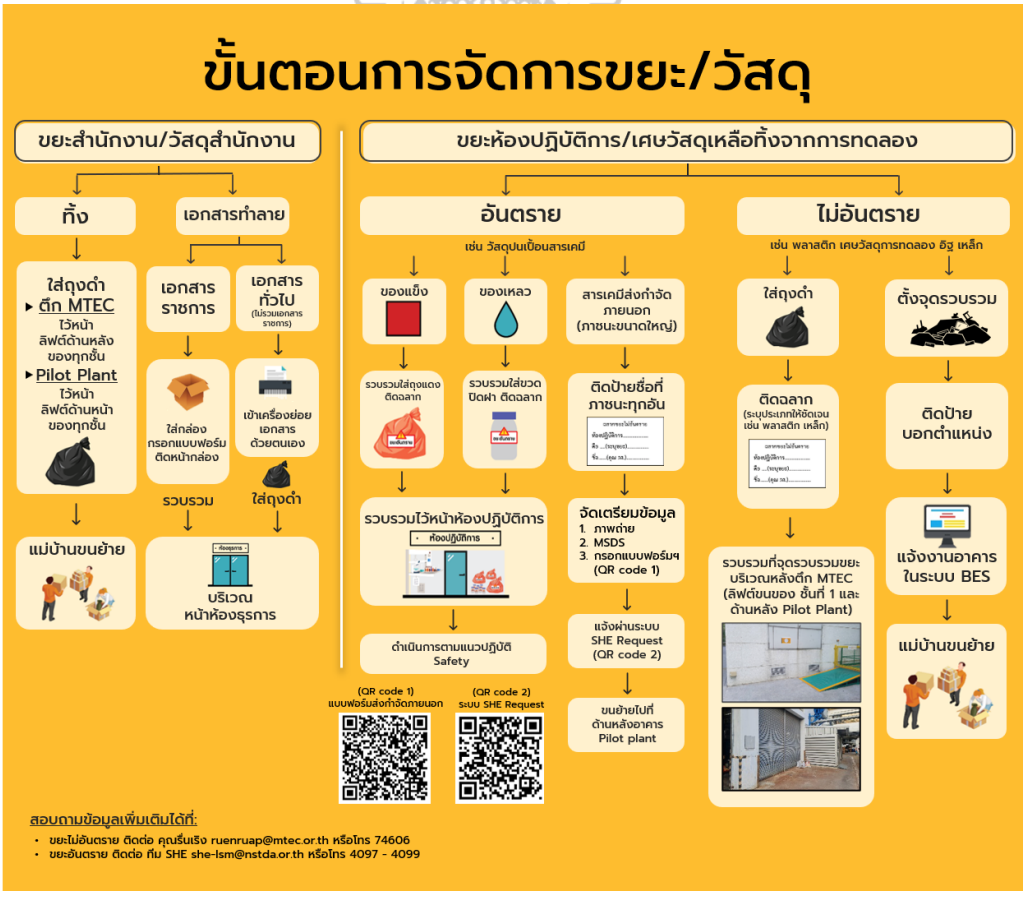
ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างฉลากของเสียสารเคมี/ ปนเปื้อนสารเคมี

ที่มา: งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ. สรุปขั้นตอนสำคัญสำหรับการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อรอการเผาทำลาย สำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 6.3 การบรรจุแบตเตอรี่ใช้งานแล้วหรือชำรุดเสียหาย

ที่มา : MAINFREIGHT, (Defective) lithium batteries transport and CellBlock FCS, LLC, Proven Fire Protection.

เมื่อเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ดำเนินการบรรจุและการชี้บ่งข้อมูลของเสียอันตรายเรียบร้อยแล้ว ให้วางไว้หน้าห้องปฏิบัติการและรอขนย้ายในช่วงเย็นของทุกวัน สรุปขั้นตอนการจัดการขยะ/ วัสดุ แสดงดังภาพที่ 6.4



ภาพที่ 6.4 ขั้นตอนการจัดการขยะ/ วัสดุ

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. กิจกรรม 5s & Safety Week 2567

3. หน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดของเสียอันตราย

การส่งกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการไปกำจัด หน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดต้องเป็นหน่วยงาน ที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในการรวบรวม ขนส่งและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย และต้องพิจารณาลักษณะและความสามารถในการจัดการของเสียของบริษัท ให้เหมาะสมกับประเภทของเสียที่ส่งกำจัดตามกฎกระทรวง ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และกฎกระทรวงกำหนดประเภท ชนิด และขนาดของโรงงาน พ.ศ. 2563 จำแนกประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการจัดการกากอุตสาหกรรมไว้ 3 ประเภท ตามลักษณะกิจการ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

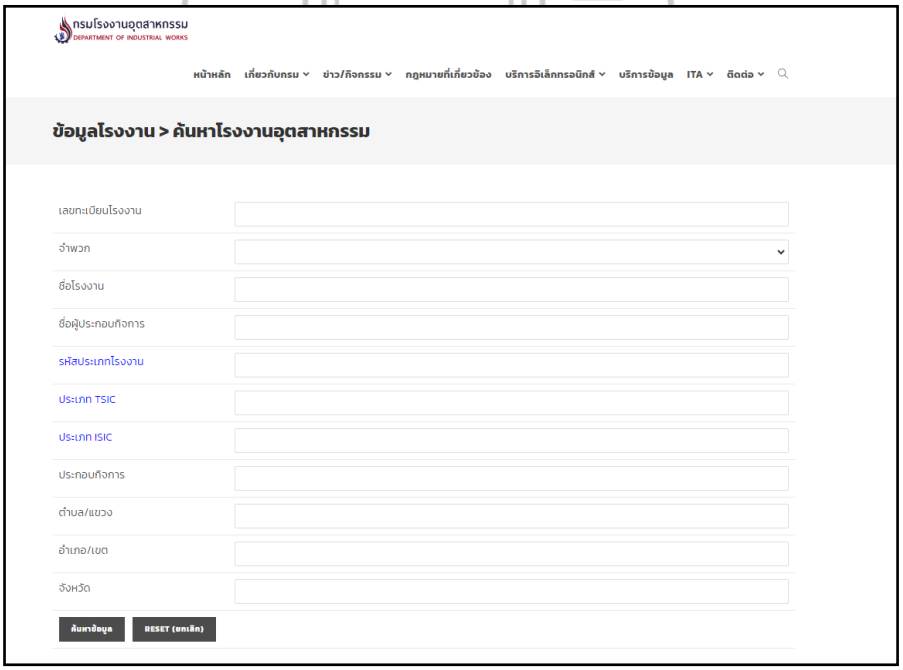
ตารางที่ 6.1 ประเภทและลักษณะกิจการของโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการจัดการกากอุตสาหกรรม

ลำดับประเภท	ประเภท หรือชนิดโรงงาน	ลักษณะกิจการ
101	โรงงานปรับคุณภาพของเสียรวม (Central Waste Treatment)	● โรงงานบำบัดน้ำเสียรวม : เป็นการลด/กำจัด/บำบัดมลพิษที่มีอยู่ในน้ำเสียและนำกากตะกอนไปกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป ● โรงงานเผากากของเสียรวม (เตาเผาเฉพาะ/เตาเผาร่วม) : เป็นการบำบัดของเสียโดยการใช้ความร้อนเพื่อทำลายมลพิษ และลดความเป็นอันตรายของสารบางอย่าง โดยมีระบบบำบัดมลพิษอากาศและจัดการเถ้าที่เกิดขึ้นอย่างถูกต้อง ● โรงงานปรับเสถียรกากของเสียที่เป็นอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม : เป็นการเปลี่ยนสภาพกากของเสียอันตรายให้มีความเป็นอันตรายหรือเป็นพิษน้อยลง ด้วยวิธีปรับสภาพความเป็นกรดด่างของกากของเสีย ให้มีค่าเป็นกลาง และทำให้เป็นของแข็งโดยผสมกับปูนซีเมนต์ เพื่อห่อหุ้มกากของเสีย ป้องกันการชะล้าง เพื่อให้กากของเสียอยู่ในสภาพคงตัวก่อนนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย
105	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการคัดแยกหรือฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและ	● โรงงานคัดแยกของเสีย : เป็นการคัดแยกของเสีย โดยของเสียที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีกจะถูกส่งไปยัง

ลำดับประเภท	ประเภท หรือชนิดโรงงาน	ลักษณะกิจการ
	คุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535	โรงงานต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก และจัดการส่วนที่เหลือจากการคัดแยกอย่างถูกต้องต่อไป ● โรงงานฝังกลบของเสีย : เป็นการนำของเสียไปฝังกลบในหลุมฝังกลบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ - หลุมฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) - หลุมฝังกลบอย่างปลอดภัย (Secure Landfill)
106	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม	เป็นการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้ว หรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม

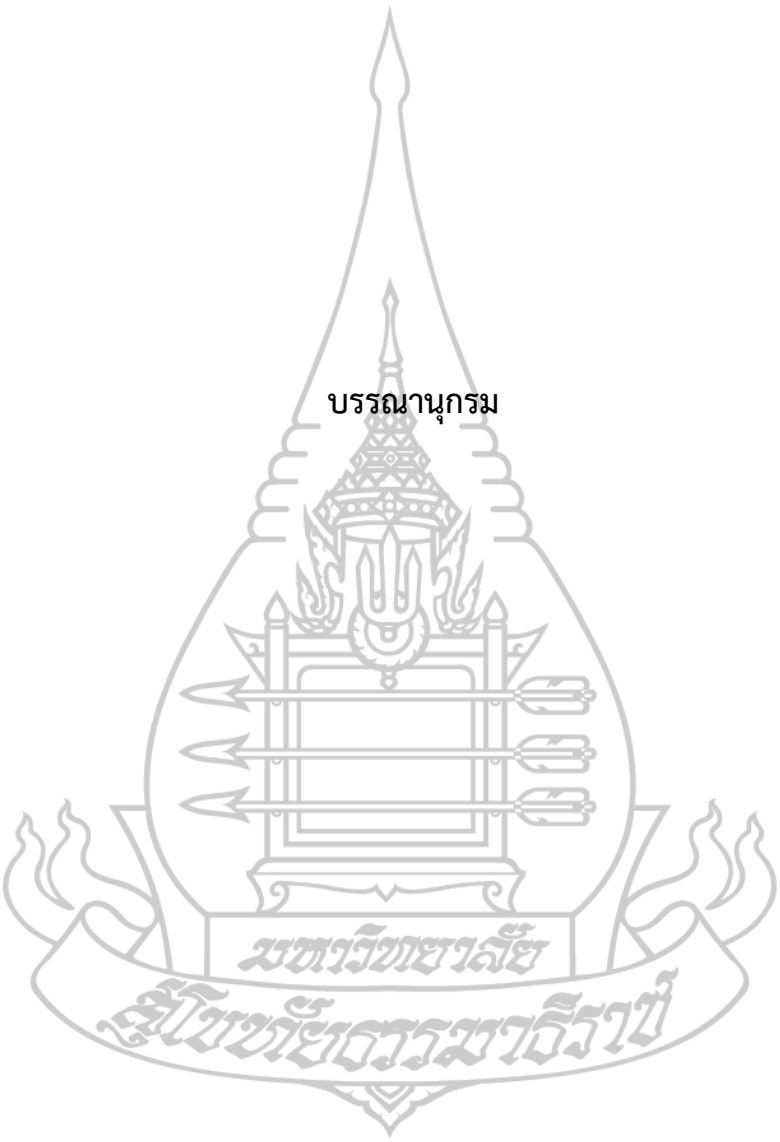
ที่มา : ดัดแปลงจากบทความกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกากอุตสาหกรรม 2566.

สามารถตรวจสอบโรงงานที่ได้รับใบอนุญาตในการรวบรวม ขนส่งและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตรายได้ที่ เว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เมนูบริการข้อมูล >> ข้อมูลโรงงาน >> ค้นหาโรงงานอุตสาหกรรม แสดงดังภาพที่ 6.5



ภาพที่ 6.5 เว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา: https://www.diw.go.th/webdiw/



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ.2555. (2556, 9 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 130 ตอนที่ 2 ก.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย - ข้อกำหนดและข้อแนะนำในการใช้. (2562, 28 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 136 ตอนพิเศษ 78 ง.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยานยนต์ ประเภท L : คุณลักษณะเฉพาะสำหรับระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า. (2563, 6 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 4 ง.

