

เทคโนโลยีระบบดับเพลิง สำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า ด้วยแบตเตอรี่ชนิด ลิเทียม-ไอออน (Fire Protection for Lithium-Ion Battery Energy Storage System)

วิทยากร : ทวิทย์ บุญทริกศิริ

วันที่ : 8 มีนาคม 2565

สถานที่ : Online (Zoom)

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

MAGPIE BLAZETECH
FIRE PROTECTION SYSTEM

IMPERIAL
FIRE PROTECTION SYSTEM

Mega Planet
FIRE PROTECTION SYSTEM

Silver Partner

CMIL
MASTEC LINK CO., LTD.

LEAFPOWER
SAVE THE WORLD - SAVE YOUR LIFE

GROUP
ELECTRIC PRODUCT

Nano
ELECTRIC PRODUCT

XYLENT
By Felaplast, Germany

NUMENS

SECCOM
Simplex

HI-FOG

NIPPON

FIRETRADE

NOTIFIER
by Honeywell

SIEMENS

TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- หลักการและเหตุผล

- สืบเนื่องจากปัจจุบันมีการสร้างระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) กันอย่างแพร่หลาย และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในปัจจุบันคือ แบตเตอรี่ ชนิด ลิเทียม-ไอออน (Li-NMC) และ ลิเทียม-ฟอสเฟส (LiFePO₄) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้มากที่สุด และถือเป็นความเสี่ยงชนิดใหม่ เนื่องจากเป็นเพลิงไหม้ที่มีความร้อนสูงและรุนแรง โดยเฉพาะ ลิเทียม-ฟอสเฟส (LiFePO₄) สามารถไหม้ต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน ซึ่งระบบดับเพลิงตามมาตรฐานในปัจจุบันไม่สามารถดับเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาหาวิธีที่จะใช้ในการดับเพลิงที่ได้ผลและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการดับเพลิงจากเชื้อเพลิงชนิดนี้

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- หัวข้อที่จะบรรยาย
 - ที่มาของระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน (Li-Ion BESS) และมาตรฐาน (NFPA 855)
 - ขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้ในแบตเตอรี่ ชนิดลิเทียม-ไอออน และขั้นตอนการตรวจจับสัญญาณการเกิดเพลิงไหม้
 - การลุกลามของไฟ และการดับเพลิงเชิงป้องกันการเกิดเพลิงไหม้
 - สรุปผลวิธีการตรวจจับสัญญาณการเกิดเพลิงไหม้ และวิธีป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ที่มีประสิทธิภาพ และได้รับมาตรฐานในระดับสากล

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Silver Partner

MIL

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

HI-FOG

HYPERION

FIRETRADE

SIEMENS

NOTIFIER

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- ที่มาของระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า

ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

การจ่ายพลังงาน

การผลิตและการใช้พลังงานที่ไม่คงที่

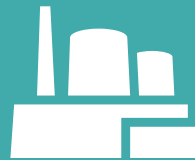
การกักเก็บพลังงาน



พลังงานธรรมชาติ



สถานีจ่ายพลังงาน
Smart Grid



การบริหารควบคุม
ภาระการจ่ายพลังงาน



อุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน



การสำรองพลังงาน และ
ระบบกักเก็บพลังงาน

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Planet

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

HI-FOG

HYPPON

FIRETRADE

NOTIFIER

SIEMENS

TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System)

วัตถุประสงค์ เพื่อใช้เก็บสะสมพลังงานในขณะที่มีการใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิต และจ่ายพลังงานเพิ่มเติมเมื่อกำลังการผลิตน้อยกว่าความต้องการใช้พลังงาน

อุปกรณ์ที่นิยมใช้สำหรับการกักเก็บพลังงานไฟฟ้า คือ แบตเตอรี่ ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้แบบ Li-Ion (NMC) และ LiFePO4

มาตรฐานในการสร้างสถานีกักเก็บพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบัน
NFPA 855 – Standard for Stationary Energy Storage System

NFPA 855 section 9.3

9.3 Thermal Runaway Protection. Where required by Table 9.2, a listed or other approved method shall be provided to preclude, detect, and minimize the impact of thermal runaway.



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Planet

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

HI-FOG

NOTIFIER

SIEMENS

TYMS

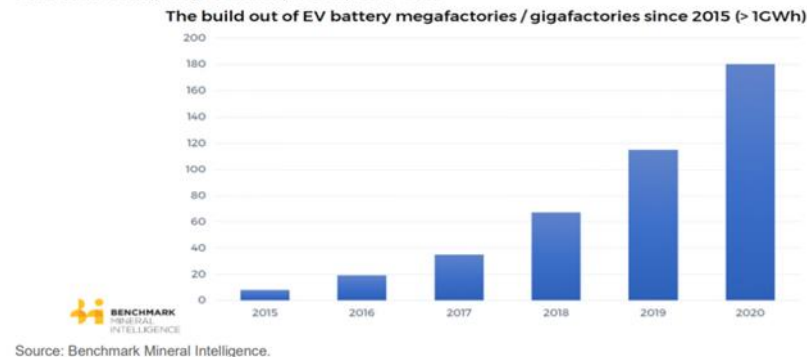
เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• แนวโน้มการพัฒนาของ Li-Ion Battery

การพัฒนาและการผลิตแบตเตอรี่

- จำนวนการผลิตมากขึ้นแบบก้าวกระโดด, ราคาถูกลง
- ประจุพลังงานได้มากขึ้น, ขนาดเล็กลง
- การชาร์จประจุทำได้เร็วขึ้น, อายุการใช้งานนานขึ้น
- ขอบเขตและรูปแบบการใช้งานหลากหลายขึ้น

Build-out of battery megafactories (>1 GWh), 2015–2020

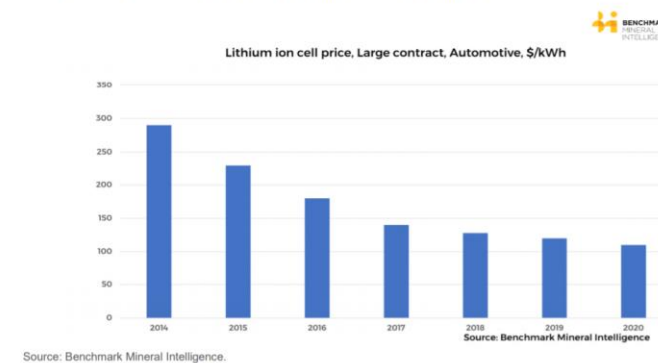


เทคโนโลยีและมาตรฐานในการผลิต

- เซลล์ และ สารอิเล็กโทรไลต์ ยังมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง
- เลือกใช้วัสดุที่แข็งแรงและปลอดภัยมากขึ้น
- กำลังพัฒนาการกำหนดมาตรฐานสำหรับการสร้างแบตเตอรี่ Li-Ion
- กำลังพัฒนาระบบบริหารจัดการการใช้แบตเตอรี่

(Battery Management system)

Declining cost of lithium-ion batteries used in electric vehicles (\$/kWh), 2014–2020



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL
Mega Plant

Silver Partner

LEAFPOWER
Mega Plant

BECCOM
Simplex

HI-FOG
FIRETRADE

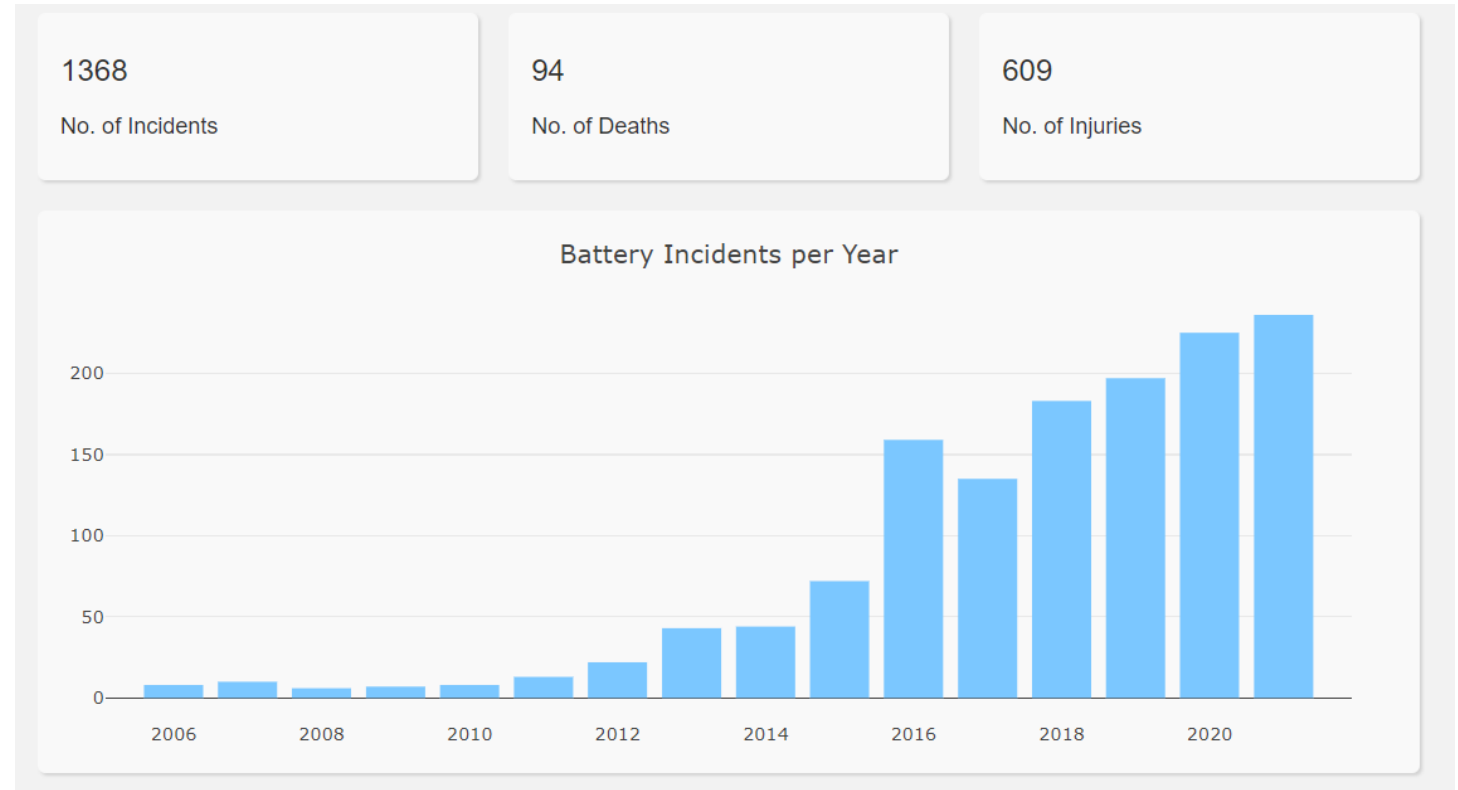
SIEMENS
NOTIFIER

NUMENS
TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- อันตรายจากการใช้งาน

มีการเกิดเหตุเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ Li-Ion
เพิ่มมากขึ้น พร้อมกับการใช้งานที่มากขึ้น
ความเสียหายตั้งแต่ 1 – 10 ล้านเหรียญสหรัฐ



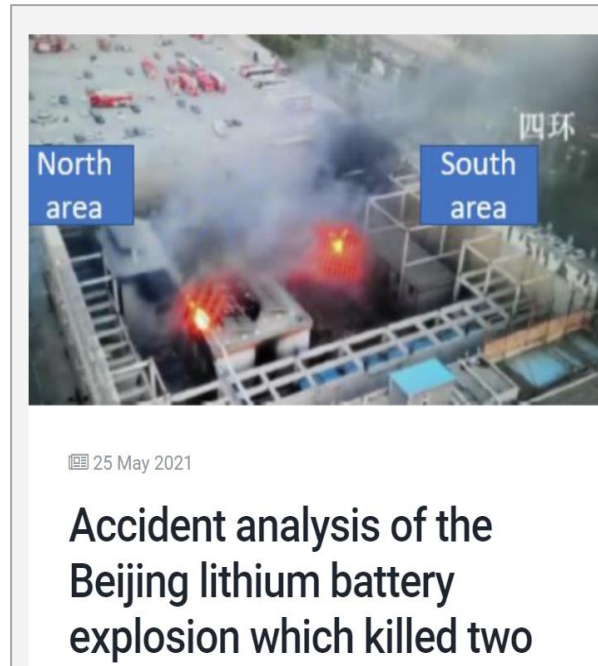
http://tools.utfirereseach.com/apps/incident_map

<https://www.youtube.com/watch?v=kQhKYGK6m5A>

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- การเกิดเพลิงไหม้ใหญ่ในปี 2021



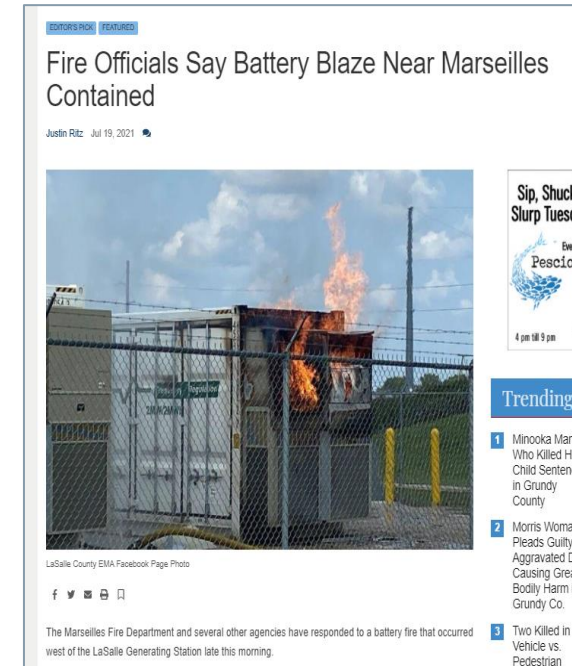
โรงงานผลิตแบตเตอรี่ในปักกิ่ง

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



คลังเก็บแบตเตอรี่ของ TESLA ใน ออสเตรเลีย

<https://www.ft.com/content/8c9c3d50-98a3-4cdf-907f-901f8c328b90>

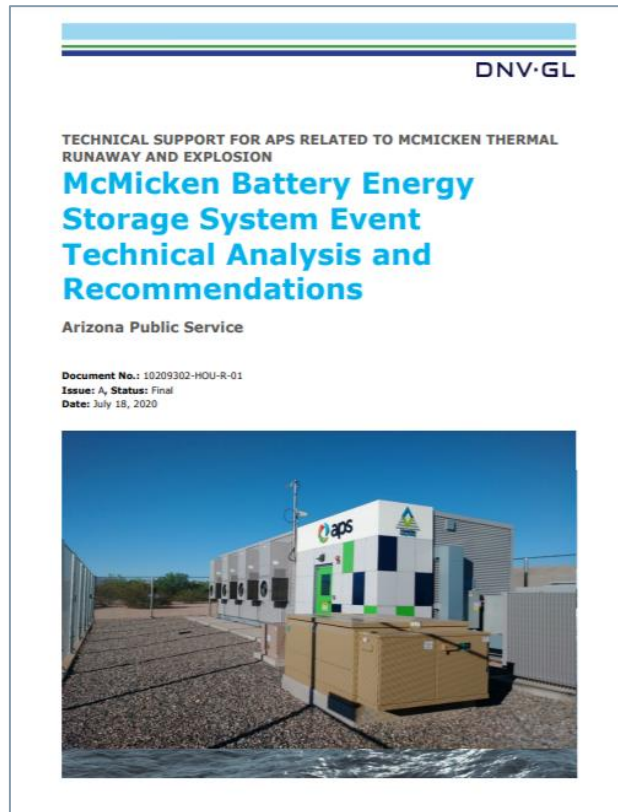


Mobile Energy Storage ใน ฝรั่งเศส

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- กรณีศึกษาของ McMicken



<https://coaching.typepad.com/files/mcmicken.pdf>

Type of battery system:

- Supplier: AES, Fluence
- Cell type: NMC (pouch cells), 2MW per container by LG Chem
- Battery Management system: Yes

Fire detection/protection used:

- Detection: VESDA
- Agent used: Novec
- Agent concentration: 10% (highest possible)

What happened

- Fire detected at facility
- Explosion on opening the container
- Eight fire fighters injured in the explosion

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Plant

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nan

XYLENT

NUMENS

SIEMENS

NOTIFIER

SIEMENS

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- ถอดบทเรียนจากกรณีศึกษา McMicken
- The risk of a fire from Li ion batteries are real
- Existing “standard” fire protection systems do not protect against thermal runaway
- ESS fires not only have a high amount of “stored” thermal energy but also have inherent **explosion** risk as well **re-ignition possibilities**
- Once initiated, ESS fires are extremely difficult to put out, sometimes taking days to bring under control
- ESS fires are recorded to burn at **temperatures between 600 C and 700 C** – which will also influence what suppression can be used
- ESS fires pose a risk to life, assets as well as business continuity



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Plant

Silver Partner

ML

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

HI-FOG

HYPERION

FIRETRADE

NOTIFIER

SIEMENS

TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- เพลิงไหม้จาก Li-Ion แบตเตอรี่ เป็นความเสี่ยงใหม่
เนื่องจาก
 - มีพลังงานสะสมที่เกิดจาก สารเคมี และสาร electrolytes สูง
 - อายุการใช้งาน, คุณภาพ หรือ ความเสียหายที่เกิดจากแผ่นกั้น (separator) ทำให้เกิดการลัดวงจรภายใน เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความร้อนสูงภายในแบตเตอรี่ และทำให้เกิด “Thermal Runaway” ซึ่งไม่สามารถหยุดยั้งได้
 - ก๊าซที่เกิดจากสาร electrolytes ที่ได้รับความร้อนสูง สามารถระเบิดและลุกติดไฟได้ง่าย และมีค่าความร้อนสูง
- * ระบบดับเพลิงสำหรับเชื้อเพลิงชนิดเดิมๆ ไม่สามารถครอบคลุมกับการดับเพลิงจากเชื้อเพลิงชนิดนี้ได้

Li-ion battery cells

- High chemical energy combined with flammable electrolytes is a fire ignition source
- Battery separator aging or damage can lead to internal short circuit, resulting in a chemical reaction causing “thermal runaway”
- Electrolytic gas and vapor explosions result in uncontained fires
- ***Traditional fire protection systems and fire classes do not cover this risk!***

