

วารสารวิชาการ

BEE

พลังงานและสิ่งแวดล้อมอาคาร

Journal of Building Energy & Environment

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (มกราคม-มิถุนายน 2562) VOL.1 NO.2 (January-June 2019)

ISSN : 2630-0796

Global Influences VS Local Architectures: Two Aspects of a Sustainable Approach

Alexandru Calin, Ph.D.

Tick Tock: An International Student Workshop Exploring Lighting Design Factors in the Hospitality Industry

Greg Clare, Paulette Hebert, and Chitra Singh

An analysis of cloud distribution to rainfall occurrence for future forecast improvement affecting urban living

Asamaporn Sitthi and Pattamaporn Wongwiriya

Towards green cities in developing countries: a case study of Khon Kaen City

Pattamaporn Wongwiriya

สภาพแสงสว่างในสิมโบราณ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

ธีรพัฒน์ นองหารพิทักษ์ และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

การศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี

ศุภโชค สนธิไชย และ อาติยาพร สีนประเสริฐ

อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม: การออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน
ชูพงษ์ ทองคำสมุทร



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 2 (มกราคม - มิถุนายน 2562)
Journal of Building Energy & Environment VOL.1 NO.2 (January - June 2019)
ISSN : 2630-0796

บรรณาธิการ/Editor

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Asst.Prof.Chumnant 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.

อีเมล/Email

journal.bee.thailand@gmail.com

เว็บไซต์/Website

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

เลขานุการและระบบสารสนเทศ/ Secretary and information system

มนิรัตน์ วีระกรพานิช
Manierata Virakornphanich

พิมพิชนก ศรีสุริยะมาตย์
Phimchanok Srisuriyamart

อนุพันธ์ พันธุ์อมร
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

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอาคาร (Journal of Building Energy & Environment : BEE) ฉบับที่สอง นับเป็นขยายขอบเขตขององค์ความรู้ ให้มีความหลากหลายของเนื้อหามากขึ้น ได้สะท้อนมุมมองจากนักผู้เขียนซึ่งเป็นผู้วิชาการที่หลากหลายที่มาซึ่งล้วนเป็นผู้วิชาการที่เป็นเครือข่ายทางด้านวิชาการร่วมกันทั้งจาก ยุโรป อเมริกา และเอเชีย โดยนักเขียนที่เขียนบทความเหล่านั้นมีความหลากหลายในสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็น ด้านการออกแบบ สถาปัตยกรรม ผังเมือง วิศวกรรม และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ โดยมีความเชื่อมโยงร่วมกันที่เน้นด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยความร่วมมือและเสียสละที่ดียิ่งของคณะทำงานและผู้ทรงคุณวุฒิเช่นเคย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นสื่อในการเปิดประเด็นและมุมมองทางวิชาการ สู่การออกแบบ และวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

ผศ.ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์
บรรณาธิการ

The second edition of the Journal of Building Energy & Environment, BEE, is launched with an extension of knowledge and more variety of content reflecting the views from writers who are various academic networks from Europe, United State of America and Asia. The articles in this edition are the subjects in the field of design, architecture, Urban Planning, Engineering and other related issues. However, the topics point to the keyword of “Energy and Environment” more or less. 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.ยິงสวัสด์ ไชยะกุล
Assoc.Prof. Yingsawad Chaiyakul, Ph.D.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Khon Kaen University, Thailand

รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร
Assoc.Prof. Choonpong 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 สันติเวช
Asst.Prof. Sanchai Santiwes, Ph.D.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Khon Kaen University, Thailand

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร
Asst.Prof.Chanikarn Yimprayoon, Ph.D.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University, Thailand

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาริณี รามสูต
Asst.Prof. Tharinee Ramasoot, Ph.D.

มหาวิทยาลัยศิลปากร
Silpakorn University, Thailand

Professor Paulette R. Hebert, Ph.D.

Oklahoma State University, USA.

Contents

Page

Global Influences VS Local Architectures: Two Aspects of a Sustainable Approach

1

Alexandru Calin, Ph.D.

Tick Tock: An International Student Workshop Exploring Lighting Design Factors in the Hospitality Industry

16

Greg Clare, Paulette Hebert, and Chitra Singh

An analysis of cloud distribution to rainfall occurrence for future forecast improvement affecting urban living

33

Chumnan Boonyaputthipong and Mahjoub M. Elnimeiri

Towards green cities in developing countries: a case study of Khon Kaen City

44

Pattamaporn Wongwiriya

สภาพแสงสว่างในสิมโบราณ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

50

ธีรพัฒน์ นนทการพิทักษ์ และ ยี่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

การศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี

66

ศุภโชค สนธิไชย และ อาติยาพร สีนประเสริฐ

อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม: การออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน

80

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร

Global Influences VS Local Architectures: Two Aspects of a Sustainable Approach

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

Sustainability, energy efficiency, low resource consumption, responsible building and design are real actual issues of contemporary architecture and which the current practice can not ignore. Globalization, industrialization, technological progress coupled with population growth and environmental concerns urge us to find sustainable alternatives for the conservation of planet resources on the one hand and a rethinking of the final architectural product that has both a low impact on the environment and that is durable during use.

The article investigates two different hypostasis of the contemporary architecture illustrated by the recent concerns that I have both in the practice of architecture and as a teacher, responsible for the formation of new generations of architects: In the first case, an office building built in Bucharest illustrates studies and thoughts regarding the use of technology and resources offered by new materials in order to obtain energy performance, minimal consumption of resources and low impact on the environment producing meaningful and strong architecture in the same time.

The second one, theoretically investigates how to build sustainable, with local resources, based on the lessons that tradition, the vernacular, the call to local materials and techniques can provide a model of architecture that can withstand in time and offer the respect to the environment and to the framework in which it is located.

The occasion is given by the individual research work that I was assigned during my stay at KKU under the guidance and advice of Prof. Dr. Chumnan Boonyaputthipong and it refers to the proposal for the new building for the University's Textile Workshop.

Keywords: SUSTAINABILITY, ENERGY EFFICIENCY, CONTEXT, TRADITION

1. Introduction

Sustainable, when the term is used to describe architecture, is a general term referring to conscious-ecological design techniques. In the broad sense, a sustainable architecture aims to minimize the negative impact of the built object on the environment by increasing efficiency and

optimal use of materials, energy and spatial development. In other words, the idea of sustainability or ecological design means concluding that the actions and decisions we take today do not hinder the opportunities of future generations.

The concept of Sustainable Architecture can be organized in several areas of applicability, including sustainability and permanence over time, materials, energy efficiency, proper land management and waste reduction. By carefully analyzing the production of contemporary architecture it can be concluded that this is obviously influenced by several factors: new materials, experimentation with new 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 the existing resources, sensitive to the same extent for the future. The principles of passive buildings involve the correct location of the construction on a site, the location according to the cardinal points and the influences of the winds, the topography of the chosen place. Summarized these aspects lead the architect to continually experiment with the right forms 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 most architects and investors choose to meet the A second approach is, as I state earlier, a study that was part of the individual study I did during my stay at KKU. It is a rather theoretical hypostasis, which originates in the concerns about local architectures, traditional techniques and how natural resources, climate and environment influences a sustainable and durable architecture over time. Many times building on technology, performing materials can be expensive and does not necessarily mean a sustainable attitude for the future. The dynamics of materials development, deployment costs, and the duration of their exploitation can induce a high consumption of resources, a transformation that, in the long run, brings a much more damaging impact to the built environment. Encourage consumption, production, recycling and regeneration cost.

On the other hand, the appeal to local techniques and local produced materials, in other words, the lesson we can learn from tradition and vernacular can be a very environmentally friendly and highly responsible attitude towards the long term future. For thousands of years, the vernacular lesson has taught us a model of conservation and sustainability that sometimes seems too easy forgotten. Sustainable means building first of all lasting, with care towards the future and resource consumption. The simplest way to understand vernacular architecture is to look at it as architecture without architect, a pure and simple response to a particular person basic building needs. One of the most important characteristics of this type of architecture is the simple, low-tech method of which a building is created and adapted to local context and the building's users.

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 environmental friendly approach searching for some aesthetical qualities or egotistical approaches.

2. Research Methodology

Research Methodology includes the materials, tools and method of the study. The research is based mainly on the office planning activity and study during the development of the projects: drawings, studies, work and design meetings with suppliers and technical specialists, site visits and observations at the end of the process and building completion. Also, for the second part of the research, study trips across Thailand, lectures and studio's activity along with professional discussions with the KKU teacher have been very helpful for the results and the conclusions of the research.

Part one: GLOBAL

In 2014 a local investor, involved in important projects on the Romanian market, invited us to design a building that would host offices for young companies in Romania as support for their further development.

The building was funded by a European Union funding program to support young entrepreneurs and, besides requirements for flexibility in time and user development, had to meet the latest and most demanding requirements for energy efficiency, low consumption and impact on the environment required by the European standards in force.

Together with the entire design team (architects: Alexandru Calin, Vlad Draghescu, Toader Popescu, Daniel Bondar, structure: Popp And Associates, Mihai Bitu, Alexandru Hoaghia, Sorin Vasile, installations: Amb Design Project, Ing. Mihai Nedelcu (Sanitary), Ana Maria Bardac (Hvac), Mihai Husch (Electric), Ing. Alina Rogojanu (Gas), we produced an eight stories (basement, ground floor and 6 floors) with a build area of 710 square meters and a total built surface of 5,070 square meters. Each floor has a rectangular shape so that the surface can be easily divided according to the needs of the customers.



Figure 1: CSDA Siriului. Exterior views © Andrei Margulescu, Marius Grigore

Located in northern Bucharest area, the Siriului Support and Development Center (CSDA Siriului or SSDC) enjoys a favorable position in the city, in a growing area (probably the most dynamic of the moment) and with attractive prospects for the future.

The local neighborhood context resulted from the articulation of an 80's residential complex with single plots of individual private housing without special or cultural values was not a valid partner for an urban dialogue and was a major challenge at the start of the design. Thus, the building had to assume the task of taking out the surrounding area from anonymity and diminishing its peripheral status. The scheme for financing the investment from European funds imposed the adaptation of its functional configuration to the needs of small and medium enterprises.

Thus, each level is modularly designed, with the possibility of dividing leasable areas for office space into a flexible and sufficiently large number of autonomous units, with areas adapted to the needs of SME's (80-160pc) with equal access to a series of common facilities - level meeting rooms, sanitary groups, services of common interest on the 1st floor of the building (conference rooms, copying service, professional services, etc.).

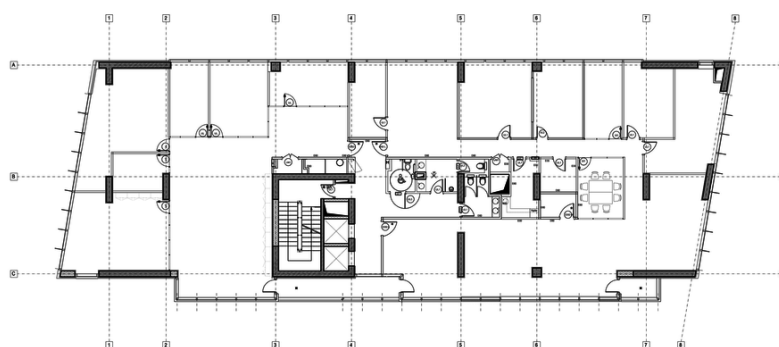


Figure 2: CSDA Siriului. Current floor plan © Alexandru Calin

Regarding the exterior image, a balanced composition was chosen, in which the vertical gaps in the side of the main façade are counterbalanced by the horizontal dominance of the central area, supported by a succession of alluminum bris-soleils, by emphasizing the edges of the floor planes, the corrugated board texture and three wide horizontal windows. The latter highlight the three accent elements of the main façade - the "Trespa" yellow boxes.



Figure 3: CSDA Siriului. Yellow boxes on main facade © Andrei Margulescu, Marius Grigore

The function of the building - offices, the necessity to use glass as a predominant material and the orientation of the long building side to the South allows a good natural illumination of the working space, but brings with it the problem of solar protection and saving of resources. The same protection and treatment required the Eastern and Western sides as well as the glass showcase on the Nordic side.

The required quality standards have led to the use of energy-efficient and technologically-performing materials to ensure efficiency, isolation, resource saving, low consumption and durability over time. So we used a high performance, SunGuard SN 51/28 glass, 6mm thick outside, produced by Guardian. SunGuard® Glass is made by sputtering multiple layers on a patented glass base, called Silicoat™. This advanced technology puts ultra-thin layers on a uniform stencil regarding the looks and high optical qualities as well. Silicoat™ is an extremely efficient solution for mechanical and chemical durability, high visible light transmission, superior U-value and low shadow coefficient.

The material offers a light transmission of up to 75% and 76% respectively, 5% and 6% more than other Guardian SunGuard SuperNeutral glass products. This great light transmission supports building owners, architects and designers in their efforts to bring as much natural light into their projects as they can.

In addition to the high light transmission, Guardian SunGuard SN provides a 40% low solar factor and excellent thermal performance - with a 1.0 W / sqmK Ug value that balances the indoor room temperature throughout the year. Thanks to this combination of unrivaled properties, SunGuard SN contributes to a more comfortable living and working environment. For the NORD facade we used curtain walls in the SCHUCO FW50 + aluminum profile system consisting of senkkklapp type openings with the glass panel stuck on the frame, while for the EAST and VEST facades the structural curtain walls SCHUCO FW50 + SG being combined with vertical "glass bevel" panels and the shadow box area covered with bond-type composite material.

The SOUTH facade consists of SCHUCO FW50 + curtain walls with vertical / horizontal caps and horizontal sun shading system 350 mm adjustable angle blades from METRA as supplier. The FRANGISOLE sunshade profile line from METRA guarantees ideal conditions in any environment. Sun visors let the desired light pass, block unwanted solar radiation, and allow temperature control inside the building. Sun protection has an increasingly important role in designing workspaces.

The ultimate goal is to optimally and intelligently use the resources at your disposal, guaranteeing a high degree of internal comfort, optimizing the use of solar energy to minimize energy consumption, while satisfying the need for daylight and visual contact with the outside world. The main parameters in sun protection are: the heat coming inside the building, the yield of sunlight that is filtered by the windows, the protection against light from the light, the visibility outside. Ideal sun protection protects against heat and dazzle, but does not block outward visibility and light.

For the ventilated facade with HPL TRESPA METEON on the Eurofox structure and the blind facades of the building we used thermal insulation with 100 mm basalt mineral wool from KNAUF. The product has an improved thermal performance due to the low thermal conductivity that provides better thermal protection of the building.

The product is non-combustible, good heat insulator, mass hydrophobic, durable, chemically neutral and very permeable to water vapor. Plate dimensions do not change over time due to high temperature variations. It is a solution that substantially reduces energy consumption with a high recycled raw material content, the Gold Standard of the Eurofins Indoor Air Quality certificate, fulfilling all the existing European criteria for indoor air quality.

In terms of installations in the four-seasons climate, the integrated energy system increases the efficiency of the building being thermo-insulated, well-oriented on the ground, the heat being recaptured (to be used immediately or stored). Waste water recycling contributes to reducing water consumption.



Figure 4: CSDA Siriului. Sun protection system on the South Facade. © Andrei Margulescu, Marius Grigore

From our point of view, CSDA Siriului represents an important achievement for the Bucharest and Romanian market, demonstrating the plus-quality value brought by the European funding mechanism, the feasibility of a high-level construction under the conditions of responsible cost control and at the same time answering to an important contemporary challenge: how to obtain architectural quality in the restrictive (but so necessary) context of structural funding, maintaining high quality standards and efficiency for long-term use.

Part two : LOCAL

During my individual study assignment at KKU I was invited to think of a proposal for a new building to host KKU's Textile Workshop. The research is based on the study of local climate conditions, location, local materials and techniques and how they can be a response to the issue of sustainable architecture for the future. The building proposal is based on a few basic principles of composition of space and takes into account the local climate and location features: a simple, compact, ventilated, natural, flexible, sun and moisture-proof building, where local bamboo materials play an important role in protecting and creating in the same time a sort of green barrier.



Figure 5: KKU Faculty of Architecture, Textile Workshop. Exterior view © Alexandru Calin

The plan is a rectangular layout that allows maximum flexibility of use and separates traffic and services from the work area. The staircase is open and allows the circulation and ventilation of natural air. The large openings on the long sides of the building, the communication of the spaces also ensure a permanent movement of the natural air. On both sides the building is protected by the sun and heat: continuous loggias on the main facade allow both the expansion of the working space and the necessary shade against the sun. Sun protection is made with vertically arranged bamboo sticks and a system that allows the vegetation to provide a favorable microclimate.

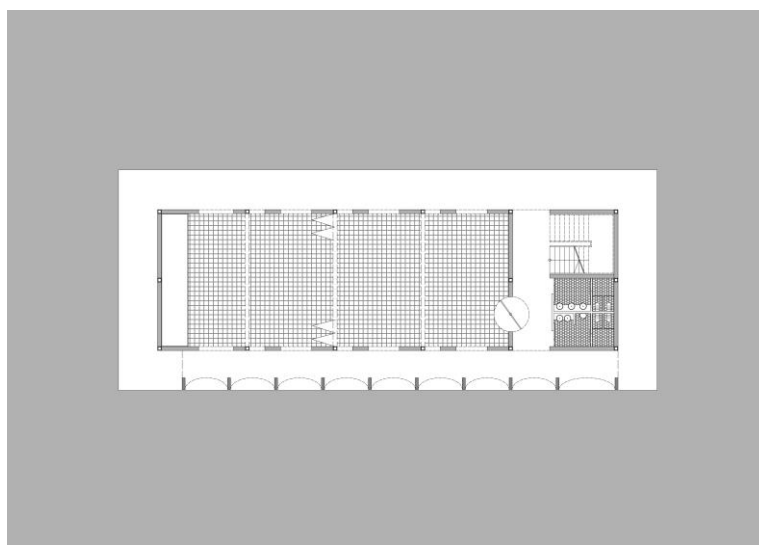


Figure 6: KKU Faculty of Architecture, Textile Workshop. General layout plan © Alexandru Calin

The building's terrace allows outdoor activities and it is a complement to the interior space. The bamboo grid allows drying of textiles, provides shading, protects in the same time. In addition, it allows the installation of photovoltaic panels or installations for the production of renewable energy, insofar as the building can incorporate innovative technology as long as it remains anchored in tradition and low-tech construction techniques.

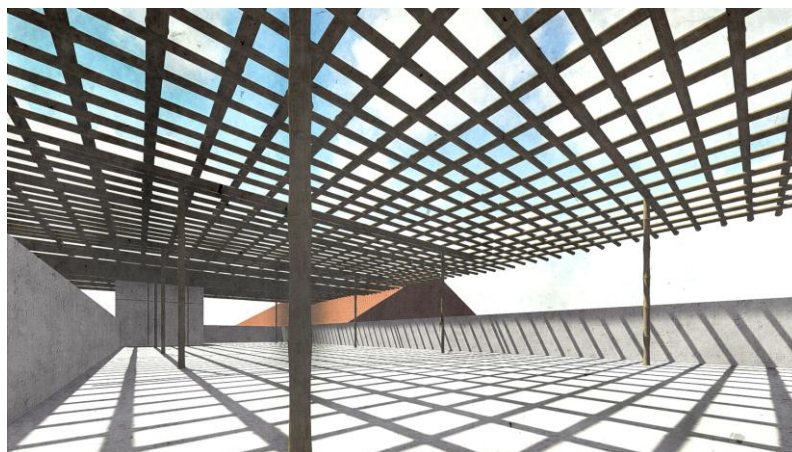


Figure 7: KKU Faculty of Architecture, Textile Workshop. Roof terrace © Alexandru Calin

The building is made entirely of apparent concrete. As an attitude may seem unsustainable and perhaps has a little to do with the ecological approach but in the long run it allows for a very long life and flexibility of use so that the intervention is done for a long time now, without generating additional costs over time.

In addition, the concrete is a composite material obtained by homogenizing the mixture of cement, aggregates and water. It is a low cost material per ton of static loading, is easy to use and requires low maintenance costs. From an ecological point of view, the production and transport of concrete require less total energy than many other building materials.

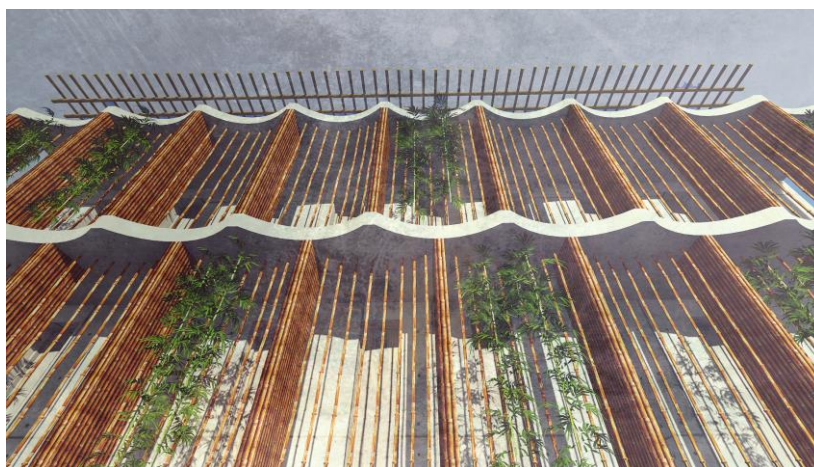


Figure 8: KKU Faculty of Architecture, Textile Workshop. Sun protection system © Alexandru Calin

3. Research Results

Research Results tell the clear result of the study. From the technical specifications provided by our technical partners involved in the design process and in the constructions works for the building one can have a better understanding on how much the quality of the products and the technology helped us achieve better building performances in terms of sustainable design and performance. Globalization plays a defining role in this building design process. Having the chance to involve international partners means also a better possibility to achieve outstanding results in design process.

Table 1. Performance specifications for SUN Guard SN 51/28 Glass panels from Guardin

Applications	Conservatories and orangeries, curtain walling, spandrel panels, structural glazing, windows and doors
Applied Detail	n/a
Certification	n/a
CoatingDesign	Solid
CoatingType	High Selective Surface 2 (Combines High Light Transmission, Low Solar Factor and an Ultra Low U value)
ColourRenderingIndex	93 Ra
Composition	Soda lime silicate
DirectEnergyTransmission	26%
EnergyAbsorption	37%
EnergyReflection	37%
GlassSubstrateOptions	ExtraClear float glass, Laminated glass
GlazingThicknessOptions	4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm
HeightOptions	<3210>

ImpactResistance	n/a
LightPerformance	Light transmission: 51%
Pattern	n/a
ProcessingOptions	Annealed, Bendable, Heat soaked, Heat strengthened, Laminated, Toughened/ tempered
Selectivity	1.82
ThermalTransmittanceOptions	Double Glazed: 1.0 W/m ² K, Triple Glazed: 0.5 W/m ² K
Thickness	4
TotalShadingCoefficientPerformance	0.32 g/0.87
UVTransmission	16%
WidthOptions	<6000>

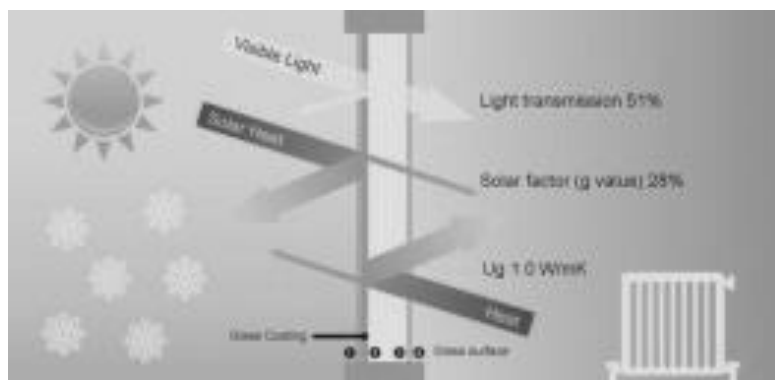


Figure 9: Sun Guard Super Neutral SN 51/28 Tech Specification provided by Guardin

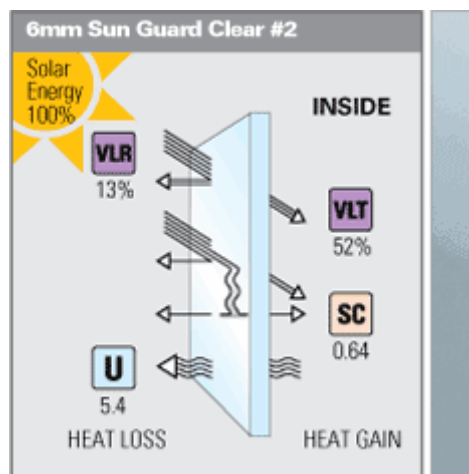


Figure 10: Sun Guard Clear Glass provided by Guardian

Sun Guard Clear Glass from Guardi is a pyrolytic type coating made by the Guardian Silicoat Process. It is a highly innovative solar control glass product, light sky blue in exterior colour, with low reflectance, high light transmission and good solar control performance for a clear glass. The coating must be glazed to surface 2, and gives a very light silvery blue appearance.

The tried and tested thermally insulated mullion / transom faÇade systems Schüco FW 50+ creates impressive vertical faÇades – particularly with large module widths and installation heights, and faceted inwards or outwards.

The .SI (Super Insulation) system option not only fulfils current energy-saving standards, such as the EnEV, but with U_f values of up to $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$, already exceeds some of these requirements today. In this way, aluminium curtain walling suitable for passive housing is now an option.

The Schüco systems FW 50+ CW for ventilated / non-ventilated faÇades accommodate all smooth-faced panels and are supplied with all the necessary wall attachment fittings and substructure fittings. Another advantage is the significant reduction in construction time as faÇade fabrication and interior building work can be done in parallel. Very economical solutions thanks to composite constructions, great flexibility in positioning the ventilated and non-ventilated areas.

System	Art der Prüfung Type of test	Grundlage Basis	Prüfinstitut Test institute	Nr. des Prüfzeugnisses/ Bescheids No. of the test certificate / certificate	Prüfungsbeis Test result
FW 50+SG	Fugendurchlässigkeit Air permeability	EN 12152	ift Rosenheim	105 25509	AE 1200 PA
	Schlagregendichtheit Weather tightness	EN 12154		108 31193	AE 1050 PA RE 1200 PA
FW 50+SG [FW 60+SG]	Isolierglasprüfung Double glazing	prEN1279-2		801 25611/1	positiv positive
FW 50+SG	Europäisch-technische Zulassung (ETA) European Technical Approval regulations (ETA)	ETAG 002	Deutsches Institut für Bautechnik	05/0114	erteilt issued
	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung General building approval	–		Z-70.1-46	
	Absturzsicherheit Safety barrier	E-TRAV EN 12800	PSP RWTH Aachen	S-47-01	voll absturzsichernd Kategorie A Category A, fully protected
	Luftschalldämmung Airborne sound insulation	EN 20140-3 1995-01 EN ISO 717-1: 1998-12	ift Rosenheim	161 26794/1.0.0 161 26794/2.0.0	$R_{w, (C, C_p)} = 38 (-1, -3) \text{ dB}$ $R_{w, (C, C_p)} = 44 (-2, -5) \text{ dB}$
	U _f -Wert U-value	–		432 20487/1 432 20487/2	$U_f = 2.2 - 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_f = 1.8 - 1.9 \text{ W/m}^2\text{K}$
FW 60+SG	Air, Water, Structural Seismic Integrity Movement	AAMA 501-05	ATI	56821 02-120-47-RO	PA 1436
	Air, Water, Structural Seismic Integrity Movements	AAMA 501-05		58438 01-122-34	psF 30



Figure 11: Schuco FW50 Curtain Walling System

Sun Blades solutions were provided by the Metra Sun Blades series. This is more than a simple sun protection tool, it can be widely applied from skyscrapers to private homes, increasing energy savings. Its bold aesthetic appearance enhances any architectural form and is capable of transforming any habitat into a satisfying and entertaining place to live, offering the choice between darkness, light, sunshine and complete shade at whatever time of day and with great ease. The simple insertion of photovoltaic panels onto the blades produces clean energy with a low environmental impact. The Sunblades can have the same finishings as all METRA systems and the automatisms are managed by a domotics system.

4. Conclusion and Discussion

Acting global the concept of Sustainable Architecture can be applied in several areas such as sustainability and permanence over time, materials, energy efficiency, proper land management and waste reduction. By carefully analyzing the production of contemporary architecture it can be concluded that this is obviously influenced as I said before 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 the existing resources, sensitive to the same extent for the future. The principles of passive buildings involve the correct location of the construction on a site, the location according to the cardinal points and the influences of the winds, the topography of the chosen place. The practice has to experiment with the right forms 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 most architects and investors choose to meet the requirements of BREEAM or LEED energy certification programs.