ทวิทย์ บุญทริกศิริ. (2565). *เทคโนโลยีระบบดับเพลิง สำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิด ลิเธียม-ไอออน (Fire Protection for Lithium-Ion Battery Energy Storage System)*. หน้า 15. สืบค้นจาก https://www.testa.or.th/wp-content/uploads/2022/03/PPT-Fire-Protection-for-Lithium-Ion-Battery-Energy-Storage-System.pdf

สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ. (2563). *ISO 45001: 2018 Occupational Health and Safety Management System มาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย*. https://intelligence.masci.or.th/wp-content/uploads/2020/10/ISO-45001-2018_63.pdf

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (2563). *ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน สำหรับลูกจ้างทั่วไปและลูกจ้างเข้าทำงานใหม่* [คู่มือ]. หน้า 60. https://www.tosh.or.th/index.php/media-relations/e-book/item/882-2021-03-25-03-48-44

Chandran, Vishnu. (2022). *Project 1 Mechanical design of battery pack*. https://skill-lync.com/student-projects/project-1-mechanical-design-of-battery-pack-235

Floris Stevens. (Defective) lithium batteries transport. Lithium Batteries Transport. https://www.mainfreight.com/the-netherlands/en-nz/services/transport/special-services/lithium-batteries-transport

Middleton, Reid. (2017). *Hazards vs Risks – What's the Difference?.* https://www.reidmiddleton.com/reidourblog/hazards-vs-risks-whats-the-difference

National Fire Protection Association (NFPA). *Lithium-ion Battery Safety*. https://www.nfpa.org/education-and-research/home-fire-safety/lithium-ion-batteries

National Institute for Occupational Safety and Health. *Hierarchy of Controls*. https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html

RRC power solutions. (2023). *Shipping Guidelines for Lithium Ion Batteries*. https://www.rrc-ps.com/fileadmin/Dokumente/Shipment/Shipping_Guidelines_Lithium_Ion_Batteries_EN.pdf

U.S Department of Transportation. (2024). *Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. Emergency Response Guidebook*. P.225. https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2024-04/ERG2024-Eng-Web-a.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้การจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติมีความชัดเจน สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบมาตรฐานการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ISO 45001) และเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๓๔ จึงให้ยกเลิกประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง บทบาท อำนาจ หน้าที่และภาระรับผิดชอบด้านความปลอดภัยของพนักงานและพนักงานโครงการ สำนักงานกลาง ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๕ ประกาศศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่ความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมของพนักงานและพนักงานโครงการ ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ประกาศศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เรื่อง บทบาท อำนาจ หน้าที่และภาระรับผิดชอบด้านความปลอดภัยของพนักงานและพนักงานโครงการ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ประกาศ ณ วันที่ ๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๗ ประกาศศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่และความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของพนักงานและลูกจ้าง ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๐ และประกาศศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่และความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ โดยให้กำหนดบทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของผู้ปฏิบัติงานที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ดังนี้

๑. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบของผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

๑.๑ แต่งตั้งผู้แทนฝ่ายบริหารด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Occupation Health and Safety and Environmental Management Representative : OHS&E MR) และแต่งตั้งคณะทำงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

๑.๒ กำหนดนโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

๑.๓ ดูแลรับผิดชอบระบบการจัดการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

/ ๒. บทบาท ...

ประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
เรื่อง บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้การจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติมีความชัดเจน สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบมาตรฐานการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ISO 45001) และเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๓๔ จึงให้ยกเลิกประกาศสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง บทบาท อำนาจ หน้าที่และภาระรับผิดชอบด้านความปลอดภัยของพนักงานและพนักงานโครงการ สำนักงานกลาง ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๕ ประกาศศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่ความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมของพนักงานและพนักงานโครงการ ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ประกาศศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เรื่อง บทบาท อำนาจ หน้าที่และภาระรับผิดชอบด้านความปลอดภัยของพนักงานและพนักงานโครงการ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ประกาศ ณ วันที่ ๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๗ ประกาศศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่และความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของพนักงานและลูกจ้าง ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๐ และประกาศศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เรื่อง หน้าที่และความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ โดยให้กำหนดบทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของผู้ปฏิบัติงานที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ดังนี้

๑. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบของผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

๑.๑ แต่งตั้งผู้แทนฝ่ายบริหารด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Occupation Health and Safety and Environmental Management Representative : OHS&E MR) และแต่งตั้งคณะทำงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

๑.๒ กำหนดนโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

๑.๓ ดูแลรับผิดชอบระบบการจัดการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

/ ๒. บทบาท ...

๓.๔ กำกับดูแลและติดตามให้มีการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานตามที่ได้รับรายงานหรือตามข้อเสนอแนะของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ คณะกรรมการ คณะทำงานหรือหน่วยงานความปลอดภัย

๔. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบของหัวหน้างาน ผู้จัดการ หัวหน้ากลุ่มวิจัย หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หรือตำแหน่งอื่นที่เทียบเท่า

๔.๑ กำกับดูแลหรือสั่งการผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบ ปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับนโยบาย กฎหมาย และหลักเกณฑ์ใด ๆ เกี่ยวกับการจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนแผนการจัดการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้อง

๔.๒ วิเคราะห์งานในหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อค้นหาความเสี่ยงหรืออันตรายเบื้องต้นโดยอาจร่วมดำเนินการกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ

๔.๓ จัดทำเอกสารและขั้นตอนการปฏิบัติของหน่วยงานที่รับผิดชอบ และทบทวนอย่างน้อยทุก ๖ เดือน

๔.๔ สอนวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องแก่ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

๔.๕ ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยก่อนลงมือปฏิบัติงานประจำวัน

๔.๖ กำกับดูแลการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบ

๔.๗ รายงานการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องจากการทำงานและแจ้งต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพหรือหน่วยงานความปลอดภัยทันทีที่เกิดเหตุ

๔.๘ ตรวจสอบหาสาเหตุการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องจาก การทำงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ และรายงานผล รวมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาโดยไม่ชักช้า

๔.๙ ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

๔.๑๐ ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอื่นตามที่ผู้อำนวยการฝ่ายอาวุโส ผู้อำนวยการฝ่าย ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัย หรือตำแหน่งอื่นที่เทียบเท่า มอบหมาย

๕. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพหรือเทียบเท่า

๕.๑ ตรวจสอบและเสนอแนะให้หน่วยงานต่าง ๆ ปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

๕.๒ วิเคราะห์งานเพื่อชี้บ่งอันตราย รวมทั้งกำหนดมาตรการป้องกันหรือขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัย

/ ๕.๓ ประเมิน ...

๕.๓ ประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงาน

๕.๔ วิเคราะห์แผนงานโครงการ รวมทั้งข้อเสนอแนะของหน่วยงานต่าง ๆ และเสนอแนะมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน

๕.๕ ตรวจประเมินการปฏิบัติงานของสถานที่ปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนงานโครงการหรือมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน

๕.๖ แนะนำให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามกฎหมายและหลักเกณฑ์ใด ๆ รวมทั้งเอกสารและขั้นตอนการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

๕.๗ แนะนำ ฝึกสอน อบรมผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานปลอดจากเหตุอันจะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน รวมทั้งให้ความรู้และอบรมด้านโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมให้กับผู้ปฏิบัติงานก่อนเข้าทำงาน และระหว่างทำงานเพื่อทบทวนความรู้อย่างน้อยปีละ ๑ ครั้ง

๕.๘ ตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน หรือดำเนินการร่วมกับบุคคลหรือนิติบุคคลที่ขึ้นทะเบียนหรือได้รับใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน หรือกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง

๕.๙ เสนอแนะต่อผู้แทนฝ่ายบริหารด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เหมาะสมกับหน่วยงานนั้น ๆ และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

๕.๑๐ ตรวจสอบหาสาเหตุ และวิเคราะห์การประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องจากการทำงาน และรายงานผล รวมทั้งเสนอแนะต่อผู้แทนฝ่ายบริหารด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องกันการเกิดเหตุโดยไม่ชักช้า

๕.๑๑ รวบรวมสถิติ วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงาน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องจากการทำงาน

๕.๑๒ ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอื่นตามที่ผู้แทนฝ่ายบริหารด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมมอบหมาย

๖. บทบาท หน้าที่ อำนาจและความรับผิดชอบของพนักงาน พนักงานโครงการ ผู้ปฏิบัติงานตามระเบียบสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ว่าด้วยเงินสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานชาวต่างประเทศและชาวไทย ผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาตามระเบียบสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ว่าด้วยค่าตอบแทน ค่ารับรองและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ที่ปรึกษาตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ

พนักงาน พนักงานโครงการ ผู้ปฏิบัติงานตามระเบียบสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ว่าด้วยเงินสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานชาวต่างประเทศและชาวไทย และผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาตามระเบียบสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติว่าด้วยค่าตอบแทน ค่ารับรองและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด รวมถึงที่ปรึกษาตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ ต้องรับทราบและมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน

ISO 45001 ต้องปฏิบัติตามที่กฎหมาย และหลักเกณฑ์ใด ๆ เกี่ยวกับการจัดการด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนด และปฏิบัติตามข้อมูล ที่หน่วยงานความปลอดภัยหรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพได้สื่อสารให้ทราบ ดังนี้

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้นโยบายอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานได้อย่างเหมาะสม

๖.๒ รับทราบผลการประเมินความเสี่ยงของหน่วยงาน รวมทั้งเสนอแนะหรือให้ข้อคิดเห็นในการแก้ไขปรับปรุง หรือพัฒนาขั้นตอนการปฏิบัติและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ให้สอดคล้องกับผลการประเมินความเสี่ยง

๖.๓ ปฏิบัติตามแผนงานความปลอดภัยประจำปีในส่วนที่เกี่ยวข้อง

๖.๔ ปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการเกี่ยวกับอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

๖.๕ พนักงาน พนักงานโครงการ และผู้ปฏิบัติงานตามระเบียบสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ว่าด้วยเงินสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานชาวต่างประเทศและชาวไทย ต้องเข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรความปลอดภัยตามหลักสูตรและระยะเวลาที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนด

๖.๖ เข้าร่วมและปฏิบัติตนให้ถูกต้องในการฝึกซ้อมและระงับอัคคีภัยตามแผนซ้อมและระงับอัคคีภัยหรือแผนฉุกเฉินอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๖.๗ ให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับ ISO 45001

๖.๘ ในกรณีที่ทราบถึงข้อบกพร่องหรือการชำรุดเสียหายและไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองหรือประสบอุบัติเหตุ ให้แจ้งต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ หัวหน้างาน ผู้บังคับบัญชา หรือผู้บริหารโดยไม่ชักช้า

๖.๙ ดูแล แนะนำ ตักเตือน แก่ผู้ปฏิบัติงานหรือบุคคลผู้เข้ามาติดต่อประสานงานภายในบริเวณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ให้ปฏิบัติตามกฎหมาย หลักเกณฑ์ใด ๆ เกี่ยวกับการจัดการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนด และปฏิบัติตามข้อมูล ที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพสื่อสารให้ทราบ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

จึงประกาศมาเพื่อทราบและถือปฏิบัติโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
ผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ภาคผนวก ข.

