แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

นาวาเอกหญิง ทัดดาว พุทธชาติ

รองผู้อำนวยการโรงงานแบตเตอรี่ทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร

ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2568

เอกสารวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

โดย นาวาเอกหญิง ทัดดาว พุทธชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอกหญิง ธัญนุช สิงหพันธุ์

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2568 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ ดีมาก

พลตรี (เกียรติชัย โอภาโส) **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พันเอก (ยุทธนา ขันทอง) **ประธานกรรมการ**

พันเอกหญิง (บุษยมาส มุ่งธัญญา) **ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา**

พันเอกหญิง (กนิษฐา ฐิติวัฒนา) **กรรมการ**

พันเอกหญิง (ฉวีวรรณ ตะเภาพงค์) **กรรมการ**

พันเอกหญิง (ธัญนุช สิงหพันธุ์) **กรรมการ และเลขานุการ**

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย นาวาเอกหญิง ทัดดาว พุทธชาติ

เรื่อง แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

วันที่ 9 กันยายน 2568 **จำนวนคำ :** 9,758 **จำนวนหน้า :** 35

คำสำคัญ โรงงานแบตเตอรี่ทหาร, แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน, อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร และเสนอแนวทางในการพัฒนาให้สามารถรองรับความต้องการในอนาคต โดยมุ่งเน้นบทบาทของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ในการผลิตและพัฒนาแบตเตอรี่เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ การศึกษานี้ใช้วิธีวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยอาศัยแนวทาง Mission Model Canvas, SWOT Analysis และ TOWS Matrix เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนา ผลการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่มีความหนาแน่นพลังงานสูงและอายุการใช้งานยาวนาน มีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ที่ใช้ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม โรงงานแบตเตอรี่ทหารยังคงเผชิญกับความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐาน ระบบการผลิตที่ล้าสมัยและข้อจำกัดด้านงบประมาณ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัย พร้อมทั้งเสริมสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชนและสถาบันวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ จากการวิจัยนี้มีแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร ได้แก่ การปรับปรุงระบบการผลิตให้รองรับเทคโนโลยีใหม่โดยการเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และศึกษาแบตเตอรี่โซลิดสเตต การพัฒนาบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญด้านแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนผ่านการฝึกอบรมและความร่วมมือกับสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน และการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรมที่สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล การดำเนินการเหล่านี้จะช่วยให้โรงงานแบตเตอรี่ทหารสามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและตอบสนองต่อความต้องการด้านพลังงานของกองทัพและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในอนาคต

ABSTRACT

AUTHOR: Captain Thaddao Phuttachart WRTN

TITLE: Guidelines for Developing Military Battery Technology to Support Future Energy Storage Technological Changes

DATE: 9 September, 2025 **WORD COUNT :** 9,758 **PAGES :** 35

KEY TERMS: Military Battery Factory, Lithium-ion Battery, Defense Industry

CLASSIFICATION: Unclassified

This research aims to study the transformation of energy storage technology, identify factors influencing the development of military battery technology, and propose strategies to ensure future adaptability. The study emphasizes the role of the Military Battery Factory in manufacturing and developing batteries to meet the demands of the defense industry. A qualitative analysis approach was employed using the Mission Model Canvas, SWOT Analysis, and TOWS Matrix to formulate strategic development frameworks. The findings indicate that energy storage technology is evolving rapidly, particularly lithium-ion batteries, which offer high energy density and long lifespan, making them a potential replacement for traditional lead-acid batteries. However, the Military Battery Factory faces challenges such as outdated infrastructure, obsolete production systems, and budget constraints. Therefore, modernizing battery technology and strengthening collaboration with private sector entities and research institutions are essential to fostering innovation and maintaining competitiveness in the defense industry. Key strategies for military battery technology development include upgrading production systems to support advanced technologies, transitioning to lithium-ion battery technology while exploring solid-state battery applications, and enhancing workforce expertise through training and partnerships with research institutions, academic organizations, and private enterprises. Additionally, establishing a dedicated research and development center will facilitate innovation and ensure the Military Battery Factory remains adaptable to technological advancements, effectively meeting the energy demands of the military and the defense industry in the future.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ของวิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ในการศึกษาตลอดจนความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พันเอกหญิง บุษยมาส มุ่งธัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา พันเอกหญิง ธัญนุช สิงหพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและแนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำเอกสารวิจัยส่วนบุคคลรวมถึงตรวจสอบต้นฉบับอย่างละเอียด จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ พลตรี เกียรติชัย โอภาโส ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก ที่ให้ความกรุณาตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา พันเอก ยุทธนา ขันทอง ประธานคณะกรรมการสอบเอกสารวิจัยส่วนบุคคล พันเอกหญิง กนิษฐา ฐิติวัฒนา และ พันเอกหญิง ฉวีวรรณ ตะเภาพงค์ คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล อาจารย์ ดร.วีระพัฒน์ กฤตธนาทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษประจำกลุ่มวิจัย รวมทั้งท่านผู้บังคับบัญชาทุกระดับ ที่ได้กรุณาให้แนวคิด ข้อแนะนำทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการวิจัย ทำให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและหน่วยงานของทางราชการที่เกี่ยวข้องต่อไป

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 2

กรอบแนวคิดการวิจัย 3

วิธีการศึกษา 4

ประโยชน์ที่ได้รับ 5

บทที่ 2 บทแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังงานทดแทน 6

โครงสร้าง/ภารกิจขององค์กรที่ทำการศึกษา 7

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง 8

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

เครื่องมือวิเคราะห์ 11

บทที่ 3 บทวิเคราะห์

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต 12

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต 14

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต 25

สรุปแนวทางพัฒนา 27

บทที่ 4 บทอภิปรายผล

ความสอดคล้องของกลยุทธ์กับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร 31

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 5 บทสรุป

บทสรุป 32

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย 33

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป 34

เอกสารอ้างอิง

ประวัติย่อผู้วิจัย

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

องค์การแบตเตอรี่ กระทรวงกลาโหมจัดตั้งขึ้นตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การแบตเตอรี่ พ.ศ. 2498 และได้ยุบเลิกตามพระราชกฤษฎีกายุบเลิกองค์การแบตเตอรี่ พ.ศ. 2550[1] โดยให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2550 เป็นต้นไป ต่อมาคณะรัฐมนตรีมีมติ เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2550 ให้กระทรวงกลาโหมดำเนินการให้มีการผลิตแบตเตอรี่ขึ้น กระทรวงกลาโหมจึงได้ปรับปรุงโครงสร้างหน่วยข้างต้นเป็นโรงงานแบตเตอรี่ทหาร โดยมีภารกิจในการผลิตแบตเตอรี่ และวัสดุพลอยได้จากการผลิตแบตเตอรี่อันให้เป็นประโยชน์แก่หน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหม ส่วนราชการอื่น รัฐวิสาหกิจ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และตามที่ร้องขอ อีกทั้งมีภารกิจในการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ให้มีมาตรฐานและเป็นไปตามความต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในยามปกติและในยามสงคราม

ปัจจุบันโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ผลิตแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดชนิดน้ำ แม้แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดชนิดน้ำยังมีการใช้งานในหลายอุตสาหกรรม แต่เทคโนโลยีด้านการจัดเก็บพลังงานมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งมีความหนาแน่นพลังงานสูงกว่า น้ำหนักเบาและมีความสามารถในการชาร์จซ้ำได้มากกว่าจึงเริ่มเป็นที่ต้องการในระบบอาวุธสมัยใหม่ อุปกรณ์ทางการทหาร และระบบพลังงานสำรอง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคตจะส่งผลต่อความสามารถในการปฏิบัติการทางทหาร การพัฒนาสู่เทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ ๆ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียม หรือแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงมีความสำคัญในการเตรียมพร้อมเพื่อสนับสนุนระบบยุทโธปกรณ์ที่ทันสมัยและการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานในภาคการทหาร

การผลิตแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว–กรด ของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ถ้าไม่มีการพัฒนาในด้านการผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองความต้องการในอนาคตก็อาจจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของโรงงานแบตเตอรี่ทหารได้อย่างแน่นอน จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต เพื่อให้สามารถผลิตแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดในอนาคต มีความพร้อมสำหรับการ

สนับสนุนหน่วยงานด้านความมั่นคง อุตสาหกรรมป้องกันประเทศรวมทั้งมีความปลอดภัยและสามารถรักษาสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด

หากโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ยังคงผลิตแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดชนิดน้ำโดยไม่ได้ปรับตัวให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ โรงงานอาจสูญเสียความสามารถในการแข่งขันและไม่สามารถตอบสนองความต้องการด้านพลังงานที่เปลี่ยนแปลงได้ในระยะยาว ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคตจึงจำเป็นในการเพิ่มขีดความสามารถทางการผลิต เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นและหลากหลายขึ้นในอนาคต