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL
MAGPIR BLAZETECH

Mega Plan
S

Silver Partner

LEAFPOWER
MIL

BECCOM
Simplex

HI-FOG
HAPPIN

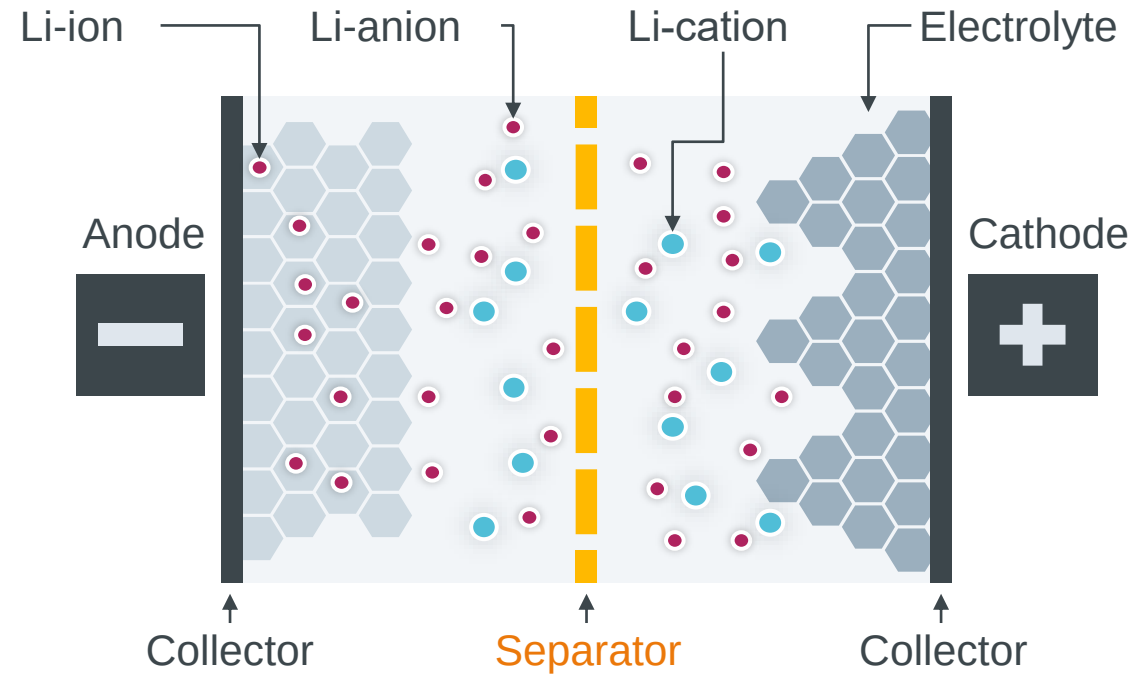
FIRETRADE
SIEMENS

NUMENS
TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

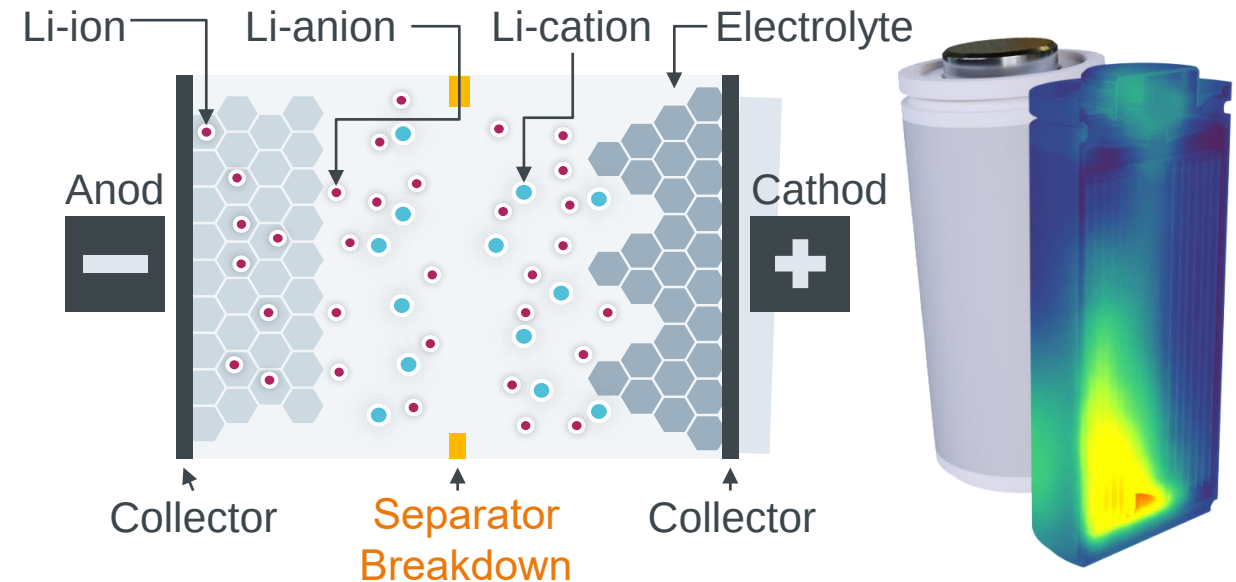
Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- โครงสร้างของแบตเตอรี่ชนิด Li-Ion

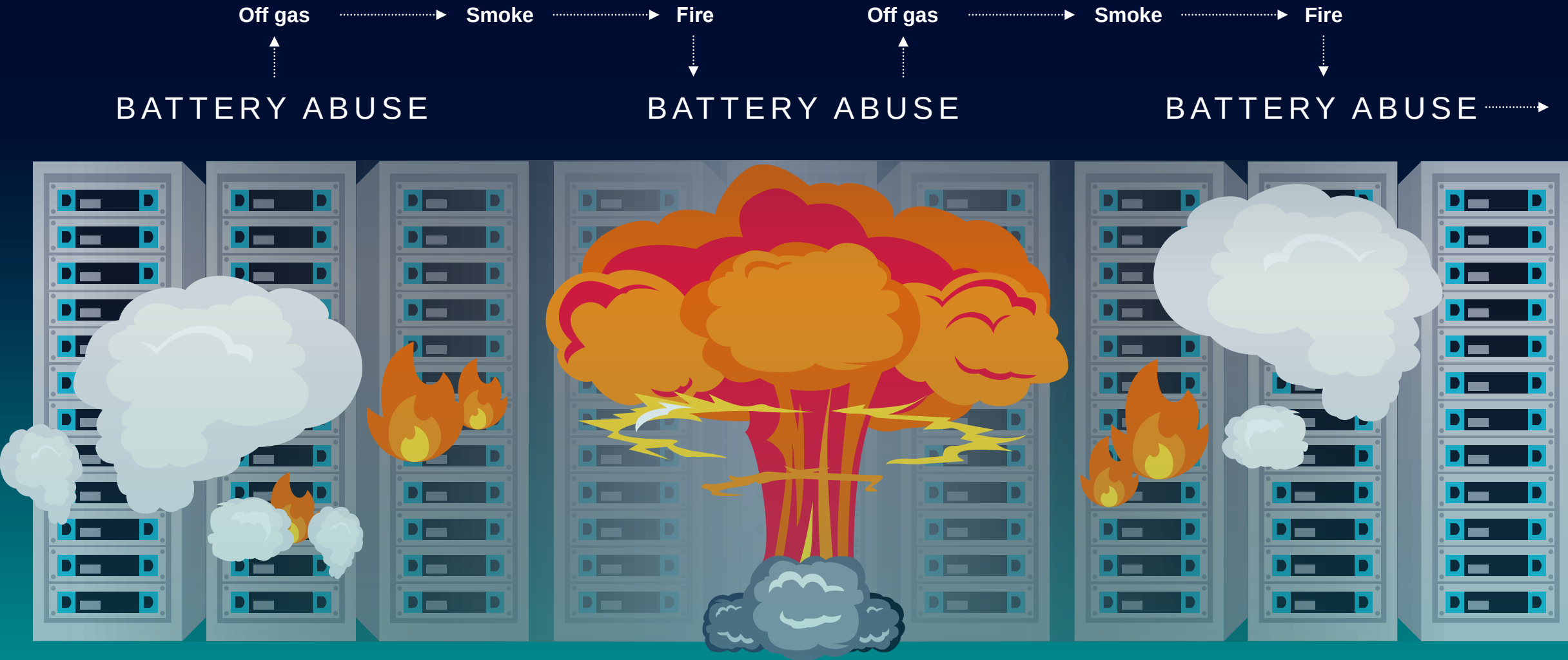


เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ในแบตเตอรี่ชนิด Li-Ion
 - การเสียหายของแผ่นกั้น (Separator)
 - คุณภาพและอายุการใช้งาน
 - Over charge หรือ Over discharge
 - ความเสียหายจากภายนอกจากอุบัติเหตุ
- ขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้แบบ Thermal Runaway
 - แผ่นกั้นเสียหาย ทำให้เกิดการลัดวงจรภายใน
 - อุณหภูมิในแบตเตอรี่สูงขึ้น หรือ ร้อนจัดจนทำให้สาร electrolyte ระเหยกลายเป็นก๊าซที่ติดไฟได้
 - เกิดแรงดันภายในแบตเตอรี่ ทำให้เปลือกแบตเตอรี่เสียหาย หรือ ช่อง Pressure relief เปิดออก (Venting)
 - ก๊าซรั่วไหลและติดไฟ (Thermal runaway)
 - ไฟลุกลาม จนเกิดเพลิงไหม้ (Propagation)



Thermal run-away initiation and propagation





เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- หัวข้องานวิจัยและทดสอบ



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

MEGA PLANET

Simplex

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

SIEMENS

NOTIFIER

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

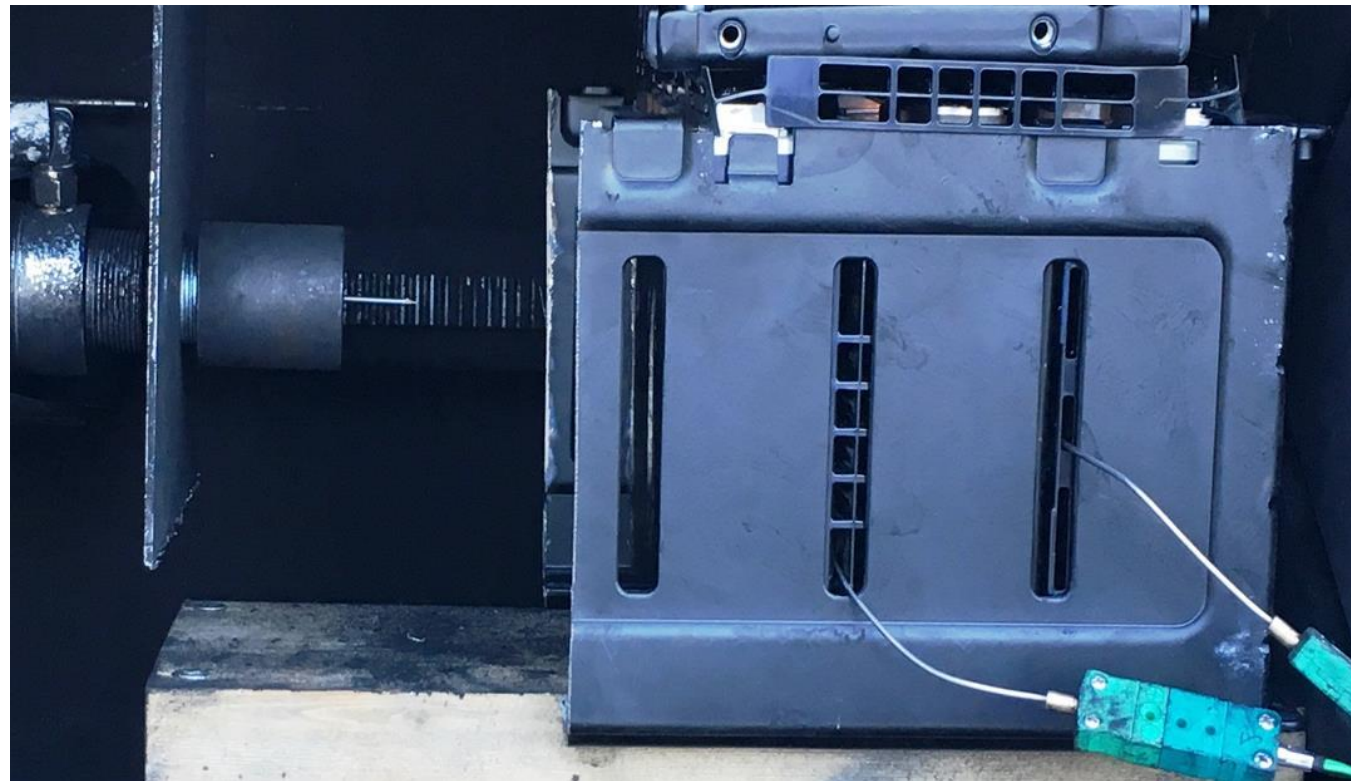
HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- การทดสอบที่ 1 - ขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้และการตรวจจับสัญญาณ