แผนป้องกันและระงับอัคคีภัยขององค์กร

แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และ ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

อัคคีภัยสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาหากไม่ได้รับการดูแล ตรวจตรา เอาใจใส่ และให้ความสำคัญอยู่เสมอ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ศว.) และ ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ (ศล.) ที่เป็นองค์กรที่มีการค้นคว้า วิจัย มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ มีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ เครื่องจักร จำนวนมาก รวมทั้งมีการนำสารเคมีหลากหลายชนิดมาใช้ในกิจกรรมด้วย เหล่านี้ ย่อมเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่อาจก่อให้เกิดอัคคีภัยได้

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ.2555 ข้อ 4 กำหนดให้สถานประกอบกิจการที่มีลูกจ้างตั้งแต่สิบคนขึ้นไป นายจ้างต้องจัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบกิจการประกอบด้วย การตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์ โดยให้นายจ้างจัดเก็บแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ณ สถานประกอบกิจการพร้อมที่จะให้พนักงานตรวจความปลอดภัยตรวจสอบได้ โดยสามารถกำหนดรายละเอียดแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ได้จำนวน 6 แผนดังนี้

1. แผนการตรวจตรา
2. แผนการอบรม
3. แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย
4. แผนการดับเพลิง
5. แผนอพยพหนีไฟ
6. แผนบรรเทาทุกข์

ทั้งนี้ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และ ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ มีการจัดกลุ่มแผนทั้ง 6 แผน ตามช่วงเวลาและสถานการณ์ ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงก่อนเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งจะประกอบด้วยแผนย่อยต่างๆ 3 แผน คือ แผนการอบรมแผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย และแผนการตรวจตรา

2. ช่วงขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งจะประกอบด้วยแผนเกี่ยวกับการดับเพลิง และลดความสูญเสียโดยประกอบด้วยแผนย่อยต่างๆ 2 แผน คือ แผนการดับเพลิง แผนการอพยพหนีไฟ

3. ช่วงหลังเหตุเพลิงไหม้สงบลงแล้ว จะประกอบด้วยแผนที่จะดำเนินการเมื่อเหตุเพลิงไหม้สงบแล้ว 1 แผน คือ แผนการบรรเทาทุกข์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นการป้องกันการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์อันเนื่องมาจากอัคคีภัย
2. เพื่อสร้างความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัยต่อพนักงาน ลูกจ้าง หากเกิดเพลิงไหม้
3. เพื่อลดอัตราการเสียงต่อการเกิดเหตุอัคคีภัย
4. เพื่อให้บุคลากรและผู้ใช้อาคารของศูนย์ฯ ตื่นตัวและตระหนักในอันตรายที่เกิดจากอัคคีภัยและให้ความร่วมมือกับศูนย์ฯสร้างทัศนคติที่ดีต่อพนักงานในการป้องกันและระงับอัคคีภัย
5. เพื่อให้บุคลากรและผู้ใช้อาคารของศูนย์ฯ ทราบถึงวิธีปฏิบัติในการระงับเหตุ และอพยพหนีไฟได้ถูกต้องและปลอดภัย
6. เพื่อให้บุคลากรที่มีหน้าที่ในแผน ได้ฝึกปฏิบัติงานในภารกิจที่ได้รับมอบหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
7. เพื่อเป็นการทดสอบอุปกรณ์ สัญญาณเตือนภัย ระบบน้ำดับเพลิง เส้นทางหนีไฟ และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย ศว.และศล.

1. จัดให้มีระเบียบป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งด้านการจัดอุปกรณ์ดับเพลิง การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การกำจัดของเสียที่ติดไฟง่าย การป้องกันฟ้าผ่า การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งแหตุเพลิงไหม้ การจัดทำทางหนีไฟ รวมถึงการก่อสร้างอาคารที่มีระบบป้องกันอัคคีภัย

2. จัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งในด้านการตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัยการดับเพลิง การอพยพหนีไฟ การบรรเทาทุกข์ และการปฏิรูปฟื้นฟูเมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้นแล้ว
3. จัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออกตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด
4. สำหรับบริเวณที่มีเครื่องจักรติดตั้งอยู่ หรือมีกองวัตถุสิ่งของ หรือผนัง หรือสิ่งอื่นนั้นต้องจัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออก ซึ่งมีความกว้างตามมาตรฐานกฎหมายกำหนด
5. จัดให้มีทางออกทุกส่วนงาน ที่สามารถอพยพพนักงานทั้งหมดออกจากบริเวณที่ทำงาน โดยออกสู่ทางออกสุดท้ายได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาทีอย่างปลอดภัย
6. ทางออกสุดท้าย ซึ่งเป็นทางที่ไปสู่บริเวณที่ปลอดภัย เช่น ถนน สนาม ฯลฯ
7. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟได้ติดตั้งในจุดที่เห็นชัดเจนโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง
8. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเป็นชนิดที่เปิดเข้าออกได้
9. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเป็นประตูที่เปิดออกภายนอก โดยไม่มีการผูกปิดหรือล่ามโซ่ในขณะปฏิบัติงาน
10. จัดวัตถุที่เมื่อรวมกันแล้วจะเกิดการลุกไหม้ โดยแยกเก็บมิให้มีการปะปนกัน

11. จัดให้มีเส้นทางหนีไฟที่ปราศจากจุดที่พนักงานทำงาน ในแต่ละหน่วยงานไปสู่สถานที่ปลอดภัย
12. จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือ และระบบน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ประกอบ
13. จัดเตรียมน้ำสำรองไว้ใช้ในการดับเพลิง
14. ข้อต่อสายส่งน้ำดับเพลิงเข้าอาคาร และภายในอาคารเป็นแบบเดียวกัน หรือขนาดเท่ากันกับที่ใช้ในหน่วยดับเพลิงของทางราชการ
15. สายส่งน้ำดับเพลิงมีความยาว หรือต่อกันได้ความยาวที่เพียงพอจะควบคุมบริเวณที่เกิดเพลิงได้
16. ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ ปั๊มน้ำ และการติดตั้ง ได้รับการตรวจสอบและมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดเพลิงไหม้
17. จัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้สารเคมีชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ หรือฮารอน หรือผงเคมีแห้ง หรือสารเคมีดับเพลิงตามประเภทที่เหมาะสมที่สามารถดับเพลิงได้
18. มีการซ่องบำรุง และตรวจตราให้มีสารเคมีที่ใช้ในการดับเพลิงตามปริมาตรที่กำหนดตามชนิดของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ
19. จัดให้มีการตรวจสอบสภาพของเครื่องดับเพลิงไม่น้อยกว่าหกเดือนต่อหนึ่งครั้ง
20. จัดให้มีการตรวจสอบการติดตั้งให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ
21. จัดติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในที่เห็นได้ชัดเจน และสามารถหยิบใช้งานได้สะดวกโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง
22. ให้มีการดูแลรักษาอุปกรณ์ดับเพลิง และการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง หรือตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นกำหนด
23. จัดให้พนักงานเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นจากหน่วยงานที่ทางราชการกำหนดหรือยอมรับ
24. จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ใช้ในการดับเพลิง และการฝึกซ้อมดับเพลิงโดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อนหรือควันพิษ เป็นต้น ไว้เพื่อให้พนักงานใช้งานการดับเพลิง
25. ป้องกันอัคคีภัยที่เกิดจากการแผ่รังสี การนำหรือการพาความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนสูงไปสู่วัสดุที่ติดไฟง่าย เช่น จัดทำฉนวนหุ้มหรือปิดกั้น
26. มีการป้องกันอัคคีภัยจากการทำงานที่เกิดการเสียดสีเสียดทานของเครื่องจักรเครื่องมือที่เกิดประกายไฟหรือความร้อนสูงที่อาจทำให้เกิดการลุกไหม้ เช่น การซ่อมบำรุง หรือหยุดพักการใช้งาน
27. มีการจัดแยกเก็บวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดรวมตลอดถึงวัตถุที่เมื่ออยู่รวมกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยา หรือ ทำให้กลายเป็นวัตถุไฟ หรือ วัตถุระเบิดมิให้ปะปนกัน และเก็บในห้องที่มีผนังทนไฟ และประตูทนไฟที่ปิดได้เอง และปิดกุญแจทุกครั้งเมื่อไม่มีการปฏิบัติงานในห้องนี้แล้ว
28. วัตถุที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาแล้วเกิดการลุกได้นั้น ได้มีการจัดแยกเก็บไว้ต่างหาก โดยอยู่ห่างจากอาคารและวัตถุติดไฟในระยะที่ปลอดภัย
29. ควบคุมมิให้เกิดการรั่วไหลหรือการระเหยของวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟ
30. มีการจัดทำป้าย “ห้ามสูบบุหรี่” บริเวณห้องเก็บวัตถุไวไฟ
31. จัดให้มีการกำจัดของเสียโดยการเผาในเตาที่ออกแบบสำหรับการเผาโดยเฉพาะ ในที่โล่งแจ้ง โดยห่างจากที่พนักงานทำงานในระยะที่ปลอดภัย
32. จัดให้มีสายล่อฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า
33. จัดให้มีระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ให้พนักงานที่ทำงานอยู่ภายในอาคารได้ยินทั่วถึง
34. มีการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นประจำ

35. จัดให้มีกลุ่มพนักงานเพื่อทำหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย และมีผู้อำนวยการป้องกันและระงับอัคคีภัยเป็นผู้อำนวยการในการดำเนินงานทั้งระบบประจำอยู่ตลอดเวลา
36. จัดให้ผู้มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาล และการช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน
37. จัดให้มีการฝึกซ้อมอพยพพนักงานออกจากอาคารไปตามเส้นทางหนีไฟ
38. จัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิง และฝึกซ้อมหนีไฟอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย

องค์ประกอบของแผนแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย จะดำเนินการในภาวะต่างกัน คือ ก่อนเกิดเหตุเพลิงไหม้ ขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ และหลังจากเพลิงสงบแล้ว รายละเอียด ดังนี้

1. ก่อนเกิดเหตุเพลิงไหม้

ประกอบด้วยแผนป้องกันอัคคีภัยต่าง ๆ 3 แผน คือ แผนการฝึกอบรม แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย และแผนการตรวจตรา

1.1 แผนการฝึกอบรม

กิจกรรมการฝึกอบรมหลักสูตรการระงับอัคคีภัยเบื้องต้น เป็นหลักสูตรที่ศูนย์ฯกำหนดให้พนักงานทุกคนต้องผ่านเข้ารับการอบรม โดยการประสานงานของงานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ศว. และงานพัฒนาบุคลากร ฝ่ายกลยุทธ์บุคคลและพัฒนาองค์กร สวทช. เป็นผู้รับผิดชอบหลักในการจัดฝึกอบรม ทั้งนี้ หลักสูตรจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ รายละเอียดครอบคลุมเนื้อหาดังต่อไปนี้

1.1.1 การฝึกอบรมภาคทฤษฎี

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัยในการทำงานสำหรับลูกจ้าง
- ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ และการแบ่งประเภทของเพลิง
- จิตวิทยาเมื่อเกิดอัคคีภัย
- การป้องกันแหล่งกำเนิดของการติดไฟ
- เครื่องดับเพลิงชนิดต่าง ๆ และวิธีการดับเพลิงประเภทต่าง ๆ
- วิธีการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ใช้ในการดับเพลิง
- แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย และการจัดระบบป้องกันและการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในสถานการณ์
- การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และการฝึกอบรมการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัย
- การฝึกดับเพลิงด้วยการใช้เครื่องดับเพลิงทุกประเภท

1.1.2 การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

- การดับเพลิงจากเพลิงประเภท เอ
- การดับเพลิงจากเพลิงประเภท บี
- การดับเพลิงจากเพลิงประเภท ซี
- การดับเพลิงจากเพลิงประเภท ดี
- การดับเพลิงโดยใช้ถังดับเพลิงและสายดับเพลิง โดยผู้เข้ารับการอบรมทำการฝึกโดยให้วิทยากรผู้ฝึกสาธิตเป็นพี่เลี้ยง

1.2 แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย

การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย เป็นกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยในศูนย์ฯและเป็นการสร้างความสนใจ รวมทั้งส่งเสริมในเรื่องของการป้องกันอัคคีภัยให้เกิดขึ้นกับพนักงานทุกคนทุกระดับในศูนย์ฯ ซึ่งในแต่ละปีงานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ศว. จะดำเนินการรณรงค์ในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น การส่งจดหมายข่าว การแจ้ง E-mail การประชาสัมพันธ์ผ่าน Intranet การจัดทำโปสเตอร์ และป้ายต่าง ๆ การจัดนิทรรศการ เป็นต้น โดยกำหนดเรื่องหรือหัวข้อที่จะทำการรณรงค์ เช่น องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้ การจัดเก็บวัสดุไวไฟและสารเคมี การลดการสูบบุหรี่ ผลที่เกิดขึ้นจากอัคคีภัย เป็นต้น

