

การศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

STUDY AND DEVELOPMENT FOR CLAY BLOCK BUILD HOUSE WALL



T146381



152
2559

เลขทะเบียน 146381
วันเดือนปี 19 พ.ค. 2560

b. 12844925
l.

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT FOR CLAY BLOCK BUILD HOUSE WALL



A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองสารนิพนธ์

หัวข้อสารนิพนธ์ การศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน
STUDY AND DEVELOPMENT FOR CLAY BLOCK BUILD
HOUSE WALL




นักศึกษา นายชุนตร์ แสงสกุล

รหัสประจำตัว 54630817

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวังศา

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธเนศ ภีร์มย์การ	
ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวังศา	
ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาทะเพ็ญแสง	

ค่าคะแนนรวมเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการสอบ G (GOOD)

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 23 พฤษภาคม 2559 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง ค 417 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....๒๓.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ.....๒๕๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาบล็อกรดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน
นักศึกษา	นายชุนทร์ แสงสกุล
รหัสประจำตัว	54630817
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

บทคัดย่อ

การวิจัยการศึกษาและพัฒนาบล็อกรดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน “ปัจจุบันการสร้างบ้านดินเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างบ้านสำหรับผู้มีรายได้น้อย” โดยการก่อสร้างโดยใช้บล็อกรดินเป็นขั้นตอนในการก่อผนังและคานในตั้ว จึงง่ายต่อการสร้างและใช้งบประมาณน้อยในการก่อสร้างบ้านดิน ในการผลิตก้อนดินดิบนั้นยังขาดหลักเกณฑ์ในการกำหนดสัดส่วนที่เป็นมาตรฐานผู้วิจัยจึงได้เน้นวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอลาดบัวหลวง เช่น แกลบกับดินที่มีมากในพื้นที่นี้ เนื่องจากในพื้นที่มีการทำนาเป็นจำนวนมากจึงมีจำนวนแกลบเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงนำแกลบเป็นวัสดุในการผสมดินเพื่อทำบล็อกรดินเพื่อก่อนผนังบ้านดิน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุทางการเกษตรมาใช้ในการพัฒนาบล็อกรดินให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นและได้มาตรฐานที่ดีต่อการใช้งาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนในอัตราที่แตกต่างกัน เพื่อหาความแตกต่างของการหดตัว การถ่ายเทอุณหภูมิ การรับแรงกด โดยมีส่วนผสมของสูตรที่ 1 คือ 1. ส่วนผสมทราย 5% แกลบ 10% ดินเหนียว 85% และสูตรที่ 2. ส่วนผสมทราย 10% แกลบ 20% ดินเหนียว 70% รูปบล็อกรดิน แล้วจึงตากให้แห้งเป็นเวลา 1 วันเพื่อนำมาก่อนผนังบ้านดิน

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การหดตัวของบล็อกรดินผสมวัสดุทางธรรมชาติมากจะหดตัวเป็นร้อยละ 11.00 ดินที่ผสมวัสดุทางธรรมชาติน้อยจะหดตัวเป็นร้อยละ 13.56 การถ่ายเทอุณหภูมิบล็อกรดินที่ผสมวัสดุทางธรรมชาติมาก

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การหดตัวของบล็อกรดินที่ผสมแกลบน้อย จะหดตัว 13.56% บล็อกรดินที่ผสมแกลบจะหดตัว 13.56% การถ่ายเทอุณหภูมิ บล็อกรดินที่ผสมแกลบน้อยจะถ่ายเทอุณหภูมิได้ 4.25 องศา บล็อกรดินที่ผสมแกลบมากจะถ่ายเทอุณหภูมิได้ 5.29 องศา

การรับแรงบล็อกรดินที่ผสมแกลบน้อยจะให้แรงได้ 24.66 กิโลกรัมต่อตารางเซน บล็อกรดินผสมแกลบมากจะรับแรงได้ 19.39 กิโลกรัมต่อตารางเซน

จึงเป็นทางเลือกในการผสมวัสดุเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบันและอนาคต ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study and development for clay block build house wall.
Student	Mr. Chanut Sangskul
Student ID.	54630817
Degree	Master of Industrial Education
Program	Technology of Industrial Product Design
Year	2016
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Songwut Egwutvongsa

ABSTRACT

The Research and Development of Clay Block in Clay House Construction “Currently, clay house is a choice for low-income earners.” Clay block is used to build houses by plastering walls and beams making construction easier and cost saving. Since the standard procedure and ratio of raw material used in the development of clay block are still lacking, this research aim to develop clay block from rice husk, a local raw material in Lat Bua Luang district, the southern part of Ayutthaya Province. Rice husks are commonly found in Lat Bua Luang because most of Ayutthaya area are covered with rice field and rice husks are left over after rice milling.

Thereby, the objective of this research is to use local agricultural product to improve the quality of clay block and to compare the characteristics of different clay block formulation on its ability to constrict, transfer heat and withstand pressure. Where the first clay formulation are composed of 5% sand, 10% rice husks, and 85% clay and the second clay formulation are composed of 10% sand, 20% rice husks, and 70% clay. Each clay formulation are set into shape and dried for 1 day prior to construction.

Results showed that clay block formulation that has higher amount of rice husks has ability to constrict, transfer heat, and withstand pressure of 11.00 percent, 5.29 degree Celsius, and 19.39 kilogram per centimeter square, respectively. Whereas, clay block formulation that has lower amount of rice husks has ability to constrict, transfer heat, and withstand pressure of 13.56 percent, 4.25 degree Celsius, and 24.66 kilogram per centimeter square, respectively. Therefore rice husk could be another choice to be a composition of clay block in the present and future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 II
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สารานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อกองบ้านดิน ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยจึงขอประกาศเกียรติคุณต่อบุคคล และสถาบันตามลำดับดังนี้

ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบสารานิพนธ์ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อเสนอแนะให้ความช่วยเหลือตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนการปรับปรุง จนสารานิพนธ์นี้เสร็จสิ้นได้อย่างสมบูรณ์ลงได้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่สละเวลาอันมีค่าในการประเมินงานวิจัยและให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์อย่างสูงต่องานสารานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวและญาติสนิท รวมทั้งมิตรสหาย ที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือเกื้อกูลกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ทั้งทางด้านทุนทรัพย์ กำลังใจ และกำลังใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่งคุณประโยชน์อันเกิดจากสารานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแก่บิดา มารดา ครูอาจารย์ ผู้มีพระคุณ และบุคคลที่ผู้วิจัยรักและเคารพทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ชุนด์ร์ แสงสกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.5 เพื่อประเมินประสิทธิภาพปดล็อกดินสำหรับผนังบ้านดิน.....	5
1.6 คำนียามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	7
2.2 สภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย.....	18
2.3 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	23
2.4 ความเป็นมาของบ้านดิน.....	24
2.5 ร่องรอยบ้านดินในประเทศไทย.....	25
2.6 ลักษณะของดินที่ใช้ในการก่อสร้าง.....	28
2.7 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น.....	33
2.8 เทคนิคต่างๆ ในการสร้างบ้านดินในประเทศไทย.....	34
2.9 การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ.....	37
2.10 ทฤษฎีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	39
2.11 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	40
2.12 หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	44
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	49
3.1 เพื่อศึกษาระบบวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน.....	49
3.2 เพื่อพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน.....	51
3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน.....	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระบบวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน.....	59
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน.....	63
4.3 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบคุณภาพของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน.....	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	78
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	81
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	81
บรรณานุกรม.....	83
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก.หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ.....	86
ภาคผนวก ข.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	95
ภาคผนวก ค.ลงพื้นที่เก็บข้อมูลเพื่อวิจัยและศึกษาพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน.....	146
ประวัติผู้เขียน.....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงความเร็วลมกับความรู้สึกของมนุษย์.....	12
2.2 แสดงวิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical body temperatures (an approximate guide).....	14
2.3 แสดงการเปรียบเทียบความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุชนิดต่างๆ.....	21
2.4 แสดงภาพสะท้อนความร้อน (Reflectivity) ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีผิววัสดุ และวัสดุเป็นสีธรรมชาติ.....	21
2.5 แสดงค่าช่วงเวลาการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ.....	22
2.6 แสดงค่าชั้นดินเสนา.....	30
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน.....	59
4.2 แสดงการวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ (แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์) การกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	67
4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาอัตราความหดตัวของ บล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2.....	76
4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาการรับน้ำหนักของ บล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2.....	76
4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ก่อด้วย บล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2.....	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงภาพ "THE COMFORT ZONE" The Bioclimatic Comfort Chart (Victor Olgyay "Design With Climate" 1963).....	9
2.2 แสดงบ้านดินบริเวณแองโงแอฟริกา.....	24
2.3 แสดงบ้านดินบริเวณแองโงแอฟริกาประเทศมาลี.....	24
2.4 แสดงตีวา (Dewa) ชากสิงก่อสร้างของอินเดียแดงเผ่าอนาซาซี (Anazazy).....	25
2.5 แสดงเมสซาเวอร์เด (Messaverde) ชุมชนสมัยโบราณ.....	26
2.6 แสดงหมู่บ้านเต่าของเผ่า พเวบ-โล (Pueblo).....	26
2.7 แสดงชุดดินเสนา.....	30
2.8 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียว.....	32
2.9 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียวด้วยการหัก.....	32
2.10 แสดงการทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียว.....	33
2.11 แสดงเทคนิคการก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe).....	35
2.12 แสดงเทคนิคดินปั้น (Cob).....	35
2.13 แสดงเทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub).....	36
2.14 แสดงการใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or Stone) เป็นโครงสร้าง.....	36
2.15 แสดงเทคนิคดินอัด (Rammed Earth).....	37
2.16 แสดงอิฐดินดิบที่นำมาตากแดด.....	38
2.17 แสดงภาพแสดงระบบการผลิต.....	42
2.18 แสดงกระบวนการพัฒนามลิตภัณฑ์.....	58
4.2 แสดงแรงบันดาลใจจากรูปทรงเรขาคณิต.....	63
4.3 แสดงภาพแบบร่างทั้งหมด 10 แบบ.....	66
4.4 แสดงการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	67
4.5 แสดงรูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 1 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน 10 แบบเพื่อนำมาออกแบบจริงเลือกออกมา 3 รูปแบบ.....	68
4.6 แสดงรูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 2 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน 10 แบบที่เลือกแล้วเพียง 3 แบบ.....	68
4.7 แสดงรูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 3 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน 10 เพื่อเลือกเอามาทำตัวอย่างจริง.....	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 แสดงการเตรียมบ่อดิน.....	71
4.9 แสดงผสมวัสดุธรรมชาติ.....	72
4.10 แสดงการอัดดิน.....	72
4.11 แสดงการตากแห้งดิน.....	73
4.12 แสดงภาพแสดงสัดส่วนส่วนผสม สูตรที่ 1.....	74
4.13 แสดงภาพแสดงสัดส่วนส่วนผสม สูตรที่ 2.....	74



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคแรกๆ เชื่อกันว่ามนุษย์ใช้ถ้ำเป็นที่อยู่อาศัยต่อมาเมื่อจำนวนประชากรมากขึ้นแต่จำนวนถ้ำมีจำกัด มนุษย์เริ่มใช้กิ่งไม้และใบไม้ทำเป็นที่อยู่อาศัยแต่ในฤดูหนาวอากาศหนาวมากมนุษย์ก็เริ่มใช้ดินมาโบกฉาบผนังบ้านภาษาอีสานและลาวเรียกว่า ทาเปี้ยะ (wattle&duad) จากนั้นก็เริ่มพัฒนามาใช้หินก่อด้วยดินและทำอิฐดินก่อด้วยดิน (adobe) จนกระทั่งเข้าสู่ยุคโลหะมนุษย์เริ่มเปลี่ยนเครื่องมือจากหินมาเป็นโลหะจากนั้นมนุษย์ก็เริ่มรู้จักใช้ไม้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้มากขึ้น แต่มนุษย์ที่อยู่อาศัยในทะเลทรายหรือในที่แห้งแล้งกันดารเขาก็ยังทำบ้านดินอยู่อาศัยเรื่อยมาจนปัจจุบัน บ้านดินถือว่าเป็นสถาปัตยกรรมที่เก่าแก่ที่สุดในโลกด้วยในปัจจุบันยังมีดินเก่าๆ อายุตั้งแต่ 200 - 1,000 ปี กระจายอยู่ทั่วโลก เช่นบ้านดินอินเดียแดงเผ่าอนาซาซี ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไป ในรัฐนิวเม็กซิโก โคโลราโด อริโซนา บางแห่งมีอายุเกือบ 20000 ปี เช่นที่เมืองเทาพูเอโบล ซึ่งที่นี้องค์การสหประชาชาติได้ประกาศให้เป็นที่อยู่อาศัยตลอดมาไม่เคยขาดช่วงเลยนอกจากนี้ยังมีบ้านดินเก่าแก่อีกมากมายกระจายอยู่ทั่วไปในตะวันออกกลางแอฟริกา จีน เป็นต้น ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในเขตทะเลทรายหรือบริเวณที่แห้งแล้งกันดารมากๆ เพราะบริเวณเหล่านั้นจะมีอากาศแปรปรวนมาก หน้าร้อนก็จะมีร้อนจัดหน้าหนาวก็หนาวจัดจะมีหิมะลงเป็นเดือนๆ ในสภาวะเช่นนั้น คนจะอยู่ไม่ได้เลยถ้าไม่มีไฟไม่มีไฟฟ้าช่วยปรับความร้อนในบ้านแต่ดินช่วยให้คนอยู่รอดมาได้หลายพันปีจนถึงปัจจุบัน

บ้านดินเป็นหนึ่งในวัฒนธรรมการสร้างแบบพื้นถิ่นประเภทหนึ่งการสร้างบ้านดินมาเป็นเวลานานนับพันๆปี เราพบบ้านดินจำนวนมากที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งคาดว่าน่าจะได้รับอิทธิพลจากชาวจีนที่อพยพเข้ามา และได้นำภูมิปัญญาการสร้างที่อยู่อาศัยด้วยดิน ดินตัวมา จึงเป็นจุดเริ่มต้น ของการสร้างบ้านดิน (दनัย นิลสกุล , 2546) ในปัจจุบัน ระบบอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีการก่อสร้างพัฒนามากขึ้นทำให้ชุมชนท้องถิ่นได้ถูกทำลายกลายเป็นชุมชนเมืองพัฒนาตามรูปแบบวิถีชีวิตตามระบบทุนนิยม หรือระบบอุตสาหกรรม ซึ่งทำลายชีวิตที่เรียบง่ายสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอันเป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากสภาวะเรือนกระจก (green house effect) ซึ่งปัญหาโลกร้อนทำให้เกิด การตระหนักถึงคุณค่าความสำคัญต่อภูมิปัญญาดั้งเดิม

ดินเป็นเหมือนแม่ของสรรพสิ่งในโลก ช่วยพุ่มพักและให้กำเนิดสิ่งมีชีวิต มนุษย์เรารู้จักการใช้ประโยชน์ดินในรูปแบบต่างๆ ตามยุคตามสมัย และหนึ่งนั้นคือการนำดินมาสร้างเป็นบ้าน

เมื่อย่อโลกของบ้านดินไว้ที่เมืองไทยเราจะพบว่า บ้านดินของไทยมีมาช้านานแล้วเช่นกัน เพียงแต่ว่าระบบอุตสาหกรรม ทำให้อิฐและปูนนำความสะดวกสบายในการสร้างบ้านมาให้ ทำบ้านดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นเรื่องล้าหลังไป มีเพียงบ้านดินไม่กี่หลังในภาคเหนือที่ยังทิ้งร่องรอยไว้ให้เห็น การสร้างบ้านดินกลายเป็นสิ่งที่ถูกทำให้ “ตาย” ไป ในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงของโลกทุนนิยม

ในขณะเดียวกัน กระบวนการสร้างบ้านดินก็ยังทำให้เกิดความสามัคคี รักใคร่กลมเกลียวกันของเจ้าของบ้านครอบครัว เพื่อนฝูง หรือของสมาชิกในชุมชนนั้นๆ เพราะบ้านดินไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากแรงงานของคนๆเดียวแต่บ้านดินเกิดขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ของคนชุมชนนั้นๆ ที่ยินดีจะเปลี่ยยเท้าเหยียบย่ำดินโคลนและๆ และใช้มือคู่อุ้มนิโอะดินให้ก่อรูปก่อร่างเป็นบ้านอันแสนอบอุ่นในที่ที่สุด

สถาปัตยกรรมในประเทศไทย จำเป็นต้องบริโภคลงงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมากเนื่องจากประเทศไทยจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Hot and Humid Climate) ซึ่งมีสภาพอากาศอยู่นอกเขต อากาศเย็นสบายเกือบตลอดทั้งปี (สุนทร บุญญาธิการ , 2542) การแก้ปัญหาจึงนิยมใช้เครื่องปรับอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น แล้วนับเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 50 ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร จึงเป็นสาเหตุให้ประเทศชาติต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศและยังก่อให้เกิดผลกระทบมากมาย เช่น การเกิดสภาวะเรือนกระจกปัญหามลภาวะทางอากาศจากการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้น และหนึ่งในแนวทางที่ช่วยลดการบริโภคลงงานก็คือ การออกแบบสถาปัตยกรรม ให้เหมาะสมกับเขตร้อนชื้น การทำสภาพแวดล้อมภายในงานสถาปัตยกรรมให้อยู่ในเขตสบายมากที่สุด หรือเย็นสบายที่สุดโดยไม่ปรับอากาศ ซึ่ง บ้านดินมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงเนื่องจาก บ้านดินมีการบริโภคลงงานน้อยมาก เมื่อเทียบกับอาคารพักอาศัยประเภทอื่น ในแง่ของการผลิตวัสดุก่อสร้างและการใช้ไฟฟ้าในอาคาร

บ้านดิน เป็นสถาปัตยกรรมที่ได้รับการสร้างสรรค์ได้อย่างสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศ เป็นการออกแบบที่ประสานสอดคล้องกับวิถีชีวิต และปัจจัยธรรมชาติของท้องถิ่น ด้วยสาเหตุที่นำดินเหนียวมาเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างจึงเป็นที่ติดปากนิยมเรียกว่า “ บ้านดิน ” เพื่อให้สื่อถึงที่มาคุณค่าและความยั่งยืน บ้านดิน เป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมชาติที่มีแนวความคิดการนำวัสดุในท้องถิ่นมาสร้างบ้าน สำหรับในประเทศไทยนิยมเรียกงานแบบนี้ว่า สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างไปตามสภาพแวดล้อมวัสดุบางอย่างอาจเกิดจากการนำวัสดุมาใช้ให้เกิดการหมุนเวียนอย่างคุ้มค่าการเลือกใช้วัสดุธรรมชาติในการก่อสร้าง ที่มีคุณสมบัติสะสมความร้อนน้อยทำให้อุณหภูมิในบ้านดินค่อยๆตามและเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิอากาศภายนอกแต่ในปัจจุบันสภาวะอากาศของโลกร้อนขึ้นทำให้การสร้างบ้านดินแบบดั้งเดิม อาจไม่มีความเหมาะสมและไม่ตอบสนองต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมี ความสนใจในเรื่องลักษณะการก่อสร้างดินสำหรับการก่อผนังบ้านดิน รวมถึงข้อจำกัดของบ้านดินและความเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความรู้สึกสบายของผู้อยู่อาศัย อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึง ระดับความสำคัญของ ตัวแปรที่เกิดจากสภาพแวดล้อมขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ผลสืบเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ อาจเป็นแนวทางในการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังดิน และการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อการสร้างดินที่เหมาะสมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน
- 1.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินที่พัฒนาขึ้นมา

1.3 กรอบแนวความคิด

ในการศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินโดยมีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1.3.1 กรอบแนวความคิดในการศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน

เพื่อนำองค์ความรู้ในการผลิตมาพัฒนาบล็อกดินสำหรับใช้สร้างบ้านดิน

1.3.2 กรอบแนวความคิดในการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ในการศึกษาการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ผู้วิจัยใช้แนวความคิดของ
ปิยะนุช ชัยธีระยานนท์ (<http://www.smilehandmade.com>: 25 มิถุนายน: 2552) 4 ด้าน ได้แก่

1.3.2.1 ประโยชน์ใช้สอย

1.3.2.2 ความงาม

1.3.2.3 การดำรงลักษณะเฉพาะของวัสดุ

1.3.2.4 การใช้วัสดุท้องถิ่น

1.3.3 กรอบแนวคิดเพื่อประเมินประสิทธิภาพพบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์การประเมินด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ตามหลักการของ
(ธีรชัย สุตสวด , 2544: 88)

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
4. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Material and Production)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ขอบเขตเพื่อการวิจัยได้การศึกษาวิธีการทำบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทางด้านทฤษฎี ตำรา เอกสาร บทความ วารสาร สื่อ อิเลคทรอนิกส์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต ขั้นตอนและกรรมวิธีการสร้างบ้านดินและการทำบล็อกริเวณ

1.4.1.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการสร้างบ้านดินและการทำบล็อกริเวณเพื่อก่อนนึ่งบ้านดิน

ตัวแปรตาม ได้แก่ แนวทางการพัฒนาการทำบล็อกริเวณเพื่อก่อนนึ่งบ้านดิน

1.4.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้ อารมวงค์สนธิ คลอง 15 ตำบลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่สนใจเข้ามาศึกษาเกี่ยวกับการทำบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้ อารมวงค์สนธิ คลอง 15 ตำบลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็น ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดิน

1.4.2 ขอบเขตของการวิจัยด้านการพัฒนาบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมเอกสารและทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาเป็นแนวทาง ในการพัฒนาการทำบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน ทำการจดบันทึกและถ่ายภาพ

1.4.2.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ แบบจำลองบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบจำลองบล็อกริเวณสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขึ้น

1.4.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านดิน จำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมด จำนวน 3 ท่านโดยผู้วิจัยใช้การเลือกตัวอย่างประชากร โดยไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์หรือวัตถุประสงค์ (judgement or purposive sampling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

1.4.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

1.4.3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ บล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินความพึงพอใจบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

1.4.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดิน ภายใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดินจำนวน 20 คน ภายใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดิน ที่มีต่อบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน เป็นตัวแทนทำการตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้สามารถวิเคราะห์โดยสถิติได้ โดยใช้มาตรวัดแบบ (Likert Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ประเภท

1.5 เพื่อประเมินประสิทธิภาพพบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

1.5.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินที่ได้รับการพัฒนาใหม่

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของบล็อกสำหรับก่อผนังบ้านดิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้ และวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 บล็อกดิน หมายถึง ก้อนบล็อกดินที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน มีส่วนผสมของดินเหนียว แกลบ ฟาง ทราย และน้ำ ขึ้นรูปโดยวิธีการไม่อัดแรง ผ่านการตากแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.5.2 ดินเหนียว หมายถึง ดินเหนียวที่ได้จากพื้นที่ อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.5.3 ก่อ หมายถึง การก่อสร้างผนัง ที่ทำเป็นชั้นๆ ขึ้นไป

1.5.4 ผนัง หมายถึง ฝาผนังที่ทำให้เป็นส่วนป้องกันการมองเห็นจากคนภายนอก

1.5.5 การพัฒนา หมายถึง การพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

1.5.6 การประเมินความพึงพอใจหมายถึงผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดินภายใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและพัฒนาบล็อกรากดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน ได้มีการศึกษาข้อมูลต่างๆ และได้จำแนกรายละเอียดในการศึกษาไว้ดังนี้

- 2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย
- 2.2 สภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย
- 2.3 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร
- 2.4 ความเป็นมาของบ้านดิน
- 2.5 ร่องรอยบ้านดินในประเทศไทย
- 2.6 ลักษณะของดินที่ใช้การก่อสร้าง
- 2.7 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น
- 2.8 เทคนิคต่างๆ ในการสร้างบ้านดินประเทศไทย
- 2.9 การก่อสร้างบ้านดินด้วยอิฐดินดิบ
- 2.10 ทฤษฎีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2.11 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2.12 หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

2.1.1 สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone)

สภาวะน่าสบาย จากคำจำกัดความสภาวะน่าสบาย คือ สภาพของจิตใจที่มีความพึงพอใจ ในอุณหภูมิแวดล้อมมนุษย์พยายามหาวิธีสร้างสภาวะน่าสบายจากสภาพแวดล้อมให้ตนเอง หลากหลายวิธีเช่นการเลือกหาที่นั่งในร่ม ต้นไม้ เพื่อหลบความร้อนจากแสงอาทิตย์ การโบกพัดเพื่อคลายร้อนจากอุณหภูมิรอบข้าง