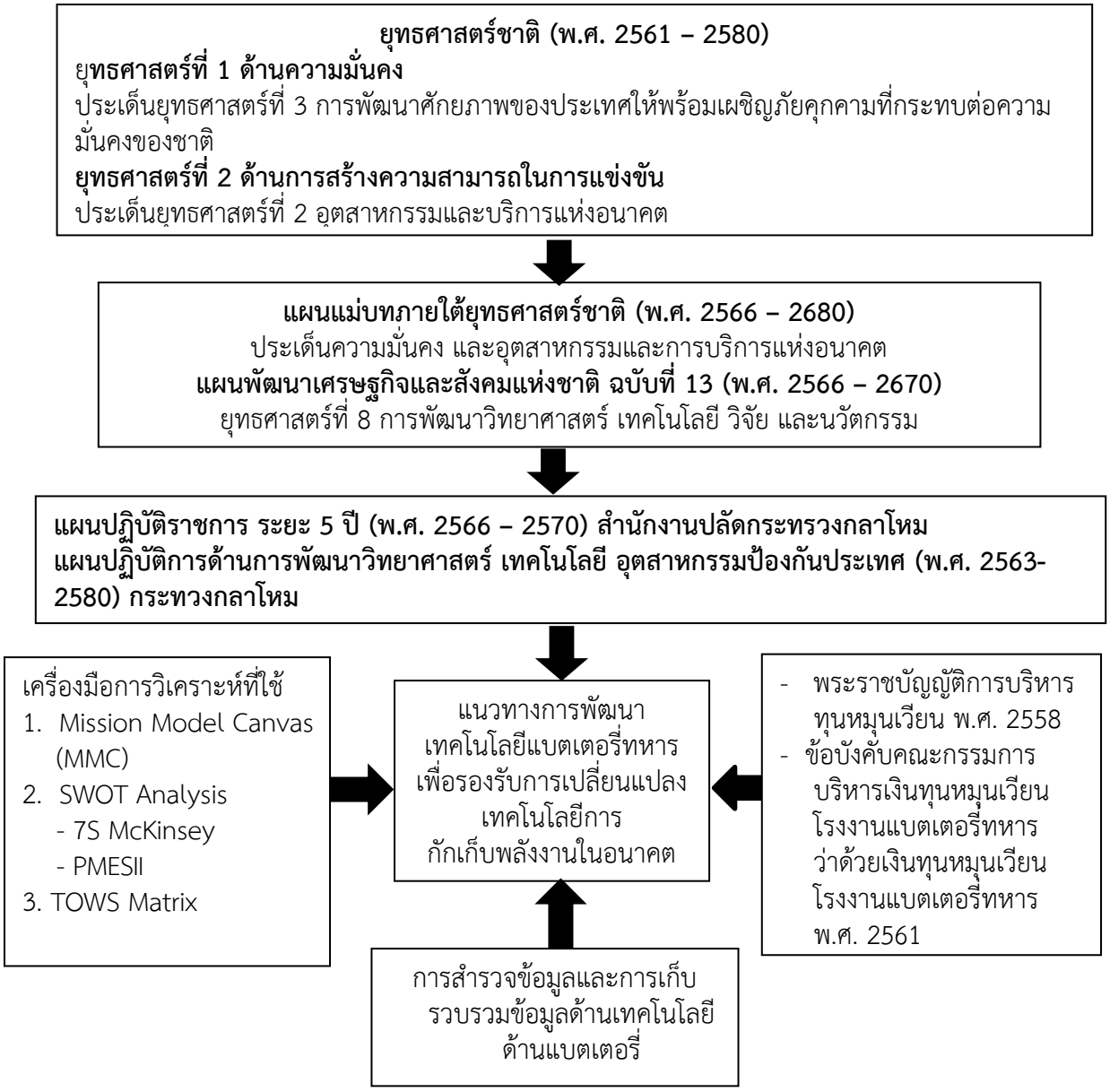
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

3. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการศึกษา

1. รูปแบบการวิจัย

แนวทางที่ใช้ในการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ตามที่วิทยาลัยการทัพบกกำหนด

2. ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาห้วงเวลาตั้งแต่การกำหนดหัวข้อวิจัยการศึกษาค้นคว้าข้อมูลรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจนแล้วเสร็จโดยดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2567 - มิถุนายน 2568

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการบทความสื่ออิเล็กทรอนิกส์สรุปการประชุมสัมมนาและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ทำการศึกษา เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนแม่บทภายใต้แผนยุทธศาสตร์ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 แผนปฏิบัติการสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีอุตสาหกรรมป้องกันประเทศกระทรวงกลาโหม รวมถึงพระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558 และข้อบังคับคณะกรรมการบริหารเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ว่าด้วยเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร พ.ศ. 2561

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Mission Model Canvas (MMC), SWOT Analysis โดยวิเคราะห์ปัจจัยภายในด้วย 7S McKinsey และวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกด้วย PMESII จากนั้นใช้ TOWS Matrix เพื่อวิเคราะห์กลยุทธ์ กำหนดแนวทางและข้อเสนอแนะการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหาร เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ห้วงเวลา / กิจกรรม	ต.ค.67	พ.ย.67	ธ.ค.67	ม.ค.68	ก.พ.68	มี.ค.68	เม.ย.68	พ.ค.68	มิ.ย.68
เลือกเรื่องและกำหนดหัวข้องานวิจัย	←	→							
สอบการนำเสนอโครงร่างเอกสารวิจัย			↔						
ศึกษาค้นคว้าที่มาของปัญหา		←	→						
การวิเคราะห์, สังเคราะห์ข้อมูล				←	→	→			
การสรุปผลการวิจัย							↔		
การนำเสนอผลงานวิจัย								↔	
จัดทำรูปเล่ม									↔

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถคาดการณ์ทิศทางและแนวโน้มของเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการวางแผนและปรับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงนี้

2. สามารถเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร เพื่อพัฒนากลยุทธ์และแผนงานการพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมและทันสมัย

3. สามารถกำหนดแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ที่เหมาะสมและทันสมัย ซึ่งรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการใช้งานทางทหาร ที่ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองความต้องการด้านพลังงานในสภาพแวดล้อมที่ท้าทายและมีความเสี่ยงสูง

บทที่ 2
บทแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

“พลังงาน” คือหนึ่งในปัจจัยหลักในการพัฒนาและขับเคลื่อนเสถียรภาพเพื่อความมั่นคงทั้งด้านยุทธศาสตร์และเศรษฐกิจของประเทศ ดังจะเห็นได้จากในช่วงสามศตวรรษที่ผ่านมา[2] โดยเฉพาะในยุคที่ความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเศรษฐกิจส่งผลให้ทุกภาคส่วนต้องเร่งปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง

จากเหตุผลข้างต้น เพื่อศักยภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศได้มีการกำหนดอยู่ในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)[3] ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง ประเด็นยุทธศาสตร์ การพัฒนาศักยภาพของประเทศให้พร้อมเผชิญภัยคุกคามที่กระทบต่อความมั่นคงของชาติ และยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ประเด็นยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต เปลี่ยนแปลงพื้นฐานโครงสร้างอุตสาหกรรมและบริการด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีแห่งอนาคต ตลอดจนการตอบสนองต่อแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2566 – 2680)[4] ประเด็นความมั่นคง และอุตสาหกรรมและการบริการแห่งอนาคต รวมถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2670)[5] ยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม นอกจากนี้เพื่อให้สอดรับกับแผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566 – 2570)[6] สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม และแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ (พ.ศ. 2563-2580)[7] กระทวงกลาโหม ของประเทศไทยจึงสะท้อนแนวทางการพัฒนาในหลากหลายมิติ ปัจจุบันสถานการณ์จากทั่วโลกต่างเผชิญความท้าทายในการพัฒนาประเทศในมิติต่าง ๆ ทั้งความมั่นคง เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในบริบทนี้การส่งเสริมพลังงานทดแทนและการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการผลิตภายใต้อุตสาหกรรมป้องกันประเทศซึ่งต้องพึ่งพาตนเองอย่างเป็นรูปธรรม

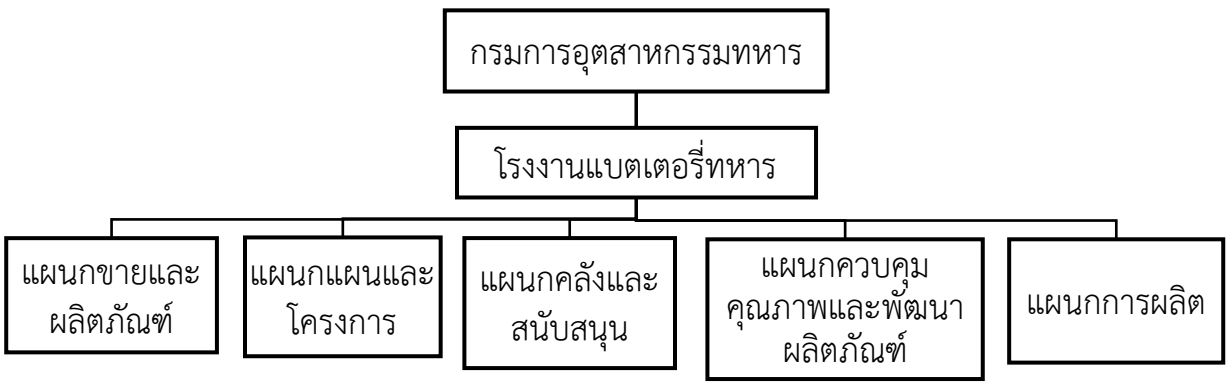
แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังงานทดแทน

การเติบโตของประชากรและการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมยังคงความต้องการการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการผลิตพลังงานยังคงเป็นหนึ่งในสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมและวิถีการพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม เชื้อเพลิงรูปแบบดั้งเดิม อาทิ เชื้อเพลิงฟอสซิล ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ต่างส่งผลกระทบ

ต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม จนก่อเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมใหญ่จวบจนปัจจุบันคือภาวะโลกร้อน ตามที่กล่าวไป “พลังงานทดแทน” จึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาแหล่งพลังงานที่ใช้เสริมหรือทดแทนแหล่งพลังงานรูปแบบเดิมอย่างยั่งยืนทั่วโลก ประเทศไทยเองก็รับเอากระแสความเปลี่ยนแปลงนี้เช่นกัน ด้วยเทคโนโลยีเหล่านั้นอาจพลิกโฉมรูปแบบพลังงานอย่างสิ้นเชิง (Energy Disruption) และในอนาคตอันใกล้กว่าที่เราคาดคิด[8] หากวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนเชิงลึกจะพบว่า ความน่าสนใจของระบบกักเก็บพลังงานอาจเป็นปัจจัยหลักลำดับแรกและมีความจำเป็นสูงสุดต่อการพัฒนาระบบพลังงานทดแทน เพื่อทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการบริหารจัดการพลังงานทดแทนได้อย่างมีเสถียรภาพมากขึ้น ด้วยเหตุนี้เองจึงมักพบการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของทั้งประเภทและชนิดของแบตเตอรี่ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา[9, 10] โดยเฉพาะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งมีศักยภาพสูงด้านความหนาแน่นพลังงาน น้ำหนักเบา และอายุการใช้งานยาวนาน

โครงสร้าง/ภารกิจขององค์กรที่ทำการศึกษา

ปัจจุบันโรงงานแบตเตอรี่ทหาร เป็นหน่วยขึ้นตรงต่อกรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตแบตเตอรี่สนับสนุนหน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหม ดำเนินการผลิต รับจ้างผลิตแบตเตอรี่ วัสดุพลอยได้จากการผลิต และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ อีกทั้งการจัดหาชิ้นส่วนสิ่งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานที่กระทรวงกลาโหมกำหนด หรือได้รับการสั่งซื้อสั่งจ้าง เพื่อใช้หรือขายให้แก่หน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหม ส่วนราชการอื่น รัฐวิสาหกิจ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และตามรายการที่ร้องขอ และศึกษา วิจัยพัฒนาสิ่งอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนสิ่งอุปกรณ์ที่จะผลิตของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร หรือตามที่กระทรวงกลาโหมอนุมัติให้ดำเนินการ โดยมีโครงสร้างการจัด ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างการจัดของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เพื่อสนับสนุนการพัฒนานโยบายและการดำเนินงานเกี่ยวกับพลังงานและระบบกักเก็บพลังงานในภาคการทหาร โรงงานแบตเตอรี่ทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ดำเนินงานภายใต้กรอบกฎหมายที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. พระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558[11]

