

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อิฐมอญหรืออิฐสามัญ เป็นวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันแพร่หลายมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อิฐมอญทำจาก ดินเหนียว น้ำ และวัสดุที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำ อาทิ ขี้เถ้าแกลบ ทราย ผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แบบพิมพ์อัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นจึงนำไปเผาจนสุก อิฐมอญเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.)รองรับ โดยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไปต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว แต่อาจจะบิ่นได้เล็กน้อย มีความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ความยาว และความหนาไม่เกิน 5 มิลลิเมตร มีความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 7 MPa และการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 25[1]

ผลจากการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตอิฐสามัญจาก วิชาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตอิฐมอญบ้านสันบุญเรือง ในรอบการผลิต 1 เตา จำนวน 40,000 ก้อน ใช้เวลาในการผลิตจำนวน 15 วัน พบว่ามีปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญจากกระบวนการผลิต ตั้งแต่การขึ้นรูป การตากแห้ง และการเผา ดังตาราง 1.1

ตาราง 1:1 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิตอิฐสามัญ

กระบวนการผลิต	จำนวนที่ผลิต (ก้อน)	ปริมาณของเสียหาย (ก้อน)	เปอร์เซ็นต์ของเสียหาย (%)
การขึ้นรูปอิฐสามัญ	40,000	-	-
การตากแห้ง	40,000	473	1.2
อิฐสามัญหลังการเผา	39,527	4,020	10.2
รวมทั้งสิ้น	40,000	4,493	11.2

ปัญหาที่พบในแต่ละกระบวนการตั้งแต่การขึ้นรูป การอบแห้งและการเผาอิฐสามัญ โดยปริมาณของความเสียหายเมื่ออบแห้งโดยวิธีผึ่งลมตามธรรมชาติ ใช้เวลา 1 สัปดาห์ จะพบปัญหาอิฐสามัญมีความโค้งงอและเกิดรอยร้าวเล็ก ๆ ได้ทำการคัดออกเป็นจำนวน 1.2 % และเมื่อเข้าสู่กระบวนการเผา หลังจากเผาแล้ว จะพบปัญหาดังนี้ อิฐเกิดการระเบิด เกิดการแตกหัก และเกิดการ

รอยร้าวจำนวน 10.2% เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตอิฐสามัญ มีเปอร์เซ็นต์ของอิฐที่เกิดความเสียหายรวมทั้งสิ้น 11.2% โดยคำหับที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาต่อการจำหน่ายอิฐสามัญเป็นอย่างยิ่ง[2]

การอบแห้งอิฐสามัญมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการผลิต ซึ่งการอบแห้งเป็นการเคลื่อนตัวของน้ำในผลิตภัณฑ์ สามารถเกิดขึ้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์จากการระเหย (Evaporation) น้ำที่อยู่ในภายในของผลิตภัณฑ์ต้องเคลื่อนตัวมาที่พื้นผิวจากการซึมผ่าน หรือเคลื่อนผ่านรูพรุนที่เชื่อมโยงกัน กระบวนการทั้งสองคือการระเหยและการซึมผ่านไปสู่พื้นผิว โดยการเร่งความเร็วด้วยการให้ความร้อน ยิ่งกว่านี้ อัตราการระเหยของน้ำจากพื้นผิวจะถูกเร่งจากความชื้นต่ำที่โอบล้อมและการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของอากาศที่สัมผัสกับพื้นผิว[3] การอบแห้งเริ่มจากขณะที่อิฐเปียกภายใต้สถานะคงที่ (อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์และความร้อนของลมร้อน) การระเหยของน้ำประกอบด้วยอุณหภูมิที่สูง การไหลของลมร้อนและอากาศไหลผ่านผิวของชิ้นงาน ความเร็วลมแบบปั่นป่วน[4]

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระบบอบแห้ง สำหรับอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้พื้นเป็นเชื้อเพลิง และติดตามผลของอัตราการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมการหดตัวของอิฐสามัญ ออกแบบและสร้างห้องอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อนจากพื้น เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ เป็นพื้นฐานและแนวทาง ในการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมการผลิตอิฐสามัญ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการผลิต

1.2 สรุปสาระสำคัญของเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 การอบแห้งวัสดุเซรามิก

