

การเปรียบเทียบสมบัติฉนวนของโฟมแกนลำต้นมันสำปะหลังกับโฟม EPS  
ชวาน พรณดวงเนตร และประสพโชค หอปรวิชากิจ

## การเปรียบเทียบสมบัติฉนวนของโฟมแกนลำต้นมันสำปะหลังกับโฟม EPS A comparison insulation properties of cassava core foam and EPS foam

ชวาน พรณดวงเนตร<sup>1</sup> และประสพโชค หอปรวิชากิจ<sup>2</sup>

SCHWAN PUNDOANGNETR<sup>1</sup> PRASOPCHOKE HOPRICHAKIT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Email address: Schwan.p@gmail.com<sup>1</sup>, Schwan\_P@rmutt.ac.th<sup>1</sup>, Prasopchoke\_h@rmutt.ac.th<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

ฉนวนกันความร้อนเป็นวัสดุสำคัญในการควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารจากสิ่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร โดยลักษณะทางกายภาพหนึ่งของฉนวนกันความร้อนโดยทั่วไปนั้นจะมีรูพรุนหรือช่องอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไปภายในเนื้อวัสดุ เช่น โฟมโพลียูรีเทน โฟมโพลีสไตรีน ซึ่งเป็นพลาสติกในรูปแบบหนึ่ง หรือ ฉนวนใยหิน, ใยแก้ว, ใยกระดาษ นอกจากกลุ่มพลาสติกแล้วยังมีวัสดุธรรมชาติหลายชนิดที่มีลักษณะทางกายภาพที่มีรูพรุน ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของโฟมในแกนกลางลำต้นมันสำปะหลัง แม้มีอัตราการดูดซึมน้ำสูงถึง 90% แต่วัสดุแห้งมีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นเฉลี่ย 8.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีสีขาว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน โดยมันสำปะหลังนั้นเป็นพืชที่ประเทศไทยมีผลผลิตอันดับสี่ของโลกและแกนลำต้นเป็นส่วนที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต จากการทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติในการต้านความร้อนของโฟมแกนกลางมันสำปะหลัง โฟมโพลีสไตรีน และช่องว่างอากาศพบว่าโฟมแกนกลางมันสำปะหลังมีผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมมากกว่าโฟมโพลีสไตรีน 0.25 % และน้อยกว่าช่องว่างอากาศ 0.67 % แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนน้อยกว่าโฟมโพลีสไตรีนเล็กน้อย และยังพบว่าภายในกล่องทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิคงที่เท่ากันในช่วงปลาย จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาใช้เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อนจากธรรมชาติที่สามารถแยกออกจากเลือกลำต้นมันสำปะหลังด้วยวิธีทางกายภาพที่ไม่ซับซ้อน ให้ง่ายต่อการถ่ายทอดและประยุกต์ใช้งานเศษวัสดุจากการเกษตรสู่ฉนวนธรรมชาติสำหรับงาน สถาปัตยกรรมและงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น เพื่อทดแทนการพลาสติก เป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

คำสำคัญ: ฉนวน, มันสำปะหลัง, วัสดุทางการเกษตร, อุณหภูมิชั่วโมงสะสม, เศษวัสดุ

### Abstract

Thermal insulation plays important role material for controlling the temperature especially from heat transfer to the building. Generally, the physical characteristics of thermal insulation are porosity or small air bubbles, and lightweight. For example, a polyurethane and expanded polystyrene (EPS) foam is a form of plastic whereas the other types of insulation are asbestos cellulose and fiberglass. A cassava core foam is natural insulation material, its average porous density of 8.5 Kilograms/m<sup>3</sup> with dry material, white colour and soft meanwhile water absorption is high at 90 percent. Therefore, the cassava core foam is possible alternative material to be thermal insulation. The result of experiment of heat resistance properties by comparison the cassava foam core and EPS foam found that the cassava core foam showed different accumulated degree hours more than EPS foam at 0.25 percent. Also, the cassava core foam showed 0.67 percent less than air gap. It indicated the lower insulation efficiency than EPS foam. Testing in the box found that both materials have the same constant temperature. Therefore, the cassava is possibly developed a natural insulation material by separated cassava core from the uncomplicated physical technique. It can be easily transferring a knowledge and applied to architecture and vernacular purposes based on agricultural scrap material. This contributes a natural biodegradable construction material for reducing plastics.