พระราชบัญญัตินี้เป็นกรอบกฎหมายสำคัญที่กำหนดวิธีการจัดการทุนหมุนเวียนซึ่งเป็นเงินที่รัฐใช้สำหรับการดำเนินงานของหน่วยงานรัฐหรือรัฐวิสาหกิจโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการขอจัดสรรงบประมาณใหม่ทุกครั้ง แต่ต้องมีการจัดการให้เกิดความโปร่งใสและมีประสิทธิภาพ และกำหนดแนวทางบริหารจัดการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อสนับสนุนการดำเนินโครงการต่าง ๆ ของรัฐ กำหนดให้ทุนหมุนเวียนของหน่วยงานรัฐสามารถใช้รายรับสมทบทุนในการดำเนินการ โดยไม่ต้องนำส่งคลังเป็นรายได้แผ่นดิน

2. ข้อบังคับคณะกรรมการบริหารเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหารว่าด้วยเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร พ.ศ. 2561[12]

ข้อบังคับนี้ระบุแนวทางการบริหารเงินทุนหมุนเวียนเพื่อกำหนดกรอบการดำเนินงานและการใช้เงินทุนหมุนเวียน สำหรับโรงงานแบตเตอรี่ทหารโดยเฉพาะซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงกลาโหมที่มีหน้าที่ผลิตแบตเตอรี่และวัสดุที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนกิจกรรมทางการทหาร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทโธปกรณ์ทางทหารส่วนใหญ่ใช้งานระบบไฟฟ้าที่ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานแบบพกพา แบตเตอรี่จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ ปัญหาในการจัดหาและบำรุงรักษาแบตเตอรี่สำหรับยุทโธปกรณ์บางชนิดมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายของหน่วยงานทหาร ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานดังนี้

1. การวิจัยและพัฒนาชุดแบตเตอรี่และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

คณะวิจัยนำโดย พันเอก รัตติพล ตันยา[13] ประสบความสำเร็จในการพัฒนาชุดแบตเตอรี่และระบบชาร์จเพื่อใช้กับชุดแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์ควบคุมทิศทางของปืนใหญ่ขนาด 105 มิลลิเมตร ของกองพลทหารปืนใหญ่/กองพันทหารปืนใหญ่ที่ 31 กรมทหารปืนใหญ่ที่ 1 รักษาพระองค์ (พล.ป./ป.พัน 31 รอ.) โดยเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเธียม

ไอออน (Li-ion) เนื่องจากมีพลังงานจำเพาะและความจุไฟฟ้าสูง อายุการใช้งานนาน และมีความสามารถในการจัดเก็บพลังงานในพื้นที่จำกัด (Specific Energy and Capacity) และการออกแบบระบบ Battery Management System (BMS) เพื่อควบคุมการทำงานและรักษาความปลอดภัยของแบตเตอรี่ โดยเน้นการวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และอุณหภูมิ ในการวิจัยได้ศึกษาสภาวะการใช้งานแบตเตอรี่ในภาคสนาม การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแรงสั่นสะเทือนและแรงกระแทกจากการใช้งานจริง เพื่อปรับปรุงคุณภาพ อีกทั้งได้พัฒนาระบบชาร์จแบตเตอรี่ โดยออกแบบให้รองรับทั้งระบบกระแสตรง (AC) และกระแสสลับ (DC) พร้อมฟังก์ชันการชาร์จเร็วและการบำรุงรักษา มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล เช่น International Electrotechnical Commission (IEC), Military Standard (MIL) และ European Standards (EN)

2. แนวทางการผลิตแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนสำหรับรถยนต์ทหาร

นาวาอากาศเอก กิตติศักดิ์ พิพัฒน์พงศธร[14] เสนอแนวทางเพื่อให้ได้ผลิตแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนสำหรับรถยนต์ทหาร โดยเน้นการพึ่งพาตนเองและลดการนำเข้าแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน โดยกล่าวว่าแบตเตอรี่ดังกล่าวเหมาะสมกับการใช้งานในรถยนต์ทหาร เนื่องจากมีความสามารถสูงในการจ่ายไฟต่อเนื่อง คงทนต่อสภาวะในสนามรบ และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ในกรณีที่เกิดภาวะสงครามหรือการขาดแคลนพลังงาน การสร้างรายได้ให้กับประเทศทั้งภายในและภายนอกประเทศ ตั้งแต่การลงทุน หรือส่งเสริมให้เอกชนภายในประเทศเป็นผู้ผลิต ยังเพิ่มการจ้างงานและการสร้างงานวิจัยและนวัตกรรม ดังนั้นการลงทุนเพื่อนำไปสู่ยุทธศาสตร์ป้องกันประเทศและพึ่งพาตนเองนั้นเป็นการลงทุนที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง

3. การวิจัยชุดแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนสำหรับการใช้งานในรถถังรุ่น VT4 และรถถังรุ่น Commando Stingray

คณะวิจัยนำโดย รองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ มีทอง[15] ประสบความสำเร็จในการผลิตต้นแบบชุดแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สำหรับการใช้งานในรถถังรุ่น VT 4 และรถถังเบา รุ่น Commando Stingray ที่มีน้ำหนักน้อยกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด โดยรถถังรุ่น Commando Stingray น้ำหนักลดลงร้อยละ 35 และรถถังรุ่น VT4 น้ำหนักลดลงร้อยละ 47 โดยชุดแบตเตอรี่ดังกล่าวสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

4. การพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหาร เพื่อเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0

พันเอกหญิง ณัฏฐา ตันติวัฒน์[16] งานวิจัยนี้เสนอแนวทางการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารให้รองรับไทยแลนด์ 4.0 โดยเสนอให้ปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตจากแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดแบบเดิมไปสู่แบตเตอรี่สมัยใหม่ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและตอบโจทย์การใช้งานในยุทโธปกรณ์สมัยใหม่ เช่น ยานใต้น้ำ รถไฟฟ้า และยานยนต์ทางทหาร นอกจากนี้ยังเสนอให้มีการวิจัยและพัฒนาร่วมกับมหาวิทยาลัยและศูนย์เทคโนโลยีเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ เพิ่มขีดความสามารถในการพึ่งพาตนเอง ลดการนำเข้า และเสริมสร้างความมั่นคงทางอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

5. การวิจัยแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์นั่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

คณะวิจัยนำโดย ดร.พิมพา ลิ้มทองกุล[17] ประสบความสำเร็จในการพัฒนาแพ็คแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion) ต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อนำมาใช้แทนแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเดิมที่ต้องนำเข้า สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าต้นแบบของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี แบตเตอรี่ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความจุพลังงาน 13.5 kWh (59V, 229Ah) ซึ่งสูงกว่าแบตเตอรี่เดิมที่มีความจุ 8 kWh และยังสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องชาร์จของแบตเตอรี่ชุดเดิมได้ โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าแบตเตอรี่จากต่างประเทศ และเพิ่มศักยภาพของประเทศไทยในการพัฒนาและผลิตแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต รองรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและช่วยเสริมความสามารถของประเทศไทยในการผลิตแบตเตอรี่ขั้นสูงสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

6. การกักเก็บพลังงานสำหรับอาคาร

นายรุสลัน หีมมิหน๊ะ และนายอัสรี จาลง[18] มุ่งเน้นพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยมีเป้าหมายเพื่อการออกแบบระบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ งานวิจัยนี้ใช้วิธีการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการกักเก็บพลังงานและแบตเตอรี่ที่เหมาะสม แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) และแบตเตอรี่ลิเธียม-ซัลเฟอร์ (Lithium-Sulfur Battery) จำลองระบบโดยใช้โปรแกรม MATLAB & Simulink เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ผลลัพธ์ที่ได้ระบบสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ โดยการเลือกใช้งานแบตเตอรี่ในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าสูง แบตเตอรี่ที่ใช้มีศักยภาพเพียงพอสำหรับการกักเก็บพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับอาคารในช่วงเวลาที่เหมาะสม

เครื่องมือวิเคราะห์ Mission Model Canvas

Mission Model Canvas (MMC)[19] เป็นเครื่องมือที่ช่วยออกแบบกลยุทธ์และแผนงาน โดยมุ่งเน้นไปที่ “การบรรลุภารกิจ” มากกว่า “การทำกำไร” เหมาะสำหรับองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร องค์กรภาคสังคม และภาคีเครือข่าย ช่วยให้เข้าใจภาพรวมขององค์กรโดยแสดงถึงเป้าหมาย กลยุทธ์ กิจกรรม ผลลัพธ์ และพันธมิตรที่เกี่ยวข้อง ช่วยให้วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ขององค์กร สามารถพัฒนากลยุทธ์และแผนงานที่ตรงจุด ช่วยให้สื่อสารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ภาพกราฟิกที่เข้าใจง่าย และช่วยให้สร้างความร่วมมือระหว่างภาคีเครือข่าย ช่วยให้เห็นภาพรวมของงานภาคีเครือข่าย ช่วยให้ภาคีต่าง ๆ เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเอง ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

บทที่ 3
บทวิเคราะห์

เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในอนาคตอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและการใช้งานแบตเตอรี่ในระบบอาวุธและยุทโธปกรณ์ของกองทัพ จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการด้านพลังงานที่มีการเปลี่ยนแปลง

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคตมีแนวโน้มไปในทิศทางของการเพิ่มประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวเลือกที่สำคัญ รายละเอียดการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรี่ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรี่

ประเภทแบตเตอรี่	**ความหนาแน่นพลังงาน (Wh/kg)**	**ความปลอดภัย**	**ต้นทุนโดยประมาณ ($/kWh)**	**อายุการใช้งาน (รอบชาร์จ)**	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
ลิเธียมไอออน (Li-ion)[20, 21]	150-250	ปานกลาง-สูง	100-150	1000-5000	ความหนาแน่นพลังงานสูง, เทคโนโลยีแพร่หลาย	ใช้ลิเธียมและโคบอลต์ซึ่งมีต้นทุนสูง
ลิเธียมซัลเฟอร์ (Li-S)[22]	400-600	ปานกลาง	50-100	500-2000	พลังงานจำเพาะสูงกว่า Li-ion, วัตถุดิบราคาถูกกว่า	อายุการใช้งานยังสั้น, ปัญหาการเสื่อมสภาพของซัลเฟอร์