Many times building on technology, performing materials can be expensive and does not necessarily mean a sustainable attitude for the future. The dynamics of materials development, deployment costs, and the duration of their exploitation can induce a high consumption of resources, a transformation that, in the long run, brings a much more damaging impact to the built environment. Encourage consumption, production, recycling and regeneration cost.

On the other hand, acting locally, the appeal to local techniques and local produced materials, in other words, the lesson we can learn from tradition and vernacular can be a very environmentally friendly and highly responsible attitude towards the long term future. For thousands of years, the vernacular lesson has taught us a model of conservation and sustainability that sometimes seems too easy forgotten. Sustainable means building first of all lasting, with care towards the future and resource consumption. The simplest way to understand vernacular architecture is to look at it as architecture without architect, a pure and simple response to a particular person basic building needs. One of the most important characteristics

of this type of architecture is the simple, low-tech method of which a building is created and adapted to local context and the building's users.

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 environmental friendly approach searching for some aesthetical qualities or egotistical approaches. A possible approach in terms of architectural theory and practice is given by the collection of studies edited by Lindsay Asquith and Marcel Velinga, "Vernacular architecture in the Twenty- First Century. Theory, education and practice"[1] It is a reading that I highly recommend to those who are interested in the subject of vernacular architecture and the way it responds to the needs of modern society. The second part, with contributions from Suha Özkan, Roderick Lawrence, Lindsay Asquith, Ian Davis and Geoffrey Payne provides us with interesting points of view regarding the lessons one might take from the vernacular heritage.

One of the most important principles in the new environmental ethics of the XX and XXI century is the principle of sustainability.

This is now a major criterion in the judgement of any planning practice. Vernacular architecture is, perhaps, the highest form of sustainable building as it uses the most accessible materials and employs the widest available technologies.

Roderick Lawrence [2] proposes a discussion on the way in which principles deduced from the vernacular could provide lessons to those involved in the contemporary planning of sustainable human settlements. The vernacular is a result of the active and dialectic interrelation between cultural and ecological factors. Lawrence's approach acknowledges that sustaining human settlement involves human practices and processes that ought to adapt to the dynamics of the world in both local and global levels.

Lawrence proposes a set of basic principles for the professional practice:

- a) Compact human settlements;
- b) Building adaptability for reuse;
- c) Patterns and principles form history;
- d) Interrelated scales from a web;
- e) Ecological and cultural diversity;
- f) Participatory approaches;
- g) Communication, information and public awareness.

An ecological approach applied to the study of vernacular architecture reminds that construction and use of human habitats stem from the interaction between different factors. The impact on the layout and construction of the built environment, the consumption of materials and energy increased as the local cultural knowledge of traditional construction methods

declined. Today, one has to choose between traditional materials and methods, and new technologies and synthetic materials. The first choice allows the reuse of renewable resources while the other requires energy consumption, specialized expertise and produces an important amount of non-recyclable waste products.

Local resources and the understanding of traditional typologies can produce great quality spaces, can be in the same time attentive and aware of local environmental conditions, encourage the perpetuation of traditional crafts can create jobs for local people, perpetuate the tradition and carry it forward responsibly. In the long term can be the winning attitude .

5. Acknowledgement

Acknowledgement comes from both the approaches as architect designing in the studio and as a research teacher involved in the academic process. Both can offer ways and responses in the field of architecture.

6. References

- [1] *Vernacular architecture in the Twenty –First century. Theory, education and practice*, edited by Lindsay Asquith and Marcel Velinga, (London: Taylor&Francis,2006)
- [2] Roderick J. Lawrence, "Baisic principles for sustaining human habitats", *Vernacular architecture in the Twenty – First century. Theory, education and practice*, (London:2006, 110 -127).

Articles and books related to subject:

- 1. 20 YEARS OF ALUKONIGSTAHL, Igloo Media Print, 2015,
Bucuresti.:[https://www.alukoenigstahl.ro/ro/SiteAssets/compania/despre-noi/ALUKONIGSTAHL 20ANI.pdf](https://www.alukoenigstahl.ro/ro/SiteAssets/compania/despre-noi/ALUKONIGSTAHL%20ANI.pdf)
- 2. IGLOO BEST - BIROURI DIN ROMANIA 3 (BEST OFFICES IN ROMANIA VOL.3), Igloo Media Print, 2014,
Bucuresti, ISBN: 978-606-8026-35-0
- 3. ZEPPELIN 124 - may 2014 - "Zebra 3 & Point Zero: O casa pentru o comunitate de afaceri" (A house for a community of businessmen): <https://e-zeppelin.ro/revista-124/>
- 4. VERNACULAR ARCHITECTURE IN THE TWENTY –FIRST CENTURY.THEORY, EDUCATION AND PRACTICE, edited by Lindsay Asquith and Marcel Velinga, London: Taylor&Francis,2006.

Alexandru Calin is an architect and professor at the "Ion Mincu" University of Architecture and Urban Planning in Bucharest. He is currently teaching in the Design Basis Department where he guides the design studios for the 2nd and 3rd year students with programs that mainly approach housing issues and public projects addressed to the community. In parallel he produces architecture and interior design within his own practice, SPACE CASUALS. For eight weeks, between August and September 2018, he was invited to KKU, Faculty of Architecture, for a series of lectures and workshops for the 2nd and 5th years of study.

Tick Tock: An International Student Workshop Exploring Lighting Design Factors in the Hospitality Industry

Greg Clare^{1*}, Paulette Hebert², and Chitra Singh³

^{1*}Design, Housing and Merchandising, Associate Professor, Oklahoma State University

²Design, Housing and Merchandising, Professor, Oklahoma State University

³Design, Housing and Merchandising, Oklahoma State University

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

Abstract

Researchers conducted a lighting design methods workshop exploring circadian rhythm factors that may impact travelers staying in hotel rooms. Students attended separate workshops conducted in Mexico and the United States of America. During the workshop in each country students first attended a one-hour lecture about circadian rhythm lighting design considerations followed by a one-hour hands-on exploration of existing and retrofitted lighting designs in hotel rooms that included light bulbs designed to produce circadian entrainment effects. Spectrometers, surveys, spectrum actigraphy watches and light meters were used to teach students ways to measure traveler and hotel room lighting design factors. Placement of various types of light bulbs in specific areas of hotel rooms may contribute to sleep disruption and entrainment of circadian rhythms. Students gained knowledge of lighting design approaches that could influence travelers' hotel stay experiences. Students worked in small to teams to propose lighting design interventions that could influence the spectral profile within hotel rooms with the goal of entraining circadian rhythms. The workshop facilitators and students discussed their proposed lighting designs as a group.

Keywords: International, Empathic Design, Lighting, Chronobiology

1. Introduction

An empathic design lighting workshop was conducted in The United States and Mexico to increase student awareness of circadian rhythm design factors that may impact consumers in the travel and hospitality industry. The goal of the workshop was to provide students with a technology enhanced learning experience to measure and compare electric lighting effects in a field setting and ways to better understand lighting related effects that travelers may face in hotel rooms. First, students attended a one-hour lecture about the role of lighting to impact circadian rhythms and human health and ways lighting can be used to potentially improve the experience for travelers. After the classroom portion of the workshop, students participated in hands-on design workshop for hotel room lighting. Students used actigraphy watches, client surveys, light meters and a spectrometer to compare the lighting conditions in existing and retro-fitted hotel rooms. Hotel room lighting measurements and client survey data collected during the workshop helped to stimulate student discussions about how data driven lighting design approaches can be used to meet client needs in the hospitality industry. Student teams then proposed hotel room lighting design plans with the goal of reducing the potential for a traveler's sleep disruption based on the room specific lighting configurations in both the existing and retrofitted hotel rooms.

Circadian Rhythms Overview

Circadian rhythms are 24-hour body clock cycles, which are important for human health and are influenced by light, activity and other factors. Light is found to be the principal circadian synchronizer in humans and different light levels are capable of producing weak to strong effects on the human body [1] In fact, bright indoor light can suppress melatonin secretion [2] and reset circadian rhythm in humans [3]. Drifting or disrupted circadian rhythms create irregular sleep/wakefulness patterns, which are sometimes observed in travelers, shift workers, people of advanced age, or those suffering from chronic diseases [4-7]. Increasing light exposures throughout the day and during evening hours is known to result in improved sleep patterns and increased entrainment of circadian rhythms [8]. At the same time, light emitting electronic devices used for reading or for entertainment before bedtime have been shown to produce adverse effects on circadian rhythm and suppress the sleep promoting hormone melatonin [9]. Travelers travelling across time zones are at risk of disrupting circadian rhythm that may also cause circadian rhythm disorders [10, 11].

Travel Related Circadian Rhythm Disruption

Travelers are an at-risk group for circadian rhythm disruption because they must adapt to unusual travel times, distant geographic time zones and seasonal effects of natural light differences. Travel related stress may negatively influence travelers' circadian rhythms, health outcomes and have received some attention in the literature [12-17]. International air travel involving changes in time zones can cause disruption in circadian rhythm and also reduce physical performance of travelers [18, 19], affect sleep patterns [20-22], induce fatigue [23, 24] and also cause mood swings [25]. Extreme tiredness and other physical effects felt by travelers

is often called jet lag, which is caused by misalignment between internal circadian rhythm and local time due to travel across time zones [26]. A planned and timed bright light exposure can be used to manage the effects of disrupted circadian rhythm in travelers [14]. Circadian rhythms can be reset through electric light exposure; Abbott and Zee [27] used exposure to bright light for 30-45 minutes on awakening together with melatonin to progressively advance the wake time until desired sleep window was reached. Light has been recognized as most important time cue that could be used to entrain the circadian rhythm pacemaker to normal 24-hour cycle after disruption [28-30].

Circadian Rhythm Entrainment Using Electric Light

Electric light is important for synchronizing circadian rhythm in humans and has an effect on circadian pacemaker [29]. Light exposure in early night promotes delay in human circadian rhythms and light exposure in late night advances the shift. Thus, controlled exposure of light can reset human circadian rhythm [9, 28, 29]. A successfully entrained circadian pacemaker equalizes internal and external day lengths and the literature suggests a connection between the circadian clock and human health [31-33]. Travelers often experience jet lag due to travel across time zones. Several studies have shown that exposure of bright light (>3000 lux) during daytime for at least three hours in the day can reset the circadian clock [34-38] and also help in circadian rhythm entrainment to shifted sleep-wake pattern [30, 39-41]. Melatonin also has the ability to induce sleep and can be used to entrain circadian rhythm when treatment is appropriately timed [2, 3, 42]. Literature also demonstrates that exposure to indoor room light for at least six hours on an advancing schedule has led to circadian pacemaker adjustment to a new sleep wake cycle [29, 43]. This is relevant to modern day lives of travelers as they are mostly exposed to indoor room light of airports, airplanes, hotels or offices during travel.

Hotel Room Lighting

Hotel rooms and their potential impact on circadian rhythms including guests perceived well-being that is contingent on lighting design effects are not well understood. The increased use of LED circadian rhythm lighting products warrants the need for practitioners to consider the implications for traveler health and well-being within hotel rooms, which may be influenced by electric lighting. Hotel guests have reported sleep difficulties and disrupted sleep-wake patterns in hotels [11].

2. Research Methodology

International Lighting Workshop

The workshops in Mexico and the United States were designed to explore client needs in hotel rooms which could then be applied to lighting design practice with the goal of minimizing electric lighting effects on disrupting restful sleep and ways to improve traveler alertness in specific areas of hotel rooms. Students interacted with peers and faculty during the workshop to stimulate

active learning and collaboration. Student pre-workshop surveys highlighted the participants' desire to learn applied methods to specifically meet client needs as a desired outcome of the workshop. The workshop session included lecture, hands-on experience with technology, followed by reflection, problem solving and teamwork. The primary student-learning outcome was learning about technology-supported methods, which provide empirical evidence for circadian lighting design solutions to address client needs. The approaches presented to students for measuring the potential effects of hotel room lighting prior to and after lighting interventions could be integrated into the participants' work planning discussions and presentation with clients. The duration of the workshops was two hours including one hour of class time, and one hour of hands-on lighting measurements, discussion, and lighting design planning in the retrofitted hotel room in the U.S. and Mexico.

Classroom Session

Upon arriving at the workshop classroom in a hotel meeting room, students completed informed consent documentation, which was previously approved by the Institutional Review Board at a large Midwestern university in the United States. Participants received no compensation for attending the workshop and completing the workshop activities. The benefits for participants included increased knowledge of emerging LED lighting products and a greater understanding of the potential impact of electric lighting on travelers' health and perceived wellbeing in the hospitality industry. After students provided consent to participate in the study, each was issued an individually calibrated Philip's Actigraph Spectrum actigraphy watch. Actigraphy watches measure light levels (LUX), the visual spectrum (Red, Green, Blue light frequencies), activity levels, and various sleep performance indicators. Spectrum actigraphy watches can be used to measure the effects of natural and electric lighting for employees or guests during proactively or retroactively in facilities. Participants completed a paper survey, which included selected items from National Sleep Foundation Sleep Index (Knutson et al., 2017) to better understand factors, which can influence sleep performance in hotel rooms. The workshop presenters stressed the need for developing an understanding of client needs prior to beginning a lighting design.

Multiple approaches were used to expose students to research methods for designing lighting systems in hotel rooms during the classroom portion of the workshop. The advantages of introducing lighting design concepts in the classroom followed by hands-on measurement and proposed adaptation within real-world facilities is suspected to strengthen student learning outcomes from the workshop content. A combination of qualitative and quantitative techniques first presented in the classroom including the use of client questionnaires helped to reinforce the concepts of empathic design. Analysis of client survey data findings strengthened students' understanding of the importance of discussing with clients' circadian rhythms factors which might affect real-world lighting solutions.

Table 1: *Workshop Participant Demographics*

The Characteristics of the Workshop Participants section has been expanded to describe the diversity of the attendees.

Gender	n	%
Male	4	10%
Female	38	88%
Ethnicity (Multi-Report)		
White	33	77%
African American	2	5%
Hispanic	2	5%
Asian	1	2%
Native American	5	12%
Other Race	3	7%
Education		
High School/GED	5	12%
Some College	20	46%
2 Year College	3	7%
4 Year College	10	23%
Master's Degree	2	5%
Income		
Below \$20,000	17	40%
\$20,000-\$29,999	1	2%
\$30,000-\$39,999	2	5%
\$40,000-\$49,999	2	5%
\$50,000-\$59,999	3	7%
\$60,000-\$69,999	1	2%
\$70,000-\$79,999	2	5%
\$80,000-\$89,999	2	5%
\$90,000 and more	9	21%

The survey research portion of the workshop was followed by a PowerPoint presentation by the researchers, which discussed the implications of circadian rhythm factors, which might affect travelers. The lecture also discussed ways in which spectrometers, light meters, and spectrum actigraphy devices can be used independently or in combination to capture traveler behaviors and environmental lighting exposures. For example, actigraphy data can be captured during predetermined and scheduled periods to assess illuminance and diverse spectral

exposure trends over time for either individuals or groups as they navigate the natural and built environment during travel. The differences between how light may affect hospitality industry employees and travelers and the similarity of difference of these lighting impacts on each group can also be explored through spectrum actigraphy studies.

Hotel Room Lighting Demonstration

Images or diagrams of rooms and lighting configurations could be added to give. After the lecture portion of the workshop concluded, the researchers escorted students to an existing and retrofitted hotel room to complete a hands-on lighting design workshop. For this purpose, two hotel rooms at hotel properties in the U.S. and Mexico were used for the study: students measured the existing lighting design in one room at each hotel and a second room was used to evaluate lighting designs with circadian entrainment lighting modifications. Outlet plug configurations in the rooms in both the U.S. and Mexico were identical and did not require adaptors or voltage regulators to conduct the hotel room retrofits.

Contrary to the researchers' original retrofit plans for the workshop, Philip's Hue networked lighting devices could not be retrofitted in the U.S. or Mexico hotels since they required dedicated data switches and IP addresses which were not supported by each hotel's network restrictions. Hotel rooms in the U.S. and MX were retrofitted with selected LED circadian rhythm enhancing room light bulb interventions compared to the in situ LED lighting. The hotels in which the workshops were conducted in the U.S. and Mexico had strict rules about permissible modifications to the hotel rooms that included no items adhered or attached to wall surfaces but each hotel allowed the use of independent lighting fixtures (i.e. gooseneck lamps within the rooms). The existing lighting designs provided comparative data for students of the rooms illuminance levels and spectral profiles in key areas such as the bathroom, hallways, sleeping and work areas.

The researchers transported the planned retrofit lighting fixtures, bulbs and instruments in carry-on luggage during airline travel. The customs inspections required documentation of the location, duration, and purpose of the lighting workshop in Mexico to ensure goods intended for resale were not being transported across the border.

The retrofitted hotel room included the Lighting Science "Good Night" (FG-02263-A19-9 W 2231K 70CRI and "Aware and Awake" (LS-75WE BR40 9W 2349K 80 CRI); GE "Link Smart" (22604-A19-12 W 2849K 80 CRI) and GE "Brightstick" (63857-5403K 80 CRI) LED light bulbs. Clip-on gooseneck lamps allowed students to quickly move proposed hotel room lighting design changes and then take comparative readings to measure the effects of the changes during the workshop. A total of six gooseneck lamps were provided in the U.S. and MX to make modifications to the hotel rooms lighting designs using the bulbs discussed above. Students used Extech HD450 data logging light meter readings, and a Lighting Passport ALP-01 spectrometer to measure and compare illuminance and spectral profiles between the hotel rooms.

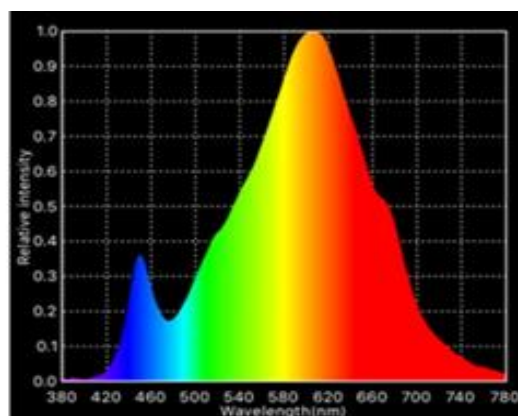


Figure 1. Image of Retrofitted Hotel Room Desk Area with Lighting Science 'Aware and Awake' lightbulb and Spectrometer profile.

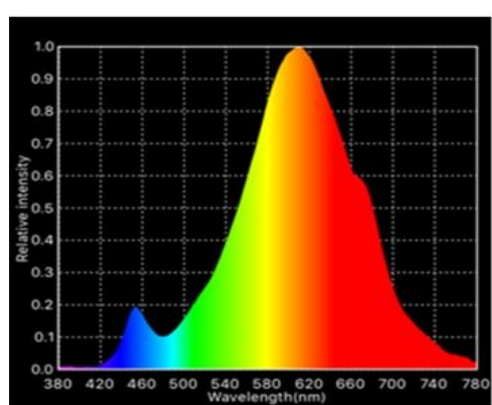
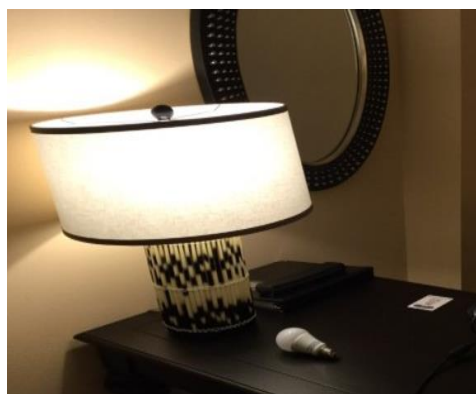


Figure 2. Image of Existing Desk Area Lighting Configuration and Spectrometer profile.

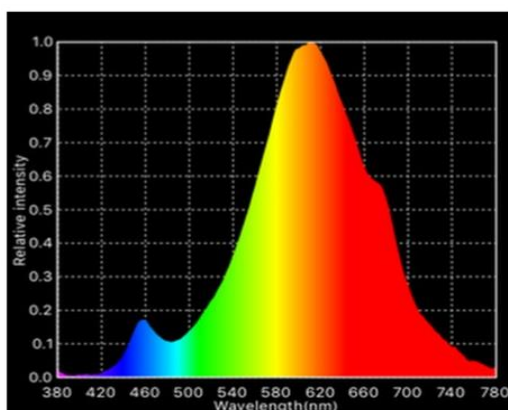
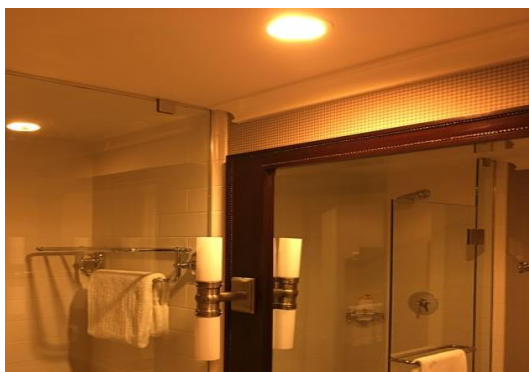


Figure 3. Image of Retrofitted Bathroom with Lighting Science 'Good Night' lightbulb and Spectrometer profile.

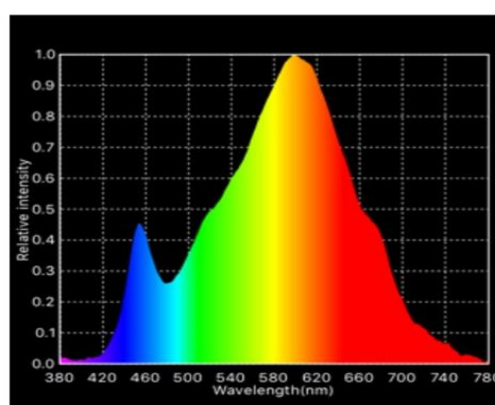
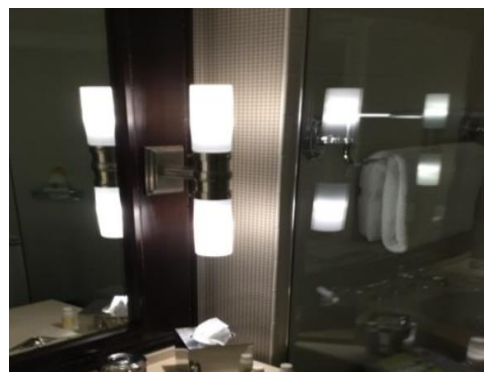


Figure 4. Image of Existing Bathroom Lighting Configuration and Spectrometer profile.

Prior to starting the hotel room demonstration, students were provided with light meters, a spectrometer, measuring tapes, paper pads and pencils to facilitate data collection, analysis, and recommendations. The students measured the parameters of the existing space including the intensity and spectral profile of both the existing lights and modified rooms, which they documented in field research notes controlling for measurements taken at 2'6" on the vertical plane. Students drew informal sketches of the hotel room configuration including furniture and light fixtures on provided paper pads to document their measurements and observations about the existing lighting design. Students then created a proposed lighting design sketches in which they outlined how they might change the lighting design to best influence circadian rhythm entrainment in critical areas of the hotel room. For additional reflection after the workshop concluded, students were provided with printed reports summarizing their spectrum actigraphy results via email to help them better understand the potential of technology for informing client co-created lighting designs.

Students worked in teams of two to sketch a proposed circadian rhythm entrainment lighting design based on their measurements and reflection on the prior workshop activities. The researchers asked students questions about their proposed lighting designs like those that might be asked by clients. Questions explored design solutions for both the existing and retrofitted hotel rooms designs produced during the workshop.



Figure 5. Student measurements of hotel room lighting parameters and documenting proposed changes in sketches for design variants

3. Research Results

Today's students are exposed to technology at an early age and adapt quickly to the use of tools such as adaptable lighting systems and instruments for measuring their potential effects on clients with spectrometers. The use of instruments to inform design decision making in the lighting design field will continue to increase in importance in the future and academic institutions should consider ways to apply technologies like spectrophotometry skills training in field settings as part of the lighting design curriculum. Likewise, today's students are comfortable with interacting with their peers and developing collaborative solutions to lighting design challenges which integrate diverse lighting designer opinions and technical lighting design expertise. Working together in small groups supported the students learning process through peer interactions while increasing the value of the proposed evidence based lighting design modifications for hotel rooms through formulation of collaborative solutions. Using hands-on field learning experiences also helped students better understand real-world design challenges when attempting to measure client environments and addressing client goals for the finished environment.

For the current hotel room student workshop, participants were particularly concerned about areas close to the bed such as the nightstand lamps and how the lighting in sleeping areas of hotel

rooms might influence restful sleep as important factors to consider when designing lighting. Lighting solutions identified by students for use near the bed area included the Lighting Science “Good Night” bulb which may support restful sleep by limiting blue wavelength light exposure. The lighting within the hotel room bathrooms was also identified as a key design consideration for lighting to reduce potential sleep disruption since travelers may use the restroom during the nighttime hours. Students preferred the use of Lighting Science “Good Night” bulb in the hotel bathroom to minimize the effects of awakening and returning to sleep after using the bathroom. The entry, hallway, desk and seating areas were identified as areas in hotel rooms where guests might be less concerned about the potential for lighting induced sleep disruption circadian effects since these areas are commonly used for providing incidental light while moving, organizing, preparing, reading, working, or socializing within the hotel room. Students preferred the use of the Lighting Science “Aware and Awake”, or G.E. “Link Smart” or “Brightstick” light bulbs to support hallways, closets, and work/seating spaces within the retrofitted hotel room which had higher blue light profiles.

Student workshop survey data findings further supported the workshop lighting design considerations by reinforcing that the student participants experience common seasonal sleep disturbances similar to the general population which could be exacerbated during travel (Figure 2). The student survey data aligns with circadian types research that suggests the common onset of seasonal sleep problems for people in the fall and which end in the spring. Students learned the value of client surveys measuring sleep factors can be used to support empathic design planning [44]. Workshop participants similarly reported physical factors such as perceived alertness, tiredness, and energy which may impact travelers perceived health and wellbeing. Data reinforced to the students that approaches to lighting design to help mitigate sleep disruption effects or increase alertness should be considered in project scope lighting design meetings (Figure 3.) The role of electric lighting in influencing perceived physical status has support in the literature [44-46].



Figure 1: Light workshop instrumentation

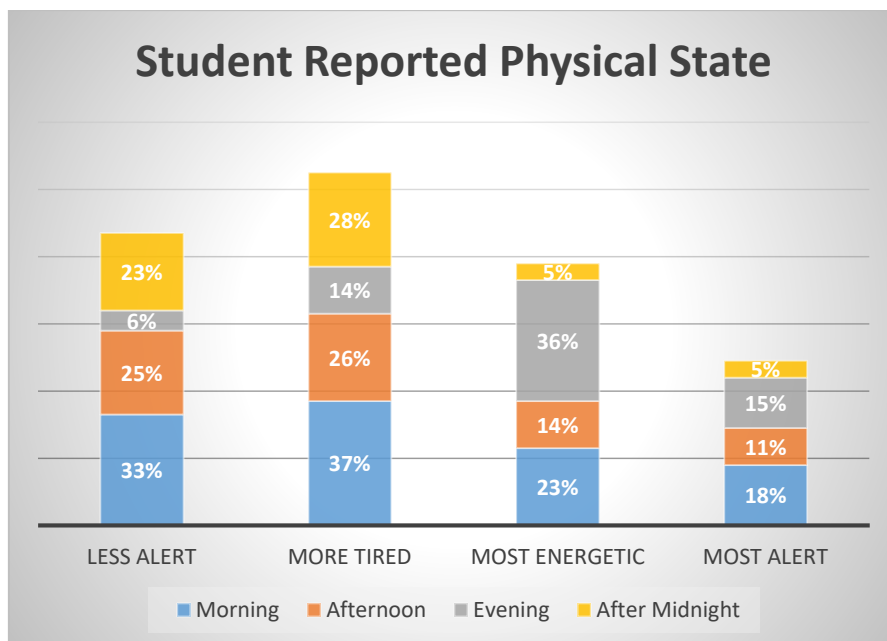


Figure 2: The surveys were used prior to the classroom-workshop to demonstrate ways that circadian lighting design consultations can be used to support circadian lighting designs by helping clients understand employee and customer self-reported sleep performance and diurnal shifts to physiological status



Figure 3: Student self-reported physical status during different times of day

4. Conclusion and Discussion

The workshop helped students better understand how diverse client circadian rhythms factors might influence a traveler's hotel experience and perceived well-being. The linkage of self-reported survey data to potentially improve client lighting design outcomes increased the students' empathy for clients during the design process. The workshop further demonstrated how low-cost light bulbs interventions selectively integrated into hotel rooms might influence circadian entrainment.