Prapun และ Shigetaka [5] ศึกษาความไวต่อการอบแห้งของดินแดงจากจังหวัดราชบุรี (ประเทศไทย) แสดงผลจาก Drying Sensitivity Index - Bigot (DSI-B) วัดด้วยวิธีการนำเนื้อดินปั้นผสมน้ำทำเป็นชิ้นตัวอย่างขนาด $120 \times 20 \times 5$ มิลลิเมตร จากนั้นวัดค่าความชื้นด้วยวิธี Pfefferkorn นำไปเรียงใส่แผ่นกระดาษ ทำเครื่องหมายยาว 10 เซนติเมตร อบแห้งที่ 48 ชั่วโมงในอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง เมื่ออบแห้งแล้ววัดความยาวชื้นตัวอย่างเพื่อหาค่าการหดตัวเมื่อแห้ง โดยจะแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวเมื่อแห้งและปริมาณความชื้น ส่วนการทดลองด้วยวิธี Drying Sensitivity Index - Ratzenberger (DSI-R) เตรียมเนื้อดินปั้นเหมือนกันกับวิธี DSI-B จากนั้นนำเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นแท่งขนาด 150×25 มิลลิเมตร เคลือบผิวด้วยพอลิยูรีเทน อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เมื่ออบแล้วให้ผ้าเป็น 2 ชั้นให้มีมีความหนา 2 มิลลิเมตร อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าความชื้นภายในและภายนอกของชิ้นตัวอย่างเพื่อหาความชื้นที่แตกต่างกัน โดยจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่แตกต่างกันและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งส่วนผสมดิน

11 ตัวอย่างที่มีจำนวนตัวเต็มแตกต่างกัน (ทราย , ดินเชื้อ และหินผุ) ผลที่แสดงค่าความไวต่อการอบแห้งของดินที่ผสมที่เกิดขึ้นในสองวิธีเพิ่มและลดจำนวนของตัวเต็ม DSI-B และ DSI-R มีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ดีและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.92 . ดังนั้น การปรับปรุงสมบัติการอบแห้งของเนื้อดินจากการเติมของตัวเต็มที่ไม่มีความเหนียวสามารถบอกผลของสหสัมพันธ์ จากการทดลองนี้สามารถเลือกใช้ได้ทั้งวิธี DSI-B และ DSI-R

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงผลของความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวและปริมาณความชื้น ผลของความสัมพันธ์ของเวลาและความชื้นที่แตกต่างกันของเนื้อดิน โดยการเติมวัตถุคิที่ที่ไม่มีความเหนียวลงไป (ทราย, ดินเชื้อ, หินผุ)

Saber และ Fe'thi [6] ทดลองและตรวจสอบการอบแห้งของวัสดุคิน 3 รูปแบบของสิ่งเจือปนในดินในการศึกษาภายใต้การทดลองที่แตกต่างกัน สภาวะการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิจึงและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในการอบแห้ง ใช้อุณหภูมิในการอบ 40 – 60 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30% , 40% , 60% และความเร็วมวล 2 เมตรต่อวินาที จะได้เส้นโค้งการอบแห้งที่เกิดสัมประสิทธิ์การแผ่กระจาย และปริมาณความชื้น ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของความชื้นและสัมประสิทธิ์การแผ่กระจาย ในขีดจำกัดของปริมาณความชื้น การประเมินผลการแพร่ความชื้นจากการอบแห้งจะแสดงให้เห็นถึงสมบัติการส่งผ่านน้ำหนักรองน้ำในวัสดุ การแพร่ของของเหลว , การแพร่ของไอน้ำ , กลไกการส่งผ่านมวล , การแพร่ที่ขึ้นอยู่กัค่าความชื้นและสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิรอบข้าง

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในเนื้อดิน ขณะทำการอบแห้งเมื่อมีความชื้นและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จะแสดงให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์ของการแพร่โดยแสดงผลมาจากเส้นโค้งจากการอบแห้งนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การแผ่กระจายของน้ำ

Aleksandra และคณะ [7] ศึกษาพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งแบบพาความร้อนของดินแผ่นในอุตสาหกรรมการผลิตกระเบื้องมุงหลังคา ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และสามารถคำนวณสมบัติการส่งผ่าน ผลของสัมประสิทธิ์การแพร่ , สัมประสิทธิ์การส่งผ่านมวลและความร้อน , การเป็นฉนวนความร้อน , การอบแห้งที่คงที่ , แบบจำลองอธิบายตัวแปรในสภาวะการอบแห้ง สิ่งสำคัญในสมบัติการส่งผ่าน มีสหสัมพันธ์กับสภาวะการอบแห้ง อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศและปริมาณความชื้นที่แท้จริงของวัสดุต่อพลังงานในการอบแห้ง สมบัติการส่งผ่านมวลและความร้อนและแบบจำลองตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ เมื่ออุณหภูมิมีการเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของสัมประสิทธิ์ทั้งหมด นอกจากนี้แบบจำลองตัวแปรไม่ขึ้นอยู่กัอุณหภูมิ ค่าคงที่จากแบบจำลอง อัตราการอบแห้งที่สูงทำให้ค่าปริมาณความชื้นที่แท้จริงต่ำ และจะส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงการพาความร้อน เมื่อใช้แบบจำลองการส่งผ่านมวลและความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคา ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองจะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่ออุณหภูมิและปริมาณความชื้นที่แท้จริงในสภาวะการอบแห้ง