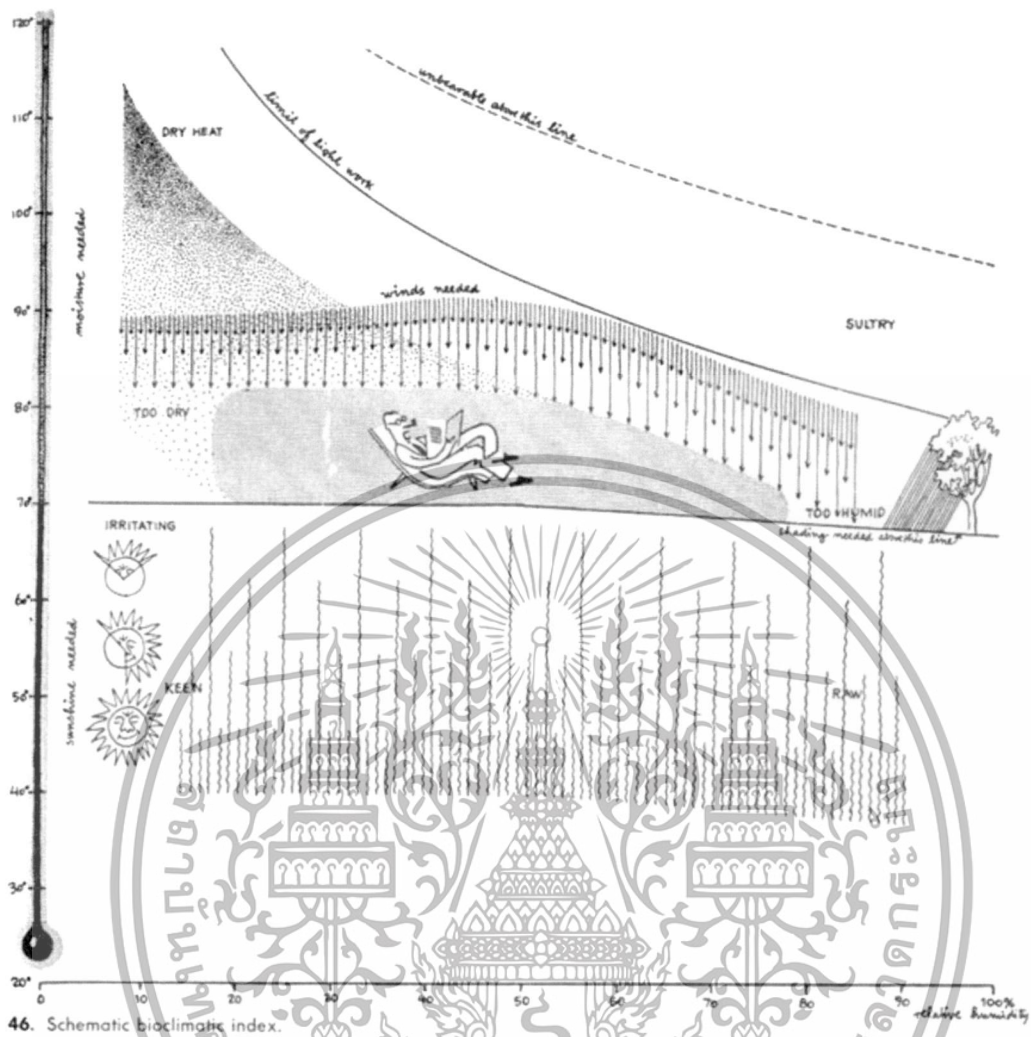
ในเรื่องสิ่งปลูกสร้างในงานสถาปัตยกรรมตั้งแต่สมัยประวัติศาสตร์มนุษย์สร้างที่อยู่อาศัย นอกจากเพื่อหลบแดดฝนและพายุแล้วยังเป็นเพราะมนุษย์รู้ว่ามีแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในที่อยู่อาศัย มนุษย์นำความรู้นี้มาพัฒนาภูมิปัญญาของคนในแต่ละท้องถิ่น และจากวัตถุดิบในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน อาคารที่อยู่อาศัยจึงมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค ดังเช่นที่เราเห็นกันจนเจนนากับบ้านเรือนไทยในภูมิภาคร้อนชื้นฝนตกชุก ที่มักเปิดโล่งรับลม เล่นระดับ ยกใต้ถุน หลังคาจั่วทรงสูง ชายคายื่นยาว ซึ่งแตกต่างกับบ้านทรงแปลกตา ในแถบประเทศที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศแห้งและหนาว ที่มักทึบตัน สร้างติดกับพื้นดิน หลังคาทรงเตี้ยและมักกุดชายคา ทั้งนี้เพราะมนุษย์เรานั้นรู้จักปกป้องตัวเองจากภัยธรรมชาติ พยายามเลือกหาสภาวะน่าสบายในอาคารหรือที่อยู่อาศัย ความพยายามนี้มีตั้งแต่ยังไม่มีการกำหนดค่า หรือคำจำกัดความของสภาวะน่าสบายด้วยซ้ำไป และการพัฒนาของมนุษย์ในการพยายามสร้างและควบคุมสภาวะน่าสบายในอาคารก็มีอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งถึงปัจจุบันนอกจากสภาวะน่าสบายจะมีความสำคัญเพื่อการอยู่อาศัยที่น่าพอใจ สภาวะน่าสบายยังมีผลต่อการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ในเรื่องพฤติกรรม การยกตัวอย่าง เช่น ระหว่างการนั่งอ่านหนังสือในห้องที่อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่กำลังเหมาะสม สงบเงียบ กับการนั่งอ่านหนังสือที่ร้อน อับชื้น และถูกรบกวนด้วยเสียงอันไม่พึงประสงค์สภาพของห้องแรกจะทำให้เราอ่านหนังสือได้รู้เรื่องมากกว่าและไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจของเรา ดังนั้น สภาวะน่าสบายในสถานศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ตามหลักสถาปัตยกรรม ซึ่งสามารถวัดได้อย่างวิทยาศาสตร์ มนุษย์จะรู้สึกสบายถ้าอยู่ในช่วงของสิ่งแวดล้อมดังนี้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

1. อุณหภูมิ (Temperature) 21.1 - 27 องศาเซลเซียส
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ร้อยละ 20-75

ในขณะที่ลักษณะภูมิประเทศของบ้านเราโดยเฉพาะภาคกลางตอนใต้ กรุงเทพฯ และ ปริมาณจะเป็นลักษณะ “ร้อนชื้น” อุณหภูมิส่วนใหญ่ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-90 ดังนั้นสิ่งสำคัญในการทำให้รู้สึกสบายคือการลดความร้อนและลดความชื้นของอากาศนั่นเองที่จะทำให้บ้านอยู่สบาย แสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 "THE COMFORT ZONE" The Bioclimatic Comfort Chart
(Victor Olgay "Design With Climate" 1963)

ที่มา: สมศรี นิตยะ.การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545 , หน้า 25

สมสิทธิ์ นิตยะ (2545) กล่าวว่า ผลจากการวิจัยพบว่า อุณหภูมิพอเหมาะพอสบายในเขต
เส้นศูนย์สูตร อยู่ระหว่าง 71.5-85 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 20-50 ซึ่ง
ต้องมีสภาพแวดล้อมอื่นๆ เข้ามาร่วมด้วยอีกมาก ข้อมูลแรกที่ได้จากวิธีการหาค่าของสภาวะน่าสบาย
ที่เนื่องด้วยการออกแบบในอาคาร โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลตามตารางที่ยุงยาก โดยวิธี Victor Olgay
System ซึ่งค่าของสภาวะน่าสบาย จะเลื่อนขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อทุกๆค่าการเพิ่ม ขึ้น 8 องศาฟา
เรนไฮต์ ของตำแหน่งเส้นรุ้ง (Latitude) ซึ่งเรียกว่า Bioclimatic Chart ดังแสดงในรูปที่ 2.1 รวม
ข้อมูลของการต้องการการกันแดด การแผ่รังสีความร้อน กระแสลมและความชื้นในอากาศสภาวะน่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สบายซึ่งทำให้สามารถพิจารณาเอาสิ่งที่ต้องการนำมาใช้เพื่อให้การออกแบบสมบูรณ์ได้ รวมทั้งขอบเขตที่จะต้องนำเอาอุปกรณ์เข้ามาผนวกด้วย

จากแผนภูมิตาราง Bioclimatic Chart จะเห็นตำแหน่งของสภาวะน่าสบายอยู่ตรงกลาง

1.เหนือตำแหน่งสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) คือตำแหน่งของสภาวะร้อน

วิกฤติ หรือสภาวะร้อนจัด (Overheated Zone) ซึ่งจากตารางจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลม ซึ่งจะสามารถนำมาช่วยให้ดับลงนั้นๆ ยังอยู่ในสภาวะน่าสบาย

2. นอกจากนี้ที่เหนือตำแหน่ง สภาวะน่าสบาย จะเห็นเส้นแสดงค่าความชื้นในอากาศ ซึ่งก็สามารถจะช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในตำบลที่มีความชื้นในอากาศต่ำ

3. ใต้สภาวะน่าสบาย มีเส้นแสดงการต้องการร่มเงา (การกันแดด) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบายลงไปเรียกว่า สภาวะเย็นวิกฤติ หรือสภาวะหนาวเย็น (Underheated Zone) จะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือต้องการความร้อนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง

2.1.2 ปัจจัยสภาวะน่าสบาย

ธนิต จินดาวณิก (2540) ในการออกแบบอาคารให้ปรับแก้ด้วยวิธีธรรมชาติผู้ออกแบบต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย อุณหภูมิอากาศไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย แต่ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature, MRT) และความเร็วลม ผู้ออกแบบอาคารจะต้องออกแบบจัดการควบคุมปัจจัยทั้งสิ้นนี้เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบาย

ระบบเครื่องปรับอากาศเย็นทั่วไปสามารถควบคุมจัดการปัจจัยทางภาพแวดล้อมได้เพียงแค่มสามปัจจัยคือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม แต่ MRT นั้นเครื่องปรับอากาศทั่วไปไม่สามารถควบคุมได้ในการปรับความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติผู้ออกแบบสามารถควบคุมปัจจัยได้เพียงสามปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม และ MRT ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นในสภาพอากาศร้อนขึ้นการควบคุมด้วยวิธีธรรมชาติ (ไม่ใช่เครื่องกล) แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย

ในที่นี้ขอย้ำเน้นถึงความสำคัญของ MRT ในเชิงทฤษฎีนั้น MRT มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวมากกว่าอุณหภูมิอากาศถึงร้อยละ 40 ระบบเครื่องปรับอากาศไม่สามารถควบคุมจัดการกับ MRT ได้ ถ้าผู้ออกแบบอาคารละเลยต่อ MRT และปล่อยให้พื้นผิวภายในห้องมีอุณหภูมิสูงผลก็คือถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศก็ต้องปรับอุณหภูมิอากาศให้ต่ำกว่าปกติเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยยังรู้สึกสบายไม่ร้อนและถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ ก็จะพบว่าสภาพภายในนั้นร้อนตลอดเวลาและร้อนกว่าอยู่ภายนอก ทั้งที่มีลมพัดและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็ไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัตนพันธ์ นันทวิจารย์ (2547) ได้กล่าวถึงปัจจัยหลักในการนำมาวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคาร ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)

อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อนหนาวของอากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิคือเทอร์โมมิเตอร์ โดยหน่วยที่วัดซึ่งนิยมในปัจจุบันมี 2 แบบคือ

แบบเซลเซียส จุดเดือดเป็น 100 และ จุดเยือกแข็งเป็น 0

แบบฟาเรนไฮต์ จุดเดือดเป็น 212 จุดเยือกแข็งเป็น 32

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการแผ่รังสีของพื้นผิวโลก โดยการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในรูปคลื่นสั้น จะเริ่มตั้งแต่ช่วงเช้าที่พระอาทิตย์เริ่มขึ้นรังสีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เวลาที่โลกได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดคือช่วงเที่ยงวันจากนั้นปริมาณรังสีก็จะลดลงตามลำดับเมื่อโลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์แล้วก็แผ่รังสีออกไปในบรรยากาศในรูปของคลื่นยาวทำให้อากาศร้อนขึ้นความร้อนส่วนใหญ่ที่อากาศได้รับเป็นความร้อนจากการแผ่รังสีของโลกบวกกับจากวัตถุต่างๆที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี ซึ่งเก็บความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ไว้ แล้วเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น และประเด็นที่น่าสนใจคือเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดในช่วงวัน เป็นคนละเวลากับที่โลกได้รับรังสีของดวงอาทิตย์มากที่สุด (รัชนิกร บุญ-หลง , 2536 อ้างถึงใน รัตนพันธ์ นันทวิจารย์,2547)

อุณหภูมิมีผลต่อพฤติกรรมมนุษย์ ในระยะยาวก็มีผลต่อเรื่องของการเปลี่ยนแปลงหรือปรับตัวของสภาพร่างกายด้วย และอุณหภูมิก่อให้เกิดผลกระทบทั้งสภาวะอารมณ์และการทำงานของร่างกาย

2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นคือไอน้ำในอากาศ ไอน้ำมาจากการระเหยของน้ำที่เปลือกโลก โดยมีความร้อนแฝงที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำรวมอยู่ด้วย อากาศจะรับไอน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นนั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นสัมบูรณ์ ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็คือความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ คืออัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศกับปริมาณน้ำที่อากาศจะรับไว้ได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่สวนทางกับอุณหภูมิ เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ คือ ไฮโกรมิเตอร์ โดยความชื้นสัมพัทธ์สามารถหาได้อีกวิธี

โดยยกตัวอย่าง หากในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีไอน้ำ 30 กรัม แต่อากาศที่อุณหภูมิจะรับน้ำได้ 40 กรัม ความชื้นสัมพัทธ์ก็จะเป็น $30/40 \times 100 = 75\%$ (รัชนิกร บุญ-หลง,2536 อ้างถึงใน รัตนพันธ์ นันทวิจารย์,2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความเร็วลม (Air Velocity)

ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ไปในแนวราบ จากบริเวณความกดอากาศสูง ไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ การวัดลมนั้นวัดได้สองแบบ คือวัดทิศทางของลม และวัดความเร็วลม แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฉบับนี้คือเรื่องการวัดความเร็วลม ที่เป็นลมระดับผิวพื้น เครื่องมือวัดความเร็ว

การวัดลมนั้นวัดได้สองแบบ คือวัดทิศทางของลม และวัดความเร็วลม แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือเรื่องการวัดความเร็วลม ที่เป็นลมระดับผิวพื้น เครื่องมือวัดความเร็วลมก็คือแอนโมมิเตอร์ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบทั้งแบบถือและแบบตั้ง มีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) (รัชนิกร บุญ-หลง, 2536 อ้างถึงใน รัตนพันธ์ นันทวิจารย์, 2547)

ตารางที่ 2.1 เป็นผลจากการทดลองเกี่ยวกับ ความเร็วของลมกับความรู้สึกของมนุษย์ เพื่อหาระดับความเร็วลมของมนุษย์รู้สึกพึงพอใจ ไม่ว่าจะเป็นลมที่เป็นลมปกติธรรมดาหรือแม้แต่ลมจากพัดลมที่มนุษย์เราประดิษฐ์ขึ้น

ตารางที่ 2.1 ความเร็วลมกับความรู้สึกของมนุษย์

ความเร็วลม	ความรู้สึก
< 0.25 เมตร/วินาที	ไม่รู้สึกว่ามีลม
0.25 - 0.50 เมตร/วินาที	พึงพอใจ
0.50 - 1.00 เมตร/วินาที รู้สึกว่ามีลม	รู้สึกว่ามีลม
1.00 - 1.50 เมตร/วินาที รู้สึกว่าลมรบกวน	รู้สึกว่าลมรบกวน
> 1.50 เมตร/วินาที รู้สึกว่าลมรบกวนมาก	รู้สึกว่าลมรบกวนมาก

ที่มา : Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, Thermal Comfort (Brisbane :

The University of Queensland Printery, 1997) อ้างถึงใน รัตนพันธ์ นันทวิจารย์, 2547

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าความเร็วลมที่ระดับ 0.25 – 0.50 เมตร / วินาที เป็นที่พึงพอใจมากที่สุด แต่ก็มีเงื่อนไขอยู่บ้างตรงประเด็นที่เป็นลมภายใน หรือภายนอกอาคาร และสภาพอากาศด้วยว่าร้อนหนาวอย่างไร เช่นถ้าอากาศร้อน ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที แต่ถ้าเป็นอากาศหนาว ในห้องที่มีเครื่องทำความอุ่นก็ยอมรับได้ถึงประมาณ 1.5 เมตร/วินาที แต่ถ้าเป็นอากาศหนาว ในห้องที่มีเครื่องทำน้ำอุ่นก็ยอมรับให้มีลมได้ไม่เกิน 0.25 เมตร/วินาที ลมกับความชื้นมีความสัมพันธ์กัน ถ้าไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก็สามารถเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคที่เป็นอันตรายแก่มนุษย์ได้หลายอย่าง เช่น เชื้อราหรือแบคทีเรียบางอย่างคือบ่อเกิดของโรคที่ทำให้เสียชีวิตได้ (Rostron, 1984 อ้างถึงใน รัตนพันธ์ นันทวิจารย์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รังสีความร้อน (Radiation)

รังสีความร้อน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนในอากาศนอกจากจะแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทระหว่างสภาพแวดล้อมด้วยกันแล้ว ก็ยังสามารถแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทระหว่างสภาพแวดล้อมกับร่างกายมนุษย์ได้ด้วย อุณหภูมิภายในร่างกายของคนเราเมื่ออยู่ในสภาพสมดุลจะมีค่าประมาณ 37 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิที่ผิวหนังจะอยู่ระหว่าง 31 องศาเซลเซียส - 34 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับสภาพของสภาวะแวดล้อม และอุณหภูมิการแผ่รังสี ความร้อนเฉลี่ย (Mean Radiant Temperature: MRT) ซึ่งถ้าในอากาศที่นิ่ง MRT จะเท่ากับค่า GT (Globe Temperature) การที่ร่างกายมนุษย์เกิดการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมนั้นเกี่ยวข้องกับพลังงานและการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้องมีสามลักษณะ คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ การถ่ายเทความร้อนโดยการพา และการถ่ายเทความร้อนโดยแผ่รังสี เมื่อใดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ พลังงาน หรือความร้อนจะถ่ายเทจากบริเวณที่อุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ

ความสมดุลของความร้อนในร่างกายคนเรา มีตัวแปรที่สำคัญๆ หลายตัวแปรดังสมการที่ 2.1 (Auliciems and Szokolay 1997 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารย์, 2547)

$$M \pm R \pm C_v \pm C_d \pm E = \pm S (W) \dots$$

Where M = Metabolic rate

R = Net Radiation

Cd = Conduction

Cv = Convection

E = Evaporation heat loss

$\pm S$ = Change in heat stored

จากสมการที่ 2.1 ถ้าค่า $\pm S$ ที่ได้เป็นบวก ความร้อนในร่างกายคนเราก็จะสูงขึ้นถ้าค่าที่ได้เป็นลบความร้อนในร่างกายคนเราก็จะลดลง มนุษย์เราต้องมีความสมดุลของความร้อนในร่างกาย ถ้าความร้อนในร่างกายขาดความสมดุล ก็จะเกิดผลกระทบต่อร่างกาย ความรุนแรงมีตั้งแต่การเจ็บป่วยเล็กน้อยไม่อันตราย จนกระทั่งป่วยมาก และที่สูดอาจถึงตายได้ เคยมีสถิติคนตายเพราะกรณีนี้มาแล้วที่มลรัฐนิวยอร์กประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ. 1900 - 1928 โดยผู้ที่เสียชีวิตมีทุกเพศ ตั้งแต่ทารกแรกเกิดจนกระทั่ง ผู้สูงอายุ (Lee, 1953 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารย์, 2547)

ตารางที่ 2.2 วิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical body temperatures
(an approximate guide)

อุณหภูมิที่ผิวหนัง	อุณหภูมิภายในร่างกาย	ผลที่อาจได้รับ
45 องศาเซลเซียส	42 องศาเซลเซียส	เสียชีวิต
	40 องศาเซลเซียส	สภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงผิดปกติ
	38-39 องศาเซลเซียส	มีการระเหยของน้ำในร่างกาย เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด
34-31 องศาเซลเซียส	37 องศาเซลเซียส	สบายและสร้างความร้อนในร่างกายผิดปกติ
	36 องศาเซลเซียส	เกิดการบีบตัวของหลอดเลือดผิดปกติ เกิดการผลิตและสร้างความร้อนในร่างกายผิดปกติ
	35 องศาเซลเซียส	สภาวะที่ร่างกายอุณหภูมิต่ำผิดปกติ
	25 องศาเซลเซียส	เสียชีวิต

ที่มา : Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, Thermal Comfort (Brisbane : The University of Queensland Printery, 1997) อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารย์, 2547

ตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงวิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ไม่สมดุลและความเป็นไปได้ในแต่ละระดับความร้อนต่อร่างกายมนุษย์ ที่ถ้าหากสูงหรือต่ำกว่าระดับปกติที่ 37 องศาเซลเซียส ภายในร่างกาย 31 – 34 องศาเซลเซียส ผิวหนัง ผลกระทบของความร้อนที่แม้แค่ระดับผิวเรากล้ามากเกิน 45 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ก็สามารถทำให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของร่างกายที่มีผลต่อหลอดเลือด หรืออาจถึงแก่ชีวิตได้ (Auliciems and Szokolay, 1997 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารย์, 2547)

2.1.3 ตัวแปรในงานสถาปัตยกรรมที่มีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย

ธนิต จินดาวงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงตัวแปรในงานสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายและสภาพภายในอาคารมีดังนี้

1. Microclimate

สภาพอากาศของประเทศไทยโดยรวมมีลักษณะร้อนชื้นและไม่อยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย Microclimate รอบอาคารสามารถปรับเปลี่ยนได้ Microclimate เป็นตัวแปรแรกที่ทำให้อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศรอบอาคารนั้นร้อน หรือ เย็นกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกทั่วไปสืบเนื่องจากองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม ในทางทฤษฎี องค์ประกอบที่มีผลต่อ Microclimate ประกอบด้วยรูปแบบแผ่นดิน ต้นไม้ แหล่งน้ำ และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น จากตัวอย่างที่องค์ประกอบที่มีผลต่อภูมิอากาศของ Microclimate ในภูมิประเทศที่แบนราบ ได้แก่ ต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม พืชคลุมดิน บ่อน้ำ และ พื้นผิวแข็ง

ต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม พืชคลุมดิน และบ่อน้ำ สามารถร่วมกันทำให้เกิดสภาพอากาศเย็นรอบอาคาร ได้การบังแสงแดดของต้นไม้ใหญ่ การคายน้ำของพืช และการระเหยน้ำช่วยให้อากาศเย็นลงได้นอกจากนั้น กิ่งก้านใบไม้ของต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม และสิ่งก่อสร้างข้างเคียง เช่น รั้ว อาคาร ยังทำหน้าที่ห่อหุ้มปริมาตร อากาศที่เย็นไว้ ไม่ให้ลมร้อนจากข้างนอกพัดเข้ามาโดยตรงในปริมาตรนี้

ในช่วงกลางวันที่อากาศร้อนจัด สภาพอุณหภูมิอากาศของ Microclimate ที่ดินนั้นจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปได้ถึง 3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใต้พืชคลุมดินต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส เนื่องจากการคายน้ำของพืช ในระหว่างช่วงกลางวันและกลางคืนอุณหภูมิเฉลี่ยของ Microclimate สามารถต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกทั่วไป 1.5 และ 0.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การนำอากาศเย็นจาก Microclimate เข้าไปภายในอาคาร ก็จะทำให้สภาพภายในอาคารนั้นเย็นกว่าอากาศภายนอกทั่วไป นอกเหนือจากนี้รังสีจากต้นไม้ใหญ่ และอากาศเย็นรอบอาคารช่วยลดอิทธิพลความร้อนจากอากาศและแสงแดดด้วย ความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารถูกทำให้ลดลงก่อนคอนกรีตและถนนคอนกรีตรอบอาคารมีผลต่อสภาพอุณหภูมิของ Microclimate และสภาพภายในอาคาร รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งลงมายังพื้นผิวแข็ง เช่น คอนกรีตสามารถทำให้อุณหภูมิผิวนั้นสูงขึ้นถึง 55 องศาเซลเซียสได้ จากผลดังกล่าวทำให้ MRT ของบริเวณนั้นสูงและอากาศร้อนกว่าปกติ อาจเกิดขึ้นได้ถ้าพื้นผิวแข็งมีพื้นที่มากพอ นอกจากนั้นพื้นผิวแข็งที่สีอ่อนยังจะสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์เข้าอาคารอีกด้วย ดังนั้นในสภาวะดังกล่าวสภาพแวดล้อมรอบอาคารจึงเย็น หรือร้อนกว่าสภาพอากาศภายนอกทั่วไป อากาศร้อนกว่ารอบอาคารจะถูกแรงลมภายนอกพัดพาเข้าไปในอาคารทำให้สภาพอากาศภายในอาคารยิ่งเย็นลง

1. MRT และรังสีดวงอาทิตย์

อุณหภูมิพื้นผิวที่มีต่อความรู้สึกที่ร้อนหนาว ถ้าพื้นผิวของห้องอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิผิวหนัง (32 องศาเซลเซียส) พื้นผิวนั้นๆ จะแผ่รังสีความร้อนมาที่ตัวเรา ทำให้ร่างกายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น ในการวิเคราะห์อุณหภูมินั้นกระทำโดยใช้ ค่า Mean Radiant Temperature (MRT) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของทุกพื้นผิว โดยครอบด้วยมุมกระทำ (Solid Angle) ของขอบพื้นผิวนั้นๆ ณ จุดที่ทำการจัด

อากาศสามารถพัดผ่านช่องเปิดอาคาร และทำให้อุณหภูมิผิวภายในอาคารเปลี่ยนไปเนื่องจากอุณหภูมิอากาศที่แปรเปลี่ยนในช่วงกลางวันและกลางคืน ดังนั้นอาคารที่ให้ระบบธรรมชาติจะใช้สมมติฐานในการประเมินเปรียบเทียบค่า MRT เท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอก ถ้าอุณหภูมิผิว

ในห้องหรือ MRT เท่ากับอุณหภูมิอากาศก็นับได้ว่าเป็นสภาพที่ปกติ แต่ถ้าอุณหภูมิพื้นผิว หรือ MRT ต่ำกว่า หรือสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก จะถือได้ว่าเป็นสภาพที่ต่ำกว่าหรือแยกว่าตามลำดับ

จากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวภายในอาคารหรือ MRT สามารถเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ และสามารถต่ำกว่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิอากาศได้ ปรากฏการณ์นี้มีผลจากรังสีดวงอาทิตย์และคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของระบบผนังและหลังคา

เมื่อวัสดุที่ใช้ทำผนังและหลังคาถูกแสงแดดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นๆ สามารถขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิอากาศได้ถึง 33 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อันเนื่องมาจากมวลสาร สี พื้นผิว ทิศทาง และมุมแดดที่ตกกระทบ ยิ่งความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวผนังและหลังคาภายนอกและภายในอาคารมีมากเท่าไร ความร้อนก็ยิ่งถ่ายเทเข้ามาในอาคารมากยิ่งขึ้น และอุณหภูมิผิวภายในอาคารจะยิ่งสูงขึ้นด้วยความร้อนที่เข้ามาในอาคารทำให้พื้นผิวภายในอากาศภายในอาคารมีอุณหภูมิสูงปรากฏการณ์นี้ทำให้สภาพภายในอาคารไม่สามารถที่จะทนอาศัยอยู่ได้ และมีสภาพที่แยกว่าสภาพภายนอกอาคาร สภาพเหล่านี้สามารถพบได้ในอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไปในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าผนังส่วนบนที่อยู่ใต้ร่มเงาอย่างสมบูรณ์ และผนังส่วนล่างที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีกระจายและแสงแดดในยามเย็น แผนภูมิของอุณหภูมิผนังส่วนล่างที่กระโดดขึ้นแสดงถึงแสงแดดโดยตรงที่เริ่มกระทบผนัง รูปทรงของหลังคาเรือนไทยที่มีความลาดชันที่สูงมากช่วยลดมุมกระทำ (Solid Angle) จากหลังคาที่อุ่นซีกหนึ่งของหลังคาด้านที่ปะทะดวงอาทิตย์จะร้อน เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ในขณะที่ยีกด้านหนึ่งจะมีผลกระทบที่น้อยกว่า ดังนั้นเพียงครึ่งหนึ่งของเพดานที่มีพื้นผิวที่อุ่นขอให้สังเกตว่าหลังคาเรือนไทยที่กล่าวถึงนี้ปราศจากฝ้าเพดานระนาบราบ ผลกระทบ MRT จากเพดานที่อุ่นของเรือนไทยจะน้อยกว่าผลที่เกิดขึ้นกับเพดานหลังคาอาคารพักอาศัยใหม่ที่มีเพดานระนาบราบ และมีระบบป้องกันการถ่ายเทความร้อนของระบบหลังคาที่ไม่ดีและไม่มีประสิทธิภาพ

2. มวลสารอาคาร

อาคารที่มีมวลสารมากๆ จะมีผลกระทบต่อ MRT และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร เนื่องจากความจุความร้อนของมวลสาร ในการที่จะทำให้อุณหภูมิมวลสารสูงขึ้นต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก สถาปัตยกรรมไทยที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา เช่น โบสถ์ และโรงเรียน อาคารทั้งสองมีผนังที่หนา 0.8 – 1.00 เมตร และพื้นก็มีมวลสารมากเช่นกัน ผนังอิฐที่หนามากก็จะมีค่าความต้านทานความร้อนสูงด้วย ดังนั้นค่า MRT และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารดังกล่าวในช่วงเวลากลางวันต่ำกว่าหรือเย็นกว่าอากาศภายนอก แต่ทั้งนี้อากาศมีความร้อนจำเพาะน้อยกว่ามวลสารอาคารมาก ดังนั้นในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศจะลดลงได้เร็วกว่ามวลสารอาคาร และพลังงานความร้อนที่สะสมในมวลสารอาคารระหว่างช่วงเวลากลางวันจะคายเข้ามาในอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในร้อนกว่าภายนอก อาคารดังกล่าวจะมีสภาพนอกอาคารที่เย็นกว่าภายในช่วงเวลากลางวัน ส่วนใหญ่ช่วงเวลากลางคืนภายนอกจะร้อนกว่าภายนอกอาคาร เป็นที่สังเกตได้ว่าอาคารที่ยกตัวอย่างดังกล่าว จะมีช่วงเวลากาการใช้งานเฉพาะเวลากลางวันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกประเด็นหนึ่งของมวลสารก็คือการหน่วงเหยี่ยวความร้อน (Time Lag) ความร้อนสูงสุดที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะเกิดขึ้นหลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกขึ้นสูงสุดระยะเวลาของการหน่วงเหยี่ยวความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณมวลสารอาคาร ในอาคารที่มีมวลสารมากเวลาของการหน่วงความร้อนจะยาวนานตามไปด้วย

3. แหล่งความเย็นจากพื้นดิน

พื้นดินมีผลกระทบขี้นลงของอุณหภูมิ MRT และสภาวะน่าสบายกับอาคารที่สัมผัสดิน ตามทฤษฎีอุณหภูมิดินที่ลึกมากๆ ตลอดทั้งปีจะมีค่าคงที่และเท่ากับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยทั้งปี ส่วนอุณหภูมิดินที่ตื้นขึ้นมากจะแปรเปลี่ยนเล็กน้อยขึ้นกับฤดูกาลและสภาพพื้นผิวและสิ่งปกคลุมผิวดิน อุณหภูมิดินนั้นจะค่อยข้างคงที่เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศซึ่งขี้นลงในช่วงกลางวันและกลางคืน ทั้งนี้เนื่องจากดินมีปริมาณความจุความร้อนอันมหาศาล จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอุณหภูมิดิน ในกรุงเทพฯ จะมีค่าระหว่าง 24.5 ถึง 26.5 องศาเซลเซียส ขี้นกับสภาพแวดล้อมและแปรผัน ไม่มากกว่า 0.6 องศาเซลเซียสภายใน 24 ชั่วโมง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศสามารถแปรผันมากถึง 10 องศาเซลเซียส ในวันหนึ่งระหว่างกลางวันอุณหภูมิพื้นดินต่ำอุณหภูมิอากาศ และต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายคนเรา พื้นดินจึงเป็นเสมือนแหล่งความเย็นพื้นดินมีผลต่อปัจจัยสภาวะน่าสบายสองปัจจัยคือ อุณหภูมิอากาศ MRT พื้นอาคารที่สัมผัสดินและมีวัสดุที่นำความร้อนดีจะทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายนอกอาคาร ทำให้ MRT และอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกภายในอาคารจึงเย็นกว่าภายนอก อาศัยสูญเสียความร้อนจากร่างกาย โดยการนำและการแผ่รังสีไปยังพื้นที่เย็นกว่าของอาคาร

4. ลมและการระบายอากาศ

ปัจจัยความเร็วลมสัมพันธ์กับเขตสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort Zone) ถ้าอุณหภูมิอากาศอยู่เหนือนอกเขตสภาวะน่าสบาย ความเร็วลมสามารถทำให้สภาพอากาศนั้นกลับเป็นสภาวะที่น่าสบายได้ กระแสลมที่พัดผ่านผิวหนัง จะทำให้อัตราการสูญเสียความร้อนจากการระเหยของเหงื่อสูงขึ้นทำให้ร่างกายรู้สึกเย็น องค์ประกอบที่ส่งเสริมให้เกิดความเร็วลมในอาคารอันเนื่องมาจากแรงลมภายนอก ได้แก่ ความเร็วลมภายนอก ทิศทางลม องค์ประกอบในที่ตั้งรอบๆ อาคารทิศทางของอาคาร รูปทรงอาคาร ช่องเปิดอาคาร และการจัดภายในอาคาร

บางอาคารที่ได้รับความนิยมมาบ้างพบว่าเกือบจะไม่มีกระแสลมภายนอกอาคารเลย แต่อาคารเหล่านั้นมีสภาพอากาศภายในที่เย็นกว่าภายนอก อาคารที่มี Microclimate และแหล่งดูดซับความร้อนต้องการการระบายอากาศเพียงเล็กน้อยเพื่อสุขลักษณะที่ดี อากาศเย็นจาก Microclimate และอิทธิพลของแหล่งดูดซับความร้อน ช่วยทำให้สภาพภายในอาคารเย็นกว่าภายนอก แต่ถ้าลมร้อนภายนอกในช่วงเวลากลางวันพัดผ่านเข้ามาในที่ตั้งและอาคารปริมาณ การทำความเย็นจาก Microclimate แหล่งดูดซับความร้อนอาจไม่ได้ผล (สุนทร บุญญาธิการ , 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย

ธนิต จินดาวณิก (2540) ได้กล่าวไว้ว่า การทำความเข้าใจกับลักษณะภูมิอากาศร้อนเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบอาคาร ให้เหมาะสมกับที่ตั้งเพื่อการประหยัดพลังงาน

การอธิบายจะใช้รูปแบบเปรียบเทียบกับภูมิอากาศที่เสมือนคล้ายกันนั้นก็คือ ภูมิอากาศร้อนแห้ง เพื่อแสดงให้เห็นอิทธิพลที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางสถาปัตยกรรม

ในภูมิอากาศร้อนชื้นนั้นไอน้ำอากาศที่อยู่ในรูปของความชื้นในอาคารและในรูปของเมฆทำให้สภาพอากาศของเขตร้อนมีความแตกต่างกันออกไป ดังเช่น ร้อนแห้งและร้อนชื้น ความชื้นมีผลกระทบต่อรังสีดวงอาทิตย์ ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันและกลางคืน (Diurnal Temperature) การระเหยของน้ำและเหงื่อ สภาพผิวดิน พืชพรรณ และความสบายตา (Visual Comfort) อิทธิพลจากความชื้นเหล่านี้ทำให้รูปแบบสถาปัตยกรรมนั้นแตกต่างกันด้วย

ในภูมิอากาศร้อนชื้นที่อยู่ในรูปของเมฆทำให้เขตความร้อนชื้นในช่วงกลางวันไม่ร้อนจัดดังเช่นเขตร้อนแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากเมฆนั้นช่วยลดระดับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมาถึงพื้นดิน ต่างกับเขตร้อนแห้งที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆทำให้รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดส่องลงมาที่พื้นโลก ทำให้อุณหภูมิในช่วงกลางวันสูงหรือร้อนจัด แต่ในทางกลับกันในช่วงเวลากลางคืนกลุ่มเมฆจะเป็นตัวสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนจากผิวโลกกลับไปสู่ท้องฟ้า ดังนั้นอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางคืนของอุณหภูมิอากาศเขตร้อนชื้นจึงไม่ลดลงต่ำดังเช่นภูมิอากาศร้อนแห้ง ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันและกลางคืน ในภูมิอากาศร้อนและแห้งกลางคืนจะหนาวเย็นส่วนกลางวันจะร้อนจัด แต่อุณหภูมิร้อนชื้นกลางคืนอุ่นหรือเย็นส่วนกลางวันจะร้อน จะเห็นได้ว่า ลักษณะทางสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในเขตร้อนแห้งจะใช้ผนังที่หนาหนักเพื่อต้านทาน และหวังเหนี่ยวความร้อนจากอากาศและแสงแดด ไม่ให้ถ่ายเทเข้ามาภายในอาคาร ในช่วงกลางคืนตัวผนังที่หนาหนักจะสะสมความร้อนในช่วงกลางวัน และคายความร้อนออกมาในอาคารในช่วงกลางคืนเพื่อทำความอบอุ่นให้กับอาคาร ต่างกับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นเขตร้อนชื้นที่มีลักษณะโปร่งเบา มีการป้องกันความร้อนจากแสงแดด ไม่ให้ถูกผนังและเข้ามาในอาคาร หลีกเลี่ยงการสะสมความร้อนในตัวอาคารหรือมวลสารทั้งที่เนื่องจากอากาศในช่วงกลางคืน ไม่เย็นหรือหนาวเย็น ถ้ามีการสะสมความร้อนในตัวอาคารหรือมวลสารอาคาร เช่น ผนังและพื้น จะทำให้สภาพภายในอาคารในเวลากลางคืนนั้นอุ่นเกินไปหรือร้อนกว่าภายนอกทำให้อยู่ไม่สบาย

นอกเหนือจากอิทธิพลของเมฆที่มีอิทธิพลทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืนต่ำ แล้วเมฆยังทำหน้าที่กระจายรังสีดวงอาทิตย์ส่องลงมาในช่วงกลางวันด้วย เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมาถูกสะท้อนของไอน้ำ เกิดการหักเหกระจาย หรือ ที่เรียกว่า Diffuse Radiation เข้ามาได้ทุกทิศทาง ดังนั้นอาคารให้ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น นอกจากป้องกันรังสีโดยตรง แล้วยังต้อง

ป้องกันรังสีกระจายด้วย มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกร้อน นอกจากนี้แสงสะท้อนจากเมฆก่อให้เกิดความจ้า Glare ซึ่งมองแล้วไม่สบายตา

นอกจากอิทธิพลของไอน้ำรูปเมฆและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยทั่วไปของสภาวะภูมิอากาศร้อนชื้นที่สูงนั้น ทำให้การสูญเสียความร้อนจากร่างกายด้วยการระเหยของเหงื่อเป็นไปได้ช้า ทำให้เรารู้สึกตัวเหนียวไม่สบาย ในสภาพอากาศร้อนการคงความสมดุลของความร้อนรังสีความร้อนและการพาความร้อนมีอัตราที่ต่ำมากการสูญเสียความร้อนจากร่างกายด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนมีอัตราที่ต่ำมาก อากาศที่ชื้นจะทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อไม่มาก และถ้าชั้นอากาศรอบผิวหนังคนเราไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนไหว ไอน้ำจากการระเหยของเหงื่อจะให้ชั้นอากาศรอบผิวหนังเกิดการอิ่มตัวของไอน้ำ (Saturation) เหงื่อจะระเหยไม่ได้อีกทำให้ร่างกายไม่สามารถขับความร้อนออกมาได้ ก็ยิ่งทำให้รู้สึกร้อนขึ้นไปอีก ดังนั้น การเคลื่อนไหวถ่ายเทอากาศบริเวณผิวหนังเราในอากาศร้อนชื้นขึ้นเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อช่วยในการทำความเย็นให้กับร่างกาย โดยอาศัยอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าพัดมาแทนที่ชั้นอากาศที่รับ ไอน้ำจากการระเหยของเหงื่อ จึงทำให้กระบวนการสูญเสียความร้อนของร่างกายดำเนินการต่อเนื่องไปได้ ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่จะให้ผู้อยู่อาศัยอยู่ในเขตร้อนชื้นรู้สึกสบายได้ ก็คือการที่มีลมพัดผ่านพื้นที่ผิวหนังส่วนใหญ่ของผู้อยู่อาศัย

2.3 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

ตริกใจ บูรณสมภพ (2539) กล่าวถึง โดยทั่วไปการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก สามารถเข้าสู่อาคารได้ 3 แบบ คือ การนำ (Conduction) การพา (Convection) การแผ่รังสี (Radiation)

2.3.1 การถ่ายเทความร้อน โดยนำ (Heat Transfer by Conduction) เป็นการถ่ายเทจากโมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือมวลวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังกำแพง เป็นต้น

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุ วัสดุที่นำความร้อนได้ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนสูง เช่น ทิน, โลหะ, และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ เช่น โยใยแก้วฉนวนกันความร้อน นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับสภาพความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิของผิวทั้ง 2 ด้าน ของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเท

2.3.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Heat Transfer by Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคาร ความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยนำ (Convection) จากนั้น ผิวหนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่น น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิสูงกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสุญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) เช่นความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสุญญากาศลงมายังโลก เป็นต้นอาคารต่างๆจะได้รับความร้อนทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่จากวัตถุ หรืออาคารอื่นรอบๆ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืน จะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อนและการถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเอง โดยการนำความร้อน

การดูดกลืนรังสีของวัสดุขึ้นคุณสมบัติของผิววัสดุในการดูดกลืนรังสี หรือเรียกกันทั่วไปว่า สภาพการดูดกลืน (Absorptivity) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1 วัสดุที่ดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมด จะมีสภาพดูดกลืนเท่ากับ 1 วัสดุโดยทั่วไปจะสามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด แต่จะมีบางส่วนที่สะท้อนออกไป ความสามารถในการสะท้อนรังสีนี้เรียกว่า สภาพสะท้อน (Reflectivity) วัสดุที่สะท้อนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมด จะมีสภาพในสภาพสะท้อนเท่ากับ 1

วัสดุโดยทั่วไปจะมีการแผ่รังสีในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีสเปกตรัม (Spectrum) และความเข้มขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความสามารถในการแผ่รังสีของวัสดุจะบอกในรูปของสภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ค่าของสภาพเปล่งรังสีของวัสดุธรรมชาติจะเทียบกับสภาพเปล่งรังสีของวัสดุสีดำ ซึ่งสามารถกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด และจะแผ่รังสีออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ ตามอุณหภูมิ โดยจะกำหนดให้วัสดุสีดำมีสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 1 หรือ 100% วัสดุอย่างอื่นจะมีค่าสภาพเปล่งรังสีน้อยกว่าของวัสดุสีดำที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยทั่วไปวัสดุที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) จะแผ่รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน

โลหะที่มีผิวมันจะสะท้อนรังสีส่วนมากที่ตกกระทบและดูดกลืนไว้เพียงเล็กน้อยถึงแม้ว่าอลูมิเนียมจะมีความสามารถในการสะท้อน แต่ภายในเนื้ออลูมิเนียมก็จะเก็บความร้อนไว้ได้สูงเช่นเดียวกัน ดังนั้น การใช้อลูมิเนียมหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารจึงไม่มีผลดีไปกว่าการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนซึ่งหาสีขาว แต่การใช้กระดาษซึ่งฉาบด้วยอลูมิเนียมบางๆ เป็นตัวป้องกันความร้อนที่ฝ้าเพดานจะได้ผลดีเพราะมีมวลของอลูมิเนียมน้อยจึงทำหน้าที่สะท้อนความร้อนออกไปได้เต็มที่

วัสดุก่อสร้างในส่วนที่เป็นหลังคา ผนัง ฝ้า และกระจกที่ใช้กันทั่วไปมีคุณสมบัติยอมให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารในแบบต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางอาคาร การรับแดด หรืออยู่ในที่ร่ม คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้ สีและลักษณะผิวของวัสดุ รวมถึงมวลและความหนาของผนัง

การเปรียบเทียบค่าสภาพความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุชนิดต่างๆ ดังกล่าว
ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุชนิดต่างๆ

วัสดุ	ค่า k= วัตต์/เมตร องศาเซลเซียส
โฟมฉนวน	0.023
โฟมแผ่น	0.031
ฉนวนใยแก้ว	0.035
แผ่นยิปซัม	0.191
กระเบื้องแผ่นเรียบ	0.288

การสะท้อนจากทาสีต่างๆ (Effect of Color) จำทำให้รังสีความร้อนสะท้อนออกได้มาก ซึ่ง
จะลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้ดี สีผิวของวัสดุแม้จะเป็นสีทาก็ตามมีความสำคัญในการ
สะท้อนความร้อนมาก ดังแสดงการสะท้อนในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงภาพสะท้อนความร้อน (Reflectivity) ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีผิววัสดุ
และวัสดุเป็นสีธรรมชาติ

สี	การสะท้อน (%Total incident Heat Reflected)
ขาว	75
ครีม	65
เขียวอ่อน	50
แดง	26
เทา	25
ดำ	7

2.3. ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนและช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน (U-
and Time Lag Values)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรึงใจ บูรณสมภพ(2539) กล่าวว่า วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนต่ำ ซึ่งใช้เป็นฉนวนกันความร้อน มักจะมีน้ำหนักเบา แต่วัสดุที่มีค่าของช่วงเวลาที่ความร้อนไหลผ่านจากผิวด้านนอกสู่ผิวด้านใน (Time Lag) จะเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมาก ถ้าต้องการให้คงความร้อนไหลผ่านเข้าอาคารได้ช้า จะต้องใช้ผนังหรือหลังคาที่หนา แต่ต้องระวังความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในวัสดุ ถ้าเลือกวัสดุที่มีมวลและความจุความร้อนสูง วัสดุจะเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางวัน (ใน ส่วนที่โดนแดด) และแผ่รังสีความร้อนอยู่ภายในอาคารในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอก จึงต้องมีลมภายนอกอาคาร และมีการระบายอากาศภายในอาคารที่เพียงพอเพื่อพาความร้อนออกไปจากวัสดุและภายในห้อง สำหรับค่าช่วงเวลากการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุแสดงดังในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าช่วงเวลากการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ

วัสดุ	ความหนา (นิ้ว)	U-value (W/m ² -°C)	Time-lag
อิฐ	4	0.61	2.5 hours
	8	0.41	5.5 hours
	12	0.31	8.5 hours
คอนกรีต	4	0.85	2.5 hours
	8	0.67	5 hours
	12	0.55	8 hours
แผ่นฉนวนกัน ความร้อน	2	0.16	40 min.
	4	0.09	3 hours
ไม้		0.68	10 min.
	1	0.47	25 min.
	2	0.30	1 hours

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความเป็นมาของบ้านดิน

โจม จันโต (<http://www.Baandin.com.2551> (online) กล่าวไว้ว่า บ้านดิน (Earth Housing) นั้น มีจุดเริ่มจากที่ใดไม่มีใครทราบแน่ชัดเพราะไม่มีหลักฐานระบุไว้อย่างชัดเจน แต่หลักฐานที่มีมากที่สุดคือ ตัวสิ่งก่อสร้างที่นำมาจากดิน ซึ่งคนสมัยก่อนได้สร้างไว้เป็นที่อยู่อาศัยหรือศาสนาสถาน แต่เพราะความคงทนจึงยังคงทำให้หลงเหลือร่องรอยและเศษซากให้เห็นจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีมากมายทั่วโลก แต่จุดที่น่าจะเป็นต้นกำเนิดของบ้านดินหรือแองก์วัฒนธรรมบ้านดินนั้น มีอยู่ 3 แองก์ใหญ่ๆ คือ

2.4.1 แองก์ตะวันออกกลาง ซึ่งกินอาณาเขตที่กว้างขวาง ด้านตะวันออกจะรวมมาถึงอินเดีย บังกลาเทศ และจีน ส่วนด้านตะวันตก กินเนื้อที่ไปถึงตุรกีและยุโรปอีกหลายประเทศ แองก์นี้เคยมีความเจริญรุ่งเรืองยาวนานหลายพันปี จนบางแห่งรุ่งเรืองจนถึงขีดสุดแล้วก็ล่มสลายไปตามกฎเกณฑ์ธรรมชาติ เช่น อาณาจักรเมโสโปเตเมีย หรือที่เรียกกันว่าแหล่งวัฒนธรรมแถบลุ่มแม่น้ำไทกริสยูเฟรติส ซึ่งปัจจุบันนี้หมู่บ้านต่างๆ ในเขตแองก์ตะวันออกกลางยังคงเป็นหมู่บ้านดินทั้งหมดหมู่บ้านแม้แต่เมืองที่ถือว่าเจริญแล้วก็ยังมีคนสร้างบ้านดินอาศัยอยู่เหมือนเดิมอาจจะแหล่งที่ตนอยู่บ้านดินที่สุดในโลกก็เป็นได้

2.4.2 แองก์แอฟริกา ทวีปตั้งแต่อียิปต์ไปจนถึงแอฟริกาใต้ แคนเป็นดินแดนที่มีผู้ใช้บ้านดินเป็นที่อยู่อาศัยมาช้านานหลายพันปี จนกระทั่งทุกวันนี้ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากมายเพราะเหตุที่แอฟริกาเป็นดินแดนที่ทุรกันดาร ไม่มีทรัพยากรมากมายเหมือนที่อื่น นักล่าอาณานิคมจึงไม่ค่อยสนใจนัก นักธุรกิจไม่มีใครต้องการเข้ามาลงทุน เลยทำให้ทวีปนี้ยังคงวัฒนธรรมดั้งเดิมของตัวเองไว้มากมาย ปัจจุบันหมู่บ้านส่วนมากก็ยังคงเป็นบ้านดินทั้งหมด หรือแม้แต่หลายเมืองก็ยังคงเป็นบ้านดินดังแสดงในภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 บ้านดินบริเวณแองโงแอฟริกา
ที่มา: <http://www.baandin.org/:2551>(Online)



ภาพที่ 2.3 บ้านดินบริเวณแองโงแอฟริกาประเทศมาลี
ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

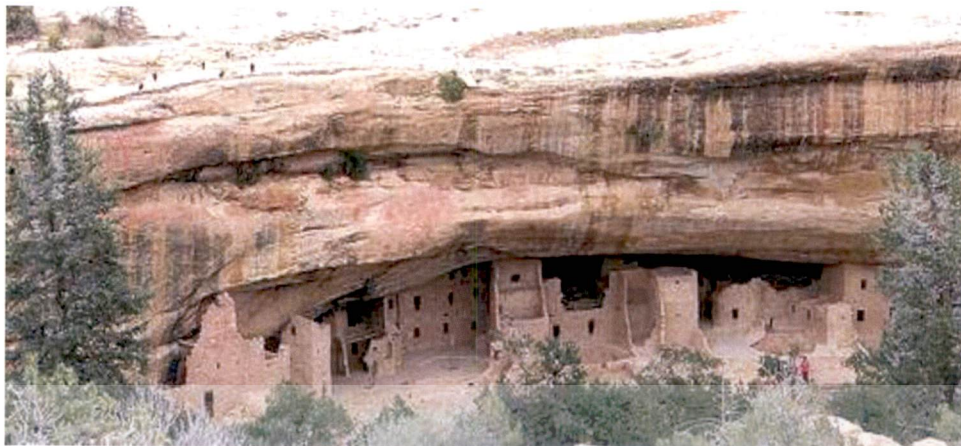
2.4.3 แอ่งทวีปอเมริกา เคยมีวัฒนธรรมบ้านดินในทวีปอเมริกาเหนือ โดยเริ่มจากทิศใต้ฝั่งตะวันตกแถวๆ นิวเม็กซิโก อริโซนา ลงไปจนถึงแม็กซิโก และทวีปอเมริกาใต้ หลักฐานที่มีชื่อเสียงที่สุดคือ ซากสิ่งก่อสร้างต่างๆ ของอินเดียนแดงเผ่าอนาซาซี (Anazazy) ที่เรียกกันว่า ดิวา(Dea) เป็นสิ่งก่อสร้างที่มีรูปทรงกลม สร้างโดยขุดลงไปจนดินลึกประมาณ 2-3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 เมตร ใช้อิฐดินดิบเป็นกำแพงกลมขึ้นตามผนังบ่อ แล้วก่อเลยพื้นดินขึ้นไปอีกประมาณครึ่งเมตรจากนั้นก็ใช้ไม้เนื้อแข็งทั้งท่อนวางผาดเป็นหลังคาแล้วคลุมด้วยดินแต่เหลือซากช่องเล็กๆ ไว้เป็นทางขึ้นและลง ดิวาเป็นสถานที่ประชุมและประกอบพิธีกรรม ในอาณาจักรของอนาซาซีจะปรากฏให้เห็นอยู่ทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ดิวา (Dewa) ซากสิ่งก่อสร้างของอินเดียนแดงเผ่าอนาซาซี (Anazazy)
ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

ซากของชุมชนที่น่าสนใจอีกคือ เมสซาเวอร์เด (Messaverde) ซึ่งเป็นชุมชนสมัยโบราณที่สร้างหมู่บ้านอยู่ใต้หน้าผาขนาดใหญ่ และทั้งหมู่บ้านสร้างอิฐดินดิบ ก่อเป็นห้องติดๆ กันและซ้อนกันขึ้นไป 2-3 ชั้น เหมือนตึกแถว เพราะมีหน้าผาเป็นหลังคากันแดดกันฝนได้เป็นอย่างดี ทำให้หมู่บ้านแห่งนี้มีอายุยาวนานมากกว่า 700 ปี และชนเผ่านี้ได้สูญหายไปทิ้งให้หมู่บ้านแห่งนี้ร้างต่อมาอีกหลายร้อยปี ปัจจุบันเจ้าหน้าที่ของรัฐ ได้ปฏิสังขรณ์สถานที่แห่งนี้เป็นแหล่งท่องเที่ยวและเป็นแหล่งที่ให้นักท่องเที่ยวไปเยี่ยมชมเยือนปีละหลายแสนคน ดังแสดงในภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 เมสซาเวอร์ด (Messaverde) ชุมชนสมัยโบราณ

ที่มา : [http://www.flickr.com/photos/kool_skatkat/:2551\(Online\)](http://www.flickr.com/photos/kool_skatkat/:2551(Online))

หมู่บ้านเต้าของเผ่า พูเอลโบล (Pueblo) ก็เป็นหมู่บ้านดินอีกแห่งที่น่าสนใจ สร้างด้วยอิฐดินดิบทั้งหมู่บ้าน รูปทรงเหมือนกล่องสี่เหลี่ยม วางซ้อนกันชั้นสูง 4 ชั้น ที่สำคัญคือ หมู่บ้านนี้มีอายุเป็นพันปีและมีคนอาศัยเรื่อยมายาวนานจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าจะกันไว้เป็นแหล่งท่องเที่ยว แต่ก็ยังมีผู้อาศัยอยู่ถือว่าเป็นบ้านดินที่เก่าแก่ที่สุดคนยังใช้อยู่อาศัยตลอดมา



ภาพที่ 2.6 หมู่บ้านเต้าของเผ่า พเวบ-โล (Pueblo)

ที่มา : [http://ecosyn.us/ecocity/Proposal/ziggrats/index.html:2551\(Online\)](http://ecosyn.us/ecocity/Proposal/ziggrats/index.html:2551(Online))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลูเอโบล คืออินเตียแดงเผ่าหนึ่งซึ่งเชื่อกันว่าสืบเชื้อสายมาจากเผ่า อนาซาซี ซึ่งเผ่านี้เคยครองครองอาณาบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐ ในระหว่าง ค.ศ.1 – ค.ศ. 1300 พวกเขาเคยอยู่แถบนี้มาอย่างน้อย 2,000 ปี นั้นหมายความว่า วัฒนธรรมใช้ดินทำเป็นที่อยู่อาศัยในทวีปอเมริกาเริ่มกันมาอย่างน้อย 2,000 ปีแล้ว เรื่องลงไปทางอเมริกาใต้ก็ยังมีคนทำบ้านดินกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นที่น่าสังเกตว่าบ้านดินจะได้รับความนิยมแพร่หลายมากโดยเฉพาะในเขตทะเลทรายซึ่งมีแต่ความแห้งและทุรกันดาน อุณหภูมิร้อนจัดในเวลากลางวัน และหนาวจัดในเวลากลางคืน โดยเฉพาะฤดูหนาวจะหนาวจนหิมะลง ซึ่งสภาพเช่นนี้ถ้าไม่มีเครื่องปรับอากาศหรือเชื้อเพลิงเพียงพอ มนุษย์คงอยู่ไม่ได้ แต่บ้านดินช่วยแก้ปัญหานี้ได้ผนังที่หนาและดินของบ้านดินซึ่งจะช่วงดูดซับความร้อนจากแสงแดดในเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิในห้องเย็นสบายตลอดทั้งวัน เพราะผนังหนาทำให้ความร้อนผ่านผนังบ้าน กว่าความร้อน จะทะลุเข้าไปในห้องได้ก็ถึงเวลาเย็นแล้ว ซึ่งเป็นเวลาที่อากาศข้างนอกเริ่มเย็นลง จึงทำให้อุณหภูมิในห้องอุ่นสบาย ดังนั้นคนในทะเลทรายจึงต้องสร้างบ้านด้วยวัสดุที่พอจะหาได้ในท้องถิ่นซึ่งนั่นก็คือ ดิน

ส่วนหลักฐานที่เกี่ยวกับบ้านดินที่เป็นลายลักษณ์อักษรที่เก่าแก่ที่สุด คือ พระไตรปิฎก ซึ่งพระพุทธเจ้าได้กล่าวไว้มากมายในพระวินัย ในหมวดของการสร้างเสนาสนะ เช่นพระองค์ทรงห้ามภิกษุสร้างกุฏิดินอยู่เอง หรือห้ามฉาบผนังดินดินเกิน 3 ครั้งเป็นต้น ซึ่งเหตุผลของการห้ามเหล่านี้คงเป็นเพราะ มีพระภิกษุบางรูปทำกุฏิดินอยู่ดินอยู่เอง และตกแต่งให้สวยงามเกินไปหรือฉาบหลายครั้ง ก็เป็นการทำให้ละเอียดประณีต

ดังนั้น บ้านดินหรืออาคารที่ทำจากดินเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมชาติ ซึ่งก็คือ การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาใช้ในก่อสร้าง รวมไปถึงสิ่งของเหลือใช้ต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น ยางรถยนต์เก่า ขวดแก้ว กระจบอง ซากอิฐ ซากปูน ฯลฯ ที่สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้ ก่อนการออกแบบจึงควรตรวจสอบดูว่าในพื้นที่นั้นๆ พอลจะมีอะไรที่หาได้ง่าย เหลือใช้ และมีราคาแพง นำมาใช้ในส่วนไหนของบ้านได้บ้าง จะช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างและทำให้บ้านแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร หัวใจของบ้านดินพื้นฐานมาจากการพึ่งตนเองจึงมีความแตกต่างจากบ้านที่มาจากกระบวนอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจากบ้านที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุมมาเป็นบ้านที่มีส่วนโค้ง จากบ้านหลังใหญ่ๆมาเป็นบ้านหลังเล็กกะทัดรัด การสร้างบ้านดินที่มีรูปร่างและขนาดเหมือนบ้านจัดสรรทั่วไป โดยอาศัยการจ้างก็อาจจะทำให้บ้านมีราคาไม่ต่างจากบ้านปูนหรืออาจจะแพงก็ได้

2.5 ร่องรอยบ้านดินในประเทศไทย

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546) กล่าวว่าบ้านดินในประเทศไทยนั้น มีที่มาจากกลุ่มคนจีนซึ่งอพยพเข้ามาในช่วงสมัยรัชการที่ 3 และต่อมาเมื่อในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้มีการให้กรรมสิทธิ์ที่ดินแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุคคลทั่วไป ทำให้เกิดการคัดลอกตามหัวเมืองต่างๆ ซึ่งเป็นกลุ่มคนจีนเป็นผู้ริเริ่มขึ้น โดยรูปแบบของอาคารเป็นโรงเรือและห้องแถว ซึ่งสร้างโดยเทคนิคอิฐดินดิบ (Adobe) ที่มีขนาดประมาณ 22.5x40x80 เซนติเมตร ก่อเป็นผนังขึ้นมา

ในกรุงเทพฯเองก็เคยมีบ้านดินอยู่หลายแห่ง เช่น ในบริเวณโรงเรียนสตรีวิทยา แต่เนื่องจากกรุงเทพฯ เป็นพื้นที่ลุ่มฝนตกชุก อาคารเหล่านี้จึงอายุไม่ยืนนานและไม่เป็นที่นิยมอีกต่อมา ส่วนบ้านดินเก่าแก่มียุโรปี่นั้นมีทั้งในภาคอีสานและภาคเหนือ บ้านแบบเก่าของชาวสืซอและอาซา เป็นที่มีส่วนผสมของดินในการสร้างและบ้านดินแบบของชาวเวียดนามที่อพยพเข้ามาประเทศไทยเมื่อครั้งสงคราม นอกจากนี้ยังมีบ้านดินที่ก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบแถบบริเวณเมืองอุบลราชธานี , ศรีสะเกษ , ที่อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งราวครึ่งทศวรรษที่ผ่านมาที่มีชาวเวียดนามที่อพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยอยู่แถบจังหวัดชายแดนฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือการก่อสร้างด้วยความรู้แบบวิธีของตัวเองคือการสร้างบ้านดิน โดยใช้ไม้ไผ่สานเป็นโครง อยู่ภายในแล้วใช้ดินผสมแกลบโปะ ฉาบทั้งด้านในและด้านนอก เป็นบ้านชั้นเดียวติดพื้น จากการสอบถามเจ้าของบ้านดินชาวเวียดนามในอำเภอท่าบ่อ จึงทราบว่า อดีตคนเวียดนามที่เข้ามาอยู่แถบนั้นสร้างบ้านแบบนี้ทั้งนั้นและอยู่กันเป็นกลุ่มเป็นชุมชน จนเมื่อบ้านเมืองเปลี่ยนไป แม้ชุมชนจะยังอยู่ที่เดิมเป็นส่วนใหญ่ แต่ลูกหลานในรุ่นหลังได้รื้อบ้านดินแบบเก่าเพื่อสร้างบ้านใหม่เป็นแบบตามสมัยนิยม ซึ่งเป็นบ้านปูน หรือบ้านไม้สองชั้น ในส่วนภาคอีสานใต้ ที่มีจากการเดินทางในเส้นทางการทำงานค้าขายในอดีต เริ่มจากเมืองนครราชสีมาผ่านไปทางบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ถึงอุบลราชธานี เทคโนโลยีและความรู้ใหม่ๆ จึงมาจากทางนครราชสีมา ขณะที่สินค้าจากป่า ก็มาจากหัวเมืองต่างๆ นี้ เป็นการแลกเปลี่ยนกัน ความรู้เรื่องการสร้างบ้านดินจึงเข้ามาตามเส้นทางนี้ และ เมื่อเวลาที่ผ่านไปบ้านดินแบบเดิม ไม่มีใครทำเนื่องจากมีวัสดุใหม่ๆ เข้ามาแทนที่บ้านดินแบบเก่าๆ เรื่องราวของบ้านดินจึงหายไปดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ไพริน พงษ์สุระ(<http://www.Baandin.com,2551>) กล่าวได้ว่า จากหนังสือ “หมู่บ้านบ้านและเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ” ของศาสตราจารย์ อาศิริ ปาณินท์ พบว่า มีการสร้างบ้านด้วยดินดิน ในหมู่บ้านของจีนฮ่อ (จีนฮ่อ คือ ชาวจีนยูนานที่มาตั้งถิ่นฐานอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน) หมู่บ้านจีนฮ่อในโครงการนี้ประกอบด้วย หมู่บ้านสองหมู่บ้าน คือ หมู่บ้านสันติสุข ตำบลเวียงใต้ อำเภอปาย และหมู่บ้านรักไทย ที่บ้านแม่ฮ่องสอน เป็นอำเภอที่มีเขตต่อเนื่องกัน ลักษณะภูมิอากาศร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนถึง 42 องศาและในเดือนมกราคมจะลดต่ำลงถึง 2 องศา แต่โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 20.2 – 25.4 องศา

2.6. ลักษณะของดินที่ใช้ในการก่อสร้าง

ดิน คือ สิ่งที่เกิดตามธรรมชาติโดยการสลายตัวจากหิน มีส่วนผสมของแร่ธาตุต่างๆ อยู่ด้วย ดินเกิดมาจากสิ่งมีชีวิตจำพวกซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมและเน่าเปื่อยผุพัง ดินเป็นพื้นผิวโลกที่มีความสำคัญต่อทุกชีวิตเป็นอย่างยิ่ง(การตรวจสอบดิน, [http://www.Baandin.com,2551\(Online\)](http://www.Baandin.com,2551(Online)))

2.6.1 ความสำคัญของดิน

ดินต้นกำเนิดที่สำคัญอย่างหนึ่งของชีวิต ของสรรพสิ่งทั้งปวง และเอื้อให้ทุกสรรพชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้สันติสุข สำหรับมนุษย์แล้วปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญแก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ล้วนแล้วมาจากดินทั้งสิ้น เวลาสร้างบ้าน บ้านตั้งอยู่บนดิน และต้องใช้ไม้ที่ปลุกและเติบโตบนดินมาทำประตู หน้าต่าง พื้น ผนัง ฯลฯ และที่สำคัญดินยังสามารถสร้างที่อยู่อาศัยได้อีกด้วย

2.6.2 ชั้นของดิน

ชุดดิน อยู่ธยา
 การจำแนกดิน Very-fine , mixed , active , acid , isohyperthermic , Vertic Endoaquepts
 การกำเนิด ตะกอนลำน้ำผสมกับตะกอนภาคพื้นสมุทร เกิดการพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย
 สภาพพื้นที่ ราบเรียบ
 การระบายน้ำ เลว
 การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ชั่ว
 การซึมผ่านได้ของน้ำ ชั่ว
 พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำนาหว่าน
 การแพร่กระจาย พบบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง หรือมีการระบายน้ำที่มีตะกอนภาคพื้นสมุทรอยู่ข้างล่าง

การจัดเรียงชั้นดิน Apg-Bssg-Bg-Bj-BCg-Cg

ลักษณะและสมบัติของดิน เป็นดินสีกรมกม ดินบนเป็นดินเหนียว สีเทาเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 6) ดินล่างตอนบนเป็นดินเหนียวมีสีเทา สีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาน้ำตาลมีจุดประสีแดงปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (pH5.5) และพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวที่ความลึก 100 – 150 ซม. จะพบผลึกของแร่ยิปซัมและรอยไถระหว่างชั้นดินและดินล่าง ดินมีกำมะถันสูงและปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH4.5-5.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าชั้นดินเสนา

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุ	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน	ความอึดตัว เบส	ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่ เป็นประโยชน์	ความอุดม สมบูรณ์ของดิน
0-25	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25-50	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินมหาโพธิ ชุดดินบางเขน ชุดดินรังสิต ชุดดินองครักษ์ ชุดดินเสนา และ ชุดดินบางเลน

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ดินเป็นกรดจัด ทำให้พืชไม่สามารถใช้แร่ที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ทำนา ต้องแก้สภาพกรดของดินโดยใช้ปูนมาร์ล จะทำให้พืชใช้ธาตุอาหารในดินได้อย่างเต็มที่



ภาพที่ 2.7 ชุดดินเสนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรัพยากรดิน

มีชุดดิน อยู่ 2 ชุด ดังนี้

1. ดินชุดเสนา มีลักษณะเป็นดินเหนียวตลอดชั้น มีความลึกดินมาก การระบายน้ำเข้าอินทรีย์วัตถุค่อนข้างไม่เหมาะสมในการเพราะพืชไร่ แต่เหมาะสมในการปลูกข้าว และมีปัญหาเรื่องน้ำท่วมอยู่บริเวณบ้านใหม่ ตำบลวัดตูม ตำบลสวนพริก ตำบลเกาะเรียน และตำบลป้อม
2. ดินชุดเสนา อยู่บริเวณตำบลปากกระราน ตำบลคลองสวนพลู มีความลึกของดินมาก เนื้อดินเหนียวตลอดชั้น สีเทาเข้ม มีระดับความลึก 150 ซม. การระบายน้ำเข้ามาปริมาณไปแต่สเยี่ยมสูงมากมีพีเอส 4.5 – 5.0 ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่ มีปัญหาน้ำท่วม มีความเหมาะสมในการปลูกข้าว แต่มีปัญหาเรื่องดินเป็นกรดหรือดินเปรี้ยว

2.6.3 ประเภทของดิน

1. ดินทราย เป็นดินที่มีทรายประกอบอยู่มากถึงร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยน้ำหนัก ดินทรายเป็นดินร่วนที่ไม่เกาะติดกันช่องว่างระหว่างเม็ดดินห่าง น้ำซึมผ่านง่าย
2. ดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อแน่น ละเอียด ลื่นมือ และอุ้มน้ำได้ดี เมื่อแห้ง จะแตกกระแหง
3. ดินร่วน เป็นดินที่ประกอบด้วยดินทราย โคลน และดินเหนียว ดินร่วนอุ้มน้ำได้ดีกว่า ดินทรายแต่ไม่แน่นทึบเหมือนดินเหนียวนั้นจะเหลวและเหนียวเวลาเปียก เวลาแห้งจะแข็งมาก ดินเหนียวทำหน้าที่เป็นตัวเคลือบและยึดอนุภาคของดินตะกอน ไว้ด้วยกัน เมื่อดินเหนียวผสมกับน้ำจะให้ความรู้สึกลื่นเมื่อสัมผัส เมื่อใช้นิ้วบีบแล้วคลายออกจะเกิดแรงดึงเบาๆหากดินที่เตรียมไว้สำหรับสร้างบ้านเมื่อเปียกน้ำแล้วยังไม่เหนียวติดกัน แสดงว่าดินมีความเหนียวไม่มากพอที่จะสร้างได้ ต้องหาดินเหนียวจากที่อื่นมาเติม

2.6.4 คุณลักษณะของดินเหนียวที่เหมาะสมจะทำอาคารที่พักอาศัยสามารถทดสอบได้ดังนี้

1. ปั้นดินเหนียวเป็นเส้นหรือเป็นท่อนแล้วจับด้านใดด้านหนึ่งเอาไว้ปล่อยให้อีกด้านห้อยลงมาตามแนวตั้ง หากดินไม่ขาดหลุดจากกันแสดงว่าใช้ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียว

ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

2.นำดินเหนียวมาปั้นเป็นก้อนแบนๆคล้ายคุกกี้ แล้วนำไปตากแดดเมื่อแห้งแล้วทดลองหักดู
ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียวด้วยการหัก

ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

- ถ้าหักง่าย (ใช้แรงน้อย) แสดงว่าทรายมากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้
- ถ้าหักยาก (ใช้แรงปานกลาง) แสดงว่ามีดินเหนียวสัดส่วนที่พอดีนำมาใช้ได้ถ้าหายากมาก (แข็งมาก) จะทำให้บ้านแข็งแรงมากขึ้น แต่จะทำงานยากเพราะดินเหนียวเกินไป การเติมทรายจะช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น และช่วยลดรอยแตกร้าวเมื่อบ้านแห้ง3) การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดิน ตะกอน และดินเหนียวทำได้ดังนี้ดินที่ร่อนแล้วใส่ลงในภาชนะชวดหรือแก้ว ราว 1 ใน 3 จากนั้นเติมน้ำลงไปจนเกือบเต็ม แล้วเขย่าให้เข้ากัน อาจเติมเกลือลงไปเพื่อการตกตะกอนลำดับชั้นของตะกอนมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ขึ้นตามลำดับตามลำดับ โดยชั้นล่างสุดจะเป็นทราย ตรงกลางเป็นดินตะกอน และชั้นบนสุดเป็นดินเหนียว ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.10 การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียว
ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

- หากมีสัดส่วนดินเหนียวตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปสามารถใช้สร้างบ้านได้
- หากดินเหนียวมีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปควรเพิ่มทราย เพื่อลดการหดตัวของดินเหนียว

2.7 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น

ในการก่อสร้างดินนั้นเป็นเช่นเดียวกับอาคารทั่วไป จะต้องมีกรออกแบบตัวบ้านก่อนการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นแบบสถาปัตยกรรม หรือแบบโครงสร้าง แต่เนื่องจากบ้านดินนั้นมีลักษณะเฉพาะตัวของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง และข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากวัสดุดังกล่าว จึงต้องมีหลักการในการออกแบบเบื้องต้นดังต่อไปนี้ (หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น <http://www.baandin.com/:2551>(Online))

2.7.1 ศึกษารายละเอียดและสำรวจเพื่อหาแหล่งวัสดุดิบ

บ้านดินหรืออาคารที่ทำจากดินนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมธรรมชาติ ซึ่งก็คือ การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาใช้ในการก่อสร้าง รวมไปถึงสิ่งของเหลือใช้ต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น ยางรถเก่า ขวดแก้ว กระจบอง ซากอิฐ ซากปูน ฯลฯ ที่สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้ ก่อนการออกแบบจึงควรตรวจสอบดูว่า ในพื้นที่นั้น ๆ พยายามหาอะไรที่หาได้ง่าย เหลือใช้ และมีราคาไม่แพง นำมาใช้ส่วนไหนของบ้านได้บ้าง จะช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้าง และทำให้บ้านแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร หัวใจของบ้านดินมีพื้นฐานมาจากการพึ่งตนเองจึงมีความแตกต่างจากบ้านที่มาจากระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ควรออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะ

บ้านที่ทำการออกแบบก่อสร้างด้วยดินนั้นจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก การออกแบบบ้านดินให้มีขนาดเล็กไว้ก่อนจะช่วยให้เราลดความเครียดในการทำงานได้มาก การสร้างบ้านหลังใหญ่นอกจากจะต้องใช้เวลาในการสร้างมากแล้วยังทำให้เกิดความท้อแท้ในระยะเวลาได้อีกด้วยวิธีที่ดีคือ สร้างบ้านดินที่มีขนาดใหญ่มากนัก อาจสร้างเฉพาะห้องนอนหรือห้องที่ใช้งานหลักก่อน และในช่วงก่อสร้างควรเตรียมการเอาไว้สำหรับการต่อเติมในอนาคตด้วย จะช่วยให้สามารถสร้างเสร็จและใช้งานได้ก่อนเมื่อถึงเวลาที่ต้องการใช้หรือมีเวลาแล้วจึงสร้างต่อเติมในภายหลังอาจเป็นปีละห้องหรือสองปี หนึ่งห้องก็ได้ นอกจากนี้การสร้างบ้านหลังเล็ก ๆ อาจหมายถึง การประหยัดวัสดุต่างๆ รวมไปถึงราคาค่าก่อสร้าง ควรออกแบบผนังให้มีความโค้ง

การออกแบบผนังให้โค้ง นั้นเป็นข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งของบ้านดิน คือ สามารถทำผนังโค้งได้ง่ายกว่าบ้านคอนกรีต ซึ่งจะช่วยให้บ้านดูมีความเป็นธรรมชาติ เป็นกล่องสี่เหลี่ยมแข็งๆ ซึ่งจะช่วยให้บ้านดินดูแปลกตา อีกทั้งผนังโค้งยังมีส่วนช่วยให้ผนังแข็งแรงมากขึ้นด้วยการทำผนังตรงที่มีความยาวมากๆ ต้องออกแบบให้มีลักษณะเป็นเสาค้ำยันเป็นช่วงๆ ซึ่งการทำผนังโค้งจะช่วยให้ผนังสามารถตั้งอยู่ได้โดยไม่ต้องทำเสาค้ำยัน (ถ้าผนังสูงไม่เกิน 3 เมตร) ส่วนข้อเสียของผนังโค้งคือจะวางเครื่องเรือนได้ลำบากเพราะส่วนใหญ่จะมีรูปทรงเหลี่ยมมุม

2.7.3 ออกแบบบ้านตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ

การที่จะทำให้บ้านอยู่สบายนั้นนอกเหนือจากการออกแบบพื้นที่ใช้สอยแล้ว เรื่องสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศก็ถือเป็นส่วนที่สำคัญมาก โดยปรกติแล้วควรวางอาคารให้ยาวตามแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก เนื่องจากในตอนเช้าและเย็นนั้นพระอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ห้องที่อยู่ด้านนั้นร้อน จึงควรจัดการห้องที่ไม่ค่อยได้ใช้งานไว้ในด้านนั้น เช่น ห้องน้ำ ห้องเก็บของ ห้องครัว ฯลฯ ส่วนด้านยาวของบ้านนั้นจะรับลมซึ่งจะพัดในแนวเหนือ – ใต้ ให้เข้าสู่ตัวบ้าน การออกแบบให้ชายคายื่นยาวจะช่วยให้ผนังไม่โดนแดด ทำให้บ้านเย็นขึ้น และช่วยป้องกันฝนไม่ให้ถูกผนัง ช่วยยืดอายุการใช้งานของบ้าน อีกทั้งการสร้างบ้านให้อยู่ในพื้นที่ ๆ มีร่มเงา หรือการมีบ่อน้ำด้านที่มีลม ลมจะพัดพาน้ำของน้ำเข้าสู่ตัวบ้านช่วยให้บ้านเย็นขึ้นด้วย

2.8. เทคนิคต่างๆ ในการสร้างบ้านดินในประเทศไทย

บ้านดินเป็นสถาปัตยกรรมหนึ่งในสถาปัตยกรรมธรรมชาติที่ใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ถึงแม้ว่าวัสดุหลักจะเหมือนเดิม แต่ในแต่ละท้องถิ่นของโลกก็จะมีกระบวนการประยุกต์ใช้ร่วมกับวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่แตกต่างกันไป การสร้างบ้านดินนั้น จึงมีหลายหลายวิธี ขึ้นอยู่กับทรัพยากร ที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น งบประมาณการก่อสร้างแรงงาน เทคนิควิธี

[http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการสร้างบ้านด้วยดินที่ทดลองทำในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 แบบได้แก่
 2.8.1 การก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 เทคนิคการก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)
 ที่มา: [http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

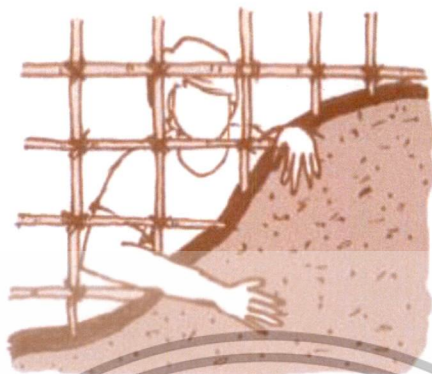
2.8.2 เทคนิคดินปั้น (Cob) ดังแสดงในภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 เทคนิคดินปั้น (Cob)

ที่มา: [http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub) ดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub)

ที่มา: [http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

2.8.4 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub) ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or Stone) เป็นโครงสร้าง

ที่มา: [http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 เทคนิคดินอัด (Rammed Earth) ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 เทคนิคดินอัด (Rammed Earth)

ที่มา: <http://www.baandin.com/:2551>(Online)

ในการสร้างบ้านดินแต่ละหลังไม่จำเป็นต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง การเลือกเทคนิควิธีจะใช้ขึ้นกับลักษณะและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียต่างกันไป

2.9 การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)

การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบเป็นโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก จึงไม่จำเป็นต้องเสา แต่การทำช่องเปิดที่มีขนาดกว้าง ๆ จำเป็นต้องใช้การก่ออิฐให้มีลักษณะเป็นโดมโค้ง หรือ โดมยอดแหลมเพื่อรับน้ำหนัก หรือใช้ไม้ ใช้ได้ทั้งเป็นไม้ท่อน และไม้แผ่น ทำเป็นคานทับหลังเพื่อรับน้ำหนักที่อยู่ด้านบน บ้านดินส่วนใหญ่ที่ทำในประเทศไทยมักจะใช้วิธีในการก่อสร้าง ข้อดีของการก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบคือสามารถค่อยๆทยอยทำอิฐเก็บรวบรวมไว้ได้ เมื่อถึงเวลาที่จะเริ่มสร้าง หรือจำนวนอิฐดินดิบที่เพียงพอแล้ว จะสามารถสร้างได้เร็ว ผนังแห้งเร็วเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้วสามารถฉาบได้ทันที ส่วนข้อเสียของการสร้างด้วยอิฐดินดิบ คือทำผนังที่มีความโค้งมากๆ ได้ยาก

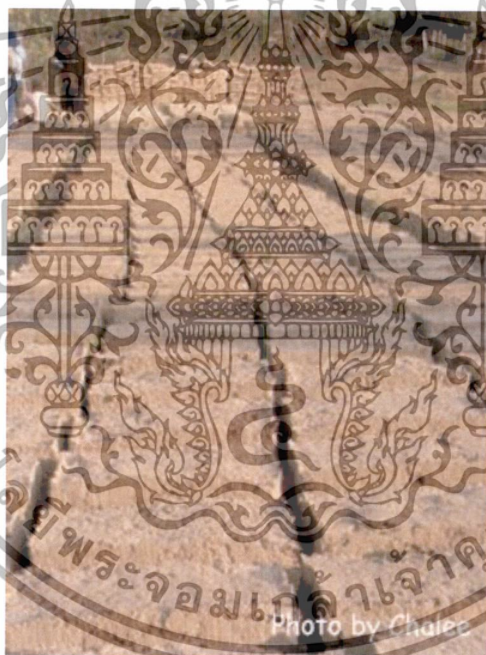
2.9.1 การทำอิฐดินดิบ ส่วนผสมของดินที่ใช้แบ่งเป็น 3 ส่วน

- 1) ดินเหนียว ธรรมชาติของดินเหนียวคือ เมื่อแห้งจะหดตัว ถ้าอิฐดินดิบที่ทดลองทำมีการแตกร้าวแสดงว่าส่วนที่ใช้มีดินเหนียวมากเกินไป ต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นเพื่อลดการแตกร้าว
- 2) ทราย เป็นส่วนผสมที่จะช่วยลดการหดตัวของดินเหนียวและลดการแตกร้าวทรายจะช่วยให้อิฐมีความแกร่ง แต่ถ้าผสมทรายมากเกินไปจะทำให้ถูกฝนชะดินออกได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยและมีความเหนียว โดยปรกติจะใช้แกลบหรือฟางเส้นสั้น ๆ ถ้าเป็นส่วนผสมที่เป็นวัสดุธรรมชาติควรจะต้องมีความสด และเหนียว ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกัน ลดการแตกร้าว และป้องกันการชะล้างของน้ำฝน

อัตราส่วนของวัสดุ อัตราส่วนของวัสดุที่ใช้ผสมโดยประมาณ คือ ดินเหนียว 1 ส่วน ทราย 1-2 ส่วน และ แกลบหรือฟางเส้นสั้น (วัสดุเส้นใย) 1.5 ส่วน ธรรมดาแล้วส่วนผสมจะขึ้นอยู่กับสภาพของดินที่มีอยู่ในพื้นที่ก่อนการทำอิฐจึงควรทดลองโดยใช้ดินที่มีผสมกับวัสดุเส้นใยทำอิฐแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ถ้าอิฐมีปัญหาเรื่องการหดตัวแสดงว่าต้องเพิ่มทราย หรือวัสดุเส้นใย ถ้าหากว่าอิฐมีการหดตัวแตกร้าวมากต้องเพิ่มทราย ถ้าดินในพื้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวน้อย หรือทรายมากเกินไปจะทำให้ไม่ทนฝน ถ้าจำเป็นต้องใช้ดินที่มีอยู่นั้น ควรหาดินที่มีดินเหนียวมากเพียงพอมาฉาบ จะช่วยป้องกันอิฐดินดิบจากการชะของฝนได้ และไม่ควรก่อสร้างในช่วงฤดูฝน ลักษณะของอิฐดินดิบ ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 อิฐดินดิบที่นำมาตากแดด

ที่มา: [http://www.baandin.com/:2551\(Online\)](http://www.baandin.com/:2551(Online))

เมื่ออิฐที่ทดลองทำแห้งสนิทแล้ว ถ้าแดดจัดจะใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ให้ทดลองความแข็งแรงของอิฐ โดยการยกอิฐดินดิบขึ้นสุดแขน แล้วทิ้งอิฐลงมาโดนให้มุมใดมุมหนึ่งกระแทกกับพื้น ถ้าก้อนอิฐแตกหักก่อนถือว่าใช้ไม่ได้ แต่ถ้าอิฐป็นหรือหักมุมก็ถือว่าใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ขั้นตอนในการก่อผนัง

1. ย้ำดินโดยใช้ส่วนผสมเดียวกันกับการทำอิฐดินดิบแต่เหลวกว่า (ใส่น้ำเยอะกว่า) อาจใส่แกลบน้อยกว่าที่ทำอิฐดินดิบก็ได้ ดินก่อนนี้จะช่วยเชื่อมอิฐแต่ละก้อนเข้าด้วยกันคล้ายกับการก่ออิฐมอญด้วยปูน

2. นำดินที่ย้ำเสร็จแล้วมาเทลงบนฐานราก ให้ตรงช่วงกึ่งกลางผนังมากกว่าตรงขอบเมื่อวางอิฐลงไปแล้วกดให้แน่นหรือเหยียบลงไปเลย เพื่อช่วยไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างอิฐแต่ละชั้น ดินที่ใช้ก่อไม่ควรหนา เพราะจะทำให้ผนังอิฐไม่มั่นคง การกดหรือเหยียบจะช่วยให้อิฐแนบสนิทมากขึ้น ดินที่ล้นออกมาจากการกดก็สามารถนำมาใช้ต่อได้อีก

3. เอาดินโปะที่หัวอิฐก่อนที่จะวางอิฐก่อนถัดไปเพื่อให้ดินเชื่อมอิฐแต่ละก้อนในแนวระดับ

4. ลักษณะของการวางอิฐเหมือนการก่ออิฐธรรมดาทั่วไปคือแต่ละชั้นจะวางอิฐสลับกัน ตัวผนังอาจจะใช้การก่ออิฐตามขวางก็ได้ถ้าต้องการให้ผนังหนา แต่ต้องเตรียมฐานรากเพื่อความกว้างของผนังนั้นไว้ด้วย

5. ควรตั้งวงกบประตูก่อนเริ่มก่ออิฐ และ เมื่อก่ออิฐถึงระดับที่จะวางวงกบหน้าต่าง (โดยปกติประมาณ 80 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร) ให้ตั้งวงกบหน้าต่างให้ครบทุกบานก่อนทำการก่ออิฐในชั้นต่อไป

6. เหนือประตูหรือหน้าต่างควรมีไม้แผ่นหรือไม้ท่อนที่รับผิวน้ำให้เรียบสำหรับการวางอิฐ (กว้างประมาณ 20 เซนติเมตร) วางทับหลัง จะช่วยให้ก่ออิฐขึ้นไปได้ง่ายขึ้น

2.10 ทฤษฎีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.10.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ธีรชัย สุขสด (2544:88) ได้กล่าวว่าผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีในการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นก่อนออกแบบต้องคำนึงถึง หลักการออกแบบ ที่เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ว่าควรจะมีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์วิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วเสนอแนวคิดให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ควรคำนึงถึงมีอยู่ 9 ประการนี้

2.10.2 หน้าที่ใช้สอย (Function) ถือเป็นหลักการออกแบบที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องมีหน้าที่ใช้สอยที่ถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นจึงถือว่า มีประโยชน์ใช้สอยดี (High Function) แต่หากผลิตภัณฑ์ไม่สามารถที่จะตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่า มีประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (ธีรชัย สุขสด. 2544:88)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 ความปลอดภัย (Safety) สิ่งอำนวยความสะดวกที่ได้อำนวยความสะดวกได้มากเท่าใดย่อมให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักร และเครื่องใช้ไฟฟ้าการออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ถ้าเสี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายไว้อย่างชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้

2.10.4 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) นักวิจัยผลิตภัณฑ์ จะต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับ สัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ทุกเพศทุกวัย ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ ด้านสรีรศาสตร์ จะทำให้ทราบขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายมนุษย์เพื่อใช้ประกอบการออกแบบหรือศึกษาด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้ต่างๆ ที่กล่าวมานี้ จะทำให้นักออกแบบสามารถ ออกแบบ และกำหนดขนาดส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับร่างกาย หรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ก็จะเกิดการสะดวกสบายในการใช้งาน ไม่เมื่อยมือหรือเกิดอาการล้าในขณะที่ใช้ไปนานๆ

2.10.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Material and production) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์ อาจจะมีกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตได้หลายแบบแต่แบบและวิธีใดถึงจะมีความเหมาะสมที่สุด ที่จะให้ต้นทุนในการผลิตสูงกว่า ที่ปริมาณและกรรมวิธีการผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุจำพวกพลาสติกในแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันไป ก็จะต้องเลือกคุณสมบัติดังกล่าว ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พืงมีคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ตินั้นจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ก็จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่ผลิตภัณฑ์นั้นควรจะมี ดังนี้

1. ความแปลกใหม่ ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำซาก มีการนำเสนอความแปลกใหม่ในด้านต่างๆ เช่น ประโยชน์ใช้สอย รูปแบบ วัสดุ เป็นต้น
2. มีที่มาต้องมีประวัติความคิดรวบยอด (Concept)
3. ระยะเวลาเหมาะสมมีระยะเวลาในการผลิตออกสู่ตลาดที่เหมาะสมตามความจำเป็นหรือเหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค
4. มีอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงคงทนต่อสภาพการใช้งานที่เหมาะสมกับระยะเวลา หรือมีอายุที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ (ธีรชัย สุตสด 2544:92)

2.11 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

นริช สุตสังข์ (2543:26-28) ได้กล่าวว่ากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เราเข้าใจความหมายและความสำคัญของการออกแบบแล้วว่าเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบโดยกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 การพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์ให้ (product Concept) ได้รับอิทธิพลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น การค้นคว้า วิจัย แนวคิด สิ่งประดิษฐ์ใหม่ พัฒนาจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของลูกค้าข้อเสนอหรือข้อวิจารณ์จากบุคคลในระดับ ในโรงงานและความคิดเห็นจากลูกค้าทั่วไป

2.11.2 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) กระบวนการออกแบบในขั้นนี้เป็นการกลั่นกรองข้อมูลต่างๆก่อนที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจในการออกแบบต่อไปและสิ่งเหล่านั้นได้แก่ ศักยภาพของตลาด และความสามารถในการผลิต การประเมินผลด้านงบดุล จุดมุ่งหมาย และนโยบายของบริษัทถ้าข้อมูลต่างๆ เหล่านี้มีคำตอบอย่างชัดเจนแล้วนักออกแบบก็สามารถดำเนินการต่อไปได้

2.11.3. การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) นักออกแบบได้พยายามที่จะสร้างรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ดีที่สุดและสอดคล้องกับความต้องการให้ดีที่สุดกระบวนการออกแบบในขั้นนี้อาจต้องเกี่ยวข้องกับอื่นๆในบริษัทด้วยอันจะนำไปสู่การเกิดปัญหาต่อไปดังนั้นการทำงานเป็นคณะและการประสานงาน ตลอดจนการสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญ

2.11.4 การสร้างต้นแบบ (Prototype Build) ขั้นตอนนี้ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นสามารถจับต้องได้ หรือมีโครงสร้างเราก็สามารถสร้างรูปแบบจำลองเพื่อหาเหตุผลทางการตลาดและปฏิบัติการผลิตตัวอย่างเช่นการสร้างแบบ (Model) ใช้สำหรับการสร้างอาคาร เป็นต้น ดังนั้นในการสร้างต้นแบบจะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดของรูปแบบรายการ เช่น วัสดุ ขนาด รูปร่าง สัดส่วน เป็นต้น

2.11.5 การทดสอบและทดลอง (Test and Trails) เป็นขั้นตอนเพื่อนำผลข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ก่อนที่จะตัดสินใจครั้งสุดท้าย ดังนั้นการทดสอบและการทดลองจะคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ คือ

1 การตลาด (Marketing) เพื่อตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น ว่าตลาดมีความต้องการในแง่ของขนาด รูปร่าง ชนิด หรือใคร ที่ไหน เมื่อไร บริษัทต่างๆ พยายามสร้างต้นแบบ ผลิตจำนวนมากก็เพื่อทดสอบความต้องการทางด้านตลาดด้วย

2. เทคนิค (Technical) ต้นแบบต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ในสภาพปัจจุบันมีสิทธิเลือกซื้อและใช้ผลิตภัณฑ์ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นมีข้อบกพร่องลูกค้าย่อมมี อำนาจในการต่อรองหรือปฏิเสธการซื้อต่อไปด้วย

2.11.6 การวิเคราะห์และศึกษาความเป็นไปได้ครั้งสุดท้าย (Analysis and Final Feasibility Stud) ผลและข้อมูลต่างๆ ในขั้นตอนก่อนหน้านี้นี้ก็นำมาวิเคราะห์ และประเมินผลสรุปข้อมูลทางการตลาดจะเป็นตัวบ่งชี้คุณค่าของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์หรือไม่ในแง่ของการจำหน่ายและ

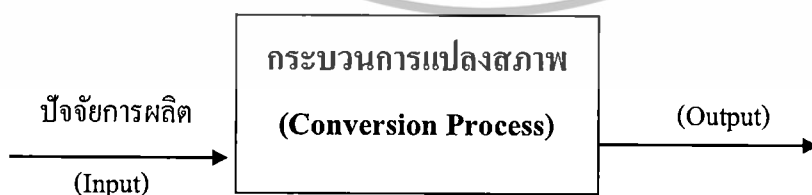
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะมีการแก้ไขผลิตภัณฑ์ในแง่ของลักษณะรูปร่างหรือการออกแบบใหม่การประเมินทางด้านเทคนิคอาจมีผลในการยกเลิกโครงการหรือในการเปลี่ยนแปลงแต่ถ้ามีความต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใหม่การเริ่มในขั้นที่5 จึงมีความจำเป็นอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ (การทดสอบและการทดลองมั่นใจว่ามีการปรับปรุงแก้ไขตามแบบที่ตลาดต้องการ

2.11.7 การออกแบบครั้งสุดท้าย (Final Product Design) กิจกรรมของการออกแบบขั้นสุดท้ายจะเกี่ยวข้องกับการระบุคุณสมบัติในรายละเอียดของผลิตภัณฑ์จะผลิตออกมาได้อย่างไร หรือสิ่งที่ต้องใช้มีอะไรบ้างเราอาจคิดว่ากระบวนการออกแบบสิ้นสุดแค่นี้แต่การผลิตก็เป็นส่วนสำคัญต่อกระบวนการด้วยถึงแม้ว่าการวางแผนและเตรียมการได้กระทำอย่างรอบคอบแล้วก็ตาม แต่ยังมีปัญหาแฝงอยู่ในขั้นตอนออกแบบครั้งสุดท้ายดังนั้นการออกแบบควรเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคนหลายฝ่ายเข้าร่วมกัน

2.11.8 การผลิตและจำหน่าย (Product and Supply) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันทั้งในด้านการออกแบบ และการผลิตเพื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะออกมา ซึ่ง เราอาจกล่าวได้ว่า กระบวนการออกแบบทั้ง 8 ขั้นตอนนี้จะใช้กับผลิตภัณฑ์ใหม่บางครั้งผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เดิมก็ได้ในลักษณะนี้ขั้นตอนของกระบวนการอาจข้ามไปได้อย่างไรก็ตามขั้นตอนทั้ง 8 ดังกล่าว เป็นส่วนที่พิจารณาเห็นสมบูรณ์เหมาะสมที่สุดถึงแม้ว่าเราจะไม่ใช้ขั้นตอนทั้งหมด ในเรื่องใดดังกล่าวก็น่าจะตาม แต่ก็ครอบคลุมในกระบวนการออกแบบเช่นกัน

2.11.9 กรรมวิธีการผลิต อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549:154) กล่าวว่าการผลิตเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมาจากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ดำเนินการผลิตจะเป็นไปอย่างเป็นขั้นตอนของการกระทำก่อน หลัง คือ วัตถุดิบที่อยู่จะถูกแปรสภาพ ในรูปตามต้องการและ เพื่อให้การผลิตบรรลุวัตถุประสงค์ ดังกล่าวนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปของระบบการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน (Input) กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output) ที่อาจเป็นสินค้าและบริการ



ภาพที่ 2.17 ภาพแสดงระบบการผลิต

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2549 : 154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องคำนึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลา และราคา ซึ่งทั้งหมดนี้ จะนำมารวมไว้ในระบบการผลิตโดยมีการวางแผน และควบคุมการผลิตเป็นแกนกลาง กิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบการผลิตนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การดำเนินงาน (Operation) และการควบคุม (Control)

2.11.10 การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่และวางแผนการใช้ทรัพยากรให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในแผนการผลิตจะกำหนดเป้าหมายย่อยไว้ในแผนกต่างๆในช่วงของเวลาที่กำหนดไว้ ก่อนล่วงหน้าและจากเป้าหมายย่อยๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นเหล่านี้ ถ้าประสบผลสำเร็จก็จะส่งผลไปยังเป้าหมายหลักที่ต้องการ

2.11.11 การดำเนินงาน (Operation) เป็นขั้นตอนของการดำเนินการจะเริ่มต้นได้ก็ต่อเมื่อรายละเอียดต่างๆ ในขั้นตอนการวางแผนได้ถูกกำหนดไว้ในแผนการผลิตเรียบร้อยแล้ว

2.11.12 การควบคุม (Control) เป็นขั้นตอนของการตรวจให้คำแนะนำและติดตามผลเกี่ยวกับการดำเนินงานโดยใช้การป้อนกลับของข้อมูล (Feed Back Information) ในทุกๆ ขณะทำงานก้าวหน้าต่อไปผ่านกลไกการควบคุม (Control Mechanism) โดยที่กลไกนี้ จะทำหน้าที่ปรับปรุงแผนงานและเป้าหมายเพื่อเป็นที่เชื่อมั่นได้ว่าจะบรรลุเป้าหมายหลัก

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 106-109) กล่าวว่า ในการนำวัสดุต่างๆมาใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ ถูกต้องและเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. Formal bility ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
2. Machianbility ความสามารถที่จะใช้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ต้องอาศัยเครื่องจักรกล
3. Mecanical Stability คุณสมบัติทางกลในขณะที่ใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
4. Electical Behaviours คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
5. Cost ราคาพอสมควร

ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุต้องสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยหลักประโยชน์ใช้สอยรอง ประโยชน์ทางจิตใจซึ่งการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าวให้สอดคล้องและสัมพันธ์กัน (นวนลน้อย บุญวงษ์ . 2539 อ่างในทรงวุฒิ เอกอุฉวิงศา . 2547 : 74 ทฤษฎีที่ว่าด้วยประโยชน์ใช้สอย

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้รวมการวิจัยเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์กิจกรรมของการออกแบบ ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาสำรวจ ทดลอง เพื่อที่จะนำผลการวิจัยมาปรับผลิตภัณฑ์ให้มีความเหมาะสมและเป็นที่ต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น (นิรันดร์ สุตสังข์.2548:5) โดยมีขั้นตอนในการวิจัยเชิงพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการทบทวนแนวคิดทฤษฎีต่างๆรวมถึงงานวิจัยที่ผ่านมา
2. การวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบใหม่
3. การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้มักจะผ่านผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านประเมินและให้คำแนะนำในการปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้อย่างน้อย 3-5 คน
4. การทดลองใช้กลุ่มเล็กเป็นการทดลองเบื้องต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลการประเมินเชิงคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ มักนิยมใช้ทดลองในกลุ่มผู้บริโภค 5-10 คน รวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตสัมภาษณ์ สอบถาม แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงรูปแบบของผลิตภัณฑ์
5. การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เป็นการทบทวนปรับปรุงผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากผลการทดลองในกลุ่มเล็ก เพื่อนำไปใช้ในการทดลองกลุ่มใหญ่ต่อไป
6. การทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คนหรือตามอัตราส่วนของประชากรที่เหมาะสมตามทฤษฎี โดยการสุ่มตัวอย่างก่อนทดสอบและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ แล้วนำผลการประเมินเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์
7. การแก้ไขปรับปรุง อันเนื่องมาจากผลการประเมินจากการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มใหญ่
8. การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ และการจัดการเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ เช่นการนำเสนอในการประชุมวิชาการ การตีพิมพ์ในวารสาร หรือวิชาชีพ การยื่นจดสิทธิบัตร ตลอดจนให้มีหน่วยจัดการเผยแพร่และควบคุมคุณภาพการใช้ผลิตภัณฑ์

2.12 หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถแยกความหมายของคำว่า การออกแบบ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้ดังนี้

การออกแบบ หมายถึง การใช้ความคิดในการเลือกใช้วัสดุ เพื่อสร้างสรรค์งานศิลปะให้มีหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการ ทั้งในด้านอรรถประโยชน์ และความงามในรูปร่างลักษณะตลาดทั้งรูปทรง

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 2) กล่าวว่า การออกแบบเป็นกระบวนการคิดค้นข่าวสารข้ามสาขาซึ่งมนุษย์ค้นหา และรวบรวมเพื่อความพึงพอใจให้ตนเอง และเพื่อสนองความต้องการของผู้อื่น เป็นการรวบรวมข้อมูลความต้องการในการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีมนุษย์ได้ออกแบบขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาโนช กงกะนันทน์ (2549 : 44) กล่าวว่า การออกแบบเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ประเภทหนึ่งของมนุษย์ โดยมีทัศนธาตุ และลักษณะของทัศนธาตุ เป็นองค์ประกอบ ใช้ทฤษฎีต่างๆ เป็นแนวทางและใช้วัสดุนานาชนิดเป็นวัตถุดิบในการสร้างสรรค์ โดยที่นักออกแบบจะต้องมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานตลอดจนกระบวนการสร้างสรรค์

จากความหมายและคำจำกัดความว่า การออกแบบ พอที่จะสรุปได้ว่า การออกแบบเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ ที่ใช้ศิลปประยุกต์กับวิทยาศาสตร์เพื่อนำผลของการออกแบบนั้น มาสร้างเป็นเครื่องมือ อุปกรณ์ หรืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมายถึง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างอย่างต่อเนื่องต่อการขายสินค้า เพราะผู้ซื้อจะไม่ชอบความจำเจ การพัฒนาคุณภาพสินค้าแต่ละชนิด ย่อมมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะตัวสินค้า เช่น สินค้าที่มีประโยชน์ทางการใช้สอย นอกจากจะต้องมีรูปแบบใหม่ที่สวยงามแล้ว ยังจะต้องมีความคงทนและแข็งแรงด้วย ส่วนสินค้าที่เป็นของที่จะต้องเน้นถึงวัสดุใช้สอยในท้องถิ่นนั้น ให้เห็นถึงเอกลักษณ์เฉพาะตัว และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือ ความประณีตพิถีพิถันในการผลิต ส่วนสินค้าประเภทที่ใช้ในด้านการตกแต่งและเครื่องประดับชนิดต่างๆ จะต้องเน้นทั้งในด้านความงดงามของศิลปะและรูปแบบ ซึ่งต้องเปลี่ยนแปลงไปตามสมัยนิยม นอกจากการพัฒนาแบบให้มีความแปลกใหม่แล้ว สิ่งที่ต้องทำอย่างยิ่งคือ การนำเอาเทคนิคการผลิตสมัยใหม่รวมทั้งเครื่องมือสมัยใหม่เข้ามาช่วย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงจนเกินไป

2.12.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย

2.ความปลอดภัย (SAFETY) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วยความปลอดภัย ทั้งการใช้งานและหลักการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม

3.ความแข็งแรง ทนทาน (DURABILITY) ต้องตอบสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือสิ่งที่ต้องสร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุ และอุปกรณ์ที่เลือกต้องดี

4.ความประหยัด (ECONOMIC) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัด และเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมากและสามารถที่จะผลิตได้ง่าย

5.วัสดุ (MATERIAL) ต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงาน มีความอดทน และประหยัด เช่น โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ต่างกัน มีความสวยงามในตัวของมันเอง ได้แก่ ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอลูมิเนียม ก่อนการนำโลหะมาใช้ต้องมีความเข้าใจวิธีการขึ้นรูปคุณสมบัติต่างๆของโลหะนั้นๆเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.โครงสร้าง (CONSTRUCTION) ด้านโครงสร้างของงาน อาทิ งานเฟอร์นิเจอร์ วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรทำให้เหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัด และใช้วัสดุที่เหมาะสม

7.ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMIC) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนและหน้าที่เหมาะสมกับการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

8.ความสวยงาม (AESTHETIC) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง สูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของการประกอบการออกแบบ

9.มีลักษณะเฉพาะ (PERSONALITY) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพแต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงได้ว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

10.กรรมวิธีการผลิต (PRODUCTION) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันได้อย่างดี

2.12.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการแสวงหาความคิดใหม่ๆ คัดเลือกความคิดที่เหมาะสม ค้นคว้าทดลองผลิตการทดสอบตลาด และวางแผนการจัดจำหน่าย (ธีระชัย สุขสด.2544: 96-97) โดยแบ่งขั้นตอนในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไว้ 7 ขั้นตอน คือ

1. แสวงหาความคิดใหม่ ด้วยการเสาะแสวงหาความคิดแปลกๆ ใหม่ภายใต้ขอบเขตของวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกิจการ จะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นนวัตกรรมหรือขยายขอบเขตปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์เดิมหรือต้องการเลียนแบบผลิตภัณฑ์รายอื่น

2. คัดเลือกความคิด ต้องมีการกลั่นกรองคัดเลือกความคิดที่เหมาะสมที่กิจการจะนำไปเป็นผลิตภัณฑ์

3. พัฒนาและทดสอบแนวความคิด เป็นการนำแนวคิดที่ได้รับการคัดเลือกมาพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์หนึ่งสามารถแปลความแตกต่างกันไปสู่ตัวตนของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้หลายรูปแบบ

4.วิเคราะห์เชิงธุรกิจ เป็นขั้นตอนที่ผู้บริหารจะตัดสินใจว่าจะล้มเลิกหรือเดินหน้าผลิตออกจำหน่าย คือการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างผลตอบแทนหรือกำไรให้แก่กิจการ

5.พัฒนาผลิตภัณฑ์ หลังจากวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์แล้วว่าผลิตภัณฑ์คุ้มค่าแก่การลงทุนและมีความเหมาะสมในเชิงธุรกิจ จะทำการลงทุนเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด

6.ทดสอบตลาด เป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่ไปทดสอบเพื่อศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคก่อนการผลิตเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. วางตลาดผลิตภัณฑ์ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดจริงๆ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการสร้างสินค้าขึ้นมาจำลองแบบทุกอย่างเหมือนของจริง ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ (นิรัช สุตสังข์.2545: 46)

1. การพัฒนาขั้นมูลฐาน (PROTOTYPE) เป็นหน้าที่ของแผนวิจัยพัฒนา ซึ่งจะจำลองแบบผลิตภัณฑ์ออกมาหนึ่งแบบหรือมากกว่าขึ้นไป

2. การทดสอบหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (FUNCTION TEST) การทดสอบหน้าที่เพื่อที่จะทราบ ว่าผลิตภัณฑ์ปลอดภัย อาหารจะต้องอร่อย สะอาดและปลอดภัย ยาต้องฆ่าเชื้อโรคได้ เป็นต้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการก่อนทุกครั้ง

3. การทดสอบผู้บริโภค (CONSUMER TEST) อาจทำได้หลายกรณี คือ การนำผู้บริโภคไป ทดสอบในห้องปฏิบัติการใช้ตัวอย่างสินค้าทดสอบ โดยการแจกผลิตภัณฑ์ให้ผู้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์บาง ชนิดแจกผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคทดลองใช้โดยมีข้อแลกเปลี่ยน คือ เจ้าของบ้านต้องรายงานความชอบ และข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ทุกระยะ

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จตุพร ตั้งศิริสกุล 2550 “การประยุกต์ใช้วัสดุดิบทางธรรมชาติในการเพิ่มประสิทธิภาพของก้อนอิฐดินเพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน “ ปัจจุบันการสร้างบ้านดินเริ่มเป็นสถาปัตยกรรมทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่มีรายได้น้อยในประเทศไทย และวิธีที่นิยมใช้ในการก่อสร้าง คือ การก่อด้วยอิฐดินดิบ แต่การผลิตก้อนอิฐดินดิบยังขาดเกณฑ์ในการกำหนดสัดส่วนที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งจากการศึกษา พบว่า วัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบ และใยของเศษไม้ต่างๆ สามารถเพิ่มคุณสมบัติต่างๆ แก่ก้อนอิฐ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุทางการเกษตรมาใช้ในการพัฒนาก้อนอิฐดินดิบให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น และมีมาตรฐานสำหรับการใช้งาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลกระทบของวัสดุทางการเกษตร อันได้แก่ แกลบ และ ขุยมะพร้าว ที่มีต่อคุณสมบัติต่างๆ ของก้อนอิฐดินดิบ ได้แก่ กำลังรับแรง การหดตัว และการเป็นฉนวนกันความร้อน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ดินเหนียวที่แตกต่างกัน 2 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับก้อนอิฐที่ไม่มีส่วนผสมของวัสดุอื่น และก้อนอิฐที่ใช้วัสดุทางเกษตรแทนที่ดินเหนียวโดยน้ำหนัก ที่ร้อยละ 1 , 2, 3, 6 และ 9 ตามลำดับ โดยก้อนอิฐที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วถูกนำมาทำให้แห้งด้วย 2 วิธี การแตกต่างกัน ได้แก่ การตากแดดเป็นเวลา 7 วัน และการอบหลังจากตากแดดแล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ 2555 “ เทคนิควิธีการสร้างบ้านดิน “ ดินถือเป็นหนึ่งในวัสดุก่อสร้างที่เก่าแก่ที่สุดอย่างหนึ่ง อาคารที่ก่อสร้างด้วยดินมีประวัติความเป็นมาที่ยาวนานในปัจจุบันยังมีซากของผนังอาคารที่ก่อสร้างด้วยดินซึ่งมีอายุมากกว่า 9,000 ปี อยู่ที่เมืองโบราณซึ่งมีชื่อว่า เจริโค (Ruins of Jericho) ซึ่งปัจจุบันอยู่ในเขตปาเลสไตน์ นอกจากนั้นยังมีการสร้างอาคารแบบอิฐดินดิบที่สุสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(มาศตบา) ในอียิปต์อายุกว่า 5,000 ปี รวมถึงบางส่วนของกำแพงเมืองจีนก็มีการใช้ดินเป็นวัสดุก่อสร้างหลักด้วย เช่นกันต่อมาเมื่อมีการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้เกิดการพัฒนาวัดุก่อสร้างต่างๆ ในระบบอุตสาหกรรมขึ้นมากมาย เช่น เหล็ก กระจก รวมถึงคอนกรีตซึ่งได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับเหล็กในการก่อสร้างอาคารที่ใช้ดินเป็นวัสดุก่อสร้างหลักถูกลืมเลือนไป บ้านดิน คือ บ้านแบบธรรมชาติที่ใช้วัสดุหลักในการก่อสร้างคือดินเหนียวซึ่งสามารถหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ นำมาผสมกับส่วนผสมที่เป็นเส้นใยเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการยึดเกาะกันของเนื้อดิน บ้านดินถือเป็นสถาปัตยกรรมที่มีการรบกวนธรรมชาติน้อยมากเนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นไม่มีขบวนการในการผลิตที่ยุ่ยากซับซ้อนหรือต้องใช้พลังงานจำนวนมากทั้งเพื่อการผลิตวัตถุดิบและการขนส่งเพื่อการก่อสร้าง ในการก่อสร้างก็ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานเฉพาะทางมากนัก บ้านดินจึงเป็นคำตอบที่ดีสำหรับคนที่อยากมีบ้านแต่มีข้อจำกัดในด้านทุนทรัพย์หรือไม่อยากรบกวนสภาพแวดล้อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การศึกษาและพัฒนาบล็อกรากดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน ผู้วิจัยได้ศึกษา ด้านทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยผู้วิจัยมีการ ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาบล็อกรากดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจบล็อกรากดินสำหรับก่อนผนังบ้านดิน

ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับก่อสร้างบ้านดินภายในศูนย์การเรียนรู้ อาศรม วงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลอรัญราษฎร์ จังหวัดนครนายก

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการสร้างบ้านดินจำนวน 20 คนภายในศูนย์ การเรียนรู้ อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลอรัญราษฎร์ จังหวัดนครนายก ที่วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยทำ การเลือกอย่างเจาะจง เพื่อศึกษาความต้องการโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็น ผู้ที่มี ความสนใจเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านดินรวมถึงข้อมูลส่วนตัวและข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

3.1.2 เครื่องมือใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อ บล็อกรากดิน สำหรับการทำบ้านดิน และสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจบล็อกรากดินสำหรับก่อนผนัง บ้านดิน โดยมีกระบวนการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการทำก้อนอิฐดิน
2. ศึกษาปริมาณผลผลิตและลักษณะทั่วไปของแกลบ
3. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการหดตัวของบล็อกรากดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรับแรงกด

ศึกษาค้นคว้าทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ใช้แบบสำรวจ (Survey report) โดยผู้วิจัยทำการสำรวจ ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงค์สนิท คลอง 15 ตำบลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางและประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้

เป็นการสำรวจการทำบ้านดินของเดิมเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาในการสร้างของผู้วิจัยเมื่อทำการสำรวจและบันทึกข้อมูลโดยแบ่งตามขั้นตอนการทำบล็อกดิน ดังนี้

1. ส่วนผสมในการทำบล็อกดิน
2. ลักษณะการทำบล็อกดิน
3. วิธีการอัดบล็อกดิน

3.1.3 วิธีสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสาร บทความ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนงานวิธีการ รวมถึงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมิน เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยที่ใช้วัดแต่ละจุดประสงค์ด้วยเทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามที่ต้องการวัด (Index Item Of Congruence: IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

1. ดร. สุธาสิณี บุรีคำพันธ์ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผศ.ดร. ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การหาค่าความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Content Validity) วิธีที่ใช้ตรวจสอบ คือ การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าตรงตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องนิยามศัพท์เฉพาะกับข้อคำถาม ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- การใช้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ(R) มีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ
- + 1 = เมื่อแน่ใจประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 - 0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 - 1 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Date)

การสำรวจการสร้างบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้ศาสตร์สาทรมงคล คลอง 15 ตำบลลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก

การสัมภาษณ์ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

การประเมินความพึงพอใจ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้สนใจสร้างบ้านดินที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้วิจัย

แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Date)

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการสร้างบ้านดิน หลักการออกแบบความหมายและความสำคัญของการสร้างบ้านดินรวมถึงจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ ผลงานสารานุกรม บทความ วารสาร และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับการก่อผนังบ้านดิน ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกตการจดบันทึก การถ่ายภาพ และการรวบรวมเอกสารนำไปวิเคราะห์ ในรูปแบบแผนภาพแสดงลักษณะการก่อสร้างบ้านดิน รวมไปถึงตารางการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ของผลิตภัณฑ์เดิม ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนา บล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

3.2 เพื่อพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม และผู้เชี่ยวชาญทางด้านดินเผา ผู้วิจัยได้ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร โดยไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) เป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์ หรือตามวัตถุประสงค์ (Judgement or Purposive Sampling) ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาแล้วว่าสามารถเป็นตัวแทนกลุ่มประชากรที่สามารถอ้างอิงหรืออนุมาน (Make inference) สามารถจำแนกได้ ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่มีประสบการณ์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คุณรักเกล้า ใต้สำโรง นักวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ชำนาญการพิเศษ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (ผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์)
2. คุณชลัต ประมูลยงค์ ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายสถาปัตยกรรม บริษัท กินซ่าโฮม จำกัด (ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบ้าน)
3. คุณอัญชัญ คุ่มสุวรรณ เจ้าของกิจการโรงงานสมโภชน์ดินเผา อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านดินในเขตอำเภอลาดบัวหลวง)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีผลต่อบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบจำนวน 5 รูปแบบโดยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาเป็นแนวทางในการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

3.2.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ

โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 คน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended items)
- ตอนที่ 2 ภาพร่างบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน เป็นคำถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมปานกลาง เหมาะสม และเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended items) การตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินเพื่อการวิจัย โดยผู้ทรงวุฒิ เพื่อหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยที่ใช้วัดแต่ละจุดประสงค์ด้วยเทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index Item of Congeuent : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ดร. สุราสินี บุรีคำพันธ์ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. สมชาย เชาวะวิเศษ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อ. ธีรชาติ เลิศข้าของกุล อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การหาค่าความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Content Validity) วิธีที่ใช้ตรวจสอบ คือ การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index Item objective Congruence) โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าตรงตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องนิยามศัพท์เฉพาะกับข้อความ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ(R) มีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ

+1 = เมื่อแน่ใจประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

-1 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการพัฒนาบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน

3.2.4.1 ขั้นตอนก่อนการออกแบบ

(1) ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อศึกษามลพิษเดิม แล้วนำไปวิเคราะห์ รูปแบบมลพิษเดิม

เดิม

3.2.4.2 ขั้นตอนการออกแบบ

(1) ผู้วิจัยรวบรวมแนวความคิดต่างๆ เพื่อหาแรงบันดาลใจในการออกแบบบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน

(2) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ แบบร่างบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน จำนวน 10 แบบเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอย (มณฑล ศาสนันท์ . 2550 : 71) ในการประเมินรูปแบบมลพิษเดิมเพื่อเลือกให้เหลือเพียง 5 รูปแบบที่มีความเหมาะสม

(3) จากแบบร่างบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน จำนวน 5 รูปแบบ ผู้วิจัยได้นำไปสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาแบบร่างมลพิษเดิมที่เหมาะสม เพียง 3 แบบโดยประเมินความคิดเห็นและผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(3.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมลพิษเดิม

(3.1.1) คุณรักเล่ห์ ใต้สำโรง นักวิชาการออกแบบมลพิษเดิม ชำนาทการพิเศษ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (ผู้เชี่ยวชาญด้านมลพิษเดิม)

(3.1.2) คุณชลัต ประมุขยงค์ ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายสถาปัตยกรรม บริษัท กิมซ่า โฮม จำกัด (ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบ้าน)

(3.1.3) คุณอัญชัญ คุ่มสุวรรณ เจ้าของกิจการโรงงาน สมโภชน์ดินเผาอำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านดินในเขตอำเภอลาดบัวหลวง)

4) หลังจากการประเมินแบบร่างจากผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยได้นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาทำการออกแบบบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดิน จำนวน 3 รูปแบบ ด้วยแบบประเมินอีกครั้ง เพื่อหารูปแบบบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดินที่เหมาะสมที่สุด 1 รูปแบบและนำไปสร้างต้นแบบบล็อกรื้อถอนสำหรับก่อนผนังบ้านดินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดิน ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการออกแบบ

1.1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิมโดยใช้ตาราง SWOT ในการวิเคราะห์รูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิม จำนวน 5 รูปแบบ

2. ขั้นตอนการออกแบบ

2.1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบร่างบล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดินจำนวน 10 แบบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดิน โดยการประเมินผลการคิดเชิงมนทัศน์ในการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเลือกให้เหลือเพียง 3 รูปแบบ

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อบล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดิน ข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบร่างจำนวน 3 รูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนนมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) สรุปข้อมูลเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญแปลความหมายของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (D.S)

5.00 - 4.51	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4.50 - 3.51	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3.50 - 2.51	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

2.3 ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวความคิดต่างๆ เพื่อหาแรงบันดาลใจในการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดิน ในรูปแบบของภาพ

2.4 แบบประเมินรูปแบบ บล็อกดินสำหรับก่อกองน้ำบ้านดิน ข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบร่างจำนวน 3 รูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนนมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) สรุปข้อมูลเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญแปลความหมายของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (D.S)

5.00 - 4.51	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4.50 - 3.51	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3.50 - 2.51	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของบล็อกดินสำหรับก่องผนังบ้านดิน

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจ

3.3.1 กรอบแนวความคิด เพื่อประเมินความพึงพอใจ ด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักการตาม (ธีรชัย สุดสด, 2544: 88)

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
4. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Material and Production)

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การประเมินความพึงพอใจของบล็อกดินสำหรับก่องผนังบ้านดิน ได้กำหนดรูปแบบของเครื่องมือดังนี้

เครื่องมือใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ของผู้ที่สนใจในการก่อสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อทำการตรวจคำถามโดยกำหนดค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้สามารถวิเคราะห์โดยใช้สถิติได้ โดยใช้มาตรวัดแบบ Likert Scale แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ

3.3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ

แบบประเมินความพึงพอใจ คือ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ที่สนใจในการก่อสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่มีผลต่อบล็อกดินสำหรับก่องบ้านดิน โดยตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ที่สนใจใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 20 คน ที่สนใจในการสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended items)

ตอนที่ 2 รูปแบบของบล็อกดินสำหรับการก่องผนังบ้านดิน ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขึ้น เป็นคำถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended items) การตรวจสอบเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยที่ใช้วัดแต่ละจุดประสงค์ด้วยเทคนิคการตรวจสอบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องระหว่างข้อความกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index Item Of Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านดังนี้

1.ดร. สุธาสิณี บุรีคำพันธ์ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ผศ.ดร. ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประจำวิชาสถาปัตยกรรมและการออกแบบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การหาค่าความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Content Validity) วิธีที่ใช้ตรวจสอบ คือ การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าตรงตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องนิยามศัพท์เฉพาะกับข้อความซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

การใช้คะแนนข้อความแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ(R) มีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ

+1 = เมื่อแน่ใจประเด็นคำถาถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถาถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

-1 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถาถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบประเมินความพึงใจของผู้ที่สนใจตอบแบบสอบถามโดยกำหนดค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้แบบประเมินความพึงใจของผู้ที่สนใจการสร้างบ้านดินใน อำเภอลาดบัวหลวง ตำบลพระยาบันลือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อตอบแบบสอบถามโดยกำหนดค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามเพื่อให้สามารถวิเคราะห์สถิติได้ โดยใช้มาตรวัดแบบ Likert Scale แบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนนมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) แปลความหมายของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (D.S)

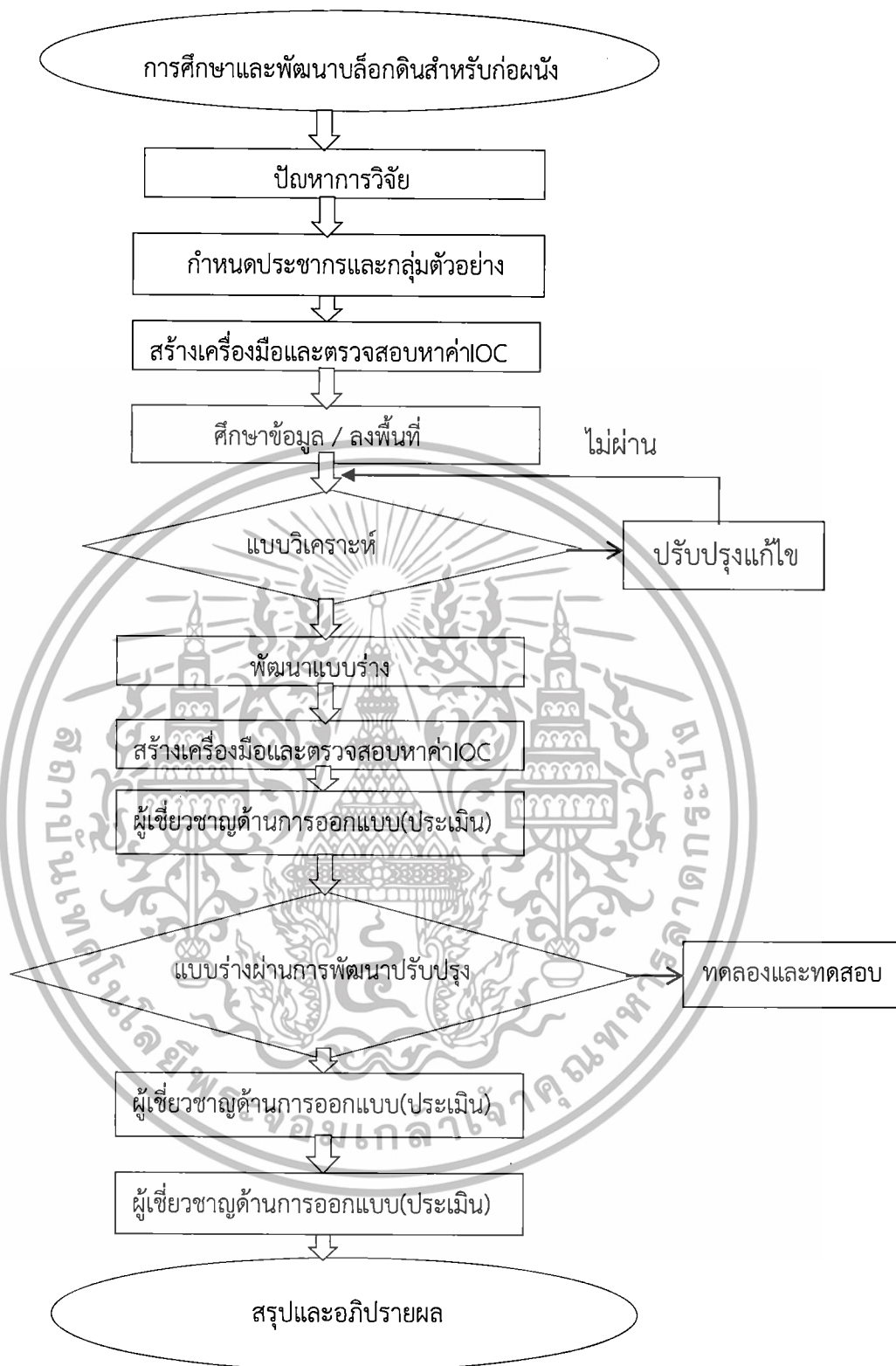
5.00 - 4.51	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4.50 - 3.51	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3.50 - 2.51	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 แสดงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ที่มา : ออกแบบอุตสาหกรรม ระบบและวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2543 : 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัย เรื่องการศึกษาและพัฒนาบล็อกริดินสำหรับบ้านดิน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละขั้นตอน ต่อไปนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาบล็อกริดินสำหรับบ้านดิน
- 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบล็อกริดินสำหรับก่อผนังบ้านดินที่พัฒนาขึ้นมา

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน

จากการลงพื้นที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างบ้านดินในศูนย์การเรียนรู้อำเภอวังสะพุง จังหวัดนครนายก ผู้วิจัยได้สำรวจและทำการถ่ายภาพการทำบล็อกริดิน รวมถึงการบันทึกกิจกรรมต่างๆ ภายในศูนย์การเรียนรู้ เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเป็นแนวทางในการออกแบบบล็อกริดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

4.1.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการสร้างบ้านดินภายในศูนย์การเรียนรู้อำเภอวังสะพุง จังหวัดนครนายก

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปบ้านดิน

ภาพแสดงการศึกษาวีธีทำบล็อกริดิน	วิเคราะห์ข้อมูล
	<p>การเตรียมบ่อหมักดิน โดยขุดดินความลึกโดยประมาณที่เหมาะสม ใช้ผ้าใบพลาสติกหนาปูรองในบ่ออย่าดิน เติมน้ำลงในบ่อดิน การเตรียมน้ำในบ่อเพื่อนำดินลงไปแช่ภายในบ่อหมักดินถ้าดินที่ใช้มีความแข็งหรือมีส่วนผสมของดินเหนียวมากควรแช่น้ำทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้ น้ำซึมเข้าไปในดินได้เต็มที่เพื่อ ง่ายต่อการผสมวัสดุทางธรรมชาติ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ภาพแสดงการศึกษาวีธีทำบล็อกดิน	วิเคราะห์ข้อมูล
	<p>ส่วนผสมวัสดุตามธรรมชาติใช้วัสดุธรรมชาติที่ไม่มีความคมจนเกิดอันตรายในการย่ำดิน ควรใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นควรผสมวัสดุทางธรรมชาติในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช่น ดินเหนียว 1.5 ส่วน ททราย 1 ส่วน แกลบ หรือ ฟาง เส้นสั้น 1 ส่วน</p>
	<p>การอัดบล็อกดินควรใช้บล็อกที่ขนาดเหมาะสมกับดินที่อัดใช้วัสดุที่เป็นไม้เพื่อลดความคมของการยกบล็อกดินเป็นบล็อกไม้ที่อัดดินได้ที่ละหลายๆก้อน เพื่อความรวดเร็วในการอัดบล็อกดิน เพื่อได้ปริมาณบล็อกดินต่อครั้งเป็นจำนวนมาก</p>
	<p>บล็อกดินที่อัดแล้วตากไว้เพื่อรอการแข็งตัว บล็อกดินที่สามารถใช้งานได้ ควรตากทิ้งไว้อย่างน้อย 14 วัน เพื่อให้ดินแข็งตัวเต็มที่เมื่อดินได้แข็งตัวเต็มที่ และได้จำนวนบล็อกดินที่สมควร จึงเตรียมการก่อนผนังบ้านดิน</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ภาพแสดงการศึกษาวีธีทำบล็อกดิน	วิเคราะห์ข้อมูล
	<p>การเตรียมดินก่อนบล็อกดิน ควรเป็นดินเดียวกับที่อัดบล็อกดินเพื่อสะดวกต่อการจัดหาดินเพื่อก่อผนังบ้านดินใช้เพื่อก่อผนังบ้านดินเพื่อให้บล็อกดินผสมกันจนเป็นผนังบ้านดิน</p>
	<p>การเตรียมพื้นที่ก่อผนังบ้านดินควรเป็นพื้นที่ฐานที่แข็งแรง</p>
	<p>การก่อผนังบ้านดิน การก่อผนังควรก่อจากมุมใดมุมหนึ่งของตัวบ้าน ครั้งละไม่เกิน 6 ชั้น เพื่อรอการหดตัวของดินที่ทำการก่อ เพราะดินที่ก่อมีเกิดการหดตัวจึงควรก่อในปริมาณชั้นที่พอดี</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ภาพแสดงการศึกษาวีธีทำบล็อกดิน	วิเคราะห์ข้อมูล
	<p>การก่อผนังบ้านดินบริเวณมุ่มงาน ควรมีเส้นใย ธรรมชาติที่ยาวเพื่อช่วยในการยึดเกาะ เพื่อให้เกิดการแข็งแรงบริเวณมุ่มเป็นตัวช่วยดึงไม่ให้ผนังล้ม เมื่อดินที่ก่อหดรตัว</p>
	<p>ประกอบส่วนหลังคา , ประตูหน้าต่างและส่วนประกอบอื่นๆ ให้เสร็จสมบูรณ์</p>

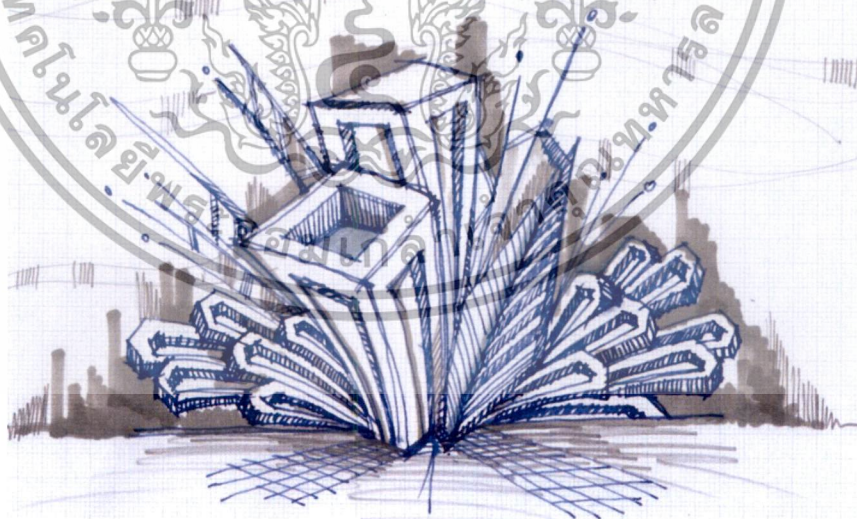
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

โดยการวิเคราะห์แบบสอบถามด้านการพัฒนาในตัวของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ซึ่งจะนำผลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ทางด้านความต้องการในการเลือกใช้บล็อกดินที่เหมาะสมกับการสร้างบ้านดิน

ผลการวิเคราะห์จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกต จากกลุ่มของผู้ผลิตบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน โดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้ 1.การเตรียมบ่อดิน 2.ผสมวัสดุทางธรรมชาติในอัตราส่วนที่เหมาะสม 3.อัดบล็อกดิน 4.นำบล็อกดินที่อัดแล้วตากแห้ง 5.เตรียมดินเพื่อก่อบล็อกดิน 6.เตรียมพื้นที่ก่อผนังบ้านดิน 7.ก่อผนังโดยเสริมเส้นใยบริเวณมุมผนัง 8.ประกอบส่วนอื่นๆของตัวบ้าน

ผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์การประเมินด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ตามหลักการของ (ธีรชัย สุดสวด , 2544 : 88) เพื่อหาแรงบันดาลใจในการผลิตบล็อกดิน เพื่อให้ได้บล็อกดินสำหรับการก่อผนังบ้านดินที่มีประสิทธิภาพ เข้าสู่ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ (ดร.มณฑล ศาสนนันทน์. การออกแบบผลิตภัณฑ์ (เพื่อการสร้างสรรคนวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย).2550:94) นำมาสร้างตารางและเกณฑ์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นแนวทางในการตัดทอน และการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อนำมาออกแบบโดยการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 4.2 แรงบันดาลใจจากรูปทรงเรขาคณิต

แบบร่างโดย: ชนุตร์ แสงสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1 ผู้วิจัยได้ใช้แรงบันดาลใจจากรูปทรงเลขาคณิต ที่ให้ความรู้สึกมั่นคงและแข็งแรง

4.2.3.2 เพื่อหารูปแบบผลิตภัณฑ์บล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

4.2.4 การออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

การออกแบบร่างเพื่อหารูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ (ดร.มณฑล ศาสนนันท์.การออกแบบผลิตภัณฑ์ (เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย).2550:94) เพื่อนำมาสร้างตารางและเกณฑ์การออกแบบผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้นำหลักการการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบในการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน โดยการสร้างแบบร่างจากความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเป็นจำนวนหลายรูปแบบ ตัดทอนเกณฑ์พิจารณาค่าน้ำหนักของคะแนนโดยใช้หลักการออกแบบเพื่อหาค่าคะแนนที่อยู่ในระดับสูงและลำดับรองลงมา เพื่อเข้าสู่เกณฑ์การพิจารณา คือ การสร้างเครื่องมือแบบสอบถาม จากการนำเสนอแบบร่างเพื่อทำแบบสอบถามนำเสนอเพื่อขอคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนา โดยการสร้างตารางและมีการตัดสินคะแนนดังนี้

ผู้วิจัยทำการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ทั้งหมด 10 แบบ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเอาทฤษฎีวิศวกรรมย้อนรอย ในหลักการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ นำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบที่จะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องตรงตามกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้หลักเกณฑ์การสร้างตารางให้ผลออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้กรอบแนวคิด (มณฑล ศาสนนันท์.2550:94) ในการพิจารณาภาพร่างรูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ดังนี้

- 4.2.4.1 ประโยชน์ใช้สอย
- 4.2.4.2 แข็งแรงทนทานในการใช้งาน
- 4.2.4.3 สะดวกสบายในการใช้งาน
- 4.2.4.4 ประโยชน์ใช้สอยเหมาะสม
- 4.2.4.5 ขนส่งได้จำนวนมากคุ้มค่า
- 4.2.4.6 ราคาต้นทุนการผลิต
- 4.2.4.7 เอกลักษณะเฉพาะตัวผลิตภัณฑ์
- 4.2.4.8 ซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย
- 4.2.4.9 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม
- 4.2.4.10 วัสดุหาง่ายในท้องถิ่น
- 4.2.4.11 กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก
- 4.2.4.12 ความคิดการออกแบบเหมาะสม
- 4.2.4.13 มีความสวยงาม

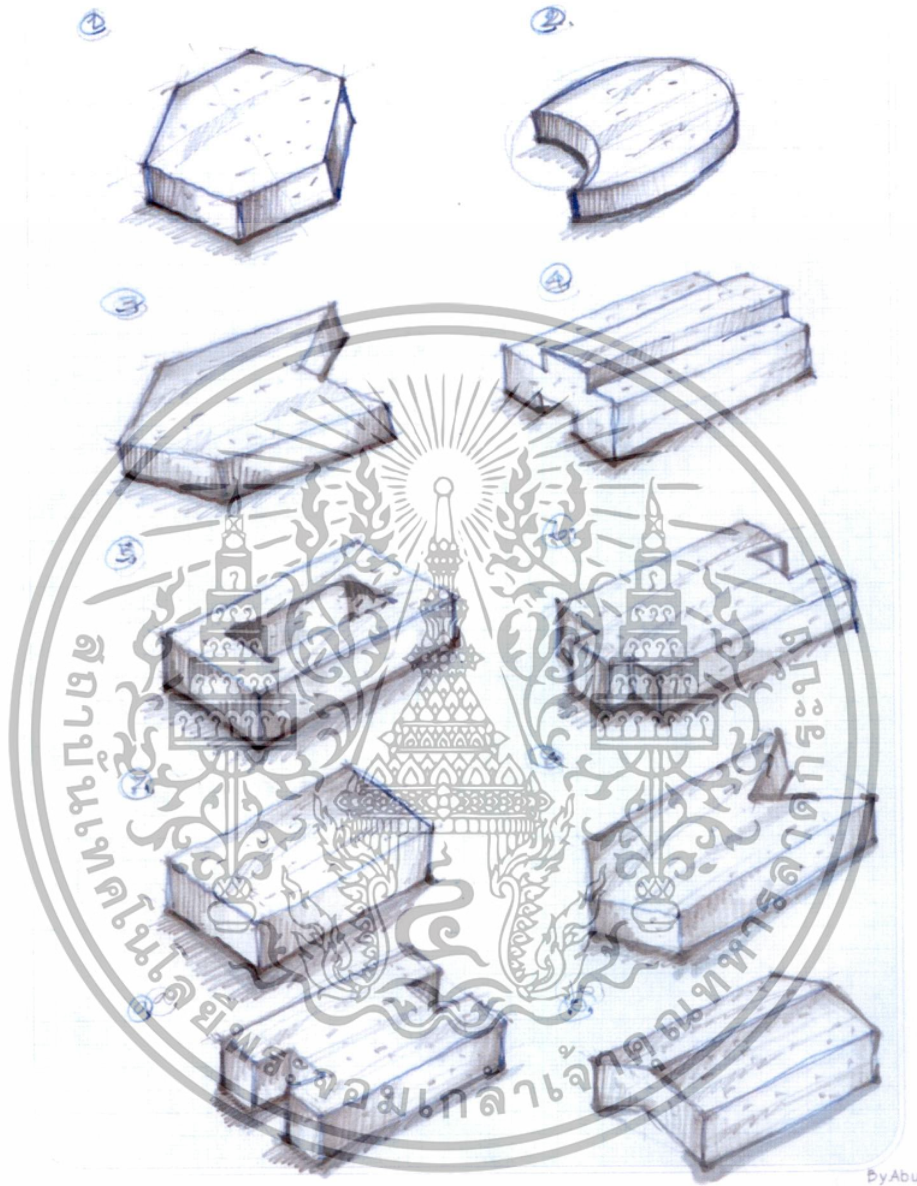
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.2.4.14 เหมาะสมกับกระแสโลก (เทรนด์)
- 4.2.4.15 การใช้งานไม่ยุ่งยาก
- 4.2.4.16 มีประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลาย
- 4.2.4.17 มีความแข็งแกร่งต่อการใช้งานผิดพลาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

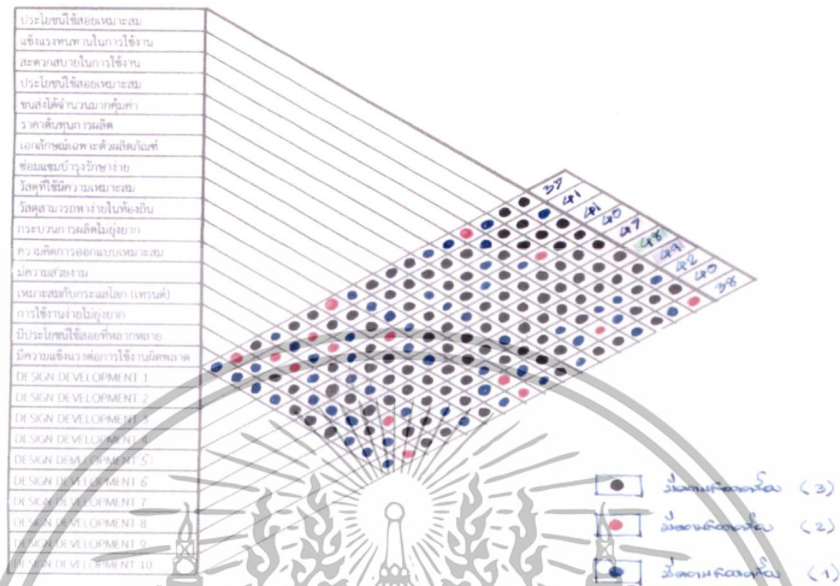
Project _____
Date _____ By _____ Page _____



ภาพที่ 4.3 ภาพแบบร่างทั้งหมด 10 แบบ
แบบร่างโดย : ชนุตร์ แสงสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ (แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์) การกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์

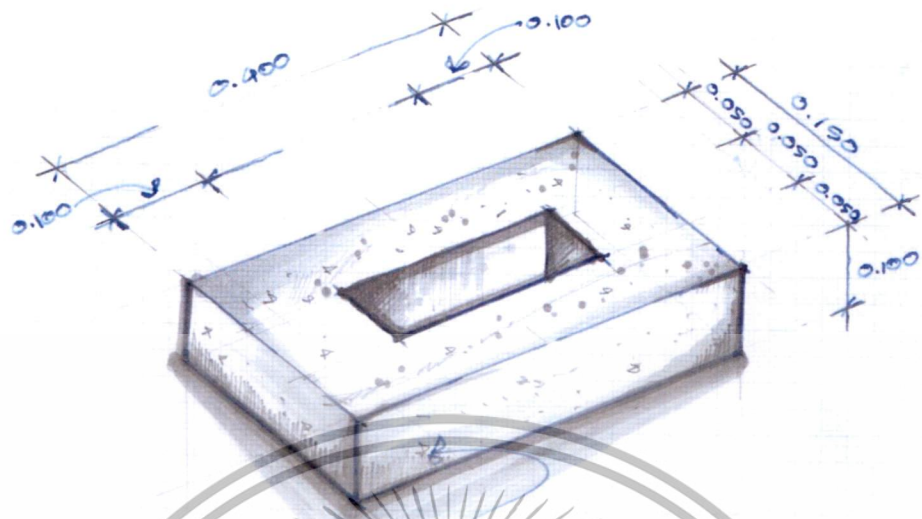


ภาพที่ 4.4 การกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ อ่างอิง: กระบวนการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่มา (ดร.มณฑล ศาสสนันท์.การออกแบบผลิตภัณฑ์ (เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม และวิศวกรรมยั่งยืน).2550:94)

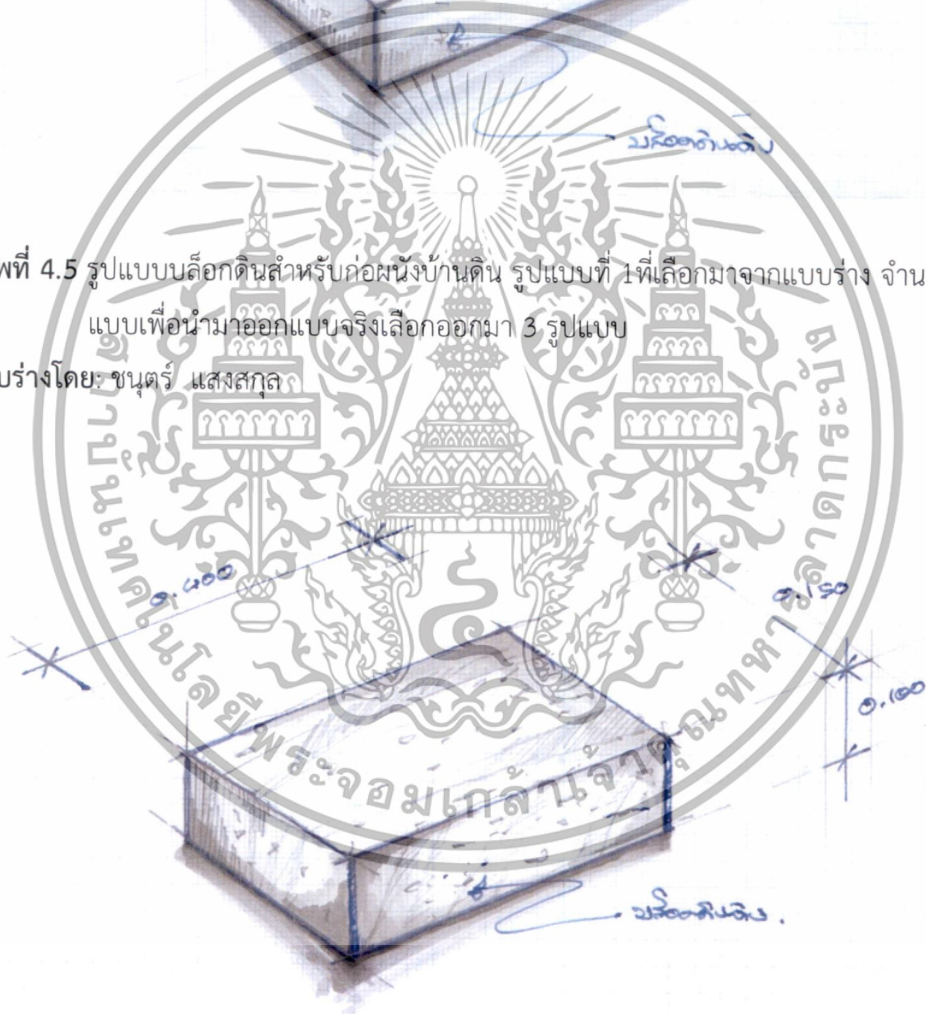
ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง แบบร่างที่ 5 มีความสอดคล้องมากที่สุดอันดับที่ 1 คะแนน 49 รองลงมาแบบร่างที่ 6 และ 7 มีคะแนน 48 และ 47 นับแบบร่างที่ได้คะแนนมากที่สุด 3 อันดับมาพัฒนาต่อไป เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและแสดงความคิดเห็น

แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จำนวน 3 รูปแบบ โดยการนำมาพัฒนาให้มีความเหมาะสม และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบแสดงความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

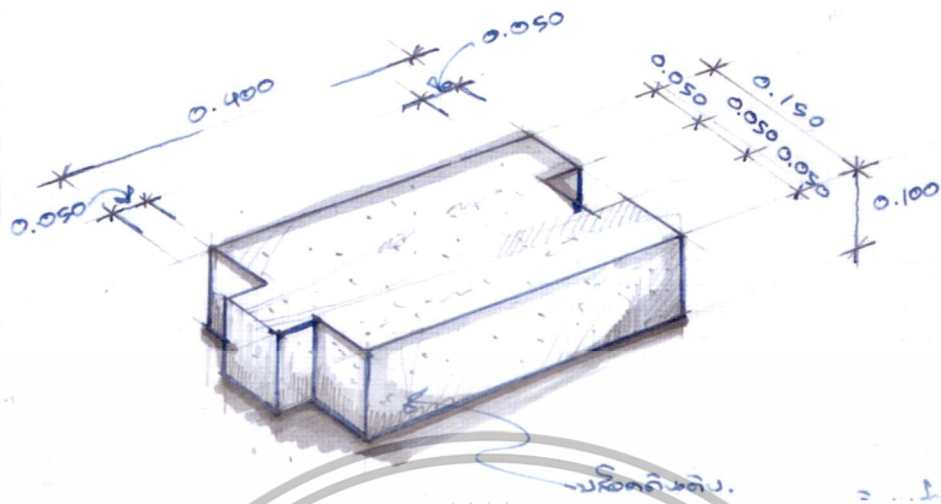


ภาพที่ 4.5 รูปแบบลือกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 1 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน 10
แบบเพื่อนำมาออกแบบจริงเลือกออกมา 3 รูปแบบ
แบบร่างโดย: ชนตรี แสงสกุล



ภาพที่ 4.6 รูปแบบลือกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 2 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน
10 แบบ ที่เลือกแล้วเพียง 3 แบบ
แบบร่างโดย: ชนตรี แสงสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 รูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 3 ที่เลือกมาจากแบบร่าง จำนวน 10 เพื่อเลือกเอามาทำตัวอย่างจริง

แบบร่างโดย: ชนตรี แสงสกุล

4.2.5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจะประเมินความเหมาะสมจากหลักเกณฑ์ 4 ข้อ ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย
2. ความสวยงามน่าใช้
3. การดำรงลักษณะเฉพาะวัสดุ
4. ความใช้วัสดุท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แบบประเมินความเหมาะสมที่ได้จากการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ข้อ	รายละเอียด	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
		N=3		ระดับ ความ คิดเห็น	N=3		ระดับ ความ คิดเห็น	N=3		ระดับ ความ คิดเห็น
		\bar{X}	S.D		\bar{X}	S.D		\bar{X}	S.D	
1	หน้าที่ใช้สอย	4.67	0.26	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	4.00	0.45	มาก
2	ความสวยงาม น่าใช้	4.33	0.26	มาก	4.67	0.26	มากที่สุด	3.33	0.26	ปาน กลาง
3	การดำรง ลักษณะวัสดุ	4.00	0.45	มาก	4.67	0.26	มากที่สุด	3.67	0.26	มาก
4	ความแข็งแรง	4.33	0.26	มาก	5.00	0.00	มากที่สุด	3.33	0.26	ปาน กลาง
	ค่าเฉลี่ยรวม	3.33	0.31	มาก	4.83	0.13	มากที่สุด	3.58	0.31	มาก
	ระดับความ เหมาะสม	มาก			มากที่สุด			มาก		

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ พบว่าบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.13) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.33$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.31) และอันดับสุดท้าย รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=3.58$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.31)

จากผลการประเมินด้านการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ทั้ง 3 รูปแบบ โดยรวมพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า บล็อกดินรูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ขั้นตอนกระบวนการผลิตบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิต โดยมีลำดับขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมบ่อหมักดิน โดยขุดดินความลึกโดยประมาณที่เหมาะสม ใช้ผ้าใบพลาสติกหนาปูรองในบ่อย่ำดิน เติมน้ำลงในบ่อดินการเตรียมน้ำในบ่อเพื่อจะนำดินลงไปแช่ภายในบ่อหมักดินถ้าดินที่ใช้มีความแข็งหรือมีส่วนผสมของดินเหนียวมากควรแช่น้ำทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้น้ำซึมเข้าไปในดินได้เต็มที่เพื่อง่ายต่อการผสมวัสดุทางธรรมชาติ



ภาพที่ 4.8 เตรียมบ่อดิน

ภาพประกอบโดย: ชนุตร์ แสงสกุล

2. ส่วนผสมวัสดุตามธรรมชาติใช้วัสดุธรรมชาติที่ไม่มีความคมจนเกิดอันตรายในการย่ำดิน ควรใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นควรผสมวัสดุทางธรรมชาติในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช่น ดินเหนียว 1.5 ส่วนทราย 1 ส่วน แกลบ หรือ ฟาง เส้นสั้น 1 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ผสมวัสดุธรรมชาติ

ภาพประกอบโดย: ชนุดร์ แสงสกุล

3. การอัดบล็อกดินควรใช้บล็อกที่ขนาดเหมาะสมกับดินที่อัดเพื่อให้การยกบล็อกดินง่ายขึ้น
ไม่หนักจนเกินไป



ภาพที่ 4.10 การอัดดิน

ภาพประกอบโดย: ชนุดร์ แสงสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 การตากแห้งดิน

ภาพประกอบโดย: ชนตรี แสงสกุล

4. บล็อกดินที่อัดแล้วตากไว้เพื่อรอการแข็งตัวบล็อกดินที่สามารถใช้งานได้ ควรตากทิ้งไว้อย่างน้อย 14 วัน เพื่อให้ดินแข็งตัวเต็มที่เมื่อดินได้แข็งตัวเต็มที่ และได้จำนวนบล็อกดินที่สมควร จึงเตรียมการก่อผนังบ้านดินเตรียมการก่อผนังบ้านดิน

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบคุณภาพของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

4.3.1 การทดลองบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน โดยผู้วิจัยได้ทดลองจากบล็อกดินจำนวน 2 สูตร คือ 1. ส่วนผสมทราย 5% แกลบ 10% ดินเหนียว 85% และ 2. ส่วนผสมทราย 10% แกลบ 20% ดินเหนียว 70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์จากแบบบันทึกคุณสมบัติบล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 โดยผู้วิจัยทำการทดสอบพร้อมทั้งทำการจดบันทึกคุณสมบัติของบล็อกดิน 3 ด้าน คือ ด้านความหดตัว ด้านการรับน้ำหนักน้ำหนัก และด้านการป้องกันความร้อน โดยมีผลการทดสอบดังนี้

แบบบันทึกที่ 1: แบบบันทึกความหดตัว โดยวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง เป็นเวลา 14 วัน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาอัตราความหดตัวของบล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

วันที่	บล็อกดินสูตรที่ 1	บล็อกดินสูตรที่ 2
	ขนาด 0.160X0.400X0.110	ขนาด 0.160X0.400X0.110
2	ขนาด 0.160X0.400X0.110	ขนาด 0.160X0.400X0.110
4	ขนาด 0.157X0.395X0.105	ขนาด 0.157X0.395X0.105
6	ขนาด 0.155X0.390X0.100	ขนาด 0.155X0.390X0.100
8	ขนาด 0.150X0.370X0.099	ขนาด 0.150X0.370X0.099
10	ขนาด 0.145X0.365X0.097	ขนาด 0.145X0.365X0.097
12	ขนาด 0.143X0.362X0.064	ขนาด 0.140X0.360X0.095
14	ขนาด 0.140X0.360X0.950	ขนาด 0.140X0.360X0.900
เปอร์เซ็นต์การหดตัว	13.56 %	11.00%

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดสอบความหดตัว อัตราการหดตัวของบล็อกดินสูตรที่ 1 ลดลงจากเดิม เป็นร้อยละ 13.56 และอัตราการหดตัวของบล็อกดินสูตรที่ 2 ลดลงจากเดิม เป็นร้อยละ 11.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกที่ 2: แบบบันทึกการรับน้ำหนัก โดยใช้เครื่องทดสอบแรงกดจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาการรับน้ำหนักของบล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

วันที่	บล็อกดินสูตรที่ 1	บล็อกดินสูตรที่ 2
1	43.86 KN	37.51 KN
2	46.19 KN	40.00 KN
3	44.89 KN	35.59 KN
ค่าเฉลี่ย	44.98 KN	37.70 KN
แรงกด/กก.	3,587 KG	3,860 KG
รับแรง กก. / ตร.ซม.	26.66 KG/M ²	19.39 KG/M ²

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการทดสอบหาการรับน้ำหนัก การรับน้ำหนักของบล็อกดินสูตรที่ 1 รับน้ำหนักได้ 24.66 KG/M² และการรับน้ำหนักของบล็อกดินสูตรที่ 2 รับน้ำหนักได้ 19.39 KG/M²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกที่ 3: แบบบันทึกการหาค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ก่อด้วยบล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 โดยวัดจากบ้านตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหาค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ก่อด้วยบล็อกดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิภายนอก		อุณหภูมิภายใน	
		ดินสูตร 1	ดินสูตร 2	ดินสูตร 1	ดินสูตร 2
1	9.00 น.	30 องศา	30 องศา	27.6 องศา	27.6 องศา
2	12.00 น.	33 องศา	33 องศา	30 องศา	30 องศา
3	17.00 น.	31 องศา	31 องศา	29.6 องศา	29.6 องศา
4	9.00 น.	31 องศา	31 องศา	28.4 องศา	28.4 องศา
5	12.00 น.	35 องศา	35 องศา	32.4 องศา	32.4 องศา
6	17.00 น.	32 องศา	32 องศา	30.6 องศา	30.6 องศา
7	9.00 น.	30 องศา	30 องศา	27.6 องศา	27.8 องศา
8	12.00 น.	34 องศา	34 องศา	31 องศา	31.1 องศา
9	17.00 น.	32 องศา	32 องศา	30.6 องศา	30.4 องศา
ค่าเฉลี่ย		32 องศา	32 องศา	27.75 องศา	26.71 องศา

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลการทดสอบหาค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ก่อด้วยบล็อกดินสูตรที่ 1 มีค่าอุณหภูมิภายในห้อง 27.75 องศา และค่าอุณหภูมิภายในห้องที่ก่อด้วยบล็อกดินสูตรที่ 2 มีค่าอุณหภูมิภายในห้อง 26.71 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาบล็อกรากดินเพื่อก่อผนังบ้านดิน แล้วนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. ผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการศึกษาและพัฒนาบล็อกรากดินเพื่อก่อผนังบ้านดิน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการทำบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองครักษ์ จังหวัดนครนายก

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่สนใจเข้ามาศึกษาเกี่ยวกับการทำบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองครักษ์ จังหวัดนครนายก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสังเกตและสอบถามความต้องการของการสร้างบ้านดินของผู้ที่มีความสนใจในการสร้างบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองครักษ์ จังหวัดนครนายก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

3.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Date) ศึกษาและสังเกตพฤติกรรมการสร้างบ้านดิน ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองครักษ์ จังหวัดนครนายก การสัมภาษณ์ การประเมินความพึงพอใจสร้างบ้านดินที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้วิจัยรวมถึงการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Date) ได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการสร้างบ้านดิน หลักการออกแบบความหมายและความสำคัญของการสร้างบ้านดินรวมถึง จากแหล่งข้อมูล ได้แก่ ผลงานสาระนิพนธ์ บทความ วารสาร และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับการก่อผนังบ้านดิน ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกตการจดบันทึก การถ่ายภาพ ภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก และการรวบรวมเอกสารนำไปวิเคราะห์ ในรูปแบบ แผนภาพแสดงลักษณะการก่อสร้างบ้านดิน รวมไปถึงตารางการวิเคราะห์ SWOT ของผลิตภัณฑ์เดิม ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาและประยุกต์ บล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้าน ดิน

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและสังเกตพฤติกรรมและพัฒนาบล็อกดินสำหรับบ้านดินโดยศึกษาและสังเกต พฤติกรรมในการสร้างบ้านดินภายในศูนย์การเรียนรู้อาศรมวงศ์สนิท คลอง 15 ตำบลองค์รักษ์ จังหวัด นครนายก ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือการนำบล็อกดินดิบเพื่อก่อผนังบ้านดิน เนื่องจากเวลาที่ทำ การอัดบล็อกดินใช้จำนวนคนที่เยอะและดินที่มีน้ำหนักรมาก ปัญหาคือต้องคำนวณการผลิตต่อวันได้น้อยก่อนและต้องใช้จำนวนคนทีมาก

5.1.2 ผลการพัฒนาบล็อกดินเพื่อก่อผนังบ้านดิน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบบล็อกดินเพื่อก่อผนังบ้านดินผู้เชี่ยวชาญด้านการ ออกแบบ จำนวน 3 เพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน มีดังนี้

3.1 ขั้นตอนก่อนพัฒนา

1. ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ศึกษาบล็อกดินและการผลิตบล็อกดินแล้วนำไปวิเคราะห์ โดยใช้การ สังเกต และแบบสอบถาม

3.2 ขั้นตอนการพัฒนา

1. รวบรวมแนวความคิดต่างๆ เพื่อหาแรงบันดาลใจในการพัฒนาบล็อกดินเพื่อก่อผนังบ้าน ดิน เพื่อหาแนวทางการสร้างบล็อกดินเพื่อใช้งานและปลอดภัยในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลงพื้นที่เพื่อสังเกตและสอบถามผู้ที่มีความสนใจในการสร้างบ้านดินถึงปัญหาต่างๆ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการทำบล็อกดินเพื่อให้ตรงกับความต้องการ

3. ร่างแบบบล็อกดิน จำนวน 10 แบบ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาบล็อกดิน โดยใช้หลักการประเมินผลทางความคิดเชิงมนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิจวงศา. 2557:153) ในการประเมินแบบร่างโดยผู้เชี่ยวชาญ

4. หลังจากการประเมินแบบร่างจากผู้เชี่ยวชาญแล้วผู้วิจัยได้นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการออกแบบศึกษาพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน จำนวน 3 รูปแบบเพื่อประเมินเพื่อหารูปแบบบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินจำนวน 1 แบบ เพื่อนำไปเป็นต้นแบบในการประเมินความพึงพอใจของบล็อกดิน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ประกอบด้วยขั้นก่อนการพัฒนา โดยขั้นก่อนการพัฒนา ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง SWOT ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และข้อมูลออกแบบสอบถามความพึงพอใจของบล็อกดิน จากนั้นออกแบบร่างจำนวน 10 แบบ และทำวิเคราะห์โดยใช้หลักการประเมินผลทางความคิดเชิงมนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิจวงศา. 2557:153) ให้เหลือเพียง 3 แบบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบประเมินแล้วนำผลวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนน (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด แปลความหมายของข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (D.S) เพื่อให้เหมาะสม 1 แบบ สำหรับให้ผู้วิจัยนำไปออกแบบจำนวน 3 รูป นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบประเมินแล้วนำผลวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนน (Rating Scale) ให้เหลือรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพียงรูปแบบเดียว

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดินประกอบไปด้วยการศึกษาและพัฒนา

5.1 ขั้นตอนการพัฒนา ประกอบไปด้วย

1. ผลการวิเคราะห์แบบบล็อกดิน พบว่าจากตารางวิเคราะห์บล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน คือตารางที่ 4.2 ผู้วิจัยพบว่า จุดแข็งของบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน คือ รูปทรงและน้ำหนักที่มีผลต่อการก่อผนัง และจำนวนการผลิตที่ได้น้อยก่อนต่อการผลิตต่อครั้ง

5.2 ขั้นตอนการพัฒนา ประกอบด้วย

1. นำแนวความคิดทางด้านรูปทรงเลขาคณิตมาเป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาบล็อกดิน เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบร่างบล็อกดินจำนวน 10 แบบโดยใช้หลักการประเมินผลทางด้านเชิงมโนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิศาสตร์, 2557:153) ในการประเมินแบบร่างเพื่อให้เหลือเพียง 1 รูปแบบโดยผู้วิจัยพบว่าแบบร่างที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปประเมินความคิดเห็น

3. การประเมินความคิดเห็นที่มีผลต่อแบบร่างบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน จำนวน 3 รูปแบบ ทำการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านดิน พบว่าบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.13) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.33$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.31) และอันดับสุดท้าย รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=3.58$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.31) ผู้วิจัยสรุปได้ว่า 3 รูปแบบเหมาะสมมากที่สุดในกรณีนำไปผลิตแบบบล็อกดินเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจขั้นต่อไป

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง ผลการวิเคราะห์และพัฒนาล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน ผู้วิจัย ได้นำมาอภิปรายผลโดยดังนี้

ผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของบล็อกดินที่ผลิตต้นแบบสามารถทำได้ คือ เป็นการทดสอบคุณภาพของบล็อกดิน 3 ด้าน คือ ด้านการหดตัว ด้านการรับน้ำหนัก ด้านการถ่ายเทความร้อน โดยมีผลทดสอบดังนี้ ดินสูตรที่ 1 หดตัวร้อยละ 13.56 ดินสูตรที่ 2 หดตัวร้อยละ 11.00 การรับแรงดินสูตรที่ 1 รับแรงได้ 24.66 ตารางเซน ดินสูตรที่ 2 รับแรงได้ 19.39 ตารางเซน การป้องกันความร้อน ดินสูตรที่ 1 ลดอุณหภูมิได้ = 4.25 องศา ดินสูตรที่ 2 ลดอุณหภูมิได้ = 5.29 องศา

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและพัฒนาล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยไปใช้

1. บล็อกดินที่พัฒนาขึ้นมา สามารถนำไปใช้ก่อผนังบ้านได้ควรใช้ขนาดที่เหมาะสมและต้องคำนึงถึงเรื่องน้ำหนักของบล็อกดินต่อก่อน
2. ควรคำนึงถึงวัสดุที่นำมาใช้ผสมกับดินควรเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นๆ และเป็นวัสดุที่มีเส้นใยเล็กและสั้นไม่แข็งจนเกินไป
3. รูปทรงควรเป็นรูปทางเหลี่ยมเพื่อง่ายต่อการผลิตและสะดวกในการใช้งานก่อผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัย

1. ควรหาวัสดุในท้องถิ่นมาเพิ่มเติมจากเดิมอีกบางส่วนเพื่อเพื่อประสิทธิภาพกับบล็อกดิน
2. ควรหารูปแบบที่ง่ายต่อการก่อผนังและสามารถใช้งานง่ายขึ้นกว่าเดิม และมีจุดต่อที่ง่ายให้เหมาะสมต่อการใช้งาน
3. น้ำหนักต่อก้อนควรจะมีน้ำหนักที่เบา เพื่อให้การก่อผนังง่ายขึ้น รวมไปถึงการขนส่งบล็อกดินในจำนวนมากๆ เพื่อง่ายต่อการขนส่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การสำรวจ ชุดดินอยุธยา oss101.ddd.go.th

จตุพร ตั้งศิริสกุล “การประยุกต์ใช้วัสดุดิบทางธรรมชาติในการเพิ่มประสิทธิภาพของก้อนอิฐดินเพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2550.

โจน จันได. (2555). อยู่กับดิน : 16 ปี การปั้นดินเป็นบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

โจน จันได. บ้านดินสร้างได้ด้วยมือเรา ตอนที่ 1 การทำก้อนอิฐดินดิบ [www.greenintreng.com /](http://www.greenintreng.com/) บ้านดินสร้างได้ด้วยมือ

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557. หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ พื้นฐานการคิดเชิงพัฒนาผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มิน เซอร์วิซซัพพลาย

ธนา อุทัยภัตรากร. (2547). จากดินสู่บ้านบ้านสร้างด้วยดิน คู่มือการสร้างบ้านดินฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สวนเงินมีนา

ธนา อุทัยภัตรากร, ขนาดของอิฐดินดิบในแต่ละพื้นที่ทั่วโลก <http://www.baandin.org/web/>, มกราคม 2554

นิรนาม. 2554ค. ปั้นดินให้เป็นบ้าน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.oknation.net/blog/nuphong26/2009/09/02/entry-1> 26 ก.ค.2554

นิรนาม. 2554ก. เรื่องของเส้นใย , (ออนไลน์). แหล่งที่มา: www.chug.com/index.php?lay=show&ac=article&ld=20 กันยายน 2554

นิรัช สุตสังข์. 2548. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2548. พิมพ์ครั้งที่ 1

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และจตุพร ตั้งศิริสกุล, ผลของวัสดุทางธรรมชาติที่มีต่อคุณสมบัติของก้อนอิฐดินดิบสำหรับการก่อสร้างบ้านดิน, Journal of Architectural/Planning Research and Studies Volume 5. Issue 1.2007

สาคร คันธโชติ. 2529. วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ “เทคนิคการสร้างบ้านดิน” วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ : 3 เลขหน้า : 93-102 ปีพ.ศ. : 2555

สิทธิชัย แก้วภูสิทธิ์ www.bloggang.com IP:142.129.194.59 วันที่: 25 ธันวาคม 2556

ชีวจิต www.cheewakit.com เรื่องโดย: เสาวลักษณ์

เอก สล่าเอื้องน. 2554. ขั้นตอนในการดำเนินการก่อสร้างบ้านดิน, (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.baandin.com/article/3-build.html>. 25 กันยายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิชาติ ไสวดี. เรื่องราวในร่องรอยของบ้านดิน. สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน(องค์การมหาชน),
กรุงเทพ. 2548.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร .2545 .การออกแบบอุตสาหกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ค. เก็บข้อมูลเพื่อวิจัยและการศึกษาและพัฒนาบล็อกรุ่นสำหรับก่อนนึ่งบ้านดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / ๐๕๔๕ วันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วยนายขุนทร แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการก่อกองบ้านดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายขุนทร แสงสกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.รวตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / ๐๖๔๕ วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

ด้วยนายขุนทร แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการถ่วงน้ำหนักบ้านดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายขุนทร แสงสกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / ๐๖๔๕ วันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ดร.สุธาสินี บุรีคำพันธ์

ด้วยนายขุนทร แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการก่อกองบ้านดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายขุนทร แสงสกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ ๐๐45

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

เรียน คุณอัญชัญ กุ่มสุวรรณ

ด้วยนายชนุตร์ แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาบล็อกดินเพื่อการก่อกองน้ำบนดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ของ นายชนุตร์ แสงสกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๘๘๘-๘๑๒๙

ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0645



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

เรียน คุณชลัท ประมุขยนต์

ด้วยนายขุนทร แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาบล็อกดินเพื่อการก่อสร้างบ้านดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ของ นายขุนทร แสงสกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ชิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๘๘๘-๘๑๒๙

ชลัท ประมุขยนต์
* นศ. ได้เตรียมวัสดุประเภทดิน
ออกแบบ บล็อกดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ ๐๕45



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

เรียน คุณรักเล่ห์ ใต้สำโรง

ด้วยนายชนุตร์ แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาบล็อกดินเพื่อการก่อกองบ้านดิน” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ของ นายชนุตร์ แสงสกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๘๘๘-๘๑๒๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04 / 1829

วันที่ 18 พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ด้วย นายชุนตร์ แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอผลทดสอบบล็อกดิน เพื่อประกอบการจัดเตรียม
สารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังดิน”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศร 0524.04/ 1829



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

/ร พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการ ส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเรือน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

ด้วย นายชุนตร์ แสงสกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอทดสอบอิฐดิน ขนาด 0.11 x 0.16 x 0.40 เซนติเมตร
เพื่อประกอบการจัดเตรียมสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อผนังดิน”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 083-888-8129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดิน
ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
เพื่อการวิจัยเรื่องออกแบบและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดิน**

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมนี้จัดทำขึ้นเพื่อการออกแบบและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะประเมินความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ที่ทำจากบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดิน ประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เพื่อหารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในงานออกแบบ

1. ด้านประโยชน์ใช้สอย
2. ความสวยงาม
3. การดำรงลักษณะเฉพาะวัสดุ
4. การใช้วัสดุในท้องถิ่น

โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

- 1.2.1 เพื่อศึกษาบล็อกดินสำหรับก่อบนึ่งบ้านดิน
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อบนึ่งบ้านดิน
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจบล็อกดินสำหรับก่อบนึ่งบ้านดิน

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบและพัฒนาบล็อกดินสำหรับก่อบ้าน

ดิน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นายชุนตรี แสงสกุล

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม

1. ชื่อ – นามสกุล ของผู้ประเมิน

.....

2. ตำแหน่ง/หน้าที่ในปัจจุบัน

.....

3. สถานที่ทำงาน

.....

4. วุฒิการศึกษา

.....

5. ประสบการณ์ในการทำงาน

.....

โดยในแต่ละข้อของแบบประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีเกณฑ์
การให้คะแนนแบบประเมินความเหมาะสม ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับคะแนนความเหมาะสมด้านการออกแบบบล็อกดินสำหรับก่อบ้านดินใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1 ด้านประโยชน์ใช้สอย															
1.1 รูปทรงที่เหมาะสมกับ น้ำหนัก															
1.2 รูปทรงที่ง่ายต่อการก่อ ผนัง															
1.3 งานที่มีความเหมาะสม กับการใช้งาน															
2 ความสวยงาม															
2.1 ลักษณะของพื้นผิว															
2.2 เหมาะต่อการก่อผนัง															
3 การดำรงลักษณะเฉพาะวัสดุ ธรรมชาติ															
3.1 สีที่เกิดจากวัสดุ															
3.2 เป็นการตากลมเพื่อทำ ให้แข็ง															
4 การใช้วัสดุในท้องถิ่น															
4.1 เหมาะและหาง่าย															
4.2 วัสดุที่มีขนาดเล็กและ อ่อน															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

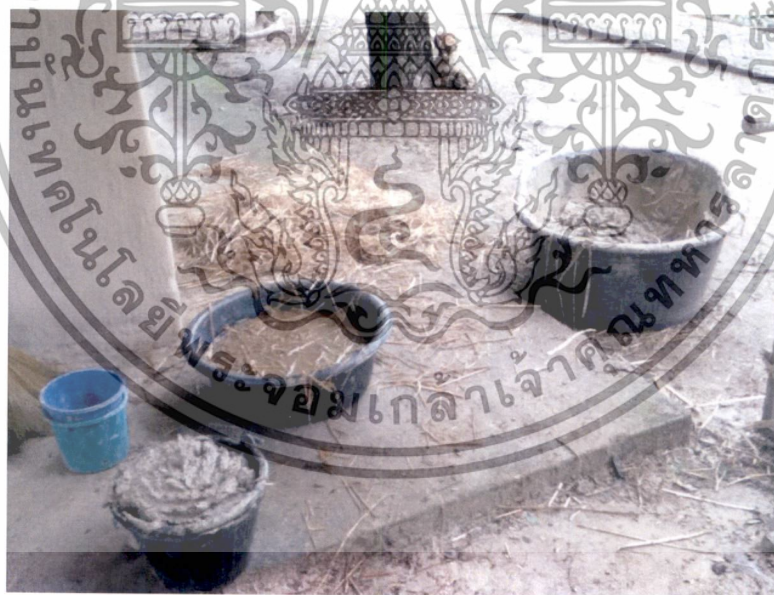


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.1 ลงพื้นที่สังเกตศูนย์การเรียนรู้อำเภอวังสะสุณี คลอง15 ตำบลองค์กรักษ์
จังหวัดนครนายก

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



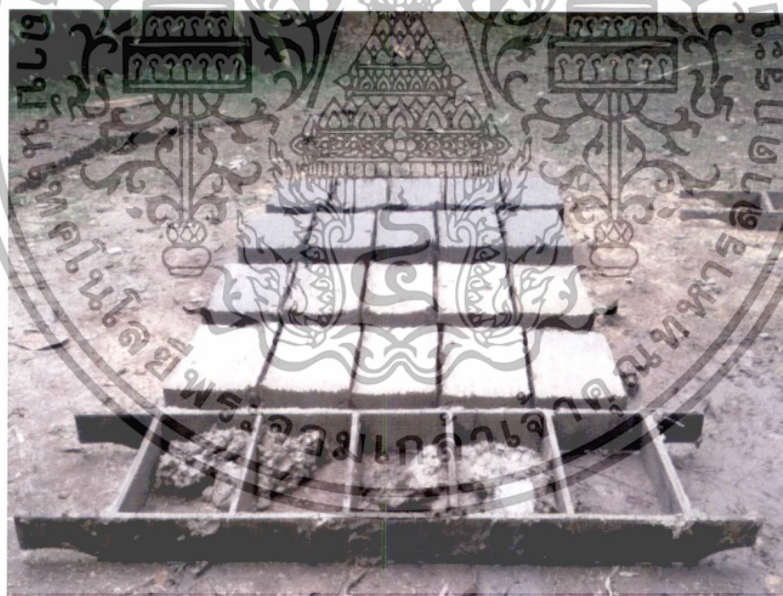
ภาพที่ ค.2 เก็บข้อมูลส่วนผสมในการทำบล็อกดิน

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 เก็บข้อมูลวิธีการอัดบล็อกดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค.4 เก็บข้อมูลการตากบล็อกดินควรตากกี่วัน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.5 เก็บข้อมูลวิธีการกอบ้านดินในแบบต่างๆ

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค.6 เก็บข้อมูลวิธีการกอบ้านดินโดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญในศูนย์การเรียนรู้
อาศรมวงศ์สนิท

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

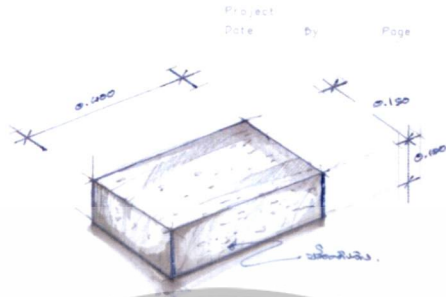


ภาพที่ ค.7 เก็บข้อมูลวิธีการก่อมวงกบและมมเสา
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

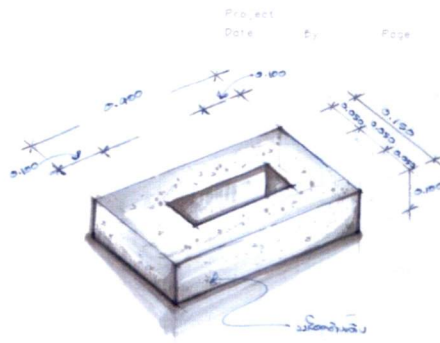


ภาพที่ ค.8 เก็บข้อมูลและรับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญภายในศูนย์การเรียนรู้
อาศรม วงศ์สนิท
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



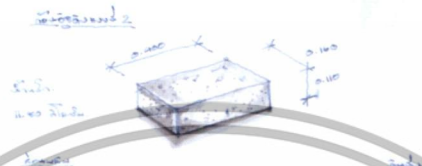
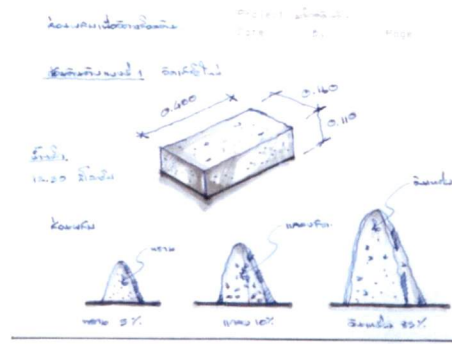
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.10 แบบร่างที่ 2 เพื่อปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.12 กำหนดสวนผสมเพื่อปรีชาผู้เชี่ยวชาญ
คุณอชชัย คุ่มสุวรรณ

ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.14 ประเมินแบบร่างบล็อกดินสำหรับก่อผนังบ้านดิน โดยผู้เชี่ยวชาญ
คุณชลิต ประมูลยงค์
ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค.15 แบบแปลนเพื่อสร้างบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 16 แบบรูปด้าน 1-2 เพื่อสร้างบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

ภาพที่ ค. 17 แบบรูปด้าน 3-4 เพื่อสร้างบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 18 ขั้นตอนขุดบ่อเพื่อเตรียมหมักดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

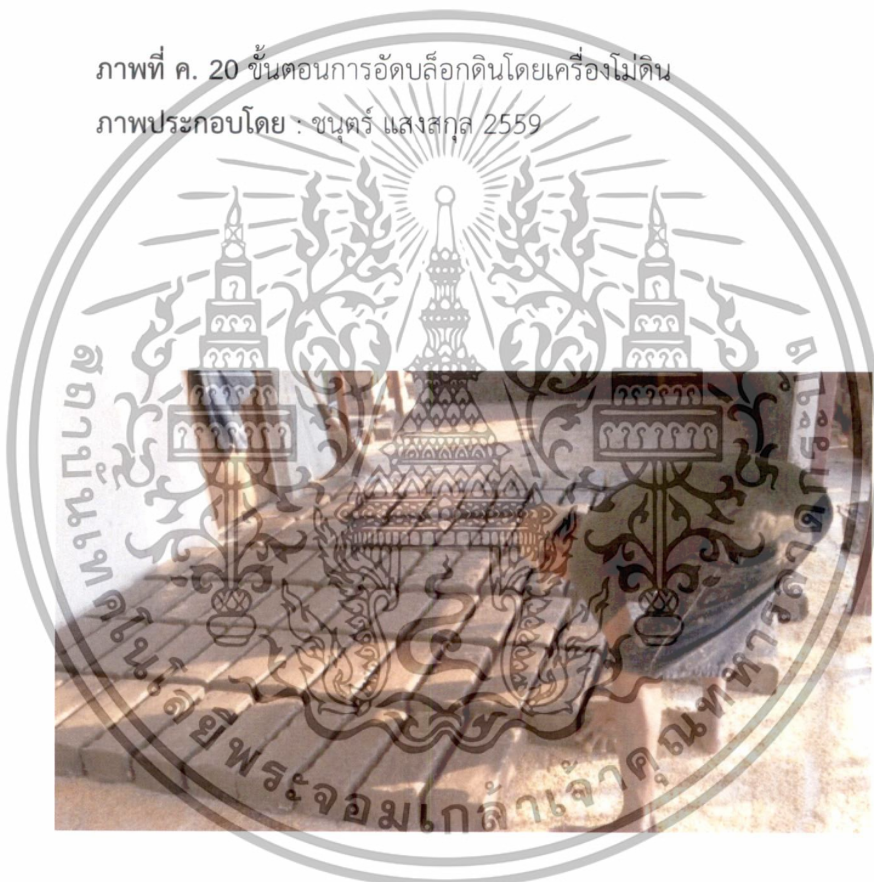


ภาพที่ ค. 19 ขั้นตอนการนำดินหมักลงบ่อเพื่อหมักดินเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 20 ขั้นตอนการอัดบล็อกดินโดยเครื่องไม่ดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค. 21 ขั้นตอนตากดินให้แห้งเป็นเวลา 14 วัน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 22 ขั้นตอนการตักดิน 1 อาทิตย์ แล้วทำการยกดินเป็นชั้นเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ทั่วก่อน

ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค. 23 ขั้นตอนการย่ำดินเพื่อเตรียมการก่อบล็อกดิน

ภาพประกอบโดย : ชนุตร์ แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 24 ขั้นตอนการก่อผนังบ้านดิน ทำการก่อวันละ 4 ชั้น
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค. 25 ขั้นตอนการก่อผนังบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 26 ขั้นตอนการฉาบบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค. 27 ขั้นตอนการฉาบและลงสีบ้านดิน
ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 28 ขั้นตอนการฉาบและลงสีบ้านดิน

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



ภาพที่ ค. 29 ขั้นตอนการทดลองหาแรงกดบล็อกดิน

ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 30 ขั้นตอนการจดบันทึกแรงกดจากเครื่อง ที่อาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรม
 วิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ภาพประกอบโดย : ชนตรี แสงสกุล 2559



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายชุนตร์ แสงสกุล
วัน-เดือน -ปีเกิด	5 กรกฎาคม 2526
ที่อยู่ปัจจุบัน	8/1 ซอยอ่อนนุช 53 เขตประเวศ แขวงประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250
ประวัติการศึกษา	<p>ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขา ศิลปกรรม วิทยาลัยช่างศิลป์ กรมศิลปกร</p> <p>ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาสถาปัตยกรรมไทย วิทยาลัยช่างศิลป์ กรมศิลปกร</p> <p>ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สาขาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง</p> <p>ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการออกแบบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้