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Planet

BECCOM

Simplex

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

Silver Partner

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

LEAFPOWER

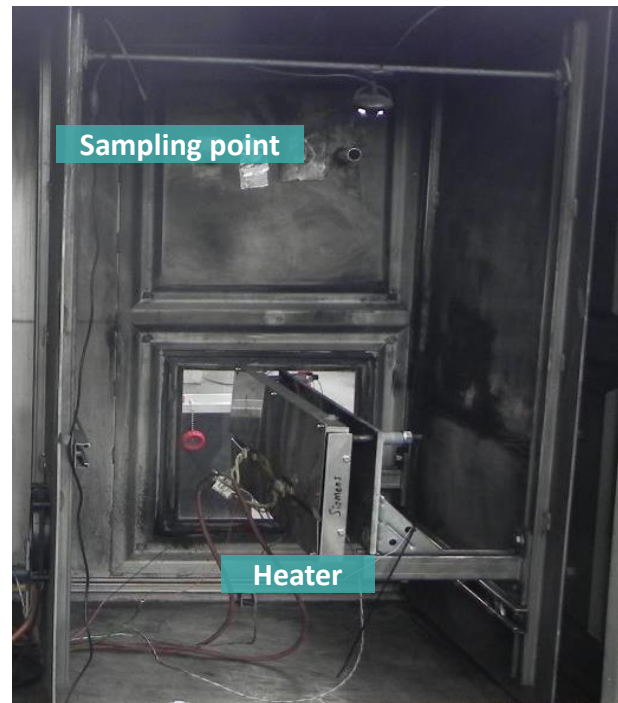
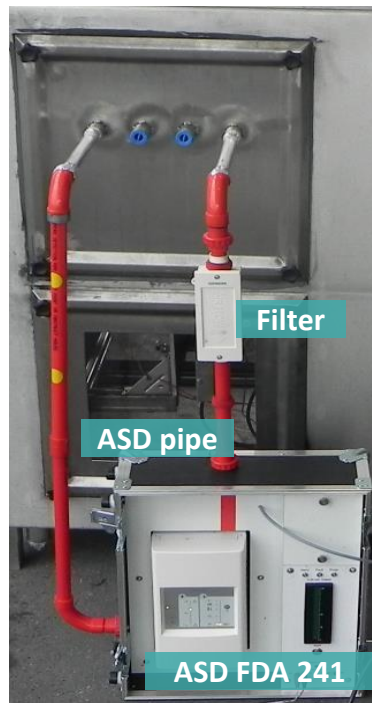
LEAFPOWER

LEAFPOWER

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• วิธีการทดสอบ



การเตรียมการทดสอบ

- ติดตั้งแบตเตอรี่ ชนิด 18650
- ติดตั้งแผ่นให้ความร้อน ที่ด้านข้างของแบตเตอรี่
- ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่แบตเตอรี่
- ติดตั้ง Aspirating Smoke Detector (ASD) ชนิดพิเศษ และติดตั้งหัวดูดอากาศ เหนือแบตเตอรี่

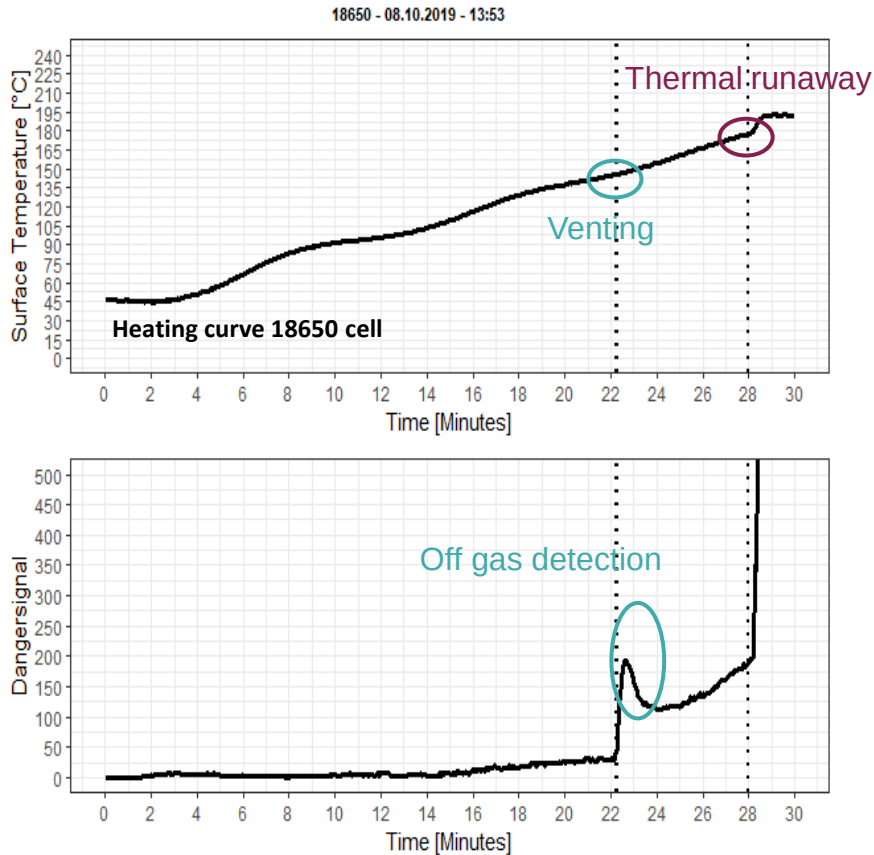
ขั้นตอนการทดสอบ

- ให้ความร้อน 5 Kcal/นาทีย่างสม่ำเสมอ จากอุณหภูมิปกติจนกระทั่ง แผ่นกั้นในแบตเตอรี่เสียหาย
- ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้น และการทำงานและอ่านค่าของ ASD

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

ผลการทดสอบ



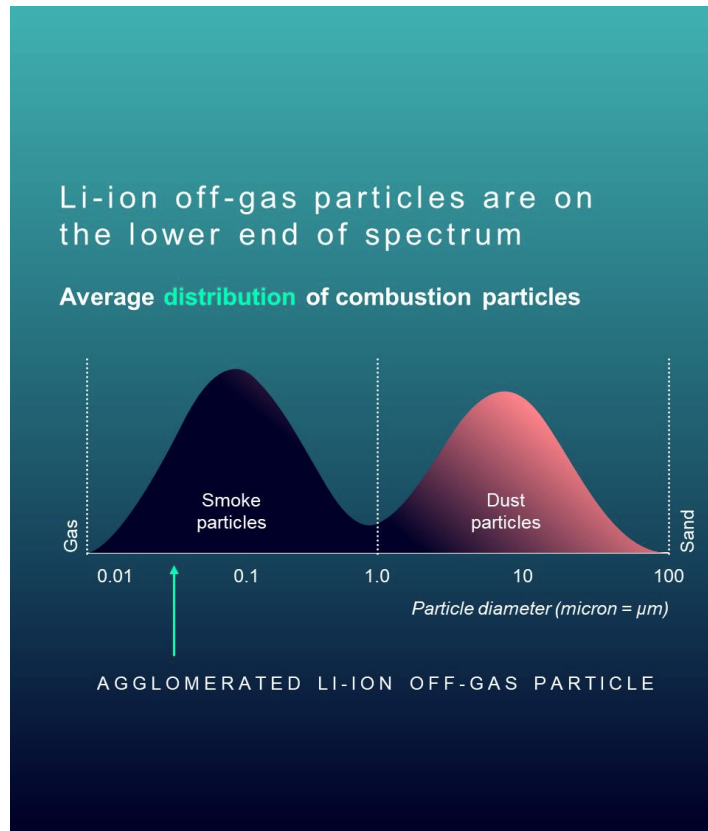
ผลการทดสอบ

- ให้ความร้อนแก่แบตเตอรี่ 18650 ปริมาณ 5 Kcal/นาที่ อย่างต่อเนื่อง
- อุณหภูมิของแบตเตอรี่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 150 °C ภายในเวลา 22 นาที สาร electrolyte เกิดการระเหยกลายเป็นก๊าซ
- ก๊าซรั่วไหลออกจากเซลล์ของแบตเตอรี่ และ ASD จับสัญญาณของก๊าซที่รั่วไหล (Off gas) ได้
- แบตเตอรี่ยังคงร้อนขึ้นจนถึงอุณหภูมิ 180 °C ในนาทีที่ 28 และเกิดการติดไฟขึ้น (Thermal Runaway)
- ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ASD ชนิดพิเศษสามารถตรวจจับสัญญาณก่อนการเกิดเพลิงไหม้ได้ถึง 6 นาที ทำให้มีเวลาในการป้องกันมากกว่าอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณชนิดอื่น

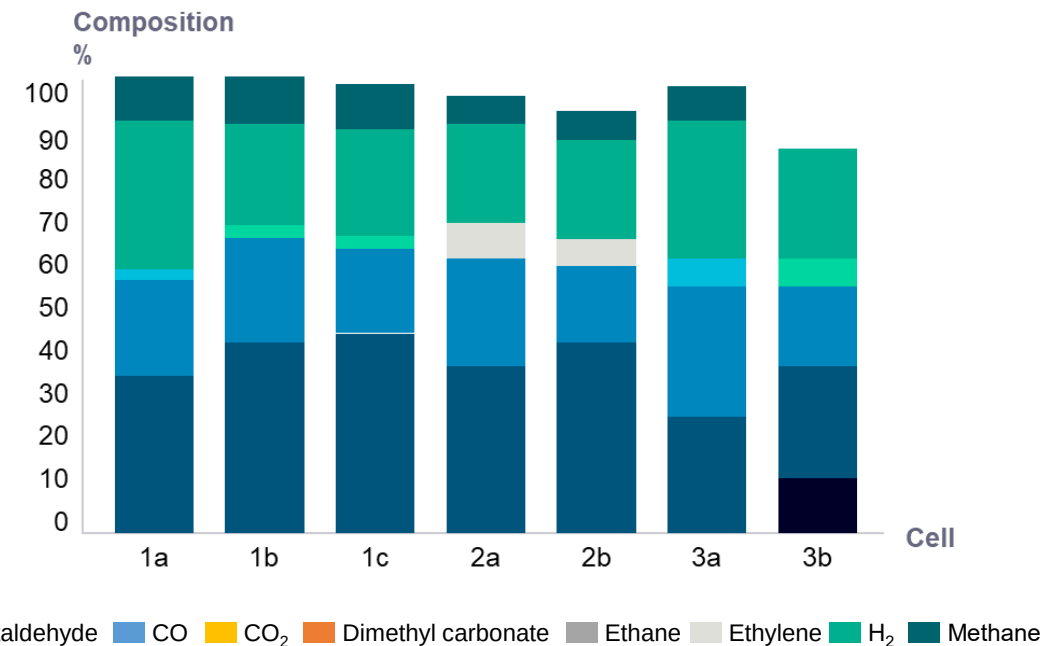
เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- ส่วนประกอบของก๊าซที่รั่วไหลจากเซลล์แบตเตอรี่