Shun-Lung Su . [8] ศึกษาการส่งผ่านความชื้นและความเค้นภายในการอบแห้งอิฐ การส่งผ่านความร้อนและมวลของเฟสทั้งหมดและแรงเค้นภายใน โครงสร้างเนื้อเซรามิกที่เกิดขึ้นในช่วงอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นในกระบวนการอบแห้ง ความสัมพันธ์ของของเหลวและไอน้ำของอิฐก่อนเผา และศึกษาแบบจำลองแรงเค้นจากทฤษฎีของ Biot และ Boley ความเกี่ยวพันกันของทั้งสองคือแรงดันและอุณหภูมิ ใช้ควบคุมพฤติกรรมกรรมการอบแห้งของอิฐ และการกระจายแรงเค้น เพื่อหลีกเลี่ยงการโค้งงอและการแตกร้าวในอุตสาหกรรมการผลิตอิฐ

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมที่เกิดในช่วงอัตราการอบแห้ง (Falling rate period.) ในกระบวนการอบแห้งและการเกิดแรงเค้นภายในที่เกิดจากการอบแห้ง เมื่อความพรุนตัวลดลงขณะทำการอบแห้งจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นของของแข็ง อันเป็นผลมาจากความพรุนตัว การกระจายความชื้นและแรงดันภายในรูพรุน ต่อการกระจายแรงเค้น

Rajnish Misra.และคณะ[9] ศึกษาการอบแห้งของ Alumina, Boehmite, Lead zirconate titanate (PZT) เพื่อหลีกเลี่ยงรอยแตกขนาดเล็กก่อนการเผา โดยปรับสภาวะของอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมและควบคุมอัตราการอบแห้งที่สัมพันธ์กับการหดตัว ในการทดลองพบว่าวัสดุจะมีลักษณะเฉพาะของการอบแห้งที่แตกต่างกัน เห็นได้จากอัตราการอบแห้งมีการหดตัวและพฤติกรรมของอุณหภูมิเริ่มต้น การควบคุมการอบแห้งจะทำให้สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลดีขึ้น การควบคุมสภาวะในการอบแห้งไม่ต่างกัน

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของอุณหภูมิ อัตราการอบแห้งและปริมาณความชื้นที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อทำการอบแห้งจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ให้คงที่เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการแตกร้าวได้

1.2.2 การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้ง

นาวิน [10] ได้ทำการศึกษาการอบแห้งผลิตภัณฑ์คิบเซรามิก โดยมีการเสนอรูปแบบตู้อบ 5 แบบสำหรับผลิตภัณฑ์คิบเซรามิก

รูปแบบแรก มีลมร้อนจากส่วนบนของตู้อบหมุนวนผ่านผนังด้านข้างทั้งสองด้านและมีกระแสลมพัดพาความร้อนให้ไปยังด้านข้างผลิตภัณฑ์ โดยทิศทางลมร้อนจะพุ่งเข้าหากัน มีการระบายความชื้นโดยส่งออกทางปล่องด้านบน

รูปแบบที่สอง ตู้อบแห้งคู่แฝดมีลมร้อนหมุนวนจ่ายความร้อนจากกลางตู้ มีลักษณะเป็นสองห้องอบในตู้เดียวกัน มีการจ่ายลมร้อนตรงกลางระหว่างห้องทั้งสอง โดยลมจะลอยสู่ส่วนบนแล้วเกิดการแยกออกเป็นสองทาง จากนั้นกระแสลมจะมุดลงบริเวณด้านล่างของผลิตภัณฑ์ กระแสลมจะเคลื่อนที่เป็นแนวนอนผ่านผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่สาม ตู้อบห้องคู่แฝดมีลมร้อนหมุนวนจ่ายความร้อนจากกลางตู้ ผ่านช่องนำความร้อนด้านข้างฝาผนังเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ โดยมีรูปแบบคล้ายแบบที่สอง แต่จะมีป้อนลมเข้าช่วยในการดึงความร้อน ลมร้อนทางตอนบนของตู้อบจะถูกเป่าลงสู่ข้างล่างเคลื่อนตัวเข้าหาผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่สี่ ตู้อบขนาดใหญ่ชนิด Batch โดยใช้ความร้อนจากปล่องเตาเผา ความร้อนจากปล่องเตาเผาถูกจ่ายเข้าทางด้านบนของผลิตภัณฑ์แล้วทำให้เกิดการกระจายบริเวณส่วนบนก่อนที่จะไหลไปยังด้านใดด้านหนึ่ง แล้วมุดลงส่วนล่าง เพื่อที่จะไหลผ่านผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ห้า ตู้อบขนาดใหญ่ชนิดต่อเนื่อง ระบบมีการป้อนผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องบนรถที่มีราง มีลมร้อนจ่ายเข้าตู้อบทางด้านบน

