

ปีที่ 8 - 9 ฉบับที่ 24 - 25 | เมษายน - พฤศจิกายน 2562

# TIRATHAI

www.tirathai.co.th

JOURNAL

# GO NO GO



## to Solar Rooftop



# มีอะไรในฉบับนี้

Contents

## วิศวกรรมไฟฟ้า Electrical Engineering

**4** GO/NO GO  
to Solar rooftop  
ศราวุธ สอนอุไร



**14** เซลล์แสงอาทิตย์  
เฉลิมศักดิ์ วุฒิมศลา



**24** แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน  
เฉลิมศักดิ์ วุฒิมศลา



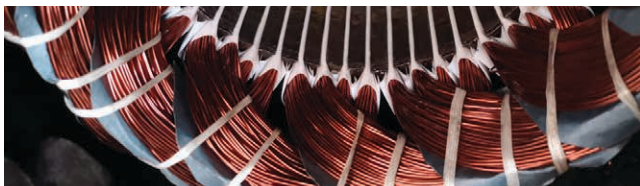
**36** Battery Energy  
Storage System  
ศิวกร



**46** วัฒนธรรมการ..  
ไฟฟ้าโลก  
ศิวกร

## ครูไฟฟ้า Guru's Writing

**58** เทคนิคการลดกระแสสตาร์ทมอเตอร์  
ด้วยวิธีลดแรงดันร่วมกับ  
การชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ  
พศ.ดร. อธิภา บุญญาอรุณเนตส



## คุณทำได้ Do It Yourself

**66** Case study Dynamic Resistance  
Measurement On Load Tap hanger  
(OLTC)  
Mr.T



บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน) มุ่งหวังให้หนังสือเล่มนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและใส่ใจ  
สุขภาพผู้อ่าน เนื้อหาของหนังสือจึงจัดพิมพ์บนกระดาษที่ผลิตด้วยกระบวนการปลอด  
สารพิษ จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และใช้หมึกพิมพ์ที่ผลิตจากน้ำมันถั่วเหลือง

หนังสือเล่มนี้ทำจากกระดาษ  
**EPO** 74 gsm.  
www.papergreen.co.th ☎ 02-682-8852-4



บริหารนอกตำรา  
Beyond Management School

**72** A MUST WORLD  
PARADIGM CHANGE  
ถึงเวลาแล้วที่โลก  
ต้องเปลี่ยนแปลง  
ค่านิยมแห่งการพัฒนา  
ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส



เรื่องเก่าเล่าใหม่  
Retrospect



**86** ผู้คนแห่งเดือนตุลา  
ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส

ในนามของความดี  
On Behalf of Virtue



**106** ละครชาตรี  
นาฏศิลป์ไทยในบางปลา  
รัฐพล เกษมวงศ์จิตร

รากไทย  
Thai Origin

**78** จารึกศรีสองรัก  
ตัวจริงถูกลักพา  
ไป 75 ปี  
กลับมาเพียง  
กระดาษสำเนา  
เป็นรอยหมึก  
รูปเศษหิน 8 ชิ้น  
นพชัย แดงดีเลิศ



ย้อนรอยหม้อแปลง  
Along The Transformer Site



**96** พระเจ้าตากสินกบหม้อข้าว  
หม้อแกงที่ไหนแน่ ?  
ตามตะบัน

ทิวไทยกับสังคม  
Tirathai & Society



**112** กรอบความรับผิดชอบ  
ต่อสังคมของกิจการ  
น้ำเน่าได้เงาจันทร์

TIRATHAI JOURNAL  
GO NO GO  
to Solar Rooftop  
www.tirathai.com

ปีที่ 8 - 9 ฉบับที่ 24 - 25  
เมษายน 2562 - พฤศจิกายน 2562



เจ้าของ  
บริษัท ทิวไทย จำกัด (มหาชน)  
516/1 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู  
ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง  
จังหวัดสมุทรปราการ 10280

ที่ปรึกษา  
สัมพันธ์ วงษ์ปาน, สุนันท์ สันติโชตินันท์

บรรณาธิการ  
ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส

ฝ่ายวิชาการ  
อวยชัย ศิริวงษา, เฉลิมศักดิ์ วุฒิสเตลา,  
ศราวุธ สอนอุไร, จิรวัดณ์ เกษมวงศ์จิตร

ฝ่ายประสานงาน  
รัฐพล เกษมวงศ์จิตร,  
ศิรินทร์ภรณ์ หลาบหนองแสง

ฝ่ายศิลป์ และพิสูจน์อักษร  
บริษัท ภาพพิมพ์ จำกัด

จัดพิมพ์  
บริษัท ภาพพิมพ์ จำกัด

ข้อเขียนทั้งหมดใน Tirathai Journal ฉบับนี้  
ไม่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับท่านที่ต้องการนำไปเผยแพร่  
ต่อโดยไม่ผิดประสงค์ทางการค้า ท่านไม่จำเป็นต้อง  
ขออนุญาตเรา แต่หากท่านจะแจ้งให้เราทราบว่าท่าน  
นำไปเผยแพร่ต่อที่ใด ก็จักเป็นพระคุณยิ่ง

# หมายเหตุบรรณาธิการ

## Editor's Note

TIRATHAI JOURNAL ฉบับนี้ เป็นฉบับพิเศษอีกฉบับที่ควรรวมฉบับที่ 24 กับ 25 เข้าด้วยกัน ในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีวันสำคัญทางประวัติศาสตร์อยู่วันหนึ่งซึ่งคนไทยส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยรู้จักกัน นั่นคือวันที่ 6 พฤศจิกายน

วันนั้นเมื่อ 252 ปีที่ผ่านมา ขณะสิ้นฤดูมรสุม เจ้าตากได้นำกำลังทัพที่ยกมาจากเมืองจันทบุรี เข้าตีค่ายโพธิ์สามต้นที่สุกี้พระนายกอง คนมอญในอยุธยาที่พม่าตั้งให้เป็นนายกองใหญ่ บัญชาการอยู่จนแตกราบคาบ สามารถกอบกู้กรุงศรีอยุธยากลับคืนมาจากการเสียกรุงครั้งที่ 2 ให้แก่พม่าได้เป็นผลสำเร็จ

วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2310 จึงถือเป็น “วันชนะศึก” ของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช และวันที่ 6 พฤศจิกายน ของทุกปี ก็ควรถือเป็น “วันเอกราช” ของชาติไทยด้วยเช่นกัน

TIRATHAI JOURNAL ฉบับนี้ จึงนำเรื่องราวของวันสำคัญทางประวัติศาสตร์วันนี้ มาเผยแพร่แก่ท่านผู้อ่านในหน้าถัดไป ขณะเดียวกัน ตามตะวัน ผู้เขียนคอลัมน์ย้อนรอยหม้อแปลง ก็ลงพื้นที่สำรวจจุดทาบหม้อข้าวหม้อแกงของกองทัพอากาศก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรี ซึ่งนักโบราณคดีเพิ่งขุดพบหลักฐานยืนยันความน่าจะเป็นของจุดประวัติศาสตร์นี้ได้เมื่อต้นปี พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมานี้เอง

และเนื่องจากเป็นฉบับควรรวม คอลัมน์วิศวกรรมไฟฟ้าฉบับนี้ จึงมีข้อเขียนดีๆ ให้ท่านผู้อ่านจู่ใจถึง 5 เรื่อง โดย 2 เรื่องแรกเป็นเรื่องเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มด้วย “GO / NO GO to Solar rooftop” ของ ศราวุธ สอนอุไร ที่นำเสนอข้อมูลอย่างรอบด้าน เพื่อให้ท่านสามารถตัดสินใจได้ว่าควรติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านของท่านหรือไม่ ตามมาด้วยเรื่อง “เซลล์แสงอาทิตย์” ของ เฉลิมศักดิ์ วุฒิสเลลา ที่เล่าถึงประวัติการคิดค้นเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเริ่มในปี ค.ศ. 1839 โดยนักฟิสิกส์ฝรั่งเศสวัยเพียง 19 ปีคนหนึ่ง กระทั่งปัจจุบันกลายเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนสำคัญที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วทั้งเทคโนโลยีการผลิตและราคา

วิศวกรรมไฟฟ้า 2 เรื่องต่อมา เป็นเรื่องต่อเนื่องจากระบบกักเก็บพลังงาน (Energy storage system) ที่นำเสนอไปในฉบับที่แล้ว คือเรื่อง “แบตเตอรี่ ลิเทียมไอออน” ของ เฉลิมศักดิ์ วุฒิสเลลา ซึ่งเล่าถึงความเป็นมา และพัฒนาการด้านการผลิตและการตลาดรวมทั้งโครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ชนิดนี้ เรื่อง “Battery Energy Storage System” ของ ศิวกร พุดถึงเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่จะมีบทบาทพลิกโฉมการทำงานของกิจการไฟฟ้าไปอย่างสิ้นเชิง แม้ปัจจุบันในประเทศของเราจะเน้นการนำไปใช้กับรถไฟฟ้าก็ตาม

วิศวกรรมไฟฟ้าเรื่องสุดท้าย เป็นข้อเขียนของ ศิวกร เรื่อง “วิวัฒนาการ..ไฟฟ้าโลก” เขียนขึ้นเพื่อสนับสนุนข้อมูลและเพิ่มเติมรายละเอียดของปฏิทิน บริษัท ภิรไทย จำกัด (มหาชน) ประจำปี พ.ศ. 2563 โดยได้จัดแบ่งยุควิวัฒนาการของไฟฟ้าโลก เป็น 7 ยุค เริ่มตั้งแต่ยุคบุกเบิก ยุคพลังน้ำ ยุคถ่านหิน ยุคนิวเคลียร์ ยุคก๊าซธรรมชาติ ยุคกังหันลม และยุคเซลล์แสงอาทิตย์

คอลัมน์ครูไฟฟ้า ยังคงเข้มข้นด้วยองค์ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้าเช่นเคย ฉบับนี้แนะนำเสนอผ่านข้อเขียน ของ ผศ. ดร. อิชญา บุญญาอรุณเนตร จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เรื่อง “เทคนิคการลดกระแสสแตร์ทมอเตอร์ด้วยวิธีลดแรงดันร่วมกับการชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ”

คอลัมน์อื่นๆ ที่เหลือ ยังเข้มข้นครบครันเหมือนเดิม ไม่ว่าจะเป็น คอลัมน์บริหารนอกตำรา “A Must World Paradigm Change” ที่ท้าทายให้ทุกคนบนโลกใบนี้หวนกลับมาครุ่นคิดอย่างจริงจังถึงค่านิยมแห่งการพัฒนาทางวัตถุที่แลกมาด้วยจิตใจที่เสื่อมทรามลง

ค่านิยมแห่งการพัฒนาทางวัตถุที่เดินคู่ไปกับการยึดครองครอบงำ เบียดขับกลืนกิน ปล้นชิงทำลายล้าง ในขณะที่โลกใบนี้ยังกว้างใหญ่ไพศาล และอุดมสมบูรณ์พอที่จะให้ทุกคนอยู่ร่วมกันอย่างสงบสันติสุขและมีกินมีใช้อย่างสุขสมบูรณ์ โดยไม่ต้องสู้รบ ไม่ต้องเอารัดเอาเปรียบ ถ้าเรารู้จักแบ่งปันและเพียงพอ

คอลัมน์รากไทยฉบับนี้ นำเสนอเรื่องราวความซื่อสัตย์และความผูกพันระหว่างกษัตริย์สองแผ่นดินศรีอยุธยา กับ ศรีสัตนาคนหุต ผ่านจารึกศรีสองรักที่สืบค้นได้จากกระดาษสำเนาเป็นรอยหมึกรูปเศษหิน 8 ชิ้น เรื่องราวในประวัติศาสตร์ที่หาอ่านได้ไม่ง่ายนัก เช่นนี้ ต้องอ่านให้ได้ !

คอลัมน์ในนามของความดี อันเป็นความมุ่งหวังของวารสารเรา ที่จะเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่และเชิดชูคนดีที่คิดดีและทำดี ฉบับนี้จึงได้นำเสนอเรื่องราวความดีของคนกันเอง คือครอบครัวคณะละครชาตรีและวงปี่พาทย์ของตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งสมาชิกคนหนึ่งของครอบครัวละครคณะนี้ทำงานอยู่กับบริษัท ภิรไทย ของเรา โดยผ่านข้อเขียนของ รัฐพล เกษมวงศ์จิตร เรื่อง “ละครชาตรี นาฏศิลป์ไทยในบางปลา”

สุดท้าย ฉบับนี้เรายังได้เพิ่มคอลัมน์ใหม่อีกหนึ่งคอลัมน์ คือ คอลัมน์ “เรื่องเก่า เล่าใหม่” ประเดิมด้วยเรื่อง “ผู้คนแห่งเดือนตุลา” ซึ่งเป็นเดือนที่อยู่ในคานของวารสารฉบับนี้ “ผู้คนแห่งเดือนตุลา” เป็นเรื่องราวของผู้คนมุสลิมเล็กๆ มุมหนึ่ง ในถนนสายใหญ่แห่งเดือนตุลา เป็นคนเล็กๆ ที่ไม่ค่อยมีใครรู้จักหรือบันทึกไว้ แต่เขาเหล่านั้นคือวีรชนที่แต่งแต้มสีสันและความสมบูรณ์ให้กับประวัติศาสตร์เดือนตุลา เช่นเดียวกับวีรชนอีกหลายคนที่เรารู้จัก เพียงแต่พวกเขาเป็นวีรชนนิรนามที่เดินเข้ามาในชีวิตเราพร้อมกับเหตุการณ์ และจากเราไปเมื่อเหตุการณ์สิ้นสุดลง... ไม่อ่าน ไม่ได้เลย!



นรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส



## 6 พ.ย. วันเอกราชของชาติไทย

ย้อนไปในวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2309 (ตัวเลข พ.ศ. นับตามการเปลี่ยนศักราช ณ เวลานั้น) ซึ่งตรงกับวันเสาร์ ขึ้น 4 ค่ำ เดือนยี่ จุลศักราช 1128 ปีจอ อัฐศก พระยาตากเห็นว่ากรุงศรีอยุธยา คงต้องเสียให้แก่พม่าเป็นแน่ จึงตัดสินใจนำทหารในบังคับบัญชา ติฝาวงล้อมของกองทัพพม่าไปทางด้านทิศตะวันออก เพื่อรวบรวมผู้คนและยุทธปัจจัยต่างๆ มาสู้รบกับกองทัพพม่าอีกครั้ง

ในระหว่างเดินทัพรวบรวมกำลังพลอยู่นั้น พม่าก็สามารถเข้าตีกรุงศรีอยุธยาได้ในวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2310 ชาวกรุงแตกได้แพร่กระจายออกไป ขณะที่พระยาตากอยู่ที่เมืองระยอง พระยาตากจึงประกาศตนเป็นผู้นำในการกอบกู้กรุงศรีอยุธยา และตั้งตนขึ้นเป็นเจ้าเพื่อให้คนทั้งหลายยำเกรง อันจะทำให้การกอบกู้แผ่นดินสำเร็จโดยง่าย

จากนั้นเจ้าตากจึงนำกำลังเข้าตีเมืองจันทบุรี เนื่องจากเจ้าเมืองไม่ยอมสวามิภักดิ์ และร่วมมือ หลังจากยึดเมืองจันทบุรีได้แล้วก็รวบรวมผู้คน ฝึกไพร่พลให้พร้อมรบ พร้อมกับสั่งให้ต่อเรือรบและรวบรวมเครื่องศัสตราวุธและยุทธภัณฑ์ภายในเวลา 3 เดือน เพื่อวางแผนการรบตีกรุงศรีอยุธยาคืนจากข้าศึก

เมื่อสิ้นฤดูมรสุมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2310 เจ้าตากจึงยกกองทัพเรือจากจันทบุรี กลับเข้ามาทางปากแม่น้ำเจ้าพระยา แล้วเข้าโจมตีข้าศึกที่เมืองธนบุรี เมื่อเจ้าตากยึดเมืองธนบุรีและปราบนายทองอินได้แล้ว จึงเคลื่อนทัพต่อไปที่กรุงศรีอยุธยา เข้าตีค่ายโพธิ์สามต้นที่สุกี้พระนายกองบัญชาการอยู่จนราบคาบ สามารถกอบกู้กรุงศรีอยุธยา กลับคืนมา เมื่อวันศุกร์ ขึ้น 15 ค่ำ เดือน 12 จุลศักราช 1129 ปีกุน นพศก เวลาบ่ายโมงเศษ ซึ่งตรงกับวันศุกร์ที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2310 ใช้เวลา 7 เดือนหลังจากคราวเสียกรุงศรีอยุธยา

วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2310 จึงถือเป็น “วันชนะศึก” ของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช และ วันที่ 6 พฤศจิกายน ของทุกปี จึงควรถือเป็น “วันเอกราช” ของชาติไทย



ศราวุธ สอนอุไร

ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม)  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
วิศวกรระดับ 10 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



# GO/NO GO to Solar rooftop

สถานการณ์ในปัจจุบันของโลกและของประเทศไทย ปัญหาด้านพลังงานและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญและมีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นต้นเหตุหลักของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก การหันมาหาพลังงานทดแทนกลายเป็นเรื่องที่คุณทั่วโลกให้ความสนใจ โดยเฉพาะการใช้ “พลังงานแสงอาทิตย์” ซึ่งเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมด และเป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของมนุษย์ พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงที่เราสามารถนำมาใช้ได้อย่างเท่าเทียมกัน ในอดีตหลายคนอาจมองข้ามการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพราะเห็นว่ามีต้นทุนสูง คิดว่าไม่คุ้มค่ากับการลงทุนไปจนถึงความคิดที่ว่าติดตั้งอุปกรณ์หรือแผงโซลาร์เซลล์ได้ยาก แต่ในปัจจุบันการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านเรือนในเมืองใหญ่ หรือแม้แต่บ้านสวนไร่นาก็สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

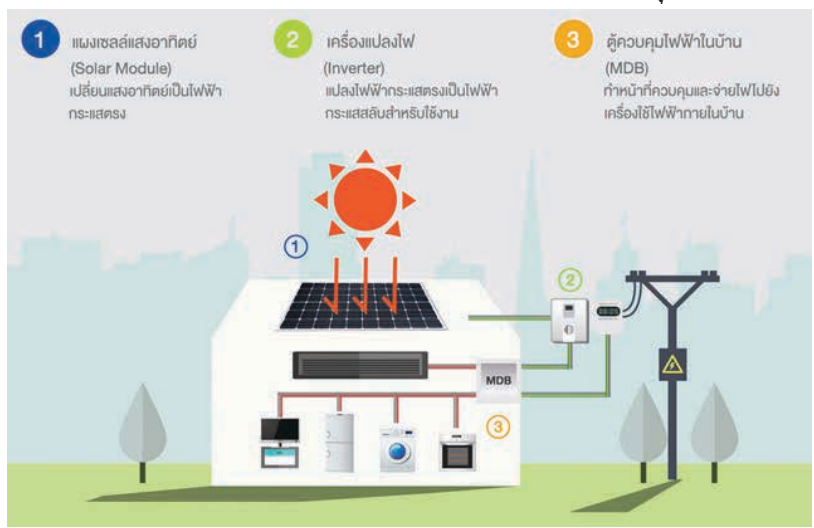
จากประกาศเชิญชวน รับซื้อไฟฟ้าโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับภาคประชาชนประเภทบ้านอยู่อาศัย พ.ศ. 2562 ตามมติ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานแห่งชาติ ในปริมาณไม่เกิน 100 เมกะวัตต์ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ดำเนินการในเขตการไฟฟ้านครหลวง 30 เมกะวัตต์ และการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค 70 เมกะวัตต์ โดยมีอัตราการรับซื้อไฟฟ้าเท่ากับ 1.68 บาทต่อหน่วย เป็นระยะเวลา 10 ปี ซึ่งมีหลายคนตั้งคำถามว่าโครงการนี้จะติดตั้งเพื่อขายไฟ หรือจะติดตั้งไว้ใช้เอง เพื่อลดภาระค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย รวมถึงเรื่องการลงทุนซึ่งเป็นเงินก้อนใหญ่ จะคุ้มหรือไม่บทความนี้ขอให้อ่านข้อมูลเพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจครั้งนี้ครับ

## ข้อมูลพื้นฐาน

การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาภาคครัวเรือน เป็นอีกโครงการที่มีการพูดถึงกันมากในปัจจุบัน ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่า ถนนทุกสายมุ่งสู่การผลิตไฟฟ้าด้วย เซลล์แสงอาทิตย์ หรือที่เรียกกันก็คือ ระบบโซลาร์รูฟ (Solar Roof) เพราะช่วยลดปริมาณไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้า ทำให้ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า ขณะเดียวกัน ปริมาณไฟฟ้าที่เหลือใช้ยังขายให้แก่การไฟฟ้า เพื่อเป็นรายได้เสริมอีกทาง

โซลาร์รูฟ หมายถึง ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์หรือการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคาบ้านที่อยู่อาศัยหรือบนอาคารต่างๆ สามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เองภายในบ้าน, อาคารหรือโรงงาน โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะรับพลังงานจากแสงอาทิตย์แล้วจ่ายเป็นไฟกระแสตรง (DC) ให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดเชื่อมต่อกับสายส่ง (Grid tie Inverter) แล้วแปลงไฟกระแสตรง (DC) ให้เป็นไฟกระแสสลับ (AC 220V 50Hz) ตามรูปที่ 1 เราก็จะได้กระแสไฟฟ้าที่พร้อมใช้งานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็น ทีวี พัดลม ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

ที่มา สมาคมธุรกิจรับสร้างบ้าน



รูปที่ 1 แสดงระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์



หลักการทำงาน ในเวลากลางวันระบบโซลาร์รูฟ จะผลิตกระแสไฟฟ้าโดยจะต่อร่วมกับไฟของการไฟฟ้า การทำงานของระบบจะใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากระบบโซลาร์รูฟมาใช้ก่อน กรณีที่ใช้ไฟเยอะเกินกว่าที่ระบบโซลาร์รูฟผลิตได้ ระบบก็จะรับกระแสไฟฟ้าจากสายส่งการไฟฟ้าเข้ามาช่วยจ่ายพลังงาน ส่วนกรณีใช้ไฟน้อย ระบบก็จะทำการจ่ายคืนกระแสไฟฟ้าที่เกินความต้องการเข้าสู่ระบบสายส่งของการไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (มิเตอร์จะหมุนกลับทิศ) ทำให้ช่วยลดค่าไฟฟ้าลงได้ (ในกรณี Solar Roof โครงการขายไฟ จะมีมิเตอร์ขายไฟอีกตัวแยกต่างหาก)

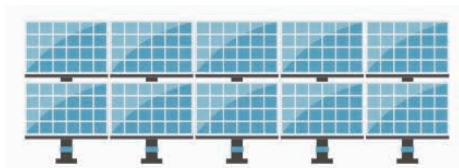
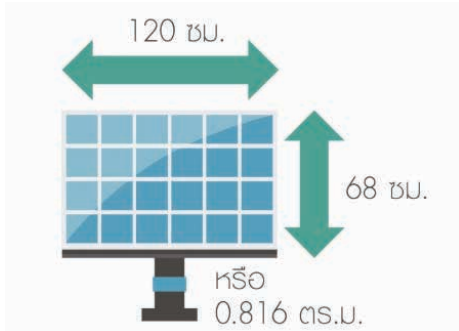
ในเวลากลางคืนจะไม่มีแสงอาทิตย์ระบบก็จะหยุดการทำงาน เราจะใช้ไฟจากการไฟฟ้าได้อย่างเดียว (ทำให้ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงาน) เมื่อสว่างมีแสงอาทิตย์ระบบก็จะเริ่มทำงานผลิตไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ

ระบบจะตัดการทำงานเมื่อมีไฟฟาดับ ในกรณีที่ไฟฟาดับเครื่องแปลงกระแส (Grid Inverter) จะตัดการทำงานของระบบโดยอัตโนมัติ จะไม่มีกระแสไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายเข้าไปในบ้านและสายไฟของการไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ ที่จะมาทำการซ่อมบำรุง ดังนั้นจะไม่สามารถนำไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ได้เมื่อไฟฟาดับ โดยการทำงานแบบนี้จะเป็นมาตรฐานที่ใช้กันทั่วโลกเหมือนกันหมด



## ข้อมูลเทคนิคแผงเซลล์แสงอาทิตย์

1. ขนาดพื้นที่ติดตั้ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ใช้พื้นที่ 0.816 ตร.ม. ถ้าติดตั้ง 1 กิโลวัตต์ ต้องใช้ 10 แผง พื้นที่ที่ติดตั้งทั้งหมด 8.16 ตร.ม.



2. หากติดตั้ง 2.1 กิโลวัตต์ จะสามารถใช้เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 BTU ได้ 2 เครื่อง



คุณได้ใช้ไฟ

2.1 กิโลวัตต์

(หรือ 1,200 BTU = 1 กิโลวัตต์)

3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้กระแสไฟฟ้าได้ดี ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.



การไฟฟ้านครหลวง Metropolitan Electricity Authority

# เครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านที่เราใช้กัน กินไฟเท่าไรบ้างนะ

**ห้องส่วนตัว**

- เครื่องปรับอากาศ: 1,200-3,300 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 5-13 บาท\*
- เครื่องตู้เย็น: 400-1,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 2-4 บาท\*
- เครื่องทำน้ำอุ่น: 2,500-12,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 10-47 บาท\*
- เครื่องดูดฝุ่น: 750-1,200 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 3-5 บาท\*
- เครื่องเล่น VDO: 20-75 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 10-30 สตางค์\*
- ตู้เย็น: 80-180 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 30-70 สตางค์\*
- โทรทัศน์: 80-180 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 30-70 สตางค์\*
- เครื่องซักผ้า: 3,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 12 บาท\*
- เตาไมโครเวฟ: 100-1,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 0.40-4 บาท\*
- ตู้เย็น: 800-1,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 3-4 บาท\*
- ตู้เย็น: 70-145 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 25-60 สตางค์\*
- ตู้เย็น: 7-10 คิว, 70-145 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 25-60 สตางค์\*
- หม้อหุงข้าว: 450-1,500 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 2-6 บาท\*
- เครื่องปั่นนมบด: 800-1,000 วัตต์, ค่าไฟชั่วโมงละ 3-4 บาท\*

\*หมายเหตุ: ศึกษากำหนดอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ประเภท 3.9 บาท/หน่วย

MEA Call Center 1130 / www.mea.or.th

ก้าวสู่วิวัฒนาการ LEVADING BEYOND TOMORROW

การไฟฟ้านครหลวง (MEA) | mea\_news | @meanews | MEA Multimedia

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดกินไฟเท่าไร

## ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำแนกตามปริมาณการใช้เครื่องไฟฟ้า



3 kW	5 kW	10 kW
พื้นที่ติดตั้ง 20-25 ตร.ม.	พื้นที่ติดตั้ง 35-40 ตร.ม.	พื้นที่ติดตั้ง 70-80 ตร.ม.
ผลิตไฟฟ้า 4,380 หน่วยต่อปี	ผลิตไฟฟ้า 7,500 หน่วยต่อปี	ผลิตไฟฟ้า 14,600 หน่วยต่อปี
หลอดไฟฟ้า 14 วัตต์ 10 ดวง	หลอดไฟฟ้า 14 วัตต์ 20 ดวง	หลอดไฟฟ้า 14 วัตต์ 40 ดวง
LED TV 42 นิ้ว 3 เครื่อง	LED TV 42 นิ้ว 5 เครื่อง	LED TV 42 นิ้ว 6 เครื่อง
ตู้เย็น 15 ลิตร 2 เครื่อง	ตู้เย็น 15 ลิตร 3 เครื่อง	ตู้เย็น 15 ลิตร 3 เครื่อง
เครื่องปรับอากาศ 12,000 BTU 2 เครื่อง	เครื่องปรับอากาศ 12,000 BTU 4 เครื่อง	เครื่องปรับอากาศ 12,000 BTU 6 เครื่อง
<b>ราคาติดตั้งทั้งหมด*</b> <b>147,000 บาท</b>	<b>ราคาติดตั้งทั้งหมด</b> <b>254,000 บาท</b>	<b>ราคาติดตั้งทั้งหมด</b> <b>548,000 บาท</b>

\*ที่มา <http://www.ecosolar.co.th/product-price/solar-rooftop-60000-kw>  
(49,000 บาท ต่อ 1 กิโลวัตต์)

จากตารางจะเห็นว่าต้นทุนการติดตั้งระบบ Solar Rooftop เช่น ขนาด 5 kWp ต้องใช้พื้นที่หลังคาในการติดตั้ง 35-40 ตารางเมตร ต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 254,000 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 7,500 หน่วย/ปี โดยคิดจาก 1 ปี (365 วัน) ผลิตไฟฟ้าได้วันละ 4 ชม. กำลังผลิต 5 kWp (365 วัน x 4 ชม. x 5 kWp) เท่ากับ 7,500 หน่วย/ปี หากแสงแดดในแต่ละวันมากกว่า 4 ชม. ก็จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้นเช่นกัน

## จุดที่ต้องสังเกตก่อนการลงทุน

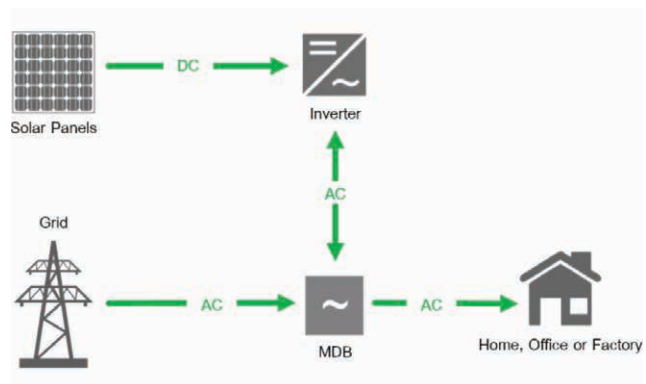
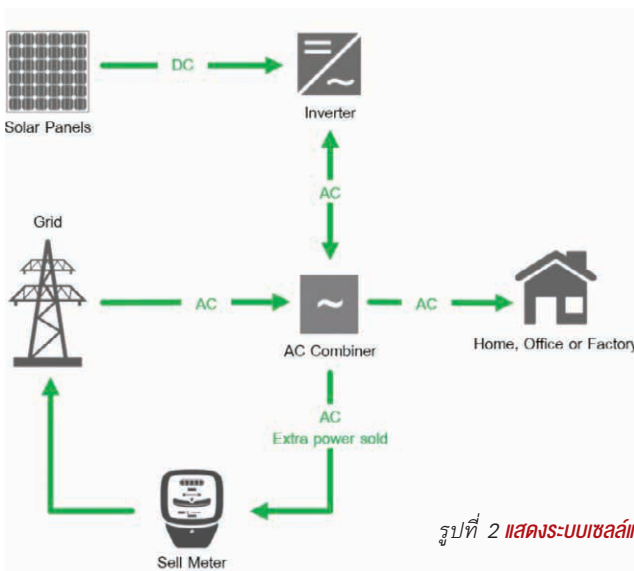
1. ความพร้อมโครงสร้างหลังคาว่าสามารถติดตั้งระบบ Solar Roof ได้หรือไม่
2. คำนวณต้นทุนการลงทุนรวมถึงค่าบำรุงรักษาและค่าเสื่อมอุปกรณ์
3. ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ขั้นต่ำ/ปี และค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้อาจแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ภูมิอากาศ, มุมองศา, การถูกบดบัง, พื้นที่ติดตั้ง

## ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

### 1. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) หรือระบบออนกริด

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้า



รูปที่ 2 แสดงระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย

โดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ตามรูปที่ 2

ระบบนี้ใช้สำหรับผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายโดยตรงหรือเพื่อขายให้การไฟฟ้าฯ (การไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบนี้จะถูกจ่ายโดยตรงเข้าสู่แผงกระจายไฟหลัก MDB และใช้ภายในครัวเรือนหรือธุรกิจ จากนั้นพลังงานไฟฟ้าที่เหลือจะถูกจ่ายเข้าไปในกริด พลังงานไฟฟ้าที่เหลืออาจจะถูกขายกลับไปให้การไฟฟ้าฯ ภายใต้โปรแกรม net-metering

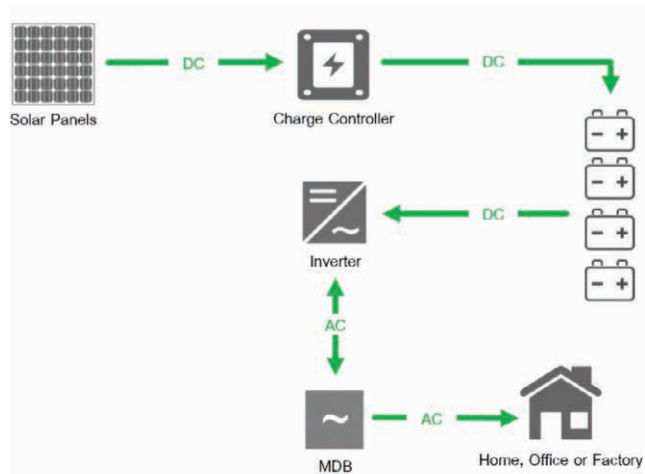
**ประโยชน์ :**

1. ได้รับสิทธิในการขายไฟให้การไฟฟ้าฯ
2. ไม่ต้องการระบบแบตเตอรี่
3. ใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน ระหว่างที่ระบบพลังงานแสงอาทิตย์กำลังทำงานอยู่ เช่น โฮมออฟฟิศ ธุรกิจอาศัยอยู่ในพื้นที่ ที่กริดมีความเสถียรดี

**2. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) หรือระบบออฟกริด**

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ ตามรูปที่ 3

**การทำงาน** ระบบออฟกริด คือระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ที่มากเพียงพอสำหรับโหลดเป้าหมายของบ้านของคุณ หรือสถานที่ทำงาน พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3 แสดงระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

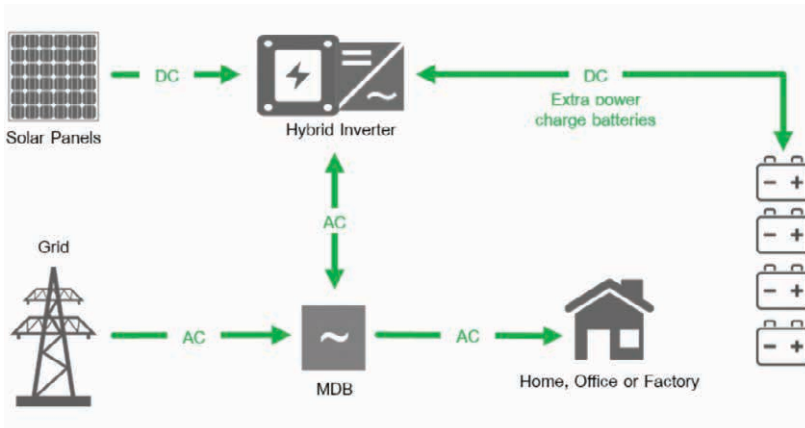
ถูกดึงมาจากแบตเตอรี่ เข้าสู่อินเวอร์เตอร์ที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจาก DC เป็น AC ด้วยระบบที่มีขนาดแบตเตอรี่เหมาะสม เราจะสามารถออกแบบระบบที่สามารถทำงานได้ถึงสองสามวันหรือมากกว่าได้

**ประโยชน์ :**

1. เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงกริดของการไฟฟ้าฯ ได้
2. ต้องการความเป็นอิสระในด้านพลังงาน
3. ไม่ได้รับสิทธิในการขายไฟให้การไฟฟ้าฯ สามารถรับได้กับการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก 5-10 ปี

**3. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) หรือระบบไฮบริด**

ระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าชนิดอื่นๆ อุปกรณ์ของระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งนำมาต่อให้ได้แรงดันตามความต้องการของอุปกรณ์แปลงพลังงาน แบบผสมผสาน (Hybrid inverter) โดยสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันลมผลิตไฟฟ้าและแบตเตอรี่ ระบบนี้ผสมผสานระหว่างข้อดีของทั้ง 2 ระบบตามรูปที่ 4 พลังงานแสงอาทิตย์ถูกใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งสามารถระบุขนาดได้ตามต้องการ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในบ้านหรือออฟฟิศของคุณ จะรับพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่นี้โดยผ่านอินเวอร์เตอร์ที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจาก DC เป็น AC อย่างไรก็ตามเมื่อเราใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายได้ มันจะเปลี่ยนไปรับพลังงานมาจากกริดโดยอัตโนมัติ และหากมีพลังงานเหลือก็จะถูกส่งไปสู่อกริด



รูปที่ 4 แสดงระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

**ประโยชน์ :**

1. นำข้อดีที่สุดของทั้ง 2 ระบบ มาใช้งาน
2. ต้องการให้ระบบผลิตไฟฟ้าได้ในตอนกลางคืน

สามารถรับได้กับการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก 5-10 ปี

**หลักเกณฑ์เบื้องต้นของผู้เข้าร่วมโครงการ 'โซล่า รูฟท็อป' ภาคประชาชน**

1. ผู้ที่เป็นเจ้าของมิเตอร์ไฟฟ้า ประเภทที่บ้านอยู่อาศัย
2. มีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้าน้อยกว่า 10 KWp ต่อมิเตอร์
3. การไฟฟ้าจะรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกินในอัตราไม่เกิน 1.68 บาทต่อหน่วย ในระยะเวลารับซื้อส่วนเกิน 10 ปี ยอดรวมทั้งโครงการไม่เกิน 100 เมกะวัตต์ COD ภายในปี 2562
4. พื้นที่ดำเนินการของการไฟฟ้านครหลวง ประกอบด้วย 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ สำหรับพื้นที่ดำเนินการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประกอบด้วย 74 จังหวัด ที่อยู่นอกเหนือจากพื้นที่ดำเนินการของการไฟฟ้านครหลวง

**ผลประโยชน์จากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาภาคประชาชนส่งผลดีต่อประเทศไทยอย่างไร**

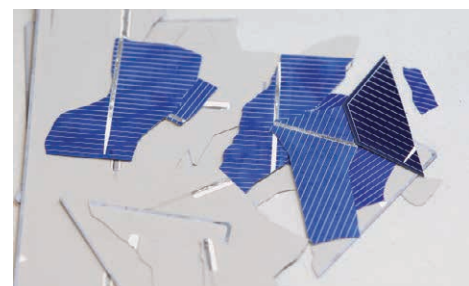
1. ลดการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าของภาครัฐ หากมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในปี 2564 จำนวน 1,000 เมกะวัตต์ ตามแผน AEDP จะช่วยลดการลงทุนได้มากมายมหาศาล
2. ลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยหากมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นไปตามเป้าคือ 100 เมกะวัตต์ต่อปี จะสามารถลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ถึง 790 ล้านลูกบาศก์ฟุต

3. ลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบสายส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า เนื่องจากระบบผลิตไฟฟ้าติดตั้งอยู่ใกล้กับที่บริเวณที่ต้องใช้ไฟฟ้า ทำให้สามารถลดกำลังสูญเสียในการส่งพลังไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่อยู่ไกลออกไปได้
4. สามารถกระจายโอกาสในการมีส่วนร่วมผลิตไฟฟ้าไปยังพื้นที่ห่างไกล

**ผลกระทบจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาภาคประชาชน**

1. มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ และทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ทุกปี
2. ภาครัฐเกิดความไม่แน่นอนในการวางแผนด้านอุปทาน ผู้ประกอบการบางรายใช้อุปกรณ์การผลิตไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำเพื่อลดต้นทุนของโรงไฟฟ้าทำให้เกิดความเสี่ยงต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเมื่อไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้า ทำให้ภาครัฐเกิดความไม่แน่นอนในการวางแผนด้านอุปทาน (supply) สำหรับการจัดหาพลังงานไฟฟ้าในอนาคตได้
3. โซลาร์เซลล์สร้าง 'ขยะพลังงาน'

แม้การใช้โซลาร์เซลล์จะมีประโยชน์มากมาย แต่ในอีกมิติหนึ่ง โซลาร์เซลล์นั้นย่อมเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา และจะหมดอายุการใช้งานใน 20-30 ปี หลังการติดตั้งใช้งาน โดยเมื่อแผงโซลาร์เซลล์หมดอายุการใช้งานก็อาจจะกลายเป็นขยะพลังงานมากมายมหาศาลที่ก่อให้เกิดปัญหาในอนาคตได้



ทั้งนี้กระทรวงอุตสาหกรรมมีนโยบายให้หาแนวทางที่จะลดปัญหามลพิษก่อนกำจัดการแผงโซลาร์เซลล์ เนื่องจากประเทศไทยมีการใช้พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มาตั้งแต่ปี 2545 ซึ่งจะทยอยหมดอายุในปี 2565-2601 และเป็นไปได้ว่าอาจมีซากแผงโซลาร์เซลล์สะสมสูงถึง 6.2-7.9 แสนตัน

### กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด แนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษจาก แผงโซลาร์เซลล์มีการดำเนินงานไว้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. การรับคืนแผงโซลาร์เซลล์ที่หมดอายุ
2. การเปิดโรงงานซ่อมแซมแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่
3. การรับซากแผงโซลาร์เซลล์กลับมาผ่านกระบวนการรีไซเคิล

“พร้อมมีแนวคิดให้มีการส่งเสริมและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ประกอบการในการขออนุญาตจัดตั้งโรงงานซ่อมแซมแผงโซลาร์เซลล์และโรงงานรีไซเคิล ซากแผงโซลาร์เซลล์ โดยมีเป้าหมาย ที่จะจัดตั้งโรงงานใน 10 จังหวัด เขตปริมาณผลและตามหัวเมืองในแต่ละภูมิภาค จังหวัดละ 10 แห่ง ในช่วงแรกคาดว่าจะมีโรงงาน ทั้ง 2 ประเภทรวมกันประมาณ 100 แห่ง



นอกจากนี้ จะทยอยอนุญาตให้จัดตั้งในแต่ละจังหวัดต่อไป “อย่างน้อย ต้องมีโรงงานประเภทดังกล่าวจังหวัดละ 1 แห่ง เพื่อรองรับการซ่อมแซมและรีไซเคิลซากแผงโซลาร์เซลล์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดปัญหาการกำจัดซากแผงโซลาร์เซลล์ที่เกิดขึ้นได้ถึง 90% คิดเป็น 5.6-7.1 แสนตัน”

### ติดตั้งโซลาร์เซลล์ภาคประชาชน คู้บ หรือ ไม่คู้บ

คู้บ หรือ ไม่ คู้บกับการลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์ภาคประชาชน เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง และส่วนที่เหลือจากการใช้งานสามารถขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าในราคา 1.68 บาทต่อหน่วย มาลองดูตัวเลขกันครับ

โครงการนี้เป็นโครงการที่ให้ประชาชนที่สนใจสามารถติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้าน และเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้าที่ตู้เมนไฟฟ้าของบ้านตัวเอง ซึ่งเป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าและใช้งานทันที ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่กักเก็บ โดยจะผลิตไฟฟ้าใช้งานในตอนกลางวัน กลางคืนที่ไม่มีแสงแดดก็ยังคงต้องใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า เหมือนเดิม



## ราคาค่าไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ค่าไฟฟ้าปกติ ที่เราซื้อจากการไฟฟ้าฯ คือ 4 บาทต่อหน่วย ณ ปัจจุบัน อนาคตก็อาจจะเพิ่มขึ้นตามค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯ ขายให้เรา
2. ไฟฟ้าที่เกิดการโซลาร์เซลล์ ที่ผลิตได้เกินการใช้งานของเรา จะไหลออกสู่การไฟฟ้าฯ ซึ่งก็คือการขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฯ ในราคา 1.68 บาท

## ค่าไฟฟ้าจะเกิดขึ้นใน 2 สถานะของการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์

1. ตอนกลางวันโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้า และมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ก็จะไปจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ นั่นคือจะประหยัดเงินที่ต้องจ่ายให้การไฟฟ้าฯ 4 บาทต่อหน่วย **สถานะนี้จะมีมูลค่าเท่ากับ 4 บาทต่อหน่วย**
2. ในตอนกลางวันโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้า และไม่ได้มีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า ไฟฟ้าส่วนที่ผลิตนี้ จะไหลออกจากบ้านเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้า ไฟฟ้าส่วนนี้จะขายให้การไฟฟ้าฯ ในราคา 1.68 บาทต่อหน่วย (ไฟฟ้าจ่ายเงินให้เราครับ) นั่นคือไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ที่ผลิตได้ในสถานะนี้จะมีมูลค่า 1.68 บาทต่อหน่วย

จะเห็นว่าไฟฟ้าที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์เหมือนกัน **แต่จะมีมูลค่าไม่เท่ากัน** ถ้าผลิตแล้วใช้เอง จะมีมูลค่า 4 บาทต่อหน่วย ส่วนถ้าเหลือขายให้การไฟฟ้าจะมีมูลค่า 1.68 บาทต่อหน่วย

ดังนั้นหากใช้เองจะมีมูลค่าสูงกว่าขายให้การไฟฟ้า บ้านที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวัน จะได้ประโยชน์สูงสุด ส่วนบ้านที่ไม่ได้อยู่บ้านตอนกลางวัน เช่น ออกไปทำงานกันหมด กลับบ้านมาก็ตอนเย็นความคุ้มค่าจะน้อยกว่ากัน คราวนี้เราจะมาดูกันว่ามันแตกต่างกันเท่าไร ระหว่างบ้าน 2 แบบนี้

### บ้านแบบที่ 1

บ้านที่มีการใช้ไฟฟ้ากลางวันทุกวัน (อยู่บ้านทุกวัน) และทำการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ให้แค่เพียงพอกับการใช้งาน ใช้เอง 100% (ไม่เหลือขาย)

ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ 5 กิโลวัตต์

ราคาของระบบโซลาร์เซลล์ (รวมงานติดตั้ง การขออนุญาต) : 254,000 บาท

ไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี : 7,500 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้า (ประหยัด/รายรับ) : 30,000 บาท/ปี

จุดคุ้มทุน :  $254,000 / 30,000 = 8.5$  ปี

### บ้านแบบที่ 2

บ้านที่มีการขายไฟฟ้า จันทร์ถึงศุกร์ และใช้ไฟฟ้ากลางวันเฉพาะเสาร์-อาทิตย์

ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ 5 กิโลวัตต์

ราคาของระบบโซลาร์เซลล์ (รวมงานติดตั้ง การขออนุญาต) : 254,000 บาท

ไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี : 7,500 หน่วย/ปี

วันจันทร์-ศุกร์ ขายออกสัดส่วน 70% (หน่วยละ 1.68 บาท) คิดเป็นได้ไฟฟ้าที่ผลิตต่อปี : 5,250 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้า (ประหยัด/รายรับ) : 8,820 บาท/ปี

เสาร์-อาทิตย์ (ใช้เอง) 30%

ได้ไฟฟ้าที่ผลิตต่อปี : 2,250 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้า (ประหยัด/รายรับ) : 9,000 บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า (ประหยัด/รายรับ) : 17,820 บาท/ปี

จุดคุ้มทุน :  $254,000 / 17,820 = 14.3$  ปี



คงจะเห็นแล้วว่าบ้านแบบที่ 1 ที่มีการใช้งานเอง 100% คืออยู่บ้านทุกวัน จะมีจุดคุ้มทุนที่ 8.5 ปี ในขณะที่บ้านแบบที่ 2 อยู่เฉพาะเสาร์-อาทิตย์ จะมีจุดคุ้มทุนที่ 14.3 ปี กรณีนี้ยังไม่ได้คิดถึง การวิเคราะห์ทางการเงินหากนำเงินที่ลงทุน ติดตั้งโซลาร์เซลล์ไปลงทุนอย่างอื่น ที่ทำให้ ได้ค่าตอบแทนได้มากกว่าค่าไฟฟ้า ดังนั้น จุดประสงค์โครงการนี้ออกแบบมาคือให้ผลิต ไฟฟ้าแล้วใช้เอง ไม่ได้เน้นที่การผลิตแล้วขายครับ

อย่างไรก็ตาม โครงการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับภาคประชาชนประเภทบ้านอยู่อาศัย ได้เริ่มนำร่องแล้ว ในระยะสั้น ผลกระทบกับ ต้นทุนค่าไฟฟ้าและกระทบความมั่นคงของ

ระบบจากโซลาร์รูฟยังไม่สูง และยังไม่เกิดภาระไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งหากไม่เตรียม ความพร้อมด้านโครงสร้างค่าไฟฟ้า รวมทั้งการกำกับดูแลแบบเดิม (cost-based regulation) อาจจะทำให้เกิดภาระไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่สามารถลงทุนผลิตไฟฟ้า จากแสงอาทิตย์ได้ หากค่าไฟฟ้ามีราคาสูงขึ้น และเมื่อราคาไฟฟ้าสูงขึ้น ก็ จะยิ่งจูงใจให้ผู้ใช้ไฟหันมาผลิตไฟฟ้าใช้เองมากขึ้นเรื่อยๆ และลดการพึ่งพาไฟฟ้า จากโครงข่ายลง จนเกิดข้อกังวลด้านความเป็นธรรมและความเหลื่อมล้ำ เพราะ ผู้ที่สามารถลงทุนในเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนได้ช้าที่สุด คือ ผู้ใช้ไฟที่มี รายได้น้อย

ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับนโยบายไฟฟ้า ตั้งแต่ผู้กำกับกิจการพลังงาน การไฟฟ้า ฝ่ายผลิตและการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย รวมถึงผู้ใช้ไฟ คงต้องมีส่วนร่วมในการออกแบ นโยบายเพื่อหาจุดสมดุล ในด้านพลังงานไฟฟ้าทั้งราคาและความมั่นคงทางพลังงาน เพราะในประเทศที่พัฒนาแล้วยังมีความเห็นต่าง ว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาแบบ on grid จะทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าถูกลงหรือไม่ คงต้องติดตามกันต่อไปครับ

#### ข้อมูลอ้างอิง

1. <http://www.reca.or.th/library-solar-energy.aspx>
2. <http://www.dede.go.th/>
3. <https://www.hba-th.org/>
4. <https://www.techtron.co.th/>
5. <http://www.enmax.co.th/th/>
6. <https://www.refinn.com>







**เฉลิมศักดิ์ วุฒิเศลา**

ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้ากำลัง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ วิทยาเขตนครราชสีมา  
ผู้จัดการส่วนทดสอบไฟฟ้า บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน)



# เซลล์แสงอาทิตย์

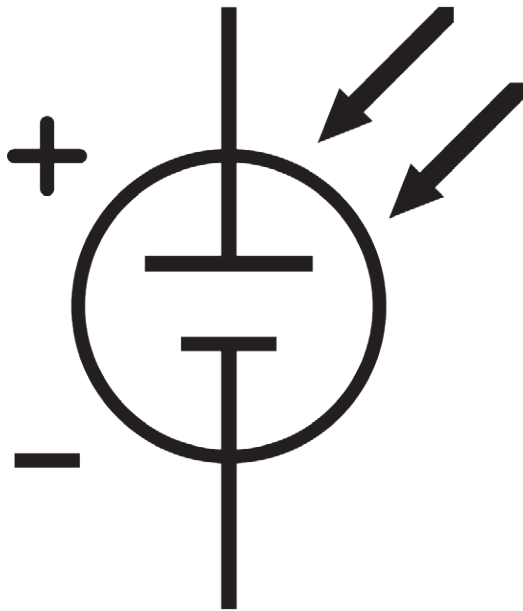
ในปัจจุบันกระแสของพลังงานสะอาดหรือพลังงานทดแทน กำลังมาแรงเนื่องจากปัจจัยหลายๆ อย่าง เราหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานเหล่านี้ โดยเฉพาะเซลล์แสงอาทิตย์หรือที่มักเรียกกันในชื่อ solar cells, solar farm หรือ solar rooftop ในฉบับนี้จะมาเรียนรู้ประวัติของเซลล์แสงอาทิตย์ที่กำลังมีบทบาทกับชีวิตของเรามากขึ้นทุกวันว่ามีความเป็นมาอย่างไร

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) หรือเซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงโดยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางกายภาพและทางเคมี

คำว่า “Photovoltaic” มาจากภาษากรีก Φῶς (Phos) หมายถึง แสง และ โวลต์เป็นหน่วยของแรงเหนี่ยวนำ คำว่าโวลต์มาจากนามสกุลของนักฟิสิกส์ชาวอิตาลีชื่อ Alessandro Volta ซึ่งเป็นนักประดิษฐ์แบตเตอรี่ (เซลล์ไฟฟ้าเคมี) คำว่า Photovoltaic ถูกใช้ในภาษาอังกฤษตั้งแต่ปี 1849 เป็นต้นมา

รูปแบบของเซลล์โฟโตโวลตาอิกถูกกำหนดให้เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่มีทั้งกระแส แรงดันและความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงเมื่อแสงตกกระทบ อุปกรณ์โซลาร์เซลล์แต่ละตัวสามารถรวมกันเป็นโมดูลได้หรือที่เรียกว่าแผงโซลาร์เซลล์ โซลาร์เซลล์คอนเนกชันแบบแยกเดี่ยวทั่วไปสามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open-circuit) สูงสุดที่ประมาณ 0.5 ถึง 0.6 โวลต์

## สัญลักษณ์ของ โฟโตโวลตาอิกเซลล์



เซลล์แสงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยไม่คำนึงว่าแหล่งกำเนิดแสงนั้นเป็นแสงอาทิตย์หรือแสงประดิษฐ์ นอกเหนือจากการผลิตพลังงาน พวกมันยังสามารถใช้เป็นเครื่องตรวจจับแสง (เช่น เครื่องตรวจจับอินฟราเรด) ตรวจจับแสงหรือการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ ใกล้เคียงกับช่วงที่มองเห็นได้ หรือวัดความเข้มของแสง การทำงานของเซลล์โฟโตโวลตาอิก (PV) ต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน 3 ประการ

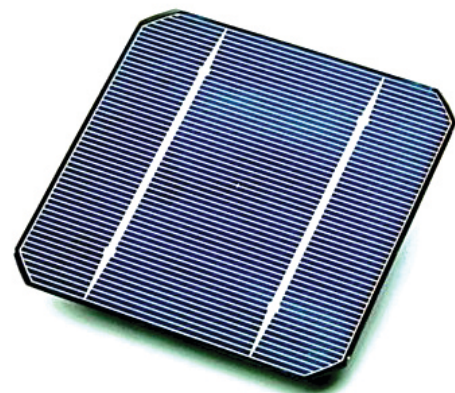
- การดูดซับของแสงเพื่อสร้างหลุมอิเล็กตรอนคู่หรือ excitons
- การแยกตัวนำประจุที่ต่างชนิดกันออกจากกัน
- การแยกการสกัดของตัวนำประจุเหล่านั้นออกไปยังวงจรภายนอก