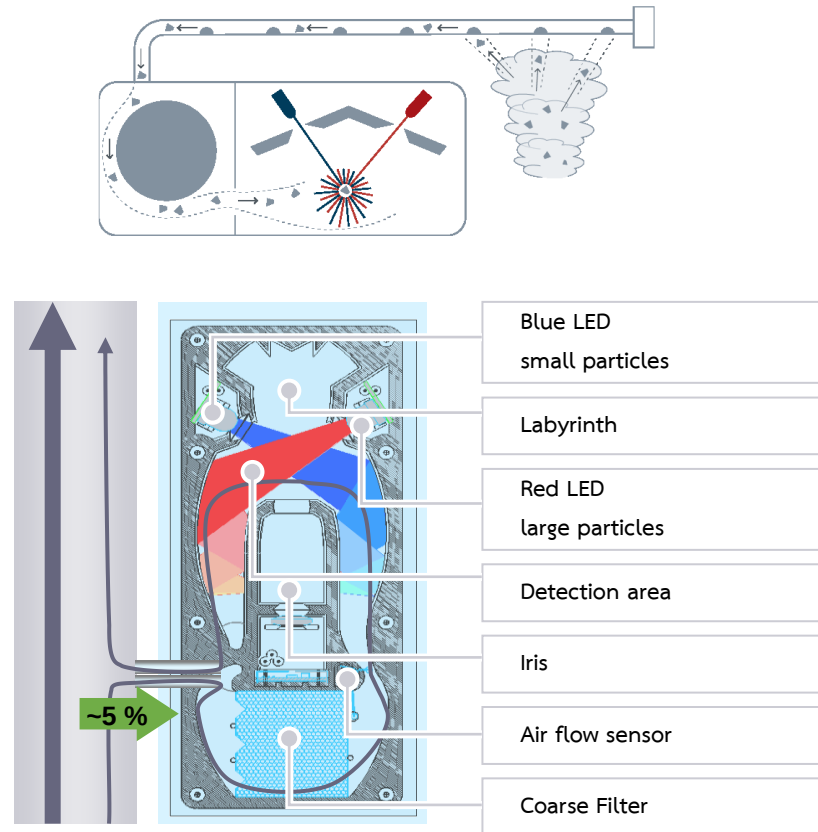


RUNAWAY GAS MAJOR SPECIES



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• การทำงานของ ASD ชนิดพิเศษ

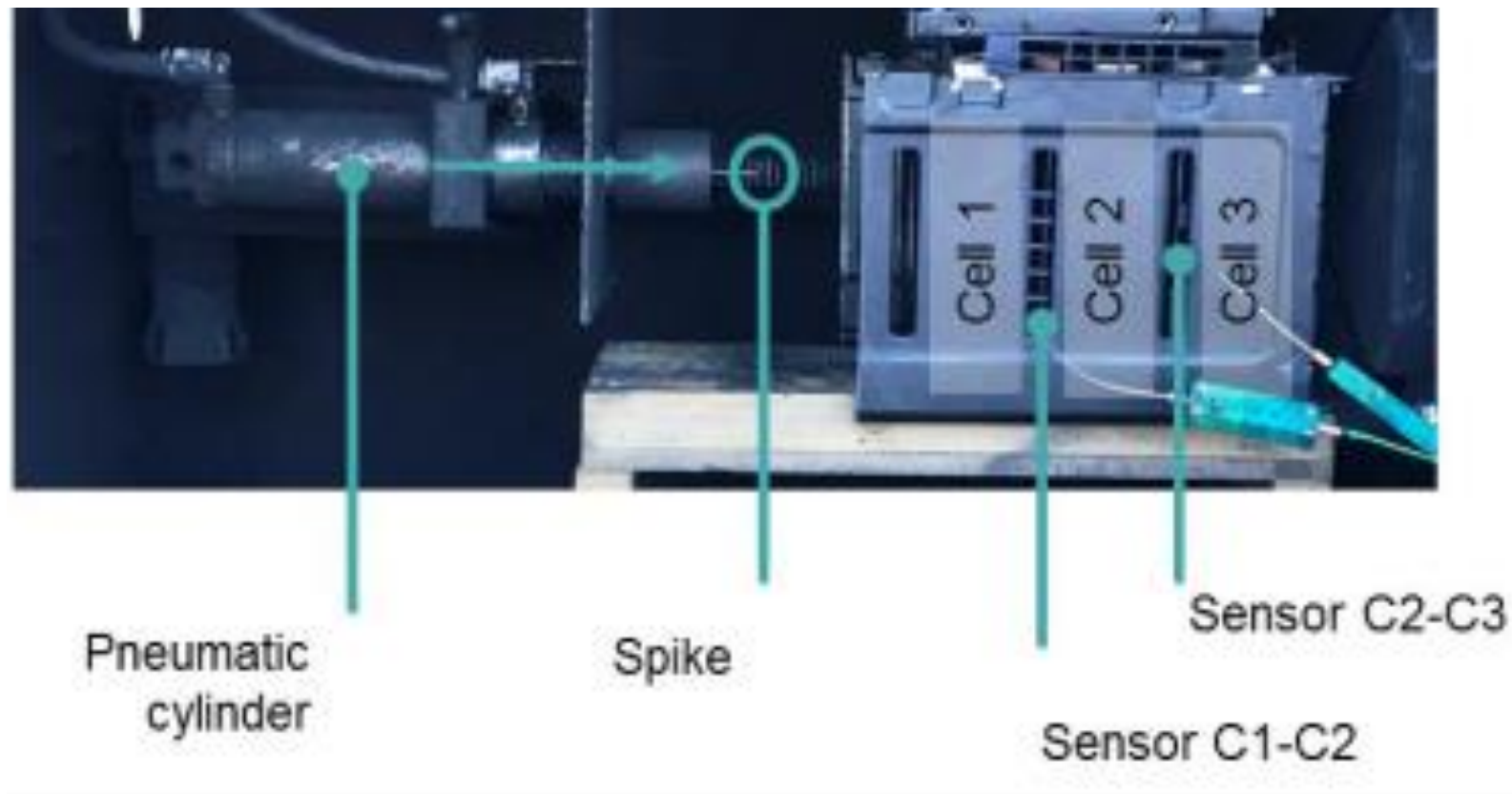


ประสิทธิภาพในการตรวจจับอนุภาคของก๊าซ

- ตรวจสอบโดยการดูดตัวอย่างอากาศมาตรวจสอบที่ตัวอุปกรณ์
- มี Filter สำหรับกรองอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น ฝุ่น และ ควัน
- ตรวจสอบโดยใช้ลำแสงสองชนิด คือ Blue ray และ Infrared ทำให้มองเห็นอนุภาคเป็นสามมิติ และคำนวณขนาดอนุภาคได้แม่นยำ ทำให้สามารถแยกแยะอนุภาค ควัน หรือ ฝุ่น ได้ชัดเจน
- ตรวจจับได้แม้มีอนุภาคที่ปนเปื้อนเพียง 5%

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- การทดสอบที่ 2 - การป้องกันการลุกลามของไฟ



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL
MAGPIR BLAZETECH

IMPERIAL
Mega Planet

Silver Partner

MIL
LEAFPOWER

LEAFPOWER
S&P GROUP

Nano
XYLENT

XYLENT
NUMENS

NUMENS
SIEMENS

SIEMENS
TMS

TMS
FIRETRADE

FIRETRADE
NOTIFIER

NOTIFIER
SIMPLEX

SIMPLEX
HILFOG

HILFOG
HAPPON

HAPPON
NOTIFIER

NOTIFIER
SIEMENS

SIEMENS
TMS

TMS
FIRETRADE

FIRETRADE
NOTIFIER

NOTIFIER
SIMPLEX

SIMPLEX
HILFOG

HILFOG
HAPPON

HAPPON
NOTIFIER

NOTIFIER
SIEMENS

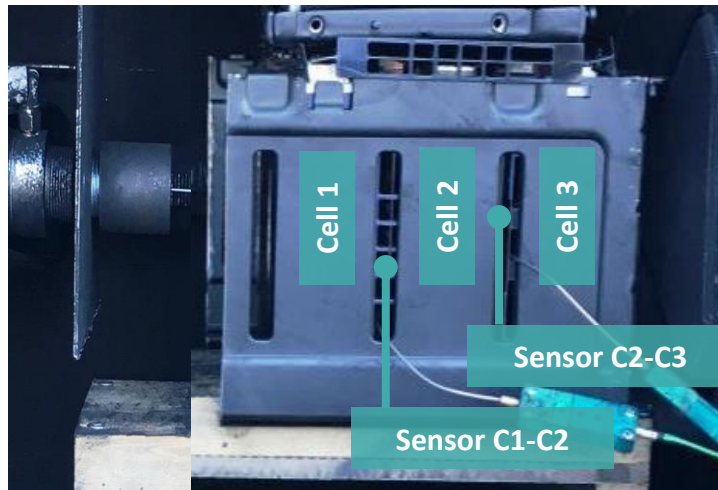
SIEMENS
TMS

TMS
FIRETRADE

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• วิธีการทดสอบ



การเตรียมการทดสอบ

- ติดตั้งแบตเตอรี่จำนวน 3 เซลล์ และแทงเหล็กแหลมสำหรับเจาะเปลือกแบตเตอรี่เซลล์ที่ 1
- ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิระหว่าง เซลล์ที่ 1 และ 2, และระหว่างเซลล์ที่ 2 และ 3