ในการศึกษาเพื่อเป็นการออกแบบตู้อบที่สามารถอบผลิตภัณฑ์ได้ดี และเสนอองค์ประกอบที่น่าจะมีภายในตู้อบแห้ง อีกทั้งมีการชี้แนะเทคนิคการอบแห้งที่จะทำให้การอบแห้งมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้

Eltief. และคณะ[11] ได้ศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพห้องอบแห้ง โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยในการอบแห้ง ด้วยการวัดอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอยู่ในจุดที่แตกต่างกันภายในห้องอบแห้งและให้อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 28 – 24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่ 55 องศาเซลเซียส และการแผ่ความร้อนจากแสงอาทิตย์ระหว่าง 400 – 800 W/m² โดยใช้ V-groove collector พื้นที่ขนาด 13.8 m² ช่วยในการรับความร้อนและใช้พัดลมหมุนเวียนความร้อน ทำการปรับปรุงผนังห้องอบแห้ง เลือกใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนคือ อะลูมิเนียม , อิฐ , คอนกรีต , เหล็ก , Plaster และ Polystyrene จากนั้นคำนวณมูลค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของภายในและภายนอกห้องอบแห้ง ผลการทดลองพบว่าผนังห้องอบแห้งที่สร้างขึ้นแรกทำการก่อด้วยอิฐก่อสร้าง จากนั้นเว้นช่องว่างขนาด 2.5 เซนติเมตรและก่ออิฐก่อสร้างอีกชั้นและเคลือบ

ด้วยแผ่นอะลูมิเนียม ความหนา 0.7 มิลลิเมตร ห้องอบแห้งมีความเป็นฉนวนสูง ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 50 – 60 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากวัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างห้องอบแห้งมีความเป็นฉนวนและประสิทธิภาพในการส่งผ่านความร้อน แต่ห้องอบแห้งจะมีต้นทุนในการก่อสร้างที่ค่อนข้างสูง

Montero และคณะ [12] ศึกษาการออกแบบ การสร้างและทำการทดสอบห้องอบแห้งแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลผลิตทางการเกษตรที่มีปริมาณความชื้นสูง เช่น กากองุ่น , มะเขือเทศและกากผลโอเล็ฟ โดยทำการวิเคราะห์จลนศาสตร์การอบแห้งและการใช้พลังงานในการอบแห้งและลักษณะเฉพาะของห้องอบแห้งต้นแบบเช่น อุณหภูมิ , ความชื้นสัมพัทธ์, การไหลเวียนของอากาศ ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกห้องอบแห้งแตกต่างกันคือ 5 องศาเซลเซียสและ 7% อุณหภูมิของห้องอบแห้งจากเดิม 25 องศาเซลเซียส เมื่อปรับปรุงทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีก 15 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของห้องอบแห้งจะแบ่งเป็น 5 ลักษณะ Indirect mode , Mixed mode , Passive mode , Active mode และ Hybrid mode จากศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งวัสดุทางการเกษตรพบว่า การอบแห้งกากผลโอเล็ฟ มีประสิทธิภาพการอบแห้งดีในลักษณะ Hybrid mode และ Mixed mode สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลงถึง 50%

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการอบแห้งอัฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้พื้นเป็นเชื้อเพลิง
2. ติดตามผลของอัตราการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมการหดตัวของอัฐสามัญ
3. ออกแบบและสร้างห้องอบแห้งอัฐสามัญแบบใช้ความร้อนจากพื้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1. ทราบถึงวิธีการอบแห้งอัฐสามัญแบบใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง
2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมการหดตัวของอัฐสามัญ
3. ทราบกระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมการอบแห้งอัฐสามัญ
4. เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการอบแห้งอัฐสามัญ