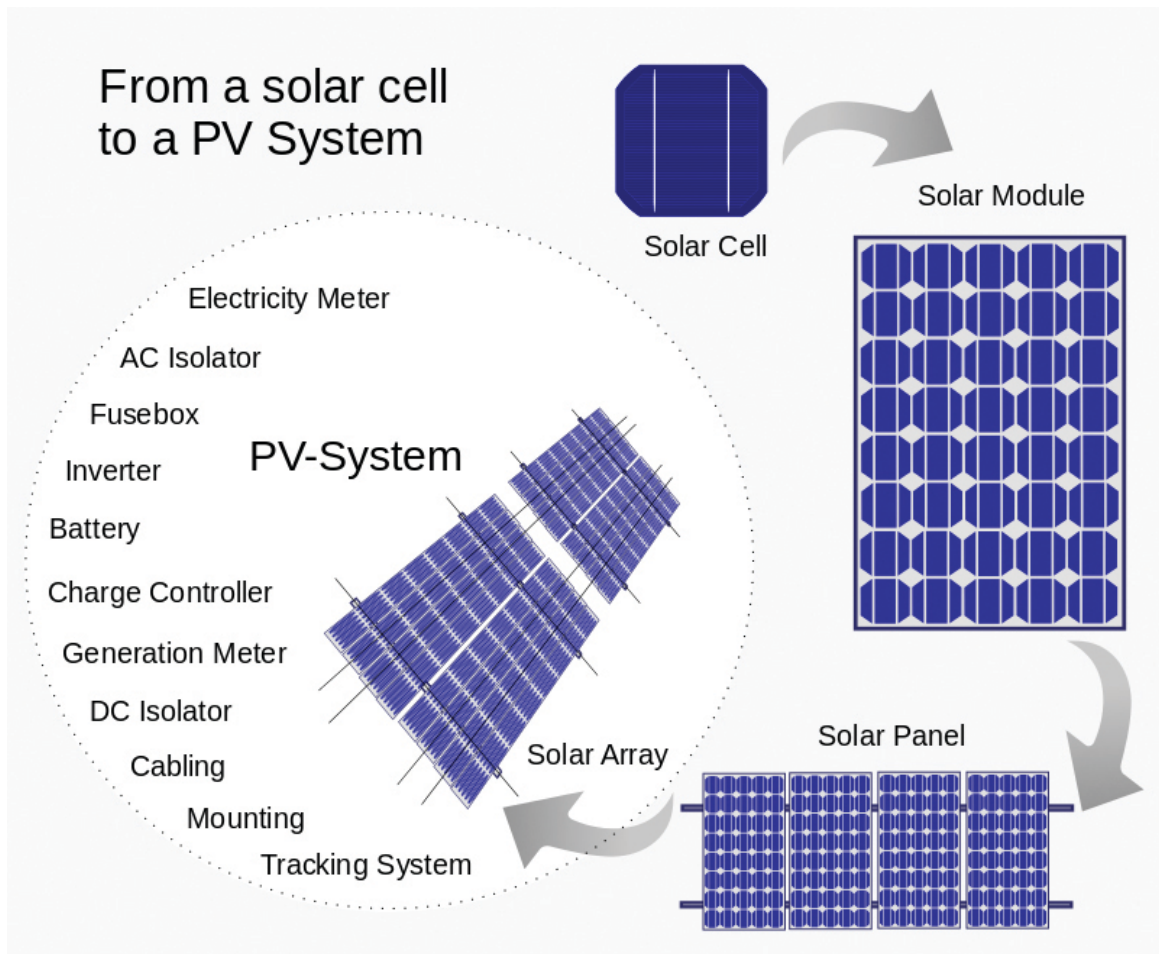
การเปรียบเทียบตัวเก็บความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (solar) จะให้ความร้อนโดยการดูดซับแสงอาทิตย์เพื่อจุดประสงค์ในการให้ความร้อนโดยตรงหรือกำเนิดพลังงานไฟฟ้าจากความร้อน แต่เซลล์ photoelectrolytic (เซลล์ photoelectrochemical) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดหนึ่ง (เช่นที่พัฒนาโดย Edmond Becquerel และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด dye-sensitized) หรืออุปกรณ์ที่แยกน้ำออกเป็นไฮโดรเจนโดยตรงและออกซิเจน โดยใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์เท่านั้น

## การประยุกต์ใช้งาน

ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์หลายตัวถูกนำมาใช้เพื่อสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ซึ่งแตกต่างจาก "แผงความร้อนจากแสงอาทิตย์" หรือ "แผงน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์" กล่าวโดยสรุปคือแผงพลังงานแสงอาทิตย์สร้างพลังงานโดยใช้แสง

### Crystalline silicon solar cell





## เซลล์, โมดูล, แผงควบคุมและระบบ

เซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ ตัวมารวมกันเป็นกลุ่ม ทั้งหมดถูกประกอบอยู่ในระนาบเดียวกัน จะเรียกว่าแผงโซลาร์เซลล์หรือโมดูล แผงเซลล์แสงอาทิตย์มักจะมีแผ่นกระจกที่หันหน้าไปทางดวงอาทิตย์ ทำให้แสงผ่านได้และทำหน้าที่ป้องกันแผ่นสารกึ่งตัวนำด้วย โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์จะเชื่อมต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน หรือแบบอนุกรมอย่างเดียวนั้นโมดูลเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า การเชื่อมต่อเซลล์ในแบบคู่ขนานจะให้กระแสที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามปัญหาจากผลกระทบของเงามีตักสามารถปิดสตริงขนานที่อ่อนแอ (ส่องสว่างน้อยกว่า) ออกได้ (สตริงคือจำนวนของเซลล์ที่เชื่อมต่อแบบอนุกรม) ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานจำนวนมากและอาจจะทำให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการจ่ายพลังงานย้อนกลับไปยังเซลล์ที่ถูกเงาบดบัง โดยทั่วไปแล้วจะมีการจัดการสตริงของเซลล์แบบแยก

อิสระและไม่ได้เชื่อมต่อแบบขนาน แม้ว่าในปี 2014 จะมีการจ่ายพลังงานผ่านกล่องแยกสำหรับแต่ละโมดูลและเชื่อมต่อแบบขนาน แม้ว่าโมดูลสามารถเชื่อมต่อระหว่างกันเป็นแถวยาวเพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกำลังสูงสุดที่กระแสไหลลดต้องการ แต่ใช้ MPPT (maximum power point trackers) แยกอิสระจากกันก็สามารถทำได้ ทางเลือกอื่นเช่น shunt diodes ก็สามารถลดการสูญเสียพลังงานที่เกิดจากผลกระทบของเงาที่บดบังเซลล์ในแถวที่เชื่อมต่ออนุกรมหรือขนานได้

## ประวัติความเป็นมา

Edmond Becquerel นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสได้ทดลองผลตอบสนองทางไฟฟ้าของเซลล์โฟโตโวลตาอิกเป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1839 ตอนอายุ 19 ปี เขาได้สร้างเซลล์โฟโตโวลตาอิกแบบแรกของโลกในห้องทดลองของพ่อเขา

Willoughby Smith ได้อธิบายเป็นครั้งแรกว่า "ผลของแสงต่อซีลีเนียมทำให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้า" ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1873

ในปี ค.ศ. 1883 Charles Fritts ได้สร้างเซลล์โฟโตโวลตาอิกแบบโซลิดสเตตเป็นครั้งแรกและแห่งแรกโดยการเคลือบซีลีเนียมเคมีคอนดักเตอร์ด้วยทองคำชั้นบางๆ เพื่อสร้างรอยแยกของแต่ละเซลล์แต่อุปกรณ์มีประสิทธิภาพเพียงประมาณ 1% เท่านั้น เหตุการณ์สำคัญอื่นๆ ได้แก่

1888 - นักฟิสิกส์ชาวรัสเซีย Aleksandr Stoletov สร้างเซลล์พื้นฐานตัวแรกขึ้นจากผลของโฟโตอิเล็กทริกที่ค้นพบโดย Heinrich Hertz ในปี 1887

1905 - Albert Einstein ได้เสนอทฤษฎีควอนตัม (quantum) ของแสง และอธิบายผลโฟโตอิเล็กทริกบนกระดาษในสถานที่สำคัญ ซึ่งเขาได้รับรางวัลโนเบลในสาขาฟิสิกส์ในปี 1921

1941 - Vadim Lashkaryov ค้นพบ p-n-junctions ใน Cu<sub>2</sub>O และ Ag<sub>2</sub>S photocells

1946 - Russell Ohl ได้จดสิทธิบัตรการเชื่อมต่อโซลาร์เซลล์เคมีคอนดักเตอร์รุ่นใหม่ ในขณะที่การทำงานเพื่อพัฒนาไปสู่ทรานซิสเตอร์

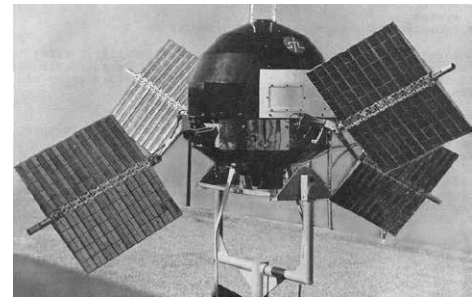
1954 - เซลล์โฟโตโวลตาอิกแบบแรกที่ถูกนำไปใช้งานจริงและได้แสดงต่อสาธารณะที่ Bell Laboratories นักประดิษฐ์คือ Calvin Souther Fuller, Daryl Chapin และ Gerald Pearson

1958 - เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับชื่อเสียงจากการได้มีส่วนร่วมในการเดินทางไปยังดาวเทียม Vanguard I

## การใช้งานในอวกาศ

เซลล์แสงอาทิตย์ถูกใช้ครั้งแรกในแอปพลิเคชันที่โดดเด่นมากๆ เมื่อมีการเสนอและติดตั้งไปกับดาวเทียม Vanguard ในปี 1958 เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกไปยังแหล่งพลังงานแบตเตอรี่หลัก โดยการเพิ่มเซลล์ไปยังด้านนอกของตัวดาวเทียมเวลาปฏิบัติภารกิจสามารถขยายออกได้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญกับยานอวกาศหรือระบบพลังงานของมัน

ในปี 1959 สหรัฐอเมริกาได้เปิดตัว Explorer 6 ซึ่งมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปปีกขนาดใหญ่ซึ่งกลายเป็นคุณสมบัติทั่วไปในดาวเทียม ชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ Hoffman 9600 เซลล์



ในช่วงทศวรรษ 1960 เซลล์แสงอาทิตย์ถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับดาวเทียมที่โคจรรอบโลก (จนถึงปัจจุบัน) และยานสำรวจจำนวนมากในระบบสุริยะเนื่องจากมันให้อัตราส่วนพลังงานต่อน้ำหนักที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามความสำเร็จนี้เป็นไปได้เพราะในแอปพลิเคชันของอวกาศมีค่าใช้จ่ายของระบบไฟฟ้าสูงมาก เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าในอวกาศมีตัวเลือกพลังงานแบบอื่นๆ ได้น้อยและเซลล์แสงอาทิตย์ก็เป็นตัวเลือกที่คุ้มค่ามากที่สุด ตลาดพลังงานอวกาศผลักดันการพัฒนาประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ให้สูงขึ้น จนกระทั่งโปรแกรม "การวิจัยประยุกต์ใช้กับความต้องการแห่งชาติ" ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติเริ่มผลักดันการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการใช้งานภาคพื้นดิน

ในช่วงต้นทศวรรษ 1990 เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ในอวกาศถูกแยกออกจากเทคโนโลยีซิลิกอนที่ใช้สำหรับแผงภาคพื้นดินด้วยแอปพลิเคชันยานอวกาศเปลี่ยนไปเป็นวัสดุเคมีคอนดักเตอร์ ที่ใช้แกเลียมอาร์เซไนด์ (gallium arsenide-base) III-V บนยานอวกาศในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการวิจัยได้มุ่งสู่การออกแบบและผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีน้ำหนักเบายืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพสูง โดยทั่วไปแล้วเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดิน

จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่เคลือบด้วยชั้นกระจกเพื่อความแข็งแรงและการป้องกันความเสียหาย สำหรับการใช้งานในอนาคตนั้นต้องการเซลล์แสงอาทิตย์และการจัดเรียงแผงที่มีทั้งประสิทธิภาพสูงและน้ำหนักเบามาก เทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้กับดาวเทียมนั้นเป็นเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายทางแยก (multi junction) ซึ่งประกอบด้วยทางแยก PN ที่แตกต่างกันกับแถบแบนด์ที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานของดวงอาทิตย์ในวงกว้าง นอกจากนี้ดาวเทียมขนาดใหญ่ต้องการใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาดใหญ่เพื่อผลิตไฟฟ้า แผงโซลาร์เซลล์เหล่านี้จะต้องแตกตัวออกเพื่อให้พอดีกับขนาดทางเรขาคณิตของยานส่งดาวเทียม ให้เคลื่อนที่ก่อนที่จะถูกส่งเข้าสู่วงโคจร ในอดีตเซลล์แสงอาทิตย์บนดาวเทียมประกอบด้วยแผ่นพื้นผิวขนาดเล็กหลายแผ่นที่พับเข้าหากัน แผงขนาดเล็กเหล่านี้จะถูกกางออกเป็นแผงขนาดใหญ่หลังจากดาวเทียมถูกนำไปใช้ในวงโคจรของมัน ดาวเทียมรุ่นใหม่มีจุดมุ่งหมายที่จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนได้ ที่มีน้ำหนักเบาและสามารถบรรจุในปริมาณที่น้อยมาก ขนาดและน้ำหนักที่เล็กลงของการจัดเรียงที่ยืดหยุ่นเหล่านี้จะลดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการปล่อยดาวเทียม เนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างน้ำหนักบรรทุกและค่าใช้จ่ายของยานยิง

### การปรับตัวลดลงของราคา

โซลาร์เซลล์มีการปรับปรุงแบบค่อยเป็นค่อยไปในช่วงทศวรรษที่ 1960 นี้เป็นเหตุผลที่ต้นทุนยังคงสูง เนื่องจากผู้ใช้งานเกี่ยวกับยานอวกาศยินดีจ่ายแพงสำหรับเซลล์ที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยไม่มีเหตุผลใดที่จะลงทุนในรูปแบบที่มีต้นทุนต่ำและมีประสิทธิภาพน้อยกว่า ส่วนใหญ่ราคาถูกกำหนดโดยอุตสาหกรรมเคมีคอนดักเตอร์ก้าวเข้าสู่วงจรรวม (integrated circuit) ในช่วงปี 1960 นำไปสู่ความพร้อมของการผลิตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในราคาที่ต่ำกว่า เมื่อราคาของอุตสาหกรรมเคมีคอนดักเตอร์ลดลงราคาของเซลล์ที่ได้ก็ลดลงเช่นกัน ผลกระทบเหล่านี้ทำให้ในปี 1971 ราคาของเซลล์ลดลงเหลือ 100 ดอลลาร์ต่อวัตต์

ปลายปี 1969 Elliot Berman เข้าทำงานที่ เอ็กซอน (Exxon's) ซึ่งกำลังมองหาโครงการ 30 ปี ในอนาคตและในเดือนเมษายน 1973 (2516) เขาก่อตั้ง บริษัท โซล่าเพาเวอร์คอร์ปอเรชั่น ซึ่งเป็นบริษัท ในเครือของเอ็กซอน ในเวลานั้น กลุ่มเอ็กซอนได้ข้อสรุปว่าพลังงานไฟฟ้าจะมีราคาแพงขึ้นมากในปี 2000 และรู้สึกว่าการเพิ่มขึ้นนี้จะทำให้แหล่งพลังงานทางเลือกน่าสนใจยิ่งขึ้น เขาทำการศึกษาตลาดและสรุปว่าราคาต่อวัตต์ประมาณ 20 เหรียญสหรัฐต่อวัตต์จะสร้างอุปสงค์ที่สำคัญ ทีมงานทำการลดขั้นตอนการผลิตขั้นต้นและเคลือบด้วยชั้นป้องกันแสงสะท้อน โดยอาศัยความหยาบของผิวของชั้นตัวนำ ทีมยังได้เปลี่ยนวัสดุราคาแพงและการเดินสายไฟด้วยมือที่ใช้งานในอวกาศเป็นแผงวงจรพิมพ์ (printed circuit board) ที่ด้านหลัง ใช้พลาสติกอะคริลิกที่ด้านหลังและกาวซิลิโคนติดระหว่างทั้งสองเข้าด้วยกัน เรียกว่าการ potting เซลล์ โดยเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตขึ้นจากวัสดุที่ถูกทิ้งจากตลาดอิเล็กทรอนิกส์ได้

ในปี 1973 นั้นเองพวกเขาได้ประกาศเป็นผลิตภัณฑ์และ SPC ชื่อมัน Tideland Signal ให้ใช้แผงควบคุมเพื่อสร้างหุ่นนำทางทางทะเลในขั้นต้นสำหรับหน่วยยามฝั่งสหรัฐ

### Typical PV system prices in 2013 in selected countries (\$/W)

USD/W	Australia	China	France	Germany	Italy	Japan	United Kingdom	United States
Residential	1.8	1.5	4.1	2.4	2.8	4.2	2.8	4.9
Commercial	1.7	1.4	2.7	1.8	1.9	3.6	2.4	4.5
Utility-scale	2.0	1.4	2.2	1.4	1.5	2.9	1.9	3.3

Source: IEA – Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy report, 2014 edition

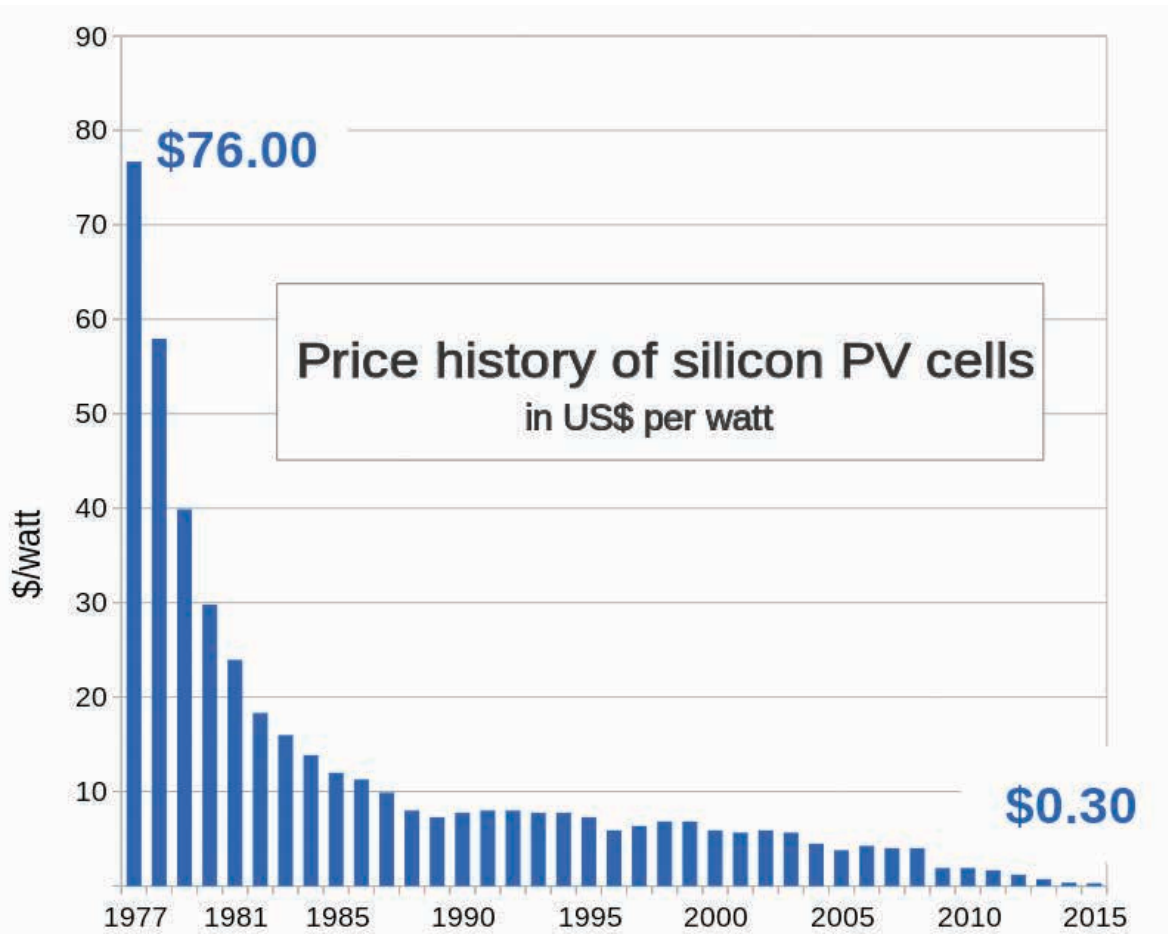
Note: DOE – Photovoltaic System Pricing Trends reports lower prices for the U.S.

## การวิจัยและการผลิตภาคอุตสาหกรรม

การวิจัยสู่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการใช้งานภาคพื้นดิน เริ่มประสบความสำเร็จกับแผนกวิจัยและพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ขั้นสูง ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกาภายในโปรแกรม "การวิจัยประยุกต์ใช้กับความต้อการแห่งชาติ" ซึ่งเริ่มจากปี 1969 ถึงปี 1977 และได้รับการสนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาไปสู่ระบบพลังงานไฟฟ้าภาคพื้นดิน การประชุมปี 1973 ที่ "Cherry Hill conference" กำหนดเป้าหมายเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ และกำหนดโครงการที่มีความท้าทายเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยเริ่มโครงการวิจัยเชิงประยุกต์ที่จะดำเนินต่อไปอีกหลายสิบปี ในที่สุดโปรแกรมดังกล่าวก็ถูกยึดครองโดยฝ่ายวิจัยและพัฒนาพลังงาน (ERDA) ซึ่งต่อมาถูกรวมเข้ากับกระทรวงพลังงานของสหรัฐอเมริกา

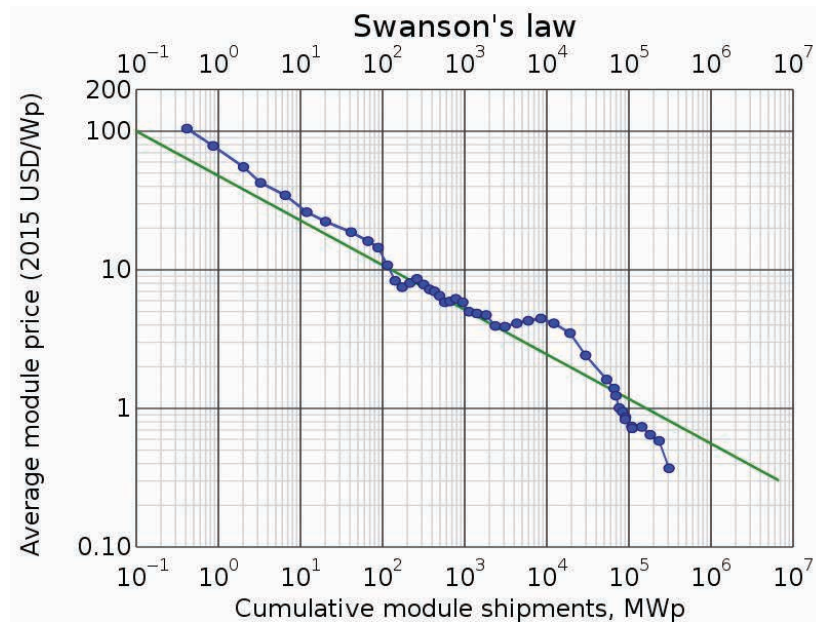
หลังจากเกิดวิกฤตการณ์น้ำมันในปี 1973 บริษัทน้ำมันใช้ผลกำไรที่สูงขึ้นเพื่อเริ่มต้น (หรือซื้อ) บริษัท โซลาร์ Exxon, ARCO, Shell, Amoco (ซื้อในภายหลังโดย BP) และ Mobil เหล่านี้เป็นหน่วยงานด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่สำคัญในช่วงปี 1970 และ 1980 บริษัทที่มีเทคโนโลยีอื่นๆ ยังได้เข้าร่วม เช่น บริษัท General Electric, Motorola, IBM, Tyco และ RCA

## ต้นทุนที่ลดลงและการเติบโตแบบทวีคูณ



Source: Bloomberg New Energy Finance & pv.energytrend.com

หลังการปรับอัตราเงินเพื่อ สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าใช้จ่าย \$ 96 ต่อวัตต์ ในช่วงกลางทศวรรษ 1970 การปรับปรุงกระบวนการและการเพิ่มกำลังการผลิตจำนวนมากทำให้ตัวเลขนี้ลดลง 99% เป็น 68¢ ต่อวัตต์ ในปี 2016 ข้อมูลจาก Bloomberg New Energy Finance กฎของสเวนสัน (Swanson's law) เป็นข้อสังเกตที่คล้ายกับกฎของมัวร์ (Moore's law) ที่ระบุว่าราคาเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 20% สำหรับความสามารถของอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นทุกๆ หนึ่งเท่า มันเป็นจุดเด่นในบทความหนังสือพิมพ์รายสัปดาห์ของอังกฤษ The Economist ในปลายปี 2012



การปรับปรุงเพิ่มเติมลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำกว่า \$ 1 ต่อวัตต์ โดยมีค่าใช้จ่ายขายส่งต่ำกว่า \$ 2 ยอดของค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบนั้นสูงกว่าราคาแผงโซลาร์เซลล์ สามารถสร้างเป็นแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ได้ในปี 2010 โดยรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ราคาต่ำกว่า \$ 3.40 ต่อวัตต์

ในขณะที่อุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ราคาผลิตอุปกรณ์ได้ถูกลง ขนาดการผลิตของเซลล์เพิ่มขึ้น เมื่ออุปกรณ์การผลิตมีใช้งานในตลาดทั่วไป แผงดั้งเดิมของ ARCO Solar ใช้เซลล์ขนาด 2 ถึง 4 นิ้ว (50 ถึง 100 มม.) การติดตั้งในช่วงทศวรรษ 1990 และต้นทศวรรษ 2000 โดยทั่วไปใช้เซลล์ 125 มม. ตั้งแต่ปี 2008 พาเนลใหม่เกือบทั้งหมดใช้เซลล์ 156 มม. การเปิดตัวโทรทัศน์จอแบนในช่วงปลายปี 1990 และต้นทศวรรษ 2000 นำไปสู่ความพร้อมในการขยายความกว้างของแผ่นกระจกขนาดใหญ่คุณภาพสูงเพื่อครอบคลุมแผง

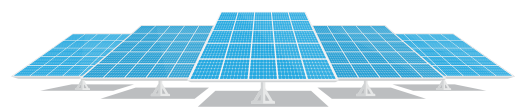
ในช่วงปี 1990 เซลล์โพลีซิลิคอน (poly) เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น เซลล์เหล่านี้มีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าคู่ของโมโนซิลิคอน (mono) แต่พวกมันถูกสร้างขึ้นในสเกล

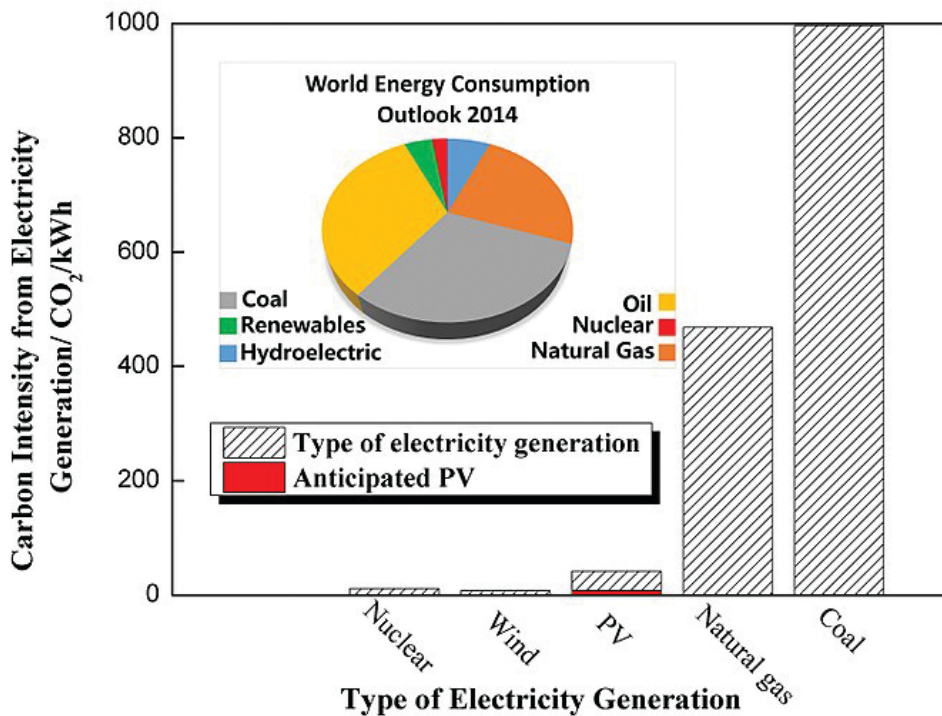
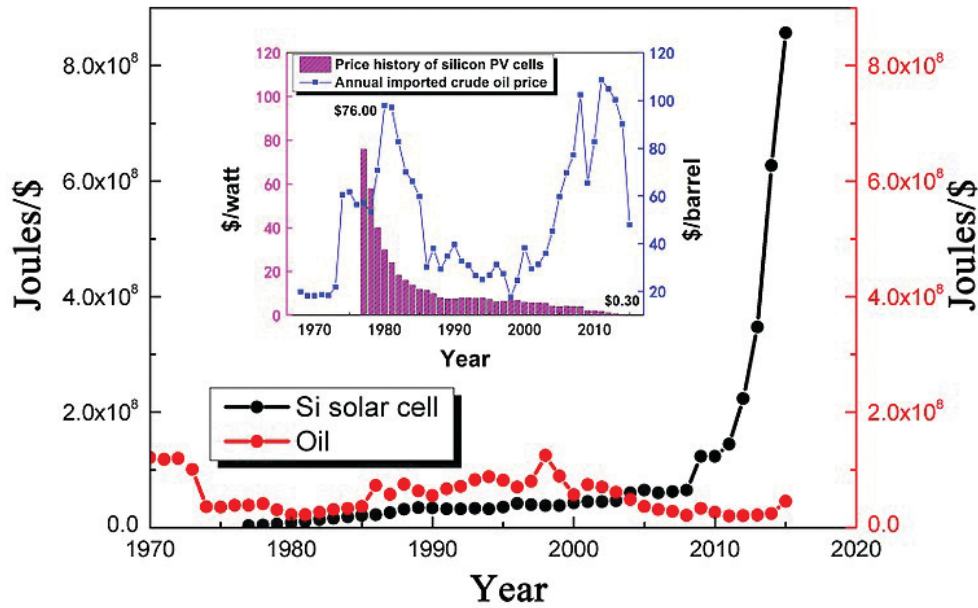
ขนาดใหญ่ที่ลดต้นทุน ในช่วงกลางทศวรรษ 2000 โพลีมีบทบาทสำคัญในตลาดแผงต้นทุนต่ำแต่ไม่นานมานี้โมโนก็กลับมาได้อย่างแพร่หลายอีกครั้ง

ผู้ผลิตเซลล์ที่ใช้วิธีการผลิตเพื่อตอบสนองต่อราคาซิลิคอนที่สูงในปี 2004-2008 โดยมีการลดการใช้ซิลิคอนอย่างรวดเร็ว ในปี 2008 อ้างอิงจาก Jef Poortmans ผู้อำนวยการแผนกอินทรีย์และแสงอาทิตย์ของ IMEC เซลล์ปัจจุบันใช้ซิลิคอน 8-9 กรัม (0.28-0.32 ออนซ์) ต่อวัตต์ของการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีความหนาของชั้นเวเฟอร์ในช่วง 200 ไมครอน แผงผลึกซิลิคอนครองตลาดทั่วโลกและส่วนใหญ่ผลิตในประเทศจีนและไต้หวัน ในช่วงปลายปี 2011 อุปสงค์ในยุโรปที่ลดลงทำให้ราคาแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกลดลงไปอยู่ที่ประมาณ \$ 1.09 ต่อวัตต์ ลดลงอย่างมากจากปี 2010 ราคายังคงลดลงอย่างต่อเนื่องในปี 2012 ถึง 0.62 เหรียญสหรัฐ / วัตต์

Solar PV นั้นเติบโตเร็วที่สุดในเอเชีย โดยปัจจุบันจีนและญี่ปุ่นคิดเป็นครึ่งหนึ่งของการใช้งานทั่วโลก กำลังการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งทั่วโลกนั้นมีอย่างน้อย 301 กิกะวัตต์ ในปี 2016 และเพิ่มขึ้นเป็น 1.3% ของกำลังการผลิตทั่วโลกภายในปี 2016

เป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่าพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ซิลิคอนมีราคาสูงกว่าพลังงานที่ได้จากน้ำมันนับตั้งแต่ปี 2004 แต่เป็นที่คาดการณ์ว่าไฟฟ้าจาก PV จะแข่งขันกับค่าไฟฟ้าขายส่งทั่วยุโรปและเวลาในการคืนทุนพลังงานของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ซิลิคอนสามารถลดลงต่ำกว่า 0.5 ปีภายในปี 2020

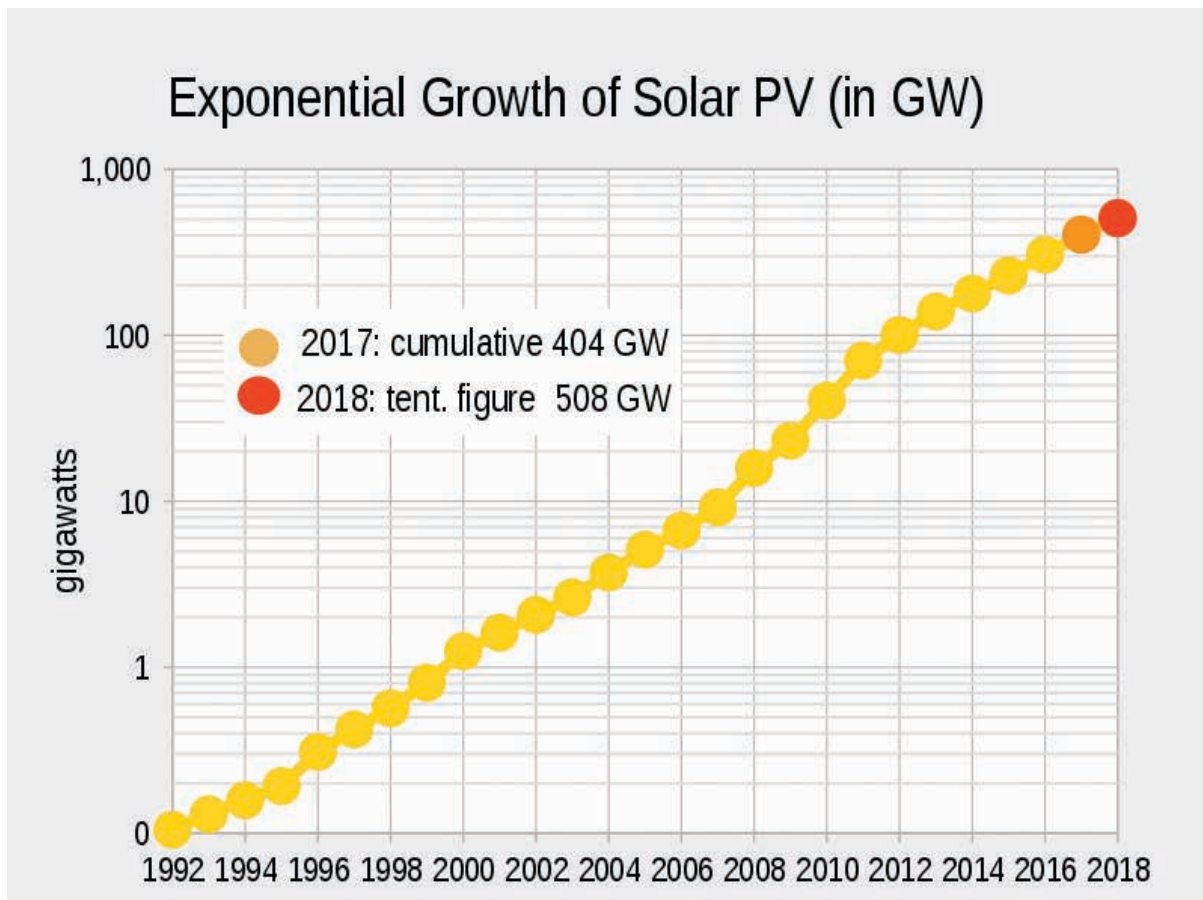




## เงินอุดหนุนและความเท่าเทียมกันของกริด

ภาษีฟีดอินเฉพาะของโซลาร์นั้นแตกต่างกันไปตามโครงสร้างของแต่ละประเทศ ภาษีดังกล่าวสนับสนุนการพัฒนาโครงการพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อความเท่าเทียมกันของกริดและการใช้งานจะได้แพร่หลาย ในจุดที่กระแสไฟฟ้าโซลาร์เซลล์มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าพลังงานกริด โดยไม่ต้องมีการอุดหนุนอาจต้องใช้เวลาพัฒนาในระยะหนึ่ง หวังว่าจะบรรลุความเท่าเทียมกันในกริดแรกในพื้นที่ที่มีแสงแดดมากและค่าไฟฟ้าสูง เช่น ในแคลิฟอร์เนียและญี่ปุ่น ในปี 2007 BP ได้มีการอ้างสิทธิ์ในกริดของเกาะฮาวายและเกาะอื่นๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลเพื่อผลิตไฟฟ้า George W. Bush ได้กำหนดให้ปี 2015 เป็นวันที่เท่าเทียมกันของกริดในสหรัฐอเมริกา สมาคมไฟฟ้าโซลาร์เซลล์รายงานในปี 2012 ว่าออสเตรเลียมีความเท่าเทียมกันในกริดแล้ว (ไม่สนใจอัตราภาษีฟีดอิน)





ราคาของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 40 ปี จะถูกขัดจังหวะบ้าง ในปี 2004 เมื่อความต้องการในเยอรมนีเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากและทำให้ราคาซิลิคอนที่บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างมากเช่นกัน (ซึ่งใช้ในชิปคอมพิวเตอร์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์) เมื่อภาวะเศรษฐกิจถดถอยของปี 2008 และการผลิตของจีนทำให้ราคาเริ่มลดลง ในช่วงสี่ปีหลังจากเดือนมกราคม 2008 ราคาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศเยอรมนีลดลงจาก € 3 เป็น € 1/Wp ในช่วงเวลาเดียวกันนั้นกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นด้วยการเติบโตต่อปีมากกว่า 50% ประเทศจีนเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดจาก 8% ในปี 2008 เป็นมากกว่า 55% ในไตรมาสสุดท้ายของปี 2010 ในเดือนธันวาคม 2012 ราคาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของจีนลดลงเหลือ \$ 0.60 / Wp (crystalline module) (ด้วยย่อ Wp ย่อมาจากความจุสูงสุดของวัตต์ (watt peak) หรือความจุสูงสุดภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม)

ณ สิ้นปี 2016 มีรายงานว่าราคาสปอต (spot prices) สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบประกอบ (ไม่ใช่เซลล์) ได้ตกลงสู่ระดับต่ำสุดเป็นประวัติการณ์ที่ 0.36 เหรียญสหรัฐ / Wp ผู้ให้บริการรายใหญ่อันดับสองคือ Canadian Solar Inc. รายงานค่าใช้จ่าย \$ 0.37 / Wp ในไตรมาสที่สามของปี 2016 ลดลง

\$ 0.02 จากไตรมาสก่อนหน้าและอาจจะถึงขั้นไม่คุ้มทุน ผู้ผลิตหลายรายคาดว่าต้นทุนจะลดลงสู่ระดับ 0.30 ดอลลาร์ในปลายปี 2017 มีรายงานว่าสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นใหม่ๆ ราคาจะถูกกว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากถ่านหินในบางภูมิภาคของโลกและคาดว่าจะจะเป็นเช่นนี้เป็นส่วนใหญ่ในทุกพื้นที่ของโลกภายในหนึ่งทศวรรษนี้

เซลล์แสงอาทิตย์มีการพัฒนาที่รวดเร็วทั้งเทคโนโลยีการผลิตและราคา ถือเป็นแหล่งพลังงานที่มาแรงเป็นอย่างมาก ซึ่งในฉบับหน้าเราจะมาศึกษาต่อในด้านปฏิบัติการทำงานและเทคโนโลยีการผลิตกันนะครับ 📌





## เฉลิมศักดิ์ วุฒิเศลา

ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้ากำลัง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรญาณ วิทยาเขตนครราชสีมา  
ผู้จัดการส่วนทดสอบไฟฟ้า บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน)



# แบตเตอรี่ ลิเทียมไอออน

ฉบับที่แล้วผู้เขียนได้นำเสนอ energy storage system ชนิดต่างๆ ให้ได้ทราบกันไปบ้างแล้ว และหนึ่งใน energy storage system ที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันก็คือแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ที่ได้ถูกนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน เช่น รถยนต์ไฟฟ้า การใช้งานแทนแบตเตอรี่ตะกั่วกรดเพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าในวัตถุประสงค์ต่างๆ ฉบับนี้เราจะมาเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีและแนวโน้มของเจ้าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนก่อนที่จะมาถึงปัจจุบัน



**แบตเตอรี่ลิเทียมของโทรศัพท์มือถือรุ่น Nokia 3310**

พัฒนาโดย John Goodenough, Stanley Whittingham, Rachid Yazami และ Akira Yoshino ในช่วงปี 1970-1980 และทำการค้าโดย Sony และ Asahi Kasei ซึ่งนำทีมโดย Yoshio Nishi ในปี 1991

ในแบตเตอรี่ ลิเทียมไอออนจะเคลื่อนที่จากอิเล็กโทรดลบผ่านอิเล็กโทรไลต์ไปยังอิเล็กโทรดบวกในระหว่างกระบวนการคายประจุ และจะเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อทำการชาร์จ แบตเตอรี่ Li-ion ใช้สารประกอบลิเทียม (lithium) ที่ไม่มีขั้วเป็นวัสดุที่ขั้วบวกและโดยทั่วไปจะใช้กราไฟต์ (graphite) เป็นวัสดุที่ขั้วลบ แบตเตอรี่ชนิดนี้ จะมีความหนาแน่นพลังงานที่สูง และการคายประจุด้วยตัวเอง (self-discharge) น้อย อย่างไรก็ตามอาจเป็นจุดอ่อนด้านความปลอดภัย เนื่องจากมีส่วนประกอบที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ที่ติดไฟได้และหากเกิดความเสียหายหรือมีการชาร์จประจุที่ไม่ถูกต้องสามารถนำไปสู่การระเบิดและไฟไหม้ได้ ที่ผ่านมามีข่าวถูกบังคับให้เรียกกลับโทรศัพท์มือถือรุ่น Galaxy Note 7 หลังจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเกิดไฟไหม้ และมีเหตุการณ์หลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ในเครื่องบินโบอิง 787

คุณสมบัติทางเคมี ประสิทธิภาพ ราคาและความปลอดภัยแตกต่างกันไปตามประเภทของ LIB อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาส่วนใหญ่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ (ที่มีเจลโพลีเมอร์เป็นอิเล็กโทรไลต์) กับลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ ( $\text{LiCoO}_2$ ) เป็นวัสดุแคโทด ซึ่งให้ความหนาแน่นพลังงานสูง แต่มีความเสี่ยงด้านความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดความเสียหาย (แตก) กับตัวมัน

ลิเทียมเหล็กฟอสเฟต ( $\text{LiFePO}_4$ ) แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแมงกานีสออกไซด์ ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  หรือ LMO) และลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ ( $\text{LiNiMnCoO}_2$  หรือ NMC) ให้ความหนาแน่นของพลังงานที่ต่ำลง แต่มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและมีโอกาสเกิดไฟไหม้หรือการระเหิดน้อยลง แบตเตอรี่ดังกล่าวมีการใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับเครื่องมือไฟฟ้า อุปกรณ์ทางการแพทย์ และอุปกรณ์อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิด NMC เป็นผู้นำของคู่แข่งชนิดอื่นๆ สำหรับการใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้า

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-ion battery หรือ Li-on battery) (ใช้ตัวย่อเป็น LIB) เป็นแบตเตอรี่ชนิดชาร์จไฟได้ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมักใช้สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพาและยานพาหนะไฟฟ้าและกำลังเป็นที่นิยมสำหรับการใช้งานทางทหาร การบินและอวกาศ เทคโนโลยีส่วนใหญ่ได้รับการ

ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาสำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนจะอยู่ในกรอบดังนี้คือ การยืดอายุการใช้งาน การเพิ่มความหนาแน่นของพลังงาน การเพิ่มความปลอดภัย การลดต้นทุนและเพิ่มความรวดเร็วในการชาร์จ การวิจัยจึงได้เน้นการดำเนินการในส่วนของอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ติดไฟ ซึ่งเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การเพิ่มความปลอดภัย ขึ้นอยู่กับความสามารถในการติดไฟและความผันผวนของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในอิเล็กโทรไลต์ กลยุทธ์โดยรวมของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน คือ อิเล็กโทรไลต์ของแข็งที่ทำจากเซรามิก อิเล็กโทรไลต์จากโพลีเมอร์ ไอออนิกเหลวและระบบฟลูออไรด์ (fluorinate) ขนาดใหญ่

## คำศัพท์ที่ใช้เกี่ยวกับแบตเตอรี่

### แบตเตอรี่กับเซลล์

เซลล์ (cell) เป็นหน่วยพื้นฐานทางเคมีไฟฟ้าที่ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า (electrode) ตัวแยก (separator) และอิเล็กโทรไลต์

แบตเตอรี่หรือชุดแบตเตอรี่ (battery pack) คือชุดของเซลล์หรือชุดประกอบเซลล์พร้อมตัวกล่อง (housing) ขั้วต่อไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการควบคุมและป้องกัน

### ขั้วบวกและขั้วลบ

สำหรับเซลล์ที่ชาร์จไฟได้ คำว่าแอนอด (anode) หรือขั้วบวก จะกำหนดขั้วไฟฟ้าที่เกิดออกซิเดชันในระหว่างรอบการปล่อยประจุ อีกหนึ่งอิเล็กโทรดคือ แคโทด (cathode) หรือขั้วลบ ในเซลล์ลิเทียมไอออน แคโทดจะใช้สารลิเทียมเป็นหลัก



## ประวัติของแบตเตอรี่



รูปแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับรถไฟฟ้าจาก HAIDI, ประเทศจีน

### ความเป็นมา

แบตเตอรี่ลิเทียมได้ถูกคิดค้นโดยนักเคมีชาวอังกฤษ M. Stanley Whittingham ซึ่งปัจจุบันนี้อยู่ที่ Binghamton University ในขณะที่เขาทำงานให้กับ Exxon ในปี 1970 Whittingham ใช้ไทเทเนียม (IV) ซัลไฟด์ และโลหะลิเทียมเป็นขั้วไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ลิเทียมที่ชาร์จไฟได้นี้ไม่สามารถใช้งานได้จริง ไทเทเนียมไดซัลไฟด์เป็นตัวเลือกที่แย่ เนื่องจากต้องถูกสังเคราะห์ภายใต้สภาวะที่ปิดสนิทและมีราคาค่อนข้างสูง (ประมาณ \$ 1,000 ต่อกิโลกรัม สำหรับวัตถุดิบไทเทเนียมซัลไฟด์ในปี 1970) เมื่อสัมผัสกับอากาศ ไทเทเนียมไดซัลไฟด์จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งมีกลิ่นไม่พึงประสงค์และเป็นพิษต่อสัตว์ส่วนใหญ่ ด้วยเหตุผลนี้และเหตุผลอื่นๆ Exxon จึงหยุด

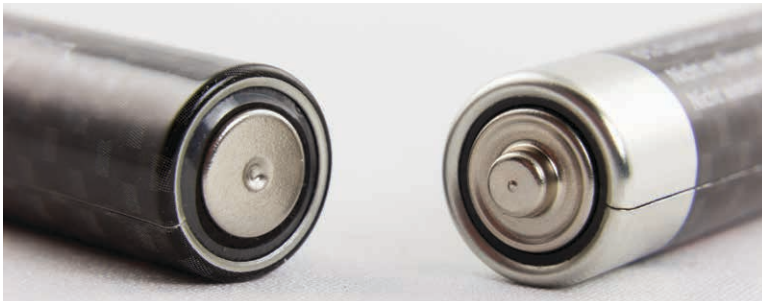
พัฒนาแบตเตอรี่ลิเทียมไทเทเนียมซัลไฟด์ของ Whittingham แบตเตอรี่ที่มีขั้วเป็นโลหะลิเทียมนั้นยังมีประเด็นด้านความปลอดภัย เนื่องจากโลหะลิเทียมทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วปล่อยก๊าซไฮโดรเจนที่ติดไฟได้ ดังนั้นงานวิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแบตเตอรี่ที่ไม่มีโลหะลิเทียมอยู่ ซึ่งพบว่าคาร์บอนมีเพียงสารประกอบลิเทียมเท่านั้น ก็เพียงพอที่จะสามารถรับและปล่อยลิเทียมไอออนได้

ปฏิกิริยาการแทรกซึมแบบย้อนกลับในกราไฟต์ และการแทรกซึมเข้าไปในออกไซด์ของคาโทดิก (cathodic) ถูกค้นพบระหว่างปี 1974-1976 โดย J. O. Besenhard ที่มหาวิทยาลัยมิวนิค และเขาเองได้เสนอการประยุกต์ใช้ปรากฏการณ์นี้ในเซลล์ลิเทียม การสลายตัวของอิเล็กโทรไลต์และตัวทำละลายร่วมระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยากับกราไฟต์เป็นข้อเสียอย่างหนึ่งสำหรับอายุการใช้งานแบตเตอรี่

เป็นที่ถกเถียงกันอยู่ว่าลิเทียมจะเป็นหนึ่งในวัตถุดิบหลักของการแข่งขันทางภูมิรัฐศาสตร์ ในโลกที่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนและต้องอาศัยแบตเตอรี่ในการใช้งาน แต่มุมมองนี้ถูกวิพากษ์วิจารณ์ว่ายังมีแรงจูงใจทางเศรษฐกิจที่ต่ำเกินไปที่จะนำไปสู่การขยายกำลังการผลิต

## พัฒนาการของลิเทียมไอออนแบตเตอรี่

- 1973 - อัดัม เฮลเลอร์ (Adam Heller) ได้นำเสนอแบตเตอรี่ลิเทียมไทโอนิลคลอไรด์ (thionyl chloride) ปัจจุบันยังคงใช้ในอุปกรณ์การแพทย์และระบบป้องกันที่มีอายุมากกว่า 20 ปี มีความหนาแน่นพลังงานสูงและ/หรือความทนต่ออุณหภูมิในการใช้งานที่สูงเป็นพิเศษ
- 1977 - ซามาร์ บาสู (Samar Basu) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้าของลิเทียมในกราไฟต์ที่มหาวิทยาลัยเพนซิลเวเนีย สิ่งนี้นำไปสู่การพัฒนาของขั้วไฟฟากราไฟต์ร่วมกับลิเทียมที่ Bell Labs ( $\text{LiC}_6$ ) เพื่อเป็นทางเลือกให้กับแบตเตอรี่อิเล็กโทรดโลหะลิเทียม
- 1979 - การทำงานแยกออกเป็นกลุ่มต่างๆ ทีม Ned A. Godshall และคณะ และทีมของ John B. Goodenough และ Koichi Mizushima ทั้งสองทีมแสดงให้เห็นถึงเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียม ใช้ลิเทียมโคบอลต์ไดออกไซด์ ( $\text{LiCoO}_2$ ) เป็นขั้วบวกและโลหะลิเทียมเป็นขั้วลบ ซึ่งนวัตกรรมนี้ได้กำหนดวัสดุอิเล็กโทรดขั้วบวกที่ใช้ในงานในแบตเตอรี่ลิเทียมเชิงพาณิชย์ในช่วงต้น  $\text{LiCoO}_2$  เป็นวัสดุอิเล็กโทรดขั้วบวกที่มีความเสถียร ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายลิเทียมไอออนซึ่งหมายความว่าสามารถชาร์จวัสดุอิเล็กโทรดขั้วลบที่นอกเหนือจากโลหะลิเทียมได้ ด้วยการเริ่มใช้งานวัสดุอิเล็กโทรดที่มีความเสถียรและง่ายต่อการจัดการ  $\text{LiCoO}_2$  จึงถูกใช้งานในระบบแบตเตอรี่แบบชาร์จใหม่ได้ Godshall และคณะระบุเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติที่คล้ายกันของสารประกอบโลหะผสม lithium-transition เช่น  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ ,  $\text{LiMnO}_2$ ,  $\text{LiFeO}_2$ ,  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$  และ  $\text{LiFe}_5\text{O}_4$  (และต่อมา lithium-copper-oxide และ lithium-nickel-oxide ได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุทำขั้วแคโทดในปี 1985)
- 1980 - Rachid Yazami แสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาย้อนกลับทางเคมีไฟฟ้าของลิเทียมในกราไฟต์และคิดค้นขั้วไฟฟากราไฟต์ลิเทียม (ขั้วบวก-anode) อิเล็กโทรไลต์อินทรีย์ที่มีโซลูชันในเวลานั้น จะสลายตัวในระหว่างการชาร์จด้วยกราไฟต์ที่ขั้วลบ เขาใช้อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งเพื่อแสดงให้เห็นว่าลิเทียมสามารถแทรกซึมและย้อนกลับได้ในกราไฟต์ผ่านกลไกทางเคมีไฟฟ้า ในปี 2011 ขั้วไฟฟากราไฟต์ของ Yazami เป็นขั้วไฟฟ้าที่ใช้กันมากที่สุดในเชิงพาณิชย์ของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- อิเล็กโทรดลบมีต้นกำเนิดใน PAS (สารกึ่งตัวนำ polyacenic) ค้นพบโดย Tokio Yamabe และต่อมาโดย Shizukuni Yata ในช่วงต้นทศวรรษ 1980 เมล็ดพันธุ์ของเทคโนโลยีนี้คือการค้นพบของโพลีเมอร์นำไฟฟ้าโดยศาสตราจารย์ Hideki Shirakawa และทีมงานของเขา และมันอาจถูกมองว่าเป็นการเริ่มต้นจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนโพลีอะเซทิลีนที่พัฒนาโดย Alan MacDiarmid และ Alan J. Heeger
- 1982 - Godshall และคณะ ได้รับรางวัลสิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา 4,340,652 สำหรับการใช้  $\text{LiCoO}_2$  เป็นแคโทดในแบตเตอรี่ลิเทียม อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ Godshall's Stanford University Ph.D และตีพิมพ์เมื่อ 1979
- 1983 - Michael M. Thackeray, Peter Bruce, William David และ John Goodenough ร่วมกันพัฒนาแมงกานีสินิลในเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นวัสดุแคโทดสำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- 1985 - Akira Yoshino ได้ทำการประกอบเซลล์ต้นแบบ โดยใช้วัสดุที่เป็นคาร์บอนซึ่งสามารถใส่ลิเทียมไอออนเป็นอิเล็กโทรดหนึ่งและลิเทียมโคบอลต์ไดออกไซด์ ( $\text{LiCoO}_2$ ) ในอีกอิเล็กโทรด มีผลให้มีความปลอดภัยที่ดีขึ้นอย่างมาก  $\text{LiCoO}_2$  เริ่มใช้งานในการผลิตระดับอุตสาหกรรมและเริ่มมีการใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนในเชิงพาณิชย์
- 1989 - Goodenough และ Arumugam Manthiram แสดงให้เห็นว่าขั้วไฟฟ้าบวกที่ประกอบด้วย polyanions เช่น ซัลเฟตสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงกว่าออกไซด์เนื่องจากการเหนี่ยวนำของ polyanion



## การค้นคว้าและประวัติศาสตร์ในช่วงหลัง

ประสิทธิภาพและความจุของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเพิ่มขึ้นเมื่อการพัฒนาก้าวหน้าขึ้น

