

# การสร้างแบบประเมินการอนุรักษ์พลังงานสำหรับ อาคารพักอาศัย

เด่นนภา หอมดี<sup>1</sup> และ วิทยา ยงเจริญ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
กรุงเทพมหานคร 10330

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยา  
กรุงเทพมหานคร 10330

dennapha.h@gmail.com , fmewyc@eng.chula.ac.th

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัยให้สามารถเข้าใจง่ายและเหมาะสมแก่เจ้าของอาคาร เพื่อส่งเสริมให้เจ้าของอาคารได้ตระหนักถึงการประหยัดพลังงาน แบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้ได้ถูกพัฒนามาจากแบบประเมินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน แบบประเมินใหม่นี้มีเนื้อหาประกอบไปด้วยหมวดต่างๆ 9 หมวด คือ หมวดสถานที่ตั้งอาคาร หมวดผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม หมวดระบบเปลือกอาคาร หมวดระบบปรับอากาศ หมวดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หมวดระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน หมวดระบบสุขาภิบาล หมวดวัสดุและการก่อสร้าง และหมวดเทคนิคการออกแบบและกลยุทธ์ประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม การให้คะแนนแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนของการประหยัดพลังงานกับส่วนความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมโดยอ้างอิงสัดส่วนการให้คะแนนตามแบบประเมินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จากการทดสอบการประเมินเบื้องต้นโดยการนำไปประเมินจากรายงานของบ้านพักอาศัยที่เคยได้รับรางวัลอาคารอนุรักษ์พลังงานจำนวน 20 กรณีศึกษา พบว่า สามารถประเมินได้อย่างง่ายและรวดเร็ว เนื่องจากรายงานการประเมินของกรณีศึกษาได้ระบุรายละเอียดของอาคารไว้อย่างครอบคลุมและชัดเจน เมื่อนำแบบประเมินมาทดสอบกับเจ้าของอาคารจำนวน 10 หลัง พบว่า ผู้ประเมินมีความเห็นว่าแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย แต่ยังมีบางหัวข้อที่ผู้ประเมินไม่เข้าใจศัพท์ทางเทคนิค และบางหัวข้อต้องมีการคำนวณ จึงได้ปรับปรุงแบบประเมินใหม่อีกครั้งโดยการเพิ่มคำอธิบายศัพท์ทางเทคนิค เพื่อให้มีความสะดวกและเหมาะสมแก่ผู้ใช้งาน

## คำสืบค้น

แบบประเมินอาคาร, การอนุรักษ์พลังงาน, อาคารพักอาศัย

# Construction of energy conservation evaluation form for residential buildings

*Dennapha Homdee<sup>1</sup> and Wittaya Yongjaroen<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Energy Technology and Management (Interdisciplinary Program) Graduate School, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Patumwan, Bangkok 10330*

<sup>2</sup> *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University Phayathai Road, Patumwan, Bangkok 10330*

*E-mail Address: dennapha.h@gmail.com, fmewyc@eng.chula.ac.th*

## ABSTRACT

The objective of this study is to create the evaluation form for energy efficient buildings which can be easily and appropriate to the owner of the residential building. This is to encourage the awareness of energy saving. The evaluation form has been developed by modifying the evaluation form of the Department of Alternative Energy Development and Efficiency. This evaluation form consists of 9 categories; building location, chart area and architecture's landscape, building structure systems, air conditioning systems, lighting systems, natural and renewable energy, sanitary system, materials and construction, and techniques and strategies designed to save energy and protect the environment. The mark is divided into two parts which are the energy efficiency and the environmental responsibility. The weighting of the mark is refer to the same weighting in the evaluation form of the Department of Alternative Energy Development and Efficiency. First, the evaluation form is tested by the author with 20 case study reports of the residential buildings that won the energy conservation award. Due to the complete information, the evaluation form can be evaluated easily and quickly. Second, when the evaluation form was evaluated by the owners of the other 10 building cases. It is found that this evaluation form can be evaluated easily except for some topics which are difficult to understand because of technical term and needed calculation. Finally, the evaluation form has been modified by adding the explanation of the technical term which suitable for the building owner.