Keywords: insulation, cassava, agricultural material, accumulate degree-hours, scrap

## 1. บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อนในเขตอเมริกาใต้ ชื่อมันสำปะหลังเป็นคำที่มาจากคำว่าซำเปอทางชาวตะวันตก เนื่องด้วยคุณสมบัติที่ทนทานต่อสภาพอากาศความแห้งแล้งและศัตรูพืชในประเทศเขตร้อนและมีรากหรือหัวมันที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากจึงทำให้มันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารเช่นเดียวกันกับข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพดหรือสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติประมาณการว่ามีปริมาณมันสำปะหลังที่ถูกเก็บเกี่ยวทั่วโลกในปีพ.ศ. 2555 กว่า 280 ล้านตัน และมีผลผลิตเฉลี่ยทั่วโลกเพิ่มขึ้นเกือบ 1.8 เปอร์เซ็นต์ต่อปีในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นปัจจัยหนึ่งซึ่งเพิ่มความต้องการใช้มันสำปะหลังในการผลิตไบโอเอทานอลอีกด้วย(องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ)

ในประเทศไทยนั้นมียอดผลิตมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 4 ของโลก โดยพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยมีมากกว่าแปดแสนไร่ ในฤดูกาลเพาะปลูก2555/2556 มีผลผลิตประมาณกว่า 28 ล้านตัน ซึ่งพบพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั่วทุกภาคของประเทศไทยยกเว้นภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด คือ รองลงมา คือ ภาคกลางและภาคเหนือตามลำดับ (ข้อมูลจากมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลัง แห่งประเทศไทย) มียอดมันสำปะหลังประมาณ 150 พันธุ์ทั่วโลกโดยทั่วไปในประเทศไทยนิยมปลูก 3 กลุ่ม คือ กลุ่มพันธุ์ชนิดขม เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) สูง มีปริมาณแป้งสูงสำหรับใช้แปรรูปเป็นอาหารสัตว์ไม่สามารถบริโภคโดยตรงได้ เป็นพันธุ์ที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด กลุ่มพันธุ์หวานสามารถให้หัวเพื่อการบริโภคได้โดยตรง ไม่มีรสขม มีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่มและชนิดเนื้อเหนียวแน่น และกลุ่มพันธุ์ประดับ ใช้ปลูกสำหรับประดับหรือเรียกว่า มันต่าง

นอกจากการใช้ประโยชน์ด้านอาหารและพลังงานจากรากหรือหัวมันแล้วส่วนอื่น ๆ ของมันสำปะหลังยังสามารถใช้ใบสำหรับเป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ เมล็ดยังใช้สกัดน้ำมันสำหรับอุตสาหกรรมยาได้ ก้านและลำต้นใช้ทำเป็นท่อนพันธุ์ อาหารสัตว์ ทำวัสดุก่อสร้างชั่วคราวเช่นคอกสัตว์เลี้ยง โดยเกษตรกรจะตัดกิ่งบางส่วนสำหรับทำท่อนพันธุ์ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต หัวมันสำหรับการปลูกรอบต่อไปซึ่งมีกิ่งและลำต้นบางส่วนเหลือหลังจากการเก็บเกี่ยว

ลักษณะทางกายภาพของกิ่งและลำต้นของมันสำปะหลังนั้นจะมีแกนลำต้นมันสำปะหลังอยู่ภายในเปลือกลำต้น เนื้อแกนกลางแข็ง มีน้ำหนักเบา สามารถยุบตัวและคืนตัวได้ มีโพรงอากาศขนาดเล็กอยู่จำนวนมากซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน โดยมีลักษณะทางกายภาพคล้าย โฟมพอลิสไตรีน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากปิโตรเลียม การผสมพอลิสไตรีนร้อยละ 90-95 กับสารทำให้ขยายตัวจะขยายตัวขึ้น 30 – 50 เท่า ได้เป็นโฟม expanded Polystyrene (EPS) ในกระบวนการผลิตทำให้เกิดสารพิษหลายอย่าง เช่น เบนซีน สไตรีนมอนอเมอร์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ แม้จะเป็นวัสดุที่เบาสีขาวสะอาดใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ วัสดุกั้นกระแทก เป็นวัสดุก่อสร้างในการเป็นโครงขององค์ประกอบผนังในการก่อสร้าง ฉนวนกันความร้อน