- 1991 - Sony และ Asahi Kasei ได้เปิดตัวแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเชิงพาณิชย์เป็นรุ่นแรก ที่ทีมงานญี่ปุ่นที่ประสบความสำเร็จในการทำการค้านี้มาโดย Yoshio Nishi
- 1996 - Akshaya Padhi, KS Nanjundawamy และ Goodenough ได้ใช้งาน  $\text{LiFePO}_4$  (LFP) เป็นวัสดุของขั้วแคโทด
- 1996 - Goodenough, Akshaya Padhi และทีมงานร่วมกันเสนอให้ใช้ลิเทียมเหล็กฟอสเฟต ( $\text{LiFePO}_4$ ) และ phospho-olivines อื่นๆ (ลิเทียมเมทัลฟอสเฟตที่มีโครงสร้างเดียวกับแร่ olivine) เป็นวัสดุอิเล็กโทรดขั้วบวก
- 1998 - C. S. Johnson, J. T. Vaughey, M. M. Thackeray, T. E. Bofinger และ S. A. Hackney ได้รายงานการค้นพบวัสดุแคโทด NMC ซึ่งเป็นแคโทดที่มีความจุสูงและแรงดันสูง
- 2001 - Christopher Johnson, Micheal Thackeray, Khalil Amine, and Jaekook Kim ได้ยื่นสิทธิบัตรสำหรับ NMC ลิเทียมแคโทด ที่มีลิเทียม NMC เป็นพื้นฐานของโครงสร้างหลัก
- 2001 - Zhonghua Lu และ Jeff Dahn ได้ยื่นสิทธิบัตรสำหรับวัสดุอิเล็กโทรดขั้วบวกของลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ (NMC) ซึ่งได้รับการปรับปรุงด้านความปลอดภัยและความหนาแน่นของพลังงาน ที่เหนือกว่าลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย
- 2002 - Yet-Ming Chiang และกลุ่มของเขาที่ MIT ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเทียมโดยการเพิ่มความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยการเติม (doping) ด้วยอะลูมิเนียม (aluminum), ไนโอเบียม (niobium) และเซอร์โคเนียม (zirconium) กลไกที่ทำให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นอย่างลงตัวนี้กลายเป็นเรื่องที่มีการอภิปรายอย่างกว้างขวาง
- 2004 - Yet-Ming Chiang ได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพอีกครั้งโดยใช้ออกไซด์ลิเทียมเหล็กฟอสเฟตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 100 นาโนเมตร สิ่งนี้ทำให้ความหนาแน่นของอนุภาคลดลงเกือบหนึ่งร้อยเท่า เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของขั้วบวกและเพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพ Commercialization นำไปสู่การเติบโตอย่างรวดเร็วในตลาดสำหรับ LIB ที่มีกำลังการผลิตสูงขึ้น รวมถึงการต่อสู้เรื่องการละเมิดสิทธิบัตรระหว่าง Chiang กับ John Goodenough
- 2005 - Y Song, PY Zavalij และ M. Stanley Whittingham ได้รายงานถึงวัสดุที่มีอิเล็กตรอนสองตัว (two-electron) เป็นแคโทดโดยใช้วานาเดียม (vanadium) ฟอสเฟต ที่มีความหนาแน่นพลังงานสูง
- 2011 - แคโทด Lithium nickel manganese cobalt oxide (NMC) ได้ถูกพัฒนาขึ้นที่ห้องปฏิบัติการ Argonne National และได้ถูกผลิตในเชิงพาณิชย์โดย BASF ในเมืองโอไฮโอ
- 2011 - แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่คิดเป็น 66% ของยอดขายแบตเตอรี่สี่ารองแบบพกพาทั้งหมด (ชาร์จใหม่ได้) เกิดขึ้นในญี่ปุ่น
- 2012 - John Goodenough, Rachid Yazami และ Akira Yoshino ได้รับเหรียญ IEEE 2012 สำหรับเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยสำหรับการพัฒนาแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- 2014 - John Goodenough, Yoshio Nishi, Rachid Yazami และ Akira Yoshino ได้รับรางวัล Charles Stark Draper Prize จาก National Academy of Engineering สำหรับความพยายามในการบุกเบิกเรื่องแบตเตอรี่ของพวกเขา



- 2014 - แบตเตอรี่เชิงพาณิชย์จาก Amprius Corp. ที่มีความหนาแน่นพลังงานสูงถึง 650 Wh/L (เพิ่มขึ้น 20%) โดยใช้ซิลิคอนแอโนดและส่งมอบให้กับลูกค้าเป็นครั้งแรก
- 2016 - Z. Qi และ Gary Koenig ได้เสนอวิธีการปรับขนาด  $\text{LiCoO}_2$  ได้เพื่อการผลิตในขนาดไมโครมิเตอร์ได้ โดยใช้วิธีการใช้แม่แบบ (templated-base)
- 2019 - รางวัลโนเบลสาขาเคมี ได้ถูกมอบให้แก่ John Goodenough, Stanley Whittingham และ Akira Yoshino "สำหรับการพัฒนาแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน"

ในปี 2016 ความสามารถในการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนทั่วโลกอยู่ที่ 28 กิกะวัตต์ชั่วโมง (gigawatt-hour) โดยมีการผลิตในประเทศจีนถึง 16.4 กิกะวัตต์ชั่วโมง

### ตลาดของลิเทียมแบตเตอรี่

อุตสาหกรรมผลิตเซลล์ลิเทียมไอออนประมาณ 660 ล้านเซลล์ ในปี 2012 ขนาด 18650 เป็นขนาดที่ได้รับความนิยมสูงสุดสำหรับเซลล์รูปทรงกระบอก หากเทศบาลบรรลุเป้าหมายในการจัดส่งรถยนต์ไฟฟ้ารุ่น S จำนวน 40,000 คัน ในปี 2014 และใช้เซลล์เหล่านี้จำนวน 7,104 เซลล์ ในแบตเตอรี่ขนาด 85 kWh ต่อรถหนึ่งคัน ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นที่นิยมในต่างประเทศเหมือนกับในสหรัฐอเมริกา รถไฟฟ้า Model S เพียงอย่างเดียวจะใช้เกือบ 40 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตแบตเตอรี่ทรงกระบอกทั่วโลก ในช่วงปี 2014 ในปี 2013 การผลิตค่อยๆ เปลี่ยนไปสู่เซลล์ที่มีความจุมากกว่า 3,000 mAh

ในปี 2015 มีประมาณการต้นทุนการผลิตอยู่ระหว่าง 300-400 \$/kWh ในปี 2016 จีเอ็มเปิดเผยว่าพวกเขาจะจ่ายเงิน 145 \$/kWh สำหรับแบตเตอรี่ใน Chevy Bolt EV ในปี 2017 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบจัดเก็บพลังงานสำหรับที่อยู่อาศัยโดยเฉลี่ยคาดว่าจะลดลงจาก 1600 \$/kWh ในปี 2015 เป็น 250 \$/kWh ภายในปี 2040 และคาดว่าจะลดลง 70% ภายในปี 2030 ในปี 2019 มีการประมาณราคาแพ็คเกจแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า 150-200 \$/kWh และ Volkswagen ระบุว่าจะจ่ายเงิน 100 \$/kWh สำหรับรถยนต์ไฟฟ้ารุ่นต่อไป

สำหรับการจัดเก็บพลังงานโดยใช้ Li-ion ควบคู่ไปกับ photovoltaics และโรงไฟฟ้า ก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน Li-ion จะสร้างผลกำไรที่สูงขึ้นถ้ามันถูกใช้งานบ่อยครั้งมากขึ้น แม้ว่าอายุการใช้งานจะลดลงเพราะการเสื่อมของแบตเตอรี่เอง NMC เพื่อการค้ามีหลายประเภท แยกตามอัตราส่วนของส่วนประกอบโลหะ NMC 111 (หรือ NMC 333) มีส่วนของนิกเกิลแมงกานีสและโคบอลต์เท่ากัน ส่วน NMC 532 มีนิกเกิล 5 ส่วน แมงกานีส 3 ส่วน และโคบอลต์ 2 ส่วน ในปี 2019, NMC 532 และ NMC 622 เป็นประเภทที่มีโคบอลต์ต่ำและเป็นที่ยอมรับสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า โดยมี NMC 811 ที่มีอัตราส่วนโคบอลต์ที่ต่ำกว่า

ทำให้มีการใช้เพิ่มขึ้นและเป็นการลดการพึ่งพาโคบอลต์ลง อย่างไรก็ตามโคบอลต์ที่ใช้สำหรับยานพาหนะไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 81% จากครั้งแรกของปี 2018 เป็น 7,200 ตันในช่วงครึ่งแรกของปี 2019 สำหรับแบตเตอรี่ความจุรวม 46.3 GWh

### โครงสร้างของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 18650 ที่มีขนาดเท่ากับอัลคาไลน์รุ่น AA มีการใช้งานอย่างหลากหลาย เช่น ใช้สำหรับโน้ตบุ๊กหรือรถไฟฟ้าเทสลา รุ่น S

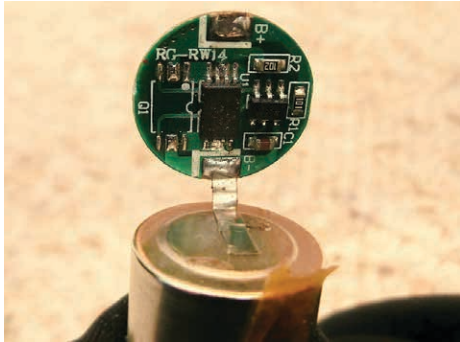
ส่วนประกอบหลักสามอย่างของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนคืออิเล็กโทรดบวก อิเล็กโทรดลบ และอิเล็กโทรไลต์ โดยทั่วไปขั้วลบของเซลล์ลิเทียมไอออนจะทำจากคาร์บอน อิเล็กโทรดบวกคือโลหะออกไซด์ และอิเล็กโทรไลต์เป็นเกลือลิเทียมในตัวทำละลายอินทรีย์ บทบาททางเคมีไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้าย้อนกลับระหว่างขั้วบวกและขั้วลบขึ้นอยู่กับทิศทางของการไหลของกระแสผ่านเซลล์

ขั้วแอโนด (anode-negative electrode) ที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในเชิงพาณิชย์คือ กราไฟต์ ขั้วบวกเป็นหนึ่งในสามของวัสดุหลัก จะเป็น

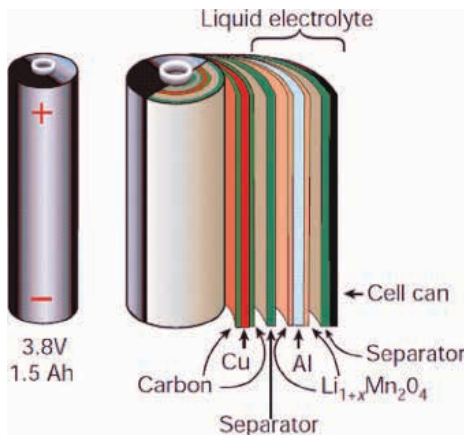


เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนพานาโซนิค 18650  
ทรงกระบอกก่อนทำการประกอบ





อุปกรณ์ตรวจสอบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (ป้องกันประจุเกินและป้องกันการคายประจุเกิน)



ลักษณะของชั้นออกไซด์ (layered oxide) เช่น ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์, ลักษณะเป็นคู่ (polyanion) เช่น ลิเทียมเหล็กฟอสเฟต หรือ spinel เช่น ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ และเมื่อเร็วๆ นี้ graphene ที่มีขั้วไฟฟ้า (ตามโครงสร้าง 2D และ 3D ของ graphene) ก็ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของขั้วไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่ลิเทียม

อิเล็กโทรไลต์นั้นมักจะมีส่วนผสมของอินทรีย์คาร์บอน เช่น เอทิลีนคาร์บอนเตตระไฮไดรด์หรือโพรพีนคาร์บอนเตตระไฮไดรด์ที่มีสารประกอบเชิงซ้อนของลิเทียมไอออน อิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำเหล่านี้ มักใช้เกลือไอออนที่ไม่มีการประสานกัน เช่น lithium hexafluorophosphate (LiPF<sub>6</sub>), lithium hexafluoroarsenate monohydrate

(LiAsF<sub>6</sub>), lithium perchlorate (LiClO<sub>4</sub>), lithium tetrafluoroborate (LiBF<sub>4</sub>) และ lithium triflate (LiCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>)

แรงดันไฟฟ้า ความหนาแน่นของพลังงาน อายุการใช้งานและความปลอดภัยของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนนั้น ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วัสดุที่เป็นส่วนประกอบ ในปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะพัฒนา โดยมุ่งเน้นที่การใช้วัสดุกรรมสมัยใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามา เพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้น ซึ่งหัวข้อที่ได้รับความสนใจ ได้แก่ วัสดุอิเล็กโทรดระดับนาโนและโครงสร้างอิเล็กโทรดแบบต่างๆ

ลิเทียมบริสุทธิ์ที่มีปฏิกิริยาสูง มันทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำในรูปแบบลิเทียมไฮดรอกไซด์ (LiOH) และก๊าซไฮโดรเจน ดังนั้นโดยทั่วไปจะใช้อิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำและบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทและแน่นหนา เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นเข้าก่อนแบตเตอรี่ได้

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (LIB) มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ NiCd แต่ทำงานในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่า ด้วยความหนาแน่นพลังงานที่สูงกว่า แต่มันต้องมีวงจรป้องกันเพื่อจำกัดแรงดันเกิน

ในก้อนแบตเตอรี่ของคอมพิวเตอร์แล็ปท็อป ในแต่ละเซลล์ลิเทียมไอออนจะประกอบด้วย

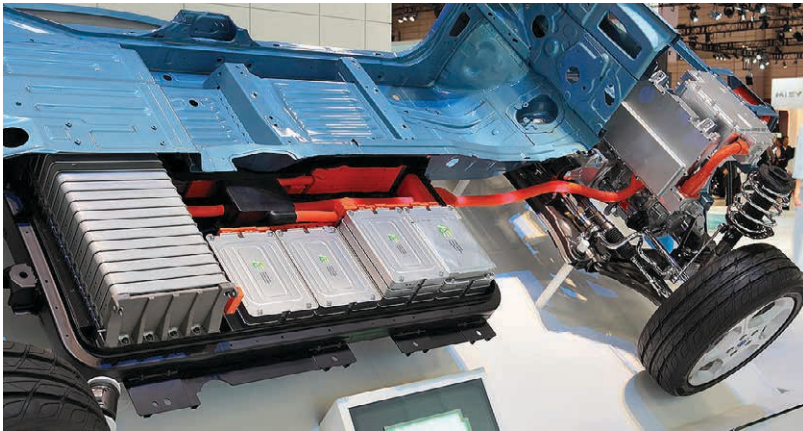
- เซ็นเซอร์อุณหภูมิ
- วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า
- ขั้วต่อแรงดันไฟฟ้า
- จอภาพแสดงสถานะการชาร์จ
- ช่องต่อไฟหลัก

ส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้มีไว้เพื่อวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ตรวจสอบกระแสการชาร์จและกระแสขณะใช้งาน
2. บันทึกความจุล่าสุดที่ชาร์จเต็ม
3. ตรวจสอบอุณหภูมิ

ดังนั้นการออกแบบของ LIB จะลดความเสี่ยงของการลัดวงจรได้ดี





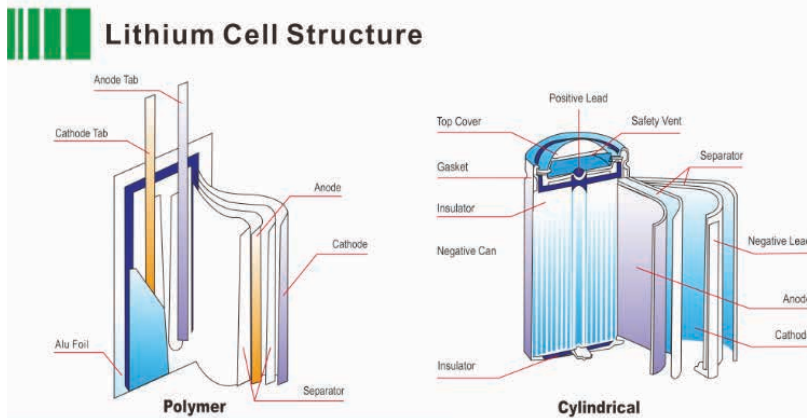
ชุดแบตเตอรี่เกี่ยวกับไอออนของ Nissan Leaf

## รูปร่าง

เซลล์ Li-ion มีอยู่ในรูปทรงต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นสี่กลุ่ม

1. ทรงกระบอกเล็ก (ตัวถังไม่มีขั้ว เช่น ใช้ในแบตเตอรี่แล็ปท็อปรุ่นเก่า)
2. ทรงกระบอกขนาดใหญ่ (เป็นของแข็งที่มีขั้วขนาดใหญ่)
3. แบนหรือกระเป๋า (แบนนุ่ม เช่น ใช้ในโทรศัพท์มือถือและแล็ปท็อปรุ่นใหม่) เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนโพลีเมอร์
4. กล่องพลาสติกแข็งที่มีขั้วขนาดใหญ่ (เช่น ชุดที่ใช้ในยานพาหนะ)

เซลล์ที่มีรูปทรงกระบอกทำในลักษณะ "swiss roll" (หรือที่เรียกว่า "jelly roll" ในสหรัฐอเมริกา) ซึ่งหมายความว่ามันเป็น 'แซนวิช' ยาวที่เดี่ยวของทั้งขั้วไฟฟ้าบวก ตัวแยกขั้ว ขั้วไฟฟาลบ และตัวแยกขั้วไฟฟ้าอีกชั้นมันวนไปพร้อมกันในแกนเดียว ข้อเสียเปรียบหลักของวิธีการนี้คือเซลล์จะมีการเหนี่ยวนำอนุกรม (series inductance) ที่สูงขึ้น



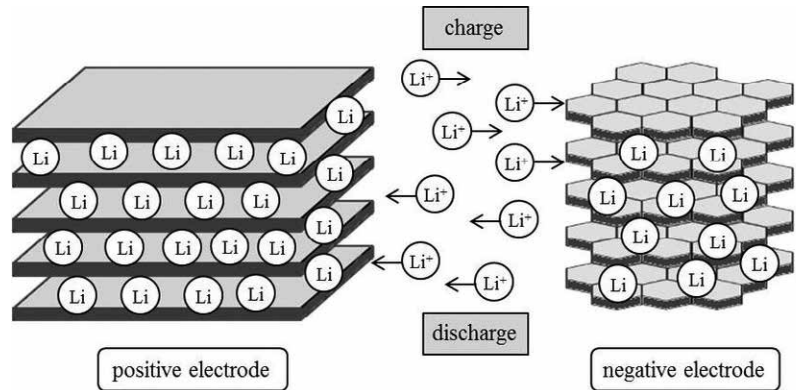
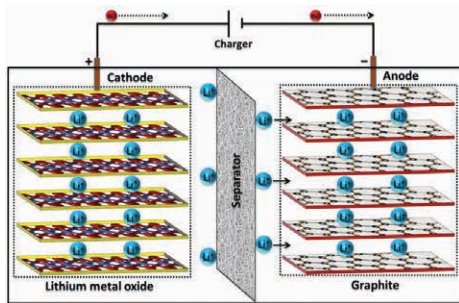
ยังมีเซลล์แบบกระเป๋า (pouch cells) ที่ความหนาแน่นพลังงานสูงสุด อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้งานจริง เซลล์แบบนี้ยังต้องการวิธีการห่อหุ้มเพื่อป้องกันการขยายตัวเมื่ออยู่ในสถานะระดับการชาร์จ (SOC) สูง และโดยทั่วไปความแข็งแรงของโครงสร้างของก้อนแบตเตอรี่ ก็เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญ ทั้งเซลล์แบบพลาสติกแข็งและเซลล์แบบกระเป๋า บางครั้งเรียกว่าเซลล์ปริซึม (prismatic cells) เนื่องจากรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม

ตั้งแต่ปี 2011 กลุ่มวิจัยหลายกลุ่มได้ประกาศถึงการสาริตของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบไหล (lithium-ion flow) ที่วัสดุรับแคโทดหรือแอโนดลอยตัวอยู่ในสารละลายนำหรือสารละลายอินทรีย์

ในปี 2014 พานาโซนิคสร้างแบตเตอรี่ Li-ion ที่เล็กที่สุด มันเป็นรูปสลัก (pin) มันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 มม. และน้ำหนัก 0.6 กรัม ฟอรัมแพคเตอร์เซลล์แบบเหรียญคล้ายกับแบตเตอรี่ลิเทียมธรรมดาที่มีใช้ตั้งแต่ต้นปี 2006 สำหรับเซลล์  $\text{LiCoO}_2$  ซึ่งมักจะถูกกำหนดด้วยค่านำหน้า "LiR"

## ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวกับอิทธิพลของไฟฟ้า

สารตั้งต้นในปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าในเซลล์ลิเทียมไอออนเป็นวัสดุของ anode และ cathode ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นสารประกอบที่มีลิเทียมอะตอมระหว่างการคายประจุปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ anode จะสร้างประจุลิเทียมไอออนที่มีประจุบวกและอิเล็กตรอนที่มีประจุลบ รวมทั้งวัสดุที่ไม่มีประจุซึ่งยังคงอยู่ที่ขั้วบวก หลังจากการเคลื่อนตัวของลิเทียมไอออนผ่านอิเล็กโทรไลต์และอิเล็กตรอนผ่านวงจรภายนอก และพวกมันจะรวมตัวกันอีกครั้งที่ cathode พร้อมกับวัสดุแคโทดในปฏิกิริยาที่ลดลง อิเล็กโทรไลต์และวงจรภายนอกไม่ได้มีส่วนร่วมในปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าแต่ใช้เป็นสื่อนำไฟฟ้าสำหรับลิเทียมไอออนและอิเล็กตรอนตามลำดับ เมื่อ



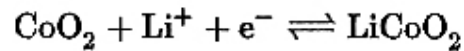
อิเล็กตรอนไหลเข้าสู่แคโทดในระหว่างการคายประจุ อิเล็กโทรดด้านนี้ของเซลล์จะเป็นขั้วบวก ปฏิกริยาระหว่างการคายประจุจะลดศักยภาพทางเคมีของเซลล์ ดังนั้นการปลดปล่อยพลังงานจากเซลล์ไปยังที่ใดก็ตามที่กระแสไฟฟ้านำพลังงานออกไปโดยปกติจะผ่านทางวงจรภายนอก ในระหว่างการชาร์จปฏิกริยาเหล่านี้และการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแคโทด (ยังเป็นบวก) ไปยัง anode วงจรภายนอกจะต้องยอมให้พลังงานไฟฟ้าจากการชาร์จที่จะเกิดขึ้น และพลังงานนี้ก็จะถูกเก็บไว้ในเซลล์ ในรูปแบบของพลังงานเคมี

อิเล็กโทรดทั้งสองข้างช่วยให้ลิเทียมไอออนเคลื่อนที่เข้าและออกจากโครงสร้าง ด้วยกระบวนการที่เรียกว่าการแทรก (intercalation) หรือการสกัด ในขณะที่ไอออนของลิเทียมไอออน 'rock' เคลื่อนไปมาระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เหล่านี้ยังเป็นที่ยูจกกันในนาม 'rocking-chair battery' หรือ 'swing battery' (เป็นคำที่กำหนดโดยอุตสาหกรรมในยุโรป)

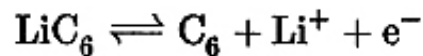
ในระหว่างการปลดปล่อยลิเทียมไอออน (บวก) ย้ายจากขั้วลบ (anode) (โดยทั่วไปจะเป็นกราไฟต์ "C6" ดังสมการด้านล่าง) ถึงขั้วบวก (cathode) (สร้างสารประกอบลิเทียม) ผ่านอิเล็กโทรไลต์ในขณะที่อิเล็กตรอนไหลผ่าน

วงจรภายนอกในทิศทางเดียวกัน เมื่อเซลล์กำลังชาร์จประจุกลับเข้าแบตเตอรี่ จะเกิดลิเทียมไอออนและอิเล็กตรอนเคลื่อนที่กลับเข้าไปในขั้วลบ ในสถานะที่พลังงานสูงกว่า สมการต่อไปนี้เป็นตัวอย่างทางเคมี

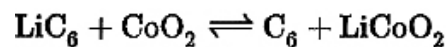
อิเล็กโทรดบวก (cathode) ครึ่งหนึ่งของปฏิกริยาในสารตั้งต้นลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์คือ



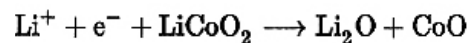
อิเล็กโทรดลบ (anode) ครึ่งหนึ่งของปฏิกริยาสำหรับกราไฟท์คือ



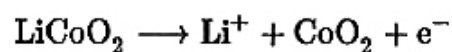
ปฏิกริยาเต็มรูปแบบ (จากซ้ายไปขวา: discharge, จากขวาไปซ้าย: charging) แสดงดังต่อไปนี้



ปฏิกริยาโดยรวมมีข้อจำกัด การปล่อยประจุเกิน (over discharging) จนเกินจุดอิ่มตัวของลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดลิเทียมออกไซด์ อาจทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกริยาย้อนกลับได้ดังต่อไปนี้



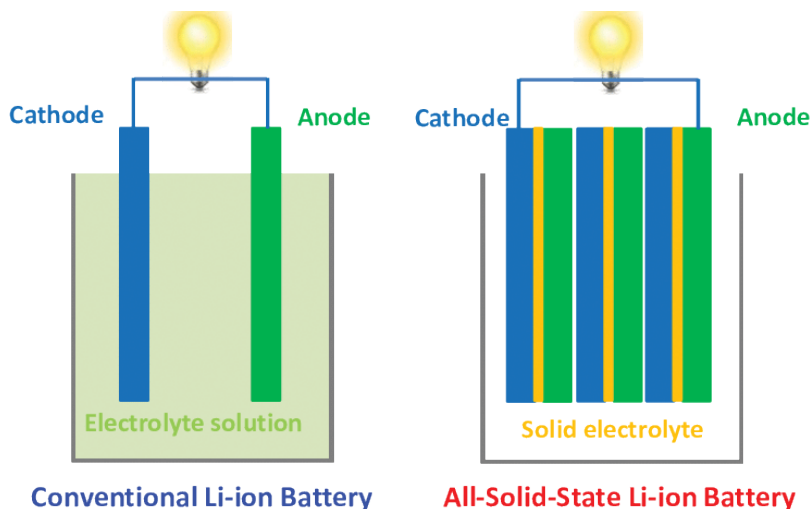
การประจุมากเกิน (over charging) ถึง 5.2 โวลต์ จะนำไปสู่การสังเคราะห์โคบอลต์ (IV) ออกไซด์ ดังนี้



ในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ไอออนของลิเทียมจะเคลื่อนตัวไปและกลับจากขั้วบวกหรือขั้วลบโดยการออกซิไดซ์โลหะทรานซิชันโคบอลต์ (Co) ใน  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$  จาก  $\text{Co}^{3+}$  ถึง  $\text{Co}^{4+}$  ในระหว่างการชาร์จ และลดลงจาก  $\text{Co}^{4+}$  ถึง  $\text{Co}^{3+}$  ระหว่างการคายประจุ ปฏิกริยาอิเล็กโทรดโคบอลต์สามารถย้อนกลับได้สำหรับ  $x < 0.5$  ( $x$  ในหน่วยโมล) ซึ่งจำกัดความลึกของการคายประจุ ปฏิกริยาเคมีนี้ได้ถูกใช้ในเซลล์ Li-ion ที่พัฒนาโดย Sony ในปี 1990

พลังงานของเซลล์เท่ากับแรงดันคูณประจุ ลิเทียมแต่ละกรัมประกอบด้วยค่าคงที่ 6.941 ของฟาราเดย์ หรือ 13901 คูลอมป์ ที่ 3 V จะให้ลิเทียม 41.7 kJ ต่อกรัมของลิเทียมหรือ 11.6 kWh ต่อกิโลกรัม นี่เป็นมากกว่าความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซินเล็กน้อย แต่ไม่ได้พิจารณาวัสดุอื่นๆ ที่เข้าสู่แบตเตอรี่ลิเทียมและทำให้แบตเตอรี่ลิเทียมหนักกว่าหน่วยพลังงานหลายเท่า

## อิเล็กโทรไลต์



เป็นสารละลายที่ก่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ที่เป็นผลมาจากเคมีไฟฟ้าโดยมีค่าศักย์ไฟฟ้าที่สูง

## อิเล็กโทรไลต์ประเภทของเหลว

อิเล็กโทรไลต์เหลวในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ประกอบด้วยเกลือลิเทียม เช่น  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$  หรือ  $\text{LiClO}_4$  ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ethylene carbonate, dimethyl carbonate และ diethyl carbonate อิเล็กโทรไลต์เหลวทำหน้าที่เสมือนเป็นทางเดินของไฟฟ้าสำหรับการเคลื่อนที่ของไอออนบวกจากขั้วลบไปยังขั้วบวกบวกระหว่างการคายประจุ ค่าความนำไฟฟ้าของอิเล็กโทรไลต์เหลวโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 10 mS/cm ที่อุณหภูมิห้อง (20 °C (68 °F) จะเพิ่มขึ้นประมาณ 30-40% ที่ 40 °C (104 °F) และลดลงเล็กน้อยที่ 0 °C (32 °F)

การรวมกันของคาร์บอนเนตแบบเชิงเส้นและแบบวงกลม (เช่น ethylene carbonate (EC) และ dimethyl carbonate (DMC)) สามารถทำให้เกิดการนำไฟฟ้าได้สูงและเกิด Solid Electrolyte Interphase (SEI) ได้

ตัวทำละลายอินทรีย์สลายตัวได้ง่ายบนขั้วลบในระหว่างการประจุ เมื่อใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมเป็นอิเล็กโทรไลต์ตัวทำละลายจะสลายตัวเมื่อเริ่มต้นการชาร์จและกลายเป็นชั้นของแข็งที่เรียกว่า โซลิดอิเล็กโทรไลต์อินเตอร์เฟส ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า ที่จะป้องกันการสลายตัวของอิเล็กโทรไลต์หลังจากการชาร์จครั้งที่สอง ยกตัวอย่างเช่น ethylene carbonate ถูกสลายด้วยแรงดันไฟฟ้าค่อนข้างสูงที่ 0.7 V กับลิเทียม และเกาะกลุ่มต่อประสานกันอย่างหนาแน่นและถาวร

แสดงให้เห็นว่ามันมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิด SEI ในแบตเตอรี่ที่ใช้น้ำเป็นส่วนประกอบ อิเล็กโทรไลต์เหลวที่มีความเข้มข้นสูงมากๆ ของเกลือลิเทียมก่อให้เกิดชั้นฟิล์มบางๆ ขึ้นบนขั้วแอโนด ซึ่งเคยคิดว่าจะเกิดขึ้นในอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ใช้น้ำเท่านั้น

คอมโพลีเมอร์อิเล็กโทรไลต์ที่อิงกับ POE (poly oxyethylene) ให้การเกิดอินเตอร์เฟสที่ค่อนข้างเสถียร มันสามารถเป็นได้ทั้งของแข็ง (น้ำหนักโมเลกุลสูง) และนำไปใช้ในเซลล์ Li-polymer แห่งหรือของเหลว (น้ำหนักโมเลกุลต่ำ) และนำไปใช้ในเซลล์ Li-ion ปกติก็ได้เช่นกัน

ของเหลวไอออนิกที่อุณหภูมิห้อง (RTILs) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการจำกัด การติดไฟและความผันผวนของอิเล็กโทรไลต์อินทรีย์



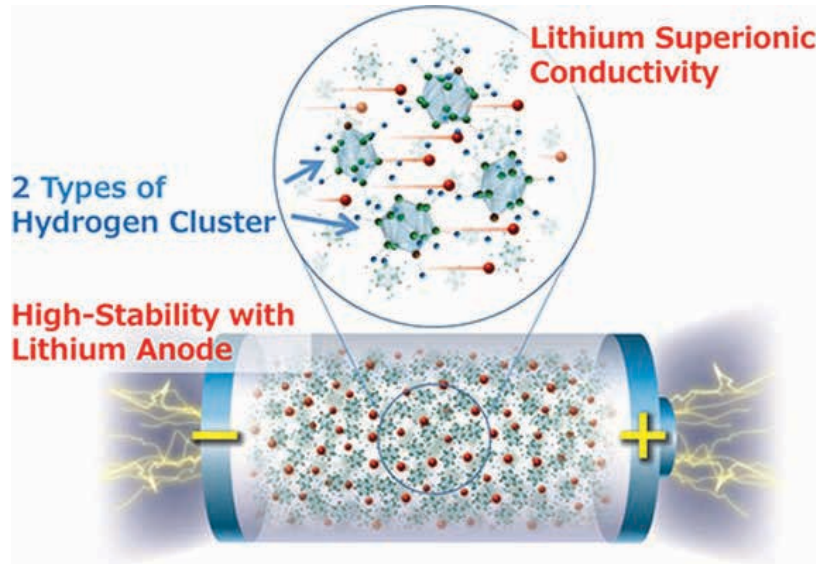
## อิเล็กทรอนิกส์ประเภทของแข็ง

ความก้าวหน้าล่าสุดของเทคโนโลยีแบตเตอรี่คือศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ของแข็งเป็นวัสดุอิเล็กโทรไลต์ สิ่งที่น่าสนใจมากที่สุดคือเซรามิก

อิเล็กโทรไลต์เซรามิกที่เป็นของแข็งส่วนใหญ่เป็นโลหะออกไซด์ของลิเทียมซึ่งช่วยให้การนำพาอิเล็กตรอนผ่านของแข็งมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ประโยชน์หลักของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งคือไม่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหลซึ่งเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยที่ร้ายแรงสำหรับแบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว

อิเล็กโทรไลต์เซรามิกที่เป็นของแข็งสามารถถูกแบ่งย่อยออกเป็นสองประเภทหลักคือ เซรามิกและแก้ว อิเล็กโทรไลต์แข็งที่ทำจากเซรามิกเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างผลึกสูงซึ่งมักจะมีช่องว่างในการนำพาไอออน อิเล็กโทรไลต์เซรามิกทั่วไปคือ lithium superionic conductivity (LISICON) และ perovskites

อิเล็กโทรไลต์แข็งแบบแก้วเป็นโครงสร้างอะตอมแบบ amorphous atomic ประกอบด้วยองค์ประกอบที่คล้ายกับอิเล็กโทรไลต์ของแข็งเซรามิกแต่มีค่าการนำไฟฟ้าโดยรวมสูงกว่า



อิเล็กโทรไลต์ทั้งแบบแก้วและเซรามิกสามารถทำหน้าที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยการแทนที่กัมมันต์ด้วยออกซิเจน รัศมีที่ใหญ่กว่าของซัลเฟอร์และความสามารถในการเป็นโพลาริซที่สูงขึ้นทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าของลิเทียมเพิ่มขึ้น สิ่งนี้มีส่วนช่วยในการนำไฟฟ้าของอิเล็กโทรไลต์แข็งใกล้เคียงกับของเหลว โดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 0.1 mS/cm และดีที่สุดที่ 10 mS/cm

เกี่ยวกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนนั้นยังมีด้านอื่นๆ ที่ต้องกล่าวถึงอยู่อีกมาก เช่น การชาร์จและดิชาร์จ ประสิทธิภาพ อายุการใช้งาน การเสื่อมสภาพ ความปลอดภัยในการใช้งานและอื่นๆ ซึ่งจะขอแนะนำเสนอในฉบับต่อไป 🔗







# Battery Energy Storage System

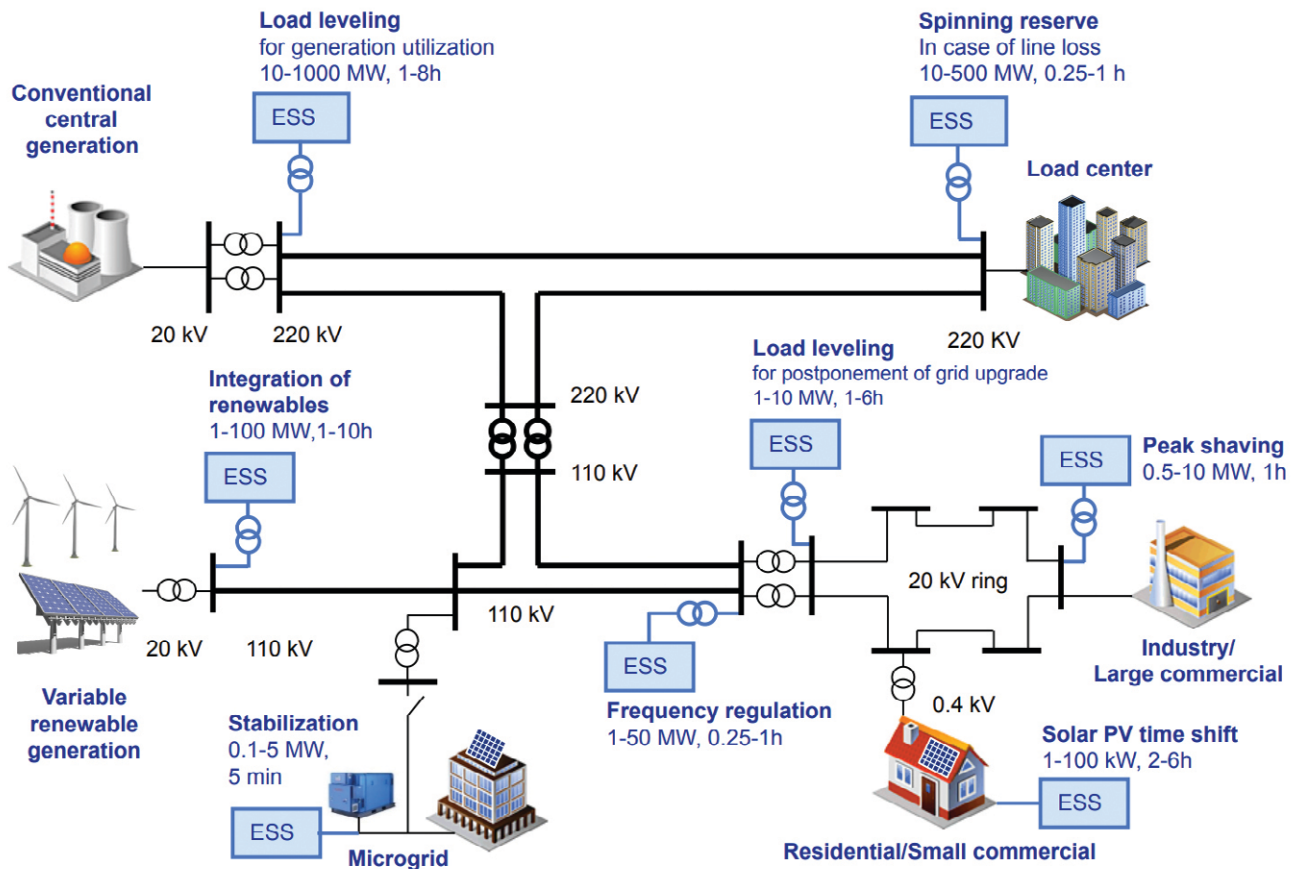
## สถานการณ์

เทคโนโลยีการสำรองไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายไฟฟ้า หรือ Grid Energy Storage เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากจากรัฐบาลและหน่วยงานกำกับดูแล (Regulator) โครงข่ายไฟฟ้าทั่วโลก เนื่องจากเทคโนโลยี Grid Energy Storage สามารถช่วยเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่วนเกิน เพื่อนำมาใช้เวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง (peak) สามารถช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบไฟฟ้าให้สามารถตอบสนองต่อระดับความต้องการและการผลิตที่มีความผันแปรได้อย่างทันที่ Grid Energy Storage จึงช่วยแก้ปัญหาความผันแปรของอุปสงค์และอุปทานในระบบโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นคงและเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าอันเป็นประเด็นที่มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ

ในระบบไฟฟ้าแบบดั้งเดิมนั้น ไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นไม่สามารถถูกกักเก็บไว้ใช้ในเวลาต่อมาได้ ผู้ดูแลระบบ (System operator) จะต้องรักษาระดับการผลิตไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งและช่วงเวลา ให้เท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าในตำแหน่งและช่วงเวลาเดียวกันอยู่เสมอ เพื่อเสถียรภาพและความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า ดังนั้นการนำเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Energy Storage) เข้ามาใช้จะมีบทบาทพลิกโฉมการทำงานของกิจการไฟฟ้าไปอย่างสิ้นเชิง เพราะทำให้ระดับการผลิตไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องเท่ากับความต้องการไฟฟ้าในทุกขณะและทุกตำแหน่งอีกต่อไป ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นและลดต้นทุนของระบบไฟฟ้าได้ เช่น การเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงต้นทุนถูกไว้ใช้ในเวลาที่ต้นทุนแพง หรือเก็บพลังงานไฟฟ้าส่วนเกิน จากพลังงานทดแทนที่ผลิตได้ในช่วงเวลาที่ความต้องการต่ำไว้ใช้ในเวลาที่ความต้องการสูง ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 1

## 1. Electricity Storage Services and Benefits

ประโยชน์ของการติดตั้งระบบเทคโนโลยี Energy Storage สามารถจัดกลุ่มการใช้งาน Energy Storage ในห่วงโซ่มูลค่า (value chain) ของอุตสาหกรรมไฟฟ้าได้เป็น 5 ตำแหน่ง ได้แก่ ส่วนการผลิตไฟฟ้า (Generation), การควบคุมระบบไฟฟ้า (System operator), การใช้ควบคู่กับพลังงานทดแทน (Renewable energy), ส่วนระบบสายส่งและสายจำหน่าย (Transmission and Distribution) และส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้า (Consumer/End users)

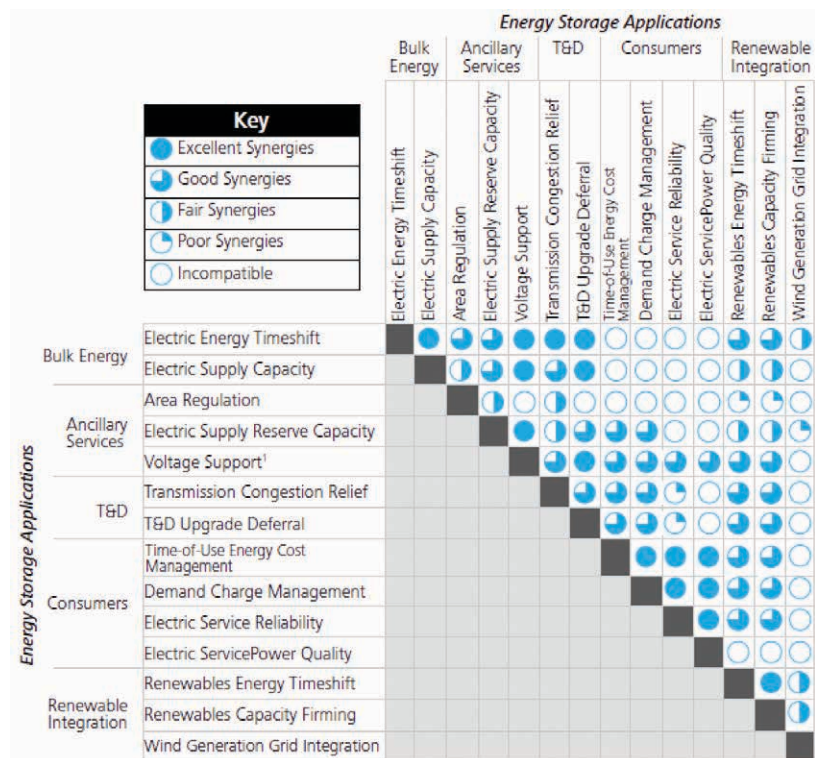


รูปที่ 1 แสดงการเก็บพลังงานไฟฟ้าส่วนเกิน ในทุก value chain



ตำแหน่งในห่วงโซ่มูลค่า (value chain)	ลักษณะการใช้งาน (Application)
1. ส่วนการผลิตไฟฟ้า (Generation)	ใช้ควบคู่กับโรงไฟฟ้า หรือทดแทนโรงไฟฟ้า 1. Electric energy time-shift 2. Electric supply capacity
2. ส่วนการควบคุมระบบและโครงข่ายไฟฟ้า (System operator)	ใช้เสริมสร้างความมั่นคงและเสถียรภาพให้กับโครงข่ายไฟฟ้า 3. Load following and Area regulation 4. Electric supply reserve capacity 5. Voltage support
3. การใช้ควบคู่กับพลังงานทดแทน (Renewable energy)	เพิ่มเสถียรภาพให้กับพลังงานทดแทน โดยเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไว้ใช้เมื่อมีความต้องการเท่านั้น 6. Renewable energy time-shift 7. Renewable capacity firming 8. Wind/solar generation grid integration
4. ระบบสายส่งและสายจำหน่าย (Transmission & Distribution)	ใช้ชะลอการลงทุนในสายส่งและสายจำหน่าย เพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าและพลังงานทดแทนที่เพิ่มขึ้นในระบบ 9. Transmission congestion relief 10. T&D upgrade deferral
5. ผู้ใช้ไฟฟ้า (Consumers)	ใช้สร้างความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า และใช้ควบคู่กับระบบการจัดการพลังงานภายในอาคาร 11. Time-of-use management 12. Demand charge management 13. Electric service reliability 14. Electric service power quality

จะเห็นได้ว่า Energy Storage มีลักษณะการใช้งานและประโยชน์ที่หลากหลายในระบบไฟฟ้า ยิ่งไปกว่านั้น Energy Storage ระบบเดียวกัน สามารถนำมาใช้งานได้หลายลักษณะพร้อมๆ กัน ตัวอย่างเช่น การใช้ Energy Storage เพื่อเก็บไฟฟ้าส่วนเกิน ณ ช่วงเวลาหนึ่งไว้ใช้ในอีกช่วงเวลาหนึ่ง (Electricity time-shift) หากเกิดขึ้นในตำแหน่งและเวลาที่เหมาะสมก็จะสามารถสร้างประโยชน์เพิ่มเติมในลักษณะของการช่วยลดพีค (electric supply capacity), ชะลอการลงทุนในระบบสายส่งสายจำหน่าย (T&D upgrade deferral) และช่วยลดข้อจำกัดของระบบสายส่ง (transmission congestion relief) ได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะการใช้งานที่ส่งเสริมกัน (complementary applications) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการใช้งานของระบบ Energy Storage

## 2. Electricity Storage Technologies: Cost, Maturity

### ต้นทุน (Capital cost)

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับการติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ คือความคุ้มค่าทางการเงิน อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างเทคโนโลยีไม่สามารถทำได้โดยตรงเนื่องจากแต่ละเทคโนโลยีมีอายุการใช้งานที่ต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ ผู้เปรียบเทียบจำเป็นต้องคำนวณมูลค่าของต้นทุนในลักษณะของ Levelized cost of storage (LCOS) ตามรูปที่ 3 ซึ่งสะท้อนสัดส่วนระหว่างผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร (ไม่รวมต้นทุนพลังงาน) ของระบบ Energy Storage กับปริมาณของพลังงานที่ระบบ Energy Storage สามารถปลดปล่อยได้ทั้งหมดภายในช่วงอายุการใช้งานของระบบ

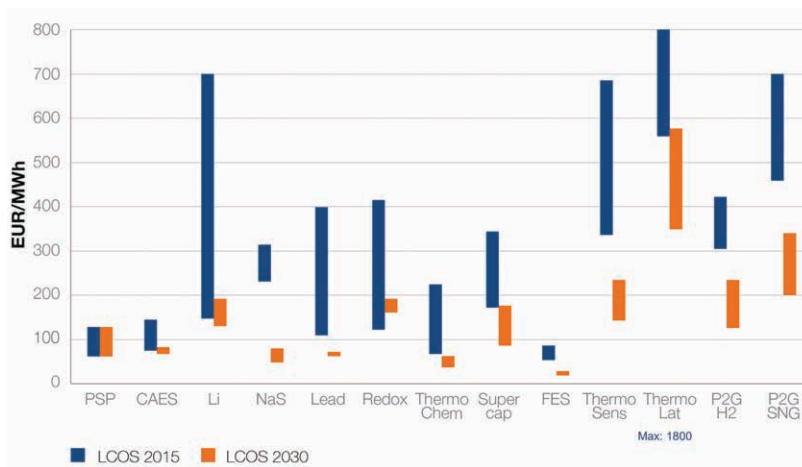


$$LCOS = \frac{\sum (CAPITAL_t + O\&M_t + Fuel_t) \cdot (1+r)^{-t}}{\sum MWh_t \cdot (1+r)^{-t}}$$

Capital <sub>t</sub>	= Total capital expenditures in year t
O&M <sub>t</sub>	= Fixed operation and maintenance costs in year t
Fuel <sub>t</sub>	= Charging cost in year t
MWh <sub>t</sub>	= The amount of electricity discharged in MWh in year t, measure for the capacity factor
(1+r) <sup>-t</sup>	= The discount factor for year t

รูปที่ 3 แสดงการคำนวณมูลค่าของต้นทุนในลักษณะของ Levelized cost of storage (LCOS)

การคิดต้นทุนด้วยวิธี LCOS จะได้มูลค่าที่คงที่เสมอ ต่างจากการคำนวณต้นทุนต่อรอบการชาร์จ (cost per cycle) ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการใช้งานและการเสื่อมสภาพ วิธีคำนวณต้นทุนแบบ LCOS จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เปรียบเทียบเทคโนโลยีสำรองพลังงานต่างประเภท อย่างไรก็ตามวิธีคำนวณดังกล่าวตอบโจทย์เพียงแค่ต้นทุนของการเก็บพลังงาน เป็นการวิเคราะห์ที่มองด้านเดียวเท่านั้น

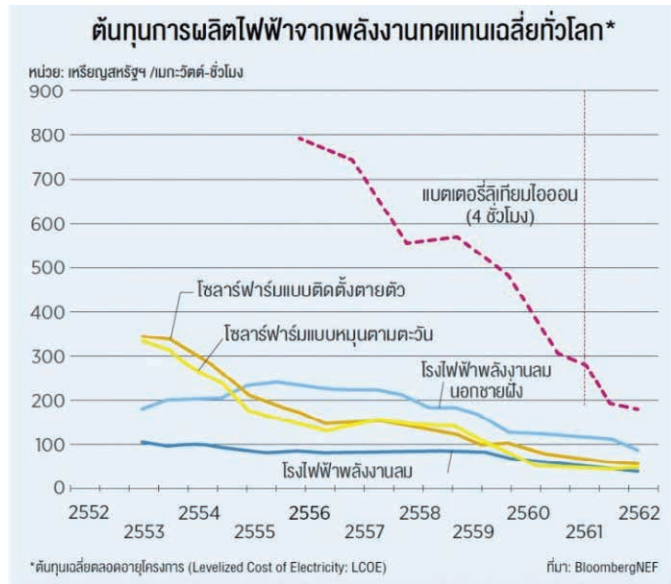


รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการคำนวณมูลค่าของต้นทุนในลักษณะของ LCOS

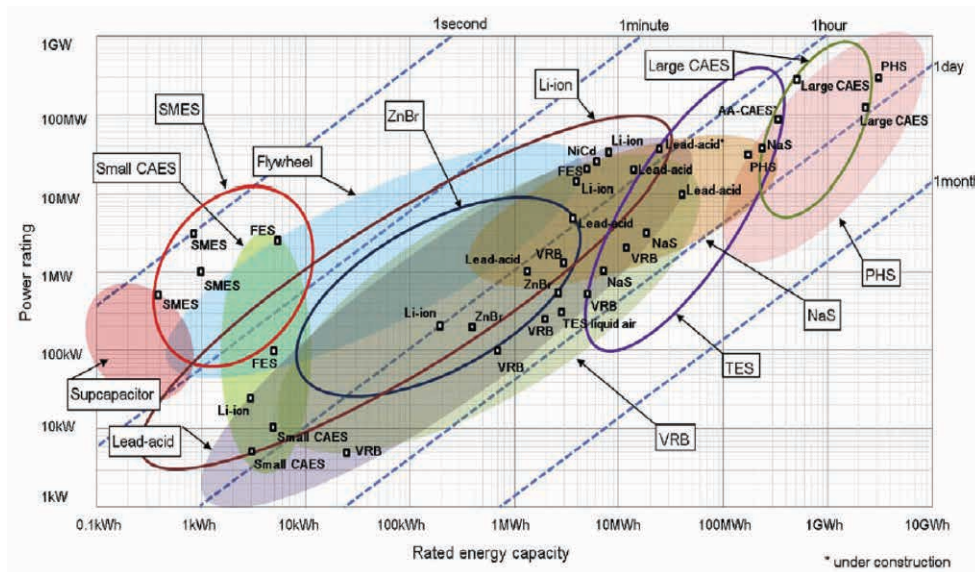
การคัดเลือกเทคโนโลยีที่ดีที่สุดจำเป็นต้องวิเคราะห์องค์ประกอบของหลายปัจจัยที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้งานในลักษณะเดียวกัน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ตามรูปที่ 4

เปรียบเทียบราคา LCOS ระหว่างเทคโนโลยีสำรองพลังงานในปี 2558 และ 2573 จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีที่มี LCOS ต่ำที่สุด ได้แก่ Pumped-Storage Hydro และ Compressed Air Storage สำหรับเทคโนโลยีแบตเตอรี่ Lithium-Ion และ Redox flow ปัจจุบันยังมีราคาที่สูงกว่าแบตเตอรี่ดั้งเดิมอย่าง Lead acid และ Sodium Sulfur อย่างเห็นได้ชัด และยังมีช่วงระหว่างราคาสูงสุดและต่ำสุดที่กว้าง แสดงถึงการกระจายตัวของราคาตลาดระหว่างผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีแบตเตอรี่ Lithium-Ion และ Redox flow ยังมีศักยภาพที่จะลดราคาจนสามารถเทียบเคียงราคาของเทคโนโลยีอื่นๆ ได้ภายในปี 2573

รายงานการศึกษาของบริษัทวิจัย Bloomberg NEF ระบุว่า ต้นทุนของแบตเตอรี่ที่ลดลงอย่างมากในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา ทำให้พลังงานทดแทนกลายเป็นคู่แข่งที่สำคัญของถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ โดยพบว่าต้นทุนเฉลี่ยตลอดอายุโครงการ (Levelized Cost of Electricity หรือ LCOE) ของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนลดลง 35% เหลือ 187 เหรียญสหรัฐ ต่อเมกะวัตต์-ชั่วโมง จากช่วงครึ่งแรกของ ปี 2561 ขณะที่ต้นทุนของโครงการโรงไฟฟ้าพลังลมลดลง 10% เหลือ 50 เหรียญต่อเมกะวัตต์-ชั่วโมง และโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง 18% เหลือ 57 เหรียญต่อเมกะวัตต์-ชั่วโมง ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมา ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 รายงานการศึกษาของบริษัทวิจัย BloombergNEF ต้นทุนเฉลี่ยตลอดอายุ LCOE)