1.3 แผนการตรวจตรา

การตรวจตรามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันอัคคีภัย โดยกำหนดให้ตรวจเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นเชื้อเพลิง ของเสียที่ติดไฟง่าย ระบบและอุปกรณ์ดับเพลิง และสภาพแวดล้อมในบริเวณ โดยกระจายหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

1.3.1 งานความปลอดภัยฯ รับผิดชอบในการตรวจสอบวัตถุที่เป็นเชื้อเพลิง ของเสียที่ติดไฟง่าย รวมถึงอุปกรณ์ดับเพลิงประจำในแต่ละห้องปฏิบัติการ

1.3.2 งานบริหารอาคารสถานที่

- ส่วนที่ดูแลรับผิดชอบด้านอาคาร ตรวจสอบระบบและอุปกรณ์ดับเพลิง ต่างๆของศูนย์ เช่น ถังดับเพลิงประจำอาคาร สายฉีดน้ำ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบน้ำและไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น
- ส่วนที่ดูแลรับผิดชอบด้าน รปภ. ตรวจสอบสภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ผิดปกติในบริเวณต่างๆ ของศูนย์ฯ เมื่อพบเห็นสิ่งที่อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ ให้รีบรายงานต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ตรวจตราไม่ให้บุคคลภายนอกหรือผู้รับส่งสินค้าเข้าไปในโรงงานหรือสถานที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ ระมัดระวังการก่อวินาศภัยบริเวณเก็บวัตถุระเบิดหรือบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้

2. ขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้

เป็นแผนที่เกี่ยวกับการดับเพลิง และลดความสูญเสียโดย ประกอบด้วยแผน 3 แผน คือ แผนการดับเพลิง แผนการอพยพหนีไฟ และแผนบรรเทาทุกข์ สำหรับแผนบรรเทาทุกข์จะเป็นแผนที่มีการปฏิบัติต่อเนื่องไปจนถึงหลังเหตุเพลิงไหม้สงบลงแล้วด้วย

2.1 แผนการดับเพลิง

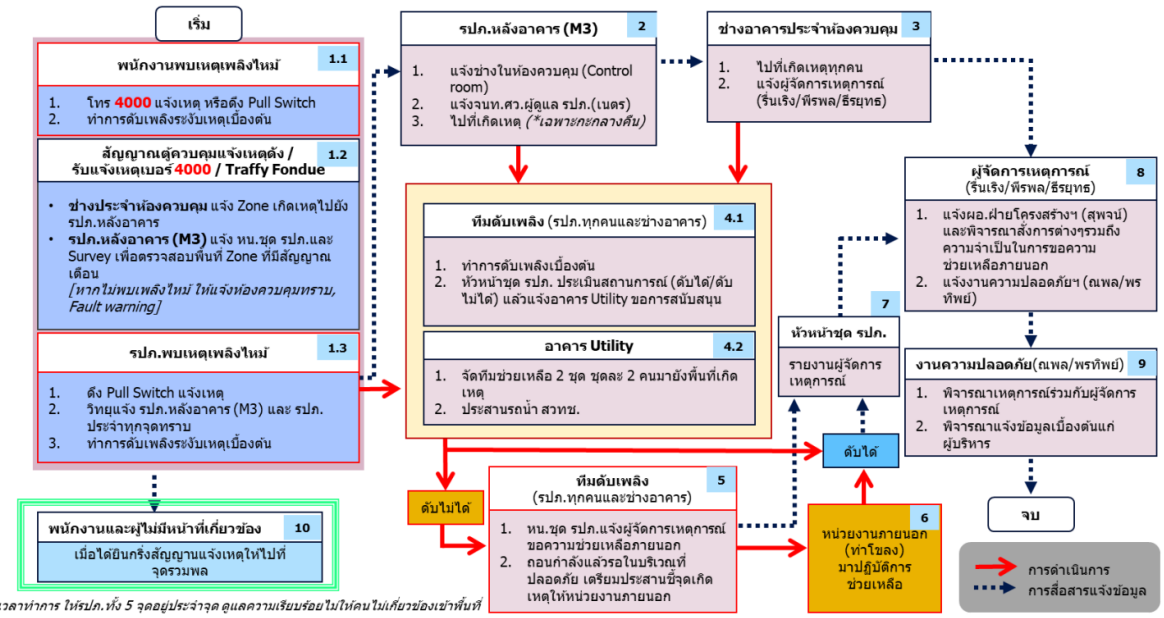
ศูนย์ฯ มีการแบ่งแผนการดับเพลิงออกเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย การดับเพลิงกรณีเหตุเกิดในช่วงเวลาทำงาน และการดับเพลิงกรณีเหตุเกิดนอกช่วงเวลาทำงาน แสดงดังภาพที่ 1

แผนฉุกเฉิน ศว.

(อาคาร MTEC และ MTEC Pilot plant)

เวลาทำการ
- ช่างประจำห้องควบคุม และช่างอาคาร รวม 6 คน
- จนท. รปภ. 7 คน (หัวหน้าชุด, Survey และจุดต่างๆ 5 จุด)

นอกเวลาทำการ
- ช่างประจำห้องควบคุม 1 คน
- จนท. รปภ. 4 คน (หัวหน้าชุด, Survey, จุด M3, จุด M4)



** หากเกิดเหตุในเวลาทำการ ให้รปภ.ทั้ง 5 จุดอยู่ประจำจุด คุมเหตุการณ์ไม่ให้คนไม่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่*

(10 มี.ค. 67)

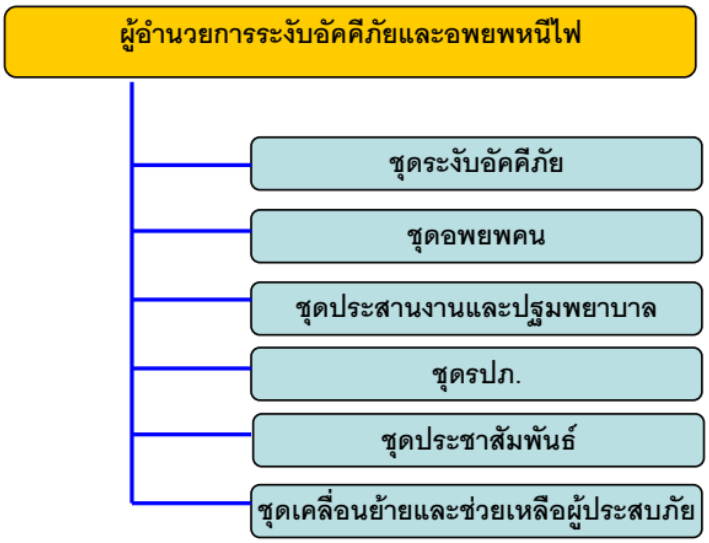
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

2.2 แผนการอพยพหนีไฟ

แผนฉุกเฉินการอพยพหนีไฟ ศว. และศล. ประกอบด้วย การกำหนดบุคคลที่มีหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละอาคาร แบ่งแยกตามชั้น หน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานตามแผนฉุกเฉินอพยพหนีไฟ การปฏิบัติตัวของพนักงานผู้อพยพ และแผนผังจุดรวมพล รายละเอียดดังนี้

2.2.1 การกำหนดบุคคลที่มีหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละอาคาร

ศูนย์ฯ ได้มีการกำหนดตัวบุคคลในชุดอพยพพนักงาน และชุดระงับอัคคีภัยประจำแต่ละชั้น ตามแผนปฏิบัติการโดยให้อำนาจรับผิดชอบในแต่ละชั้นในอาคาร ประกอบด้วยอาคาร MTEC ชั้น 1 – 6 และอาคาร MTEC Pilot Plant ชั้น 1 – 3 ส่วนทีมต่างๆที่เหลือ ประกอบด้วย ชุดปฐมพยาบาล ชุดประชาสัมพันธ์ ชุดประสานงานชุด รปภ. ชุดระงับอัคคีภัยกลาง จะเป็นทีมรวมของ ศว. และศล. โครงสร้างของทีมอพยพหนีไฟแสดงดังภาพที่ 2 ทั้งนี้รายชื่อบุคคลในแต่ละชุดแสดงในภาคผนวก



ภาพที่ 2 โครงสร้างของทีมอพยพหนีไฟ

2.2.2 หน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานตามแผนฉุกเฉินอพยพหนีไฟ รายละเอียดแสดงดังตาราง

ผู้ปฏิบัติงาน	หน้าที่รับผิดชอบ
1. ผู้อำนวยการระงับอัคคีภัยและอพยพหนีไฟและผู้ช่วยผู้อำนวยการระงับอัคคีภัยและอพยพหนีไฟ	• ควบคุมสถานการณ์ • ประเมิน/วิเคราะห์สถานการณ์และตัดสินใจสั่งการให้มีการปฏิบัติตามแผนระงับอัคคีภัยขั้นต้นโดยเร็ว ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สินให้มากที่สุด • ประเมินสถานการณ์เพื่อตัดสินใจขอความช่วยเหลือจากภายนอก • อำนวยการให้เป็นไปตามแผน • สั่งดำเนินการตามแต่จะเห็นสมควร • รายงานเหตุการณ์ต่อผู้บริหารระดับสูงสุดของ สวทช.