แต่โฟมพอลิสไตรีนนั้นเป็นวัสดุย่อยสลายได้ยากเมื่อไหม้ไฟทำให้เกิดสารพิษ ทำให้มีการใช้วัสดุธรรมชาติอื่น ๆ ใช้ทดแทนโฟมพอลิสไตรีนเช่นการใช้ข้าวโพดคั่วสำหรับเป็นวัสดุกั้นกระแทกในการขนส่ง(packaging of the world) หรือการผลิต starch-based foams หรือโฟมจากแป้ง(มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลัง) โดยถูกผลิตขึ้นจากแป้งสำหรับทดแทนโฟมพอลิสไตรีนสามารถสร้างรูปทรงในโครงสร้างของเนื้อวัสดุโดยการใช้กระบวนการผลิต เนื่องจากใช้แป้งเป็นวัสดุในการผลิต แม้จะมีผลดีของคุณสมบัติในการย่อยสลายได้ แต่ก็มีคุณสมบัติด้อยกว่าโฟมจากพอลิสไตรีนในด้านการทนน้ำ จึงมีกระบวนการผลิตรูปแบบอื่นในการปรับปรุงสมบัติของโฟมแป้ง(สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย) เช่น ใช้แป้งเป็นสารเติมในพลาสติก การผลิตเทอร์โมพลาสติกสตาโรซ การใช้แป้งเป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการหมักในการผลิตโพลิแลกติก เอซิด (PLA) นอกจากนี้ณัฏฐพล (2555) พบว่าลักษณะทางกายภาพของโฟมแป้งมันสำปะหลังโดยการผสมโปรตีนชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีการสังเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีเซลล์ภายในและเซลล์ผิวของโฟมมีลักษณะพองตัว ทำให้แป้งมันสำปะหลังที่ผสมโปรตีน gluten เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า ผสมด้วยโปรตีน zein ในการะบวนการผลิตนั้นความชื้นและอุณหภูมินั้นแปรผันตรงกับหนาแน่นและการขยายตัวของโฟมที่จากการทดลองของ J.Y. Cha (2543) โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 140°C โฟมจากมันสำปะหลังยังคงมีความหนาแน่นมากกว่าโฟมพอลิสไตรีน

ด้วยลักษณะโดยธรรมชาติของแกนกลางกิ่งและลำต้นมันสำปะหลังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนซึ่งมีข้อดีคือการได้มาของวัสดุที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการทางเคมีหรือกระบวนการที่ซับซ้อน และเป็นเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรของพืชที่มีปริมาณการเพาะปลูกมากในประเทศไทย



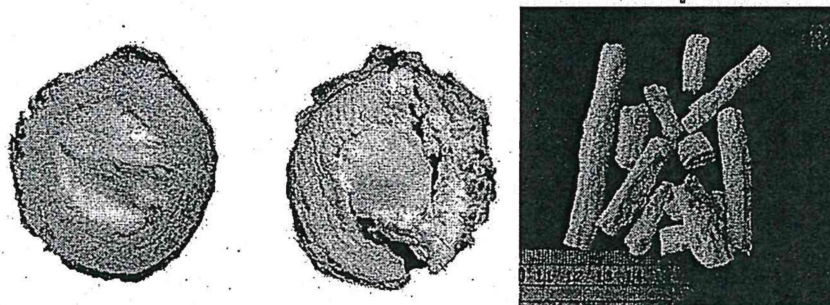
การเปรียบเทียบสมบัติฉนวนของโฟมแกนลำต้นมันสำปะหลังกับโฟม EPS

ชวาน พรณดวงเนตร และประสพโชค หอปรวิชากิจ

## 2. เนื้อความหลัก

### 2.1 ลักษณะทางกายภาพของแกนกลางกึ่งและลำต้นมันสำปะหลัง

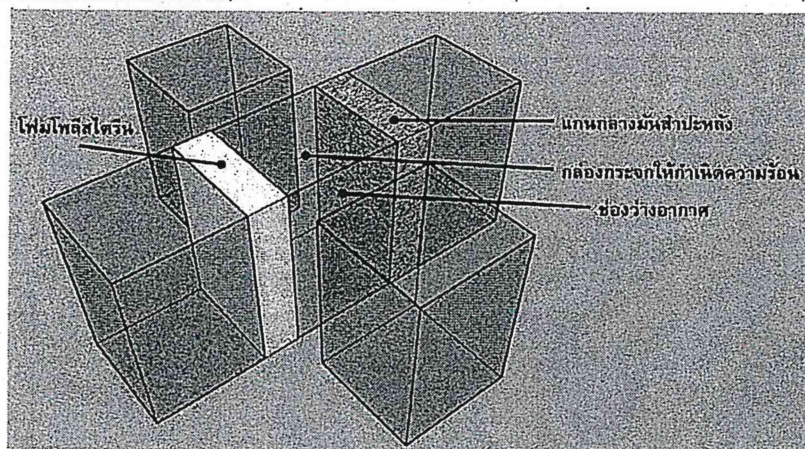
ลักษณะทางกายภาพของแกนกลางกึ่งและลำต้นมันสำปะหลังมีอ่อน น้ำหนักเบา ความหนาแน่นเฉลี่ย 8.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราการดูดซึม 90% ในขณะที่ยังเป็นกึ่งสดจะติดกับเปลือกหุ้มและมีความชื้นในเนื้อวัสดุ เมื่อแห้งสามารถแกะแยกจากเปลือกหุ้มได้ง่าย ขนาดแกนกลางลำต้นมันสำปะหลังแห้งที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 เซนติเมตร