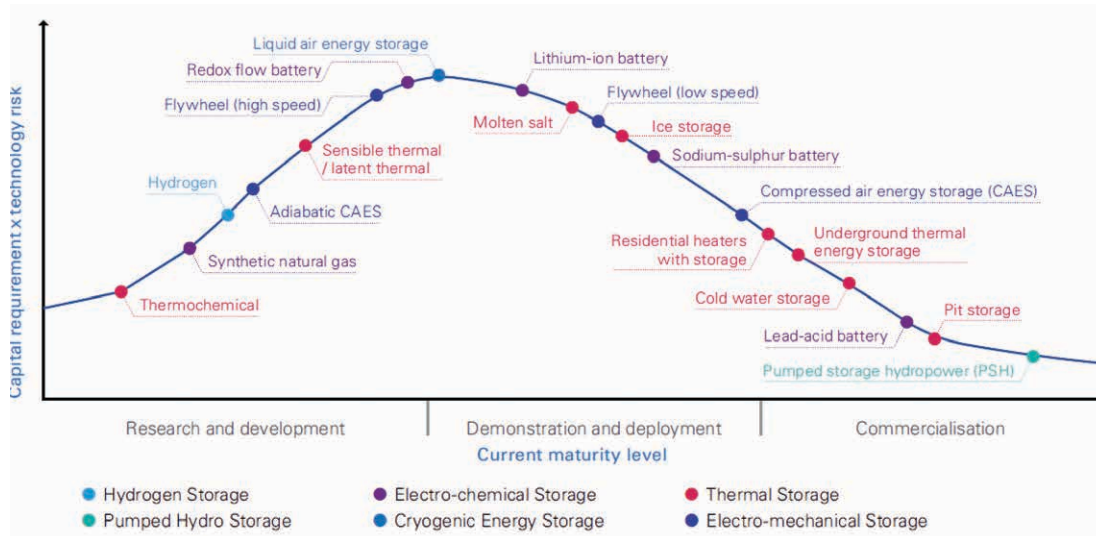


รูปที่ 6 แสดงระดับความพร้อม (maturity) ของแต่ละเทคโนโลยี

**ระดับความพร้อม (maturity) ของแต่ละเทคโนโลยี**

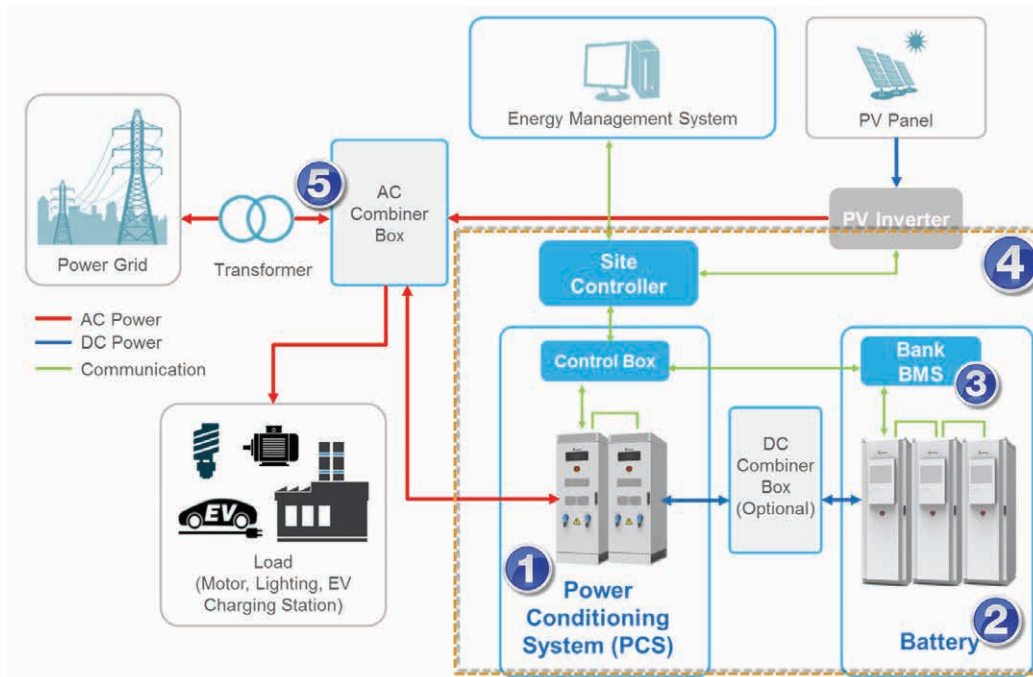
จากรูปที่ 6 จะเห็นว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการกักเก็บพลังงานเป็นปริมาณมาก (Bulk storage) คือเทคโนโลยีที่อยู่ในมุมขวาบน เช่น Pumped-storage hydro (PSH) และ Compressed air Energy Storage (CAES) ส่วนเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการกักเก็บและ

ปลดปล่อยพลังงานอย่างรวดเร็วจะอยู่ในมุมซ้ายล่าง เช่น Super capacitors, Flywheels และ Superconducting magnetic Energy Storage (SMES) เป็นต้น เทคโนโลยีแบตเตอรี่หรือระบบสำรองพลังงานไฟฟ้าเคมี ส่วนมากจะอยู่ช่วงกลางๆ คือมีความเหมาะสมกับทั้งสองลักษณะการใช้งานขึ้นอยู่กับตำแหน่งของจุดบนกราฟและขนาดของโครงการ อย่างไรก็ตามแม้ว่ารูปที่ 5 จะแสดงถึงความเหมาะสมในเชิงเทคนิค แต่ก็ยังไม่ได้นำถึงระดับความพร้อม (maturity) ของเทคโนโลยีที่จะเป็นตัวกำหนดต้นทุนของโครงการและความเชื่อถือได้ (reliability) ของระบบตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงระดับความพร้อม (maturity) ของแต่ละเทคโนโลยี

### 3. Storage Systems Procurement and Installation



1. Power Conversion System or Power Conditioning System (PCS)
2. Battery
3. Battery Management System (BMS)
4. Container
5. Inverter Transformer

## การทำงานของอุปกรณ์หลักมีดังนี้

1. **Power Conversion System or Power Conditioning System (PCS)**  
PCS คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างไฟฟ้ากระแสสลับจากระบบกับไฟฟ้ากระแสตรงจาก Battery โดยจะทำงานเป็น Inverter กรณีที่จ่ายไฟจาก Battery เข้าสู่ Grid และทำงานเป็น Rectifier กรณีอัดประจุเข้าสู่ Battery



2. **แบตเตอรี่ (Battery)** ที่นำมาใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์จะใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน (Lithium-ion Battery) ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ทุติยภูมิชนิดหนึ่งที่มีกนนิยมใช้ในระบบกักเก็บพลังงาน ซึ่งมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา รวมถึงมีระยะเวลาในการให้ประจุไฟยาวนาน การเลือกแบตเตอรี่ควรคำนึงถึงค่าดังต่อไปนี้

1. ค่าขนาดความจุของแบตเตอรี่ Ah (Ampere-hour)
2. ค่า DOD (Depth Of Discharge)
3. ค่า SOC (State of Charge)
4. ค่าอัตราการอัดหรือคายประจุ (C-rate)

3. **Battery Management System (BMS)** คือ ระบบจัดการแบตเตอรี่ ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมป้องกันไม่ไห้แบตเตอรี่ทำงานในลักษณะที่เป็นอันตราย เช่น เกิดการชาร์จไฟมากเกินไปหรือจ่ายไฟออกมากเกินไป รวมทั้งการ balance cell battery เพื่อประจุไฟให้เต็มมากที่สุด (Maximize battery capacity) และยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ BMS จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดปกติของความจุที่หายไป ซึ่งจะประเมินจากแรงดันและความต้านทานภายใน จาก 100 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าความจุจะลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ของแรงดัน BMS จะตรวจสอบต่อความผิดปกติและความต่างศักย์ระหว่างเซลล์ที่เกิดจากความไม่สมดุลของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายใน โดยจะคำนวณ Coulomb counting ในการควบคุมการเปิด/ปิด และความสมดุลในการชาร์จ (SOC) จะทำงานแปรผันตามความเสื่อมลงของแบตเตอรี่



### 4. Container ภายในจะประกอบด้วย

- Power Conversion System or Power Conditioning System (PCS)
- Battery
- Battery Management System (BMS)



5. Inverter Transformer คือ หม้อแปลงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงจากระบบเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำเข้าสู่ PCS



## สรุป

เทคโนโลยีสำรองไฟฟ้ากำลังมีบทบาทเพิ่มขึ้นในโครงข่ายไฟฟ้าสมัยใหม่ สืบเนื่องมาจากความจำเป็นที่จะต้องปรับตัวของโครงข่ายจากผล disruptive forces ต่างๆ ดังนี้

1. แนวโน้มการขยายตัวของพลังงานทดแทนในประเทศอย่างรวดเร็ว และกระแสการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (climate change) ที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดการตื่นตัวต่อความสำคัญของพลังงานสะอาด ปัญหาคือ พลังงานทดแทนมีความผันผวน (intermittency) โดยธรรมชาติ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อเสถียรภาพของโครงข่ายไฟฟ้า นอกจากนี้พลังงานทดแทนโดยเฉพาะเซลล์แสงอาทิตย์ยังเปิดโอกาสให้

ผู้บริโภคสามารถผลิตไฟฟ้าด้วยตนเองได้ (distributed generation) ซึ่งจะเพิ่มทางเลือกและอำนาจการตัดสินใจของผู้บริโภคยุคใหม่ (prosumers) ที่จะเป็นแรงผลักดันสำคัญให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายเชิงโครงสร้างจากการผลิตไฟฟ้าจากส่วนกลาง (centralized generation) ไปสู่การกระจายตัวของแหล่งผลิตไฟฟ้า (distributed generation)

2. แนวโน้มการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้า ที่จะทำให้การบริหารโครงข่ายไฟฟ้าซับซ้อนยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในกรณีที่มีการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากพร้อมๆ กัน (unplanned charging) ซึ่งอาจจะสร้างอุปสงค์อย่างรวดเร็วจนโครงข่ายไม่สามารถปรับตัวได้ทัน

3. ความต้องการไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลที่เข้าถึงได้ยาก รวมทั้งการจัดการพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต ยังคงเป็นปัญหาสำคัญต่ออนาคตความมั่นคงทางพลังงานของชาติ

เทคโนโลยีสำรองพลังงานจะทำหน้าที่เป็นดั่งกันชน (buffer) ที่คอยรักษาสมดุลระหว่างความต้องการใช้ไฟฟ้าที่จะผันผวนยิ่งขึ้น และความสามารถในการผลิตไฟฟ้าที่จะผันผวนยิ่งขึ้นเช่นกัน ปัญหานี้มีแนวโน้มที่จะรุนแรงยิ่งขึ้นในอนาคต ส่งผลให้การบริหารโครงข่ายไฟฟ้ามีความซับซ้อนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาของเทคโนโลยีจะเป็นทางออกของการปรับตัว

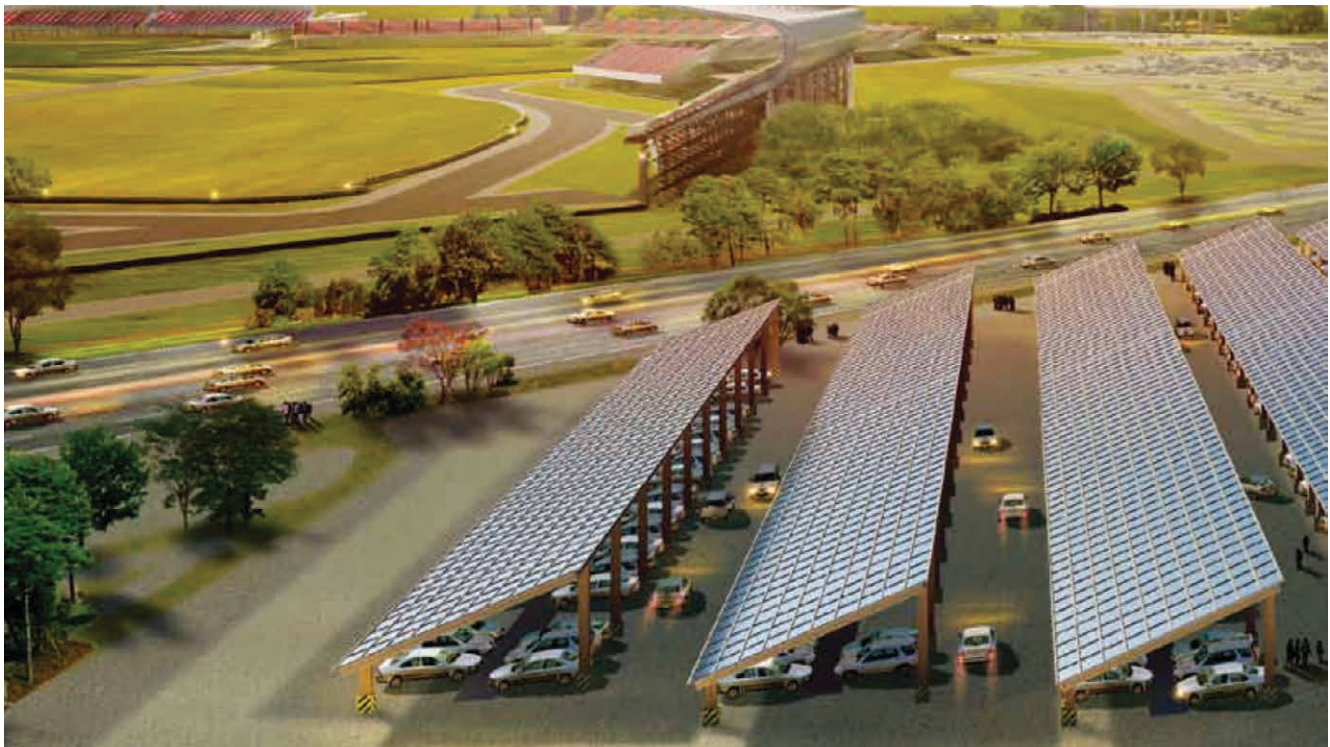
อุตสาหกรรมแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานในโครงข่ายไฟฟ้า (grid energy storage) ของไทยอยู่ในช่วงเริ่มต้น ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากตลาดในประเทศที่ยังมีขนาดเล็ก และผลตอบแทนจากระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) ยังไม่คุ้มค้ำกับต้นทุนในการนำ ESS มาใช้ในโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทย

ต้นทุนสำคัญคือ ต้นทุนเทคโนโลยี ต้นทุนแฝงจากความไม่ชัดเจนของกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องและภาษีต่าง ๆ

ผลประโยชน์ยังคงไม่สูงนัก เนื่องจากความคุ้มค้ำแต่ละ Application น้อยและโอกาสในการใช้ ESS พร้อมกันหลาย Application เพื่อเพิ่มมูลค่าทำได้ยาก

แนวโน้มการลงทุนของผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก ในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ยังคงกระจุกตัวในฐานการผลิตเดิม และเน้นการผลิตสำหรับตลาดรถยนต์ไฟฟ้า (EVs) เป็นหลัก

ไทยเข้าสู่อุตสาหกรรมแบตเตอรี่สำหรับตลาด EVs แต่การผลิตสำหรับ grid energy storage ก็ยังคืบหน้าไม่มากนัก คงต้องดูกันยาวๆ ต่อไปครับ 🇹🇻



#### ข้อมูลอ้างอิง

1. Energy Storage Roadmap Report\_ESN 2017
2. Deloitte Center for Energy Solutions "Supercharged: Challenges and opportunities in global battery storage markets"
3. Electricity Storage Insight Delving into the key issues 2016
4. IEC white paper "Electrical Energy Storage"
5. โครงการศึกษาความเหมาะสมและแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานในโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทย TDRI

วิศวกรรมไฟฟ้า

Electrical Engineering





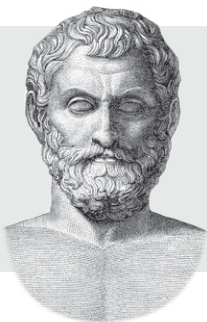
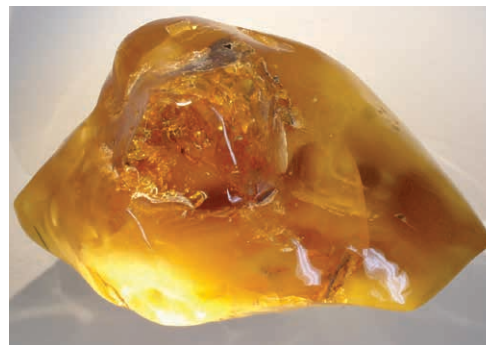


# วิวัฒนาการ.. ไฟฟ้าโลก

บทความฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อสนับสนุนข้อมูลและเพิ่มเติมรายละเอียดของปฏิทิน บริษัท ทรูไทย จำกัด (มหาชน) ประจำปี 2563 ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลในการจัดทำปฏิทิน ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลลงได้ครบถ้วน จึงขอเสนอเพิ่มเติมในวารสารทรูไทยฉบับนี้ โดยได้จัดแบ่งยุควิวัฒนาการของไฟฟ้าโลกเป็น 7 ยุค เริ่มตั้งแต่ ยุคบุกเบิก ยุคพลังน้ำ ยุคถ่านหิน ยุคนิวเคลียร์ ยุคก๊าซธรรมชาติ ยุคกังหันลม และยุคเซลล์แสงอาทิตย์ ดังรายละเอียดดังนี้

## ยุค..บุกเบิก (Pioneer)

เมื่อ 2500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวพวกตีวตันที่อาศัยอยู่แถบฝั่งแซมแลนดซ์ของทะเลบอลติกในปรัสเซียตะวันออก ได้พบหินสีเหลืองชนิดหนึ่งซึ่งเมื่อถูกแสงอาทิตย์ ก็จะมีประกายคล้ายทอง คุณสมบัติพิเศษของมันคือ เมื่อโยนลงในกองไฟมันจะ สุกสว่างและติดไฟได้เรียกกันว่าอำพัน ซึ่งเกิดจากการทับถมของยางไม้เป็นเวลานานๆ อำพันถูกนำมาเป็นเครื่องประดับและหวี เมื่อนำแท่งอำพันมาถูด้วยขนสัตว์ จะเกิดประกายไฟขึ้นได้ และเมื่อหิวผมด้วยหวีที่ทำจากอำพันก็จะมีเสียงดังอย่างลึกลับ และหวีจะดูดเส้นผม เหมือนว่าภายในอำพันมีแรงลึกลับอย่างหนึ่งซ่อนอยู่

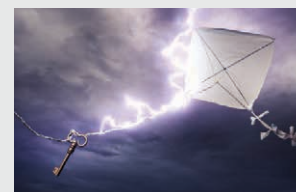


ก่อนคริสต์ศักราช 600 ปี ทาลิส (Thales) นักวิทยาศาสตร์ชาวกรีกได้ค้นพบไฟฟ้าขึ้น กล่าวคือเมื่อเขา ได้นำเอาแท่งอำพันถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งอำพันจะมีอำนาจดูดสิ่งของต่างๆ ที่เบาได้ เช่น เส้นผม เศษกระดาษ เศษผง เป็นต้น เขาจึงให้ชื่ออำนาจนี้ว่า ไฟฟ้า หรือ อิเล็กตรอน (Electron) ซึ่งมาจาก ภาษากรีกว่า อีเล็กตรา (Elektra)

ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2143 (ค.ศ. 1600) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ดร. วิลเลียม กิลเบิร์ต (William Gilbert) ได้ทำการทดลองอย่างเดียวกัน โดยนำเอาแท่งแก้วและแท่งยางสนมาถูกับผ้าแพรหรือผ้าขนสัตว์ แล้วนำมา ทดลองดูดของเบาๆ จะได้ผลเช่นเดียวกับทาลิส กิลเบิร์ตจึงให้ชื่อไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ว่า อิเล็กตริก (Electric)



พ.ศ. 2280 (ค.ศ. 1747) เบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) นักวิทยาศาสตร์ ชาวอเมริกัน ได้ค้นพบไฟฟ้าในอากาศขึ้น โดยการทดลองนำวาวซึ่งมีกุญแจผูกติดอยู่กับสายป่านขึ้นในอากาศขณะที่ เกิดพายุฝน เขาพบว่าเมื่อเอามือไปใกล้กุญแจก็ปรากฏประกายไฟฟ้ามายังมือของเขา จากการทดลองนี้ ทำให้เขาค้นพบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าในอากาศ นับตั้งแต่นั้นมาแฟรงคลินก็สามารถประดิษฐ์สายล่อฟ้าได้เป็นคนแรก โดยเอาโลหะต่อไว้กับยอดหอคอยที่สูงๆ แล้วต่อสายลวดลงมายังดิน ซึ่งเป็นการป้องกันฟ้าผ่าได้ กล่าวคือไฟฟ้าจากอากาศจะไหลเข้าสู่ โลหะที่ต่ออยู่กับยอดหอคอยแล้วไหลลงไปตามสายลวดที่ต่อเอาไว้ ลงสู่ดินหมด โดยไม่เป็นอันตรายต่อคนหรืออาคารบ้านเรือน



พ.ศ. 2333 (ค.ศ. 1790) อาเลสซานโดร โวลตา (Alessandro Volta) นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ได้ค้นพบไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี โดยนำเอาวัตถุต่างกันสองชนิด เช่น ทองแดงกับสังกะสี จุ่มในน้ำยาเคมี เช่น กรดกำมะถันหรือกรดซัลฟิวริก โลหะสองชนิดจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำยาเคมี ทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นได้เรียกการทดลองนี้ว่า วอลเทอิก เซลล์ (Voltaic Cell) ซึ่งต่อมาภายหลังวิวัฒนาการ มาเป็นเซลล์แห้งหรือถ่านไฟฉาย และเซลล์เปียกหรือแบตเตอรี่

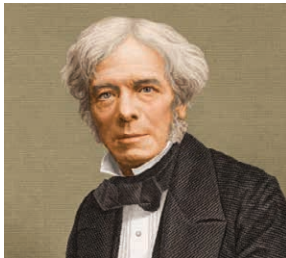
พ.ศ. 2334 (ค.ศ. 1791) ลุยจิ กัลวานี (Luigi Galvani) เผยแพร่การค้นพบของเขาทางแม่เหล็กไฟฟ้าชีวภาพ โดยศึกษาผลของการช็อกไฟฟ้าที่เกิดกับสัตว์และมนุษย์แสดงให้เห็นว่าไฟฟ้าเป็นสื่อกลางที่เซลล์ประสาทส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อ



พ.ศ. 2362-2363 (ค.ศ. 1819-1820) ฮันส์ คริสเตียน เออสเตด (Hans Christian Orsted) และ อังเดร มารี แอมแปร์ (Andre-Marie Ampere) ได้มีการนำเสนอทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetism) เป็นทฤษฎีที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

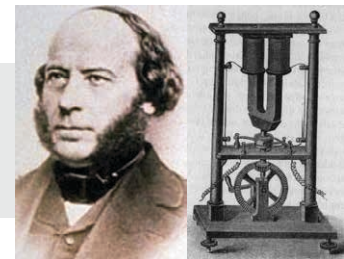


พ.ศ. 2370 (ค.ศ.1827) จอร์จ ซามอน โอห์ม (Georg Simon Ohm) ได้ใช้คณิตศาสตร์วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ "กฎของโอห์ม (Ohm Laws)

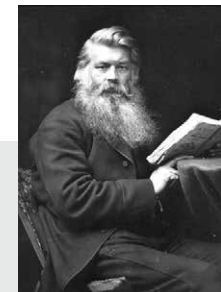


พ.ศ. 2374 (ค.ศ. 1831) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ได้ค้นพบไฟฟ้าที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็ก โดยนำขดลวดเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด ถือเป็นบิดาแห่งวิชาไฟฟ้าผู้ที่ประดิษฐ์คิดค้น "ไดนาโม (Dynamo)" ซึ่งเป็นต้นแบบของเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน

พ.ศ. 2375 (ค.ศ. 1832) Hippolyte Pixii ได้คิดค้น "ไดนาโม" เครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวแรกที่สามารถส่งพลังงานสำหรับอุตสาหกรรม (โดยใช้หลักการของฟาราเดย์)

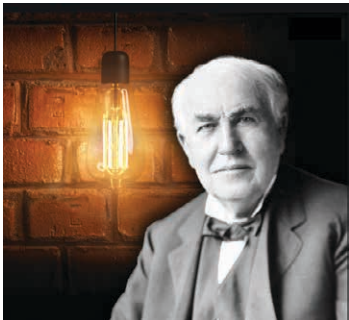


พ.ศ. 2404-2405 (ปีค.ศ.1861-1862) เจมส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์ (James Clerk Maxwell) ได้นำเสนอทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า



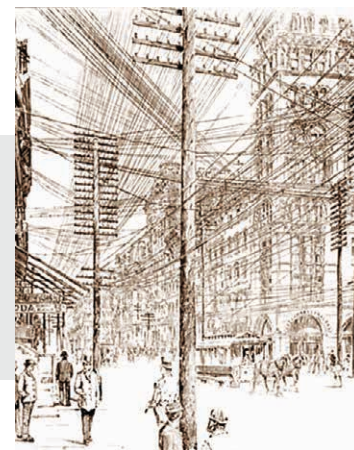
พ.ศ. 2421 (ค.ศ. 1878) โจเซฟ สวอน (Joseph Swan) และชาวอังกฤษคิดค้นหลอดไฟหลอดไส้/หลอดไฟฟ้า แต่หลอดไฟของเขาถูกเผาไหม้อย่างรวดเร็วด้วยความร้อนและยังไม่สามารถใช้งานได้

## วิศวกรรมไฟฟ้า



พ.ศ. 2422 (ค.ศ. 1879) โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) ได้ประดิษฐ์หลอดไฟแบบไส้ ซึ่งสามารถใช้งานได้ประมาณ 40 ชั่วโมง โดยไม่ทำให้เกิดความร้อน ในปี 1880 หลอดไฟของเขาสามารถใช้งานได้ 1,200 ชั่วโมง จากความอัจฉริยะและเป็นผู้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์มากมายจนได้รับสมญา "พ่อมดแห่งเมนโลปาร์ก"

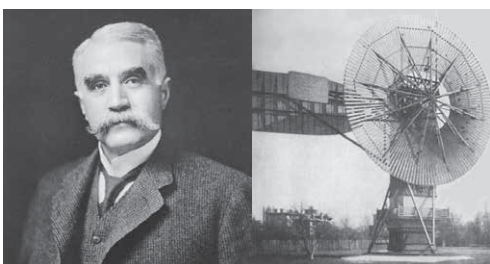
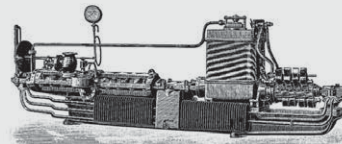
พ.ศ. 2425 (ค.ศ. 1882) โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) เปิดสถานีพลังงาน Pearl Street ในนิวยอร์กซิตี้ สถานี Pearl Street เป็นหนึ่งในโรงไฟฟ้าพลังงานกลางแห่งแรกของโลกและสามารถให้พลังงาน 5,000 โฟ สถานี Pearl Street เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC)



พ.ศ. 2426 (ค.ศ. 1883) นิโคลาส เทสลา (Nikola Tesla) คิดค้น "ขดลวดเทสลา" ซึ่งเป็นหม้อแปลงที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าต่ำเป็นแรงดันไฟฟ้าสูง ทำให้ง่ายต่อการขนส่งในระยะทางไกล นิโคลาส เทสลา นักประดิษฐ์และวิศวกรชาวยูโกสลาเวีย (ปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของโครเอเชีย) กลับเลือนหายไปจากกระแสสำนึกของสังคม ทั้งที่เขาไม่เพียงเป็นอัจฉริยะเจ้าของสิทธิบัตรกว่า 300 รายการ หากยังเป็นบิดาแห่งวงการวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า มีชื่อเสียงโด่งดัง

ทัดเทียมเอดิสันในครั้งแรกของชีวิต เป็นผู้ประดิษฐ์และค้นพบสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย อาทิ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เวสต์อิงเฮาส์เอาชนะเอดิสันในสงครามคลื่นได้) ขดลวดเทสลา (Tesla coil) เครื่องวัดความเร็วดิตรถยนต์ การกระจายเสียงผ่านวิทยุ และวิธีการเปลี่ยนสนามแม่เหล็กเป็นสนามไฟฟ้า อันเป็นที่มาของหน่วยวัดสนามแม่เหล็กเทสลา ซึ่งวิศวกรรุ่นหลังตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่เขา

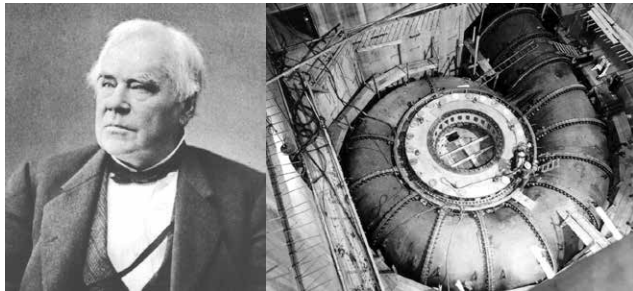
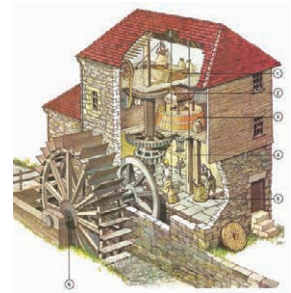
พ.ศ. 2430 (ค.ศ. 1887) ชาร์ล อัลเจอร์นอน พาร์สันส์ (Sir Charles Algernon Parsons) คิดค้นเครื่องกำเนิดกังหันไอน้ำสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมาก



พ.ศ. 2431 (ค.ศ. 1888) ชาร์ลส บรัช (Charles Brush) การใช้งานครั้งแรกของกังหันลมขนาดใหญ่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เขาใช้กังหันลมเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ในห้องใต้ดินของบ้านในคลีฟแลนด์ รัฐโอไฮโอ

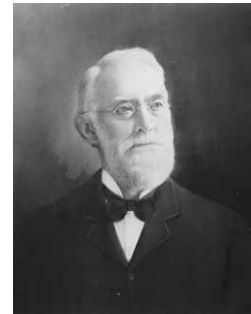
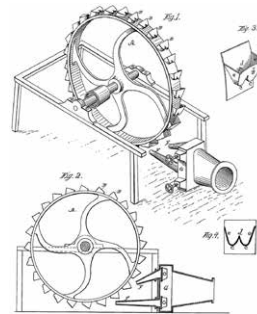
## ยุค..พลังน้ำ (Hydropower)

500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวกรีกโบราณใช้กังหันน้ำ (Water Wheel) เพื่อใช้ในการโม่แป้งจากเมล็ดพืชต่างๆ กังหันนี้ทำด้วยล้อไม้ขนาดใหญ่ที่มีถังหรือใบพัดอยู่ด้านนอกและเมื่อน้ำตกลงมา ล้อก็จะหมุนและบดเมล็ดข้าว



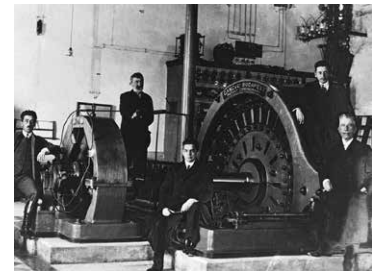
พ.ศ. 2392 (ค.ศ. 1849) เจมส์ ฟรานซิส (James Francis) วิศวกรชาวอังกฤษ-อเมริกัน ได้คิดค้นกังหันน้ำ (Turbine)

พ.ศ. 2413 (ค.ศ. 1870) นักประดิษฐ์ชาวอเมริกัน เลสเตอร์ อัลลัน เพลตัน (Lester Allan Pelton) พัฒนาล้อ Pelton กังหันน้ำแบบแรงกระตุ้น ซึ่งจดสิทธิบัตรในปี พ.ศ. 2423 (ค.ศ. 1880)



พ.ศ. 2421 (ค.ศ. 1878) โรงไฟฟ้าพลังน้ำถูกใช้เป็นครั้งแรกในการให้แสงสว่างกับหลอดไฟที่ Cragside House, Northumberland, England

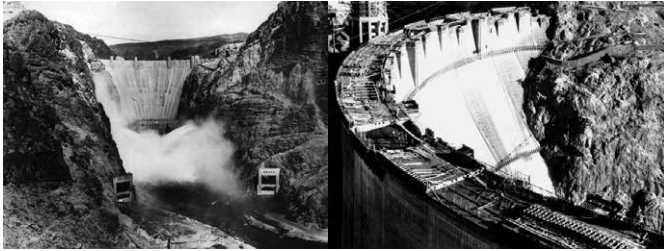
พ.ศ. 2425 (ค.ศ. 1882) สถานีจ่ายพลังงาน ถนนวัลแคน รัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา กลายเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำเชิงพาณิชย์แห่งแรก



พ.ศ. 2431-2432 (ค.ศ. 1888-1889) โรงไฟฟ้าพลังน้ำมากกว่า 200 โรง ที่เกิดขึ้นในช่วงนี้

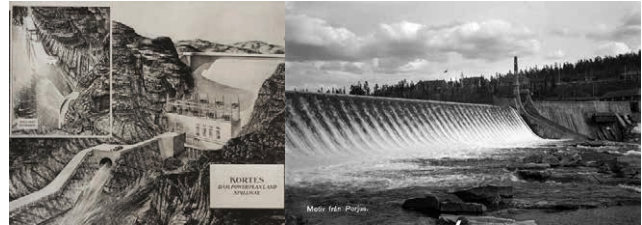
## วิศวกรรมไฟฟ้า

พ.ศ. 2438 (ค.ศ. 1895) สถานีพลังงาน Edward Dean, Niagara Falls, USA, ได้รับการเปิดใช้งานและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นสถานีไฟฟ้าพลังน้ำ 'สมัยใหม่' แห่งแรก



พ.ศ. 2479-2480 (ค.ศ. 1936-1937) สร้างเขื่อนฮูเวอร์ Hoover Dam สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากถึง 130,000 กิโลวัตต์

พ.ศ. 2492-2493 (ค.ศ. 1949-1950) สหรัฐอเมริกาใช้พลังงานจำนวนมหาศาล กระแสไฟฟ้าเกือบหนึ่งในสามของอเมริกามาจากพลังงานน้ำ



พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) เขื่อนทริกอร์เจียส (Three Gorges) ของจีน เริ่มดำเนินการด้วยกำลังการผลิต 22,500 เมกะวัตต์ ทำให้โรงไฟฟ้าเป็นโรงไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดในโลก

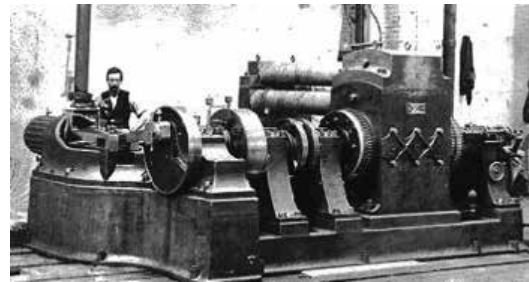
## ยุค..ถ่านหิน (COAL)

พ.ศ. 2244 (ค.ศ. 1701) พบถ่านหินใกล้เมืองริชมอนด์ รัฐเวอร์จิเนีย



พ.ศ. 2312 (ค.ศ. 1769) เจมส์ วัตต์ (James Watt) ชาวสกอต สร้างเครื่องจักรไอน้ำสำเร็จเป็นคนแรก จดสิทธิบัตรเครื่องจักรไอน้ำที่ทันสมัย ใช้ถ่านหินผลิตไอน้ำสำหรับเครื่องยนต์ไอน้ำรุ่นแรก

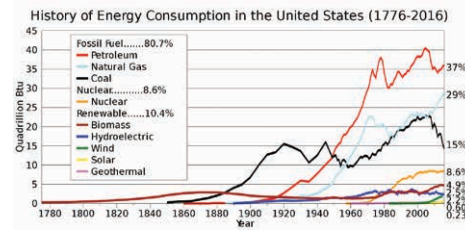
พ.ศ. 2425 (ค.ศ. 1882) ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินเป็นครั้งแรก  
ที่พัฒนาโดย โทมัส เอดิสัน ได้เริ่มดำเนินการในนิวยอร์กซิตี้ เพื่อจ่ายกระแส  
ไฟฟ้าสำหรับไฟในครัวเรือน



พ.ศ. 2464 (ค.ศ. 1921) โรงไฟฟ้าเลคไซด์ในรัฐวิสคอนซิน เป็นโรงไฟฟ้าแห่งแรก  
ของโลกที่เผาถ่านหินที่บดเป็นก้อน

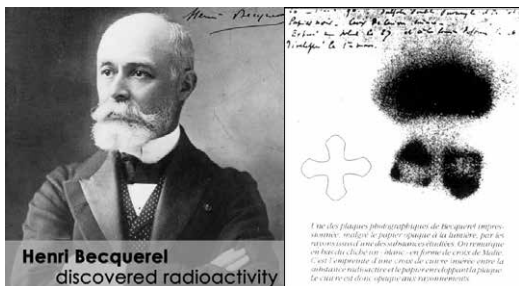
พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960) ถ่านหินมากกว่า 90%  
ใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้า

พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1986) กำหนดพระราชบัญญัติ  
เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด



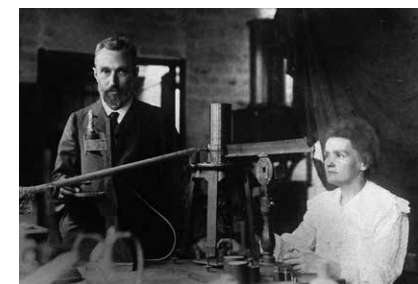
## ยุค..นิวเคลียร์ (NUCLEAR)

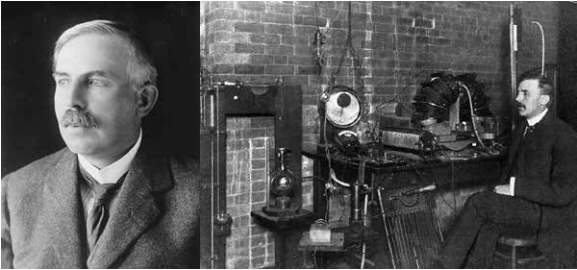
พ.ศ. 2438 (ค.ศ. 1895) วิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน (Wilhelm Conrad Röntgen)  
นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ประจำมหาวิทยาลัยเวิร์ทแบร์ก ผู้ค้นพบและสร้างรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า  
ที่มีช่วงคลื่นขนาดที่รู้จักในปัจจุบันว่า รังสีเอกซ์ (x-rays) หรือรังสีเรินต์เกน



พ.ศ. 2439 (ค.ศ. 1896) เฮนรี เบคเคอเรล (Henri Becquerel) เป็น  
ชาวฝรั่งเศส ค้นพบรังสีที่ปล่อยออกมาอย่างเป็นธรรมชาติจากเกลือยูเรเนียม  
และเรียกธาตุนั้นว่า ธาตุกัมมันตรังสี รังสีที่ธาตุนั้นปลดปล่อยออกมาเรียกว่า  
กัมมันตภาพรังสี ซึ่งมี 3 ชนิด คือรังสีแอลฟา รังสีเบตา และรังสีแกมมา

พ.ศ. 2441 (ค.ศ. 1898) มารี คูรี และ ปิแอร์ คูรี (Marie and Pierre Curie) นักวิทยาศาสตร์  
ที่ศึกษาเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสี และกัมมันตภาพรังสีจนได้รับรางวัลโนเบล





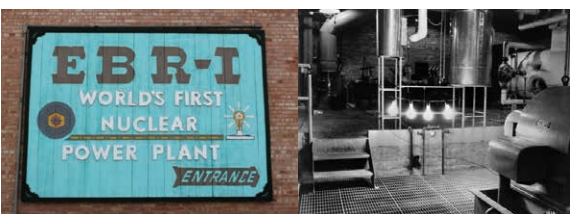
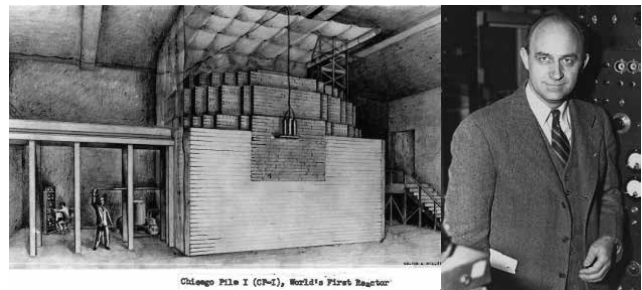
พ.ศ. 2442 (ค.ศ. 1899) เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford) เป็นชาวนิวซีแลนด์ รัทเทอร์ฟอร์ด แยกรังสีแอลฟาและเบตา

พ.ศ. 2478 (ค.ศ. 1935) เจมส์ แชดวิก (Sir James Chadwick) ค้นพบนิวตรอน โดยได้ทดลองใช้รังสีแอลฟาเข้าชนธาตุเบริลเลียม ปรากฏว่าได้รังสีที่คล้ายรังสีแกมมา เป็นกลางทางไฟฟ้านั้นคือ นิวตรอน



พ.ศ. 2481 (ค.ศ. 1938) นักเคมีเยอรมัน อ็อตโต ฮาห์น และ ฟรีดซ์ ชตราสมันน์ พร้อมกับนักฟิสิกส์ชาวออสเตรียดำเนินการทดลองกับผลิตภัณฑ์ของยูเรเนียม ที่ถูกรวมยิงด้วยนิวตรอน โดยกระบวนการนี้ถูกขนานนามว่า "ฟิชชัน"

พ.ศ. 2482 (ค.ศ. 1939) เอนริโก แฟร์มี (Enrico Fermi) เน้นการใช้นิวตรอนในการเพิ่มประสิทธิภาพของกัมมันตภาพรังสีที่เกิดนำไปสู่การสร้างเครื่องปฏิกรณ์ด้วยมือมนุษย์เป็นครั้งแรก ที่รู้จักกันในชื่อ Chicago Pile-1 ซึ่งประสบความสำเร็จเกี่ยวกับสารวิกฤตในวันที่ 2 ธันวาคม 1942



พ.ศ. 2493 (ค.ศ. 1950) ไฟฟ้าถูกผลิตขึ้นเป็นครั้งแรกโดยเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่สถานีทดลอง EBR-I ใกล้ Arco, รัฐไอดาโฮ ซึ่งเริ่มผลิตประมาณ 100 กิโลวัตต์

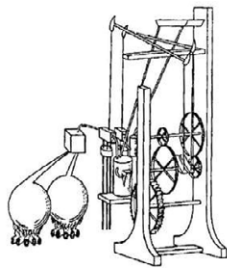
พ.ศ. 2497 (ค.ศ. 1954) โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Obninsk ของสหภาพโซเวียต เป็นโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแห่งแรกของโลก สำหรับกริด (ไฟฟ้า), และผลิตพลังงานไฟฟ้าประมาณ 5 เมกะวัตต์





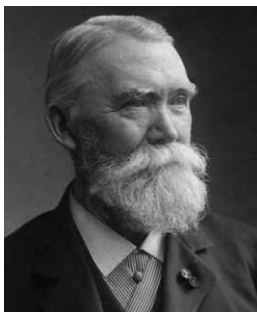
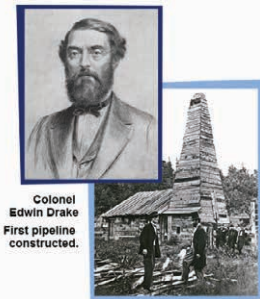
## ยุค..ก๊าซธรรมชาติ (NATURAL GAS)

พ.ศ. 2169 (ค.ศ. 1626) นักสำรวจชาวฝรั่งเศสค้นพบก๊าซเผาไหม้ของชาวพื้นเมืองอเมริกัน ซึ่งไหลซึมเข้ามารอบๆ ทะเลสาบอีรี



พ.ศ. 2334 (ค.ศ. 1791) John Barber ชาวอังกฤษ ผู้ประดิษฐ์กังหันแก๊ส กังหันถูกออกแบบมาเพื่อใช้พลังงานกับรถม้าที่ไม่มีม้า

พ.ศ. 2402 (ค.ศ. 1859) พันเอก เอ็ดวิน เดรก (Edwin Drake) บุกเบิกอุตสาหกรรมน้ำมัน เมื่อมีการเจาะหาน้ำมันดิบเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรกในโลกที่เมืองทิตัสวิลล์ (Titusville) รัฐเพนซิลเวเนีย (Pennsylvania) สหรัฐอเมริกา โดยเจาะบ่อน้ำมัน 69 ฟุต ความสำเร็จนี้ทำให้คนตื้น้ำมันกันมาก เพราะบ่อนี้ผลิตน้ำมันดิบได้วันละ 25 บาร์เรล และขายได้บาร์เรลละ 18 เหรียญอเมริกันสมัยนั้น



พ.ศ. 2415 (ค.ศ. 1872) โดย Franz Stolze วิศวกรชาวเบอร์ลิน ออกแบบเครื่องยนต์กังหันก๊าซ ได้จดสิทธิบัตรสำหรับเครื่องยนต์กังหันก๊าซในปี 1872 เป็นความพยายามครั้งแรกในการสร้างแบบจำลองการทำงาน เขาเรียกสิ่งนี้ว่า "Fire Turbine" ทว่าการทดสอบที่เบอร์ลินและการทดลองถูกดำเนินการระหว่างปี 1900-1904 แต่ไม่ประสบความสำเร็จ

พ.ศ. 2437 (ค.ศ. 1894) เซอร์ ชาร์ล อัลเจอร์นอน พาร์สันส์ (Sir Charles Algernon Parsons) จดสิทธิบัตรความคิดในการขับเคลื่อนเรือด้วยกังหันไอน้ำและสร้างเรือทดลอง Turbinia ซึ่งเป็นเรือที่แล่นเร็วที่สุดในเวลานั้น



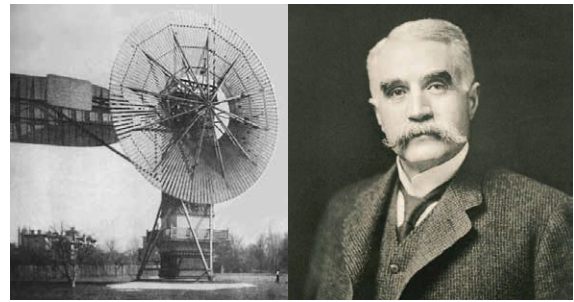
พ.ศ. 2443 (ค.ศ. 1900) แซนฟอร์ด อเล็กซานเดอร์ มอสส์ (Sanford Alexander Moss) ได้ส่งวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับกังหันก๊าซ หลังจบการศึกษาและเข้าร่วมงานกับเจเนอรัลอิเล็กทริก GE เป็นวิศวกรของแผนกกังหันไอน้ำในไลน์ แมสซาชูเซตส์ เขาพัฒนาซูเปอร์ชาร์จเจอร์ turbosupercharger และสิ้นสุดงานของเขาด้วยงานออกแบบกังหันก๊าซ

พ.ศ. 2446 (ค.ศ. 1903) Aegidius Elling ชาวนอร์เวย์ สร้างกังหันก๊าซเครื่องแรกที่สามารถผลิตพลังงานได้เป็นบิดาของกังหันก๊าซ โดยออกแบบและสร้างกังหันก๊าซแรงดันคงที่ เครื่องแรกขนาด 11 hp (แรงม้า) และตัวที่สอง 44 hp (แรงม้า)



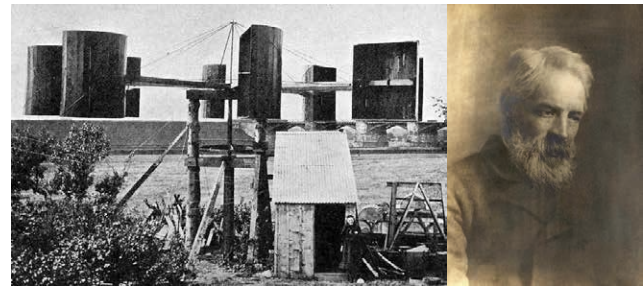
## ยุค..กังหันลม (WIND TURBINE)

พ.ศ. 2431 (ค.ศ. 1888) (Charles Brush) บริษัทได้สร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าอัตโนมัติตัวแรก เป็นกังหันลมที่ใหญ่ที่สุดในโลก เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 เมตร มีใบพัด 144 ใบ ทำด้วยไม้ ใช้งานได้เป็นเวลาถึง 20 ปี เพื่อบรรจุแบตเตอรี่ ทั้งๆ ที่เป็นกังหันลมขนาดใหญ่ แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีขนาดเพียง 12 กิโลวัตต์ เนื่องจากกังหันลมหมุนช้าและมีประสิทธิภาพต่ำ



พ.ศ. 2433 (ค.ศ. 1890) พอล ลา คัวร์ (Poul la Cour) ชาวเดนมาร์ก เป็นผู้บุกเบิกกังหันลมผลิตไฟฟ้าสมัยใหม่ (ใช้หลักการทางอากาศพลศาสตร์) โดยสร้างอุโมงค์ลมของเขาเองสำหรับการทดสอบกังหันลม

พ.ศ. 2446 (ค.ศ. 1903) ศาสตราจารย์เจมส์ไบลท์ (Professor James Blyth) จากวิทยาลัยแอนเดอร์สันกลาสโกว์ (ปัจจุบันคือมหาวิทยาลัยสเตรธไคลด์) สกอตแลนด์ สร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องแรกขึ้นโดยการทดลองของอาจารย์ ด้วยการออกแบบกังหันที่แตกต่างกันสามแบบ



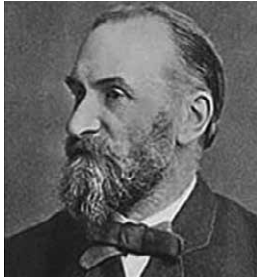
พ.ศ. 2470 (ค.ศ. 1927) Minneapolis, US, Joe และ Marcellus Jacobs เปิดโรงงาน Jacobs Wind เพื่อผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลม เครื่องปั่นไฟใช้ในฟาร์มเพื่อชาร์จแบตเตอรี่และไฟส่องสว่าง

## ยุค..เซลล์แสงอาทิตย์ (SOLAR)

พ.ศ. 2317 (ค.ศ. 1774) อ็องตวน ลาวัวซีเย (Antoine-Laurent de Lavoisier) นักเคมีชาวฝรั่งเศส ออกแบบเตาสूरียะเพื่อใช้ในการทดลอง เตาดังกล่าวนี้เก็บรวบรวมรังสีดวงอาทิตย์ด้วยเลนส์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1.32 เมตร เลนส์เหล่านี้ทำจากแผ่นกระจกโค้งที่มีพื้นที่ภายในที่เต็มไปด้วยน้ำส้มสายชู บทบาทของเลนส์เหล่านี้คือการรวบรวมแสงจากดวงอาทิตย์ จุดนี้จะเป็นแสงอาทิตย์ที่มีความหนาแน่นสูงและจะทำให้ร่างกายด้านหน้าร้อนขึ้น เตาดังกล่าวนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแทนที่ความต้องการเชื้อเพลิงในการทดลองที่ต้องการความร้อน

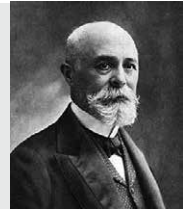


พ.ศ. 2382 (ค.ศ. 1839) อเล็กซานเดอร์ เอ็ดมันด์ เบคเคอเรล (Alexandre-Edmond Becquerel) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสค้นพบปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก คือปรากฏการณ์ที่ทำให้แสงกลายเป็นแรงดันไฟฟ้า



พ.ศ. 2416 (ค.ศ. 1873) Willoughby Smith ค้นพบว่าซีลีเนียมที่มีศักย์ภาพทางแสงนำไปสู่การค้นพบของ William Grylls Adams และการค้นพบในปี 1876 ของ Richard Evans Day ที่ใช้ซีลีเนียมผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อถูกแสงแดดไม่กี่ปีต่อมาในปี ค.ศ. 1883 ชาร์ล ฟริตส์ ผลิตโซลาร์เซลล์แรกทีผลได้จากเวเฟอร์ซีลีเนียม ซึ่งเป็นเหตุผลที่นักประวัติศาสตร์บางคนให้เครดิตฟริตส์ด้วยการประดิษฐ์เซลล์สุริยะจริง


พ.ศ. 2426 (ค.ศ. 1883) ชาร์ล ฟริตส์ (Charles Edgar Fritts) นักประดิษฐ์ชาวอเมริกัน ได้นำแนวคิดนี้มาสร้างเซลล์รับแสงอาทิตย์ได้สำเร็จโดยใช้สารกึ่งตัวนำ ที่ชื่อซีลีเนียมเคลือบลงบนแผ่นทองคำ แต่ประสิทธิภาพที่ได้มีเพียง 1% เท่านั้น เซลล์รับแสงอาทิตย์ของฟริตส์จึงยังต้องอยู่ในห้องทดลองต่อไป



พ.ศ. 2448 (ค.ศ. 1905) อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ตีพิมพ์บทความแรกซึ่งอธิบาย The Photovoltaic Effect ว่าปริมาณพลังงานที่ควอนตัมแสงมีความแตกต่างกันไปตามความยาวคลื่นของ photoelectricity

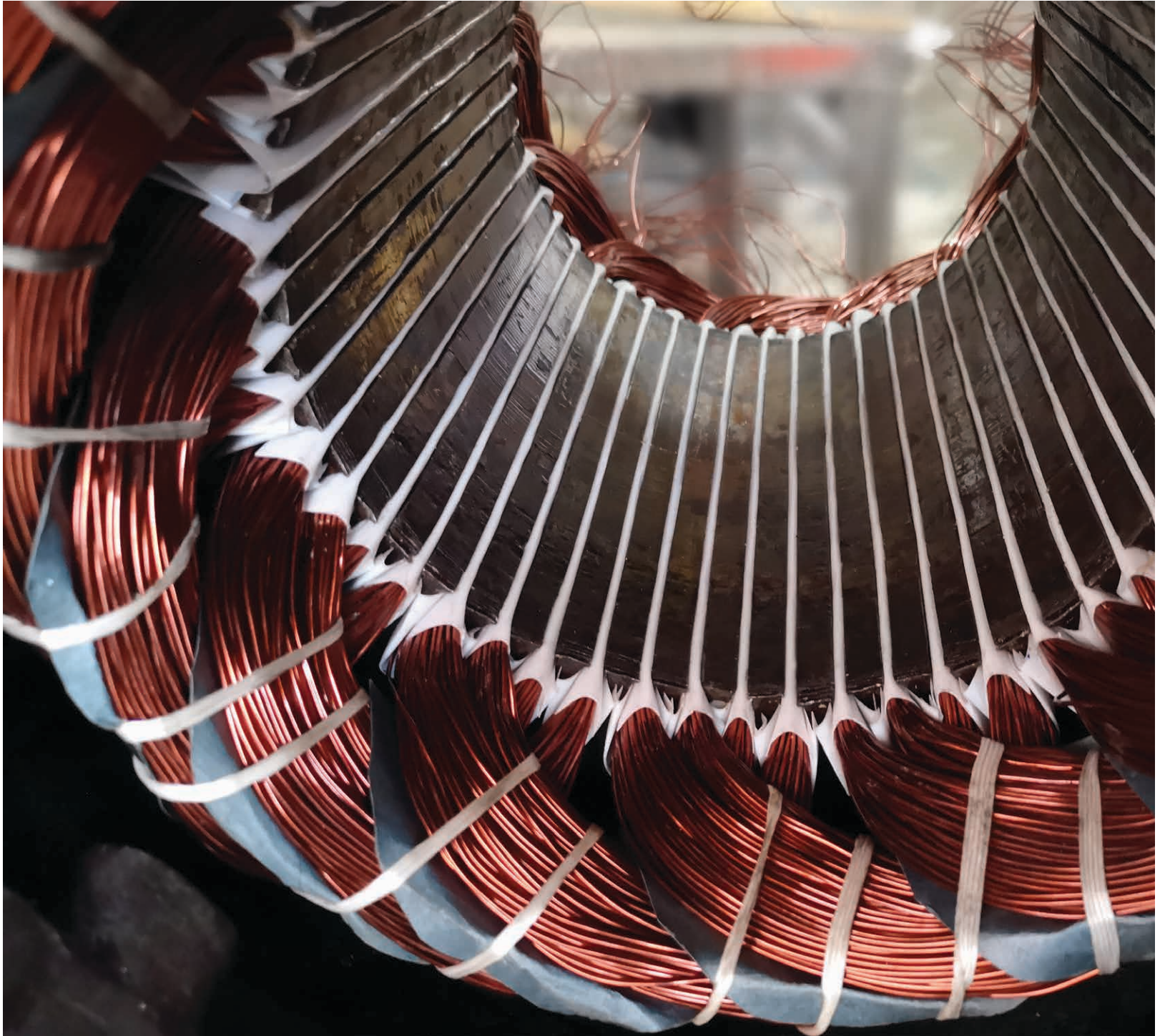
พ.ศ. 2448 (ค.ศ. 1905) ทีมงานผู้สามารถจากเบลแล็บ (Bell Lab) สหรัฐอเมริกา อันประกอบด้วย เจอร์ลัด แอล เพียร์สัน (Gerald L. Pearson), แดริล เอ็ม แชปิน (Daryl M. Chapin) และ กัลวิน เอส ฟูลเลอร์ (Calvin S. Fuller) ได้ค้นพบการนำลิเทียม-ซิลิกอน เข้ามาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างเซลล์รับแสงอาทิตย์ ทำให้สามารถสร้างเซลล์รับแสงอาทิตย์ได้สำเร็จ โดยมีประสิทธิภาพ 6%



พ.ศ. 2499 (ค.ศ. 1956) โมดูลโซลาร์แรกมีวางจำหน่ายทั่วไป ราคาสูงมากเมื่อเทียบกับราคาวันนี้ มันคือโมดูลละ \$ 300 ต่อหนึ่งวัตต์ 