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรี่ (ต่อ)

ประเภทแบตเตอรี่	ความหนาแน่นพลังงาน (Wh/kg)	ความปลอดภัย	ต้นทุนโดยประมาณ ($/kWh)	อายุการใช้งาน (รอบชาร์จ)	ข้อดี	ข้อเสีย
โซเดียมไอออน (Na-ion)[23]	100-150	สูง	50-100	1000-3000	ต้นทุนต่ำ, วัตถุดิบหาง่าย, เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ความหนาแน่นพลังงานต่ำกว่า Li-ion
โซลิดสเตต (Solid-state)[24, 25]	250-450	สูงมาก	300-800	2000-10000	ปลอดภัยกว่า ไม่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว, อายุการใช้งานยาวนาน	ต้นทุนการผลิตสูง, เทคโนโลยียังอยู่ในช่วงพัฒนา
ตะกั่วกรด (Lead-Acid)[26, 27]	30-50	สูง	30-100	300-1500	ราคาถูก, เทคโนโลยีแพร่หลาย, รองรับการจ่ายกระแสสูง	หนัก, ความหนาแน่นพลังงานต่ำ, ต้องการการบำรุงรักษา

จากการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) ยังคงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในหลากหลายอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความหนาแน่นพลังงานสูง (150-250 Wh/kg) อายุการใช้งานยาวนาน และเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าจะมีต้นทุนสูงกว่าทางเลือกอื่น เช่น แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด หรือแบตเตอรี่โซเดียมไอออน แต่ก็ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าในระยะยาว นอกจากนี้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) ยังคงเป็นมาตรฐานหลักในอุตสาหกรรมพลังงานสะอาดและยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) เนื่องจากสามารถรองรับการชาร์จไฟได้หลายพันรอบ แม้ว่าแบตเตอรี่ลิเธียมซัลเฟอร์และแบตเตอรี่โซลิดสเตตอาจมีศักยภาพสูงในอนาคต แต่เทคโนโลยีดังกล่าวยังอยู่ในช่วงพัฒนา ทำให้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนยังคงเป็นตัวเลือกที่สมดุลที่สุดระหว่างประสิทธิภาพ ต้นทุน และความพร้อมใช้งานในปัจจุบัน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

1. วิเคราะห์โรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ด้วย Mission Model Canvas (MMC)[19]

Mission Model Canvas (MMC) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสม สามารถเชื่อมโยงพันธกิจขององค์กรกับแนวทางการดำเนินงาน และพันธมิตรภาครัฐ รวมถึงช่วยให้การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารมีประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้ข้อกำหนดของพระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558 รายละเอียดการวิเคราะห์ธุรกิจของโรงงานแบตเตอรี่ทหารด้วย Mission Model Canvas ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ธุรกิจของโรงงานแบตเตอรี่ทหารด้วย Mission Model Canvas

<table>
<tr>
<td rowspan="2">8. พันธมิตร
(KEY PARTNERS)
- กระทรวงกลาโหม
- การรถไฟแห่งประเทศไทย
- เอกชน
- สถาบันวิจัย
- สถาบันการศึกษา</td>
<td>7. กิจกรรมหลัก
(KEY ACTIVITiES)
- ผลิตแบตเตอรี่
- วิจัยและพัฒนา
- ควบคุมคุณภาพ
- บริหารต้นทุนภายใต้กฎหมาย</td>
<td rowspan="2">2. คุณค่าที่ส่งมอบ
(VALUE PROPOSITIONS)
- ผลิตแบตเตอรี่คุณภาพสูง สนับสนุนยุทโธปกรณ์และความมั่นคง</td>
<td>4. การสนับสนุน
(BUY-IN AND SUPPORT)
- การให้บริการหลังการขายและสนับสนุนข้อมูลทางเทคนิค
- การสร้างความร่วมมือระยะยาว</td>
<td rowspan="2">1. กลุ่มลูกค้า
(CUSTOMER SEGMENTS)
- หน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหม (บก, เรือ, อากาศ, กองบัญชาการกองทัพไทย และสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม)
- การรถไฟแห่งประเทศไทย
- หน่วยงานรัฐวิสาหกิจและองค์กรรัฐอื่น ๆ
- ภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและความมั่นคง</td>
</tr>
<tr>
<td>6. ทรัพยากรหลัก
(KEY RESOURCSES)
- โรงงาน เทคโนโลยี และเครื่องมือ
- บุคลากรเชี่ยวชาญ
- วัตถุดิบภายใต้กฎระเบียบ</td>
<td>3. ช่องทางการส่งมอบ
(DEPLOYMENT CHANNELS)
- จัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ
- ติดต่อผ่านหน่วยงานภาครัฐ
- ขายตรงให้ภาครัฐ</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">9. โครงสร้างทุน (COST STRUTURES)
- ค่าวัตถุดิบและอุปกรณ์การผลิต
- ค่าแรงงานและการฝึกอบรมบุคลากร
- ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา
- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและปรับปรุงโรงงาน
- ค่าบริการขนส่ง
- ค่าเช่าที่ดิน</td>
<td colspan="3">5. แหล่งเงินทุน (REVENUE STREAMS)
- จำหน่ายแบตเตอรี่
- งบสนับสนุนจากรัฐ
- โครงการรัฐจัดสรร</td>
</tr>
</table>

โรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ดำเนินงานภายใต้กรอบของพระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558 ซึ่งกำหนดให้ทุนหมุนเวียนดำเนินการโดยไม่แสวงหากำไร แต่ต้องมีประสิทธิภาพและมีธรรมาภิบาล ดังนั้น Mission Model Canvas (MMC) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์โอกาสทางธุรกิจและแนวทางพัฒนาหน่วยงานภาครัฐและไม่ได้มุ่งแสวงหากำไรจึงเหมาะสมกว่า Business Model Canvas (BMC) ที่วิเคราะห์เชิงพาณิชย์ จากการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงโอกาสทางธุรกิจของแบตเตอรี่ทหารฯ โดยใช้ MMC ตามตารางที่ 2 มีโอกาสในการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ให้มีความยั่งยืนและสามารถตอบสนองความต้องการของหน่วยงานด้านความมั่นคงได้ ดังนี้

1.1 โอกาสในการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ให้เกิดความยั่งยืน

1.1.1 เสริมสร้างความมั่นคงของประเทศผ่านพันธมิตร (Key Partners)

1) ความร่วมมือกับกระทรวงกลาโหมและการรถไฟแห่งประเทศไทย การสนับสนุนอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและการพึ่งพาตนเอง โรงงานมีบทบาทสำคัญในการผลิตแบตเตอรี่ให้กับหน่วยงานความมั่นคง เช่น กองทัพบก กองทัพเรือ กองทัพอากาศ กองบัญชาการกองทัพไทยและสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมตลอดจนการรถไฟแห่งประทศไทย ซึ่งช่วยให้มีตลาดรองรับที่แน่นอน เป็นการลดการพึ่งพาการนำเข้าแบตเตอรี่จากต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของรัฐ โรงงานสามารถใช้ข้อได้เปรียบความร่วมมือระยะยาวเพื่อรักษาความมั่นคงทางธุรกิจ

2) ความร่วมมือกับภาคเอกชน สถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ทันสมัยและรองรับเทคโนโลยีใหม่ ด้วยการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่แบบ Maintenance-Free หรือ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เพื่อลดต้นทุนด้านการบำรุงรักษาด้วยการร่วมมือกับภาคเอกชน สถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษาเพื่อพัฒนาแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีแบตเตอรี่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความร่วมมือดังกล่าวจะช่วยให้โรงงานเข้าถึงเทคโนโลยีได้เร็วขึ้นโดยการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองในประเทศ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาบุคลากรด้านการวิจัยซึ่งจะช่วยให้โรงงานสามารถผลิตแบตเตอรี่แข่งขันกับต่างประเทศได้ และหากเปิดโอกาสให้มีการสร้างศูนย์วิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ของกองทัพซึ่งจะช่วยสร้างองค์ความรู้ในประเทศด้วย

1.1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ (Value Propositions และ Key Activities)

1) การผลิตแบตเตอรี่คุณภาพสูงเพื่อสนับสนุนยุทโธปกรณ์ โรงงานมีโอกาสพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับยุทโธปกรณ์ เช่น รถถัง เครื่องบินรบ เรือรบ อาวุธพลังงานสูงที่ต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงเป็นโอกาสในการพัฒนาแบตเตอรี่ที่ทนต่อสภาวะสุดขั้วซึ่งจะเป็นข้อได้เปรียบสำคัญในการใช้งานทางการทหาร

2) การเพิ่มบริการหลังการขายและการสนับสนุนทางเทคนิค โรงงานสามารถพัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อให้บริการแก่หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ให้คำแนะนำด้านเทคนิค การบำรุงรักษา และการทดสอบความปลอดภัย

3) การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นระบบอัตโนมัติ โรงงานควรปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีเทคโนโลยีอัตโนมัติ (Automation) ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ช่วยให้สามารถผลิตแบตเตอรี่ที่มีความซับซ้อนและทันสมัยขึ้น

1.1.3 การเพิ่มช่องทางการส่งมอบเพื่อขยายโอกาสทางธุรกิจ (Deployment Channels)

1) การพัฒนาแบตเตอรี่เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมพลังงานและเอกชน สามารถขยายตลาดไปสู่ภาคพลังงานทดแทน เช่น โซลาร์เซลล์และกังหันลม ซึ่งต้องการแบตเตอรี่สำหรับระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS)

2) การพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า (EV) โรงงานสามารถใช้โอกาสนี้ในการผลิตแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าและยานยนต์ทางทหาร

1.1.4 การพัฒนาแหล่งเงินทุนและการบริหารต้นทุนให้ยั่งยืน (Revenue Streams และ Cost Structure)

1) ได้รับงบสนับสนุนจากรัฐและโครงการรัฐจัดสรร โรงงานสามารถใช้งบประมาณจากภาครัฐในการลงทุนด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องจักร

2) บริหารต้นทุนให้มีประสิทธิภาพเพื่อความยั่งยืนขององค์กร ลดต้นทุนการผลิตผ่านการปรับปรุงเครื่องจักรและระบบการผลิตใช้วัตถุดิบอย่างคุ้มค่า ลดของเสียในกระบวนการผลิต และบริหารเงินทุนหมุนเวียนให้เป็นไปตามกฎหมายเพื่อให้โรงงานสามารถดำเนินงานต่อไปได้

1.2 ความท้าทายและแนวทางการพัฒนา

1.2.1 ข้อจำกัดด้านกฎหมายและการดำเนินงานภาครัฐ ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการบริหารเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร และสำนักงานตรวจเงินแผ่นดิน อีกทั้งไม่สามารถดำเนินงานแบบมุ่งหวังกำไรสูงสุด ต้องเน้นสนับสนุนให้กับหน่วยงานภาครัฐและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อความมั่นคง ดังนั้นจึงต้องวางแผนการดำเนินงานระยะยาว และนำเสนอให้กระทรวงกลาโหมให้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ตลอดจนใช้ข้อได้เปรียบด้านทุนหมุนเวียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2.2 ต้นทุนการผลิต วัตถุดิบที่มีแนวโน้มสูงขึ้น เช่น ตะกั่วและวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและการฝึกอบรมบุคลากรที่ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีการเจรจากับพันธมิตรเอกชนตลอดจนสถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุทดแทนที่สามารถลดต้นทุน โดยการจัดทำโครงการเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากภาครัฐ

1.3 การเปลี่ยนแปลงของตลาดและความต้องการในอนาคตกองทัพและหน่วยงานรัฐมีแนวโน้มต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพและความจุพลังงานสูงขึ้น เช่น แบตเตอรี่แบบ Maintenance-Free หรือแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน อีกทั้งคู่แข่งจากภาคเอกชนที่สามารถนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่ราคาถูกกว่าจึงต้องเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และสร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและศูนย์วิจัย เพื่อวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ที่ตรงกับความต้องการของหน่วยงานด้านความมั่นคง ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และระบบการจัดซื้อจัดจ้างให้มีต้นทุนที่สามารถแข่งขันได้

1.4 ความเสี่ยงจากการถูกควบรวม หรือยุบหน่วยงาน ตามมาตรา 38-40 ของพระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558 กำหนดให้โรงงานที่ไม่สามารถดำเนินงานตามแผน หรือขาดทุนต่อเนื่องอาจถูกพิจารณาควบรวมหรือยุบเลิกได้ ดังนั้นจึงต้องแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ในด้านความมั่นคงของประเทศ และดำเนินการผลิตให้มีความคุ้มค่า โปร่งใสตามข้อกำหนดของกฎหมาย และบรรลุตามเป้าหมายตามกรอบการประเมินผลการดำเนินงานเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร

2. วิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ด้วย SWOT Analysis

เพื่อให้เข้าใจศักยภาพในปัจจุบันของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ให้ชัดเจน เครื่องมือที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ SWOT Analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยภายใน (Internal Factors) จุดแข็ง จุดอ่อน และปัจจัยภายนอก (External Factors) โอกาส อุปสรรค ที่ส่งผลกระทบต่อองค์กร ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ SWOT Analysis จะเป็นกรอบในการวางกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารได้อย่างแม่นยำและมีทิศทางที่ชัดเจน ในงานวิจัยนี้วิเคราะห์ปัจจัยภายในใช้เครื่องมือ 7S McKinsey และวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกใช้ PMESII รายละเอียดการวิเคราะห์ปัจจัยภายใน วิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนโดยใช้ 7S McKinsey ตามตารางที่ 3 และการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก โอกาสและอุปสรรคโดยใช้ PMESII ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยภายในโดยใช้ 7S McKinsey

องค์ประกอบ 7S	จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
Strategy (กลยุทธ์)	- มีแผนยุทธศาสตร์สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ให้ทันสมัย	- กลยุทธ์ยังเน้นที่แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเก่า
Structure (โครงสร้างองค์กร)	- อยู่ภายใต้กรมการอุตสาหกรรมทหารฯ มีความมั่นคงสูง	- โครงสร้างองค์กรยังเป็นระบบราชการ ทำให้มีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นและการตัดสินใจ
Systems (ระบบและกระบวนการทำงาน)	- มีมาตรฐานการผลิตและคุณภาพสูง	- ระบบการผลิตล้าสมัย ใช้เครื่องจักรแบบ Manual ไม่รองรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ
Shared Values (ค่านิยมและวัฒนธรรมองค์กร)	- เน้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการสนับสนุนหน่วยงานด้านความมั่นคง	- วัฒนธรรมองค์กรยังไม่เอื้อต่อการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้
Style (รูปแบบการบริหารจัดการ)	- มีการสนับสนุนจากภาครัฐและกองทัพมีโดยมีฐานลูกค้าหลักได้แก่กองทัพและการรถไฟแห่งประเทศไทย	- ขาดความคล่องตัวในการบริหารจัดการและตัดสินใจเนื่องจากเป็นหน่วยงานรัฐ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยภายในโดยใช้ 7S McKinsey (ต่อ)

องค์ประกอบ 7S	จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
Staff (บุคลากร)	- มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด	- บุคลากรที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีใหม่มีน้อย และบุคลากรเดิมเกษียณอายุแล้ว
Skills (ทักษะและความสามารถของบุคลากร)	- มีองค์ความรู้ด้านการผลิตแบตเตอรี่มานานกว่า 30 ปี	- ขาดทักษะด้าน R&D และการพัฒนาแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกโดยใช้ PMESII

องค์ประกอบ PMESII	โอกาส (Opportunities)	ผลกระทบ/อุปสรรค (Threats)
Political (การเมืองและนโยบายรัฐ)	- ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงกลาโหมในฐานะอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ	- อาจมีข้อจำกัดด้านกฎหมายและมาตรการสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดในการพัฒนาแบตเตอรี่ประเภทใหม่
Military (การทหารและความมั่นคง)	- มีความต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับยุทโธปกรณ์และมีความปลอดภัยสูง	- ความต้องการเทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้น เช่น แบตเตอรี่ลิเธียม ทำให้โรงงานต้องเร่งปรับตัว
Economic (เศรษฐกิจและตลาด)	- มีแนวโน้มการใช้พลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ตลาดแบตเตอรี่พัฒนาอย่างรวดเร็ว	- การแข่งขันจากภาคเอกชนที่มีเทคโนโลยีที่ล้ำหน้ากว่า อาจทำให้โรงงานเสียเปรียบ
Social (สังคมและแรงงาน)	- การตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมและความต้องการแบตเตอรี่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น	- การเปลี่ยนแปลงทัศนคติของลูกค้าที่ต้องการแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและบำรุงรักษาง่าย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกโดยใช้ PMESII (ต่อ)

องค์ประกอบ PMESII	**โอกาส (Opportunities)**	**ผลกระทบ/อุปสรรค (Threats)**
Information (ข้อมูลและการวิจัย)	- มีแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ โดยอาศัยงานวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัย	- ขาดแคลนข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ๆ ในองค์กร
Infrastructure (โครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี)	- สามารถพัฒนาความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและภาคเอกชนเพื่อวิจัยและพัฒนา	- ระบบโครงสร้างพื้นฐานของโรงงานยังไม่รองรับการผลิตแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่

จากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อองค์กรตามตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สามารถพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละด้านตามลำดับความสำคัญใน 4 ลำดับแรกโดยเรียงตามลำดับความสำคัญได้ดังนี้

2.1 จุดแข็ง (Strengths - S)

2.1.1 มีฐานลูกค้าหลักที่มั่นคง เช่น กองทัพและการรถไฟแห่งประเทศไทย

2.1.2 มีองค์ความรู้ด้านการผลิตแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดมานานกว่า 30 ปี

2.1.3 ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากภาครัฐ

2.1.4 การควบคุมคุณภาพที่ดี มาตรฐานสูงกว่าแบตเตอรี่ทั่วไป

2.2 จุดอ่อน (Weaknesses - W)

2.2.1 ระบบการผลิตล้าสมัย ใช้เครื่องจักรแบบ Manual ไม่รองรับเทคโนโลยีใหม่ ทำให้ขาดความสามารถในการผลิตแบตเตอรี่ที่ทันสมัย

2.2.2 บุคลากรที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีใหม่มีน้อย และบุคลากรเดิมเกษียณอายุแล้ว ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเทคโนโลยี

2.2.3 ขาดทักษะด้านการวิจัยและการพัฒนาแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่ เช่น ลิเธียมไอออนทำให้การพัฒนาแบตเตอรี่ช้ากว่าภาคเอกชน

2.2.4 โครงสร้างองค์กรยังเป็นระบบราชการ ทำให้มีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นและการตัดสินใจ

2.3 โอกาส (Opportunities - O)

2.3.1 แนวโน้มการใช้พลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ตลาดแบตเตอรี่พัฒนาอย่างรวดเร็ว

2.3.2 ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงกลาโหมในฐานะอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

2.3.3 มีความต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงและความปลอดภัยสูงสำหรับยุทโธปกรณ์จากเหล่าทัพ และอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

2.3.4 สามารถพัฒนาความร่วมมือกับภาคเอกชนและสถาบันการศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี

2.4 อุปสรรค (Threats - T)

2.4.1 การแข่งขันจากภาคเอกชนที่มีเทคโนโลยีทันสมัยกว่า

2.4.2 ขาดแคลนข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ ๆ ในองค์กร

2.4.3 การเปลี่ยนแปลงทัศนคติของลูกค้าที่ต้องการแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นและบำรุงรักษาง่ายขึ้นจึงอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ปัจจุบันล้าสมัย

2.4.4 ระบบโครงสร้างพื้นฐานของโรงงานยังไม่รองรับการผลิตแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่

3. TOWS Matrix

จากการวิเคราะห์ SWOT Analysis ตามข้อ 2 สามารถประเมินสถานการณ์ของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม สามารถนำผลลัพธ์จาก SWOT Analysis ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการวางกลยุทธ์ โดยใช้ TOWS Matrix เพื่อช่วยกำหนดแนวทางการพัฒนาที่เป็นรูปธรรมโดยการจับคู่ปัจจัย S, W, O, T ปัจจัยภายใน (S และ W) บ่งบอกถึงศักยภาพและข้อจำกัดของโรงงาน ส่วนปัจจัยภายนอก (O และ T) ช่วยให้เข้าใจสภาพแวดล้อมและแนวโน้มของอุตสาหกรรมเพื่อกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสม รายละเอียดการจับคู่ SO, WO, ST และ WT ของ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 TOWS Matrix กำหนดแนวทางการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ

TOWS Matrix	Strength (S)	Weakness (W)
	1. มีฐานลูกค้าหลักที่มั่นคง เช่น กองทัพและการรถไฟแห่งประเทศไทย 2. มีองค์ความรู้ด้านการผลิตแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดมานานกว่า 30 ปี 3. ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากภาครัฐ 4. การควบคุมคุณภาพที่ดี มาตรฐานสูงกว่าแบตเตอรี่ทั่วไป	1. ระบบการผลิตล้าสมัย ใช้เครื่องจักรแบบ Manual ไม่รองรับเทคโนโลยีใหม่ ทำให้ขาดความสามารถในการผลิตแบตเตอรี่ที่ทันสมัย 2. บุคลากรที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีใหม่มีน้อย และบุคลากรเดิมเกษียณอายุแล้ว ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเทคโนโลยี 3. ขาดทักษะด้าน R&D และการพัฒนาแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่ เช่น ลิเธียมไอออนทำให้การพัฒนาแบตเตอรี่ช้ากว่าภาคเอกชน 4. โครงสร้างองค์กรยังเป็นระบบราชการ ทำให้มีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นและการตัดสินใจ
Opportunities (O)	SO STRATEGIES ⟶ ใช้จุดแข็งเพื่อคว้าโอกาส	WO STRATEGIES ⟶ ลดจุดอ่อนเพื่อใช้โอกาส
1. แนวโน้มการใช้พลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นงผลให้ตลาดแบตเตอรี่พัฒนาอย่างรวดเร็ว 2. ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงกลาโหมในฐานะอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ 3. ความต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับยุทโธปกรณ์และมีความปลอดภัยสูงจากเหล่าทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน 4. สามารถพัฒนาความร่วมมือกับภาคเอกชนและสถาบันการศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี	1. พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตต เพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน 2. ขยายความร่วมมือกับภาคเอกชนและสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาเพื่อเร่งการวิจัยและพัฒนา (R&D) 3. ใช้ข้อได้เปรียบด้านการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อพัฒนาโรงงานและเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน 4. พัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและทดสอบสำหรับหน่วยงานในประเทศ	1. ยกระดับกระบวนการผลิตและนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้ เพื่อลดปัญหาจากเครื่องจักรเก่าและเพิ่มกำลังการผลิต 2. พัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่สมัยใหม่ โดยอบรมบุคลากรและส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับมหาวิทยาลัยและภาคเอกชน 3. ปรับโครงสร้างองค์กรให้มีความคล่องตัวขึ้น เพื่อให้สามารถพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว 4. เพิ่มการผลิตแบตเตอรี่ชนิดใหม่เพื่อตอบสนอง ตลาดพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีการทหาร
Threats (T)	ST STRATEGIES ⟶ ใช้จุดแข็งเพื่อลดอุปสรรค	WT STRATEGIES ⟶ ลดจุดอ่อนและหลีกเลี่ยงอุปสรรค
1. การแข่งขันจากภาค เอกชนที่มีเทคโนโลยีทันสมัยกว่า 2. ขาดแคลนข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ ๆ ในองค์กร 3. การเปลี่ยนแปลงทัศนคติของลูกค้าที่ต้องการแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและบำรุงรักษาง่ายอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ปัจจุบันล้าสมัย 4. ระบบโครงสร้างพื้นฐานของโรงงานยังไม่รองรับการผลิตแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่	1. ใช้ความได้เปรียบจากการสนับสนุนของรัฐ และฐานลูกค้ากองทัพ เพื่อพัฒนาและผลักดันมาตรฐานแบตเตอรี่ไทยเพื่อลดการพึ่งพาผลิตภัณฑ์นำเข้า 2. สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและนักวิจัยในประเทศ เพื่อเร่งพัฒนาเทคโนโลยีและลดการพึ่งพาต่างประเทศ 3. พัฒนา แบตเตอรี่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน 4. ขยายตลาดและพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับภาคเอกชนและตอบสนองต่อแนวโน้มตลาด	1. ปรับปรุง กระบวนการบริหารจัดการ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดขั้นตอนที่ล้าสมัย และสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนนวัตกรรม 2. พัฒนาโครงการยกระดับเครื่องจักรการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่ที่ตอบโจทย์ตลาด 3. จัดทำแผนการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ เพื่อลดผลกระทบจากราคาวัตถุดิบที่สูงขึ้น 4. จัดตั้งฝ่ายวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันระยะยาว

จากตารางที่ 5 TOWS Matrix เป็นการเชื่อมโยง SWOT กับการวางแผนกลยุทธ์ เพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคตที่ชัดเจน ดังนี้

3.1 กลยุทธ์เชิงรุก (SO : ใช้จุดแข็งเพื่อคว้าโอกาส)

3.1.1 พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตต เพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

3.1.2 ขยายความร่วมมือกับภาคเอกชน สถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาเพื่อเร่งการวิจัยและพัฒนา (R&D)

3.1.3 ใช้ข้อได้เปรียบด้านการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อพัฒนาโรงงานและเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน

3.1.4 พัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและทดสอบสำหรับหน่วยงานในประเทศ

3.2 กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO : ลดจุดอ่อนเพื่อใช้โอกาส)

3.2.1 ยกระดับกระบวนการผลิตและนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้ เพื่อลดปัญหาจากเครื่องจักรเก่าและเพิ่มกำลังการผลิต

3.2.2 พัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่สมัยใหม่ โดยอบรมบุคลากรและส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับมหาวิทยาลัยและภาคเอกชน

3.2.3 ปรับโครงสร้างองค์กรให้มีความคล่องตัวขึ้น เพื่อให้สามารถพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

3.2.4 เพิ่มการผลิตแบตเตอรี่ชนิดใหม่เพื่อตอบสนองตลาดพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีการทหาร

3.3 กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST : ใช้จุดแข็งเพื่อลดอุปสรรค)

3.3.1 ใช้ความได้เปรียบจากการสนับสนุนของรัฐ และฐานลูกค้ากองทัพ เพื่อพัฒนาและผลักดันมาตรฐานแบตเตอรี่ไทย ลดการพึ่งพาผลิตภัณฑ์นำเข้า

3.3.2 สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและนักวิจัยในประเทศ เพื่อเร่งพัฒนาเทคโนโลยีและลดการพึ่งพาต่างประเทศ

3.3.3 พัฒนาแบตเตอรี่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

3.3.4 ขยายตลาดและพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับภาคเอกชนและตอบสนองต่อแนวโน้มตลาด

3.4 กลยุทธ์เชิงรับ (WT : ลดจุดอ่อนและหลีกเลี่ยงอุปสรรค)

3.4.1 ปรับปรุง กระบวนการบริหารจัดการ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดขั้นตอนที่ล้าสมัย และสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนนวัตกรรม

3.4.2 พัฒนาโครงการยกระดับเครื่องจักรการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตแบตเตอรี่เทคโนโลยีใหม่ที่ตอบโจทย์ตลาด

3.4.3 จัดทำแผนการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ เพื่อลดผลกระทบจากราคาวัตถุดิบที่สูงขึ้น

3.4.4 จัดตั้งฝ่ายวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันระยะยาว

3.5 สรุปกลยุทธ์เพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

กลยุทธ์ที่จะช่วยให้โรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ สามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ลดจุดอ่อนและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น พร้อมทั้งสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว โดยเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพบุคลากร และการปรับปรุงโครงสร้างองค์กร เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนในอนาคต ดังนี้

กลยุทธ์เชิงรุก (SO) ใช้จุดแข็งเพื่อคว้าโอกาส โดยพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่จากการสนับสนุนของภาครัฐและฐานลูกค้ากองทัพในการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่สมัยใหม่ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและแบตเตอรี่โซลิดสเตต ซึ่งสามารถรองรับระบบพลังงานทดแทนและยุทโธปกรณ์ที่ต้องการแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูง

กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO) ลดจุดอ่อนเพื่อใช้โอกาส โดยยกระดับบุคลากรและปรับปรุงโครงสร้างองค์กรพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่สมัยใหม่ อบรมและส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับมหาวิทยาลัยและภาคเอกชน พร้อมทั้งปรับโครงสร้างองค์กรให้มีความคล่องตัวมากขึ้น เพื่อสามารถพัฒนาเทคโนโลยีและตอบสนองตลาดที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว

กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST) ใช้จุดแข็งเพื่อลดผลกระทบจากอุปสรรค สร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้า ใช้การสนับสนุนจากภาครัฐและฐานลูกค้ากองทัพ เพื่อพัฒนามาตรฐานแบตเตอรี่ที่สามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์นำเข้าได้ ลดต้นทุนการผลิต

กลยุทธ์เชิงรับ (WT) ลดจุดอ่อนและหลีกเลี่ยงอุปสรรคให้ได้มากที่สุดโดยปรับปรุงกระบวนการผลิตและบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดำเนินโครงการ ยกระดับเครื่องจักรการผลิต และนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน พร้อมทั้งจัดตั้งฝ่ายวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันระยะยาว

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

จากการวิเคราะห์โอกาสทางธุรกิจและแนวทางพัฒนาในโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐและไม่ได้มุ่งแสวงหากำไรด้วย Mission Model Canvas (MMC) และการวิเคราะห์ SWOT Analysis เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทั้งภายในและภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อองค์กร จากนั้นสร้าง TOWS Matrix เพื่อกำหนดกลยุทธ์และแนวทางการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารนั้น สามารถกำหนดแนวทางพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ได้ดังนี้

1. การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่

1.1 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion): เนื่องจากมีความหนาแน่นพลังงานสูง อายุการใช้งานยาวนาน และเป็นเทคโนโลยีที่แพร่หลายในอุตสาหกรรมพลังงานสะอาดและยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) ซึ่งสามารถรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนได้ดี

1.2 แบตเตอรี่โซลิดสเตต (Solid-State): เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในอนาคต เนื่องจากมีความปลอดภัยสูง ไม่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว และมีอายุการใช้งานยาวนาน แม้ว่าต้นทุนการผลิตยังสูงอยู่ แต่สามารถพัฒนาเพื่อใช้ในยุทโธปกรณ์ที่ต้องการความทนทานและประสิทธิภาพสูง

2. การปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.1 นำเทคโนโลยีอัตโนมัติ (Automation) มาใช้: เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มความแม่นยำในการผลิตแบตเตอรี่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

2.2 ลดต้นทุนการผลิต: โดยการปรับปรุงเครื่องจักรและระบบการผลิต ใช้วัตถุดิบอย่างคุ้มค่า และลดของเสียในกระบวนการผลิต

2.3 พัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล: เพื่อให้บริการทดสอบและวิจัยแบตเตอรี่สำหรับหน่วยงานในประเทศ