รูปที่ 1 ภาพตัดลำต้นมันสำปะหลังแห้งที่มีแกนกลางที่มีเปลือกหุ้มและแกนกลางลำต้นมันสำปะหลัง

### 2.2 การทดลอง

การทดลองใช้การบันทึกอุณหภูมิภายในกล่องกระจกขนาด 12.5 x 1.25 สูง 20 เซนติเมตร ที่ถูกกั้นด้วยวัสดุทดสอบประกอบไปด้วยชั้นแกนกลางลำต้นมันสำปะหลังแห้งที่กรอกลงในช่องว่างที่มีความหนา 3.6 เซนติเมตร ทำความหนาของโฟมโพลีสไตรีน และช่องว่างอากาศที่มีช่องว่างขนาดเท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิชั่วโม่งสะสม โดยมีแหล่งกำเนิดความร้อนจากหลอดไส้ขนาด 3 วัตต์ที่กล่องกระจกตรงกลาง

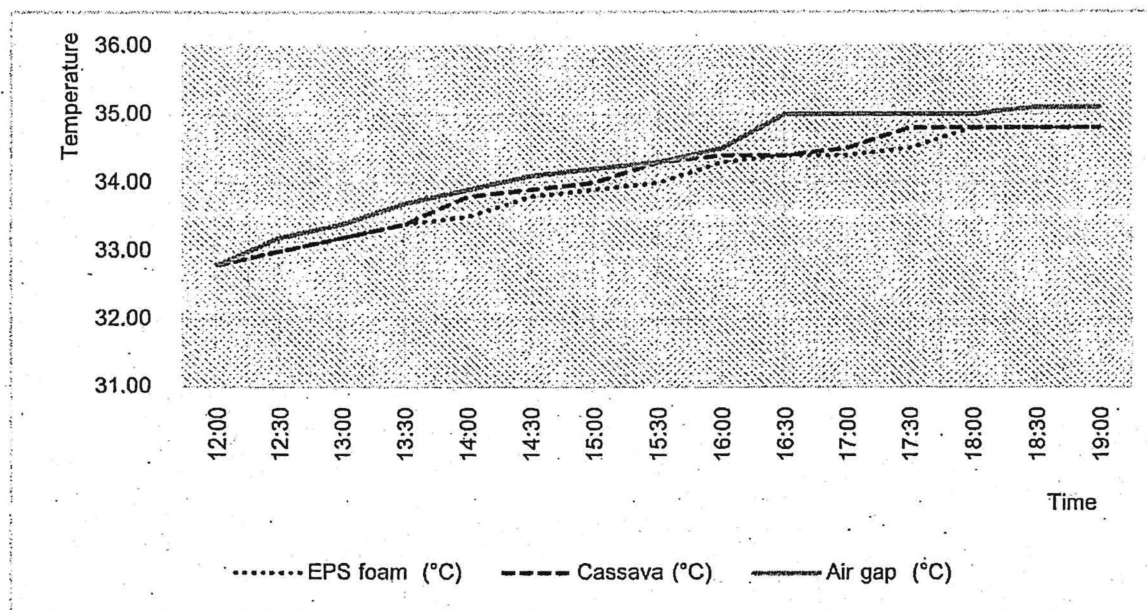


รูปที่ 2 การจัดวางกล่องกระจกและวัสดุทดสอบหาอุณหภูมิชั่วโม่งสะสม

## 3. ผลการศึกษา

จากผลบันทึกข้อมูลพบว่า โฟมโพลีสไตรีน แกนกลางมันสำปะหลัง ช่องว่างอากาศ มีอุณหภูมิชั่วโม่งสะสม 509.60 °C 510.90 °C และ 514.30 °C ตามลำดับ โดยในช่วงกลางของการทดสอบ อุณหภูมิในกล่องที่กั้นด้วยโฟมโพลีสไตรีนมีอุณหภูมิต่ำกว่า กล่องที่กั้นด้วยแกนกลางมันสำปะหลัง แต่ในช่วงท้ายของการทดลองอุณหภูมิทั้งสองเริ่มคงที่เท่ากันที่ 38.4 °C





รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิของกล่องทดลองโฟมโพลีสไตรีน แกนกลางมันสำปะหลัง ช่องว่างอากาศ

#### 4. การอภิปรายและวิเคราะห์ผลการศึกษา

หากพิจารณาผลต่างอุณหภูมิชั่วโมเมนต์ เป็นเปอร์เซ็นต์พบว่าแกนกลางมันสำปะหลังมีอุณหภูมิชั่วโมเมนต์มากกว่าโฟมโพลีสไตรีน 0.23 % และน้อยกว่าช่องว่างอากาศ 0.61 % แสดงให้เห็นว่าแกนกลางมันสำปะหลังมีประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนน้อยกว่าโฟมโพลีสไตรีนเล็กน้อย และดีกว่าช่องว่างอากาศ ดังนั้นแกนกลางมันสำปะหลังจึงเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการนำไปใช้เป็นฉนวนกันความร้อนได้ โดยสามารถนำมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปที่ซับซ้อน ทำให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้งานและการถ่ายทอดเทคโนโลยี แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเป็นวัสดุอินทรีย์อาจทำให้มีเงื่อนไขในการย่อยสลายได้ง่ายจึงควรศึกษาคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การดูดซับน้ำ ลักษณะการย่อยสลาย การลามไฟ การดูดซับแรงกระแทกในกรณีที่จะประยุกต์ใช้ในงานรูปแบบอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกับโฟมโพลีสไตรีน นอกจากนี้การพัฒนาวิธีการขึ้นรูปให้เป็นก้อนหรือแผ่นเพื่อประยุกต์ใช้งานรูปแบบต่าง ๆ จะทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้ในกระบวนการก่อสร้างต่อไปได้อีก

#### 5. บทสรุป

จากลักษณะทางกายภาพของที่มีรูปทรงตามลักษณะของวัสดุฉนวนกันความร้อนประกอบกับจากการทดลองเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าวัสดุแกนกลางมันสำปะหลังมีคุณสมบัติในการนำไปพัฒนาเป็นฉนวนกันความร้อนจากธรรมชาติทำให้มีมูลค่าด้านการรักษาสีและลดมลพิษเพิ่มขึ้น อีกทั้งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่มีปริมาณมากในประเทศ หากมีการพัฒนาวิธีการใช้งานอาจขยายไปสู่ประเทศเขตร้อนอื่น ๆ ที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังได้อีกด้วย

#### 6. รายการอ้างอิง

- ณัฏฐพล ไช้แสงศรี. (2555). ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมโปรตีนจากพืช. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า กอนเทคเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
- J.Y. Cha. (2001). Physical properties of starch-based foams as affected by extrusion temperature and moisture content. Industrial Crops and Products, Volume 14, Issue 1
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลัง. (2557).ประโยชน์ของมันสำปะหลัง. สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://www.tapiocathai.org/E1.html>
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลัง. (2557).พื้นที่ปลูก มันสำปะหลังและผลผลิต 7 โชน. สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://www.tapiocathai.org/L2.1.html> 17 กุมภาพันธ์ 2557
- สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย. แป้งกลายเป็นพลาสติกได้อย่างไร ? สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2557, จาก [http://www.thaitapiocastarch.org/article26\\_th.asp](http://www.thaitapiocastarch.org/article26_th.asp)





THAMMASAT  
DESIGN SCHOOL

# BERAC 2020

11<sup>th</sup> Built Environment  
Research Associates  
Conference

Uncertain  
Futures:  
Envisioning  
Resilient  
Environments





THAMMASAT  
DESIGN SCHOOL

## คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ขอรับรองว่าผลงานวิจัย / วิชาการ

เรื่อง

การเปรียบเทียบปริมาณของไฟฟ้าแกนลำต้นไม้หลักกับโคม EPS

โดย

ชวาน พรหมดวงเนตร และประสพโชค หอปรวิภากิจ

ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้เสนอในโครงประชุมวิชาการ

11<sup>th</sup> Built Environment Research Associates Conference, BERAC2020  
Virtual Conference

วันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2563

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาสาฬห์ สุวรรณฤทธิ์  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์