ข้อมูลอ้างอิง

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_electrical\\_and\\_electronic\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_electrical_and_electronic_engineering) <http://www.dede.go.th/>
2. <https://www.electricityforum.com/a-timeline-of-history-of-electricity.html>
3. <https://sites.google.com/site/fifakrasaeslabnaka/fifakrasae-slab>
4. <http://www.vcharkarn.com/electric/article/view.php?id=42492>



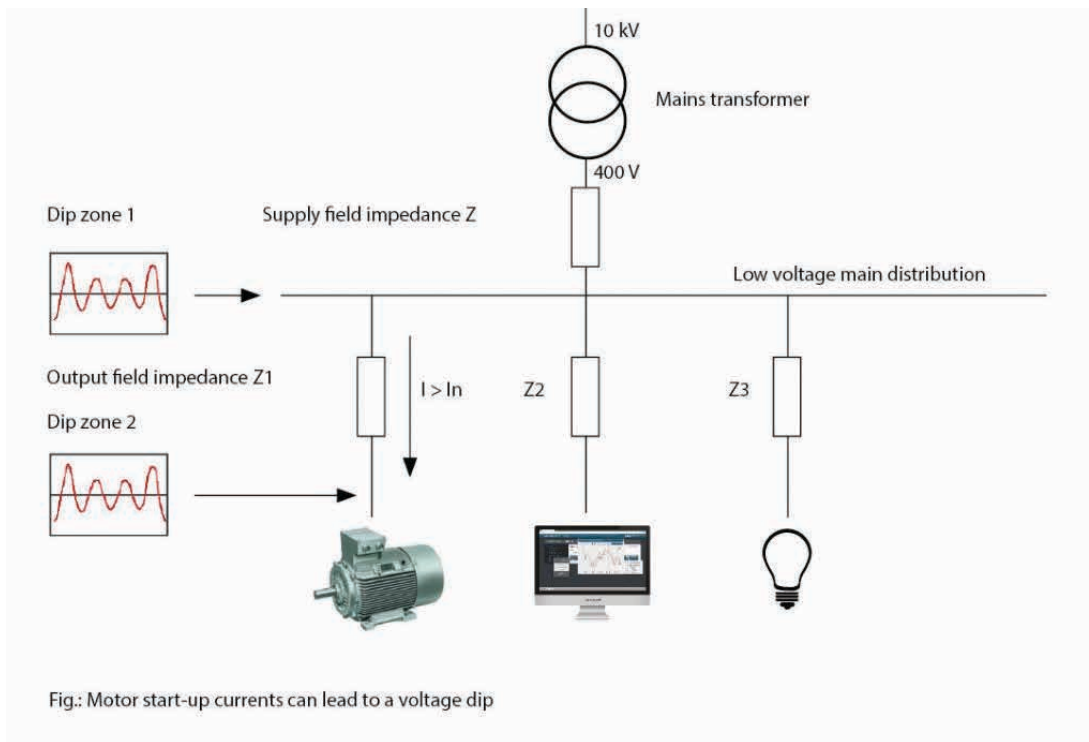


พศ.ดร. อธิภา บุญญาอรุณเบตร  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

# เทคนิคการลดกระแส สตาร์ทมอเตอร์ ด้วยวิธีลดแรงดันร่วมกับการ ลดเซย์กำลังงานรีแอกทีฟ

## ปัญหาการสตาร์ทมอเตอร์

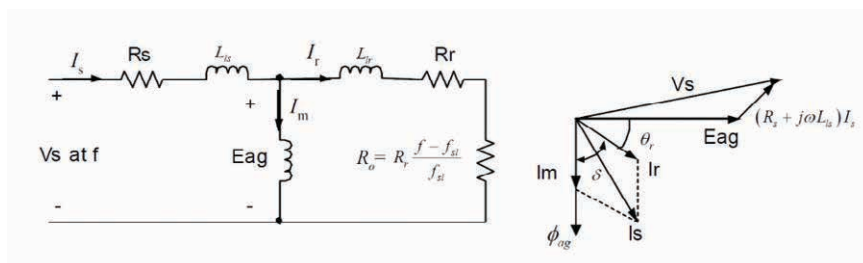
ในการใช้งานมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีพิกัดกำลังงานสูงไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์แรงดันต่ำหรือแรงดันปานกลางนั้น ขณะที่เริ่มสตาร์ทมอเตอร์นั้นเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเกิดกระแสสูงกว่ากระแสที่พิกัดทำงานปกติ (Full Load Ampere : FLA.) ประมาณ 6 เท่า ซึ่งกระแสที่สูงมากขณะมอเตอร์สตาร์ทนี้จะสร้างปัญหาหลายประการให้กับระบบไฟฟ้า เช่น ทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงาน เกิดแรงดันตกที่ขั้วของมอเตอร์และจุดต่อร่วมระบบไฟฟ้าจนสร้างผลกระทบและความเสียหายต่ออุปกรณ์อื่นในระบบไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาและความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมกระแสขณะสตาร์ทของมอเตอร์ไม่ให้สูงเกิน



รูปที่ 1 ปัญหาแรงดันตกช่วงขณะเบือสตาร์ทมอเตอร์

## สาเหตุของกระแสสตาร์ทสูง

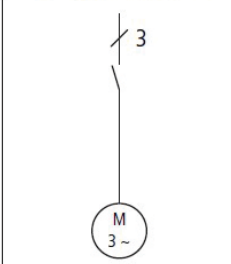
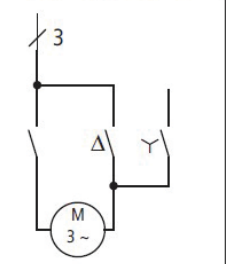
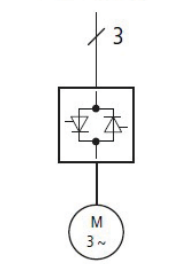
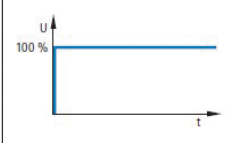
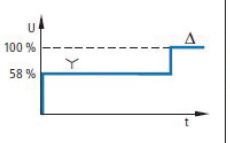
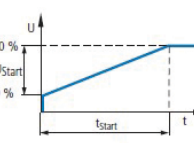
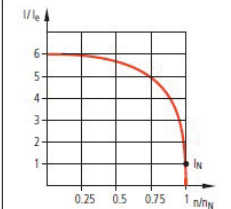
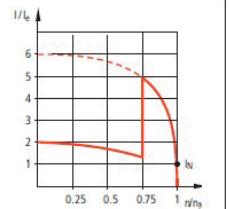
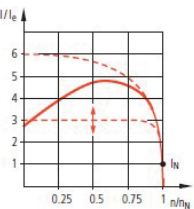
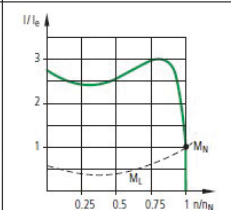
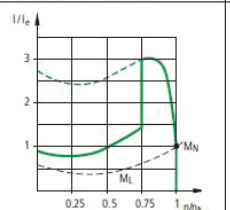
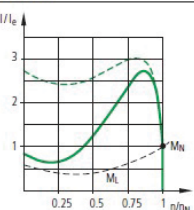
รูปที่ 2 แสดงวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ จะพบว่าค่าความต้านทาน  $R_o$  ในส่วนของโรเตอร์จะมีค่าเข้าใกล้ 0 ขณะที่มอเตอร์เริ่มสตาร์ทเนื่องจากค่าสลิป (s) หรือความถี่สลิป ( $f_{sl}$ ) มีค่าสูงเป็นผลให้กระแสโรเตอร์ ( $I_r$ ) มีค่าสูงมากตาม โดยกระแสนี้ในช่วงแรกจะล้าหลังแรงดันสร้างสนามแม่เหล็กหมุน ( $E_{ag}$ ) เกือบ 90 องศา และในภาพรวมทำให้กระแสสเตเตอร์ ( $I_s$ ) ที่รับแรงดันแหล่งจ่าย ( $V_s$ ) จะมีค่าสูงประมาณ 6 เท่าของ FLA. และค่าตัวประกอบกำลังของมอเตอร์ขณะสตาร์ทนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง PF. = 0.15~0.2



รูปที่ 2 มอเตอร์เหนี่ยวนำและวงจรสมมูลย์

## การลดปัญหากระแสสูงขณะมอเตอร์สตาร์ท

จากการพิจารณาวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ในรูปที่ 2 และกฎของโอห์มพบว่าถ้าเราทำการลดแรงดันแหล่งจ่าย ( $V_s$ ) ลง กระแสที่ไหลเข้าสเตเตอร์ ( $I_s$ ) ก็จะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานที่นิยม อย่างไรก็ตามผลจากการลดแรงดันแหล่งจ่าย ( $V_s$ ) จะทำให้ค่าแรงบิดของมอเตอร์ลดลงตามแรงดันและกระแสที่ลดลงด้วย

	DOL motor starter	Star-delta starter	Soft starter
<b>Block diagram</b>			
<b>Voltage curve</b>			
<b>Load on mains at start-up</b>	high	medium	low to medium
<b>Current curve</b>			
<b>Relative starting current</b>	4 ... 8x I <sub>0</sub> (motor-dependent)	1.3 ... 3x I <sub>0</sub> (~1/3 compared to direct-on-line-start)	2 ... 6x I <sub>0</sub> (reduced by voltage control)
<b>Torque characteristic</b>			

รูปที่ 3 ตารางเปรียบเทียบกระแสสตาร์ท-แรงบิดที่ได้จากเทคนิคต่างๆ ที่นิยมในปัจจุบัน

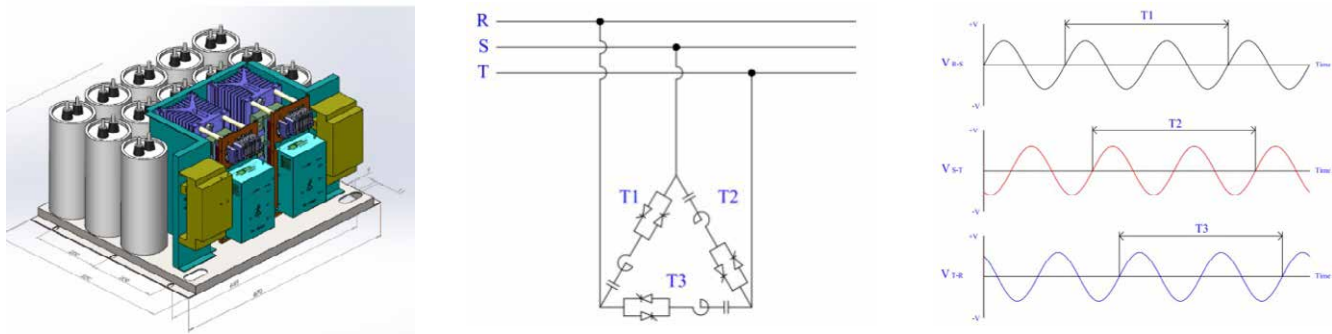
ดังนั้นถ้าเราต้องการลดกระแสสตาร์ทให้ต่ำ โดยการลดแรงดันลงไปมากๆ ก็อาจทำให้มอเตอร์ไม่สามารถเริ่มหมุนได้เนื่องจากแรงบิดออกตัวไม่เพียงพอที่จะขับโหลดทางกลที่ต่ออยู่ สำหรับโหลดทางกลทั่วไปแรงดันที่สามารถลดได้ควรอยู่ในช่วง 58-65% เพื่อให้มั่นใจว่ามอเตอร์สามารถเริ่มหมุนได้ อย่างไรก็ตามที่ระดับแรงดันในช่วงนี้ก็จะทำให้กระแสสตาร์ทอยู่ในช่วง 4-4.5 เท่า ซึ่งก็ยังสามารถสร้างผลกระทบให้กับระบบไฟฟ้าได้

## การชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟที่เกิดจากการทำงานของมอเตอร์

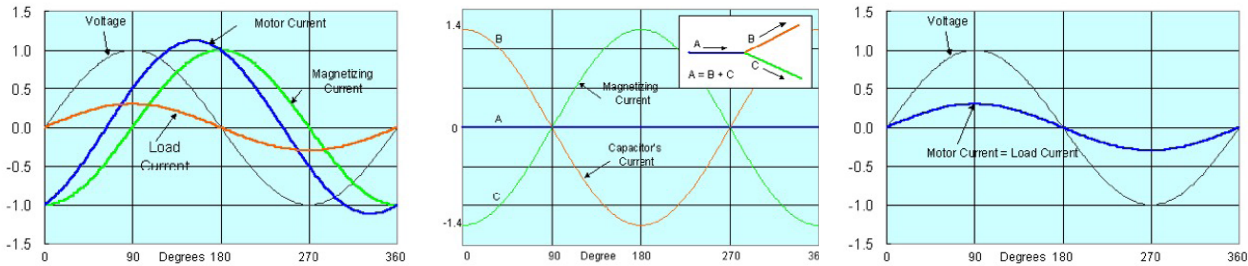
จากวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำในรูปที่ 1 จะพบว่าในช่วงที่มอเตอร์เริ่มหมุนหรือมีค่าสลิปสูงกระแสที่ไหลเข้าสเตเตอร์จะเป็นกระแสที่ล้าหลังแรงดันเกือบ 90 องศา (PF. อยู่ในช่วง 0.15-0.20) ไม่ว่าจะจ่ายด้วยแรงดันที่พิกัดหรือลดแรงดันแล้วก็ตาม ดังนั้นถ้าต้องการปรับลดกระแสสเตเตอร์ให้มีค่าลดลงก็สามารถทำได้ โดยการจ่ายกระแสที่นำหน้า 90 องศาเพื่อหักล้างกับกระแสดังกล่าว โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ Static Var Generator (SVG) หรือ คาปาซิเตอร์ที่ต้องมีคุณสมบัติด้านความเร็วในการสวิตช์สูงและจะต้องไม่สร้าง

กระแสชดเชยขณะชดเชยที่พิกัดกำลังงานสูงมากได้ ในงานวิจัยนี้เราเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ PQStarter module จาก บริษัท เพาเวอร์ควอลิตี้ ทีเอ็ม จำกัด ซึ่งประกอบด้วยคาปาซิเตอร์และ Surge - Free Zero Voltage Switching Thyristor Controlled Switch ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เพื่อชดเชยกำลังงาน

รีแอกทีฟระดับพิกัด Mvar ขณะมอเตอร์สตาร์ทและระดับ kvar ขณะมอเตอร์หมุนที่ความเร็วรอบปกติได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 4 รูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์ PQStarter module และ- Timing Diagram แสดงการทำงานของ Thyristor (SCR)



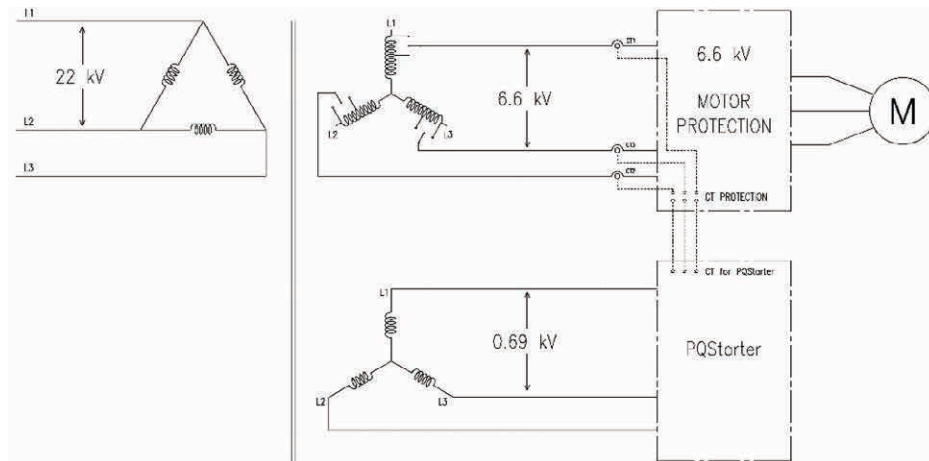
รูปที่ 5 แสดงการชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ โดยการต่อคาปาซิเตอร์เพื่อหักล้างกระแสรีแอกทีฟของมอเตอร์

## เทคนิคการลดกระแสสตาร์ทมอเตอร์ด้วยวิธีลดแรงดัน ร่วมกับการชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ

เมื่อพิจารณาผลของกระแสที่ลดลงจากการลดแรงดันและการชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟที่เกิดขึ้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำทั้ง 2 วิธีการนี้มาใช้ร่วมกัน เพื่อให้กระแสสตาร์ทของมอเตอร์มีค่าต่ำสุด โดยสิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมคือ พิกัดกำลังงานรีแอกทีฟที่ต้องการกับระดับแรงดันของคาปาซิเตอร์ที่จำเป็น เนื่องจากการใช้คาปาซิเตอร์และ Surge - Free Zero Voltage Switching Thyristor Controlle

Switch มีข้อจำกัดเรื่องแรงดันทำงานสูงสุดที่อยู่ในช่วง 690 V เมื่อนำไปใช้กับมอเตอร์ที่มีแรงดันทำงานที่มากกว่าจึงไม่สามารถต่อโดยตรงได้ จึงต้องใช้หม้อแปลงเพื่อปรับแรงดันให้เหมาะสม โดยการเพิ่มขดลวดอีกชุดหนึ่งเข้ากับหม้อแปลงหลักได้โดยตรง ดังรูปที่ 6 โดยหม้อแปลงที่ใช้ในโครงการนี้ได้รับความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาจาก บมจ. กิรไทย





รูปที่ 6 โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ในงานวิจัย

## การออกแบบและผลการทดสอบการทำงาน

ในการทดสอบการทำงาน มอเตอร์พิกัด 1,400 kW ทำงานที่แรงดัน 6,600 V สำหรับระบบสูบน้ำของเหมืองถ่านหินขนาดใหญ่ถูกนำมาทดสอบการทำงาน ของระบบที่ถูกออกแบบและพัฒนา โดยตั้งเป้าหมายให้กระแสสตาร์ทมีค่า

ต่ำกว่า 1.35 เท่า ของกระแสที่พิกัดมอเตอร์ (FLA=145 A ที่ 6.6 kV หรือ 43.5 A ที่ 22 kV)

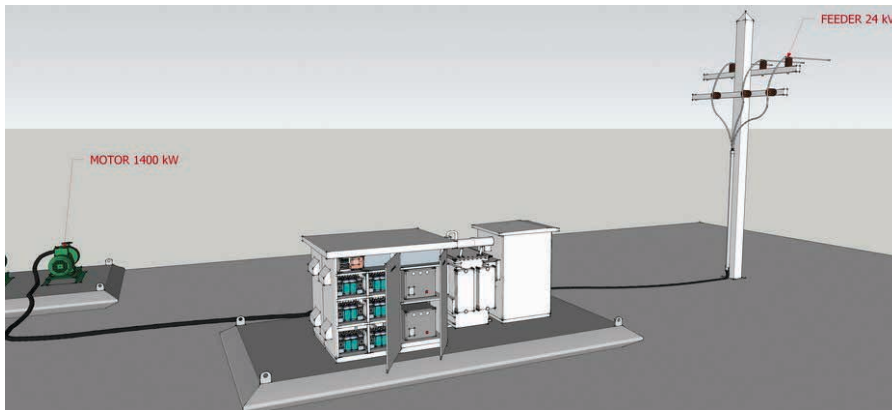


Frame	: HGF 560		
Output	: 1400 kW (1900 HP)		
Poles	: 4		
Frequency	: 50 Hz		
Rated voltage	: 6600 V		
Rated current	: 145 A		
L. R. Amperes	: 870 A		
LRC (p.u.)	: 6.0		
No load current	: 35.2 A		
Rated speed	: 1490 rpm		
Slip	: 0.67 %		
Rated torque	: 8978 Nm		
Locked rotor torque	: 80 %		
Breakdown torque	: 220 %		
Insulation class	: F		
Service factor	: 1.00		
Moment of inertia (J)	: 87.9 kgm <sup>2</sup>		
Output	50%	75%	100%
Efficiency (%)	95.2	95.6	95.8
Power factor	0.82	0.87	0.88

รูปที่ 7 มอเตอร์ 1,400 kW / 6,600 V สำหรับระบบสูบน้ำที่ใช้ในการทดสอบ



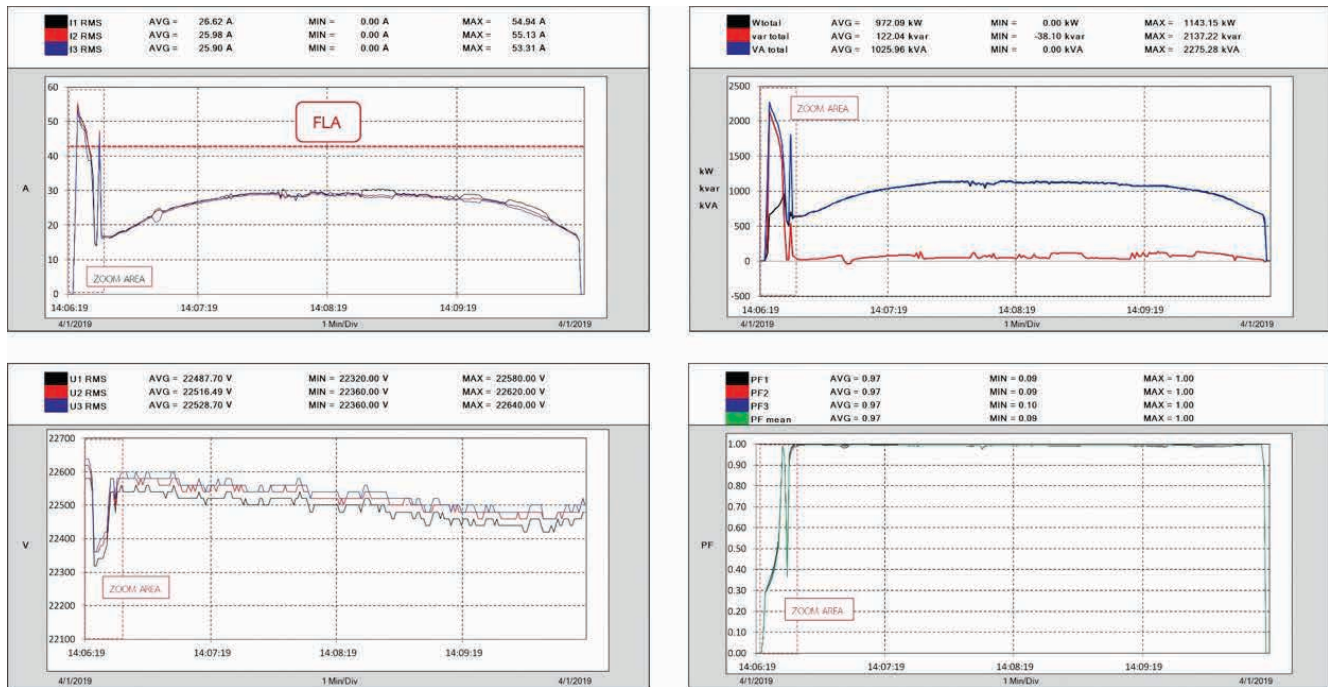
รูปที่ 8 หม้อแปลงออกแบบพิเศษ 22/6.6/0.69 kV / 1,500 kVA โดย บมจ.ทิสไทย ทดสอบร่วมกับชุดชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ โดย บจก. เพาเวอร์ควอลิตี้ ทีม จำกัด สำหรับมอเตอร์ 6.6 kV / 1,400 kW ณ ห้องทดสอบหม้อแปลง บมจ. ทิสไทย โรงงาน 3



รูปที่ 9 ระบบสตาร์ทและควบคุมมอเตอร์ 1,400 kW / 6,600 V สำหรับระบบสูบน้ำที่ใช้ในการทดสอบ

จุดเด่นของระบบสตาร์ทที่พัฒนาขึ้นคือสามารถใช้หม้อแปลงพิกัดกำลังงาน 1,500 kVA สำหรับสตาร์ทและจ่ายกำลังงานให้แก่มอเตอร์ 1,400 kW โดยสร้างปัญหาแรงดันตกในระบบ

ที่น้อยมาก เนื่องจากกระแสขณะสตาร์ทมีค่าน้อยกว่า 1.35 เท่าของพิกัดกระแสมอเตอร์ และในการใช้งานภายในเหมืองมีความสะดวกเป็นอย่างยิ่งในการเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งต่างๆ ภายในบ่อเหมือง



รูปที่ 10 ผลการทดสอบการสตาร์ทและทำงานของมอเตอร์ตรวจวัดที่ระบบแรงดัน 22 kV

## สรุปผลการทำงาน

จากผลการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมให้กระแสสตาร์ทมอเตอร์ให้ต่ำกว่า 1.35 เท่า โดยเหลือเพียง 1.26 เท่า โดยแรงบิดของมอเตอร์เพียงพอต่อการสตาร์ททุกครั้งและยังสามารถปรับค่าตัวประกอบกำลังของระบบนี้ให้มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.99 ที่สภาวะทำงานปกติ

## ตารางสรุปผลการทดสอบ

Motor model	Power (kW)	Voltage (V)	Current/FLA (A)	RPM	PF
WEG HGF	1,400	6,600	145.3	1,490	0.88
Transfer to Tr. Pri side		22,000	43.59	1,490	0.88

Starting current measurement	Voltage (V)	Current (A)	Time*FLA.
Traget starting current 1.35*FLA	22,000	58.85	1.35 Max.
Measured full loaded starting condition	22,620	55.13	1.26 Max.
		35.13	0.81 Avg.

คุณทำได้

Do It Yourself



Mr. T

ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
วิศวกรอิสระ

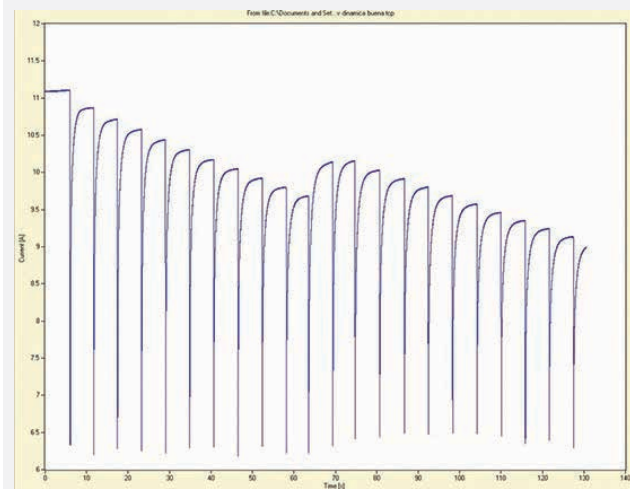


# CASE STUDY DYNAMIC RESISTANCE MEASUREMENT ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)

จากบทความ DIY Dynamic Resistance Measurement Journal ฉบับที่ 19 ได้กล่าวถึงการทดสอบหาสิ่งผิดปกติ On Load Tap Changer (OLTC) ของหม้อแปลงโดยไม่ต้องถอดหรือยก OLTC ออกมาดูเพื่อตรวจสอบสภาพ ทำให้การบำรุงรักษาและดูแลหม้อแปลงเป็นไปด้วยความรวดเร็วและง่ายต่อการวิเคราะห์ บทความที่แล้วนำเสนอหลักการการทดสอบ วิธีการทดสอบ ประโยชน์ที่ได้รับจากการทดสอบ และการวินิจฉัยผลการทดสอบเบื้องต้น ในฉบับนี้ขอนำเสนอข้อมูลกรณีศึกษา (Case Study) การทดสอบ Dynamic Resistance Measurement OLTC เพื่อให้เกิดทักษะและสามารถวิเคราะห์การทดสอบได้แม่นยำขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้ครับ

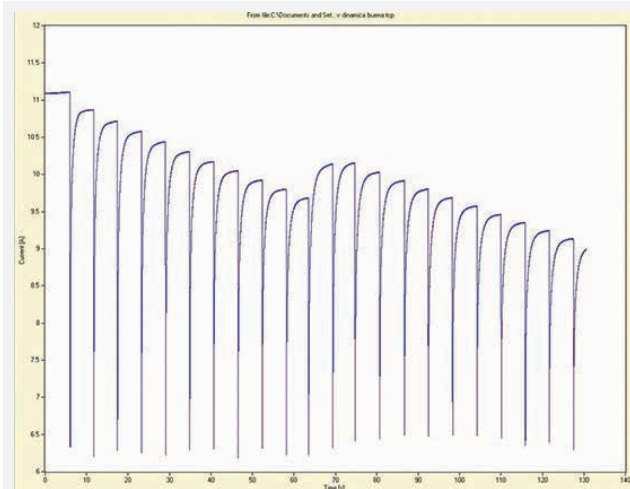
## ความรู้ที่จำเป็นของ OLTC สำหรับการทดสอบ DRM ประกอบด้วย

### 1. ผลการทดสอบสำหรับการประเมินสภาพ OLTC ที่ดี

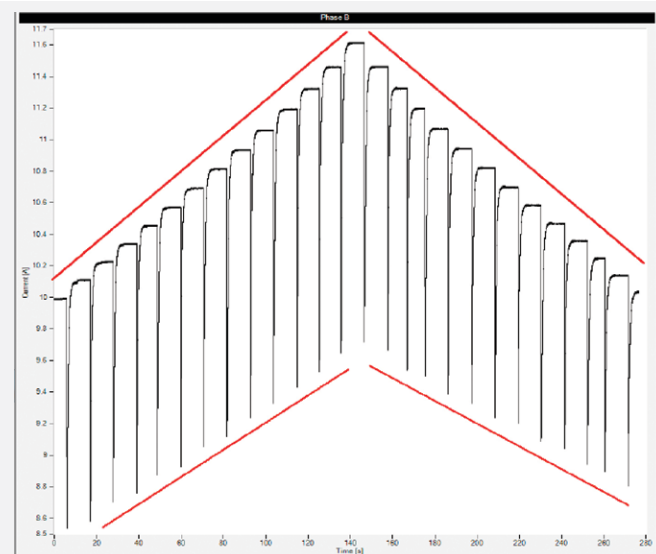


รูปที่ 1 Dynamic graph of a resistor tap changer fine-coarse regulation

ผลการทดสอบ Dynamic Resistance Measurement OLTC ชนิดความต้านทาน (Resistor) ซึ่งเส้นแนวนอนแกน X แทนเวลา หากการทำงานของ OLTC ถูกต้องสมบูรณ์และทำงานได้อย่างต่อเนื่อง Tap จะเห็นช่วงของเวลาค่าเท่ากันตลอด และทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน Tap จะทำให้มีการเปลี่ยนค่าความต้านทานของขดลวด ทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดลงของกระแสที่เป็นลักษณะอย่างที่เป็นเชิงเส้น (Linearity) ตามแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 2 Dynamic graph of a reactor tap changer plus-minus regulation



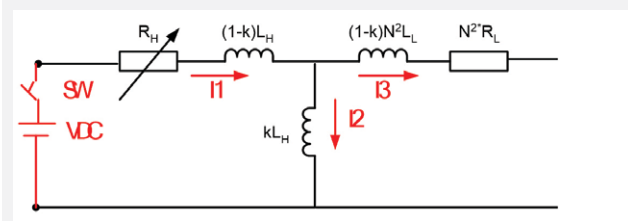
รูปที่ 3 Dynamic graph of a resistor tap changer plus-minus regulation

รูปที่ 2 แสดงถึงผลการทดสอบ Dynamic Resistance Measurement OLTC ชนิดขดลวดต้านทาน (Reactor) ซึ่งผลการทดสอบทั้งสองภาพจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการทดสอบ OLTC ชนิดนั้นๆ ต่อไป รูปกราฟที่ดีควรมีลักษณะเป็นแนวเชิงเส้น (Linearity) ที่เห็นในรูปที่ 3 ลักษณะคล้ายใบปิดของจดหมาย หากในรูปกราฟมีส่วนเบี่ยงเบนใดๆ เกิดขึ้นก็จะสามารถบอถึงปัญหาหรือความผิดปกติของ Tap ได้ ซึ่งจะได้อพบในกรณีศึกษาในลำดับถัดไป

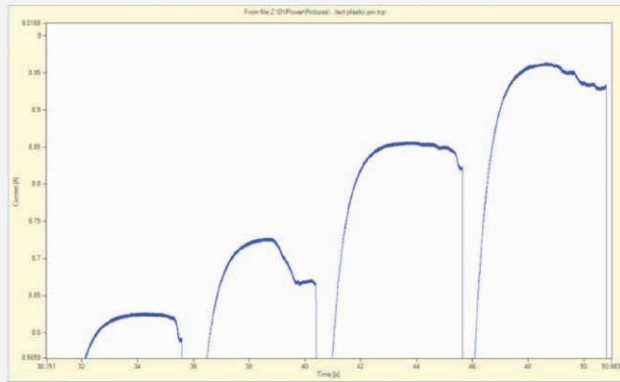
จากหัวข้อนี้มีข้อสังเกตว่า การทดสอบ Dynamic Resistance Measurement ของ OLTC ควรมีการเก็บค่าทดสอบประจำตัว OLTC ของแต่ละตัวเหมือนเก็บลายนิ้วมือ (Finger Print) เพื่อใช้

ในการเปรียบเทียบค่าการทดสอบในครั้งต่อไป ค่าทดสอบที่เปลี่ยนไปจากเดิมทั้งกระแส เวลา และรูปคลื่นของกราฟจะแสดงถึงความผิดปกติของ OLTC

## 2. ผลการทดสอบที่ไม่ลัดวงจรด้าน secondary และลัดวงจรด้าน secondary

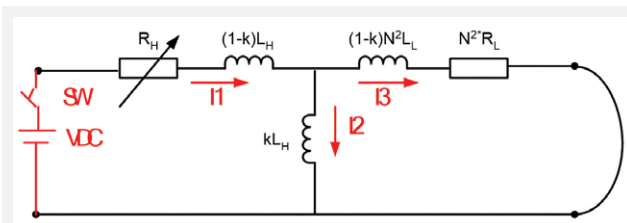


รูปที่ 4 วงจรทดสอบที่ไม่ลัดวงจรด้าน secondary

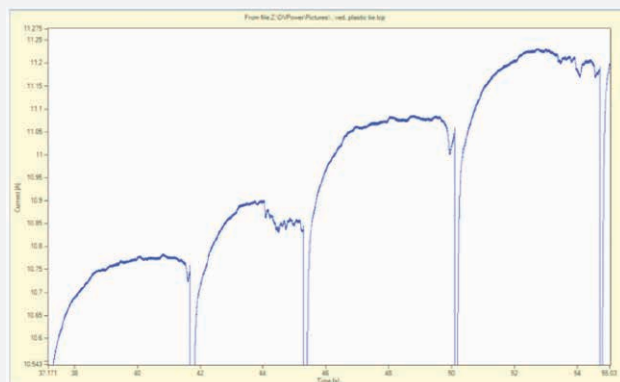


รูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบ DRM-OLTC ที่ไม่ลัดวงจรด้าน secondary

การทดสอบที่ไม่ลัดวงจรด้าน secondary จากรูปที่ 4 เมื่อมีการสับสวิตซ์ไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ขดลวด ทำให้มีกระแสไหลใน  $I_1$  และ  $I_2$  จนถึงค่า Steady State เนื่องจากค่า  $kL_H$  มีค่ามากกว่า  $(1-k)L_H$  มากๆ ( $kL_H \gg (1-k)L_H$ ) ทำให้กระแส  $I_1$  มีผลต่อการตอบสนองใน Time Constants มากกว่า  $I_2$  อย่างไรก็ตาม กระแส  $I_2$  ก็ยังมีผลต่อวงจรทำให้  $I_1$  Saturate ได้ช้า และเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในแต่ละ Tap กระแสไฟฟ้าจะถูกบันทึกด้วยอัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling rate) ด้วยความถี่สูงอย่างน้อย 10 kHz (0.1 ms) เป็นไปตามรูปภาพที่ 5 ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ OLTC เนื่องจากมีค่ากระแสของ  $I_1$  ไหลในช่วงสั้นๆ การทดสอบที่ไม่ได้ทำการลัดวงจรด้าน secondary จะทำให้ค่า accuracy การทดสอบลดลง และอาจเกิดความไม่ปลอดภัยกับผู้ทดสอบได้



รูปที่ 6 วงจรทดสอบที่ลัดวงจรด้าน secondary



รูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบ DRM-OLTC ที่ไม่ลัดวงจรด้าน secondary

การลัดวงจรด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงตามรูปที่ 6 สามารถมีผลได้ 2 ประการ ประการแรกหากกระแสไฟฟ้าถูกตัดวงจรระหว่างการสวิตซ์ซึ่ง พลังงานแม่เหล็กที่เก็บสะสมไว้ในแกนเหล็กก็จะไม่ถูกปลดปล่อยออกมา และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของกระแสไฟฟ้านี้จะไม่สร้างแรงดันสูงในขดลวดด้านตรงกันข้าม ทำให้เกิดความปลอดภัย

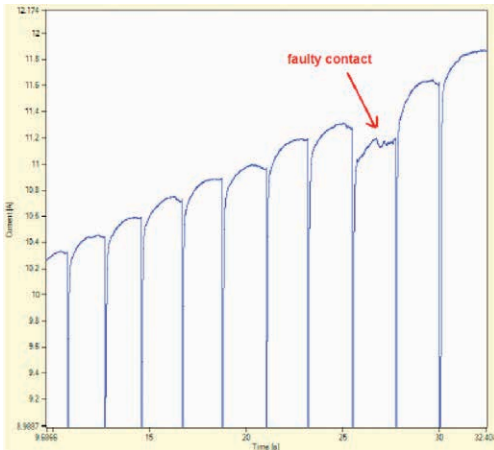
ประการที่สอง คือผลของกระแสริบเบิล (ripple) ในขณะที่ทำการสวิตซ์ ซึ่งส่วนใหญ่สังเกตว่าจะมีค่าสูงเป็นสองเท่า และกระแสสามารถกลับคืนสภาพได้อย่างรวดเร็ว (Recovery) เนื่องจากการเหนี่ยวนำของขดลวดที่เกิดจากการลัดวงจร shorted

วิธีนี้ทำให้การทดสอบ DRM มีค่าความแม่นยำยิ่งขึ้น ดังนั้นการทดสอบต้องบันทึกค่าการลัดวงจรด้าน secondary ทุกครั้ง ซึ่งสิ่งนี้มีความสำคัญอย่างมาก การทดสอบแบบลัดวงจร secondary มีข้อดีเพื่อลด Time constant และทำให้เกิดการตอบสนองทันการเปลี่ยนแปลงในเวลาสั้นๆ รวมถึงป้องกันแรงดันเกินในกรณี OLTC มีการเปลี่ยนการทำงาน

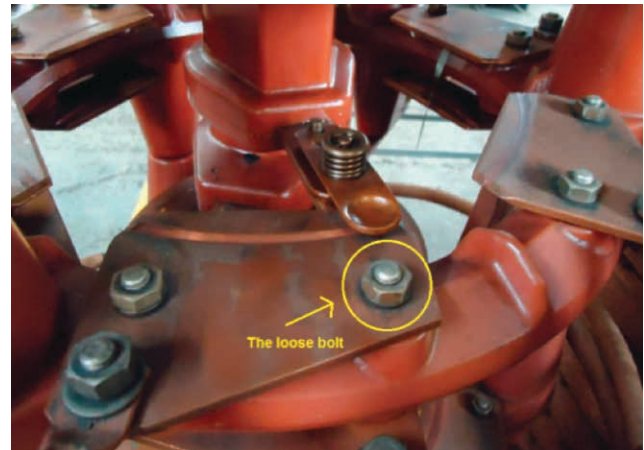
### กรณีศึกษาที่ 1

เริ่มจากผล DGA (dissolved gas analysis) ในการทดสอบน้ำมัน OLTC พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ก๊าซที่สำคัญ เช่น เอทิลีน/อะเซทิลีนหรืออีเทน/มีเทน (ethylene/acetylene or ethane/methane) ในอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อาจจะเป็นจุดแรกที่เกิดปัญหา หากละเอียดหรือไม่แก้ปัญหาก็จะทำให้ปัญหา

ดังกล่าวเกิดการพัฒนานานอาจทำให้เกิดความเสียหายในอนาคตได้ และจากผลการทดสอบ Dynamic Resistance Measurement OLTC ในรูปที่ 8 พบความผิดปกติจากการเปลี่ยน Tap จากการถอด OLTC มาเพื่อหาสาเหตุพบสลักเกลียวที่หลวมบนหน้าสัมผัสของ selector contact ตามรูปที่ 9



รูปที่ 8 แสดงความผิดปกติของรูปกราฟที่เป็นเส้นตรง

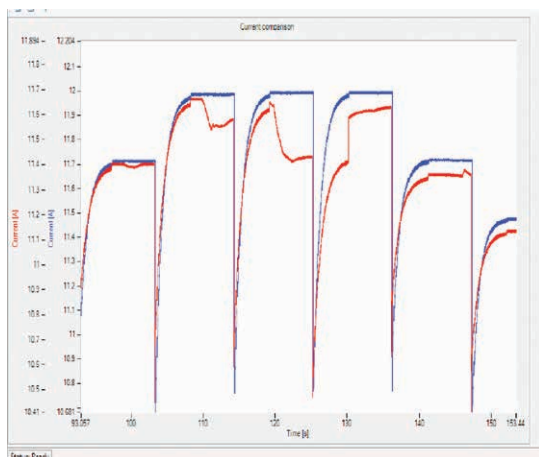


รูปที่ 9 สลักเกลียวที่หลวมบนหน้าสัมผัสของ selector contact

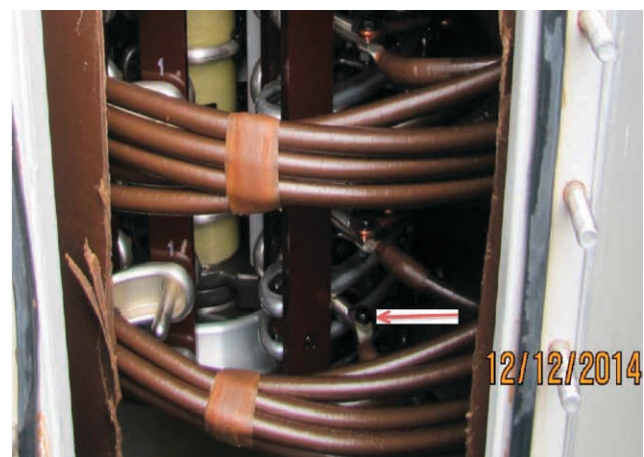
### กรณีศึกษาที่ 2

ผลการทดสอบ DGA ตรวจพบการเพิ่มขึ้นของก๊าซ ethylene ในหม้อแปลงไฟฟ้า (Main Tank) จาก 8 ppm เป็น 102 ppm จากผลทดสอบ DRM-OLTC พบว่ารูปที่ 10 กราฟสีแดงซึ่งอยู่ในเฟส C เมื่อเทียบกับเฟส B (สีน้ำเงิน) มีความคลาดเคลื่อนเมื่อนำรูปกราฟมาวางซ้อนทับกันโดยพบจากที่สวิตช์ K ทำงานและย้ายจากตำแหน่ง [+] ไปยังตำแหน่ง [-] ซึ่งเฟสอื่นไม่ได้

เกิดลักษณะเช่นนี้ ซึ่งบ่งบอกถึงความแตกต่างอย่างมากในการทำงานของ Tap changer ที่เป็นตำแหน่งกลางของสวิตช์เมื่อสลับทำงาน เหตุการณ์ดังกล่าวถือเป็นความโชคดีที่ตำแหน่งซ่อมดังกล่าวอยู่ใกล้ Manhole ของหม้อแปลง ตามรูปที่ 11 ทำให้การซ่อมบำรุงด้วยการทำความสะอาดและขันให้แน่นเป็นไปได้โดยง่าย



รูปที่ 10 แสดงกราฟ IwA C ที่มีความแตกต่างกับ IwA B



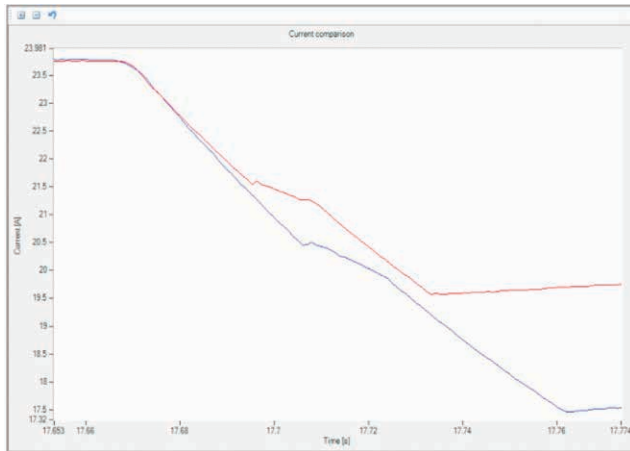
รูปที่ 11 ตำแหน่งที่เกิดการหลวม



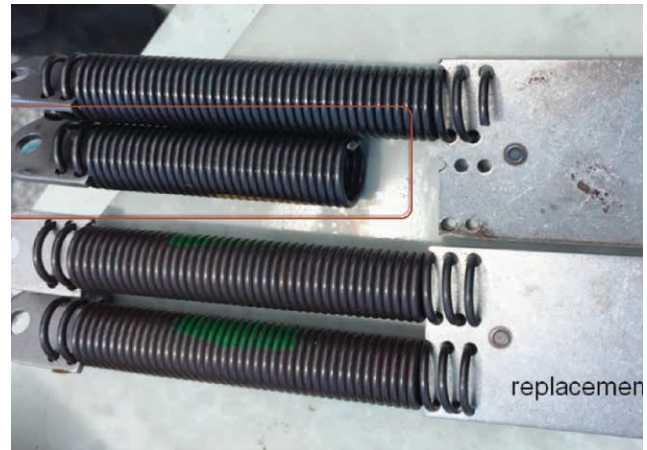
### กรณีศึกษาที่ 3

ใน OLTC มักจะมีสปริงหนึ่งถึงสองชุด หรือมากกว่าที่ทำหน้าที่เป็นตัวสะสมพลังงานใน OLTC ซึ่งสปริงจะถูกชาร์จโดยมอเตอร์ จากนั้นสปริงจะถูกปลดปล่อยเพื่อให้ tap changer ทำงานโดยเร็วที่สุด จากรูปเป็น OLTC ยี่ห้อ MR รุ่น V III มีสปริงสองตัว

และหนึ่งในนั้นเสีย เนื่องจากความล้าของวัสดุตั้งที่สังเกตในรูปที่ 12 ซึ่งทำให้เวลาเปลี่ยนเพิ่มขึ้นจาก 60 ms เป็น 95 ms และ Ripple เปลี่ยนไปเพิ่มขึ้นเกือบ 50% ก่อนแก้ไขจะเป็นเส้นสีน้ำเงิน หลังมีการเปลี่ยน สปริงรูปที่ 13 จะเป็นเส้นสีแดง



รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบที่พบปัญหาทั้งค่าเวลาและ ripple



รูปที่ 13 ภาพก่อนและหลังเปลี่ยนสปริง



จากตัวอย่างกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณี คงพอเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ การทดสอบ Dynamic Resistance Measurement ของ OLTC สำหรับ ผู้ทำการทดสอบหม้อแปลงให้เกิด ความมั่นใจในการวิเคราะห์ผลต่อไป พบกันใหม่ในฉบับหน้าครับ 

### ที่มา

1. Tap Changer Condition Assessment Using Dynamic Resistance Measurement: Edis Osmanbasica, Goran Skelo
2. Dynamic analysis and testing of on-load tap changer: Cornelius PLATH, Markus PÜTTER

บริหารนอกตำรา

Beyond Management School





### ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส

ปริญญาตรี นิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ปริญญาโท รัฐประศาสนศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ผู้อำนวยการสำนักที่ปรึกษาร้อยชักสาม  
ที่ปรึกษาฝ่ายบริหาร บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน)

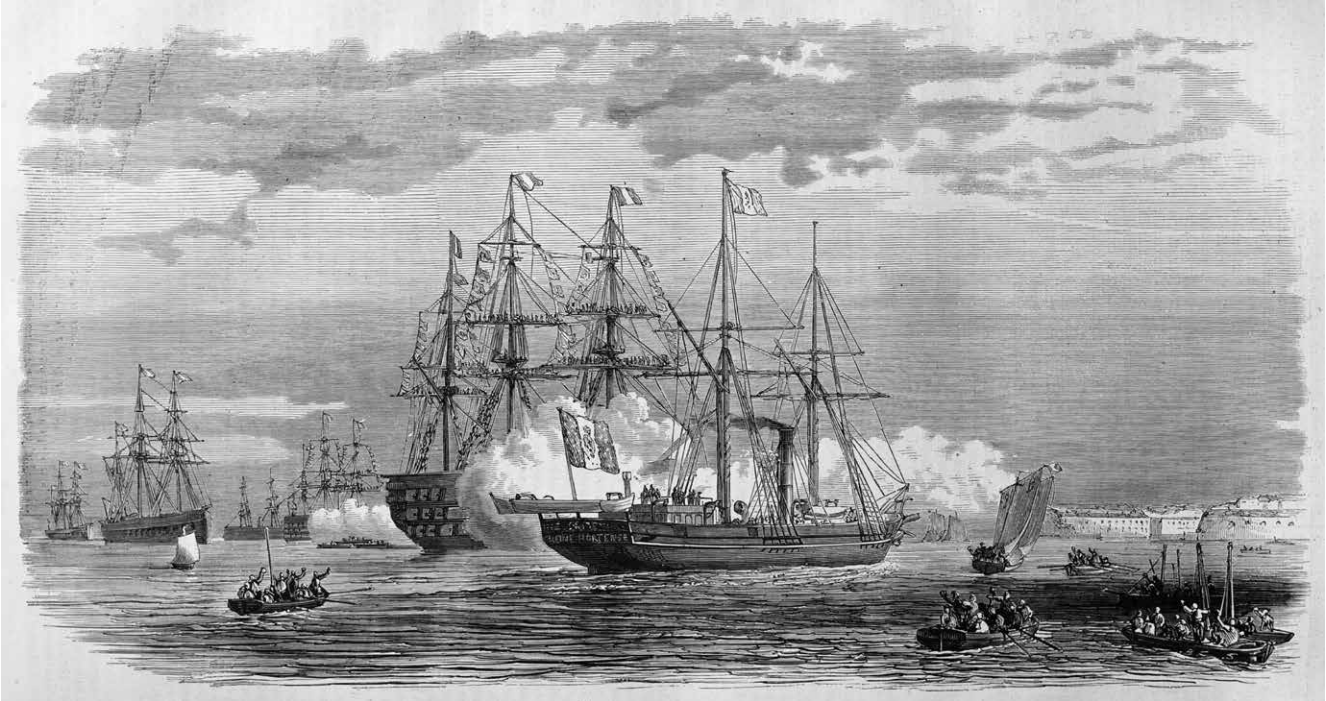


# A MUST WORLD PARADIGM CHANGE

## ถึงเวลาแล้วที่โลกต้องเปลี่ยนแปลง ค่านิยมแห่งการพัฒนา

ปลายเดือนตุลาคม 2562 ผมขับรถขึ้นเหนือ เดินทางกว่า 700 กิโลเมตร จากเข้าจรดเย็น ผ่านเมืองใหญ่หลายเมือง แม่น้ำหลายสาย ล้อทั้งสี่ของรถ โหลดแล่นไปบนเทือกภูหลายเทือก เลาะเลียบบไปหลายม่อนดอย หลายป่าไม้ หลายลำน้ำ และหลายทุ่งกว้าง

แวบหนึ่งแห่งความคิดคำนึง ผมอดสงสัยไม่ได้ว่า แผ่นดินกว้างใหญ่ไพศาล ถึงเพียงนี้ เหตุไฉนมนุษย์เราจึงยังรู้สึกไม่เพียงพอ



เมื่อเกือบห้าร้อยปีที่ผ่านมามีการเดินทางเกือบพันกิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางราวสองเดือน เพื่อกรีธาทัพมาตีกรุงศรีอยุธยา

เราเดินทางเกือบห้าร้อยกิโลเมตร ใช้เวลาแรมเดือน กรีธาทัพไปตีกรุงกัมพูชา

ย้อนลงไปนานกว่านั้น เจงกิส ข่าน ใช้เวลาเกือบทั้งชีวิตบนหลังม้า ทัพพองขยายดินแดนจักรวรรดิมองโกล ทางตะวันตกจากทะเลดำไปจนถึงดินแดนด้านตะวันออก ริมมหาสมุทรแปซิฟิก

ในยุโรป ความยิ่งใหญ่ของจักรวรรดิโรมันในยุคโบราณ และการก่อกำเนิดระบอบศักดินาในยุคกลาง ล้วนเกิดขึ้นท่ามกลางการรบพุ่งและการทำศึกสงคราม

ใครชนะ ไม่เข้ายึดครอง ก็เผาทิ้งทำลาย ใครสู้ก็ฆ่า ไม่สู้ก็จับมาเป็นตัวประกันบ้าง กวาดต้อนผู้คนบ้าง ทรัพย์สินสมบัติบ้าง ฆ่าพ่อแล้วเอาลูกสาวมาเป็นเมีย เป็นเรื่องปกติ

นี่คือค่านิยมของคนในอดีต คนในยุคโบราณหรือยุคทอง และคนในยุคกลางหรือยุคศักดินา

ครั้นถึงยุคทุนนิยม รูปแบบการรุกรานและยึดครองก็เปลี่ยนไป บางครั้งก็ซ่อนเร้น บางครั้งก็เปิดเผย

ในยุคทุนนิยมตอนต้น นักล่าอาณานิคมตะวันตกใช้นโยบายเรือปืน ครอบครองปล้นชิง ต่อชาติตะวันออก แอฟริกา ลาตินอเมริกา และที่อื่นๆ ที่อ่อนแอกว่า ภายใต้เสื้อคลุมของอารยธรรมที่อ้างว่าทันสมัย ที่พวกเขาเถื่อนควรต้องรับไว้

ในยุคนี้ ชนชั้นนายทุนและหมอสอนศาสนาเดินทางไปทั่วเพื่อสร้างโลกทั้งโลกให้เป็นไปตามรูปโฉมที่พวกเขาต้องการ โดยมีเรือปืน สินค้าและคัมภีร์ทางศาสนาเป็นพาหนะนำทาง

ในยุคทุนนิยมผูกขาด ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาไปอีกขั้น อำนาจทุนที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับอำนาจรัฐ ก็พยายามกีดกันและเบียดขับกสิกรผู้ที่ย่อแอกว่าไปทั่วไม่เว้นแม้ในประเทศของตนเอง

อำนาจทุนผูกขาดยิ่งพัฒนาไป การต่อต้านก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น แม้จากหมู่ชนชั้นนายทุนด้วยกันเองทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากนั้นการหลอกลวงด้วยนโยบายใญ่บุญต่างๆ ก็เริ่มขึ้นทั้งในรูปแบบของการถ่ายทอดองค์ความรู้ การช่วยเหลือด้านมนุษยธรรม การให้สิทธิพิเศษและการให้เปล่า สิ่งเหล่านี้ทำให้การต่อต้านทุนผูกขาดอ่อนแรงลง

ในยุคทุนนิยมโลกาภิวัตน์ ทุนไม่มีสัญชาติและไม่มีพรมแดนทางภูมิศาสตร์อีกต่อไปแล้ว การพัฒนาทางวัตถุ และการยึดครองครอบงำที่ซ่อนเร้นเข้ามาในรูปของการให้ความช่วยเหลือ

## ในยุคทุนนิยมโลกาภิวัตน์นั้น ที่ยังคงต่อสู้กันอย่างเอาเป็น เอาตาย ก็มีแต่กลุ่มทุนผูกขาด ระดับโลกเพียงไม่กี่กลุ่มที่ ผูกขาดอำนาจรัฐอยู่ในแต่ละ ประเทศมหาอำนาจเท่านั้น