ขั้นตอนการทดสอบ

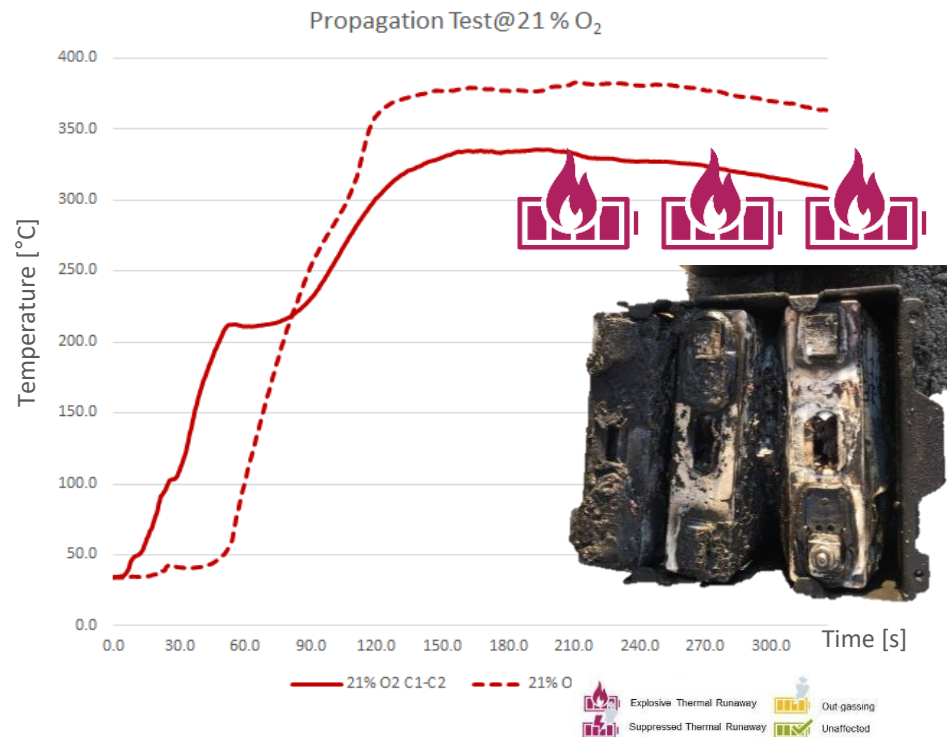
- จำลองการเกิด Thermal Runaway โดยการใช้เหล็กแหลมแทงเข้าไปในแบตเตอรี่เซลล์ที่ 1 เพื่อให้ Separator เสียหายและเกิด short circuit ภายในแบตเตอรี่
- ปลดปล่อยให้แบตเตอรี่เกิดการเสียหายจนเกิด Thermal Runaway และสังเกตอาการลุกลามของไฟ และจดบันทึกค่าระยะเวลาและอุณหภูมิที่เกิดขึ้น
- ทำการทดลองสองครั้งในสภาวะที่แตกต่างกันดังนี้
 - กรณีที่ 1 - สภาวะปกติที่มีปริมาณออกซิเจน 20.9% โดยปริมาตร
 - กรณีที่ 2 - สภาวะที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ 11.3% หรือต่ำกว่า

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• ผลการทดสอบกรณีที่ 1

ผลการทดสอบที่ปริมาณออกซิเจน 20.9%



ผลการทดสอบ

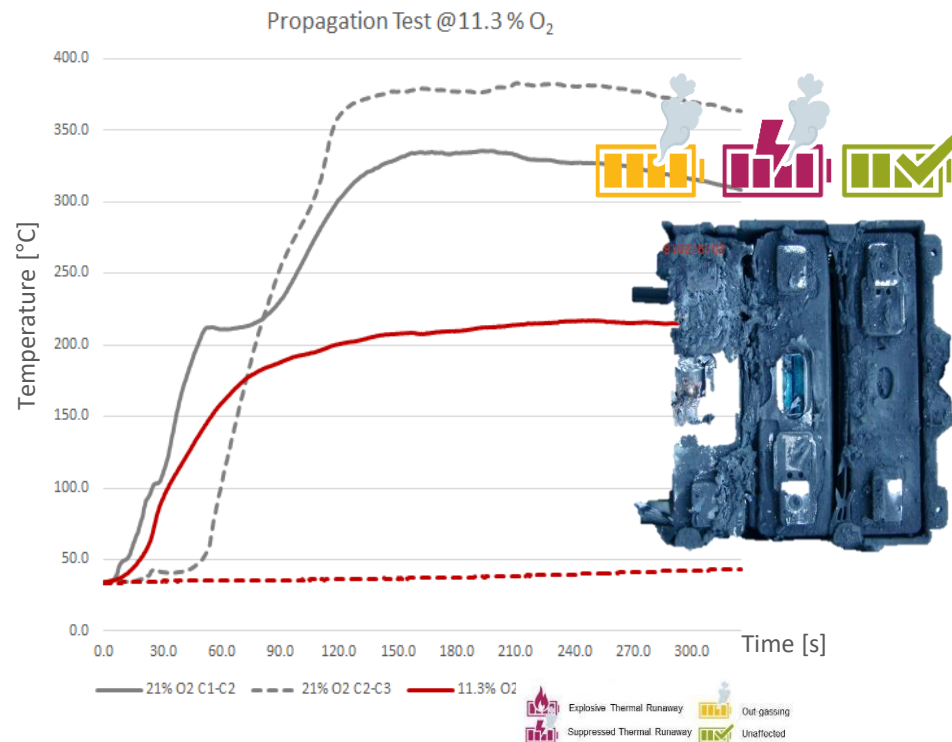
- หลังจากทำให้แผ่นกั้นเสียหาย แบตเตอรี่เซลล์ที่ 1 มีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงอุณหภูมิ 210° C ในเวลา 40 วินาที
- ก๊าซเริ่มรั่วไหลออกจากเซลล์จนถึงวินาทีที่ 60 ก๊าซเริ่มติดไฟ และเกิด Thermal Runaway จนอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ถึง 330° C และเกิดเพลิงไหม้ขึ้น
- อุณหภูมิระหว่างเซลล์ที่ 2 และ 3 ช่วงแรกเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงวินาทีที่ 40 ที่เซลล์ที่ 1 มีความร้อนสูงจนก๊าซภายในเริ่มรั่วไหลออกมา ทำให้อุณหภูมิระหว่างเซลล์ที่ 2 และ 3 สูงขึ้นอย่างรวดเร็วและเซลล์ที่ 2 และ 3 เสียหาย จนเกิด Thermal Runaway ตามมา และเกิดการลุกลามของไฟ อย่างต่อเนื่อง
- แบตเตอรี่เสียหายทั้ง 3 เซลล์

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

ผลการทดสอบกรณีที่ 2

ผลการทดสอบที่ปริมาณออกซิเจน 11.3%

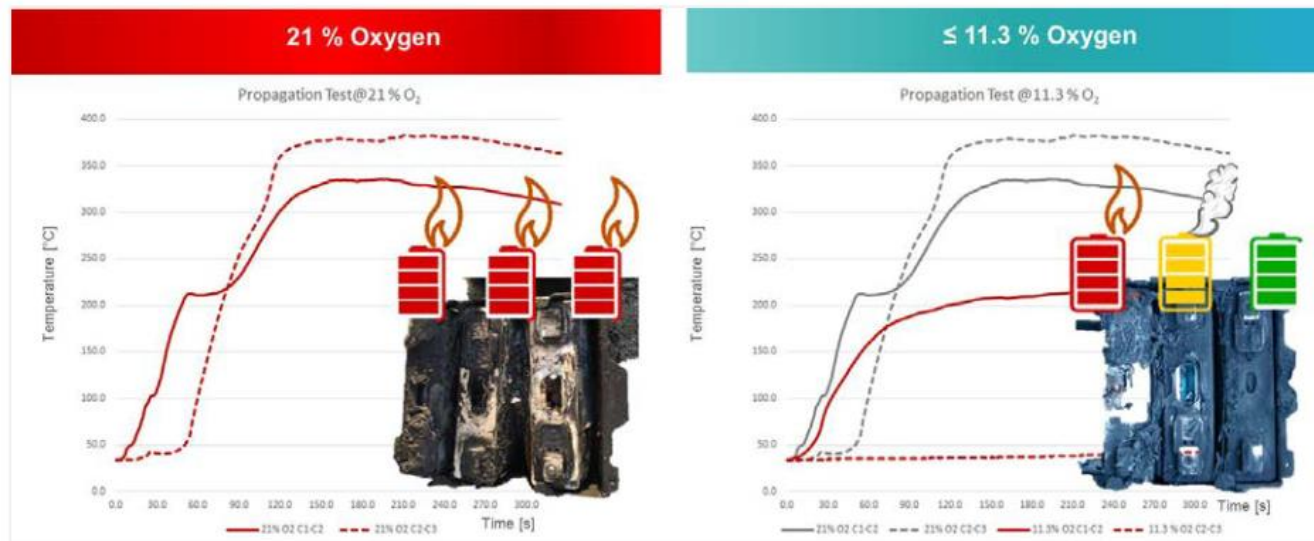


ผลการทดสอบ

- ทำการควบคุมปริมาณออกซิเจนด้วยการฉีดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในตู้ทดสอบด้วยความเข้มข้น 45,2%
- หลังจากทำให้แผ่นกันเสียหาย แบตเตอรี่เซลล์ที่1 มีอุณหภูมิสูงขึ้นช้ากว่ากรณีแรก จนถึงอุณหภูมิ 180° C ในเวลา60 วินาที
- ก๊าซเริ่มรั่วไหลออกจากเซลล์ที่1 แต่ก๊าซที่รั่วไหลลุกไหม้แบบไม่มีเปลวไฟ (Smoldering Fire) ทำให้ไม่เกิด Thermal Runaway และอุณหภูมิแบตเตอรี่สูงเพียง 210° C
- อุณหภูมิระหว่างเซลล์ที่ 2 และ 3 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยอย่างช้าๆ จนไฟดับ มีอุณหภูมิเพียงแค่ 45° C
- แบตเตอรี่เซลล์ที่ 1 และ 2 เสียหาย ส่วนเซลล์ที่ 3 เสียหายเล็กน้อยแต่ยังใช้งานได้

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบ



สรุปผลที่ได้จากการทดสอบ

- การดับเพลิงเชิงป้องกัน (Preventive Protection) สามารถป้องกันการเกิด Thermal Runaway และลดการเสียหายจากการเกิดเพลิงไหม้จากแบตเตอรี่ Li-Ion ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การดับเพลิงเชิงป้องกัน ทำได้โดยอาศัยการตรวจจับสัญญาณของการเกิดเพลิงไหม้ ก่อนที่จะเกิดเพลิงไหม้ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เครื่องตรวจจับชนิดพิเศษ
- การดับเพลิงเชิงป้องกัน จะต้องมียุทธศาสตร์การป้องกัน (Holding Time) ก่อนและหลังการเกิด Thermal Runaway ที่นานกว่าระบบดับเพลิงปกติ (30 นาที) จึงควรเลือกสารดับเพลิงชนิดก๊าซเฉื่อย ที่มี Holding Time นานที่สุด (IG-100, Nitrogen)

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner



Silver Partner



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน
Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

Forcing of Thermal Runaway by heating with 5K per minute to thermal runaway

- 45 min of preheating until off-gas event at 248°C
- in air atmosphere 20%9 O₂ / 78%1 N₂
- in extinguishing atmosphere 10%5 O₂ / 88%5 N₂
according to Siemens protection concept

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Silver Partner

LEAFPOWER

Nano

XYLENT

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

NUMENS

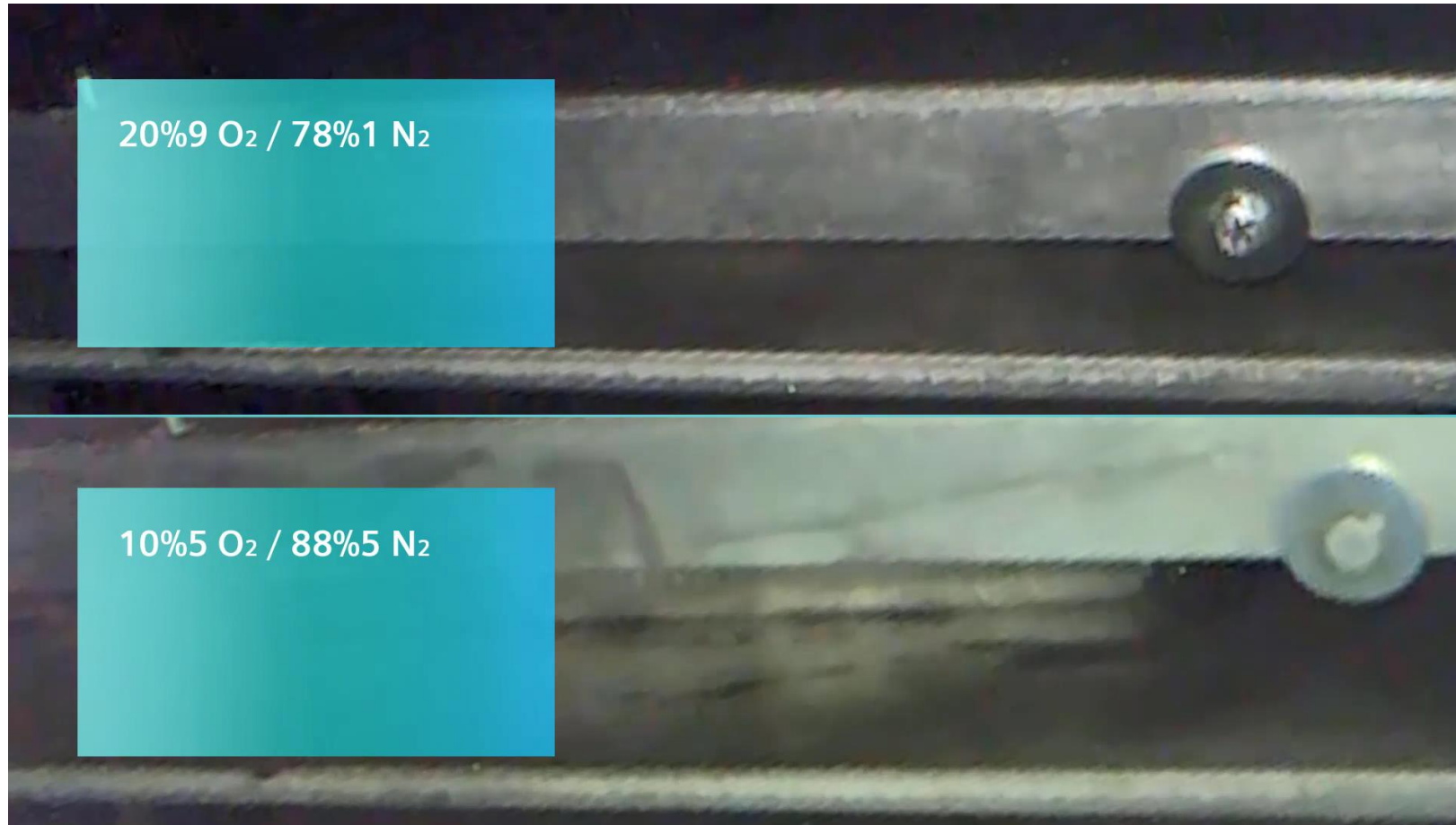
NUMENS

NUMENS

NUMENS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

20%9 O₂ / 78%1 N₂

T=256°C Thermal
Runaway

46:37

10%5 O₂ / 88%5 N₂

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Planet

BECCOM

HI-FOG

HI-FOG

FIRETRADE

SIEMENS

NUMENS

NUMENS

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

20%9 O₂ / 78%1 N₂

Open fire and multiple explosions

47:16

10%5 O₂ / 88%5 N₂

T=260°C Thermal Runaway

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Plant

BECCOM

Simplex

HI-FOG

HI-FOG

FIRETRADE

SIEMENS

NUMENS

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

20%9 O₂ / 78%1 N₂

Open fire and multiple explosions

47:27

10%5 O₂ / 88%5 N₂

Emergency torch effect, no open flame, no explosion, situation under control

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

MEGA PLANET

BECCOM

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

SIEMENS

NOTIFIER

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- SIEMENS Solution for Li-BESS Protection

FDA241 and Sinorix N2



What to look for in a protection system for Li ion Battery Energy Storage Systems?

Off Gas Detection	✓
Smoldering Detection	✓
Smoke Detection	✓
E-stop signal to BMS	✓
Ease of installation & maintenance	✓
Propagation Prevention	✓
Re-initiation Prevention	✓
System / Concept Approval	✓
Reputed Fire Lab Approval	✓
Compliance with Standards	✓

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Mega Plant

Silver Partner

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

Simplex

HI-FOG

HI-FOG

SIEMENS

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

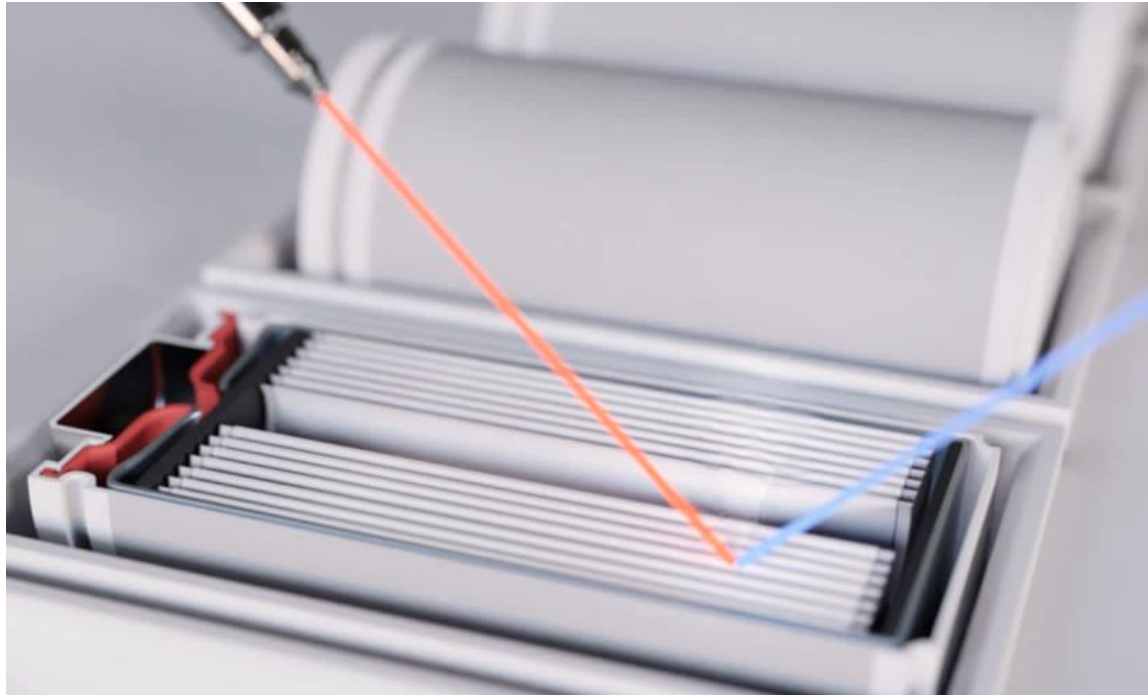
NOTIFIER

NOTIFIER

NOTIFIER

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

• FDA 241



Earliest possible detection of an emerging thermal runaway by

- Electrolyte gas particle detection
- Detection of smoldering fires

Depending on the battery type, the FDA241 detects emerging thermal runaway more than 5 times faster than special electrolyte gas sensors.