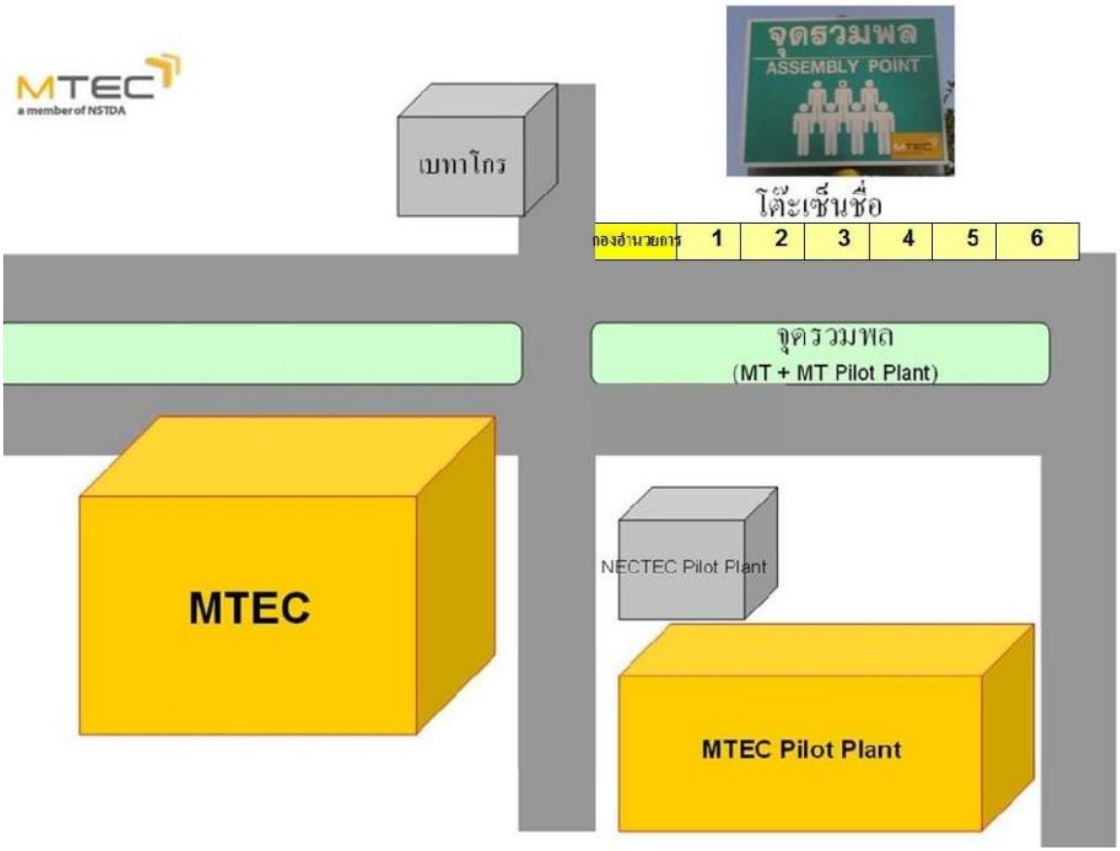
ผู้ปฏิบัติงาน	หน้าที่รับผิดชอบ
2. ชุดระงับอัคคีภัย	● เมื่อมีสัญญาณ Fire Alarm ดังขึ้นและ/หรือได้รับแจ้งตำแหน่งพื้นที่ที่ Detector ส่งสัญญาณบอกเหตุจาก Control room ให้ตรวจสอบว่ามีเพลิงไหม้เกิดขึ้นจริงหรือไม่ ● เมื่อพบว่าไม่ได้เกิดเหตุไฟไหม้จริง แต่เป็น Fault Alarm ให้โทรแจ้งกลับที่ห้อง Control Room เพื่อระงับเสียงกระดิ่งสัญญาณเตือนภัย ● เมื่อพบว่าเกิดเหตุไฟไหม้จริง หรือได้รับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้นำถังดับเพลิงเข้าทำการดับเพลิงทันที พร้อมทั้งแจ้งงานระบบอาคาร หรือ Control Room และระบุตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้ที่แน่นอน ● หัวหน้าชุดประเมินสถานการณ์ สั่งตัดกระแสไฟฟ้า ● นำสายฉีดน้ำดับเพลิงเข้าทำการดับเพลิง หลังจากตัดกระแสไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ● ให้ข้อมูลและรายงานสถานการณ์ต่อผู้อำนวยการฯ เพื่อพิจารณาขอความช่วยเหลือจากภายนอก ● กระจายกำลังส่วนหนึ่งเคลื่อนย้ายสารไวไฟและแก๊สไวไฟหรือผู้ป่วยออกนอกพื้นที่อันตราย ● ทำการดับเพลิงไปจนกว่าได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานดับเพลิงภายนอก แต่หากวิเคราะห์สถานการณ์แล้วพบว่าไฟไหม้รุนแรงเกินกว่าจะระงับได้และอาจเป็นอันตรายต่อชีวิต ให้รีบหนีออกจากที่เกิดเหตุและออกจากอาคารโดยเร็ว ● ปฏิบัติตามคำสั่งผู้อำนวยการฯ
3. ชุดอพยพคน	● อพยพคนที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องออกจากสถานที่เกิดเหตุทันที ตามเส้นทางหนีไฟที่กำหนด เพื่อไปยังจุดรวมพล ● ตรวจสอบรายชื่อพนักงานของแต่ละห้องในชั้นที่ตนดูแลว่ามีจำนวนครบถ้วนหรือขาดลากี่คน ออกมาพ้นที่เกิดเหตุกี่คน และจำนวนผู้ติดค้างอยู่ภายในที่เกิดเหตุ เพื่อแจ้งให้ผู้อำนวยการระงับอัคคีภัยขั้นต้นทราบและสั่งการต่อไป ● ประสานงานกับชุดพยาบาลและชุดเคลื่อนย้ายฯในการให้การช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บ ของแต่ละชั้น ● รอคำสั่งผู้อำนวยการฯเพื่อค้นหาผู้สูญหาย
4. พนักงานผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง (ผู้อพยพ)	● ปิดประตูหน้าต่าง ทางออกทุกด้านเพื่อป้องกันไฟลุกลาม ● หนีออกจากอาคารด้วยการเดินอย่างเร็ว ● ใช้เส้นทางหนีไฟที่กำหนดให้เท่านั้น ห้ามใช้ลิฟท์ ● เมื่อออกมาพ้นอาคารแล้วให้รีบไปรายงานตัวกับผู้ตรวจสอบหรือลงชื่อ ณ จุดรวมพลที่กำหนดให้ จนกว่าจะมีคำสั่งให้สลายตัว
5. เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย (รปภ.)	● กันมิให้บุคคลภายนอกเข้ามาภายในอาคารบริเวณประตูทางเข้าออกแห่งละ 1 คน ● ปิดถนนบริเวณโดยรอบอาคาร และเตรียมเปิดทางให้รถดับเพลิงเข้ามาทำการดับเพลิงได้โดยสะดวก

ผู้ปฏิบัติงาน	หน้าที่รับผิดชอบ
	• ดูแลทรัพย์สินของสำนักงาน • ร่วมเป็นทีมพนักงานผจญเพลิงหรือเข้าทำการดับเพลิงขั้นต้น • ตรวจสอบยอดผู้มาติดต่อ • ปฏิบัติตามคำสั่งผู้อำนวยการฯ
6. หน่วยบริหารงานระบบอาคาร	• เป็นทีมพนักงานผจญเพลิงกลาง(เข้าทำการดับเพลิงขั้นต้น) • ควบคุมการตัด - ต่อระบบไฟฟ้า • ควบคุมการใช้ลิฟท์และตรวจสอบ ช่วยเหลือผู้ติดค้างในลิฟท์ (ถ้ามี) • ควบคุมการทำงานระบบน้ำดับเพลิง และระบบสาธารณูปโภคโดยรวม
7. งานวิศวกรรมสนับสนุน	• กำกับดูแลและสนับสนุนการทำงานของหน่วยบริหารงานระบบอาคาร • เป็นทีมพนักงานผจญเพลิงกลางเพื่อ(เข้าทำการดับเพลิงขั้นต้น) • ให้ข้อมูล รายงานสถานการณ์แก่ผู้อำนวยการฯ • ติดตามสถานการณ์ กำกับดูแลและประสานงานจนกว่าเหตุการณ์กลับเข้าสู่ปกติ • ประสานงาน สนับสนุนข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง
8. ชุดประสานงานและปฐมพยาบาล	• ประสานงานติดต่อพยาบาลที่คลินิกสวทช.เพื่อมาเตรียมพร้อมที่จุดรวมพล • จัดเตรียมรถสำหรับส่งผู้ป่วยฉุกเฉิน • จัดตั้งหน่วยปฐมพยาบาล • ทำการปฐมพยาบาลผู้ป่วยก่อนส่งถึงโรงพยาบาลและดูแลการเคลื่อนย้าย • นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลใกล้เคียง • ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของหน่วยงานดับเพลิงภายนอก • ประสานงานและให้การสนับสนุนการทำงานของช่างและ รปภ. • ติดตามสถานการณ์ กำกับดูแลและประสานงานจนกว่าเหตุการณ์กลับเข้าสู่สภาพปกติ
9. ชุดประชาสัมพันธ์	• ประกาศเสียงตามสาย และแจ้งอาคารข้างเคียงให้ทราบว่าเกิดเพลิงไหม้ • (เมื่อได้รับคำสั่ง) โทรแจ้งหน่วยงานดับเพลิงเพื่อขอความช่วยเหลือ • บันทึกภาพเหตุการณ์ขณะเกิดเหตุเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน • จัดเตรียมข้อมูลให้กับผู้อำนวยการดับเพลิงไว้สำหรับแถลงข่าวแก่บุคคลภายนอก
10. ชุดเคลื่อนย้ายและช่วยเหลือผู้ประสบภัย	• เคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ไปยังพื้นที่ปลอดภัยโดยประสานงานกับชุดพยาบาล

2.2.3 การปฏิบัติตัวของพนักงานผู้อพยพ

- เมื่อได้ยินเสียงประกาศฉุกเฉินให้หยุดกิจกรรมทันทีและเก็บสิ่งของสำคัญ เช่นกระเป๋าเงิน เอกสารสำคัญ
- เปลี่ยนรองเท้าที่ใส่กระชับ (ถ้ามี) กันลื่นล้ม
- ปิดประตู หน้าต่าง ปิดFume Hood ป้องกันไฟลาม
- เมื่อได้ยินเสียงกระดิ่ง ให้พนักงานทั้งอาคาร MTEC และอาคาร Pilot Plant หนีออกจากอาคารไปยังจุดรวมพลบริเวณฟุตบาทเยื้องหน้าตึกเบทาโกร ภายในเวลา 4นาที โดยการเดินเร็วตามเส้นทางหนีไฟที่กำหนดให้ อย่าหวนกลับ ห้ามส่งเสียงดัง ห้ามใช้ลิฟต์ ผู้ใช้ประตูบันไดหนีไฟกลางอาคารจะใช้แรงผลักมากกว่าปกติ หากเส้นทางที่หนีมีอันตราย ให้เลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่น
- ณ จุดรวมพล จะมีใบรายชื่อ ให้ตรวจสอบรายชื่อของตัวเองซึ่งเรียงตามงานหรือกลุ่มวิจัยที่ตัวเองสังกัด แล้วเซ็นชื่อลงในใบรายชื่อ
- หัวหน้างานร่วมตรวจเช็คพนักงานของตัวเองหรือเพื่อนร่วมห้องว่ายังอยู่ครบ มาทำงานหรือไปไหนหรือไม่ หากมีการสูญหายให้แจ้ง ผ.อ. ดับเพลิง ทันที
- อยู่รอจนกว่าจะมีคำสั่งสลายตัวจาก ผอ. ดับเพลิง

2.2.4 แผนผังจุดรวมพล จุดรวมพลของ ศูนย์ฯ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินต่างๆ ทั้งอาคาร MTEC และอาคาร MTEC Pilot Plant แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 จุดรวมพลของอาคาร MTEC และอาคาร MTEC Pilot Plant

3. หลังเหตุเพลิงไหม้สงบลง

ประกอบด้วยแผนที่จะดำเนินการเมื่อเหตุเพลิงไหม้สงบแล้ว 1 แผน คือ แผนการบรรเทาทุกข์

3.1 แผนบรรเทาทุกข์

แผนบรรเทาทุกข์จะประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- การประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ
- การสำรวจความเสียหาย
- การรายงานตัวของเจ้าหน้าที่ทุกฝ่าย และกำหนดจุดนัดพบของบุคลากรเพื่อรอรับคำสั่ง
- การช่วยชีวิตและค้นหาผู้เสียชีวิต
- การเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัย และทรัพย์สินของผู้เสียชีวิต
- การประเมินความเสียหาย ผลการปฏิบัติงานและรายงานสถานการณ์เพลิงไหม้
- การช่วยเหลือสงเคราะห์ผู้ประสบภัย
- การปรับปรุงแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อให้ศูนย์ฯสามารถดำเนินการได้โดยเร็วที่สุด

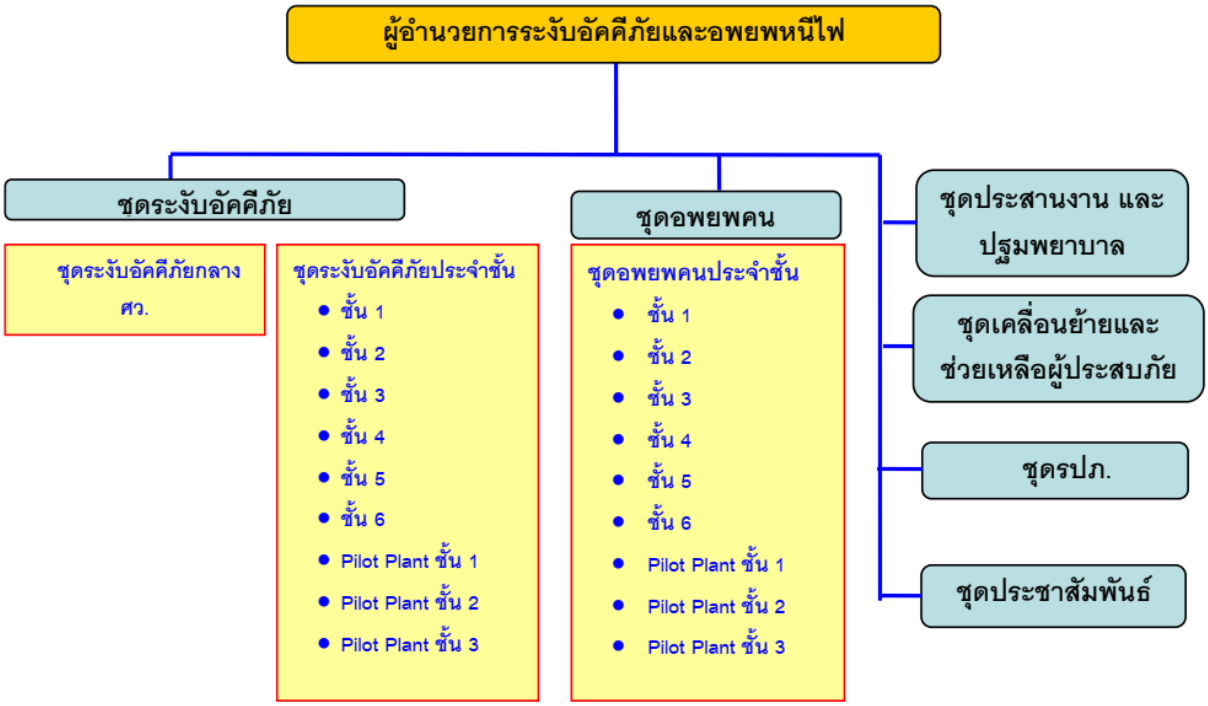
การกำหนดหน้าที่รับผิดชอบของผู้ปฏิบัติการในแผนบรรเทาทุกข์