ยิ่งก้าวหน้าไปมากเท่าไร การต่อต้านทาง  
ประชาชาติก็ยิ่งลดลงเท่านั้น ประชาชาติ  
ต่างๆ ล้วนเผื่อรอ และเห็นกระหายที่จะได้เสพ  
นวัตกรรมใหม่ๆ ที่ทำให้ประชาชาติของตน  
ดูศิวิไลซ์ขึ้น ชีวิตความเป็นอยู่ของตนสะดวก  
สบายขึ้น ทนสมัยและหรรษาภูมิฐานขึ้น การ  
สนองทางวัตถุด้วยนวัตกรรมใหม่ๆ สิ่งประดิษฐ์  
ใหม่ๆ ที่นำเสนอออกมาอย่างไม่ทันข้ามปี ก็กลายเป็น  
ของเก่าไปแล้ว ยิ่งกระตุ้นความต้องการ

ของประชาชาติต่างๆ ที่เป็นผู้เสพให้ไม่มีที่สิ้นสุด ผู้ที่สามารถไล่ตามรับความเจริญ  
ทางวัตถุที่ทุนนิยมโลกาภิวัตน์ผลิตขึ้นมาให้ ก็จะมีชีวิตที่ทันสมัยมีหน้ามีตา มีรสนิยม  
และดูเป็นคนอีกกลุ่มหนึ่งที่อยู่ในระดับบนๆ ของสังคม แม้ว่าความจริงจะยังคงถูก  
ขูดรีดจากระบบทุนนิยมอยู่ทุกวี่วัน การยอมรับทางวัตถุเป็นอย่างไร การยอมรับ  
ทางวัฒนธรรมที่ทุนนิยมโลกาภิวัตน์บ่อนเข้ามาให้ก็เป็นอย่างนั้น วัฒนธรรมแห่ง  
ประชาชาติดูล้าหลัง คร่ำครึ ไม่โก้ ไม่ทันสมัยเท่าวัฒนธรรมของทุนนิยมโลกาภิวัตน์  
ที่แม้บางทีจะไม่ค่อยเข้าใจ และแลกเปลี่ยนมาด้วยราคาที่แพงกว่าวัฒนธรรมของตนเอง

ในยุคทุนนิยมโลกาภิวัตน์นั้น ที่ยังคงต่อสู้กันอย่างเอาเป็นเอาตาย ก็มีแต่กลุ่ม  
ทุนผูกขาดระดับโลกเพียงไม่กี่กลุ่มที่ผูกขาดอำนาจรัฐอยู่ในแต่ละประเทศ  
มหาอำนาจเท่านั้น

ว่าที่จริงแล้ว การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ระบบทุนนิยมยุคต่างๆ  
ช่วยกันสร้างสรรค์ขึ้นมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 18 จนถึงปัจจุบัน มากเกินพอ  
ที่จะสนองชีวิตคนทั้งโลกให้ได้อยู่ร่วมกันได้อย่างสุขสบายและสันติสุข เพราะตลอด  
300 กว่าปีที่ผ่านมานี้ มนุษย์มีค่านิยมแห่งการพัฒนาทางวัตถุอย่างต่อเนื่องและได้ผล

การสูบบุหรี่ จากหอกดาบ สู้ปืน สู้ระเบิด ระเบิดปรมาณู จรวด ซีปนาวุธ และโดรนติดอาวุธ

การคมนาคม จากเกวียนสู่อากาศ สู่เครื่องบิน และยานอวกาศ

การส่งข่าว จากม้าเร็ว สู่ไปรษณีย์ โทรเลข โทรศัพท์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ และ  
สมาร์ทโฟน



การสื่อสาร จากการตีพิมพ์ สู่ออนไลน์

การหุงต้ม จากเตาถ่าน สู่อุปกรณ์ไฟฟ้า และไมโครเวฟ

การทำงาน จากมือ สู่อุปกรณ์จักรกล สู่นยนต์ จากปัญญามนุษย์ สู่อุปกรณ์ประดิษฐ์

การแลกเปลี่ยน จากสกุลเงินตราที่จับต้องได้ สู่อุปกรณ์ดิจิทัลที่ไม่มีตัวตน

การผ่าตัด จากการผ่าตัดด้วยมีดหมอ สู่อุปกรณ์ผ่าตัดผ่านกล้อง

การอยู่อาศัย จากการสร้างที่พักในเมือง ในชุมชน ขยายไปนอกเมือง และแสวงหาที่อยู่ทั่วโลก

เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จากการผลิตเองใช้เอง และเป็นสินค้าบางส่วน สู่อุปกรณ์ผลิตขั้นสูงที่ต้องขนไปเทหัง เพื่อรักษาราคาและมูลค่าส่วนเกินไว้

300 กว่าปีมานี้ โลกทุนนิยมพัฒนาการผลิตทางวัตถุไปมาก แต่การผลิตทางจิตใจกลับหยุดอยู่กับที่ ไม่เพียงแต่ไม่มีการพัฒนาบางที่อาจตกต่ำลงด้วยซ้ำ

300 กว่าปีมานี้ ความเจริญทางวัตถุ แลกมาด้วยจิตใจที่เสื่อมลง

นโยบายกำปั้นใหญ่ของสหรัฐอเมริกา ที่ก่อสงครามแล้วขายอาวุธ จุดชนวนสงครามกลางเมืองในประเทศที่ผู้นำไม่รับใช้ตน ทำลายอารยธรรมท้องถิ่นของหลายประชาชาติในหลายประเทศอันเป็นอารยธรรมเก่าแก่ของโลก ยังคงดำเนินไปโดยไม่มีสักทีประเทศกลัวออกมาต่อต้านคัดค้านอย่างจริงจัง

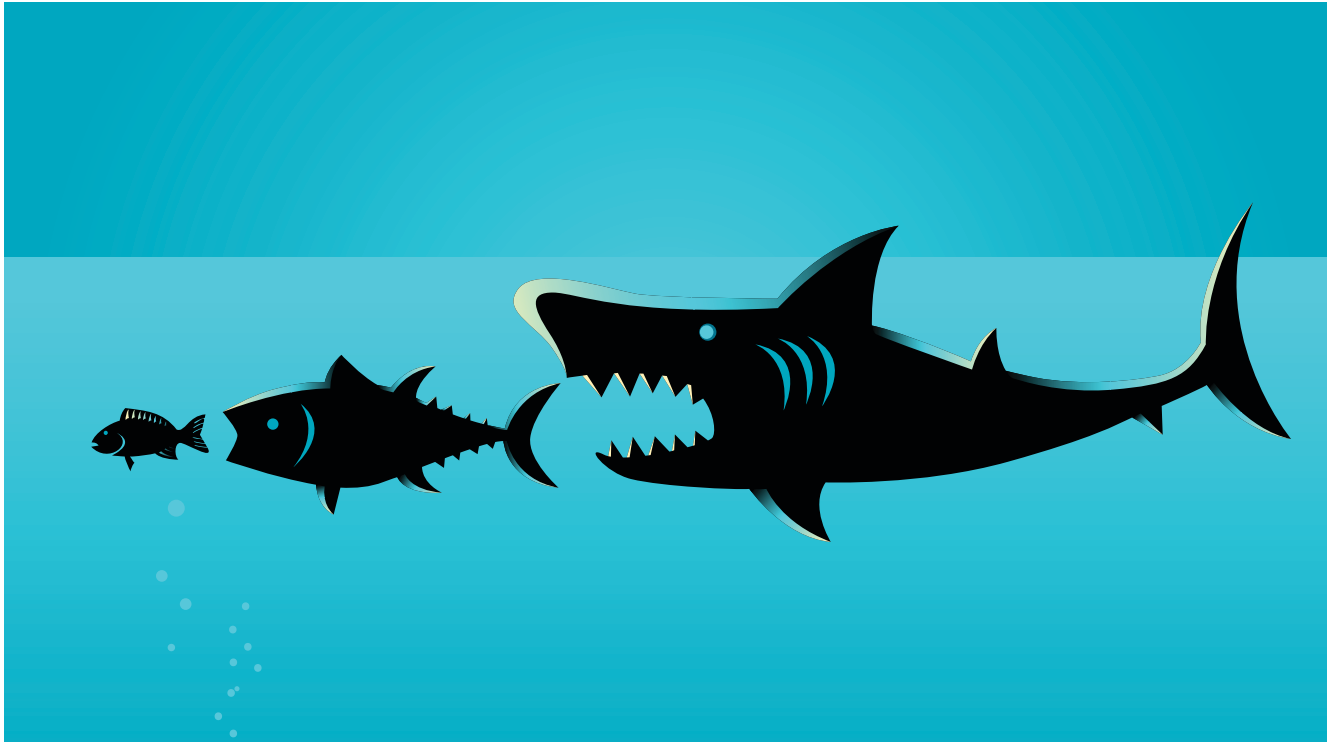


ในประเทศของเราก็เช่นกัน เรามีทุนผูกขาดขนาดใหญ่ ไม่กี่ตระกูลที่ผูกขาดครอบงำ การอุปโภคบริโภคของคนทั้งชาติ ทั้งชนชั้นกลาง คนจนเมือง และคนจนในชนบท คนกลุ่มแรกร่ำรวยมั่งคั่งขึ้น ในขณะที่คนกลุ่มหลังยังคงยากจน และยากจนลง

การประกาศนโยบาย “America First” หรือ “อเมริกาต้องมาก่อน” ของประธานาธิบดี โดนัลด์ ทรัมป์ ซึ่งเป็นนโยบายที่เห็นแก่ตัวและสวนกระแสโลกาภิวัตน์ของระบอบทุนนิยมเสรีที่สหรัฐอเมริกาเป็นผู้สร้างขึ้นเอง ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างความมั่งคั่งและการเติบโตให้เศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกาเพียงอย่างเดียว โดยไม่สนใจว่าประเทศใดจะได้รับผลกระทบหรือล้มหายตายไป รวมทั้งการประกาศถอนตัวออกจากข้อตกลงปารีสด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นทางการ ทั้งที่สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก

เหล่านี้คือตัวอย่างสำคัญที่ทำให้เห็นว่า การพัฒนาทางจิตใจของประเทศที่เป็นผู้นำการพัฒนาทางวัตถุนั้นตกต่ำลงเพียงไร

ประเทศที่เป็นผู้นำของระบอบทุนนิยมเป็นเช่นไร ประเทศที่เป็นผู้นำของระบอบสังคมนิยมก็ไม่ต่างกัน



ใครที่เคยอยู่เมืองจีนสมัยก่อนนโยบาย  
“สี่ทันสมัย” ของ เต็งเสี่ยวผิง คงยืนยัน  
ความจริงข้อนี้ได้ดี

เวลานั้น แม้จีนจะล่าหลังทางวัตถุ แต่สูงส่ง  
ทางจิตใจ ประชาชนจีนถูกปลูกฝังบ่มเพาะให้  
มีจิตใจเสียสละ ทุกอย่างเพื่อประเทศชาติและ  
ประชาชน ทุกอย่างเพื่อมวลชนที่ถูกเอารัด  
เอาเปรียบทั่วโลก

นับแต่การเปิดประเทศ และพัฒนาประเทศ  
ให้เป็นสี่ทันสมัย ภายใต้นโยบายต่างประเทศ  
ที่เต็งเสี่ยวผิงประกาศก่อน โดนี่ลด์ ทรัมป์  
หลายสิบปีว่า “นโยบายต่างประเทศของ  
ประเทศใด ก็ต้องเริ่มจากผลประโยชน์ของ  
ประเทศนั้น” เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบันจีน  
ผงาดขึ้นเป็นผู้นำโลกทั้งด้านการผลิต เศรษฐกิจ  
และการทหาร แต่ค่านิยม ความคิดจิตใจ  
ของคนในประเทศจีนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร  
คงไม่จำเป็นต้องพูดถึง

ในประเทศของเราที่เช่นกัน เรามีทุนผูกขาดขนาดใหญ่ไม่กี่ตระกูลที่ผูกขาด  
ครอบงำการอุปโภคบริโภคของคนทั้งชาติ ทั้งชนชั้นกลาง คนจนเมือง และคนจน  
ในชนบท คนกลุ่มแรกร่ำรวยมั่งคั่งขึ้น ในขณะที่คนกลุ่มหลังยังคงยากจน และ  
ยากจนลง คนกลุ่มแรกไม่เคยหยุด ไม่เคยพอกับการสร้างความมั่งคั่ง ความสัมพันธ์  
ระหว่างพวกเขา กับคนกลุ่มหลัง ไม่ใช่ความสัมพันธ์แบบช่วยเหลือหรือแบ่งปัน  
ในฐานะผู้ที่เหลือกินเหลือใช้ แต่เป็นความสัมพันธ์แบบอาศัยกลุ่มหลังมาสร้าง  
ความมั่งคั่งให้กับกลุ่มแรก และในกลุ่มของพวกเขาเอง ก็แก่งแย่งแข่งขันกัน  
เบียดขับกลืนกินกัน อย่างชนิดที่ไม่มีใครยอมใคร ไม่เคยมีภาวะสงบสันติ  
อย่างแท้จริงในหมู่พวกเขา

โลกเราทุกวันนี้ การพัฒนาทางวัตถุ สวนทางกับการพัฒนาทางจิตใจ นี่คือ  
ความจริงที่ทุกคนรู้ แต่ไม่พูดถึงกัน และไม่พยายามจะทำอะไรกัน

ถึงเวลาแล้วหรือยัง ที่เราจะต้องหันกลับมาสนใจสร้างสมดุลแห่งการพัฒนา  
สองสิ่งนี้ ให้การพัฒนาทางจิตใจก้าวไปให้ทันการพัฒนาทางวัตถุ

โลกใบนี้ยังกว้างใหญ่ไพศาล และอุดมสมบูรณ์พอที่จะให้เราทุกคนอยู่ร่วมกัน  
อย่างสงบสันติสุข และมีกินมีใช้อย่างสุขสมบูรณ์ โดยไม่ต้องสู้รบ ไม่ต้องเอารัด  
เอาเปรียบกัน ถ้าเรารู้จักแบ่งปันและเพียงพอ 🇹🇹

รากไทย

Thai Origin



พระธาตุศรีสองรัก



**บวชัย แดงดีเลิศ**

ปริญญาดุษฎี โบรมณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปริญญาดุษฎี จารึกภาษาไทย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
นักเขียนอิสระ



# จารึกศรีสองรักตัวจริง ถูกลักพาไป 75 ปี กลับมาเพียงกระดาษสำเนา เป็นรอยหมึกรูปเศษหิน 8 ชิ้น

เจดีย์องค์หนึ่ง มีชื่อไพเราะว่าศรีสองรัก เป็นคำไทยสองคำประสมกันก่อน คือ สองกับรัก แล้วไปสมรสกับศรี ถึงผิดธรรมเนียมที่เอาคำไทยสมรสกับสันสกฤต แต่ก็ได้รับความหมายซาบซึ้ง บอกความรู้สึของคนสองฝ่ายว่า ศรีหรือโยธยากับศรีศัตนาคนहुต จักนับญาติเป็นพี่น้องแผ่นดินเดียวกัน

## พระธาตุเจดีย์ทรงบัวเหลี่ยมล้านช้างองค์แรก

ริมฝั่งน้ำหมัน ห่างจากเมืองด่านซ้ายลงมาทางทิศตะวันตก 2 กิโลเมตร คือที่ตั้งของเจดีย์พระธาตุศรีสองรัก ตรงนี้เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างแม่น้ำโขงกับแม่น้ำน่าน แต่ก่อนเป็นจุดแบ่งราชอาณาจักรล้านช้างกับราชอาณาจักรอยุธยา พอถึงสมัยรัชกาลที่ 5 ตกเป็นเขตอิทธิพลของฝรั่งเศส แต่ปัจจุบันกลับมาเป็นของไทยแล้ว

พระธาตุศรีสองรัก เป็นเจดีย์ทรงดอกบัวเหลี่ยม สูง 19 เมตร ฐานกว้างด้านละ 9 เมตร นักประวัติศาสตร์ศิลป์บอกว่า เจดีย์องค์นี้เป็นเอกลักษณ์ของศิลปกรรมล้านช้าง ลักษณะโดดเด่นอยู่ที่องค์ระฆังสี่เหลี่ยม ที่ส่งผลไปยังปล้องไฉนและปลียอด ทำให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้งองค์ เจดีย์องค์นี้เป็นต้นแบบให้กับเจดีย์ทรงดอกบัวเหลี่ยมของล้านช้างในยุคต่อมา

พระธาตุองค์นี้ใครสร้าง สร้างเมื่อไหร่ สร้างทำไม มีคำตอบอยู่ในจารึกศรีสองรัก

### จารึกศรีสองรักจำลอง

สมัยรัชกาลที่ 5 พระครูธม กับพระแก้วอาสา ทำจารึกศรีสองรักจำลองขึ้นมา โดยคัดลอกข้อความจากใบลานในเจดีย์ที่เมืองด่านซ้าย อ้างว่าเป็นข้อความเดียวกับที่เขียนอยู่ในจารึกศรีสองรักตัวจริง



สำเนาจารึกศรีสองรักตัวจริง อักษรธรรมอีสาน



จารึกศรีสองรักจำลอง

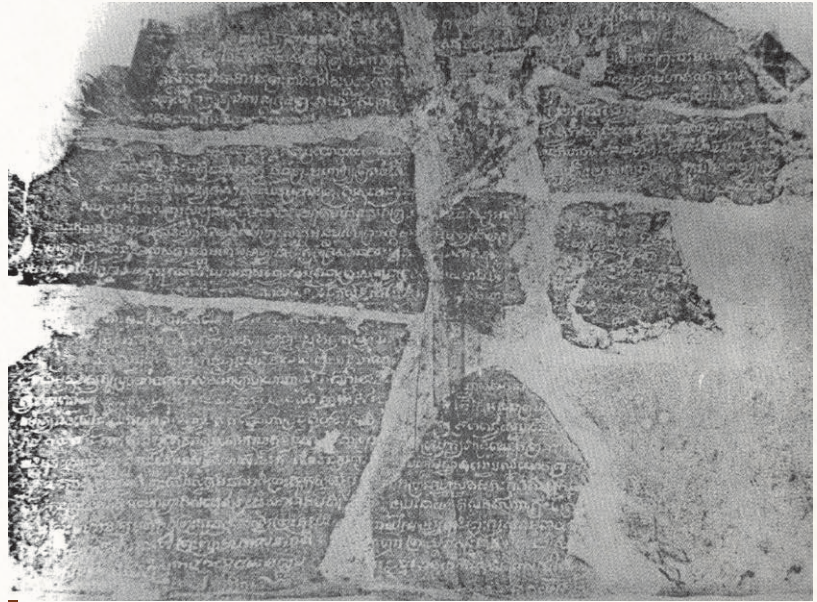
จารึกศรีสองรักจำลอง สร้างใน พ.ศ. 2449 เป็นหินทรายรูปใบเสมา สูง 250 ซม. กว้าง 80 ซม. หนา 45 ซม. จารึกด้านเดียว ใช้ตัวอักษรธรรมอีสานสมัยรัชกาลที่ 5 จำนวน 44 บรรทัด บอกปีที่จารึกไว้เป็นคริสต์ศักราช 1906 แปลกว่าจารึกหลักใดๆ เล่าเหตุการณ์ที่เกิดในสมัยต้นอยุธยา เรื่องการทำไมตรีของกษัตริย์สององค์ คือสมเด็จพระมหาจักรพรรดิ แห่งพระนครศรีอยุธยา กับสมเด็จพระไชยเชษฐาธิราช แห่งจันทบุรีศรีสัตนาคนหุต

จารึกศรีสองรักจำลอง อายุ 113 ปี ทำหน้าที่แทนจารึกศรีสองรักตัวจริง อายุ 459 ปี อย่างแข็งขันตลอดมา คำถามคือ จารึกตัวจริงไปไหน

### ตกไฟไม่ไหม้ ตกน้ำไม่ไหม้

ไม่มีใครทราบ ว่า จารึกศรีสองรักตัวจริงรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร ทำจากหินอะไร สูงเท่าไร กว้างเท่าไร หนาแค่ไหน

จารึกศรีสองรักตัวจริง เคยตั้งคู่กับพระธาตุศรีสองรักมาตั้งแต่ต้น ทำหน้าที่เป็นประกาศของทางการ และเป็นหลักเขตในตัว ตากแดดตากฝนอยู่ตรงนี้ ผ่านกาลเวลา 321 ปี จนปริแตกเป็นชิ้นๆ พวกฝรั่งเศสเจ้าอาณานิคมสมัยรัชกาลที่ 5 มาพบเข้าใน พ.ศ. 2427 เห็นเป็นของสำคัญ เอาไปเขียนลงหนังสือใหญ่โตต่อมาอีก 21 ปี คือ พ.ศ. 2448 เจ้ามหาอุปราชบุนคอง มากับทางการฝรั่งเศส ขนแผ่นหินที่แตกปริเป็น 18 ส่วน ลงเรือข้ามโขงไปหลวงพระบาง เทวดาไม่เห็นด้วย เรือเจ้ากรรมจึงไปชนหินที่แก่งเสี้ยวพลิกคว่ำ จารึกตกน้ำหมดชุดสำหรับขึ้นมา 8 ชิ้น อีก 10 ชิ้น พญานาคแม่น้ำโขงเก็บไว้ ฝรั่งเศสเอาเศษจารึกทั้งหมดไปตั้งแสดงที่พิพิธภัณฑ์ฮานอย พอหมดฤดูระกัก็มาเก็บไว้ที่หอพระแก้วเมืองเวียงจันทน์



สำเนาจารึกศรีสองรักตัวจริง อักษรขอมไทย

39 ปีที่แล้ว เมื่อ พ.ศ. 2523 หอสมุดแห่งชาติได้รับความอนุเคราะห์จากกระทรวงการต่างประเทศ แจงให้สถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงเวียงจันทน์ ดำเนินการขอทำสำเนาส่งมาให้ 2 ชุดรวม 4 แผ่น โดยเสียค่าใช้จ่ายเป็นเงินสามพันสี่ร้อยสี่สิบสี่บาทยี่สิบสตางค์

จารึกศรีสองรักได้รับอนุญาตให้กลับมาดูภูมิในสภาพกระดาษสำเนา มีรอยหมึกเป็นรูปหินแตก 8 ชิ้น ที่พยายามเคลื่อนตัวเข้าหากันให้เราอ่านตัวอักษรที่อยู่บนนั้น

## หลักเดียวกัน ข้อความเหมือนกับทำไม 2 อักษร

จินตนาการว่า จารึกศรีสองรักต้องเป็นแผ่นหินทรายรูปใบเสมา ต้องสูงกว่า 62 ซม. ต้องกว้างกว่า 50 ซม. เป็นจารึกที่มีสองด้าน ด้านหนึ่งเป็นอักษรธรรมอีสาน อีกด้านหนึ่งเป็นอักษรขอมไทย ตั้งวางไว้ให้คนฝั่งลาวอ่าน ด้านที่เป็นอักษรธรรม ด้านที่ใช้อักษรขอมให้คนฝั่งไทยอ่าน

จารึกสองด้านนี้เขียนข้อความเดียวกัน เป็นภาษาไทยสมัยอยุธยา ซึ่งเป็นคำไทดั้งเดิมครึ่งหนึ่ง คำเขมรครึ่งหนึ่ง ต่างจากภาษาลาวขณะนั้น ที่ยังคงรักษาคำไทดั้งเดิมไว้ได้เกือบทั้งหมด แต่คนลาวสมัยนั้นก็สามารถอ่านภาษาไทยแบบขอมได้ไม่มีปัญหา เช่นเดียวกับสมัยนี้

## อักษรขอมโบราณ กับอักษรขอมโบราณ โคจรมาเจอกัน

อักษรขอมไทย เป็นอักษรศักดิ์สิทธิ์สำหรับคนไทย ใช้เขียนคาถาภาษาบาลีหรือเรื่องราวทางพุทธศาสนามานานแล้ว ตั้งแต่ลงจากเมืองแถนมาถึงที่นี่ใหม่ๆ ตอนนั้นคนไทยนับถือผี ไม่มีศาสนา พอมาอยู่กับพวกขอม ก็นับถือพุทธศาสนาแบบขอม หัดพูดภาษาเขมร จนภาษาไทยดั้งเดิมกลายเป็นไทปนเขมร และหัดเขียนภาษาไทยด้วยตัวอักษรขอมโบราณ

ต่อมาพ่อขุนรามคำแหงให้ประดิษฐ์อักษรไทยขึ้นใช้ เราจึงมีอักษร 2 แบบ อักษรไทยเอาไว้เขียนเรื่องทางโลก อักษรขอมเอาไว้เขียนเรื่องทางธรรม เรียกว่าอักษรขอมไทย

แต่เดิมในภูมิภาคนี้มีมอญอยู่ฝั่งตะวันตก ขอมอยู่ฝั่งตะวันออก ทั้งสองแคว้นรับวัฒนธรรมอินเดีย ตอนแรกใช้ตัวอักษรปัลลวะนำเข้าจากอินเดีย ต่อมาคลี่คลายเป็นแบบพื้นเมืองเหมือนกัน เรียกตัวอักษรหลังปัลลวะ ในที่สุดต่างคนต่างคลี่คลายในแบบของตน กลายเป็นอักษรขอมโบราณ กับอักษรมอญโบราณ ไม่เหมือนกัน คนไทยภาคกลางเอาอักษรขอมโบราณมาเขียนภาษาบาลีและภาษาไทย เรียกว่าอักษรขอมไทย ในขณะที่คนล้านนาภาคเหนือ เอาตัวอักษรมอญโบราณล้าพูนมาเขียนภาษาบาลีและภาษาไทยล้านนา เรียกว่าอักษรธรรม

ต่อมาคนล้านนารู้จักอักษรไทยสุโขทัย ก็นำไปใช้ด้วย เรียกตัวฝักขาม เอาไว้เขียนเรื่องทางโลก ส่วนอักษรธรรมนั้นเก็บไว้เขียนเรื่องทางธรรม เป็นอักษร 2 ชุด เช่นเดียวกับไทยภาคกลาง

ในคราวที่พระไชยเชษฐาขึ้นไปครองเชียงใหม่ 2 ปี ก็รับตัวหนังสือสองแบบของล้านนาไปใช้ที่ล้านช้าง เรียกว่าอักษรธรรมอีสานกับอักษรไทยน้อย มีบทบาทเช่นเดียวกับไทยล้านนาและไทยภาคกลาง คืออักษรไทยน้อยใช้เขียนเรื่องทางโลก อักษรธรรมอีสานไว้ใช้เขียนเรื่องทางธรรม

วันหนึ่งลูกหลานอักษรขอมโบราณมาเผชิญหน้ากับลูกหลานอักษรมอญโบราณ ด้วยเสียงภาษาไทย บนแผ่นศิลาจารึกศรีสองรัก ซึ่งเป็นจารึกหลักเดียวในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ ที่บันทึกการทำสัญญาสัมพันธไมตรี ระหว่างสองราชอาณาจักร

## คุณูปการของจารึกหลายอักษร หลายภาษา ข้อความเดียว

ก่อนจารึกศรีสองรัก 451 ปี ในประเทศพม่า มีจารึกภาษาพม่าหลักแรก ชื่อว่าจารึกมยะเจติย อยู่ที่กรุงพุกาม จารึกขึ้นเมื่อ พ.ศ. 1655 ก่อนไทย 170 ปี เป็นจารึกประหลาด หลักเดียวมีอักษร 2 แบบ เขียน 4 ภาษา ข้อความเดียวกัน เป็นคำกัลปนาของเจ้าชายราชกุมารที่อุทิศสิ่งของให้วัด เพื่อเป็นกุศลแก่พระเจ้าจันสิตตาผู้เป็นพระราชบิดา

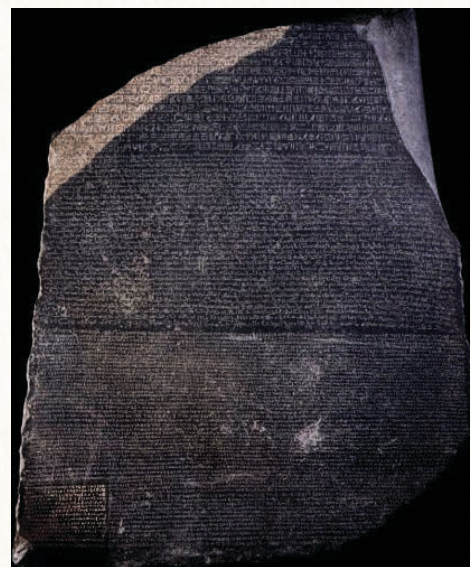
จารึกมยะเจติย มี 4 ด้าน เขียนด้วยอักษรมอญโบราณ 3 ด้าน เป็นภาษาพม่า ภาษามอญ และภาษาบาลี อีก 1 ด้าน เขียนด้วยอักษรพยู เป็นภาษาพยูที่สาปสูญไปแล้ว จารึกหลักนี้นอกจากจะบอกว่า พม่าเอาตัวอักษรมอญโบราณมาใช้เขียนภาษาพม่าแล้ว ยังบอกว่ากรุงพุกามสมัยนั้นมีกลุ่มชน 3 ชาติ 3 ภาษา คือพม่า มอญ และพยู ต่างนับถือพุทธศาสนาเถรวาท ที่สำคัญเป็นหลักฐานชั้นสุดท้ายของภาษาพยู

ก่อนจารึกมยะเจติยพันสามร้อยปี ใน พ.ศ. 347 ที่เมืองโรเซตตา ประเทศอียิปต์ มีแผ่นจารึก 2 ภาษา ข้อความเดียวกัน เป็นประกาศพระราชกฤษฎีกาของพระเจ้าปโตเลมีที่ 5 ของอียิปต์ ใช้ตัวอักษร 3 แบบ ท่อนล่างสุดเป็นอักษรกรีกโบราณ ให้ทหารกรีกอ่าน ท่อนกลางเป็นอักษรเดโมติก ให้ประชาชนอียิปต์อ่าน ส่วนท่อนบนสุดเป็นอักษรอียิปต์โบราณเฮียโรกลีฟ ไม่มีใครอ่านออก นอกจากพระที่เป็นคนเขียน มันคืออักษรภาพที่ย้อนเวลาลึกเข้าไปอีกสามพันปี

จารึกข้อความเดียวแต่ใช้หลายภาษา หลายตัวอักษร แบบจารึกโรเซตตานี้ คือสวรรค์ของนักอ่านจารึก เขาถือเป็นกุญแจไขรหัส เทียบเคียง แล้วแกะอักษรอียิปต์โบราณออกมาทีละตัวจนอ่านออกได้ทั้งหมด เขียนประวัติศาสตร์อารยธรรมอียิปต์ได้



จารึกมยะเจติย



จารึกโรเซตตา

## (คำอ่านจารึกศรีสองรัก)

สุกษัสมุสวตยาดิเรก 1482 สกวกอนักษัตรีประปัฐณมิเกิดอาสาอาทิตยวารจำเดิมกาลแต่พระสรรเพชญ์ พุทธรเจ้าเสด็จเข้าสู่ปถมิภกษมหานครนิรพพานได้สองพันร้อยสามปีมีพระมหากษัตริราชเจ้าสองพระองค์ ทรงพระนามสมเด็จพระธรรมิกราชพระองค์เสวยราชยสวรรย์ในเมืองจันทบุรีศรีศัตนาคนหุตมหานครรัตน์ แลมีพระมหากษัตริ์เอกองค์ทรงพระนามว่าสมเด็จพระบรมมหาจักรพรรดิศรบรรราชาริราชพระบาทเจ้า สัปตเศวตฤทธุชราเปณภูธราริบัติเจ้าพระนครศรีอโยธยามหาดิลกภพนพรัตน์แลพระมหากษัตริ์เจ้าทั้งสอง ปองหิตประโยชน์สบสัตว์กำหนด ... คำชูพระศาสนาพระตถาคตเจ้าเท่าห้าพันวัสสาตั้งเมตตาคิจิตติ ประโยชน์แก่แผ่นดินทั้งสองพิภพอิปรพภัก์หนักหนักก็ใช้ราชามาตย์ถึงมหาอุปราชเจ้าทั้งสองให้นำคลองคตี ไมตรีธรรมปรมัตถ์จึงพระมหากษัตริ์เจ้าทั้งสองพระองค์ให้นิมนต์พระสงฆ์เจ้าตนทรงศีลสังวรพระสงฆ์เจ้า ฝ่ายกรุงศรีศตนาคนหุตตนชื่อพระมหาอุปาสีศรีอาริยักสสมพหารธรรมเสนาปติพุททวิลาสมหาเถรสีลวิสุทธี มหาเถรวิริยาธิภมูนี้แลพระสงฆ์อันดับสิบพระองค์พระสงฆ์เจ้าฝ่ายกรุงศรีอโยธยาตนชื่อว่าพระครูปรมาจารย์ อาริยมุนีสีลวิสุทธีอุตตมสัตยสาสนาองค์เปณประธานพระครูสุเมธารุจิปริชามหาสมัมาตุลยมพารหมศาคร มหาราชมุนีแลพระสงฆ์อันดับสิบพระองค์มหาามาตย์ฝ่ายกรุงพระมหานครศรีศตนาคนหุต ... ลนยธิปติพัน ลัาริทธิไมตรีมหาามาตย์ฝ่ายกรุงพระนครศรีอโยธยาหลวงราชามาตยานุชิตพันวิมลสัตยภักดีพระสงฆ์แล มหาามาตย์ทั้งสองหมายมาชวมกันในที่จจะหล่อน้ำสัจใจทกอัน ... พระสงฆ์ผู้ทรงศีลสมาริ ... ลนยธิปติแล หลวงราชามาตยานุชิตก็เอาน้ำสะบถในกัลออมแก้วแห่งพระมหากษัตริ์เจ้าทั้ง 2 เจือกันเปณกัลออมเดียวกัน กันแล้วจึงเอาน้ำ ... นหงษาในกัลออมทองแห่งพระมหากษัตริ์เจ้าทั้งสองเจือกันเปณกัลออมเดียวกันแล้ว จึงเอาน้ำในกัลออมขนาดแห่งมหาอุปราชเจ้าทั้งสองเจือกันเปณกัลออมขนาดอันเดียวกันก็เอาน้ำกัลออมแก้ว เอาน้ำกัลออมเงินแห่งมหาามาตย์ทั้งสองเจือกันเปณกัลออมรัชภูเดียวแล้วให้อ่านสัตยาริชถานปรกฤษยาการ ว่าตั้งนี้สมเด็จพระมหากษัตริ์เจ้ากรุงศรีศตนาคนหุตแลสมเด็จพระมหากษัตริ์เจ้ากรุงพระนครศรีอโยทยา มีพระราชหฤทยทั้งสองพระองค์จึงจากับนางให้เป็นพระราชไมตรีโดยปพพประเวณีเพื่อจักสืบศรีสุริยพงษ์ อภัยพงษ์พันธมิตรอิชฎารมณเพื่อให้เป็นบรมสุขสวัตติประโยชน์แก่สมณพราหมณาจารย์ประชาราษฎร์ ทั้งหลายตราบเท่ากัปาวสานนางเปณประกันซากษีในมหาปฐพีคิริตล ... อย่าพันพิโรธรุกรันชิงช่วงล่วง ด่านแดนแสนยากพิโรธแก่กันเท่าต่อสิ้นพระศาสนา ... ทั้งสองแล้วพระสงฆ์แลเอามาตย์ทั้งสองฝ่าย ก็หล่น้ำสัจใจทกตกในมหาปฐพีแมนสงฆ์ทั้งสองฝ่ายประสัตก็มีใจพิรมขึ้นยินดีมีเสนหาไมตรีกันเท่าสิ้น มหาปฐพีมีพันพิโรธแก่กันเลยลุมหาสักราช 1485 สกกุนนักษัตรีวันพุธเดือนหกขึ้นฤกษ์ภัทรโยค พระอาทิตย์สถิตพระสัพภราชามีพระมหาอุปราชเจ้าทั้งสองพระญาพระหัวหมื่นมนตรีมุขแสนหมื่นชวมุมนกัน เหนืออนุสนทสิมาสองรักถึงวันประหัษปติปัฐณมิส ... ฤกษ์ปัฐณโยคพระอาทิตย์สถิตพระสัพภราชี พระจันท์ ... ราชีพุทธสถิตเมษราชีประหัษปติพระเสาร์สถิตเมถุนราชีพระศุภร์สถิตมีนราชีพระราหูสถิต มกรราชีลัคนาสถิต ... แล้วนาฬิกา 4 บาท

## จารึกศรีสองรัก บอกว่า พระมหาจักรพรรดิ มีตัวตนจริง

ข้อความในจารึกศรีสองรัก พุทธถึงพระมหาจักรพรรดิกับพระไชยเชษฐา กระทำสัตย์สาบานเป็นแผ่นดินเดียวกัน คือหลักฐานสำคัญที่ยืนยันประวัติศาสตร์ไทยสมัยอยุธยาตอนต้น

ทั้งสองพระองค์มาพบกันในวันอาทิตย์ที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2103 พร้อมกับพระมหาอุปราชของทั้งสองฝ่าย ฝ่ายไทยคือพระมหาอุปราชมหินทราราชธิราช ฝ่ายลาวได้แก่ พระมหาอุปราชราชศรีวิภักดี รวมทั้งพระภิกษุสงฆ์ชั้นผู้ใหญ่สองฝ่าย

ครั้งนี้เสร็จพิธีก็เริ่มสร้างพระธาตุเจดีย์เป็นสักขีพยาน ใช้เวลาสามปีจึงแล้ว ในวันฉลองเจดีย์พระธาตุศรีสองรัก พระมหาอุปราชและมหาเถรานุเถระทั้งสองฝ่ายก็มาพบกันอีกครั้งหนึ่ง เมื่อวันพุธที่ 5 พฤษภาคม 2106 เพื่อทำพิธีหลั่งน้ำเป็นสัญลักษณ์ว่าคำปฏิญาณเสร็จสมบูรณ์ และวันรุ่งขึ้นก็ได้จารึกเป็นคำประกาศตั้งไว้

จารึกหลักนี้เรียกพระมหาจักรพรรดิว่า สมเด็จพระบรมมหาจักรพรรดิศรบรรราชธิราช พระบาทเจ้าสัปดาห์ตเวตฤๅษรา และเรียกพระไชยเชษฐาว่า สมเด็จพระธรรมมิกราช ชื่อนี้คือชื่อจริง ๆ ของพระมหาภักษัตริย์สองพระองค์ แล้วเรียกกรุงศรีอยุธยาว่า พระนครศรีอยุธยามหาดิลกภพพรรัตน์ เรียกเมืองเวียงจันทน์ว่า จันทบุรีศรีศัคนาคนहुตมหานครรัตน์ ชื่อนี้คือชื่อจริงของราชธานีสองอาณาจักร

แทบไม่เชื่อสายตาเมื่อเห็นคำเหล่านี้ ไม่ใช่ไม่เชื่อว่าพระมหาจักรพรรดิกับพระไชยเชษฐามีจริง เราเชื่อพงศาวดาร แต่ตัวอักษรในแผ่นหินโบราณอายุ 459 ปี อันปรากฏตรงหน้านี้ต่างหากที่ดูเหลือเชื่อ สมเด็จพระมหาจักรพรรดิมีชีวิตเลือดเนื้อจริงๆ ด้วย

## ยืนยัน พระมหาจักรพรรดิ พระไชยเชษฐา BSSWBุรุขคนเดียวกัน

พุทธศตวรรษที่ 16 ชุนบูลมแห่งหุบเขาเมืองแก่น ให้ลูกชาย 7 คน พาคนไปแสวงหาที่ทำกินใหม่ ชุนลอลูกชายคนที่หนึ่ง กับชุนง้วนอินลูกชายคนที่ห้า พาครัวล่องแม่น้ำยมเมืองแก่น เลาะเลี้ยวลงมาจนถึงแม่น้ำอู แล้วไหลล่องตามโตรกเขาแม่น้ำอูลงมาถึงแม่น้ำโขง พบหาดกว้างถูกใจ ชุนลอลจึงตั้งเมืองเชียงทอง เป็นหลักแหล่ง

ชุนง้วนอินเห็นพี่ชายมั่นคงแล้วก็ล่องแม่น้ำโขงลงมาทางใต้ ถึงตำบลปากลาย จึงเลี้ยวเข้าแม่น้ำลาย ทวนน้ำขึ้นไปจนพบคลองลาว อาศัยคลองลาล่องมาลงแม่น้ำป่าด แม่น้ำป่าดพาลงมาถึงแม่น้ำน่าน แม่น้ำน่านพามาถึงตำบลทุ่งยังเห็นผืนแผ่นดินราบกว้างสุดสายตา ชุนง้วนอินจึงลงหลักปักฐานบนที่ราบกว้างนั้นหลายร้อยปีผ่านไป ลูกหลานชุนง้วนอินมีอำนาจตั้งกรุงศรีอยุธยา มีภักษัตริย์สืบต่อมาถึงรัชกาลที่ 15 คือพระมหาจักรพรรดิ

ส่วนลูกหลานของชุนลอลก็ขยายตัว ครอบครองดินแดนสองฝั่งโขง แผ่อำนาจเป็นแนวยาวลงมาทางทิศใต้ ผ่านสมัยเจ้าฟ้าจุ่ม สมัยพระเจ้าวิบูลราช มาถึงสมัยพระเจ้าโพธิสาร ครั้งนั้นได้นางยอดคำทิพย์ ธิดาพระเจ้าเชียงใหม่เป็นชายา มีโอรสหนึ่งองค์ชื่อไชยเชษฐา มีบุญญาธิการ พออายุ 15 เมืองเชียงใหม่ขาดภักษัตริย์ มาเชิญไปครองเชียงใหม่ เมื่อพระเจ้าโพธิสารสละราชสมบัติ พระไชยเชษฐาจึงกลับไปครองหลวงพระบาง เมื่อ พ.ศ. 2098

ขณะนั้น พระเจ้าตะเบงชเวตี้ของพม่า มีอำนาจเข้มแข็ง ยกทัพมาตีกรุงศรีอยุธยาเป็นครั้งแรกไม่สำเร็จ ยกทัพกลับหงสาวดีก็สิ้นพระชนม์ บุเรงนองขึ้นเป็นภักษัตริย์ผู้ชนะสิบทิศ ทำสงครามแผ่อำนาจ ติได้เมืองเจ้าฟ้าไทใหญ่ทั้งหมด ได้เมืองเชียงตุง แล้วยึดเชียงใหม่ได้ในปี พ.ศ. 2101 กรุงศรีอยุธยาและกรุงศรีศัคนาคนहुตคือเป้าหมายต่อไป

ถึงเวลาแล้ว 7 กรกฎาคม 2103 พี่น้องพูดภาษาตระกูลเดียวกัน แยกกันอยู่มา 500 ปี จะต้องจับมือกันสู้ศัตรูไกล





## สองกษัตริย์ สองแผ่นดิน หนึ่งโชคชะตา

พระมหาจักรพรรดิประสูติปี 2055 ที่กรุงศรีอยุธยา พระไชยเชษฐาประสูติปี 2077 ที่หลวงพระบาง อ่อนกว่า 22 ปี

พระมหาจักรพรรดิครองกรุงศรีอยุธยา เมื่อพระชนมายุ 36 ในปี 2091 พระเจ้าไชยเชษฐาขึ้นครองหลวงพระบาง ในปี 2098 เมื่อพระชนมายุ 16

พระมหาจักรพรรดินั้นกระทำการหลังน้ำสัจใจทกกับพระไชยเชษฐาที่เมืองด่านซ้ายใน พ.ศ. 2103 สร้างสัมพันธไมตรีไทยลาว พออีก 3 ปี ก็ต้องกระทำสัตยาริษฐานหลังน้ำทกษิเณทกกับพระเจ้าบุเรงนอง ที่ตำบลวัดพระเมรุ ริมกำแพงกรุงฝ่งเหนือ ยอมเป็นไมตรีใน พ.ศ. 2106 สัจใจทกไทยกับลาวนั้นยังยืน แต่ทกษิเณทกไทยกับพม่าเป็นอาสัตย์

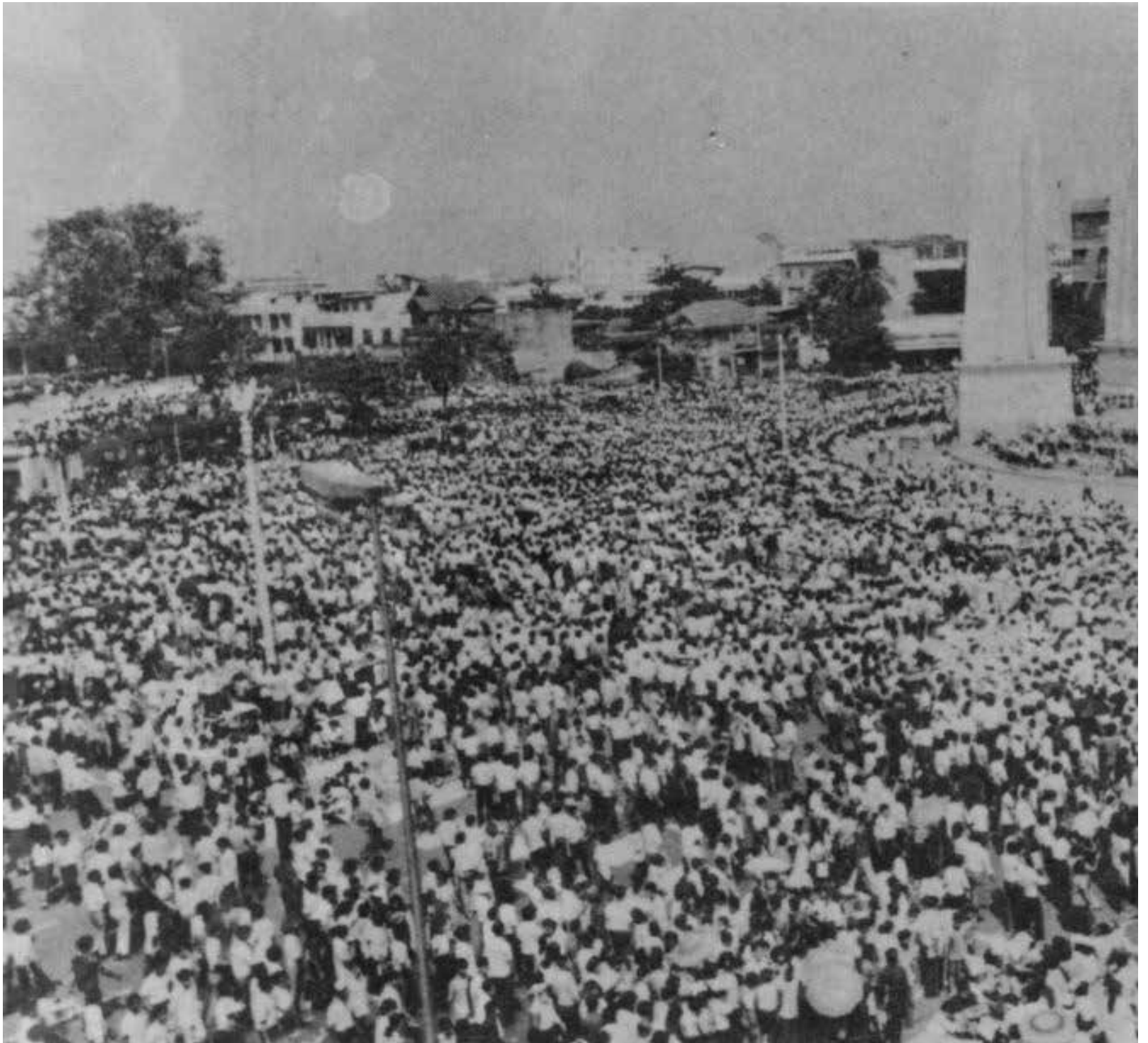
พระไชยเชษฐาปฏิบัติตามปฏิญญาอย่างมั่นคง เมื่อพม่ายกมาตีกรุงอยุธยาอีก ก็ส่งกองทัพล้านช้างมาช่วย แม้ต้องพ่ายแพ้กลับไป

ขณะบุเรงนองล้อมกรุงอีกคร้งใน พ.ศ. 2111 พระมหาจักรพรรดิพระชนมายุ 56 พรรษา ประชวรสิ้นพระชนม์ พออีก 4 ปี พระไชยเชษฐาพระชนมายุเพียง 38 พรรษา ไปปราบกบฏที่เมืองอัตตะปือแล้วหายสาบสูญ กษัตริย์สององค์จากไปท่ามกลางไฟสงครามในเวลาไม่ห่างกันเลย

ความผูกพันของพระมหาจักรพรรดิกับพระไชยเชษฐานั้น เรียกว่าศรีสองรัก แม้สองพระองค์ดับสูญไปแล้ว แผ่นดินศรีอยุธยาและแผ่นดินศรีสัตนาคนหุต จักเป็นเสมือนปฐพีเดียวกัน ตราบเท่าที่แสงอาทิตย์และแสงจันทร์ยังตกส่องพื้นโลก 📍

# เรื่องเก่าเล่าใหม่

Retrospect







ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตนโกส  
ผู้อำนวยการสำนักที่ปรึกษาร้อยชักสาม  
roichaksaam@gmail.com



# ผู้คนแห่งเดือนตุลา

ต้นฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 : ตุลาคม 2562

ตุลาคมปีนี้ ก็เหมือนตุลาคมของทุกปีที่ผ่านมาในระยะหลังๆ ถนนราชดำเนินยังคงเจียบเหงา ไม่มีการจัดงานรำลึกหรือเฉลิมฉลองที่ยิ่งใหญ่สมกับที่ถนนสายนี้เคยรองรับเหตุการณ์ทางการเมือง อันมีความหมายทางประวัติศาสตร์อย่างยิ่งของเมืองไทยมาแล้วถึงสองเหตุการณ์ในเดือนตุลาคม แม้บางปีในระยะหลัง เช่น ปี 2556 จะมีการจัดงานรำลึก 40 ปี 14 ตุลา ขึ้น ซึ่งดูจะคึกคักหน่อยเนื่องจากครบรอบ 4 ทศวรรษ แต่ก็แยกจัดเป็น 2 งาน จากกลุ่มคน 2 แนวความคิด ที่ครั้งหนึ่งเมื่อ 40 ปีที่แล้วเคยคิดเหมือนกัน และกอดคอต่อสู้เผด็จการมาด้วยกัน

## เรื่องเก่า เล่าใหม่

แทบทุกปีในเดือนตุลา เพื่อนผู้เป็นกัลยาณมิตร 2-3 ท่านจะเอ่ยปากขอให้เขียนอะไรก็ได้ที่เกี่ยวกับเหตุการณ์เดือนตุลา เพื่อไม่ให้เกิดเวลาทำให้ความทรงจำถูกทอดทิ้ง และเพื่อให้คนรุ่นหลังได้มีโอกาสรับรู้และเข้าใจเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของแผ่นดินที่พวกเขาใช้ชีวิตอยู่ ข้าพเจ้ารับปากและเลือกเขียนเรื่องเล่าถึงเหตุการณ์ 14 ตุลาคม 2516 ในบางมุมเล็กๆ ที่ไม่ค่อยมีใครบันทึกไว้ ด้วยเหตุผลที่ว่า การเล่าเรื่องที่ยิ่งเล็กในเหตุการณ์ที่ยิ่งใหญ่นั้นทำได้ง่าย ๆ โดยไม่ต้องอาศัยทฤษฎี



นักศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เริ่มเรียกร้องให้นักศึกษาชุมนุมประท้วงรัฐบาลที่ลานโพธิ์ เพื่อขอให้ปล่อยตัวผู้ต้องหาเรียกร้องรัฐธรรมนูญ



นักเรียน นิสิต นักศึกษา และประชาชนกำลังชมการแสดงละครการเมือง ระหว่างการชุมนุมที่ลานโพธิ์

อะไรมาวิเคราะห์หมากมาย อีกประการหนึ่งเรื่องที่ยิ่งเล็ก คนพูดถึงก็ยิ่งน้อย จึงเป็นอันสงสัยแก่ผู้อ่านที่จะได้รับรู้เรื่องราวที่ไม่ค่อยมีคนพูดถึงกัน

เรื่องเล็กๆ ที่ข้าพเจ้าจะเล่าต่อไปนี้ เป็นเรื่องราวของผู้คนแห่งเดือนตุลาในบางส่วนที่ข้าพเจ้าสัมผัสโดยตรงเท่านั้น เป็นผู้คนมุมเล็กๆ มุมหนึ่งในถนนสายใหญ่แห่งเดือนตุลา แน่นนอนพวกเขาเป็นคนเล็กๆ คนที่ไม่มีใครรู้จักหรือบันทึกไว้ ถ้าจะมีใครรู้จักพวกเขาบ้างก็เป็นเพียงในแวดวงแคบๆ ที่สัมพันธ์กันเท่านั้น

สำหรับข้าพเจ้า คนเหล่านี้คือวีรชนที่แต่งแต้มสีสันและความสมบูรณ์ให้กับประวัติศาสตร์เดือนตุลาเช่นเดียวกับวีรชนอีกหลายคนที่เรารู้จัก เพียงแต่พวกเขาเป็นวีรชนนิรนามที่เดินเข้ามาในชีวิตเราพร้อมกับเหตุการณ์ และจากเราไปเมื่อเหตุการณ์สิ้นสุดลง

ผู้คนกลุ่มแรกที่ข้าพเจ้าอยากพูดถึงคือ หนุ่มสาวชาวธรรมศาสตร์ในคืนวันจันทร์ที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2516

หนุ่มสาวกลุ่มนี้มีอายุระหว่าง 18-22 ปี โดยประมาณ ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มอิสระ เช่น กลุ่มผู้หญิง กลุ่มเศรษฐกรรม ชมรมนิติศึกษา สภาหน้าโดม และจากพรรคนักศึกษาคือ พรรคพลังธรรมกับพรรคยูงทอง คิณนั้นพวกเขาช่วยกันนำปูนปลาสเตอร์มาอุดรูถูกเจาะห้องสอบ เอาโซ่มาล่ามประตูลิฟต์แบบโบราณที่ตึกคณะศิลปศาสตร์ เพื่อไม่ให้มีการสอบในวันรุ่งขึ้น โดยหวังระดมนักศึกษาชุมนุมประท้วงให้รัฐบาลปล่อยตัวผู้ต้องหาเรียกร้องรัฐธรรมนูญทั้งหมดโดยไม่มีเงื่อนไข ข้าพเจ้าไม่เคยลืมเหตุการณ์คิณนั้น ภาพของเด็กผู้หญิงตัวเล็กๆ ในเครื่องแบบนักศึกษาบ้าง ในชุดลาลองบ้าง พร้อมกับเพื่อนนักศึกษาชายจำนวนหนึ่งในมือถือถ้วยผสมปูนปลาสเตอร์วิ่งจากประตูห้องนี้ไปประตูห้องโน้นอย่างคล่องแคล่วเพื่อ

เอาปูนหยอดเข้าไปในรูถูกแฉ ขณะที่นักศึกษาชายอีกจำนวนหนึ่งนำโซ่มาล่ามประตูลิฟต์และเขียนป้ายผ้าด้วยตัวอักษรขนาดใหญ่ว่า “งดสอบ” “เอาประชาชนคืนมา” และ “ต้องการรัฐธรรมนูญเป็นขบถหรือ” พวกเขากระทำการอย่างอาชญาภายใต้การตัดสินใจที่เด็ดเดี่ยวของที่ประชุมร่วมระหว่างองค์การนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กับกลุ่มอิสระต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่จะให้จัดการชุมนุมขึ้นที่ลานโพธิ์และเลื่อนการสอบประกาศนียบัตรออกไปอย่างไม่มีกำหนด พวกเขาเป็นนักศึกษากลุ่มแรกสุดและกลุ่มเดียวในขณะนั้นที่แสดงเจตนาสมัครไม่ยอมเข้าสอบโดยเอาอนาคตทางการศึกษาของตนเป็นเดิมพัน เพราะภายใต้รัฐบาลเผด็จการเวลานั้น หากพวกเขากระทำการไม่สำเร็จ โอกาสที่จะถูกไล่ออกจากสถาบันการศึกษา สูญเสียนาคตและถูกจับกุมคุมขังด้วยข้อหาสารพัดนั้นยืนรออยู่ข้างหน้าแล้ว ในเวลานั้นในหมู่พวกเขาไม่มีใครรู้หรือว่าการตัดสินใจครั้งนั้น และกิจกรรมที่ช่วยกันทำในคำคตินั้นจะเป็นการจุดประกายก้าวแรกของการชุมนุมเรียกร้องประชาธิปไตย ต่อต้านเผด็จการที่มีประชาชนมหาชนเข้าร่วมมากที่สุดเท่าที่เคยมีมาในประวัติศาสตร์ของชาติไทย

หลังจากเหตุการณ์คินนั้น ข้าพเจ้าได้พบหนุ่มสาวกลุ่มนี้อีกหลายครั้งก่อนที่การชุมนุมในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จะพัฒนาไปเป็นการเดินขบวนออกสู่ท้องถนนและข้อเรียกร้องจะยกระดับจากเดิมไปสู่การขับไล่เผด็จการลงจากบัลลังก์ ในระหว่างนั้นพวกเขาส่วนหนึ่งทำงานในด้านสวัสดิการจัดหาและแจกจ่ายเสบียงอาหารแก่ผู้มาชุมนุม ส่วนหนึ่งประสานงานกับผู้นำการชุมนุม ส่วนหนึ่งผลิตใบปลิวแถลงการณ์ ในนามกลุ่มวิชาชีพและองค์กรต่างๆ ออกมาปลุกขวัญและให้กำลังใจผู้ร่วมชุมนุม โดยตั้งชื่อกลุ่มเอาเองเพื่อกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวในหมู่ประชาชนวงกว้างต่างๆ ขณะเดียวกันก็เท่ากับเป็นการขยายฐานแนวร่วมต่อต้าน



## เรื่องเก่าเล่าใหม่

เผด็จการไปด้วยในตัว ใครสักกี่คนจะรู้ว่าแถลงการณ์ฉบับแรกของกลุ่มยูวสงฆ์ที่ออกมาในตอนนั้นเขียนและผลิตโดยยุวฆราวาสกลุ่มนี้นั่นเอง เพราะเวลานั้นกลุ่มยูวสงฆ์ที่เป็นของสงฆ์จริงๆ ยังไม่ได้จัดตั้งขึ้น เรื่องข่าวที่ข้าพเจ้าอยากเล่าให้ฟังคือ ละคร่างแถลงการณ์ฉบับนี้ พวกเขาถกเถียงกันอยู่นานว่าจะใช้คำขึ้นต้นว่าอะไรดี “เจริญพร” หรือ “นมัสการ” เพราะแต่ละคนล้วนเป็นประเภทโกลวัดด้วยกันทั้งนั้น

ทุกวันนี้เมื่อหวนระลึกถึงเหตุการณ์ในคืนวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2516 ข้าพเจ้าก็อดนึกถึงคำพูดคำหนึ่งไม่ได้ เป็นคำพูดของเจ้านายพระองค์หนึ่งที่อุทยานออกมาในเช้าตรู่ของวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2475 เมื่อเห็นพระยาพลพลพยุหเสนา นำกำลังทหารหนุ่มเอาโซ่คล้องประดูพระที่นั่งอนันตสมาคม ว่า “เด็กพวกนี้ใจคออาจหาญนัก!”