The goal for hospitality industry lighting designs to maximize guest health, well-being, and physical status for travelers will continue to increase in importance. Future biometric devices (e.g. Fit Bit) linked to tunable lighting systems (e.g. Philips Hue) to influence human health outcomes will combine the benefits of both new technologies in the near future by integrating biofeedback mechanisms into the separate systems. Marketing which highlights the purported advantages of circadian lighting designs integrated into hotel rooms may provide comparative advantages to industry competitors. Tunable LED lighting systems with modifiable lighting profiles on a per guest basis are the logical extension of user centric lighting design. The students who participated in the workshop will invariably encounter wearable devices that control tunable LED lighting systems in the future. The workshop strengthened the participants' knowledge about how emerging technologies might be integrated into their lighting design practice with the goal of improving client health outcomes.

Limitations and Future Research Directions

The students participating in the lighting workshops in the United States and Mexico are not representative of all travelers in the general population including those traveling to diverse geographic locations globally and experiencing seasonal variations of diurnal light. The workshops were both conducted in the fall of the year and did not allow for the measurement of seasonal available light variations inherent during travel throughout the year. Participants socio-economic status and other demographic considerations similarly did not represent the general population of travelers. Knowledge of the effects of lighting on human health and perceived well-being of the student participants may differ from travelers in the general population including knowledge about lighting design considerations that could influence hotel room guest experiences.

Further field research is needed to measure the perceived advantages of electric and natural light effects on human health including generalizable samples of travelers in hotel settings. Students reported their current physical status when they attended the workshop. Since the students traveled to the workshop, the field experience within a hotel may have influenced perceptions about environmental and physiological factors like sleep deprivation, crossing time zones, fatigue, seasonal, physical or emotional states common among travelers. Since the students traveled to attend the workshops it is likely that their empathy and understanding for the need of evidence based lighting design increased. An example of

participating students survey responses that measured perceived physical status during a typical day is provided in Figure 3. The data highlighted to students that hotel room lighting designs could be used to better meet travelers' physical needs through targeted interventions. Since the workshop attendees wore actigraphy watches for short periods of time (2 hours), comparison of actigraphy based physiological data, spectral profiles and self-reported survey measure findings was not possible during the workshop. Larger scale studies of travelers' physical status and how hotel room lights can entrain circadian rhythms are needed. The workshop was successful in exposing students to the need for empathic design and importance of linking evidence based solutions supporting human health within the built environment.

5. Reference

1. C. A. Czeisler, J. Gooley, "Sleep and Circadian Rhythms in Humans," in *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology*, 2007, pp. 579-97.
2. A. J. Lewy, T. A. Wehr, F. K. Goodwin, D. A. Newsome, S. Markey, "Light Suppresses Melatonin Secretion in Humans," *Science*, vol. 210, pp. 1267-9, 1980.
3. D. B. Boivin, C. A. Czeisler, "Resetting of Circadian Melatonin and Cortisol Rhythms in Humans by Ordinary Room Light," *Neuroreport*, vol. 9, pp. 779-82, 1998.
4. N. Zisapel, "New Perspectives on the Role of Melatonin in Human Sleep, Circadian Rhythms and Their Regulation," *British journal of pharmacology*, vol. 24, pp. 2018.
5. A. J. Phillips, W. M. Clerx, C. S. O'Brien, A. Sano, L. K. Barger, R. W. Picard, et al., "Irregular Sleep/Wake Patterns Are Associated with Poorer Academic Performance and Delayed Circadian and Sleep/Wake Timing," *Scientific reports*, vol. 7, pp. 3216, 2017.
6. E. Haus, M. Smolensky, "Biological Clocks and Shift Work: Circadian Dysregulation and Potential Long-Term Effects," *Cancer causes & control*, vol. 17, pp. 489-500, 2006.
7. B. Grajewski, M. M. Nguyen, E. A. Whelan, R. J. Cole, M. J. Hein, "Measuring and Identifying Large-Study Metrics for Circadian Rhythm Disruption in Female Flight Attendants," *Scandinavian journal of work, environment & health*, vol. 23, pp. 337-46, 2003.
8. S. Ancoli-Israel, P. Gehrman, J. L. Martin, T. Shochat, M. Marler, J. Corey-Bloom, et al., "Increased Light Exposure Consolidates Sleep and Strengthens Circadian Rhythms in Severe Alzheimer's Disease Patients," *Behavioral sleep medicine*, vol. 1, pp. 22-36, 2003.
9. A.-M. Chang, D. Aeschbach, J. F. Duffy, C. A. Czeisler, "Evening Use of Light-Emitting Ereaders Negatively Affects Sleep, Circadian Timing, and Next-Morning Alertness," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, pp. 1232-7, 2015.
10. L. P. Sadwick. Circadian Rhythm Alignment Lighting. Google Patents; 2017.
11. S. Pallesen, S. Larsen, B. Bjorvatn, "I Wish I'd Slept Better in That Hotel"—Guests' Self-Reported Sleep Patterns in Hotels," *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, vol. 16, pp. 243-53, 2016.

12. J. Torres-Ruiz, A. Sulli, M. Cutolo, Y. Shoenfeld, "Air Travel, Circadian Rhythms/Hormones, and Autoimmunity," *Clinical reviews in allergy & immunology*, vol. 53, pp. 117-25, 2017.
13. J. Zhang, W. Qiao, J. T. Wen, A. Julius, "Light-Based Circadian Rhythm Control: Entrainment and Optimization," *Automatica*, vol. 68, pp. 44-55, 2016.
14. D. Burman, "Sleep Disorders: Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders," *FP essentials*, vol. 460, pp. 33-6, 2017.
15. K. E. Klein, H. Br  ner, H. Holtmann, H. Rehme, J. Stolze, W. Steinhoff, et al., "Circadian Rhythm of Pilots' Efficiency and Effects of Multiple Time Zone Travel," *Aerospace medicine*, vol. 41, pp. 125-32, 1970.
16. V. Srinivasan, J. Singh, S. R. Pandi-Perumal, G. M. Brown, D. W. Spence, D. P. Cardinali, "Jet Lag, Circadian Rhythm Sleep Disturbances, and Depression: The Role of Melatonin and Its Analogs," *Advances in therapy*, vol. 27, pp. 796-813, 2010.
17. R. S. DeFrank, R. Konopaske, J. M. Ivancevich, "Executive Travel Stress: Perils of the Road Warrior," *The Academy of Management Executive*, vol. 14, pp. 58-71, 2000.
18. T. Reilly, G. Atkinson, R. Budgett, "Effect of Low-Dose Temazepam on Physiological Variables and Performance Tests Following a Westerly Flight across Five Time Zones," *International journal of sports medicine*, vol. 22, pp. 166-74, 2001.
19. N. Bullock, D. T. Martin, A. Ross, D. Rosemond, F. E. Marino, "Effect of Long Haul Travel on Maximal Sprint Performance and Diurnal Variations in Elite Skeleton Athletes," *British journal of sports medicine*, vol. 41, pp. 569-73, 2007.
20. M. Beaumont, D. Batejat, C. Pierard, P. Van Beers, J.-B. Denis, O. Coste, et al., "Caffeine or Melatonin Effects on Sleep and Sleepiness after Rapid Eastward Transmeridian Travel," *Journal of applied physiology*, vol. 96, pp. 50-8, 2004.
21. M. Takahashi, A. Nakata, H. Arito, "Disturbed Sleep-Wake Patterns During and after Short-Term International Travel among Academics Attending Conferences," *International archives of occupational and environmental health*, vol. 75, pp. 435-40, 2002.
22. H. L. Rogers, S. M. Reilly, "A Survey of the Health Experiences of International Business Travelers: Part One—Physiological Aspects," *Aaohn Journal*, vol. 50, pp. 449-59, 2002.
23. J. Waterhouse, B. Edwards, A. Nevill, S. Carvalho, G. Atkinson, P. Buckley, et al., "Identifying Some Determinants of "Jet Lag" and Its Symptoms: A Study of Athletes and Other Travellers," *British journal of sports medicine*, vol. 36, pp. 54-60, 2002.
24. C. Ruscitto, J. Ogden, "Predicting Jet Lag in Long-Haul Cabin Crew: The Role of Illness Cognitions and Behaviour," *Psychology & health*, vol. 32, pp. 1055-81, 2017.
25. M. L. Inder, M. T. Crowe, R. Porter, "Effect of Transmeridian Travel and Jetlag on Mood Disorders: Evidence and Implications," *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, vol. 50, pp. 220-7, 2016.
26. T. Reilly, J. Waterhouse, B. Edwards, "Jet Lag and Air Travel: Implications for Performance," *Clinics in sports medicine*, vol. 24, pp. 367-80, 2005.
27. S. M. Abbott, P. C. Zee. Evaluation and Management of Circadian Rhythm Sleep Disorders. *Sleep Disorders Medicine*: Springer; 2017. p. 1059-67.

28. T. Woelders, D. G. Beersma, M. C. Gordijn, R. A. Hut, E. J. Wams, "Daily Light Exposure Patterns Reveal Phase and Period of the Human Circadian Clock," *Journal of biological rhythms*, vol. 32, pp. 274-86, 2017.
29. J. J. Gooley. Light Resetting and Entrainment of Human Circadian Rhythms. *Biological Timekeeping: Clocks, Rhythms and Behaviour*: Springer; 2017. p. 297-313.
30. E. L. Melanson, H. K. Ritchie, T. B. Dear, V. Catenacci, K. Shea, E. Connick, et al., "Daytime Bright Light Exposure, Metabolism, and Individual Differences in Wake and Sleep Energy Expenditure During Circadian Entrainment and Misalignment," *Neurobiology of Sleep and Circadian Rhythms*, vol. pp. 2017.
31. T. Roenneberg, M. Mewes, "The Circadian Clock and Human Health," *Current biology*, vol. 26, pp. R432-R43, 2016.
32. J. E. Roberts, "Circadian Rhythm and Human Health," *Department of Natural Sciences, Room*, vol. 813, pp. 2010.
33. M. S. Rea, A. Bierman, M. G. Figueiro, J. D. Bullough, "A New Approach to Understanding the Impact of Circadian Disruption on Human Health," *Journal of circadian rhythms*, vol. 6, pp. 7, 2008.
34. R. A. Wever, "Use of Light to Treat Jet Lag: Differential Effects of Normal and Bright Artificial Light on Human Circadian Rhythms," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 453, pp. 282-304, 1985.
35. D. Dawson, L. Lack, M. Morris, "Phase Resetting of the Human Circadian Pacemaker with Use of a Single Pulse of Bright Light," *Chronobiology international*, vol. 10, pp. 94-102, 1993.
36. C. A. Czeisler, R. E. Kronauer, J. S. Allan, J. F. Duffy, M. E. Jewett, E. N. Brown, et al., "Bright Light Induction of Strong (Type 0) Resetting of the Human Circadian Pacemaker," *Science*, vol. 244, pp. 1328-33, 1989.
37. D. S. Minors, J. M. Waterhouse, A. Wirz-Justice, "A Human Phase-Response Curve to Light," *Neuroscience letters*, vol. 133, pp. 36-40, 1991.
38. J. Broadway, J. Arendt, S. Folkard, "Bright Light Phase Shifts the Human Melatonin Rhythm During the Antarctic Winter," *Neuroscience letters*, vol. 79, pp. 185-9, 1987.
39. J. Arendt, "Melatonin," *BMJ: British Medical Journal*, vol. 312, pp. 1242, 1996.
40. B. Middleton, J. Arendt, B. Stone, "Human Circadian Rhythms in Constant Dim Light (8 Lux) with Knowledge of Clock Time," *Journal of sleep research*, vol. 5, pp. 69-76, 1996.
41. C. I. Eastman, S. K. Martin, "How to Use Light and Dark to Produce Circadian Adaptation to Night Shift Work," *Annals of medicine*, vol. 31, pp. 87-98, 1999.
42. J. Arendt, "Melatonin: Characteristics, Concerns, and Prospects," *Journal of Biological Rhythms*, vol. 20, pp. 291-303, 2005.
43. D. B. Boivin, F. O. James, "Phase-Dependent Effect of Room Light Exposure in a 5-H Advance of the Sleep-Wake Cycle: Implications for Jet Lag," *Journal of biological rhythms*, vol. 17, pp. 266-76, 2002.
44. K. Baker, J. Olson, D. Morisseau, "Work Practices, Fatigue, and Nuclear Power Plant Safety Performance," *Human Factors*, vol. 36, pp. 244-57, 1994.

45. L. Sahin, M. G. Figueiro, "Alerting Effects of Short-Wavelength (Blue) and Long-Wavelength (Red) Lights in the Afternoon," *Physiology & behavior*, vol. 116, pp. 1-7, 2013.
46. B. Eckerberg, A. Lowden, R. Nagai, T. Åkerstedt, "Melatonin Treatment Effects on Adolescent Students' Sleep Timing and Sleepiness in a Placebo-Controlled Crossover Study," *Chronobiology international*, vol. 29, pp. 1239-48, 2012.

An analysis of cloud distribution to rainfall occurrence for future forecast improvement affecting urban living

Asamaporn Sitthi¹ and Pattamaporn Wongwiriya²

¹Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Srinakarinwirot University, Bangkok, Thailand

²Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

E-mail: pattamawong@kku.ac.th

Abstract

Meteorological Remote Sensing data contain a vast amount of weather information. It is a valuable source of information in weather forecasting and early prediction of different atmospheric disturbances. Cloud conditions play an important role in many types of research such as weather and climate-related which can be utilized from the weather satellite data. In this research, Multi-functional Transport Satellite (MTSAT) meteorological satellite images are used for automatic extraction of cloud-top temperature feature for estimation rainfall occurrence which can be useful for urban living. The weather, especially the rainfall occurrence, has been found to have a significant impact on some phenomena related to human behavior in urban living. The gray level co-occurrence matrix (GLCM) algorithm is applied for measuring of cloud texture. Euclidean distance analysis was used to compare the similarity condition among rainfall occurrences. The relationship between rainfall distribution and the associated cloud properties using satellite image are evaluated for future forecast improvement in this study. The precision experiment yields 87.5% which can imply that the analysis is significantly improving if there is a sufficient spatial and temporal distribution of data exists.

Keywords: Cloud-top temperature, Rainfall occurrence, Remote Sensed data

1. Introduction

Rainfall is the important climatic element especially in the tropics because it determines many agricultural and hydrological activities, which are dominant in the economies of the developing countries. Most of the rainfall data in the regional scale is derived from weather station or rain gauge which providing temporal resolution.

The quality of such data is highly dependent on the data collection in methods and analysis in different countries. However, it is required to collect more information if there is a limitation in

the quality of spatial rain gauge distribution, many types of research have been undertaken. Interpolation technique has been widely used to buffer rain intensity from rain stations. On the other hand, the availability of satellite remote sensing can fill the gap of rain gauge distribution by providing a wider area, high spatial and temporal resolution, real-time data.

Weather satellites made for the observation and measurement of atmospheric phenomena such as rain, cloud, and wind. Several weather satellites such as the Geostationary Meteorological Satellites (GMSs), Multifunctional Transport Satellites (MTSAT) and The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) are widely used for various meteorology, climatology, and agriculture applications.

Cloud can be better identified in the infrared image. It can play a significant role in rainfall analysis using the cloud brightness temperature products (Deepak, 2011). Several types of research focus on cloud detection for rainfall estimation. Moreover, it has the advantage to provide cloud conditions retrieval which can cause rainfall, covering a large area with temporal information.

As several researcher report that the spatial variation of rainfall greatly varies. However, to indicate exact cloud condition, the particular location of satellite image which rain gage is located is not sufficient to estimate the rainfall condition precisely. Cloud formation should be considered from connecting or neighboring pixels in order to monitor cloud direction and movement which significant to rainfall scenarios. Many research studied in cloud detection algorithms for meteorology satellite image which can be divided into three main methods such as the algorithms based on cloud texture and statistical features, networks classifier applying to cloud detection methods, and multi-spectral satellites images are applied in cloud detection.

The advantage of precipitation analysis over a large area with a high frequency of satellite image acquisition can be implemented from several remote sensing techniques. Cloud texture analysis using GLCM can be used for rainfall occurrence relations by measuring the directional pixels to detect the rain cloud objects. GLCM is the feature extraction method which can segment from image histogram distribution in order to retrieve and classify the object significantly by calculating the different direction measuring in particular window size.

This research is to develop the automatic cloud classification technique for MTSAT meteorological satellite imagery for weather observation. GLCM technique is applied for cloud distribution, and find the relationship between the amount of observed rainfall and cloud properties.

2. Material and Research Methodology

The main objective of this paper is to analyze the relationship between rainfall intensity and the associated cloud properties (cloud top temperature and cloud cover area) in the southern part of Thailand. To achieve this goal, three main steps of the work procedure were planned and implemented:

- (1) Development of the automatic cloud classification
- (2) Examination of the rainfall and cloud cover distributing patterns

(3) Analysis of the relationship between rainfall intensity and cloud properties (cloud top temperature and cloud cover area) based on the chosen case studies. Figure 1 presents a diagram of the analysis mentioned above in detail.

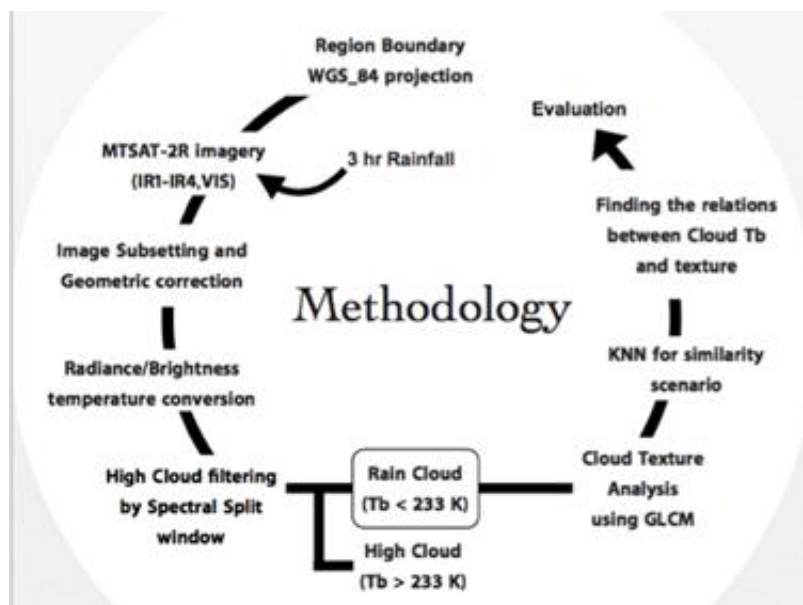


Figure 1: A diagram of the analysis.

Only heavy rain intensity will be considered for the analysis from the report of rain intensity classification from the Thai Meteorological Department. Rain stations of five provinces including Surathaini, Nakhon Si Thammarat, Phatthalung, Krabi, and Trang is in transition period to rainy season in Mar - May 2011. The dates that have rain intensity more than 90 mm/hr will be assumed as heavy rain dates.

2.1 Weather Satellites

The Multi-functional Transport Satellite (MTSAT) observes cloud and water-vapour distribution continuously during day and night as well as the land/sea surface and cloud-top temperatures. By analyzing these data, a range of useful information, such as the cloud top height, cloud distribution, cloud types (e.g., cumulus, stratus, cirrus, and cumulonimbus in the atmosphere can be obtained. The MTSAT-2R was used for this research. Table 1 summarizes the MTSAT instrument characteristics. The cloud cover for some selected dates, or periods, were also prepared based on raw data of MTSAT-2R satellite images in the visible and infrared regions, which can be downloaded from the website of the University of Tokyo in Japan api website (<http://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp/>). Five bands of the VISSR sensor (1 visible and 4 TIR in Table 2.2) are available for the download. The spatial resolution of the visible image is about 1 km (nadir), and the TIR image is about 4 km (nadir).

Table 1: MTSAT instrument characteristics.

Channel	Wavelength (μm)	Resolution (km)
VIS	0.55-0.90	1
IR1	10.3-11.3	4
IR2	11.5-12.5	4
IR3 (water vapor)	6.5-7.0	4
IR4	3.5-4.0	4

2.2 Cloud detection techniques

Widely algorithms have been developed to classify clouds and estimate the cloud-top height and optical thickness using split-window measurement with various thresholds. This paper applied the approach satellite image to classify cirrus clouds in the AVHRR images in which histograms of brightness temperature of the 11 μm channel and Tb difference (TbD) between split window data were constructed. The Tb of 253 K (-20°C) was defined as a cloud threshold of deep convection, and the TbD of 1 K was applied for the cirrus/ cumulonimbus type cloud classification Inoue et al. (1987,1997,2004).

To classify the cloud types on the satellite images, the cloud-top temperature (CTT) is required. For MTSAT imagery, this CTT map was generated directly by using the standard look-up table for the radiance/Tb conversion provided for each image. The conversion table was formulated based on the Planck function and sensor's spectral response functions from which the approximated conversion formula is given in equation (1) (MSC, 2009):

$$B_i(T_b) = \frac{2hc^2 \nu_i^3}{\exp\left\{\frac{hc\nu_i}{k(a_{1i} + a_{2i}T_b)}\right\} - 1} \quad (\text{eq.1})$$

Where,

B_i : sensor Planck function of channel i

T_b : brightness temperature

ν_i : central wave number of channel i

a_{1i} , a_{2i} : band correction coefficients of channel i

h : Planck constant

k : Boltzmann constant c : speed of light

Values of the constants a_1 and a_2 for each band of MTSAT-2R are given in Table 2. In this context, the brightness temperature T_b is the equivalent temperature at the surface of the objects under the observation (along with the FOV line of sight) from which the measured radiance was first released. Values of the constants a_1 and a_2 for each band of MTSAT-2R are given in Table 2. In this context, the brightness temperature T_b is the equivalent temperature at the surface of the objects under the observation (along with the FOV line of sight) from which the measured radiance was first released.

The derived Tb map from objects that appear on the satellite image, only the cloud section of the image that was considered. The Tb threshold was applied at each of 20°C in the formulation of cloud cover image. This can make most off unnecessary objects such as non-rain cloud is filtered out from the map. The identification of cloud type on the image can refer that cloud pixel with a temperature less than -40 are likely to be rain-cloud like cumulonimbus; however, these can be cold high clouds like cirrus also. In this work, the brightness temperature data on used cloud images were classified into three classes (at the different interval of 20°C) as described in figure 2 (Vincenzo L. and Roberta A., 2002)

Table 2: Value of the constant a1 and a2 for each MTSAT-2R band [3].

channel	Wavenumber	Band correction coef	
	ν (cm ⁻¹)	<i>a1</i>	<i>a2</i>
IR1 (10.8 μ m)	926.4627	0.3597581	0.9987568
IR2 (12.0 μ m)	835.6672	0.2195110	0.9991676
IR3 (6.8 μ m)	1476.6898	0.3645235	0.9991492
IR4 (3.8 μ m)	2684.1181	2.4635230	0.9967825

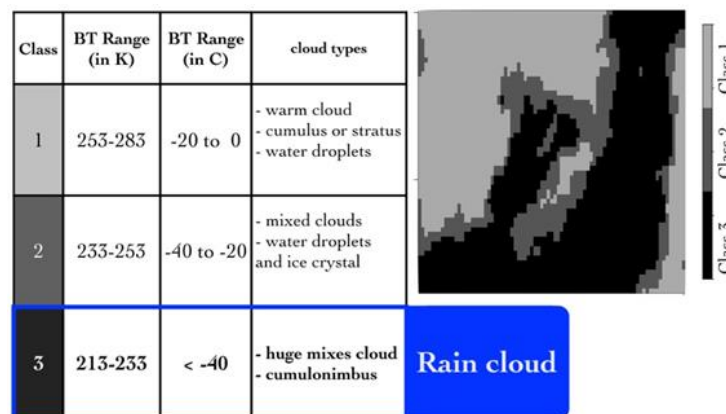


Figure 2: The classification scheme of cloud-top temperature map Examples of the classified CTT maps, class1: warm cloud, class 2: water droplet and class3: cumulonimbus cloud.

2.3 Cloud texture analysis

Due to significance and simplicity, the statistical approach GLCM is applied for satellite cloud image texture extraction. Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) is a statistical method of examining texture that considers the spatial relationship of pixels in an image. This method characterizes the significant texture of an image by measuring the presence of the specific pairs and spatial relationship of the cloud object in an image including Energy, Homogeneity, Contrast, and Correlation [9]. The method to extract the cloud texture feature vectors is shown in figure 3.

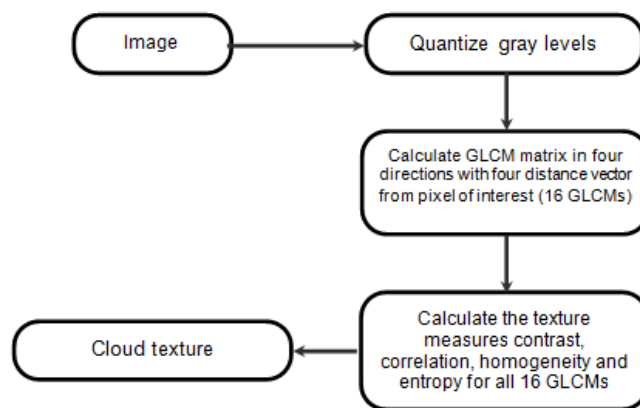


Figure 3: Extraction of the cloud texture feature vectors.

In this research using the 4-distance vector, in four directions the GLCM is created for cloud object measuring. The cloud texture measures contrast, entropy, correlation and homogeneity for totally 16 GLCMs which are calculated by the GLCM formula presented in table 3. The average value is calculated for the texture measures all GLCM variables. These average results are used as the texture feature vector.

Table 3: Descriptors used in Gray Level Co-occurrence Matrix.

Type of GLCM	Descriptions	Equation
Contrast	Measure the local variations in the gray-level co-occurrence matrix.	$\sum_{i,j} i-j ^2 p(i,j)^2$
Homogeneity	Measure the closeness of the distribution of elements in the GLCM to the GLCM diagonal.	$\sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+ i-j }$
Entropy	The entropy is a measure of randomness of grey level differences.	$\sum_{i,j} i-j ^2 p(i,j)^2$
Correlation	A measure of how a pixel is correlated to its neighbor over the entire image.	$\sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+ i-j }$

2.4 Texture similarity computation

The similarity between different cloud image feature vectors is computed using the Euclidean distance formula. Euclidean distance formula for comparing the similarities between different cloud images was used. The similarity between the gray levels feature vector of the initial cloud image, and the gray levels feature vectors of the compared image were calculated by the formula mentioned in the equation (2).

$$\text{Distance} = \sqrt{(\text{GLCM}(t) - \text{GLCM}(t+1))^2} \quad (\text{eq.2})$$

Where t: initial cloud image

2.5 System performance and evaluation

The most standard unite of measuring the performance of cloud classification is precision. This method is used to evaluate the performance of the system for the cloud image retrieval. In this research, the performance of the system is evaluated on the basis precision from the retrieving the images. Precision is defined as the ratio of the number of the relevant images to the total number of the images. It is a measure of the accuracy of the system and can be defined as equation (3) [10]:

$$\text{precision} = \frac{\text{No. of relevant images}}{\text{Total number of images}} \quad (\text{eq.3})$$

3. Results and Discussion

3.1 Cloud/rainfall leading Brightness temperature extraction

The intensity of rainfall amount depends directly on the type of cloud where heaviest rainfall is from a cumulonimbus cloud and light rain normally from the stratiform cloud. As these clouds naturally locate at a different altitude, therefore, their usual CTT tend to be distinguishable on satellite TIR images where cumulonimbus clouds have significantly lower CTT as their top surface situate much higher compared to the stratiform cloud, or other middle or low clouds. As a result, it is possible to identify the cumulonimbus cloud based on data of CTT and this knowledge can be related to the amount of the observed rainfall later on. Also, the amount of potential rain clouds as a whole (not only cumulonimbus) can be linked to rainfall observed each day which is also discussed in detail in this section.

The first research was conducted to examine general characteristics of the hourly CTT on the used MTSAT-2R satellite images and amount of maximum 3 hours rainfall observed in the region that was classified into four groups: 0-20, 20-35, 35-90, and more than 90 mm per hour. The classes represent days with light to very heavy rainfall respectively.

From figure 4, it can be concluded that sign of the rain cloud appearance (e.g., clouds with a temperature less than 233 K) are quite significant with rainfall intensity. Also, for heavier rain day, the fewer CCT values were normally found (where the CTT as low as 192 K could be found). The relationship between cloud/rainfall was investigated based on data of minimum CTT in the specified period and total rainfall amount observed during that period from some weather stations. The assumption is that the lower the CTT, the higher amount of rainfall observed.

Amount of rain rate is known to be related to the CTT of the rain clouds where the lower CTT indicate the higher amount of rainfall created. However, based on several previous studies, the pattern of this relationship is still depend to the period and places of the research. Most studies focused mainly on the cloud/rainfall relationship based on data at selected stations. Therefore, their results still cannot explain the variety of the cloud/rainfall relationship. To gain more knowledge of this cloud/rainfall distribution, covering wider area rain/ cloud record using cloud texture-based classification is needed, which is significantly fulfilled in this research.