## KEYWORDS

evaluation form, energy conservation, residential buildings

## I. บทนำ

ปัญหาการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยที่มีการใช้พลังงานค่อนข้างสูง หน่วยงานต่างๆจึงให้ความสำคัญอย่างชัดเจนมากขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เจ้าของอาคารและผู้ก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยได้คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ปัจจุบันมีทั้งผู้ที่ให้ความสนใจแต่ในส่วนใหญ่ยังถูกมองข้ามอยู่เป็นจำนวนมาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานสำหรับพักอาศัยพร้อมทั้งคู่มือในการประเมินขึ้น อีกทั้งยังได้จัดประกวดอาคารประหยัดอาคารและให้ฉลากแก่เจ้าของอาคารที่ชนะการประกวดด้วยเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ออกแบบแต่แบบประเมินมีศัพท์ทางเทคนิคและต้องการคำนวณอยู่มาก โดยทั่วไปจะใช้สถาปนิกและวิศวกรเป็นผู้ประเมิน ดังนั้นเพื่อให้เจ้าของอาคารหรือเจ้าของโครงการและผู้สนใจทั่วไปสามารถนำแบบประเมินที่พัฒนาแล้วไปประเมินอาคารพักอาศัยได้ด้วยตนเองและสามารถนำผลการประเมินไปปรับปรุงที่พักอาศัยของตนเองได้ในลำดับต่อไป เพื่อเป็นการสร้างจิตสำนึกให้เจ้าของอาคารได้ตระหนักถึงการประหยัดพลังงานสามารถทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยลดการใช้พลังงานของประเทศได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างแบบประเมินขึ้นใหม่สำหรับเจ้าของอาคารให้มีความเข้าใจได้ง่ายในการใช้แบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นแบบประเมินที่ใช้สำหรับอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว

## II. วิธีการวิจัย

การดำเนินการสร้างแบบประเมินการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารพักอาศัยเริ่มจากการศึกษาและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานในอาคารประกอบกับศึกษาคู่มือการประเมินอาคารอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารพักอาศัย [1] จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการประเมินอาคารพักอาศัยที่ได้รับรางวัลอาคารอนุรักษ์พลังงานระดับต่างๆ แล้วสร้างแบบประเมินใหม่ให้ง่ายต่อการประเมินสำหรับเจ้าของอาคาร ทำการทดสอบแบบประเมินเบื้องต้นกับอาคารพักอาศัยที่เคยได้รับรางวัลอาคารอนุรักษ์พลังงานระดับต่างๆจำนวน 20 อาคาร เพื่อศึกษาถึงความสามารถที่จะนำแบบประเมินไปใช้ได้จริง และท้ายสุดให้เจ้าของอาคารทดสอบการใช้แบบประเมินเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้ประเมินและหาความเหมาะสมแก่ผู้ใช้งานในลำดับต่อไป

## III. เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินอ้างอิงจากแบบประเมินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน[1] ซึ่งประกอบด้วยคะแนนสองส่วนคือคะแนนในหมวดการประหยัดพลังงานและคะแนนในส่วนของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งค่าคะแนนของแต่ละหมวดในแต่ละหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยมีค่าน้ำหนักตามปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร ในการศึกษาและพัฒนาได้ทำการเปลี่ยนเกณฑ์ในการประเมินในบางหมวดให้ง่ายขึ้น โดยการเพิ่มคำอธิบายศัพท์ทางเทคนิคและเปลี่ยนเกณฑ์ข้อที่มีการคำนวณซับซ้อนมาเป็นตัวเลือกชนิดของวัสดุแต่ละประเภทแทน ซึ่งได้ทำการรวบรวมค่าตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบเปลือกอาคารที่ต้องการประเมิน โดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพในด้านการป้องกันความร้อนของวัสดุก่อสร้างชนิดต่างๆของกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับเปลือกอาคาร คือวัสดุที่ใช้ในการป้องกันความร้อนจากหลังคา[2] วัสดุที่ใช้ในการป้องกันความร้อนจากผนังและหน้าต่าง[3][4] อุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง[5] และเทคนิคการออกแบบการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม[6][7] เกณฑ์ในการประเมินในหมวดการประหยัดพลังงานจะมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน แบ่งระดับการประเมินออกเป็น 3 ระดับคือ ดี ดีมาก และดีเด่น ในหมวดของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมจะมีคะแนนเต็ม 32 คะแนน แบ่งระดับการประเมินออกเป็น 3 ระดับคือ ดี ดีมาก และดีเด่น เกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของ การประหยัดพลังงานพบว่าน้ำหนักคะแนนในส่วนของระบบเปลือกอาคารจะมีมากที่สุดถึง