ครับ...ถ้าเพื่อประชาธิปไตย ต่อสู้อำนาจเผด็จการแล้ว เด็กตัวเล็กๆ ที่ไม่มีใครรู้จักชื่อเสียงเรียงนาม เด็กๆ ที่วิ่งหยอดปูนปลาสเตอร์ใส่รูปอกแจ๋ห้องสอบและเอาโซ่มาล่ามประดูลิฟท์ที่ตึกคณะศิลปศาสตร์คืนนั้น “ใจคออาจหาญนัก!”

ผู้คนกลุ่มต่อมาที่ข้าพเจ้าอยากพูดถึงคือ ผู้คนที่ข้าพเจ้าพบในวันอาทิตย์ที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2516 อันประกอบด้วย แม่ค้า ทหารเรือ แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลศิริราช สองสามภรรยาผู้อารี และพี่วิทยุเจ้าของโรงพิมพ์เจริญวิทยุการพิมพ์

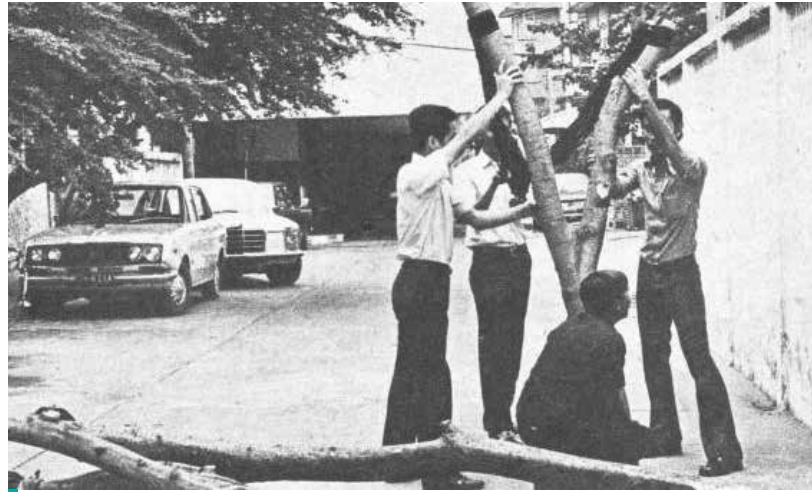
คืนวันเสาร์ที่ 13 ตุลาคม 2516 หลังจากร่วมชุมนุมและเดินขบวนติดต่อกันมาถึง 5 วัน 5 คืน ข้าพเจ้าและเพื่อนๆ ในกลุ่มเดียวกันเริ่มอดโรย ประกอบกับเวลานั้นรัฐบาลยอมปล่อยตัวผู้ต้องหาเรียกร้องรัฐธรรมนูญออกมาแล้ว จึงตกลงกันว่าจะกลับไปอาบน้ำและหาเวลางีบที่บ้านแล้วนัดกันกลับมาใหม่ในสายของวันรุ่งขึ้น ค่อนคืนของวันนั้นข้าพเจ้าเข้านอนพร้อมกับวิทยุทรานซิสเตอร์เครื่องเล็กเปิดฟังข่าวหลัๆ ตื่นๆ ไปด้วย กระทั่งรุ่งเช้าได้ยินเสียงจากวิทยุบอกว่ามีการปะทะกันขึ้นที่ข้างสวนจิตรฯ ข้าพเจ้าจึงรีบลุกขึ้น เตรียมอาบน้ำแต่งตัว ใจคิดแต่ว่าจะต้องกลับเข้าไปที่ธรรมศาสตร์เพื่อพบพรรคพวกให้ได้ เพราะตอนนั้นอย่าว่าแต่โทรศัพท์มือถือเลย แม้แต่โทรศัพท์บ้านก็เชื่อว่าจะมีกันทุกคน การติดต่อนัดพบของพวกเราที่เป็นไปได้มากที่สุดคือมาพบกันที่ธรรมศาสตร์ หลังจากเจรจาต่อรองกับบิดาอยู่เป็นนาน ในที่สุดก่อนเที่ยงวันนั้นข้าพเจ้าก็ได้กลับเข้ามาจนถึงธรรมศาสตร์โดย



โธมัส สุทธิ ๑๓ คนปฏิวัติธรรมบุญ ในตอนบ่ายวันที่ ๑๓ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๑๖ ที่ได้รับการปล่อยตัวจากอำนาจเผด็จการ จากชายไปฮวน นพพร สุวรรณหาญ, ทวี หมั่นนิกร, วิสา ศัญจารี, ก้องเกียรติ คงคา, บุญส่ง ชลธร, บัณฑิต เองนิลรัตน์, อีรยุทธ บุญมี, มนตรี จังศิริอารักษ์, อัญญา ชุนชฎาวาร, ปรีดี บุญซื่อ, อัยวัฒน์ สุรวิชัย และประพันธ์ศักดิ์ กมลเพชร ส่วนที่ ปวราภรณ์บุญอีกคน คือ โธมัส สุทธิ

กบฏรัฐธรรมนูญ ในตอนบ่ายวันที่ 13 ตุลาคม 2516 ได้รับการปล่อยตัวจากอำนาจเผด็จการ

บิดาเป็นผู้ขับรถมาส่งให้ที่ท่าพระจันทร์ท่ามกลางเสียงปืนของฝ่ายทหารที่โล่งประชาชนอยู่หน้ากรมสรรพากร ถนนราชดำเนิน ขณะนั้นที่ธรรมศาสตร์มีการห้ามคนบาดเจ็บจากการถูกยิงข้ามพากไปศิริราชเป็นจำนวนมาก เหตุการณ์ตอนนั้นซุลมุนวุ่นวาย เสียงกระสุนดังมาจากหน้าหอประชุมใหญ่ เสียงหวีดร้องและวิ่งหนี เสียงตึกตักจากผีเท้าของผู้คนที่ช่วยกันห้ามคนบาดเจ็บไปลงเรือ บวกกับเสียงตะโกนซ้ำๆ ที่บริเวณสามแยกถนนโพธิ์ว่า “กลับไปก่อนพวกเรา วันนี้เราแพ้เขาแล้ว” ที่ดังมาจากหญิงร่างใหญ่วัยกลางคนผู้หนึ่งพร้อมกับชี้ทางให้คนหลบหนีออกไปจากธรรมศาสตร์ โดยที่ตัวเธอเองยังคงไม่หนีไปไหน ในสถานการณ์ที่จำเป็นต้องถอยเช่นวันนั้น เธอปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีสติและไม่เสียขวัญ ข้าพเจ้าไม่รู้จักชื่อเธอ ทราบแต่ว่าเธอเป็นแม่ค้าละแวกนั้น เธอหนุนช่วยการต่อสู้ของประชาชนด้วยการส่งเสบียงมาให้ที่ชุมนุมเป็นประจำ ข้าพเจ้าเชื่อว่าหลายคนในที่ชุมนุมต้องจำเธอได้ และ



หนังสือตึกยักษ์ ที่นักศึกษาใช้ต่อสู้กับทหาร

หลายคนคงเห็นด้วยกับข้าพเจ้าว่า คนเดือนตุลาที่เข้าร่วมการต่อสู้และเสียสละไม่แพ้ใครคนหนึ่งก็คือ บรรดาพ่อค้าแม่ค้าแถวท่าพระจันทร์ ทำข้าง และปากคลองตลาดที่คอยส่งเสบียงอาหารไม่ว่าจะเป็นผัก ผลไม้ หรือข้าวห่อนับเป็นหลายสิบลหลายร้อยแข่งมาให้ที่ชุมนุม



นิสิตนักศึกษาประชาชนบางส่วนหนีเจ้าหน้าที่เข้าไปหลบภัยในวังสวนจิตรลดา

## เรื่องเก่าเล่าใหม่

จากสามแยกลานโพธิ์ ข้าพเจ้าวิ่งผ่านหญิงคนนั้นไปที่ใต้ถุนตึก เอ.ที. (ปัจจุบันรื้อออกแล้ว และสร้างเป็นตึกคณะเศรษฐศาสตร์ขึ้นมาแทน) เนื่องจากปกติพวกเรามักรวมกันอยู่ที่นั่น เพราะเป็นที่ทำการของกลุ่มอิสระหลายกลุ่มในเวลานั้น เมื่อไปถึงข้าพเจ้าไม่พบใครเลยนอกจากนักศึกษาหญิงรุ่นน้องคนหนึ่งยืนตัวสั้นอยู่คนเดียวในห้อง ซึ่งเป็นที่ทำการของกลุ่มผู้หญิง เราทั้งสองจึงพากันหลบออกมาจากที่นั่นวิ่งตามผู้คนไปลงเรือที่ใต้ถุนตึกสโมสรเก่า ตรงข้ามคณะรัฐศาสตร์ เนื่องจากตอนนั้นมีเสียงประกาศว่าทหารกำลังจะเข้ามาเคลียร์พื้นที่ในธรรมศาสตร์

ที่ทำเรือ ภาพที่ข้าพเจ้าไม่มีวันลืมคือ ทหารเรือนอกเครื่องแบบกลุ่มหนึ่ง นำเรือเหล็กมารับผู้คนข้ามฟากไปฝั่งโรงพยาบาลศิริราช ทหารเรือที่ลอยลำอยู่กลางแม่น้ำก็ไม่ได้ยิงนักศึกษาประชาชนเหมือนทหารบก ข้าพเจ้ารู้สึกขอบคุณกองทัพเรือเป็นอย่างยิ่ง ที่ผ่านมาข้าพเจ้ามีความรู้สึกที่ดีต่อกองทัพเรือมาโดยตลอด ในประวัติศาสตร์ กองทัพเรือไม่เคยทำร้ายประชาชน ทหารเรือไม่เคยยิงนักศึกษา ในคราวก่อรัฐประหารที่เรียกว่า “กบฏแมนฮัตตัน” ทหารเรือ

ก็ทำไปเพื่อล้มล้างรัฐบาลเผด็จการของจอมพล ป.พิบูลสงคราม หากวันนั้นทหารเรือลุกแก่อำนาจชาติจิตใจที่เห็นอกเห็นใจฝ่ายประชาธิปไตยแล้ว ผู้คนจะบาดเจ็บล้มตายมากกว่านี้ ด้วยเหตุนี้แม่กองทัพเรือจะเป็นกลไกอำนาจรัฐ แต่บุคคลจำนวนมากในกองทัพเรือเวลานั้นมีจิตใจรักประชาธิปไตย สำหรับข้าพเจ้าแล้ว พวกเขาเป็นคนเดือนตุลาเหมือนกัน ประวัติศาสตร์กองทัพเรือจะต่างพร้อมอยู่ชนิดก็ตรงที่อดีตผู้บัญชาการทหารเรือนายหนึ่ง ไปนำการรัฐประหารเช่นฆ่าประชาชนอย่างโหดเหี้ยมทารุณเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2519



แม่ค้ำนำอาหารเป็นข่งๆ มาช่วยการชุมนุม

ที่โรงพยาบาลศิริราช แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลคือคนเดือนตุลา อีกกลุ่มหนึ่งที่ข้าพเจ้าพบนอกเหนือจากที่พบเห็นเพื่อนๆ ของพวกเขาปฏิบัติหน้าที่อย่างแข็งขันอยู่ที่ธรรมศาสตร์ และที่ต่างๆ ริมถนนราชดำเนิน ณ ท่าเรือโรงพยาบาลศิริราช ที่มีผู้คนคับคั่งข้ามมาจากฝั่งธรรมศาสตร์ พวกเขาจะปฏิบัติงานช่วยเหลือผู้ถูกไล่ล่าอย่างมีประสิทธิภาพเหมือนมืออาชีพ เมื่อเห็นมีใครแต่งตัวคล้ายนักศึกษา เช่น เสื้อเชิ้ตขาว กางเกงหรือกระโปรงดำหรือน้ำเงิน เป็นต้น พวกเขาจะสั่งให้ถอดเสื้อออก แล้วโยนเสื้อสีสันดอกลายต่างๆ มาให้ใส่แทน พร้อมกับดูหลังให้ออกไปตามช่องทางที่ปลอดภัยจากการไล่ล่าของพวกเขาอย่างรวดเร็ว ข้าพเจ้าไม่ทราบว่าเขาไปขนเสื้อผ้ามานะมาจากไหน มากมายเป็นเช่นๆ อย่างนั้น และที่น่าคารวะคือใครหนอช่างคิดรอบคอบถึงเพียงนั้นว่าควรให้นักศึกษาเปลี่ยนเสื้อ เพื่อความปลอดภัยซึ่งข้าพเจ้าเองตอนนั้นก็คิดไม่ถึง

เหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงยิ่งกว่านี้คือ ทันทีที่ก้าวเท้าออกจากรั้วโรงพยาบาล รถเก๋งคันหนึ่งก็ปราดเข้ามา สองสามีภรรยาที่นั่งมาที่รถไขว่จะจกลงพร้อมตะโกนว่า “น้องขึ้นรถ!” ข้าพเจ้ากับนักศึกษาหญิงรุ่นน้องมองหน้ากันเลอหลอ แต่สัญชาตญาณตอนนั้นบอกว่ามีคนมาช่วย จึงโดดขึ้นรถกันอย่างรวดเร็ว สามีภรรยาผู้อารีสองท่านนั้นพาเราทั้งสองไปส่ง ณ ที่ซึ่งปลอดภัยจากเหตุการณ์อย่างเต็มใจโดยเราไม่ได้ร้องขอ ข้าพเจ้าไม่ทราบที่ท่านทั้งสองเป็นใครและปัจจุบันอยู่ที่ไหน หากท่านทั้งสองบังเอิญอ่านพบ ขอได้โปรดทราบว่าเป็นเด็กนักศึกษาที่ท่านช่วยไว้วันนั้นปลอดภัยและปัจจุบันยังมีชีวิตอยู่ด้วยจิตวิญญาณที่ไม่ต่างไปจากวันที่ท่านช่วยเหลือเขา

เย็นวันนั้น ข้าพเจ้ากับน้องนักศึกษาหญิงปรึกษากันว่าจะทำอย่างไรดี เนื่องจากไม่เคยประสบเหตุการณ์เช่นนี้มาก่อน ทั้งเสียใจ



ทั้งเคียดแค้น ไม่เคยคิดว่าทหารจะไล่ฆ่าพวกเราถึงขนาดนี้ เราทั้งสองตกลงกันว่า จะต้องแก้แค้น เธอพาข้าพเจ้าไปที่บ้านหลังหนึ่ง ไม่แน่ใจว่าเป็นบ้านของเธอเองหรือบ้านของญาติเธอ จำได้แต่ว่าหลังใหญ่มาก เธอบอกว่าที่นั่นมีปืน และคืนนั้นเราได้ปืนจากบ้านหลังนั้น โดยเข้าไปหยิบกันมาเอง เนื่องจากไม่มีใครอยู่บ้านเวลานั้น นี่เป็นครั้งแรกของชีวิตนักศึกษาที่ตลอดเวลาจับแต่ปากกาต้องมาจับปืน เมื่อได้ปืน จุดแรกที่ข้าพเจ้าคิดจะไปคือที่โรงพิมพ์เจริญวิทย์ แถวตลาดพานถม บางลำพู เพราะที่นั่นเป็นอีกแห่งหนึ่งที่พรรคพวกของข้าพเจ้ามักไปกัน เนื่องจากพิมพ์หนังสือกับโรงพิมพ์นี้เป็นประจำ พี่วิทย์เจ้าของโรงพิมพ์และพี่วันหัวหน้าช่างเรียง ซึ่งเป็นพี่ชายของภรรยาพี่วิทย์มีความสนิทสนมและเอื้ออาทรต่อพวกเรานักศึกษาฝ่ายก้าวหน้าเสมอ หนังสือฝ่ายก้าวหน้าสมัยนั้นไม่ต่ำกว่าครึ่งผลิตจากโรงพิมพ์นี้ ตัวพี่วิทย์เองก็ดูจะพอใจที่ได้คบหาสมาคมกับเด็ก ๆ อย่างพวกเรา วันดีคืนดีพี่วิทย์จะหิวผมทรงประธานมาแล้วเอาไปมาติดที่คางเดินอวดพวกเรา

เป็นที่ครึกครื้นใจกัน หลังเหตุการณ์ 14 ตุลา พวกเราหายหน้าไปนาน เพราะยังไม่ได้ไปเก็บเงินจากร้านหนังสือมาใช้หนี้พี่วิทย์ พอรวบรวมเงินได้นำมาให้ พี่วิทย์ก็พูดติดตลกโดยใช้คำที่ยกเอามาจากนโยบายหนึ่งในสิบข้อของพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทยว่า “ยกเลิกหนี้สินที่ไม่เป็นธรรมทั้งปวง” ความสนิทสนมและความน่ารักของพี่วิทย์นี้แหละทำให้พวกเราใช้โรงพิมพ์เจริญวิทย์เป็นที่นัดพบกัน นอกจากได้ดูตึก เอ.ที. ที่ธรรมศาสตร์ แต่ทว่าการไปที่โรงพิมพ์คิณนั้นของข้าพเจ้า ผิดหวังอีกเช่นเคย ข้าพเจ้าไม่พบเพื่อนฝูงเลยที่นั่น พี่วิทย์กับพี่วันน้ำตาคลอด้วยความรู้สึกเห็นอกเห็นใจนักศึกษาที่นั่นไม่จำเป็นต้องบรรยายออกมา เมื่อทราบข่าวข้าพเจ้ามีปืนมาด้วย พี่วิทย์กับพี่วันก็ยิ่งเป็นห่วงเตือนสติให้ใจเย็นๆ เพราะคงทราบดีว่าข้าพเจ้าคงถูกยิงตายเสียก่อนที่จะไปถึงใครได้ พวกเรารับปากจะส่งข่าวสารให้เพื่อนๆ ข้าพเจ้าทราบถ้ามีใครไปที่นั่นและให้ข้าพเจ้าโทรเข้ามาเช็กข่าวกับเขาได้ตลอดเวลา ขณะเดียวกันก็ขอร้องข้าพเจ้าช้าแล้วช้าเล่าว่าอย่าเอาปืนไปเลย ข้าพเจ้าสัมผัสได้จากแววตาที่วิตกกังวลของพวกเรา คิณนั้นข้าพเจ้ารอดตายเพราะไปชุมนุมอยู่ที่อนุสาวรีย์ประชาธิปไตยและทหารก็ไม่ได้บุกเข้ามาอย่างที่มิช่า

เกือบห้าสิบปีแล้ว ผู้คนทั้งหมดที่ข้าพเจ้าพูดถึงนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้พบพวกเขาอีกเลยเหมือนที่ข้าพเจ้าไม่ได้พบเพื่อนๆ ที่เป็นคนเดือนตุลาอีกหลายคน พวกเขาบางคนอาจเสียชีวิตไปแล้วในเหตุการณ์ 6 ตุลา 2519 บางคนอาจเดินทางเข้าป่าแล้วเสียชีวิตลงในนั้น บางคนอาจกลับจากป่าออกมาอย่างกะปลกกะเปลี้ยและเคียดแค้นชิงชัง ขณะที่บางคนอาจผิดหวังทั้งเมืองและป่าแล้วเริ่มต้นตำนานบทใหม่แห่งชีวิตของตน พวกเขาเหล่านี้บ้างก็เป็นนักการเมืองฝ่ายรัฐบาล บ้างก็เป็นฝ่ายค้าน บ้างเป็น



อดีตคดี พงศ์กระจ่างแก้ว (ฝ่ายประชาชนที่ร่วมชุมนุม) กำลังนำผู้ได้รับบาดเจ็บไปส่งโรงพยาบาล

นักธุรกิจที่ประสบความสำเร็จ บ้างก็ยังล้มลุกคลุกคลาน บางคนเป็นนักวิชาการและบางคนเป็นนักเคลื่อนไหวมวลชน ผู้คนเหล่านี้แม้ปัจจุบันจะมีความคิดเห็นทางการเมืองเหมือนกันบ้างหรือต่างกันบ้าง จะร่วมมือกันบ้างหรือขัดแย้งกันบ้าง จะรักกันบ้างหรือเกลียดกันบ้าง ข้าพเจ้าก็คิดว่า พวกเขาทุกคนคือคนเดือนตุลาที่ครั้งหนึ่งในประวัติศาสตร์ได้สร้างคุณูปการอันควรแก่การการวะ วันนี้ข้าพเจ้าได้แต่หวังว่าหากพวกเขายังยึดมั่นในเจตนารมณ์ 14 ตุลา ที่จะต่อต้านเผด็จการและสร้างสรรค์ประชาธิปไตยที่แท้จริง รู้จักแยกแยะผิดถูกชั่วดี แยกแยะผลประโยชน์ของตนและพวกพ้องกับผลประโยชน์ของชาติบ้านเมือง ไม่หลงไหลไปกับมายาอันซับซ้อนของอำนาจเงินตราและการเมืองแล้วพวกเขาคงแสวงหาวิธีการที่เหมาะสมไปบรรลุมัน ทำให้มันปรากฏเป็นจริง หรืออย่างน้อยก็ทำให้เยาวชนรุ่นหลังเข้าใจว่าเจตนารมณ์นี้ยังไม่ได้เลือนหายไปกับกาลเวลาที่ผันผ่าน หากยังต้องการให้คนรุ่นหลังเข้ามาศึกษา สืบทอดและพิทักษ์มันไว้ตลอดไป

สุดท้าย ข้าพเจ้าขอฝากบทกวีชิ้นหนึ่งที่เคยเขียนไว้ให้กับคนเดือนตุลาเมื่อนาน... นาน... มากมาแล้ว ทุกวันนี้ข้าพเจ้ายังฝากความหวังไว้กับคนเดือนตุลาเหมือนดังที่เคยระบายไว้ในกลอนบทนี้

แม้ว่าวันนี้ ความหวังที่เคยมี ดูเหมือนจะยิ่งห่างไกลออกไปตามกาลเวลาที่ผ่านไปเลย **T**





งานสวดพระอภิธรรมศพคุณสุรวิทย์ เจ้าของ เจริญวิทย์การพิมพ์ โรงพิมพ์ในตำนานการต่อสู้ของนักศึกษาประชาชน แถลงด้านหน้า คือ ลูกหลานของคุณสุรวิทย์ แถวยืนด้านหลังคือ คนเดือนตุลาในตำนาน จากซ้ายไปขวา สุเมธ สุวิทย์เสถียร เจ้าของสำนักพิมพ์ ทัพบกหนังสือ ผู้ผลิตหนังสือดีไว้ในบรรณพิภพหลายต่อหลายเล่ม สำเร็จ คำพะอู อดีตนายกสมาคมนักข่าวแห่งประเทศไทย 2 สมัย นักเขียน และสื่อมวลชนอาวุโสที่ตลอดชีวิตการทำงาน ยืนหยัดต่อสู้เพื่อผลประโยชน์ของประเทศไทยและประชาชนเสมอมา ประเดิม ดำรงเจริญ นักเขียนและนักต่อสู้ฝ่ายประชาชนในหลายบทบาท เจ้าของรางวัลพระพิฆเนศทองพระราชทานหลายรางวัล และ ณรงค์ฤทธิ์ ศรีรัตโนภาส (ผู้เขียน) เจ้าของสำนักที่ปรึกษาร้อยชักสาม ผู้ริเริ่มการนำรายได้ 3% จากการทำธุรกิจกลับคืนสู่สังคมในรูปแบบต่างๆ

## ขุนทองเจ้ากลับมาก่อนฟ้าสว่าง

วัดเอ๋ยวัดโบสถ์  
 ขุนทองเจ้าจากไปไกลเหลือเกิน  
 ไร่ข้าวโพดสาละไม่มีแล้ว  
 ภาพความหลังครั้งก่อนย้อนมาเตือน  
 คดข้าวออกใส่ห่อไว้รอทำ  
 เจ้าอาจเหนื่อยอาจหนาวอาจรำใจ  
 ผ่านทั้งอิมลิมทั้งรสความอดอยาก  
 คราบน้ำเลือดเหือดน้ำตาเคาเกรอะกรัง  
 เมื่อยามยากย่อมซึ่งซึ่งใจมิตร  
 ขุนทองเจ้าเหนื่อยหนักกระอักไอย  
 โอ้ 'อนุสาวรีย์ทูน' อาตุรทเวช  
 “บ้านนี้เมืองนี้มีหลายชั้น  
 แล้วคดข้าวใส่ห่อไว้รอทำ  
 มันยังมีดยังมีมวลสั้ววาง

พันคืนหมื่นโยชน์ที่ห่างเหิน  
 มาจะเชิญขวัญเจ้ากลับเหย้าเรือน  
 ตาลโปกแก้วใบกรางอย่างเพื่อนเพื่อน  
 มันเหมือนเหมือนเมื่อวานเพิ่งผ่านไป  
 ขุนทองว่าจะมาเมื่อฟ้าใหม่  
 จึงจากไพรพฤษ์ผืนบินกลับรัง  
 รอยหนามไหนไถ่ตากทั้งฝากฝัง  
 เพียงแรงยังหวังยอมอยู่ไม่รู้โรย  
 เมื่อพลังผิดพลาดไปก็ให้โทษ  
 จะโปกโปกบินไปทางไหนกัน  
 ยังหมายเหตุให้ไว้ไม่แปรผัน  
 พานจึงหล่นลงเห็นเป็นเส้นทาง”  
 ขุนทองเจ้ากลับมาก่อนฟ้าสว่าง  
 แต่อาจสรรค้ออาจสร้างหนทางไทย

(ปรับปรุงครั้งที่ 3 เมื่อ ตุลาคม 2562)

ย้อนรอยห่อแปลง

Along The Transformer Site





ตามตะวั่น

ปริญญาตรี นิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
นักเขียนอิสระ



# พระเจ้าตากสิน

## คุบหม้อข้าวหม้อแกงที่ไหนแน่?

แม้ปัจจุบันเรื่องราวในช่วงบั้นปลายพระชนม์ชีพของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จะมีการศึกษาค้นคว้าและพบหลักฐานใหม่ๆ ทั้งทางประวัติศาสตร์และทางโบราณคดี ที่เปิดเผยความจริงอันต่างไปจากที่บันทึกไว้ในพงศาวดารฉบับที่เป็นทางการ ทำให้เรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของพระองค์ท่านมีความชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น แต่กระนั้นยังมีเรื่องราวอีกจำนวนมากเกี่ยวกับพระองค์ท่านที่ยังต้องการการค้นคว้าหาข้อเท็จจริง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กๆ เกี่ยวกับชื่อบิดามารดาของพระองค์ท่าน ไปจนถึงเรื่องใหญ่ๆ เกี่ยวกับการทำศึกสงครามและการกู้ชาติ เช่น การนำกองกำลังตีฝักองทัพพม่าไปยังเมืองจันทบุรี และการทุบหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรี เป็นต้น

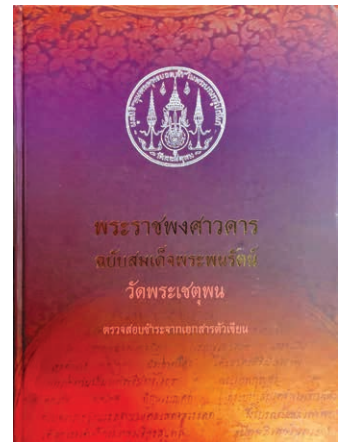
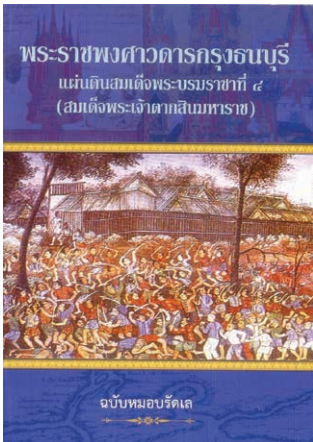
**หม้อแปลงต้นเรื่อง :** หม้อแปลงไฟฟ้ากรไทย

**ขนาด :** 15000 kVA 3 Ph 115000 - 6600 V

**หมายเลขเครื่อง :** 5513102 - 3 จำนวน 2 เครื่อง

**ผู้ซื้อ :** บริษัท อีดีลไทย วิศวกรรม จำกัด

**ใช้งานที่ :** หน่วยงาน J.1794 งานก่อสร้างสถานีสูบน้ำและระบบท่อส่งน้ำพร้อมอาคารประกอบ อ.แก่งหางแมว จ.จันทบุรี



เรื่องการนำกองกำลังประมาณ 500 คน (ในพงศาวดารกรุงธนบุรีหลายฉบับ บันทึกไว้ว่าประมาณ 1,000 คน) ที่มีทั้งทหารไทยและทหารจีน ตีฝ่าวงล้อมของพม่า ออกไปจากค่ายวัดพิชัย มุ่งหน้าไปทางตะวันออกของกรุงศรีอยุธยา เมื่อวันเสาร์ เดือนยี่ ขึ้น 4 ค่ำ จุลศักราช 1128 ปีจอ อัฐศก ซึ่งตรงกับวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2309 นั้น เป็นการตัดสินใจของพระยาตาก หรือเป็นเพราะพระยาตากได้รับ พระบรมราชโองการจากพระเจ้าเอกทัศให้ตีฝ่าออกไปรวบรวมกำลังพลที่ เมืองจันทบุรีกลับมาช่วยกรุงศรีอยุธยา เป็นเรื่องหนึ่งที่ยังมีความสับสน

### ก๊วซาหรือหนังกั?

ในพระราชพงศาวดารกรุงธนบุรี ที่กรมราชบัณฑิตจัดพิมพ์ขึ้นโดยใช้หนังสือสองเล่ม ที่หมอบรัดเลพิมพ์ เมื่อจุลศักราช 1226 เป็นต้นฉบับ กล่าวว่า พระเจ้าอยู่หัว (หมายถึงพระยาตาก) ทราบด้วยญาณว่ากรุงศรีอยุธยาจะเป็นอันตราย จึงนำ ทหารผู้ใหญ่และพลทหารไทยจีนประมาณหนึ่งพันคนยกออกไปตั้ง ณ วัดพิชัย และฝากกองทัพมาออกจากวัดพิชัยไปทางบ้านข้าวเม่าถึงบ้านสามบัณฑิต

“อนึ่งแต่ ณ วันเสาร์เดือนยี่ ขึ้นสี่ค่ำ ปีจอ อัฐศก ขณะเมื่อกรุงเทพมหานคร ยังมีได้เสียนั้น พระเจ้าอยู่หัวอันมีอภินิหารนับในเนื้อหน่อพุทราทางกูรเจ้า ตรีศทราบ พระญาณว่า กรุงศรีอยุธยาจะเป็นอันตราย แต่เหตุที่อธิบดีเมืองและราษฎร มิเป็นธรรม จึงอุตสาหะด้วยกำลังกรุณาแก่สมณพราหมณาจารย์และบรรพบุรุษศาสนา จะเสียมศุนย์ จึงชุมนุมพรรคพวกพลทหารจีนไทยประมาณพันหนึ่ง สรรพด้วย เครื่องศาสตราวุธประกอบด้วยทหารผู้ใหญ่ผู้นั้น พระเชียงเงิน พรหมเสนา ขุนอภัยภักดี หลวงพิชัยอาสา หมื่นราชเสนหา หลวงราชเสนหา ยกออกไปตั้ง ณ วัดพิชัย อันเป็นมงคลสถาน ด้วยเดชบรมโพธิสมภาร เทพเจ้าอภิบาลรักษาพระบรรพบุรุษ ศาสนาก็ซ้องสาธุการ บันดาลให้บรรพบุรุษทำฝนตกลงมาเป็นมหาวิชัยฤกษ์ จับเดิมแต่นั้นมาจึงให้ยกพลพยุหะกองทัพออกจากวัดพิชัย ฝากกองทัพพะม่าออกมา เป็นเพลาย่าฆ้องค้ำยามเสาร์ ได้รับกับกับพะม่า พะม่ามีอาจต่อต้านบารมี ได้ถอยไป ก็ดำเนินด้วยพลทหารโดยสวัสดิภาพไปทางบ้านข้าวเม่าก็บรรลุถึง บ้านสามบัณฑิต”

แต่ครั้นเมื่อมาดูพระราชพงศาวดาร ฉบับ พระราชหัตถเลขา กลับบันทึกว่าพระยาตาก (หรือ พระยากำแพงเพชร ตามตำแหน่งใน ขณะนั้น) “หนี” โดยกล่าวว่า

“ในเมื่อเวลากลางวันวันนั้น ฝ่ายพระยา กำแพงเพชรซึ่งตั้งอยู่ ณ ค่ายวัดพิชัย จึงชุมนุม พรรคพวก ทหารไทยจีนประมาณพันหนึ่ง สรรพ ด้วยเครื่องสรรพาวุธ กับทั้งนายทหารผู้ใหญ่ คือพระเชียงเงินหนึ่ง หลวงพรหมเสนาหนึ่ง หลวงพิชัยอาสาหนึ่ง หลวงราชเสนหาหนึ่ง ขุนอภัยภักดีหนึ่ง เป็นห้านาย กับขุนหมื่น ผู้น้อยอีกหลายคน จัดแจงกันคิดจะยกทัพ หนีไปทางตะวันออก”

ซึ่งตรงกับพระราชพงศาวดารกรุงศรีอยุธยาฉบับ สมเด็จพระพนรัตน์ วัดพระเชตุพน ที่บันทึกว่า พระยาตากและพรรคพวก “หนี” ราชการ ออกไปตั้งตัวเป็นใหญ่ หรือนัยหนึ่งคือเป็น “กบฏ” นั่นเอง

พระราชพงศาวดารฉบับที่บันทึกว่าพระยาตาก หนีทัพนั้น จะมีเจตนาแอบแฝงอื่นใดในขณะ บันทึกเป็นเรื่องที่ปิดบังไม่ได้ เพราะมีหลักฐาน เป็นที่ประจักษ์มานานักต่อนักแล้วว่า การเขียน พงศาวดารจะบันทึกให้ใครเป็นเทวดา ใครเป็น บ้าใบ้ ย่อมทำได้ทั้งนั้น สุดแต่ใครมีอำนาจ อยากรู้อยากเห็นอะไรก็เขียนได้ แต่หากพิจารณา



จากเรื่องราวที่บันทึกไว้ในตอนต่อๆ มาจาก เอกสารทางประวัติศาสตร์หลายต่อหลายฉบับ ย่อมเป็นที่ประจักษ์ว่า การตีฝ่าเข้าตีของ พระยาตากออกมาจากค่ายวัดพิชัยเมื่อวันเสาร์ เดือนยี่ ขึ้น 4 ค่ำ จุลศักราช 1128 ปีจอ อัฐศก ซึ่งตรงกับวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2309 นั้น เป็นการเดินทัพเพื่อรวบรวมกำลังพลกลับมา ต่อสู้กับกรุงศรีอยุธยาคืนจากพม่า หาใช่การ หนีทัพเอาตัวรอด หรือหนีทัพเพื่อไปตั้งก๊ก ตั้งกลุ่ม หรือที่ภาษาสมัยนั้นเรียกว่าไปเป็น “หัวหน้าช่อง” แต่อย่างใดไม่ หลังกรุงศรีอยุธยา แตกเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2310 กองกำลัง ของ “เจ้าตาก” เป็นกองกำลังเดียวที่มีจุดมุ่งหมาย รวบรวมพลกลับไปกอบกู้กรุงศรีอยุธยาคืนคืน มาจากการยึดทำลายของพม่า

ในขั้นนี้ การบันทึกว่าพระยาตากหนีทัพออกจาก กรุงศรีอยุธยา จึงไม่ค่อยมีใครเชื่อถือ ประเด็น ที่ยังมีการค้นคว้าเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันอยู่คือ การตีฝ่าวงล้อมของพม่าออกมาเป็นการตัดสินใจ ของพระยาตากเอง หรือเป็นเพราะพระยาตาก ได้รับพระบรมราชโองการจากพระเจ้าเอกทัศ ให้ตีฝ่าออกไปรวบรวมกำลังพลที่เมืองจันทบุรี กันแน่?

## ไปเองหรือถูกสั่งให้ไป?

แต่เดิมเชื่อกันว่า พระยาตากตัดสินใจเอง เนื่องจากเล็งเห็นว่ากรุงศรีอยุธยาคงต้านทาน ทัพพม่าไม่ไหว และต้องถูกพม่าตีแตกเป็นแน่ จึงคิดหาทางต่อสู้ด้วยการตีฝ่าวงล้อมของ พม่าออกไป เพื่อรวบรวมกำลังพลกลับมา กู้ กรุงศรีอยุธยาคืน ตามที่บันทึกไว้ในพระราช

พงศาวดารกรุงธนบุรี ฉบับหมอบรัดเล ด้วยเหตุนี้ ระหว่างเดินทัพไปเมืองจันทบุรี ขณะกรุงศรีอยุธยายังไม่แตก พระยาตากจึงระมัดระวังเป็นอย่างมากเพื่อไม่ให้เกิด การเข้าใจผิดว่าท่านหนีทัพและเป็นกบฏ

อย่างไรก็ดี ในวงวิชาการอีกด้านหนึ่งมีการเผยแพร่เอกสารหลักฐานทางประวัติศาสตร์ ฉบับหนึ่งที่มีข้อความพาดพิงถึงเรื่องดังกล่าว เป็นจดหมายของออกพระพิพัทธโกษา ปลัดเสนาบดีพระคลังในสมัยสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช เขียนถึงนายเปโตรส อัลแบร์ตุส ฟาน เดอร์ พาร์รา (Petrus Albertus van der Parra) ข้าหลวงใหญ่ และคณะที่ปรึกษาของบริษัทอินเดียตะวันออกของฮอลันดา (Verenigde Oost-Indische Compagnie หรือที่เรียกย่อว่า VOC) จดหมายฉบับนี้เป็นเอกสารหนึ่งใน “จดหมายเหตุของวีโอซี” ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติ กรุงเฮก ประเทศเนเธอร์แลนด์ ลงวันที่ทำจดหมายว่า วันศุกร์ที่ 13 เดือนสาม จุลศักราช 1130 ปีชวด (การบันทึกวันอาจจะคลาดเคลื่อน เพราะ วันที่ 13 เดือนสาม จุลศักราช 1130 ปีชวด เป็นวันจันทร์-จันทร์ที่ 13 กุมภาพันธ์-ไม่ใช่วันศุกร์ แต่หากเป็นวันศุกร์ เดือนสาม ต้องเป็นวันที่ 10, 17, 24 กุมภาพันธ์ หรือ 3 มีนาคม ไม่ใช่วันที่ 13 เดือนสาม) ซึ่งจดหมายดังกล่าวน่าจะเขียนภายหลังพิธีปราบดาภิเษกผ่านไป ประมาณ 1-2 เดือน ต้นฉบับภาษาไทยของจดหมายฉบับนี้ได้สูญหายไปแล้วยังเหลือแต่ฉบับแปลภาษาดัตช์ ซึ่ง รศ. ดร. ธีรวัต ณ บ่อมเพชร นักประวัติศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญเรื่องดัตช์ในประเทศไทย ได้แปลกลับมาเป็นภาษาไทยนำเสนอครั้งแรก ในวารสาร “รวมบทความประวัติศาสตร์” ของสมาคมประวัติศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ฉบับที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529

เนื้อความสำคัญในจดหมายฉบับดังกล่าว เป็นการขอร้องให้ข้าหลวงใหญ่และ คณะที่ปรึกษาของบริษัทอินเดียตะวันออกของฮอลันดา แต่งเรือมาค้าขายเหมือน ที่เคยกระทำในอดีต พร้อมทั้งสร้างสถานีการค้าที่นี่ และให้มีหัวหน้าสถานีการค้า กับลูกจ้างอื่นๆ มาอยู่ประจำ เพื่อที่จะค้าขายกันแบบที่เคยกระทำกันมาโดยตลอด ทั้งสัญญาว่า ทุกสิ่งทุกอย่างที่บริษัทเรียกร้องหรือขอ นั้น จะไม่ละเลยที่จะให้ผู้คน ต่างๆ ค้นหาและนำมาส่งให้บริษัท

การที่ออกพระพิพัทธโกษา ปลัดเสนาบดีพระคลังในสมัยสมเด็จพระเจ้าตากสิน มหาราช ต้องเขียนจดหมายฉบับนี้ไปขอร้องให้บริษัทอินเดียตะวันออกของฮอลันดา กลับมาค้าขายกันเป็นปกติ เนื่องจากกรุงศรีอยุธยาถูกพม่าเผาทำลายจนไม่เหลือ สภาพความเป็นอาณาจักร ประกอบกับสมาชิกในราชวงศ์บ้านพลูหลวงถูกกวาดต้อน ไปเป็นเชลยบ้าง ถูกฆ่าตายบ้าง หลบหนีไปบ้าง ไม่มีรัชทายาทสืบราชสันตติวงศ์ ออกพระพิพัทธโกษาจึงต้องอธิบายข้อเท็จจริงไว้ในตอนต้นของจดหมายฉบับนี้ ซึ่งความตอนหนึ่งของจดหมายระบุถึงที่มาที่ไปของการตีฝ่าวงล้อมของพม่าออกมา จากกรุงศรีอยุธยาของพระยาตากว่า

“เมื่อศัตรูพม่า เข้ามาทำสงครามกับสยาม พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระเจ้ากรุงสยาม ทรงส่งขุนนางผู้หนึ่ง นามว่า ‘พญาตาก’ ไปยังเมืองจันทบุรี เพื่อไป

## ย้อนรอยห่อแปลง

รวบรวมกำลังพล และนำคนเหล่านี้มาช่วยกรุงสยาม แต่ยังมีทันดำเนินการไปเท่าไร อาณาจักรสยามก็ปราชัยต่อศัตรูดังกล่าวเสีย พระเจ้าแผ่นดินกับพระบรมวงศานุวงศ์ รวมทั้งบรรดาขุนนางทั้งหมด พร้อมข้าราชการบริพารทั้งปวงถูกฆ่าตายหรือต้องหลบหนีไป ทำให้แผ่นดินนี้พินาศไปทันที ถึงขั้นที่ไม่สามารถหาผู้ใดที่มีสิทธิมาปกครองได้นอกจากพญาตากที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ .....

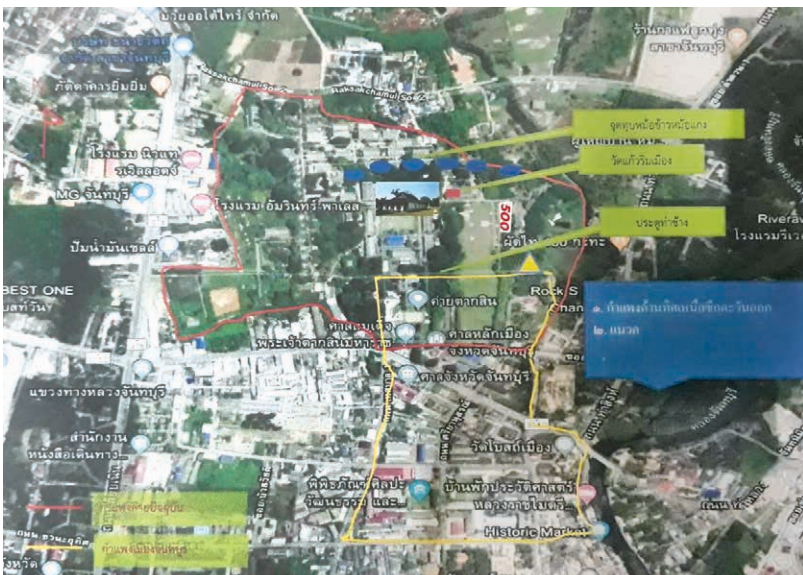
เมื่อพิจารณาจากข้อความในจดหมายของออกพระพิพัทธโกษา เทียบกับข้อความที่บันทึกไว้ในพงศาวดารแล้ว คำถามที่ว่า การตีฝ่าวงล้อมของพม่าออกมาจากกรุงศรีอยุธยาเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2309 เป็นการตัดสินใจของพระยาตากเองหรือเป็นเพราะได้รับพระบรมราชโองการจากพระเจ้าเอกทัศน์ จึงเป็นเรื่องที่ยังต้องหาข้อสรุปร่วมกันต่อไป

ส่วนเรื่องการทุบหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรีนั้น ปัญหาที่ยังถกเถียงกันคือ มีการทุบหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรีจริงหรือไม่? ถ้ามีจริง จุดทุบหม้อข้าวหม้อแกงอยู่ที่ไหนกันแน่?

### ทุบหม้อข้าวหม้อแกงจริงหรือ?

เรื่องการทุบหม้อข้าวหม้อแกงนั้น ในพระราชพงศาวดารกรุงธนบุรี ฉบับพันจันทนุมาศ (เจิม) บันทึกไว้ว่า

“แล้วจึงตรัสสั่งโยธาหาญทั้งปวงให้หุงอาหารรับพระราชทานแล้ว เหลือนั้นสั่งให้เทเสีย ต่อยหม้อข้าวหม้อแกงให้จิ้งลื่น ในเพลากลางคืนวันนี้ตีเอาเมืองจันทบุรีให้ได้ไปหาข้าวกินเข้าเอาในเมือง ถ้ามีได้ก็ให้ตายเสียด้วยกันเถิด”



(เอื้อเฟื้อภาพโดย เรือตรี อดอง มาศแสวง)



พลเรือเอก วสันต์ สารีกะภูติ อดีตผู้บัญชาการหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน ประธานมูลนิธิสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช

พลเรือเอก วสันต์ สารีกะภูติ อดีตผู้บัญชาการหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน ประธานมูลนิธิสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ให้ความเห็นว่าประวัติศาสตร์สากลที่เรียนมา ตั้งแต่ยุคเรอกรรเชียง ยุคเรือใบ จนถึงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ไม่มีแม่ทัพคนไหนที่ทุบหม้อข้าวมีแต่รักษาเสถียรภาพของตัวเองอย่างแข็งขันที่พระเจ้าตากสินใช้วิธีนี้ เพราะมีความจำเป็นเนื่องจากจันทบุรีเป็นเมืองขึ้นตรี กำลังพลอย่างน้อยสามพันคนขึ้นไป ตั้งรับอยู่ในกำแพงเมืองที่ทำด้วยศิลาแลง ส่วนพระเจ้าตากสินมาจากอยุธยามีมาห้าร้อย มายึดเมืองระยอง เมืองขึ้นจันทวาได้ อย่างน้อยมาถึงเมืองจันทบุรีก็มีคนสองพันกว่า พระเจ้าตากสินตั้งทัพในที่โล่ง ตามหลักการรบในที่โล่ง ถ้าเป็นฝ่ายเข้าตี ต้องมีกำลังมากกว่าฝ่ายตั้งรับถึง 3 เท่า แต่ถ้าเข้าตีเมืองต้องมีกำลังมากกว่าถึง 10 เท่า





พลเรือเอก วสินธ์ สารีกะภูติ สนทนาและให้ข้อมูลกับผู้เขียน

สถานการณ์ตอนนั้นเห็นได้ชัดว่ากำลังฝ่ายพระเจ้าตากสินเสียเปรียบ รมยียดเยื่อเสปียงก็จะหมด มีทางเดียวคือต้องปลุกขวัญกำลังใจให้ฮึกเหิม ทั้งที่กำลังน้อยกว่าแต่ก็ต้องรบเอาชนะให้ได้

พลเรือเอก วสินธ์ กล่าวว่า คำสั่งทูปหม้อข้าวหม้อแกงของพระเจ้าตากสินเป็นคำสั่งยุทธการที่มีแห่งเดียวในโลก เพราะในตำราการทหารไม่เคยปรากฏมีแม่ทัพคนไหนสั่งให้ทูปหม้อข้าวเท้าวทั้ง นโปเลียน นักการทหารฝีมือระดับโลก ชุนศึกฝรั่งเศสรุ่นน้องพระเจ้าตากสินหลายสิบปี ยังกล่าวเป็นสัจธรรมไว้ว่า “กองทัพเดินด้วยท้อง” คือถ้าไม่มีอาหาร ทหารก็รบไม่ได้ แต่พระเจ้าตากสิน แม่ทัพกองกำลังเตรียมกู้ชาติชาวไทย ชุนศึกรุ่นพี่กลับทำในสิ่งตรงข้ามแล้วก็คงไม่มีแม่ทัพชาติใดกล้าทำตาม ส่วนที่กล่าวกันว่า การรบของจีนในอดีตมีการทูปหม้อข้าวมาก่อนพระเจ้าตากสินนั้นก็เพียงเรื่องเล่าในตำนาน ไม่ใช่บันทึกทางการทหารจะจริงหรือไม่ก็ไม่ทราบ<sup>1</sup>

สำหรับการทูปหม้อข้าวหม้อแกงจริงๆ นั้น พลเรือเอก วสินธ์ คิดว่าคงไม่ใช่การทูปหม้อข้าวกันทั้งกองทัพ เพราะสมัยโบราณเวลาเดินทัพ

ทหารคงไม่ได้แบกหม้อดินหรือเครื่องเคลือบไปไปด้วย การทำอาหารให้กลุ่มนายคงมีกระทะเหล็กหุงข้าว กระทะทองเหลืองในสมัยนั้นจะมีหรือยังไม่ทราบ อาหารจะใช้ภาชนะอะไรหุงต้มก็ไม่รู้ แต่สำหรับทหารคงพกได้ใส่ข้าวสารแล้วหาไม้ไผ่หลามเอา ภาชนะก็อาจใช้กะลาแทน เรื่องภาชนะดินเผาหรือเครื่องเคลือบถ้าจะมีคงมีเฉพาะสำหรับนายเท่านั้น ส่วนนี้อาจมีการทูปทำลายภาชนะหุงต้มตามคำสั่งของพระเจ้าตากสิน สำหรับอาหารที่เหลือนั้นก็สาเดททั้งจนหมด ไม่มีการเก็บไว้กินมื่อหน้า แต่ถ้ามีการทูปหม้อข้าวกันทั้งกองทัพ กองทัพพระเจ้าตากสินมีกำลังพลประมาณสองพันคน การรบในสมัยโบราณคงตั้งทัพกระจายกันกินอาณาบริเวณไม่เกินหนึ่งตารางกิโลเมตร เศษภาชนะที่ทูปทิ้งคงกระจายอยู่ในบริเวณหนึ่งตารางกิโลเมตรนี้

### จุดทูปหม้อข้าวหม้อแกงอยู่ที่ไหน?

ปัจจุบันแม้จะมีความเห็นตรงกันว่ามีจุดทูปหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรี แต่ก็ยังมีความเห็นต่างกันเกี่ยวกับจุดทูปหม้อข้าวหม้อแกงว่าอยู่ที่ไหนกันแน่

บ้างว่าอยู่ที่วัดพลับบางกะจะ บ้างว่าอยู่แถวสำนักสงฆ์เขาโบสถ์ ทั้งวัดพลับและสำนักสงฆ์ดังกล่าว อยู่ห่างจากประตูเมืองจันทบุรีที่ทัพพระเจ้าตากสินตีเข้าไป 9.1 กิโลเมตร และ 7.7 กิโลเมตร ตามลำดับ

อาจารย์กานิต ดิเรกศิลป์ นักโบราณคดีที่ศึกษาเรื่องการเดินทัพกู้ชาติของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชมาอย่างยาวนาน กล่าวว่าจุดทูปหม้อข้าวหม้อแกงมีพงศาวดาร และจดหมายเหตุหลายฉบับกล่าวถึง เวลาผ่านไปสองร้อยกว่าปี ไม่นานเกินกว่าจะค้นหาว่าอยู่ที่ไหน หากมีการศึกษาที่ถูกต้อง คือศึกษาจากหลักฐาน



บริเวณต้นไทรที่เห็นหลังกองร้อยปืนเล็กที่ 2 กองพันทหารราบที่ 2 ค่ายตากสิน ในอดีตคือประตูท่าช้างที่พระเจ้าตากสินทรงช้างพระที่นั่งพังศิริกฤษุขรเข้าทำลายตอนเข้าตีเมืองจันทบุรี

<sup>1</sup> ราว พ.ศ. 334 ในยุคปลายราชวงศ์ฉิน เชียงหยิวี่นำทัพบุกข้ามแม่น้ำเพื่อเข้าตีทัพของจางหัน กองทัพหลักกองหนึ่งของฉิน ที่จี้วู่ ปัจจุบันคือเมืองสิงไถ มณฑลเหอเป่ย์ เมื่อข้ามแม่น้ำได้แล้ว เชียงหยิวี่สั่งให้ทหารทูปหม้อข้าว จมเรือ และเผากระท่อมทั้งหมด แล้วนำอาหารแห้งติดตัวไปสำหรับกินได้สามวัน ซึ่งเชียงหยิวี่ได้ชนะศึกครั้งนั้น

กองร้อยกองบัญชาการกองกำลังด้านจันทบุรี-ตราด  
บริเวณพบเสาโบราณสถาน



กองร้อยกองบัญชาการกองกำลังด้านจันทบุรี-ตราด ในค่ายตากสิน (เอื้อเพื่อภาพโดย อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์)