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL
MAGPIE BLAZETECH

Silver Partner

LEAFPOWER
NANO
XYLENT
NUMENS
SIEMENS
TMS

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- Sinorix N2



Extinguish electrical fires, stop propagation of thermal runaway and prevent secondary fires

- Total flooding system
- N₂ design concentration 45.2% Vol. tailored to the battery type and cell design
- Remaining oxygen concentration between 6% to 11.5% depending on the chemistry type and cell design
- More than 30 minutes holding time at highest protection to prevent re-ignition risk

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

IMPERIAL

Silver Partner

MIL

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECCOM

Simplex

HI-FOG

HI-FOG

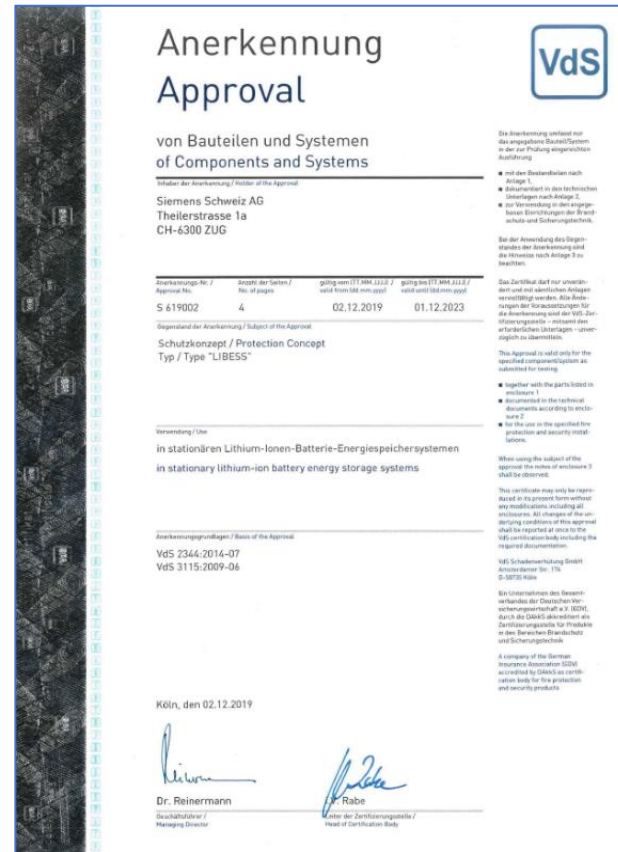
SIEMENS

NOTIFIER

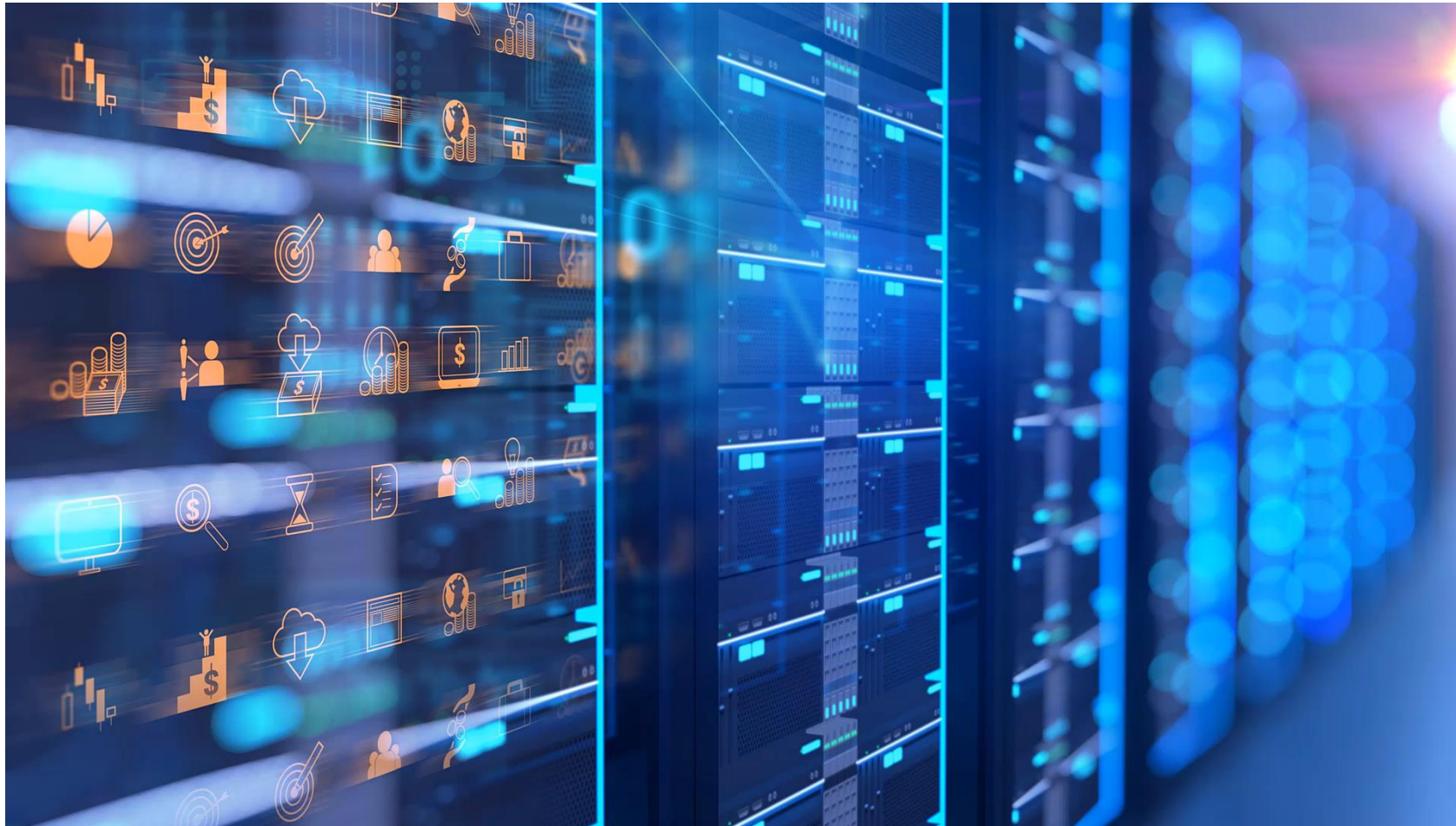
เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- ได้รับมาตรฐาน VdS จากประเทศเยอรมัน



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner



Silver Partner



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

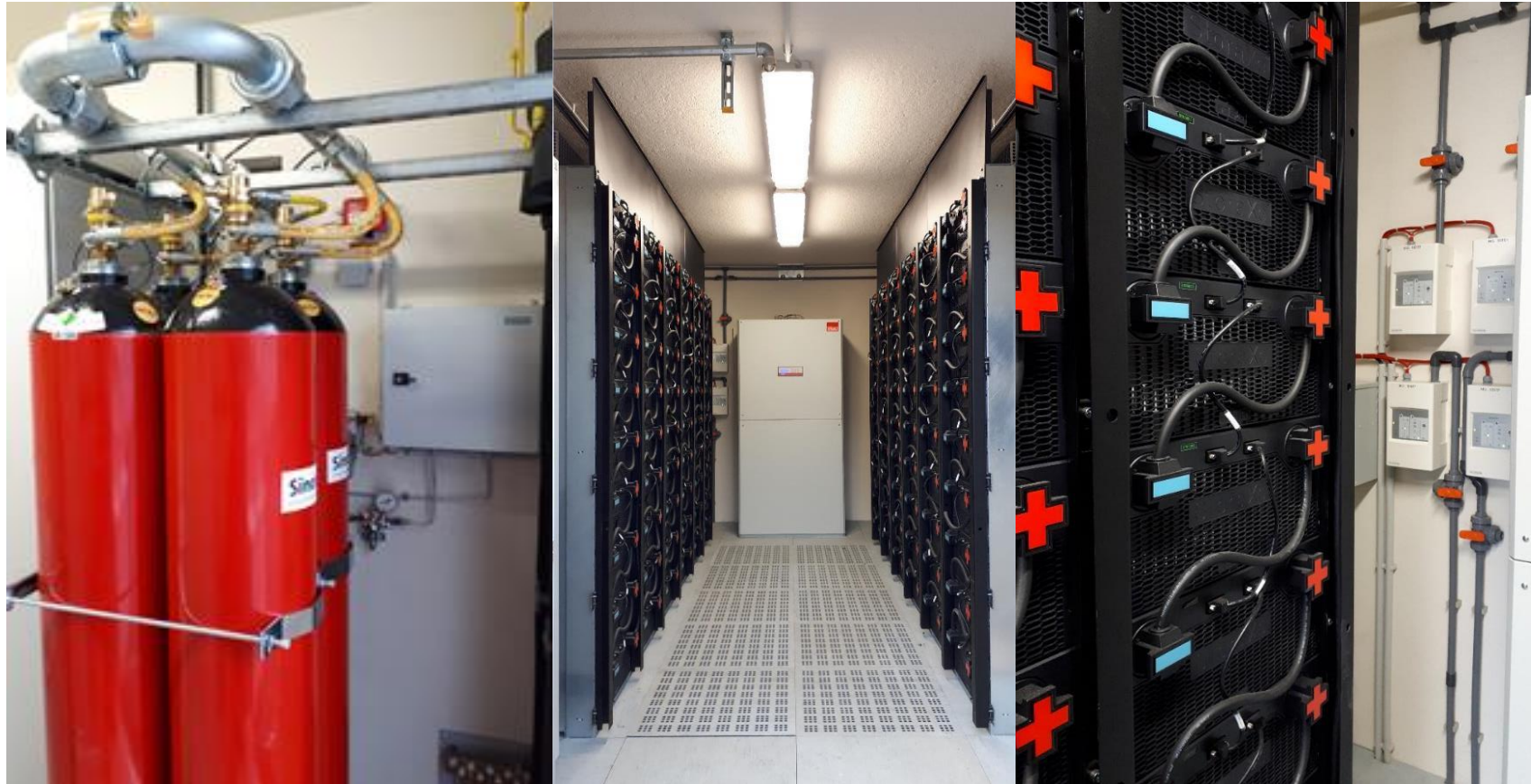
- Grid Stabilization project – South Germany



เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- Hospital Leipzig, Germany – UPS Room



Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner

MAGPIR BLAZETECH

IMPERIAL

Mega Planet

Silver Partner

CMIL

LEAFPOWER

GROUP

Nano

XYLENT

NUMENS

BECOM

Simplex

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

HI-FOG

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน

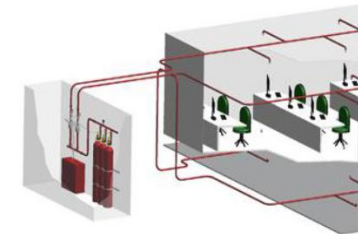
Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

ระบบดับเพลิงประเภทอื่น

Water based systems



Chemical systems (HFC/FK5112)



Propagation prevention

Possible

Unlikely – no confirmed data

Drawbacks known

- Shadow spots due to rack configurations
- Hazardous slurry and cleaning risks
- Risk of damage to other electrical components
- Ambiguity on how much water is required and for how long!

- No confirmed data to show prevention of thermal runaway
- Some manufacturers clearly state that the gas is not suitable for thermal runaway prevention
- No mechanism theoretically to prevent re-ignition

Note: Based on open literature - please verify independently

เทคโนโลยีระบบดับเพลิงสำหรับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน Fire Protection for Li-Ion Battery Energy Storage

- คำถาม – คำตอบ
- การทดสอบความรู้ที่ได้หลังการบรรยาย

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner



Silver Partner



THANK YOU



BSA

Platinum Partner

Kumwell
"We Take You to Safety"

Gold Partner



Silver Partner