หน้าที่รับผิดชอบ	ผู้ปฏิบัติ
1. การประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ	ผู้จัดการงานประชาสัมพันธ์และทีมงาน
2. การสำรวจความเสียหาย	ผอ.ฝ่ายบริหารโครงสร้างพื้นฐาน ผู้จัดการงานความปลอดภัยฯ และทีมงาน
3. การรายงานตัวของเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายและกำหนดจุดนัดพบของบุคลากร	ผู้จัดการงานความปลอดภัยฯ และทีมงาน
4. การช่วยชีวิตและค้นหาผู้ประสบภัย	ผู้จัดการงานบริหารอาคารสถานที่ ผู้จัดการงานความปลอดภัยฯ และทีมงาน
5. การเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัย ทรัพย์สินและผู้เสียชีวิต	ผู้จัดการงานธุรการและทีมงาน
6. การประเมินความเสียหาย ผลการปฏิบัติงาน และการรายงานสถานการณ์เพลิงไหม้	ผู้จัดการงานวิศวกรรมสนับสนุน ผู้จัดการงานความปลอดภัยฯ ผู้จัดการงานประชาสัมพันธ์และทีมงาน
7. การช่วยเหลือ สงเคราะห์ผู้ประสบภัย	ผู้จัดการงานธุรการและทีมงาน
8. การปรับปรุงแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อให้ธุรกิจสามารถดำเนินการได้โดยเร็วที่สุด	ผอ.ฝ่ายแผน งบประมาณและกลยุทธ์และทีมงาน

ภาคผนวก

- โครงสร้างของทีมอพยพหนีไฟ
- หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อกรณีฉุกเฉิน
- แผนผังเส้นทางหนีไฟแต่ละชั้น อาคาร MTEC และ MTEC Pilot Plant

ภาคผนวก 1 โครงสร้างของทีมอพยพหนีไฟและการกำหนดบุคคล



หมายเหตุ การกำหนดบุคคลตามโครงสร้างของทีมอพยพหนีไฟ สามารถดูได้ในแผนการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินการระงับอัคคีภัยขั้นต้นและการอพยพหนีไฟ ศว.และศล. ประจำปีงบประมาณ

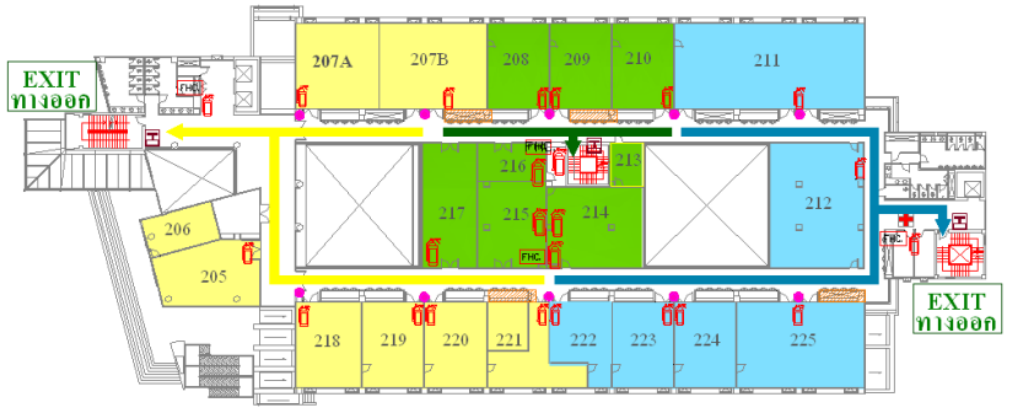
ภาคผนวก 2 หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อกรณีฉุกเฉิน

:: หมายเลขฉุกเฉิน	
· ศว. (24 ชม.)	**4000**
· สวทช.	**1001**
· คลินิก สวทช. อาคารสราญวิทย์	**1919**
หน่วยงาน	เบอร์โทรศัพท์
:: หน่วยงานภายนอก	
· แจ้งเหตุด่วน เหตุร้าย	191
· แจ้งตำรวจดับเพลิง	199
· หน่วยกู้ภัย "นเรนทร" โรงพยาบาลราชวิถี	1669 หรือ 0-2248-2222
· สถานีดับเพลิงคลองหลวง	0-2901-6157
	0-2524-0360-1
· สถานีดับเพลิงประตูน้ำจุฬาลงกรณ์	0-2531-3068
· โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ฯ	0-2926-9999
· โรงพยาบาลอินเตอร์ นวนคร	0-2529-3045-9
· โรงพยาบาลนวนคร	0-2529-4533-41
· สถานีตำรวจคลองหลวง	0-2524-0610-3
· สถานีตำรวจประตูน้ำจุฬาลงกรณ์	0-2959-2302-7
· ฝ่ายอาคารฯ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	0-2564-4440 ต่อ1121
:: หน่วยงานภายใน	
งานบริหารอาคารสถานที่	
· นายรื่นเริง พรประดับ	ต่อ 74606
· นายเนตร ยินดี	ต่อ74601
· ช่างบริหารอาคาร	ต่อ 4114
· รปภ. อาคาร MTEC ด้านหน้าอาคาร	ต่อ 4138
· รปภ. อาคาร MTEC ด้านหลังอาคาร	ต่อ 4139
· รปภ. อาคาร Pilot Plant ด้านหน้า	ต่อ 4629
· รปภ. อาคาร Pilot Plant ด้านหลัง	ต่อ 4631
งานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม	
· นายณพล คงเจริญ	ต่อ 4099
· น.ส. พรทิพย์ ชัยวัฒนะ	ต่อ 4097
· น.ส. นพวรรณ มันตาดิลก	ต่อ 4098

ภาคผนวก 3 แผนผังเส้นทางหนีไฟแต่ละชั้น

อาคาร MTEC

แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณ ชั้น 2



สัญลักษณ์

- ถังดับเพลิง
- สวิตช์ดึงแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- กล่องปฐมพยาบาล
- Emergency Shower , Eye Wash ฝักบัวฉุกเฉิน , อ่างล้างตา
- FHC. : ตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง
- บันไดหนีไฟ
- ตู้เก็บวัสดุดูดซับสารเคมี และอุปกรณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ
- เส้นทางหนีไฟแยกตามพื้นที่สี

หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน

สถานีตำรวจคลองหลวง	0-2524-0610 หรือ 191
สถานีดับเพลิง ท่าโขลง	0-2529-5153 หรือ 199
โรงพยาบาล มธ.	0-2926-9999
กรณีฉุกเฉิน ศว.	4000
กรณีฉุกเฉิน สวพช.	1001
ห้องควบคุม	4114
รปภ. อาคาร MTEC	4139
รปภ. อาคาร PILOT PLANT	4629
งานความปลอดภัย ฯ ศว.	4729 , 4733

แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณ ชั้น 3

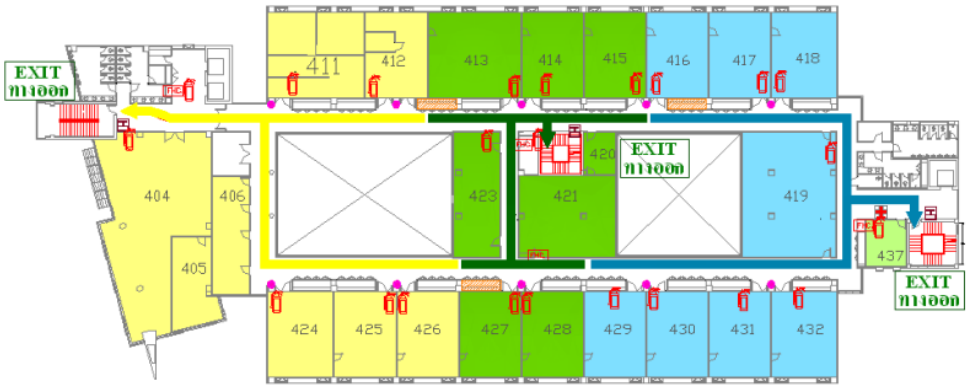
สัญลักษณ์

- ถังดับเพลิง
- สวิตช์ดึงแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- กล่องปฐมพยาบาล
- Emergency Shower , Eye Wash ฝักบัวฉุกเฉิน , อ่างล้างตา
- FHC. : ตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง
- บันไดหนีไฟ
- ตู้เก็บวัสดุดูดซับสารเคมี และอุปกรณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ
- เส้นทางหนีไฟแยกตามพื้นที่สี

หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน

สถานีตำรวจคลองหลวง	0-2524-0610 หรือ 191
สถานีดับเพลิง ท่าโขลง	0-2529-5153 หรือ 199
โรงพยาบาล มธ.	0-2926-9999
กรณีฉุกเฉิน ศว.	4000
กรณีฉุกเฉิน สวพช.	1001
ห้องควบคุม	4114
รปภ. อาคาร MTEC	4139
รปภ. อาคาร PILOT PLANT	4629
งานความปลอดภัย ฯ ศว.	4729 , 4733

แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณ ชั้น 4



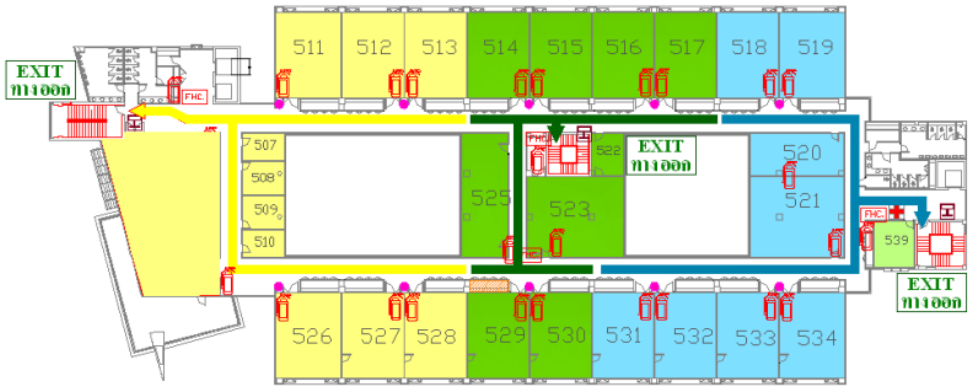
สัญลักษณ์

- ถังดับเพลิง
- FHC. : ตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง
- สวิตช์ดึงแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- บันไดหนีไฟ
- กล่องปฐมพยาบาล
- ตู้เก็บวัสดุดูดซับสารเคมีและอุปกรณ์ฉุกเฉินต่างๆ
- Emergency Shower , Eye Wash ฝักบัวฉุกเฉิน , อ่างล้างตา
- เส้นทางหนีไฟแยกตามพื้นที่สี

หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน

สถานีตำรวจคลองหลวง	0-2524-0610 หรือ 191
สถานีดับเพลิง ท่าโขลง	0-2529-5153 หรือ 199
โรงพยาบาล มธ.	0-2926-9999
กรณีฉุกเฉิน ศว.	4000
กรณีฉุกเฉิน สวทช.	1001
ห้องควบคุม	4114
รปภ. อาคาร MTEC	4139
รปภ. อาคาร PILOT PLANT	4629
งานความปลอดภัย ฯ ศว.	4729 , 4733

แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณ ชั้น 5



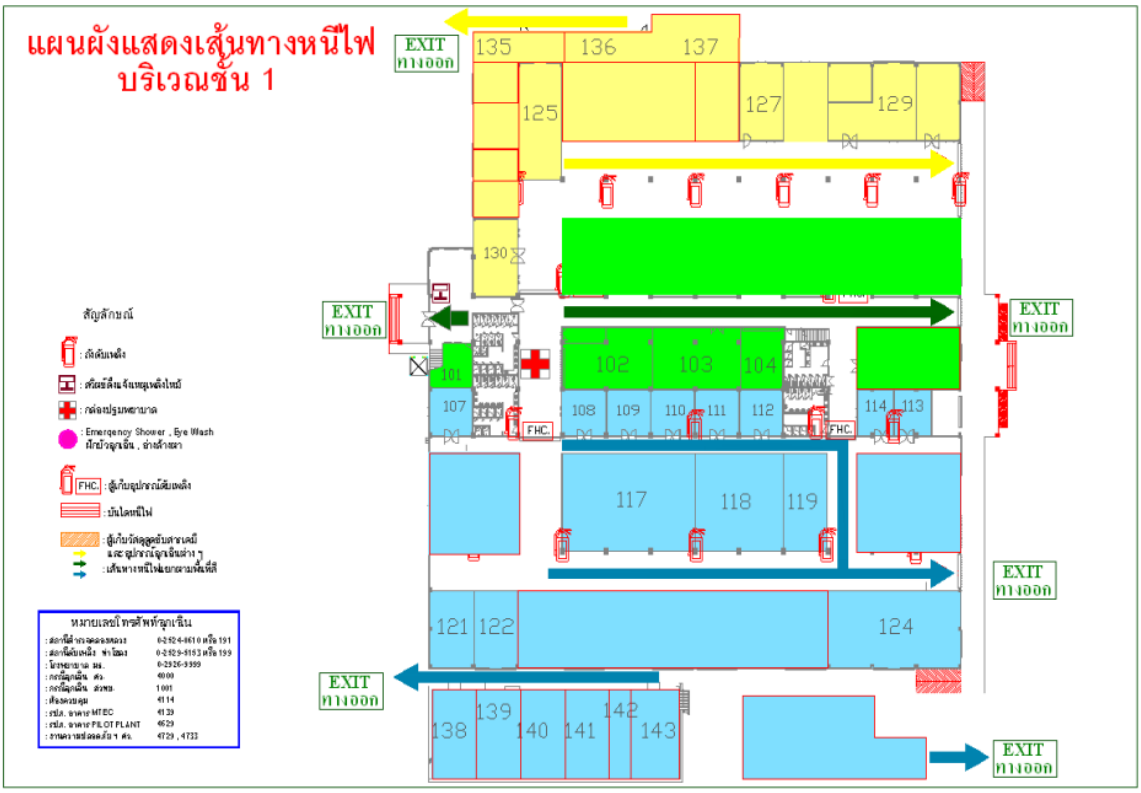
สัญลักษณ์

- ถังดับเพลิง
- FHC. : ตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง
- สวิตช์ดึงแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- บันไดหนีไฟ
- กล่องปฐมพยาบาล
- ตู้เก็บวัสดุดูดซับสารเคมีและอุปกรณ์ฉุกเฉินต่างๆ
- Emergency Shower , Eye Wash ฝักบัวฉุกเฉิน , อ่างล้างตา
- เส้นทางหนีไฟแยกตามพื้นที่สี

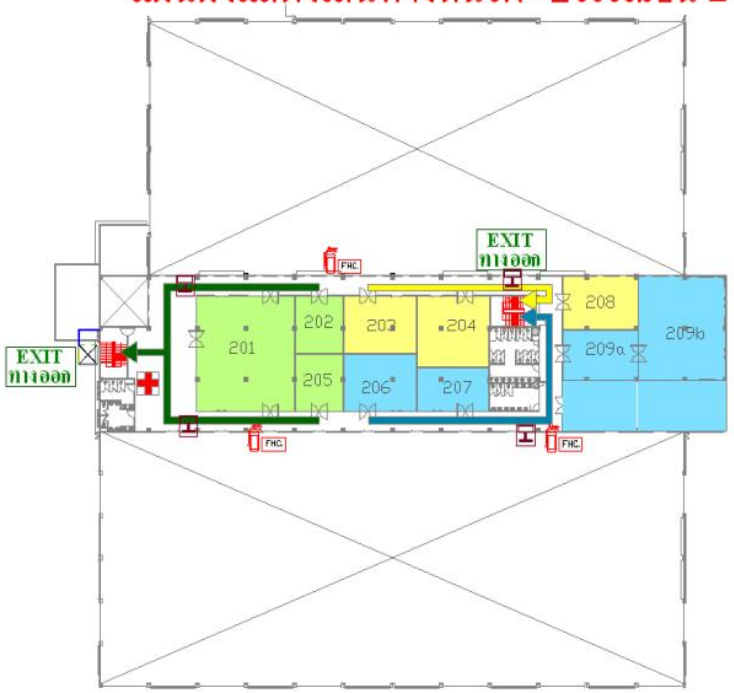
หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน

สถานีตำรวจคลองหลวง	0-2524-0610 หรือ 191
สถานีดับเพลิง ท่าโขลง	0-2529-5153 หรือ 199
โรงพยาบาล มธ.	0-2926-9999
กรณีฉุกเฉิน ศว.	4000
กรณีฉุกเฉิน สวทช.	1001
ห้องควบคุม	4114
รปภ. อาคาร MTEC	4139
รปภ. อาคาร PILOT PLANT	4629
งานความปลอดภัย ฯ ศว.	4729 , 4733

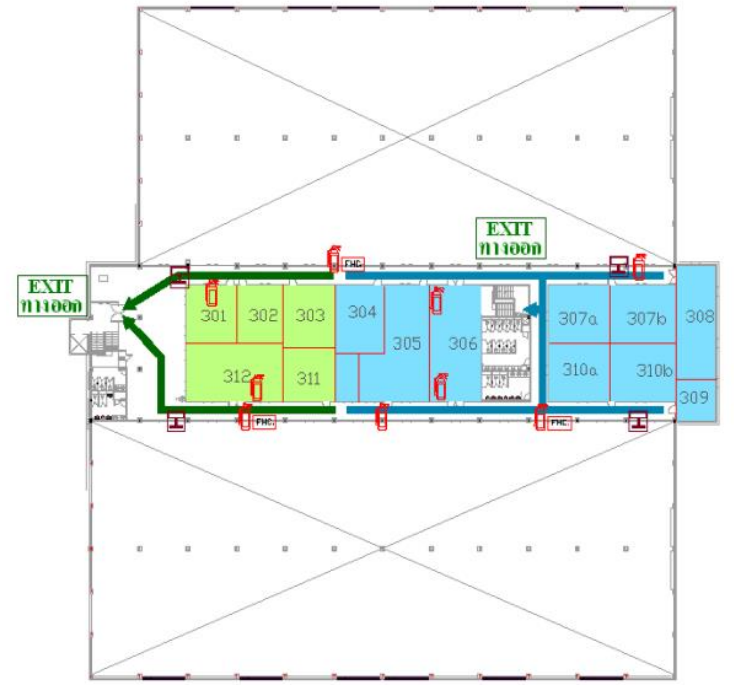
อาคาร MTEC Pilot Plant



แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณชั้น 2



แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ บริเวณชั้น 3



ภาคผนวก ข.

ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งานแนวทางการจัดการ

ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิ

ชื่อ – สกุล นางสาวกุณฑลีย์ บังคะดานรา

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อาคารวิชาการชั้น 3
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
สาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)
สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยมหิดล

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)
อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยมหิดล

ประสบการณ์การทำงาน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เกียรติประวัติและผลงาน ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการเส้นประสาทมีเดียนบริเวณข้อมือของบุคลากรในสถาบันการศึกษาแห่งหนึ่ง ตีพิมพ์ : วารสารสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เดือนกันยายน 2566-กุมภาพันธ์ 2567 ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 2

โปรแกรมอบรมเพื่อลดความเครียดสำหรับนักเรียนเพื่อนที่ปรึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ตีพิมพ์ : วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ปีที่ 32 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม–มิถุนายน 2566 ISSN 0858-4052

ความพร้อมของการบริการตรวจวัดการได้ยินในประเทศไทย ตีพิมพ์ : วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพแห่งประเทศไทย,4(2)เมษายน-มิถุนายน 2565,95-104.ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1

กลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานจัดการขยะในโรงงานอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ตีพิมพ์ : วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพแห่งประเทศไทย ,4(1) มกราคม-มีนาคม 2565,ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1

สื่อส่งเสริมความปลอดภัยเพื่อการใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มยุวเกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี ตีพิมพ์ : วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ.ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2563,วารสารอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการทำงานที่ปลอดภัยของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ตีพิมพ์ : วารสารศรีนครินทร์เวชสาร. ปีที่ 33 ฉบับที่ 2(145-152) มีนาคม-เมษายน 2561, วารสารอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

Design of vermicompost winnow machine for disabled farmers in Thailand. นำเสนอในที่ประชุมวิชาการ: 32nd ICOH, Dublin,Ireland; Occupational & Environmental Medicine Journal have public online the abstracts in April 2561 volume 75 suppl 2.

Occupational health program for migrant workers in Thailand. นำเสนอในที่ประชุมวิชาการ: 32nd ICOH, Dublin,Ireland; Occupational & Environmental Medicine Journal have public online the abstracts in April 2561 volume 75 suppl 2.

อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในกลุ่มคนพิการที่ประกอบอาชีพผลิตปุ๋ยไส้เดือนดิน ตีพิมพ์ : วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ.ปีที่ 10 ฉบับที่ 35 มกราคม-มีนาคม2560,วารสารอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 2

ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิ

ชื่อ – สกุล	นางสาวพิมพา ลิ้มทองกุล
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการ กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน
สถานที่ทำงาน	ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ 114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
วุฒิการศึกษา	Bachelor of Science Materials Science and Engineering Cornell University, USA Doctor of Philosophy Ceramics Massachusetts Institute of Technology, USA
ประสบการณ์การทำงาน	ผู้อำนวยการ กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ ตุลาคม 2563 ถึง ปัจจุบัน หัวหน้าทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ ตุลาคม 2563 ถึง ปัจจุบัน Principal Researcher ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ ตุลาคม 2563 ถึง ปัจจุบัน

หัวหน้าห้องปฏิบัติการวัสดุและระบบที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าเคมี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ มีนาคม 2566 ถึง กันยายน 2563

Principal Researcher ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ มกราคม 2559 ถึง กันยายน 2563

Senior Research and Development Scientist บริษัท 24M Technologies, Inc, Cambridge, USA
ตั้งแต่ กันยายน 2553 ถึง ตุลาคม 2556

Visiting Scientist. Massachusetts Institute of Technologies, USA ตั้งแต่ ตุลาคม 2552 ถึง สิงหาคม 2553

หัวหน้าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้วยเทคนิคเอกซเรย์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2545 ถึง กันยายน 2552

นักวิจัยอาวุโส ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ มิถุนายน 2549 ถึง ธันวาคม 2558

นักวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ ตุลาคม 2544 ถึง พฤษภาคม 2549

เกียรติประวัติและผลงาน

ที่ปรึกษาโครงการ Research System for Future Energy System Project ตั้งแต่ กันยายน 2561 ถึง มีนาคม 2562

หัวหน้าโครงการ Technology transfer and prototype development of battery packs and charger ตั้งแต่ มีนาคม 2562 ถึง ธันวาคม 2562