40 คะแนน รองลงมาจะเป็นคะแนนในหมวดของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และหมวดระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน มีคะแนนหมวดละ 12 คะแนน จากสัดส่วนคะแนนจะเห็นได้ว่าคะแนนให้หมวดระบบเปลือกอาคารมีความสำคัญมาก และยังเป็นหัวข้อที่จะทำให้มีการประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรมมากที่สุด

## IV. การทดสอบแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การทดสอบแบบประเมินเบื้องต้นโดยการนำไปประเมินอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวที่เคยได้รับรางวัลอาคารอนุรักษ์พลังงานจำนวน 20 กรณีศึกษา พบว่าสามารถประเมินได้อย่างง่ายและรวดเร็ว เนื่องจากรายงานผลการประเมินของกรณีศึกษาได้ระบุรายละเอียดของอาคารไว้อย่างครอบคลุมและชัดเจน เมื่อนำแบบประเมินมาทดสอบกับเจ้าของอาคารจำนวน 10 หลัง พบว่า ผู้ประเมินมีความเห็นว่าแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย แต่ยังมีบางหัวข้อที่ผู้ประเมินไม่เข้าใจศัพท์ทางเทคนิคและและยังใช้เวลาสำหรับการประเมินนานเนื่องจากยังมีการคำนวณเป็นสัดส่วนหรือค่าเปอร์เซ็นต์หลายหัวข้อ จึงได้ปรับปรุงแบบประเมินใหม่อีกครั้งโดยการเพิ่มคำอธิบายศัพท์ทางเทคนิค เพื่อให้มีความสะดวกและเหมาะสมแก่เจ้าของอาคาร

## V. แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการดำเนินการทดสอบแบบประเมินผู้ศึกษาได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินให้สมบูรณ์มากขึ้น แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 9 หมวด คือ หมวดสถานที่ตั้งอาคาร หมวดผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม หมวดระบบเปลือกอาคาร หมวดระบบปรับอากาศ หมวดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หมวดระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน หมวดระบบสุขาภิบาล หมวดวัสดุและการก่อสร้าง และหมวดเทคนิคการออกแบบและกลยุทธ์ประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ให้ผู้ประเมินเช็คด้วยเครื่องหมายถูกต้องในช่องที่ใช้สำหรับตรวจเช็คมาตรการที่มี และผู้ประเมินจะต้องวงกลมล้อมรอบค่าคะแนนที่ได้ทั้งในหมวดของการประหยัดพลังงานและหมวดของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งสรุปค่าคะแนนรวมในแต่ละหมวดจากนั้นสรุปผลการประเมินอาคารโดยการเทียบเกณฑ์ค่าคะแนนในหมวดการประหยัดพลังงานและค่าคะแนนที่ได้และข้อบ่งชี้ที่จะต้องมีในหมวดของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม แบบฟอร์มการประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว			
ชื่ออาคาร.....สถานที่ตั้ง.....			
<input checked="" type="checkbox"/> ผู้ประเมินได้เครื่องหมายถูกต้องลงในช่องสี่เหลี่ยมสำหรับตรวจเช็คมาตรการที่มีและผ่านเกณฑ์ประเมินในหัวข้อนี้ๆ <input type="checkbox"/> ข้อบังคับที่จะต้องมีความแนบในหมวดของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม			
		ประหยัดพลังงาน	รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
<b>1. สถานที่ตั้งอาคาร</b>		<b>4</b>	<b>2</b>
1.1 สถานที่ตั้งอาคารและระบบขนส่งมวลชน (มี 3 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- ระยะห่างระหว่างสถานที่ตั้งอาคารถึงระบบขนส่งมวลชนหลัก ตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไปแต่ไม่เกิน 1,200 เมตร	1	1
<input type="checkbox"/>	- ระยะห่างระหว่างสถานที่ตั้งอาคารถึงระบบขนส่งมวลชนหลัก ตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไปแต่ไม่เกิน 800 เมตร	2	
<input type="checkbox"/>	- ระยะห่างระหว่างสถานที่ตั้งอาคารถึงระบบขนส่งมวลชนหลัก ไม่เกิน 400 เมตร	3	
<input type="checkbox"/>	1.2 สถานที่ตั้งอาคารมีระยะห่างจากแหล่งบริการชุมชนในระยะเดิน ไม่เกิน 400 เมตร	1	1
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 1</b>			
<b>2. มังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม</b>		<b>8</b>	<b>8</b>
<input type="checkbox"/>	2.1 มีพื้นที่เปิดโล่ง (open space) เช่น บ่อน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อพักน้ำเสีย ลาน ที่จอดรถ ถนนที่อยู่ภายนอกอาคาร สนามหญ้า ไม้คลุมดิน ต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่ม มีพื้นที่ มากกว่า 50% ของพื้นที่ดิน	1	1
<input type="checkbox"/>	2.2 มีพื้นที่ที่เป็นพิชพรรณ (soft cape) เช่น สนามหญ้า ไม้คลุมดิน ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มและบ่อน้ำ มีพื้นที่ ไม่น้อยกว่า 70% ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด	1	1
2.3 สัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้ (มี 3 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศมีสัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและทิศตะวันตกต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้ เท่ากับ 1 : 1.1 – 1 : 1.3	1	-
<input type="checkbox"/>	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศมีสัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและทิศตะวันตกต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้ มากกว่า 1 : 1.3	2	-
<input type="checkbox"/>	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศมีสัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและทิศตะวันตกต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้ เท่ากับ 1 : 2 – 1 : 2.5 และมีการวางอาคารอยู่ในแนวเฉียงกับทิศทางลมที่พัดผ่านเป็นประจำ	2	-
<input type="checkbox"/>	2.4 เก็บรักษาต้นไม้ใหญ่เดิมในพื้นที่ก่อสร้าง	-	1
<input type="checkbox"/>	2.5 เก็บรักษาน้ำดินของพื้นที่ก่อนเริ่มการก่อสร้างเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่	-	1
<input type="checkbox"/>	2.6 ปลูกพิชพรรณให้ร่มเงาแก่อาคารในระยะห่างที่เหมาะสม (ปลูกต้นไม้ใหญ่ในระยะห่างต่อความยาวผนัง ทุกๆ 8 เมตร และระยะห่างจากอาคารตั้งแต่ 4.5 - 10 เมตร พุ่มไม้ที่ระยะห่างจากอาคารระหว่าง 1.20 - 1.50 เมตร)	1	-
<input type="checkbox"/>	2.7 มีต้นไม้ใหญ่อย่างน้อย 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 50 ตารางเมตร	1	1
<input type="checkbox"/>	2.8 ให้ร่มเงาแก่คอนกรีตซึ่งชนิดด้วยพิชพรรณหรือสิ่งก่อสร้าง	1	-
<input type="checkbox"/>	2.9 ให้ร่มเงาแก่พื้นลาดแข็ง เช่น ถนน ทางเดิน ลานต่างๆ ด้วยพิชพรรณหรือสิ่งก่อสร้างที่อย่างน้อย 50% ของพื้นลาดแข็งทั้งหมด	1	-

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว			
มาตรการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อม		ประหยัดพลังงาน	รับมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
<input type="checkbox"/>	2.10 พื้นที่มากกว่า 75% ของพื้นลาดแข็ง เช่น ถนน ทางเดิน ลานต่างๆ เป็นพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้ โดยการใช้วัสดุสำหรับปูพื้นที่มีช่องสำหรับให้น้ำผ่านสามารถซึมผ่านลงสู่ชั้นดินได้ 10% ขึ้นไป เช่น คอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น	-	1
<input type="checkbox"/>	2.11 จำกัดพื้นที่สนามหญ้าไม่เกิน 30% ของพื้นที่ที่เป็นที่จอดรถ	-	1
<input type="checkbox"/>	2.12 ปลูกพืชพรรณที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ในพื้นที่ 75% ของพื้นที่ทั้งหมด	-	1
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 2</b>			
<b>3. ระบบเปลือกอาคาร</b>		<b>40</b>	<b>0</b>
<input type="checkbox"/>	3.1 ขนาดช่องแสงระนาบเดียวกับหลังคามีพื้นที่ไม่เกิน 1% หรือขนาดช่องแสงหลังคาในระนาบตั้งมีพื้นที่ไม่เกิน 2% ของพื้นที่ใช้สอยใต้หลังคา	1	-
3.2 การใช้วัสดุฉนวนฝ้าเพดานและหลังคา (มี 10 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- หลังคากระเบื้องคอนกรีตเคลือบและมีฝ้าเพดาน หนา 9 มม.	6	-
<input type="checkbox"/>	- หลังคากระเบื้องดินเผาและมีฝ้าเพดาน หนา 9 มม.		
<input type="checkbox"/>	- หลังคากระเบื้องลอนคู่และมีฝ้าเพดาน หนา 9 มม.		
<input type="checkbox"/>	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 15 ซม. และมีฝ้าเพดาน หนา 9 มม.		
<input type="checkbox"/>	- หลังคากระเบื้องคอนกรีตเคลือบ มีฝ้าเพดานและฉนวนใยแก้ว หนา 9 มม.		
<input type="checkbox"/>	- หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานหนา 9 มม. และฉนวนหนา 2 นิ้ว	9	-
<input type="checkbox"/>	- หลังคาคอนกรีต มีฝ้าเพดาน หนา 9 มม. และฉนวนหนา 2 นิ้ว		
<input type="checkbox"/>	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 30 ซม. มีฝ้าเพดาน และฉนวนหนา 2 นิ้ว		
<input type="checkbox"/>	- หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานและฉนวนหนา 2 นิ้ว		
<input type="checkbox"/>	- หลังคาแผ่นแอลูมิเนียม มีฝ้าเพดานหนา 12 มม. และฉนวนหนา 6 นิ้ว	12	-
3.3 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (WWR) (มี 2 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง ไม่เกิน 30%	2	-
<input type="checkbox"/>	- อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง ไม่เกิน 20%	7	-
3.4 การเลือกใช้วัสดุผนังทึบ (มี 4 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- ผนังก่อคอนกรีตบล็อก	1	-
<input type="checkbox"/>	- ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น		
<input type="checkbox"/>	- ผนังก่ออิฐมวลเบาเต็มแผ่น	3	-
<input type="checkbox"/>	- ผนังก่อคอนกรีตมวลเบา		

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว			
มาตรการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อม		ประหยัดพลังงาน	รับมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
3.5 วัสดุกระจก (มี 9 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสีฟ้า หนา 5 mm หรือมากกว่า	3	-
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกตัดแสงเขียวน้ำทะเล หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสีเขียวน้ำทะเล หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสีเทาอ่อน หนา 5 mm หรือมากกว่า	5	-
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกตัดแสงสีฟ้า หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกตัดแสงสีเทาอ่อน หนา 5 mm หรือมากกว่า	7	-
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเขียว หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเหลือง หนา 5 mm หรือมากกว่า		
<input type="checkbox"/>	ใช้กระจก Low-E	1	
<input type="checkbox"/>	ใช้หน้าต่างกระจก 2 ชั้น หรือมากกว่า	2	-
3.6 การใช้อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (มี 2 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- แผงบังแดดประเภทแนวนอน	1	-
<input type="checkbox"/>	- แผงบังแดดประเภทผสมที่มีแผงบังแดดทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอน	3	-
<input type="checkbox"/>	3.7 สีมัวผนังภายนอกเป็นสีอ่อน (สีเงิน, สีขาวเป็นเงา, แล็กเกอร์สีขาว, สีเขียวอ่อน, สีเหลืองบ้านกลาง)	1	-
3.8 การรั่วซึมอากาศที่บานกรอบหน้าต่างและประตู (มี 7 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบไม้แบบบานเปิดบานรั้ง	1	-
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบ PVC แบบบานเปิดบานรั้ง		
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบ PVC แบบบานเลื่อน	2	-
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบอะลูมิเนียมแบบบานเลื่อน		
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบไวนิล แบบบานเปิด	3	-
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบไวนิล แบบบานเลื่อน		
<input type="checkbox"/>	- ประเภทกรอบอะลูมิเนียมแบบปิดตาย		
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 3</b>			
<b>4. ระบบปรับอากาศ</b>		<b>10</b>	<b>2</b>
<input type="checkbox"/>	4.1 ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศเลยและมีระบบปรับเย็นธรรมชาติ (หากมีคะแนนในข้อนี้แล้วให้ข้ามไปประเมินในข้อ 5)	10	1
พื้นที่ใช้สอยในอาคารไม่มีใช้เครื่องปรับอากาศและมีระบบปรับเย็นธรรมชาติ		-	-
<input type="checkbox"/>	4.2 ใช้ระบบปรับอากาศเฉพาะพื้นที่ใช้สอยหลัก คือ ห้องนอน ห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหารและห้องทำงาน	5	-

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว			
มาตรการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อม		ประหยัดพลังงาน	รับมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
<input type="checkbox"/>	4.3 เลือกใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 หรือดีกว่า	3	-
<input checked="" type="checkbox"/>	4.4 ไม่ใช้สารประเภท CFC หรือสารที่มียอดคงประกอบของคลอรีน ฟลูออรีน และคาร์บอนเป็นสารทำความเย็นในตู้เย็นหรือเป็นสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	-	1
<input type="checkbox"/>	4.5 ใช้ฉนวนกั้นความร้อนภายในกันสวนปรับอากาศ	2	-
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 4</b>			
<b>5. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</b>		12	0
5.1 หลอดไฟประหยัดพลังงาน (มี 3 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีฉลากประหยัดไฟในพื้นที่ใช้สอยหลัก	5	-
<input type="checkbox"/>	- ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีฉลากประหยัดไฟพื้นที่ใช้สอยหลักและในพื้นที่ใช้สอยรอง	7	-
<input type="checkbox"/>	- ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีฉลากประหยัดไฟทั้งในอาคารและนอกอาคาร	9	-
<input type="checkbox"/>	5.2 บัลลัสต์ประสิทธิภาพสูงหรือบัลลัสต์แกนเหล็กสูงเสียดำหรือบัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ไม่เกิน 6 วัตต์	2	-
<input type="checkbox"/>	5.3 มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน เช่น ระบบสวิตช์แบบตั้งเวลา ระบบสวิตช์ปรับแสงตามระดับความส่องสว่างของแสงอาทิตย์	1	-
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 5</b>			
<b>6. ระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน</b>		12	5
6.1 ระบบระบายอากาศตามธรรมชาติ (มี 3 ตัวเลือกให้ระบุเพียงหนึ่งตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 90 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน	2	1
<input type="checkbox"/>	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้านตรงข้าม พื้นที่ใช้สอยหลักที่เหลือมากกว่า 40 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน	3	
<input type="checkbox"/>	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้านตรงข้าม พื้นที่ใช้สอยหลักที่เหลือมากกว่า 20 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน	4	
<input type="checkbox"/>	6.2 พื้นที่ใช้สอยหลักทั้งหมดได้รับแสงธรรมชาติ (พื้นที่ใช้สอยหลักมีช่องแสงไม่ต่ำกว่า 15 % ของพื้นที่ใช้งาน)	3	1
<input type="checkbox"/>	6.3 พื้นที่ใช้สอยรองได้รับแสงธรรมชาติไม่ต่ำกว่า 60% (พื้นที่ใช้สอยรองมีช่องแสงไม่ต่ำกว่า 10 % ของพื้นที่ใช้งาน)	1	1
6.4 มีการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียน (มี 2 ตัวเลือกรับได้ทั้ง 2 ตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- มีระบบทำน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์	2	1
<input type="checkbox"/>	- มีระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์	2	1
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 6</b>			

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว			
มาตรการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อม		ประหยัดพลังงาน	รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
<b>7. ระบบสุขาภิบาล</b>		4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 มีระบบบำบัดน้ำเสีย บ่อคักขยะและบ่อคักไขมัน	-	1
<input type="checkbox"/>	7.2 ใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำไม่เกิน 6 ลิตร หรือได้รับรองฉลากเขียวสำหรับสุขภัณฑ์	1	1
<input type="checkbox"/>	7.3 ใช้ฝักบัวและก๊อกน้ำประหยัดน้ำคือฝักบัวไม่เกิน 9 ลิตร/นาที ก๊อกน้ำไม่เกิน 6 ลิตร/นาทีหรือได้รับรองฉลากเขียว	1	1
<input type="checkbox"/>	7.4 มีระบบกักเก็บน้ำฝนมาใช้งาน	1	1
<input type="checkbox"/>	7.5 มีระบบนำน้ำที่กักเก็บมาใช้ใหม่	-	1
<input type="checkbox"/>	7.6 มีระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านบิ๊มน้ำ	1	-
<input type="checkbox"/>	7.7 ใช้บิ๊มน้ำประสิทธิภาพสูง		
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 7</b>			
<b>8. วัสดุและการก่อสร้าง</b>		0	5
<input checked="" type="checkbox"/>	8.1 มีแผนและดำเนินการป้องกันมลภาวะและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้างคือ แผนการควบคุมฝุ่นละออง แผนการควบคุมระดับเสียง แผนการควบคุมมลภาวะทางน้ำ แผนการจัดการขยะและแผนการป้องกันอัคคีภัย	-	1
<input checked="" type="checkbox"/>	8.2 เลือกใช้สีและหรือสารเคลือบผิวที่ผ่านการรับรองจากหน่วยงานโครงการฉลากเขียวหรือเทียบเท่า	-	1
<input type="checkbox"/>	8.3 เลือกใช้วัสดุฉนวนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เช่น ฉนวนที่มีฉลากเขียวที่ผ่านการรับรองจากหน่วยงานโครงการฉลากเขียวหรือเทียบเท่า	-	1
<input type="checkbox"/>	8.4 เลือกใช้วัสดุซ้ำโดยการนำวัสดุใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่	-	1
<input type="checkbox"/>	8.5 เลือกใช้วัสดุหมุนเวียนโดยการนำวัสดุใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการแปรรูปก่อน	-	1
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 8</b>			
<b>9. เทคนิคการออกแบบและกลยุทธ์ประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อม</b>		10	5
9.1 เทคนิคการออกแบบการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากหัวข้อการประเมินในหมวดที่ 1-8 (เลือกได้ 4 ตัวเลือก)			
<input type="checkbox"/>	- การใช้ผิวสัมผัสดินเพื่อการทำความเย็น	2	1
<input type="checkbox"/>	- การใช้การระบายอากาศแบบปล่อง	2	1
<input type="checkbox"/>	- การเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมม่านหน้าต่างที่ปรับตามสภาพแสงธรรมชาติ	2	1
<input type="checkbox"/>	- การเลือกใช้ระบบนั่งสะท้อนแสง	2	1
<input type="checkbox"/>	- เทคนิคการก่อสร้างแบบ Pre-Fabrication	2	1
<input type="checkbox"/>	- การติดตั้ง Motion sensor กับหลอดไฟส่องสว่าง	2	1
<input type="checkbox"/>	- การติดตั้ง Digital Meter สำหรับแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า	2	1
<input type="checkbox"/>	- ใช้โคมไฟสนามเป็นหลอด LED โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจาก Solar Cell	2	1
<input type="checkbox"/>	9.2 มีเอกสารคู่มือการประหยัดพลังงานหรือรักษาสิ่งแวดล้อมในอาคารที่อยู่อาศัยของหน่วยงานภาครัฐ	2	1
<b>คะแนนรวมหมวดที่ 9</b>			

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย : ประเภทบ้านเดี่ยว											
กรอกคะแนนในแต่ละหมวดลงในช่องว่างพร้อมทั้งรวมคะแนนทั้งหมดของแต่ละหมวดเพื่อสรุปผลการประเมินอาคาร											
สรุปคะแนนแต่ละหมวด											
หมวด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	คะแนน ทั้งหมด	
การประหยัดพลังงาน (คะแนนเต็ม)	4	8	40	10	12	12	4	0	10	100	
คะแนนที่ได้รับ											
รับมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (คะแนนเต็ม)	2	8	0	2	0	5	5	5	5	32	
คะแนนที่ได้รับ											
ผลการประเมินอาคาร											
การประหยัดพลังงาน ระดับที่ได้รับ	คะแนน 40 - 54 = ดี				คะแนน 55 - 70 = ดีมาก				คะแนน 70 - 100 = ดีเด่น		
ความรับมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีคะแนนในข้อบังคับ 4.4, 7.1, 8.1, 8.2 ครบทุกข้อและระดับที่ได้รับ	คะแนน 4 - 13 = ดี				คะแนน 14 - 23 = ดีมาก				คะแนน 24 - 32 = ดีเด่น		
	4.4	7.1	8.1	8.2					4.4	7.1	8.1

ตารางที่ 1 แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว

## VI. วิเคราะห์ผล

จากการทดสอบการใช้แบบประเมินนี้กับเจ้าของอาคาร พบว่าผู้ประเมินมีความเห็นว่าแบบประเมินอาคารสามารถใช้งานได้ง่าย และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประเมินอาคารที่พักอาศัยได้ ผลการประเมินเป็นประโยชน์แก่ผู้ประเมินคือจะทำให้ทราบถึงระดับของการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารของตนเองหากได้ระดับที่พอใช้ก็ยิ่งช่วยให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและมีส่วนรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นได้

## VII. บทสรุป

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวที่พัฒนาขึ้นใหม่เพื่อให้ง่ายและเหมาะสมกับเจ้าของอาคาร นอกจากนี้แบบประเมินอาคารยังมีประโยชน์ช่วยให้เจ้าของอาคารมีความรู้และความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน หากเจ้าของโครงการหมู่บ้าน ผู้ออกแบบอาคารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้าง สามารถที่จะนำแบบประเมินอาคารไปใช้กับโครงการของตนเองจะทำให้มีส่วนช่วยให้มีการประหยัดพลังงานทั้งต่อโครงการและต่อส่วนรวมได้เป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปควรเพิ่มมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและทำการทดสอบการใช้แบบประเมินกับเจ้าของโครงการหมู่บ้านจัดสรร จะทำให้ทราบปัญหาในการประเมินและข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นจากเจ้าของอาคารได้เพิ่มขึ้น

## บรรณานุกรม

- [1] สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร, 2553.
- [2] อุษณีย์ มิ่งวิมล, แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- [3] กัมปนาท กระภูช้อย, แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารปรับอากาศเพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานใน ภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- [4] จิตติมา กลิ่นหอม, แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อน ชื้น, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- [5] เอกนรินทร์ อ่อนนุช, แนวทางการสร้างแบบประเมินการออกแบบระบบส่องสว่างภายในอาคารเพื่อการใช้พลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพ, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- [6] สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2542.
- [7] อังคณา สิริวรรณศิลป์, แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในช่วง ออกแบบร่างอาคาร, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2551.