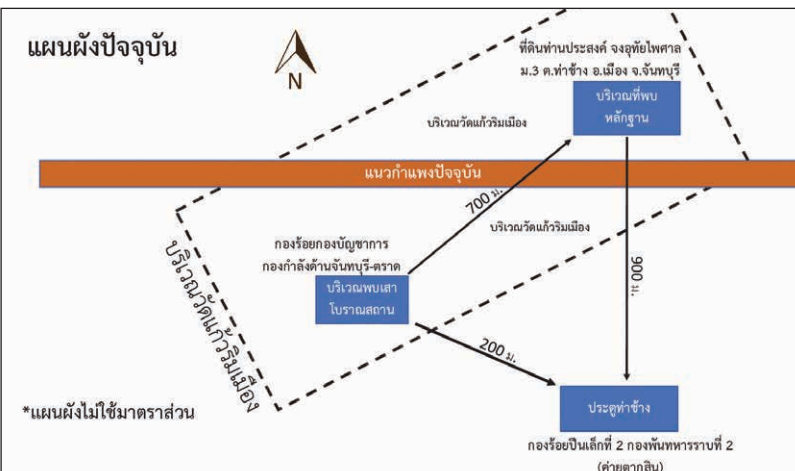
อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์ นักโบราณคดี

ทางโบราณคดีเอามาประกอบกับจดหมายเหตุและพงศาวดาร เพื่อให้เป็นประวัติศาสตร์ที่ถูกต้องของคนจันทบุรีและของชาติ



กองร้อยส่งกำลังและบริการ กอง สนช. กจต. ในค่ายตากสิน

อาจารย์กามนิต ฟันธงว่าเป็นไปไม่ได้ที่ทหารจะกินข้าวเย็น แล้วหุบหม้อข้าวหม้อแกงแล้วเดินทัพต่อมาก็เกือบสิบกิโลเมตรเพื่อเข้าตีข้าศึก คงจะหมดแรงก่อนเป็นแน่ วัดพลับบางกะจะกว่าจะเข้าตีได้ ต้องเดินทัพมาอีกมากกว่า 2 ชั่วโมง ส่วนสำนักสงฆ์เขาโบสถ์ต้องเดินทัพข้ามคลองถึง 2 คลองในเวลากลางคืน พลเรือเอก วสินธ์ ก็เห็นเช่นกันว่าทั้งวัดพลับบางกะจะ และสำนักสงฆ์เขาโบสถ์ไม่น่าจะใช่จุดที่พระเจ้าตากสินมาตั้งทัพก่อนเข้าตีเมือง โดยเฉพาะวัดพลับเป็นที่ต่ำ ไม่มีแม่ทัพคนไหนตั้งทัพในที่ต่ำ



(เอื้อเพื่อภาพโดย อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์)

อาจารย์กามนิตกับพลเรือเอก วสินธ์ เห็นตรงกันตามพงศาวดาร ไม่ว่าจะ เป็นพงศาวดารไทย ระบุมาของกรมพระยาดำรงราชานุภาพ หรือจดหมายเหตุความทรงจำสมัยฝรั่งเศสยึดจันทบุรี ตั้งแต่ พ.ศ. 2436 ถึง พ.ศ. 2447 ของหลวงสาครคชเขตต์ (ป. สาคริกานนท์) รวมทั้งเอกสารอื่นทางประวัติศาสตร์อีกหลายฉบับ ซึ่งเขียนไว้ตรงกันว่า เมื่อเดินทัพผ่านบ้านพลอยแหวนและใกล้จะถึงตัวเมือง พระเจ้าตากสินทราบว่าจะถูกเจ้าเมืองจันทบุรีวางกลอุบายให้กองทัพเลี้ยวลงไปทางใต้ของตัวเมือง เพื่อจะให้ข้ามน้ำไปอยู่ปากตะวันออก แล้วจะคอยทำร้ายขณะทหารข้ามลำน้ำ พระองค์จึงสั่งให้เปลี่ยนทิศทาง





ของทัพไปทาง 'ประตูท่าช้าง' ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือของตัวเมือง แล้วตั้งทัพที่ วัดแก้วริมเมืองจันทบุรี ห่างจากประตูเมือง 5 เส้น ให้พลทหารตั้งล้อมพระวิหาร วัดแก้ว แล้วเสด็จประทับอยู่ที่นั่น ก่อนจะสั่งให้ทุบหม้อข้าวหม้อแกง เตรียมเข้าตีเมืองตอนยามสามของคืนนั้น ซึ่งตรงกับวันอาทิตย์ เดือน 7 ปีภูน จุลศักราช 1129 นพศก หรือตรงกับวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2310

ที่ผ่านมาได้มีการสืบค้นว่าวัดแก้วริมเมืองอยู่ที่ไหน ต่อมาจึงพบว่าอยู่ภายใน ค่ายตากสิน โดยดูประตูเมือง ดูแนวกำแพงเมือง และดูทางแม่น้ำ จากประตูเมือง ถึงวัดแก้วริมเมือง พงศาวดารเขียนไว้ว่าอยู่ห่างกัน 5 เส้น (หรือ 200 เมตร) ซึ่ง ปัจจุบันจุดนี้คือบริเวณอาคารไม้ซึ่งเป็นที่ตั้งของกองร้อยกองบัญชาการกองกำลัง ด้านจันทบุรี-ตราด กับกองร้อยส่งกำลังและบริการ กอง สนช. กจต. ในค่ายตากสิน ซึ่งมีการพบหลักฐานเป็นเสาโบราณสถานและเศษภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา มากมายในเวลาต่อมา นอกจากนี้คุณยายเนียม รัตนไพโร ลีนเคราะห์ ผู้อาศัยอยู่ บริเวณนี้ตั้งแต่เกิดแล้วว่าในอดีตบรรพบุรุษเคยบอกว่าที่นี่เคยมีวัดเก่าตั้งอยู่



(เอื้อเฟื้อภาพโดย อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์)



อาจารย์กามนิต กำลังสำรวจหาเศษภาชนะดินเผา บริเวณที่ดิน หมู่ 3 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมืองจันทบุรี ของคุณประสงค์ จงอุทัยไพศาล นักธุรกิจเมืองจันทบุรี



บริเวณที่ดิน หมู่ 3 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมืองจันทบุรี ของคุณประสงค์ จงอุทัยไพศาล



เรือตรี องอาจ มาศแสง กับเศษภาชนะดินเผาที่พบในค่ายตากสิน

## ย้อนรอยห่อแปลง

อาจารย์กามนิต กล่าวว่าบริเวณวัดน่าจะออกไปนอกกำแพงค่ายตากสินด้วย โดยไปพบเศษภาชนะดินเผาจำนวนมาก ที่สำคัญพบหลักฐานที่เป็นอิฐ ในที่ดินของคุณประสงค์ จงอุทัยไพศาล นักรูรกีเมืองจันทบุรี ซึ่งอยู่ที่ หมู่ 3 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมืองจันทบุรี ห่างจากกองร้อยนี้ออกไปประมาณ 600-700 เมตร ตรงนี้ผ่นกเป็นพื้นที่วัด เพราะในอดีตบริเวณวัดกว้างมากไม่เหมือนปัจจุบัน ภายใต้อินนี้ยังพบหลักฐานของสิ่งก่อสร้างที่เป็นถาวรวัตถุซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นฐานของโบราณสถานในอดีต เมื่อหลักฐานตรงกันเช่นนี้ เราจึงสันนิษฐานได้ว่าพื้นที่วัดแก้วริมเมืองครอบคลุมตั้งแต่กองร้อยไปจนถึงที่ดินดังกล่าว

ความจริงแล้ว การค้นหาหลักฐานทำมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 แต่เพิ่งมาเจอเมื่อวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2562 เหตุผลที่เพิ่งค้นเจอทั้งที่พงศาวดารชี้ไว้ชัดเพราะระยะเวลาสองร้อยกว่าปีพื้นที่เปลี่ยนไป สภาพทางกายภาพเปลี่ยนไปมาก มีการก่อสร้างทับ เหลือแต่เนินดินของคุณประสงค์ซึ่งยังเป็นที่ยาวเปล่า ก่อนการเสวนาที่มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



เศษภาชนะดินเผาบริเวณเนินดินในที่ดินของคุณประสงค์ จงอุทัยไพศาล



(เอื้อเฟื้อภาพโดย อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์)



กำแพงแก้ว หรือกำแพงเมืองชั้นในของเมืองจันทบุรี ซึ่งปัจจุบันยังมีร่องรอยอยู่ในค่ายตากสิน



ทางน้ำที่ยังมีร่องรอยอยู่ในค่ายตากสิน



แนวกำแพงเมืองจันทบุรี

อาจารย์กามนิต กับ คุณจาริก นักโบราณคดีอีกท่าน ได้ไปสำรวจเพื่อหาข้อมูลมาใช้ในการเสวนา ไปพบคนงานกำลังไถที่บริเวณนั้น จึงขอเข้าไปดู และไปพบเศษโบราณวัตถุเป็นภาชนะดินเผาแตกหัก พบเศษอิฐที่กำหนดอายุโดยการเปรียบเทียบได้เท่ากับอายุอิฐที่พบในค่ายตากสิน แต่ยังไม่ได้หาค่าทางวิทยาศาสตร์อิฐที่พบมีตรากลมๆ เหมือนที่พบในค่ายตากสิน ซึ่งยังไม่ทราบว่าหมายถึงอะไร แต่ก็สนับสนุนว่าบริเวณวัดแก้วริมเมืองที่ทัพพระเจ้าตากสินยกมาตั้ง มีการทูปหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรี น่าจะเริ่มจากกองร้อยในค่ายตากสินยาวมาจนถึงที่ดินดังกล่าวของคุณประสงคนั่นเอง

วันที่เราลงพื้นที่ไปสำรวจจุดทูปหม้อข้าวหม้อแกงก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรีของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชนั้น คุณสมุศลชริกกาญจน์ มายะรังษี หัวหน้าหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ประชุมและนอกจากจะเรียนเชิญ พลเรือเอก วสินธ์ สารีกะภูติ กับ อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์ มาสนทนาให้ข้อมูลแก่เราแล้ว ยังได้กรุณาเชิญ นาวาตรี ทศนวินัย เถาธรรมพิทักษ์ กรรมการศาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จันทบุรี และเรือตรี อดิศักดิ์ มาศแสวง จาก พัน ร.2 กรม ร.1 พล. นย. ค่ายตากสิน มาให้ข้อมูลและพาเราลงพื้นที่ทั้งในค่ายและนอกค่ายตากสิน ที่เป็นจุดประวัติศาสตร์ของการตั้งทัพและทูปหม้อข้าวหม้อแกงครั้งนั้น



พลเรือเอก วสินธ์ สารีกะภูติ อาจารย์กามนิต ดิเรกศิลป์ คุณสมุศลชริกกาญจน์ มายะรังษี หัวหน้าหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี และ นาวาตรี ทศนวินัย เถาธรรมพิทักษ์ กรรมการศาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จันทบุรี

และไม่ว่าเศษภาชนะดินเผาแตกหักที่ค้นพบในบริเวณค่ายตากสิน และในบริเวณเนินดินในที่ดินของคุณประสงค์ จงอุทัยไพศาล ซึ่งลงความเห็นว่าเป็นบริเวณวัดแก้วริมเมืองที่ระบุไว้ในพงศาวดารและจดหมายเหตุหลายฉบับ จะใช้เศษภาชนะหรือเศษหม้อข้าวหม้อแกงที่กองทัพพระเจ้าตากสินทูปทำลายก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรีหรือไม่ หรือจะเป็นเพียงเศษภาชนะดินเผาของวัดหรือของชาวบ้านที่เคยตั้งบ้านเรือนเป็นชุมชนอยู่บริเวณนั้นมาก่อน บริเวณดังกล่าวนี้ ก็คือบริเวณวัดแก้วริมเมือง สถานที่ที่พระเจ้าตากสิน หรือ “เจ้าตาก” ในเวลานั้นนำทัพมาตั้งสั่งทูปหม้อข้าวหม้อแกง ก่อนเข้าตีเมืองจันทบุรีทางประตูท่าช้างอย่างแน่นอน

เวลาและการศึกษาค้นคว้าอย่างจริงจังต่อไป จะช่วยไขความกระจ่างที่ยังคงหลงเหลืออยู่ไม่ช้าก็เร็ว 

ในนามของความดี

On Behalf of Virtue



รัฐพล เกษมวงศ์จิต

คณะบริหารธุรกิจการโฆษณา มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
ผู้จัดการส่วนทรัพยากรมนุษย์ บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน)



# ละครชาติ นาฏศิลป์ไทยในบางปลา

เป็นที่ทราบกันดีว่ากระแสโลกสมัยใหม่ที่ความเปลี่ยนแปลงของสังคมเกิดขึ้นได้ไม่ซ้ำรูปแบบภายในเวลาเพียงเสี้ยววินาที คนส่วนใหญ่ต่างพร้อมวิ่งแข่งกับเวลาและความทันสมัยที่เจริญเติบโตอย่างไม่หยุดยั้ง การปรับตัวจากสังคมภาคเกษตรกรรมสู่สังคมในภาคอุตสาหกรรมส่งผลให้การขยายตัวจากกรุงเทพฯ ไปสู่จังหวัดปริมณฑล ซึ่งจังหวัดสมุทรปราการก็เป็นอีกเมืองหนึ่งที่รองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม แต่สำหรับละครชาติแล้ว ถือว่าเป็นละครที่มีมาแต่ครั้งโบราณ และยังคงมีการแสดงและถ่ายทอดกันอยู่ในชุมชนเล็กๆ แห่งหนึ่ง ท่ามกลางการโอบล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม มีประชาชนต่างถิ่นเข้ามาตั้งรกรากเพื่อประกอบอาชีพมากมาย แต่คณะละครชาติในตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ยังคงทำการแสดงละครชาติเพื่อเป็นอาชีพ ส่งผ่านกันมาหลายชั่วอายุคน สิ่งหนึ่งที่เกิดคำถามขึ้นในตัวผู้เขียนคือ ละครชาติในตำบลบางปลาที่มีวิธีการแสดงอย่างไรจึงยังมีผู้ว่าจ้างให้ไปแสดงในงานต่างๆ โดยเฉพาะในปัจจุบันความนิยมในการชมละครไทยลดน้อยลงตามยุคสมัยที่เปลี่ยนไป



คุณปานจิต รอดบำรุง

คำตอบอยู่ในวารสารฉบับนี้ โดยบุคคลที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดคงไม่พ้นเจ้าของคณะหรือลูกหลานเจ้าของคณะที่มีความรักและศรัทธาในละครชาตรีตำบลบางปลา ที่บรรพชนได้ถ่ายทอดไว้ให้ และที่สำคัญที่คอลัมน์ในนามของความดีขอยกย่องอีกด้วยนั่นคือ หนึ่งในบุคคลที่กล่าวถึงนั้นปัจจุบันทำงานอยู่ใน บริษัท ทรูไทย จำกัด (มหาชน) นั่นเอง

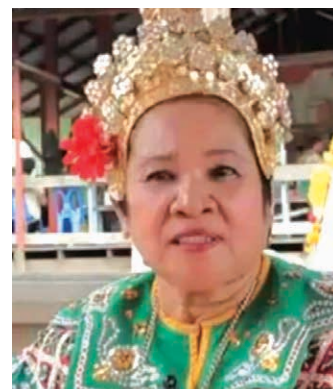
หญิงสาวอายุราว 40 ปี ตัวเล็ก ผิวขาว หน้าอím เป็นอนรอยยิ้มตลอดเวลาทำหน้านี้ ชื่อคุณปานจิต รอดบำรุง ปัจจุบันทำงานในแผนกประกอบหม้อแปลงไฟฟ้า ของ ทรูไทย เป็นเวลามากกว่า 15 ปี ที่ใช้เวลานอกเหนือจากงานประจำแล้วยังคงรับหน้าที่บริหารงาน หรือเล่นดนตรีในโอกาสสำคัญให้แก่คณะ ส.นำศิลป์ ซึ่งเป็นคณะละครชาตรีลำดับต้นๆ ของชุมชนบางปลานั้นเอง เรานัดคุณปานจิต หรือ คุณเกต มาพูดคุยในเรื่องของตำนานละครชาตรีและวงปี่พาทย์ของชุมชนบางปลา

“คณะ ส.นำศิลป์ เป็นคณะละครชาตรี นอกจากนั้นยังเป็นคณะดนตรีไทยที่ยังคงรับงานอยู่ โดยตั้งคณะมาเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2503 โดยมี

คุณพ่อและคุณแม่เป็นผู้ก่อตั้งคือ นายหวาดและนางสอน พักทอง ปัจจุบันตั้งอยู่บ้านเลขที่ 15 หมู่ที่ 3 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ มีหัวหน้าคณะคือ นางขวัญเรือน พักทอง”

จากการค้นคว้าประวัติของคณะ ส.นำศิลป์ คือก่อนที่จะตั้งคณะแต่เดิมเป็นวงปี่พาทย์ของครอบครัวที่มีมาตั้งแต่ขุนสมานไพระมีชีวิตอยู่ ซึ่งนายหวาด พักทอง เป็นทายาทของขุนสมานไพระ หรือนายหยวย พักทอง กำนันคนแรกของตำบลบางปลา ถือว่าเป็นวงปี่พาทย์ที่เก่าแก่วงหนึ่งของตำบลบางปลา กิจการของคณะในยุคนั้นของนายหวาดและนางสอน จะรับงานดนตรีเป็นหลักและได้เลิกกิจการไประยะหนึ่ง จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2513 นายสุบิน พักทอง บุตรชายของนายหวาดและนางสอน พักทอง สมรสกับนางขวัญเรือน ซึ่งเคยเป็นนักแสดงในคณะสุดประเสริฐ ในชื่อเดิมคือคณะบุญเชิดร่วมศิริ ได้รับการฝึกหัดละครกับครูเจิมและครูแซม อีกทั้งยายของนางขวัญเรือนก็เป็นนักแสดงละครชาตรีด้วย ซึ่งการที่นางขวัญเรือน เข้ามาเป็นสมาชิกของตระกูลพักทอง ทำให้คณะ ส.นำศิลป์ ได้ดำเนินกิจการคณะละครอีกครั้งและสืบต่อมา

“ตอนนี้ทางคณะรับงานละครเป็นส่วนน้อย เนื่องจากจะรับงานด้านดนตรีเป็นหลัก ซึ่งคณะมีทั้งวงปี่พาทย์ไทยและวงปี่พาทย์มอญ นอกจากนั้นสมาชิกในคณะส่วนใหญ่เป็นนักดนตรีที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้มาจากนายสุบิน พักทอง ต่อมาเมื่อนายสุบินเสียชีวิต นายศักดิ์ชัย พักทอง และลูกๆ จึงรับเป็นผู้ควบคุมวงต่อจากคุณพ่อ ซึ่งทางคณะมีการรับงานบรรเลงดนตรีอยู่เป็นประจำ ส่วนนางขวัญเรือนได้รับการติดต่อจากหน่วยงานต่างๆ ให้ไปเป็นวิทยากรถ่ายทอดความรู้เรื่องละครชาตรี ซึ่งนางขวัญเรือนได้เคยให้ข้อมูลไว้ว่า การแสดงละครของชุมชนบางปลาควรจะเป็นละครไทยประยุกต์น่าจะถูกต้องกว่า เนื่องจากมีการนำเอาการแสดงหลายแบบเข้ามาผสมกัน ซึ่งเดี๋ยวนี้อาจได้มีการจำกัดหน้าบทและนำเอาลิเกมาร้องด้วย เพลงลูกทุ่งก็นำมาร้อง ทำให้ละครชาตรีแท้ไม่ค่อยได้มีให้เห็น เนื่องจากเจ้าภาพไม่ประสงค์จะให้แสดงละครชาตรีแท้ๆ เลย คงเป็นเพราะการรำและร้องรำชาติ เป็นเรื่องยากและเข้าใจผู้ชมคนดูในปัจจุบัน”



คุณขวัญเรือน พักทอง



หัวหน้าคณะบูชาพ่อแก่ฤๅษี

### สังยัดเหนี่ยวจิตใจ ของชาวคณะ ส.นำศิลป์

"ในคณะละครชาตรีหรือวงปี่พาทย์ ก็จะมี ความเชื่อเรื่องสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ซึ่งในคณะ ส.นำศิลป์ ก็มีความเชื่อและธรรมเนียมปฏิบัติซึ่งยึดถือสืบต่อกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ โดยครอบครัวที่เป็นคณะละครหรือปี่พาทย์จะบูชาพ่อแก่ฤๅษี ดังนั้นไม่ว่าจะทำกิจการใดก็จะระลึกถึงพ่อแก่ฤๅษีก่อนเสมอ เมื่อจะทำการแสดงหัวหน้าคณะก็จะจุดธูปเทียนบูชาพ่อแก่ฤๅษี ถวายดอกไม้ เหล้า 1 ขวด บุหรี่ 1 ซอง เงิน 12 บาท เมื่อไปถึงสถานที่แสดงจะบูชาที่หลังโรงและจะต้องเชิญเศียรพ่อแก่



บูชาพ่อแก่ฤๅษี

ไปด้วยทุกครั้ง เมื่อธูปที่จุดไหว้พ่อแก่จะหมดคนในคณะจะเป็นใครก็ได้ต้องจุดธูปบูชาไม่ให้ธูปที่จุดในกระถางรูปดับตลอดการแสดง ในขณะที่หัวหน้าคณะบูชาพ่อแก่อยู่หลังจากก็จะห้ามคนในคณะนั่งบนเตียงหน้าฉากโดยเด็ดขาด และไม่เดินข้ามสิ่งของที่เกี่ยวกับการแสดงและเครื่องดนตรีทุกชนิด"



รำบูชาพ่อแก่ฤๅษี

### ดนตรี เครื่องดนตรี และเพลงที่ใช้บรรเลงในวง

"ตำแหน่งของการจัดวางเครื่องดนตรีจะอยู่ด้านหน้าโรงตามความนิยม คือตั้งด้านขวาของเวที โดยตั้งในตำแหน่งที่ไม่ให้บังผู้แสดง โดยความเหมาะสมอาจจะไม่ใช่ด้านขวาของเวที หากสถานที่ไม่อำนวยหรืออนุโลมได้ ส่วนใหญ่จะมีนักดนตรีเฉพาะเครื่องดนตรีเครื่องหลักเท่านั้น ได้แก่ ระนาดเอก ระนาดทุ้ม ช้องวง บางครั้งก็ไม่ใช้ระนาดทุ้มกับฆ้องวง จะใช้ระนาดกับตะโพน กลองทัดและเครื่องประกอบจังหวะ สำหรับตะโพนกับกลองทัดในบางโอกาสใช้นักดนตรีคนเดียวบรรเลงทั้งสองเครื่องก็มีส่วนเครื่องประกอบจังหวะ ได้แก่ ฉิ่ง ฉาบ กรับ นักแสดงจะช่วยกันตีด้านหลังฉากในเวลาที่ยังไม่ได้แสดง เรียกได้ว่ามีความสามารถทั้งการแสดงละครและเล่นดนตรี"



การแสดงปี่พาทย์ไทย



วงปี่พาทย์มอญ



ฆ้องมอญ

### เครื่องดนตรีที่ใช้ในวงปี่พาทย์

“เครื่องดนตรีหลักในการดำเนินทำนอง ประกอบด้วย ระนาด ฆ้องวง ตะโพน กลองทัด และเครื่องดนตรีประกอบจังหวะ ฉิ่ง ฉาบ กรับ กรับไม้ไผ่”

### เพลงที่ใช้บรรเลงในการแสดงละครชาตรีตำบลบางปลา

“เพลงที่ใช้เป็นเพลงไทยเดิมประเภทเพลงหน้าพาทย์และเพลงละคร แต่ไม่ปรากฏเพลงที่ใช้ประกอบการแสดงละครชาตรีของเดิมเลย เช่น เพลงร้ายชาตรี เพลงไอ้ชาตรี แต่เป็นเพลงที่ใช้ในการแสดงละครนอก ละครพันทาง และลิเก นำมาใช้ประกอบการแสดงตามที่นักแสดงและนักดนตรีพิจารณาเห็นสมควร เพราะนักแสดงส่วนหนึ่งที่เป็นนักแสดงที่รับงานแสดงลิเกด้วย เมื่อมาแสดงละครจึงนำการร้องแบบลิเกมาร้อง อีกทั้งประกอบกับความนิยมของคนดูที่จะได้รับอรรถรสที่หลากหลาย และคนดูจะชื่นชอบเป็นพิเศษเมื่อมีการร้องเพลงลูกทุ่งแทรกในท้องเรื่อง หรือเป็นการแสดงคั่นละครเพราะสนุกสนาน แม้บางครั้งนักแสดงไม่ได้ร้อง คนดูก็จะเรียกร้องให้นักแสดงร้องเพลงลูกทุ่งด้วย”

“ช่วงก่อนการแสดงจะมีการบรรเลงโหมโรง เป็นเพลงชุดโหมโรงเช้า ประกอบด้วย เพลงสาธุการ เพลงเหาะ เพลงรัวลาเดียว เพลงกลม เพลงชานาญ เมื่อบรรเลงโหมโรงจบ นักแสดงร้องเชิญสิ่งศักดิ์สิทธิ์และรำถวายมือ จากนั้นวงปี่พาทย์บรรเลงเพลงว่า นักแสดงออกแสดงครั้งแรกเรียก ลงโรง ดนตรีบรรเลงเพลงเข้าปี่นอก เป็นต้น”

“การบรรเลงดนตรีจะใช้ในการบรรเลงส่ง-รับ การร้องของนักแสดง และบรรเลงประกอบกิจกรรมเคลื่อนที่และแสดงอารมณ์ของตัวละคร สำหรับการร้องนั้นนักแสดงจะร้องเพลงขึ้นมาก่อน ดนตรีจึงบรรเลงให้จังหวะตามเพลงที่นักแสดงร้อง ซึ่งนักดนตรีจะใช้ความชำนาญและประสบการณ์จากการบรรเลงมานาน ทำให้



สามารถบรรเลงได้โดยไม่ต้องมีบทละครที่มี การบรรจุเพลงไว้ หรือรู้ล่วงหน้าว่านักแสดง จะร้องเพลงใดในการแสดง ส่วนเพลงที่ประกอบ การเคลื่อนที่และแสดงอารมณ์ของตัวละคร จะบรรเลงเพลงหน้าพาทย์ ซึ่งเพลงหน้าพาทย์ สามัญไม่ใช่เพลงหน้าพาทย์ที่แสดงฐานันดรศักดิ์ ของตัวละครชั้นสูง จากการสังเกตมีไม่มากนัก ได้แก่ เพลงโอด ใช้บรรเลงเมื่อตัวละครร้องไห้ เสียใจ เศร้าโศก ส่วนเพลงเชิด ใช้บรรเลง เมื่อตัวละครแสดงบทเดินทาง หรือเข้าออกจาก ของตัวละคร เพลงรัวใช้ประกอบการเปล่งกาย หรือแผลงฤทธิ์โดยนับพลัน ส่วนการร้อง เพลงราชนิเกริง ร้องได้ทุกอารมณ์และทุก บทบาท โดยนักแสดงจะให้สัญญาณมือแก่นักดนตรีด้วยการตั้งวงกลางด้วยมือข้างหนึ่ง นักดนตรีจึงจะบรรเลงดนตรีส่ง จากนั้นนักแสดง จึงร้องเพลงราชนิเกริง”

นับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจของคณะละครชาตรี รวมถึงคณะดนตรีวงปี่พาทย์ สนาธิลป์ รวมไปถึง เหล่าคณะละครชาตรีในตำบลบางปลาและ ชาวตำบลบางปลา ที่เห็นคุณค่าของมรดกทาง วัฒนธรรมที่ยังมีชีวิต แม้สังคมจะเปลี่ยนไป ชาวคณะละครชาตรีต่างมีความรักและเห็น คุณค่าในมรดกที่บรรพบุรุษมอบไว้ให้เป็น เครื่องมือเลี้ยงชีพ หรือเรียกภาษาชาวบ้านว่า



ซ้อมวงที่บ้าน



ทำมาหากิน ความเป็นละครได้เข้ามาอยู่ในสายเลือดเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตและ ไม่คิดที่จะทอดทิ้งในมรดกทางวัฒนธรรมนี้ ในเมื่อยังมีผู้ชมต้องการมหรสพ ประเภทนี้อยู่ อาชีพละครชาตรีก็อยู่ได้และเชื่อว่าต่อไปในอนาคตละครชาตรีบางปลา ก็ยังคงอยู่ได้เพราะมีผู้สืบทอด

จึงเห็นว่าละครชาตรีเป็นอาชีพหนึ่งที่สามารถยึดเป็นอาชีพได้ ทั้งเป็นอาชีพหลักและ อาชีพเสริม ซึ่งมีความตั้งใจจะรักษาสืบทอดการแสดงละครชาตรีของตำบลบางปลา ต่อไป ทั้งนี้ไม่ใช่เพียงเพื่อเป็นอาชีพของชาวคณะละครเท่านั้นแต่ยังมีบทบาท ต่อชุมชนและสังคม ถือได้ว่าละครชาตรีเป็นศิลปะการแสดงอย่างหนึ่งของจังหวัด สมุทรปราการ และยังมีเพียงแห่งเดียวที่ตำบลบางปลาเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง : ปริญญาณิพนธ์ เรื่องการศึกษาละครชาตรี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดย สุภาศิริ สิงห์กระโจม เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ : มิถุนายน 2555





# กรอบความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ

ปัจจุบัน เรื่องความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ (Corporate Social Responsibility: CSR) ได้ถูกหยิบยกขึ้นเป็นวาระการดำเนินงาน ที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า การดำเนินธุรกิจ ซึ่งมีเป้าหมายในการมุ่งแสวงหากำไรและความมั่งคั่งให้แก่ผู้ถือหุ้น หรือเจ้าของกิจการ ซึ่งการริเริ่มดำเนินความรับผิดชอบต่อสังคมให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลนั้น สิ่งสำคัญพื้นฐานที่ต้องสร้างให้เกิดขึ้นก่อน คือ ความรู้ ความเข้าใจเรื่อง CSR ที่ถูกต้องตรงกัน โดยเฉพาะเรื่องขอบเขตของ CSR ที่มักเข้าใจ ไปคนละทิศละทาง



กิจการหลายแห่งยังเห็นว่า CSR คือ เรื่องที่ธุรกิจทำประโยชน์ให้สังคม ในรูปของกิจกรรมเพื่อสังคม (CSR-after-process) โดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ซึ่งความจริงแล้วความรับผิดชอบต่อกระบวนการ (CSR-in-process) หรืองานในทางธุรกิจนั้น มีความสำคัญ ยิ่งกว่ากิจกรรมเพื่อสังคม ซึ่งมักเป็น Event เสียส่วนใหญ่ ความรับผิดชอบต่อกระบวนการนี้ เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้เสียทั้ง ลูกค้า คู่ค้า ชุมชนสิ่งแวดล้อม ในสายอุปทาน (กิจการถึงต้นน้ำ) และสายคุณค่า (ต้นน้ำ ยันปลายน้ำ) ไม่เพียงแต่สังคมและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอกอย่างเดียว หลักคิดในกรณีดังกล่าว คือ **“อย่าพยายามทำ CSR ให้เป็นงาน แต่เน้นทำงานให้มี CSR”** นักบริหารในฐานะผู้นำองค์กร ควรต้องให้ความสำคัญกับการดำรงบทบาทการเป็นผู้นำกระบวนการ (Process Leadership) ที่มีความต่อเนื่อง เป็นกิจจะลักษณะมากกว่าบทบาทการเป็นผู้นำกิจกรรม (Event Leadership) ที่จัดเป็นครั้งๆ ตามโอกาสในเชิงสัญลักษณ์ ซึ่งการที่กิจการมีเป้าหมายที่ถูกต้องในเรื่อง CSR เปรียบเสมือนมีเข็มทิศช่วยในการดำเนินธุรกิจ มิให้ต้องประสบกับปัญหาและอุปสรรค จากการทำหน้าที่ขาดความรับผิดชอบต่อสังคมตั้งแต่ต้นทาง

ด้วยเหตุนี้ สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และสถาบันธุรกิจเพื่อสังคม (Corporate Social Responsibility Institute: CSRI) จึงเห็นพ้องในการเตรียมความพร้อมให้แก่บริษัทจดทะเบียนและองค์กรธุรกิจทั่วไป ในการพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนดังกล่าว เพื่อสร้างรากฐานที่มั่นคงแข็งแรง ด้านความรับผิดชอบต่อสังคมให้แก่สังคมไทย ด้วยการจัดทำและเผยแพร่ คู่มือด้านความรับผิดชอบต่อสังคม โดยหวังว่าแนวทาง

ความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ ฉบับดังกล่าวจะเป็นเอกสารตั้งต้นสำหรับ บริษัทจดทะเบียนและองค์กรธุรกิจทั่วไปในการศึกษาทำความเข้าใจถึงแนวทางและวิธีการดำเนินการ ความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อให้สามารถผนวกเอาเรื่อง CSR ไว้ในวาระการดำเนินงานของกิจการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างผลได้สูงสุดในความทุ่มเทของกิจการ จากการดำเนินความรับผิดชอบต่อสังคมที่นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากวัตถุประสงค์ของสำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และสถาบันธุรกิจเพื่อสังคมในการสร้างรากฐานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมให้กับกิจการ คอลัมน์ “กสิไทยกับสังคม” ขอสื่อสารองค์ความรู้ดังกล่าวให้แก่ผู้อ่านเพื่อเป็นอีกสื่อกลางหนึ่งในการสร้างรากฐานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมต่อไป

## ความรับผิดชอบต่อสังคม คือ อะไร?

ความรับผิดชอบต่อสังคมของธุรกิจ (Corporate Social Responsibility หรือ CSR) และการปฏิบัติตามแนวทางความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ ในเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และสถาบันธุรกิจเพื่อสังคมในการสร้างรากฐานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมให้กับกิจการ ได้มีการนำหลักการ (Principles) นโยบาย (Policies) แนวปฏิบัติ (Practices) แนวทาง (Guidelines) ของกิจการต่างๆ ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล รวมถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พร้อมทั้งหลักธรรมของศาสนา มาแสดงให้เห็นความสำคัญและวิธีการประยุกต์ใช้ เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการกำหนดกลยุทธ์ที่จำเป็นในทุกกระบวนการของการประกอบกิจการ ทั้งภาคธุรกิจหรือกิจการที่มีใช้ภาคธุรกิจ ให้มีความรับผิดชอบต่อสังคมได้ชัดเจนและละเอียดมากขึ้น ทำให้เป็นประโยชน์ทั้งต่อกิจการโดยตรงและต่อสังคมผ่านกิจกรรมที่จัดทำขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด และนำไปสู่การอยู่ร่วมกันอย่างเป็นสุขควบคู่กับการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Creation) ให้แก่กิจการไปพร้อมกับผู้ที่มีส่วนได้เสียทุกภาคส่วน สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งในที่สุดย่อมเป็นผลดีต่อความเจริญเติบโตของกิจการและประเทศชาติ ที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง ความรับผิดชอบต่อสังคมของธุรกิจหรือกิจการที่มีใช้ภาคธุรกิจเป็นแนวคิดที่กำลังกลายเป็นกระแสไปทั่วโลก จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่เราต้องทำความเข้าใจรูปแบบประโยชน์และขั้นตอนการประยุกต์ใช้อย่างแท้จริง เพื่อไม่ให้เป็นเพียงกระแสยอดฮิตทางธุรกิจที่เกิดขึ้นแล้วดับไปอย่างรวดเร็ว หรือที่ทั่วไปอาจเข้าใจว่าเป็นเพียงการสร้างภาพชนิดหนึ่ง หรือมาตรฐานอุตสาหกรรมอีกอย่างหนึ่งเท่านั้น

## ความหมายของความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ

ความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการ หมายถึง การประกอบกิจการ ด้วยความดูแลใส่ใจต่อผู้มีส่วนได้เสีย เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม อย่างมีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณ ตลอดจนมีธรรมาภิบาลเป็นเครื่องกำกับให้การ



ดำเนินกิจกรรมต่างๆ เป็นไปด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใสและยุติธรรม มีความตระหนักถึงผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยพร้อมจะแก้ไขเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว กับการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาบูรณาการให้เกิดการดำเนินกิจการเป็นการสร้างความสำเร็จและประโยชน์สุข อีกทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทุกเวทีการค้า ซึ่งจะเป็นผลดีต่อความยั่งยืนของกิจการ ผู้มีส่วนได้เสีย เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง สำหรับผู้มีส่วนได้เสียของกิจการ ซึ่งไม่ใช่แค่เจ้าของกิจการและผู้ถือหุ้นเท่านั้น คำว่ามีส่วนได้เสียนี้รวมถึงพนักงาน ชุมชน สังคมบริเวณที่กิจการตั้งอยู่ รัฐบาล ลูกค้า หรือใครก็ตามที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจการและมีโอกาสสร้างผลกระทบต่อกิจการ หรือได้รับผลกระทบจากกิจการ ดังนั้นควรทำความเข้าใจกิจการของเราใครบ้างเป็นผู้มีส่วนได้เสีย ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ จึงจะสามารถดำเนินกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคมได้ถูกทิศทางและเกิดประสิทธิภาพ การแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม ไม่ใช่การทำกิจการให้ถูกกฎหมายหรือถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการลงทุนในมนุษย์ผู้มีส่วนได้เสียของกิจการ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดนำไปสู่ความอยู่รอดโดยรวมและรายได้ที่มั่นคงนั่นเอง ดังนั้นวิธมองความรับผิดชอบต่อสังคมจึงคล้ายกับการมองการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนา ซึ่งไม่สามารถลงทุนอย่างไร้ทิศทางได้และยังต้องใช้เวลาพอสมควรก่อนที่จะผลิดอกออกผลได้เป็นการลงทุนระยะกลางถึงยาว

- CSR ไม่ใช่เป็นเพียงกิจกรรมเพื่อสังคมที่ทำแล้วก็จบไป ไม่ได้มีผลที่ยั่งยืน ทั้งต่อสังคมและกิจการ
- CSR ไม่ใช่เป็นเพียงกิจกรรมประชาสัมพันธ์ทางการตลาด หรือการประชาสัมพันธ์ ว่ากิจการได้ดำเนินกิจกรรมเพื่อสังคมอะไรบ้าง
- CSR ไม่ใช่เป็นเพียงการสร้างภาพของกิจการที่บริจาคช่วยสังคม สิ่งแวดล้อม แล้วปิดท้ายด้วยการถ่ายภาพพร้อมกับผู้บริหาร
- CSR ไม่ใช่การลงทุนระยะสั้นๆ ไม่ใช่กิจกรรมนอกการดำเนินงานของกิจการ (Out-of-Business Process)
- CSR ไม่ใช่รายจ่ายของกิจการแต่อย่างใด แต่เป็นการลงทุน ที่นำไปสู่ ผลประกอบการที่เพิ่มขึ้นอย่างมั่นคงได้



### ความเป็นมาของความสำเร็จของกระแสนธุรกิจไทย

ประเทศไทยมีการรณรงค์ส่งเสริมให้กิจการทั้งภาคธุรกิจ (โดยเฉพาะบริษัทมหาชนที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย) และกิจการที่มีใช้ภาคธุรกิจ ให้ประกอบกิจการด้วยความรับผิดชอบต่อสังคมตามทิศทางสากลอย่างมีคุณธรรม เพื่อสร้างคุณค่าและประโยชน์สุขแก่กิจการ ผู้มีส่วนได้เสีย สังคม สิ่งแวดล้อมและประเทศชาติอย่างแท้จริง

นอกจากการประยุกต์ใช้แนวคิดความรับผิดชอบต่อสังคมตามแนวสากลที่มีแล้วผู้ประกอบการควรบูรณาการองค์ความรู้และภูมิปัญญาไทย อาทิ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง หลักธรรมของศาสนาตามความเชื่อถือคุณลักษณะของคนไทยตลอดจนวัฒนธรรมประเพณีและภูมิปัญญาท้องถิ่นอื่นๆ ประกอบด้วย เพื่อให้การดำเนินกิจการมีความเป็นอัตลักษณ์พิเศษเฉพาะของคนไทย คือ การปลูกฝังพนักงานให้มีสำนึกของจิตอาสาและจิตสาธารณะผ่านทางปรัชญา ค่านิยม และวัฒนธรรมของกิจการ

สิ่งเหล่านี้จะทำให้การดำเนินกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคมกลายเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานและชีวิตประจำวันที่ปฏิบัติจนเป็นนิสัยที่ดั่งงาม เปรียบเสมือนเป็นดีเอ็นเอของพนักงานและกิจการ ที่ส่งผลให้ความรับผิดชอบต่อสังคมย้อนกลับมาเป็นประโยชน์ต่อตนเอง ผู้มีส่วนได้เสีย สังคมและสิ่งแวดล้อมสูงสุด การดำเนินกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคมตามวิถีไทย นอกจากจะสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพของสังคมไทยแล้ว ยังจะช่วยปลูกจิตสำนึกของมนุษย์ตั้งแต่ฐานราก อันจะเป็นผลดีต่อความยั่งยืนของประชาชน กิจการ สังคม สิ่งแวดล้อมและประเทศชาติโดยรวม การประกอบกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม สามารถนำแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร เรื่อง

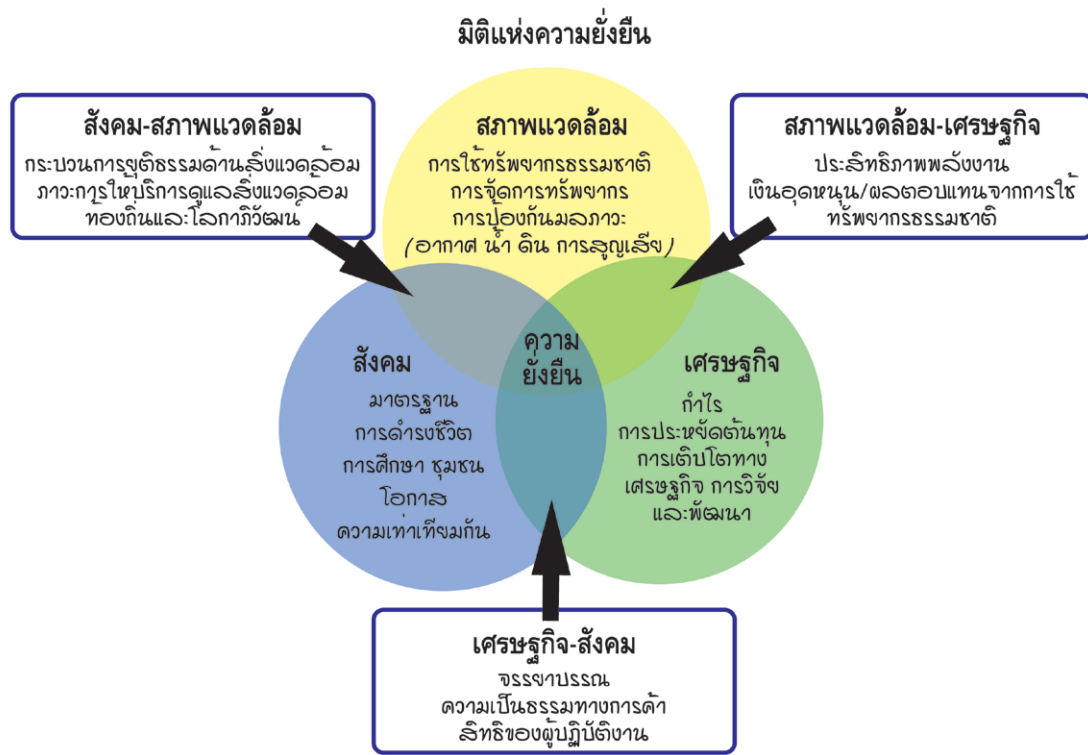
“ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” มาประยุกต์ใช้อย่างเข้าใจและเข้าถึงเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับกิจการมากขึ้นเพราะปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงจะทำให้กิจการเจริญเติบโตอย่างสมดุล มั่นคง ยั่งยืน กล่าวคือ มีความพอประมาณ มีเหตุผล มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงจากภายนอกและภายในทั้ง 4 ด้าน คือ เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรม ส่งผลให้กิจการและพนักงานสามารถพึ่งพาตนเอง เป็นที่พึ่งให้แก่ผู้อื่น โดยมีการอยู่ร่วมกันอย่างมีคุณธรรมและจริยธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต อดทน ขยันหมั่นเพียร รวมถึงใช้ความรู้อย่างรอบคอบ มีสติปัญญาและแบ่งปัน



จากแผนผัง “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” การดำเนินกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม ที่ประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงจะคำนึงถึงทางสายกลางตั้งอยู่บนพื้นฐานของการไม่เบียดเบียน ไม่แสวงหาผลกำไรจนเกินระดับความยั่งยืน ไม่เอาไรด์เอาเปรียบหรือใช้ผลประโยชน์จากสังคมอย่างไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมอันดี นอกจากนั้นยังส่งเสริมให้ใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณค่าและคุณภาพ ทำให้เป็นผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของชาติ ให้มีความสมดุล มั่นคงและยั่งยืน

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง





### ความสำคัญและประโยชน์จากความรับผิดชอบต่อสังคม

ความสำคัญ การดำเนินกิจการให้ยั่งยืน ไม่เพียงแต่หมายถึงการจัดหาผลิตภัณฑ์หรือบริการที่สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและดำเนินงานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสียเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่รวมถึงการรับผิดชอบต่อสังคมในทุกๆ ส่วนทั้งภายในและภายนอกกิจการด้วย ดังนั้นกิจการต้องให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกัน

### ประโยชน์ต่อกิจการ

1. เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและการสร้างผลกำไรที่ดีที่สุด
2. ปรับปรุงความสัมพันธ์และสร้างมุมมองใหม่ๆ กับผู้มีส่วนได้เสีย รวมถึงติดต่อสื่อสารกับผู้มีส่วนได้เสียที่แตกต่างกันได้ดีขึ้น
3. สร้างภาพลักษณ์และชื่อเสียงที่ดี รวมทั้งส่งเสริมให้ได้รับความไว้วางใจจากสาธารณชนเพิ่มขึ้น
4. ปรับปรุงการบริหารความเสี่ยง เพื่อสร้างความน่าสนใจในการลงทุนมากขึ้น
5. ปรับปรุงความน่าเชื่อถือและความเป็นธรรมของธุรกรรมต่างๆ ผ่านการมีส่วนร่วมทางการเมืองอย่างรับผิดชอบ มีการแข่งขันอย่างเป็นธรรมและปฏิเสธการคอร์รัปชัน
6. ส่งเสริมให้เกิดการตัดสินใจเกี่ยวกับความคาดหวังของสังคม บนพื้นฐานของความเข้าใจที่ดีขึ้น

7. เพิ่มโอกาสแก้ไขและลดความเสี่ยงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่อสังคม และความเสี่ยงอื่นๆ
8. สร้างสรรค์ให้เกิดนวัตกรรมทั้งภายในและนอกกิจการ ก่อให้เกิดความเจริญเติบโตควบคู่กับผลกำไรสูงขึ้น
9. ช่วยสร้างความประหยัดแก่ระบบการผลิต เนื่องจากการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพและปริมาณของเสียที่ลดลง
10. ใช้เป็นแนวทางป้องกันหรือลดความขัดแย้งเกี่ยวกับสินค้าหรือบริการที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้บริโภค
11. สร้างความภักดีการมีส่วนร่วมและขวัญกำลังใจ รวมถึงความปลอดภัยและสุขอนามัยที่ดีให้กับพนักงานและผู้มีส่วนได้เสีย
12. ส่งผลในทางบวกต่อการสรรหา จูงใจ และรักษาพนักงานเป็นการเพิ่มขีดความสามารถด้านทรัพยากรบุคคล





## องค์ประกอบในการดำเนินงานด้านความรับผิดชอบต่อสังคม

การดำเนินงานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมประกอบด้วย 2 มิติสำคัญ ดังนี้

### มิติภายใน

#### 1. การจัดการทรัพยากรมนุษย์อย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม

กิจการต้องดึงดูดพนักงานที่มีความสามารถ จึงควรจัดการทรัพยากรมนุษย์อย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม เช่น

- ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรม หรือมีนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ เช่น การสนับสนุนช่วงต่อระหว่างโรงเรียนมาสู่พนักงาน การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใหม่ๆ
- ให้ข้อมูลที่โปร่งใสกับพนักงานทุกๆ ด้าน
- ให้ความสำคัญระหว่างงาน ชีวิตครอบครัว และการพักผ่อน
- ปฏิบัติอย่างเท่าเทียมด้านการคัดเลือกเข้าทำงาน รายได้และความก้าวหน้าทางการงาน
- ดูแลเอาใจใส่พนักงาน โดยเฉพาะผู้ที่ได้รับบาดเจ็บหรือเกิดปัญหาสุขภาพจากการงาน

#### 2. สุขภาวะและความปลอดภัยในการทำงาน

#### 3. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคมและการเมือง

#### 4. การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในกิจการ

#### 5. ธรรมาภิบาลและความโปร่งใสในการดำเนินกิจการ



### มิติภายนอก

#### 1. การจัดการกับคู่ค้าและหุ้นส่วนกิจการที่รับผิดชอบต่อสังคม

การเลือกคู่ค้าและหุ้นส่วนกิจการควรคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมของกิจการนั้นๆ ด้วย เพื่อขยายความรับผิดชอบต่อสังคมของตนไปสู่กิจการดังกล่าวให้ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่การผลิต

#### 2. การดูแลผู้บริโภค

กิจการต้องมีระบบดูแลและรับผิดชอบต่อผู้บริโภคในทุกๆ กระบวนการของสินค้าและบริการ ตั้งแต่การผลิตการจำหน่ายไปจนถึงการทิ้งให้ปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งเชิงคุณภาพ ราคาและจริยธรรม นอกจากนั้นยังสามารถผลิตและจำหน่ายสินค้าและบริการเฉพาะด้านให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค หรือแม้แต่ออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้ใช้ได้กับทุกกลุ่มรวมถึงผู้พิการที่เรียกว่า Design for all

#### 3 ความรับผิดชอบต่อชุมชนใกล้เคียง

การดำเนินงานของกิจการ ปกติจะให้ประโยชน์ต่อชุมชนอยู่แล้ว เช่น จ้างแรงงานชุมชน ซึ่งนำรายได้สู่ชุมชนและเพิ่มรายได้ภาษีของพื้นที่ ทำให้เกิดทุนสาธารณะที่สามารถนำมาสร้างประโยชน์เพิ่มแก่ชุมชนได้อีก นอกจากนั้นกิจการต้องพึ่งพาชุมชนในรูปแบบแรงงาน ความร่วมมือและอื่นๆ ดังนั้นควรช่วยเหลือด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของชุมชนผ่านการพัฒนา เพื่อนำไปสู่ความเข้มแข็งของชุมชนนั้นๆ ซึ่งผลตอบแทนที่จะได้รับคือภาพลักษณ์ที่ดีและความร่วมมือของชุมชนที่พร้อมจะช่วยเหลือกิจการ

**4. ความรับผิดชอบต่อสังคมโดยรวม** กิจการควรจัดให้มีกิจกรรมรูปแบบต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องและสนใจ และกิจกรรมเหล่านี้ควรวัดผลได้ ดังนั้นต้องวางแผนและหาพันธมิตรในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะนำมาสู่ภาพลักษณ์ที่ดีอันเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างความไว้วางใจและคุณค่าให้แก่กิจการในมุมมองของผู้บริโภคและผู้มีส่วนได้เสีย




## บทสรุป

การดำเนินกิจการอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม จึงเป็นเรื่องที่สามารถเริ่มต้นทำได้ง่าย ๆ จากการมีจิตสำนึกและคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อเป็นพื้นฐานแรกที่จะไม่ทำในสิ่งใด ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อในแง่ลบ หรือเป็นอันตรายต่อผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องทุก ๆ หน่วย ในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ในขณะที่เดียวกันก็ไม่กระทำการใดๆ ที่เป็นการขัดต่อกฎหมาย ระเบียบ เงื่อนไข และวัฒนธรรมท้องถิ่นที่มีอยู่

ลำดับต่อมา การดำเนินกิจการต้องเป็นไปอย่างมีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณ ตลอดจนมีธรรมาภิบาลเป็นเครื่องกำกับความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใสและยุติธรรม โดยสามารถประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นเครื่องมือเกื้อหนุนอีกชั้น

การดำเนินกิจการที่มุ่งหวังผลกำไร ควรต้องร่วมทางไปด้วยกันกับความรับผิดชอบต่อผลกระทบใดๆ ที่เกิดจากทุกๆ กระบวนการของทุกธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็ผลทางบวกหรือทางลบ ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ หรือกล่าวได้ว่า ทุกๆ กระบวนการทางธุรกิจต้องหลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกับความรับผิดชอบต่อสังคม (CSR in Process) เพื่อก้าวข้ามไปสู่ความยั่งยืนร่วมกัน ตลอดจนผู้มีส่วนได้เสียของทั้ง 3 มิติ ด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

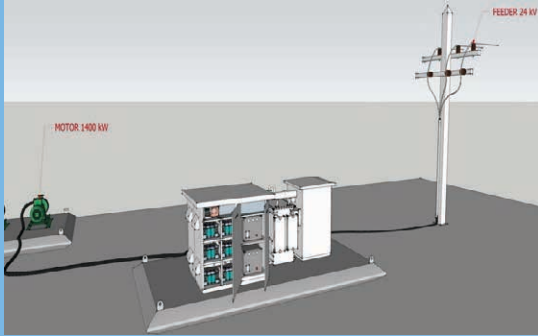
การประยุกต์ความรับผิดชอบต่อสังคมเข้ากับกิจการ ต้องครอบคลุมมิติภายใน ด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ร่วมกับการดูแล สุขภาวะและความปลอดภัยในการทำงาน พร้อมทั้งจะปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทาง เศรษฐกิจ สังคมและการเมือง รวมถึงจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม ภายใต้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับมิติภายนอก ต้องบริหารให้คู่ค้าและหุ้นส่วนกิจการให้มีความรับผิดชอบต่อสังคมไปด้วยกันให้มีการดูแลผู้บริโภค รับผิดชอบต่อชุมชนใกล้เคียงและสังคมโดยรวม โดยการให้กระบวนการเหล่านี้หลอมรวมอยู่ในกระบวนการดำเนินธุรกิจ เพื่อสร้างความเจริญเติบโตให้แก่กิจการอย่างสมดุล มั่นคงและยั่งยืน อันจะเป็นผลดีต่อผู้มีส่วนได้เสีย สังคม สิ่งแวดล้อม และประเทศชาติในที่สุด 





# นวัตกรรม

...เพื่อแก้ปัญหาแรงดันตกในขณะสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยวิธีลดแรงดันร่วมกับการชดเชยกำลังงานรีแอกทีฟ...



เนื่องจากเกิดกระแสสูงกว่ากระแสที่พิกัดทำงานปกติ ซึ่งจะสร้างปัญหาหลายประการให้กับระบบไฟฟ้า เช่น ทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานและเกิดแรงดันตกที่ขั้วขอมอเตอร์ และจุดต่อร่วมระบบไฟฟ้า จนสร้างผลกระทบต่อความปลอดภัยต่ออุปกรณ์อื่นในระบบไฟฟ้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมกระแสในขณะสตาร์ทมอเตอร์ไม่ให้สูงเกิน



ระบบสตาร์ทและควบคุมมอเตอร์ 1,400 Kw/6,600 V  
ใช้งานที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ เหมืองแม่เมาะ จ. ลำปาง

จุดเด่นของระบบสตาร์ทนี้ คือ การใช้หม้อแปลงพิกัดกำลังงานใกล้เคียงกับขนาดมอเตอร์ มีปัญหาแรงดันตกในระบบน้อยมาก เนื่องจากการสตาร์ทมีค่าน้อยกว่า 1.35 เท่าของพิกัดกระแสมอเตอร์  
สนใจติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่



บริษัท เพาเวอร์ควอลิตี้ ทีเอ็ม จำกัด  
5/35-36 ซ. สุขสวัสดิ์ 26 แขวงบางมด  
เขตจอมทอง กรุงเทพฯ 10150  
โทร. 0-2408-3547 แฟกซ์. 0-2408-3548  
email : info@pq-team.com



บริษัท ทิราไทย จำกัด (มหาชน)  
516/1 ม.4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ต.แพรกษา อ.เมือง  
จ.สมุทรปราการ 10280  
โทร. 0-2769-7699 แฟกซ์. 0-2709-3887  
email : marketing@tirathai.co.th



# The Evolution of Electricity