



**POST-OCCUPANCY PERFORMANCE OF LEED
CERTIFIED BUILDINGS IN THAILAND: CASE
STUDY INTERNATIONAL SCHOOL
OF BANGKOK**



APRIL TERRY

**Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
of
MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION
in
INTERNATIONAL BUSINESS**

**Payap University
April 2013**



Title: Post-Occupancy Performance of LEED Certified Buildings in Thailand:
Case Study International School of Bangkok

Researcher: April Terry

Degree: Master of Business Administration (International Business)

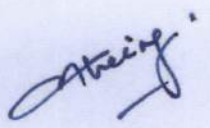
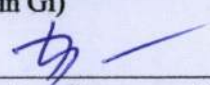
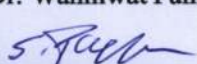
Advisor: Dr. Wanniwat Pansuwong

Approval Date: April 2013

Institution: Payap University, Chiang Mai, Thailand

Page: 74

The members of the thesis examination committee:

1.  _____ Committee Chair
(Dr. Thein Gi)
2.  _____ Committee Member
(Dr. Wanniwat Pansuwong)
3.  _____ Committee Member
(Dr. Somboon Panyakom)

Copyright © April Terry
Payap University 2013

PAYAP UNIVERSITY

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to take this opportunity to offer my sincere gratitude to all the people who contributed to this paper.

To Mr. Ugo Costessi, Chief Financial Officer of the International School of Bangkok and to Ms. Katie Fallowfield, Senior Built Ecology Consultant at WSP Group this paper could have never been complete without you. Thank you for your time and patience.

I would also like to acknowledge my adviser Dr. Wanniwat Pansuwong.

Lastly, I would like to thank Mr. Kyle Mikkelsen ESQ. for all your support, advice and encouragement. I could have never completed my degree without you.

April Terry
April, 2013

Title: Post-Occupancy Performance of LEED Certified Buildings in Thailand: Case Study International School of Bangkok
Researcher: April Terry
Degree: Master of Business Administration (International Business)
Advisor: Dr. Wanniwat Pansuwong
Approval Date: April 2013
Institution: Payap University, Chiang Mai, Thailand
Number of Pages: 74
Keywords: Performance, green building design, management

ABSTRACT

This study entitled, "Post-Occupancy Performance of LEED Certified Buildings in Thailand: Case Study International School of Bangkok" is designed to measure the post-occupancy performance of LEED certified buildings in Thailand. The post-occupancy performance analysis details financial performance, environmental performance, and additional perceived performance benefits.

At the start of this study, there were five LEED certified buildings in Thailand; however, due to various reasons not all of the buildings were eligible to participate. Accordingly, the International School of Bangkok's (ISB) Cultural Center was used as an intensive case study. This study is intended to accurately analyze the quantitative performance of the International School of Bangkok's Gold certified Cultural Center.

EUI for the Cultural Center was measured at 65.99kWh/m²/yr in comparison to the national average EUI (176.58kWh/m²/yr), and to the education sector-based average (105.1kWh/m²/yr). Respectively, this shows a 63% decrease in EUI over the national average and a 37% reduction comparatively within the same sector. Similarly, data shows a 14% decrease over the estimated prediction of energy usage and a 40% decrease over the modeled baseline. In financial benefits, this equates to an additional 14% savings over the predicted estimate, or 338,760 baht, and a 40% savings over the modeled baseline, resulting in an environmental benefit shown by a 31% decrease in CO₂ emissions over the predicted estimate, and a 40% decrease in actual CO₂ emissions over the modeled baseline, with actual emissions 14% lower than the predicted estimate. The additional perceived benefit analysis designed to evaluate overall comfort and satisfaction of the building's occupants revealed that overall satisfaction and comfort ranks in the 92nd percentile. This suggests the added benefit of increased productivity, as 75% of participants noted that they were more productive when they felt comfortable in their physical environment.

ชื่อเรื่อง:	ผลการดำเนินงานของอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ของอาคารในประเทศไทย: กรณีศึกษา International School of Bangkok
ผู้จัดทำ:	เอพริล เทอร์รี่
ชื่อปริญญา:	บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (ธุรกิจระหว่างประเทศ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:	ดร.วันนิวัต ปันสูงวงศ์
วันที่อนุมัติผลงาน:	เมษายน 2556
สถาบันการศึกษา:	มหาวิทยาลัยพายัพ เชียงใหม่ ประเทศไทย
จำนวนหน้า:	74
คำสำคัญ:	ผลการดำเนินงาน, การออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, การจัดการ

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง ผลการดำเนินงานของอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ของอาคารในประเทศไทย: กรณีศึกษา International School of Bangkok ถูกออกแบบมาเพื่อชี้วัดผลการดำเนินงานของอาคารภายหลังอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอาคารประหยัดพลังงาน และรักษาสีเขียวในประเทศไทย โดยวิเคราะห์รายละเอียดของผลประโยชน์ในเชิงการเงิน, สิ่งแวดล้อมและการรับรู้ของพนักงานในองค์กร

ในช่วงเริ่มต้นของการศึกษานี้ อาคารในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองจาก LEED มีจำนวน 5 แห่ง แต่เนื่องจากเหตุผลหลายประการทำให้อาคารเหล่านี้ไม่เหมาะสมเป็นกรณีศึกษา ดังนั้นจึงมีเพียงอาคาร Cultural Center ใน International School of Bangkok ที่ถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า ค่า EUI ของอาคาร cultural Center วัดได้ที่ 65.99 kWh/m²/yr เมื่อเทียบกับค่า EUIเฉลี่ยสากลอยู่ที่ 176.58 kWh/m²/yr และการศึกษาค่าเฉลี่ยของพื้นที่เดียวกันอยู่ที่ 105.1kWh/m²/yr ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอาคารมีการใช้พลังงานลดลงถึง 63% เมื่อเทียบกับค่า EUI สากลและลดลง 37% เมื่อเทียบกับพื้นที่เดียวกัน ขณะเดียวกันข้อมูลแสดงถึงการลดลง 14% จากการคาดคะเนปริมาณการใช้พลังงาน และลดลง 40% จากแบบจำลอง ส่วนประโยชน์ทางการเงินนั้น อาคารสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 14% จากการประมาณการที่

คาดการณ์ไว้ คือ ประมาณ 338,760 บาทและประหยัดค่าใช้จ่าย 40% จากแบบจำลอง ผลประโยชน์เชิงสิ่งแวดล้อมที่แสดงถึงปริมาณการปล่อย CO₂ ที่ลดลง 31% จากปริมาณการที่ คาดการณ์ไว้ และปริมาณการปล่อย CO₂ ลดลง 40% จากแบบจำลอง และมีการปล่อยที่เกิดขึ้น จริง 14% ต่ำกว่าปริมาณการที่คาดการณ์ไว้ การวิเคราะห์ในความพึงพอใจของพนักงานผู้ใช้ อาคารพบว่า ผู้ใช้อาคารมีความพึงพอใจและความสะดวกสบายในการใช้อาคารในระดับร้อยละ 92 ทั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้น 75% เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ สะดวกสบายดังกล่าว

LIST OF CONTENTS

Acknowledgements.....	i
Abstract.....	ii
บทคัดย่อ.....	iii
List of Contents.....	v
List of Tables.....	vii
List of Figures.....	viii
Abbreviations.....	ix
Chapter 1:	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Overview of LEED.....	1
1.3 Drivers of LEED: Environmental Effects.....	2
1.3.1 Environmental Effects: Climate Change.....	3
1.3.2 Environmental Effects: Deforestation.....	4
1.3.3 Environmental Effects: Biodiversity Loss.....	6
1.4 Drivers of LEED: Regulatory Effects.....	7
1.5 Environmental Kuznets Curve.....	11
1.6 LEED as a Solution.....	17
1.7 Research Objectives.....	20
1.8 Scope of Research.....	20
1.9 Limitations.....	21
1.10 Contributions & Benefit.....	22
1.11 Research Questions & Hypothesis.....	22
Chapter 2: Theories & Literature Review.....	24
2.1 Introduction.....	24
2.2 Sustainable Building Practices: LEED Overview.....	24
2.3 Examining the Cost Benefit.....	25
2.4 Post-Occupancy Performance.....	27
2.4.1 Post-Occupancy Performance Criticism.....	30
2.5 Additional Perceived Performance Benefit.....	31
2.6 Performance Implications.....	34
2.7 Theoretical Framework.....	35
2.8 Conceptual Framework.....	36
Chapter 3: Methodology.....	37
3.1: Introduction.....	37
3.2: Research Design.....	37
3.3: Methodology Framework.....	39
3.4: Research Population & Sample.....	40
3.5: Research Method.....	41
3.6: Data Collection.....	41
3.7: Data Criteria.....	42
3.8: Data Analysis.....	43

3.9: Data Processing.....	43
Chapter 4: Research Results	44
4.1: Introduction.....	44
4.2: Financial Analysis	44
4.2.1 Environmental Analysis	46
4.3: Energy Use Intensity	46
4.4: Water Performance.....	48
4.5: Additional Perceived Benefits.....	50
4.6: Performance Conclusions.....	61
Chapter 5: Discussion, Conclusions & Recommendations.....	62
5.1: Introduction.....	62
5.2: Discussion & Conclusions: Environmental Kuznets Curve	62
5.2.1: Post-Occupancy Performance.....	63
5.2.2 Additional Perceived Benefits.....	65
5.2.3: Hypothesis Conclusion.....	66
5.3: Recommendations: Post-Occupancy Performance	67
5.3.1: Additional Perceived Benefits.....	68
References.....	70
Appendices	
Appendix I: Occupant Comfort & Satisfaction Survey	
Appendix II: ISB LEED Credits	
Appendix III: General Building Information Survey	
Appendix IV: EKC Methodology	
Appendix V: Methodology (Method of Estimation)	

LIST OF TABLES

Table 4.1: Reference Buildings (EUI)	47
Table 4.2: Predicted Water Usage	49
Table 4.3: Overall Physical Environment	52
Table 4.4: Workspace Conditions	52
Table 4.5: Overall Air Quality	52
Table 4.6: Air Freshness	53
Table 4.7: Air Circulation	53
Table 4.8: Ability to Adjust Ventilation	54
Table 4.9: Overall Temperature Comfort	54
Table 4.10: Ability to Control Temperature	55
Table 4.11: Overall Noise Level	55
Table 4.12: Background Noise Level	56
Table 4.13: Noise from Surrounding Areas	56
Table 4.14: Noise from Ventilation	56
Table 4.15: Noise from Outside	57
Table 4.16: Overall Lighting Comfort	57
Table 4.17: Amount of Light	58
Table 4.18: Amount of Daylight	58
Table 4.19: Brightness	58
Table 4.20: Glare from Lights	59
Table 4.21: Ability to Adjust Electric Lights	59
Table 4.22: Glare from Windows	60
Table 4.23: Visual Privacy	60
Table 4.24: Conversation Privacy	60
Table 4.25: Productivity	61

LIST OF FIGURES

Figure 1.1: SO ₂ Emissions Yearly Average.....	14
Figure 1.2: NO ₂ Emissions Yearly Average.....	14
Figure 1.3: CO Emissions Yearly Average.....	15
Figure 1.4: PM ₁₀ Emissions Yearly Average.....	15
Figure 1.5: GDP per Capita (PPP).....	15
Figure 2.1: Green Market Share (U.S.).....	25
Figure 2.2: Expected Business Benefit from Sustainability Adoption.....	27
Figure 2.3: Indoor Environmental Quality Structure.....	32
Figure 2.4: Conceptual Framework.....	36
Figure 3.1: Methodological Process.....	39
Figure 4.1: Energy Consumption 2011.....	45
Figure 4.2: Energy Costs 2011.....	45
Figure 4.3: CO ₂ Emissions 2011.....	46
Figure 4.4: EUI by Building Category.....	47
Figure 4.5: EUI LEED Comparison.....	47
Figure 4.6: Water Consumption (Cubic Meters).....	49
Figure 4.7: Water Consumption THB.....	50

ABBREVIATIONS

APB.....	Additional Perceived Benefits
ASHREA.....	American Society of Heating & Air Conditioning Engineers
CBECS.....	Commercial Building Energy Consumption Survey
CIBO.....	Council of Industrial Boiler Operators
CO.....	Carbon Monoxide
CO ₂	Carbon Dioxide
EA.....	Energy & Atmosphere
EKC.....	Environmental Kuznets Curve
EPA.....	Environmental Protection Agency
EUI.....	Energy Use Intensity
GB03.....	<i>Global Biodiversity Outlook</i>
GDP.....	Gross Domestic Product
GHG.....	Green House Gas
ID.....	Innovation in Design
IEQ.....	Indoor Environmental Quality
ISB.....	International School of Bangkok
LEED.....	Leadership in Energy & Environmental Design
MACT.....	Maximum Achievable Technology
MR.....	Material & Resources
NAAQS.....	National Ambient Air Quality Standards
NAFTA.....	North American Free Trade Agreement
NBI.....	New Building Institute
NMA.....	National Mining Association
NO ₂	Nitrous Dioxide
PM.....	Particulate Matter
POP.....	Post-Occupancy Performance
PV.....	Present Value
RGBBCSP.....	<i>Regional Green Building Case Study</i>
RP.....	Regional Priority
SO ₂	Sulfur Dioxide
SPSS.....	Statistical Package for the Social Sciences
SS.....	Sustainable Sites
TEEB.....	<i>The Economics of Ecosystems & Biodiversity</i>
THB.....	Thai Baht
UNFCCC.....	United Nation Framework Convention on Climate Control
USGBC.....	United States Green Building Council
WE.....	Water Efficiency