หัวหน้าโครงการ Feasibility study on waste collector and management of end-of-life lithium-ion battery and solar panel ตั้งแต่ ธันวาคม 2562 ถึง เมษายน 2564

ที่ปรึกษาโครงการ A Study of Public Transportation System to Electric Mobility Mass Transit Design for Environmental Impact Reduction from Conventional System ตั้งแต่ เมษายน 2564 ถึง กันยายน 2564

หัวหน้าโครงการ Next generation automotive industry's capability enhancement in Thailand through the development of swappable battery platform for electric motorcycle ตั้งแต่ กันยายน 2564 ถึง มีนาคม 2567

ที่ปรึกษาโครงการ ESS Technology, Business and Market Overview in Thailand ตั้งแต่ มกราคม 2565 ถึง กุมภาพันธ์ 2566

ที่ปรึกษาโครงการ Technical consultation on battery pack development ตั้งแต่ ตุลาคม 2565 ถึง กันยายน 2566

ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิ

ชื่อ – สกุล นายณพล คงเจริญ

ตำแหน่ง ผู้จัดการ งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

สถานที่ทำงาน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12120

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (สบ.)
อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)
การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประสบการณ์การทำงาน ผู้จัดการ งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวนามัยและสิ่งแวดล้อม
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ตุลาคม 2567 ถึงปัจจุบัน

ผู้จัดการ งานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ตุลาคม 2565 ถึง ธันวาคม 2566

วิศวกรอาวุโส งานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่มกราคม 2555 ถึงกันยายน 2565

วิศวกร งานความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2548 ถึงกันยายน 2555

เกียรติประวัติและผลงาน

การส่งเสริมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กร

- บริหารระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยตามมาตรฐานต่างๆ เช่น OHSAS 18001, มอก. 18001 และ ISO 45001 (ผ่านการรับรองจากสถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ: MASCI และได้รับรางวัลสถานประกอบกิจการดีเด่นด้านความปลอดภัยฯ จากกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานต่อเนื่องปี 2555 - 2559)
- การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน
- ให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อกำหนดด้านกฎระเบียบด้านความปลอดภัยและแนวปฏิบัติที่ถูกต้อง
- พัฒนาขั้นตอนด้านความปลอดภัย คำแนะนำและแนวปฏิบัติในการทำงาน รวมถึงจัดทำคู่มือการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัยสำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์และกิจกรรมต่างๆ
- ออกแบบและพัฒนาหลักสูตรความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง
- ดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยและการประเมินความสอดคล้อง
- ดำเนินการประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสอันตรายและติดตามผล
- ให้คำแนะนำด้านกลยุทธ์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานด้านความปลอดภัยและสุขภาพอนามัย

- กำกับการทำงานเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและกฎระเบียบต่างๆ
- วางแผนการเตรียมพร้อมในการควบคุมอุบัติเหตุร้ายแรง อุบัติเหตุเล็กน้อย และเหตุเกือบเกิด
- บริหารจัดการสารเคมีผ่านโปรแกรมการจัดการสารเคมี (COSHH) (รางวัลชมเชยจากการประกวด Thailand ICT Award 2006)
- การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการวิจัย
- เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน และเลขานุการคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม

การประเมินความเสี่ยงการทำงานภาคอุตสาหกรรม

- การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมผสมสารเคมีสำหรับการสิ่งทอ ฟอกย้อมและฟอกหนัง, กลุ่มอุตสาหกรรมห้องเย็นและอาหารแช่แข็ง, กลุ่มห้องปฏิบัติการทางโลหะและวัสดุ เป็นต้น

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ประวัติผู้ใช้งานคู่มือ

ชื่อ – สกุล	นางสาวธัญญา แพรวพิพัฒน์
ตำแหน่ง	นักวิจัย ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน
วุฒิการศึกษา	Bachelor of Engineering**.** Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University Master of Science. Department of Electronic Chemistry, Tokyo Institute of Technology Doctor of Science. Department of Electronic Chemistry, Tokyo Institute of Technology
ประสบการณ์ทำงาน	นักวิจัยอาวุโส ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ พ.ศ. 2565 - ปัจจุบัน นักวิจัย ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2565 นักวิจัย ทีมวิจัยวัสดุและงานระบบเพื่อใช้ประโยชน์ทางพลังงานไฟฟ้าเคมี กลุ่มวิจัยวัสดุเพื่อพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 – พ.ศ. 2563

ประวัติผู้ใช้งานคู่มือ

ชื่อ – สกุล นายณัฐนัย คุณานุสนธิ์

ตำแหน่ง นักวิจัย ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน

วุฒิการศึกษา

Bachelor of Engineering
Department of Chemical Engineering,
School of Engineering,
Tokyo Institute of Technology

Master of Engineering
Department of Chemical Engineering,
Graduate School of Chemical Engineering,
Tokyo Institute of Technology

Doctor of Engineering
Department of Chemical Science and Engineering,
School of Materials and Chemical Technology,
Tokyo Institute of Technology

ประสบการณ์ทำงาน

นักวิจัย ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน
กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน
ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ กันยายน 2563 – ปัจจุบัน

นักวิจัย ทีมวิจัยวัสดุและงานระบบเพื่อใช้ประโยชน์ทางพลังงาน
ไฟฟ้าเคมี กลุ่มวิจัยวัสดุเพื่อพลังงาน
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ตั้งแต่ พฤษภาคม 2563 - กันยายน 2563

ประวัติผู้ใช้งานคู่มือ

ชื่อ – สกุล	นายรื่นเริง พรประดับ
ตำแหน่ง	ผู้จัดการ งานบริหารอาคารสถานที่
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ประสบการณ์ทำงาน	ผู้จัดการ งานบริหารอาคารสถานที่ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ ตุลาคม 2563 ถึง ปัจจุบัน วิศวกร งานบริหารอาคารสถานที่ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ 2544 ถึง กันยายน 2563 หัวหน้าช่างซ่อมบำรุง บริษัท อินเตอร์ พีท จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ 2543 ถึง พ.ศ. 2544 โฟร์แมนไฟฟ้า บริษัท แสงประดิษฐ์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ 2538 ถึง พ.ศ 2539 ผู้ช่วยโฟร์แมน บริษัท C.M.S.T. จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ 2537 ถึง พ.ศ 2537 ผู้ช่วยโฟร์แมน บริษัท วิลเลี่ยมเชงและสหาย จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ 2536 ถึง พ.ศ 2537

ประวัติผู้ใช้งานคู่มือ

ชื่อ – สกุล	นายพีรพล คำภิละปาวงศ์
ตำแหน่ง	วิศวกร งานบริหารอาคารสถานที่
วุฒิการศึกษา	อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (อศ.บ.) เทคโนโลยีเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วข.นนทบุรี พ.ศ.2546 สาธารณสุขศาสตร์บัณฑิต (ส.บ.) อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ.2555
ประสบการณ์ทำงาน	วิศวกร งานบริหารอาคารสถานที่ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ มิถุนายน 2550 ถึง ปัจจุบัน ช่างเทคนิค บริษัท tyco Fire & Security ตั้งแต่ มีนาคม 2546 ถึง เมษายน 2550

ประวัติผู้ใช้งานคู่มือ

ชื่อ – สกุล	นางสาวพรทิพย์ ชัยวัฒนะ
ตำแหน่ง	วิศวกรอาวุโส งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2544
	สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ.2551
	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2547
ประสบการณ์ทำงาน	วิศวกรอาวุโส งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฝ่ายความปลอดภัยอาชีวนามัยและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ พฤษภาคม 2551 ถึง ปัจจุบัน
	เจ้าหน้าที่ติดตามและพัฒนาระบบคุณภาพ บริษัท สยาม ควอลิตี้ สตาร์ช จำกัด ตั้งแต่ สิงหาคม 2548 ถึง เมษายน 2551
	ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ตั้งแต่ มกราคม 2548 ถึง กรกฎาคม 2548

ภาคผนวก ค.

แบบประเมินคุณภาพของ
แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินคุณภาพ
แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม เรื่อง แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน
2. แบบสอบถามมี 3 ส่วน คือ
   ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน
   ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ
   ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเนื้อหาของแนวทางการจัดการ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

<u>คำชี้แจง</u> โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง ☐ ให้ตรงกับข้อมูลของท่าน

1. ตำแหน่ง ☐ อาจารย์ประจำแขนงวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
   ☐ ผู้อำนวยการ กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
   ☐ ผู้จัดการ งานบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
3. อายุ
   ☐ 20 – 30 ปี ☐ 41 – 50 ปี
   ☐ 31 – 40 ปี ☐ 51 – 60 ปี
4. ประสบการณ์ทำงาน.....ปี (เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)
5. ระดับการศึกษา
   ☐ ปวช./ปวส. ☐ ปริญญาโท
   ☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า ☐ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามประเมินคุณภาพเนื้อหาของแนวทาง (เอกสารแนบ)

<u>คำชี้แจง</u> จากเอกสารแนบ ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
ระดับ 4 หมายถึง มาก
ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

รายการประเมิน	**ระดับการประเมินคุณภาพของแนวทาง**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. ความครอบคลุมของเนื้อหา					
2. ความถูกต้องของเนื้อหา					
3. การเรียงลำดับของเนื้อหา					
4. ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา					
5. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน					
6. ความพึงพอใจในภาพรวม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (ต่อ)

บทที่	ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
1 บทนำ	
2 การบริหารจัดการ ด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน	
3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบ แบตเตอรี่อย่างปลอดภัย	
4 แนวทางการจัดเก็บ และการ ขนส่งอย่างปลอดภัย	
5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิด อุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน	
6. การจัดการของเสียจากงานวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่	

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมินแนวทางการจัดการ

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

สำหรับเจ้าหน้าที่

แบบประเมินคุณภาพ
แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม เรื่อง แนวทางการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยและทดสอบแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน
2. แบบสอบถามมี 3 ส่วน คือ
   ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน
   ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของแนวทางการจัดการ
   ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเนื้อหาของแนวทางการจัดการ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

<u>คำชี้แจง</u> โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง □ ให้ตรงกับข้อมูลของท่าน

1. ตำแหน่ง □ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยแบตเตอรี่
   □ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการระงับเหตุฉุกเฉิน
   □ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยฯ /วิศวกร ด้านความปลอดภัย
2. เพศ □ ชาย □ หญิง
3. อายุ
   □ 20 – 30 ปี □ 41 – 50 ปี
   □ 31 – 40 ปี □ 51 – 60 ปี
4. ประสบการณ์ทำงาน.....ปี (เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)
5. ระดับการศึกษา
   □ ปวช./ปวส. □ ปริญญาโท
   □ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า □ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจเนื้อหาของแนวทางการจัดการ (เอกสารแนบ)

<u>คำชี้แจง</u> จากเอกสารแนบ 1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
ระดับ 4 หมายถึง มาก
ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

รายการประเมิน	**ระดับการประเมินคุณภาพของแนวทาง**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. ความครอบคลุมของเนื้อหา					
2. ความถูกต้องของเนื้อหา					
3. การเรียงลำดับของเนื้อหา					
4. ความเข้าใจง่ายของเนื้อหา					
5. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน					
6. ความพึงพอใจในภาพรวม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (ต่อ)

บทที่	ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
1 บทนำ	
2 การบริหารจัดการ ด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน	
3 การปฏิบัติงานวิจัยและทดสอบ แบตเตอรี่อย่างปลอดภัย	
4 แนวทางการจัดเก็บ และการ ขนส่งอย่างปลอดภัย	
5 แนวทางการปฏิบัติกรณีเกิด อุบัติการณ์และเหตุฉุกเฉิน	
6. การจัดการของเสียจากงานวิจัย และทดสอบแบตเตอรี่	

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมินแนวทางการจัดการ

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อสกุล นางสาวนพวรรณ มันตาดิลก

วัน เดือน ปี เกิด 19 เมษายน 2536

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน 250/254 หมู่ 1 ต.ลำผักกูด อ.ธัญบุรี
จ.ปทุมธานี 12110

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2558

ศิลปศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.)
สื่อสารมวลชน
มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ.2558

ประวัติการทำงาน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช