

วารสารวิชาการ

BEE

พลังงานและสิ่งแวดล้อมอาคาร

Journal of Building Energy & Environment

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2562) 2 nd Year VOL.3 (July-December 2019)

ISSN : 2630-0796

Investigation of a Traditional House Based on its Energy Conservation

Duygu UTKUCU and Hatice SÖZER, Ph.D

On Sustainability and Urban Context Preservation:
Two Diploma Thesis at UAUIM Buchares

Alexandru CALIN, Ph.D.

Temporary Lighting Laboratories at Two Universities:
Comparison of Methodologies for Research Projects in
Thailand and USA

**Paulette Hebert, Ph.D., Gregory Clare, Ph.D., Singh, Chitra, Ph.D.,
Rojarek Seangatith, and Yingsawad Chaiyakul, Ph.D.**

ความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิ้มอีสาน
ศุภโชค สนธิไชย และ ปิยะวรรณ ปิ่นแก้ว

การพัฒนาแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกล้วยชงเพื่อเป็นผนัง
ตกแต่งภายในอาคาร

วนรัตน์ กรธัสนานุกุล นวลวรรณ ทวยเจริญ และ สุนดา ใสธส

วิถ्यानอกกับภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ

**นวลวรรณ ทวยเจริญ วนรัตน์ กรธัสนานุกุล นงนาก จวนแจ้ง
สมปอง เทียนวันเพ็ญ และ ชติพัทธ์ ณะมณี**



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ถ.มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
อีเมล : archkku.journal@gmail.com โทรศัพท์ : 0 4336 2046 โทรสาร : 0 4336 2047

Faculty of Architecture Khon Kaen University Mittraphab Highway,
Khon Kaen, 40002 Thailand E-mail : journal.bee.thailand@gmail.com
Tel. 0 4336 2046 Fax. 0 4336 2047

วารสารวิชาการ พลังงานและสิ่งแวดล้อมอาคาร ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2562)
Journal of Building Energy & Environment 2 nd Year Vol.3 (July- December 2019)
ISSN : 2630-0796

บรรณาธิการ/Editor

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Asst.Prof.Chumnan Boonyaputthipong Khon Kaen University, Thailand

กองบรรณาธิการ/ Editorial Board

รองศาสตราจารย์ ดร.ยິงสวัสดิ์ ไชยะกุล มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Assoc.Prof. Yingsawad Chaiyakul, Ph.D. Khon Kaen University, Thailand

รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Assoc.Prof. Choopong Thongkamsamut, Ph.D. Khon Kaen University, Thailand

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Asst.Prof.Chanikarn Yimprayoon, Ph.D. Kasetsart University, Thailand

Professor Paulette R. Hebert, Ph.D. Oklahoma State University, USA.

Assoc.Prof. Hatice SÖZER, Ph.D. Istanbul Technical University, Turkey

อีเมล/Email

journal.bee.thailand@gmail.com

เว็บไซต์/Website

<https://bee.kku.ac.th>

เลขานุการและระบบสารสนเทศ/ Secretary and information system

มนิรัตน์ วีระกรพานิช
Manierata Virakornphanich

พิมพ์ชนก ศรีสุริยะมายุ
Phimchanok Srisuriyamart

อนุพันธ์ พันธอม
Anuphan Phanamorn

กรรณภัสส์ สิริเกียรติ
Kannapat Sirikiat

ปีที่พิมพ์/Year

2562

ลิขสิทธิ์/Copy Right

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Faculty of Architecture,
Khon Kaen University
ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 Mittraphab Highway,
Khon Kaen, 40002 Thailand
โทรศัพท์ 0 4336 2046 โทรสาร 0 4336 2047 Tel. 0 4336 2046
Fax. 0 4336 2047

กบรรณนถิการ

วารสารวิชาการพลังงานและสิ่งแวดลอมอาคาร (Journal of Building Energy & Environment : BEE) ฉบับที่สาม ยัคงมีเป้าหมายในการเผยแพรบทความในดานการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดลอมในอาคาร ในฉบับนี้ เราเพิ่ม Dr.Hatice Sozer เขามาเป็นหนึ่งในกองบรรณธิการเพื่อเสริมความเข้มแข็งและขยายความร่วมมือสู่นานาชาติมากขึ้น วารสารของเราได้รับความร่วมมือและเสียสละที่ดียิ่งของคณะทำงาน และผู้ทรงคุณวุฒิเช่นเคย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็สื่อในการเปิดประเด็นและมุมมองทางวิชาการ สู่การออกแบบ และวิจัยที่เกี่ยวข้องไป

ผศ.ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์
บรรณธิการ

The third edition of the Journal of Building Energy & Environment, BEE, is still focused on the topic of Energy and Environment conservation. For this edition, we add Dr.Hatice Sozer to be in our editorial board. The journal keeps extend the connection to various academic networks from Europe, United State of America and Asia. Editorial team and reviewers are always our great support.

Hopefully, this journal will be the media that opening up issues of academic perspectives and view to the world of design and research in the future.

Asst.Prof.Chumnan Boonyaputthipong , Ph.D.
Editor

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ Reviewer Board

รองศาสตราจารย์ ดร.ยัังสวัสดิ์ ไชยะกุล Assoc.Prof. Yingsawad Chaiyakul, Ph.D.	มหาวิทยาลัยขอนแก่น Khon Kaen University, Thailand
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร Assoc.Prof. Choopong Thongkamsamut, Ph.D.	มหาวิทยาลัยขอนแก่น Khon Kaen University, Thailand
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์ Asst.Prof. Chumnan Boonyaputthipong, Ph.D.	มหาวิทยาลัยขอนแก่น Khon Kaen University, Thailand
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัณชัย สันติเวส Asst.Prof. Sanchai Santiwes, Ph.D.	มหาวิทยาลัยขอนแก่น Khon Kaen University, Thailand
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยั้มประยูร Asst.Prof.Chanikarn Yimprayoon, Ph.D.	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Kasetsart University, Thailand
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาริณี รามสุต Asst.Prof. Tharinee Ramasoot, Ph.D.	มหาวิทยาลัยศิลปากร Silpakorn University, Thailand
Professor Paulette R. Hebert, Ph.D. Prof. Paulette R. Hebert, Ph.D.	Oklahoma State University, USA. Oklahoma State University, USA.
Assoc.Prof. Hatice SÖZER, Ph.D.	Istanbul Technical University, Turkey
Asst. Prof. Alexandru CALIN, Ph.D.	University of Architecture and Urbanism, Romania

Contents

Page

Investigation of a Traditional House Based on its Energy Conservation

1

Duygu UTKUCU and Hatice SÖZER, Ph.D

On Sustainability and Urban Context Preservation: Two Diploma Thesis at UAUIM Buchares

25

Alexandru CALIN, Ph.D.

Temporary Lighting Laboratories at Two Universities: Comparison of Methodologies for Research Projects in Thailand and USA

43

Paulette Hebert, Ph.D., Gregory Clare, Ph.D., Singh, Chitra, Ph.D., Rojarek Seangatith, and Yingsawad Chaiyakul, Ph.D.

ความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายใน
สิมอีสถาน

57

ศุภโชค สนธิไชย และ ปิยะวรรณ ปิ่นแก้ว

การพัฒนาแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกล้วยชงเพื่อเป็นผนังตกแต่ง
ภายในอาคาร

78

วนรัตน์ กรอสิรานุกุล นวลวรรณ ทวยเจริญ และ สุญาดา ไสรัส

วิวภายนอกกับภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ

97

นวลวรรณ ทวยเจริญ วนรัตน์ กรอสิรานุกุลนงนาก จวนแจ้ง
สมปอง เกียนวันเพ็ญ และ ชติพัทธ์ ณะมนี

INVESTIGATION of a TRADITIONAL HOUSE based on its ENERGY CONSERVATION

Duygu UTKUCU^(a), Hatice SÖZER^{(a)*}

^a Istanbul Technical University, Energy Institute, Turkey

*Corresponding Author

ABSTRACT

In this study, a selected traditional house was investigated based its energy performance, located in Phocaea, Izmir. For this purpose, physical properties of the house was identified and accordingly the energy performance was analyzed by utilizing a dynamic simulation software. The fundamental characteristics of the traditional house, such as natural stonewalls, fireplaces, window shutters were examined and compared with the contemporary architectural elements based on their effect on energy efficiency. Results represent that the traditional stone house has better energy performance than concrete and timber house, which mostly considered in today's architecture.

1. INTRODUCTION

Phocaea is selected for this study where is located in coastal areas of Aegean Region. The city history goes back to the mid-century of BC VII. Therefore, it has hosted various ancient heritages. The traditional buildings in the region are constructed by considering the climatic conditions of western Aegean that is classified in warm-humid climate region. The predominantly applied construction materials are wood and stone, which are local materials of the region. They have resistant to the intense rainfalls, high humidity ratio, and high temperatures [1]. According to the “special environmental

protection zone management plan” which was prepared by the Ministry of Environment and Urbanism, the region of city was set on the first-degree earthquake zone [2].

Traditional houses in Phocaea also have some architectural characteristics. The houses were located and orientated to take advantage of the wind for natural ventilation inside of the building. They usually have large and number of windows positioned on the faÇades that is high and narrow. Furthermore, as the warm climatic region, protecting the houses from the sun is also an important strategy. Because of that, the courtyards are the important architectural consideration of the area by successfully protecting houses from the sun. By this approach, huge and many number of windows provides available daylighting. The small windows are usually located in ground floor, used to eliminate humidity. On the other hand, the construction materials such as stone and wood are suitable for winter conditions. Overall, these old fashion stone houses are considered as very effective and efficient for conserving the energy. For this reason, one of the houses were selected to investigate its energy performance.

2. LITERATURE REVIEW

Research was conducted about traditional buildings in Phocaea have examined in the literature. Asatekin and Eren was led a survey on traditional houses in Phocaea to identified the building’s conditions. The questions of the survey were grouped under different headings that were about physical properties, comfort conditions, functionality - family relations, renewal, protection and construction of residential buildings. The responses of the survey represent that the physical properties of the traditional buildings were built sensitively to the climatic conditions of the region in such a way to be cool in summer and warm in winter [2].

In another study, historical status, physical characteristics and socio-economic conditions of civil architecture in Phocaea district were discussed. Correspondingly, plans, faÇades, structural systems, materials and construction techniques of architectures were examined. The findings of physical characteristics of these buildings were represent that they mostly have 2 story and consisted of

masonry stone walls. The outer wall corners of the buildings were constructed with the long corner stones. Stone jambs were used on the sides of the doors and windows; one or two rows of stone eaves were used in almost all of buildings. The inner partition walls were made in half-timbered. The upper floor was made of timber frame that called “Bagdadi”. The structures were similar in terms of material and facade characteristics. There were 6 different plan types in terms of architectural plan [3].

According to sustainability, which referred as using existing materials and resources more efficiently in traditional architecture, the building materials were selected for hot-humid regions. The materials that had lower thermal mass were used to keep and store heat. In this concept, wood and stones were commonly utilized as good thermal insulators [4].

Furthermore, another research was conducted with similar aim to consider the physical environment, structure and energy recovery criteria for historical buildings in the region. Other than acknowledged findings, the research also remarks about the masonry construction system with its simple plan solution and simple geometric shapes. The outer walls of the buildings were constructed with a thickness of approximately 60-65 cm stone to protect both from the wind and to minimize heat loss. As the stone was a material with low heat transmission coefficient, the research was concluded that traditional buildings are effective in providing suitable comfort conditions [5].

3. METHODOLOGY

In order to investigate energy performance of a selected traditional house and identify the physical properties, a methodology had been developed. This methodology consists of six steps. First two steps were about collecting data of environmental conditions of the region, and existing conditions of the traditional building, which are mostly related with physical properties. Third step was to develop three-dimensional modelling of the building by utilizing the collected data. The next step was to analyze the energy performance of the building. In the following step, different scenarios were developed to improve

the energy performance. As final step, results were evaluated. Those were shown in Figure 1. The steps of the methodology are described in detail in the following sections.

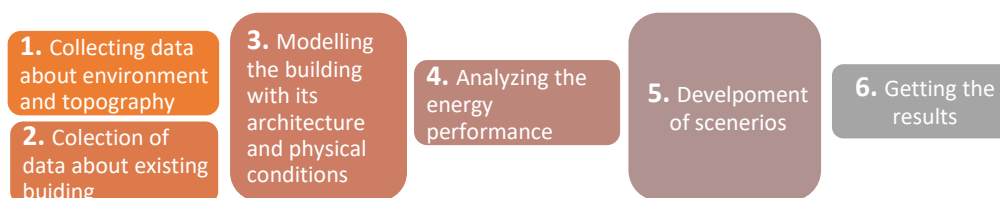


Figure 1. Steps of the applied method

3.1. Collection of Data about Environmental Condition and Topography

The city is located on a peninsula along the Aegean coast of Turkey, connected to Izmir by 70 km highway, as represented on Figure 2. Phocaea is a natural harbor. The forest area consists 50 % and the residential area consists 14 % of total area. It has four sub-districts and four villages [6]. The center of the city is set between Big Sea bay on the south and Small Sea on the north on Figure 2. The



settlements around Small Sea are mostly for traditional and contemporary residential, administrative and commercial buildings while the settlements around Big Sea is mostly for holiday homes [3].

Figure 2. Location of Phocaea [7] and Aerial view of Phocaea district center [8]

3.1.1. Climate of the city:

Turkey has five different climatic regions, which are cold climate, mild humid climate, mild dry climate, warm dry climate and warm humid climate. Depending on this classification, Phocaea is in warm humid climatic region. It is warm during summers, humid and rainy during winters. The percentage of relative humidity is very high; therefore, the sensible temperature is increased by humidity. The humidity, which is occurred by intensive rainfalls, is balanced the daily average temperature. Depending on the General Directorate of Meteorology, the average temperature, sunshine duration, and rainfall values of city is represented on Table 1 [5, 6, 7, 8, and 9].

Table 3.1.1. The Average Values over long years (1950-2015) [5]

Climate Conditions	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Yearly
Average Temperature (°C)	8.9	9.5	11.7	15.9	20.8	25.6	28	27.7	23.7	18.8	14	10.6	17.9
Max. Average Temperature (°C)	12.5	13.5	16.3	20.9	26	30.7	33.2	32.9	29.1	23.9	18.5	14.1	22.6
Min. Average Temperature (°C)	5.9	6.2	7.8	11.3	15.5	20	22.6	22.5	18.7	14.7	10.7	7.7	13.6
Average Sunshine Duration (hour)	4.2	5.1	6.2	7.5	9.5	11.3	12.1	11.5	10.1	7.3	5.3	4.1	94.2

Average Rainy Days	11.9	10.8	9.2	8.2	5.4	2.1	0.5	0.5	2	5.6	8.9	12.5	77.6
Monthly Average Rainfall (kg/m ²)	125.1	101.9	75.6	46.4	30.9	9.8	1.8	2.6	15	45.3	94.8	141.1	690.3
Daily Total Highest Precipitation				Fastest Wind Day						Highest Snow			
29.09.2006		145.3 kg/m ²		29.03.1970			127.1 km/h			4.01.1979		8.0 cm	

The lowest average temperature is 8.9 °C in January and highest average temperature is 28 °C in July.

The minimum and maximum average temperature has been seen respectively 5.9 °C and 33.2 °C. The daily total highest precipitation was up to 145.3 kg/m². Moreover, the fastest wind speed was 127.1 km/h. Additionally, the highest snow on ground was 8 cm. These represent overall information of Phocaea's climate. However, for the accurate energy performance analyses more detailed, such as hourly-based climatic data should be utilized.

3.2. Collection of Data from Existing Buildings

These research is carried out to understand applied energy efficient strategies of the traditional buildings in the region. Over years, an attitude has been formed towards the protection and restoration of conventional buildings of the region. As a result, the old- fashion buildings are still remain active in Phocaea [9].

The design approaches start from the district level by paying attention to drainage, street and pedestrian systems. The main streets of the city are about 7-8 m wide. On the other hand, the sides and the alleys are narrow. The width could be reduced to 3 m. The main characteristics of the houses are listed as;

- The ground floors are used as storage.
 - The living room and guests' rooms are located on first floor.
 - The courtyard is provide shaded area and also used for plenty of activities as a gathering space
- [9]

- Natural stone and wood are the main construction materials.

In the city center, these buildings were generally constructed with two story, and additionally they have another one story stone building in the garden. Houses have constructed with hipped roof. The city streets are generally narrow and have cobblestone pavements for draining rainfall water into ground [10]. Elevations of the most common two-story facades are displayed on Figure 3.



Figure 3. Façade with two story houses [2]

Their images from city are represented on Figure 4. The house that have a courtyard is surrounded with rubble covered stonewalls on the ground floor. These traditional stone buildings are also called by natives as “Levanten” buildings [10].



Figure 4. Examples of two story stone house with garden

The traditional houses in Phocaea, usually known as stone houses by public, has one or two story with masonry stonewall, wooden roofs, and wooden flooring. The stonewall were made by Phocaea stones called slate. Slates are a piece of rock and they are categorized a natural stone. They were used for inner and outer wall. Slate has high thermal mass that keep the house cold in summer and warm in winter. It also has very different tones of colors.

The windows and door edges in exterior facade had stone doorpost and window frames. There were one or more sequined stone eaves at the fringe level of the facade [3].

Wall system and material: In Phocaea, the traditional houses were generally built with 3 different wall techniques which are masonry stone, irregular masonry stone, and rubble stone. The built techniques and their applications are shown on Figure 5.

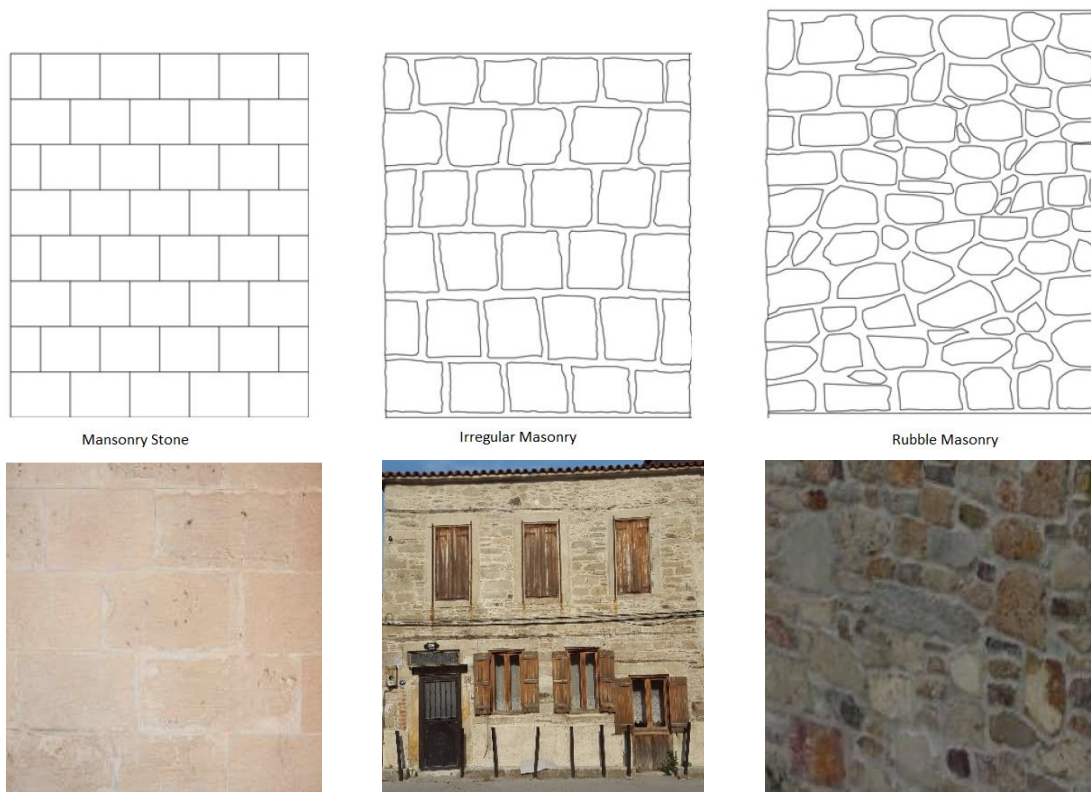


Figure 5. Examples for the three techniques

Stone structures are remarkably durable in addition it has earthquake resistant. Moreover, they resist fire, water, and insect damage. The mason needs minimum tools to build up and could be easily repaired; the material is readily available and is recyclable. In order to ensure stability, the stonewalls could be made thicker. Another advantage is that it reduces heating requirements during the cold season and cooling requirements during the hot season. In this way, the determination of the thermal capacity of a natural stone plays an important role when considering its suitability for energy saving.

Ceiling: In houses, the ceilings are usually plain and wooden. The wooden parts are placed flat and side by side in the ceilings as shown on Figure 6.

Windows and door; The windows sizes are varying. The dimensions of windows can be reached as 100-120x200-230 cm. Street facades in the upstairs often seen double or triple windows. Their shutters are wood. On the ground floor, it takes one or two windows as 100x200 cm. Their shapes are sometimes rectangular, sometimes with a curved arch. If there was a storage area on the entrance floor, there would be a separate access door for the storage area. The dimensions of storage door are smaller than the main entrance. The main entrance door is usually constructed as a very imposing gate. Door wings are ornamental wood with glass [2].



Figure 6. The wooden ceiling and window

3.3. Modeling the Building with Its Architecture and Physical Conditions

The selected traditional building is located in center of Phocaea within $38^{\circ}40'12''$ N and $26^{\circ}45'21''$ E coordinates. The physical properties of the building were investigated, the necessary data were collected and the energy performance of the building analyzed by utilizing the simulation software called e-Quest. The purpose of this case is to determine the heating efficiency of the stone buildings in the

Phocaea. Sufficient ventilation is provided with the help of cross ventilation with the benefit of precisely located windows. However, ventilation is not considered in our study.

The Properties of the Houses

Selected building has 2 stories. The frontage of building is directly faced to the main street where is the west side. At the end of the garden, there is a single story outbuilding for storage. While the main building is flashy, storage building, which is also constructed with masonry stone is modest. Entering the building, there is a hall, which reaches to the rear front that has a gate to garden. There is a furnace in the rooms. There is a wooden staircase between these two rooms. On the upper floor, there are two intertwined rooms. The external facade is left without plastering. However, they are enriched by ornaments. Windows in ground floor have eaves shutter and in upper story have wooden shutter. The entrance gate is made of wooden material with glass lamb and iron guardrail. Plas of first and second



Figure 7. The Floor Plan of Basement and first story

The outer walls were constructed by masonry stone which is also known Phocaea stone as mentioned on the above section. The thickness of stones was between 55 cm. The total height of building, from ground to roof is 6.80 meter. Correspondingly, interior heights are quite high. There is wood flooring on beams and there is wooden ceiling coating under beams.

The interior surfaces are plastered and painted with lime paint. At the same time, the outer surfaces are left unplaster. The chimneys that were adjacent to the stonewall were constructed with stone material. All doors, windows, ceilings, first story floors and stairs were made of wood.

The building energy performance was analyzed by developing the energy model of the building with its existing conditions. Additionally, effect of fireplaces and shutters as a shading elements were separately analyzed. Furthermore, comparison were made between the concrete and timber houses, which represent the contemporary building materials. Additionally, stoned building's energy performance also improved by insulation applications. All the cases were analyzed and their results were compared at the results sections.

3.4. Analyzing the Energy Performance

Energy performance of the building was analyzed by e-QUEST software. Information about the location, orientation, architectural characteristics, materials' physical and thermal properties, building systems, zoning considerations as well as user profiles were obtained from the building's owners, images and literatures.

Materials thermal properties are listed on Table 2 and developed building model is shown on Figure 8.

Table 2. Used parameters

Height of floor to floor	2.7 m	9 ft
Height of floor to ceiling	3 m	10 ft
R value for wood roof	0,17 m ² K/W	0.97 hft ² F/Btu
R value for slate wall	0.25 m ² K/W	0.04 hft ² F/Btu

Dimensions of door	Length	0.90 m	3 ft
	Height	1.80 m	6 ft
Dimensions of small windows	Length	0.90 m	3 ft
	Height	1.20 m	4 ft
Dimensions of large windows	Length	0.90 m	3 ft
	Height	1.80 m	6 ft

The R-value for wooden roof was taken from literature [11] On the other hand, the R for slate stone was calculated by dividing the thickness with λ value of slate.

- The thickness of stones was 0.55 m.
- λ value for slate = 2.2 mK/W [12]

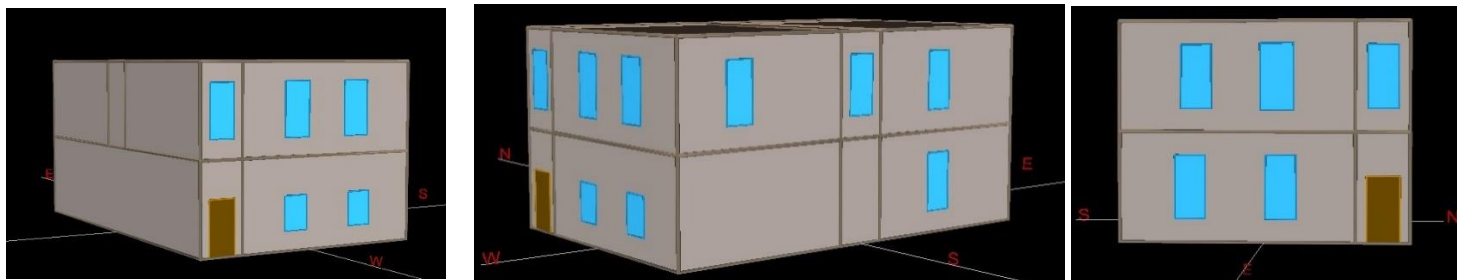


Figure 8. The building representation using e-Quest

Electricity is used for heating, water heating and lighting. Therefore, the major energy consumption of the building is the electricity which the heating has the main contribution with 60 % of total electricity consumption. The domestic water's heating is in the second ranked with 18% as represented on Figure 9 and Table 3.

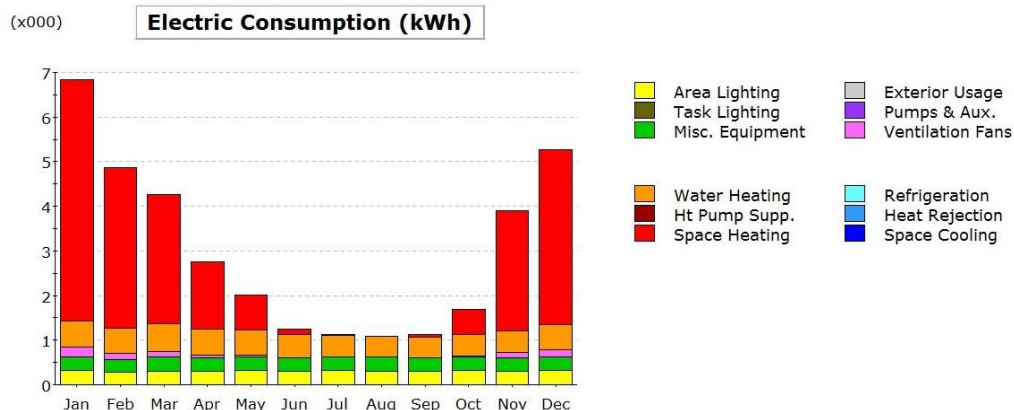


Figure 9. Electric Consumption one by one components

Annually, total electric consumption is 36,180 kWh according to space heating, domestic water, miscellaneous equipment, and area lighting. The electric consumption per m² is 180.9 kWh/m².

Table 3.4. The Amount of Electric Consumption

Electric Consumption (kWh)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Heat	5410	3610	2900	1500	790	130	10	0	60	560	2680	3920	21570
Hot Water	590	560	620	590	570	510	480	470	450	480	500	560	6380
Vent. Fans	220	150	120	60	30	10	0	0	0	20	110	160	890
Misc. Equip.	310	280	310	300	310	300	310	310	300	310	300	310	3650
Area Lights	320	280	310	300	310	300	320	310	300	310	300	320	3690
Total	6840	4880	4260	2750	2010	1250	1120	1090	1120	1690	3900	5260	36180

3.5. Development of Energy Performance Model with Specified Scenarios

Development of the energy performance model with the fireplace

The original plan of traditional building had fireplace. Over time the use of the fireplace was removed.

In these section, the effect of fireplaces are analyzed. The results are shown graphically on Figure 10.

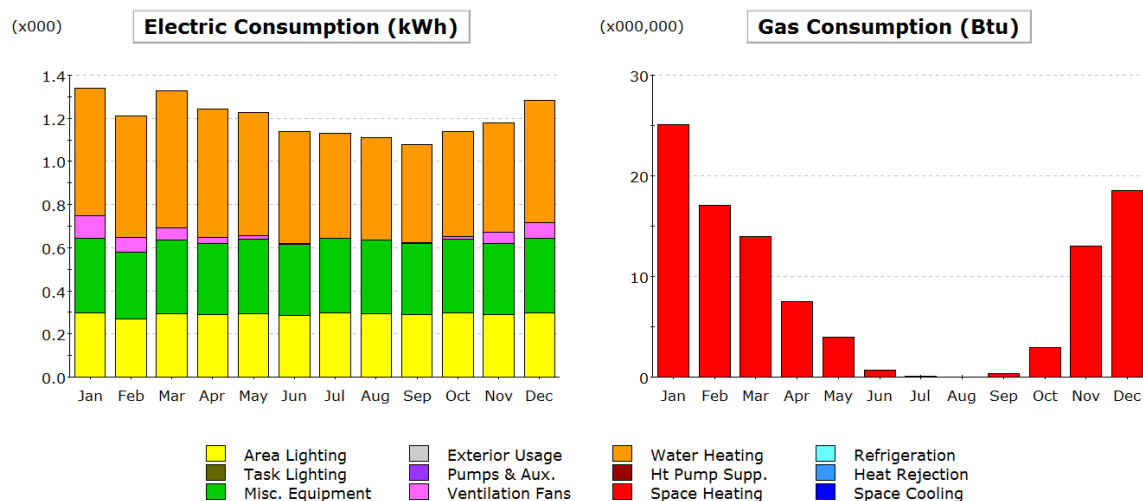


Figure 10. Electric and Gas Consumption in Fireplace Use

The usage of the area lightening and miscellaneous equipment are kept the same with current situation. However, space heating requires more energy than current situation. Annually, heating consumption is 140,370,000 Btu, which is equal to 41,142 kWh. In addition, the total energy requirement per m^2 is 223.17 kWh/ m^2 . When compare these amount with only electric usage, it seems that only heating by the fireplace is required more energy.

Development of the energy performance model with the concrete structure

Phocaea stone is compared with current concrete material. According to Turkish Standard, TS 825, Thermal insulation requirements for buildings are determined by climate conditions. Phocaea is given in region 1. Thus, the u value for concrete structure with insulation is taken as 0. 4 Btu/hft²F [13].

The results for concrete structure are shown graphically in Figure 11. Moreover, it is assumed that electricity is used to make a comparison with the current situation of the building. The total electric consumption is 43,670 kWh, which means the electric consumption per m^2 is 218.35 kWh/ m^2 . This value is higher than the consumption of the stone construction.

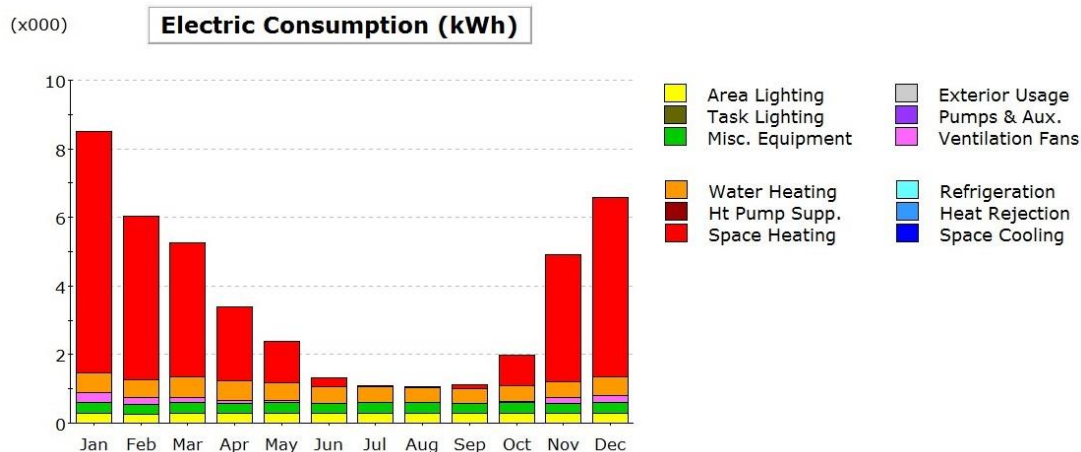
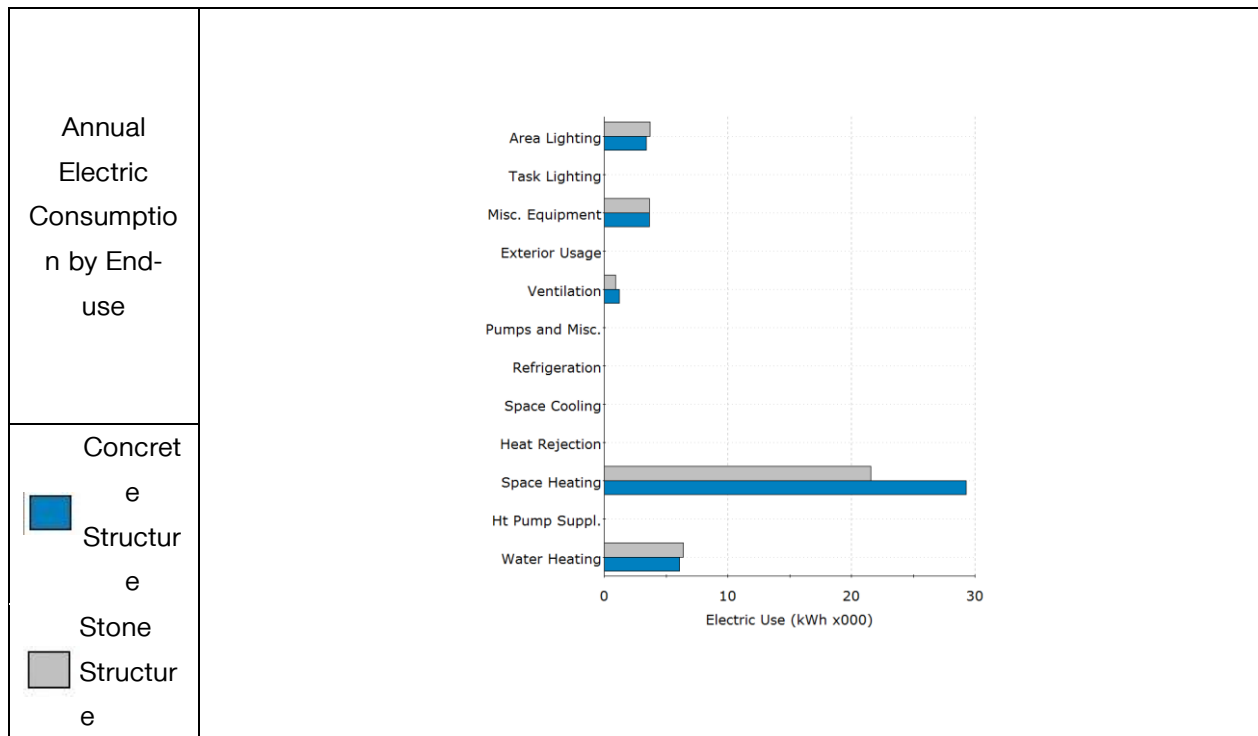


Figure 11. Electric Consumptions for Concrete Structure

The importance difference is created by space heating. Annually electric consumption difference is shown on Table 4. The blue lines represents the concrete.

Table 4. Comparison of Electricity Consumption between Concrete and Stone Structure with respect to end-use

Electric Consumption (kWh)		(x000) Electric Consumption (kWh)												
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Concrete Structure	Concrete	8510	6040	5270	3390	2380	1330	1090	1060	1130	1980	4900	6580	43670
	Stone	6840	4880	4260	2750	2010	1250	1120	1090	1120	1690	3900	5260	36180



Development of the energy performance model with *Timber structure*

The traditional stone building has timber construction as interior construction structure. In this stage, it is assumed that the outer walls were in the same way as the inner walls and then the energy efficiency of building is investigated. So that, the u value for timber structural wall is taken as $0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$. [14].

The electric consumption for timber structure shown on Figure 12.

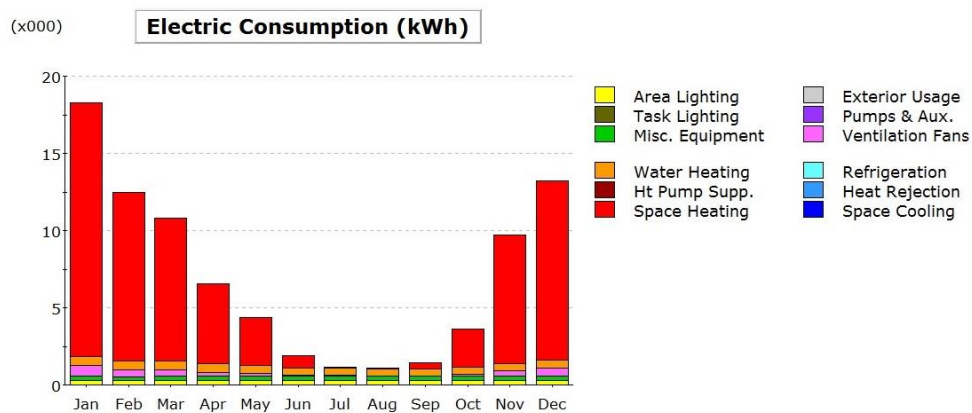


Figure 12. Electric Consumption for Timber Structure

The highest electricity need is occurred by space heating. The total need is 84,610 kWh and the electric consumption per m² is 423.05 kWh/m². Annually electric consumption difference is shown on Figure 13. The timber structure is consumed more than twice compared to Phocaea stone.

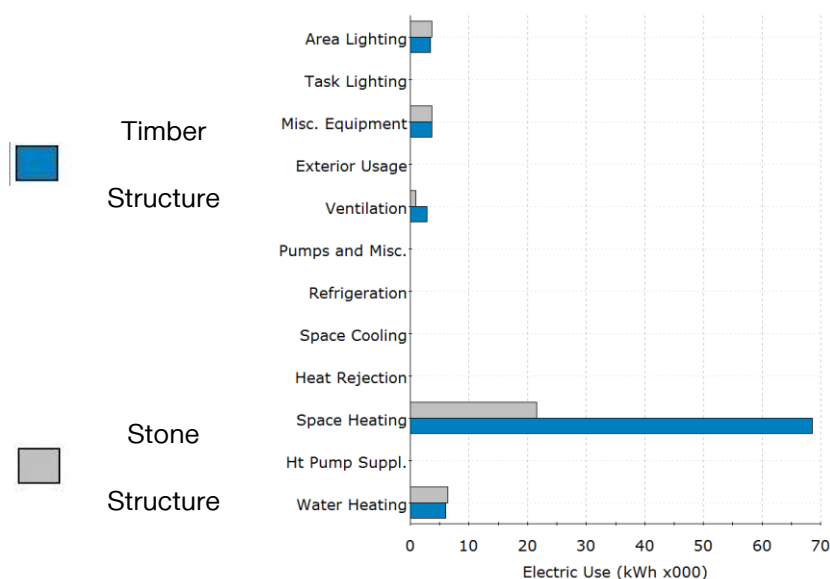


Figure 13. Annually Electric Consumption between Timber and Stone Structure by End-use

Development of the energy performance model with shutters as shading elements

In this section, effect of the shading elements on windows were examined. Stone building has medium-dark color windows shutters. The assumption was made that 20% of shutters are closed when owners are in house. Otherwise, they are closed. The electric consumption with shading element represented on Figure 14.

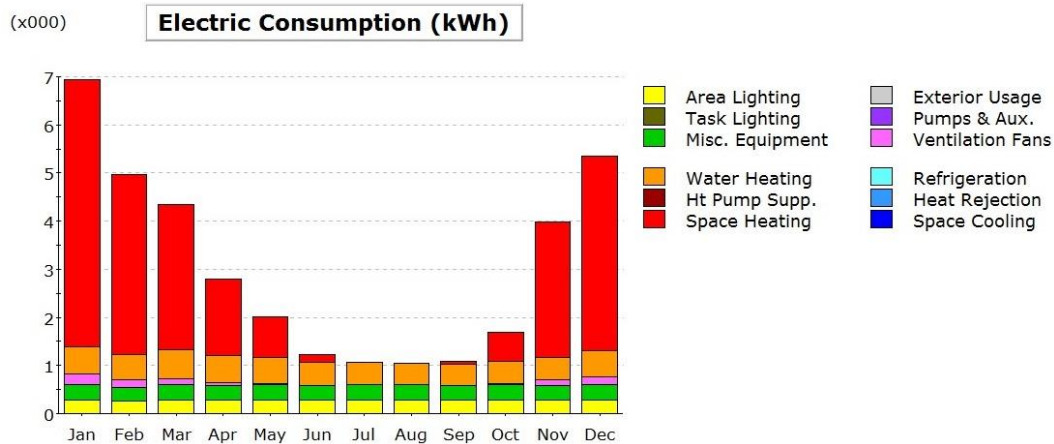


Figure 14. Electric Consumption with Shading Element

The shading effect is found adversely. They are blocked the sun lights so that the energy needs for heating are increased. The total need is 36,520 kWh and the electric consumption per m^2 is 182.6 kWh/ m^2 . Annually electric consumption difference is shown in below. The blue arrow represents stone structure with window shutters on Figure 15.

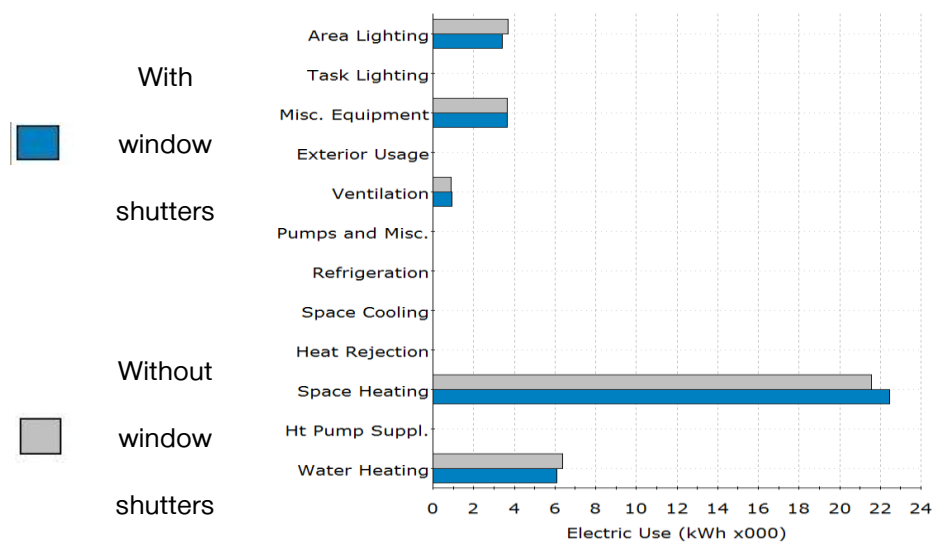


Figure 15. Annually Electric Consumption of Shading Element by End-use

Development of the energy performance model with Improvements on the stone house

To improve the stone building, windows and doors are changed and some insulations are added. Windows are changed with single Low-E materials, also doors are changed with Steel Hollow Core

material. Ground base, walls and ceiling are insulated. The results are graphically represented on Figure 16.

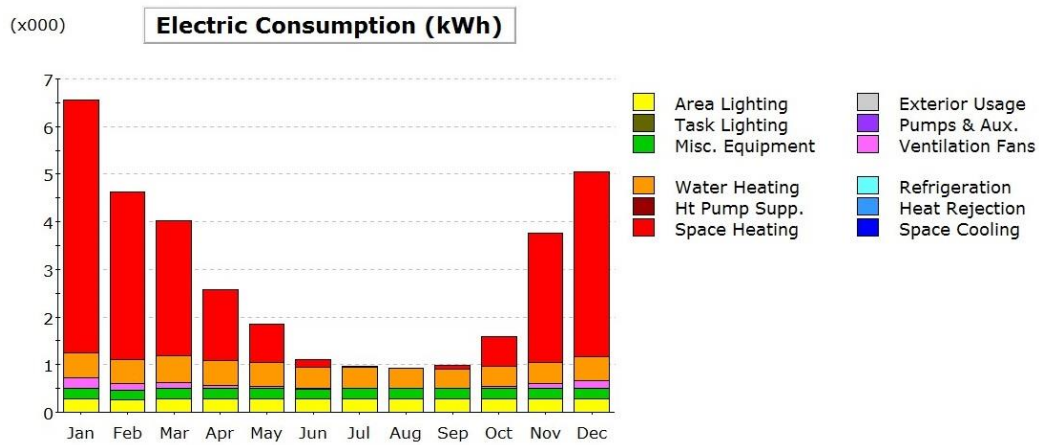


Figure 16. The Electric Consumption for Improved Stone Structure Building

When compared improved stone building and current stone building, it is clear that the electric consumption of improved one is lower. The total consumption is 34,030 kWh and the electric consumption per m^2 is 170.15 kWh/ m^2 . Annually electric consumption difference is shown in below. The blue arrow represents improved stone structure on Figure 17.

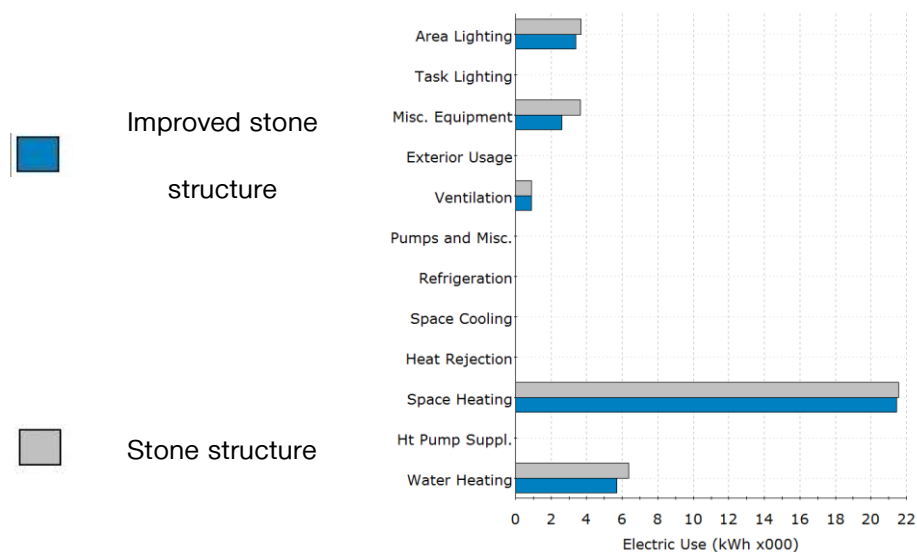


Figure 17. Annually Electric Consumption by End-use

3.6. Results

After all simulations are done, the comparison of them are represented on Table 5. Taking the annual consumptions into account, the most suitable structure is stone.

Table 5. Annual Consumptions for each cases

Structure	kWh	kWh/m ²
Improved Stone Structure	34,030	170
Stone Structure	36,180	181
Concrete Structure	43,670	218
Timber Structure	84,610	423

Additionally, electricity consumption from simulations were taken into account to compare the annually end-use on Figure 18

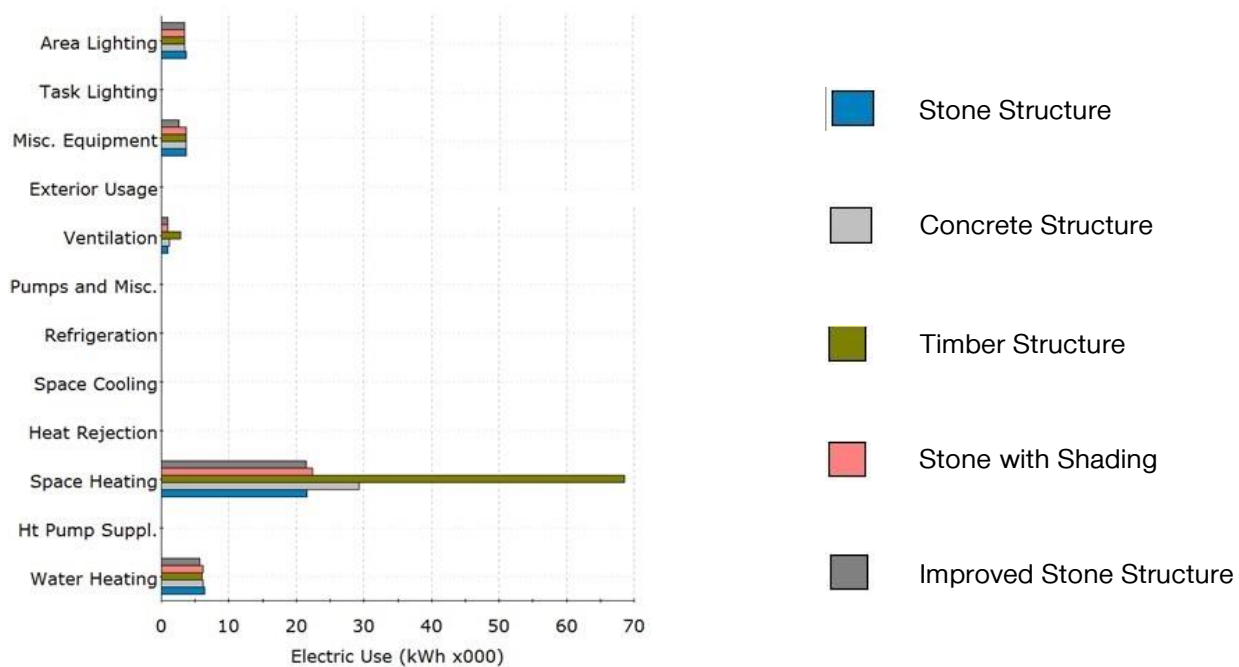


Figure 18. Annually Electric Consumption by End-use

The efficiency of building is depending on structural materials, location of windows and doors with their materials. It is obvious that improvements on traditional buildings brings better energy efficiencies.

4. CONCLUSION

The aim of this work is to investigate the energy efficiency of traditional building in Phocaea though it's heating performance. Therefore, the energy performance of selected house was analyzed and comparison made with different alternatives, which represent the present house structures. Results are shown that the most suitable structural material is stone. In addition, the most energy needs of the house is for the space heating. If the traditional stone house's conductivity level is improved by adding some insulation materials, the energy performance would be further improved.

References:

- [1] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, «Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı», İzmir, 2016.
- [2] Z. E. Güi ASATEKİN, «HALKIN KORUMA OLGUSUNA TEPKİ VE/VEYA KATKISININ BELİRLENMESİ KONUSUNDA KÜLTÜR BAKANLIĞI DENEYİMİ: YENİ FOÇA DA ANKET ÇALIŞMASI VE SONUÇLARI», *O.D.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Dergisi*, pp. 15-36, 1979.
- [3] B. S. N. a. K. E. Bozkır F., «Foça Sivil Mimari Örnekleri ve Restorasyon», *5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi*, İzmir.
- [4] M. S. a. F. Soflaee, «Environmental sustainable Iranian traditional architecture in hot-humid regions», *International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment"*, Santorini, Greece, 2005.
- [5] B. Taşçı & T. Pekdoğan, «EXAMINATION OF TRADITIONAL DWELLING ARCHITECTURE IN KOZBEYLI RURAL SETTLEMENT IN THE CONTEXT OF ECOLOGICAL SUSTAINABILITY», *TÜBAV Bilim*, cilt 11, no. 1, pp. 1-18, 2018.

- [6] «İZMİR İL KÜLTÜR VE TURİZM MÜDÜRLÜĞÜ», 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.izmirkulturturizm.gov.tr>.
- [7] «Google Earth», 2017. [Çevrimiçi].
- [8] A. Kilinc-Unlu, «A Study of Historic Towns after "Tourism Explosion":The Case of Çeşme, Foça and Şirince in Western Turkey,» 2011.
- [9] D. Orhun, «SPATIAL THEMES AMONG THE TRADITIONAL HOUSES OF TURKEY,» Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Brasiia, 1999.
- [10] E. Akyüz, «Tarihsel Süreçte İzmir'de Konut,» *EGEMİMARLIK*, pp. 33,34.
- [11] Architech's Technical Reference, «Archtoolbox,» 01 june 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/thermal-moisture-protection/rvalues.html>.
- [12] «Thermal Insulation Requirements for Buildings,» 2008. [Çevrimiçi].
- [13] Turkish Standard, «Thermal insulation requirements for buildings,» TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ, ANKARA, 2013.
- [14] «Kingspan,» june 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.uvalue-calculator.co.uk/>.
- [15] Ö. Koca, «SICAK KURU VE SICAK NEMLİ İKLİM BÖLGELERİNDE ENERJİ ETKİN YERLEŞME VE BİNA TASARIM İLKELERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIM,» İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, İSTANBUL, 2006.
- [16] «Climate Data,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://tr.climatedata.org>.
- [17] «Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.eie.gov.tr>.
- [18] «İzmir Kent Rehberi,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.izmirde.biz>.
- [19] 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mgm.gov.tr>.
- [20] Ş. ÇIKIŞ, «'MODERN KONUT' OLARAK XIX. YÜZYIL İZMİR KONUTU: BİÇİMSEL VE KAVRAMSAL ORTAKLIKLAR,» METU JFA, 2009.
- [21] «Google Map,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.google.com.tr/maps/place/Fevzipaşa>.

- [22] 23 Nisan 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.meteoblue.com>.
- [23] P. L. R. Senthivel, «Finite element modelling of deformation characteristics of historical stone masonry shear walls,» *Engineering Structures*, 2008.
- [24] M. Düzgün, «Yığma Kargir Yapılar,» *Türkiye Mühendislik Haberleri*, pp. 3-10, 1985.

ON SUSTAINABILITY AND URBAN CONTEXT PRESERVATION: TWO DIPLOMA THESIS AT UAUIM BUCHAREST

Asst. Prof. Alexandru CALIN, Ph.D.

Design Basis Department, Faculty of Architecture,
“Ion Mincu” University of Architecture and Urbanism, Bucharest, Romania

e-mail: alexandru.calin@gmail.com

Abstract

The article has as a starting point a quote from a recent lecture that Rem Koolhaas, the world renowned architect and theoretician, has given to Harvard students and which is about sustainability and the real and substantial concerns on this extremely current topic. The subject is not new but it became a hot topic in recent years in both architecture critics and practice.

It is also one of the important topics that concern us within the University Department and a constant addition to the research topics proposed by our students for their final diploma projects.

As a tutor, together with my colleague PHD.Prof.Melania Dulamea, we seek along with our students the most profound approach to the problems of the modern city and try to provide viable answers and alternatives in their research projects.

The contemporary city and its development represent one of our major concerns. The current article is based on two diploma projects presented in this summer final jury at UAUIM Bucharest. Both projects propose different directions of investigation and adequate answers to the problems of the contemporary city and the way in which it can be developed sustainable and efficiently:

In the first case, Catalin Serbu discusses the conversion of a currently decommissioned historical building in a central area of Bucharest and how this building can be rendered to the local community in a gesture meant to repair and generate new urban activities.

In the second, Iulia Moraru explores the potential of an pos-industrial city, Ploiesti, and the ways in which research and new technologies can become engines for development and are in the same time capable to ensure a re-branding process for the post-industrial city.

KEYWORDS: SUSTAINABILITY, REGENERATION, CONVERSION, TECHNOLOGY, REBRANDING, COMMUNITY.

1. Introduction

At UAUIM there has been a constant concern over the last years regarding the problems of contemporary city and its development. We investigate through the studio projects the possibility to provide coherent and profound answers to the problems of the modern city. Ecology, sustainability aided by technology, in their deep and fundamental understanding are topics that came back constantly in the discussions of the semester juries and especially in the final graduation projects of our students. We try to provide balanced, consistent answers that go beyond a strictly technological approach that is too often shallow and subjective. We think of the city as a living mechanism which deserves to be carefully operated and in responsible and reasoned gestures that offer, besides innovation, a respect for the history, tradition, local context and values of the city in its ensemble.

One of the favorite themes of contemporary architecture, in terms of responsible development, increasingly discussed these days is the possibility to relate with the existing built heritage, the way it can be enhanced, re functionalized.

As the sustainability of contemporary cities has gained emphasis, there is an increased interest in architecture in particular, due to its social and public responsibility. Since sustainability is linked to public common values, research on sustainable spaces for the public is an important way to secure sustainability in cities. The aim of the study is to derive architectural methodology corresponding to local characteristics, and to suggest issues to consider in architecture design to promote urban sustainability based on this. First, regarding the environmental aspect, it can be observed that there is an effort to secure sustainability. Second, in terms of social sustainability, historical value remains as a witness of architectural place, so that it continues in people's memory. In addition, architecture provides public places where citizens can gather and enjoy programs, while the architectural methods showed differences influenced by cultural conditions.

The second scope is social sustainability, which aims to preserve historic buildings and places, to preserve social customs, and values, and revitalize local communities. Based on this, we aim to implement cultural and local identity, accessibility, security, and the redistribution of space. In addition, efforts should be made to develop local communities by the voluntary participation of residents, and to take over the cultural elements of the region in the process of urban development. The creation of architectural space to promote social interaction with local residents and to revitalize communities should be combined with equal accessibility to various social facilities.

It is our belief that it is essentially sustainable to preserve and reuse an existing built heritage rather than demolishing under any circumstances or building new, energy consuming assemblies. We believe in the power of aggregating community and urban life using to the maximum an already existing build environment with responsible resources and specific interventions.

During the tutoring process, discussing with our students on the topics of the graduation projects and it came out as an argument an interview recently offered by Rem Koolhaas, the well-known Dutch architect and theoretician about the meaning and significance of being responsible in contemporary society. On this occasion Koolhaas expresses his fears regarding a rather fashionable speech, facile and a less consistent where there is in fact a real problem:

But now sustainability is such a political category that it's getting more and more difficult to think about it in a serious way. Sustainability has become an ornament.

Together our aim was to get out of this trap with the proposed subjects.

2. Research Methodology

Research Methodology includes the materials, tools and method of the study. Our students research was grounded on studying the local archives, consulting the historical plans, understanding and studying the local and regional urban strategies, field visits, photographic studies, sociological investigation based on questionnaires, references and precedents used in similar situations in both local and international architecture.

The final diploma projects were carried out with three major stages:

- 1). A foundation study in which the premises and work strategy were presented as well as the opportunity for intervention. At this stage a map with a maximum number of twelve graphics and drawings was presented in front of a local university jury.
- 2). Pre-diploma and presentation of the written thesis that underpins the intervention. At this stage it was necessary to present the first intervention proposal with the drawn part and the layout of the ensemble accompanied by the theoretical work that had to contain a minimum of 10,000 words and which argued the project.
- 3). The Final project with the detailed proposal in technical execution specifications, detailed scale model of the whole existing context presented before a jury made up of UAUIM professors and guest professors from important universities in Europe, USA and Canada.

During the project the students benefited, besides the periodic guidance given by myself and Prof. Melania Dulamea, of periodic lectures and consultations with structural engineers and specialists for different related fields.

Part I: Urban Sustainability through Public Architecture - Conversion of an old factory

Catalin Serbu proposes an intervention in a central area of Bucharest, currently under damage and chooses as a study object a former symbol- factory of the 1930's - Cehoslovaca Factory.

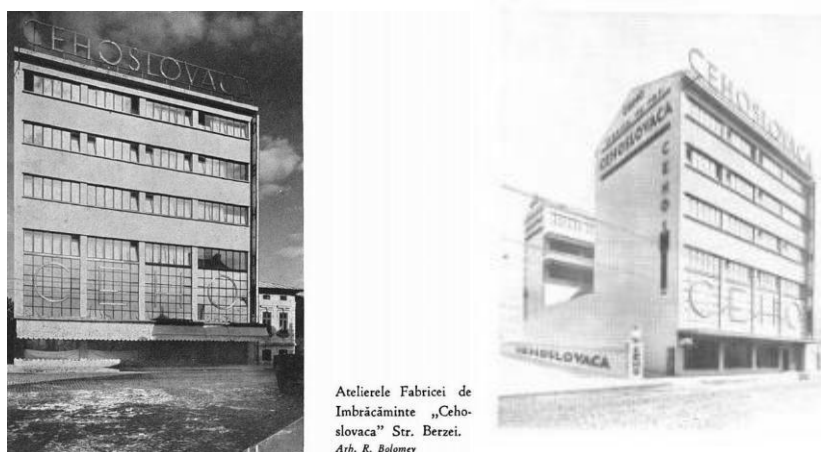


Fig.1 Cehoslovaca Factory and Outlet Store 1935. Arch.R.Bolomey © Catalin Serbu.

Archives study

The starting premise of the thesis is the importance of the place that bears the imprint of time, similar to the chapters of a book, which follow one another and show the path through the history. Urban revitalization involves not only the strictly physical renovation of a space or a building. Primordial is the preservation of collective or individual memory, vital in preserving the identity of a place. The thought of the *tabula rasa*, meaning demolishing and starting from scratch, of ignoring the pre-existing context represents the opposite of the conversion as a starting gesture. The quality of a conversion should also be deduced from the impact on the social and cultural life of the city.

The entire study area Buzesti-Berzei-Uranus is part of the Central Bucharest. It is also very important for the city infrastructure these days. Over the time, especially in the last thirty years, through massive infrastructure interventions, the layout of new boulevards and partial demolitions has altered the character of the neighbourhood. This had also direct implications for local communities and practices. Its character has been diluted by widening the streets and demolishing some symbolic buildings (the most important example is the iconic public market, Hala Matache).



Fig.2 The iconic Matache Market (now demolished) and the actual state of the old factory
© Catalin Serbu. Archives study

However, widening the boulevard increases the irrigation capacity of the areas and increases the prospects of the streets. The potential of re-using the existing building on site, a former garment factory that also had sales spaces, further supports the hypothesis of a conversion. The amplitude and character of the space can host functions and activities that bring back the local community, and further attracts people from outside, thus regenerating the entire area. The project proposes a co-working space, a creative hub completed with related functions.

In such a context, fragmented by aggressive demolitions and buildings left to degrade, an example of reuse can be set. By reactivating the whole urban context, new jobs, new sources of income can be generated through events or exhibitions, maintaining and promoting the local identity.

Industrial spaces are currently being swallowed up by cities, which are still developing outwards. In this way, the existing buildings placed in central areas, decommissioned or poorly used became inconsistent at the urban level. The conversion of industrial sites can be considered a component of urban revitalization, mainly by taking advantage of their central positioning. A space or a certain structure that has created its own story and relevance in history has also roots in the collective memory.

The antithesis to the conversion process is the attitude of the *tabula rasa*, meaning to demolish and build new structures. In some situations it is considered cheaper to build a from scratch rather than to refurbish the existing structure. Those who advocate for demolition confess a misunderstanding of the value itself of the architectural object and, beyond that, the ignorance of the special value of a possible symbolic gesture. In the same, time the size of industrial spaces is an asset for the conversion of such spaces. Their versatility to fit the needs of various functions is a strong argument for their reuse, but a holistic approach is imperative.

The theme of conversion is a viable solution to the problem of abandoned industrial sites. The reinterpretation of the old functions of the buildings represents a continuity that supports the identity of the place and of the surrounding community, beyond the financial, economic or even ecological considerations.

Thus, starting from these premises, the student rigorously inventoried the state of the building at the very present moment and identified the valuable elements and the areas of

possible intervention and completion. The local archives study helped also to re-compose the initial image of the building and helped in the decision of preserving and highlighting the initial structure and construction logic, the volume and facades, the original constructing material. Also it provided the argumesnts to remove the elements wich came as a later addition and restore the initial structure. Further more the project proposes a series of new interventions, volume additions that are ment to help to streamline the urban image and to accentuate the public character of the building. These actions offer spaces for the community and give greater coherence to the whole ensemble.

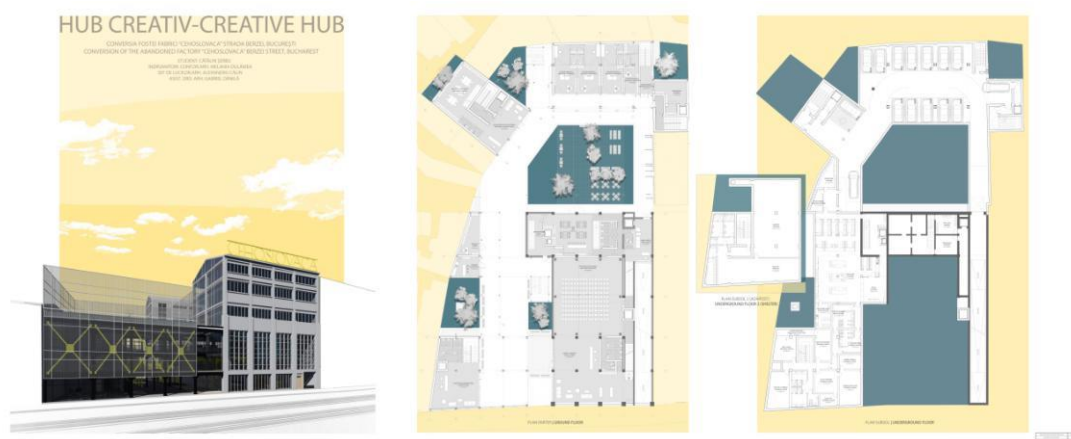


Fig.3 The new proposal for a creative hub © Catalin Serbu. Diploma project

The new interventions are marked both by the architectural form and by the materials in use, the new technology and construction techniques. Thus, an important building in the collective consciousness of the inhabitants, is presented to the city as a model of good practice and a possible engine of urban regeneration for the entire area.

The effects of the intervention will be noted at the community level as well. Re-activating the surroundings by adding a center of interest will increase pedestrian traffic, will also remove the fear generated by the occasional squatters of the buildings abandoned by the people. Naturally, by the presence of people and the increaesd level of safety in the area, the possibility of operating some other additional services is guaranteed.

The functional mix within the intervention will entail other activities that can be developed in the vicinity. The exhibition spaces, the library, or the canteen inside are opened to the general public. The possibility to host events due to the flexible main space reinforces the possibility of attracting people from outside. Bars, restaurants or shops will be able to operate due to the community attraction and tourism in the area.



Fig.4 New forms of public space. Additions to the main building © Catalin Serbu. Diploma project

A transparent approach, in which both working people and visitors can see each other, promotes activities and stimulates participation. Treating the ground floor as open as it can or glazed further supports this principle.

The return to the initial morphology of the building and to the key elements of the initial project, by restoring the facades, removing the additions made in time, consolidating the structure and restoring the details all contribute to the recovery of the place identity. The new intervention, in addition to the existing one, has a complementary materiality and color that helps the readability between the intervention and the successor.

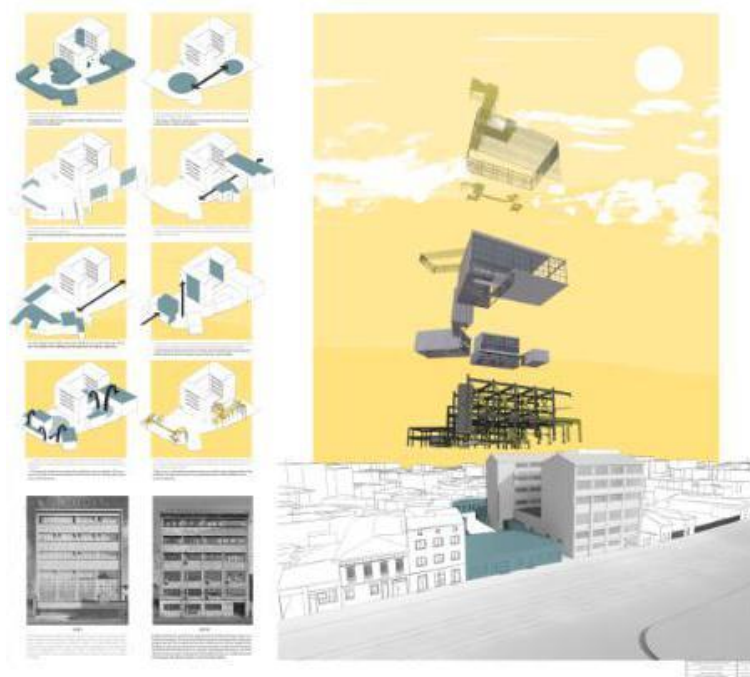


Fig.5 Diagrams and the scenario for intervention © Catalin Serbu. Diploma project

Affiliation with the creative industries should in the end considered the next step. The Hub can promote local artists and craftsmen through events, available rented spaces or by offering courses and facilities that will add value to their professional approach. Thus, it can become a desirable destination for professionals in related fields.

Part II: Urban Re-branding through Sustainable Architecture - Research Center for the Ploiesti University Campus (UPG)

Iulia Muraru researches the symptoms and the reasons behind the degradation of post-industrial cities over the last thirty years. It is a common phenomenon in Romania, where as a result of non-involvement and poor management decisions of the authorities together with the decline and closure of highly competitive industrial branches, migration and population decline, a whole series of localities face serious problems both of economic nature and, especially, with wider social and cultural implications in losing a specific identity.

For the last three decades, many of the Romanian industrial cities are in a process of contraction and loss of identity. It is a phenomenon described as *Shrinking-Cities*. This is also the case of the city of Ploiesti, located at a distance of about 50 km from the country's capital, Bucharest. It is a city whose image is built from the incipient forms of the Industrial Revolution in the 19-th century on the domestic territory, through the apparition of the first oil refineries. The urban DNA of Ploiesti is in the extraction of oil, and its strategic importance is confirmed even by the bombings during the Second World War. This positive image receives continuity during the communist period (1947-1989) by associating with the scientific ideology, the technical progress and the promotion of the engineering profession at national level.



Fig.6 Ploiesti after bombing in WW II. 1943© Iulia Muraru. Archive study

Once a flourishing economic city, the main center of the Romanian oil industry, the city is currently experiencing a visible decline. The phenomenon manifests itself with variable dynamics and can be observed at a careful urban reading, through its effects on society, urbanity, economy and even architectural landscape.

The stagnation and abandonment of the industrial infrastructure, as well as the low visibility of the university profile campus offers a static image of the city, almost a museification of the engineer era.

The research aims to search for a possible model of urban *re-branding*, based on the existing resources and identity, at three different scales of action in time: the scale of urban policies for education and research, the architectural scale of the UPG university campus and the landscape scale. It is therefore an image with consistency, the identification of clear and motivating values, the assumption of a personal mission.

The thesis investigates with theoretical and technical tools the idea of symbol, brand, and image of the city, starting from the hypothesis of participatory actions, which will outline the new image of Ploiesti in the collective mind through a new architectural landmark on the campus of UPG (University of Petrol and Gas): The Biotechnology Research Laboratory - Biotech CUBE- and a series of punctual actions in the built and vegetated landscape of the campus. The postindustrial city can be a city of a "*slow revolution*" (see also Mumford), of a consciousness awakening towards the re-approximation of nature through biotechnology.

The major concepts with which the proposed project operates are:

Postindustrial image = the image of a city whose main economic activity is no longer based on industry.

Urban branding = a strategy that aims to create an image or cultural significance for cities, which should function as a source of added and symbolic value .

Biophilic Design = A concept defined by Theodor Harasim in his presentation at the "Leaving Gray Living Green" conference as a concept for the "*increase connectivity of the occupants with the natural environment by using of the direct and indirect natural conditions of space and location*".

Iulia uses archival research and sociological investigation to establish a real diagnosis of the current state of the city. The research of the urban development and configuration, the historical premises and the stages of the development, the context of the emergence of the university center and the current general state provide the basis for a coherent intervention strategy.

The Oil District is thus identified as an element of the city (a neighborhood), which mainly contains educational functions, especially by the presence of the two high schools with technical profiles and the University of Oil and Gas. We can consider this neighborhood as an essentialization on a smaller scale of the industrial Ploiesti identity. UPG University itself represents a mental landmark both locally and nationally, being the only

academic environment with a technical profile oriented to the extraction and processing of oil and gas fields.

Also, UPG is an ensemble designed in the modernist style of the 1970s, with the architectural language specific to the prefabricated and thus of the "architect-engineer" era.

The architecture of the ensemble expresses the rational and technique-oriented values of the period, common with one of the ideal professions of the time in Romania - that of an engineer.



Fig.6 UPG image from a postcard. 1975 © Iulia Muraru. Archive study

The Oil and Gas University in Ploiesti is a physical and mental landmark for the city. (see Kevin Lynch's book "Image of the City"). It was actually founded in 1948 in Bucharest, in response to the need to train a large number of engineers for the oil industry, and in 1975 it was to be relocated to Ploiesti, nicknamed at that time the "Capital Of Black Gold". The demand for oil specialists was at that time constantly increasing, due to the constant development of refineries on the territory of Ploiesti. The presence of the University contributed to the international affirmation of Ploiesti, attracting students from all over the world. The University's reputation has also been shaped by the perception of the engineering profession in the collective mind, becoming a true brand of the city.

The global promotion of the engineer status given by the market demand at that time has directly contributed to the increase of competitiveness and to the development of the University. However, the effects of contemporary globalization as well as those of the technological revolution are fading in all cities of industrial character. With the closing of most of the refineries, factories and industrial services in Ploiesti led also to decreasing the

competition in the specific sections of the university which is currently facing a shortage of funds and students. This justifies the need for adaptation and reorientation towards new territories such as biotechnology.

Currently, the research activities are the ones that bring the most funds for the University, and with their support would benefit the entire academic community, contributing, at the same time, to the economic development of the city. The study and the research activities in this field would reinstate the University in the current context of the needs of a post-industrial society.

A possible direction of study would be the methods of soil contamination, the problem that currently affects large areas of the city. Thus, the University would not only come up with an answer to a local problem, but could, through research, deliver results of international importance. Also an advantage would be the proximity of the polluted industrial sites, facilitating the combination of the work in the laboratory with the field studies - *Phytoremediation*.

A relatively new field, but with significant potential is *phytoremediation* - "a process of using plants for removing, transferring, stabilizing and destroying pollutants from soil and sediments". This may be an answer to the problem of large areas of polluted soils - an important problem of Ploiesti - and a much less expensive alternative to the current methods. Phytoremediation can thus be one of the study areas of this research center, with the benefit of providing researchers with the possibility of field study - the former Astra Refinery is in the immediate vicinity of the university campus.

The building itself is a structural and technological experiment: double skin facades, a glass cube supported by a special structure. The project relies on transparency and interaction with the university community. An ovoid multifunctional room is suspended inside the cubic volume. The ground floor is entirely free and works as an extension of the existing green space, thus becoming a promenade, path and public space for student interaction.



Fig 7 Biotech CUBE © Iulia Muraru. Diploma project

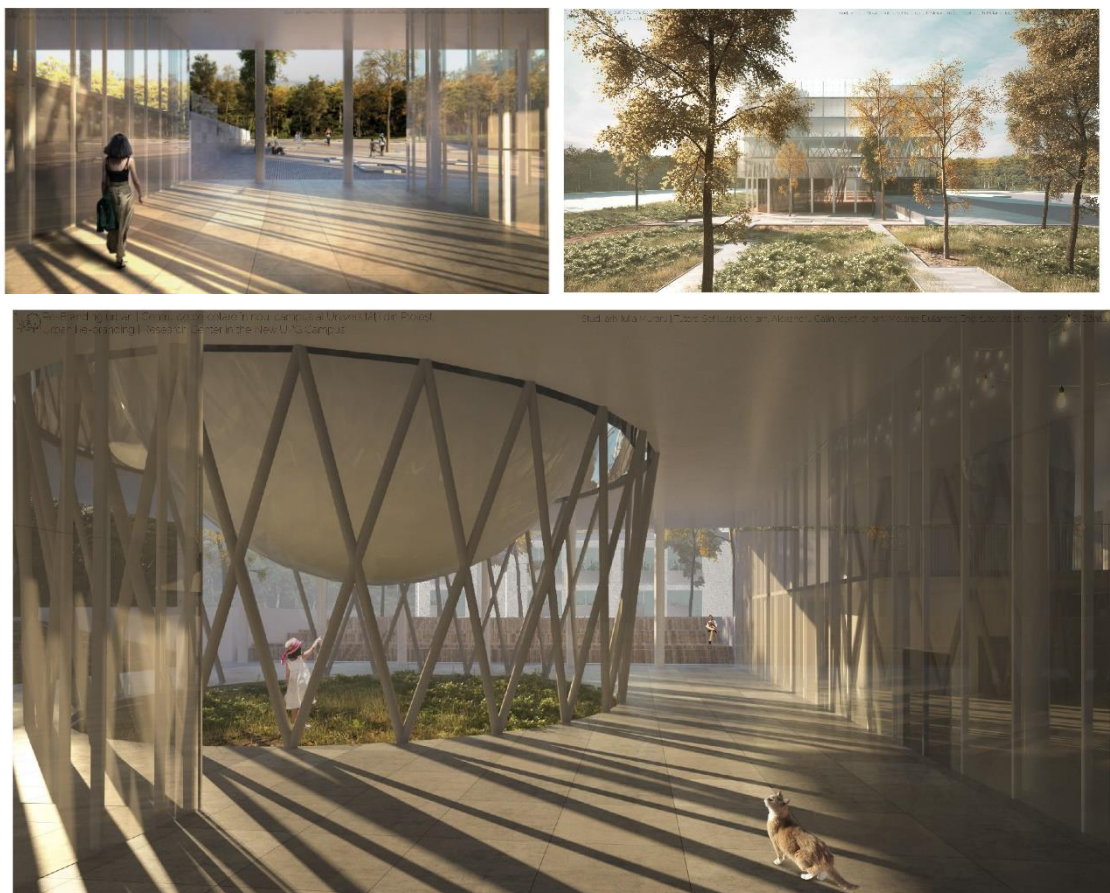


Fig 8.9.10 Biotech CUBE. Public space and exterior view © Iulia Muraru. Diploma project

3. Research Results

Research Results tell the clear result of the study. From the technical specifications provided by the students research in the design process and the technical details shown in the final layouts of each project one can have a better understanding on how much the quality of the products and the technology helped the students achieve better building performances in terms of sustainable design and performance. Globalization plays a defining role in this building design process as well. Having the opportunity to access various types of information and references also means a better possibility to achieve outstanding results in the design process.

In the first case it was mostly the case of adding a new independent structure and skin that could work together with the existing building without overshadowing it. It was so that the final decision was to work with metal and glass, a rather light structure that can also provide transparency and a good dialogue with the existent surroundings and the street.

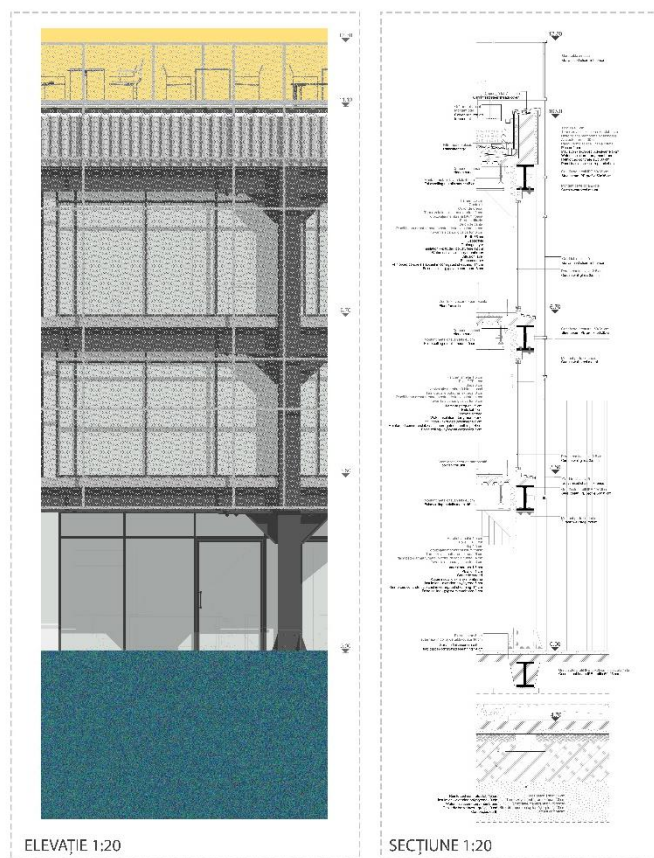


Fig 11. Additional volume to the Cehoslovaka Factory. Facade and cross section in details
© Catalin Serbu. Diploma project

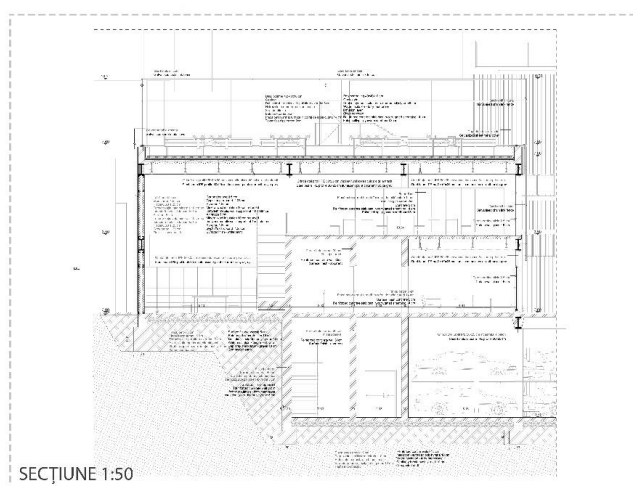


Fig 11. Additional volume to the Cehoslovaka Factory. Cross section in details © Catalin Serbu. Diploma project

The second case is more about working with new technology and trying to achieve good performances as well as creating an iconic building for the campus. It was also a matter of transparency: towards the site and the public, towards the interior and the lab and working spaces in the same time. On top of that, in the end a matter of structural effort for a building that should redefine the image and the future of UPG campus.

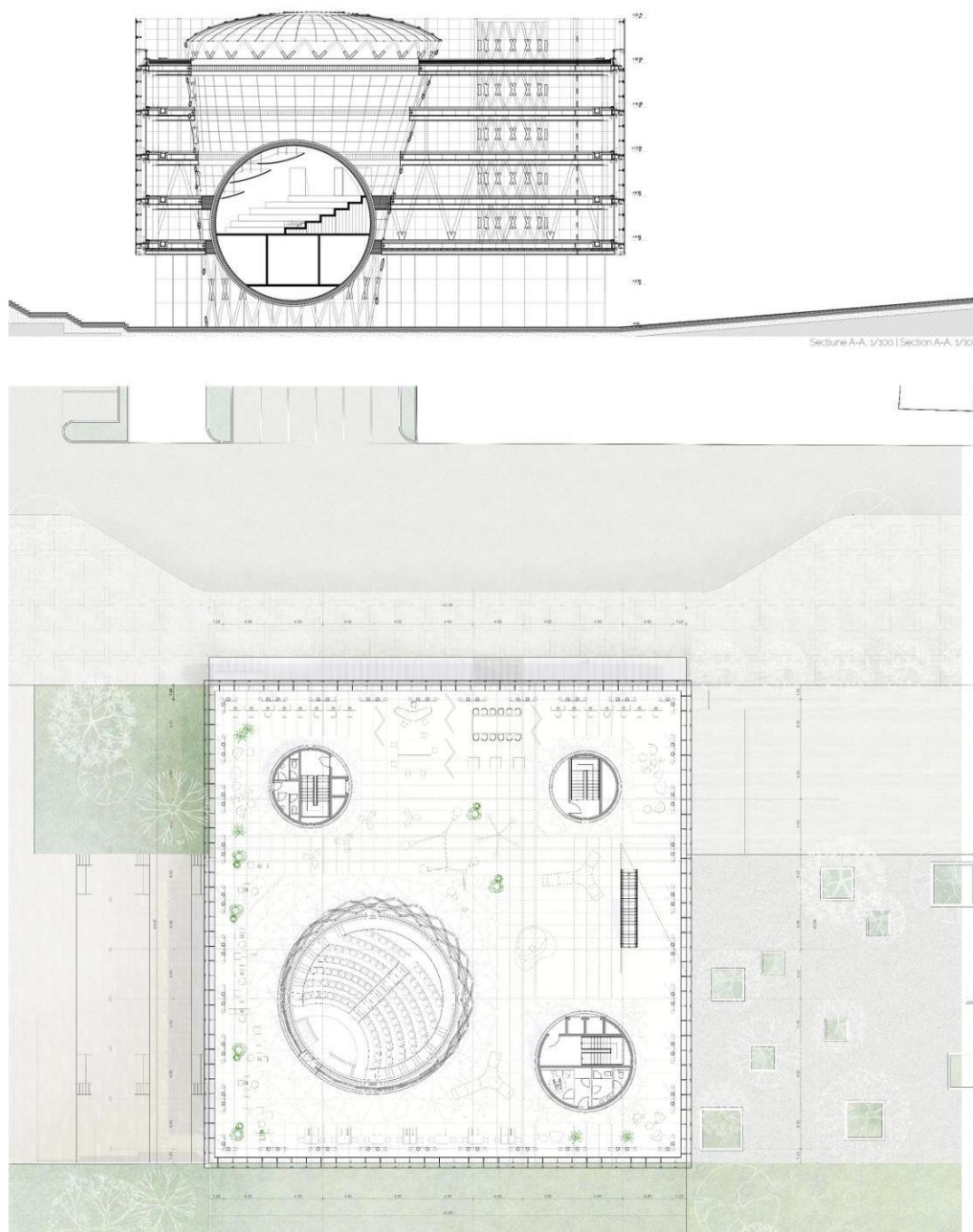


Fig 12. Biotech CUBE. Plan and cross section © Iulia Muraru. Diploma project

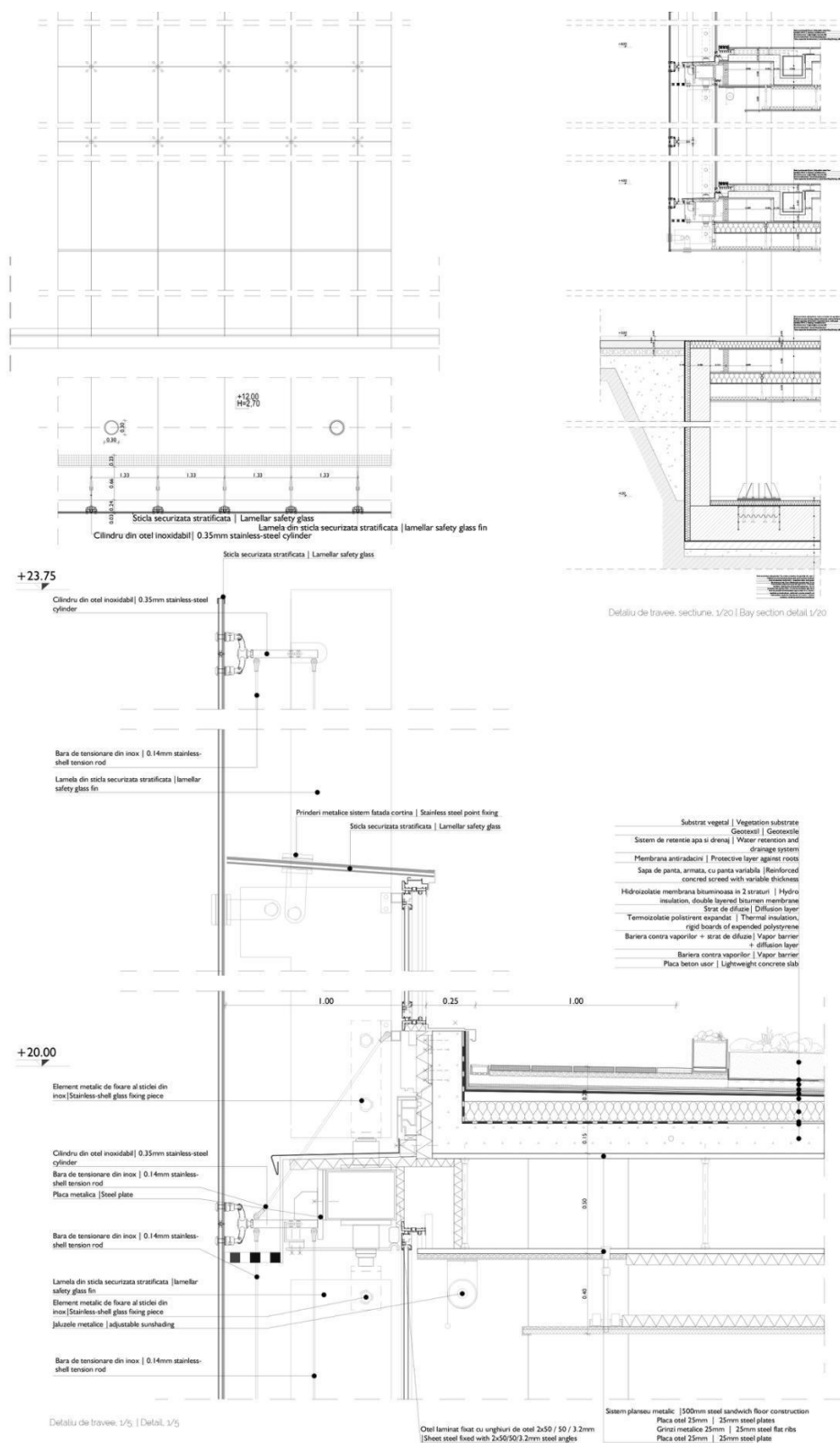


Fig 13. Biotech CUBE. Technical details in cross section and facade © Iulia Muraru.
Diploma project

4. Conclusion and Discussion

Both studies results can be applied in several areas such as sustainability and permanence over time, materials, energy efficiency, proper land management and waste reduction as well as in more deep matters such as preservation, cultural identity, build heritage or economic sustainable growth.

Existing buildings represent a resource. The value of a building should not be measured by its economic potential but rather also on its social impact. If one looks at the economic components buildings have an intrinsic value. The built substance, the technical infrastructure and site development are all already present. Comparing with demolition and starting from scratch a simple renovation often represents significant cost savings. In addition the building and capital costs have already been amortised. As a result new value creation can be initiated through a conversion. In their architecture and appearance the still-existing buildings show their original use and meaning. They are witnesses of the past and part of the identity of a place. This is determined not only by prominent buildings but rather by the ordinary buildings of living commerce and production. In this sense buildings can have important social significance. People identify and orient themselves with them. If existing buildings are reused they remain an active part of the city's built fabric. A conversion is reasonable in terms of ecological considerations as well in the sense of sustainable economic activity resources could be saved (money, workforce, construction material, land consumption).

The concept of industrial heritage is in this study understood as industrial heritage from the age of technique and science. The importance of technical objects throughout history is due to their much slower organic degradation, as, for example, Mumford explains in his writings. These types of weather-resistant footprints have also resulted in an inevitable increase in artificiality in the human life environment, with notable medical and psychological effects.

The post-industrial city can be a city of a "slow revolution" (Mumford), of a consciousness awakening towards the re-approximation of nature through biotechnology. In search of a reinvented identity, Mumford anticipates an evolution of society from "**power to plenitude**", from a "**mechanica**" world to an "**organic**" one, centered on the human-nature relationship.

By carefully analyzing the proposed situations it can be concluded that this is obviously influenced by several factors: materials, experimentation with forms and the use of sustainability principles. The link between the three elements is consistent in many situations, their corroboration providing an architecture whose stake is the transformation of the consumerist society into a society that reports its needs to existing resources, sensitive to the same extent for the future. . Both had to experiment with the right forms in order to imagine a building that through design and conformation implies a minimum consumption of non-regenerative resources. Similarly, the use of modern, state-of-the-art

materials is the instrument by which both students choose to meet the requirements of BREEAM or LEED energy certification programs.

What is to learn from that experience is to prevent something that we, the architects, are often tempted to do: sacrificing the comfort, function or environmentally friendly approach by searching for some aesthetic qualities or egotistical approaches.

5. Acknowledgment

Acknowledgment goes to both my students for their effort in documenting the studies and trying to achieve the best results as well as my co-tutor partner, PHD Prof. Melania Dulamea for having me as part of this team. Both can offer ways and responses in the field of contemporary architecture.

6. References

General:

Geddes, Patrick, *Cities in evolution: An introduction to the town planning movement and the study of civics*, London, Williams & Norgate, 14 Henrietta Street, Covent Garden, 1915

Lynch, Kevin, *Imaginea orasului (Image of the City)*, Editura Registrul Urbanistilor din România, Bucuresti, 2012

Marot, Sebastien, *Sub-Urbanism and the Art of Memory*, Architectural Association, UK, 2003

Mumford, Lewis, *Technics and Civilization*, Routledge & Kegan Paul LTD, London, 1934

Pérez de Arce, Rodrigo, *Urban Transformations and the Architecture of Additions*, Routledge Taylor & Francis Group, London and New York, 2015

Rowe, Colin, *Collage City*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1978

Articles:

Ashworth, Gregory J., *The instruments of place branding: how is it done?*, *European Spatial Research and Policy*, Volume 16, Number 1, 2009

Hampf, Anders & Lindberd-Repo, Kristi, *Branding: The Past, Present, and Future: A Study of the Evolution and Future of Branding*, Hanken School of Economics Department of Marketing, Helsinki, 2011

Rehan, Reeman, Mohammed, Urban branding as an effective sustainability tool in urban development, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Helwan University, Egypt, 2013

Diploma thesis:

Muraru Iulia, Urban re-branding for former industrial cities. Biotechnical Ploiesti. A possible model, UAUIM, Bucharest, 2019

Serbu Catalin, The impact of Creative Hubs in the traditional City, UAUIM, Bucharest, 2019.

Temporary Lighting Laboratories at Two Universities: Comparison of Methodologies for Research Projects in Thailand and USA

Paulette Hebert, Ph.D.¹, Gregory Clare, Ph.D.¹, Singh, Chitra, Ph.D.¹, Rojarek Seangatith², and
Yingsawad Chaiyakul, Ph.D.²

Oklahoma State University
Department of Design, Housing, and Merchandising

² Khon Kaen University
School of Architecture

email:paulette.hebert@okstate.edu, greg.clare@okstate.edu,

Abstract

Lighting technology is rapidly evolving and therefore, permanent university lighting research laboratory installations are becoming more scarce. Even when available, permanent university lighting laboratories may become obsolete within a short time period. Worldwide, some researchers have developed temporary laboratory setups which allow them to meet their project needs without the long-term university infrastructure commitments, updates, and maintenance considerations of permanent lighting labs. The purpose of this presentation is to compare the methodologies utilized in two recently completed lighting studies at universities located in Thailand and the United States of America (USA), 13,801 kilometers (8,576 miles) apart. A comparison of laboratory setups, equipment and supplies, financial investments, and study participants are presented. Photographic documentation of the lighting setups, equipment lists, and associated costs are included. Although the researchers did not previously have any contact before or during the respective study periods, their strategies to develop temporary lighting setups had a few main similarities: overall costs, the use of human subjects, participant sampling methods, the reliance on electrical extension cords and the location of their studies in education spaces at their respective Universities. The purpose of each lighting study differed.

Procedures, lighting equipment, supplies and furniture, study period, project costs and human subjects' involvement times and incentives differed.

Keywords:

Laboratory, Lighting, Methodology, International, University

1. Introduction

Traditional laboratories have historically existed as permanent, dedicated, physical facilities which have housed specialized, critical laboratory equipment. That equipment was often large, delicate and expensive. The need for traditional laboratories, where researchers had regularly conducted experiments in-person with large, specialized and expensive equipment, has apparently changed over the years, at least for some researchers [3, 9]. More recently, technology has sometimes made it possible for researchers to utilize less-cumbersome equipment, sometimes solely computers, for their research. The remote use of equipment, the sharing of equipment and other forms of research collaboration are now also more common [6, 2, 13]. Virtual or web laboratories have also been used recently by various disciplines and may supplement or even replace traditional laboratories [1, 4, 5, 7, 8, 12].

Another challenge with large, permanent, traditional laboratories had been that they sometimes needed to be relocated [10]. Recently, traditional laboratories have been examined from facility management and “move management” perspective. Inventories of large, expensive, and delicate lab equipment have been created in anticipation of old laboratories' contents relocation to a new facility [10]. Lab equipment moves may also be needed, when a research project ends or a researcher retires, leaving behind an irrelevant laboratory.

Beyond “move management”, other facility management tasks are often necessary for traditional laboratories. Traditional lab equipment and laboratory facilities require maintenance, refurbishment or replacement. From the current study's lighting researchers' point-of-view, a particular challenge has been that lighting technology itself is continuously evolving. The installation of a permanent lighting system for research purposes may become outdated quickly. Further, budgets in higher education have decreased at many universities which have implications for the future funding of traditional University laboratories across disciplines [11].

While collaborating for a Fulbright project, the researchers representing the two countries in the current study learned they had both previously used temporary lab set-ups to conduct their lighting research in order to overcome shortcomings regarding traditional laboratories. The researchers wanted to perform a study to learn about each other's temporary lighting laboratories

2. Research Methodology

The current study explores two temporary, lighting laboratory set-ups utilized by University researchers. One lab was located in the architecture school at a large University in Thailand in 2016 and one lab was located in the design, housing and merchandising department at a University in the United States of America (USA) in 2013. The researchers were curious about how their respective, temporary lighting laboratories and associated methodologies would compare.

Thai Study

The purpose of the Thai research study was to measure visual performance by involving participants for up to three (3) hours each in a review of black, white and grey patterns of different contrast and size, under different levels of incandescent light. The Thai lighting temporary lab area consisted of a former conference room (with rental at no cost to researchers); utilized one (1) desk and (1) chair; two (2) 1,500 watt, quartz halogen (incandescent) scoop fixtures at a cost of 1,000 Thai BAHT (BHT, \$33.5 USD) each, manufactured by Micron and controlled by two custom-made portable dimmer modules (6000 BHT, \$190.16 USD). Lighting fixtures were mounted on a custom, (2) A-frame, free-standing pipe apparatus with a material cost of 3,000 BHT (\$100 USD). A chin rest (1,000 BHT, \$31.69 USD), a sloping document platform (1,000 BHT, \$31.69 US) . The Thai researchers utilized a Konica Minolta Model # T-10A Illuminance Meter that they already owned to set light levels. The daylight intrusion from the room's two (2) walls of fenestration was minimized with fabric draperies. Study participants in the nearby community were recruited via convenience and snowball sampling techniques and were incentivized to participate.

USA Study

The purpose of the American research study was to consider participants' preferences for raw ground beef packages illuminated under three (3) different light sources by simulating grocery store meat department conditions: fluorescent and two types of light emitting diode (LED) at the same light levels. Participants were involved for approximately (15) minutes each and were randomly assigned to review beef packages in one of the three lighting condition stations. Researchers utilized a section of a college-

shared classroom/lab space with three tables (with rental at no cost to researchers) for their research area. They purchased (6) gooseneck, clip-on, task lights, manufactured by Wisam which cost \$12.00 USD each (360 BHT). They used an Extech LT300 light meter they already owned and set light levels by adjusting gooseneck fixtures at the appropriate distance from ground beef packages. Researchers used Cooper instant-read Thermometers #1246-02 at a cost of \$7.00 USD (210 BHT) each to continuously monitor safe temperatures for retail ground beef presentation. (Constant temperature was critical as it also affected the raw ground beef appearance.) They utilized (3) styrofoam ice chests \$22.04 (695.38 BHT) with (6) reusable ice-packs at a cost of approximately \$8.00 USD (252.41 BHT), (3) raw ground beef packages at a cost of \$33.00 US (1041.18 BHT). Researchers utilized numerous extension cords that researchers already owned. The room was darkened with existing vertical vinyl louvers and roller shades over the windows and researchers also applied additional black plastic they already owned to prevent daylight intrusion into the study area. Study participants were recruited via convenience and snowball sampling techniques. No incentives were paid to participants, however, student participants were given “extra credit” in their courses to participate. Refer to Table 3 for a detailed itemized cost for the USA study.

3. Research Results

A comparison of laboratory set-ups, equipment and supplies, financial investments, and study participants is presented. Refer to Figures 1-10 for photographic documentation of the lighting setups.

Thai Temporary Laboratory Set-up



Figure 1. 1500 watt quartz halogen
and visual acuity test
scoop fixtures



Figure 2. Sloping document platform



Figure 3. Custom dimming module
fixtures

Figure 4. A-frame, free-standing pipe apparatus with scoop



Figure 5. A participant taking visual acuity test

American Temporary Laboratory Set-up



Figure 6. Three lighting treatments (LED - warm, LED - cool and compact fluorescent,) illuminating raw ground beef packages in styrofoam ice chests



Figure 7. Researchers utilizing a light meter and a temperature probe to check settings on the raw ground beef package.



Figure 8. Gooseneck Lighting Fixtures



Figure 9. Checking the temperature of the ground beef package



Figure 10. Participant completing perception survey

Comparison of Thai and American Laboratory Set-ups

Although the researchers did not previously have any contact before or during the respective study periods, their strategies to develop lighting laboratory set-ups had a few main similarities: the temporary nature of the lighting labs, the use of human subjects, sampling methods, the location of their studies in rent-free education spaces at their respective University and the reliance on electrical extension cords. The costs for the temporary labs' set-ups were similar. (The Thai laboratory set-up was 17,500 BHT (\$558.50 USD) and American study was 14,134.85 BHT (\$448.00 USD). Refer to Table 1 for overall comparison and refer to Tables 2 and 3 for detailed cost comparisons by country.

Table 1. Comparison of Two Methodologies

		Thai University	American University
Purpose of the Study		To measure the visual performance of participants who reviewed black, white and grey patterns of different contrast and size under different levels of incandescent light	To evaluate participant preferences for raw ground beef package labels under three different light sources: incandescent, fluorescent and light emitting diodes (LED) at the same light levels

Sample and Sampling method	Age	20-50 years	18-80+ years
	Sex	Male and Female	Male and Female
	Education Level	Undergraduate and Graduate Students	Undergraduate and Graduate Students; faculty, staff, older adults
	Participant recruitment	Convenience and Snowball Samples	Convenience Sample
	Number of participants	36	275
	Incentive to participants	300 BHT (\$9.50 USD)	Extra course credit for students
Laboratory set-up	Experiment location	On-campus conference room	On campus classroom/
	Length of the study period	4 months	8 hours
	Furniture	One desk, one chair	Three tables
	Light meter	Konica Minolta #T-10A illuminance meter	Extech LT300 light meter
Lighting	Light Source	Quartz Halogen (incandescent)	Compact Fluorescent and LED

	Fixtures	Scoop Fixtures	Gooseneck clip-on lamps
	Controls	Custom Dimming Module	Switch Integral to Gooseneck Lamps
	Supplies	A-frame, free-standing pipe apparatus, sloping document platform	Cooper # 1246-02 instant-read thermometers, three styrofoam ice chests with reusable ice-packs, two raw ground beef packages
	Daylight control	Fabric window draperies minimize daylight intrusion	Vertical, vinyl window louvers and roller shades minimize daylight intrusion
Procedure	Participant time involvement	3 hours	15 minutes
	Instrument	Black, white and grey patterns of different contrast and size were viewed under different levels of incandescent light.	With a random assignment to three different lighting treatments, hard copies of light perception survey were completed.
Laboratory & Costs		17,500 BHT (\$558.50 USD)	\$448 USD (14,035.84 BHT)

Table 2: Detailed Itemized Cost for Thai Temporary Lighting Laboratory Set-up

Description	Quantity	Cost BHT/ USD	Extended Cost BHT/ USD
A-frame, free-standing pipe apparatus	2	1,500.00 BHT/ \$47.54 USD	3,000.00 BHT/ \$95.08 USD
1500 watt Quartz halogen Scoop Fixture	2	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD	2,000.00 BHT/ \$63.39 USD
Custom Dimmer Module Materials	2	3,000.00 BHT/\$ 95.08 USD	6,000.00 BHT/ \$190.17 USD
Extension Cords	2	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD
Desk privacy panel	1	1,500.00 BHT/ \$47.54 USD	1,500.00 BHT/ \$47.54 USD
Sloping document platform	1	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD
Chin rest	1	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD	1,000.00 BHT/ \$31.69 USD
Labor cost for dimmer fabrication	1	2,000.00 BHT/ 63.39 USD	2,000.00 BHT/ \$63.39 USD
Total Supplies, Equipment and Labor			17,500.00 BHT/ \$585.50 USD

Table 3: Detailed itemized cost for USA Temporary Lighting Laboratory Set-up

Description	Quantity	Cost BHT/USD	Extended Cost BHT/USD
Ground Beef Packages	6	1041.18 BHT/ \$ 33.00 USD	2082.37 BHT/ \$66.00 USD
Gooseneck Lighting Fixtures	6	220.54 BHT/ \$6.99 USD	1323.25 BHT/ \$41.94 USD
Reusable Ice-Packs	6	252.41 BHT/ \$ 8.00 USD	1514.45 BHT/ \$48.00 USD
Styrofoam Ice Chests	3	695.38 BHT/ \$22.04 USD	2086.15 BHT/ \$66.12 USD
Acuity Brands #212P46 (A19) 50K Hours, 620 Lumens, 11 W, Warm White LED Lamp, CRI 80, 2800K	2	1341.86 BHT/ \$42.53 USD	2683.73 BHT/ \$85.06 USD
Westinghouse Luma Pro #6GEM3 (A19), 50K Hours 490 Lumens, 8 W, Cool White LED Lamp, CRI 85, 5000K	2	1209.67 BHT/ \$38.34 USD	2419.33 BHT/ \$76.68 USD
GE Energy Smart #74436 (A19), 8K Hours, 450 Lumens, 9W, Soft White Compact	2	492.20 BHT/ \$15.60 USD	984.39 BHT/ \$31.20 USD

Fluorescent Lamp, CRI 82, 2700K			
Paper and Printing for Surveys	300	3.47 BHT/ \$ 0.11 USD	1041.18 BHT/ \$33.00 USD
Total Supplies & Equipment			14134.85 BHT/ \$ 448.00 USD

The stated purposes and procedures of each lighting study differed. The study period differed with the Thai study period spanning 4 months in 2016 and the American study period spanning 8 hours on one day in 2013. Light sources, equipment, supplies and furniture, project costs and human subjects' involvement times and incentives differed. Incentives were paid to (36) study participants in Thailand at 300 BHT (\$9.50 USD) per participant. 275 undergraduate students were not given monetary incentive but rather were given extra course credit to participate.

4. Conclusion and Discussion

The purpose of this presentation was to compare the methodologies utilized in two recently completed lighting studies at universities located in Thailand and the United States of America (USA), 13,801 kilometers (8,576 miles) apart. It appears as though temporary lighting laboratories have been successfully used by University lighting researchers in two countries across the globe.

The current study found both striking similarities and striking differences in the laboratory set-ups in Thailand and the USA. Both studies relied on the use of several extension cords to power the lighting. This reflects both facilities lack of electrical receptacles to plug in the needed devices. Extension cords can be a trip hazard and fire hazard.

While the total costs were similar for the laboratory set-ups in both countries, the Thai study paid incentives to participants and also paid labor for laboratory set-up. It should be noted that the minimum hourly wage in Thailand at the time of the Thai study was 37.5 BHT (\$1.08 USD). The minimum hourly wage in the USA at the time of the American study was \$7.25 per hour. (227.14 BHT). These

facts should be considered when one compares the monetary costs of the two lighting laboratory setups.

5. Limitations and Future Research Directions

This research utilized a convenience sample of laboratory setups. The current study reported on a case study comparison of only two setups for lighting research which happened to occur during a three-year time span. Future research efforts should examine multiple lighting research studies and their laboratory setups, across various countries, across time. The traditional and temporary laboratories from other disciplines than lighting could also be examined and compared for their similarities and differences. Additionally, researching a representative random sample of temporary laboratory set-ups could allow for statistical comparisons of the types of common equipment and infrastructure utilized.

6. References

- [1] Arango, F., Chang, C., Esche, S. K., & Chassapis, C. (2007). *A scenario for collaborative learning in virtual engineering laboratories*. Paper presented at the 2007 37th annual frontiers in education conference-global engineering: knowledge without borders, opportunities without passports.
- [2] Barker, M., Olabarriaga, S. D., Wilkins-Diehr, N., Gesing, S., Katz, D. S., Shahand, S., Scott, H., Tristan, G., Keith, J., Corrie, B. (2019). The global impact of science gateways, virtual research environments and virtual laboratories. *Future Generation Computer Systems*, *95*, 240-248.
- [3] Chandrasekera, T., & Yoon, S.-Y. (2018). The Effect of Augmented and Virtual Reality Interfaces in the Creative Design Process. *International Journal of Virtual and Augmented Reality (IJVAR)*, *2*(1), 1-13.
- [4] Deniz, D. Z., Bulancak, A., & Ozcan, G. (2003). *A novel approach to remote Laboratories*. Paper presented at the 33rd Annual Frontiers in Education, 2003. FIE 2003.

- [5] Ertugrul, N. (2000). Towards virtual laboratories: A survey of LabVIEW-based teaching/learning tools and future trends. *International Journal of Engineering Education*, **16**(3), 171-180.
- [6] Finholt, T. A., & Olson, G. M. (1997). From laboratories to collaboratories: A new organizational form for scientific collaboration. *Psychological Science*, **8**(1), 28-36.
- [7] Finkelstein, N., Perkins, K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2005). *Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories?* Paper presented at the AIP Conference Proceedings.
- [8] Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N., Sam, R., LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical review special topics-physics education research*, **1**(1), 010103.
- [9] Hebert, P., Clare, G., Chung, Y., Slevitch, L., & Leong, J. (2015). Effects of Experimental Conditions on Consumer Perceptions of Ground Beef: An Interdisciplinary Study. *Journal of Social Sciences and Humanities*, **1**, 275-282.
- [10] Hebert, P. & Kang, M. (2015). Facilitating Move Management: Examining Existing Equipment at a National Laboratory. *Scientific and Academic Publishing*, **5**(2), 34-39
- [11] Howard, D. J., & Laird, F. N. (2013). The new normal in funding university science. *Issues in Science and Technology*, **30**(1), 71-76.
- [12] Hua, J., & Ganz, A. (2003, November). Web enabled remote laboratory (R-Lab) Framework. Paper presented at the IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, Colorado.
- [13] Zhang, Z., Zhang, M., Chang, Y., Aziz, E.-S., Esche, S. K., & Chassapis, C. (2018). Collaborative virtual laboratory environments with hardware in the loop. *Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education*, 363-402.

ความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในสิมอีสาน

A RELATIONSHIP STUDY OF WINDOW CONFIGURATIONS

ON DAYLIGHTING IN ISAN SIM.

(Northeast Buddhist Holy Temples)

ศุภโชค สนธิไชย* และ ปิยะวรรค์ ปิ่นแก้ว**

* สาขาวิชาการออกแบบตกแต่งภายในและนิทรรศการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

** สาขาวิชาการออกแบบตกแต่งภายในและนิทรรศการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

e-mail: euror.honda@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษามุ่งเน้นในวัดอุประสงค์ความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในสิมอีสาน เป็นสำคัญ ในคำอธิบายดังกล่าวจึงแสดงข้อมูลหลักฐานทางกายภาพที่มีความสำคัญให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่อการทำภารกิจกรรมของพระสงฆ์ พิธีสังฆกรรมในสิม ต่อความเคร่งครัด จาริต ฮีตสิบสอง และพื้นที่ สังฆกรรม ตามพุทธบัญญัติ ในความสัมพันธ์ภายในพื้นที่ความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกาย ต่อกิจกรรม สังฆกรรม รวมถึงความสัมพันธ์พื้นที่ภายในทางสถาปัตยกรรมต่อทฤษฎีการประเมินแสงธรรมชาติ ปัจจัยอิทธิพลด้านรูปแบบลักษณะจากภายนอกสถาปัตยกรรมประเพณีสิมอีสาน อาจส่งผลในการก่อรูปใหม่ ที่พบการละทิ้งความสำคัญต่อพื้นที่สำคัญในตำแหน่งที่สำคัญต่อพื้นที่ประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม ของพระสงฆ์ ซึ่งเพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพ ผลค่าปริมาณแสงสว่างในพื้นที่ภายใน โบสถ์, สุเหร่า, วิหาร (church body), คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 300 lx พบผลค่าปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการอ่านหนังสือ (reading lighting) เก้าอี้, แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) และ คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 500 lx ส่วนใหญ่คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคารที่เหมาะสม มักพบในสิมโป่งหรือสิมโถง รูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน ยกเว้นด้านหน้า ซึ่งลักษณะสิมทึบหรือสิมแบบก่อผนังทึบทั้ง 4 ด้าน อาจไม่พบความต่างเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน แตกต่างมากนักเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความสว่าง เมื่อสังเกตต่อไปพบว่าระดับปริมาณความสว่าง ตั้งแต่บริเวณขอบด้านบนของช่องเปิด ระดับปริมาณแสงสว่างจะแสดงผลค่าต่ำกว่า 50 lx ซึ่งแสดงถึงระดับของการมองเห็นในคนปกติที่ไม่ชัดเจน คำอธิบายอีกประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับภาพจิตรกรรมฝาผนัง ชูบแต้ม มักพบว่า สีที่ใช้วาดและองค์ประกอบเรื่องราวที่สำคัญของภาพชูบแต้ม จะเน้นวาดบริเวณเหนือขอบช่องเปิด บานหน้าต่าง ขึ้นไปเสมอ ความเสื่อมโทรมของสีและองค์ประกอบภาพ ชูบแต้ม ในปัจจุบันที่พบจากการสำรวจศึกษา ยังคงสภาพในรายละเอียดที่ยังปรากฏอยู่อย่างสมบูรณ์ในบางตำแหน่งที่หากจากช่องเปิด อย่างไรก็ตาม รูปแบบลักษณะของสิมทึบที่ก่อผนังทึบทั้ง 4 ด้าน หรือสิมโป่ง ในความกลายเปลี่ยนเพิ่มเติมเครื่องมุง หากจะยังคงดำรงอยู่และพบเห็นในปัจจุบัน

แต่ในบางแห่งพบการปรับรูปแบบ ลักษณะของโครงสร้างภายในพื้นที่ หากแต่ไม่ได้คำนึงถึง ระดับคุณภาพปริมาณแสงสว่างมีความเหมาะสมต่อกิจกรรมในยุคสมัยร่วมสังคมที่ วิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปตาม วิถีชีวิตในค่านิยมความสะดวก กระทั่งด้วยเวลาประกอบพิธีประเพณีต่างจากความดั้งเดิม ลักษณะรูปแบบโครงสร้างหลังคาในวัด การประณีตของภูมิปัญญาเชิงช่างพื้นถิ่น และระยะเครื่องมุงส่งผลต่อกันที่ยืนโดยรอบเพื่อวัตถุประสงค์บางสิ่ง ที่ไม่สอดคล้องต่อรูปลักษณะของสถาปัตยกรรมประเพณีลุ่มอีสาน อาจถูกสร้างขึ้นจากการก่อรูปเพื่อรักษาให้โครงสร้างของอาคารได้รับผลกระทบจาก สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ หรือเพียงเพราะปกปิดความเป็นพื้นที่ส่วนประกอบพิธีประเพณี ที่สำคัญของพระสงฆ์ต่อความสงบ เรียบง่ายเฉพาะตนในวิถีดำรงของชุมชนพื้นถิ่น

คำสำคัญ : ลุ่ม ปริมาณความสว่าง สังคมกรรม

Abstract

This paper presents a study focusing on the objectives, the relationship between the openings and the amount of natural light within the Isan simulations. In this explanation, it shows important physical evidence that shows the interrelationship between space and activity. Of monks The religious rite penalty in Sims to the strictness of the tradition of the Twelve Heat and the Sangha of Buddhist acts In the relationship within the space, the relationship of body composition to the monk's activities, including the architectural interior space to the theory of natural light evaluation. Factors influencing the styles, external characteristics, traditional Isan architecture. May result in reshaping That found the abandonment of important areas in important positions for ceremonial ceremonial areas of the Sangha, which is sufficient to see in recognition of the position of respect The amount of light in the interior of the church, the mosque, the church (church body), the quality of the light in the building area at 300 lx. The appropriate amount of light for Reading lighting Chairs, altars, chairs, altar, pulpit and the quality of the lighting in the 500 lx building area. Most of the quality of the light in the appropriate building. Often found in transparent or hallway The form does not have a pinion roof protruding on all 4 sides except the front. In which the characteristic Dim or solid wall form on all 4 sides may not find a difference when compared to the form without a winged roof protruding on all 4 sides, very different when comparing the amount of brightness When further observation, it was found that the brightness level From the top edge of the opening The amount of light shows a value below 50 lx, which indicates the level of vision in normal people that is not clear. Another interesting explanation about the mural painting of the hoop daeng is often found that the colors used and the important story elements of the hoop daeng picture Will focus on drawing the area above the edge of the opening The window always goes up. The deterioration of the color and composition of the hoop image present in the study The condition remains in the details that still appear completely in some positions, if from the opening. The pattern characteristic of the solid SIM that creates a solid wall on all 4 sides or the transparent SIM in

the change of more thatch If it still exists and is seen today but in some places, adjusting the style The structure of the interior space But didn't consider The quality, quantity, and lighting are appropriate for activities in the contemporary society that Evolution evolves. Lifestyle in convenience Concise with the time to perform the ceremony, different from the original. The characteristic structure of the roof structure in the material The exquisite workmanship of local craftsmen And the thatch spacing affects the pinion projected around for certain purposes That is inconsistent with the Northeastern Sim Isan architectural tradition May be built from forming to preserve the structure of the building affected by Physical environment Or just because concealing the area as a traditional ceremony The importance of monks to peace Simple, unique in the way of the local community.

Keywords : Isan Sim, Illuminance (lux), Religious rite

บทนำ

ในความสัมพันธ์ปริมาณแสงธรรมชาติระหว่างช่องเปิดสถาปัตยกรรมประเพณีอีสานกับการใช้พื้นที่สื่อกิจกรรมที่กระทำต่างกัน ในแสงและคติความเชื่อที่เอื้อต่อกิจกรรม สังคมกรรม ของพระสงฆ์ในช่วงจารีตประเพณี 12 เดือน (ฮีตสิบสอง) ผ่านภูมิปัญญาเชิงช่างพื้นถิ่น วิถีบริบทสังคม ก่อรูปสร้างกรอบแนวคิด ส่งผลถึงการจัดวางรูปแบบวัสดุ องค์ประกอบโครงสร้างอัตลักษณ์ลักษณะเฉพาะตน รวมถึงการกำหนดระยะพื้นที่ สื่อนัยยะการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่ แสดงบางสิ่งให้คงดำรงอยู่จากสถาปัตยกรรมประเพณี(อีสาน)จากอดีต จนกลายเป็นความต่างในช่วงยุคสมัยจนปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม หากทบทวนข้อมูลทางวิชาการเบื้องต้น ธิตี เสงวีศรี. (2530) อธิบายถึงสถาปัตยกรรมอีสานในการสัมมนาทางวิชาการเรื่องเอกลักษณ์สถาปัตยกรรมอีสาน วิโรฒ ศรีสุโร. (2536) ได้กล่าวถึงลักษณะรูปแบบองค์ประกอบที่สำคัญของสิมในความหมายสมณะสถาปัตยกรรมและความล่มสลายในความช่วงระยะหนึ่งของสิมอีสาน รวมทั้ง ตึก แสนบุญ. (2549) อธิบายความหมายต่อสิมโบสถ์พื้นบ้านอีสาน ณ วัดบ้านยางช้า อำนาจเจริญ ในวารสารศิลปวัฒนธรรม, ปีที่ 28, ฉบับที่ 2 (ธ.ค. 2549) : หน้า 52-53 กล่าวรวมถึงเนื้อหาเกี่ยวกับยุคก่อนการเปลี่ยนแปลงการปกครอง 2475.ที่ส่งอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโครงสร้างสถาปัตยกรรมประเพณีอีสาน ในวารสารศิลปวัฒนธรรม ฉบับมกราคม 2559 ส่วน ดวงนา ศิลปะสาย. (2550) อธิบายชุดข้อมูลความเชื่อเกี่ยวกับการใช้วัสดุในการปลูกสร้างสิม และชวลิต อธิปัตย์กุล. (2560) อธิบายชุดข้อมูลในสิ่งก่อสร้าง สิม วิหาร ความสัมพันธ์จากเมืองด่านซ้าย นาแห้ว จังหวัดเลย ถึงเมืองบ่อเตนในประเทศลาว อีกทั้งชวลิต อธิปัตย์กุล. (2551) อธิบายความสัมพันธ์เชิงช่างพื้นถิ่นด้วยประติมากรรมแบบพื้นถิ่นในอีสานถูกสร้างขึ้นด้วยฝีมือคนในชุมชนที่ตนเองอยู่อาศัย โดยการนำพาของพระสงฆ์ร่วมกับหัวหน้าผู้ดูแลภายในหมู่บ้านหรืออาจเป็นการจ้างช่างฝีมือจากที่อื่นต่างหมู่บ้านมาเป็นช่างจะด้วยเงื่อนไขอย่างหนึ่ง ก็สุดแล้วแต่ที่แน่นอนและชัดเจนมากกว่า เมื่อสืบค้นต่อไปพบมีงานวิจัยของ สาโรช พระวงศ์. (2551) ที่อธิบายกล่าวถึงการศึกษาความหมายของแสงในสิมอีสาน ส่วนใหญ่เป็นการอธิบายข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ(Qualitative Research Methodology) แต่ไม่ได้อธิบายถึงค่าปริมาณแสงภายในพื้นที่ต่อความสัมพันธ์ปริมาณแสงธรรมชาติต่อช่องเปิดสถาปัตยกรรมประเพณีอีสาน กล่าวคือ คำอธิบายอ้างอิงข้อมูลวิชาการเหล่านี้ พบว่าการศึกษามุ่งเน้น

ความสำคัญในประเด็น รูปแบบทางกายภาพของสถาปัตยกรรมเป็นสำคัญ ซึ่งพบช่องว่างของกลุ่มข้อมูลด้านความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิโอสัน ในรายละเอียดการจัดเก็บชุดข้อมูลด้วยการจำแนกแยกประเด็นเนื้อหาความที่สำคัญปัจจัยด้านคุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่ลิโอสัน ต่อการศึกษา(key studies) ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่ง เพื่อทดสอบหาผลค่าปริมาณแสงต่อช่องเปิดในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) หากเพียงผู้เขียนจึงมุ่งศึกษาให้ครอบคลุมถึงมิติบริบทอื่น จากการสำรวจพื้นที่สถาปัตยกรรมประเพณี ลิโอสัน ในปัจจัยความต่างรูปแบบ ลักษณะของช่องเปิด พบความน่าสนใจเพื่อศึกษา วิเคราะห์ อธิบายข้อเสนอเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ ผ่านลิโอสันในแต่ละช่วงสมัยและอุโบสถร่วมสมัย และยังกำหนดพื้นที่ศึกษาตำแหน่งที่ตั้งบริเวณขอบเขตของระยะ ขนาดรูปแบบ ลักษณะ ด้านองค์ประกอบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมประเพณีลิโอสันที่ต่างกัน ให้ทราบถึงปริมาณแสงต่อกิจกรรมซึ่งคาดหวังนำเสนอการเปรียบเทียบให้เห็นถึงผลกลุ่มชุดข้อมูลใหม่ที่สามารถสื่อค่าอธิบายค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงธรรมชาติต่อช่องเปิด ได้ต่อไป จึงให้ความสำคัญใน คำถามหลัก **“ด้วยประเด็นสำคัญความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิโอสัน ที่ส่งผลมาจากอิทธิพลหรือปัจจัยใดบ้าง รวมถึงค่าอธิบายค่าปริมาณแสงต่อพื้นที่ลิโอสันในลักษณะที่ต่างกัน พบสิ่งใดเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแสงกับอุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย”**

วัตถุประสงค์ในการศึกษาและข้อตกลงเบื้องต้น

ศึกษา วิเคราะห์ สรุปผลจากอิทธิพลหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิโอสัน ในบริบทวิถีสังคมในที่ตั้งทางกายภาพที่ต่างกันจากการทบทวนข้อมูลทางวิชาการ มุ่งเน้นในประเด็นสำคัญคือ สื่อค่าอธิบายเปรียบเทียบผลค่าปริมาณแสงธรรมชาติต่อกิจกรรมภายในพื้นที่ลิโอสัน (ในการจำแนกหมวดหมู่ของ วิโรฒ ศรีสุโร, 2536) กับอุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

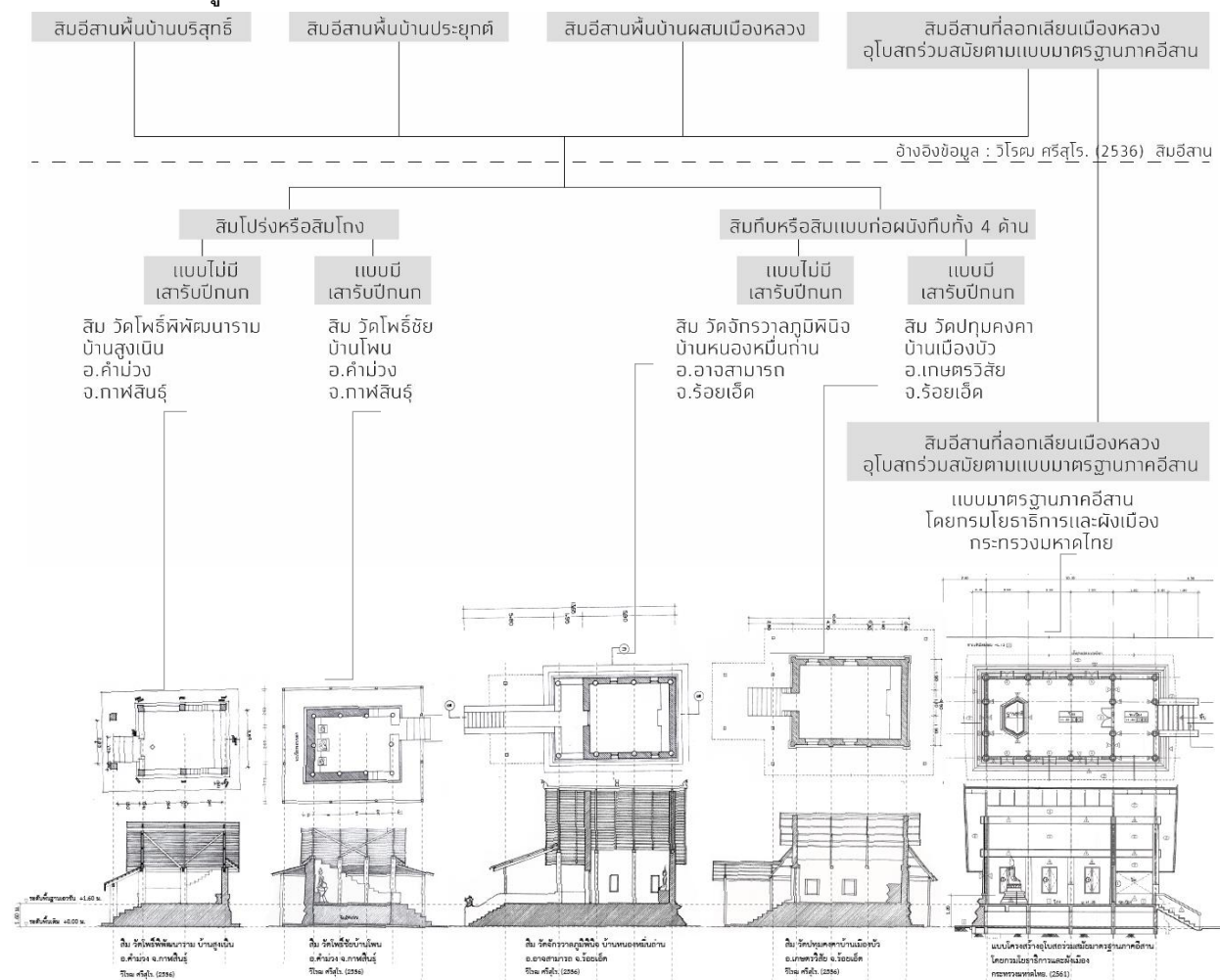
ระเบียบวิจัยและกรอบแนวคิดการศึกษา

ความเคร่งครัด จาริต ฮิตสิบสอง และพื้นที่ สังฆกรรม ตามพุทธบัญญัติ ในความสัมพันธ์ภายในพื้นที่ ลิโอสัน ความเป็นอยู่เฉพาะตัวอธิบายผ่านกิจกรรมประเพณีปฏิบัติสืบเนื่องในพื้นที่ลิโอสันวัฒนธรรมพื้นถิ่นอีสาน ฮิตสิบสอง ถือครองเป็นจาริตประเพณีปฏิบัติสืบต่อกันมาด้วยกิจกรรมที่ต่างกัน ในความเคารพคติความเชื่อหยาบอธิบายเรื่องราวในช่วงเวลาหนึ่งรอบของสิบสองเดือน ถือนับสิบสองเดือนในรอบหนึ่งปีเป็นตัวกำหนด เพื่อตอบสนองประเพณีนิยม ในบริบทที่ต่างกันของวิถีชุมชน หากศึกษา วิเคราะห์ พบว่ากิจกรรมถูกปฏิบัติสืบต่อ หากแต่ไม่ได้หมายความว่าทุกกิจกรรมใน ทางปฏิบัติสืบต่อประเพณี ฮิตสิบสอง อาจพบว่ามีเพียงในช่วงบางเดือนเท่านั้นที่ ใช้พื้นที่ในความสัมพันธ์กับลิโอสัน อาจพบกรอบแนวคิดในข้อสันนิษฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิโอสัน

ทบทวนผลงานวิชาการ ในประเด็น การใช้พื้นที่ในความสัมพันธ์กับ ลิโอสัน ต่อกิจกรรมประเพณีปฏิบัติ ฮิตสิบสอง พบคำอธิบายของ จารุบุตร เรืองสุวรรณ. (2521) คำว่า (ฮิต)ในภาษาท้องถิ่นอีสานก็คือคำว่า (จาริต) มีการปฏิบัติสืบต่อกันมาเป็นเวลานานจากบรรพบุรุษของคนไทยอีสานซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ฮิตสิบสองจึงถือกันว่าเป็นกฎระเบียบจาริตประเพณีและสิ่งที่ปฏิบัติสืบต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน ดังนั้นคนอีสานจึงให้ความสำคัญและเคร่งครัดในการปฏิบัติตามฮิตสิบสองเป็นอย่างมาก ถ้าผู้ใดไม่ประพฤติปฏิบัติตามหรือฝ่าฝืนถือว่าเป็นความผิดถูกทางสังคมลงโทษตั้งข้อรังเกียจอย่างจริงจัง ธวัช ปุณโณทก. (2547) จาริตประเพณีที่ชาวอีสานได้สืบทอดต่อกันมานั้นเป็น

อย่างไรก็ตาม ผู้ศึกษาได้มุ่งเน้นอธิบายต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทสภาพแวดล้อมของพื้นที่โดยศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในเอกสารประวัติศาสตร์ (Historical Accounts) เพื่อจำแนกประเภทของลิมอีสานของ วิโรฒ ศรีสุโร. (2536) ลิมอีสาน เป็นแนวทางหลักในคำอธิบายข้อมูล สืบเนื่องจากการทบทวนข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมประเภทลิมอีสาน โดยส่วนใหญ่ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับลิมอีสาน มักจะอ้างอิงถึงการจำแนกรูปแบบลักษณะของลิม ที่ปรากฏพบข้อมูลจากคำอธิบายของ

วิโรฒ ศรีสุโร. (2536) ลิมอีสาน ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ในชุดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะรูปแบบลิมศึกษาประเภทเพื่อเลือกกลุ่มตัวอย่างของลิม มาทดสอบความสัมพันธ์ช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในลิมอีสาน ดังนี้ ลิมอีสานพื้นบ้านบริสุทธ์ ลิมอีสานพื้นบ้านประยุคดี ลิมอีสานพื้นบ้านผสมเมืองหลวง และลิมอีสานที่ลอกเลียนเมืองหลวง ดังแผนภูมิด้านล่างนี้



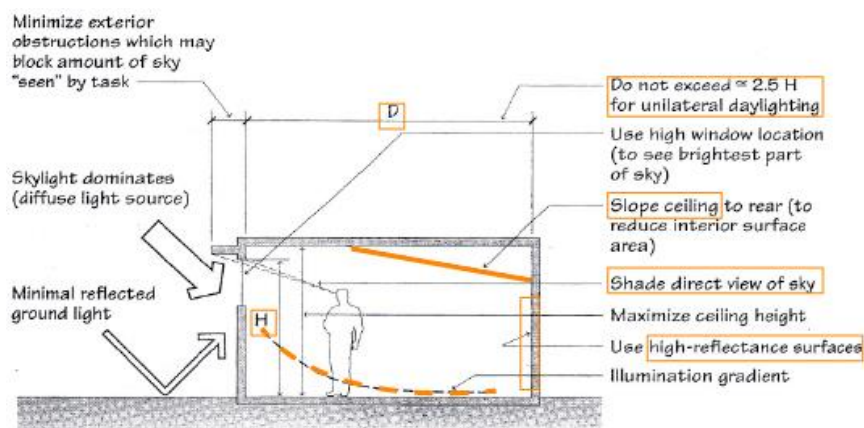
แผนภาพที่ 3: อธิบายการวิเคราะห์ข้อมูลถึงรูปแบบลักษณะของลิมสู่การจำแนกลักษณะองค์ประกอบสถาปัตยกรรมในการศึกษา
ที่มา : ศุภโชค สนธิไชย. (2561).

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลข้างต้น จึงวิเคราะห์กรณีศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมถึงรูปแบบลักษณะของลิ้ม กำหนดจำแนกแยกลักษณะองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมในความต่าง ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อสามารถนำรูปแบบของลักษณะ ลิ้ม จัดองค์ประกอบด้านปัจจัยที่ต่างกันถึงรูปแบบลักษณะของลิ้ม สร้างแบบจำลองโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม Dialux 4.12 เป็นเครื่องมือหลัก ต่อการทดสอบแสดงผลค่าปริมาณแสงธรรมชาติ ให้ได้มาด้วยผลการเปรียบเทียบ โดยพิจารณา รูปแบบจำแนกได้เป็น 3 ประเด็นสำคัญ คือ แพนผังพื้นที่อาคาร รูปทรงช่องเปิด และองค์ประกอบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมอื่นๆ ผู้ศึกษาจึงเสนอแบบแปลนรูปแบบลักษณะของลิ้ม เพื่อใช้สำหรับทดสอบปริมาณแสงธรรมชาติ ให้ทราบผลค่าเฉลี่ยปริมาณความสว่าง Illuminance (lux) ดังนี้

ลิโประหรือลิโง แบบไม่มีเสารับปีกนก ลิโง วัดโพธิ์พัฒนาราม บ้านสูงเนิน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์	แบบมีเสารับปีกนก ลิโง วัดโพธิ์ชัย บ้านโนน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์	แบบไม่มีเสารับปีกนก ลิโง วัดจักรวาลภูมิพิณัง บ้านหนองพุ่มน่าน อ.อาจสามารถ จ.ร้อยเอ็ด	ลิโงหรือลิโงแบบก่อนนั่งทั้งทั้ง 4 ด้าน แบบมีเสารับปีกนก ลิโง วัดทุ่งแคนคา บ้านเมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด	ลิโงที่ลอกเลียนเมืองหลวงอุบลราชธานี ตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย
แบบสถาปัตยกรรม ที่มา : วิจัย ศิริวิ. (2536)	แบบสถาปัตยกรรม ที่มา : ศุภโชค สมนิไชย. (2561)	แบบสถาปัตยกรรม ที่มา : ศุภโชค สมนิไชย. (2561)	แบบสถาปัตยกรรม ที่มา : ศุภโชค สมนิไชย. (2561)	แบบสถาปัตยกรรม ที่มา : ศุภโชค สมนิไชย. (2561).

ความสัมพันธ์พื้นที่ภายในทางสถาปัตยกรรมต่อทฤษฎีการประเมินแสงธรรมชาติ

ในคำอธิบายผลมุ่งเน้นการศึกษาทฤษฎีแสงธรรมชาติและ การประเมินแสงธรรมชาติ เนื้อหาอ้างอิงจาก ทฤษฎีของต่างประเทศเป็นหลัก ซึ่งทฤษฎีนั้นแสดงผลที่แสดงปริมาณแสงธรรมชาติ David Egan. (2002). มีคำอธิบายใน ความต่างทางด้านปัจจัยที่ใช้การประเมินแสงธรรมชาติ ทฤษฎีการประเมินแสงธรรมชาติจาก Architectural Lighting พบว่าการโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์ สภาพท้องฟ้า ทิศทาง และโครงสร้างภายนอกของอาคาร เหล่านี้มีผลต่อปริมาณ ความสว่างภายในอาคาร การประเมินแสงธรรมชาติส่วนใหญ่อธิบายผลเป็น กราฟเส้นแสดงระดับของปริมาณความ สว่างในตัวแปรและกรณีศึกษาที่ต่างกัน ซึ่งในการศึกษาการประเมินแสงธรรมชาติของต่างประเทศ จะให้ความสนใจ เกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณความสว่างภายนอกและภายในอาคาร เช่น รูปแบบของช่องเปิด ความสูงต่ำรูปแบบ ของฝ้าเพดาน และการออกแบบผังพื้นที่ต่อภูมิศาสตร์ ที่ตั้ง สภาพท้องฟ้าในแต่ละฤดูกาล



ภาพที่ 1: ปัจจัยที่ส่งผลต่อแสงธรรมชาติที่มีผลต่อปริมาณแสงสว่างภายในอาคาร

ที่มา : David Egan. (2002).

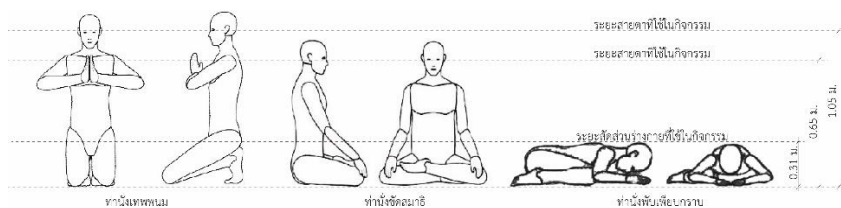
ศึกษาคุณภาพและปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาพื้นที่อาคาร กำหนดตัวแปรในการทดสอบกำหนดตัวแปร สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน Partly Cloudy Sky ซึ่งเป็นท้องฟ้าที่พบบ่อยที่สุดในประเทศไทย สุรพงษ์ จิระ รัตนานนท์. (2553) ในตัวแปร 1 วันที่สำคัญ จาก 4 วันสำคัญต่อประเพณีการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์คือ วันที่ 21 มีนาคม ทั้งนี้จึงเป็นเหตุผลเพราะจากข้อมูลเกี่ยวกับความเคร่งครัด จาริต ฮิตสิบสอง และพื้นที่ สังฆกรรม ในการใช้พื้นที่ ในกิจกรรมประเพณี ฮิตสิบสองนั้นมีความสัมพันธ์กับลม อีกทั้งจากการศึกษาภาคสนาม พบว่า ลมในเขตพื้นที่ภาคอีสาน ส่วนใหญ่ จะหันหน้าของทางเข้าไปยัง ทิศตะวันออก เหล่านี้จึงปัจจัย ตัวแปรที่ต่างกันมากำหนดทิศทดสอบของ การศึกษาเปรียบเทียบในครั้งนี้

คำอธิบายของ O' Connor, Lee et al. (1997) เกี่ยวกับผลปริมาณแสงธรรมชาติที่แสดงด้วยกฎอย่างง่ายที่สามารถกำหนดระยะที่แสงธรรมชาติจะให้ระดับความส่องสว่างเพียงพอกับการใช้งานคือ การใช้ระยะความสูงของ หน้าต่างเพื่อตรวจสอบพื้นที่แสงธรรมชาติจากหน้าต่าง เมื่อให้ความสูงของหน้าต่างเป็น h ระยะพื้นที่ทำงานที่ผู้ใช้ อาคารจะใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติคือ $1.5h$ และเมื่อหน้าต่างมีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสง Light shelf ระยะทาง จะเพิ่มขึ้นเป็น $2h$ ในข้อควรทราบคือ กฎนี้ใช้ประเมินโดยการสมมติว่าไม่มีสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่อยู่ภายนอกอาคาร กระงกที่ใช้เป็นกระงกใส และวงกบล่างของหน้าต่างไม่สูงเกินกว่าระนาบทำงาน Working plane ดังนั้นถ้าระดับฝ้า

เพดานปกติอยู่ที่ 2.40 เมตรและความสูงหน้าต่างอยู่ที่ระดับเดียวกันกับระดับฝ้าเพดานระยะที่แสงธรรมชาติจะให้ความส่องสว่างได้อย่างเพียงพอคือ ที่ประมาณ 3.6 – 4.8 เมตร จากหน้าต่าง สมมติฐานเบื้องต้นในการใช้กฎระยะวัดผลที่สนใจคือ ระยะทาง 1.5 หรือ 2 ความสูงของหน้าต่างเพียงอาจไม่เหมาะสมกับอาคารในประเทศไทย เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางภายนอกเพื่อป้องกันแสงแดดเข้าสู่ภายในอาคารดังนั้นปริมาณแสงธรรมชาติที่สามารถเข้าสู่อาคารจะลดลงตามพื้นที่ที่ท้องฟ้าที่ลดลงเช่นกัน ระยะทางที่เหมาะสมจะเหลือที่ประมาณ 1 เท่า จากหน้าต่าง ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2549) อธิบายปริมาณแสงธรรมชาติ ตรวจสอบระยะใช้แสงธรรมชาติ Daylight zone เป็นกฎอย่างง่าย นำมาประเมินแสงธรรมชาติแสดงระยะของระดับความส่องสว่างในพื้นที่นั้นๆ

ความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกาย ต่อกิจกรรม สังคมกรรม ในพื้นที่สัมพันธ์กับการประเมินแสงธรรมชาติ

หากพิจารณาข้อมูลที่น่าเสนอของ กุสุมา ธรรมธ ารง และคณะ. (2552) ในคำอธิบายเกี่ยวกับระยะการนั่งท่าที่ต่างกันในการประกอบกิจกรรมภายในพื้นที่ ประกอบสังกรรม พบประเด็จหนึ่งที่สอดคล้องเกี่ยวกับคำอธิบายของสมบัติ ประจัญศานต์. (2560) สืบถึงความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกายต่อกิจกรรมภายในพื้นที่ อุโบสถ ศาลา และกุฏิ ซึ่งตามพระวินัยได้บัญญัติ ให้กระทำปฏิบัติ สังกรรม อันเป็นกิจกรรม นั้นให้อยู่ในท่านั่งที่สงบ เคารพต่อพระพุทธรูปในความศรัทธาแทนด้วยองค์พระพุทธรูป หากแต่คำอธิบายจะสืบถึงสัดส่วนต่อพื้นที่กิจกรรมแล้ว ยังพบประเด็จที่น่าสนใจเกี่ยวกับระนาบทำงาน Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่างที่ต่างจาก คำอธิบาย David Egan. (2002) เกี่ยวกับผลปริมาณแสงธรรมชาติที่แสดงด้วยกฎอย่างง่าย ที่จะกำหนดการประเมินแสงธรรมชาติไว้ที่ระยะสูงจากราบที่พื้นในแนวตั้งถึงระนาบทำงาน Working plane ไว้ที่ 0.75 ม. จึงพบข้อสันนิษฐานเพื่อทราบถึงระยะที่อาจจะต่างกันสำหรับการสังเกตวิเคราะห์ ความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกายต่อกิจกรรม สังกรรม ในลักษณะเฉพาะตัวของพื้นที่ สัมพันธ์กับการประเมินแสงธรรมชาติ รวมถึงผลค่าปริมาณแสงสว่างที่ระยะระนาบทำงาน Working plane ที่สอดคล้องกับระยะการนั่งท่าที่ในความต่างสู่ความเหมาะสมที่เอื้อต่อกิจกรรม สังกรรม อาทิเช่น ท่านั่ง พับเพียบ ท่านั่งพับเพียบกราบ ท่านั่งขัดสมาธิ ท่านั่งเทพพนม ท่านั่งเทพพนมกราบ เป็นต้น จึงนำมาสู่ข้อเสนอดำเนินการรูปแบบท่านั่งในประเด็จที่น่าสนใจเกี่ยวกับระนาบทำงาน Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่าง เพื่อเป็นเหตุผลอธิบายวิเคราะห์ผลการศึกษาดังนี้



ภาพที่ 2: รูปแบบท่านั่งในประเด็จที่น่าสนใจเกี่ยวกับระนาบทำงาน Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่างใน ความต่าง

จากข้อเสนอดำเนินการรูปแบบท่านั่งในประเด็จที่น่าสนใจเกี่ยวกับระนาบทำงาน Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่าง จึงพบระนาบทำงาน Working plane ที่มีความเฉพาะตัวในความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกายระหว่างกิจกรรม

สังกรรม ในพื้นที่สัมพันธ์กับการประเมินแสงธรรมชาติ ที่ระยะสูงจากราบที่พื้นในแนวตั้งถึงระนาบทำงาน Working plane ไว้ที่ 1.05 ม. เพื่ออธิบายผลค่าปริมาณแสงสว่าง ต่อกิจกรรม สังกรรม ของพระสงฆ์

ผลการทดสอบ

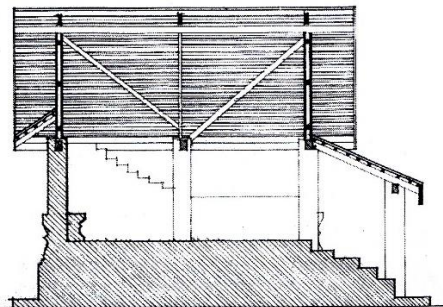
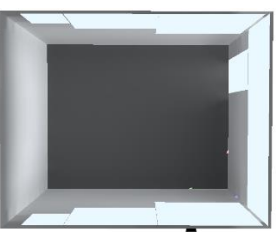
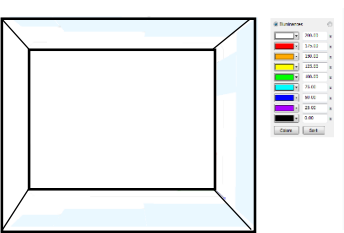
จึงเป็นเหตุผลโดยคำนึงถึงเกณฑ์ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมการส่องสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่าง ๆ โดยครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ภายในอาคาร เพื่อสร้างความเป็นมาตรฐานในการสื่อคำอธิบาย ผู้ศึกษาได้เขียนแสดงความเห็นว่า นำค่าปริมาณแสงสว่างตามคุณภาพ ตามการส่องสว่างจากข้อเสนอแนะจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงจากสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย พระดับความส่องสว่างภายในอาคารของประเทศไทยที่เหมาะสมกับพื้นที่กิจกรรมที่ต่างกันนั้น มาจากระดับบ่งชี้ให้ทราบถึงข้อมูลด้านคุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ซึ่งปัจจุบันพบการตรวจวัดอธิบายข้อมูลไว้ดังนี้ คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 100 lx พบผลค่าปริมาณแสงสว่างในพื้นที่ภายใน โบสถ์, สุเหร่า, วิหาร (church body), คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 300 lx พบผลค่าปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อ การอ่านหนังสือ (reading lighting) เก้าอี้, แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) และ คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 500 lxพบผลค่าปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อ เขียนอักษร, พิมพ์, อ่าน, จัดการข้อมูล, บริเวณอ่านหนังสือ (reading area, writing, typing, reading, processing) อย่างไรก็ตาม ในบทความนี้จึงสื่อมุ่งหมายให้ทราบถึงแนวทางต่อคำอธิบายของคุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร สถาปัตยกรรมประเพณี สิมอีสาน เป็นประเพณีสำคัญต่อวิถีดำรงชีวิตพื้นถิ่น เรียบง่ายอันสอดคล้องต่อกิจกรรมประเพณีพื้นถิ่น สังคมกรรม ของพระสงฆ์ หากแต่ไม่ได้หมายความว่า คุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคารจะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานด้านคุณภาพแสงสว่างแต่อย่างใด โดยจะพิจารณาอธิบายรายละเอียดปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อกิจกรรมได้กำหนดสีค่าปริมาณแสงสว่างจากผลทดสอบไว้ดังนี้

ตารางที่ 1: คำอธิบายรายละเอียดสีต่อค่าปริมาณแสงสว่างจากผลทดสอบปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อกิจกรรมที่ต่างกัน

กำหนดสีค่าปริมาณแสงสว่างจากผลทดสอบ (แหล่งข้อมูลอ้างอิงจาก : สัญลักษณ์ สีประมวลผลทดสอบปริมาณแสงสว่างจากโปรแกรม Dialux 4.12)		รายละเอียดปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมต่อกิจกรรม (แหล่งข้อมูลอ้างอิงจาก : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย)
 สีขาว	ปริมาณแสงสว่าง 200 lx	โถงพักรอ(lounge), ห้องเก็บเอกสารสำคัญ(archives), ชั้นวางหนังสือ(bookshelves) ห้องพักผ่อน (day rooms) ห้องพักรอ (waiting room)
 สีแดง	ปริมาณแสงสว่าง 175 lx	ทางลาด, เว็ระหว่างเสา(ramp, bay)และ งานประดับตกแต่งเสาผนังอาคาร
 สีส้ม	ปริมาณแสงสว่าง 150 lx	พื้นที่บริเวณ 1 ตารางเมตรต่อการทำกิจกรรมทางสายตา / พื้นที่บันไดเลื่อน, พื้นที่ลิฟท์(escalators, lifts)
 สีเหลือง	ปริมาณแสงสว่าง 125 lx	สายตาคนปกติมองเห็นแต่อาจไม่เพียงพอต่อการใช้สายตาในระยะเวลานานๆ
 สีเขียว	ปริมาณแสงสว่าง 100 lx	แสงสว่างทั่วไป(general lighting) สายตาคนปกติมองเห็น และ พื้นที่บริเวณสัญจรและทางเดิน(circulation areas and corridors)
 สีฟ้า	ปริมาณแสงสว่าง 75 lx	ทางเดิน, ผนังตกแต่ง, ทางลาดช่วงกลางคืน(night ramp)
 สีน้ำเงิน	ปริมาณแสงสว่าง 50 lx	ทางเดินช่วงกลางคืน(night corridor), ทางเดินช่วงกลางวัน(day corridor)

	สีม่วง	ปริมาณแสงสว่าง 5-25 lx	แสงช่วงกลางคืน, แสงสำหรับการสังเกตการณ์ (night lighting, observation lighting)
	สีดำ	ปริมาณแสงสว่าง 0 lx	สายตาคนปกติมองไม่เห็น

1. สิมโปร่งหรือสิมโถง (รูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน ยกเว้นด้านหน้า)
วัดโพธิ์พัฒนาราม บ้านสูงเนิน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์

 ที่มาภาพ : วิโรฒ ศรีสุโร. (2536). "สิมอีสาน." มูลนิธิโตโยต้า สนับสนุนการจัดทำและการพิมพ์.	
รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจากผลทดสอบ
 ทิศเหนือ	

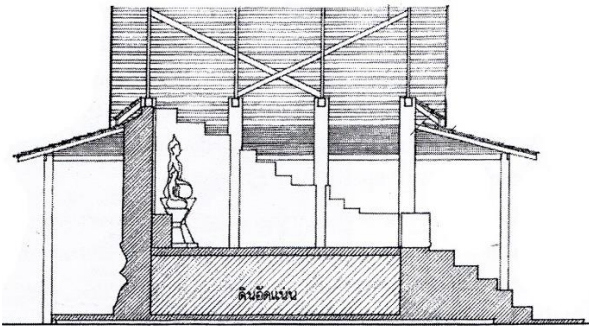
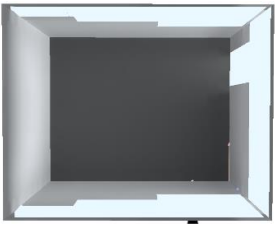
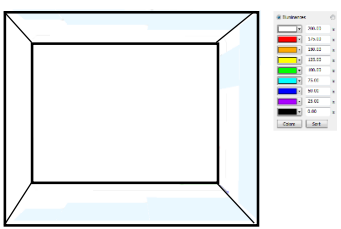
ภาพที่ 3: แบบแสดงความสว่างสิมวัดโพธิ์พัฒนาราม บ้านสูงเนิน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์

จากผลการทดสอบ สิมโปร่งหรือสิมโถง วัดโพธิ์พัฒนาราม บ้านสูงเนิน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์ นั้น ปริมาณความสว่างจะอยู่ในระดับ 75 lx – 200 lx เป็นต้นไป พิจารณาจากองค์ประกอบโครงสร้างสถาปัตยกรรมต่อพื้นที่ส่วนใหญ่ภายในอาคารแล้วพบว่าปริมาณความสว่างมีระดับเพียงพอสำหรับการประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ นั้นคุณภาพปริมาณแสงจะมีระดับในความเหมาะสม ในบริบทรวมกิจกรรมในค่าปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 100 lx ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลค่าปริมาณแสงสว่างในพื้นที่ภายใน โบสถ์, สุเหร่า, วิหาร (church body) และคุณภาพปริมาณแสงสว่างในพื้นที่อาคาร ที่ 300 lx ที่เหมาะสมต่อ กิจกรรมการอ่านหนังสือ (reading lighting) แก้อ้อ รวมถึงมีระดับความสว่างที่เพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพสำหรับ แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) ระยะ หากสังเกตต่อไปพบว่า ในความสัมพันธ์ต่อรูปแบบทำนั้งในประเพณีที่น่าสนใจเกี่ยวกับระนาบทำงาน

Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่างในความต่าง ยังคงมีปริมาณความสว่างมีระดับที่เพียงพอสำหรับการประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม อยู่ในผลทดสอบนี้

อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาในการกำหนดสภาพแวดล้อมอื่น ๆ กับการส่องสว่าง ในปัจจัยอื่น ๆ ร่วมกับ อาจพบข้อสันนิษฐานบางสิ่งที่ สื่อคำอธิบายเชื่อมโยงในข้อเสนออื่นเกี่ยวกับแสงสว่างในความศรัทธาต่อสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ หรือกิจกรรมประเพณีที่ต้องอาศัย แสงสว่างในช่วงวัน เป็นตัวกำหนด ช่วงเวลาประกอบพิธีกรรมแบบจารีตที่ยังคงอยู่

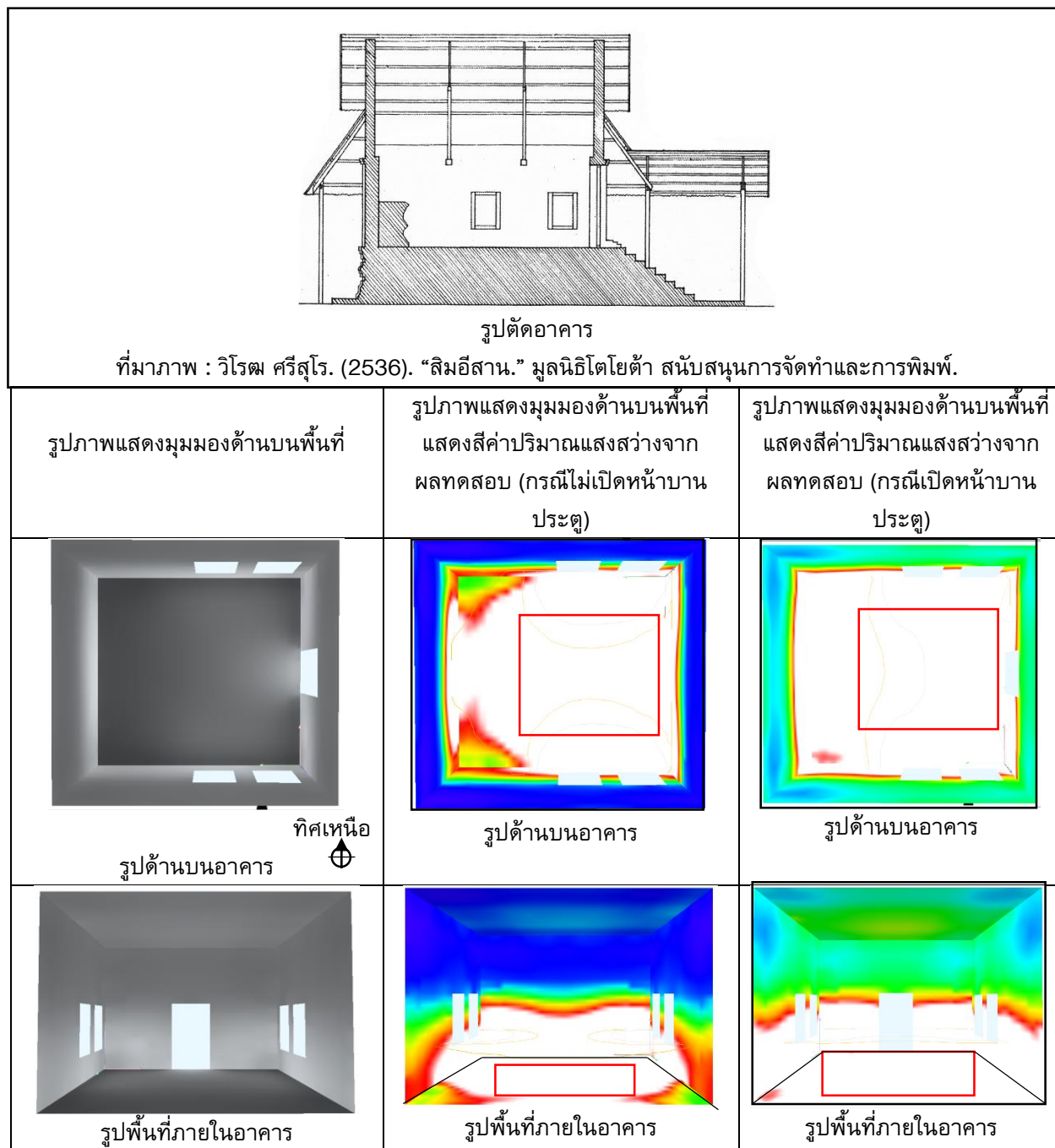
2. สิมโปร่งหรือสิมโถง (รูปแบบมีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน)
วัดโพธิ์ชัย บ้านโพน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์

 ที่มาภาพ : วิโรฒ ศรีสุโร. (2536). "สิมอีสาน." มูลนิธิโตโยต้า สนับสนุนการจัดทำและการพิมพ์.	
รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจากผลทดสอบ
 ทิศเหนือ	

ภาพที่ 4: แบบแสดงแสงสว่างสิมวัดโพธิ์ชัย บ้านโพน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์

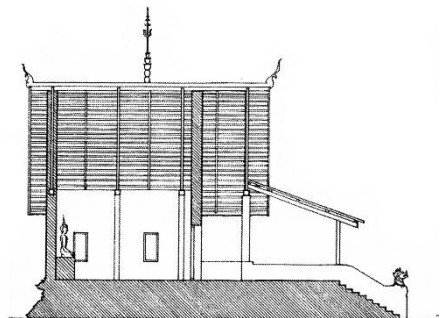
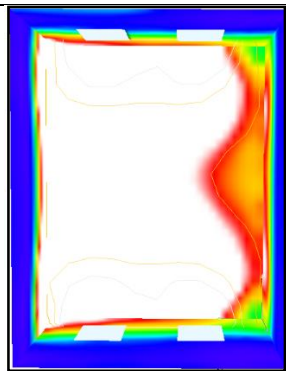
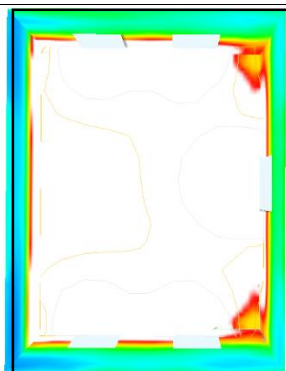
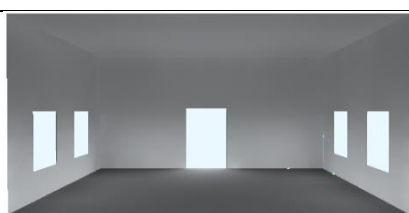
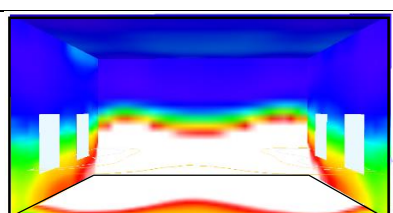
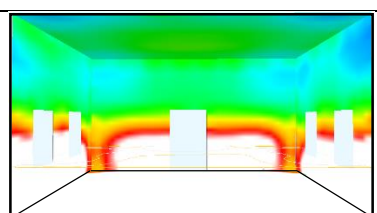
จากผลการทดสอบ พบว่าโครงสร้าง ส่วนองค์ประกอบโครงสร้างเครื่องมุง ปีกนกที่ยื่นออกมาโดยรอบสิม ไม่มีผลต่อปริมาณความสว่าง ที่ยังแสดงค่าในผลทดสอบ อธิบายผลว่ามีระดับเพียงพอสำหรับการประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม คล้ายคลึงกับสิมโปร่งหรือสิมโถง รูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน ยกเว้นด้านหน้า อาจเป็นเพราะโครงสร้างส่วนผนังข้างที่เปิดโล่งในส่วนบางตำแหน่ง ทำให้พื้นที่ภายในมีระดับปริมาณความสว่างใกล้เคียงกับส่วนพื้นที่อื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ สิมโปร่งวัดโพธิ์พัฒนาธรรม บ้านสูงเนิน อ.คำม่วง จ.กาฬสินธุ์ หากพิจารณารูปแบบของผนังของสิมโปร่งหรือสิมโถงจะพบว่ารูปแบบที่ก่อทรงจะเน้นจุดที่สำคัญ ในพื้นที่ใช้งานเป็นหลัก กล่าวคือผนังที่ก่อสูงในบางตำแหน่ง อาจจะคำนึงถึงพื้นที่ ปิดบังองค์พระพุทธรูปไว้ และอาจจะคำนึงถึงการบังสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น กระแสลม หรือทิศทางลมฝน ที่จะทำความเสียหายต่อองค์ประกอบภายใน ตำแหน่งจุดเคารพสำหรับ แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit)

3. สิมทึบหรือสิมแบบก่อผนังทึบทั้ง 4 ด้าน (รูปแบบมีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน)
วัดปทุมคงคา บ้านเมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด



ภาพที่ 5: แบบแสดงแสงสว่างวัดปทุมคงคา บ้านเมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด

4. สิมทึบหรือสิมแบบก่อผนังทึบทั้ง 4 ด้าน (รูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 3 ด้านยกเว้นด้านหน้า)
วัดจักรวาลภูมิพิณ บ้านหนองหมื่นถ่าน อ.อาจสามารถ จ.ร้อยเอ็ด

 รูปตัดอาคาร ที่มาภาพ : วิโรฒ ศรีสุโร. (2536). “สิมอีสาน.” มูลนิธิโตโยต้า สนับสนุนการจัดทำและการพิมพ์.		
รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่ แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจาก ผลทดสอบ (กรณีไม่เปิดหน้าบาน ประตู)	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่ แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจาก ผลทดสอบ (กรณีเปิดหน้าบาน ประตู)
 ทิศเหนือ รูปด้านบนอาคาร	 รูปด้านบนอาคาร	 รูปด้านบนอาคาร
 รูปพื้นที่ภายในอาคาร	 รูปพื้นที่ภายในอาคาร	 รูปพื้นที่ภายในอาคาร

ภาพที่ 6: แบบแสดงแสงสว่างสิมวัดจักรวาลภูมิพิณ บ้านหนองหมื่นถ่าน อ.อาจสามารถ จ.ร้อยเอ็ด

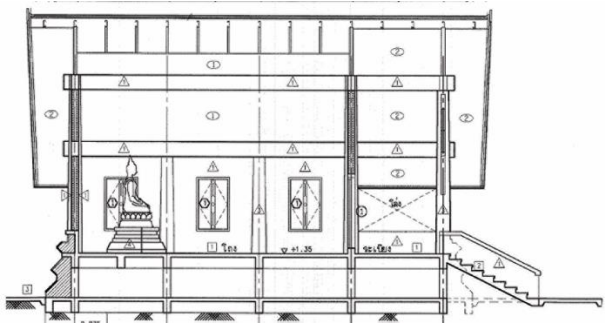
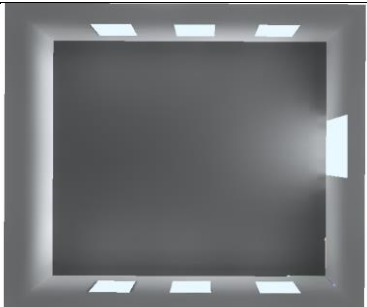
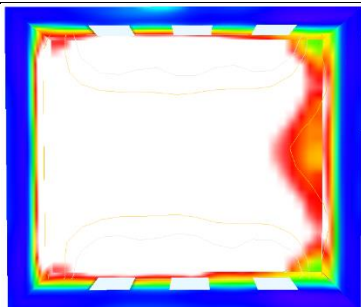
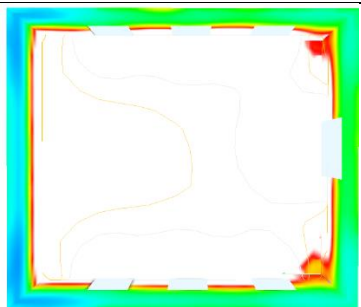
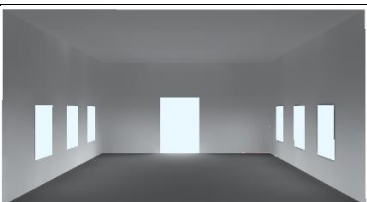
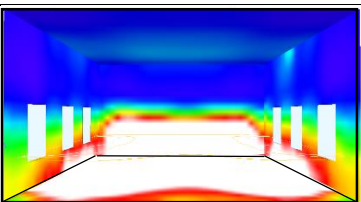
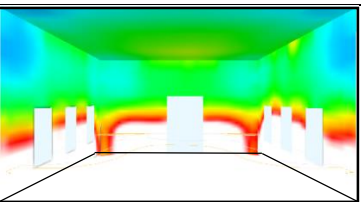
รูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 3 ด้าน ยกเว้นด้านหน้า ของลักษณะสิมทึบหรือสิมแบบก่อผนังทึบทั้ง 4 ด้าน อาจไม่พบความต่างเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบไม่มีหลังคาปีกนกยื่นรอบทั้ง 4 ด้าน เพราะผลการทดสอบแสดงถึงค่าปริมาณแสงสว่างใน

ครั้งนี้ ผลทดสอบยังคงมีระดับของค่าปริมาณแสงสว่างที่ 100 lx ถึง ระดับที่มากกว่า 300 lx ในตำแหน่งที่สำคัญต่อพื้นที่ประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม ของพระสงฆ์ ซึ่งเพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพสำหรับแท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) ผลการทดสอบค่าปริมาณแสงสว่าง พบความต่างของกรณีเปิดและไม่เปิดหน้าบานประตู ค่าปริมาณแสงสว่างจะแสดงผลต่อพื้นที่อย่างชัดเจน กล่าวคือในความสัมพันธ์ต่อรูปแบบทำนั้งในประเด็นที่น่าสนใจตรวจวัดเกี่ยวกับระนาบทำงาน Working plane ของสัดส่วนต่อการใช้ปริมาณแสงสว่างในความต่างนั้น ระดับคุณภาพปริมาณแสงสว่างมีความเหมาะสม ทั้งพื้นที่ระนาบทำงาน Working plane ที่ความสูงจากพื้นในแนวตั้งที่ 1.05 ม.แสดงผลค่าปริมาณแสงสว่าง 300 lx ที่เหมาะสมต่อ กิจกรรมการอ่านหนังสือ (reading lighting) และเพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพสำหรับ แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) หากกรณีไม่เปิดหน้าบานประตู ค่าปริมาณแสงสว่างก็ยังคงเพียงพอต่อการทำกิจกรรมดังกล่าวอยู่ และบางตำแหน่งพื้นที่เช่น พื้นที่บริเวณพื้น ในกรอบสีแดง แสดงผลค่าปริมาณความสว่างถึง 500 lx ซึ่งระดับเหมาะสมต่อ เขียนอักษร, พิมพ์, อ่าน, จัดการข้อมูล, บริเวณอ่านหนังสือ (reading area, writing, typing, reading, processing)

ปัจจัยในความสัมพันธ์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในสิมอีสานคือ ปริมาณจำนวน ช่องเปิดที่เท่ากัน ของ รูปแบบลักษณะ 5 ช่องเปิดของทั้ง 2 สิมนั้น พบคำอธิบายประเด็นหนึ่ง หากศึกษาในการทำพิธีกรรมประเพณีของสงฆ์ในพื้นที่สิม ส่วนใหญ่มักพบการปิดหน้าบานประตูอยู่เสมอเพื่อความสะดวกสิทธิ์พื้นที่สำคัญเฉพาะในช่วงเวลาหนึ่งของการประกอบกิจของพระสงฆ์ ผลการทดสอบค่าปริมาณแสงสว่าง พบความต่างของกรณีไม่เปิดหน้าบานประตู ผลคือปริมาณแสงสว่างบริเวณพื้นที่ในแนวตั้งที่พื้นที่โถงในอาคาร ค่าปริมาณแสงสว่างจะอยู่ในระดับ 100 lx ขึ้นไป เมื่อเทียบคุณภาพปริมาณแสงสว่างแสดงถึงความเหมาะสมใน แสงสว่างระดับทั่วไป (general lighting) ที่สายตาคนปกติมองเห็น และเพียงพอต่อพื้นที่บริเวณสัญจรและทางเดิน (circulation areas and corridors) แต่ไม่เพียงพอต่อระดับคุณภาพปริมาณแสงสว่างที่กำหนดไว้ ที่ 300lx เพื่อกิจกรรม ในความเหมาะสม สำหรับการอ่านหนังสือ (reading lighting) หรือแสงสว่างระดับในระดับการมองเห็น แก้ว, แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) ให้ชัดเจน เมื่อสังเกตต่อไปพบว่าระดับปริมาณแสงสว่าง ตั้งแต่บริเวณขอบด้านบนของช่องเปิดระดับปริมาณแสงสว่างจะแสดงผลค่าต่ำกว่า 50 lx ซึ่งแสดงถึงระดับของการมองเห็นในคนปกติที่ไม่ชัดเจน จึงพบคำอธิบายเกี่ยวกับภาพจิตรกรรมฝาผนัง ชูบแต้ม มักพบว่า สีที่ใช้วาดและองค์ประกอบเรื่องราวที่สำคัญของภาพชูบแต้มจะเน้นวาดบริเวณเหนือขอบช่องเปิด บานหน้าต่างขึ้นไปเสมอ ระยะการมองเห็นและระดับปริมาณแสงสว่างคงไม่เพียงพอต่อความเหมาะสมใน แสงสว่างระดับทั่วไป (general lighting) ที่สายตาคนปกติมองเห็น หากแต่เกิดเหตุผลสนับสนุนในผลดีที่ปริมาณแสงธรรมชาติ จะอยู่ในระดับสว่างมากเกินไปที่ 75 lx ในพื้นที่ต่อความเหมาะสมต่อ ผนังตกแต่ง ซึ่งอาจไม่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายด้านปัจจัยแวดล้อมสีกร่อนที่ส่งผลเร่งต่อ วัสดุของสี ที่ใช้ในการวาดภาพจิตรกรรมฝาผนัง ชูบแต้ม

เหล่านี้ในคำอธิบายจึงนำสู่การศึกษารูปแบบโดยใช้ อุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย เป็นตัวแทนในการศึกษา ทดสอบหาผลค่าปริมาณแสง ดังนี้

ลิ้มทีบหรือลิ้มแบบก่อผนังทีบทั้ง 4 ด้าน
 อุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

 รูปตัดอาคาร ที่มาภาพ : อุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย		
รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่ แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจาก ผลทดสอบ (กรณีไม่เปิดหน้าต่าง ประตู)	รูปภาพแสดงมุมมองด้านบนพื้นที่ แสดงสีค่าปริมาณแสงสว่างจาก ผลทดสอบ (กรณีเปิดหน้าต่าง ประตู)
 ทิศเหนือ รูปด้านบนอาคาร	 รูปด้านบนอาคาร	 รูปด้านบนอาคาร
 รูปพื้นที่ภายในอาคาร	 รูปพื้นที่ภายในอาคาร	 รูปพื้นที่ภายในอาคาร

ภาพที่ 6: แบบแสดงแสงสว่างอุโบสถร่วมสมัยตามแบบมาตรฐานภาคอีสาน กรมโยธาธิการและผังเมือง
 กระทรวงมหาดไทย

จากผลการทดสอบพบ พื้นโถ่งในอาคาร ค่าปริมาณแสงสว่างจะอยู่ในระดับ 100 lx ขึ้นไป เมื่อเทียบคุณภาพ ปริมาณแสงสว่างแสดงถึงความเหมาะสมใน แสงสว่างระดับทั่วไป(general lighting) หากสังเกตจะพบว่า ปริมาณ ช่องเปิด 6 ช่องเปิด (บานหน้าต่าง) 1 ช่องเปิด (บานประตู) รวมปรากฏช่องเปิดที่ 7 ช่องเปิด ระดับคุณภาพปริมาณแสงสว่างแสดงถึงความสม่ำเสมอในพื้นที่โถ่งโถ่ง อยู่ในระดับมีความเหมาะสมต่อค่าปริมาณแสงสว่างที่ 200 lx ถึง ระดับที่มากกว่า 300 lx ในตำแหน่งที่สำคัญต่อพื้นที่

ประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม ของพระสงฆ์ ซึ่งเพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพสำหรับ แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) จากผลการทดสอบค่าปริมาณแสงสว่างยังพบประเด็นที่น่าสนใจ กล่าวคือขนาดของช่องเปิดที่ใหญ่กว่าของแบบ ส่งผลให้ปริมาณแสงสว่างแสดงถึงการไม่ได้คำนึง พื้นที่แสงสว่างระดับในระดับการมองเห็น แก้วอี, แท่นบูชา, ธรรมาสน์ (chair, altar, pulpit) หรือคำนึงในความสำคัญต่อระดับของพื้นที่ฐานชุกชี พื้นที่ตั้งพระพุทธรูป พื้นที่ตั้งโต๊ะหมู่บูชา เครื่องบูชา ธรรมาสน์เตียงพระปาติโมกข์พื้นที่สำหรับฆราวาส และหากยังไม่ได้คำนึงถึงรูปแบบการจัดผังการนั่งของภิกษุ ตามธรรมเนียมนิยมที่ยึดถือ สมณศักดิ์

สรุปผลการศึกษา

เนื่องจากวัตถุประสงค์การศึกษามุ่งเน้นในความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในสิมอีสาน เป็นสำคัญ ในคำอธิบายดังกล่าวจึงแสดงข้อมูลหลักฐานทางกายภาพ ที่มีความสำคัญให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่อการทำกรรมกิจกรรมของพระสงฆ์ พิธีสังฆกรรมในสิม ต่อความเคร่งครัด จารีต ฮิตสิบสอง และพื้นที่สังฆกรรม ตามพุทธบัญญัติ ในความสัมพันธ์ภายในพื้นที่ความสัมพันธ์สัดส่วนร่างกาย ต่อกิจกรรม สังฆกรรม รวมถึงความสัมพันธ์ที่ภายในทางสถาปัตยกรรมต่อทฤษฎีการประเมินแสงธรรมชาติ ปัจจัยอิทธิพลด้านรูปแบบลักษณะจากภายนอกสถาปัตยกรรมประเพณีสิมอีสาน อาจส่งผลในการก่อรูปใหม่ ที่พบการละทิ้งความสำคัญต่อพื้นที่สำคัญในตำแหน่งที่สำคัญต่อพื้นที่ประกอบพิธีประเพณี สังฆกรรม ของพระสงฆ์ ซึ่งเพียงพอต่อการมองเห็นในการรับรู้ถึงตำแหน่งจุดเคารพ

อย่างไรก็ตาม รูปแบบลักษณะของสิมที่บ่งบอกหนึ่งพื้นที่ทั้ง 4 ด้าน หรือสิมโปร่ง ในความกลายเปลี่ยนเพิ่มเติมเครื่องมือ หากจะยังคงดำรงอยู่และพบเห็นในปัจจุบัน แต่ในบางแห่งพบการปรับรูปแบบ ลักษณะของโครงสร้างภายในพื้นที่ หากแต่ไม่ได้คำนึงถึง ระดับคุณภาพปริมาณแสงสว่างมีความเหมาะสมต่อกิจกรรมในยุคสมัยร่วม สังคมที่วิวัฒนาการกลายเปลี่ยนไปตาม วิถีชีวิตในค่านิยมความสะดวก กระชับด้วยเวลาประกอบพิธีประเพณีต่างจากความดั้งเดิม ลักษณะรูปแบบโครงสร้างหลังคาในวัสดุ การประณีตของภูมิปัญญาเชิงช่างพื้นถิ่น และระยะเครื่องมือส่งผลต่อกิจกรรมที่อื่นโดยรอบเพื่อวัตถุประสงค์บางสิ่ง ที่ไม่สอดคล้องต่อรูปลักษณะของสถาปัตยกรรมประเพณีสิมอีสาน อาจถูกสร้างขึ้นจากการก่อรูปเพื่อรักษาให้โครงสร้างของอาคารได้รับผลกระทบจาก สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ หรือเพียงเพราะปกปิดความเป็นพื้นที่ส่วนประกอบพิธีประเพณี ที่สำคัญของพระสงฆ์ต่อความสงบ เรียบง่ายเฉพาะตนในวิถีดำรงของชุมชนพื้นถิ่น

เอกสารอ้างอิง

- จารุบุตร เรืองสุวรรณ. (2521). “ชนบธรรมเนียมประเพณีระบอบการปกครองของชาวอีสานสมัยเก่า.” เอกสารสัมมนาประวัติศาสตร์อีสาน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- วิโรฒ ศรีสุโร. (2530). “สมณะสถาปัตยกรรม.” มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธิตี เสงี่ยม, (2530). “สถาปัตยกรรมในอีสานการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง เอกลักษณะสถาปัตยกรรมอีสาน.” สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สุวิทย์ จิระมณี. (2533). “ลิมพื้นที่อีสานตอนกลาง.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิโรฒ ศรีสุโร. (2536). “ลิมอีสาน.” มูลนิธิโตโยต้า สนับสนุนการจัดทำและการพิมพ์.
- กฎกระทรวงฉบับที่ 55. (2543). “พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. หมวดที่ 1 ลักษณะอาคาร.”
- ธวัช ปุณโณทก. (2547). “จารีตประเพณีที่ชาวอีสานได้สืบทอดต่อกันมานั้นเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอันทรงคุณค่า” กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ธวัช ปุณโณทก. (2547). “วรรณกรรมอีสาน.” กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมชาย นิลอาธิ. (2539). “ฮัตถิลองและคองสิบลี.” วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, หน้า:15-21.
- ตึก แสนบุญ. (2549). “ลิมพื้นที่บ้านอีสาน ณ วัดบ้านยางช้า อำนาจเจริญ ศิลปะงานช่างเพื่อชีวิต ความพอเพียงในวิถีแห่งตน. ศิลปวัฒนธรรม: ปีที่ 28, ฉบับที่ 2 (ธ.ค. 2549) : หน้า 52-53.
- ชวลิต อธิปัตย์กุล. (2552). “ความสัมพันธ์เชิงช่างพื้นถิ่นด้วยประติมากรรม ลิมแบบพื้นถิ่นในอีสาน” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) . มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- สุพงษ์ จิระรัตนนนท์. (2553). “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำเสนอธรรมชาติ ด้านช่างมาใช้ในอาคาร”. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพบัตย์ ภูชิสส์ขรณ์. (2554). “จากวาทกรรมถึงบทวิเคราะห์ : แผนผัง ที่ว่าง รูปด้าน รูปทรง และการดำรงอยู่” หน้า 1, 2554 : หน้า 189-214.
- ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2555). “แสงสว่างในสถาปัตยกรรม.” สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันอาคารเขียวไทย. (2555). “คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้าง อาคารและปรับปรุงโครงการใหม่.” สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2555). “ความรู้อุตุนิยมวิทยา”กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรุงเทพฯ.
- ตึก แสนบุญ. (2560). “ลิมอีสานในยุคก่อนการเปลี่ยนแปลงการปกครอง 2475. ศิลปวัฒนธรรม” , มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ชวลิต อธิปัตย์กุล. (2560). “สิ่งก่อสร้าง ลิม วิหาร ความสัมพันธ์จากเมืองด่านซ้าย นาแห้ว จังหวัดเลย ถึงเมืองบ่อเตนในประเทศ ลาว” มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- Moore, F. (2008). Concept and Practice of Architectural Daylighting. New York: Van Nostrand Reinhold.

IESNA. (2003). IESNA ED-150-02, Intermediate Level Lighting Course. New York, Illuminating Engineering

Society of North America.

Egan, David M. and Olgyay, Victor W. (2002). Architectural lighting. 2nd ed. New York: McGraw Hill.

Lechner, N. (2001). Heating Cooling Lighting. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

CIBSE Lighting Guide 10. (1999). Daylighting and Window design. ISBN 0-900953-98-5. CIBSE.

O'Connor, J., E. Lee, et al. (1997). Tips for Daylighting with Windows: The Integrated Approach. Berkeley, Lawrence Berkeley National Laboratory.

การพัฒนาแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงเพื่อเป็นผนังตกแต่งภายในอาคาร

วนรัตน์ กรอิสานกุล^{1*} นวลวรรณ ทวยเจริญ² และ สุญาดา โสธร³

^{1*3} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

e-mail: kwanarat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงเพื่อใช้เป็นวัสดุผนังภายในอาคาร ด้วยกระบวนการอัดร้อนโดยใช้ชิ้นส่วนแกนกัญชงที่มีขนาดต่างกัน 2 ขนาดและตัวประสานที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) กาวยูเรีย ฟอรัลดีไฮด์ 2) กาวไรสารฟอรัลดีไฮด์หรืออีซีไร 3) เซลแลคจากครึ่ง อัดขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้ปาร์ติเกิลขนาด 400 x 400 มิลลิเมตร ความหนา 20 มิลลิเมตร นำชิ้นงานทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ มอก. 876 – 2547 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพพบว่า แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงจากตัวประสานทั้ง 3 ชนิด มีค่าความหนาแน่นและความชื้นอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลพบว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงโดยใช้ครึ่งเป็นวัสดุประสานมีคุณสมบัติเชิงกลผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแผ่นขึ้นไม้อัดมากที่สุด แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิดมีคุณสมบัติเป็นวัสดุทนความร้อนได้ตามเกณฑ์จนทนทั่วไป มีค่าการนำความร้อนที่ 0.044 W/mK และ 0.0919 W/mK และ 0.941 W/mK ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไม้อัดกัญชง, ไม้ปาร์ติเกิล, แผ่นผนังตกแต่งภายใน

Abstract

This research is focused on the study of how to develop interior wall panel from hemp woody core. Three types of adhesives; Urea-formaldehyde adhesive (UF), Isocyanate-based adhesive (E-Zero) and Shellac (lac) were mixed with hemp material to create sample hemp boards using hydraulic hot press machine. The physical and mechanical properties of the panels: density, moisture content, percentage of swelling, modulus of rupture and elasticity, and internal bond strength were determined according to the specifications of Thai Industrial Standard (TIS) 876 – 2547) Then, thermal insulation properties of the boards were tested. Results indicated that hemp board with shellac adhesive meet most of the requirements as per Thailand industrial Standard specification. Some of the properties i.e. density, moisture content, and internal bond of hemp boards with all three types of adhesives were found higher than the required value of Thailand Standard specification (876 – 2547). Test results on thermal and physical properties showed that the hemp boards with UF and E-Zero binding exhibited a considerably good thermal insulation.

Keywords: Hemp board, Particle board, Interior wall panel

1. บทนำ

กัญชง (Hemp) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของโลกเนื่องจากเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย มีการปลูกเพื่อใช้ทำเส้นใยและสกัดเป็นยารักษาโรค ปัจจุบันกัญชงได้ถูกนำมาแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมาก เส้นใยของกัญชงเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความยืดหยุ่นสูง แข็งแรงและทนทาน สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเส้นใยได้กว่า 5,000 ชนิด และยังสามารถใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก เช่น ผลิตเป็นเยื่อกระดาษ เป็นส่วนผสมของดินระเบิดอัดเป็นลื้อกระเพาะ พัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้าง แผ่นฉนวนกันความร้อน กันเสียง เป็นส่วนผสมของคอนกรีตและแผ่นผนัง นอกจากนี้กัญชงยังมีคุณสมบัติทางยาสามารถใช้เป็นวัสดุดิบในอุตสาหกรรมอาหารและยารวมถึงเครื่องสำอางค์ ในเมล็ดกัญชงยังมีน้ำมันสูงถึง 30% สามารถใช้ได้ทั้งเป็นอาหารและน้ำมันเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามองค์ประกอบทางธรรมชาติของกัญชงที่มีคุณสมบัติเป็นสารเสพติด ทำให้หลายๆประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการปลูกกัญชงทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม ประโยชน์ที่หลากหลายและมูลค่าทางเศรษฐกิจของกัญชงทำให้รัฐบาลไทยเล็งเห็นความสำคัญของการส่งเสริมให้กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจทดแทนพืชที่ให้ผลตอบแทนต่ำกว่า จึงมีนโยบายที่จะอนุญาตการปลูกกัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจ รวมถึงส่งเสริมให้นำกัญชงมาใช้ในการกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตให้สูงขึ้น จึงคาดว่าจะมีปริมาณแกนต้นกัญชงที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเส้นใยจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างได้ การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำเศษวัสดุจากลำต้นและเส้นใยของกัญชงมาผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ [1, 2, 3, 4] และยังพบว่าวัสดุอาคารจากเส้นใยและลำต้นกัญชงมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนและดูดซับเสียง [5, 6] การศึกษาวิจัยกัญชงของมหาวิทยาลัยบริติชโคลัมเบียในประเทศแคนาดาอย่างต่อเนื่องนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่ากัญชงและแฟลกซ์ (Flax) ที่เป็นพืชเส้นใยที่สำคัญกลายเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตไม้ปาร์ติเกิลในอนาคตทั้งในประเทศแคนาดาเองและในประเทศยุโรป [7]

นอกจากเศษวัสดุจากไม้หรือวัสดุธรรมชาติอื่นๆที่เป็นองค์ประกอบหลักของไม้อัดแล้ว ตัวประสานหรือกาวเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตไม้อัดและไม้ปาร์ติเกิล โดยมีสัดส่วนไม่น้อยกว่า 32% ของต้นทุนการผลิต ชนิดของตัวประสานยังมีผลกระทบต่อคุณภาพของไม้อีกด้วย [8] ตัวประสานหลายชนิดได้ถูกนำมาใช้กระบวนการผลิตไม้อัดประเภทต่างๆ เพื่อให้ได้แผ่นไม้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อลักษณะการใช้งานไม่ว่าจะเป็นภายในหรือภายนอกอาคาร โดยเฉพาะคุณสมบัติในการตอบสนองต่อความชื้นและอุณหภูมิ ตัวประสานหรือกาวที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มที่มีฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (UF) ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (PF) และ เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (MF) เนื่องจากราคาไม่แพงและมีประสิทธิภาพในการทำไม้อัดมีความแข็งแรง รับแรงเฉือนและต้านทานแรงกดได้ดี ข้อจำกัดสำคัญของไม้อัดที่ใช้กาวกลุ่มฟอร์มาลดีไฮด์คือการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะเมื่อมีการนำวัสดุทดแทนไม้ดังกล่าวไปใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารหรือผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์ จึงมีการนำกาวสังเคราะห์ชนิดอื่น เช่น กาวไอโซไซยาเนต (Isocyanate adhesive) ยิปซัม (Gypsum) แมกนีเซีย (Magnesia) มาใช้ทดแทนโดยเฉพาะไอโซไซยาเนตที่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไม้อัดและวัสดุทดแทนไม้มากขึ้นเนื่องจากมีคุณสมบัติทำให้ไม้มีความแข็งแรงทนทานและไม่มีสารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นส่วนประกอบ [9] ข้อจำกัดสำคัญของกาวไอโซไซยาเนตคือมีราคาแพงกว่ากาวในกลุ่มยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ทำให้มีต้นทุนการผลิตไม้อัดที่สูงกว่า นอกจากนี้ยังมีการนำวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเป็นตัวประสานที่ดีมาใช้ทดแทนกาวที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี เช่น ลิกนิน แทนิน น้ำมันมะม่วงหิมพานต์ น้ำมันพาราที่เป็นโพลีเมอร์ธรรมชาติที่ได้จากพืช และโคโคซานที่เป็นโพลีเมอร์ธรรมชาติจำพวกโพลีเอมีน ที่พบมากในเปลือกหรือกระดองของสัตว์จำพวกกุ้ง-ปู [10,11] รวมทั้งเซลแล็ค (shellac) ที่เป็นสารที่ได้จากครั่งและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างและเฟอร์นิเจอร์ [12] ครั้ง

มีคุณสมบัติที่หลากหลาย เช่น การซึมผ่านไอน้ำต่ำ สามารถนำมาป้องกันความชื้น จึงนำมาเคลือบเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าต่ำ ประมาณ 0.24 วัตต์ต่อองศาเซลเซียส ทำให้มีความเป็นฉนวนที่ดี ในปัจจุบันความต้องการวัสดุก่อสร้างอาคารและวัสดุทดแทนไม้ที่เป็นมิตรสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่อง ทำให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุทดแทนไม้ที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเป็นวัสดุก่อสร้างอาคารและมีปริมาณวัตถุดิบเพียงพอต่อการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้ตัวประสานหรือกาวที่มีความปลอดภัยทั้งจากการสังเคราะห์ทางเคมีและกาวจากวัสดุธรรมชาติ (Bio-adhesives) การวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษากระบวนการผลิตแผ่นไม้อัดจากแกนต้นกล้วย โดยนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนชั้นไม้หรือเศษไม้ในการผลิตแผ่นไม้ปาร์ติเกิลที่สามารถพัฒนาเป็นแผ่นผนังตกแต่งภายในอาคารได้ โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณสมบัติของไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกล้วยให้ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมและใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ตัวประสานจากธรรมชาติหรือสารประกอบทางเคมีที่ลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้บริโภค

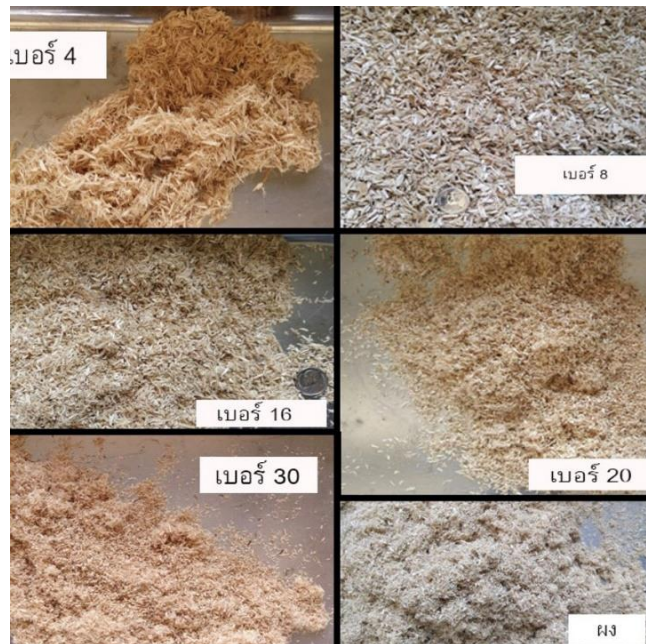
2. ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) ให้อธิบายวัตถุประสงค์ เครื่องมือ และวิธีการวิจัย บอกรายละเอียดการศึกษา การวิเคราะห์ และการดำเนินการที่กระชับและชัดเจน

ดำเนินการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยออกแบบการทดลองเพื่อผลิตแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกล้วย การจัดการทดลองใช้แกนต้นกล้วยที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตเส้นใยกล้วยเป็นวัสดุหลัก โดยใช้ตัวประสานที่ต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (UF) ตัวประสานจากครั่ง (Shellac) และกาวอีซีไอ (Isocyanate) ที่ไม่มีฟอร์มัลดีไฮด์ (non - formaldehyde resins) เมื่อได้แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกล้วยแล้วจึงทำการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรมโดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

2.1 การเตรียมแกนกล้วย

การเตรียมชิ้นส่วนแกนกล้วยจะต้องบดให้มีขนาดตามที่ต้องการ ก่อนการบดจะนำวัตถุดิบแกนกล้วยไปตากแดดให้แห้งเพื่อไล่ความชื้นและแมลงที่ติดอยู่ออก เนื่องจากแกนกล้วยมีลักษณะช่องรูพรุน ทำให้มีการพองตัวและมีความสามารถในการดูดความชื้นได้ง่าย หากเก็บไว้เป็นเวลานานทำให้เกิดการดูดความชื้นจากอากาศภายนอกเข้ามาส่งผลทำให้แกนกล้วยเกิดความชื้นสูงหรืออาจเป็นเชื้อรา ทดลองคัดแยกแกนกล้วยด้วยตระแกรงคัดแยกด้วยมือ เพื่อคัดเลือกขนาดตระแกรงที่เหมาะสมก่อนนำไปเข้าเครื่องคัดแยก ทำให้สามารถคัดเลือกขนาดตระแกรงที่ใช้ในการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม ในขั้นตอนนี้ สามารถคัดแยกขนาดจากการใช้ตระแกรง ร่อนได้ขนาดเศษแกนกล้วย ตั้งแต่ เบอร์ 1, เบอร์ 3/8 ,เบอร์ ¾ ,เบอร์ 4 ,เบอร์ 8, เบอร์ 16, เบอร์ 20, เบอร์ 30 และขนาดที่ละเอียดกว่าเบอร์ 30 ที่มีลักษณะเป็นฝุ่นผง ทำการบดแกนกล้วยให้มีขนาดที่เหมาะสมต่อการนำไปเป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปไม้ปาร์ติเกิล โดยใช้เครื่องย่อย SEMCO ขนาด 10 แรงม้า จะทำให้ได้ชิ้นส่วนแกนกล้วยที่สามารถผ่านช่องตะแกรงขนาด 2x2 มิลลิเมตร(เบอร์ 16) ขนาด 1x1 มิลลิเมตร (เบอร์ 20) และขนาด 0.5x0.5 มิลลิเมตร (เบอร์ 30) ในปริมาณมากตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องคัดแยกขนาด (Sieve Analysis) 2 ขนาด ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เครื่องคัดแยกขนาดใหญ่ คือ เครื่องคัดแยก Humbold รุ่น 7300 H 4295 สามารถตักปริมาณของเศษกล้วย ได้ครั้งละ 250 กรัม ใช้เวลาในการเขย่าเพื่อคัดแยกครั้งละ 3 นาที ส่วนเครื่องคัดแยกขนาดขนาดเล็กนั้นใช้เมื่อต้องการขนาดเบอร์ 20 เบอร์ 30 หรือขนาดที่มีลักษณะเป็นผง หรือถ้าต้องการความละเอียดของเศษกล้วยก็สามารถใช้เครื่องนี้ในการคัดแยกได้ ดังแสดงในภาพที่ 1 ระยะเวลาในการเขย่าเพื่อคัดแยกใช้เวลาครั้งละ 3 นาที นำชิ้นส่วนแกนกล้วยที่ผ่านการคัดแยกบรรจุใส่ถุงกระสอบตามปริมาณที่กำหนดในการขึ้นรูปแผ่นไม้ในลำดับถัดไป



ภาพที่ 1 การบดแกนกัญชงและคัดแยกขนาดแกนกัญชงโดยใช้เครื่องคัดแยกขนาดเล็ก

2.2 การเตรียมส่วนผสมไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชง

เตรียมส่วนผสมเพื่อทำการอัดแผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชง โดยนำชิ้นส่วนของแกนกัญชงที่ผ่านการบดและคัดขนาด มาผสมกับตัวประสานทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (UF) ตัวประสานจากครั่ง (Shellac) และกาวอีซีไว (Isocyanate) โดยจัดการทดลองออกเป็น 3 ชุด คือ 1) ตัวประสานกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 13 % และตัวทำละลาย 1% 2) ตัวประสานจากครั่ง 26 % และตัวทำละลายคือ แอลกอฮอล์บริสุทธ์ 1 % และ 3) ตัวประสานกาว อีซีไว 20% และตัวเร่งแข็ง 1% โดยการขึ้นรูปไม้อัดแต่ละชุด จะทำการขึ้นรูปโดยใช้ขนาดแกนกัญชงเบอร์ 16 ที่เป็นชิ้นส่วนแกนกัญชงที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2x2 มิลลิเมตร จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า เป็นขนาดที่มีความเหมาะสมในการขึ้นรูปไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชง การขึ้นรูปแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงมีปัจจัยควบคุม ดังนี้

- ความหนาแน่นของแผ่นผนัง 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ขนาดของแผ่นผนัง 400x400x20 มิลลิเมตร
- ความชื้นกัญชงก่อนผสมกาว ร้อยละ 5
- แรงดันในการอัด
- ระยะเวลาในการอัดร้อน 12-15 นาที

2.3 การดำเนินการอัดร้อนแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชง

1) ผสมเศษแกนกัญชงที่เตรียมไว้กับตัวประสานทั้ง 3 ชนิดตามสัดส่วนที่กำหนด โดยผสมผ่านเครื่องผสมกาวและใช้เครื่องพ่นกาว พ่นจากซ้ายไปขวา จนกว่าปริมาณกาวตามที่กำหนดไว้หมด จากนั้นนำเศษแกนกัญชงที่ผสมกาวแล้วมาขึ้นรูปเป็นแผ่นให้ได้ขนาด 400x400 มิลลิเมตร โดยค่อยๆ ใช้มือโรยให้ได้แนวระนาบไม่ควรเท เพราะจะทำให้การอัดแผ่นไม้สม่าเสมอ จากนั้นทำการยกแผ่นขึ้นรูปออก โดยทั้ง 2 ด้านของการขึ้นรูปแผ่นนั้นจะมีแผ่นหลักที่มีความหนา 20 มิลลิเมตร วางขนานไว้ด้านข้างเพื่อเป็นการกำหนดขนาดของแผ่นทำการอัดร้อนด้วยเครื่องอัดร้อน กำหนดแรงดัน อุณหภูมิและเวลา โดยกำหนดเวลาที่ 12 นาทีและความร้อน

วารสารวิชาการ ผลงานและสิ่งแวดลอมในอาคาร ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2562)

Journal of Building Energy & Environment VOL.2 NO.3 (July - December 2019)

ตั้งแต่ 110 องศาเซลเซียส ถึง 150 องศาเซลเซียส และอัดโดยไม่เปิดเครื่องทำความร้อน 3 นาที เพื่อให้แผ่นติดกันสนิท ยกแผ่นที่ต้องการอัดขึ้นด้วยเครื่อง เมื่อครบกำหนดเวลา จึงเอาออกและปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 3-7 วัน เพื่อให้แผ่นไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชงรูป นำมาตัดแต่งขอบ ก่อนนำไปทำการทดสอบ

2) การปรับสภาพชิ้นทดสอบ โดยการนำแผ่นชิ้นทดสอบที่ได้ไปปรับสภาพที่อุณหภูมิ (20 ± 2) องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (65 ± 5) % จนมีมวลคงที่ คือ มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกิน 0.1 % แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับสภาพ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่นและปริมาณความชื้นไม่ต้องปรับสภาพ

2.4 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกล

นำแผ่นไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชงไปทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ การทดสอบความหนาแน่น ความชื้น การพองตัวและความหนา การทดสอบความแข็งแรงเชิงกล ได้แก่ การทดสอบความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และทดสอบความยืดหยุ่นของผิวหน้าโดยใช้เครื่องมือและวิธีการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2

2.4.1 การทดสอบความหนาแน่น

ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 เพื่อทดสอบความหนาแน่นขนาด 50×50 มิลลิเมตร ทำการชั่งชิ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอลที่มีความละเอียดถึง 0.01 g. วัดความหนาโดยใช้ไมโครมิเตอร์เป็นตัววัดหรือเครื่องมือที่สามารถวัดความหนาได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบแผ่นชิ้นไม้ทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 มิลลิเมตร จากนั้นใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์หรือเครื่องมือวัดอื่นหรือเทียบเท่า อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร วัดความกว้างและยาวของชิ้นทดสอบ โดยวางเครื่องมือทำมุมกับแนวระนาบของชิ้นทดสอบ ประมาณ 45 องศา คำนวณหาค่าความหนาแน่น จากสมการ ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

$$\text{เมื่อ} \quad \rho = \frac{m}{V} \times 10^6 \quad (1)$$

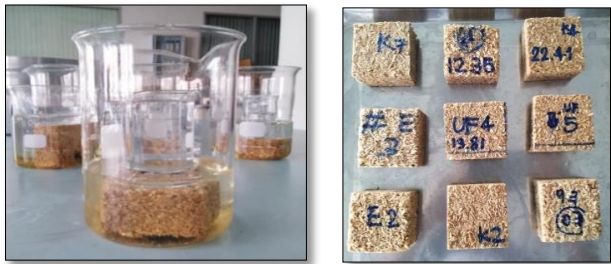
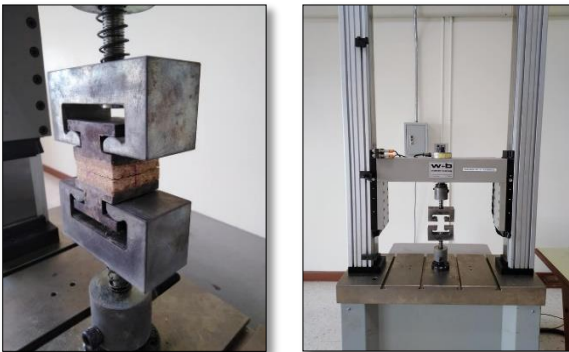
ρ = ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

m = มวลของชิ้นทดสอบ (กรัม)

V = ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

ตารางที่ 2 เครื่องมือและวิธีการทดสอบแผ่นไม้ปาร์ติเกิล

การทดสอบ	รายละเอียดการทดสอบ
การนำชิ้นไม้ตัดจากแกนกัญชงเข้าตู้อบ เพื่อหาปริมาณความชื้น	

• การทดสอบเพื่อหาค่าพองตัวตามความหนา	
• การทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นและการตัดชิ้นไม้เพื่อเตรียมการทดสอบ	
• การทดสอบแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า	
• การทดสอบความเป็นฉนวนกันความร้อน	

2.4.2 การทดสอบความชื้น

ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 เพื่อวัดความชื้นขนาด 50x50 มิลลิเมตร ทำการชั่งขึ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอลด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอลที่มีความละเอียดถึง 0.01 g. กำหนดให้เป็นมวลของขึ้นทดสอบก่อนอบ อบขึ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$ จนได้มวลคงที่ คือ มวลของขึ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งใช้เวลาห่างกัน 6 ชั่วโมง ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 % ของมวลขึ้นทดสอบ จากนั้นปล่อยให้เย็น ชั่งขึ้นทดสอบเป็นมวลของขึ้นทดสอบหลังอบแห้ง คำนวณหาค่าปริมาณความชื้นจากมวลก่อนและหลังการอบของขึ้นทดสอบจากสมการ

$$\text{เมื่อ} \quad \text{Moisture content (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

m_1 = มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

m_2 = มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง (กรัม)

2.4.3 การทดสอบการพองตัวตามความหนา

ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 เพื่อวัดความชื้นขนาด 50x50 มิลลิเมตร ทำการชั่งชิ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิทัล วัดความหนาโดยใช้ไมโครมิเตอร์ที่สามารถวัดความหนาได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบแผ่นชิ้นไม้ทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 มิลลิเมตร แล้วทำเครื่องหมายตามตำแหน่งที่วัดไว้ ซึ่งเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ (20±2) องศาเซลเซียส โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ตั้งฉากกับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร แต่ละชิ้นต้องห่างกัน และต้องห่างจากผนังและกันภาชนะที่ใสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมงแล้ว นำชิ้นทดสอบมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระดาษ ปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดตามความหนาตามตำแหน่งเดิม คำนวณเปอร์เซ็นต์การพองตัวตามความหนาของแผ่นทดสอบก่อนและหลังแช่น้ำจากสมการ

$$\text{เมื่อ} \quad \text{Thickness swelling} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (3)$$

t_1 = ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

t_2 = ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

2.4.4 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่น

ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ซึ่งกำหนดขนาดของชิ้นทดสอบไว้ที่ 50x200 มิลลิเมตร วางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม ของ 10 mm.) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับประมาณ 25 มิลลิเมตร ให้แรงกดที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เครื่องกดที่ใช้สามารถวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5 % ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที ความเร็วในการกดประมาณ 10 มิลลิเมตรต่อนาที คำนวณความต้านทานแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นจากสมการ

ค่าความต้านทานแรงดัด (MOR)

$$\text{เมื่อ} \quad f_m = \frac{3 F_{\max} l_1}{2bt^2} \quad (4)$$

f_m = ความต้านทานแรงดัด (เมกะพาสคัล)

$F_{\max}$ = แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

l_1 = ระยะห่างของแท่นรองรับ (มิลลิเมตร)

- b = ความกว้างที่จุดกึ่งกลาง ด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)
 t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)

$$\text{เมื่อ} \quad E_m = \frac{l_1^3 (F_2 - F_1)}{4bt^2 (a_1 - a_2)} \quad (5)$$

- E_m = มอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล)
 l_1 = ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)
 $F_2 - F_1$ = แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงกราฟเป็นเส้นตรง (นิวตัน)
 b = ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)
 t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)
 $a_1 - a_2$ = ระยะแอนตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (มิลลิเมตร)

2.4.5 การทดสอบความต้านทานแรงดึงกับผิวหน้า

ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ตามการกำหนดขนาดของชิ้นทดสอบที่ 50x50 มิลลิเมตร ตัดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่งซึ่งทำด้วยโลหะมีขนาดไม่น้อยกว่า 50x50 มิลลิเมตร โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ใช้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่งได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตรากำลังดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที ความเร็วในการดึงประมาณ 2 มิลลิเมตรต่อนาที คำนวณความต้านทานแรงดึงกับผิวหน้าจากสมการ

$$\text{เมื่อ} \quad \text{Internal bond strength} = \frac{F}{W \times L} \quad (6)$$

- F = แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)
 W = ความกว้างของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)
 L = ความยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

2.5 การทดสอบความเป็นฉนวนกันความร้อน

การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันและถ่ายเทความร้อน โดยการศึกษาค่าการนำความร้อนและการต้านทานความร้อนของแผ่นไม้อัดจากแกนกัญชง โดยใช้วิธีการตรวจวัดจากเครื่อง Thermal Constant Analyzer (HotDisk TCA) ดังแสดงในตารางที่ 2 ทำการทดสอบแผ่นไม้อัดกัญชงแบบแผ่นเรียบที่ใช้ตัวประสานที่แตกต่างกัน และตัดแผ่นไม้ทดสอบ ขึ้นละ 20 x 20 เซนติเมตร จาก แผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสานยูเรีย ฟอรัลดีไฮด์ กาวอี ซีโร (E O) และตัวประสานจากครั่ง

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดลองขึ้นรูปแผ่นไม้อัดจากแกนกัญชง

การขึ้นรูปไม้ปาร์ติติเกิดแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด คือ 1) พอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) หรือยูเรีย พอร์มัลดีไฮด์ 2) ครั่ง 3) กาว E-Zero ที่มีไอโซไซยาเนต (Isocyanate Resins) เป็นองค์ประกอบสำคัญ สัดส่วนของวัสดุองค์ประกอบและเวลาที่ใช้ในการอัด แสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า สามารถขึ้นรูปแผ่นไม้ปาร์ติติเกิดขนาด 400 มิลลิเมตร x 400 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxหนา) ได้ ลักษณะของสีแผ่นไม้จะแตกต่างกันตามสีของตัวประสาน โดยไม้อัดที่ขึ้นรูปจากครั้งจะมีสีเนื้อไม้ปาร์ติติเกิดออกสีน้ำตาลออกเข้ม ไม้ปาร์ติติเกิดที่ได้จากตัวประสานจากยูเรีย พอร์มัลดีไฮด์ และกาว E-Zero จะมีสีของแผ่นไม้เป็นน้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 3 สัดส่วนวัสดุประสานและลักษณะทางกายภาพไม้ปาร์ติติเกิดแกนกัญชง

ตัวประสาน	ปริมาณ ตัวทำ ละลาย (%)*	ปริมาณ กาว (%)	กัญชง (กรัม)	เวลาที่ใช้อัด (นาที)		ผลิตภัณฑ์ แผ่นไม้ปาร์ติติเกิดแกนกัญชง ขนาด 40x40x2 ซม.
				เปิด Heater	ปิด Heater	
Urea formaldehyde (UF)	1	13	1,611	12 นาที	3 นาที	
ครั้ง (Shellac)	1.3	26	1,611	12 นาที	3 นาที	
E-Zero (Isocyanate)	1.3	26	1,611	12 นาที	3 นาที	

หมายเหตุ: ร้อยละจากมวลกัญชงแห้งทั้งหมดเมื่อทำการคำนวณตามสัดส่วน

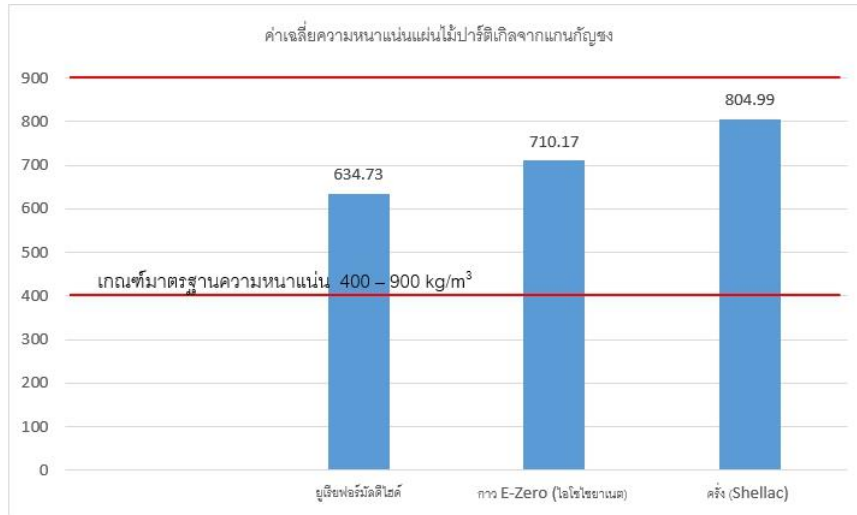
3.2 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพของแผ่นปาร์ติติเกิดแกนกัญชง

การศึกษาสมบัติเชิงกายภาพ (Physical properties) ของแผ่นไม้ปาร์ติติเกิดแกนกัญชงที่ได้จากการขึ้นรูปโดยใช้ตัวประสาน 3 ชนิด ประกอบด้วยทดสอบค่าความหนาแน่น (Density) ปริมาณความชื้น (Moisture content) การดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง (Water absorption) และการพองตัวทางความหนาเมื่อแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (Thickness swelling) โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 มีผลการศึกษาดังนี้

(1) การทดสอบความหนาแน่น

การทดสอบความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติติเกิดจากแกนกัญชง พบว่า ความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติติเกิดที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ พอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) หรือยูเรีย

ฟอร์มัลดีไฮด์ กาว E-Zero และครั้ง (Shellac) โดยการเตรียมส่วนผสมประกอบของไม้ปาร์ติเกิล ได้กำหนดความหนาแน่นของแผ่นทดสอบไว้ที่ 800 kg/m^3 การทดสอบหลังการอัดไม้ พบว่า แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากวัสดุประสานทั้ง 3 ชนิดมีความหนาแน่นต่ำกว่า 800 kg/m^3 แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด คือ $400\text{--}800 \text{ kg/m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกาวกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด ($p\text{-value} < 0.01$)

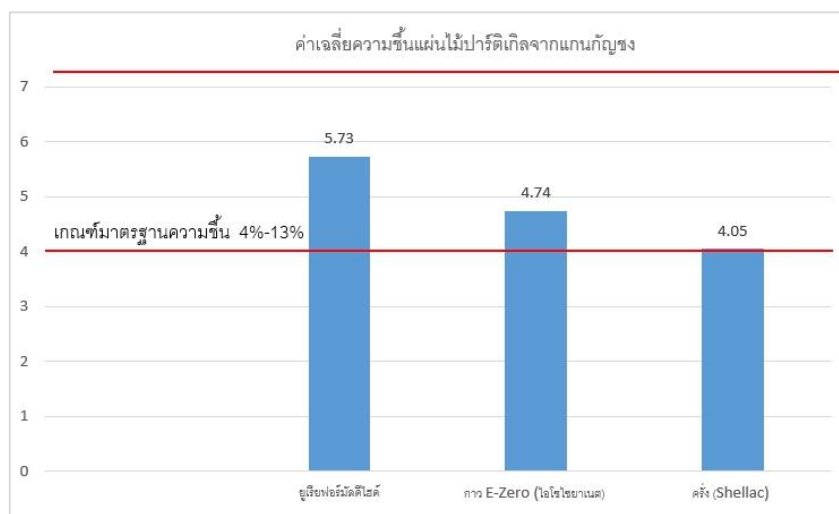
จากภาพที่ 2 แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานมีความหนาแน่นสูงสุด (ค่าเฉลี่ย=804.99) รองลงมา คือ แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาว E-Zero เป็นตัวประสาน (ค่าเฉลี่ย=710.17) และแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน (ค่าเฉลี่ย=634.73) ตามลำดับ ผลการทดสอบความแตกต่างของความหนาแน่นของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ตัวประสานต่างกันโดย One-way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานมีความหนาแน่นมากกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาว E-Zero และยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) และแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาว E-Zero เป็นตัวประสานมีความหนาแน่นมากกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$)

(2) ปริมาณความชื้น (Moisture content)

การทดสอบปริมาณความชื้นเป็นการวัดปริมาณการดูดซับความชื้นของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลโดยเปรียบเทียบมวลของชิ้นทดสอบก่อนการอบและหลังอบที่อุณหภูมิ $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ชิ้นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ ฟอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) หรือยูเรีย ฟอร์มัลดีไฮด์ กาว E-Zero และครั้ง (Shellac) มีความแตกต่างกันโดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากวัสดุประสานทั้ง 3 ชนิดมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนดโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4 – 13 % ดังแสดงในภาพที่ 3

ผลการทดสอบความแตกต่างของความชื้นของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงจากตัวประสานทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานมีความชื้นต่ำกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร และยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) และแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ เป็นตัวประสานมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$)

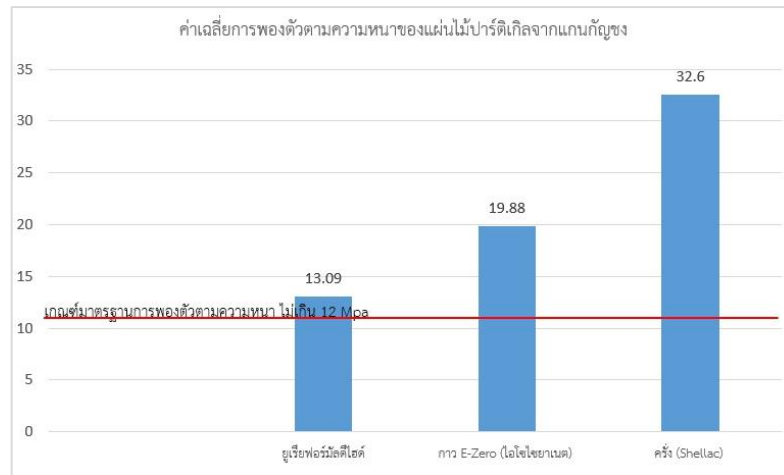


ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความชื้นของแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด (p -value < 0.01)

(3) การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

การทดสอบค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นปาร์ติเกิลกัญชงพบว่าความหนาของแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ ฟอรัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) หรือยูเรีย ฟอรัลดีไฮด์ กาวอีซีโร่ (E-Zero) และครั้ง (Shellac) พบว่ามีความแตกต่างกันโดยพบว่าไม้ปาร์ติเกิลจากตัวประสานทั้ง 3 ชนิดมีค่าพองตัวตามความหนา 13.09 19.88 และ 32.6 ตามลำดับ แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากวัสดุประสานทั้ง 3 ชนิดมีค่าความพองตัวตามความหนาสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 12 ดังแสดงในภาพที่ 4

ผลการทดสอบความแตกต่างของความชื้นของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลกัญชงพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานมีการพองตัวตามความหนาสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ และยูเรียฟอรัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ เป็นตัวประสานมีการพองตัวตามความหนาสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอรัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$)



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความพองตัวตามความหนาแน่นของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด (p -value<0.01)

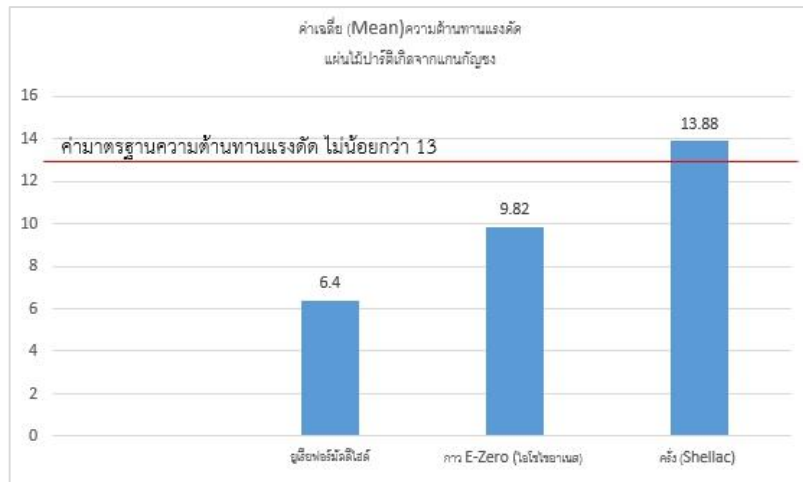
3.3 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นปาร์ติเกิลจากกัญชง

การทดสอบแผ่นไม้อัดจากแกนกัญชง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ประกอบด้วย การทดสอบ ค่าความต้านทานแรงดัด (Modulus of rupture) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) และค่าความต้านทานแรงดึงตึงจากกาวผิวหน้า (Internal bond) มีผลการทดสอบ ดังนี้

(1) ความต้านแรงดัด (Modulus of rupture)

การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัดหรือค่ามอดูลัสแตกร้าวของชิ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชง พบว่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ ฟอर्मัลดีไฮด์เรซิน (formaldehyde resins) หรือยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ กาวอีซีโร่ (E-Zero) และครั่ง (Shellac) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value<0.01)

โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั่งเป็นตัวประสานมีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย=13.88 Mpa) รองลงมา คือ แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ เป็นตัวประสาน (ค่าเฉลี่ย=9.82 Mpa) และแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ยูเรียฟอर्मัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน (ค่าเฉลี่ย=6.40 Mpa) ตามลำดับ ไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้ครั่งเป็นวัสดุประสานมีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดและผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ดังแสดงในภาพที่ 5



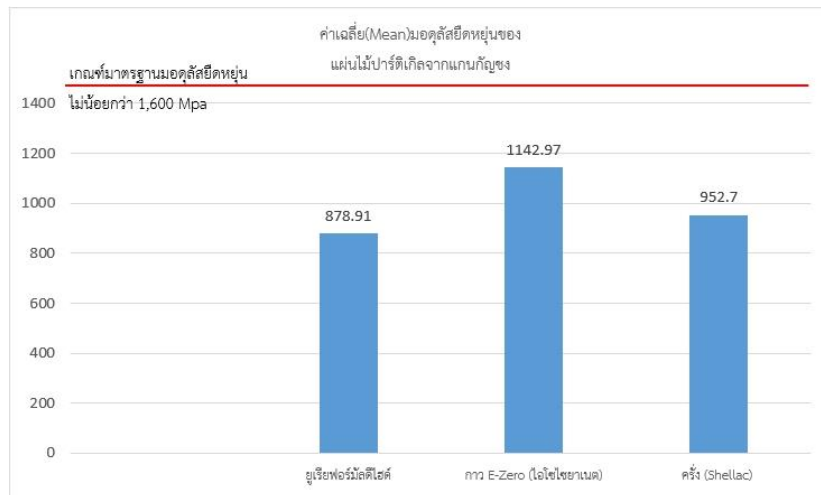
ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความต้านทานแรงติดแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกลจากแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด (p -value<0.01)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความต้านทานแรงติดของแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้ตัวประสานต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานมีความต้านทานแรงติดสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ และยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่ เป็นตัวประสานมีความต้านทานแรงติดสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($p<0.05$)

(2) มอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

การทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของขึ้นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ ฟอร์มัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) หรือยูเรีย ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวอีซีโร่ (E-Zero) และครี (Shellac) พบว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร่เป็นตัวประสานมีค่าเฉลี่ยมอดูลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย= 1142.97 Mpa) รองลงมา คือ แผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสาน (ค่าเฉลี่ย=952.70Mpa) และแผ่นไม้ปาร์ติเกลจากกัญชงที่ใช้ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน(ค่าเฉลี่ย=878.91Mpa) ตามลำดับและขึ้นไม้ปาร์ติเกลแกนกัญชงจากตัวประสานทั้ง 3 ชนิด มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ดังแสดงในภาพที่ 6

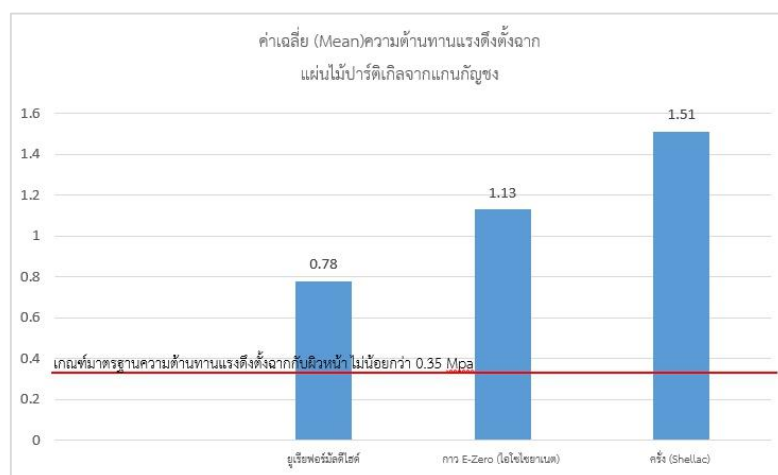
ผลการทดสอบความแตกต่างค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นขึ้นไม้ปาร์ติเกลจากแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด ด้วย a Scheffe t-test พบว่า ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของขึ้นไม้ปาร์ติเกลแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสาน 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น (p -value<0.01)

(3) ความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้า (Internal bond)

การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้าของชิ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงพบว่า แผ่นชิ้นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิด ได้แก่ ยูเรีย พอร์มัลดีไฮด์ กาวอีซีโร (E-Zero) และครั่ง (Shellac) มีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้าแตกต่างกัน โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้ยูเรียพอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสานมีค่าความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.78 Mpa แผ่นไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้กาวอีซีโร (E-Zero) และครั่ง (Shellac) เป็นตัวประสาน มีค่าความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้า สูงสุดเฉลี่ย 1.13 และ 1.51 Mpa ตามลำดับ ชิ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงจากตัวประสานทั้ง 3 ชนิด มีค่าความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้ามากกว่า 0.35 Mpa ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยการทดสอบแรงดึงตึงจาก

การทดสอบความแตกต่างของแรงดึงตึงจากกับผิวหน้าของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ตัวประสานต่างกัน 3 ชนิดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้ครั่งเป็นตัวประสานมีความต้านทานแรงดึงตึงจากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร และยูเรียพอร์มัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และแผ่นชิ้นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวอีซีโร เป็น

ตัวประสานมีความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$)

3.4 การทดสอบค่าความเป็นฉนวนความร้อนแผ่นไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชง

การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันและถ่ายเทความร้อน โดยการศึกษาค่าการนำความร้อนและการต้านทานความร้อนของแผ่นไม้อัดจากแกนกัญชง โดยใช้วิธีการตรวจวัดจากเครื่อง Thermal Constant Analyzer (HotDisk TCA) พบว่า แผ่นกัญชง เบอร์ 20 ที่มีตัวประสานจากอี ซีโร และยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ มีคุณสมบัติเป็นวัสดุฉนวนกันความร้อนได้ตามเกณฑ์จนทั่วไป มีค่าการนำความร้อนที่ 0.044 W/m.k และ 0.0919 W/mK ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วนแผ่นกัญชงที่มีตัวประสานจากครึ่ง พบว่า มีค่าการนำความร้อนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.941 W/mK

ตารางที่ 4 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conductivity)

Sample Type	Thermal conductivity (W/m.k)
	K – Value (W/m.k)
แผ่นกัญชงประสานครึ่ง	$0.0961 \pm 0.020 = 0.941$
แผ่นกัญชงประสานยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์	$0.1069 \pm 0.015 = 0.0919$
แผ่นกัญชงประสานอี ซีโร (E O)	$0.0784 \pm 0.034 = 0.044$

หมายเหตุ. วัสดุที่เป็นฉนวนจะมีค่าการนำความร้อนที่ $0.02 - 0.40 \text{ W/m.k}$

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 การผลิตแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากกัญชง

การศึกษาการผลิตแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากการผลิตเส้นใยผ้าทอกัญชง โดยใช้สัดส่วนของวัสดุผสมที่แตกต่างกัน วัสดุประสานที่ใช้มี 3 ชนิด คือ ยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์เรซินส์ (formaldehyde resins) ครึ่ง (Shellac) ซึ่งเป็นตัวประสานที่ได้จากธรรมชาติ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และกาอี ซีโร (E-Zero) ที่มีกาอีซีโรไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบสำคัญและเป็นตัวประสานที่มีไม่มีการปล่อยยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทำการขึ้นรูปแผ่นไม้อัดจากแกนกัญชงมีความกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร หนา 20 มิลลิเมตรในการผลิตไม้อัดจากแกนกัญชงที่ใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4. ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าการใช้ปริมาณตัวประสานครึ่งและอี ซีโร ที่น้อยกว่า 26 % ไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้และตัวประสานที่ผลิตจากสารเคมี 13 % ซึ่งเมื่อนำน้ำหนักรวมของตัวประสานกับตัวทำละลายแล้ว ตัวประสานที่ได้จากยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ มีค่าเท่ากับ 370.53 กรัม มีน้ำหนักรวมน้อยกว่าตัวประสานจากครึ่งและอี ซีโร ซึ่งมีน้ำหนักรวมของตัวประสานกับตัวทำละลาย มีค่าเท่ากับ 445.2 กรัม ดังนั้น ตัวประสานจากยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ มีการใช้ปริมาณตัวประสานน้อยกว่าครึ่งและอี ซีโร ทำให้เห็นว่า ยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ มีความสามารถในการยึดเหนี่ยวของวัสดุและการยึดติดโครงสร้างที่ต้องรับแรงกดเป็นหลักมีความหนืดอยู่ระหว่าง 100 - 600 cps ซึ่งมากกว่าตัวประสานจากครึ่งและอี ซีโร ที่มีคุณสมบัติรับแรงยึดติดได้น้อย [13] และลักษณะแผ่นไม้ปาร์ติเกิลที่ได้

จากการขึ้นรูปด้วยตัวประสานที่ต่างกันจะมีลักษณะของสีที่ต่างกันตามสีของตัวประสานแต่ละชนิด โดยไม้ปาร์ติเกิลที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานจะมีสีเข้มมากกว่าแผ่นไม้ที่ใช้ตัวประสานชนิดอื่นดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผ่นไม้ปาร์ติเกิลแกนกัญชง โดยใช้ตัวประสานจากครั้ง

4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกล

การทดสอบแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงแผ่นเรียบตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ประกอบด้วย 1) การทดสอบความหนาแน่น 2) การพองตัวทางความหนา 3) การทดสอบปริมาณความชื้น 4) การทดสอบความสามารถในการต้านทานแรงดัด 5) การทดสอบค่าความยืดหยุ่นมอดุลัส 6) การทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2

การทดสอบด้านกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชง พบว่า แผ่นไม้ที่ใช้ครั้งและกาวอีซีโร เป็นตัวประสานมีแนวโน้มที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมมากกว่าการใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่เป็นตัวประสานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นปาร์ติเกิลจากกัญชงโดยใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิด พบว่า ไม่ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม แผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากตัวประสานอีซีโรที่มีค่ามอดุลัสใกล้เคียงกับมาตรฐานอุตสาหกรรมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการขึ้นรูปไม้อัด พบว่า กาวที่มีไอโซไซยานเนตเป็นองค์ประกอบของตัวประสานที่สำคัญจะมีคุณสมบัติช่วยให้ไม้ยึดเกาะกันได้ดีกว่าการใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ [1, 14] ในขณะที่ไม้ปาร์ติเกิลกัญชงที่ใช้ครั้งเป็นตัวประสานค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 952.70 Mpa ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นงค์นุช กลิ่นพิกุล (2557) ที่ศึกษาแผ่นใยไม้อัดจากเศษชีเสื่อยโดยใช้ผลผลิตจากครั้งเป็นตัวประสาน พบว่า การใช้ครั้งในอัตราส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 20 ของวัสดุองค์ประกอบจะทำให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นลดลงต่ำ [15] การศึกษาคุนสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลกัญชงโดย Kallakas และคณะ (2018) ยังพบว่า แผ่นปาร์ติเกิลกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสานจะมีค่าความต้านทานแรงดัด 6.26 MPa [3] ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผลการศึกษานงานวิจัยนี้ พบว่า แผ่นปาร์ติเกิลกัญชงที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสานมีค่าความต้านทานแรงดัดเท่ากับ 6.40 Mpa ผลการศึกษายังพบว่าแผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชงมีน้ำหนักเบาสามารถใช้เป็นผนังเบาในการปรับปรุงโครงสร้างภายในอาคาร สอดคล้องกับรายงานการศึกษาโอกาสทางการค้าของวัสดุทดแทนไม้และฉนวนกันความร้อนจากกัญชงที่รายงานว่าวัสดุทดแทนไม้จากกัญชงมีโอกาที่จะเข้ามาแทนที่ไม้อัดจากเศษไม้จริงทั้งในสหรัฐอเมริกาและตลาดโลกในอนาคต โดยจุดเด่นที่สำคัญของแผ่นไม้ MDF หรือไม้ปาร์ติเกิลกัญชงคือมีน้ำหนักเบา แต่มีลักษณะแข็งและความแข็งแรงทำให้เป็นที่ต้องการในวงการวัสดุก่อสร้าง นอกจากนี้ยังมีวัตถุดิบปริมาณมากและหาได้ง่าย สามารถทดแทนไม้จริงได้ [16, 17]

ตารางที่ 5 คุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของแผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชงที่ใช้วัสดุประสาน 3 ชนิดตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

วัสดุประสาน/ มาตรฐาน มอก.	ความหนาแน่น (400-900 Kg/m ³)	ความชื้น (4%-13%)	การพองตัว (ไม่เกิน 12%)	ความต้านทาน แรงดัด (≥13 Mpa)	มอดุลลัสยืดหยุ่น (≥1600 Mpa)	ความต้านทาน แรงดึงตั้งฉากกับ ผิวหน้า (> 0.35 Mpa)
ยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ (Formaldehyde resin)	634.73 ผ่าน มอก.	5.73 ผ่าน มอก.	13.09 ไม่ผ่าน มอก.	6.40 ไม่ผ่าน มอก.	878.91 ไม่ผ่าน มอก.	0.78 ผ่าน มอก.
กาอี ซีโร (Isocyanate)	710.17 ผ่าน มอก.	4.74 ผ่าน มอก.	19.88 ไม่ผ่าน มอก.	9.82 ไม่ผ่าน มอก.	1142.97 ไม่ผ่าน มอก.	1.13 ผ่าน มอก.
ครั่ง (Shellac)	804.99 ผ่าน มอก.	4.05 ผ่าน มอก.	32.60 ไม่ผ่าน มอก.	13.88 ผ่าน มอก.	952.70 ไม่ผ่าน มอก.	1.51 ผ่าน มอก.

4.3 การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันและถ่ายเทความร้อน

การศึกษาการเป็นฉนวนความร้อนโดยการศึกษาค่าการนำความร้อนและการต้านทานความร้อนของแผ่นไม้อัดปาร์ติเกิลและแผ่นเส้นใยไม้อัดที่ความหนาของแผ่นไม้ต่างกันหรือสัดส่วนขององค์ประกอบที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการตรวจวัดจากเครื่อง Thermal Constant Analyzer (HotDisk TCA) ทดสอบการนำความร้อนของชิ้นไม้อัดแกนกัญชงแผ่นเรียบ ที่มีตัวประสาน 3 ชนิด พบว่า แผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชงที่มีตัวประสานจากอี ซีโร และยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ มีคุณสมบัติเป็นวัสดุฉนวนกันความร้อนได้ตามเกณฑ์ฉนวนทั่วไป มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ 0.044 W/m.K และ 0.0919 W/m.K ตามลำดับ ส่วนแผ่นปาร์ติเกิลที่ใช้ตัวประสานจากครั่ง พบว่า มีค่าการนำความร้อนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.941 W/m.K ซึ่งแผ่นปาร์ติเกิลที่ใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิดมีค่าการนำความร้อนสูงกว่าแผ่นใยปัมที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนอยู่ที่ 0.038 W/m.K แม้ว่าครั่ง (Shellac) จะมีคุณสมบัติในตัวคือการเป็นฉนวนกันความร้อน แต่เนื่องจากแผ่นปาร์ติเกิลที่ใช้ครั่งเป็นตัวประสาน มีความหนาแน่นสูงกว่าแผ่นปาร์ติเกิลที่ใช้กาอี ซีโร และยูเรีย ฟอर्मัลดีไฮด์ ตัวประสาน จึงมีแนวโน้มที่จะนำความร้อนได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ที่ทดลองการผลิตวัสดุซับเสียงผนังภายในอาคารจากเส้นใยกัญชงและวัสดุประสานธรรมชาติและพบว่า แผ่นเส้นใยกัญชงที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ต่ำกว่าแผ่นเส้นใยที่มีความหนาแน่นมากกว่า [18] เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาคุณสมบัติแผ่นฉนวนความร้อนจากขานอ้อยที่ใช้ยูเรียฟอर्मัลดีไฮด์เป็นตัวประสานพบว่ามีค่าการนำความร้อนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0724 - 0.0925 W/mK [19] ซึ่งสูงแผ่นปาร์ติเกิลแกนกัญชงที่ใช้ยูเรียฟอर्मัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาคุณสมบัติในการเป็นฉนวนของกัญชงโดย Mirski et al. (2018) ที่พบว่าแผ่นฉนวนกัญชงที่ใช้กาอี pMDI (Isocyanate) เป็นตัวประสานมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ ($\lambda = 0.035$ W/mK) มีคุณสมบัติเทียบเท่าฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ในปัจจุบัน [6] ดังนั้น แผ่นปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงจึงมีศักยภาพในการผลิตเป็นแผ่นผนังตกแต่งภายในที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่นอกจากจะใช้ในแง่ของการตกแต่งเพื่อความสวยงามแล้วยังสามารถช่วยในการลดความร้อนได้อีกทางหนึ่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2561 และได้รับความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการอัดไม้ และเครื่องมือในการดำเนินการวิจัยจากภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญศักดิ์ สมบุญรอด และคณะ, **“การผลิตแผ่นไม้ปาร์ติเกิลเสริมแรงจากแกนต้นกัญชง”**, รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2549, สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, 2549
- [2] ภัสสร กลิ่นรอด. (2015). **“แผ่นผนังและฝ้าเพดานภายในอาคารจากเส้นใยและแกนลำต้นกัญชง”**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] H. Kallakas, “Mechanical and physical properties of industrial hemp-based insulation materials”. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2018, 67, 2, 183–192.
- [4] E. Kirilovs, S. Kukle, and H. J. Gusovius, **“Wet-preserved hemp fibreboard properties improvement with veneering”**, 4th International Congress in Advances in Applied Physics and Materials Science (APMAS 2014), AIP Conf. Proc. 1653, 020059-1–020059-6, 2014.
- [5] กิตติศักดิ์ กราบเคหะ ดำรงค์ศักดิ์ วงศ์ฐาน และกรวิวัฒน์ วุฒิกิจ, **“การใช้ประโยชน์จากเส้นใยกัญชงในการผลิตฉนวนกันความร้อน”**, การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8. 2558, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [6] P. Mirski, D. Dziurka., and A. Trociński, A. (2018). **“Insulation properties of boards made from long hemp (*Cannabis sativa L.*) fibers”**, BioRes. 13(3), 6591-6599.
- [7] C. Allen, **“Researcher sees future for flax and hemp as particleboard alternative”**, University of British Columbia, in Phys Org, Available: <https://phys.org/news/2017-04-future-flax-hemp-particleboard-alternative.html>
- [8] P. Mamza, E.C. Ezech, E.C. Gimba, D.E. Arthur, **“Comparative Study of Phenol Formaldehyde and Urea Formaldehyde Particleboards from Wood Waste for Sustainable Environment”**, International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 3, Issue 9, 2014.
- [9] A. Nuryawan and E. Mulya Alamsyah, **“A Review of Isocyanate Wood Adhesive: A Case Study in Indonesia”** in H. Ozer (Ed), Applied Adhesive Bonding in Science and Technology, Intech Open, 2017.
- [10] ภาวดี เมธะคานนท์ และ วรธรรม อุ๋นจิตติชัย, **“กาวลิกนิน-โคโคซาน: กาวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”**, ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548.
- [11] L. Ping, F. Gambier, A. Pizzi, Z. D. Guo., and N. Brosse, **“Wood Adhesives from Agricultural By-Products: Lignins and Tannins for The Elaboration of Particleboards”**. Cellulose Chem. Technol., 46 (7-8), 457-462, 2012.

- [12] นิสาธร คำปุก (2560) **“การจัดการห่วงโซ่อุปทานของครึ่งในจังหวัดลำปาง”** วิทยานิพนธ์ ปริญญา
มหาบัณฑิต,
สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [13] J. Shields, *Adhesive Bonding*, Oxford University Press.
- [14] พนุชศดี เย็นใจ, ทรงกลด จารุสมบัติ, และ อีระ วิณิน, **“การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือทิ้งของไม้เสรมัด
ขาว”**, วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (เดือนพฤษภาคม – เดือน
สิงหาคม) 2559.
- [15] นงคินุช กลิ่นพิกุล (2557) **“การศึกษาแผ่นใยไม้อัดจากเศษชีเลื่อยโดยใช้ผลผลิตจากครึ่งเป็นตัวประสาน”**.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [16] L.J. Graham Ed. **“Hemp Insulation and Hemp Board, Commercial Opportunities for Alberta
Producers”** Final Report, July 2009.
- [17] S. Cannabaceae, **“Hemp Fiberboard Poised to Replace Plywood”**. The Hemp Connoisseur.
Available: <http://www.thcmag.com/hemp-fiberboard-poised-to-replace-plywood>, 2016.
- [18] กอปร เปรมฤทัย, โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์, และปารเมศ กำแพงฤทธิรงค์, **“วัสดุดูดซับเสียงผนังภายในอาคารจาก
เส้นใยกล้วยและวัสดุประสานจากธรรมชาติ”** การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และ
สิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2 (กรกฎาคม 2561), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี, 2561.
- [19] ประยูร สุรินทร์, **“การศึกษากระบวนการผลิตและสมบัติแผ่นฉนวนความร้อนจากขาน้อย”**, วิทยานิพนธ์หา
บัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยีวัสดุ),มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544.

วิพากษ์นอกกับภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ View-out and Dementia in Elderly

นวลวรรณ ทวยเจริญ^{1*} วณรัตน์ กรอิสรานุกุล² นงนาถ จวนแจ้ง³
สมปอง เทียนวันเพ็ญ⁴ และชติพัทธ์ ณะมนี⁵

- ^{1*} อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
² อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
³ อาจารย์ประจำสาขาเวชศาสตร์ครอบครัว โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา
⁴ พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ โรงพยาบาลบ้านโป่ง
⁵ นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
e-mail: nuanwan@gmail.com

1. บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวิพากษ์นอกต่อภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุชาวไทยใน C[[โรงพยาบาล โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาอิทธิพลของการมีวิพากษ์นอกห้อง โดยประกอบด้วย การมีวิพากษ์นอก 2 แบบ ซึ่งได้แก่ การไม่มีหน้าต่าง/วิพากษ์นอกห้อง และการมีวิพากษ์นอกห้องเป็นวิวธรรมชาติ โดยศึกษาในห้องพักแบบเดี่ยว และห้องพักแบบรวมในโรงพยาบาล โดยทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจำลองแบบ Virtual Reality (VR) การทดลองได้ทำในห้องทดลอง ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และใช้เครื่องมือในการวัดภาวะ สมองเสื่อมซึ่งได้แก่ แบบการทดสอบการค้นหาเส้นทาง และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Paired *t*-test

ผลการศึกษาพบว่าสำหรับห้องพักแบบเดี่ยวในโรงพยาบาลที่มีวิพากษ์นอกเป็นวิวธรรมชาติจะก่อให้เกิดการค้นหาเส้นทางต่อผู้สูงอายุภาวะสมองเสื่อมมากกว่าห้องที่ไม่มีหน้าต่าง/วิพากษ์นอกห้อง และสำหรับห้องพักแบบเดี่ยว และแบบรวมที่มีวิพากษ์นอกเป็นวิวธรรมชาติจะก่อให้เกิดการค้นหาเส้นทางต่อผู้สูงอายุภาวะสมองเสื่อมมากกว่าห้องที่ไม่มีหน้าต่าง/วิพากษ์นอกห้อง

คำสำคัญ: แสงธรรมชาติ วิพากษ์นอก ภาวะสมองเสื่อม ผู้สูงอายุ

2. บทนำ

โรค “สมองเสื่อม” (Dementia) คนส่วนใหญ่มักนึกถึง “โรคอัลไซเมอร์” (Alzheimer) จริง ๆ แล้ว สมองเสื่อมไม่ได้เป็นโรค แต่เป็นภาวะหนึ่งของสมองที่เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ โดยพบว่า 70% ของผู้ป่วยสมองเสื่อมมีสาเหตุมาจากโรคอัลไซเมอร์ รองลงมาคือมีสาเหตุจากการมีเลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ ในคนปกติจะมีเซลล์สมองประมาณ 1 แสนล้านเซลล์ ซึ่งจะเริ่มมีพัฒนาการตั้งแต่วัยอยู่ในครรภ์จนถึงอายุ 30 ปี ต่อจากนั้นเซลล์สมองก็จะหยุดพัฒนาและค่อย ๆ ตายลง เมื่ออายุมากขึ้นประมาณ 60-65 ปีขึ้นไป จะมีการแสดงของภาวะสมองเสื่อมเกิดขึ้น โรคสมองเสื่อมเกิดจากความผิดปกติในการทำงานของสมอง มีการสูญเสียหน้าที่ของสมองหลายด้านพร้อมๆ กันแบบค่อยๆ เป็น ค่อยๆ ไปแต่จะเป็นแบบถาวร (กระทรวงสาธารณสุข,2554) การรักษาโดยทั่วไปของโรคสมองเสื่อมคือการรักษาด้วยยา ยาที่ใช้ในภาวะสมองเสื่อมในปัจจุบันยังไม่มียาที่สามารถรักษาภาวะสมองเสื่อมได้อย่างถาวร ยาที่มีในปัจจุบันเพียงแต่ชะลอการเสื่อมลงของความจำ (กระทรวงสาธารณสุข,2554)

นอกจากการรักษาด้วยยาแล้วในต่างประเทศได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ทางด้านสภาพแวดล้อมที่มีส่วนช่วยในการฟื้นฟูผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคสมองเสื่อมในหลายๆ การศึกษาพบว่า แสงสว่างส่งผลต่ออารมณ์ความรู้สึก รวมถึงสุขภาพของมนุษย์ การเพิ่มแสงสว่างสามารถช่วยฟื้นฟู และปรับนาฬิกาชีวิตให้กับผู้ป่วยได้ จากการผลการวิจัยพบว่าผู้ป่วยโรคสมองเสื่อมชอบแสงสว่างมากในช่วงกลางวัน และต้องการแสงน้อยมากในช่วงกลางคืน (Boyce ,2009) นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงเวลากลางวันควรมีค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 400 lux และอุณหภูมิสีของแสงอยู่ที่ประมาณ 6,500 K หรือสูงกว่า ซึ่งในทางตรงกันข้ามในช่วงเวลากลางคืนควรจัดแสงให้มีความสว่างต้องไม่เกิน 5 lux (Hanford and Figueiro,2013)

สภาพแวดล้อมของพื้นที่ต่างๆ ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการฟื้นฟูอาการสมองเสื่อม หลายๆ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าการส่องสว่างที่เพียงพอจะก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและมีผลอย่างสำคัญต่อการค้นหาเส้นทางของผู้สูงอายุในบ้านพักคนชราได้ (Noell-Waggoner, 2002) โดยที่ยังมีแสงสว่างไม่ว่าจะมาจากแสงธรรมชาติหรือแสงประดิษฐ์ในบ้านพักคนชราเท่าไร ผู้สูงอายุจะสามารถค้นหาเส้นทางได้ดีขึ้นมากเท่านั้น (Netten, 1989) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติพบว่าในบ้านพักคนชรานั้นควรมีแสงสว่างขั้นต่ำ 500 lux สำหรับแสงสว่างทั่วไป (Ambient light) และสูงถึง 200 lux สำหรับแสงสว่างเฉพาะจุด (Task light) สำหรับการมองเห็นที่เพียงพอและการค้นหาเส้นทาง

ในการค้นหาเส้นทาง วิธีการที่เป็นที่นิยมคือการทดลองโดยใช้การจำลองสภาพแวดล้อมในลักษณะภาพเคลื่อนไหวจำลอง 3 มิติ ซึ่งการใช้วิธีการดังกล่าวได้นำมาใช้ในการศึกษาทางด้านการทดสอบเรื่องการจำเส้นทางในหลายๆ การศึกษา (Arthur *et al.*, 1997) เนื่องจากวิธีการดังกล่าวนี้สามารถที่จะควบคุมปัจจัยต่างๆ และปรับเปลี่ยนปัจจัยที่จะศึกษาได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามหากวัตถุประสงค์เป็นเพียงการประเมินการค้นหาเส้นทางในสถานที่ใด โดยไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนระดับปัจจัย โดยส่วนใหญ่จะศึกษาในสภาพแวดล้อมจริง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นหานี้คือเพื่อที่จะศึกษาอิทธิพลของวิถียานอกต่อภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุชาวไทย ซึ่งศึกษาในอาคารประเภทโรงพยาบาล

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาค้นหานี้ได้ทำการศึกษาในห้องทดลองที่มีการควบคุมสูง โดยทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจำลองด้วยวิธีการแบบ Virtual Reality (VR) ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาทางด้านสภาพแวดล้อมในหลายการศึกษาในอดีต (Hidayetoglu *et al.*, 2012) เหตุผลในการเลือกวิธีการดังกล่าว เนื่องจากการทดลองในสภาพแวดล้อมจริงนั้นไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจจะมีผลต่อการทดลองได้ การศึกษาค้นหานี้ได้ทำการทดลองในห้องทดลองชั้น 6 ณ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยศึกษาอิทธิพลของการวิวภายนอกห้อง 2 รูปแบบ ซึ่งได้แก่ 1) การไม่มีหน้าต่าง/วิวภายนอกห้อง และ 2) การมีวิวภายนอกห้องเป็นวิวธรรมชาติ โดยศึกษาในห้องพักแบบเดี่ยวและห้องพักแบบรวมในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานโดยผู้ป่วยสูงที่สุด รูปแบบของภาพจำลองที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้



ไม่มีหน้าต่าง/วิว



การมีวิวธรรมชาติ

ภาพที่ 1 การมีวิวภายนอกห้องของห้องพักแบบเดี่ยว



ไม่มีหน้าต่าง/วิว



การมีวิวธรรมชาติ

ภาพที่ 2 การมีวิวภายนอกห้องของห้องพักแบบรวม

ในการศึกษาครั้งนี้มีผู้สูงอายุชาวไทยที่มีภาวะสมองเสื่อมเข้าร่วมการทดลองจำนวน 180 คน โดยมีอายุ 50-80 ปี โดยเป็นผู้ที่ไม่มีปัญหาความจำเสื่อมและไม่มีปัญหาทางสายตาที่มีผลต่อการประเมิน เช่น ตาบอดสี หรือต้อหิน ต้อกระจก และเบาหวานขึ้นจอตา โดยจำนวนของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการทดลองสำหรับห้องพักแบบเดี่ยว 93 คน และห้องพักแบบรวม 87 คน โดยมีผู้เข้าร่วมการทดลองมีทั้งเพศหญิงและเพศชายจำนวนเท่าๆ กัน ในการทดลองจะมีการคัดกรองผู้สูงอายุก่อนเข้าร่วมทดลองโดยใช้แบบสอบถามและแบบคัดกรองในการประเมินภาวะสมองเสื่อม โดยใช้แบบทดสอบภาวะสมองเสื่อม TMSE (ภาวะสมองเสื่อม คะแนน ≤ 23) และผู้เข้าร่วมการทดลองทำการยินยอมในการศึกษาทดลองด้วยความสมัครใจ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละคนจะต้องทำการประเมินความจำโดยเป็นการทดสอบการค้นหาเส้นทางต่อสภาพแวดล้อม คือ การตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อมทางเดินที่เกิดขึ้น โดยแบบสอบถามดังกล่าวนั้นจะเป็นมาตรวัดการค้นหาเส้นทางที่ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัยย่อย โดยมีความหมายของค่า 5 ระดับ โดยแบบสอบถามดังกล่าวได้ปรับมาจากวิธีการที่ใช้โดย Hidayetoglu et al (2012) ซึ่งประกอบด้วยคำถามดังต่อไปนี้

ท่านรู้สึกทางเดิน

ไม่ชัดเจน	1	2	3	4	5	ชัดเจน
ไม่น่าสนใจ	1	2	3	4	5	น่าสนใจ
ไม่มีการขึ้นทาง	1	2	3	4	5	มีการขึ้นทาง
ไม่เชื่อเชิญ	1	2	3	4	5	เชื่อเชิญ

หมายเหตุ : ไม่ชัดเจน/ชัดเจน	หมายถึง	สามารถมองเห็นทางเดินได้ชัดเจนมากหรือน้อย
ไม่น่าสนใจ/น่าสนใจ	หมายถึง	รู้สึกว่าทางเดินมีความน่าสนใจมากหรือน้อย
ไม่มีการขึ้นทาง/มีการขึ้นทาง	หมายถึง	รู้สึกว่ามีการขึ้นทางมากหรือน้อย
ไม่เชื่อเชิญ/เชื่อเชิญ	หมายถึง	รู้สึกว่าทางเดินมีการเชื่อเชิญมากหรือน้อย

ตัวอย่างระดับความรู้สึกชัดเจน

1	หมายถึง	รู้สึกไม่ชัดเจนกับสภาพทางเดินนั้นมาก
2	หมายถึง	รู้สึกไม่ชัดเจนกับสภาพทางเดินนั้นเล็กน้อย
3	หมายถึง	รู้สึกเฉยๆ กับสภาพทางเดินนั้น
4	หมายถึง	รู้สึกชัดเจนกับสภาพทางเดินนั้นเล็กน้อย
5	หมายถึง	รู้สึกชัดเจนกับสภาพทางเดินนั้นมาก

หลังจากทำการทดลองแล้ว ผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้จะวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Paired *t*-test

4. ผลการศึกษา

4.1 อิทธิพลการมีวิวภายนอกห้องต่อการค้นหาเส้นทางในห้องพักแบบเดี่ยวและห้องพักแบบรวม

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับนัยสำคัญของการค้นหาเส้นทางจากการมีวิวภายนอกห้องที่แตกต่างกันในห้องพักแบบเดี่ยวและห้องพักแบบรวม

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	p-value
ห้องพักแบบเดี่ยว			
ไม่มีวิวภายนอก	3.089	0.794	
มีวิวธรรมชาติ	4.040	0.912	0.000**
ห้องพักแบบรวม			
ไม่มีวิวภายนอก	3.129	0.784	
มีวิวธรรมชาติ	4.483	0.794	0.019*

** มีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับนัยสำคัญของการค้นหาเส้นทางจากการมีวิวภายนอกห้องที่แตกต่างกันในห้องพักแบบเดี่ยวและห้องพักแบบรวม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าห้องพักแบบเดี่ยวที่มีวิวภายนอกเป็นวิวธรรมชาติก่อให้เกิดการค้นหาเส้นทางสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อมมากกว่าห้องที่ไม่มีวิวภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) นอกจากนี้ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าห้องพักแบบรวมที่มีวิวภายนอกเป็นวิว

ธรรมชาติก่อให้เกิดการค้นหาเส้นทางสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อมมากกว่าห้องที่ไม่มีวิวภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวิวภายนอกต่อภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุชาวไทยในโรงพยาบาล โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาอิทธิพลของการมีวิวภายนอกห้อง โดยประกอบด้วย การมีวิวภายนอก 2 แบบ ซึ่งได้แก่ การไม่มีหน้าต่าง/วิวภายนอกห้อง และการมีวิวภายนอกห้องเป็นวิวธรรมชาติ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในห้องพักแบบเดี่ยวและแบบรวมในโรงพยาบาลวิวภายนอกที่เป็นวิวธรรมชาติก่อให้เกิดการค้นหาเส้นทางต่อผู้สูงอายุภาวะสมองเสื่อมมากกว่าห้องพักที่ไม่มีวิวภายนอกในห้องพักโรงพยาบาล

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาหลายๆ การศึกษาในต่างประเทศซึ่งแสดงถึงอิทธิพลด้านบวกของการมองเห็นวิวธรรมชาติภายนอกอาคาร ผลการศึกษาในต่างประเทศส่วนใหญ่เน้นระบุว่าวิวธรรมชาตินั้นจะส่งผลกระทบทางด้านจิตใจทำให้เกิดอารมณ์บวก และส่งผลต่อการบำบัดฟื้นฟูผู้ป่วยให้ดีขึ้นได้ (Wohlwill and Altman, 1983; Ulrich, 1984)

นอกจากผลทางด้านอิทธิพลของวิวภายนอกแล้ว หลายการศึกษาในต่างประเทศได้ชี้ให้เห็นอิทธิพลของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของแสงสว่างที่จะช่วยลดอาการสมองเสื่อมในผู้สูงอายุได้ โดยระบุว่าผู้ป่วยโรคสมองเสื่อมชอบแสงสว่างมากในช่วงกลางวัน และต้องการแสงน้อยมากในช่วงกลางคืน ในช่วงเวลากลางวันควรมีค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 400 lux และอุณหภูมิสีของแสงอยู่ที่ประมาณ 6,500 K หรือสูงกว่า ซึ่งในทางตรงกันข้ามในช่วงเวลากลางคืนควรจัดแสงให้มีความสว่างต้องไม่เกิน 5 lux (Boyce, 2009; Hanford and Figueiro, 2013)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้เสนอแนวทางในการออกแบบห้องพักผู้ป่วยทั้งแบบเดี่ยวและแบบรวมสำหรับโรงพยาบาลเพื่อฟื้นฟูภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุโดยการให้มีการเปิดหน้าต่างเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาในปริมาณที่มากพอและควรวิวภายนอกที่เป็นวิวธรรมชาติที่มีองค์ประกอบ อาทิ สวน ต้นไม้ รวมไปถึงที่นั่งพักผ่อนชมสวนบริเวณใกล้หน้าต่างเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการได้รับแสงธรรมชาติมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยการพัฒนาสภาพแวดล้อมภายในที่พักอาศัยเพื่อการฟื้นฟูผู้สูงอายุภาวะสมองเสื่อมและภาวะซึมเศร้า ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.)

7. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข.(2554).**ความรู้และการดูแลผู้ป่วยโรคสมองเสื่อมสำหรับญาติและผู้ดูแล**.ชลบุรี: ศูนย์สมเด็จ
พระสังฆราชเพื่อผู้สูงอายุ.
- Arthur, J.E., Hancock, P. & Chrysler, S. (1997). The perception of spatial layout in real and virtual
worlds. *Ergonomics*. 40, 69-77.
- Boyce, P.R. (2009). “The impact of light in building on human health”. *International Conference on
Sustainable Healthy Buildings*. 2nd. Korea.
- Hanford, N and Figueiro, M. (2013). Light Therapy and Alzheimer's Disease and Related Dementia:
Past, Present and Future. *J Alzheimers Dis.*, 33(4), 913-922.
- Hidayetoglu, L.M., Yildirim, K. & Akalin, A. (2012). The effects of color and light on indoor wayfinding
and the evaluation of the perceived environment. *Journal of Environmental Psychology*, 32,
50-58.
- Netten, A. (1989). The effect of design of residential homes in creating dependency among confused
elderly residents: A study of elderly demented residents and their ability to find their way
around homes for the elderly. *International Journal of Geriatric Psychiatry*,
- Noell-Waggoner, E. (2002). Light: an essential intervention for Alzheimer's disease. *Alzheimer's Care
Quarterly*, 3(4), 343-352.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(47),
420 - 421.
- Wohlwill, J. F & Altman, I. (1983). *Human Behavior and Environment. Advances in Theory and
Research (Volume 2)*. New York: Plenum New York.