1.5 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย

1. วัตถุประสงค์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
 - 1.1 เนื้อดินเอร์ทเทนแวร์ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตอิฐมอญ บ้านสันบุญเรือง
 - 1.2 ขนาดอิฐสามัญ $6.5 \times 15.5 \times 5.5$ เซนติเมตร
 - 1.3 ใช้พื้น เป็นเชื้อเพลิง
 - 1.4 ห้องอบแห้งปริมาตร 144 ลูกบาศก์เมตร
 - 1.5 เครื่องขึ้นรูปอิฐสามัญด้วยวิธีการรีด
2. แผนดำเนินการและวิธีการวิจัย
 - 2.1 สํารวจเอกสารวิชาการและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - 2.2 ศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของวัตถุประสงค์ที่ใช้ในโรงงาน
 - 2.2.1 วิเคราะห์ขนาดอนุภาคและการกระจายขนาดอนุภาคของดิน (Particle size & Particle size distribution)
 - 2.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินด้วยเทคนิค(X-ray fluorescence)
 - 2.2.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของดินด้วยเทคนิค (X-ray diffraction)
 - 2.2.4 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเนื่องด้วยความร้อนของดินด้วยเทคนิค DTA / TG (Differential thermal analysis and thermal gravimetric)
 - 2.3 ศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญที่ใช้ในโรงงาน
 - 2.3.1 ทดสอบค่าความหนาแน่นรวมของอิฐสามัญ
 - 2.3.2 ทดสอบค่าความแข็งแรงต่อแรงค้ดหักของอิฐสามัญ
 - 2.3.3 ทดสอบค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของอิฐสามัญ
 - 2.3.4 ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญด้วยเทคนิค SEM
 - 2.3.5 วิเคราะห์พื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนของอิฐสามัญ
 - 2.4 ศึกษาการอบแห้งแบบใช้ความร้อนจากพื้น (ห้องอบแห้งจำลอง)
 - 2.4.1 ความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มอุณหภูมิและความชื้น
 - 2.4.1.1 ปริมาณของน้ำในอิฐต่อการหดตัวของอิฐสามัญและอัตราการอบแห้ง
 - 2.4.1.2 ปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวของอิฐสามัญและอัตราการอบแห้ง
 - 2.4.1.3 ปริมาณความชื้นของอากาศต่อการเพิ่มอุณหภูมิและอัตราการอบแห้ง
 - 2.4.2 ระยะเวลาในการอบแห้ง
 - 2.4.2.1 ระยะเวลาการอบแห้งต่อความชื้นของอิฐสามัญและอัตราการอบแห้ง
 - 2.4.2.2 ระยะเวลาการอบแห้งต่ออุณหภูมิการอบแห้งและอัตราการอบแห้ง

- 2.4.3 อุดมภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง
 - 2.4.3.1 อุดมภูมิที่ใช้ในการอบแห้งต่อการหดตัวของอิฐสามัญและอิฐการอบแห้ง
 - 2.4.3.2 อุดมภูมิที่ใช้ในการอบแห้งต่อการสูญเสียน้ำหนักของอิฐสามัญและอิฐการอบแห้ง
 - 2.4.3.3 อุดมภูมิที่ใช้ในการอบแห้งต่อความชื้นของอิฐสามัญและอิฐการอบแห้ง
- 2.4.4 ปริมาณการเสียหายของอิฐสามัญ
 - 2.4.4.1 อิฐที่เกิดความเสียหายในกระบวนการอบแห้ง(เปอร์เซ็นต์)
 - 2.4.4.2 อิฐหลังเผาที่เกิดความเสียหายในกระบวนการเผา(เปอร์เซ็นต์)
- 2.5 ออกแบบและสร้างห้องอบแห้งแบบใช้ความร้อนจากพื้น
 - 2.5.1 การออกแบบห้องอบแห้ง
 - 2.5.1.1 กำหนดขนาดของห้องอบแห้งมีความจุ 124 ลูกบาศก์เมตร
 - 2.5.1.2 ออกแบบวิธีการให้ความร้อนภายในห้องอบแห้ง
 - 2.5.1.3 ออกแบบการหมุนเวียนลมร้อนภายในห้องอบแห้ง
 - 2.5.2 การสร้างห้องอบแห้ง
 - 2.5.2.1 ทดสอบและทำการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญให้สามารถใช้ในโรงงาน
 - 2.5.2.2 ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องอบแห้ง โดยใช้ผลจากผลการทดลองข้อ 2.4