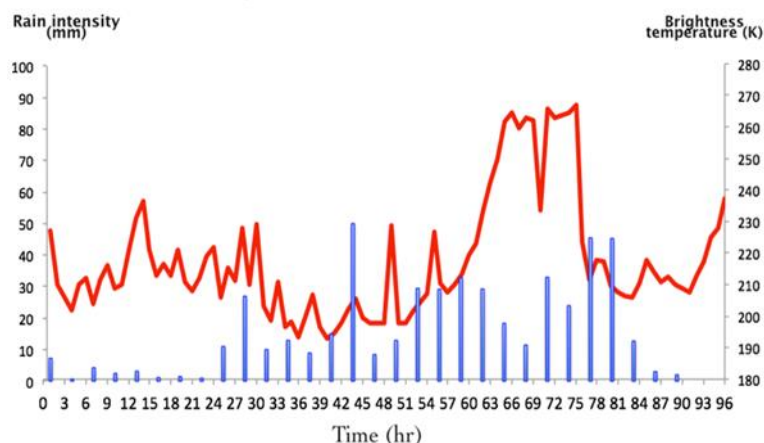


Figure 4: Comparison between rainfall amounts and the lowest CTT in 96 hours.

3.2 Texture feature extraction

The gray levels feature vector is represented by the frequencies of pixels that occur in each of the quantized bins. The texture feature vector is computed by taking an average of all the values of texture descriptors contrast, correlation, homogeneity, and energy, computed from the 16 GLCMs. The example of the average texture feature vector of the infrared satellite image is presented in Table 7.

Table 7: Average of the Texture feature vector.

Average value	Contrast	Correlation	Homogeneity	energy
	2.55639	1.04469	0.61388	3.725275

As a result of 4 texture feature vectors, GLCM values (contrast, correlation, homogeneity, entropy) of each image have similarity trend as show example MTSAT image on 24 March 2016 (00:32 UTC time). These values will be averaged to be a particular value for further similarity computation.

3.3 Similarity computation

The similarity between the different image is computed by the Euclidean distance formula. The similarity values of the image are evaluated with another image to compare the distance between each other. The reason for similarity value is to match cloud texture characteristic with other images which can be identified cloud motion based on time variable. As a result of similarity computation, pair images which have nearest values will be assumed as the same cloud/ rain scenario. For example, at 00:32 and 06:32 hour of images in UTC time is the nearest images from similarity computation. Also, it has 11.2 and 10.06 mm/hr of rain intensity. These particular results can be determined that both images are a high possibility to have the same of cloud/rain distribution pattern.

The similarity value of one image is matched with another similar image as same cloud scenario. Then, matching image is compared with the measure rain rate from TMD observation in local time. If the matching image and the rain rate have the same rain scenario, it is assumed that cloud classification using cloud brightness temperature and texture analysis is precise. The main components of the cloud image analysis system are the cloud brightness temperature and cloud feature extraction. There are many features in the remote sensing image; feature selection is important to relate with rainfall information. The texture is an important feature in the cloud image. Different atmospheric conditions as rain and non-rain can be extracted by the feature pattern, and the gray level feature can differentiate between different types of clouds.

The performance of the system is evaluated by the precision in retrieving the images. Different numbers of images are all interesting period, and the precision is calculated from the formula mentioned in equation (3). The precision is evaluated based on the relevant scenario to all scenario: this research, the amount of cloud scenario which including IR1, IR2, IR3, IR4, and VIS channel are 2300 scenarios. As a result, the cloud classification algorithm provided relevant image scenarios about the 2012 scenario. Thus, the precision of cloud classification algorithm in this research is 87.5 percent. The precision is quite high in case of retrieving the images by the two features gray level, texture from cloud brightness temperature and cloud pattern.

Table 6: Example of similarity value between the first cloud image and the rest images.

Image(hours)	Similarity value	Image(hours)	Similarity value	Image(hours)	Similarity value
1	0.000000	9	1439.089390	17	7141.580575
2	1360.364368	10	1441.178401	18	1405.497849
3	6911.147043	11	1442.781092	19	1439.133895
4	5515.281502	12	1442.671812	20	7154.717452
5	1437.953673	13	1443.117009	21	1441.644547
6	1442.224811	14	1402.967636	22	1441.736514
7	1440.489052	15	5.766435	23	1442.225960
8	1440.401065	16	1443.613611	24	8589.913291

4. Conclusion

Developing cloud classification algorithms, and cloud rain was the focus of this research for the future rainfall forecast improvement affecting the urban living. An automatic, simple cloud classification algorithm has been presented in the identification of cloudy pixels for the retrieval of cloud-related parameters (e.g., cloud heights) especially for clouds, which contribute to rainfall. Based on the cloud type algorithm developed and comparison with the observed rain gauge data, the conclusions are that satellite rainfall estimation using thermal infrared data depends on derived relations between satellite-observed clouds and rainfall. High clouds were filtered off at the beginning of the classifying process using a split-window technique which the threshold temperatures $T_{11} (IR1) < 233 \text{ K } (-40^{\circ}\text{C})$. However, derived relationship from one specific location is not related to another and low correlations between satellite data and rain gauge observations were found.

From the analysis of cloud and rainfall distribution and knowledge of weather information, it can be concluded that patterns of cloud and rainfall distribution in southern, Thailand are the product of the combined effects among several factors. Most observed rain occurred in interchange to rainy season March - May 2011.

The GLCM method of texture-based image retrieval considers the spatial relationships of pixels. It allows computing the texture of an image by specifying the offsets and the distance vector; these offsets can be defined in different directions with different distances with the pixel of interest.

Calculating the similarity between the images is the Euclidean distance, which is used to find the similarity between the cloud images. The similarity between image texture is computed to provide the weight to cloud feature. After the assignment of the weights to the different cloud features, final similarity value is computed between the images.

The performance of the analysis is evaluated by the precision which was calculated as the ratio of the number of relevant images to the total number of images retrieved which results in 87.5%. As a result, it can be suggested that the implementation is suitable for short-time forecast and gathering with other sources such as social sensing data for better accuracy and reliable for the application which can be much more useful for the urban living, especially influencing people's choice of activities. For future research, it should be studied focusing on how the weather impacts on urban-living activity patterns in different areas.

5. Reference

- [1] Chonmapat Torasa (2009). Near-Real time rainfall estimation using APT data from NOAA satellites and meteorological data
- [2] Digata Kumar Sarma, Mahen Konwar, Sanjay Sharma (2006). Characteristic of brightness temperature with respect to rain rate over ocean land and its implication on rain rate retrieval
- [3] Japan Meteorological Agency. (2009). Monitoring the earth from the MTSAT [Online]. Available: <http://mscweb.kishou.go.jp/index.htm>.
- [4] Dioszeghy, M. and Fejes, E. (1995). Cloud classification derived from Meteosat data involving the standard deviation fields of the brightness values.
- [5] Massons, J., Domingo, D. and Grau, J. (1996). Automatic Classification of VIS-IR Meteosat images. *Journal of Computers & Geosciences*. 22(10): 1137-1146.
- [6] Inoue, T. (1985). On the temperature and effective emissivity determination of semitransparent cirrus clouds by bispectral measurements in the 10 μm window region. *Journal of Meteorology Society Japan*. 63: 88-98.
- [7] Hayasaka, T. (1996). Recent studies on satellite remote sensing of clouds in Japan. *Advances in Space Research*.
- [8] Cooper, S., Ecuyer, T.L. and Stephens, G. (2003). The impact of explicit cloud boundary information on ice cloud microphysical property retrievals from infrared radiances. *Journal of Geophysical Research*.
- [9] R. Gonzalez (2009). *Digital image processing*, Dorling Kindersley ; Pearson Prentice Hall.
- [10] R. Holowczak, F. Artigas, Soon Ae Chun, June-Suh Cho, and H. Stone (2002). An experimental study on content-based image classification for satellite image databases.
- [11] Pornthip Bumrungklang (2008) An analysis of seasonal thunderstorm cloud distribution and its relation to rainfall occurrence in Thailand using remotely-sensed data.
- [12] American Meteorology Society. (2009). Glossary of Meteorology [On-line]. Available: <http://amsglossary.allenpress.com/glossary>.
- [13] National Aeronautics and Space Administration-Cloud and Radiation (2009). The Earth's Climate System Constantly Adjusts. [On-line]. Available: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Clouds>.
- [14] Dioszeghy, M. and Fejes, E. (1995). Cloud classification derived from Meteosat data involving the standard deviation fields of the brightness values. *Advances in Space Research*.
- [15] Tsonis, A.A. and Isaac, G.A. (1985). On a new approach for instantaneous rain rate delineation in the midlatitudes using GOES data.

Towards green cities in developing countries: a case study of Khon Kaen City

Pattamaporn Wongwiriya

Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

E-mail: pattamawong@kku.ac.th

Abstract

With the rapid urbanization in many cities in developing countries, urban traffic congestion and environment issue are becoming increasingly rigorous and prominent. How to become green cities is raised as the mandatory urban development issue all over the world. Green transportation is a low-carbon and environmental traveling mode which is one of the significant aspects to support the green city concept. This paper examines the pedestrians' perception on the Glangmuang road walkability perspective to support Khon Kaen green city by revealing the situation of green transport mode, walking, in Khon Kaen City. Towards green cities in developing countries, green transportation should be promoted. It is not only good for the decrease of energy consumption, the ease of traffic congestion, and the improvement of air quality but also, as a return to leisure and healthy lifestyles, good for the improvement of citizen's quality of life.

Keywords: Green transportation, Green cities, Khon Kaen City

1. Introduction

Sustainable cities or Green cities are critical to sustainable development, given their position as engines of economic growth, centers of population growth and resource consumption, and crucibles of innovation and culture [1]. Recently, sustainability has been one of the most trending issues in many cities in developing countries as well as in developed countries all over the world, particularly in Thailand. Most of great efforts have been made through sustainable urban planning and design to enhance the quality of urban life.

Regarding the rapid urbanization and economic development in developing countries, urban transportation has already become one of the predominant environmental issues that are contributing to both local and global environmental concerns. The existing studies on developing Asian cities showed the fact that issues in the transportation sector need special attention to realize the environmental sustainability issue of cities. Especially, air pollution in the city is driven primarily by emissions from the transportation sector. Thus, towards green cities in developing countries, good transport or sustainable transport system in the city is imperative for citizens' quality of life and has significant consequences for the growth of the economy and the health of the environment and as a whole.

According to the success of green city development, it is advocated that to make these cities sustainable, a comprehensive research of their urban management systems is essential [1]. This study revealed that green mechanisms within urban management concerning green or sustainable urban transportation in Khon Kaen City, Thailand would offer appropriate solutions for their environmental problems.

From the perspective of modes of transportation, green transportation system includes walking, bicycle, regular public transport and rail transport [2]. Therefore, the primary objective of this research is to examine the pedestrians' perception on the Glangmuang road walkability perspective to support Khon Kaen green city promoting the green transport mode, walking, in the city.

2. Research Methodology

To study the pedestrians' perception of the Glangmuang road walkability. The analyzed results were conducted from a comprehensive field survey distributed among the pedestrians in Khon Kaen City, in order to measure their perception with the walkability issues on Glangmuang road. The surveys were carried out on interviewing randomly selected people in the Central Business District (CBD) of Khon Kaen city along the Glangmuang road where there are many offices, shops, and schools located in this area in January 2018. Then data were analyzed through descriptive statistic for examining the Glangmuang road walkability's perception from the pedestrians' point of views.

3. Research Results

This section summarizes the analysis carried out on the data obtained from the survey and the descriptive statistics of the respondents are provided in Table 1.

As shown in Table 1, the majority of respondents is female (70%). Furthermore, most of the respondents are the Private employee (34.7 %) and the government officer (20.8%). However, among the total respondents, there is 45.8 % who do not have a driving license, and this group is the dominant pedestrians who select Songtaew as their urban transport mode to access the Glangmuang road.

Table1: General Characteristics of Respondents

Characteristics	Statistics
1. Gender	Male (30%), Female (70%)
2. Age	< 15-year-olds (13.1%), 15-20-year-olds (22.3%), 21-30-year-olds (22.9%), 31-40-year-olds (18.3%), 41-50-year-olds (16.6%), 51-60-year-olds (6.0%), > 60-year-olds (0.9%)
3. Education	Lower than undergraduate (67.3%), Undergraduate (30.7%), Graduate (2.0%)
4. Occupation	Junior high school student (17.1%), Senior high school student (16.4%), Government officer (20.8%), Private employee (34.7%), Business owner (9.1%), Others (1.8%)
5. Driving license	None (45.8%), MC (17.1%), Car (13.5%), Both (17.3%)

Regarding the mode share of respondents to access the Glangmuang road, as shown in Figure 4, it revealed that there are the respondents who use Songtaew 42 %. The respondents who select car as their dominant transport mode going to Glangmuang road (40%) because the most of them have car driving licenses and driving car is more convenient and safer for them than using Songtaew [3] then most of them prefer car more than Songtaew getting to this area. Considering the frequency of walking along Glangmuang road, it reveals that 40% of the respondents are going to walk along the Glangmuang road almost every day. For the duration of walking along Glangmuang road, most of the respondents (48%) took the time along the Glangmuang road around 3-10 minutes as shown in figure 2.

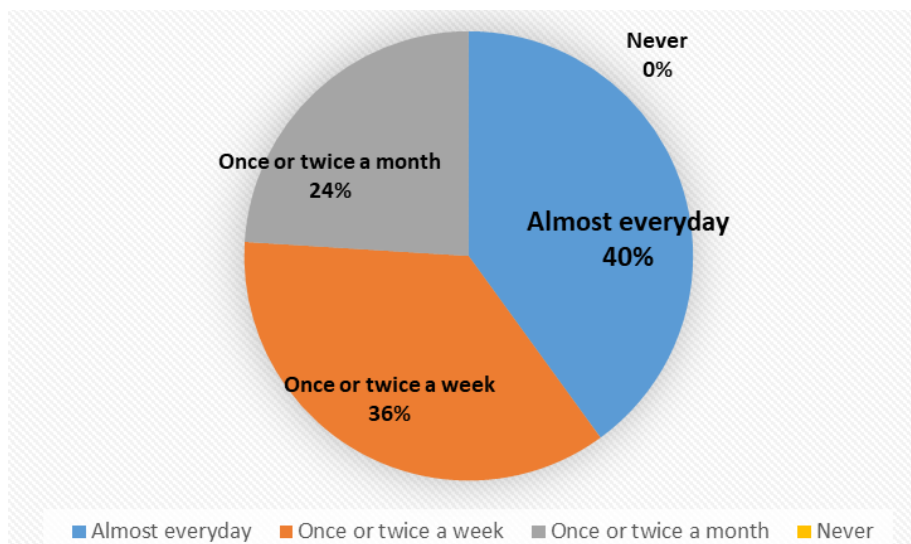


Figure 1: The frequency of walking along Glangmuang road.

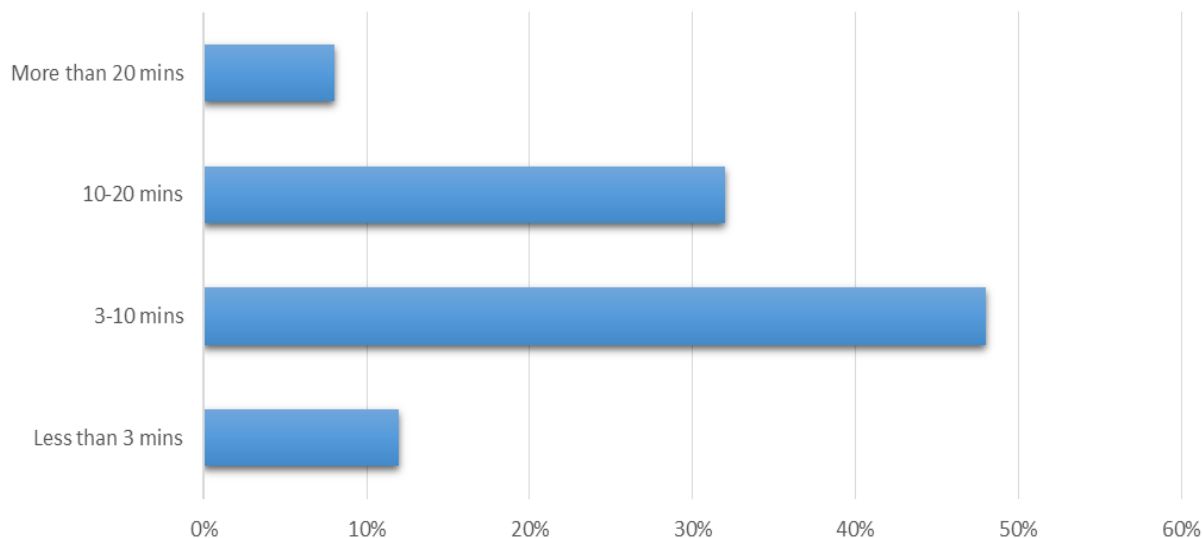


Figure 2: The duration of walking along Glangmuang road.

Figure 3 shows the reasons for walking along Glangmuang road. It is seen that more than 60% of the pedestrians enjoyed shopping at vendors and shops along the Glangmuang road which is the dominant reason of vibrant activities along this road inducing the people to visit and enjoy walking along this road.

Furthermore, this study also considered on the problems clarified by the pedestrians which showed that most of the respondents raised the negative issues about the security problem, dark sidewalk environment at night, narrow walkway, rugged walkway, Illegal parking, Carelessness by the driver at the crossing. However, most of the respondents also pointed out the affirmative issues of the Glangmuang road's walkability environment which are active street users including traders and vendors as well as the diversity of visitors including young generations and family.

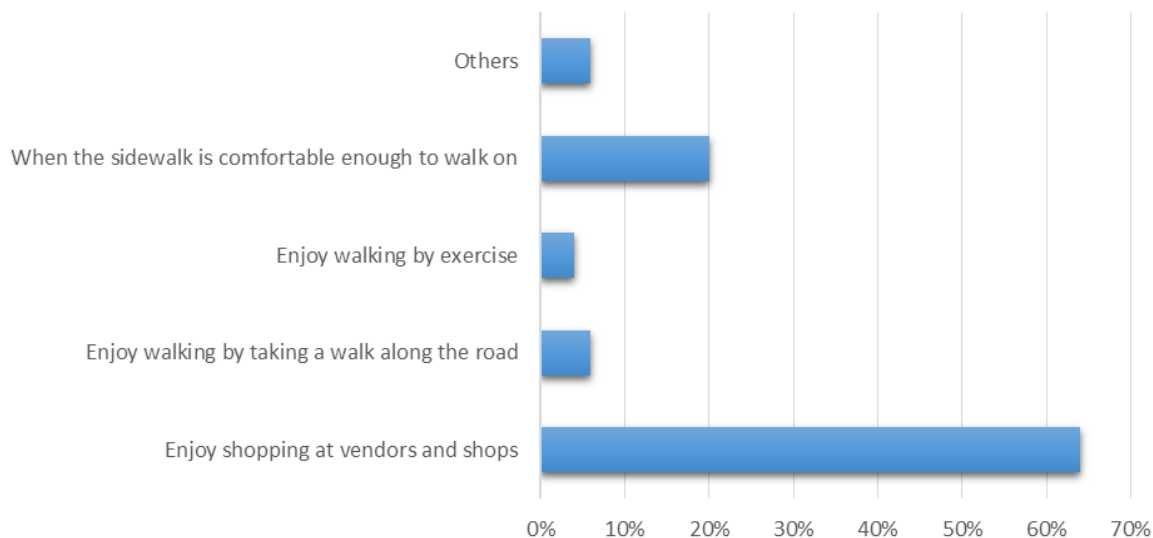


Figure 3: The reasons for walking along Glangmuang road.

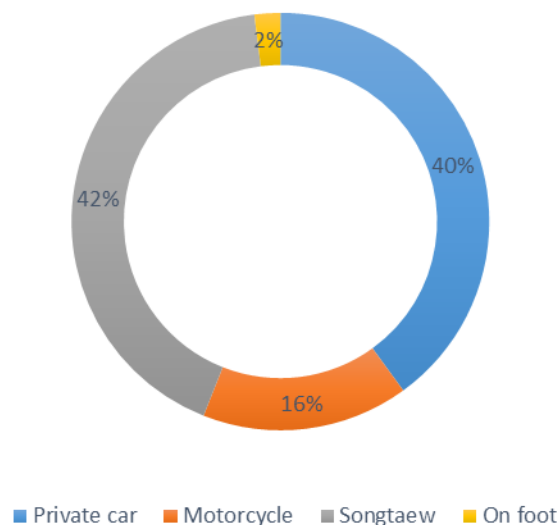


Figure 4: The means of transport to access Glangmuang road.

4. Conclusion

Admittedly, green transportation is a practice goal, explicitly referring to the convenient, safe, efficient, low-pollution, humanized and diversified urban transportation system to support the green city development. It should adapt to the environment-development trends, coordinating with the ecological environment and urban development. The research is the first small attempt to reveal the situation of walkability issue in Khon Kaen City, especially on Glangmuang road which is the main road in the city. Since green transport advocates the decreased use of private cars, the increased use of public transport, walking, and bicycle [2], it should be promoted more as a pollution-free, low-cost, and space saving transportation system suitable for all travelers in the city. The green or sustainable transport system is not only a low-carbon traveling mode but also a return to leisure and healthy lifestyle of the citizen. Therefore, it should be studied further regarding the policy development of green transport mode in Khon Kaen City towards the green city for saving energy, reducing carbon and improving the environment of the city.

5. Reference

- [1] World Bank, Building Sustainability in an Urbanizing World, 2013. Available: <http://www.worldbank.org>
- [2] H. Li, Study on Green Transportation System of International Metropolises. Procedia Engineering, 2016.
- [3] P. Wongwiriya, F. Nakamura, S. Tanaka, S. Miura, R. Ariyoshi, User Perception of Paratransit in Developing Countries: A Case Study of Songtaew in Khon Kaen City, Thailand, Proceedings of the International Conference of Asian-Pacific Planning Societies, 2016.
- [4] H.T. Dimitriou, R. Gakenheimer, Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice. Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2011.
- [5] M.D.Guillen, H.Ishida, N.Okamoto, and M.Tsutsumi, Public transportation policies and the road-based public transport service in developing countries: the case of indigenous public transport modes in Davao city, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, 2007.
- [6] H. Minken, A. May, Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies: A Methodological Guidebook, 2003.
- [7] L.Chen, F. Yang, Y. Cheng, Z. Yao, X. Zhang, Urban Public Transport Choice Behavior Analysis and Service Improvement Policy-Making: A Case Study from The Metropolitan City, Chengdu, China, TRB 2014 Annual Meeting, 2014.

สภาพแสงสว่างในสิมโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย
Lighting conditions in ancient Sim temples in Northeastern Thailand

ธีรพัฒน์ หนองหารพิทักษ์^{1*} และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล²

^{1*} คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: teeraphatt@kkumail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการสำรวจแสงสว่างภายในสิมอีสาน ซึ่งเป็นอุโบสถเก่าแก่ที่มีขนาดเล็ก มีไว้สำหรับประกอบพิธีกรรมทางศาสนาพุทธของพระภิกษุสงฆ์ ซึ่งจะประกอบพิธีกรรมเป็นกิจวัตร คือ การทำวัตรเช้า และการทำวัตรเย็น และเปิดบริการให้บุคคลทั่วไปมาเยี่ยมชม สักการะตลอดทั้งวัน บทความนี้สำรวจสิมอีสานในจังหวัดขอนแก่นจำนวน 3 หลัง และจังหวัดนครพนม จำนวน 3 หลัง รวมเป็นจำนวน 6 หลัง โดยทำการเก็บข้อมูลแสงสว่าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) การศึกษาเก็บข้อมูลด้านปริมาณแสงสว่าง (Illuminance) ของพื้นที่ภายในสิม อุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance uniformity) และดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index) นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของไทย (TIEA) และต่างประเทศ (CIE, IESNA, CIBSE) (2) การศึกษาเก็บข้อมูลด้านคุณภาพแสงสว่าง ได้แก่ ตำแหน่งที่ติดตั้งหลอดไฟ และชนิดของหลอดไฟ ผลการศึกษาพบว่า สิมส่วนใหญ่มีค่าความสว่างผ่านเกณฑ์ของ CIBSE แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ของ TIEA, IESNA และ CIE เนื่องจากเกณฑ์ CIBSE มีข้อแนะนำปริมาณความสว่างที่ต่ำกว่า โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ผ่านเกณฑ์ คือ ทางสัญจร และผนังภายในบางด้าน และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คือ บริเวณพระพุทธรูป และผนังภายในบางด้าน ยกเว้น สิมวัดไชยศรี จังหวัดขอนแก่น ที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ตำแหน่งการติดตั้งพบว่า สิมทุกหลังมีการติดตั้งดวงโคมเปลือยและหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่มีรูปแบบการให้แสงสว่างที่น่าสนใจ ยกเว้นสิมวัดสระทองบ้านบัว จังหวัดขอนแก่น ที่มีการติดตั้งหลอดไฟส่องเน้นที่พระพุทธรูป แนวทางการปรับปรุงด้านปริมาณแสงสว่างให้เพียงพอ ได้แก่ เพิ่มอุปกรณ์ให้แสงสว่าง และเปิดใช้งานร่วมกับแสงธรรมชาติ ควบคุมช่วงเวลาเปิด-ปิด ให้แสงสว่างเพียงพอ ด้านคุณภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ การให้แสงสว่างให้เพียงพอเหมาะสมกับงานทางสายตาและเพิ่มความน่าสนใจ ความสวยงามให้กับพื้นที่โดยการเทคนิคการให้แสงสว่างแบบต่าง ๆ

คำสำคัญ: สิมอีสาน, แสงสว่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Abstract

This paper shows the results of field survey on lighting in ancient Sim temple buildings. Ancient Sim in the past was the main building in a temple for Buddhism monk to gather for daily activities. Nowadays, when the modern Sim building has replaced the ancient Sim, temple visitors come to see the ancient Sim building for cultural and heritage tourist spots. The field surveys were conducted in three temples in Khon Kaen, three temples in Nakorn Pranom and two temples in Mahasarakham.

The information obtained from the survey are: Sim building configurations and existing lighting conditions. Lighting quantity was measured and compared with standards used in Thailand (TIEA) and international countries (CIE, IESNA). The results shows that illuminance levels for Sim visual tasks such as circulation and some walls meet the standards but most of the areas, the illuminance levels such as altar and mural painting on the interior walls are lower than the minimum suggestions. The lighting installations are florescent and LED tubes with uniformly laid on the ceiling. Only Sim building in Wat Sra Thong, Khon Kaen that highlight lamp is used for lighting the main Buddha statue in the altar. The initial guidelines derived from the survey are that the lighting quantity could be improved to provide better lighting conditions for modern visual tasks of the building. The lighting quantity is to promote visual environment of the sacred space by lighting design techniques.

Keywords: Sim temple, Lighting, Northeastern

1. บทนำ

อาคารสิม เป็นโบสถ์เก่าแก่ที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีขนาดเล็ก แต่เดิมมีไว้สำหรับประกอบพิธีกรรมทางศาสนาพุทธของพระภิกษุสงฆ์ ซึ่งจะประกอบด้วยพิธีกรรมอันเป็นกิจวัตร จากการสำรวจโดยการสัมภาษณ์พระภิกษุสงฆ์ในแต่ละวัดพบว่า พิธีกรรมอันเป็นกิจวัตรที่เกิดขึ้นภายในสิม ได้แก่ การทำวัตรเช้า ในช่วงเวลา 4:00-6:00 น. และการทำวัตรเย็น ในช่วงเวลา 17:00-20:00 น. พิธีกรรมสำคัญอื่น ๆ เช่น พิธีทำสังฆอุโบสถ การปวารณา พิธีอุปสมบท เป็นต้น มีการให้แสงสว่างหลัก คือ เทียนไข ต่อมา สิมมีการเปลี่ยนแปลงการใช้งานตามกาลเวลา มีโบสถ์มาตรฐานสมัยใหม่ เข้ามาแทนที่ ลักษณะการใช้งานจึงเปลี่ยนแปลงไปในเชิงการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม ได้รับการอนุรักษ์การสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น กรมศิลปากร และภาคเอกชน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวภายในพื้นที่ สิมในปัจจุบันมีการเปิดบริการให้บุคคลทั่วไปมาเยี่ยมชม สักการะตลอดทั้งวัน รวมถึงกิจกรรมเดิมของพระสงฆ์ในบางส่วนโดยมีกิจกรรมการใช้งานทางสายตาทภายในสิม ได้แก่ ทางสัญจรภายใน การอ่านบทสวดมนต์ การกำหนดจิตและมองไปที่พระพักตร์ของพระพุทธรูป และการรับชมภาพจิตรกรรมฝาผนังภายในสิม

สภาพปัจจุบันของสิม บางส่วนอยู่ในสภาพชำรุดทรุดโทรมอันเกิดจากสภาพอากาศ เช่น ความชื้นจากฝนส่งผลให้โครงสร้างชำรุด สิ้นผนังหลุด ลอก และมีการรื้อซ่อม ไม่ได้มีการซ่อมบำรุงอย่างทันที่ บางส่วนอยู่ในสภาพที่เข้าไปใช้งานไม่ได้ เนื่องจากโครงสร้างชำรุดเสียหาย สิมบางส่วนอยู่ในสภาพดี เนื่องจากได้รับการบูรณะ ซ่อมแซมโดยการทาสี ซ่อมผนังบริเวณที่แตกร้าว และรื้อซ่อม ไปจนถึงเปลี่ยนรูปแบบ องค์ประกอบประดับตกแต่งให้กลายเป็นโบสถ์สมัยใหม่ ลักษณะทางกายภาพของสิม มีขนาดเล็กมีช่องเปิดน้อยทั้งจำนวน และขนาด มีทั้งรูปแบบที่มีแนวเสา

และชายคาโดยรอบอาคาร และไม่มีแนวเสาโดยรอบ สิมบางหลังมีภาพวาดจิตรกรรมฝาผนังโดยรอบ ทั้งภายนอกและภายในอาคาร

สภาพแสงสว่างปัจจุบันภายในสิม เนื่องจากสิมมีช่องเปิดที่น้อยรวมถึงสิมบางหลังยังมีแนวเสาที่รับชายคาโดยรอบอาคาร ส่งผลให้ภายในได้รับแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีการเปิดไฟร่วมด้วย มีการติดตั้งหลอดไฟเพียงเพื่อให้ภายในสว่างขึ้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการให้แสงสว่างเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ หรือสร้างบรรยากาศ โดยการให้แสงสว่าง เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวและดึงดูดผู้คนให้เข้ามาชมสิมมากขึ้น

งานศึกษาในบทความนี้ แสดงผลการสำรวจภาคสนามด้านแสงสว่างภายในสิมเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานด้านแสงสว่างต่าง ๆ โดยวิธีการ ถ่ายภาพ จดบันทึก และใช้เครื่องมือวัดค่าเก็บข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นจากภาพถ่าย และตารางข้อมูลด้านปริมาณแสงสว่าง นำเสนอการเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐาน ประเมินสภาพแสงสว่าง และการแก้ปัญหาเบื้องต้น วิธีการดำเนินการวิจัยในบทความนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อศึกษาวิธีการเก็บข้อมูลสำหรับอาคารสิมอื่น ๆ ได้

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาเก็บข้อมูลโดยการสำรวจภาคสนาม โดยใช้วิธีการจดบันทึก ถ่ายภาพ และใช้เครื่องมือในการวัดค่าเก็บข้อมูล สำรวจอาคารสิมในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 หลัง ในวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ.2561 ช่วงเวลา 9:00-15:00น. สิมในจังหวัดนครพนม จำนวน 3 หลัง ในวันที่ 24-26 พฤศจิกายน พ.ศ.2561 ช่วงเวลา 10:00-16:00น. และสิมในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 หลัง ในวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ.2561 ช่วงเวลา 10:00-16:00น. รวมทั้งสิ้น 8 หลัง

ดังภาพที่ 1-3 โดยกำหนดรูปแบบข้อมูลที่ทำการสำรวจออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) ข้อมูลด้านกายภาพ (2) ข้อมูลด้านปริมาณแสงสว่าง (3) ข้อมูลด้านคุณภาพแสงสว่าง



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 1: สิมในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ (ก) วัดไชยศรี (ข) วัดสนวนวารี พัฒนาราม และ (ค) วัดสระทอง บ้านบัว



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2: สิมในจังหวัดนครพนม ได้แก่ (ก) วัดโกศลมีชัยมาวาส (ข) วัดบูรพาราม และ (ค) วัดพุทธสีมา



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3: สิมในจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ (ก) วัดป่าเลไลย์ และ (ข) วัดโพธาราม

เครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ (1) CEM Laser tape measure LDM-100 (2) Watty Color Chip Deck Book (3) Konica Minolta Chroma Meter CS-100A (4) Konica Minolta Color Reader CR10 (5) Konica Minolta Illuminance Meter T-10A (6) Konica Minolta Illuminance Spectrophotometer CL-500A ดังภาพที่ 4-5



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4: เครื่องมือสำหรับใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ (ก) CEM Laser tape measure LDM-100
(ข) Watty Color Chip Deck Book
(ค) Konica Minolta Chroma Meter CS-100A



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 5: เครื่องมือสำหรับใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ (ก) Konica Minolta Color Reader CR10 (ข) Konica Minolta Illuminance Meter T-10A (ค) Konica Minolta Illuminance Spectrophotometer CL-500A

จากการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม นำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงในโปรแกรม Excel 2013 เพื่อคำนวณ ค่าเฉลี่ยความสว่าง (Illuminance) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance uniformity) อุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) และดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index) ในแต่ละพื้นที่

2.1 ข้อมูลด้านกายภาพ

สำรวจโดยการถ่ายภาพบริเวณภายในสิม ที่มีพระพุทธรูปอยู่ภายใน ถ่ายภาพภายนอกอาคาร และใช้เครื่องมือในการวัดระยะ เพื่อศึกษารูปแบบของอาคารที่มีผลต่อแสงสว่างภายในสิม ได้แก่รูปแบบช่องเปิด ตำแหน่ง ขนาด ของประตู หน้าต่าง การวางทิศของอาคาร

2.2 ข้อมูลด้านปริมาณแสงสว่าง

ศึกษาเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ Konica Minolta Illuminance Meter T-10A เพื่อวัดปริมาณความสว่าง (Illuminance) โดยกำหนดตำแหน่งในการวัดในแต่ละระนาบพื้นที่ แบ่งออกเป็น 9 จุด (SLL, 2009) เพื่อนำค่าความสว่างที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย ความสูงของการวัดแสงสว่างขึ้นกับการใช้งานของพื้นที่ โดยกำหนดระดับการวัดแสงตามการใช้งานทางสายตา ได้แก่ สูงจากพื้น 0.00 เมตร สำหรับทางสัญจรภายใน สูงจากพื้น 0.50 เมตรสำหรับการอ่านหนังสือ อ่านบทสวดมนต์ สูงจากพื้น 1.00 เมตร สำหรับการมองไปยังพระพุทธรูป และค่าเฉลี่ยความสว่างของแต่ละผนัง สำหรับการรับชมภาพจิตรกรรมฝาผนังภายในสิม สำหรับการวัดค่าแสงสว่างเฉลี่ยของผนัง วัดโดยใช้เครื่องมือ Konica Minolta Chroma Meter CS-100A เพื่อวัดค่าความส่องสว่าง (Luminance) โดยกำหนดตำแหน่งในการวัดออกเป็น 9 จุด ดังภาพที่ 6 และเครื่องมือ Color Chip Deck Book จากผู้ผลิตสี (Wattyl Australia) และ Konica Minolta Color Reader CR-10 เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Light reflectance value- LRV) และแทนค่าจากสมการ ความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นผิวที่สะท้อนแสงแบบฟุ้งกระจาย

สมการ ความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นผิวที่สะท้อนแสงแบบฟุ้งกระจาย

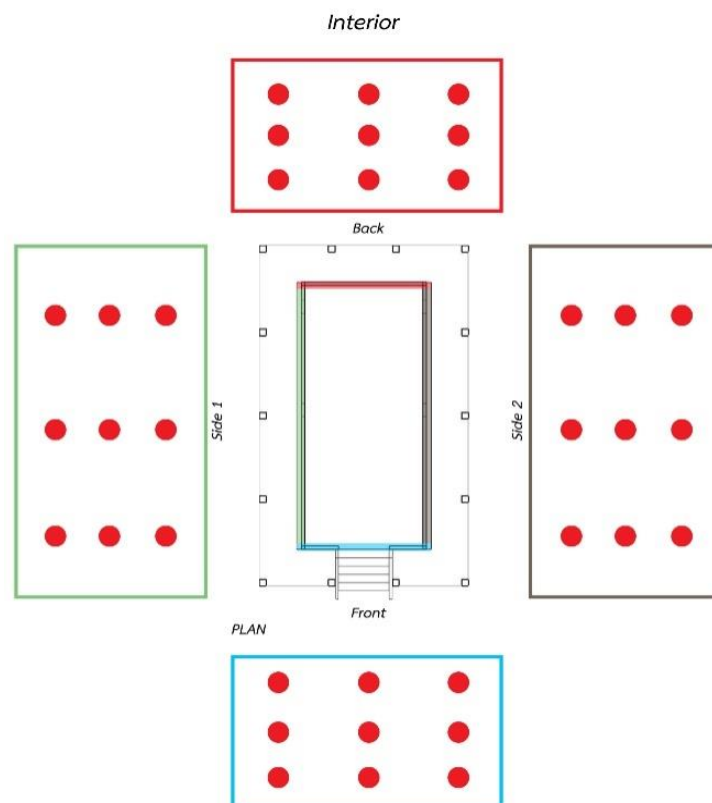
$$L = \frac{E * \rho}{\pi} \text{ cd/m}^2 \quad (1)$$

โดยที่ E = ปริมาณความสว่าง

ρ = สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิว

π = พาย มีค่าเท่ากับ 3.14

จากสมการข้างต้นจะได้ค่าความสว่าง (E) และนำมาหาค่าเฉลี่ย และใช้เครื่องมือ Konica Minolta Illuminance Spectrophotomete CL-500A เพื่อวัดค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) และค่าดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index)



ภาพที่ 6:ตัวอย่างตำแหน่งในการวัดค่าความส่องสว่าง (Luminance) บริเวณผนังภายในลิ้ม

ระนาบพื้นที่การใช้งานทางสายตาที่ทำการวัดอ้างอิงจากมาตรฐาน และเกณฑ์มาตรฐานที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ที่วัดได้ ได้แก่ TIEA (TIEA, 2005) ,CIE (CIE, 2001), IESNA (IESNA, 1996) และ CIBSE (CIBSE, 1994) โดยแบ่งพื้นที่การทำงานทางสายตาเป็น ทางสัญจร (ที่ระดับสูงจากพื้น 0.00 เมตร แนวนอน) การอ่านหนังสือ (ที่ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร แนวนอน) พระพุทธรูป (ที่ระดับสูงจากพื้น 1.00 เมตร แนวตั้ง) และผนังที่มีภาพวาดจิตรกรรมฝาผนัง (หาค่าเฉลี่ยจากการวัด 9 จุด) โดยที่เกณฑ์ TIEA,CIE,IESNA กำหนดค่าความส่องสว่างไว้ที่ 100 lux สำหรับทางสัญจร 300 lux สำหรับการอ่านหนังสือ บริเวณพระพุทธรูป และบริเวณผนังภาพวาด และเกณฑ์ CIBSE กำหนดไว้ที่ 100 lux สำหรับทางสัญจร 150-300 lux สำหรับการอ่านหนังสือ และผนังภาพวาด สำหรับค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance uniformity หรือ U_o) ใช้เกณฑ์ TIEA สำหรับเปรียบเทียบซึ่งกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 0.4 และค่าดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index) ใช้เกณฑ์ TIEA,CIE สำหรับเปรียบเทียบ ซึ่งกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80

2.3 ข้อมูลด้านคุณภาพแสงสว่าง

ศึกษาเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพ จดบันทึก ได้แก่ สภาพแสงสว่างปัจจุบัน ตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม สภาพดวงโคม ชนิดของหลอดไฟ บรรยากาศ และความรู้สึก

3. ผลการศึกษา

3.1 กายภาพของสิม

ในการศึกษาสำรวจกายภาพของสิมเบื้องต้นพบว่า ในช่วงเวลากลางวัน จากการประเมินแสงสว่างทางสายตาพบว่า ภายในสิมมีบรรยากาศค่อนข้างมืด เนื่องจากตัวอาคารมีจำนวนช่องเปิด และขนาดช่องเปิดที่น้อย และในสิมบางหลัง พบว่ามีแนวเสาโดยรอบรับชายคาที่ยื่นออกไปจากตัวอาคาร ทำให้ช่องเปิดของอาคารอยู่ใต้ชายคา ยิ่งส่งผลให้ภายในสิมได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอภายในสิมได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติค่อนข้างน้อย ทำให้แต่ละช่วงวัน และเวลาที่สิมได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติอาจจะได้รับแสงสว่างไม่ต่างกันมาก จึงสรุปได้ว่าการวัดปริมาณแสงสว่างในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำข้อมูลแสงสว่างไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานได้

ลักษณะทางกายภาพ ได้มีการบูรณะซ่อมแซม โดยการทาสี เปลี่ยนฝ้าเพดาน ซ่อมแซมโครงสร้างที่ชำรุดทรุดโทรม รวมไปถึงโครงสร้างหลังคา และวัสดุผนังหลังคา แต่ยังคงอนุรักษ์ภาพวาดจิตรกรรมฝาผนังไว้คงเดิมทั้งหมด ยังคงรูปแบบสิมเก่าไว้

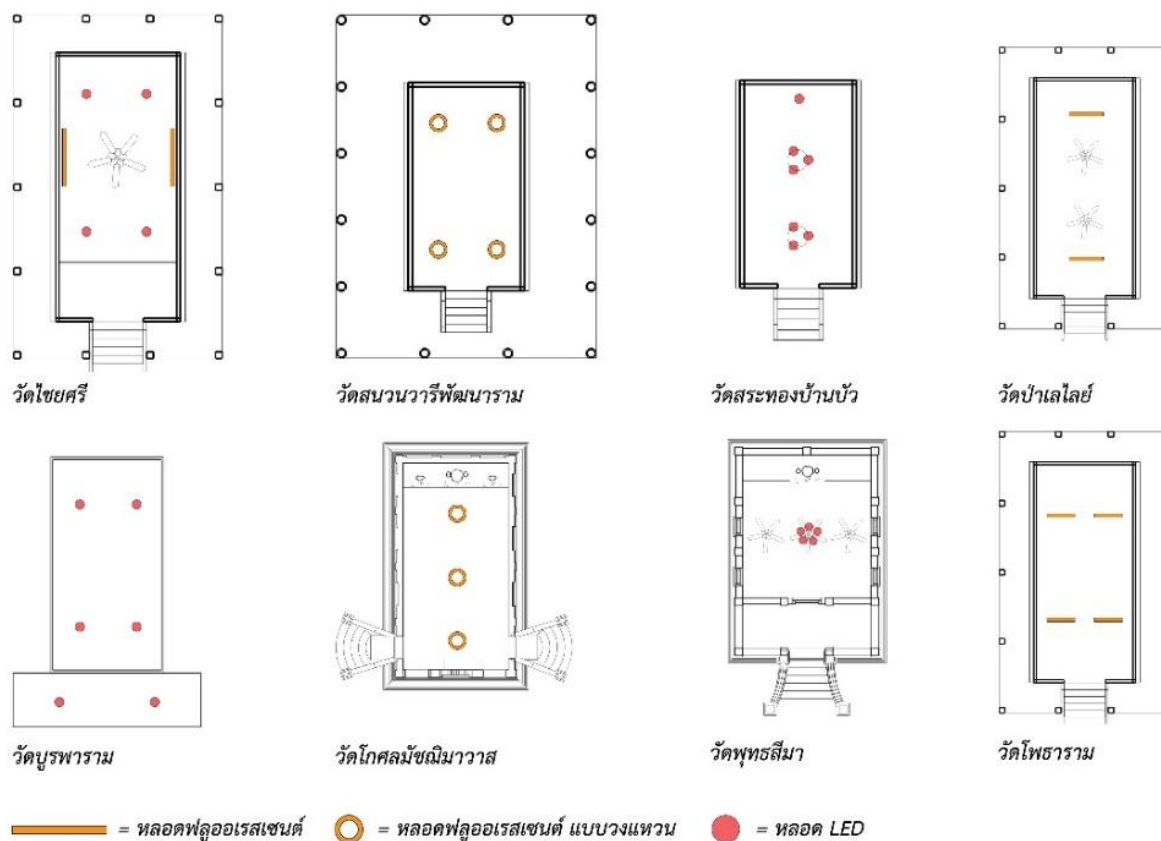
3.2 สภาพแสงสว่าง

3.2.1 รูปแบบการให้แสงสว่าง

ประเภทหลอดไฟที่ติดตั้งภายในสิม ส่วนใหญ่เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอด LED อุณหภูมิสีของหลอดไฟ พบว่ามีทั้งประเภท Daylight ไปจนถึง Warm White ลักษณะดวงโคมพบว่า มีการติดตั้งดวงโคมกับฝ้าเพดานในสิมที่มีฝ้าเพดานภายใน สิมวัดสระทอง บ้านบัว เป็นสิมที่ไม่มีฝ้าภายใน จะติดตั้งดวงโคมแบบโคมห้อยจากโครงสร้าง ตำแหน่งการติดตั้งพบว่า มีการติดตั้งตำแหน่งดวงโคมอย่างเท่ากันสม่ำเสมอ ส่งผลให้สภาพแสงมีการกระจายอย่างเท่า กันภายในสิม ยกเว้น สิมวัดสระทอง บ้านบัว ที่มีการติดตั้งตำแหน่งดวงโคมเหนือองค์พระพุทธรูป เพื่อส่องเน้นเฉพาะจุดบริเวณองค์พระพุทธรูปเพื่อสร้างบรรยากาศ ดังภาพที่ 7-8



ภาพที่ 7: ตำแหน่งการติดตั้ง และชนิดของหลอดไฟภายในสิม ได้แก่ (ก) วัดไชยศรี (ข) วัดสระทอง บ้านบัว (ค) วัดสนวนวารี พัฒนาราม จังหวัดขอนแก่น และ (ง) วัดพุทธสัมา จังหวัดนครพนม (จ) วัดโกศลมณีมาวาส (ฉ) วัดบูรพาราม จังหวัดนครพนม (ช) วัดป่าเลไลย์ และ (ซ) วัดโพธาราม จังหวัดมหาสารคาม



ภาพที่ 8: ตำแหน่งการติดตั้ง และชนิดของหลอดไฟภายในลิ้ม

3.2.2 ปริมาณแสงสว่าง

จากการสำรวจด้านปริมาณแสงสว่างพบว่า ช่องเปิดในอาคารลิ้ม มีผลต่อปริมาณแสงสว่าง เนื่องจากรูปแบบของลิ้มเก่า มีลักษณะช่องเปิดน้อย ส่งผลให้ปริมาณแสงสว่างไม่เพียงพอ จำเป็นต้องเปิดไฟร่วมด้วย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความสว่างที่วัดได้ กับเกณฑ์ข้อแนะนำมาตรฐานของไทย และต่างประเทศ เบื้องต้นพบว่า อาคารลิ้มส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์ของ CIBSE (CIBSE, 1994) เนื่องจากปริมาณแสงที่วัดได้ตามระนาบต่างๆ มีค่าเกิน 150 lux ซึ่งข้อแนะนำของ CIBSE กำหนดไว้ที่ 150-300 lux แต่จะไม่ผ่านเกณฑ์ TIEA (TIEA, 2005), CIE (CIE, 2001), IESNA (IESNA, 1996) เนื่องจากปริมาณแสงที่วัดได้ในแต่ละพื้นที่ มีค่าเกิน 150 แต่ไม่ถึง 300 lux ซึ่งข้อแนะนำของ TIEA, CIE, IESNA กำหนดไว้ที่ 300 lux จากอาคารลิ้มเก่าที่ทำการสำรวจวัดปริมาณความสว่างทั้งหมด พบว่า ลิ้มวัดป่าเลไลย์ และลิ้มวัดโพธาราม ไม่ผ่านเกณฑ์ในทุกพื้นที่ ลิ้มวัดไชยศรี ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด และลิ้มวัดสนวนวาริพัฒนาราม และวัดพุทธสัมา ผ่านเกณฑ์มากที่สุด สำหรับวัดสระทองบ้านบัว วัดโกศลัมมิ์ฉิมาวาส และวัดบูรพาราม ไม่พิจารณาปริมาณความสว่างบริเวณผนัง เนื่องจากไม่มีภาพวาดจิตรกรรม โดยวัดโกศลัมมิ์ฉิมาวาส ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด และวัดสระทองบ้านบัว วัดบูรพาราม ผ่านเกณฑ์เท่ากับวัดสระทองบ้านบัว วัดโกศลัมมิ์ฉิมาวาส และวัดบูรพาราม ไม่พิจารณาพื้นที่ผนัง เนื่องจากไม่มีภาพวาดจิตรกรรม ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1: ปริมาณแสงเฉลี่ย (E_{av}) ภายใต้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ของสิม วัดไชยศรี วัดสนวนวาริ พัฒนาราม และวัดสระทอง บ้านบัว จังหวัดขอนแก่น

Visual Task	Recommended illuminance		Wat Chaisi			Wat Sanuan Wari Phatthanaram			Wat Sathong Banbua		
	TIEA / IESNA / CIE	CIBSE	E (Lux)	TIEA / IESNA / CIE	CIBSE	E (Lux)	TIEA / IESNA / CIE	CIBSE	E (Lux)	TIEA / IESNA / CIE	CIBSE
Circulation (+0.00 m. Horizontal E)	100	100	75	Not Pass	Not Pass	187	Pass	Pass	261	Pass	Pass
Reading (+0.50 m. Horizontal E)	300	150-300	88	Not Pass	Not Pass	229	Not Pass	Pass	205	Not Pass	Pass
Buddha Statue (+1.00 m. Vertical E)	300	-	117	Not Pass	-	431	Pass	-	133	Not Pass	-
Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	112	Not Pass	Not Pass	201	Not Pass	Pass	162	-*	-*
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	134	Not Pass	Not Pass	224	Not Pass	Pass	190	-*	-*

*หมายเหตุ - พื้นที่บริเวณผนัง ไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากบริเวณผนังนั้นๆ ไม่มีภาพวาดจิตรกรรมฝาผนัง

Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	125	Not Pass	Not Pass	357	Pass	Pass	205	_*	_*
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	180	Pass	Not Pass	226	Not Pass	Pass	210	_*	_*

ตารางที่ 2: ปริมาณแสงเฉลี่ย (E_{av}) ภายใต้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ของสิม วัดโกศลมัจฉิมาวาสวัด
บูรพาราม และวัดพุทธสีกา จังหวัดนครพนม

Visual Task	Recommend ed illuminance		Wat Kosol Matchimawas			Wat Buraparam			Wat Phuttha Sima		
	TIEA / IESN A /CIE	CIBS E	E (Lux)	TIEA / IESN A /CIE	CIBS E	E (Lux)	TIEA / IESN A /CIE	CIBS E	E (Lux)	TIEA / IESN A /CIE	CIBS E
Circulatio n (+0.00 m. Horizont al E)	100	100	615	Pass	Pass	369	Pass	Pass	253	Pass	Pass
Reading (+0.50 m. Horizont al E)	300	150- 300	489	Pass	Pass	386	Pass	Pass	219	Not Pass	Pass
Buddha Statue (+1.00 m. Vertical E)	300	-	84	Not Pass	-	269	Not Pass	-	123	Not Pass	-

Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	348	- *	- *	479	- *	- *	809	Pass	Pass
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	301	- *	- *	373	- *	- *	388	Pass	Pass
Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	143	- *	- *	373	- *	- *	263	Not Pass	Pass
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	300	150- 300	67	- *	- *	243	- *	- *	229	Not Pass	Pass

*หมายเหตุ - พื้นที่บริเวณผนัง ไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากบริเวณผนังนั้นๆ ไม่มีภาพวาดจิตรกรรมฝาผนัง

ตารางที่ 3: ปริมาณแสงเฉลี่ย (E_{av}) ภายใต้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ของสิม วัดป่าเลไลย์ และวัดโพธาราม จังหวัดมหาสารคาม

Visual Task	Recommended illuminance		Wat Pa Lelai			Wat Pho Tharam		
	TIEA/ IESNA /CIE	CIBSE	E (Lux)	TIEA/ IESNA /CIE	CIBSE	E (Lux)	TIEA/ IESNA /CIE	CIBSE
Circulation (+0.00 m. Horizontal E)	100	100	36	Not Pass	Not Pass	50	Not Pass	Not Pass
Reading (+0.50 m. Horizontal E)	300	150- 300	41	Not Pass	Not Pass	59	Not Pass	Not Pass
Buddha Statue	300	-	21	Not Pass	Not Pass	59	Not Pass	Not Pass

(+1.00 m. Vertical E)								
Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	37	Not Pass	Not Pass	74	Not Pass	Not Pass
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	77	Not Pass	Not Pass	75	Not Pass	Not Pass
Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	91	Not Pass	Not Pass	82	Not Pass	Not Pass
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	300	150-300	71	Not Pass	Not Pass	83	Not Pass	Not Pass

จากการสำรวจเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance uniformity หรือ Uo) ดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index หรือ Ra) ที่วัดได้ และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เบื้องต้นพบว่า อุณหภูมิสีของแสงที่วัดได้ (Color temperature) อยู่ในช่วง 2700-5600 k ซึ่งอยู่ในช่วงแสงสี Warm White – Cool White โดยลิ้มที่มีอุณหภูมิสีของแสงในแต่ละพื้นที่ต่ำที่สุดคือ ลิ้มวัดไชยศรี จังหวัดขอนแก่น มีอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 2700-3300k ซึ่งจัดอยู่ในแสงสี Warm White และลิ้มที่มีอุณหภูมิสีของแสงในแต่ละพื้นที่สูงที่สุดคือ ลิ้มวัดโพธาราม จังหวัดมหาสารคาม มีอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 4700-5600k ซึ่งจัดอยู่ในแสงสี Cool White จำแนกลิ้มทั้งหมดที่มีอุณหภูมิสีของแสงจัดอยู่ในประเภท Warm White ได้แก่ วัดไชยศรี วัดสนวนวาริ พัฒนาราม และอุณหภูมิสีของแสงประเภท Cool White ได้แก่ วัดสระทอง บ้านบัว วัดโกศลมณีมาวาส วัดบูรพาราม วัดพุทธสีมา วัดป่าเลไลย์ และวัดโพธาราม

ค่าความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Illuminance uniformity) ที่วัดได้พบว่า ลิ้มส่วนใหญ่ พื้นที่ทางสัญจร การอ่านหนังสือ และพระพุทธรูป ผ่านเกณฑ์ของ TIEA ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 0.4 ยกเว้น วัดโกศลมณีมาวาส ไม่ผ่านเกณฑ์ในพื้นที่ทางสัญจร และการอ่านหนังสือ และวัดบูรพาราม ไม่ผ่านเกณฑ์ในพื้นที่การอ่านหนังสือ และพื้นที่บริเวณผนังของลิ้มทุกหลังจะผ่านเกณฑ์ในบางผนัง และไม่ผ่านเกณฑ์ในบางผนัง ยกเว้น ลิ้มวัดบูรพาราม ที่พื้นที่ผนังผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ดังตารางที่ 4-6

ค่าดัชนีความถูกต้องของสี (Color rendering index) ที่วัดได้ พบว่า ส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์ข้อเสนอแนะของ TIEA และ CIE ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 80 ยกเว้น วัดสนวนวาริพัฒนาราม ไม่ผ่านเกณฑ์ในพื้นที่ทางสัญจร และการอ่านหนังสือ และวัดโพธาราม ไม่ผ่านเกณฑ์ในพื้นที่พระพุทธรูป และผนัง ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4: ดัชนีความถูกต้องของสี (Ra) และความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Uo) ของสิมวัดไชยศรี วัดสนวนวารี พัฒนาราม และวัดสระทอง บ้านบัว จังหวัดขอนแก่น

Visual Task	Recommended Ra/Uo		Wat Chaisi				Wat Sanuan Wari Phatthanaram				Wat Sathong Banbua			
	TIEA/CIE	TIE A	Measured		TIE A/CIE	TIE A	Measured		TIE A/CIE	TIE A	Measured		TIE A/CIE	TIE A
	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo
Circulation (+0.00 m. Horizontal E)	80	0.4	87	0.81	Pass	Pass	78	0.55	Not Pass	Pass	93	0.46	Pass	Pass
Reading (+0.50 m. Horizontal E)	80	0.4	88	0.73	Pass	Pass	77	0.65	Not Pass	Pass	92	0.61	Pass	Pass
Buddha Statue (+1.00 m. Vertical E)	80	0.4	92	0.85	Pass	Pass	91	-*	Pass	-	88	-*	Pass	-
Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	-*	0.61	-	Pass	-*	0.68	-	Pass	-*	0.36	-	Not Pass
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	-*	0.45	-	Pass	-*	0.37	-	Not Pass	-*	0.74	-	Pass
Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	-*	0.54	-	Pass	-*	0.75	-	Pass	-*	0.70	-	Pass
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	-*	0.28	-	Not Pass	-*	0.56	-	Pass	-*	0.36	-	Not Pass

*หมายเหตุ – พื้นที่บริเวณผนัง ไม่ได้ทำการวัดค่าดัชนีความถูกต้องของสี (Ra) และพื้นที่บริเวณพระพุทธรูป ไม่ได้ทำการวัดค่าความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Uo)

ตารางที่ 5: ดัชนีความถูกต้องของสี (Ra) และความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Uo) ของสิมวัดโกศลมณีมาวาส วัดบูรพาราม และวัดพุทธสีมา จังหวัดนครพนม

Visual Task	Recommen ded Ra/Uo		Wat Kosol Matchimawas				Wat Buraparam				Wat Phuttha Sima			
	TIEA/ CIE	TIE A	Measur ed		TIE A/ CIE	TIE A	Measur ed		TIE A/ CIE	TIE A	Measur ed		TI EA /CI E	TIE A
	Ra	Uo	R a	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	R a	U o	Ra	Uo
Circulation (+0.00 m. Horizontal E)	80	0.4	9 6	0. 06	Pa ss	Not Pas s	98	0. 49	Pas s	Pas s	9 6	0. 41	Pa ss	Pas s
Reading (+0.50 m. Horizontal E)	80	0.4	9 6	0. 11	Pa ss	Not Pas s	98	0. 39	Pas s	Not Pas s	9 5	0. 57	Pa ss	Pas s
Buddha Statue (+1.00 m. Vertical E)	80	0.4	9 4	0. 74	Pa ss	Pas s	99	- *	Pas s	-	9 7	0. 75	Pa ss	Pas s
Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	- *	0. 77	-	Pas s	- *	0. 40	-	Pas s	- *	0. 28	-	Not Pas s
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	- *	0. 05	-	Not Pas s	- *	0. 44	-	Pas s	- *	0. 26	-	Not Pas s
Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	- *	0. 15	-	Not Pas s	- *	0. 52	-	Pas s	- *	0. 46	-	Pas s
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	- *	0. 30	-	Not Pas s	- *	0. 70	-	Pas s	- *	0. 46	-	Pas s

*หมายเหตุ - พื้นที่บริเวณผนัง ไม่ได้ทำการวัดค่าดัชนีความถูกต้องของสี (Ra) และพื้นที่บริเวณพระพุทธรูป ไม่ได้ทำการวัดค่าความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Uo)

ตารางที่ 6: ดัชนีความถูกต้องของสี (Ra) และความสม่ำเสมอความส่องสว่าง (Uo) ของสิมวัดป่าเลไลย์ และวัดโพธาราม จังหวัดมหาสารคาม

Visual Task	Recommended Ra/Uo		Wat Pa Lelai				Wat Pho Tharam			
	TIEA/ CIE	TIE A	Measured		TIE A/ CIE	TIE A	Measured		TIE A/ CIE	TIE A
	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo	Ra	Uo
Circulation (+0.00 m. Horizontal E)	80	0.4	96	0.63	Pass	Pass	80	0.92	Pass	Pass
Reading (+0.50 m. Horizontal E)	80	0.4	84	0.71	Pass	Pass	84	0.99	Pass	Pass
Buddha Statue (+1.00 m. Vertical E)	80	0.4	82	0.92	Pass	Pass	79	0.91	Not Pass	Pass
Wall 1 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	86	0.61	Pass	Pass	78	0.48	Not Pass	Pass
Wall 2 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	88	0.28	Pass	Not Pass	85	0.20	Pass	Not Pass
Wall 3 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	94	0.51	Pass	Pass	85	0.16	Pass	Not Pass
Wall 4 - Mural Painting (Vertical E)	80	0.4	96	0.48	Pass	Pass	88	0.26	Pass	Not Pass

4. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาที่ได้ พบว่า ปัญหาแสงสว่างในปัจจุบัน ในด้านประเภทของหลอดไฟ สิมบางวัด เช่น วัดไชยศรี วัดสวนหวารี่ มีการใช้หลอดไฟประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีรูปแบบของหลอดตายตัว เช่น แบบ แท่งติดผนัง, ฝ้าเพดาน และแบบวงแหวนครอบด้วยฝาดวงโคม เป็นต้น ส่งผลให้เกิดความไม่น่าสนใจ อาจแก้ไข ด้วยการเปลี่ยนมาใช้หลอด LED ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบดาวน์ไลท์ แบบเส้น ที่มีการปรับอุณหภูมิ และความ สว่างของแสงได้ เป็นต้น เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ ปัญหาในด้านตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ให้แสงสว่าง มีความ เป็นรูปแบบเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ เช่นเดียวกับรูปแบบตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมในอาคารสำนักงาน แสงสว่าง ที่ได้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในทุกพื้นที่ ไม่มีจุดเน้นที่น่าสนใจ อาจแก้ปัญหาโดย ติดตั้งอุปกรณ์ให้แสง สว่างตกแต่ง เฉพาะจุด ส่องเน้นบริเวณพระพุทธรูป เพื่อให้พระพุทธรูปเด่น และทำให้เกิดแสงนำสายตาไปที่องค์ พระพุทธรูป เพื่อสร้างบรรยากาศ ความศักดิ์สิทธิ์ ความสงบ หรือบริเวณภาพวาดจิตรกรรมฝาผนัง ให้มีความ น่าสนใจมากขึ้น ปัญหาในด้านปริมาณแสงสว่าง เนื่องจากอาคารสิม มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่มีช่องเปิดน้อย ทำ ให้ปริมาณแสงสว่างภายในไม่เพียงพอ อาจแก้ปัญหาโดยใช้แสงไฟประดิษฐ์เปิดใช้งานร่วมกับแสงธรรมชาติ ใน บางช่วงเวลา เช่น ช่วงเวลาพระภิกษุทำวัตรเช้า-เย็น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ

นอกจากนี้วิธีการดำเนินการวิจัยในบทความนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อศึกษาวิธีการเก็บข้อมูลแสง สว่างสำหรับอาคารสิมอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา ครั้งนี้ และขอขอบคุณ อาจารย์มานพ ตันเคน อาจารย์อาณัฐพงศ์ ภาระหัส และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ในการสำรวจภาคสนามที่จังหวัดนครพนม

6. เอกสารอ้างอิง

CIBSE (1994). *CIBSE Code for Interior Lighting*. London, Chartered Institution of Building Services Engineers.

CIE (2004). *CIE 157:2004 Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation*.

CIE (2001). *CIE Standard Lighting of Indoor Work Places*. Vienna, CIE Central Bureau.

IESNA (1996). *Iesna Lighting Ready Reference*. Illuminating Engineering.

SLL (2009). *The SLL Lighting Handbook*. London, CIBSE.

Illuminating Engineering Association of Thailand. (2005). "Minimum illuminance for interior tasks and activities." Retrieved 28th November, 2018, from

<http://www.tieathai.org/know/general/lux.html>

การศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี

ศุภโชค สนธิไชย^{1*} และ อาติยาพร สินประเสริฐ²

^{1*} สาขาวิชาการออกแบบตกแต่งภายในและนิทรรศการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

² สาขาวิชาโยธาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
e-mail: artiyaporn@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายสถานภาพของผลงานวิชาการการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี โดยการศึกษาข้อมูลตัวอย่างผลงานทางวิชาการที่มีการเผยแพร่ตั้งแต่ พ.ศ. 2527-2560 จำนวน 35 รายการ ซึ่งประกอบด้วย หนังสือวิชาการ รายงานการวิจัย บทความ เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในด้านความต่างด้านมิติความสัมพันธ์ของพื้นที่ต่อการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี และพื้นที่ที่มีความเชื่อมโยงทางวัฒนธรรม รวมถึงการตั้งข้อสันนิษฐานและประเด็นการศึกษาในมิติองค์ความรู้ที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบสร้างข้อสันนิษฐานการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์และความสำคัญเกี่ยวกับภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม โครงสร้างทางสังคม และเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงกับการปกครองในช่วงสมัย ซึ่งสามารถจำแนกแนวทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องในประเด็นที่ศึกษาได้ ดังนี้ 1) ข้อมูลการจัดการพื้นที่ 2) ปัจจัยนิเวศวัฒนธรรม 3) ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของพื้นที่ประวัติศาสตร์ที่ส่งผลต่อลักษณะของกลุ่มชนหรือกลุ่มชาติพันธุ์

จากการศึกษาข้อมูลทั้ง 35 รายการ พบว่า ประเด็นที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของพื้นที่ได้ ดังนี้ ชุดข้อมูลที่สามารถศึกษาเฉพาะพื้นที่บริบทวัฒนธรรมและศึกษารูปทรงเงื่อนไข แบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ชุดข้อมูลการศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี 12 รายการ 2) ชุดข้อมูลวิถีวัฒนธรรมบริบทกิจกรรมชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง 23 รายการ และได้ข้อสันนิษฐานจากการศึกษาว่า กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งมีการย้ายถิ่นฐานอย่างกระจัดกระจาย แต่ส่วนมากอาศัยอยู่ในเขตรอยต่อของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จึงทำให้มีลักษณะวัฒนธรรมผสมผสาน เพราะเป็นชุมชนที่มีปฏิสัมพันธ์กับทั้งสองภูมิภาค จากการศึกษาความสัมพันธ์ของย้ายถิ่นฐานของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในบริบทพื้นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิม ทั้งทางด้านขนบธรรมเนียม ประเพณีดั้งเดิมที่เลือนหายไป รวมถึงรูปแบบของสถาปัตยกรรมที่ปรับชีวิตความเป็นอยู่ ส่งผลต่อเรือนที่มีการปรับเปลี่ยนต่อเติมพื้นที่ โดยเฉพาะใช้วัสดุและเทคโนโลยีก่อสร้างสมัยใหม่เข้ามาทดแทน

คำสำคัญ: ไทเบิ่ง, ลุ่มน้ำชี, การย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์, สถานภาพผลงานวิชาการ

Abstract

This article aims to explain a status of academic outputs in study of Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai in Chi River Basin. The review of this article is based on 35 samples of academic outputs published during 1984-2017 A.D., i.e. texts, research reports, articles, conference papers and theses, then to present all analyzed data by description In difference of Spatial Ability space relationship to migration a study of Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai in Chi River Basin and some related areas assumption and education in different of Spatial Ability to migration speculation of ethnic groups. The importance of the cultural landscape (Cultural landscape) The social, cultural, and economic structures linked to government in the period Which has identified relevant educational guidelines in the study found: 1) Spatial Organization 2) Culture Ecology 3) Historic Sites that affect Characteristics of ethnic groups or ethnic groups (Ethnographic Landscape) There are various study approaches and some related areas into 35 main contents, study to area and cultural contexts from the vernacular house study overall objectives of study Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai in Chi River Basin into 2 types of information. 1) Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai in Chi River Basin into 12 main contents, 2) Spatial Ability of Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai into 23 main contents, to promote an interdisciplinary study.

And obtained a rationale from the study that Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai have displaced immigrants. But most of them live in the boundaries of the central and northeastern regions of Thailand. Thus, resulting in an integrated culture Because it is a community that interacts with both regions.

From the study of Migration Ethnic Groups of Boeng -Tai in different residential areas Causing changes from the original Both in tradition the traditional tradition that fades away. Including the style of architecture that adjusts the lives Affecting the house that has been modified to add more space by using modern materials and construction technology to replace

Keywords: Boeng -Tai, Chi River Basin, Migration Ethnic Groups, Status of Academic Outputs

1. บทนำ

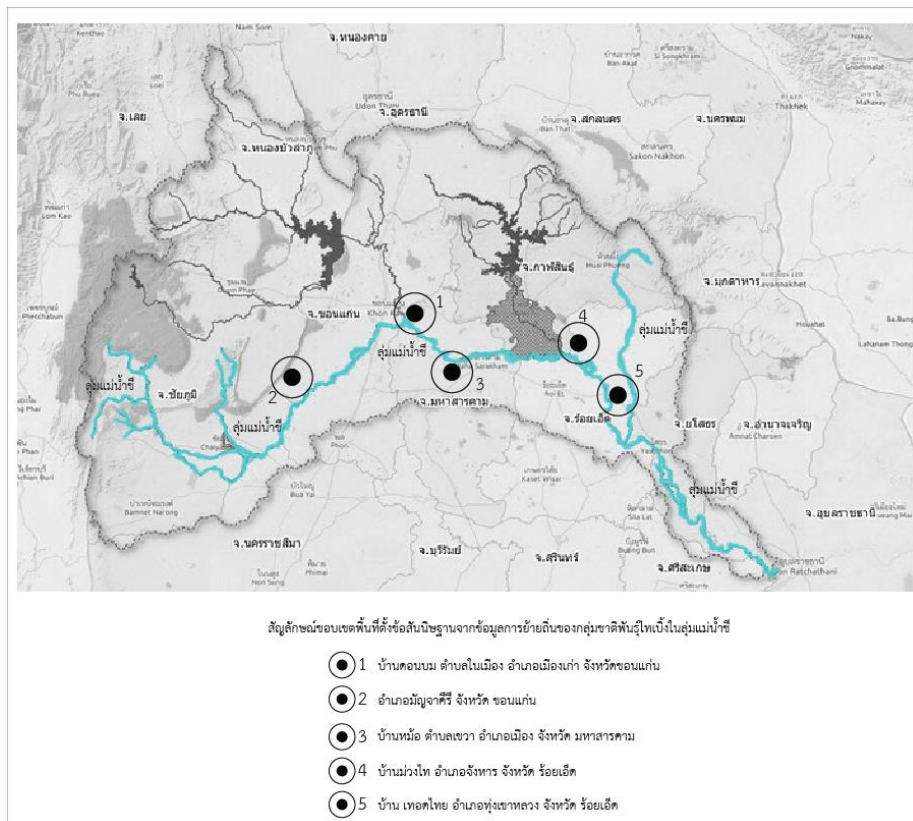
จากการศึกษาข้อมูลจากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มชาติพันธุ์ พบว่า กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง ไทเด็ง และไทโคราช เป็นชื่อเรียกแทนกลุ่มคน ที่มีความคล้ายคลึงกันทางด้านวัฒนธรรมและความเป็นอยู่ที่คงเอกลักษณ์ ต่างจากกลุ่มชาติพันธุ์อื่น ๆ มีภาษาที่สำเนียงเสียงคล้ายภาษาของกลุ่มคนภาคกลาง แต่มีสำเนียงการใช้ภาษาเป็นสำเนียงของชาวเวียงจันทน์ (สุวิทย์ธีรศาสตร์ และ สุเมธแก่นมณี, 2527)

เมื่อศึกษาแหล่งข้อมูลอื่น ๆ พบว่า กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งมีการประกอบกิจกรรมในวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ที่มีตัวตนชัดเจน เช่น ข้อสันนิษฐานว่า การตีหม้อที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคอีสานนั้น ส่วนใหญ่เป็นคนที่อพยพมาจากโคราชทั้งสิ้น จนมีคำกล่าวว่า “ไทโคราชชอบตีหม้อ ตีมีด แต่ลาวชอบทอดผ้า” (วิโรฒ ศรีสุโร, 2528) มีนักวิชาการแต่ได้อ้างอิงคำอธิบายชุดข้อมูลในของการสอบถามบอกกล่าว ในประเด็นที่น่าสนใจจากคนเผ่าคนเก่าเดิมในชุมชน และการศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี ซึ่งในปัจจุบันยังไม่พบข้อมูลเชิงวิชาการที่สามารถสร้างกรอบแนวศึกษาได้อย่างชัดเจนถึงการบ่งชี้ว่าการตั้งถิ่นฐานของกลุ่มไทเบิ่งในจังหวัดที่ลุ่มแม่น้ำชีไหล แต่มีการขอมูลการตั้งถิ่นฐานของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง โดยสื่อการบ่งชี้ผ่านการประกอบกิจกรรมในวิถีชีวิต (วิโรฒ ศรีสุโร, 2528) ซึ่งรวมถึงวัฒนธรรมชุมชนถิ่นอาศัยและการแต่งกาย จารีตประเพณีต่อศาสนาที่นับถือ และรูปทรงเรือนสถาปัตยกรรมที่อยู่อาศัยชาวไทยอีสาน (วิจิต คลังบุญครอง, 2555) ในแต่ละพื้นที่วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ภายในท้องถื่นริมฝั่งลุ่มน้ำชี (สักรินทร์ แซ่ภู, 2557)

2. ระเบียบวิธีวิจัย

1. กำหนด รวบรวมผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มชาติพันธุ์ ไทเบิ่ง (ไทโคราช) ในขอบเขตพื้นที่จังหวัดตอนบนของลุ่มแม่น้ำชี ประกอบด้วย หนังสือวิชาการ รายงานการวิจัย บทความ เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา และวิทยานิพนธ์ โดยทำการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลของห้องสมุดศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (ฐานข้อมูลแหล่งค้นหาชาติพันธุ์ในประเทศไทย), ห้องสมุดกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ห้องสมุดมหาวิทยาลัยศิลปากร(วังท่าพระ), การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต และแหล่งข้อมูลอื่นๆ

2. ทบทวนกลุ่มตัวอย่างผลงานวิชาการที่ได้จากการสืบค้นข้างต้นจากประเด็นวัตถุประสงค์ของพื้นที่ศึกษากลุ่มชาติพันธุ์ ศึกษาโดยวิธีการการนำข้อมูลที่ได้จัดกลุ่มองค์ความรู้เพื่อสรุปสาระสำคัญในประเด็นต่างๆ และแสดงให้เห็นถึงสถานภาพของการศึกษากลุ่มชาติพันธุ์ ไทเบิ่ง(ไทโคราช) ในขอบเขตพื้นที่จังหวัดตอนบนของลุ่มแม่น้ำชี



ภาพที่ 1 แสดงขอบเขตพื้นที่ตั้งข้อมูลพื้นฐานการย้ายถิ่นของชาติพันธุ์ไทเบ็งในลุ่มแม่น้ำชี

(ศุภโชค สนธิไชยและคณะ, 2561)

โดยอ้างอิงข้อมูลวิชาการจาก บทความวิชาการ 8 รายการ งานวิจัย 27 รายการ ข้อความเอกสารใน สารสนเทศอื่นๆ และการทบทวนข้อมูลในความต่างจากแหล่งที่ศึกษา พบว่า ยังไม่มีการบ่งชี้ ถึงความชัดเจนใน ประเด็นหรือปัจจัยอื่นๆที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่สื่ออธิบายต่อการแสดงข้อมูลถึงภูมิทัศน์วัฒนธรรมในเชิง ความสำคัญคุณค่าของกลุ่มชาติพันธุ์ ไทเบ็ง ว่ามีการเคลื่อนย้ายในถิ่นฐานที่ต่างกันด้วยทางคมนาคมแบบใดนั้น โดยศึกษางานวิจัยโดยวางกรอบจากการศึกษาข้อมูลตั้งข้อสังเกต มิติเชิงพื้นที่ของการย้ายถิ่นดั้งเดิม

กล่าวคือ คำอธิบายอ้างอิงข้อมูลวิชาการเหล่านี้ พบว่าการศึกษาจะมุ่งเน้นความสำคัญในประเพณี รูปแบบทางกายภาพของสถาปัตยกรรมเป็นส่วนสำคัญ โดยแยกการพิจารณาประเด็นที่พบข้อมูลเชื่อมโยงดังนี้

1. งานวิจัย วิชาการทางความคิด
2. บทความวิชาการ ข้อสันนิษฐาน
3. วารสารวิชาการ ข้อมูลพื้นที่ตั้งชุมชน

ซึ่งสามารถจำแนกแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ต่างกันเกี่ยวกับกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบ็ง และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ท้องถิ่นริมฝั่งลุ่มแม่น้ำชี ตามตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างของรายละเอียดของข้อมูลที่ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบ็งและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องถิ่นริมฝั่งลุ่มแม่น้ำชี

ประเภทเอกสาร	รายละเอียดเอกสารที่ศึกษา	กลุ่มข้อมูล		
		พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน
บทความวิชาการ	วิโรฒ ศรีสุโร, 2528: หน้า 43-44. “ข้อสันนิษฐานว่า การตีหม้อที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคอีสานนั้น ส่วนใหญ่เป็นคนที่อพยพมาจากโคราชทั้งสิ้น จนมีคำกล่าวว่า ไทโคราชชอบตีหม้อ แต่ลาวชอบทอผ้า”		*	
	วิโรฒ ศรีสุโร. 2530. “สมณะสถาปัตยกรรม”. ใน กรรมมาธิการสถาปนิกอีสาน (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ: เมฆาเพลส. - . 2537. “วิกฤตสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในดินแดนอีสาน”. วารสารอาษา. (พฤศจิกายน 2537): หน้า 81-85.		*	
	สมาคมมิตรภาพ ไทย-จีน, 2549: ความหมายของคำว่าคนไท		*	
	สุวิทย์ อิศาศวัต และ สุเมธ แก่นมณี, 2527: ข้อมูลแสดงกรอบแนวคิด ภาษาและสำเนียง กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบ็ง ไทแดง ไทโคราช		*	
	ธาดา สุทธิธรรม, 2549: รูปแบบแผนผังชุมชนอีสานสายวัฒนธรรมไท. ปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้อง	*	*	*
	ธิดา เสงี่ยม, ธาดา สุทธิธรรม, 2534-2535, หน้า 119-156. การพัฒนารูปแบบสถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี. กรุงเทพฯ	*	*	*
	ศูนย์วัฒนธรรมอีสาน, 2561: กลุ่มชาติพันธุ์ในอีสาน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น	*	*	*

ประเภทเอกสาร	รายละเอียดเอกสารที่ศึกษา	กลุ่มข้อมูล		
		พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน
บทความวิชาการ	นพดล ตั้งสกุล, 2545. “การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของอาคารพักอาศัยและปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กรณีศึกษาบ้านเขวา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น”. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น. ปีที่ 1 (ฉบับที่ 1): 29-37	*	*	*
งานวิจัย	ชินลัดค สุวรรณอัจฉริย, 2546. “เศรษฐกิจที่ไม่เป็นทางการในลุ่มน้ำชี”. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม: มหาสารคาม.		*	
	อรศิริ ปาณินท์, 2546. “รูปแบบของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น”			

	.ใน นพดล ตั้งสกุล (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมชุมชนท้องถิ่น. ขอนแก่น: โรงพิมพ์พระธรรมขันธ์.	*	*	*
	สุวิทย์ จิระมณี, 2544. “สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสาน (สายวัฒนธรรมไทย-ลาว)”. ใน ชินศักดิ์ ตันติกุล (บรรณาธิการ). ความหลากหลายของเรือนพื้นถิ่นไทย. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.	*	*	*
	สุนทร ตุลยะสุข, 2530. “ชุมชนชนบท และบ้านชนบทภาคอีสาน”. ใน กรรมวิธีการสถาปนิกอีสาน (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ: เมฆาเพลส.	*	*	
	ธิดิ เองรัมย์ และคณะ, 2536. “การศึกษารวบรวมรูปแบบบ้านพักอาศัยในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี (จังหวัด ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และยโสธร)”. ขอนแก่น: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.		*	*
	ปัญญา นาคทอง, 2557. “การศึกษาอัตลักษณ์เรือนพื้นถิ่นชุมชนบ้านนกออก ตำบลนกออก อำเภอปทุมราช จังหวัด นครราชสีมา”. นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.	*	*	*
	ธัญญา สังขพันธานนท์, 2546. “วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ภายในท้องถิ่นริมฝั่งลุ่มน้ำชี”. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม: มหาสารคาม.	*	*	

ประเภทเอกสาร	รายละเอียดเอกสารที่ศึกษา	กลุ่มข้อมูล		
		พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน
งานวิจัย	เพชรลัดดา เพ็ชรภักดี, 2557. “กรณีศึกษาหมู่บ้านชนบท 1 โดยนางานวิจัยเรื่องการจัดการน้ำแบบบูรณาการในลุ่มน้ำชี”. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม		*	
	วรพล เองวานิช, วรพล เองวานิช..[และคนอื่นๆ]. (2546). “วัฒนธรรมปลาและอาชีพประมงในชุมชนลุ่มแม่น้ำชี”. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพฯ		*	
	นารีรัตน์ ปริสุทธิภูมิพร, 2544. “ <u>คนจีนกับการขยายตัวของเมืองบริเวณลุ่มน้ำชี</u> ”.		*	

ทวีศิลป์ สืบวัฒนะ, 2543. “ประวัติศาสตร์ท้องถิ่นภาคอีสาน” (การขยายตัวของชุมชนลุ่มน้ำแม่ชี)	*	*	
ลักขรินทร์ แซ่กู่, 2544. “การศึกษาวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพของชุมชนริมฝั่งลุ่มน้ำชี”.	*	*	
ถนอม ตะนา, นิภาพร กุลมาตย์..[และคนอื่นๆ]. (2554) การขยายตัวของชุมชนเมืองลุ่มน้ำชี ศึกษาเมืองร้อยเอ็ดและยโสธร. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพฯ	*	*	
ธัญญา สังขพันธานนท์, 2546. “การศึกษาสถานที่สำคัญของท้องถิ่นในลุ่มแม่น้ำชีโดยกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน”.	*	*	
บุญชัย งามวิทย์โรจน์, สมทรง เจริญภัณฑุรณ..[และคนอื่นๆ], 2551. “ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำชี		*	
ชาญวิทย์ ตีระประเสริฐ, 2548. “พิพิธภัณฑสถานบ้าน การแสดงทางวัฒนธรรม และกระบวนการรื้อฟื้นความเป็นไทย เบื้อง”. วิทยานิพนธ์สังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล (มานุษยวิทยา). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.		*	*

ประเภทเอกสาร	รายละเอียดเอกสารที่ศึกษา	กลุ่มข้อมูล		
		พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน
งานวิจัย	วิจิต คลังบุญครอง, 2535. “สถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยพื้นเมืองของชาวไทยอีสานกลุ่มต่างๆ: ไทย-ผู้ไท”. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	*	*	*
	วิจิต คลังบุญครอง. 2541. “วัสดุและกรรมวิธีการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น สกูลช่างมุกดาหาร”. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.	*	*	*
	วิจิต คลังบุญครอง และไพโรจน์ เพชรสังหาร. 2530. “เรือนอีสาน”. ใน กรรมวิธีการสถาปนิกอีสาน (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ: เมฆาเพลส.	*	*	*
	วิวัฒน์ เตมียพันธ์. 2530. “แนวทางการศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น”. ใน กรรมวิธีการสถาปนิกอีสาน (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ: เมฆาเพลส.ย	*	*	*
	ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, 2535. “ที่พักอาศัยชั่วคราวสำหรับชุมชนภาคอีสาน”. กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	*	*	*

ธาดา สุทธิธรรม, 2549. “รูปแบบแผนผังชุมชนอีสานสายวัฒนธรรมไทย”. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	*	*	*
ธาดา สุทธิธรรม, 2544. “รูปแบบแผนผังชุมชนอีสานสายวัฒนธรรมไทย”. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.	*	*	*
ธาดา สุทธิธรรม, 2554. “การอนุรักษ์มรดกสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสานในแนวทางการมีส่วนร่วม”. ขอนแก่น: มูลนิธิภูมิปัญญา สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและศิลปะเอเชีย.	*	*	*
กาญจนา ต้นสุวรรณรัตน์, 2556. “สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นโคราช”. นครราชสีมา: ฐานการพิมพ์.	*	*	*
บันเทิง พูลศิลป์, 2530. “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอีสาน”. ในกรรมาธิการสถาปนิกอีสาน	*		*
วิมลสิทธิ์ หรรยางกูรและคณะ, 2544. “สถานภาพผลงานทางวิชาการสาขาสถาปัตยกรรมในประเทศไทย”. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ บริษัท ทีซีจี พรินต์ติ้ง จำกัด.	*	*	

ประเภทเอกสาร	รายละเอียดเอกสารที่ศึกษา	กลุ่มข้อมูล		
		พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน
เอกสารสารสนเทศ	ฐานข้อมูลแหล่งค้นหาชาติพันธุ์ในประเทศไทย	*	*	*
	รายชื่อหนังสือได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย(วช.): คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	*	*	*
	ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน): รายชื่องานวิจัยด้านชาติพันธุ์ในฐานข้อมูล 2561, จำนวน 1238 รายการ	*	*	*
	http://www.isan.clubs.chula.ac.th/webboard/?transaction=post_view.php&room_no=0&id_main=1311&star=50 : ชาติพันธุ์ในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2561	*	*	*
รวม		29	38	23

☒ ข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในลุ่มแม่น้ำ ☐ ข้อมูลวิถีวัฒนธรรม บริบท กิจกรรมชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ้ง

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลเอกสารวิชาการที่นำมาอ้างอิงพบว่า การศึกษาเรือนพื้นดินของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในภาคอีสาน เป็นประเด็นที่นักวิชาการให้ความสนใจศึกษา มาตั้งแต่ช่วง พ.ศ. 2547-2560 ยังมีช่องว่างของชุดข้อมูลที่สามารถศึกษาในพื้นที่เชื่อมโยงทางการศึกษาเฉพาะพื้นที่ บริบทวัฒนธรรม ศึกษารูปทรงเรือน ซึ่งอาจมีข้อเสนอแนะกรอบแนวคิดเพื่อใช้แนวทางสำคัญ คือ แนวทางภูมิศาสตร์ (Geographical Approach) และแนวทางนิเวศวิทยาวิจัย (Ecological Research) มาเสริมประกอบ การแบ่งแยกสำรวจเพื่อเกิดชุดความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่ออธิบายถึงลักษณะการตั้งถิ่นฐานเก่าเดิมรวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้ององค์ความรู้สนับสนุน ข้อเสนอพื้นฐานจากข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี จึงเกิดประเด็นต่าง ๆ ดังภาพที่ 2 ที่แสดงให้เห็นประเด็นการศึกษาทบทวนเอกสารวิชาการ ข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในลุ่มแม่น้ำชี และข้อมูลวิถีวัฒนธรรม บริบทกิจกรรมชุมชน กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง(ไทโคราช) ซึ่งสามารถอธิบายประเด็นต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

ประเด็นการศึกษากลุ่มวัฒนธรรมไทยเบิ่งต่อการตั้งถิ่นฐานในอีสาน

ในคำอธิบายด้านวัฒนธรรมไทยเบิ่งในอีสาน (สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2559) ได้กล่าวไว้ว่า 'เบิ่ง' ที่มีภาษาไทยลาวปะปนอยู่บ้าง แต่คำพื้นฐานทั่วไปของชาวไทยเบิ่งตรงกับภาษาไทยภาคกลาง ซึ่งชาวไทยเบิ่งมีขนบธรรมเนียม ประเพณี และศิลปวัฒนธรรมที่คล้ายกับกลุ่มชนไทยภาคกลาง และกลุ่มชนที่ตั้งบ้านเรือนอยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำป่าสัก และกลุ่มชนที่มีการตั้งถิ่นฐานกระจัดกระจายอยู่ในจังหวัดอื่น ๆ อีกทั้งในคำอธิบายยังสื่อถึงวัฒนธรรมที่อาจพบการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานในลุ่มแม่น้ำอื่น ๆ อีกด้วย ทั้งนี้ หากศึกษาข้อมูลการตั้งถิ่นฐานเพิ่มเติม พบว่า กลุ่มชาติพันธุ์ไทยเบิ่งและไทแดง มีถิ่นฐานอยู่ในจังหวัดลพบุรีมานานมากกว่าสองทศวรรษ ซึ่งพื้นที่ของกลุ่มไทยเบิ่งอยู่ในเขตรอยต่อของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีเส้นทางการติดต่อระหว่างภูมิภาคทั้งสอง ผู้คนที่อาศัยในพื้นที่แถบนี้ จะมีวัฒนธรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ซึ่งมีลักษณะวัฒนธรรมผสมผสานระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

และภาคกลาง เพราะเป็นชุมชนที่มีปฏิสัมพันธ์กับทั้งสองภูมิภาค สอดคล้องกับคำอธิบายของ (อุษณีย์ เกษมสันต์, 2542) ที่อธิบายถึงการเรียกชื่อเฉพาะกลุ่มชาติพันธุ์ไทยเบิ่ง และมีการสันนิษฐานว่า เบิ่งตรงกับคำว่า "บ่าง" ในภาษาไทยกลาง ไทเบิ่งจึงหมายถึงมีความเป็นไทยอยู่บ้างเหมือนกัน หรือส่วนหนึ่งเป็นไทยและส่วนหนึ่งเป็นเผ่าอื่น เช่น อาจจะลาว เขมรและยวน ผสมผสานระหว่างกัน

อย่างไรก็ตามการให้ความสำคัญเกี่ยวกับปัจจัยนิเวศวัฒนธรรม (Culture Ecology) ที่ส่งผลต่อภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม (Cultural landscape) โครงสร้างทางสังคม วัฒนธรรม รวมถึงเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงกับการปกครองในช่วงสมัยแปรเปลี่ยน ก็อาจได้รับอิทธิพลและเงื่อนไขที่ถูกกำหนด จากการสืบทอดระหว่างการย้ายถิ่นฐานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก่อเกิดการละทิ้งวัฒนธรรมบางอย่างไว้ กล่าวคือ จารีตปฏิบัติ ภาษา ธรรมเนียม การถือครองบรรดาศักดิ์ ซึ่งรวมถึงวัฒนธรรมขนบธรรมเนียมประเพณี และคติความเชื่อแบบดั้งเดิมที่ถูกกลืนหายไปตามกาลเวลาไปด้วย นอกจากนี้ยังส่งผลต่อหลักฐานทางกายภาพ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญและมีมิติความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่อการพบกรอบแนวคิดในข้อสันนิษฐานถิ่นฐาน เช่น ลักษณะวัฒนธรรมแบบผสมผสานระหว่าง วิถีชีวิตชุมชนของชาวไทยเบิ่ง ยังถิ่นฐานที่กระจัดกระจายอยู่จากการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี สื่อถึงการพัฒนาที่เชื่อมโยงกับภูมิทัศน์วัฒนธรรมของพื้นที่ประวัติศาสตร์ (Historic Sites) และแสดงถึงการคงอยู่ในบางสิ่งด้านภูมิทัศน์วัฒนธรรมที่แสดงถึงลักษณะของกลุ่มชนหรือกลุ่มชาติพันธุ์ (Ethnographic Landscape)

ประเด็นการศึกษาข้อมูลการจัดการพื้นที่ (Spatial Organization)

การศึกษาพบว่า การสำรวจที่มีความชัดเจนของการตั้งข้อสันนิษฐานจากข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี ที่มีความเป็นไปได้ของลักษณะพื้นที่และสื่อถึงชุมชนที่อาศัยอยู่เดิม เมื่อศึกษาต่อข้อมูลเอกสารวิชาการที่นำมาอ้างอิงและสืบค้นองค์ความรู้ พบความน่าสนใจเกี่ยวกับพื้นที่เปรียบเทียบของขอบเขตพื้นที่ศึกษาของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ต่างกันในภูมิภาคและสภาพกลุ่มชุมชนย่อยในหมู่บ้านแถบลุ่มแม่น้ำชี ซึ่งยังคงเอกลักษณ์ความเป็นอยู่ของลักษณะที่พักอาศัย ที่มีความใกล้เคียงกับถิ่นฐานที่พักอาศัยในบริเวณแนวลุ่มแม่น้ำชี ซึ่งในศึกษาเอกสารวิชาการที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด พบว่ามี 8 รายการ ที่กล่าวถึงเรื่องการศึกษาวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพของชุมชนริมฝั่งลุ่มน้ำชี(สักรินทร์ แซ่กู, 2544.) อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตามสิ่งที่จะคงดำรงปัจจัยอยู่เสมอ คือ การตั้งถิ่นฐาน (Settlement) และที่ตั้ง (Location and Site) ของชุมชนต่อกิจกรรมเพื่อการดำรงอยู่ในบริบทที่เฉพาะตัว ที่เกี่ยวเนื่องกับชีวิตวัฒนธรรม (Way of Life) โครงสร้างที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นโครงสร้างทางสังคมที่มีการศึกษาสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในอดีตจนถึงปัจจุบัน จากปัจจัยต่าง ๆ ในด้านวัฒนธรรมของท้องถิ่นนั้น ๆ และชีวิตวัฒนธรรมของมนุษย์ในมิติต่าง ๆ ที่มีการเชื่อมโยงทางวัฒนธรรมที่ชัดเจน จากการศึกษาข้อมูลเอกสารวิชาการที่นำมาอ้างอิงในเรื่องของบริบทวัฒนธรรม พบว่า มีข้อมูล 22 รายการ ที่อธิบายผ่านมิติสัมพันธ์ที่ซ้อนทับกันของข้อมูลได้ว่า เรื่องราวของท้องถิ่นรวมถึงกิจกรรมของการตีหม้อ ที่มีอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคอีสานนั้น ที่สื่อได้ถึงความเชื่อมโยงข้อมูลที่น่าสนใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมพื้นถิ่นสำหรับชุดรำไทยตีหม้อ ซึ่งเป็นการแสดงที่บอกเล่าเรื่องราวอาชีพบ้านหม้อของคนโคราช ตั้งแต่การใช้เสียมชุดดิน นวดดิน ขึ้นรูปหม้อ ตีหม้อ ไปจนถึงการเผาหม้อ ผู้แสดงฝ่ายหญิงแต่งกายชุดพื้นบ้านโคราชคือถุงโจงกระเบนหม้อผ้าสไบแบบตะเบงมาน ผู้ชายใส่เสื้อหม้อฮ่อมมีผ้าขาวม้าคาดเอว โดย รศ.ดร.ทองคูณ หงส์พันธุ์ เป็นผู้แต่งเนื้อร้องและใช้ทำนองเพลงโคราชที่ออกสำเนียงโคราชตอนสุดท้ายก่อนจบการแสดงจะเป็นการรำโทนโคราช (สนอง โกสีย์, 2530) ข้อมูลจากงานวิจัยเหล่านี้ ได้แสดงความหมายของระดับชั้นทางสังคม (Social Structure) ที่ต่างกันในบริบทวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ (วิลาวัลย์ ขำภิบาล, 2532)

ส่วนทางด้านภาษายังมีข้อมูลอ้างอิงที่ไม่ชัดเจนอยู่ คือ สำเนียงของชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี มีความเฉพาะตัวอย่างไร มีเพียงข้อมูลที่น่าเสนอว่า ความคล้ายคลึงทางด้านภาษาเหมือนกลุ่มภาคกลางและสำเนียงของภาษาเหมือนชาวเวียงจันทร์เท่านั้น แต่ไม่มีรายละเอียดที่มาทางด้านอื่น ๆ ซึ่งอาจจะแปรเปลี่ยนในแต่ละยุคสมัยที่ผ่านมา ทำให้ข้อมูลในการสำรวจอาจไม่เข้าถึงชุดความรู้ที่ชัดเจน กล่าวคือ “ไท” ที่ใช้เรียกสื่อความหมายในการเขียนว่า “ไทยโคราช” อาจสื่อความหมายว่าเป็นคนไทยแท้ทั้งเชื้อชาติและภาษา แต่สำเนียงพูดแปลกสำเนียงออกไปบ้าง จากการเปรียบเทียบเดิมถิ่น คนพื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นชาวละว้า ชาวไทพอยพเข้ามาสมัยกรุงศรีอยุธยา พระเจ้าอยู่ทอง ซึ่งปัจจุบันยังคงพบ “ไทยโคราช” ในบางส่วนของพื้นที่ของ ของจังหวัดสระบุรีและจังหวัดลพบุรี (สมาคมมิตรภาพไทย – จีน, 2549) ชาวไทยเบิ่งโคกสูงเป็นชุมชนที่เก่าแก่ผู้ที่มาอาศัยอยู่ในบริเวณตำบลโคกสูง อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี มีวิถีชีวิตวัฒนธรรมประเพณีตลอดจนการดำรงชีวิตที่มีลักษณะที่เรียกว่าเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ ไทเบิ่ง พูดภาษาถิ่น สำเนียงคล้ายภาษาไทยภาคกลางออกเสียงเหนือ (สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2559)

ประเด็นการศึกษาในความสัมพันธ์ วิถีสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมความสัมพันธ์ในรูปแบบเรือน

คุณลักษณะทางวัฒนธรรมและคุณลักษณะทั่วไป (Cultural traits and Attributes) ของทรงเรือนสถาปัตยกรรมในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี ช่องเปิด ช่องแสงธรรมชาติ ลักษณะการวางแนวไม้เฉียงที่ฝาเรือน ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญสื่อเอกลักษณ์ที่พบในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งความเชื่อมโยงภูมิปัญญาพื้นถิ่นกับสิ่งแวดล้อมบริบทความเป็นอยู่ของที่อยู่อาศัยท้องถิ่นนอกจากนี้ และยังหมายถึงพื้นที่ประวัติศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เกิดจากการหล่อหลอมองค์ประกอบหลายๆ ด้าน ซึ่งรวมถึงกิจกรรมของมนุษย์ที่มีความสำคัญเทียบเท่ากับตัวอาคาร

ข้อสันนิษฐานจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี พบว่ามีข้อมูล 19 รายการ ที่ศึกษาชุดข้อมูลในด้านส่วนประกอบรูปทรงเรือน (อิติ เองริศมี, 2535) พลวัต การเปลี่ยนแปลง การปรับเปลี่ยน การคลี่คลายรูปแบบ โดยนักวิชาการส่วนใหญ่นิยมศึกษาพัฒนาการของเรือนพื้นถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ จากรูปแบบประเพณีดั้งเดิม รวมถึงเรือนที่มีการปรับเปลี่ยนต่อเติมพื้นที่ โดยใช้วัสดุและเทคโนโลยีก่อสร้างสมัยใหม่เข้ามาทดแทน ซึ่งในสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในอาคารยังสามารถพบได้ในวัด ได้แก่ โบสถ์ หอไตร ร้านตัดบาตร หอสวดมนต์ นอกจากนี้ยังพบอาคารผสมผสานระหว่างสถาปัตยกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคกลาง ข้อมูลที่อธิบายจาก (สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2559) ซึ่งอธิบายถึงสิ่งที่ยังปรากฏในส่วนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมที่อยู่อาศัยของชุมชนชาวไทยเบิ่ง ที่มีรูปแบบสถาปัตยกรรมเป็นทรงไทยท้องถิ่นที่คล้ายกับเรือนไทยแบบโคราช แบบไทยลาว และแบบไทยอื่น ๆ

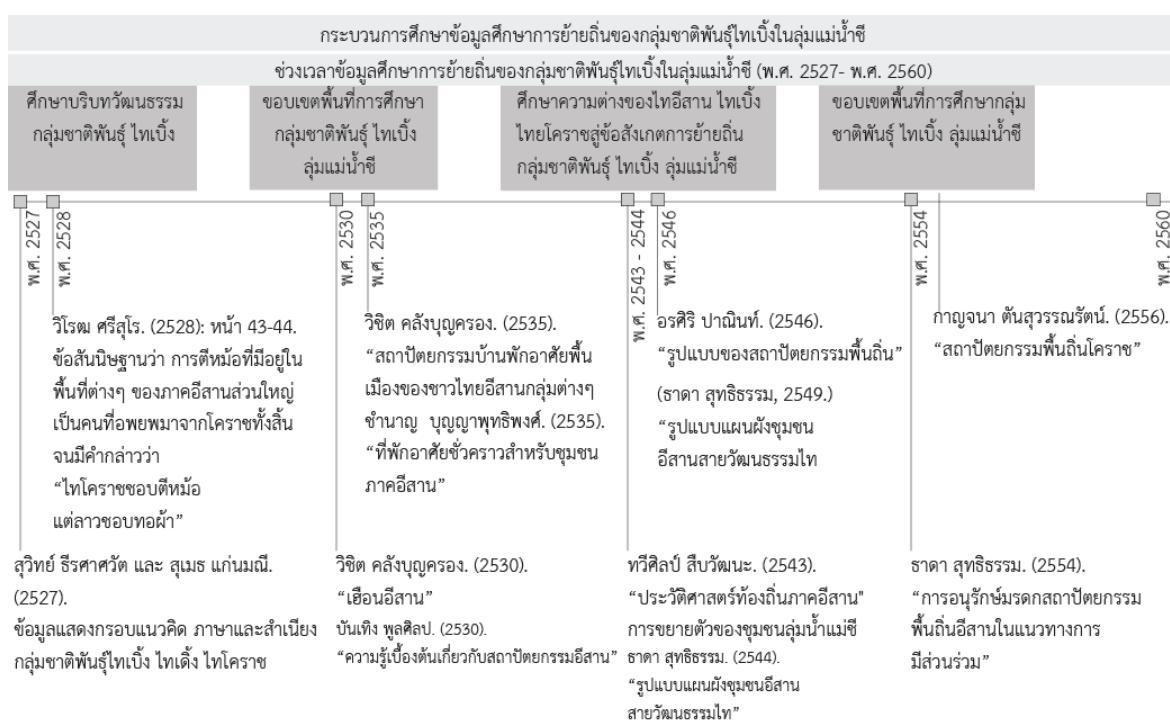
ลักษณะที่น่าสนใจของบ้านในท้องถิ่นนี้คือ การทำฝาเรือนที่ใช้วัสดุจากฝาปาก ฝาค้อ ซึ่งต้นค้อที่นำมากรุแผงทำฝานั้น เป็นพืชพื้นถิ่นแถบลุ่มแม่น้ำป่าสัก ปัจจุบันนิยมสร้างบ้านเรือนไม้ได้ถุนสูง หลังคาทรงปั้นหยาทรงมนิลา ซึ่งเป็นผลพวงจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และการเมืองในปัจจุบันที่ส่งผลให้ค่านิยมและพฤติกรรมของชุมชนในการก่อสร้างรูปเรือนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีได้รับความนิยมในการศึกษาวิจัยอย่างมากในจังหวัดกาฬสินธุ์ ยโสธร เลย อุตรดิตถ์ สกลนคร และอุบลราชธานี ยกตัวอย่างการศึกษาวิจัย เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของอาคารพักอาศัยและปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กรณีศึกษา บ้านเขวาว อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น (นพดล ตั้งสกุล, 2545) จากการศึกษาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการศึกษาทางด้านสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในลักษณะการจัดกลุ่ม หมวดหมู่ (Typologies) แยกประเศในการศึกษาในมิติความสัมพันธ์ต่อกออบแนวคิดในทิศทางที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะ และบริบทแวดล้อมของพื้นที่

ข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในลุ่มแม่น้ำชี 12 รายการ (บทความวิชาการ 1 เรื่อง / งานวิจัย 11 เรื่อง)			
พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน	
พื้นที่ตั้ง 8 รายการ	12 รายการ	3 รายการ	
	(อิติ เองริศมี, 2535: การพัฒนารูปแบบสถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี) ตั้งข้อสันนิษฐานว่า ถ้ากลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งเป็นกลุ่มเดียวกับไทโคราช ข้อสังเกตคือวิวัฒนาการก่อการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานที่ต่างกับด้วยทางน้ำ ที่สอดคล้องกับพื้นที่การทำการกรรมของ การตีหม้อหรือเครื่องแต่งการที่มีความคล้ายคลึงของลวดลาย ผ้าซิด สีอีดักซึ่งเป็นทางเลือกนำมาใช้เครื่องแต่งกาย ไปงานบุญทางศาสนาที่สำคัญในแต่ละช่วงวันขบวนมณี รูปทรงเรือนสถาปัตยกรรมในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี ช่องเปิด ช่องแสงธรรมชาติ ลักษณะการวางแนวไม่เรียงที่ฝาเรือน ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญสื่อเอกลักษณ์ที่พบในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา สื่อความเชื่อมโยง ภูมิปัญญาพื้นถิ่นกับสิ่งแวดล้อมบริบทความเป็นอยู่ของที่อยู่อาศัยท้องถิ่นที่พบใน อ.มัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	(ธาดา สุทธิธรรม, 2549: รูปแบบแบบผังชุมชนอีสานลายวัฒนธรรมไท.) “มีการย้ายเมืองขอนแก่นในหลายครั้งใน ปีพ.ศ. 2381ย้ายจากบ้านดอนมาตั้งริมฝั่งทางด้านตะวันตก ปีพ.ศ. 2398 ย้ายไปตั้งที่บ้านโนนทอง พ.ศ. 2410 ย้ายไปตั้งที่บ้านดอนบม เป็นชุมชนที่เน้นมาใช้ในการติดต่อการค้าทางคมนาคมได้ง่ายเพราะว่าติดกับแม่น้ำ”	
พ.ศ. 2527 พ.ศ. 2528 พ.ศ. 2530 พ.ศ. 2535 พ.ศ. 2546 พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2561	(วิโรฒ ศรีสุโร, 2528: หน้า 43-44.) การตีหม้อที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคอีสานนั้น ส่วนใหญ่เป็นคนที่อพยพ มาจากโคราชทั้งสิ้นมีคำกล่าวว่า “ไทโคราชชอบตีหม้อ สีมืดแล้วชอบพ่นผ้า” (สนอง โกสีย์ 2530 : 52; สัตตา ปานทุย; วิลาวัลย์ ขำภิบาล 2532 :79-83) ข้อมูลที่น่าสนใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมพื้นถิ่นสำหรับชาวไทยตีหม้อเป็นการแสดงที่บอกถึงอาชีพพื้นหม้อของคนโคราช ตั้งแต่การใช้เลือกที่ดิน นวดดิน ขึ้นรูปหม้อตีหม้อ ไปจนถึงการเผาหม้อ ผู้แสดงฝ่ายหญิงแต่งกายชุดพื้นบ้านโคราชคือถุงโจงกระเบนหม้อผ้าสไบแบบตะแบกบาน ผู้ชายใส่เสื้อคอกลมมีผ้าขาวม้าคาดเอว ซึ่ง รศ.ดร.ทองคุณ หงส์พันธุ์ เป็นผู้แต่งเนื้อร้องและใช้ทำนองเพลงโคราชที่ออกเสียงเป็นโคราชตอนสุดท้ายก่อนจบการแสดงจะเป็นการรำไทโคราช	(เสฏฐา สิงขพันธ์ฐานที่และอภิชัย กาบทอง, 2546: วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ภายในท้องถิ่นริมฝั่งลุ่มน้ำชีข้อมูลจากนักวิชาการ ยังคงสำรวจลุ่มน้ำชีและนำเสนอข้อมูลต่างๆที่ค้นพบ อาทิ รูปทรงเรือนสถาปัตยกรรมที่อยู่อาศัยความต่างของรูปลักษณ์ในหมู่บ้านชุมชนที่สื่อถึงอัตลักษณ์แม้แต่ข้อมูลการแบ่งเขตพื้นที่อาศัยเก่าเดิมค่อมัตติเชิงพฤติกรรม เช่น หมู่บ้านดอนบม ด.โนเมือง อ.เมืองเก่าในจังหวัด ขอนแก่น มีผลสำรวจข้อมูลการแบ่งพื้นที่ภายในหมู่บ้านออกเป็น 2 กลุ่ม 1.คุ่มเหนือ สื่อความหมายพื้นที่ของคนในคุ่มที่เป็นชนชั้นคุ่มเจ้าขุน (ผู้มีอำนาจด้านการปกครองท้องถิ่น) 2.คุ่มใต้ จากข้อมูลเดิม ได้สื่อคำอธิบายพื้นที่ของคนในคุ่มได้ว่าเป็นชนชั้นแรงงาน นำเสนอข้อมูลว่า คุ่มใต้ตีหม้อ	
พื้นที่ตั้ง	บริบทวัฒนธรรม	รูปทรงเรือน	
พื้นที่ตั้ง 17 รายการ	22 รายการ	16 รายการ	
ข้อมูลวิถีวัฒนธรรม บริบทกิจกรรมชุมชน กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง 23 รายการ (บทความวิชาการ 5 เรื่อง / งานวิจัย 18 เรื่อง)			

ภาพที่ 2 แสดงการศึกษาทบทวนเอกสารวิชาการ ข้อมูลการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในลุ่มแม่น้ำชี และข้อมูลวิถีวัฒนธรรม บริบทกิจกรรมชุมชน กลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง (ไทโคราช)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาบทความ งานวิจัย ทบทวนวรรณกรรม และข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง พบว่าข้อมูลเอกสารวิชาการที่นำมาอ้างอิงนั้นได้ กล่าวถึงในด้านบริบทวัฒนธรรม ซึ่งสามารถอธิบายสื่อผ่านมิติสัมพันธ์ที่ซ้อนทับที่จากเรื่องราวของถิ่นฐาน กิจกรรมอัตลักษณ์ ทำให้ได้มาซึ่งชุดความรู้ของการตั้งต้นต่อข้อสันนิษฐาน ในเรื่องการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี ที่มีเชื่อมโยงในประเด็นการศึกษาเฉพาะพื้นที่และเชื่อมโยงทางบริบทวัฒนธรรม รวมถึงการศึกษารูปทรงเรือน ในมิติสัมพันธ์กับ ช่วงเวลาที่ต่างกัน ระดับชั้นทางสังคม (Social Structure) ในบริบทวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ยังคงมีการย้ายถิ่นเพื่อดำรงวิถีชีวิตอยู่อย่างต่อเนื่อง ด้วยปัจจัยในมิติเชิงทับซ้อนที่หลากหลาย จากการศึกษาบทความและงานวิจัยในกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง ซึ่งข้อมูลของการเชื่อมโยงหลายกรอบแนวคิด ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ สร้างขอบเขตการศึกษาใหม่ๆ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ในความต่างของข้อสันนิษฐานการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี สามารถอธิบายได้ตามกระบวนการศึกษา ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการศึกษาข้อมูลศึกษาการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่งในลุ่มแม่น้ำชี

หากสรุปสาระสำคัญและการวิเคราะห์ร่วมกับแนวทางการศึกษาว่าด้วยเรื่องทฤษฎีและหลักการ (Theories and Principles) กล่าวคือมิติความเป็นชุมชนระดับการรวมกลุ่มในพื้นที่ (Community Dimension Area) มีอิทธิพลจากปัจจัยที่อธิบายเชื่อมโยงในประเด็นการย้ายถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ไทเบิ่ง ในลุ่มแม่น้ำชี ผ่านประเด็นดังที่อธิบายจากผลการศึกษา ส่งผลต่อชุมชนวัฒนธรรม (Communities of Cultures) ที่ยังคงอยู่ด้วยวิถีจิตความสัมพันธ์ ในการอธิบายในความสำคัญที่พบด้วยผลสรุปดังนี้

- 1) ปัจจัยการตั้งถิ่นฐาน (Settlement) และที่ตั้ง (Location and Site) ของชุมชนต่อกิจกรรมเพื่อดำรงอยู่ในบริบทที่เฉพาะตัว เกี่ยวเนื่องถึงวิถีวัฒนธรรม (Way of Life)
- 2) คุณลักษณะทั่วไป (Cultural traits and Attributes) ทรงเรือนสถาปัตยกรรมในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี ในมิติความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ต่างกันระหว่างระดับชั้นทางสังคม (Social Structure)

- 3) บัณฑิตนิเวศวัฒนธรรม (Culture Ecology) ที่ส่งผลต่อ ภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม (Cultural landscape) โครงสร้างทางสังคม วัฒนธรรม รวมถึงเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงเกี่ยวกับการปกครองในช่วงสมัยแปรเปลี่ยน อาจได้รับอิทธิพลในเงื่อนไขที่ถูกกำหนดจากการสืบทอดระหว่างการย้ายถิ่นฐาน ก่อเกิดภูมิทัศน์วัฒนธรรมของพื้นที่ประวัติศาสตร์ (Historic Sites) และแสดงถึงการคงอยู่ในบางสิ่งด้านภูมิทัศน์วัฒนธรรมที่แสดงลักษณะของกลุ่มชนหรือกลุ่มชาติพันธุ์ (Ethnographic Landscape) สืบผ่านข้อมูลทางวิชาการที่ปรากฏคุณลักษณะทางวัฒนธรรม พบข้อสันนิษฐานว่า การตีหม้อที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคอีสานนั้น ส่วนใหญ่เป็นคนที่อพยพมาจากโคราชทั้งสิ้น จนมีคำกล่าวว่า “ไทโคราชชอบตีหม้อ ตีมัด แต่ลาวชอบทอผ้า” (วิโรฒ ศรีสุโร, 2528)

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาและมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้การสนับสนุนแหล่งการศึกษาข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะผู้ร่วมสำรวจ และบุคลากรหน่วยงานอื่น ๆ ที่อนุเคราะห์ให้ความสนับสนุนข้อมูลต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่องานศึกษาในครั้งนี้ รวมถึงคณาจารย์ผู้ใหญ่ที่ช่วยแนะนำให้คำปรึกษาให้คำชี้แนะและพัฒนากระบวนการคิดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนนำไปสู่การแสวงหาคำตอบและข้อค้นพบที่สำคัญของงานวิจัย และช่วยตรวจทานการเขียนวิทยานิพนธ์นี้อย่างละเอียด ซึ่งส่งผลทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ในวาระสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณทุก ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการงานวิจัยนี้ที่ ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิโรฒ ศรีสุโร, **“ข้อสันนิษฐานว่า การตีหม้อที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคอีสานนั้น ส่วนใหญ่เป็นคนที่อพยพมาจากโคราชทั้งสิ้น จนมีคำกล่าวว่า ไทโคราชชอบตีหม้อ แต่ลาวชอบทอผ้า”**, 2528
- [2] วิจิต คลังบุญครอง และไพโรจน์ เพชรสังหาร, **“เอือนอีสาน”**, ใน กรรมวิธีการสถาปนิกอีสาน (บรรณาธิการ). สถาปัตยกรรมอีสาน. กรุงเทพฯ: เมฆาเพลส. 2535
- [3] ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, **“ที่พักอาศัยชั่วคราวสำหรับชุมชนภาคอีสาน กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น”**, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535
- [4] บันเทิง พูลศิลป์, **“ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอีสาน”**, ในกรรมวิธีการสถาปนิกอีสาน, 2530
- [5] ธิตี เสงวีรัมย์ และคณะ, **“การศึกษารวบรวมรูปแบบบ้านพักอาศัยในชนบทอีสานแถบลุ่มน้ำชี จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และยโสธร”**, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536
- [6] วิจิต คลังบุญครอง, **“สถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยพื้นเมืองของชาวไทยอีสานกลุ่มต่างๆ ไทย-ผู้ไท”**, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535
- [7] ธาดา สุทธิธรรม, **“การอนุรักษ์มรดกสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสานในแนวทางการมีส่วนร่วม”**, มูลนิธิภูมิปัญญาสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรมและศิลปะเอเชีย, 2554
- [8] ถนอม ตะนาและคณะ, **“การขยายตัวของชุมชนเมืองลุ่มน้ำชี ศึกษาเมืองร้อยเอ็ดและยโสธร”**, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพฯ, 2554
- [9] กาญจนา ต้นสุวรรณรัตน์, **“สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นโคราช”**, รจนาการพิมพ์, 2556

- [10] บัญชา นาคทอง, ***“การศึกษาอัตลักษณ์เรือนพื้นถิ่นชุมชนบ้านนอกนอก ตำบลนอกนอก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา”***, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2557
- [11] Richardson, ***“New Vernacular Architecture”***. Hong Kong: Laurence King, 2001

อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม: การออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร^{1*}

^{1*} คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

tchoop@kku.ac.th, choopong7@gmail.com

บทคัดย่อ

‘อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม’ (หลวงพ่อดูณ ปรีสุทโธ) เป็นอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้สำหรับเป็นอนุสรณ์ในการพิธีพระราชทานเพลิงศพพระเทพวิทยาคมเป็นกรณีพิเศษ เป็นสถานที่สำหรับรวบรวมประวัติเพื่อการเผยแพร่ให้แก่อนุชนรุ่นหลังได้ทำการศึกษาระลึกถึงคุณูปการของท่าน และเพื่อใช้สำหรับเป็นสถานที่สำหรับประกอบพิธีกรรมอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ออกแบบโดยคณะผู้ออกแบบจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยในการออกแบบจะใช้แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานและทรัพยากร (2) การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (3) การคำนึงถึงคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร และ (4) การบูรณาการการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยแนวคิดดังกล่าวนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการออกแบบอาคารประเภทอนุสรณ์สถาน ผลการศึกษาจากการออกแบบพบว่าแนวทางการออกแบบเพื่อความยั่งยืนนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารประเภทดังกล่าวนี้ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การออกแบบอาคาร, การออกแบบเพื่อความยั่งยืน, ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Abstract

The Monumental Building of Prathep - widhayakhom (Khoon Parisutho, venerable monk) is designed for the memory of his cremation ceremony, for people to study his innumerable benefactions, and for other related activities. This building is designed by Faculty of Architecture, Khon Kaen University team and this building design have been related to “Sustainable Design Concept” which comprised of (1) Energy and Resource Conservation (2) Environment Impact Minimizing (3) Indoor Environmental Quality and (4) Design Integration. At current, This sustainable concept is not popular for architects and designer for monumental building. From this result of this study showed, this conceptual design can be efficiently used for this type of building.

Keywords: Architectural Design, Sustainable Design, Environmental Impact

1. บทนำ

อาคาร ‘อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม’ มีลักษณะเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กความสูง 32 เมตร บนฐาน 8 เหลี่ยมด้านเท่าด้านละ 9 เมตร มีซุ้มจตุรมุขทั้งหมด 4 ด้าน ศาลารายจำนวน 3 หลังโดยรอบ มีพื้นที่ใช้สอยรวม 1,000 ตารางเมตร โดยกำหนดที่ตั้ง ณ พุทธมณฑลอีสาน อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น มีลักษณะรูปแบบวัฒนธรรมประยุกต์ จากรูปแบบของพระธาตุในกลุ่มวัฒนธรรมไต-ลาว ที่เรียกกันว่า ‘ทรงบัวเหลี่ยม’ ที่เป็นการจำลองลักษณะของเขาสระมูลตามคติไตรภูมิโดยมีการปรับปรุงรูปแบบให้มีความร่วมสมัยมากขึ้น โดยการลดทอนการตกแต่งประดับประดาให้เกิดความเรียบง่าย สมถะ และสันโดษ และโดยการใช้สีขาวเป็นสีหลักของอาคารผนวกเข้ากับการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารเพื่อสื่อถึงนิพพานและการหลุดพ้น อีกทั้งยังเพื่อให้เข้ากับเทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบันที่ผสมผสานวัสดุสมัยใหม่และงานระบบอาคารที่มีประสิทธิภาพ โดยมีแนวความคิดในการออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบ ‘สถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน’ (Sustainable Architecture)



ภาพที่ 1: แสดงทัศนียภาพอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม (หลวงพ่อคุณ ปริสุทโธ)

2. การศึกษาเพื่อกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ

‘สถาปัตยกรรมยั่งยืน’ นั้นมีผู้ให้นิยามความหมายไว้หลากหลายและมีความหมายค่อนข้างกว้าง ซึ่งนอกจากจะมีขอบเขตเกี่ยวข้องกับการออกแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ยังหมายรวมถึงพื้นที่ก่อสร้างที่ต้องมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้พลังงานน้ำและพลังงานไฟฟ้าต่ำ ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าและมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อย มีคุณภาพของสิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่ส่งเสริมต่อกิจกรรมของผู้ที่ใช้อาคารแล้ว ยังต้องมองไปถึงเรื่องของการอยู่ร่วมกันในฐานะของเพื่อนมนุษย์ ที่ต้องมีการอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อหนุนและเกื้อกูล ด้วยวิถีชีวิตที่อ่อนโยน และคำนึงถึงเพื่อนมนุษย์ในอนาคตหรือลูกหลานในวันข้างหน้า [1] ซึ่งในปัจจุบันเกิดได้เกิดกระแสของแนวคิดในการออกแบบอาคารที่มีเนื้อหาและเป้าหมายเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน อาทิเช่น

‘สถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน’ หรือ Architecture for Energy Conservation ‘สถาปัตยกรรมเพื่อประสิทธิภาพพลังงาน’ หรือ Energy-Efficient Architecture ‘สถาปัตยกรรมสีเขียว’ หรือ Green Architecture และ ‘นิเวศวิทยาการ’ หรือ Ecological Building [2]

สำหรับแนวความคิดสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสถาปัตยกรรมเพื่อประสิทธิภาพพลังงานนั้นมีความหมายชัดเจนตามตัวอักษรอยู่แล้ว แตกต่างตรงที่การแปลความหมาย กล่าวคือสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานนั้นมีเป้าประสงค์หลักอยู่ที่การลดการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคารให้น้อยที่สุด ทั้งนี้ด้วยเทคนิค เทคโนโลยี และกลวิธีต่างๆ ส่วนสถาปัตยกรรมเพื่อประสิทธิภาพพลังงานนั้นมีวัตถุประสงค์หลักในการมุ่งการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด มีความหมายรวมถึงการหมุนเวียนพลังงานกลับมาใช้ใหม่อีกด้วย แนวคิดทั้งสองที่กล่าวข้างต้นมีที่มาจากวิกฤตพลังงานทั่วโลก ส่งผลให้เกิดกระแสการตื่นตัวทางด้านพลังงานเป็นอย่างมาก ประเทศไทยได้มีการออกพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2535 และปี 2550 ว่าด้วยประสิทธิภาพของกรอบอาคารในส่วนของผนังและหลังคา² (Overall Thermal Transfer Value: OTTV, Roof Thermal Transfer Value: RTTV) รวมไปถึงประสิทธิภาพของอาคารในด้านของแสงสว่างภายในอาคาร ระบบปรับอากาศ และระบบการทำความร้อน ซึ่งเป็นองค์ประกอบเงื่อนไขที่ทำให้อาคารมีการใช้พลังงานมากขึ้นหรือน้อยลง ส่วนสถาปัตยกรรมสีเขียวและนิเวศวิทยาการนั้นมีนิยามความหมายที่มีความแตกต่างกันออกไป อาทิ

.....‘อาคารเขียว’ คืออาคารที่มีความรับผิดชอบในการรักษาสสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน [3]

.....‘อาคารเขียว’ คือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้อาคารสามารถใช้ประโยชน์จากสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ (แสงแดด, ลม, ดิน, น้ำ, พืชพรรณ, สัตว์) ด้วยวิธีที่ไม่ต้องใช้พลังงาน (Passive) อย่างเต็มที่ และใช้ระบบเครื่องกล (Active) เท่าที่จำเป็น [4]

.....การออกแบบ ‘นิเวศวิทยาการ’ คือการออกแบบอาคารและสภาพแวดล้อม เพื่อให้เกิดการบูรณาการเข้ากับระบบนิเวศของธรรมชาติและที่อยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตอย่างกลมกลืน เกื้อหนุน ด้วยเมตตาการุณย์ต่อสรรพสิ่ง [5]

.....หากจะมองหลักการของการออกแบบอาคารโดยใช้ธรรมชาติหรือ Passive design³ ในช่วงปี ค.ศ. 1970 ที่เทคโนโลยีอาคารยังไม่มีมีความก้าวหน้ามากนัก แนวความคิดของนิเวศวิทยาการเป็นการมุ่งเน้นการออกแบบให้ตอบรับกับสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายต่อมนุษย์เป็นสาระสำคัญ เพียงแต่เป้าหมายมิใช่เพียงแค่การลดการใช้พลังงานอย่างเดียวอีกต่อไป เป้าหมายของนิเวศวิทยาการ ที่เพิ่มมาก็คือการผสมผสานความรู้จากการออกแบบโดยใช้ระบบธรรมชาติ เข้ากับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ของศตวรรษที่ 20 ในการที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและไม่มีวันหมด ในอีกความหมายหนึ่งก็คือนิเวศวิทยาการนั้นจะไม่พยายามเสนอแนะการลดการใช้พลังงานหากพลังงานนั้นมีความจำเป็นต่อการผลิตหรือการอยู่อาศัยของมนุษย์ แต่จะนำเสนอแนะให้อาคารมีการใช้พลังงานจากแหล่งที่สะอาด (Clean Energy)

¹ เกิดจากการผสมของคำแปล ‘นิเวศวิทยา’ (Ecological) กับ ‘อาคาร’ (Building) เกิดเป็นคำใหม่คือ ‘นิเวศวิทยาการ’ บางครั้งอาจจะใช้คำว่า ‘สถาปัตยกรรมรักษ์นิเวศ’

² พิจารณาเฉพาะพื้นที่ปรับอากาศ แยกเป็นอาคารเก่าและอาคารใหม่ โดยแยกเป็นแต่ละกลุ่มชนิดของอาคารที่มีกิจกรรม และรูปแบบอาคารที่แตกต่างกัน

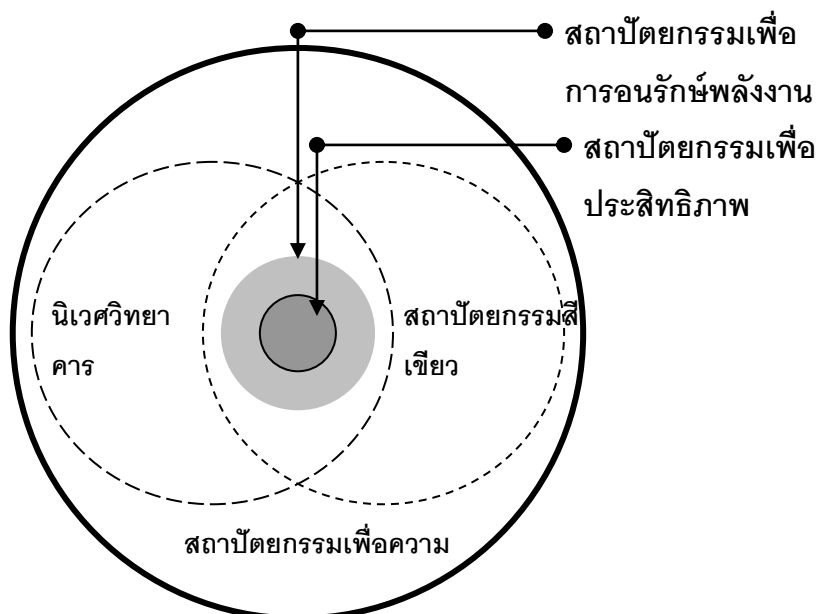
³ คือการออกแบบโดยใช้พลังงานจากธรรมชาติ หรือพลังงานที่ไม่มีวันหมดสิ้นเข้ามาช่วยในการออกแบบเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย

และไม่มีวันหมดไป (Renewable Energy) ซึ่งในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงองค์ประกอบสามส่วนหลักด้วยกัน ได้แก่ความสอดคล้องกับสภาพอากาศ การคำนึงถึงสภาวะสบายในด้านต่างๆ และการใช้พลังงานจากธรรมชาติเป็นหลัก [5]

ส่วนสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนนั้น จากนิยามความหมายที่ได้แสดงไปก่อนหน้านี้พบว่ามีความคล้ายคลึงกันกับการนิยามความหมายของนิเวศวิทยาการ เพียงแต่สถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนจะผนวกเข้ากับสภาพสังคมและสภาพทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นระบบที่มนุษย์พัฒนาขึ้นมา โดยการพิจารณาต้องคำนึงไปถึงผลของอาคารในอนาคตเป็นสำคัญ นิยามความหมายของแนวคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นมาภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาต่อยอดจากกระบวนทัศน์จากการมองแยกส่วน ซึ่งเป็นกระบวนทัศน์แบบแยกเป็นส่วนย่อยตามแบบของชาวตะวันตก สู่กระบวนทัศน์แบบองค์รวม (Holistic View) ที่มีสาระสำคัญในเรื่องของความสัมพันธ์ของเหตุปัจจัยต่างๆ ในโลกที่มีความเป็นพลวัตและส่งผลสืบเนื่องต่อกัน⁴

ในส่วนของการพัฒนาแนวคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมนั้น ปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงและต่อยอดแนวความคิดมีที่มาจากวิกฤตของพลังงานที่ทำให้เกิดแนวคิดสองรูปแบบได้แก่แนวคิดในเรื่องการใช้ระบบธรรมชาติ (Passive Design) และการใช้ระบบเครื่องกล (Active Design) แยกจากกัน แต่ทั้งสองรูปแบบก็มีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกันออกไป กล่าวคือการใช้ระบบธรรมชาติถึงแม้จะมีการใช้พลังงานน้อยแต่ก็ทำให้ผู้ที่อาศัยในอาคารไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่แนวคิดการใช้ระบบเครื่องกลถึงแม้จะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารได้อย่างสมบูรณ์แต่ก็ต้องใช้พลังงานมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการผสมผสานทั้งสองระบบเข้าด้วยกัน (Hybrid Design Concept) อย่างไรก็ตามเมื่อปัญหาที่เกิดจากภาวะโลกร้อนเด่นชัด และรุนแรงมากขึ้น ระบบหรือแนวความคิดแบบเดิมที่เชื่อว่ามนุษย์สามารถควบคุมธรรมชาติได้ หรือกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตของเรานั้นไม่ส่งผลกระทบต่อธรรมชาตินั้นเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเป็นไปไม่ได้ ยากยิ่งและยังก่อให้เกิดปัญหาใหม่ตามมา แนวคิดสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนจึงกำเนิดขึ้นมา เนื่องจากความตระหนักในปัญหาที่เกิดขึ้นในการที่จะสามารถชะลอหรือลดความรุนแรงของปัญหานี้ไม่ให้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นไปกว่าเดิม ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดในการออกแบบอาคารที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 ต่อไปนี้

⁴ ตามหลักคำสอนของพุทธศาสนาในเรื่อง ‘อิทัปปิจจยตา’



ภาพที่ 2: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแนวคิดสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สถาปัตยกรรมเพื่อประสิทธิภาพพลังงาน สถาปัตยกรรมสีเขียว นิเวศวิทยาการ และสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน

เมื่อได้พิจารณาถึงเป้าหมาย แนวทาง ที่มา และเนื้อหาของแนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมทั้งหมดแล้ว จะพบว่าความสัมพันธ์ของแนวคิดทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 ที่แสดงให้เห็นว่าสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนนั้นสามารถที่จะครอบคลุมทุกแนวคิดทั้งหมด [1] ทั้งนี้เนื่องจากสถาปัตยกรรมยั่งยืน นอกจากจะต้องพิจารณาเรื่องของพลังงานที่เป็นหัวใจหลักแล้ว ยังต้องคำนึงถึงเรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานหมุนเวียน พลังงานทางเลือก สภาพสังคมและการอยู่ร่วมกัน เศรษฐกิจ ความสบายในด้านต่างๆของมนุษย์ รวมไปถึงเหตุและปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคตอีกด้วย

3. การออกแบบ

ในส่วนของการออกแบบอาคาร 'อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม' จะใช้แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนในกรณีนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานและทรัพยากร (2) การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (3) การคำนึงถึงคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานอาคาร และ (4) การบูรณาการการออกแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งมีเนื้อหาและรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3: แสดงทัศนียภาพโดยรวมของอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม



ภาพที่ 4: แสดงรูปตัดภายในแสดงโครงสร้างของอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม

- การพิจารณาถึงการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและทรัพยากร (Energy and Resource Conservation) เนื่องจากสภาพอากาศในพื้นที่ตั้งของอาคารที่อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นแถบศูนย์สูตร ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศและความชื้นโดยเฉลี่ยสูงตลอดทั้งปี [1] ดังนั้นในการออกแบบระบบปรับอากาศจึงมีความจำเป็นในการสร้างสภาวะสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งในการใช้พลังงานในการปรับอากาศจะมีสัดส่วนประมาณ 2 ใน 3 ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมดของอาคาร อย่างไรก็ตามในการออกแบบอาคาร ก็ยังคงต้องพิจารณาถึงเรื่องของ

ระบบการทำความเย็นด้วยกระแสน้ำธรรมชาติมาประกอบด้วยในกรณีที่สภาพอากาศภายนอกมีความเหมาะสม

- จากการศึกษาวิจัยทางด้านการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการใช้พลังงานในอาคารสาธารณะที่มีการใช้อาคารในเวลากลางวันเป็นหลักนั้นคือ อัตราส่วนพื้นที่ของช่องเปิดของอาคารต่อพื้นที่ผนังอาคาร (Window to Wall Ratio) คุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของอาคาร (Material Property) และอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) ตามลำดับ [6] ดังนั้นในการออกแบบอาคารนี้ จึงออกแบบให้อาคารมีพื้นที่ช่องเปิดที่น้อยที่สุด แต่ยังคงมีระดับของความส่องสว่าง (Illumination) ที่ยังสามารถมองเห็นและใช้งานได้ภายในอาคาร ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการถ่ายเทความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร ทำให้การใช้พลังงานในส่วนของการปรับอากาศลดลง
- เนื่องจากสีผิวมีค่าการสะท้อนความร้อนสูงถึงประมาณ 0.8-0.9 การเลือกใช้สีภายนอกที่เป็นสีขาว จึงสามารถลดการดูดกลืนความร้อนของวัสดุเปลือกอาคาร ทำให้การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารลดลงได้ อีกทั้งยังมีการเลือกใช้วัสดุภายในที่เป็นสีขาวเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติที่นำมาใช้ในอาคารในเวลากลางวัน และยังสามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบแสงประดิษฐ์ในเวลากลางคืนลงได้อีกด้วย
- ในการออกแบบอาคารเลือกใช้ผนังอาคารรูปแปดเหลี่ยมที่มีอัตราส่วนพื้นที่กรอบอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย (Surface Area/ Usable Area Ratio) น้อย ใกล้เคียงกับรูปวงกลม จึงทำให้สามารถลดความร้อนและความชื้นจากภายนอกอาคารที่จะถ่ายเทเข้ามาในอาคารลงได้ อีกทั้งเมื่อมีการปรับอากาศภายในอาคารก็จะสามารถกักเก็บความเย็นไว้ในอาคารได้นานมากขึ้นด้วย [7]
- การเลือกใช้วัสดุในส่วนของวัสดุทึบแสง เลือกใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูงเพื่อป้องกันความร้อนถ่ายเทจากภายนอกอาคาร ในส่วนของวัสดุโปร่งแสงเลือกใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ (Light Transmission/ Solar Heat Gain Coefficient) เพื่อให้ได้แสงธรรมชาติมากขึ้นแต่ความร้อนถ่ายเทเข้ามาได้น้อย
- การเลือกใช้ระบบประกอบอาคาร เน้นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง เช่นระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีการออกแบบรวมกับการใช้แสงธรรมชาติ เป็นระบบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของแสงสูง (Luminous Efficacy) ที่ให้ปริมาณแสงสว่างมากแต่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ส่วนระบบปรับอากาศที่เลือกใช้ นั้น เลือกใช้ระบบปรับอากาศที่มีค่าประสิทธิภาพพลังงานสูงเช่นเดียวกับกับระบบแสงสว่าง อีกทั้งระบบปรับอากาศนี้ยังต้องพิจารณาในส่วนของเสียงรบกวนพื้นหลัง (Background Noise) ที่มีค่าน้อย (Noise Criteria-30) เพื่อความสบายทางการได้ยินเสียงอีกด้วย



ภาพที่ 5: แสดงทัศนียภาพโดยรวมของอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม

- การพิจารณาในส่วนของการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Minimizing)
 - การออกแบบระบบภูมิสถาปัตยกรรม เน้นการใช้พืชพรรณทางธรรมชาติทั้งในส่วนของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ไม้พุ่ม และพืชคลุมดิน เพื่อให้เกิดร่มเงาที่ป้องกันการสะสมความร้อนของพื้นดิน อีกทั้งยังออกแบบให้มีพื้นที่ลาดแข็ง (Hardscape) เท่าที่จำเป็น ทำให้สามารถลดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Heat Island Effect) ลงได้
 - การใช้วัสดุปูพื้นที่น้ำสามารถซึมผ่านลงดินได้ ได้แก่ คอนกรีตบล็อกปลูกหญ้า (Turf Block) ประกอบกับการเลือกคอนกรีตที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ (Porous Concrete) เพื่อที่จะลดการชะหน้าดินของการระบายน้ำฝนที่ผิวดิน
 - การเลือกใช้วัสดุกระจกที่มีค่าการสะท้อนแสงไม่เกินมาตรฐาน (15%) เพื่อที่จะลดการรบกวนการสะท้อนของแสงรบกวนสายตา
 - เลือกใช้วัสดุท้องถิ่นเป็นส่วนใหญ่เพื่อลดการขนส่งวัสดุจากที่ห่างไกล ลดพลังงานที่ต้องใช้ในการขนส่ง

- การคำนึงถึงผู้ใช้อาคารและสภาพบรรยากาศภายใน (Indoor Environmental Quality)
 - ในการออกแบบระบบภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมภายใน ใช้แนวคิดการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal or Friendly Design) หรืออารยะสถาปัตย์ (Friendly Design) เนื่องจากอาคารต้องสามารถใช้งานได้โดยสะดวก แม้จะเป็นผู้ป่วย คนชรา และผู้พิการ ดังนั้นในการออกแบบอาคารจึงต้องมีการพิจารณาเรื่องการเปลี่ยนแปลงค่าระดับโดยใช้ทางลาด ขนาดของพื้นที่ใช้สอยที่ต้องมีการเผื่อระยะสำหรับผู้ใช้รถเข็น การใช้ระบบประตูอัตโนมัติ รวมไปถึงป้ายและระบบสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในอาคารที่มีความชัดเจนและเป็นสากล



ภาพที่ 6: แสดงทัศนียภาพภายในของอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม



ภาพที่ 7: แสดงทัศนียภาพภายในของอาคารอนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม

- การออกแบบระบบแสงสว่างภายใน เลือกใช้สียภายในเป็นสีขาวซึ่งเป็นสีของวัสดุเองทั้งหมด เพื่อสื่อถึงแนวความคิดในการออกแบบ และทำให้วัตถุจัดแสดง ได้แก่ เครื่องอัฐบริขารต่างๆ นั้นมีความเด่นชัดมากยิ่งขึ้น การใช้แสงภายในเน้นวัตถุจัดแสดงเป็นสำคัญส่วนการให้แสงโดยทั่วไปนั้นเป็นการให้แสงแบบสะท้อน (Indirect Light) เพื่อให้เกิดความรู้สึกสงบและสบายตาในการมองเห็น ส่วนการจัดพื้นที่ภายในสามารถแบ่งออกได้เป็น พื้นที่ปฏิบัติธรรม พื้นที่สัจจกร พื้นที่ชมนิทรรศการ และพื้นที่สำหรับการจัดวางวัตถุแสดง ซึ่งการออกแบบพิจารณาจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคารเป็นปัจจัยสำคัญ
- การเลือกใช้วัสดุธรรมชาติโตเร็ว วัสดุที่ปลอดสารพิษเช่น ไม้อัดปราศจากสารยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หรือการเลือกใช้สียปลอดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound: VOC) รวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นที่สะสมของฝุ่นละอองและเชื้อรา
- การบูรณาการการออกแบบอาคาร (Design Integration) สามารถแบ่งออกได้เป็นการบูรณาการเพื่อการมองเห็น (Visual Integration) การบูรณาการทางด้านกายภาพ (Physical Integration) และการบูรณาการทางด้านประสิทธิภาพ (Performance Integration)
 - การเลือกใช้วัสดุอาคารภายนอกที่เน้นความมั่นคงแข็งแรง โครงสร้างแบบเสาและคานด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความคงทนถาวร การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่ายด้วยช่างท้องถิ่น และใช้โครงสร้างเป็นการตกแต่งอาคารไปในตัว (Visual Integration)
 - งานระบบอาคารใช้ส่วนของตู้จัดแสดงเครื่องอัฐบริขารเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับเก็บเครื่องกระเจาถมเย็น (Physical Integration)
 - การใช้ผนังภายในช่วยการสะท้อนแสงภายในที่เป็นการให้แสงสว่างทางอ้อม (Indirect Light) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบแสงสว่างไปในตัว (Performance Integration)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

‘อนุสรณ์สถานพระเทพวิทยาคม’ เป็นการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่ผสมผสานการออกแบบสถาปัตยกรรมรูปแบบประเพณีประยุกต์ ผ่านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในกระบวนการออกแบบ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรมแห่งความยั่งยืนในประเด็นต่างๆ ดังรายละเอียดในการออกแบบที่ได้แสดงในส่วนข้างต้น แม้การออกแบบอาคารประเภทนี้ยังไม่มีหรือนำเอาแนวความคิดในการออกแบบเพื่อความยั่งยืนมาใช้อย่างแพร่หลายมากเท่าใดนัก จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าหากผู้ออกแบบมีความตั้งใจในการที่นำแนวความคิดดังกล่าวมาใช้นั้นก็สามารถที่จะประยุกต์แนวคิดนี้สู่การออกแบบได้โดยไม่ยากนัก เพียงแต่ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจถึงเนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญของการออกแบบเพื่อความยั่งยืนในประเด็นต่างๆ จากนั้นจึงนำมาใช้ในการออกแบบอาคาร โดยที่การนำมาใช้ต้องมีลักษณะบูรณาการ สานประโยชน์ร่วมกัน และไม่ทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, *ภาวะโลกร้อนกับการออกแบบสถาปัตยกรรม*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- [2] อรรถน์ เศรษฐบุตร, *สถาปัตยกรรมยั่งยืนและนิเวศวิทยาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- [3] สถาบันอาคารเขียวไทย, *คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.
- [4] K. Daniel, *The technology of ecological building: basic principles and measures, examples and ideas*. Basel: Birkhäuser Verlag, 1997.
- [5] อรรถน์ เศรษฐบุตร, *“สถาปัตยกรรมสีเขียว: การท้าทายเพื่อความยั่งยืน”*. อาษา: วารสารสถาปัตยกรรมของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 10 ฉบับที่ 6, หน้า 65-71, 2551.
- [6] วิรดา ศิริราษฎร์วิเศษ และชูพงษ์ ทองคำสมุทร, *“อิทธิพลของช่องเปิดและวัสดุอาคารต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ”*, วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2556, ปีที่ 12 ฉบับที่ 2, หน้า 60-73, 2556.
- [7] ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, *“การเปลี่ยนแปลงภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีผลมาจากชนิดของวัสดุและอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น”*, วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2557, ปีที่ 13 ฉบับที่ 1, หน้า 99-114, 2557.