3. การพัฒนาบุคลากร

3.1 อบรมและพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่สมัยใหม่: เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตต เพื่อให้บุคลากรมีความเชี่ยวชาญและสามารถพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้

3.2 สร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย: เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และวิจัยร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้โรงงานเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้เร็วขึ้น

4. การปรับโครงสร้างองค์กร

4.1 ปรับโครงสร้างองค์กรให้มีความคล่องตัว: เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดและเทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว

4.2 จัดตั้งฝ่ายวิจัยและพัฒนา (R&D): เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันระยะยาว และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของตลาด

5. การขยายตลาดและความร่วมมือ

5.1 ขยายตลาดไปสู่ภาคพลังงานทดแทน: เช่น โซลาร์เซลล์และกังหันลม ซึ่งต้องการแบตเตอรี่สำหรับระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS)

5.2 พัฒนาความร่วมมือกับภาคเอกชนและสถาบันวิจัย: เพื่อเร่งการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ ๆ และลดการพึ่งพาการนำเข้า

6. การบริหารต้นทุนและแหล่งเงินทุน

6.1 ใช้งบสนับสนุนจากรัฐและโครงการรัฐจัดสรร: เพื่อลงทุนในเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่ทันสมัย

6.2 บริหารต้นทุนให้มีประสิทธิภาพ: โดยการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร

7. การสร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ไทย

พัฒนามาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ: เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

สรุปแนวทางพัฒนา

สรุปแนวทางการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ให้สามารถพัฒนาตนเองให้ทันสมัยและแข่งขันได้ในตลาดที่มีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยยังคงรักษาความมั่นคงและความยั่งยืนขององค์กรในด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

1. พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

2. ปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติ และลดต้นทุนการผลิต

3. พัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ผ่านการอบรมและความร่วมมือกับสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน

4. ปรับโครงสร้างองค์กร ให้มีความคล่องตัวและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้อย่างรวดเร็ว

5. ขยายตลาดและสร้างความร่วมมือ กับภาคพลังงานทดแทนและสถาบันวิจัยเพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยี

6. บริหารต้นทุนและใช้แหล่งเงินทุน จากรัฐอย่างมีประสิทธิภาพ

7. สร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงาน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและพัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อรองรับการผลิตและการทดสอบ

บทที่ 4
บทอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประเมินผลลัพธ์แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารในการรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต จากการวิเคราะห์แนวทางพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐและไม่ได้มุ่งแสวงหากำไรจาก Mission Model Canvas (MMC), SWOT Analysis และ TOWS Matrix ดังนี้

1. พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

2. ปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติ และลดต้นทุนการผลิต

3. พัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ผ่านการอบรมและความร่วมมือกับสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน

4. ปรับโครงสร้างองค์กร ให้มีความคล่องตัวและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้อย่างรวดเร็ว

5. ขยายตลาดและสร้างความร่วมมือ กับภาคพลังงานทดแทนและสถาบันวิจัยเพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยี

6. บริหารต้นทุนและใช้แหล่งเงินทุน จากรัฐอย่างมีประสิทธิภาพ

7. สร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงาน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและพัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อรองรับการผลิตและการทดสอบ

เพื่อเป็นการยืนยันความน่าเชื่อถือจากการวิเคราะห์ดังกล่าว จึงนำมาเปรียบเทียบกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ หรือความแตกต่าง รวมถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคตได้ดังนี้

ความสอดคล้องของแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานและเทคโนโลยีแบตเตอรี่

จากแนวคิดที่ระบุว่า พลังงานเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาและความมั่นคงของประเทศ และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Energy Disruption)[8] มีความเชื่อมโยงกับ แนวทางที่ 1 การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล และแนวทางที่ 5 การขยายตลาดและสร้างความร่วมมือ กับภาคพลังงานทดแทนและสถาบันวิจัยเพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการลดข้อจำกัดเรื่องความล้าสมัยของโรงงาน และเร่งการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยี

2. ทฤษฎีด้านการบริหารเชิงกลยุทธ์

จากแนวคิดการใช้ Mission Model Canvas (MMC)[19], SWOT Analysis เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอกขององค์กร และ TOWS Matrix เพื่อวางกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับพันธกิจของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร พบว่า มีความเชื่อมโยงกับแนวทางที่ 7 สร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงาน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและพัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อรองรับการผลิตและการทดสอบ เป็นการใช้จุดแข็งของโรงงาน เช่น การได้รับการสนับสนุนจากรัฐมาพัฒนาแบตเตอรี่ทหารที่ตอบโจทย์ความต้องการของกองทัพ และแนวทางที่ 4 ปรับโครงสร้างองค์กรให้มีความคล่องตัวและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้อย่างรวดเร็ว เพื่อลดอุปสรรคที่เกิดจากระบบราชการที่อาจทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีล่าช้า

3. แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

จากแนวคิดที่อ้างอิง ยุทธศาสตร์ชาติ[3] 20 ปี และแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ[7] ที่เน้นการพึ่งพาตนเองด้านเทคโนโลยี และลดการนำเข้าอุปกรณ์ยุทโธปกรณ์ มีความเชื่อมโยงกับแนวทางที่ 3 พัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ผ่านการอบรมและความร่วมมือกับสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ช่วยให้เข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้เร็วขึ้นซึ่งจะช่วยให้ลดการพึ่งพาการนำเข้าแบตเตอรี่จากต่างประเทศ และสนับสนุนอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของไทย และแนวทางที่ 1 การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

สอดคล้องกับเป้าหมายของกระทรวงกลาโหมในการเสริมสร้างขีดความสามารถของกองทัพ

4. งานวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่สำหรับการทหาร

จากการวิจัยแนวทางการผลิตแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสำหรับรถยนต์ทหารของนาวาอากาศเอก กิตติศักดิ์ พิพัฒน์พงศธร[14] พบว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด และจากงานวิจัยและพัฒนาชุดแบตเตอรี่สำหรับยุทโธปกรณ์ของ พันเอก รัตติพล ตันยา[13] และรองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ มีทอง[15] ประสมความสำเร็จในการพัฒนาแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเพื่อการใช้งานกับรถถังและอาวุธพลังงานสูง แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีความเหมาะสมกับภารกิจทางทหาร เนื่องจากมีความทนทานและให้พลังงานต่อเนื่อง มีความสอดคล้องกับแนวทางที่ 1 พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

5. งานวิจัยเกี่ยวกับแนวโน้มเทคโนโลยีแบตเตอรี่

งานวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานการผลิตแบตเตอรี่ของ พันเอกหญิง ณัฏฐา ตันติวัฒน์[16] ชี้ว่าแนวทางในการดำเนินการพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหาร เพื่อเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0 โดยการปรับปรุงเครื่องจักรในการผลิตเพื่อคุณภาพของสินค้าและการจัดส่งสินค้าที่ทันตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงการควบคุมต้นทุนในการผลิต และปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตจากแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดแบบเดิมไปสู่แบตเตอรี่สมัยใหม่ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน สอดคล้องกับแนวทางที่ 2 ปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติ และลดต้นทุนการผลิตทำให้การผลิตแบตเตอรี่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและแข่งขันกับภาคเอกชนได้ และแนวทางที่ 1 พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตตเพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

6. งานวิจัยเกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานทดแทน

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานสำหรับอาคารของนายรุสลัน หีมมิหน๊ะ และนายอัสรี จาลง[18] กล่าวถึงการใช้พลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์และความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและแบตเตอรี่ลิเธียมซัลเฟอร์ในระบบกักเก็บพลังงานเพื่อลดการสูญเสียพลังงานและลดค่าไฟฟ้า ซึ่งสนับสนุนแนวคิดการพัฒนาแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสามารถช่วยให้ระบบพลังงานทดแทนมีความเสถียรและ

มีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับแนวทางที่ 5 ขยายตลาดและสร้างความร่วมมือกับภาคพลังงานทดแทนและสถาบันวิจัยเพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยี

สรุปแนวทางที่กำหนดไว้มีความสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎี แนวโน้มพลังงาน อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ และงานวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ อีกทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ของโรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ ไม่เพียงแต่สนับสนุนความมั่นคงของประเทศ แต่ยังสามารถสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจและนวัตกรรมในภาคพลเรือน และการขยายความร่วมมือกับภาคเอกชนและมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งพัฒนาเทคโนโลยีและลดการพึ่งพาการนำเข้า

ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร

1. ข้อจำกัดด้านกฎหมาย โรงงานแบตเตอรี่ทหารฯ อยู่ภายใต้พระราชบัญญัติ การบริหารทุนหมุนเวียน และไม่สามารถแข่งขันเชิงพาณิชย์ได้อาจต้องพึ่งพางบประมาณจากรัฐ และต้องสร้างพันธมิตรเพื่อร่วมพัฒนาเทคโนโลยี

2. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีแบตเตอรี่ แนวโน้มเปลี่ยนไปสู่แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและแบตเตอรี่โซลิดสเตต โรงงานต้องเร่งปรับตัว กำหนดกลยุทธ์การเปลี่ยนผ่าน

บทที่ 5
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ของงานวิจัยนี้สรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต

1.1 เทคโนโลยีแบตเตอรี่กำลังเปลี่ยนแปลงจากแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ไปเป็น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และแบตเตอรี่โซลิดสเตต

1.2 แบตเตอรี่ ลิเธียมไอออน ยังคงเป็นมาตรฐานหลัก แต่แบตเตอรี่โซลิดสเตตจะเป็นตัวเลือกที่มีความปลอดภัยสูงและอายุการใช้งานยาวนาน

1.3 มีแนวโน้มการนำแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมาใช้ในระบบพลังงานสะอาด (เช่น พลังงานแสงอาทิตย์) และอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร

2.1 ข้อจำกัดด้านงบประมาณและการบริหารภายใต้พระราชบัญญัติการบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558

2.2 การแข่งขันจากภาคเอกชนที่มีเทคโนโลยีที่ล้ำหน้ากว่า

2.3 ความต้องการแบตเตอรี่ที่มีความทนทานสูง, น้ำหนักเบา และให้พลังงานต่อเนื่องสำหรับยุทโธปกรณ์

2.4 ความร่วมมือกับภาคเอกชน สถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่

3. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหาร

3.1 พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ เช่น ลิเธียมไอออน และโซลิดสเตต เพื่อรองรับความต้องการของกองทัพและอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

3.2 ปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติ และลดต้นทุนการผลิต

3.3 พัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ผ่านการอบรมและความร่วมมือกับสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน

3.4 ปรับโครงสร้างองค์กร ให้มีความคล่องตัวและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้อย่างรวดเร็ว

3.5 ขยายตลาดและสร้างความร่วมมือ กับภาคพลังงานทดแทนและสถาบันวิจัยเพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยี

3.6 บริหารต้นทุนและใช้แหล่งเงินทุนจากรัฐอย่างมีประสิทธิภาพ

3.7 สร้างมาตรฐานแบตเตอรี่ของโรงงาน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และพัฒนาศูนย์ทดสอบแบตเตอรี่ระดับสากล เพื่อรองรับการผลิตและการทดสอบ

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทหารเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานในอนาคต ดังกล่าวเหล่านี้จะช่วยให้โรงงานแบตเตอรี่ทหารซึ่งเป็นหน่วยงานด้านความมั่นคงสามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและตอบสนองต่อความต้องการด้านพลังงานของกองทัพและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ให้ทันสมัย

1.1 ควรปรับเปลี่ยนการผลิตจากแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดไปเป็นแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ของ แบตเตอรี่โซลิดสเตต ซึ่งมีแนวโน้มจะมาแทนที่ลิเธียมไอออนในอนาคต

2. การเพิ่มขีดความสามารถของโรงงานแบตเตอรี่ทหาร

2.1 ลงทุนปรับปรุงเครื่องจักรและนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้

2.2 สร้างห้องปฏิบัติการทดสอบแบตเตอรี่ ที่ได้มาตรฐานระดับสากล เช่น IEC, MIL, EN

2.3 พัฒนาศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Center) เพื่อสนับสนุนการพัฒนาแบตเตอรี่ที่เหมาะกับการใช้งานทางทหาร

3. การพัฒนาบุคลากรและองค์ความรู้

3.1 อบรมบุคลากรเกี่ยวกับ เทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและแบตเตอรี่โซลิดสเตต

3.2 ส่งบุคลากรไปศึกษา ดูงานและฝึกอบรมกับผู้ผลิตแบตเตอรี่ระดับโลก

3.3 ร่วมมือกับ มหาวิทยาลัยและศูนย์วิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรเฉพาะด้านแบตเตอรี่ทหาร

4. การปรับโครงสร้างการบริหารและการระดมทุน

4.1 ขอสนับสนุนงบประมาณ ผ่านโครงการยุทธศาสตร์ของกระทรวงกลาโหม

4.2 ปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อให้โรงงานสามารถแข่งขันกับภาคเอกชนได้ดีขึ้น

5. การพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือระหว่างประเทศ

5.1 สร้างความร่วมมือกับผู้ผลิตแบตเตอรี่ระดับโลก เช่น CATL, Tesla, LG Chem

5.2 เข้าร่วมโครงการวิจัยระดับนานาชาติ เพื่อเรียนรู้และรับถ่ายทอดเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและความคุ้มค่าของแบตเตอรี่แต่ละประเภท

1.1 ศึกษาความคุ้มค่าระหว่างแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน และแบตเตอรี่โซลิดสเตต

1.2 วิเคราะห์ ต้นทุนต่อรอบการใช้งาน และต้นทุนต่อหน่วยพลังงาน (Wh)

2. การพัฒนาแบตเตอรี่เพื่อใช้กับยุทโธปกรณ์ประเภทต่าง ๆ

2.1 ศึกษาการใช้แบตเตอรี่ สำหรับรถถัง, ปืนใหญ่, UAV และระบบพลังงานสำรองทางทหาร

2.2 ทดลองใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและแบตเตอรี่โซลิดสเตตกับอุปกรณ์ทางทหารเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม

3. การศึกษาแนวทางการรีไซเคิลแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนและการจัดการของเสีย

3.1 ค้นหาเทคโนโลยีการรีไซเคิลแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมทหาร

3.2 วิเคราะห์แนวทางการลดของเสียและการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่

4. การศึกษาโอกาสทางธุรกิจของแบตเตอรี่ทหารในภาคพลังงานทดแทน

4.1 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนในระบบโซลาร์เซลล์และกังหันลม

4.2 ศึกษาความต้องการของตลาด

ข้อเสนอแนะมุ่งเน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยี, การเพิ่มขีดความสามารถของโรงงาน และการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือ และงานวิจัยครั้งต่อไปควรมุ่งเน้นที่การศึกษาต้นทุน-ประสิทธิภาพ, การรีไซเคิล, การพัฒนาโรงงานอัจฉริยะ และการใช้แบตเตอรี่ในภาคพลังงานทดแทน

เอกสารอ้างอิง

1. พระราชกฤษฎีกา ยุบเลิกองค์การแบตเตอรี่ พ.ศ. 2550 ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 129 ตอนที่ 67 ก; 15 ตุลาคม 2550
2. บันทึกการลงทุน. การปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4: เทคโนโลยีพลิกโลก [Internet]. Finnomena. 2018 [cited 2025 Jan 5]. Available from:
3. คณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 – 2580), ประเด็นยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง, หน้า: 55 ถึง 61
4. คณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็น (20) การบริการประชาชน และประสิทธิภาพภาครัฐ (พ.ศ. 2566-2580) (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม)
5. ประกาศ เรื่อง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 139 ตอนพิเศษ 258 ง; 1 พฤศจิกายน 2565
6. สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม. แผนปฏิบัติราชการ ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566-2570) สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม, หน้า 24 ถึง 27
7. กระทวงกลาโหม. แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ (พ.ศ. 2563-2580)
8. แนวโน้มเทคโนโลยีพลังงานในอนาคต – งานวิจัยนโยบายองค์กร (OPR) [Internet]. [cited 2025 Jan 5]. Available from: https://www.nstda.or.th/opr/article-3/
9. Wu JQ, Zhang CT. Incentivizing new development of battery swapping services: Government subsidies and CSR. Computers & Industrial Engineering. 2025 Feb 1;200:110771.
10. Hema R, M J V. Advancing sustainable development: Introducing a novel fast charging technique for Li-ion batteries with supercapacitor integration. Computers and Electrical Engineering. 2024 Dec 1;120:109810.
11. รัตติพล ตันยา, อำนาจ สารันต์, ประทีป โภคินวงศ์, กิตติศักดิ์ กาญจนะวสิต, ธนวรรณ มงคลหมู่, พิมพา ลิ้มทองกุล, et al. การวิจัยและพัฒนาชุดแบตเตอรี่และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่. กรุงเทพฯ: สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพบก; 2560.

12. กิตติศักดิ์ พิพัฒน์พงศธร. แนวทางการผลิตแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนสำหรับรถยนต์ทหาร. วิทยาลัยการทัพบก; 2563

13 รศ.ดร.นงลักษณ์ มีทอง, โครงการวิจัยชุดแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนสำหรับการใช้งานในรถถัง รุ่น VT4 และรถถังเบารุ่น Commando Stringray. [อินเทอร์เน็ท], 2567 [เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2568]; เข้าถึงได้จาก: http:// th.kku.ac.th/194858/

14. ณัฏฐา ตันติวัฒน์. การพัฒนาโรงงานแบตเตอรี่ทหารเพื่อเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพบก; 2561. 16 หน้า.

15. พิมพา ลิ้มทองกุล, จิราวรรณ มงคลธนทรรศ, มานพ มาสมทบ, ภัทรกร รัตนวรรณ์, ธัญญา แพรวพิพัฒน์, วิเศษ ลายลักษณ์, กิตติพงศ์ เกษมสุข. การวิจัยแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์นั่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า. รายงานฉบับสมบูรณ์. อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิสถาบันยานยนต์; 2560.

16. นายรุสลัน หีมมิหน๊ะ และนายอัสรี จาลง. การกักเก็บพลังงานสำหรับอาคาร. สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2564.

17. พระราชบัญญัติ การบริหารทุนหมุนเวียน พ.ศ. 2558. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนที่ 92 ก. 25 กันยายน 2558; หน้า 1 ถึง 11

18. ข้อบังคับคณะกรรมการบริหารเงินทุนหมุนเวียนโรงงานแบตเตอรี่ทหาร พ.ศ. 2561 ลงวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2561

19. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. Mission Model Canvas เป็นเครื่องมือที่ช่วยออกแบบกลยุทธ์และแผนงาน [อินเตอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 7 พฤษภาคม 2568]. เข้าถึงได้จาก: https://partnership.thaihealth.or.th/mission-model-canvas

20. Dunn, B., Kamath, H., & Tarascon, J.-M. (2011). Electrical energy storage for the grid: A battery of choices. *Science, 334*(6058), 928-935.

21. Goodenough, J. B., & Park, K.-S. (2013). The Li-ion rechargeable battery: A perspective. *Journal of the American Chemical Society, 135*(4), 1167-1176.

22. Bruce, P. G., Freunberger, S. A., Hardwick, L. J., & Tarascon, J.-M. (2012). Li-O2 and Li-S batteries with high energy storage. *Nature Materials, 11*(1), 19-29.

23. Hwang, J.-Y., Myung, S.-T., & Sun, Y.-K. (2017). Sodium-ion batteries: Present and future. *Chemical Society Reviews, 46*(12), 3529-3614.

24. Janek, J., & Zeier, W. G. (2016). A solid future for battery development. *Nature Energy, 1*(9), 16141.

25. Manthiram, A., Yu, X., & Wang, S. (2017). Lithium battery chemistries enabled by solid-state electrolytes. *Nature Reviews Materials, 2*(4), 16103.

26. Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). *Handbook of Batteries* (3rd ed.). McGraw-Hill.

27. Pavlov, D. (2011). *Lead-Acid Batteries: Science and Technology*. Elsevier.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ นาวาเอกหญิง ทัดดาว พุทธชาติ

วัน เดือน ปีเกิด 8 พฤษภาคม 2518

ประวัติสำเร็จการศึกษา

พ.ศ. 2536	โรงเรียนนวมินทราชูทิศ มัชฌิม
พ.ศ. 2540	ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2557	ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2540 - 2552	ประจำแผนกตรวจทางเคมี กองควบคุมมาตรฐานการผลิต โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร
พ.ศ. 2552 – 2554	ประจำแผนกวิจัยและพัฒนา กองวิจัยและพัฒนา โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร
พ.ศ. 2558 - 2560	หัวหน้าแผนกแผนการผลิต กองแผนและโครงการ โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร
พ.ศ. 2560 - 2563	หัวหน้าแผนกควบคุมยุทธภัณฑ์ กองควบคุมยุทธภัณฑ์ กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ. 2563 - 2568	รองผู้อำนวยการโรงงานแบตเตอรี่ทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร