การออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชรา บ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว

นางสาวรัตนา แก้วเพชรพงษ์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

การออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชรา
บ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
ประธานกรรมการ

_____

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

_____

(ผศ. ดร.ปรียาพร โกษา)
กรรมการ

_____

(รศ. รอ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

รัตนา แก้วเพชรพงษ์ : การออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชรา บ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว (GREEN BUILDING BASED DESIGN OF ELDERLY DORMITORY, THANMAPAKORN PHO KLANG NURSING HOUSE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว ตามสภาพพื้นที่ก่อสร้างขององค์กรปกครองส่วนจังหวัดนครราชสีมา สถานที่ก่อสร้างคาดว่าจะเป็นบริเวณถนนเทศบาล 10 หมู่ 6 ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา การออกแบบอาคารเรือนนอนใช้โปรแกรม SketchUp ในการขึ้นหุ่นจำลองอาคาร อาคารถูกวางตามผังและถูกจำลองการรับความร้อนตามการโคจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ทำโดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a ผลการออกแบบสามารถสรุปได้ว่า อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุที่จัดวางตามผังบริเวณจะได้รับผลกระทบจากการโคจรของดวงอาทิตย์ค่อนข้างมาก แต่ทิศทางของลมจะช่วยในเรื่องของการระบายอากาศที่ดี การปลูกต้นไม้ในตำแหน่งที่เหมาะสมจะช่วยให้ร่มเงาและลดความร้อนแก่อาคารได้ การเลือกใช้วัสดุสำหรับเปลือกอาคาร เช่น ผนังทึบ, กระจกหน้าต่าง และวัสดุมุงหลังคา ทำให้การถ่ายเทความร้อนของผนังและหลังคาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และการนำประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติมาใช้ในการออกแบบทำให้อาคารสามารถลดการใช้พลังงานได้ ผลงานนี้จัดเป็นงานวิจัยใหม่ที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อน และสามารถเป็นต้นแบบในการออกแบบเรือนนอนผู้สูงอายุที่จะสร้างใหม่

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

RATTANA KAEOPHETPONG: GREEN BUILDING BASED DESIGN OF ELDERLY DORMITORY, THANMAPAKORN PHO KLANG NURSING HOUSE. ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., P.E.

This research aims to design an elderly dormitory, Thanmapakorn Pho Klang Nursing House based on green building principles in a location of Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization. The expected location is 10 Moo 6 Khokkruat subdistrict, Munag district, Nakhon Ratchasima province. The dormitory was modeled using SketchUp. The dormitory was located in a predetermined area and the heat transfer was modeled using orbiting of sun at different times. Overall Thermal Transfer Value (OTTV) and Roof Thermal Transfer Value (RTTV) were analyzed using OTTVEE Version 1.0a. Test results show that the orbiting of sun affects heat transfer of the dormitory significantly but the wind direction can ventilate and reduce heat. The planting at a suitable location shadows and reduces heat in the dormitory too. The allowable heat transfer is obtained when the building shell such as thick wall, window and roof are used. This research is considered as novel and unique and the design approach can be a model for a new construction dormitory.

School of Civil Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ศาตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แนะนำแนวทางการทำงานเพิ่มเติม และให้ความเอาใจใส่ ความเมตตากรุณาถ่ายทอดความรู้แก่ศิษย์เป็นอย่างดี ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณท่าน ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้ศึกษา ซึ่งเป็นความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าและมีประโยชน์ในการทำงานของผู้ศึกษาต่อไป ผู้ศึกษาขอระลึกถึงพระคุณบิดาและมารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี รักการศึกษา และหมั่นหาความรู้เพิ่มเติม และไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ขอขอบพระคุณสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง และบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง และองค์กรปกครองส่วนจังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ส่งเสริมและเห็นความสำคัญให้มีโครงการวิจัย และท้ายสุดขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำงานศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี

รัตนา แก้วเพชรพงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ช

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

2 ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระเบียบ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา 5

2.2 คู่มือ หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา 5

2.2.1 คู่มือการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ 5

2.3 แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน 17

2.3.1 อาคารเขียว 17

2.3.2 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน 24

3 วิธีดำเนินการทำโครงงาน 43

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย 43

3.1.1 ศึกษาทฤษฎี และแนวทางการออกแบบอาคารตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ และแนวคิดการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน 43

3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เพื่อใช้กำหนดการออกแบบ 43

3.1.3 เสนอแนวทางการออกแบบโครงการตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ 56

3.1.4 ออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ช่วยเหลือตัวเองได้) ด้วยแนวคิดการประหยัดพลังงาน 62

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 63
3.2.1 การจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ด้วยโปรแกรม SketchUp 63
3.2.2 การคำนวณค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a 63
4 ผลของการวิจัย 66
4.1 ผังบริเวณของโครงการ 66
4.2 อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ช่วยเหลือตัวเองได้) 69
4.2.1 พื้นที่ใช้สอยอาคาร 69
4.2.2 ที่ตั้งอาคาร 70
4.2.3 แนวคิดในการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 71
4.2.4 รูปแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ด้วยแนวคิดประหยัดพลังงาน 77
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ 93
5.1 สรุปผลการวิจัย 93
5.1.1 แนวคิดหลักอาคารเขียว 93
5.1.2 สรุปแนวคิดของการออกแบบโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 93
5.1.3 สรุปแนวคิดและหลักการที่ใช้ในการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไปเพื่อการประหยัดพลังงาน 95
5.2 ข้อเสนอแนะ 102
เอกสารอ้างอิง 104
ภาคผนวก ก.เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ 102
ภาคผนวก ข.ข้อมูลต้นไม้เพื่อใช้ในการประเมินหมวดผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม 121
ประวัติผู้เขียน 129

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 จังหวัดที่มีประชากรรวมและจำนวนประชากรอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปสูงสุดเป็น 3 อันดับแรกของประเทศไทยไม่นับกรุงเทพมหานคร ตามข้อมูลทะเบียนราษฎร์ปี พ.ศ.2552 1

2.1 อัตราความชันต่อความสูงของทางลาด 9

2.2 ความชันของทางลาดที่ผู้สูงอายุที่ใช้เก้าอี้เข็นสามารถใช้ได้ 11

2.3 ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด 34

2.4 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (ไม่บุฉนวน) 36

2.5 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน 1 นิ้ว) 37

2.6 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน 2 นิ้ว) 39

3.1 สรุปพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร 51

3.2 สรุปพื้นที่ใช้งานโครงการ 55

4.1 พื้นที่ใช้สอยอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 69

4.2 รายการประมาณราคาอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ 88

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แนวคิดการออกแบบป้ายสัญลักษณ์	7
2.2	แนวคิดการออกแบบทางสัญจร ทางเท้า	8
2.3	แนวคิดการออกแบบทางลาดขอบถนน, ทางลาดตัดขอบคันหิน	8
2.4	แนวคิดการออกแบบทางข้ามถนน	9
2.5	แนวคิดการออกแบบที่จอดรถ	9
2.6	แนวคิดการออกแบบทางลาดภายนอกอาคาร	9
2.7	แนวคิดการออกแบบสวนและพื้นที่ภายนอก	10
2.8	ขนาดกระบะต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ	10
2.9	แนวคิดการออกแบบทางลาดเข้าสู่อาคาร/ภายในอาคาร	10
2.10	แนวคิดการออกแบบลิฟต์โดยสาร	11
2.11	ตำแหน่งแผงควบคุมภายในลิฟต์	11
2.12	แนวคิดการออกแบบบันได	12
2.13	แนวคิดการออกแบบราวจับ	12
2.14	รายละเอียดการติดตั้งประตูห้องพัก	13
2.15	แนวคิดการออกแบบทางสัญจร ทางเชื่อมระหว่างอาคาร	13
2.16	แนวคิดการออกแบบห้องนอน	13
2.17	แนวคิดการออกแบบห้องนั่งเล่น	14
2.18	แนวคิดการออกแบบพื้นที่รับประทานอาหาร	14
2.19	แนวคิดการออกแบบห้องน้ำ	15
2.20	อุปกรณ์ภายในห้องน้ำ	15
2.21	แผนภูมิสภาวะน่าสบาย	25
2.22	การโคจรของดวงอาทิตย์	26
2.23	การใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร	27
2.24	ทิศทางการวางอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์	30
2.25	ลักษณะระนาบช่องเปิดที่มีผลต่อมุมตกกระทบรังสีดวงอาทิตย์	31
2.26	ลักษณะของลมที่เข้ามาในช่องเปิดทางเข้าและทางออก ในตำแหน่งต่างกัน	32
2.27	ขนาดช่องเปิดที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณและความเร็วลม	32

2.28 แผงบังแดดในลักษณะต่างๆ 33
3.1 สถานที่ตั้งโครงการ 44
3.2 ด้านทิศเหนือ 45
3.3 ด้านทิศตะวันออก 45
3.4 ด้านทิศใต้ 46
3.5 ด้านทิศตะวันตก 46
3.6 เส้นทางเข้าที่ตั้งโครงการ 46
3.7 ทิศทางลมและแดดในสถานที่ตั้งโครงการ 48
3.8 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ 49
3.9 การจัดรวบรวมกิจกรรมเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ (Zoning) 57
3.10 การเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละส่วน 57
3.11 แนวความคิดการวางผังโครงการ 59
4.1 ผังบริเวณของโครงการ 66
4.2 ทัศนียภาพผังบริเวณของโครงการ 67
4.3 แนวความคิดการวางผังบริเวณของโครงการ 67
4.4 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 70
4.5 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 70
4.6 ทิศทางดวงอาทิตย์ และทิศทางกระแสลมที่พัดผ่านอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 71
4.7 แนวคิดการจัดวางอาคารและต้นไม้ในพื้นที่ เพื่อให้ร่มเงาแก่อาคาร 72
4.8 ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่น 73
4.9 การกักเก็บน้ำฝน การบำบัดน้ำทิ้ง และการใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการทำความร้อนให้กับน้ำ 75
4.10 การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีภายในอาคาร 76
4.11 ภาพตัดขวางแสดงการระบายอากาศ 76
4.12 ผังพื้นอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 77
4.13 ผังหลังคาอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 77
4.14 รูปด้านหน้าอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 78
4.15 รูปด้านข้างซ้ายอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 78
4.16 รูปด้านหลังอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 78
4.17 รูปด้านข้างขวาอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 79

4.18 ทัศนียภาพภายนอกอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 79
4.19 หุ่นจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป 79
4.20 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 23 มีนาคม 2557 80
4.21 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 มิถุนายน 2557 81
4.22 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 ธันวาคม 2557 82
4.23 การโคจรของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลา 1 ปี 82
4.24 การปลูกต้นไม้และจัดสวนบริเวณพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร 83
4.25 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 1 84
4.26 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 2 85
4.27 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 3 86
4.28 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 4 87
5.1 รูปทรงหลังคา 96
5.2 การติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดาน 97
5.3 ฝ้าชายคาชนิดที่มีช่องระบายอากาศ 97
5.4 ระเบียงด้านหน้าและด้านข้างอาคาร 97
5.5 การจัดสวนและผังบริเวณโดยรอบอาคาร 98
5.6 รูปแบบหน้าต่างห้องนอน 99
5.7 หน้าต่างบานเลื่อนสลับ 2 บาน และบานเลื่อนเปิด 2 บานมีช่องแสงด้านข้าง 99
5.8 ช่องแสงบานเกล็ดติดตายบริเวณผนังระหว่างหลังคาซ้อน 100
5.9 ทัศนียภาพภายในห้องนอน 100
5.10 การปลูกต้นไม้บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคาร 101
5.11 โคมชนิดฝังฝ้าเพดาน แบบฝาครอบอะคริลิกมีแผ่นสะท้อนแสง 101
5.12 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร 102

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีจำนวนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นและสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นในอัตราที่รวดเร็วในช่วงปี พ.ศ. 2544 ส่งผลให้โครงสร้างของประชากรไทยเข้าสู่ภาวะประชากรสูงอายุ (Population Aging) เช่นเดียวกับที่เคยเกิดขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2552 พบว่าในปี พ.ศ. 2568 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็น 14.9 ล้านคน หรือคิดเป็น 2 เท่าของประชากรสูงอายุในปี พ.ศ. 2552 และในปี พ.ศ. 2573 จะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 17.8 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 25 (ประมาณ 1 ใน 4) ของประชากรไทยทั้งประเทศ เมื่อพิจารณาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของประชากรสูงอายุ (ตารางที่ 1) พบว่าในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรมากเป็นอันดับสองรองจากกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีจำนวนผู้สูงอายุมากที่สุด โดยจังหวัดที่มีจำนวนผู้สูงอายุรองมาเป็นอันดับ 2 และอันดับ 3 คือ ขอนแก่นและเชียงใหม่ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2553) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่อสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ การจ้างงาน รวมทั้งการจัดสรรทรัพยากรทางสุขภาพและสังคมของประเทศอย่างต่อเนื่องในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการปรับกระบวนทัศน์และโครงสร้างพื้นฐานของสังคม เพื่อให้เกิดผลกระทบทางลบน้อยที่สุดต่อทั้งสังคมโดยรวมและต่อประชากรผู้สูงอายุเอง จากการที่ประชากรมีอายุยืนยาวขึ้น ผู้สูงอายุต้องเผชิญกับการเสื่อมถอยของสมรรถภาพทางกาย ภาวะการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ภาวะทุพพลภาพ นอกจากนี้ การลดบทบาททางเศรษฐกิจและสังคมอาจส่งผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุด้วย ดังนั้นการคุ้มครองดูแล รวมทั้งการจัดทำมาตรฐานระบบการบริการและเครือข่ายการเกื้อหนุนจึงเป็นมาตรการที่สำคัญยิ่งในการสร้างระบบคุ้มครองทางสังคมสำหรับผู้สูงอายุให้มีความมั่นคง

ตารางที่ 1.1 จังหวัดที่มีประชากรรวมและจำนวนประชากรอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปสูงสุดเป็น 3 อันดับแรกของประเทศไทยไม่นับกรุงเทพมหานคร ตามข้อมูลทะเบียนราษฎร์ ปีพ.ศ.2552 (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2553)

ลำดับที่	จำนวนประชากรทั้งหมด (คน)	จำนวนประชากรอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป (คน)
1	นครราชสีมา (2,531,279)	นครราชสีมา (295,706)
2	อุบลราชธานี (1,769,915)	ขอนแก่น (202,271)
3	ขอนแก่น (1,741,912)	เชียงใหม่ (200,057)

การจัดเตรียมที่พักอาศัยให้มีความปลอดภัยแก่ผู้สูงอายุเป็นเรื่องที่สำคัญ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ และลดปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 ได้กำหนดให้มีสวัสดิการสังคมและสังคมสงเคราะห์แก่ผู้สูงอายุเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถพึ่งตนเองและดำรงชีวิตอยู่อย่างมีความสุขตามอัตภาพ สถานสงเคราะห์คนชรา เป็นสถานที่ที่ให้บริการที่พักอาศัยแก่ผู้สูงอายุที่ประสบปัญหาความเดือดร้อน เช่น ฐานะยากจน ไม่มีที่อยู่อาศัย ขาดผู้ดูแลและให้ความช่วยเหลือ หรือไม่สามารถอยู่กับครอบครัวได้อย่างปกติสุข เป็นต้น นอกจากให้บริการด้านที่พักแล้ว สถานสงเคราะห์คนชรายังมีบริการด้านการแพทย์ การอนามัย และด้านสังคม ประเทศไทยได้ประกาศใช้กฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 และกฎกระทรวงกำหนดลักษณะหรือการจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการสาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2555 เพื่อให้บุคคลเหล่านี้สามารถใช้อาคารได้อย่างปลอดภัย (Accessibility) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้สูงอายุให้เหมาะสมและปราศจากพื้นที่เสี่ยง เช่น การทำทางลาดแทนการใช้บันได การมีราวจับในพื้นที่ต่างๆ เพื่อป้องกันการล้มของผู้สูงอายุ และการจัดแสงสว่างให้เพียงพอบริเวณบันได เป็นต้น การจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์/การยศาสตร์ ซึ่งคำนึงถึงสรีระและความแข็งแรงของผู้สูงอายุ

นับแต่ที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 (วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2547) กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 (วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2548) และกฎกระทรวงกำหนดลักษณะ หรือการจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการสาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2555 (วันที่ 16 มกราคม 2556) สถานสงเคราะห์คนชราเกือบทุกแห่งในประเทศไทยยังขาดความพร้อมด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้สูงอายุ อาจเนื่องจากหลายเหตุปัจจัย เช่น การขาดงบประมาณในการปรับปรุงอาคาร การขาดความรู้ความเข้าใจและความชำนาญในการปรับปรุงอาคาร และการขาดแบบมาตรฐานในการปรับปรุงอาคาร เป็นต้น นอกจากหลักการเข้าถึงได้ (ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2548 และ 2555) แล้ว การปรับปรุงอาคารหรือออกแบบอาคาร ควรต้องคำนึงถึงหลักการอาคารเขียว (Green Building) ซึ่งในสังคมปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับการออกแบบอาคารที่สามารถแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการรุกล้ำระบบนิเวศเดิม ก่อปัญหาน้ำท่วม การใช้น้ำปริมาณมหาศาล การทำลายธรรมชาติจากการแสวงหาวัสดุก่อสร้าง มลภาวะน้ำเสียของอาคาร มลภาวะและขยะจากการก่อสร้างและการใช้อาคาร ด้วยรูปแบบสถาปัตยกรรม การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ การบริหารจัดการ และเทคโนโลยีที่

เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ผู้สูงอายุพักอาศัยในสถานสงเคราะห์คนชราได้อย่างมีความสุขและลดอาการเจ็บป่วย ด้วยการใช้พลังงานที่ประหยัด

สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง จังหวัดนครราชสีมา จัดเป็นสถานสงเคราะห์คนชราแห่งหนึ่งที่มีผู้สูงอายุมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถานที่ตั้งอยู่ในเขตเมือง มีพื้นที่จำกัด อีกทั้งองค์การปกครองส่วนจังหวัดนครราชสีมาได้เล็งเห็นถึงปัญหาของผู้สูงอายุและความสำคัญของการปรับปรุงสภาพที่พักของผู้สูงอายุ จึงได้มีดำริให้ออกแบบโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางแห่งใหม่ ให้สอดรับกับหลักการอาคารเขียวและเข้าถึงได้ และรองรับการขยายตัวของผู้สูงอายุที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น สถาบันวิจัยสาธารณสุข จึงได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยเรื่อง “สถานสงเคราะห์คนชราอาคารเขียวต้นแบบตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์” ในปีงบประมาณ 2556 งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ ของสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอยู่สบาย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวคิดในการออกแบบโครงการสถานสงเคราะห์คนชรา ตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ (Green and Accessible Building)

1.2.2 เพื่อออกแบบ และจัดทำแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ โครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว และการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ ศึกษาสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง จังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.3.2.1 ทำการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ อันได้แก่ กฎกระทรวง “กำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา” พ.ศ. 2548 กฎกระทรวง “กำหนดลักษณะหรือการจัดให้มีอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการสาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้” พ.ศ. 2555

1.3.2.2 รวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบอาคารเขียว และการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

1.3.2.3 สรุปข้อกำหนดและสิ่งจำเป็นที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอาคารเขียวและการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

1.3.3 การออกแบบ และจัดทำแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ โครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียวและประหยัดพลังงาน

1.3.4 วิเคราะห์ความอยู่สบายของอาคารด้วยโปรแกรม SketchUp โดยการจำลองการโคจรของพระอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ

1.3.5 วิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ด้วยโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงหลักการและนำแนวคิดหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ มาใช้ในการออกแบบก่อสร้างอาคารสถานสงเคราะห์คนชรา

1.4.2 รูปแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ โครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ที่เป็นอาคารต้นแบบและประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ของโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง และสถานสงเคราะห์คนชราอื่นๆ ในประเทศไทย

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและสืบค้นข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย เรื่องการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียวครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสาร ระเบียบ กฎหมาย หรือหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประกอบในการศึกษาวิจัย โดยผู้ศึกษาได้กำหนดประเด็นของการศึกษาวิจัย ไว้ดังนี้

1. ระเบียบ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา
2. คู่มือ หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา
3. แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และเทคนิคการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

2.1 ระเบียบ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา

1. กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548
2. กฎกระทรวงกำหนดลักษณะ หรือการจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการสาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2555
3. พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546
4. ระเบียบคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ ว่าด้วยมาตรฐาน อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกโดยตรงแก่คนพิการ พ.ศ. 2544
5. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
6. กฎกระทรวงฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
7. กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

2.2 คู่มือ หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชรา

2.2.1 คู่มือการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ (สำนักส่งเสริมและพิทักษ์ผู้สูงอายุ, 2552)

แนวคิดการอกแบบสภาพแวดล้อมและที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ มีหลักการ 4 ข้อดังนี้

1. มีความปลอดภัยทางกายภาพ

ความปลอดภัยทางด้านร่างกายและสุขภาพอนามัย เช่น มีที่พักเพียงพอแยกเป็นสัดส่วน มีระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่ดี มีระบบการปกป้องจากภายนอก เช่น เสียง แสง ที่ดี จัดให้มีแสงสว่างเพียงพอบริเวณบันไดและทางเข้า มีราวจับในห้องน้ำ พื้นกระเบื้องไม่ลื่น มีสัญญาณฉุกเฉินหัวเตียง หรือห้องน้า สำหรับขอความช่วยเหลือ เป็นต้น

2. สามารถเข้าถึงได้ง่าย

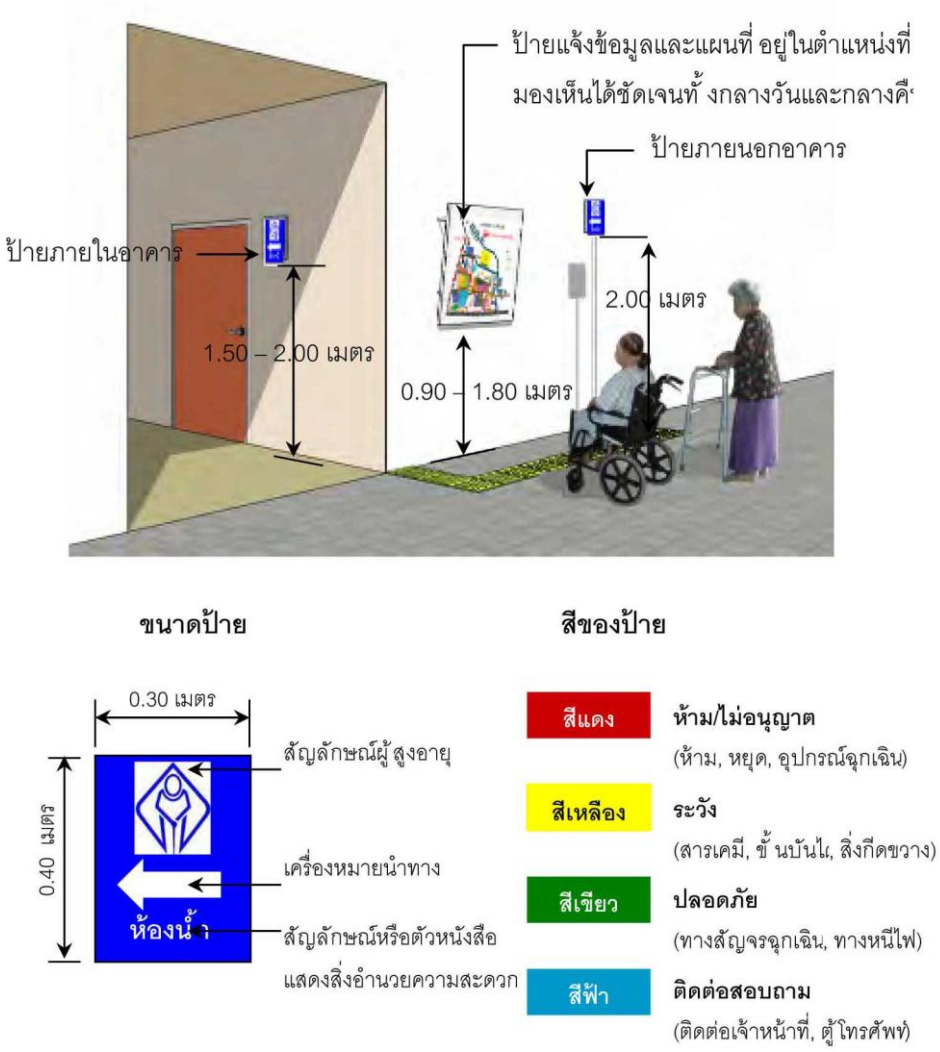
การมีทางลาดสำหรับรถเข็น ความสูงของตู้ที่ผู้สูงอายุสามารถหยิบของได้สะดวก หรือการจัดให้อยู่ใกล้แหล่งบริการต่างๆ เช่น วัด โบสถ์ ห้องสมุด โรงละคร สถาบันเพื่อการศึกษา บริการด้านสุขภาพ อยู่ภายในระยะที่สามารถเดินถึงได้ และการจัดให้ใกล้แหล่งระบบขนส่งมวลชน และใกล้แหล่งชุมชนเดิมเพื่อให้ญาติมิตรสามารถมาเยี่ยมเยียนได้สะดวก

3. สามารถสร้างแรงกระตุ้น

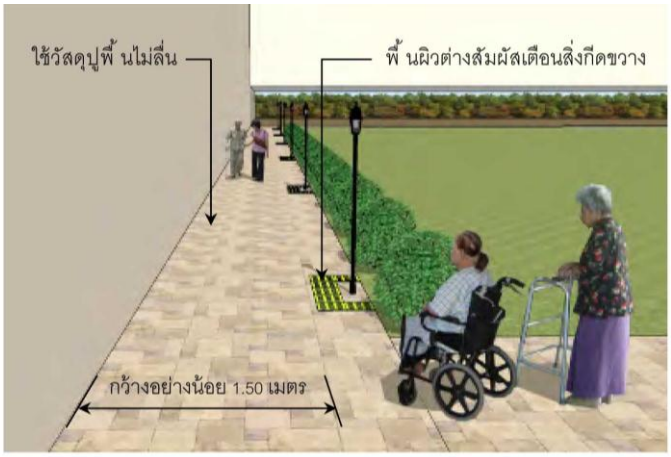
การตกแต่งสภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัยที่มีความน่าสนใจ การเลือกใช้สีที่เหมาะสม มีความสว่างและชัดเจนจะทำให้การใช้ชีวิตดูกระชุ่มกระชวย ไม่ซึมเศร้า และการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ กระตุ้นให้เกิดการนำความสามารถต่าง ๆ ของผู้สูงอายุมาใช้อย่างเต็มที่ เปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุได้ใช้ความสามารถที่มีก่อประโยชน์ให้กับชุมชน เช่น จัดที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุไว้ใกล้กับโรงเรียนสอนเด็กเล็กหรือห้องสมุด เป็นต้นซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยยืดเวลาที่ผู้สูงอายุสามารถที่จะดำรงชีวิตได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

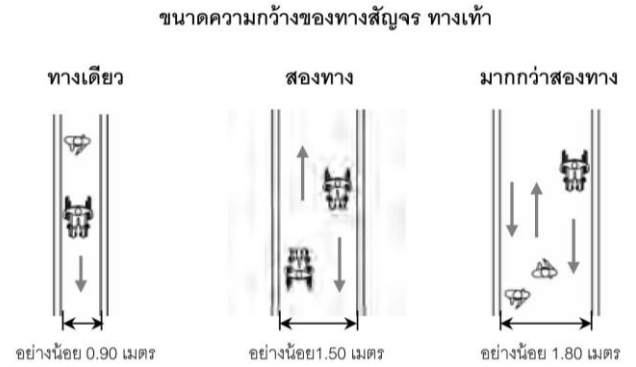
4. ดูแลรักษาง่าย

บ้านสำหรับผู้สูงอายุควรจะออกแบบให้ดูแลรักษาง่าย ด้วยเหตุนี้บ้านทั่วๆ ไปควรจะเล็ก ถ้าเป็นหลังใหญ่ควรจะมีห้องซึ่งง่ายต่อการปิดเอาไว้เพื่อสะดวกสบายในการดูแล บ้านอาจมีบานเลื่อนอลูมิเนียมป้องกันพายุ และสนามหญ้าที่มีพุ่มไม้เตี้ยๆ เพื่อลดงานสนาม

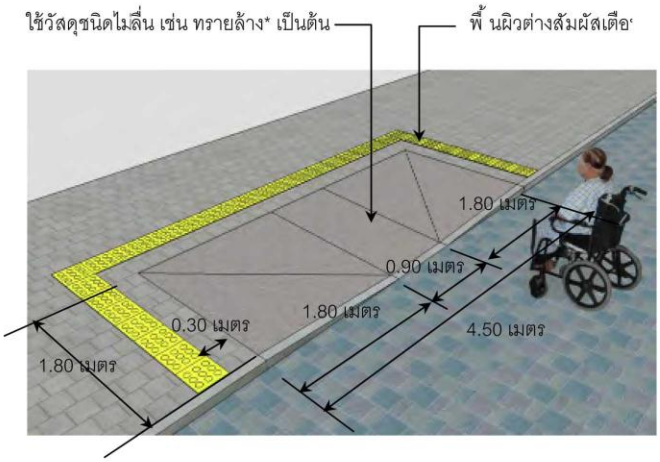


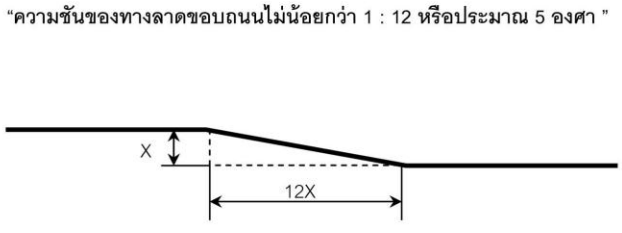
รูปที่ 2.1 แนวคิดการออกแบบป้ายสัญลักษณ์



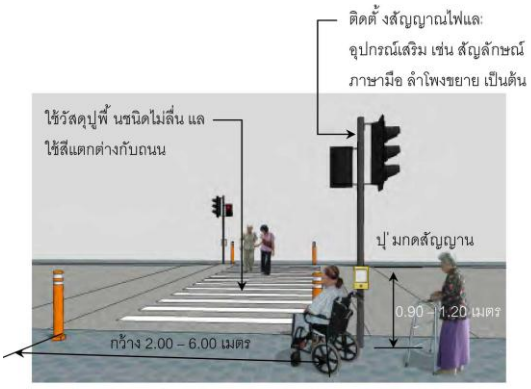


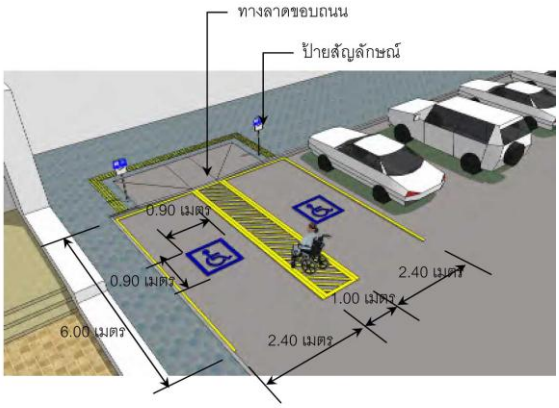
รูปที่ 2.2 แนวคิดการออกแบบทางสัญจร ทางเท้า

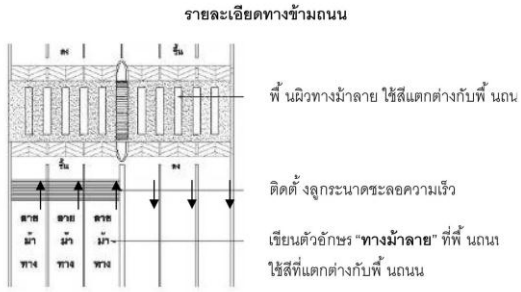




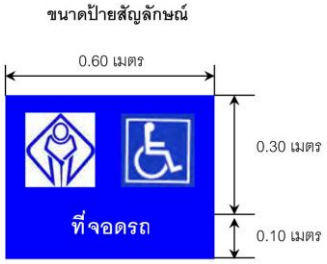
รูปที่ 2.3 แนวคิดการออกแบบทางลาดขอบถนน, ทางลาดตัดขอบคันหิน



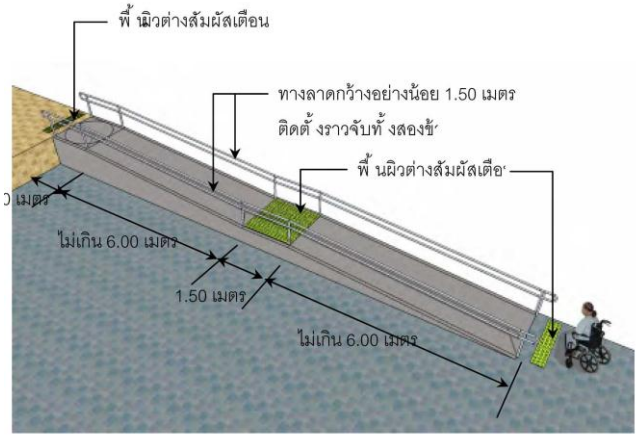




รูปที่ 2.4 แนวคิดการออกแบบทางข้ามถนน



รูปที่ 2.5 แนวคิดการออกแบบที่จอดรถ

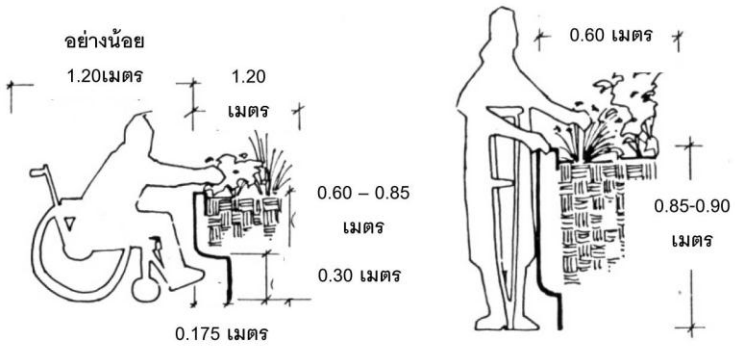


รูปที่ 2.6 แนวคิดการออกแบบทางลาดภายนอกอาคาร

ตารางที่ 2.1 อัตราความชันต่อความสูงของทางลาด

ความสูงของทางลาด (มิลลิเมตร)	อัตราความชันสูงสุด
0-15	1 : 2
ระหว่าง 15-50	1 : 5
ระหว่าง 50-200	1 : 10
มากกว่า 200 ขึ้นไป	1 : 12

รูปที่ 2.7 แนวคิดการออกแบบสวนและพื้นที่ภายนอก



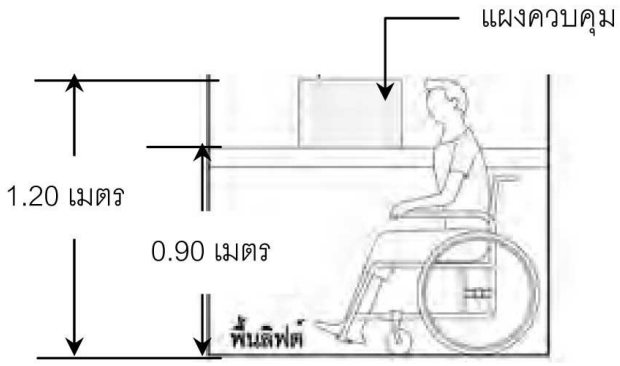
รูปที่ 2.8 ขนาดกระบะต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

รูปที่ 2.9 แนวคิดการออกแบบทางลาดเข้าสู่อาคาร/ภายในอาคาร

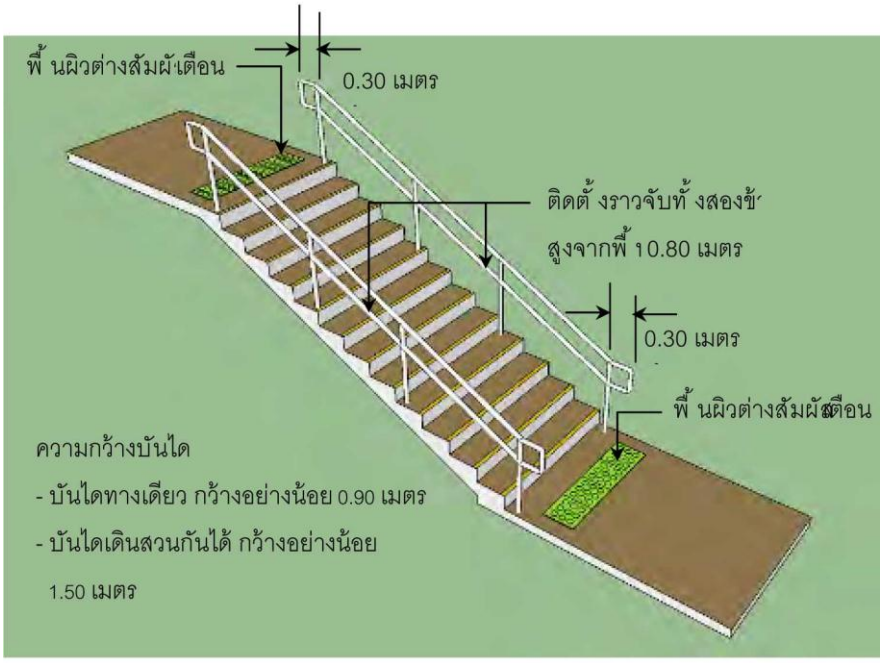
ตารางที่ 2.2 ความชันของทางลาดที่ผู้สูงอายุที่ใช้เก้าอี้เข็นสามารถใช้ได้

ความชันสูงสุด	**ความสามารถในการใช้ทางลาดของผู้สูงอายุที่ใช้เก้าอี้รถเข็น**
ทางราบ	สามารถช่วยเหลือตนเองได้
1:20 – 1:12	สามารถช่วยเหลือตนเองได้
1:10	จำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือ ช่วยเข็นเก้าอี้เข็นคนพิการ
>1:10	ก่อให้เกิดอันตรายได้

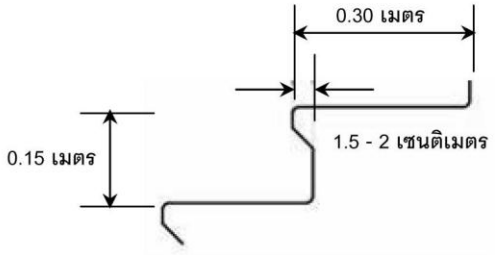
รูปที่ 2.10 แนวคิดการออกแบบลิฟต์โดยสาร



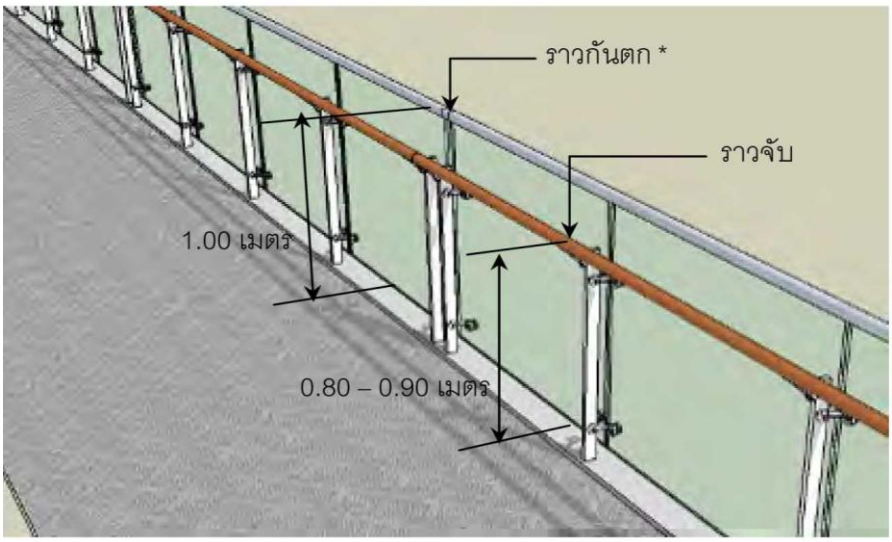
รูปที่ 2.11 ตำแหน่งแผงควบคุมภายในลิฟต์



ระยะของลูกตั้งและลูกนอน



รูปที่ 2.12 แนวคิดการออกแบบบันได

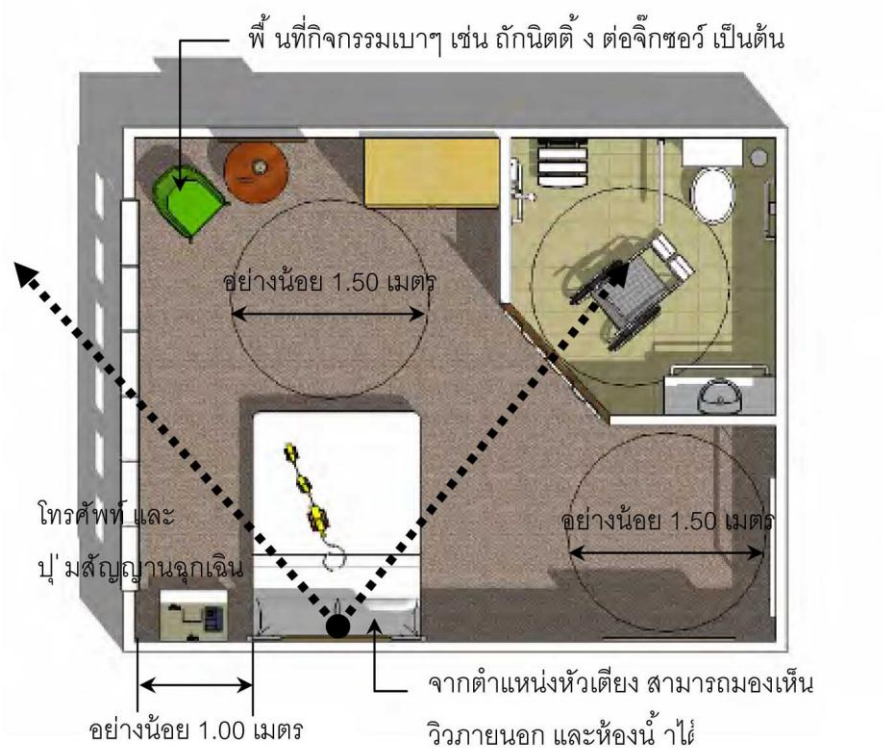


รูปที่ 2.13 แนวคิดการออกแบบราวจับ

รายละเอียดการติดตั้งประตูห้องพัก

รูปที่ 2.14 รายละเอียดการติดตั้งประตูห้องพัก

รูปที่ 2.15 แนวคิดการออกแบบทางสัญจรทางเชื่อมระหว่างอาคาร



รูปที่ 2.16 แนวคิดการออกแบบห้องนอน

การออกแบบห้องนอน (**รูปที่ 2.16**)

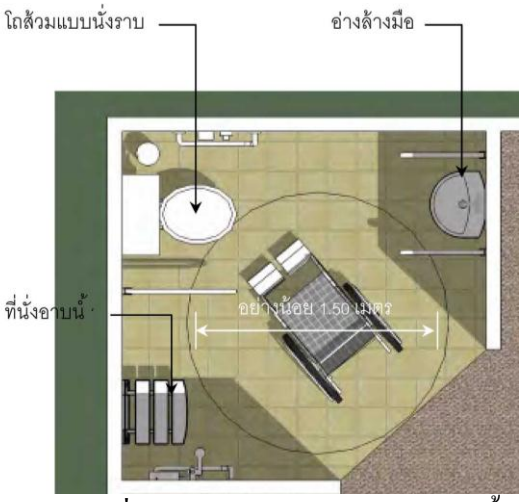
- มีความเป็นส่วนตัวมากที่สุด
- ไม่ควรใหญ่ หรือเล็กเกินไป ประมาณ 12-16 ตารางเมตร ไม่รวมห้องน้ำ
- เตียงควรจะเคลื่อนย้ายได้ในบางโอกาส และไม่ควรอยู่ในมุมใดมุมหนึ่ง
- มีส่วนแต่งตัว มีตู้เสื้อผ้า โต๊ะเครื่องแป้งและกระจก (การส่องกระจกดูตัวเอง จะทำให้สุขภาพจิตดีขึ้น โดยกระตุ้นให้ผู้สูงอายุได้รับรู้ถึงสภาพปัจจุบันของตัวเอง)

รูปที่ 2.17 แนวคิดการออกแบบห้องนั่งเล่น

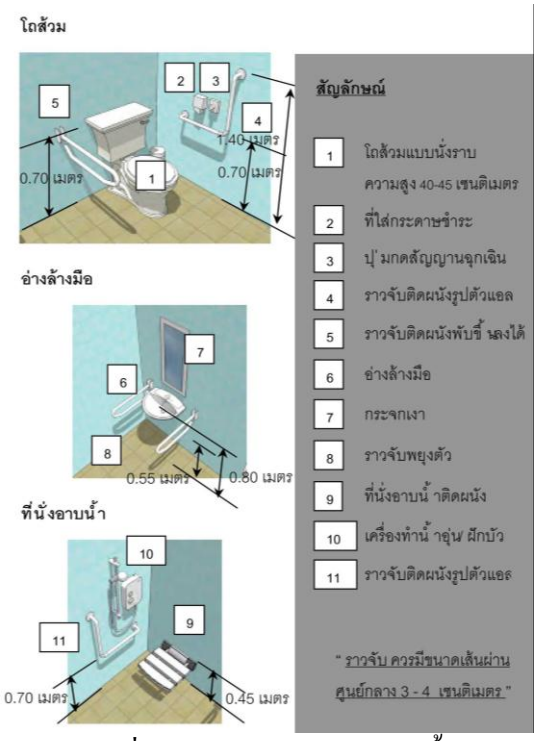
รูปที่ 2.18 แนวคิดการออกแบบพื้นที่รับประทานอาหาร

หลักการออกแบบห้องน้ำ (**รูปที่ 2.19 – รูปที่ 2.20**)

- พื้นไม่ลื่น และมีราวจับที่สามารถเดินได้ทั่วห้องน้ำ
- มีราวจับจากภายนอกห้อง เช่น ห้องนอน หรือห้องรับแขก ที่ต่อเนื่องมาที่ห้องน้ำได้
- เฉพาะตรงฝักบัว และที่อาบน้ำควรมีที่นั่งและสัญญาณฉุกเฉินในห้องน้ำ
- ฝักบัวควรเป็นชนิดแรงดันต่ำ
- ประตูห้องน้ำเป็นแบบที่เปิดให้คนอื่นสามารถเข้าไปได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ
- ห้องน้ำควรกว้างประมาณ 1.50-2.00 เมตร (ไม่กว้างและไม่แคบเกินไป)
- มีพื้นที่ว่างภายในห้องส้วมมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร



รูปที่ 2.19 แนวคิดการออกแบบห้องน้ำ



รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ภายในห้องน้ำ

แนวคิดการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและงานระบบอื่นๆ

1) แสงไฟ
   - ควรมีแสงไฟทั้งภายในและภายนอกอาคารเพื่อช่วยในการมองเห็นของผู้สูงอายุ
   - ใช้แสงสะท้อน (Indirect Lighting) ที่มีความสว่างพอเหมาะ
   - ในบริเวณที่อยู่อาศัยควรมีความสว่างทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

- ทางเดิน ควรมีแสงสว่างเพียงพอ และมีราวสำหรับจับที่สามารถเห็นได้ชัดเจน

2) ระบบไฟฟ้า
   - ติดตั้งระบบตัดไฟอัตโนมัติกรณีไฟฟ้าลัดวงจร
   - มีระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินบริเวณห้องนอน ห้องรับแขก และทางเข้า
3) สวิตซ์
   - สูงไม่เกิน 90 เซนติเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการเอื้อม
   - สวิตซ์ใหญ่ และมีแสงตอนปิดสวิตซ์
   - สวิตซ์สามารถปิดเปิดได้ในระยะเอื้อมถึงจากเตียงนอน
4) สวิตซ์ – ปลั๊กไฟ
   - สูงจากพื้นอย่างน้อย 45 เซนติเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการก้ม
   - มีสวิตซ์สำหรับปิด-เปิดปลั๊ก
5) ระบบสุขาภิบาล
   - ทั่วทั้งบ้านมีการระบายน้ำที่ดี ไม่มีน้ำท่วมขัง
   - มีระบบถังน้ำสำรอง (ใต้ดิน หรือหลังคา)
6) สีและพื้นผิว

อุปกรณ์และส่วนของอาคารควรให้มีสีที่ตัดกัน หรือแตกต่างจากสีของส่วนต่อเนื่องของอุปกรณ์ และส่วนของอาคารนั้นอย่างเด่นชัด ดังต่อไปนี้

- พื้นทางเดิน พื้นต่างระดับ พื้นห้องส้วม และพื้นผิวต่างสัมผัส
- ผนังและบัวเชิงผนัง
- ประตู ธรณีประตู วงกบหรือขอบประตู ประตูทางเข้า และประตูลิฟต์
- บันได บันไดเลื่อน ทางเลื่อน และทางลาด
- ลูกนอนกับลูกตั้งของขั้นบันไดหรือลูกนอนขั้นที่หนึ่งกับพื้นห้อง
- บริเวณจมูกบันได
- ราวบันได ราวทางลาด ราวระเบียง ราวยึดเกาะในห้องส้วม และ ทางเดิน
- ป้าย แผนผัง ตัวอักษร เครื่องหมาย และสัญลักษณ์
- แผงสวิตซ์ เต้ารับ และเต้าเสียบ
- เสา สิ่งกีดขวาง และส่วนยื่นจากผนังบนทางเดิน
- สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ

2.3 แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

2.3.1 อาคารเขียว

อาคารเขียวเกิดจากแนวคิดในช่วงวิกฤติพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2513 หลายองค์กรในอเมริกาเห็นพ้องต้องกันว่าควรจะมีองค์กรเฉพาะเพื่อประเมินความเป็น “สีเขียว” ของอาคาร ดังนั้นสถาปนิกแห่งอเมริกาจึงจัดตั้งคณะกรรมการเพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมขึ้นใน ปี พ.ศ. 2523 ให้เป็นแหล่งความรู้และค้นหาวิธีการออกแบบอาคารที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีองค์กรทยอยเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งโปรแกรม LEED การออกแบบเพื่อการเป็นผู้นำทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ของอเมริกา ในปี พ.ศ. 2526

อาคารสีเขียวแท้จริงคือ แนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นเรื่องพลังงาน น้ำประปา และวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งลดผลกระทบของตัวอาคารต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม ผ่านการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การบำรุงรักษา ไปจนถึงการกำจัดอย่างมีคุณภาพมากขึ้น ตลอดช่วงชีวิตการดำรงอยู่ของตัวอาคาร หากอาคารในบ้านเราที่มีให้เห็นอยู่ดาษดื่น ทั้งที่ก่อสร้างเสร็จแล้วและที่กำลังจะก่อสร้าง ทุกอาคารหันมาใส่ใจ หรือรัฐบาลกำหนดขึ้นมาเป็นมาตรฐาน หรือตั้งเป็นกฎเกณฑ์ที่ทุกอาคารต้องปฏิบัติ คงเกิดประโยชน์อย่างมากมาย มหาศาล เพราะอาคารสีเขียวใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารปกติร้อยละ 40-50 และใช้น้ำน้อยกว่าร้อยละ 20-30 โดยแม้จะทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 5-8 แต่ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จะคืนทุนส่วนนี้ ภายใน 3-5 ปี

ทางสถาบันอาคารเขียวไทยจึงได้จัดทำเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานทางสิ่งแวดล้อมไทยหรือ TREES (Thai’s Rating of Energy and Environmental Sustainability) แบ่งออกเป็น 8 หมวด (ดูภาคผนวก ก.) สรุปแนวทางการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้ (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2555)

2.3.1.1 หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management)

ก. การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว

มีแผนการดำเนินงานและติดตามประเมินผลเพื่อให้การออกแบบก่อสร้าง วางแผน และบริหารจัดการเป็นไปตามหลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว

ข. การประชาสัมพันธ์สู่สังคม

ติดป้ายประชาสัมพันธ์หน้าพื้นที่ก่อสร้าง โดยระบุถึงเจตนารมณ์ในการเข้าร่วมการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นทางการ และมีการจัดทำข้อมูลนำเสนอเกี่ยวกับอาคาร (ช่วงออกแบบหรือเมื่ออาคารแล้วเสร็จ) ในหลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเป็นอาคารเขียว เพื่อเผยแพร่เป็นวิทยาทานให้กับบุคคลทั่วไปและผู้สนใจ

ค. คู่มือและการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร

มีคู่มือและให้การอบรมแนะนำการใช้งาน และบำรุงรักษาระบบต่างๆ ที่เหมาะสมโดย คู่มือดังกล่าวจะต้องครอบคลุมระบบต่างๆ ที่มีใช้งานภายในอาคารอย่างน้อยดังนี้ (1) ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ (2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (3) ระบบสุขาภิบาล (4) ระบบทำน้ำร้อนภายในอาคาร (สำหรับอาคารประเภทโรงแรมและโรงพยาบาล) (5) ระบบอำนวยความสะดวก (6) ระบบพลังงานหมุนเวียน (ถ้ามี) แต่สามารถเพิ่มเติมตามความเหมาะสมของแต่ละโครงการ

ง. การติดตามประเมินผลขณะออกแบบก่อสร้าง และเมื่ออาคารแล้วเสร็จ

ขยายขอบเขตการทำงานของคณะทำงานอาคารเขียวในการติดตามผลและประเมินผลกิจกรรมต่างๆ ตามหัวข้อกิจกรรมอย่างเป็นระบบโดยมีการสรุปถึงความคืบหน้าในหัวข้อต่างๆ เป็นระยะๆ และมีการรวบรวมเอกสารจากการประชุมความคืบหน้าแต่ละครั้งของคณะทำงานอาคารเขียวในหัวข้อคะแนนที่ประสบความสำเร็จและล้มเหลว ทั้งนี้คณะทำงานควรสรุปถึงแนวทางที่ประสบความสำเร็จและล้มเหลว เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและจัดทำฐานข้อมูลความรู้โดยสถาบันอาคารเขียวไทย ต่อไปในอนาคต

2.3.1.2 หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape)

การเลือกพื้นที่ก่อสร้างและการพัฒนาพื้นที่ก่อสร้างอย่างเหมาะสมเป็นกระบวนการขั้นแรกที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการก่อสร้างอาคารใหม่ กระบวนการออกแบบและก่อสร้างที่ไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมอาจทำลายสภาวะสมดุลของสภาพแวดล้อม ซึ่งต้องใช้เวลายาวนานในการฟื้นฟูธรรมชาติและส่งผลกระทบต่อเนื่องทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคมทั้งต่อโครงการชุมชนและต่อเมืองโดยรวม

ก. การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะกับการสร้างอาคาร

สถานที่ตั้งโครงการต้องไม่มีองค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือเป็นที่ดินควบคุม ผู้เลือกสถานที่ต้องตรวจสอบกฎหมายและข้อกำหนดผังเมืองก่อนที่จะตัดสินใจทำโครงการ ผู้ออกแบบต้องพยายามออกแบบอาคารให้มีพื้นที่พัฒนาที่คลุมดิน (Development Footprint) น้อยที่สุด เพื่อลดผลกระทบจากการทำลายระบบนิเวศดั้งเดิมหรือทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

ข. การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ

สำหรับโครงการที่สร้างบนพื้นที่สีเขียวเดิม ควรจำกัดขอบเขตของการก่อสร้างอาคารและพื้นที่พัฒนาต่างๆ ทำการสารวจที่ดินเพื่อบ่งชี้องค์ประกอบทางสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อนำมาซึ่งการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม ควรออกแบบอาคารให้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ

เดิมให้น้อยที่สุดหรือออกแบบอาคารให้มีพื้นที่คลุมดินน้อยที่สุดและ/หรือให้มีจำนวนชั้นมากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการก่อสร้างลานจอดรถ

ค. การพัฒนาผังพื้นที่โครงการที่ยั่งยืน

ออกแบบให้มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ (Ecological Open Space) ให้มีพื้นที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ฐานอาคาร (Building Footprint) ต้องออกแบบให้มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ โดยพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศต้องมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 40 ของพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ (นับรวมพื้นที่บ่อน้ำลักษณะธรรมชาติที่มีการจัดพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจโดยรอบ) และจะต้องไม่ใช้พื้นที่สำหรับรถยนต์หรือที่จอดรถยนต์ พื้นที่ดาดแข็งสามารถนับเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศได้ หากกิจกรรมบนพื้นที่ดาดแข็งเป็นไปเพื่อการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานอาทิเช่น ทางเดินเท้าลานกิจกรรมเป็นต้น

ปรับปรุงสภาพอากาศจุลภาค (Microclimate) ให้เหมาะสมเพื่อให้อาคารมีสภาพแวดล้อมที่ดี ประหยัดพลังงาน ลดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Island) และส่งเสริมการอยู่อาศัยที่เป็นมิตรระหว่างมนุษย์และสัตว์ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นไม่น้อยกว่า 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร

ลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากหลังคาและเปลือกอาคาร (การเกิดอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่พัฒนาและพื้นที่ไม่ได้รับการพัฒนา) ที่จะส่งผลต่อสภาพอากาศจุลภาคและที่อาศัยของมนุษย์และสัตว์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ปลูกพืชพรรณบนหลังคาหรือผนังภายนอกอาคาร ซึ่งอาจทำเป็นซุ้มไม้เลื้อยไม้กระถางกึ่งถาวร และสวนแนวตั้ง เป็นต้น ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการทำแปลงต้นไม้หรือปลูกหญ้าชนิดที่ต้องมีการบำรุงรักษามากที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและอาจต้องใช้สารเคมีป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็งที่อยู่ภายนอกอาคารโดยใช้พืชพรรณหรือลดผลกระทบจากพื้นที่ดาดแข็งโดยเลือกการก่อสร้างและวัสดุที่เหมาะสมโดยประยุกต์ใช้วิธีการดังต่อไปนี้กับพื้นที่ดาดแข็งมากกว่าร้อยละ 50 ของโครงการ การให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็งเพื่อลดรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ด้วยต้นไม้ใหญ่ การใช้วัสดุปูพื้นที่มีดัชนีการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์สูงมากกว่าร้อยละ 30 การใช้หลังคาคลุมที่มีดัชนีการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์สูงมากกว่าร้อยละ 30 การใช้พืชหรือเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลังคาคลุม การใช้บล็อกหญ้า (พื้นที่ปลูกพืชร้อยละ 50 ของพื้นผิวบล๊อกหญ้า) ลดผลกระทบจากความร้อน โดยเฉพาะจากรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่ออาคารและลดอุณหภูมิผิวอาคารที่อาจเป็นสาเหตุปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองตลอดจนลดความร้อนของภูมิอากาศจุลภาค พยายามให้ร่มเงาผนังและหน้าต่างภายนอกอาคารด้วยร่มเงาจากไม้ยืนต้น และคำนึงถึงการจัดภูมิ

สถาปัตยกรรมรอบอาคาร การจัดวางตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ให้ได้ประโยชน์สูงสุดเพื่อลดการดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตัวอาคารและองค์ประกอบอื่นๆ

2.3.1.3 หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation)

ลดปริมาณการใช้น้ำโดยการติดตั้งสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำและ/หรือก๊อกน้ำประหยัดน้ำหรือมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดน้ำอัตโนมัติรวมถึงการใช้เทคโนโลยีอื่นๆอาทิเช่นสุขภัณฑ์ที่ไม่ใช้น้ำตลอดจนติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยเพื่อการบริหารจัดการการใช้น้ำและตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณพื้นที่หลักและบริเวณโดยรอบอาคาร นอกจากนี้อาจพิจารณาการกักเก็บน้ำฝนเพื่อใช้งานและลดความต้องการน้ำประปาของโครงการด้วย

2.3.1.4 หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

การออกแบบอาคารต้องคำนึงถึงการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงานโดยมีการออกแบบและเลือกใช้ระบบเปลือกอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับภูมิอากาศและมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานทั่วไป เพื่อให้อาคารมีการใช้พลังงานรวมต่ำกว่าอาคารอ้างอิง ตามข้อกำหนดการใช้พลังงานตามกฎหมายสำหรับอาคารสร้างใหม่ตามทางเลือกที่กำหนดไว้

พัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารให้สูงกว่าอาคารมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 หรือกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 ภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 หรือการเทียบค่าจากการประเมินอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมหรืออาคารติดฉลาก (TEEAM) เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดมาจากการใช้พลังงาน

ก. การใช้พลังงานทดแทน

ให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานหมุนเวียน เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในโครงการ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล เป็นต้น

2.3.1.5 หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources)

ขยะซึ่งเกิดจากภาคการก่อสร้างนั้นมีปริมาณมากทั้งจากกระบวนการใช้งานอาคารและกระบวนการก่อสร้างอาคาร อีกทั้งการก่อสร้างอาคารนั้นจำต้องใช้ทรัพยากรเป็นปริมาณมหาศาล ซึ่งทั้งขยะและการใช้ทรัพยากรส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของมลภาวะและการทำลายธรรมชาติ

ก. การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง

กำหนดเป้าหมายในการเปลี่ยนจากการทิ้งขยะและการเผาขยะมาเป็นวิธีการจัดการกับเศษวัสดุที่มาจากการก่อสร้าง เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายโดยการคัดแยกและรวบรวมวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ระบุผู้รับเหมาในการจัดบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้างอย่างเป็นระบบ โดยสามารถทำได้หลายวิธีทั้งนำกลับมาใช้ใหม่, บริจาคให้องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร, หรือนำไปใช้กับอาคารอื่น

ข. การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว

ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการวัสดุและจัดการกับเศษวัสดุที่เกิดจากการก่อสร้างและรื้อถอน จากเดิมที่นำไปทิ้งยังบ่อขยะและนำไปเผา เป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ผ่านกระบวนการผลิตอีกครั้งทั้งนี้วัสดุดังกล่าวต้องเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษ

ค. การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล

การนำวัสดุรีไซเคิลมาใช้ในโครงการเป็นการลดการใช้วัตถุดิบใหม่ ซึ่งช่วยลดผลกระทบอันเกิดจากกระบวนการสกัดวัตถุดิบใหม่นั้น

ง. การใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ

เพิ่มความต้องการวัสดุก่อสร้างที่ผลิตในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นและลดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง โดยให้พิจารณาถึงคุณลักษณะของวัสดุที่นำมาใช้ในแง่ของสิ่งแวดล้อมเศรษฐศาสตร์และหรือราคาของวัสดุ

จ. การใช้วัสดุที่ผลิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ

คำนึงถึงผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตตลอดจนคุณประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมที่เมื่อมีการใช้ผลิตภัณฑ์นั้นภายในอาคาร ใช้วัสดุที่ได้รับฉลากเขียวหรือฉลากคาร์บอนของไทยที่มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.3.1.6 หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร

ผู้คนส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ภายในอาคารมากกว่าภายนอกอาคาร หากสภาพแวดล้อมภายในอาคารไม่ดีหรือไม่เหมาะสมก็ย่อมที่จะส่งผลเสียต่อผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะในเรื่องของสุขภาพและความเจ็บป่วย ซึ่งอาจทำให้ทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากขึ้น หรือเกิดการขาดงานบ่อยครั้ง ดังนั้น การสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีจึงเป็นเรื่องที่ไม่อาจละเลยได้

ก. ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร

ออกแบบให้นำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารในปริมาณที่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำตามกฎหมายและมาตรฐาน วสท. หรือตามมาตรฐานสากล

ข. ความส่องสว่างภายในอาคาร

เลือกใช้ดวงโคมและ/หรือวิธีการให้แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงและมีการกระจายแสงที่เหมาะสม เลือกตำแหน่งและความสูงของการติดตั้งที่เหมาะสมเพื่อการกระจายแสงที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (ไม่รวมแสงธรรมชาติ) ต้องผ่านเกณฑ์ตามที่กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อนแสงสว่างและเสียง รวมทั้งต้องผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานที่ระบุโดยสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

ค. การลดผลกระทบมลภาวะ

หลีกเลี่ยงการนำมลภาวะเข้าสู่อาคารจากการวางตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า (Air Intake) ไว้ในที่ที่ไม่เหมาะสม ควรกำหนดตำแหน่งช่องนำอากาศเข้าในที่ที่เป็นพื้นที่สีเขียวหรือห่างจากตำแหน่งที่มีมลภาวะไม่น้อยกว่า 10 เมตร และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร ในกรณีอาคารหรือที่ตั้งอาคารมีความหนาแน่นสูง ควรพิจารณาช่องนำอากาศเข้าจากด้านบนของอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงมลภาวะจากถนนหรืออาคารข้างเคียง

ลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับผู้อยู่อาศัยในอาคาร พื้นที่ภายในตัวอาคาร และระบบการระบายอากาศ (Ventilation System) จากการสูบบุหรี่ กำหนดเขตสูบบุหรี่ให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2540 พ.ศ. 2540 และทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงเขตห้ามสูบบุหรี่

ง. การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ

ลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนจากวัสดุประสาน (Adhesive) วัสดุยาแนว (Sealant) และรองพื้น ลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนจากสีและวัสดุเคลือบผิวที่มีกลิ่นแรงภายในอาคาร กลิ่นดังกล่าวจะสร้างความรำคาญและเป็นผลร้ายต่อสุขอนามัย ตลอดจนความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ติดตั้งและผู้ใช้อาคาร

จ. การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร

เพื่อให้อาคารมีการใช้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพื่อเพิ่มคุณภาพของแสงสว่างภายในพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ (Regularly occupied spaces) คำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร โดยออกแบบให้ห้องหรือพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำได้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสม ไม่ควรออกแบบให้ห้องลึกเกินไป ควรออกแบบมีพื้นที่และจำนวนช่องแสงที่พอเพียงและอยู่ในตาแหน่งที่เหมาะสม มีการผนวกวิธีการให้แสงสว่างธรรมชาติแบบต่างๆ เช่น หิ้งแสง (Light shelf) หรือม่อแสง (Light pipe) เพื่อให้แสงกระจายได้ลึกขึ้น อีกทั้งควรมีการใช้ช่องแสงจากหลังคาเข้ามาช่วย หากปริมาณแสงจากหน้าต่างไม่พอเพียง อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาหลีกเลี่ยงช่องแสงที่มีขนาดใหญ่เกินไป

ฉ. สภาวะน่าสบาย

เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้อาคารทางด้านสภาวะน่าสบาย พิจารณาออกแบบระบบปรับอากาศที่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในช่วงการใช้งานสูงสุด ควรคำนึงถึงปัจจัยสภาวะน่าสบายหลายด้าน ไม่เฉพาะแต่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เช่น การแผ่รังสีความร้อนรวม ความเร็วลม กิจกรรม เสื้อผ้าที่สวมใส่ อีกทั้งควรคำนึงถึงการออกแบบที่ไม่ก่อให้เกิดความราคาญและไม่สบายต่อผู้ใช้งานทั้งจากกระแสลมที่แรงเกินไป (Draft) ความแตกต่างของอุณหภูมิทางดิ่ง (Stratification Discomfort) และการแผ่รังสีที่ไม่สมดุล (Radiant Asymmetry) เป็นต้น

2.3.1.7 หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection)

มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างเป็นมาตรการสำคัญที่ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึงตั้งแต่เริ่มกระบวนการการออกแบบและก่อสร้าง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบระยะยาวต่อระบบนิเวศวิทยาและสุขภาวะและสุขภาพของมนุษย์

ก. การลดมลพิษจากการก่อสร้าง

ขั้นตอนการก่อสร้างต้องมีแผนดาเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง เพื่อ

- ป้องการการกัดกร่อนของพื้นที่ดินจากการชะล้าง การระบายน้ำฝนไหลล้น (Stormwater Runoff) ของโครงการ หรือกระแสลม รวมถึงป้องกันการสูญเสียดินชั้นบนโดยการเก็บพักหน้าดินเพื่อนำมาใช้ใหม่
- ป้องกันการตกตะกอนของดินลงในทางระบายน้ำและแหล่งน้ำใกล้เคียง
- ป้องกันมลภาวะทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง และเขม่าควัน เป็นต้น

ข. การบริหารจัดการขยะ

เตรียมความพร้อมในการบริหารจัดการขยะหรือเศษวัสดุ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่และลดผลกระทบต่อสถานที่ถมทิ้ง (Landfills) เมื่อเปิดใช้งานอาคาร กำหนดพื้นที่หรือห้องคัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ที่มีความชัดเจน เพื่อง่ายต่อการบริหารจัดการขยะในอนาคต

ค. ตำแหน่งเครื่องระบายความร้อน

จัดวางเครื่องระบายความร้อนของระบบปรับอากาศในตำแหน่งที่ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงอาคาร สำรวจสภาพรอบอาคารเพื่อกำหนดทิศทางการระบายความร้อนของเครื่องระบายความร้อนให้เหมาะสม และไม่รบกวนสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

หรือพิจารณาระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนลงดินหรือทะเลสาบ (Geothermal or Lake Cooling)

ง. ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิง

ลดการใช้สารเคมีที่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ โดยไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอชซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง

จ. การใช้กระจกภายนอกอาคาร

กระจกที่ใช้ภายนอกอาคาร (เปลือกอาคาร) ทุกชนิด ต้องมีการระบุค่าของกระจกอันได้แก่ ค่าสะท้อนแสง (Visible Light Reflectance; Rvis) โดยต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15 เมื่อวัดในมุมตั้งฉาก โดยค่าสะท้อนแสงดังกล่าวต้องได้รับการตรวจสอบจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้

ฉ. ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าเพื่อใช้วัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียแยกต่างหากจากระบบอื่นๆ ของอาคาร หรือติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียให้มีค่า บีโอดี และ ทีเอสเอส น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

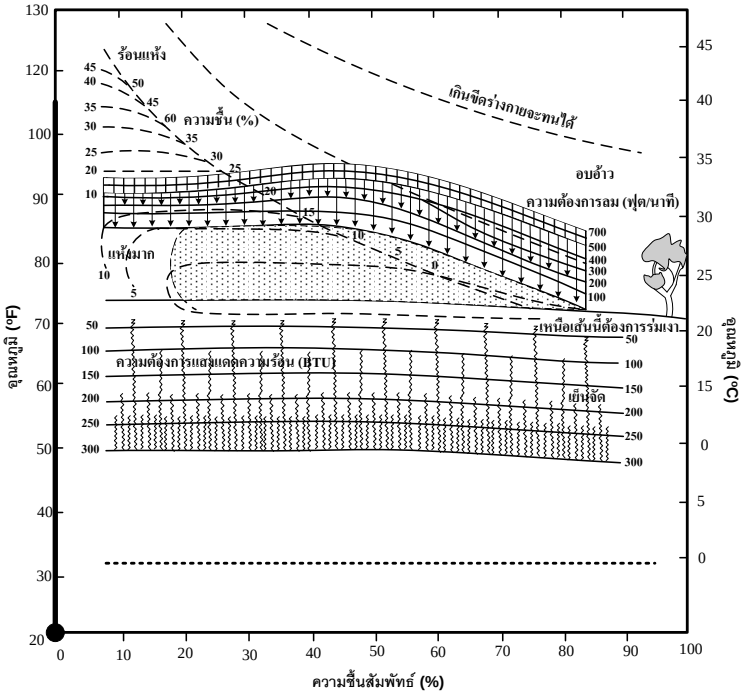
2.3.1.8 หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation)

เพื่อกระตุ้นให้มีการออกแบบก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพเกินกว่าที่กำหนดไว้ และกระตุ้นให้มีการเสนอแนวคิดเพื่อความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมในประเด็นที่มีความสร้างสรรค์และไม่ได้ระบุไว้ในเกณฑ์ที่กำหนด

2.3.2 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

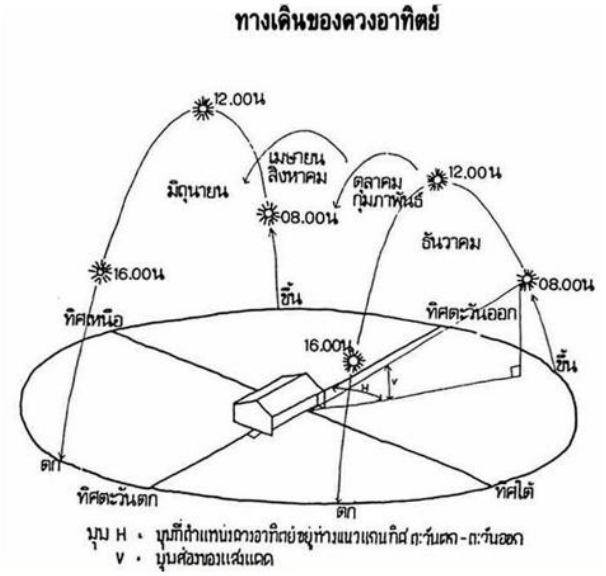
สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงในการออกแบบอาคารเขียว คือ ความรู้สึกร้อน-หนาวของผู้ใช้อาคารหรือสภาวะน่าสบายของมนุษย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับขอบเขตของสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ที่อาจแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะดินฟ้าอากาศ สภาพแวดล้อมและความเคยชินที่แตกต่างกัน ปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านผิวกาย

ในอาคารที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ สภาวะที่สบายที่สุดสำหรับมนุษย์ (**รูปที่ 2.21**) คือ อุณหภูมิ 25°C และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 (อ้างอิงจาก ASHRAE HANDBOOK) สำหรับประเทศไทยซึ่งภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น การเพิ่มความเร็วลมและการลดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) จะช่วยทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบาย เมื่ออุณหภูมิสิ่งที่อยู่โดยรอบต่ำกว่าอุณหภูมิผิวกาย ร่างกายจะคายความร้อนให้กับสิ่งรอบข้างทำให้รู้สึกเย็นลง การลดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบอาจทำได้โดยการใช้กระจกที่มีค่าการป้องกันความร้อนสูง การออกแบบพื้นที่ใช้งานให้อยู่ห่างจากแหล่งความร้อนและรังสีความร้อน การหุ้มฉนวนให้กับตัวอาคาร การแบ่งส่วนพื้นที่ใช้งาน และออกแบบแต่ละส่วนตามลักษณะการใช้งานและสภาวะที่ต้องการ เป็นต้น



รูปที่ 2.21 แผนภูมิสภาวะน่าสบาย

นอกจากความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกสบายของผู้ใช้อาคารแล้ว ผู้ออกแบบยังควรมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของที่ตั้งอาคาร เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลาและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร คือ ความร้อน โดยมีแหล่งที่มาจากปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านช่องเปิดอาคาร อิทธิพลของรังสีอาทิตย์จะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล (**รูปที่ 2.22**) โดยในฤดูร้อนทิศเหนือได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศใต้ประมาณ 1/2 เท่า และในฤดูหนาว ทิศใต้ได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศเหนือ 8 เท่า แนวความคิดในการออกแบบเพื่อป้องกันรังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น



รูปที่ 2.22 การโคจรของดวงอาทิตย์

2.3.2.1 ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

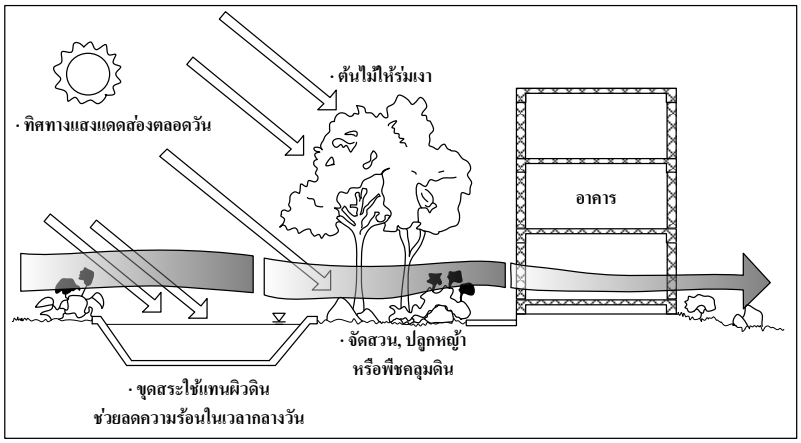
การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร (micro-climate) หรือการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเป็นขั้นตอนแรกที่ผู้ออกแบบควรพิจารณาโดยมีแนวคิดที่สำคัญคือ การทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรอบภายนอกอาคารมีอุณหภูมิลดต่ำลงกว่าสภาพภูมิอากาศปกติ และลดผลกระทบที่เกิดจากความร้อนของรังสีอาทิตย์ในเวลากลางวัน ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็นให้กับตัวอาคารได้ ตัวแปรที่ควรพิจารณาในการออกแบบ ได้แก่ ต้นไม้ พุ่มไม้ พืชคลุมดิน แหล่งน้ำ กระแสลม ความลาดเอียงของพื้นดิน เป็นต้น โดยอาจจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลักดังนี้

1) พืชพันธุ์ธรรมชาติ วัสดุพืชพรรณ
   - ปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบๆ อาคาร เพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความร้อนที่เกิดจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ แต่ไม่กักเก็บความชื้น
   - ใช้ไม้พุ่มเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น โดยให้มีลมพัดผ่านทำให้เกิดการระเหยน้ำ
   - ปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับดิน ทำให้อุณหภูมิผิวของสภาพแวดล้อมเย็นลง ลดการสะท้อนของแสงที่อาจทำให้เกิดความจ้าของสายตา และละอองฝุ่นที่เกิดจากดินที่แห้งได้อีกด้วย

- การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน นอกจากการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดินแล้ว การเลือกใช้วัสดุปูผิวดินที่เหมาะสม ก็จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้นั้น โดยควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำ และมีค่าการกระจายความร้อนสูง หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีสีเข้ม และมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ผิวยางมะตอย โดยเฉพาะในที่ที่มีลมพัดผ่านเพราะจะทำให้เกิดการดูดซับความร้อนไว้มาก

2) สภาพภูมิประเทศ

- ปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้เอียงไปทางทิศเหนือ (North Slope) เพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง
- ปรับแต่งเนินดินรอบอาคารเพื่อช่วยให้กระแสลมเย็นสามารถพัดผ่าน
- ใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่เย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยให้พื้นชั้นล่างของอาคารสัมผัสกับผิวดิน หรือออกแบบให้ผนังอาคารบางส่วนอยู่ใต้ดิน
- ใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (ความลึกตั้งแต่ 1.5 เมตรขึ้นไป) สร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม โดยให้มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ **(รูปที่ 2.23)**



รูปที่ 2.23 การใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

3) สภาพภูมิอากาศ

- อาคารและช่องเปิดควรจัดวางให้ขวางทิศทางลม สำหรับประเทศไทย กระแสลมหลักมาจากทางทิศใต้/ตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อน และจากทางทิศเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว

- ควรออกแบบให้อาคารมีช่องทางให้ลมเข้าและออกที่มีขนาดเหมาะสม โดยให้ลมพัดผ่านช่วงตัวเรา (นั่งหรือนอน)
- การใช้ประโยชน์จากลมให้ได้มากที่สุดนั้น ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นก่อนจะพัดเข้าสู่ตัวอาคาร
- ช่วงเวลาที่สามารถนำระบบธรรมชาติมาใช้ได้เป็นช่วงเวลาหัวค่ำจนถึงเช้าตรู่ เพราะเป็นส่วนที่อากาศภายนอกมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้สร้างสภาวะน่าสบายมากที่สุด
- ใช้ประโยชน์จากความเย็นของท้องฟ้าในเวลากลางคืน (Light Air Cooling/Night Sky Radiation) โดยให้มีพื้นที่โล่งที่มีพืชคลุมดินผสมผสานกับต้นไม้ที่มีพุ่มใบโปร่ง

2.3.2.2 ลักษณะของตัวอาคาร

1) รูปทรงของอาคาร

ในการออกแบบคำนึงถึงสัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิวภายนอกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร โดยออกแบบให้มีพื้นที่ผิวน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่เกิดจากผนังและหลังคา และออกแบบให้อาคารมีพื้นที่ชั้นล่างที่สัมผัสดินมากที่สุด โดยการทำเนินดินให้สูงขึ้นเพื่อประโยชน์ในการนำความเย็นจากดินมาใช้

รูปร่างและเส้นรอบรูปของกรอบอาคารควรมีเส้นรอยรูปที่น้อยในพื้นที่ใช้สอยที่เท่าๆกัน ปกติอาคารรูปทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีพื้นที่ของกรอบอาคารน้อยกว่าอาคารรูปทรงอื่น แต่เนื่องจากมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น ทิศทางแดด ลม อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนกว้างยาวเหมาะสมจะประหยัดพลังงานมากกว่า

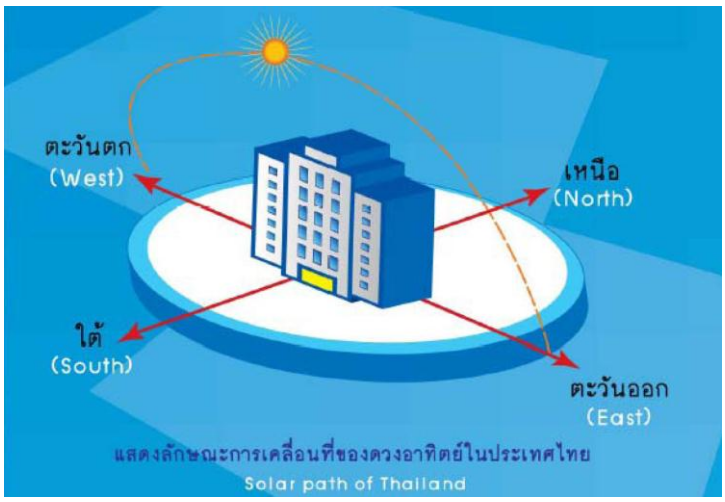
รูปทรงอาคารในเขตร้อนชื้นควรเป็น 1 : 3 นั่นคือ ควรหันรูปด้านตามยาวเป็นด้านที่รับกระแสลมที่มามากที่สุดในแต่ละปี

2) การจัดกลุ่มพื้นที่ใช้สอยและการวางตำแหน่งห้อง

หลักการจัดห้องนอกจากจะจัดกลุ่มตามหน้าที่ใช้สอยตามหลักของการออกแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ยังควรจะต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามหลักของการประหยัดพลังงานหรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

- ด้านทิศตะวันตกของอาคารจะรับแดดในช่วงบ่ายตลอดทั้งปี เป็นด้านที่มีความร้อนสูงมากที่สุดในแต่ละวัน และจะได้รับลมประจำที่มีกระแสลมมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาวะที่ไม่น่าสบาย ด้านนี้จึงเหมาะที่จะเป็นส่วนป้องกันซึ่งจะเป็นที่ตั้งของโรงรถ ห้องเก็บของ ห้องที่ใช้งานในระยะสั้นๆ เช่น ห้องซักผ้า ห้องน้ำ ซึ่งความร้อนจะช่วยทำให้ห้องน้ำแห้งสะอาดด้วย

- ด้านทิศตะวันออกจะได้รับความร้อนจากแสงแดดช่วงสาย และจะได้รับลมช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่มีสภาวะน่าสบายอยู่แล้ว
- ด้านทิศใต้จะได้รับแดดในช่วงสายถึงบ่าย หรือเกือบตลอดทั้งวัน เป็นระยะเวลาถึง 6 เดือน คือจากกลางเดือนกันยายนถึงกลางเดือนมีนาคม ซึ่งทิศทางนี้จะมีช่วงที่รับความร้อนมากในตอนกลางวันและบ่าย นอกจากจะมีการบังร่มเงาให้กับอาคารแล้วยังจะได้รับลมประจำที่มีกระแสลมแรงที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาวะไม่น่าสบาย
- ด้านทิศเหนือส่วนใหญ่จะได้รับร่มเงาตลอดปี โดยจะรับแดดเพียงปีละ 2 เดือนเท่านั้นคือ จากกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม อาคารทางทิศนี้จะเย็นกว่าทิศอื่นเป็นส่วนใหญ่ ได้รับลมน้อยและเป็นลมที่พัดมาในช่วงฤดูหนาว
- หันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก หรือให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางที่ได้รับแสงอาทิตย์ตอนบ่าย (ทิศตะวันตก/ตะวันตกเฉียงใต้)
- ใช้การวางทิศทางของอาคารประกอบกับการปลูกต้นไม้รอบอาคารในการกำหนดทิศทางลมให้พัดผ่านอาคาร
- วางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม โดยพิจารณาความเร็วและทิศทางของลมในแต่ละฤดูกาล เพื่อใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การวางผังห้องต่างๆ ต้องคำนึงถึงการรับลมด้วย เพราะฉะนั้นอาคารที่แคบยาวซึ่งมีห้องซ้อนห่างกันไม่มากกว่า 2 ห้อง จึงจะทำให้มีกระแสลมผ่านไปได้
- ควรวางส่วนใช้สอยที่ก่อให้เกิดความร้อนและความชื้นไว้ทางด้านปลายลม ซึ่งจะไม่ทำให้ความร้อนและความชื้นไหลกลับเข้ามาในห้องอื่นๆ
- มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ แต่ยอมให้มีการไหลเวียนอากาศผ่านผิวอาคาร
- ในกรณีที่อาคารมีรูปทรงเรียวยาวควรวางอาคารในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก (**รูปที่ 2.24**)

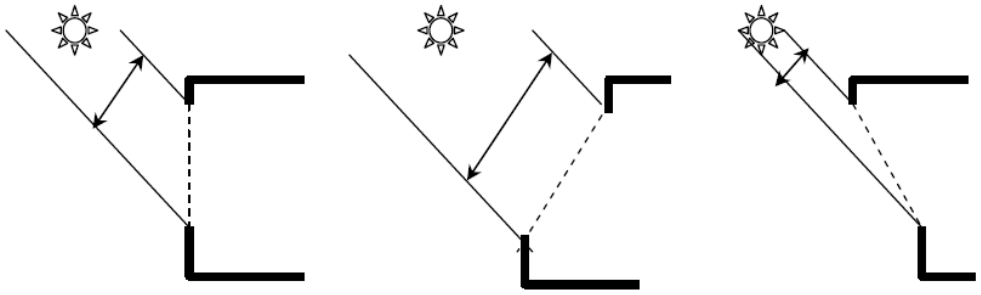


รูปที่ 2.24 ทิศทางการวางอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์

3) ตำแหน่งช่องเปิด และการบังแดด

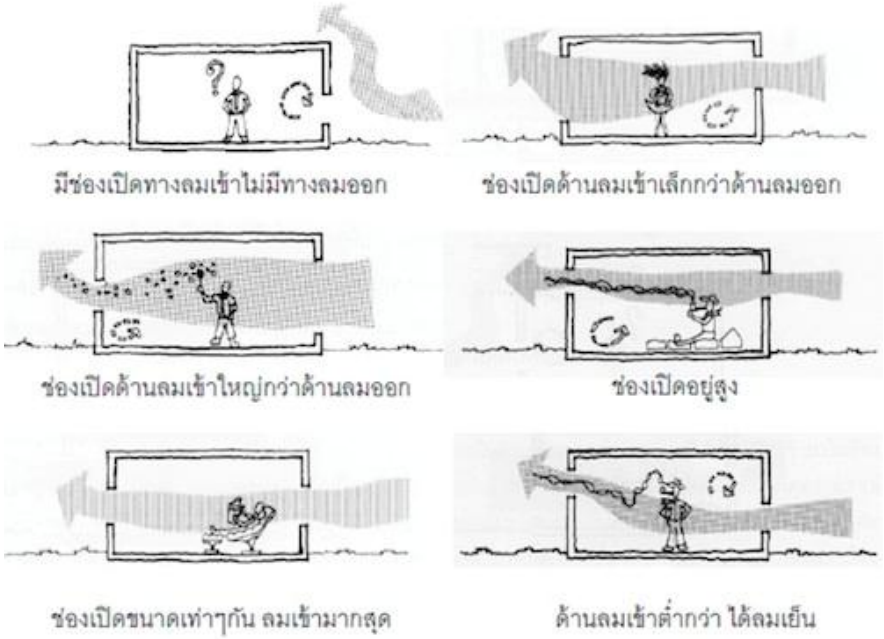
- ควรลดปริมาณกระจกทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อลดความร้อนที่เข้าอาคารและการระคายเคืองในการมองเห็น
- พิจารณาให้มีสัดส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผิวของอาคาร (Window-to-Wall Ratio; WWR) เฉพาะเท่าที่จำเป็น เพื่อการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติอย่างเพียงพอ
  - ด้านทิศเหนือ ขนาดช่องเปิดที่เป็นกระจกใสไม่ควรเกินร้อยละ 15 ของพื้นที่ผนัง
  - ด้านทิศใต้ ขนาดช่องเปิดที่เป็นกระจกใสไม่ควรเกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ผนัง
  - ด้านทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก ขนาดช่องเปิดที่เป็นกระจกใสไม่ควรเกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ผนัง
  - ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ไม่ควรเกินร้อยละ 11 ของพื้นที่ผนัง
  - ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้-ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ขนาดช่องเปิดที่เป็นกระจกใสไม่ควรเกินร้อยละ 9 ของพื้นที่ผนัง
- ระนาบของช่องเปิดที่มีผลต่อความร้อนภายในอาคาร ความเอียงจะมีผลต่อพื้นที่และค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาภายในอาคาร โดยตามปกติแล้วจะใช้ช่องเปิดที่มีระนาบ 90 องศากับพื้น ซึ่งสะดวกในการใช้สอยและได้มุมมองในระดับสายตาที่ดี แต่ในบางส่วนอาจใช้ช่องเปิด

ที่มีระนาบมากกว่า 90 องศา ซึ่งจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบกับระนาบของหน้าต่างน้อยกว่า (**รูปที่ 2.25**)



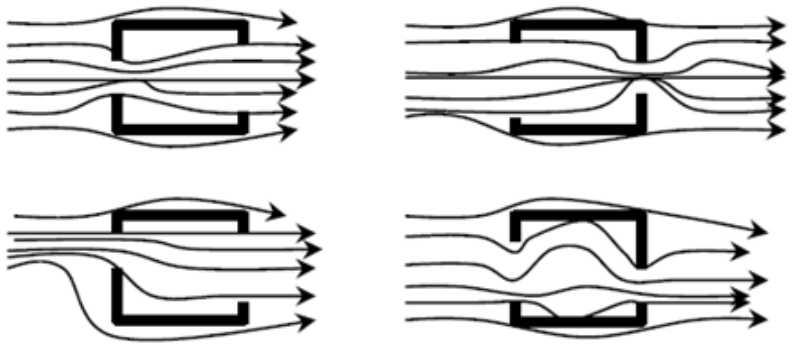
รูปที่ 2.25 ลักษณะระนาบช่องเปิดที่มีผลต่อมุมตกกระทบรังสีดวงอาทิตย์

- หลีกเลี่ยงรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่จะส่องผ่านช่องเปิดของอาคาร โดยเฉพาะอาคารปรับอากาศควรมีหน้าต่างน้อยที่สุด หรือมีเฉพาะด้านทิศเหนือและใต้ของอาคาร
- ในกรณีที่จำเป็นต้องมีช่องแสงบนหลังคา (Skylight) เพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้งาน ควรมีลักษณะดังนี้
  - ออกแบบให้หลีกเลี่ยงรังสีความร้อนในช่วงฤดูร้อนและให้มีการบำรุงรักษาน้อยที่สุด
  - มีระบบมอเตอร์สำหรับปรับระบบบานเกล็ดเพื่อรับรังสีอาทิตย์อย่างเหมาะสม
  - หลีกเลี่ยงรังสีตรง (แสงแดด) และกระจายแสงที่ได้รับเข้าไปยังภายในอาคาร
- ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) แบบถาวรเหนือกระจก เพื่อบังรังสีอาทิตย์โดยตรงหรือพิจารณาใช้การออกแบบสภาพภูมิทัศน์ช่วยในการบังแดด และจำกัดปริมาณกระจกในทิศตะวันออกและตะวันตกให้มีน้อยที่สุด เพราะบังแดดได้ยากกว่ากระจกทางด้านทิศใต้
- ตำแหน่งของช่องเปิดถ้าช่องทางเข้าอยู่ต่ำกว่าช่องทางออก โดยช่องทางเข้าอยู่ในระดับร่างกายและช่องทางออกอยู่ใกล้กับฝ้าเพดาน โดยอากาศจะผ่านในทุกพื้นที่ของห้อง และจะดึงเอาความร้อนออกจากห้องไปได้ในปริมาณที่มาก (**รูปที่ 2.26**)



รูปที่ 2.26 ลักษณะของลมที่เข้ามาในช่องเปิดทางเข้าและทางออก ในตำแหน่งต่างกัน

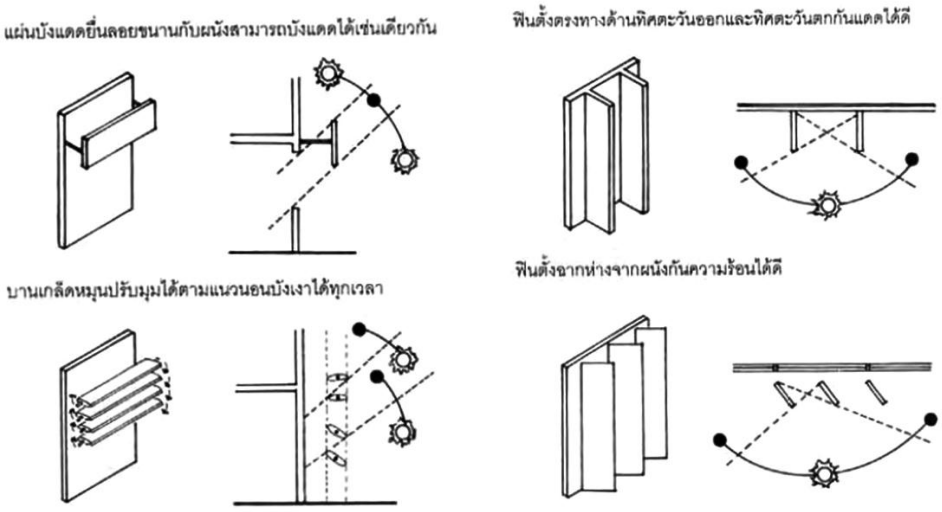
- การเจาะช่องเปิดทางเข้าเล็ก ช่องทางออกใหญ่จะมีกระแสลมที่เร็วและแรงกว่าการเจาะช่องเปิดทางเข้าใหญ่ ช่องทางออกเล็ก และการเจาะช่องทางเข้าและทางออกขนาดเท่ากัน แต่การเจาะช่องเปิดทางเข้าใหญ่ ทางออกเล็กจะครอบคลุมพื้นที่ได้มากที่สุด (**รูปที่ 2.17**)



รูปที่ 2.27 ขนาดช่องเปิดที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณและความเร็วลม

- การเจาะช่องเปิดที่อยู่ตรงข้ามกันจะมีความเร็วลมมากกว่าแบบช่องเปิดทางเข้าและทางออกตั้งฉากกัน

- ระยะห่างระหว่างอาคารอย่างน้อยควรห่างกัน 3 เท่าของความยาวอาคาร ซึ่งจะทำให้กระแสลมเข้าถึงตัวอาคารได้ดี
- การออกแบบอุปกรณ์บังแดดมีผลกับการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารโดยตรง ดังนั้นควรพิจารณาควบคู่กันไป (**รูปที่ 2.28**)



รูปที่ 2.28 แผงบังแดดในลักษณะต่างๆ

- ด้านทิศใต้และบริเวณโดยรอบทางด้านทิศใต้ของอาคาร ใช้แผงบังแดดชนิดทางนอนจะได้ผลดี
- ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของอาคาร ใช้แผงบังแดดทางตั้งจะได้ผลดี และถ้าเป็นแผงบังแดดที่หมุนปรับมุมได้ก็จะบังแดดได้ทุกเวลา
- ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ใช้แบบตารางจะได้ร่มเงามากขึ้น
- ด้านทิศเหนือ ใช้แผงบังแดดทางตั้งและควรจะมีชายคาทางนอนสำหรับบางแดดบางเดือน
- มีส่วนยื่น ชายคา กันสาด หรือปลูกต้นไม้ เพื่อบังแสงแดดให้กับช่องเปิดทุกๆ ทิศ โดยเฉพาะหน้าต่าง ประตู หรือผนังกระจกด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

4) การลดความร้อนผ่านผนัง
   - เพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนให้กับผนัง (ค่า R สูง) โดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกของอาคาร

หรือใช้ผนัง 2 ชั้น ช่องว่างอากาศ (Air-gap) ระหว่างชั้นของผนังจะเป็นอากาศหรือฉนวนเพื่อกันความร้อน

- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะยาว อาจพิจารณาใช้ผนังที่มีการผสมผสานของมวลสารและฉนวนอย่างเหมาะสม โดยให้มวลสารอยู่ด้านนอก ติดตั้งฉนวนในด้านในผนังอาคาร และใช้ฉนวนสะท้อนความร้อนเพิ่มค่า R ให้ช่องว่างอากาศระหว่างผนัง
- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะสั้น ควรใช้ผนังที่มีมวลสารน้อย ติดตั้งฉนวนความร้อน และใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนความชื้นน้อย ตัวอย่างเช่น ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (External Insulation and Finished System; EIFS)
- สีของผนังภายนอกอาคารควรเป็นสีอ่อนหรือใช้วัสดุผิวมันเพื่อสะท้อนความร้อน
- ในกรณีของอาคารขนาดใหญ่ที่มีความหนาของผนังบริเวณแกน (Core) หรือช่องลิฟต์หนามาก ควรให้อยู่ในทิศตะวันตกเพื่อใช้เป็นส่วนป้องกันความร้อน (Buffer Zone) ที่ร้อนจัดในช่วงบ่าย
- ทำที่บังแดดเพื่อให้ผนังอยู่ในร่มเงาตลอดทั้งวัน โดยเว้นช่องว่างระหว่างที่บังแดดกับผนังเพื่อลดการสะสมความร้อน
- เพิ่มพื้นที่ผิวให้กับผนังที่มีการเล่นผิว (Texture) เพื่อลดผลกระทบจากความร้อน
- ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน ต้องคำนึงลักษณะการใช้งานภายในอาคารด้วย

ตารางที่ 2.3 ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด

ชนิดผนัง	**ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน**	**ผนังสีอ่อน (W/m^2)**	**ผนังสีปานกลาง (W/m^2)**	**ผนังสีเข้ม (W/m^2)**
ผนังชั้นเดียว				
1. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว	5.15	73.20	82.35	87.49
2. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนาชั้นเดียว	4.90	73.50	82.35	87.49
3. ผนังไม้ชั้นเดียว ½ นิ้ว	2.75	41.25	78.40	83.30
ผนัง 2 ชั้น				

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชนิดผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	ผนังสีอ่อน (W/m^2)	ผนังสีปานกลาง (W/m^2)	ผนังสีเข้ม (W/m^2)
4. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์ อย่างบาง	2.63	39.45	42.08	44.71
5. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา	2.50	37.50	40.00	42.60
6. ผนังไม้ ½ นิ้ว มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีไม้อัด 4 มม.	1.82	27.30	29.12	30.94
7. ผนังไม้ ½ นิ้ว มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีกระเบื้องซีเมนต์	1.98	29.70	31.68	33.66
ผนังก่ออิฐ				
8. ผนังอิฐมอญก่อตามยาวฉาบปูน	1.59	19.08	20.67	22.26
9. ผนังอิฐมอญก่อตามขวาง 2 ด้าน	1.37	13.70	15.07	16.44
10. ผนังอิฐซีเมนต์บล็อกก่อฉาบปูน 2 ด้าน	1.66	19.92	21.58	23.24

ที่มา : พงพัฒน์ มั่งคั่ง, “กรณีศึกษา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร”, รายงานประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 22 มกราคม 2536

5) การลดความร้อนผ่านหลังคา

- เพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนให้กับหลังคา (ค่า R สูง) โดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาหรือระหว่างชั้นฝ้าเพดานกับหลังคา โดยอาจมีช่องระบายอากาศเพื่อระบายอากาศร้อนจากใต้หลังคาออกสู่ภายนอกอาคาร
- ติดตั้งแผ่นฟิล์มอลูมินั่ม (Reflective Aluminium Film) บางๆ ที่สะท้อนความร้อนได้ดีไว้ที่ด้านล่างของหลังคา

- เลือกใช้หลังคาสีอ่อนเพื่อสะท้อนรังสีอาทิตย์
- หลีกเลี่ยงการทำช่องแสงบนหลังคา (Skylight) แต่ถ้าต้องมีควรทำแผงบานเกล็ดบังแสงแดดและติดตั้งให้ถูกทิศทาง เพราะความร้อนมากกว่าร้อยละ 90 มาจากการแผ่รังสีความร้อนของหลังคาเข้ามายังภายในอาคาร
- วัสดุหลังคาควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย มีการดูดกลืนและสะสมความร้อนต่ำ มีค่าความต้านทานความสูง (R) สูง
- ให้ลอนของหลังคาวางขวางกับการโคจรของดวงอาทิตย์ (ตะวันออกไปตะวันตก อ้อมใต้) เพื่อบังแดดให้กันและกันและลดความร้อน
- ใช้หลังคาจั่วช่วยเพิ่มช่องว่างอากาศใต้หลังคา หรือใช้หลังคา 2 ชั้น หรือหลังคาทรงสูงระบายอากาศร้อนออกด้านบน และไม่ควรใช้หลังคาแบนและหนา
- มีชายคายื่นยาวที่สามารถกันฝนและช่วยบังแดดให้กับส่วนผนังได้

ตารางที่ 2.4 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (ไม่บุฉนวน)

ชนิดหลังคา	**ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน**	**หลังคาสีอ่อน (W/m^2)**	**หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)**	**หลังคาสีเข้ม (W/m^2)**
หลังคาเอียง 22.5 - 45 องศา				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.55	61.20	71.40	81.60
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	2.47	59.26	69.12	79.01
3. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.54	60.96	71.12	81.28

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ชนิดหลังคา	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	2.46	59.04	68.88	78.72
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.45	58.80	68.60	78.40
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	2.37	59.88	66.36	75.84
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	3.49	55.84	69.80	83.76
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.04	32.64	40.80	48.96

ที่มา : พงพัฒน์ มั่งคั่ง, “กรณีศึกษา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร” , รายงานประกอบการสัมมนาทาง วิชาการเรื่อง กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 22 มกราคม 2536

ตารางที่ 2.5 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน 1 นิ้ว)

ชนิดหลังคา	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
หลังคาเอียง 22.5 - 45 องศา				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	21.60	21.60	28.80

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ชนิดหลังคา	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m2)	หลังคาสีเข้ม (W/m2)
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.89	21.35	24.92	28.48
3. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	21.60	25.20	28.80
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.89	21.60	25.20	25.60
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	19.20	22.40	23.04
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.72	17.28	20.16	24.00
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	1.00	16.00	20.00	24.00
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.83	13.28	16.60	19.92

ที่มา : พงพัฒน์ มั่งคั่ง, “กรณีศึกษา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร” , รายงานประกอบการสัมมนาทาง วิชาการเรื่อง กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 22 มกราคม 2536

ตารางที่ 2.6 ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน 2 นิ้ว)

ชนิดหลังคา	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
หลังคาเอียง 22.5 - 45 องศา				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.56	13.20	15.40	17.60
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
3. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.50	13.00	14.00	16.00
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 8 มม.	0.42	10.08	11.76	13.44
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	0.58	9.28	11.60	13.92
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.52	8.32	10.40	12.48

ที่มา : พงพัฒน์ มั่งคั่ง, “กรณีศึกษา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร” , รายงานประกอบการสัมมนาทาง วิชาการเรื่อง กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 22 มกราคม 2536

6) การพิจารณาเลือกใช้วัสดุฉนวนป้องกันความร้อน
   - เลือกใช้ฉนวนป้องกันความร้อนที่มีค่าความต้านทานความร้อน (ค่า R) สูง โดยพิจารณาประเภทที่เหมาะกับลักษณะการใช้งานและตำแหน่งที่ติดตั้งฉนวน เช่นใช้โฟมฉีดบนหลังคา และใช้ฉนวนแบบแผ่นปูบนโครงเคร่า เป็นต้น
   - ข้อควรพิจารณาอื่นๆ ในการเลือกฉนวนนอกจากคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน (ค่า R) ได้แก่
   - ลักษณะทางกายภาพ ความหนาแน่น และน้ำหนัก
   - ช่วงอุณหภูมิในการใช้งาน และการยืดหดตัวเมื่อได้รับความร้อน
   - การกันน้ำและความชื้น
   - การทนต่อแรงอัดและความทนทาน
   - การป้องกันการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ- การเสื่อมสภาพ และการบำรุงรักษา
   - คุณสมบัติการกันไฟ
   - ความต้านทานต่อแมลง เชื้อรา การกัดกร่อนและสารเคมี
   - ความปลอดภัยต่อสุขภาพ
   - การกันเสียง
   - ปลอดกลิ่น
   - ตัวอย่างคุณสมบัติของฉนวนป้องกันความร้อนชนิดต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่
   - ใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี มีค่าการกันไฟได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียส และกันเสียงได้ด้วย แต่ไม่ทนต่อความชื้น
   - ร็อควูล กันความร้อนเทียบเท่าฉนวนใยแก้ว แต่ทนไฟได้ดีกว่า และดูดซับเสียงได้ดี แต่ไม่ทนต่อความชื้น
   - โฟมชนิดต่างๆ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี (ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วและร็อควูล) และกันน้ำได้ แต่ไม่ทนต่อรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) และความร้อนสูงๆ (จุดหลอมเหลวมักต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส)

7) การเลือกใช้กระจกเพื่อการประหยัดพลังงาน
   - ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient; SC) ต่ำ เพื่อลดปริมาณรังสีอาทิตย์ (คลื่นสั้น) ที่ผ่านกระจกเข้าสู่ภายในอาคารและเปลี่ยนเป็นความร้อน (คลื่นยาว)

- ใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านของแสง (Light Transmittance; LT) ในช่วงคลื่นที่จำเป็นต่อการมองเห็น (Visible Light) สูงมากพอที่จะนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในอาคารได้ (LT ไม่ควรน้อยกว่าร้อยละ 20)
- ควรพิจารณากระจกที่มีค่าอัตราส่วน Light-to-Solar-Gain Ratio (LSG) สูง ค่า LSG เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบปริมาณของแสงสว่างกับปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจก ถ้ากระจกมีค่า LSG มากกว่า 1 แสดงว่ามีแสงสว่างผ่านเข้ามาภายในอาคารมากกว่าความร้อน และเป็นกระจกที่เหมาะสำหรับนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร
- ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ต่ำ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากการนำ (Conduction) จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น กระจก 2 ชั้น (Double Glazing) หรือ 3 ชั้น (Triple Glazing) เป็นต้น
- ควรเลือกวัสดุกระจกที่มีค่า Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) ต่ำ ค่า SHGC เป็นผลรวมของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกกับส่วนของรังสีที่ถูกดูดซับอยู่ภายในกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผนังทางด้านทิศตะวันออก ตะวันตก และใต้ เพื่อป้องกันรังสีอาทิตย์ และเพื่อความสบายตาของผู้ใช้งานอาคาร
- พิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิผิวกระจกเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งจะเกิดการแผ่รังสีเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งมีผลต่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature; MRT) และสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร
- ตัวอย่างคุณสมบัติของกระจกชนิดต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่
    - กระจกตัดแสง (Tinted Glass) ลดแสงจ้าและความร้อน ถ้าท้องฟ้ามืดมัวจะทำให้แสงสว่างที่เข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ
    - กระจกดูดกลืนความร้อน (Heat-Absorbing Glass) ดูดซึมความร้อนได้ร้อยละ 45 แต่ถ้ากระจกอยู่ในร่มจะลดความร้อนได้ถึงร้อยละ 75
    - กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflective Metalic Coating) ลดทั้งความร้อนและแสงสว่าง มีค่า R มากกว่ากระจกดูดกลืนความร้อน แต่ขณะเดียวกันก็จะแผ่กระจายความร้อนให้กับภายในห้อง ดังนั้นจึงเหมาะสมกับเมืองหนาวมากกว่า

- กระจกสองชั้น (Double Glazing) ลดความร้อนได้ถึงร้อยละ 80 และยอมให้แสงสว่างผ่านเข้าได้มาก ลดแสงจ้า ป้องกัน UV แต่ราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับกระจกชนิดอื่นๆ เช่น กระจก Heat Stop
- กระจกติดฟิล์ม (Low Emissivity) ช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้มาก

- ห้ามใช้กระจกที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Reflectance) เกินกว่า 0.2

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทำโครงงาน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อออกแบบ และจัดทำแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียวและประหยัดพลังงาน โดยมีลำดับขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษาทฤษฎี และแนวทางการออกแบบอาคารตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ และแนวคิดการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

แนวคิดการออกแบบอาคารตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ และการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน เริ่มเป็นประเด็นหลักสำหรับการออกแบบโครงการก่อสร้างในปัจจุบันทั้งโครงการใหม่ หรือนำมาปรับปรุงอาคารเก่า เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดการใช้พลังงาน ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อความเป็นอยู่ที่ดี มีประสิทธิภาพของผู้ใช้อาคาร และเพื่อให้เกิดความเท่าเทียมกันในการใช้สอยอาคารของผู้ใช้ที่ต่างวัย และต่างความสามารถ ผู้วิจัยจึงได้ทำการค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ, บทความวารสาร, รายงานการวิจัย, บทความจากสื่ออิเลคทรอนิกส์, กฎกระทรวงและระเบียบข้อบังคับต่างๆ ตามกฎหมาย และนำข้อมูลที่ได้มาสรุปแนวคิดสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้กับโครงการสถานสงเคราะห์คนชราได้อย่างเหมาะสม

3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เพื่อใช้กำหนดการออกแบบ

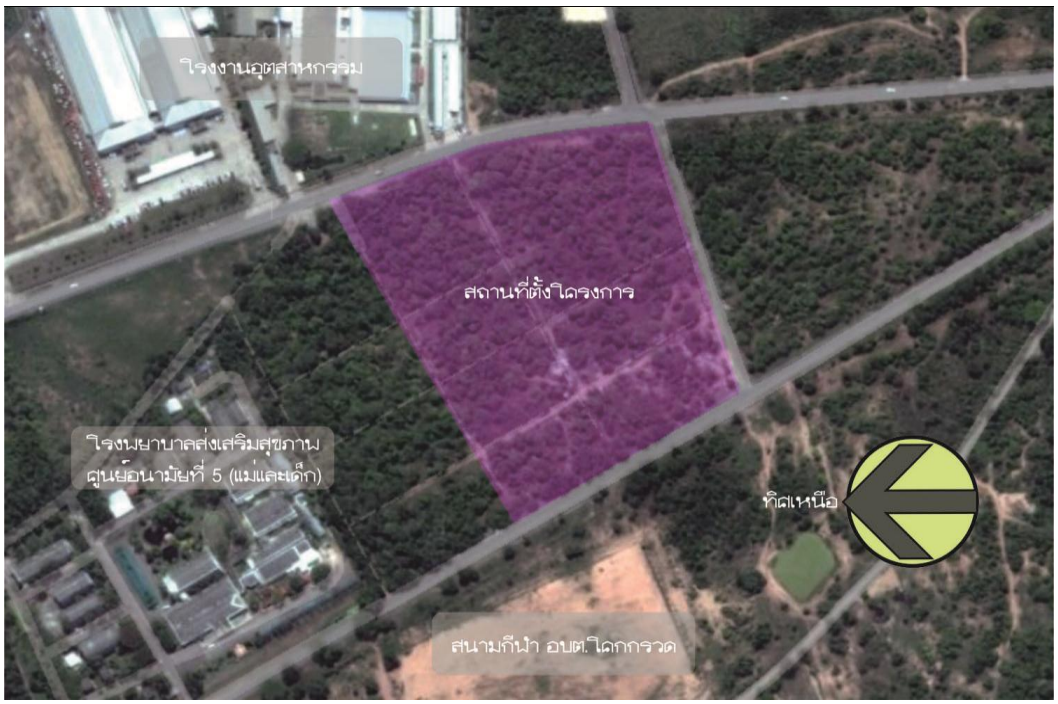
ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ ได้มาจากสรุปผลการประชุมกับคณะผู้ร่วมทำวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ในการประชุมครั้งที่ 2/2557 เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2557 ณ ห้องประชุม 2 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อันประกอบด้วยคณะผู้ร่วมวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (บุคลากรจากสถานสงเคราะห์คนชราและองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา) และการประชุมครั้งที่ 3/2557 เมื่อวันที่ 8 เมษายน 2557 ณ ห้องประชุม 3 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประกอบด้วยบุคลากรด้านวิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ ตัวแทนจากองค์การปกครองส่วนจังหวัดนครราชสีมา

และตัวแทนจากสถานสงเคราะห์คนชรา บ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางและบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง

ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลดังกล่าว และจากการลงสำรวจพื้นที่ มาสรุปผลและวิเคราะห์เพื่อทำการเสนอแนวคิด และออกแบบโครงการ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.2.1 สถานที่ตั้งโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง (Site Analysis)

- สถานที่ตั้ง (Site Location) : ถนนเทศบาล 10 หมู่ 6 ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (**รูปที่ 3.1**)
- พื้นที่สถานที่ตั้งโครงการ (Site Area) : ประมาณ 64 ไร่ (102,400 ตารางเมตร)
- ลักษณะพื้นที่ (Site Physical) : พื้นที่เป็นทางลาดจากทิศใต้ลาดลงสู่ทิศเหนือ พื้นที่ด้านทิศใต้มีระดับเสมอกับถนนโดยรอบ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าถนน จุดต่ำสุดของพื้นที่มีระดับต่ำกว่าถนน 4 เมตร พื้นที่ทั้งหมดปกคลุมด้วยไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่อย่างหนาแน่น



รูปที่ 3.1 สถานที่ตั้งโครงการ

- สภาพแวดล้อม (Site Surrounding) :

ทิศเหนือ : ติดกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 5 (แม่และเด็ก) ดัง**รูปที่ 3.2**

ทิศตะวันออก : ติดกับทางหลวงชนบท นม 1020 มีลักษณะเป็นถนนลาดยาง (แอสฟัลต์คอนกรีต) ขนาด 2 ช่องจราจร กว้าง 6 เมตร ไหล่ทางกว้างด้านละ 1 เมตร มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ฝั่งตรงข้าม ปริมาณรถสัญจรค่อนข้างมากและใช้ความเร็วสูง เนื่องจากอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมและตลาดพรรณไม้ อีกทั้งเป็นเส้นทางเข้าสู่โรงเรียนเตรียมอุดมการศึกษาน้อมเกล้า นครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและพิพิธภัณฑ์ไม้กลายเป็นหิน ดัง**รูปที่ 3.3**

ทิศใต้ : ติดกับถนนลาดยาง (แอสฟัลต์คอนกรีต) ขนาด 2 ช่องจราจร กว้าง 6 เมตร ไม่มีไหล่ทาง เป็นทางเชื่อมระหว่างถนนด้านทิศตะวันออกและถนนเทศบาล 10 (ด้านทิศตะวันตก) ปริมาณรถสัญจรน้อย ส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ ดัง**รูปที่ 3.4**

ทิศตะวันตก : ติดกับถนนเทศบาล 10 มีลักษณะเป็นถนนลาดยาง (แอสฟัลต์คอนกรีต) ขนาด 2 ช่องจราจร กว้าง 6 เมตร ไหล่ทางกว้างด้านละ 0.80 เมตร ตรงข้ามกับสนามกีฬา อบต.โคกกรวด ปริมาณรถสัญจรน้อยกว่าถนนด้านทิศตะวันออก รถส่วนใหญ่ใช้ความเร็วไม่สูงมาก เนื่องจากอยู่ใกล้โรงพยาบาลและแหล่งชุมชน ดัง**รูปที่ 3.5**

รูปที่ 3.2 ด้านทิศเหนือ

รูปที่ 3.3 ด้านทิศตะวันออก

รูปที่ 3.4 ด้านทิศใต้

รูปที่ 3.5 ด้านทิศตะวันตก

- การใช้พื้นที่ (Land used) : ปัจจุบันไม่มีการใช้งานพื้นที่เป็นประกอบกิจการใดๆ พื้นที่เป็นทรัพย์สินขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา
- การเข้าถึงพื้นที่และการสัญจร (Accesibility and Circulation)

รูปที่ 3.6 เส้นทางเข้าที่ตั้งโครงการ

จาก**รูปที่ 3.6** ที่ตั้งโครงการอยู่ห่างจากถนนมิตรภาพ ดังนี้

- จากทางเข้าตลาดพรรณไม้ ถึงที่ตั้งโครงการระยะทางประมาณ 1.2 กิโลเมตร
- จากทางเข้าตลาดโคกเพชร ถึงที่ตั้งโครงการระยะทางประมาณ 1.5 กิโลเมตร

ที่ตั้งโครงการอยู่ติดกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 5 (แม่และเด็ก) ห่างจากชุมชนโคกกรวดประมาณ 2 กิโลเมตร และห่างจากตัวเมืองนครราชสีมาประมาณ 17 กิโลเมตร

ที่ตั้งโครงการสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวกเนื่องจากติดกับถนน 3 ด้าน ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นถนนลาดยาง (แอสฟัลต์คอนกรีต) ขนาด 2 ช่องจราจร กว้าง 6 เมตร มีไหล่ทาง สภาพถนนสมบูรณ์ ไม่มีหลุมบ่อหรือความเสียหาย มีรถสัญจรตลอดทั้งวัน ถนนด้านทิศใต้มีขนาดไม่กว้างมากและไม่มีไหล่ทาง ปริมาณรถสัญจรน้อย

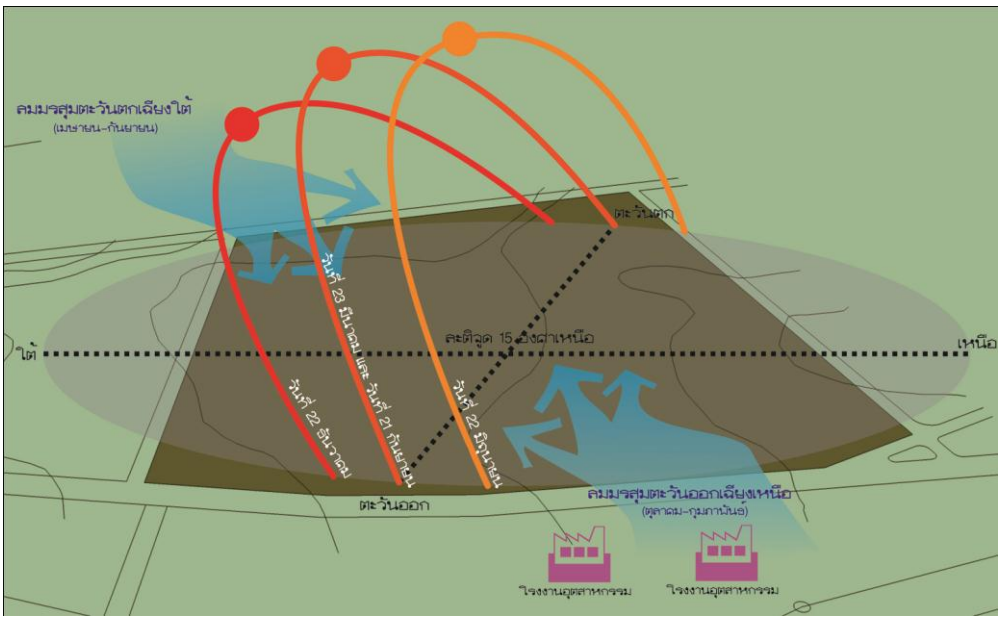
ที่ตั้งโครงการตั้งอยู่บนถนนที่ไม่มีรถโดยสารประจำทางผ่าน หลังจากโครงการสร้างเสร็จผู้มาใช้บริการโครงการจำเป็นต้องใช้รถส่วนบุคคล

- สภาพอากาศ (Climate) : ทิศทางลม-แดดในสถานที่ตั้งโครงการ

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ลมมรสุมฤดูร้อน) : ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน พัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้สู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ลมมรสุมฤดูหนาว) : ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ พัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตำแหน่งพระอาทิตย์ขึ้นและพระอาทิตย์ตก มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ทิศทางลม และแดดในสถานที่ตั้งโครงการ

- มลภาวะ (Pollution) : (ดู**รูปที่ 3.8** ประกอบ)

มลภาวะทางเสียง : เนื่องจากพื้นที่อยู่ติดถนน และใกล้โรงงานอุตสาหกรรม อาจทำให้มีปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจากการจราจร ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเช้า และช่วงเย็น แต่ไม่มีปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นโรงงานอุตสาหรรมที่ไม่ได้ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง

มลภาวะทางอากาศ : สถานที่ก่อสร้างอยู่ห่างจากชุมชนสภาพแวดล้อมโดยส่วนใหญ่ยังปกคลุมไปด้วยต้นไม้ขนาดกลางและขนาดใหญ่ และโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงก็ไม่ได้ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ทำให้พื้นที่ตั้งโครงการไม่มีปัญหามลภาวะทางอากาศ

- ทัศนียภาพ (Visualization) : (ดู**รูปที่ 3.8** ประกอบ)

ด้านทิศเหนือ : ติดกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 5 (แม่และเด็ก) ทัศนียภาพอาจส่งผลด้านลบกับผู้อยู่อาศัยในโครงการ

ด้านทิศตะวันออก : ไม่มีทัศนียภาพที่น่าสนใจ

ด้านทิศใต้ : ไม่มีทัศนียภาพที่น่าสนใจ

ด้านทิศตะวันตก : อยู่ตรงข้ามกับสนามกีฬา อบต.โคกกรวด เป็นด้านที่มีทัศนียภาพดีที่สุด สามารถมองเห็นทั้งต้นไม้โดยรอบและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการ

รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

3.1.2.2 ข้อมูลโครงการ (Project Information)

เจ้าของโครงการ (Owner) : กองส่งเสริมคุณภาพชีวิต องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

ผู้ใช้งาน (Users) :
- เจ้าหน้าที่ / บุคลากร
- ผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ญาติและผู้มาเยี่ยม (ผู้มีจิตเมตตา)

สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง (ปัจจุบัน) จัดตั้งเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2510 ชื่อ “สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์ (สวนหม่อน)” สังกัดกองสวัสดิการสงเคราะห์ กรมประชาสงเคราะห์ (ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นกรมพัฒนาสังคมและสวัสดิการ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์) เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2515 สถานสงเคราะห์ฯ ได้ย้ายมาตั้งอยู่เลขที่ 583 ถนนโพธิ์กลาง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง ใช้ชื่อว่า “สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง” มีเนื้อที่ 3 ไร่ 2 งาน 32 ตารางวา เป็นที่ราชพัสดุ ประกอบด้วยอาคารผู้รับการสงเคราะห์ชาย 1 หลัง อาคารผู้รับการสงเคราะห์หญิง 1 หลัง อาคารพยาบาล 1 หลัง อาคารเอนกประสงค์ 1 หลัง และ

บ้านพักเจ้าหน้าที่ ปัจจุบันสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง เริ่มประสบปัญหาด้านพื้นที่คับแคบ ไม่เพียงพอต่อการใช้งานและตัวอาคารมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมาได้เห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ริเริ่มโครงการย้ายสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางไปยังสถานที่แห่งใหม่ที่มีความพร้อมและส่งเสริมคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุได้อย่างเหมาะสม

3.1.2.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร (User Behavior Analysis)

- เจ้าหน้าที่ / บุคลากร

1) ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ทั่วไป

ปฏิบัติงานตามเวลาราชการวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 8.30 น. – 17.30 น. เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการบางตำแหน่งมีการปฏิบัติงานในวันเสาร์ – อาทิตย์ ตามเวลาดังกล่าว

2) พี่เลี้ยง มีการปฏิบัติงานตลอด 24 ชั่วโมง

โดยมีการแบ่งเวลาการปฏิบัติงานออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ 6.0 น. – 16.00 น. , 16.00 น. – 24.00 น. , 24.00 น. – 8.00 น.

3) ผู้สูงอายุ

ใช้เวลาตลอด 24 ชั่วโมง ภายในบริเวณสถานสงเคราะห์ โดยมีกิจวัตรประจำวันที่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีส่วนร่วม ได้แก่

- ภาคเช้า
- 8.30 น. – 9.00 น. กายบริหาร
- กิจกรรมนันทนาการ (ทุกวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์)
- ภาคบ่าย
- 13.00 น. – 14.00 น. สวดมนต์
- นอกเหนือจากเวลาดังกล่าว เป็นเวลาอิสระ ผู้สูงอายุมีกิจกรรมส่วนตัวตามอัธยาศัย
- กำหนดเวลารับประทานอาหาร 3 มื้อ แต่ไม่ระบุเวลาแน่นอน ขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละบุคคล
- เวลาเข้านอน กำหนดที่ 20.30 น. แต่สามารถเข้านอนก่อน / หลัง เวลาดังกล่าวได้ ตามแต่ความต้องการของผู้สูงอายุและความเหมาะสม โดยมีพี่เลี้ยงหรือเจ้าหน้าที่เป็นผู้พิจารณา

4) ญาติและผู้มาเยี่ยม (ผู้มีจิตเมตตา)

ไม่สามารถระบุเวลาที่แน่นอนได้ แต่จะมาในช่วงเวลาราชการเท่านั้น ได้แก่ช่วงเวลา 8.30 น. – 17.30 น. สรุปพฤติกรรมผู้ใช้อาคารได้ดัง**ตารางที่ 3.1**

ตารางที่ 3.1 สรุปพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร

ผู้ใช้อาคาร	**ช่วงเวลา**	**ส่วนพื้นที่ที่เข้าใช้งาน**
ผู้บริหาร	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, สำนักงาน, โรงอาหาร
เจ้าหน้าที่ด้านงานบริหาร	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, สำนักงาน, โรงอาหาร, เรือนพักบุคลากร
พยาบาล	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, โรงอาหาร, เรือนพักบุคลากร, ห้องพยาบาล, ห้องทำกายภาพ
เจ้าหน้าที่งานสังคมสงเคราะห์	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, สำนักงาน, โรงอาหาร
ผู้ปฏิบัติงานด้านดูแลผู้สูงอายุ	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, สำนักงาน, โรงอาหาร, ห้องพยาบาล, เรือนพักอาศัย, ลานกิจกรรม, ห้องทำกายภาพ, ห้องฝึกหัตถกรรม, เรือนพักบุคลากร
พี่เลี้ยง	24 ชั่วโมง	ที่จอดรถ, โรงอาหาร, เรือนพักบุคลากร, ห้องพยาบาล, เรือนพักอาศัย, ลานกิจกรรม
พนักงานขับรถยนต์	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, โรงอาหาร, เรือนพักบุคลากร, ห้องพยาบาล, ลานกิจกรรม
ภารโรง / ช่าง / แม่บ้าน / รักษาความปลอดภัย	08.30 น.-17.30 น.	ทุกพื้นที่
พ่อครัว / แม่ครัว	07.00 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, โรงอาหาร, ครัว

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ผู้ใช้อาคาร	ช่วงเวลา	ส่วนพื้นที่ที่เข้าใช้งาน
ผู้สูงอายุ	24 ชั่วโมง	ห้องพยาบาล, เรือนพักอาศัย, ลานกิจกรรม, โรงอาหาร, ห้องนันทนาการ, ห้องสวดมนต์, ห้องฝึกหัตถกรรม, ห้องทำกายภาพ
ญาติและผู้มาเยี่ยม (ผู้มีจิตเมตตา)	08.30 น.-17.30 น.	ที่จอดรถ, สำนักงาน (ห้องรับรอง),ลานกิจกรรม

3.1.2.4 การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้งาน (Space Analysis and Area Requirement)

ก. การวิเคราะห์พื้นที่ใช้งานส่วนรวม (Space Analysis)

1) โรงอาหาร

จำนวนผู้ใช้รวมสูงสุด 440 คนแบ่งเป็น

เจ้าหน้าที่ / บุคลากร 40 คน(ปัจจุบันมีอยู่จริง 23 คน)

ผู้สูงอายุ 400 คน (ปัจจุบันมีอยู่จริง 100 คน)

ช่วงเวลาใช้งาน

12.00 น. – 13.00 น.

กำหนดให้ 1 คนใช้เวลาทานอาหาร 20 นาที

ใน 1 ชั่วโมง แบ่งผู้ใช้งานออกได้เป็น 60/20 = 3 ช่วง

ใน 1 ช่วง มีผู้ใช้งาน 440/3 =146.67 คน หรือ 147 คน

ดังนั้น 1 คน ใช้พื้นที่สำหรับทานอาหาร = 1.5 ตารางเมตร

รวมพื้นที่นั่งสำหรับทานอาหาร = 1.5 x 147 = 220.5 ตารางเมตร

ครัว ใช้พื้นที่ 30% ของพื้นที่นั่งสาหรับทานอาหาร = 0.3 x 220.5

(รวมพื้นที่ซักล้างและเก็บของ) = 66.15 ตารางเมตร

ห้องน้ำ แยกชาย – หญิง รวม 2 ห้อง = 20 x 2 = 40 ตารางเมตร

ห้องน้ำสำหรับผู้พิการ = 5 ตารางเมตร

รวมพื้นที่โรงอาหาร = 220.5 + 66.15 + 40 + 5 = 331.65 ตารางเมตร

2) ลานกิจกรรม / อาคารเอนกประสงค์
จำนวนผู้ใช้รวมสูงสุด 440 คนแบ่งเป็น
เจ้าหน้าที่ / บุคลากร / บุคคลภายนอก 40 คน
ผู้สูงอายุ 400 คน (ปัจจุบันมีอยู่จริง 100 คน)
1 คน ใช้พื้นที่ = 1.5 x 1.5 = 2.25 ตารางเมตร
รวมพื้นที่สาหรับทำกิจกรรม = 2.25 x 440 = 990 ตารางเมตร
ลาน / เวที + หลังเวที (Back stage) = 36 ตารางเมตร
ห้องน้ำ แยกชาย – หญิง รวม 2 ห้อง = 20 x 2 = 40 ตารางเมตร
ห้องน้ำสำหรับผู้พิการ = 5 ตารางเมตร
รวมพื้นที่ลานกิจกรรม = 990 + 36 + 40 + 5 = 1071 ตารางเมตร

3) ที่จอดรถ
ที่จอดรถยนต์ = 25 ตารางเมตร / คัน (รวมทางสัญจร)
ที่จอดรถบัส = 72 ตารางเมตร / คัน (รวมทางสัญจร)
ที่จอดรถจักรยานยนต์ = 3 ตารางเมตร / คัน (รวมทางสัญจร)
ที่จอดรถจักรยาน = 2.1 ตารางเมตร / คัน
ที่จอดรถบุคลากร จำนวน 20 คัน = 20 x 25 = 500 ตารางเมตร
ที่จอดรถบุคคลภายนอก จำนวน 80 คัน = 80 x 25 = 2,000 ตารางเมตร
ที่จอดรถบุคคลภายนอก (รถบัส) จำนวน 15 คัน = 15 x 72 = 1,080 ตารางเมตร
ที่จอดรถสถานสงเคราะห์ (รถตู้) จำนวน 2 คัน = 2 x 25 = 50 ตารางเมตร
ที่จอดรถสถานสงเคราะห์ (รถบัส) จำนวน 2 คัน =2 x 72 = 144 ตารางเมตร
ที่จอดรถจักรยานยนต์ จำนวน 15 คัน = 15 x 3 = 45 ตารางเมตร
ที่จอดรถจักรยาน จำนวน 10 คัน = 10 x 2.1 = 21 ตารางเมตร
รวมพื้นที่จอดรถ = 500 + 2,000 + 1,080 + 50 + 144 + 45 + 21 = 3,840 ตารางเมตร

4) เรือนพักอาศัย (เรือนนอน) แยกชาย – หญิง
จำนวนผู้ใช้รวมสูงสุด 25 คน (ต่อหลัง)

1 คน ใช้พื้นที่ = 5 ตารางเมตร (รวมทางสัญจร)

รวมพื้นที่ = 5 x 25 = 125ตารางเมตร (รวมทางสัญจร)

- ห้องอาบน้ำ

  ใช้งานสูงสุด 5 คน ต่อครั้ง

  1 คน ใช้พื้นที่ = 3 ตารางเมตร (รวมทางสัญจร)

  รวมพื้นที่ = 3 x 5 = 15ตารางเมตร (รวมทางสัญจร)

- ห้องสุขา

  จำนวนห้อง คิดเป็น 10% ของผู้ใช้งานทั้งหมด =25/10 = 3 ห้อง

  1 ห้องใช้พื้นที่ = 2ตารางเมตร

  พื้นที่ห้องสุขา = 3 x 2 = 6ตารางเมตร

  พื้นที่ห้องสุขารวมทางสัญจร = 10ตารางเมตร

- ห้องเก็บของ = 30 ตารางเมตร

  รวมพื้นที่เรือนพักอาศัย (1 อาคาร)= 125 + 15 + 10 + 30 = 180 ตารางเมตร

  จำนวนผู้สูงอายุสูงสุด 400 คน ใช้อาคารรวม = 400/25 = 16 อาคาร

  รวมพื้นที่เรือนพักอาศัย (16 อาคาร) = 16 x 180 = 2880 ตารางเมตร

ข. พื้นที่ใช้งานโครงการ (Area Requirement)

พื้นที่ใช้งานโครงการได้มาจากการสอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เป็นการคำนวณโดยประมาณขั้นต่ำ ในการออกแบบอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม พื้นที่ใช้งานโครงการโดยประมาณแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปพื้นที่ใช้งานโครงการ

ห้อง	จำนวนผู้ใช้งาน	พื้นที่			พื้นที่รวม (ตร.ม.)
		จำนวน (ห้อง)	พื้นที่ใช้งาน/คน	พื้นที่ใช้งาน/ห้อง	
ห้องทำงานผู้บริหาร (รวมพื้นที่รับรองแขก)	1	1	30	30	30
ห้องทำงานหัวหน้างานบริหาร	1	1	25	30	30
ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ด้านงานบริหาร (รวมมุมพักผ่อน)	6	1	5	30	36
ห้องเก็บของ / เอกสาร		1		20	20
ห้องน้ำ		2	1.5	20	20
โถงรับแขก		1	1	20	20
ห้องจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากผู้สูงอายุ		1		20	20
ห้องทำงานเจ้าหน้าที่พยาบาล, ผู้ปฏิบัติงานด้านดูแลผู้สูงอายุ, พี่เลี้ยง	11	1	5	55	60
ห้องทำหัตถการ		1		9	9
ห้องเก็บของ / เวชภัณฑ์		1		20	20
เจ้าหน้าที่งานสังคมสงเคราะห์	1	1	25	25	25
ห้องทำกายภาพบำบัด		1		60	60
ห้องน้ำ		2	1.5	20	20
ห้องพักพนักงานขับรถยนต์ / ภารโรง/ ช่าง / แม่บ้าน / พนักงานรักษาความปลอดภัย	5	1	4	20	20
ห้องเก็บของ / วัสดุ / เครื่องมืออุปกรณ์		1		20	20

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

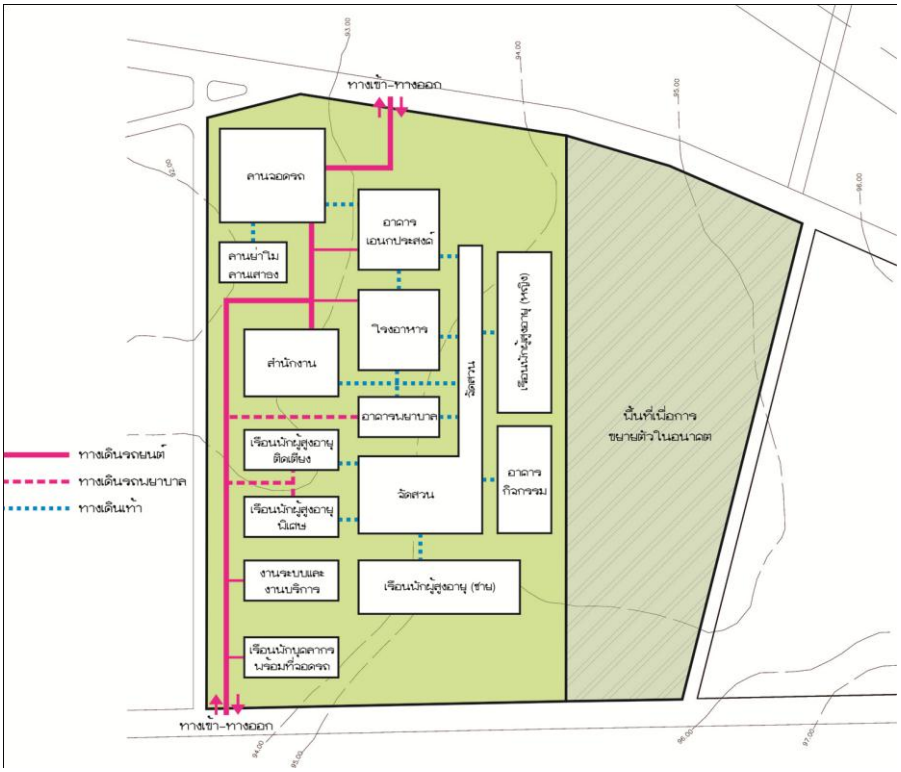
ห้อง	จำนวนผู้ใช้งาน	พื้นที่			พื้นที่รวม (ตร.ม.)
		จำนวน (ห้อง)	พื้นที่ใช้งาน/คน	พื้นที่ใช้งาน/ห้อง	
โรงอาหาร	440	1		331.65	340
ลานกิจกรรม/อาคารเอนกประสงค์	440	1		1,071	1,080
ห้องสวดมนต์		2		100	200
ห้องนันทนาการ		4		40	160
ห้องฝึกหัตถกรรม		4		100	400
ศาลาเยี่ยมญาติ		10		9	90
ห้องน้ำ (ภายนอกอาคาร)		6		20	120
ที่จอดรถ				3,340	3,340
พื้นที่บริการระบบสุขาภิบาล		1		30	30
พื้นที่บริการด้านระบบไฟฟ้า		1		30	30
พื้นที่บริการด้านขยะมูลฝอย		1		30	30
บ้านพักผู้ปกครอง		1		100	100
เรือนพักบุคลากร		15		30	450
ที่จอดรถ (เรือนพักบุคลากร)				500	500
เรือนพักผู้สูงอายุ	400			2,880	2,880
ลานเสาธง					20
ลานอนุเสาวรีย์ท้าวสุรนารี					20
รวมพื้นที่ทั้งโครงการ					**10,200**

3.1.3 เสนอแนวทางการออกแบบโครงการตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้

3.1.3.1 การจัดรวบรวมกิจกรรมเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ (Zoning)

หลังจากได้พื้นที่ใช้งานของโครงการทั้งหมด นำพื้นที่ของกิจกรรมต่างๆ มารวบรวมเป็นหมวดหมู่ (การทำ Zoning) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ตาม**รูปที่ 3.9** และมีการเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละส่วนดัง**รูปที่ 3.10**

รูปที่ 3.9 การจัดรวบรวมกิจกรรมเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ (Zoning)



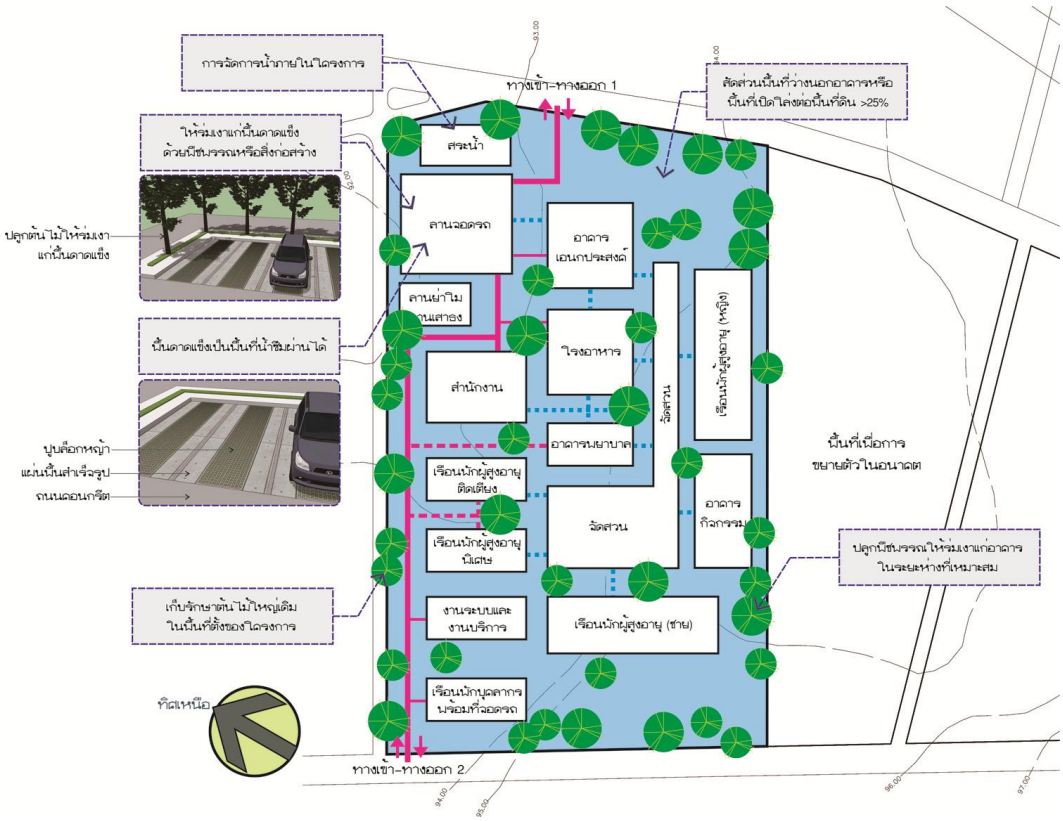
รูปที่ 3.10 การเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละส่วน

ก. ส่วนสาธารณะ (Public Zone) เป็นส่วนที่ทุกคน ซึ่งหมายถึง เจ้าหน้าที่ของสถานสงเคราะห์คนชรา ผู้สูงอายุ และแขก สามารถเข้าถึงและใช้บริการได้ ประกอบด้วย
   - ลานเสาธง
   - ลานอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี (จำลอง)
   - ที่จอดรถ
   - ศาลาเยี่ยมญาติ
   - อาคารเอนกประสงค์
   - โรงอาหาร

ข. ส่วนกึ่งสาธารณะ (Semi – Public Zone) เป็นส่วนที่เจ้าหน้าที่ของสถานสงเคราะห์ชรา ผู้สูงอายุภายในสถานสงเคราะห์คนชรา และบุคคลอื่นที่ได้รับอนุญาตให้เข้าถึงและใช้บริการได้ ประกอบด้วย
   - สำนักงาน
   - อาคารพยาบาลห้องกายภาพบำบัด
   - อาคารกิจกรรม(เช่น ห้องฝึกหัตกรรม, ห้องสวดมนต์, ห้องนันทนาการ เป็นต้น)
   - พื้นที่ส่วนงานระบบต่างๆ (ไฟฟ้า, ประปา, สุขาภิบาล, บำบัดน้ำเสีย, ขยะ)
   - เรือนนอนของผู้สูงอายุ แบ่งแยกชาย – หญิง
   - สวน (พื้นที่ส่วนกลาง)

ค. ส่วนพื้นที่สงวน (Private Zone) พื้นที่เฉพาะบุคลากรของสถานสงเคราะห์คนชราเท่านั้นที่ได้รับอนุญาตให้เข้าถึง และใช้บริการได้
   - เรือนพักบุคลากร พร้อมที่จอดรถ

3.1.3.2 การจัดทำแนวคิดการวางผังโครงการ (Schematic Design)



รูปที่ 3.11 แนวความคิดการวางผังโครงการ

จาก**รูปที่ 3.11** แนวคิดในการจัดวางผังโครงการ เกิดจากการนำ Bubble Diagram แสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์พื้นที่แต่ละกิจกรรมภายในโครงการ มาพัฒนาเป็นผังโครงการ โดยมีแนวคิดหลักดังต่อไปนี้

ก. สัดส่วนพื้นที่ว่างนอกอาคารหรือพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน

พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารควรมีขนาดเท่าที่จำเป็น เพราะขนาดของอาคารนั้นมีผลต่อการใช้พลังงานอยู่ไม่น้อย พื้นที่อาคารที่ใหญ่เกินความจำเป็นจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและทรัพยากรมากขึ้น การใช้พื้นที่ว่างภายในอาคารอย่างประหยัดจะทำให้พื้นที่ฐานอาคาร หรือ Building Footprint มีขนาดเล็กลง ทำให้สามารถมีพื้นที่เปิดโล่งเพิ่มมากขึ้นและสามารถปลูกพืชพรรณได้มากขึ้น ดังนั้นการลดขนาดอาคารที่ครอบคลุมพื้นที่ดินและเพิ่มพื้นที่โล่งว่างนั้นส่งผลดีต่อระบบนิเวศแวดล้อมหลายๆด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดการเกิดภาวะเกาะความร้อนในเมือง การเพิ่มพื้นที่เปิดโล่งเพื่อปลูกพืชพรรณทำให้สภาพแวดล้อมของพื้นที่ตั้งโครงการร่มรื่น สวยงาม เป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้แก่ผู้ใช้

อาคารและเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้แก่เมือง สัดส่วนของพื้นที่ว่างหรือพื้นที่เปิดโล่งนอกอาคารต่อพื้นที่ทั้งหมดกำหนดที่ร้อยละ 25 ขึ้นไป

ข. เก็บรักษาต้นไม้ใหญ่เดิมในพื้นที่ก่อสร้าง

ไม้ยืนต้นที่มีอยู่เดิมในพื้นที่นั้นมีคุณค่าในเชิงนิเวศ เพราะต้นไม้เดิมช่วยยึดเกาะหน้าดิน ช่วยกรองมลภาวะที่เกิดระหว่างการก่อสร้าง ช่วยร่นระยะเวลาในการสร้างความเขียวและร่มเงาให้แก่พื้นที่ เพราะต้นไม้เดิมได้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของพื้นที่มาได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว ในขณะที่ต้นไม้ที่นำมาปลูกใหม่ต้องใช้เวลาในการปรับตัวและต้องการการดูแลรักษากว่าจะเจริญเติบโตจนมีทรงพุ่มและความสูงตามที่ต้องการ

การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งอาคารจะหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีต้นไม้เดิม หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ทำการย้ายต้นไม้โดยมืออาชีพเพื่อนำไปปลูกบริเวณอื่นในพื้นที่แทน

ค. ปลูกพืชพรรณให้ร่มเงาแก่อาคารในระยะห่างที่เหมาะสม

ตำแหน่งการปลูกต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่มที่เหมาะสมในงานภูมิสถาปัตยกรรมมีผลต่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารมากกว่าจำนวนต้นไม้ เพราะการปลูกพืชพรรณรอบๆ อาคารในปริมาณที่มากเกินไปหรือปลูกชิดอาคารมากเกินไปอาจทำให้ความชื้นในบรรยากาศเพิ่มขึ้น หรือกัดขวางการไหลเวียนของกระแสลมเข้าสู่อาคาร ในขณะเดียวกันหากปลูกพืชพรรรในระยะห่างเกินไปก็จะไม่เกิดผลใดๆ ต่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

การปลูกพืชพรรณช่วยให้เกิดร่มเงาแก่ผนังอาคารและควบคุมทิศทางของกระแสลม ทำให้อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศมีการไหลเวียนของกระแสลมที่ดี และอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศมีอุณหภูมิบริเวณผนังอาคารลดลง ทั้งนี้ทิศทางที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชพรรณคือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้ ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับแสงแดดและกระแสลมประจำ โดยปลูกต้นไม้ใหญ่และหรือไม้พุ่มทางทิศตะวันออก ตะวันตก และหรือทิศใต้ของอาคาร ปลูกต้นไม้ใหญ่ที่ระยะห่างจากอาคารตั้งแต่ 4.5 เมตรขึ้นไปแต่ไม่เกิน 10 เมตร เพื่อป้องกันระบบรากทำลายโครงสร้างอาคารเพื่อให้ร่มเงาของต้นไม้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่อาคาร สำหรับไม้พุ่มให้ปลูกที่ระยะห่างจากอาคารระหว่าง 1.20-1.50 เมตร

เลือกปลูกพรรณไม้ที่มีความหนาแน่นทรงพุ่มและความสูงที่เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดดและกระแสลม กล่าวคือ ด้านทิศตะวันออก ควรปลูกไม้

ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงพุ่มโปร่งเพื่อบังแสงแดดยามเช้า ด้านทิศใต้ ควรปลูกไม้ยืนต้นสูง ทรงพุ่มค่อนข้างโปร่ง เพื่อบังแสงแดดทางทิศใต้ ในขณะเดียวกันก็ให้กระแสลมประจำพัดผ่านได้ และด้านทิศตะวันตก ควรปลูกไม้ยืนต้นสูง ทรงพุ่มหนาแน่นเพื่อบังแสงแดดแรงในยามบ่ายถึงเย็น ควรเน้นการปลูกต้นไม้ใหญ่หรือไม้พุ่มเพื่อให้ร่มเงาแก่ช่องเปิดอาคาร ซึ่งได้แก่ หน้าต่าง ประตู

ง. ให้ร่มเงาแก่พื้นดาดแข็งด้วยพืชพรรณหรือสิ่งก่อสร้าง

พื้นดาดแข็งที่ไม่ได้รับร่มเงาใดๆ จะก่อให้เกิดความร้อนจากการดูดซับรังสีอาทิตย์และจะสะท้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคารที่อยู่ข้างเคียงได้มากกว่าพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณ เพราะพื้นดาดแข็งดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ประมาณร้อยละ 50ในขณะที่ร้อยละ 40 สะท้อนออกมาในรูปรังสีความร้อน ดังนั้นการให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็งด้วยการปลูกพืชพรรณหรือได้ร่มเงาจากอาคารจึงมีส่วนเป็นอย่างยิ่งในการช่วยลดรังสีความร้อนและอุณหภูมิของบรรยากาศรอบอาคารได้

ในการวางผังบริเวณกำหนดให้พื้นดาดแข็งเช่น ถนน ทางเดิน ลานต่างๆ อยู่ทางทิศเหนือหรือทางทิศตะวันออกของอาคาร เพื่อจะได้รับร่มเงาจากอาคาร กรณีที่ใช้ไม้ยืนต้นให้ร่มเงาแก่พื้นดาดแข็ง ให้มีไม้ยืนต้นอยู่ทางทิศตะวันออก ทิศใต้ หรือทิศตะวันตกของพื้นดาดแข็งนั้น ไม้ยืนต้นอาจเป็นไม้ยืนต้นเดิมที่เก็บรักษาไว้ หรือไม้ยืนต้นปลูกใหม่ และใช้วัสดุปูพื้นดาดแข็งที่มีสีอ่อน เพื่อลดการดูดซับรังสีความร้อน

จ. พื้นที่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของพื้นดาดแข็งเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่านได้

ในพื้นที่ธรรมชาตินั้นปริมาณน้ำฝนกว่าร้อยละ 50 สามารถซึมผ่านลงสู่ชั้นดินได้ มีเพียงร้อยละ 10 ที่กลายเป็นน้ำไหลนอง แต่ในทางกลับกันเมื่อพื้นที่ธรรมชาติถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เมืองและพื้นดาดแข็ง เช่น ถนน ลานจอดรถ และลานต่างๆ ปริมาณน้ำที่เคยซึมผ่านลงดินเพื่อสะสมเป็นน้ำใต้ดินก็จะกลายเป็นน้ำไหลนอง การที่มีปริมาณน้ำไหลนองสูงจะเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมขัง และการเกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำธรรมชาติ การเพิ่มความสามารถในการซึมซับน้ำฝนลงสู่ชั้นดินด้วยการใช้วัสดุปูพื้นที่น้ำซึมผ่านได้นั้น นอกจากจะเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมแล้ว ยังจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประหยัดน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมได้

วัสดุพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้ หมายถึงวัสดุสำหรับปูพื้นในงานภูมิสถาปัตยกรรมที่มีช่องหรือรูสำหรับให้น้ำฝนซึมผ่านลงสู่ชั้นดินได้ร้อยละ 10

ขึ้นไป เช่น บล็อกหญ้าวางอยู่บนทรายบดอัด หรือ แผ่นปูพื้นแบบหน่วยย่อย เช่น แผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป ควรเว้นร่องกว้างประมาณ 2.5-3.125 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย

ฉ. ทางเข้า-ออก และเส้นทางสัญจรภายในโครงการ

เนื่องจากสถานที่ตั้งของโครงการมีถนน 2 ด้าน โดยถนนด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตก มีลักษณะที่เหมาะสมต่อการเข้าสู่โครงการ จึงให้มีทางเข้า-ออก 2 ทาง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ทั้งผู้ใช้งานในโครงการ และแขกจากภายนอก ซึ่งทางเข้าหลักจะอยู่ทางด้านทิศตะวันออก ติดกับทางหลวงชนบท นม 1020 ซึ่งออกสู่ถนนมิตรภาพได้ การเดินทางมายังพื้นที่โครงการด้วยเส้นทางนี้สะดวกที่สุด ทางเข้าที่ 2 อยู่ทางทิศตะวันตก ติดกับถนนเทศบาล 10 เส้นทางนี้ออกสู่ถนนมิตรภาพได้เช่นเดียวกัน แต่จุดเชื่อมต่อกับถนนมิตรภาพเป็นตลาดและแหล่งชุมชน การเดินทางมาเส้นทางนี้อาจจะไม่สะดวกเท่าที่ควร

เส้นทางสัญจรรถยนต์ภายในโครงการ ตัดผ่านลานจอดรถ อาคารสำนักงาน พื้นที่บริการ (Loading Area) ของอาคารเอนกประสงค์และโรงอาหาร อาคารพยาบาล เรือนพักผู้สูงอายุติดเตียง อาคารงานระบบ และเรือนพักบุคลากร แต่รถยนต์ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเรือนพักผู้สูงอายุได้ ยกเว้นรถพยาบาลฉุกเฉินเท่านั้น

กำหนดให้สวน/ลานกิจกรรม เป็นศูนย์กลางของพื้นที่เรือนพักผู้สูงอายุ เชื่อมต่อกับอาคารต่างๆ โดยมีอาคารเอนกประสงค์และโรงอาหารเป็นศูนย์กลางกิจกรรม เรือนพักผู้สูงอายุอยู่โดยรอบสวน/ลานกิจกรรม ระยะทางเดินจากเรือนพัก (เรือนที่ไกลที่สุด) สู่อาคารเอนกประสงค์และโรงอาหาร ประมาณ 160 เมตร

ช. การจัดการน้ำภายในโครงการ

เนื่องจากลักษณะของพื้นที่โครงการอยู่ต่ำกว่าถนนโดยรอบ และมีลักษณะลาดเอียงสู่ทิศเหนือ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการบริหารจัดการน้ำที่ไหลผ่านโครงการ และให้มีพื้นที่รับน้ำสำหรับกรณีฉุกเฉิน จึงกำหนดให้มีสระเก็บน้ำบริเวณจุดต่ำสุดของพื้นที่โครงการ

3.1.4 ออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ช่วยเหลือตัวเองได้) ด้วยแนวคิดการประหยัดพลังงาน

จากการรวบรวมแนวทางการออกแบบ สถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศของจังหวัดนครราชสีมา และแนวคิดการออกแบบในด้านต่างๆ ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ที่สามารถบรรลุข้อกำหนดของแนวคิดการประหยัดพลังงานได้ตามกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 การจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ด้วยโปรแกรม SketchUp

สร้างหุ่นจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ด้วยโปรแกรม SketchUp เพื่อแสดงให้เห็นรูปทรง และลักษณะของอาคาร จัดวางอาคารตามตำแหน่งและระยะที่กำหนดในผัง และให้ค่าแสงอาทิตย์แก่หุ่นจำลอง ตามวัน เวลา ที่จะทำการทดสอบว่าเมื่ออาคารวางตามทิศทางที่กำหนดช่วงเวลาใดจะทำให้แสงแดดส่งผลกระทบต่อตัวอาคารอย่างไร จะได้มีการปรับปรุงและแก้ปัญหาเพื่อให้อาคารเป็นไปตามแนวคิดการประหยัดพลังงาน

3.2.2 การคำนวณค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) คือค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านผนังและหน้าต่างเข้าสู่อาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาของอาคาร เรียกว่า RTTV โดยใช้สำหรับพื้นที่ ที่มีการปรับอากาศกฎหมายกำหนดให้อาคารสร้างขึ้นหลังปี พ.ศ.2536 จะต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 45วัตต์ / ตารางเมตร และ RTTV ไม่เกิน 25วัตต์/ตารางเมตร

$$OTTVi = (Uw)(1-WWR)(TDeq) + (Uf)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

OTTVi คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

Uw คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร - องศาเซลเซียส

WWR ต่อ คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และหรือของผนังโปร่งแสงพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

Uf คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง หรือกระจก มีหน่วย เป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่าน ผนังโปร่งแสงหรือกระจกให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จะได้ประกาศกำหนด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และ/หรือ ผนังทึบแสง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTVi) รวมกันให้คำนวนจากสมการดังต่อไปนี้เมื่อ

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \ldots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \ldots + A_{wi}}$$

Awi คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร

OTTVi คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน (RTTVni) ให้คำนวนจากสมการดังต่อไปนี้

$$RTTV_n = \frac{(A_{w1})(RTTV_{n1}) + (A_{w2})(RTTV_{n2}) + \ldots + (A_{wi})(RTTV_{ni})}{A_{w1} + A_{w2} + \ldots + A_{wi}}$$

Awi คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร

RTTVni คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน

RTTVni = (Ur) (1-SRR) (TDeq) + (Us)(SRR)(ΔT) + (SRR)(SHGC) (SC) (ESR)

RTTVni คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมหลังคาส่วนที่พิจารณา หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

Us คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

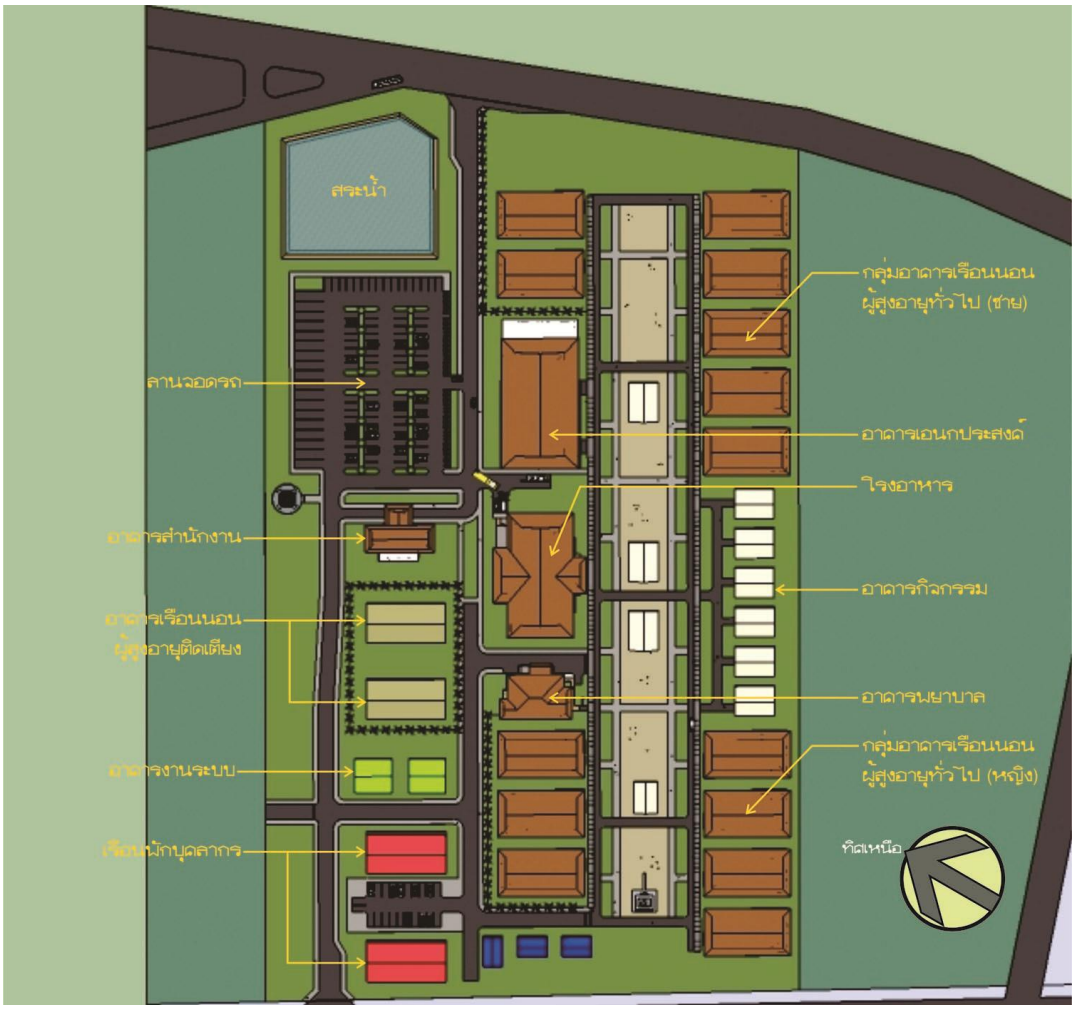
ESR คือ รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน หรือปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ ผนังโปร่งแสง และ/หรือ ผนังทึบแสง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

การคำนวณค่า OTTV และ RTTV ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณจากโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a เพื่อตรวจสอบว่าอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ช่วยเหลือตัวเองได้) ที่ได้ออกแบบนั้นมีค่าการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสมตามแนวคิดการประหยัดพลังงาน

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

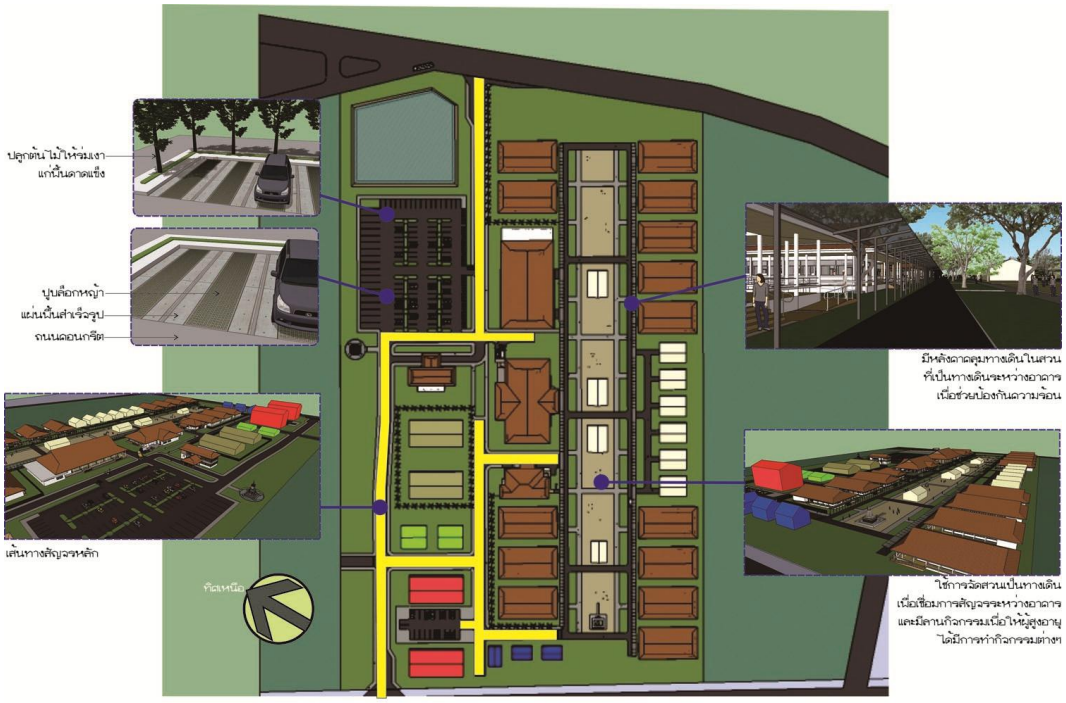
บทนี้นำเสนอแบบผังบริเวณและแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ของโครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง จ.นครราชสีมา ตามหลักอาคารเขียวและเข้าถึงได้ การออกแบบสรุปได้ดังนี้

4.1 ผังบริเวณของโครงการ



รูปที่ 4.1 ผังบริเวณของโครงการ

รูปที่ 4.2 ทัศนียภาพผังบริเวณของโครงการ



รูปที่ 4.3 แนวความคิดการวางผังบริเวณของโครงการ

รูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ผังบริเวณของโครงการ ซึ่งสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) มีทางเข้า-ออกโครงการ 2 ทาง คือทางด้านทิศตะวันออกเป็นทางเข้า-ออกหลัก ด้านทิศตะวันตกเป็นทางเข้ารอง
2) จัดให้มี

- อาคารสำนักงาน จำนวน 1 หลัง
- อาคารเอนกประสงค์ จำนวน 1 หลัง
- อาคารโรงอาหาร จำนวน 1 หลัง
- อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ชาย) จำนวน 7 หลัง (หลังละ 25 เตียง)
- อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (หญิง) จำนวน 7 หลัง (หลังละ 25 เตียง)
- อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุติดเตียง (ชาย) จำนวน 1 หลัง (หลังละ 25 เตียง)
- อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุติดเตียง (หญิง) จำนวน 1 หลัง (หลังละ 25 เตียง)
- อาคารกิจกรรม จำนวน 10 หลัง
- อาคารพยาบาล จำนวน 1 หลัง
- อาคารงานระบบ จำนวน 2 หลัง
- อาคารเรือนพักบุคลากร จำนวน 2 หลัง
- ลานจอดรถ

3) ใช้การจัดสวนเป็นทางเดิน เพื่อเชื่อมการสัญจรระหว่างอาคาร และมีลานกิจกรรมเพื่อให้ผู้สูงอายุได้มีการทำกิจกรรมต่างๆ
4) ถนนสำหรับการสัญจรหลักภายในโครงการเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนบริเวณที่จอดรถปูด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป สลับกับการปูบล็อกหญ้า และให้มีการวางระบบระบายน้ำด้วยรางระบายน้ำเพื่อให้ไหลลงสู่สระน้ำของโครงการ
5) การเข้าถึงของรถยนต์จะไม่ให้เข้าไปในส่วนที่เป็นเรือนพักของผู้สูงอายุ เพื่อไม่ให้เกิดอันตราย แต่จะมีทางฉุกเฉินสำหรับรถพยาบาลได้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินเท่านั้น
6) มีหลังคาคลุมทางเดินในสวนที่เป็นทางเดินระหว่างอาคาร เพื่อช่วยป้องกันความร้อน
7) มีการเก็บรักษาต้นไม้ใหญ่เดิมในพื้นที่โครงการ และปลูกต้นไม้เพิ่มเพื่อให้ร่มเงาแก่ตัวอาคารและพื้นที่ดาดแข็ง
8) การบริหารจัดการน้ำในโครงการ
   - จัดให้มีพื้นที่รับน้ำในจุดที่ต่ำสุดของพื้นที่
   - มีระบบบำบัดน้ำเสียในโครงการเพื่อบำบัดน้ำทิ้งบางส่วนให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้
   - มีการจัดเก็บน้ำฝน สำหรับใช้ในโครงการ เพื่อลดการใช้น้ำประปาและสำหรับใช้ในยามฉุกเฉิน
   - ติดตั้งมาตรวัดย่อย เพื่อการบริหารจัดการการใช้น้ำ และตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณพื้นที่หลักและบริเวณโดยรอบอาคาร

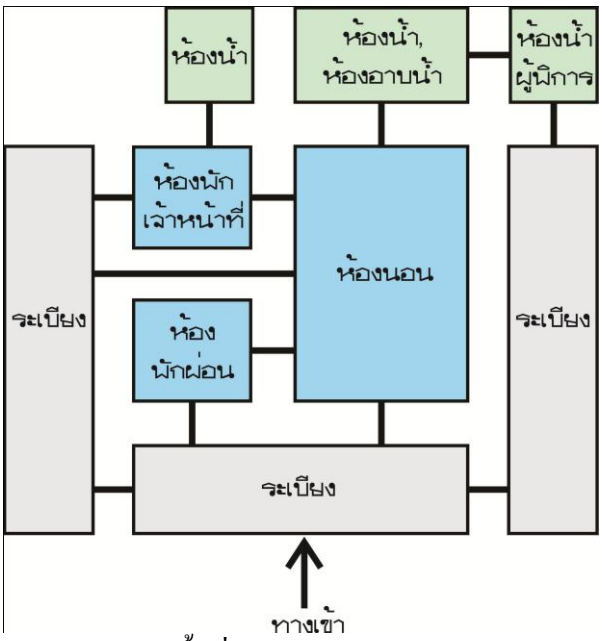
4.2 อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป (ช่วยเหลือตัวเองได้)

4.2.1 พื้นที่ใช้สอยอาคาร

อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไปกำหนดให้เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว ที่มีพื้นที่อาคาร 518 ตารางเมตร และประกอบด้วยห้องนอนจำนวน 25 เตียง ขนาด 240 ตารางเมตร, ห้องพักผ่อนขนาด 24 ตารางเมตร, ระเบียงทางเดินขนาด 151 ตารางเมตร, ห้องน้ำและห้องอาบน้ำขนาด 65 ตารางเมตร, ห้องน้ำสำหรับผู้พิการ 6 ตารางเมตร, ห้องพักสำหรับเจ้าหน้าที่ขนาด 28 ตารางเมตร และห้องน้ำสำหรับเจ้าหน้าที่ขนาด 4 ตารางเมตร **ตารางที่ 4.1** และ**รูปที่ 4.4** สรุปและแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอย

ตารางที่ 4.1 พื้นที่ใช้สอยอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

ชื่อห้อง	**จำนวน (ห้อง)**	**พื้นที่ (ตารางเมตร)**
ห้องนอนจำนวน 25 เตียง	1	240
ห้องพักผ่อน	1	24
ระเบียงทางเดิน	1	151
ห้องน้ำ และห้องอาบน้ำ	1	65
ห้องน้ำสำหรับผู้พิการ	1	6
ห้องพักสำหรับเจ้าหน้าที่	1	28
ห้องน้ำสำหรับเจ้าหน้าที่	1	4
รวมพื้นที่		518

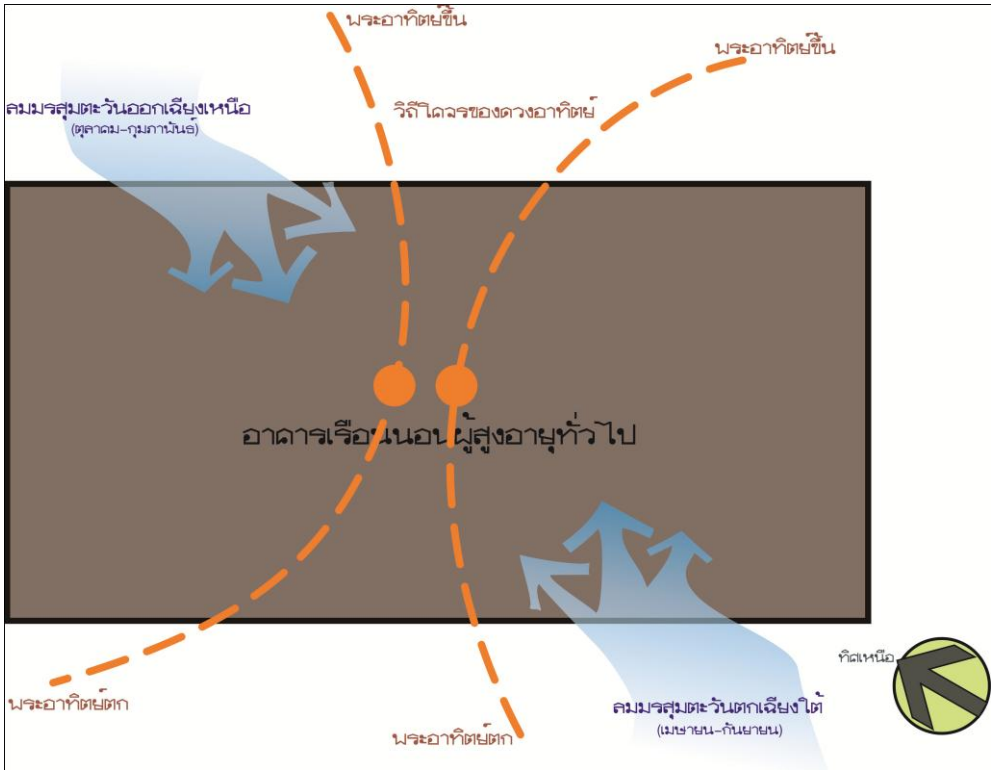


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

4.2.2 ที่ตั้งอาคาร

รูปที่ 4.5 ตำแหน่งที่ตั้งอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป โดยให้อาคารแต่ละหลังห่างกัน 8 เมตร เชื่อมต่อกันโดยลานกิจกรรมและสวน การวิเคราะห์ทิศทางของแสงแดด และลม ที่จะกระทำต่ออาคารแสดงใน**รูปที่ 4.6**



รูปที่ 4.6 ทิศทางดวงอาทิตย์ และทิศทางกระแสลมที่พัดผ่านอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

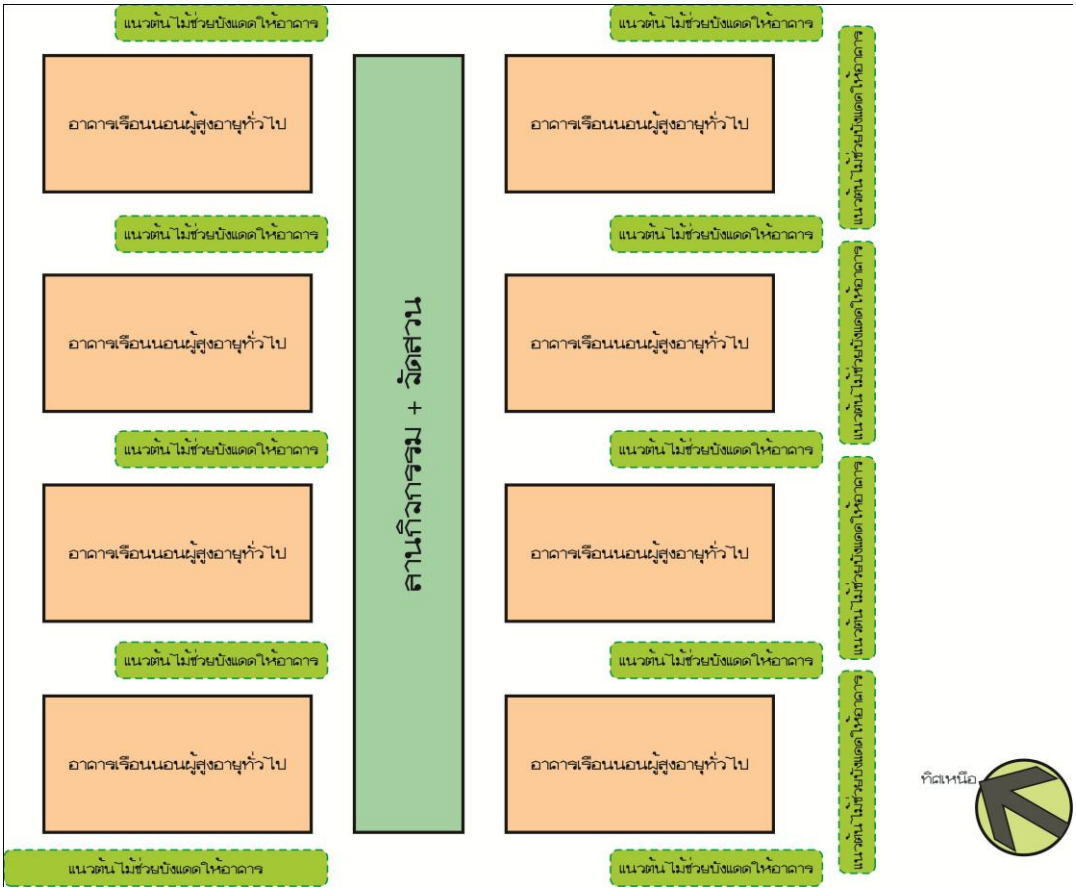
4.2.3 แนวคิดในการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

4.2.3.1 พลังงาน

ก. จัดผังพื้นให้พื้นที่อยู่อาศัยได้รับลมในช่วงกลางวัน และแสงธรรมชาติ มีระเบียงโดยรอบเพื่อให้ผู้พักอาศัยได้พักผ่อนช่วงเวลากลางวัน และระเบียงยังช่วยป้องกันแสงแดดในช่วงเวลากลางวันที่จะกระทบต่อบริเวณห้องนอน

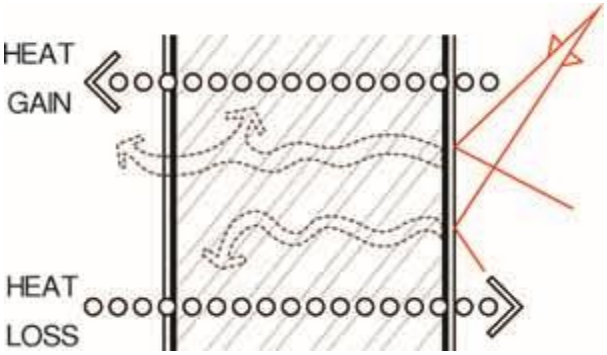
ข. ออกแบบภูมิทัศน์ที่ส่งเสริมการประหยัดพลังงาน เช่น การปลูกต้นไม้ในตำแหน่งที่สามารถช่วยบังแดดให้กับอาคาร และยังช่วยเพิ่มบรรยากาศที่ดีให้กับอาคารด้วย (**รูปที่ 4.7**)

ค. วางตำแหน่งอาคารโดยเว้นระยะห่างแต่ละอาคาร 8 เมตร เพื่อให้สามารถใช้งานภายนอกอาคาร และยังช่วยบังแดดให้อาคารข้างเคียงด้วย (**รูปที่ 4.7**)



รูปที่ 4.7 แนวคิดการจัดวางอาคารและต้นไม้ในพื้นที่ เพื่อให้ร่มเงาแก่อาคาร

ง. ใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูงในจุดที่เหมาะสม ในการก่อผนังที่เป็นกรอบอาคาร จะใช้อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบ ทาสีผนังสีอ่อน (**รูปที่ 4.8**) ผนังหนาจะช่วยให้ความร้อนไหลผ่านเข้าสู่ในอาคารได้น้อยและช้าลง



รูปที่ 4.8 ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่น

จ. ใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติการหน่วงความร้อนและความจุความร้อนของวัสดุในการกักเก็บความเย็นจากการระบายอากาศในช่วงกลางคืนและหน่วงความร้อนให้เข้าในอาคารช้าลง

ฉ. เลือกใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient;SHGC) สูง แต่ต้องคำนึงถึงค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (visible transmittance)ไม่ให้สูงเกินไปด้วย โดยเลือกใช้กระจกสีเขียวซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ 0.54 และคำนึงถึงค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น 0.76

ช. ให้ร่มเงาแก่ช่องเปิดและผนังอาคาร

ซ. การระบายอากาศตามธรรมชาติ ในพื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่าร้อยละ 70 มีช่องระบายอากาศ 2 ด้านตรงข้าม พื้นที่ใช้สอยหลักที่เหลือ มากกว่าร้อยละ 20 มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ทั้งนี้ควรมีพื้นที่ช่องระบายอากาศร้อยละ 20-30 ของพื้นที่ใช้สอยนั้น เพื่อลดการใช้พลังงานในการทำความเย็น หริอการระบายอากาศในพื้นที่ใช้สอย

4.2.3.2 ระบบเครื่องกล

ก. วางแผนการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ (**รูปที่ 4.9**)

ข. ใช้พัดลมเพื่อเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารทำให้รู้สึกเย็นลง และเพื่อเพิ่มอัตราการระบายอากาศในช่วงกลางคืน เนื่องจากความเร็วลมต่ำ

ค. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ

ง. ในการออกแบบผังพื้น พื้นที่ใช้สอยหลักเป็นห้องนอน แสงธรรมชาติจะผ่านเข้ามาทางกระจกหน้าต่างและประตู แต่อยู่ในระดับที่ไม่สว่าง

เกินไป ในการเลือกใช้ดวงโคมใช้ไฟฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งช่วยประหยัดพลังงานได้ ไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคารที่ใช้ในเวลากลางคืน ใช้ดวงโคมพลังแสงอาทิตย์ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า

4.2.3.3 วัสดุ

ก. เลือกใช้วัสดุที่มีพลังงานสะสมต่ำ (low embody energy)

ข. เลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต

ค. เลือกใช้วัสดุที่มีส่วนประกอบของวัสดุจากการรีไซเคิล (recycle content)

ง. ใช้วิธีการก่อสร้างที่สามารถนำวัสดุมาใช้ใหม่ได้ เมื่ออาคารไม่ใช้งานแล้วเช่น การประกอบที่สามารถแยกชิ้นส่วนได้ในภายหลัง ทำให้นำมารีไซเคิลได้ง่าย

จ. เลือกใช้วัสดุที่มีความคงทน ต้องการการบำรุงรักษาน้อย

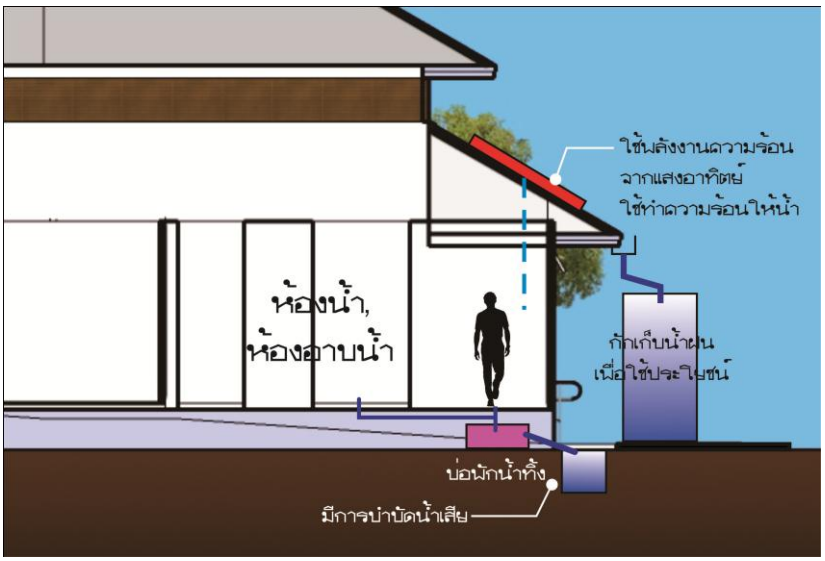
4.2.3.4 น้ำ

ก. กักเก็บน้ำฝนเพื่อใช้ประโยชน์ ในการรดน้ำต้นไม้ หรือนำไปใช้งานภายในอาคารได้ โดยจัดให้มีพื้นที่กักเก็บน้ำ และบ่อกรองตะกอน (**รูปที่ 4.9**)

ข. การบำบัดน้ำทิ้งจากการซักผ้า, อ่างล้างมือ, การอาบน้ำ บำบัดโดยการทิ้งน้ำไว้ให้ตกตะกอน แล้วนำไปเก็บในบ่อเพื่อรอการใช้งาน และจะนำกลับมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้เป็นหลัก (**รูปที่ 4.9**)

ค. น้ำเสียจากส้วมบำบัดโดยการใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

ง. เลือกใช้อุปกรณ์และสุขภัณฑ์ที่มีระบบประหยัดน้ำ



รูปที่ 4.9 การกักเก็บน้ำฝน การบำบัดน้ำทิ้ง และการใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการทำความร้อนให้กับน้ำ

4.2.3.5 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ก. เลือกใช้วัสดุที่ไม่คายสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เช่น Volatile Organic Compound (VOC), ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นต้น

ข. มีการระบายอากาศภายในอาคารอย่างเพียงพอ โดยใช้พัดลมช่วยเพิ่มอัตราการระบายอากาศในบางช่วงเวลา

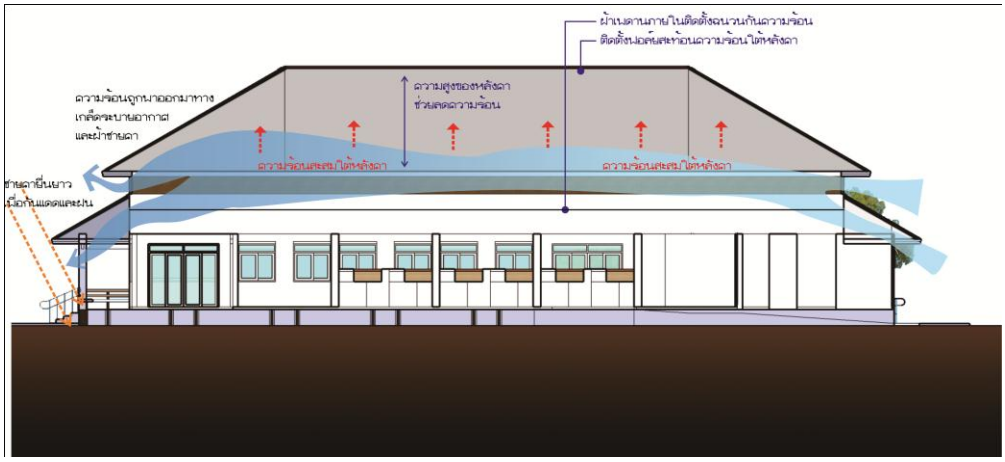
ค. คำนึงถึงคุณภาพของแสงสว่างภายในอาคาร ลดความจ้าของแสงจากช่องเปิดด้วยม่านบังแดด

ง. สร้างสภาพแวดล้อมภายใน ให้ผู้พักอาศัยมีความรู้สึกที่ดี เช่นการจัดวางเตียงนอน ส่วนที่มีการวางเตียงนอนติดหน้าต่างจะได้เปรียบเรื่องทิวทัศน์มากกว่า ดังนั้นบริเวณตรงกลางห้องที่มีการจัดเตียงนอน ทำการตกแต่งภายในบริเวณหัวเตียงที่เป็นฉากกั้นให้สวยงาม (**รูปที่ 4.10**)

รูปที่ 4.10 การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีภายในอาคาร

4.2.3.6 รูปแบบของอาคาร

ก. ออกแบบให้หลังคาเป็นแบบปั้นหยา ซ้อน 2 ชั้น มีช่องบานเกล็ดระบายอากาศแบบติดตาย เพื่อเป็นตัวช่วยในการระบายความร้อนของหลังคา เนื่องจากอาคารมีความยาวมาก ช่องระบายอากาศรอบด้านจะช่วยให้มีการระบายอากาศที่ดีมากขึ้น และให้ชายคายื่นยาวออกมาจากตัวอาคาร เพื่อช่วยกันแดดและฝน (**รูปที่ 4.11**) หลังคามุงด้วยกระเบื้องลอน สีอ่อน หนา 5 มม. ปูแผ่นสะท้อนความร้อนใต้หลังคา และปูฉนวนกันความร้อนใยแก้ว หุ้มรอบด้านด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอล์ย ชนิดเสริมแรง หนา 75 มม. ที่ฝ้าเพดาน

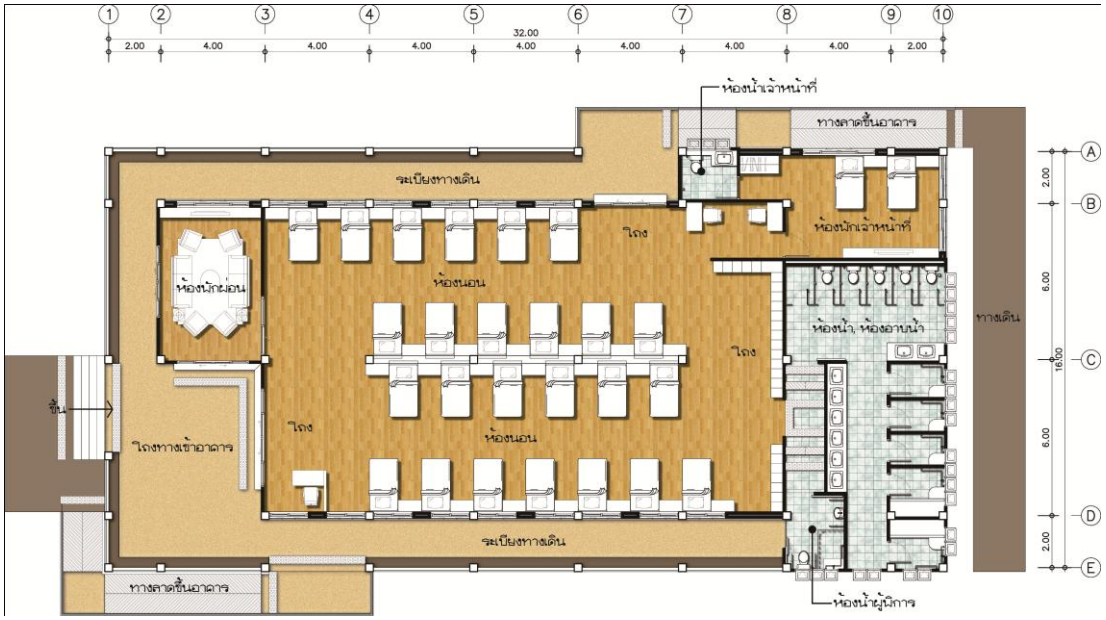


รูปที่ 4.11 ภาพตัดทางขวางแสดงการระบายอากาศ

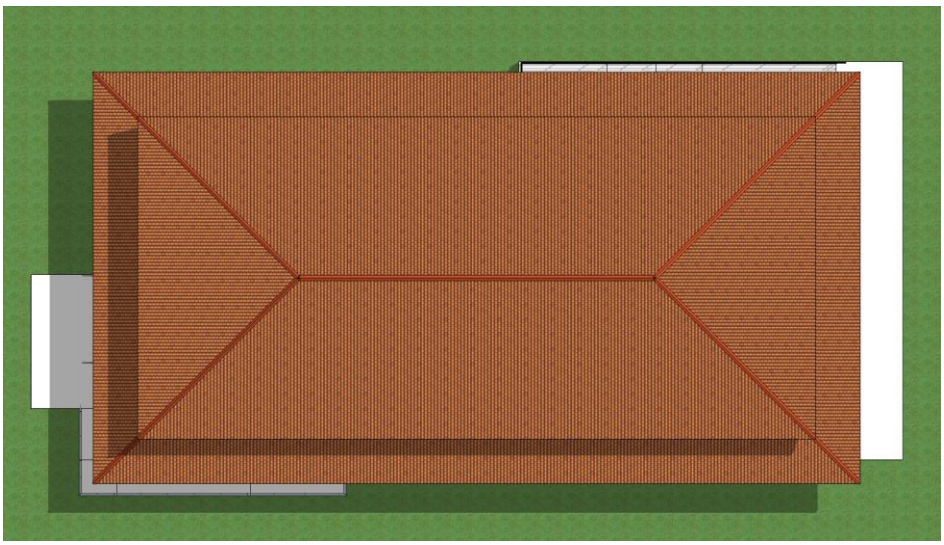
ข. จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ ตามกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548

4.2.4 รูปแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป ด้วยแนวคิดประหยัดพลังงาน

ออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป โดยเน้นหลักธรรมชาติ ดัง**รูปที่ 4.12 – รูปที่ 4.18**



รูปที่ 4.12 ผังพื้นอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป



รูปที่ 4.13 ผังหลังคาอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.14 รูปด้านหน้าอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.15 รูปด้านข้างซ้ายอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.16 รูปด้านหลังอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.17 รูปด้านข้างขวาอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูปที่ 4.18 ทัศนียภาพภายนอกอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

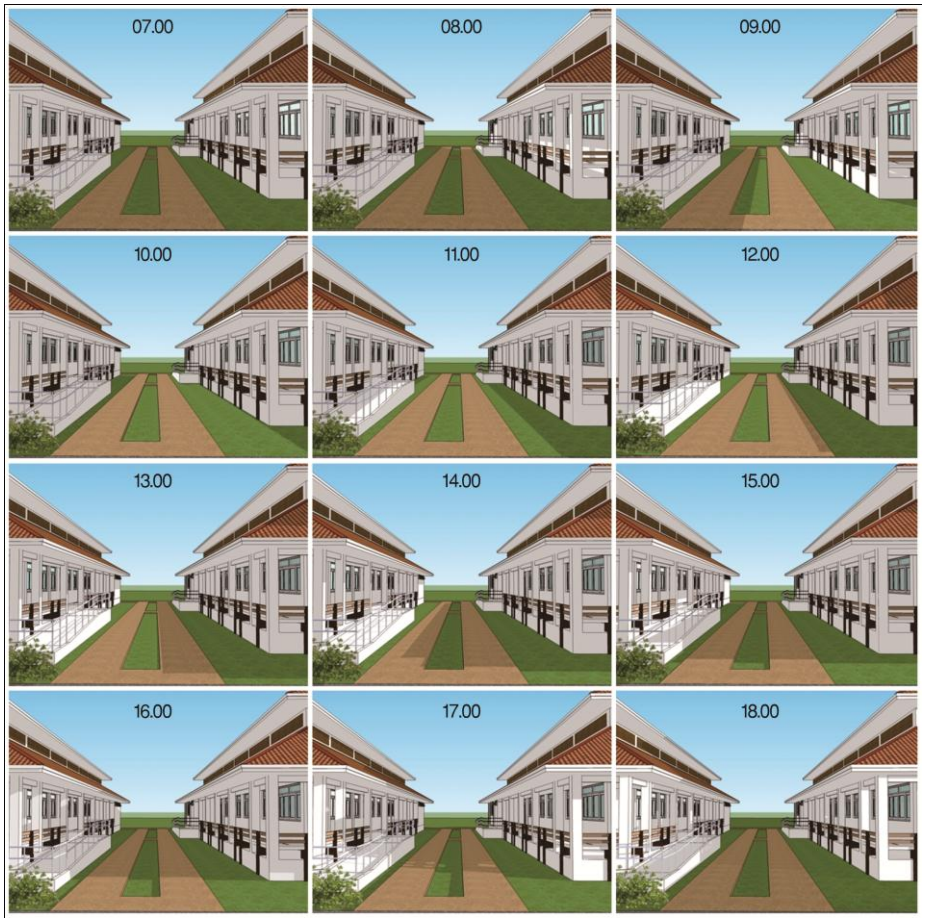
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.5.1 วิเคราะห์ทิศทางแสงแดดที่ส่งผลกระทบต่ออาคาร ด้วยโปรแกรม SketchUp

รูปที่ 4.19 หุ่นจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป

รูป 4.19 แสดงการขึ้นหุ่นจำลองอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไป และการจัดวางอาคารตามแบบผังบริเวณด้วยโปรแกรม SketchUp การให้ค่าแสงอาทิตย์ตามช่วงเวลาต่างๆ ทำโดยการตั้งค่าทดสอบการโคจรของดวงอาทิตย์มีดังนี้

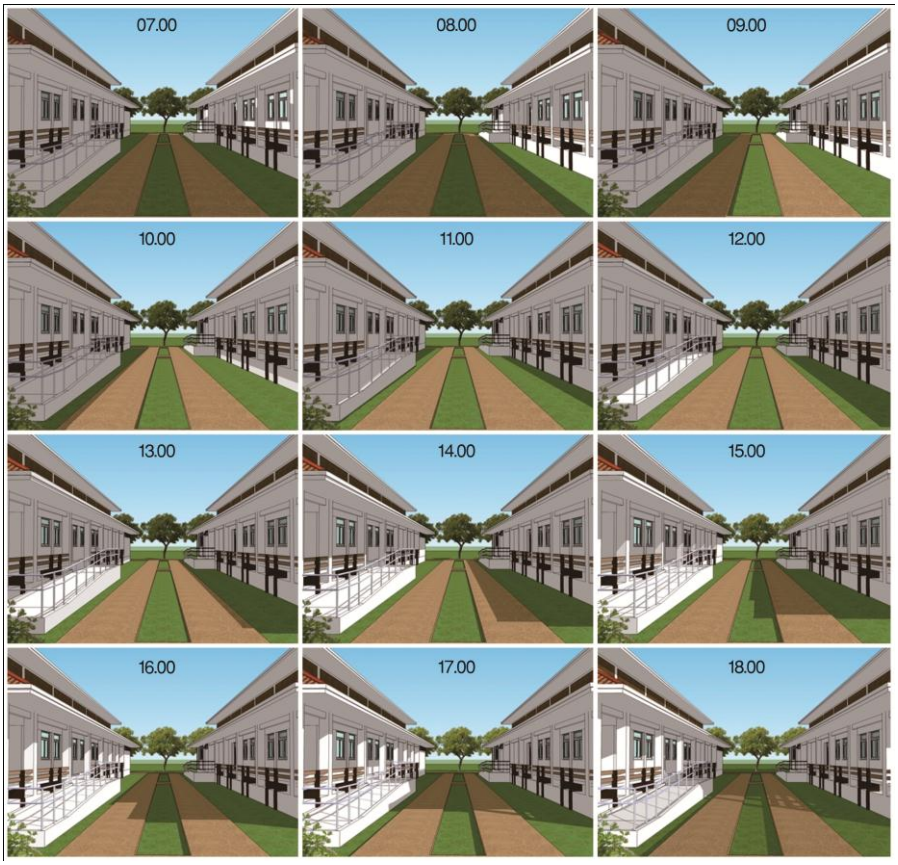
1) วันที่ 23 มีนาคม 2557 พระอาทิตย์ขึ้นเวลาประมาณ 06.02 น. พระอาทิตย์ตกเวลาประมาณ 18.13 น. มีการโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกับตัวอาคาร ในแต่ละช่วงเวลาแสดงได้ดัง**รูปที่ 4.20** ในช่วงเช้าแสงแดดจะส่องเข้าทางทิศตะวันออกของอาคารไม่นาน แต่ช่วงบ่ายแสงแดดจะส่องเข้าทางด้านทิศตะวันตกตั้งแต่เวลา 13.00 น.เป็นต้นไป และมีการอ้อมมาทางเหนือเล็กน้อยในช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 15.00 น.



รูปที่ 4.20 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 23 มีนาคม 2557

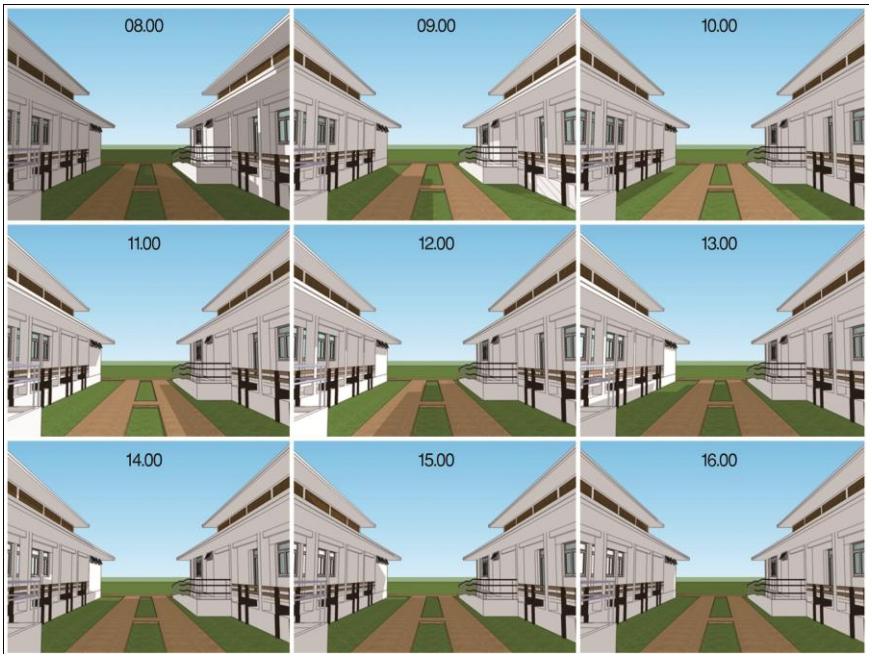
2) วันที่ 22 มิถุนายน 2557 พระอาทิตย์ขึ้นเวลาประมาณ 04.38 น. พระอาทิตย์ตกเวลาประมาณ 19.28 น. การโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกับตัวอาคาร ในแต่ละช่วงเวลาแสดงได้ดัง**รูปที่ 4.21** ในเดือนนี้ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางทิศ

เหนือมากที่สุด ช่วงเช้าแสงแดดจะส่องเข้าทางทิศตะวันออกของอาคารไม่นาน แต่ช่วงบ่ายแสงแดดจะส่องเข้าทางด้านทิศตะวันตกตั้งแต่เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป และอ้อมมาทางเหนือมากที่สุด



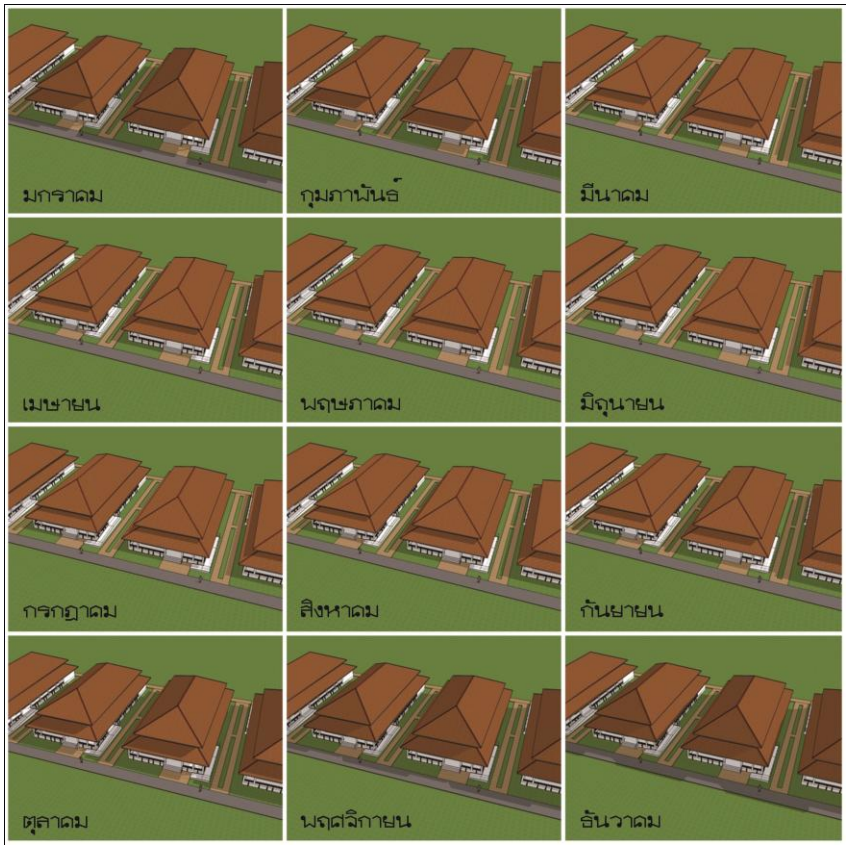
รูปที่ 4.21 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 มิถุนายน 2557

3) วันที่ 22 ธันวาคม 2557 พระอาทิตย์ขึ้นเวลาประมาณ 07.25 น. พระอาทิตย์ตกเวลาประมาณ 16.35 น. การโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกับตัวอาคาร ในแต่ละช่วงเวลาแสดงได้ดัง**รูปที่ 4.22** ในเดือนนี้ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางทิศใต้มากที่สุด ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกมีช่วงระยะเวลาสั้น ตั้งแต่ช่วงเช้าจนถึงเย็นแสงแดดจะส่องเข้าทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ในลักษณะที่อ้อมไปทางทิศใต้มากที่สุด



รูปที่ 4.22 การโคจรของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 ธันวาคม 2557

4) การจำลองการโคจรของดวงอาทิตย์ทุกเดือนในช่วงเวลา 1 ปี แสดงดัง**รูปที่ 4.23**



รูปที่ 4.23 การโคจรของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลา 1 ปี

เนื่องจากอาคารมีด้านแคบที่อยู่ในทิศตะวันออก และทิศตะวันตก แสงแดดจะส่องเข้าอาคารในส่วนที่มีผู้ใช้พื้นที่ทั้งกลางวันและกลางคืน และจะทำให้อาคารเกิดการสะสมความร้อน แม้ในช่วงเช้าความร้อนของแสงแดดไม่มากนัก แต่ช่วงบ่ายความร้อนค่อนข้างสูง และแสงแดดสามารถส่องผ่านเข้าไปยังระเบียง และถึงผนังห้องนอน อาคารที่อยู่ข้างเคียงช่วยบังแดดได้ในบางช่วงเวลา แต่บางช่วงเวลาก็ไม่สามารถบังได้ ดังนั้น การลดความร้อนของอาคารจึงทำได้โดยการปลูกต้นไม้และจัดสวนบริเวณที่ว่างระหว่างอาคาร (**รูปที่ 4.24**) เพื่อช่วยเพิ่มร่มเงาแก่ตัวอาคาร และลดความร้อนเข้าสู่อาคาร พรรณไม้ที่เลือกปลูกควรมีความหนาแน่น ทรงพุ่มและมีความสูงที่เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดดและกระแสลม กล่าวคือ ด้านทิศตะวันออก ต้นไม้ที่ควรปลูกคือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก และมีทรงพุ่มโปร่ง เพื่อบังแสงแดดยามเช้า ด้านทิศใต้ ต้นไม้ที่ควรปลูกคือไม้ยืนต้นสูง และทรงพุ่มค่อนข้างโปร่ง เพื่อบังแสงแดดและยอมให้กระแสลมประจำพัดผ่านได้ และด้านทิศตะวันตก ต้นไม้ที่ควรปลูกคือไม้ยืนต้นสูง และมีทรงพุ่มหนาแน่น เพื่อบังแสงแดดแรงในยามบ่ายถึงเย็น

รูปที่ 4.24 การปลูกต้นไม้และจัดสวนบริเวณพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร

4.2.5.2 การคำนวณค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a สรุปได้ตาม**รูปที่ 4.25- รูปที่ 4.28** ดังนี้

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ	สถานสงเคราะห์คนชรา	หน้าที่-1
ชื่อบริเวณ	ถนนเทศบาล 10 โคกกรวด	
ชนิดบริเวณ	อาคารหรือบ้านพักอาศัย	
ที่ตั้งโครงการ	จังหวัดนครราชสีมา	
ขนาดพื้นที่	290.0 ตารางเมตร	
ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.)	3.0 เมตร	

ค่า OTTV ของอาคาร	**26.60**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า RTTV ของอาคาร	**19.20**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	15.72	52.22	28.38	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	15.56	54.17	21.85	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	15.66	52.70	27.58	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	15.82	51.89	26.26	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	19.20	-	19.20	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

รูปที่ 4.25 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 1

ชื่อโครงการ สถานสงเคราะห์คนชรา หน้าที่-2

ชื่อบริเวณ ถนนเทศบาล 10 โคกกรวด

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

ENE	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังทึบ	8.1	2.000	10.0	-	-	162.00
	รายการที่-2	ผนังทึบ	30.8	1.500	10.0	-	-	462.00
	รายการที่-3	ผนังทึบ	17.2	1.500	10.0	-	-	257.25
	รายการที่-4	ผนังโปร่งแสง	4.2	5.893	5.0	160.0	0.136	215.15
	รายการที่-5	ผนังโปร่งแสง	13.5	5.893	5.0	160.0	0.139	698.02
	รายการที่-6	ผนังโปร่งแสง	7.0	5.893	5.0	160.0	0.142	365.30
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	4.2	5.893	5.0	160.0	0.160	231.27
	รายการที่-8	ผนังโปร่งแสง	0.9	5.893	5.0	160.0	0.137	43.68
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			56.1	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			881.25	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**15.72**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			29.8	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			1,553.42	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**52.22**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**28.38**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

SSE	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-9	ผนังทึบ	4.5	2.000	10.0	-	-	90.00
	รายการที่-10	ผนังทึบ	36.0	1.500	10.0	-	-	539.25
	รายการที่-11	ผนังโปร่งแสง	4.5	5.893	5.0	182.4	0.138	245.86
	รายการที่-12	ผนังโปร่งแสง	3.4	5.893	5.0	182.4	0.132	180.70
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			40.5	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			629.25	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**15.56**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			7.9	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			426.56	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**54.17**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

รูปที่ 4.26 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 2

ชื่อโครงการ สถานสงเคราะห์คนชรา หน้าที่-3
ชื่อบริเวณ ถนนเทศบาล 10 โคกกรวด

ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **21.85** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

WSW	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-13	ผนังทึบ	8.1	2.000	10.0	-	-	162.00
	รายการที่-14	ผนังทึบ	53.5	1.500	10.0	-	-	802.50
	รายการที่-15	ผนังโปร่งแสง	2.0	5.893	5.0	172.8	0.134	105.24
	รายการที่-16	ผนังโปร่งแสง	20.3	5.893	5.0	172.8	0.135	1,069.06
	รายการที่-17	ผนังโปร่งแสง	7.0	5.893	5.0	172.8	0.133	367.13
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			61.6	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			964.50	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**15.66**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			29.3	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			1,541.43	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**52.70**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**27.58**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

NNW	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-18	ผนังทึบ	4.5	2.000	10.0	-	-	90.00
	รายการที่-19	ผนังทึบ	23.0	1.500	10.0	-	-	345.00
	รายการที่-20	ผนังโปร่งแสง	4.2	5.893	5.0	123.2	0.182	217.93
	รายการที่-21	ผนังโปร่งแสง	7.0	5.893	5.0	123.2	0.182	363.21
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			27.5	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			435.00	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**15.82**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			11.2	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			581.14	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**51.89**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**26.26**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

รูปที่ 4.27 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 3

ชื่อโครงการ สถานสงเคราะห์คนชรา หน้าที่-4

ชื่อบริเวณ ถนนเทศบาล 10 โคกกรวด

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-22	หลังคาทึบ	104.5	0.800	24.0	-	-	2,006.40
	รายการที่-23	หลังคาทึบ	280.5	0.800	24.0	-	-	5,385.60
	รายการที่-24	หลังคาทึบ	104.5	0.800	24.0	-	-	2,006.40
	รายการที่-25	หลังคาทึบ	280.5	0.800	24.0	-	-	5,385.60
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			770.0	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			14,784.00	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			19.20	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			19.20	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

รูปที่ 4.28 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หน้าที่ 4

ผลการคำนวณ OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a แสดงให้เห็นว่าอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไปมีการออกแบบอาคารและเลือกใช้วัสดุ ที่ทำให้การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) มีค่าเท่ากับ 26.60 วัตต์ / ตารางเมตร และ การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาของอาคาร (RTTV) มีค่าเท่ากับ 19.20 วัตต์ / ตารางเมตร ซึ่งมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อาคารที่ออกแบบไม่เกิดความร้อนสะสม มีการระบายอากาศที่ดี ทำให้เกิดภาวะน่าสบายแก่ผู้ใช้อาคาร และยังช่วยในเรื่องของการประหยัดพลังงานอีกด้วย

4.2.5.3 การประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุจำนวน 1 หลัง โดยทำการประมาณราคางานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า และงานระบบประปาและสุขาภิบาล ทั้งนี้ยังไม่รวมงานวิศวกรรมโครงสร้าง สรุปได้ดัง **ตารางที่ 4.2**

ตารางที่ 4.2 รายการประมาณราคาอาคารเรือนนอนผู้สงอาย

หน้าที่
โครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง
อาคาร เรือนนอนผู้สูงอายุ

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ผู้ประมาณราคา รัตนา แก้วเพชรพงษ์ วันที่ 26 พฤษภาคม 2557

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง(บาท)		ยอดรวม	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	งานสถาปัตยกรรม								
1	งานก่ออิฐฉาบปูน								
1.1	งานก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น	ตร.ม.	105.00	156.00	16,380.00	89.00	9,345.00	25,725.00	
	งานก่ออิฐมอญเต็มแผ่น	ตร.ม.	186.00	324.00	60,264.00	144.00	26,784.00	87,048.00	
1.2	งานฉาบปูน								
	- ฉาบปูนเรียบ	ตร.ม.	443.10	58.00	25,699.80	82.00	36,334.20	62,034.00	
	- เสาเอ็น-คานทับหลัง คสล. งานก่ออิฐครึ่งแผ่น	ม.	31.00	70.00	2,170.00	35.00	1,085.00	3,255.00	
	- เสาเอ็น-คานทับหลัง คสล. งานก่ออิฐเต็มแผ่น	ม.	175.70	115.00	20,205.50	40.00	7,028.00	27,233.50	
2	การป้องกันความร้อนและความชื้น								
2.1	การป้องกันความชื้น								
	- หลังคากระเบื้องลอนคู่ ขนาด 0.50x1.20 ม. หนา 5 มม.	แผ่น	1,950.00	64.00	124,800.00	-	-	124,800.00	
	- ครอบสันหลังคา . ครอบตะเฆ่	ม.	79.20	64.00	5,068.80	-	-	5,068.80	
	- ฉนวนอลูมิเนียมฟอล์ยกันความร้อน	ตร.ม.	770.00	58.00	44,660.00	18.00	13,860.00	58,520.00	
	- ไม้ปิดลอน 6"	ม.	108.00	64.00	6,912.00	69.00	7,452.00	14,364.00	
	- ไม้เชิงชาย 8"	ม.	108.00	150.00	16,200.00	89.00	9,612.00	25,812.00	
3	ประตูหน้าต่าง								
3.1	ประตู								
	- ประตูบานเลื่อน 2 บาน พร้อมช่องแสงด้านข้าง	ชุด	3.00	15,000.00	45,000.00	1,000.00	3,000.00	48,000.00	
	- ประตูบานเลื่อน 1 บาน พร้อมช่องแสงด้านข้าง	ชุด	1.00	10,000.00	10,000.00	900.00	900.00	10,900.00	
	- ประตูบานเปิด ห้องเจ้าหน้าที่	ชุด	1.00	1,730.00	1,730.00	170.00	170.00	1,900.00	
	- ประตูบานเลื่อน 1 บาน	ชุด	3.00	1,450.00	4,350.00	120.00	360.00	4,710.00	
	- ประตูห้องน้ำเจ้าหน้าที่	ชุด	1.00	1,780.00	1,780.00	180.00	180.00	1,960.00	
3.2	หน้าต่าง								

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หน้าที่

โครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

อาคาร เรือนนอนผู้สูงอายุ

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ผู้ประมาณราคา รัตนา แก้วเพชรพงษ์ วันที่ 26 พฤษภาคม 2557

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง(บาท)		ยอดรวม	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	งานสถาปัตยกรรม								
	- หน้าต่างบานเลื่อน 2 บาน พร้อมช่องแสงด้านข้าง	ชุด	3.00	8,400.00	25,200.00	500.00	1,500.00	26,700.00	
	- หน้าต่างบานเลื่อนสลับ	ชุด	17.00	5,500.00	93,500.00	500.00	8,500.00	102,000.00	
	- หน้าต่างบานกระทุ้ง 2 ช่อง	ชุด	3.00	1,800.00	5,400.00	500.00	1,500.00	6,900.00	
	- หน้าต่างบานกระทุ้ง 3 ช่อง	ชุด	2.00	2,500.00	5,000.00	500.00	1,000.00	6,000.00	
	- หน้าต่างบานกระทุ้ง 4 ช่อง	ชุด	3.00	3,200.00	9,600.00	500.00	1,500.00	11,100.00	
4	การดำเนินงานขั้นเสร็จสมบูรณ์								
4.1	งานพื้น								
	- พื้น คสล. ผิวปูกระเบื้องเซรามิก ชนิดผิวหยาบ 12"x 12"	ตร.ม.	291.00	242.00	70,422.00	125.00	36,375.00	106,797.00	
	- พื้น คสล. ผิวปูกระเบื้องเซรามิก ชนิดผิวหยาบ 12"x 12"	ตร.ม.	195.00	242.00	47,190.00	125.00	24,375.00	71,565.00	
	- พื้น คสล. ผิวทรายล้าง	ตร.ม.	40.00	250.00	10,000.00	99.00	3,960.00	13,960.00	
4.2	งานผนัง								
	- ผิวกรุกระเบื้องเซรามิก ชนิดผิวมัน 12" x 12" สูงถึงฝ้า	ตร.ม.	162.00	243.00	39,366.00	138.00	22,356.00	61,722.00	
4.3	งานฝ้าเพดาน								
	- ฝ้าเพดาน ยิปซั่มบอร์ด 9 มม.โครงเคร่า C-LINE ฉาบเรียบทาสี	ตร.ม.	291.00	262.00	76,242.00	75.00	21,825.00	98,067.00	
	- ฝ้าเพดาน ยิปซั่มบอร์ด 9 มม. กันชื้น โครงเคร่า C-LINE ฉาบเรียบทาสี	ตร.ม.	75.00	329.00	24,675.00	75.00	5,625.00	30,300.00	
	- ฝ้าเพดาน ไวนิลระบายอากาศ	ตร.ม.	282.00	567.00	159,894.00	134.00	37,788.00	197,682.00	
	- ฉนวนกันความร้อนวางบนฝ้าเพดาน	ตร.ม.	512.00	110.00	56,320.00	60.00	30,720.00	87,040.00	
4.4	งานทาสี								
	- สีน้ำพลาสติก	ตร.ม.	475.00	55.00	26,125.00	30.00	14,250.00	40,375.00	
5	อุปกรณ์ประกอบอาคาร								
5.1	เครื่องสุขภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์ครบชุด								
	- โถส้วมชักโครก	ชุด	7.00	4,300.00	30,100.00	298.00	2,086.00	32,186.00	
	- อ่างล้างหน้า ชนิดฝังใต้เคาน์เตอร์ พร้อมก๊อกน้ำและอุปกรณ์	ชุด	9.00	3,500.00	31,500.00	298.00	2,682.00	34,182.00	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หน้าที่

โครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

อาคาร เรือนนอนผู้สูงอายุ

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ผู้ประมาณราคา รัตนา แก้วเพชรพงษ์ วันที่ 26 พฤษภาคม 2557

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง(บาท)		ยอดรวม	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	**งานสถาปัตยกรรม**								
	- สายฉีดชำระ	ชุด	7.00	300.00	2,100.00	70.00	490.00	2,590.00	
	- กระจกเงา	ชุด	9.00	220.00	1,980.00	70.00	630.00	2,610.00	
	- ฝักบัวสายอ่อน พร้อมอุปกรณ์ครบชุด	ชุด	7.00	400.00	2,800.00	70.00	490.00	3,290.00	
	- ราวแขวนผ้า	ชุด	7.00	180.00	1,260.00	130.00	910.00	2,170.00	
	- ที่วางสบู่ เคลือบขาว	ชุด	7.00	350.00	2,450.00	103.00	721.00	3,171.00	
	- ก๊อกน้ำล้างพื้น	ชุด	5.00	120.00	600.00	25.00	125.00	725.00	
	- ที่ใส่กระดาษชำระ	ชุด	7.00	350.00	2,450.00	103.00	721.00	3,171.00	
	- ตะแกรงดักผง Ø3" สี่เหลี่ยม ชุบโครเมียม	ชุด	10.00	220.00	2,200.00	70.00	700.00	2,900.00	
	- Stop Valve	ชุด	23.00	80.00	1,840.00	50.00	1,150.00	2,990.00	
	- เคาน์เตอร์หินแกรนิต	ตร.ม.	8.50	2,500.00	21,250.00	198.00	1,683.00	22,933.00	
	- กรุกระเบื้อง เคาน์เตอร์	ตร.ม.	3.12	243.00	758.16	138.00	430.56	1,188.72	
	รวมงานสถาปัตยกรรม							**1,475,645.02**	
2	**งานระบบไฟฟ้า**								
1	โคมชนิดฝังฝ้าเพดาน แบบฝาครอบอะคริลิคมีแผ่นสะท้อนแสง	ชุด	25.00	2,820.00	70,500.00	135.00	3,375.00	73,875.00	
	ขนาด 60 x 120 ซม. FLUORESCENT (DAY LIGHT) T5 - 2x28 W								
2	โคมไฟฝังเพดานกลมครอบแก้ว หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 W	ชุด	17.00	400.00	6,800.00	115.00	1,955.00	8,755.00	
3	โคมไฟกิ่งติดผนัง หลอดประหยัดไฟ	ชุด	18.00	400.00	7,200.00	115.00	2,070.00	9,270.00	
5	เต้ารับไฟฟ้า ชนิดคู่สามตา แบบมีกราวด์	ชุด	35.00	130.00	4,550.00	80.00	2,800.00	7,350.00	
6	สวิทช์ไฟฟ้า ชนิดเต้ารับฝังผนัง หน้ากากพลาสติก (ทางเดียว)	ชุด	25.00	40.00	1,000.00	70.00	1,750.00	2,750.00	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หน้าที่

โครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

อาคาร เรือนนอนผู้สูงอายุ

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ผู้ประมาณราคา รัตนา แก้วเพชรพงษ์ วันที่ 26 พฤษภาคม 2557

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง(บาท)		ยอดรวม	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	งานสถาปัตยกรรม								
8	เต้ารับสายสัญญาณโทรศัพท์	ชุด	4.00	245.00	980.00	240.00	960.00	1,940.00	
9	เต้ารับโทรทัศน์	ชุด	2.00	200.00	400.00	240.00	480.00	880.00	
10	สาย THW 4 mm²	เมตร	210.40	15.00	3,156.00	10.00	2,104.00	5,260.00	
11	สาย THW 2.5 mm²	เมตร	302.50	10.00	3,025.00	7.00	2,117.50	5,142.50	
12	สาย THW 1.5 mm²	เมตร	530.00	7.00	3,710.00	5.00	2,650.00	6,360.00	
13	ท่อ PVC สีเหลือง ¾"	ท่อน	63.00	50.00	3,150.00	15.00	945.00	4,095.00	
14	สายโทรศัพท์ 4 CORE 0.65 mm²	เมตร	80.40	4.00	321.60	3.00	241.20	562.80	
15	สายโทรทัศน์	เมตร	35.00	4.80	168.00	3.00	105.00	273.00	
16	แผงควบคุมไฟฟ้า (Load Center) ของ SQUAE D	ตู้	1.00	3,270.00	3,270.00	500.00	500.00	3,770.00	
17	อุปกรณ์ประกอบ	Lot.	1.00	5,000.00	5,000.00	-	-	5,000.00	
	รวมงานไฟฟ้า							**135,283.30**	
3	งานระบบประปาและสุขาภิบาล								
1	ท่อน้ำทิ้งซีเมนต์ไยหิน Ø 8"	ม.	25.00	31.00	775.00	10.00	250.00	1,025.00	
2	ท่อน้ำ PVC ชั้น 8.5 Ø 4"	ท่อน	11.00	601.00	6,611.00	180.00	1,980.00	8,591.00	
3	ท่อน้ำ PVC ชั้น 8.5 Ø 2"	ท่อน	12.00	169.00	2,028.00	50.00	600.00	2,628.00	
4	ท่อน้ำ PVC ชั้น 13.5 Ø ½"	ท่อน	12.00	49.00	588.00	15.00	180.00	768.00	
5	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปขนาด 2000 ลิตร	ชุด	1.00	13,200.00	13,200.00	1,980.00	1,980.00	15,180.00	
6	มาตรวัดน้ำพร้อมวาลว์เปิด - ปิด Ø 1 1/2"	ชุด	1.00	656.00	656.00	180.00	180.00	836.00	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หน้าที่

โครงการ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

อาคาร เรือนนอนผู้สูงอายุ

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง **ผู้ประมาณราคา** รัตนา แก้วเพชรพงษ์ **วันที่** 26 พฤษภาคม 2557

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง(บาท)		ยอดรวม	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	งานสถาปัตยกรรม								
7	บ่อพักน้ำทิ้ง คสล.	ชุด	6.00	2,310.00	13,860.00	500.00	3,000.00	16,860.00	
8	บ่อดักไขมัน จุไม่น้อยกว่า 30 ลิตร	ชุด	1.00	4,200.00	4,200.00	840.00	840.00	5,040.00	
9	อุปกรณ์ยึดท่อต่างๆ	Lot.	1.00	3,500.00	3,500.00	-	-	3,500.00	
10	อุปกรณ์ข้อต่อท่อต่างๆ	Lot.	1.00	1,000.00	1,000.00	-	-	1,000.00	
11	ถังเก็บน้ำ	ชุด	1.00	12,000.00	12,000.00	-	-	12,000.00	
10	รางน้ำสแตนเลสหนา 1 มม. กว้าง 5 นิ้ว	เมตร	108.00	70.00	700.00	20.00	2,160.00	2,860.00	
10	ท่อรับน้ำฝนสแตนเลสหนา 0.5 มม. ขนาด Ø 3"	เมตร	10.00	400.00	4,000.00	20.00	200.00	4,200.00	
	รวมงานระบบประปาและสุขาภิบาล							**55,428.00**	
	รวมงานรายการที่ 1 - 3							**1,666,356.32**	

บทที่ 5
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการเสนอแนวทางการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ให้เป็นไปตามหลักอาคารเขียวและประหยัดพลังงาน บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะแสดงได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แนวคิดหลักอาคารเขียว

แนวคิดหลักอาคารเขียว เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของตัวอาคาร ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน น้ำประปา และวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งการลดผลกระทบของตัวอาคารต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม ผ่านการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การบำรุงรักษา ไปจนถึงการกำจัดอย่างมีคุณภาพ ตลอดช่วงชีวิตการดำรงอยู่ของตัวอาคาร ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักเกณฑ์ข้อกำหนดการประเมินอาคารเขียว แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

5.1.2 สรุปแนวคิดของการออกแบบโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

5.1.2.1 การบริหารจัดการอาคาร

1) เตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว (คะแนนบังคับ)
2) ประชาสัมพันธ์สู่สังคม เพื่อเผยแพร่เป็นวิทยาทานให้กับบุคคลทั่วไปและผู้ที่สนใจ (1 คะแนน)
3) จัดทำคู่มือและฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร (1 คะแนน)
4) ติดตามประเมินผลขณะออกแบบ ก่อสร้าง และเมื่ออาคารแล้วเสร็จ (1 คะแนน)

5.1.2.2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์

1) ที่ตั้งเหมาะสมกับการสร้างอาคาร (คะแนนบังคับ)
2) มีการพัฒนาผังพื้นโครงการที่ยั่งยืน โดยออกแบบให้มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ, ปรับปรุงสภาพอากาศให้เหมาะสมเพื่อให้อาคารมีสภาพแวดล้อมที่ดี ประหยัดพลังงานโดยการปลูกต้นไม้, ให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็ง (1 คะแนน)

3) จัดให้มีที่จอดรถจักรยานเป็นจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของผู้ใช้อาคารประจำและผู้ใช้อาคารชั่วคราวสูงสุดของวัน และจัดให้มีห้องอาบน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของจำนวนพนักงานประจำไม่เกินกว่า 80 เมตร จากบริเวณทางเข้าอาคาร (1 คะแนน)
4) มีพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นไม่น้อยกว่า 1 ต้น ต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร และรักษาต้นไม้เดิมในพื้นที่ของโครงการ (1 คะแนน)
5) พื้นที่จอดรถยนต์ ออกแบบโดยใช้ บล็อกหญ้า สลับกับแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้น้ำสามารถซึมผ่านพื้นผิวได้ (1 คะแนน)
6) ให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็งเพื่อลดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยต้นไม้ และมีหลังคาคลุมทางเดินในส่วนที่เป็นทางเดินระหว่างอาคาร (1 คะแนน)
7) ปลูกไม้ยืนต้นทางทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก (1 คะแนน)

5.1.2.3 การประหยัดน้ำ

1) ใช้โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ ร้อยละ 100 ของจำนวนที่ติดตั้งทั้งหมดในโครงการ (2 คะแนน)
2) ใช้ก๊อกประหยัดน้ำ ร้อยละ 100 (2 คะแนน)
3) ติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยเพื่อการบริหารจัดการการใช้น้ำและตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณพื้นที่หลักและบริเวณโดยรอบอาคาร (1 คะแนน)
4) ทำการกักเก็บน้ำฝนเพื่อใช้งานและลดความต้องการน้ำประปาของโครงการด้วย (1 คะแนน)

5.1.2.4 พลังงานและบรรยากาศ

1) ให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานทดแทน เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าในโรงการ การใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ในการทำน้ำร้อนเพื่อใช้ในอาคาร (2 คะแนน)
2) ไม่ใช้สาร CFC และ HCFC-22 ในเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง (1 คะแนน)

5.1.2.5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง

1) บริหารจัดการขยะในระหว่างการก่อสร้างโดยจัดให้มีที่ทิ้งเศษขยะชั่วคราว และจัดแยกประเภทของขยะ (2 คะแนน)
2) การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว โดยการนำเศษวัสดุก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างหรืออาคารที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว มาใช้กับอาคารที่จะสร้างใหม่ ทั้งนี้

วัสดุดังกล่าวต้องเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษ เช่น คอนกรีตที่ใช้แล้ว นำมาบดย่อยเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมออก และนำคอนกรีตที่ถูกบดนี้มาใช้ในการสร้างพื้นถนนในโครงการ เป็นต้น (2 คะแนน)

3) การใช้วัสดุพื้นถิ่น ที่สามารถจัดหาได้ง่ายในบริเวณพื้นที่โครงการ เพื่อลดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขนส่ง (2 คะแนน)

4) การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามฉลากเขียว และฉลากคาร์บอนของไทย (3 คะแนน)

5.1.2.6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมในอาคาร

1) ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร ออกแบบให้นำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารในปริมาณที่เหมาะสม (คะแนนบังคับ)

2) ความส่องสว่างภายในอาคาร เลือกใช้ดวงโคม และการให้แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง และมีการกระจายแสงที่เหมาะสม (คะแนนบังคับ)

3) จัดให้มีพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ โดยห่างจากประตู หน้าต่าง ไม่น้อยกว่า 10 เมตร (1 คะแนน)

4) การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ (4 คะแนน)

5) ออกแบบให้มีการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร โดยทางประตู หน้าต่าง และช่องแสงบริเวณหลังคา (4 คะแนน)

5.1.2.7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1) วางแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษ การรบกวนจากการก่อสร้าง ทั้งมลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางเสียง มลภาวะทางน้ำ ปัญหาจราจร อุบัติเหตุ และขยะจากการก่อสร้างและคนงานก่อสร้าง (คะแนนบังคับ)

2) กำหนดพื้นที่คัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (คะแนนบังคับ)

3) ไม่ใช้สาร*ฮาลอน* (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอชซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง (1 คะแนน)

4) ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบน้ำเสียแยกต่างหากจากระบบอื่นๆ ของอาคาร (1 คะแนน)

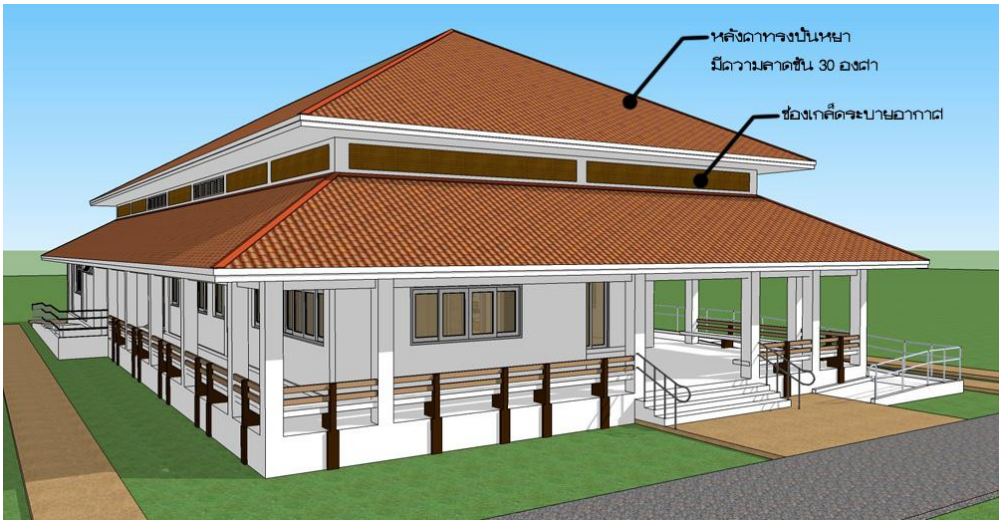
5.1.3 สรุปแนวคิดและหลักการที่ใช้ในการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุทั่วไปเพื่อการประหยัดพลังงาน

5.1.3.1 การจัดวางทิศทางอาคาร

เนื่องจากข้อจำกัดในการวางผังอาคาร อาคารเรือนนอนของผู้สูงอายุจึงหันด้านยาวตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ทำให้อาคารได้รับผลกระทบจากแดดมาก แต่เนื่องจากอาคารมีระยะห่างแต่ละหลัง 8 เมตร การตกทอดของเงาอาคารจากอาคารข้างเคียงช่วยบังแดด การปลูกต้นไม้ในบริเวณที่ว่างระหว่างอาคาร และด้านที่แสงแดดส่องถึงตัวอาคาร ช่วยให้ลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ในด้านของการรับลม อาคารจะมีลมพัดผ่านตัวอาคารได้ดี และทั่วถึง

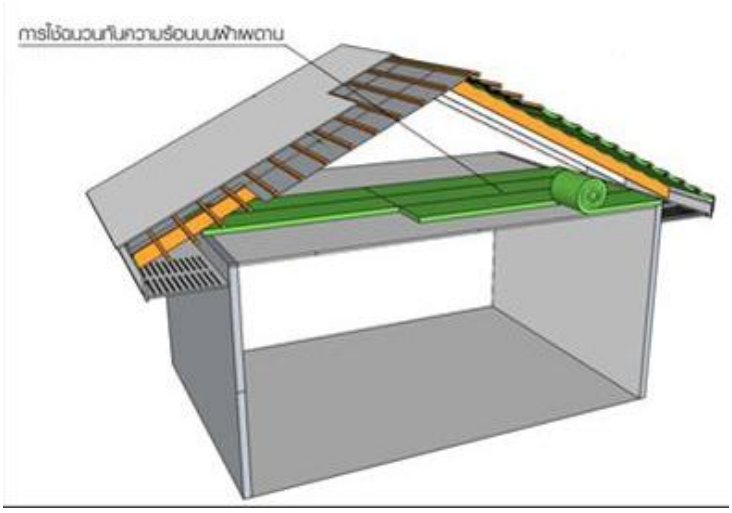
5.1.3.2 การป้องกันความร้อน และการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

รูปทรงหลังคาของอาคารเป็นปั้นหยาทรงสูง ความลาดชันของหลังคา 30 องศา มีชายคายื่นยาว แบ่งหลังคาเป็น 2 ช่วง และมีช่องเกล็ดระบายอากาศรอบด้าน เพื่อช่วยระบายอากาศให้กับหลังคา (**รูปที่ 5.1**)



รูปที่ 5.1 รูปทรงหลังคา

การป้องกันความร้อนให้กับหลังคา ทำโดยการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนที่ใต้แผ่นกระเบื้องหลังคา (**รูปที่ 5.2**) และติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดาน (**รูปที่ 5.2**) และโดยการเลือกใช้ฝ้าชายคาแบบที่มีช่องระบายอากาศ (**รูปที่ 5.3**)



รูปที่ 5.2 การติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดาน

รูปที่ 5.3 ฝ้าชายคาชนิดที่มีช่องระบายอากาศ

การลดความร้อนเข้าสู่อาคารทำโดยการออกแบบให้บริเวณด้านข้างและด้านหน้าอาคารเป็นระเบียงโดยรอบ (**รูปที่ 5.4**)

รูปที่ 5.4 ระเบียงด้านหน้าและด้านข้างอาคาร

การลดการสะท้อนความร้อนทำโดยการจัดองค์ประกอบในเรื่องการจัดสวน และผังบริเวณโดยรอบอาคาร (**รูปที่ 5.5**)

รูปที่ 5.5 การจัดสวนและผังบริเวณโดยรอบอาคาร

5.1.3.3 การเลือกใช้วัสดุสำหรับกรอบอาคาร

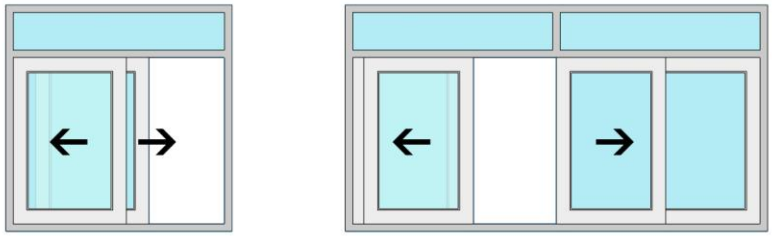
กรอบอาคารก่อผนังด้วยอิฐมอญแบบเต็มแผ่น ฉาบปูนเรียบ จะช่วยให้ความร้อนไหลผ่านเข้าสู่ในอาคารได้น้อยและช้าลง และการทาสีผนังด้วยสีอ่อนจะทำให้เกิดการดูดรังสีความร้อนน้อย เป็นการช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

ประตู, หน้าต่าง เลือกใช้วงกบ และกรอบบานอลูมิเนียมสีธรรมชาติ ช่องแสงเป็นกระจกใสสีชา

5.1.3.4 การออกแบบช่องเปิดอาคาร

รูปแบบประตูและหน้าต่างของอาคาร เป็นแบบบานเลื่อน เพื่อสะดวกต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ หน้าต่างห้องนอนออกแบบให้เป็นบานเลื่อนสลับ 2 บาน ช่วงเสาละ 2 ชุด (**รูปที่ 5.6**) เมื่อพิจารณาช่องเปิดระหว่างบานเลื่อนสลับ 2 บาน กับบานเลื่อนเปิด 2 บานมีช่องแสงด้านข้าง จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ระบายอากาศใกล้เคียงกัน (**รูปที่ 5.7**) จึงเลือกแบบบานเลื่อนสลับ 2 บาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะปิด หรือเปิดหน้าต่างบานไหนได้

รูปที่ 5.6 รูปแบบหน้าต่างห้องนอน



รูปที่ 5.7 หน้าต่างบานเลื่อนสลับ 2 บาน และบานเลื่อนเปิด 2 บานมีช่องแสงด้านข้าง

ช่องเปิดภายในอาคารมีอย่างน้อย 2 ด้าน เพื่อให้กระแสลมไหลเวียนได้ดี และควรปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาแก่ช่องเปิดหรือช่องแสงที่มีแสงแดดส่องถึง

5.1.3.5 การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร

ผู้วิจัยออกแบบและกำหนดให้มีการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้เหมาะสม ไม่ส่งผลกระทบที่ไม่ดีต่อผู้ใช้อาคาร

ห้องพักผ่อนและห้องนอน ออกแบบให้มีช่องประตูและหน้าต่างเป็นบานเลื่อนกระจก ช่องเปิดจะอยู่ลึกเข้าไปในอาคาร ทำให้แสงธรรมชาติส่องผ่านเข้ามาได้บ้าง จึงออกแบบให้มีช่องแสงบานเกล็ดติดตายตรงบริเวณผนังระหว่างหลังคาซ้อน เพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร และยังช่วยให้มีการระบายอากาศภายในที่ดีขึ้นด้วย (**รูปที่ 5.8** และ**รูปที่ 5.9**)

รูปที่ 5.8 ช่องแสงบานเกล็ดติดตายบริเวณผนังระหว่างหลังคาซ้อน

รูปที่ 5.9 ทัศนียภาพภายในห้องนอน

ห้องน้ำและห้องอาบน้ำ ออกแบบให้มีช่องหน้าต่างบานกระทุ้ง เพื่อให้แสงธรรมชาติในช่วงกลางวันส่องผ่านเข้ามาได้ ซึ่งจะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวัน

5.1.3.6 การออกแบบสภาพแวดล้อม และการใช้พืชพรรณธรรมชาติ

ปลูกไม้พุ่มเตี้ยบริเวณรอบอาคาร พื้นที่ว่างระหว่างอาคารและด้านทิศตะวันออกของอาคารปลูกพรรณไม้ยืนต้นขนาดเล็กทรงพุ่มโปร่งเพื่อช่วยบังแสงแดด ปลูกในระยะห่างประมาณ 4.50 เมตร เพื่อให้ลมไหลเวียนได้ดี และให้มีแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้เป็นบางช่วงเวลา ทำให้อาคารมีการถ่ายเทอากาศดี ไม่เกิดความชื้นมากเกินไป (**รูปที่ 5.10**)

รูปที่ 5.10 การปลูกต้นไม้บริเวณพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร

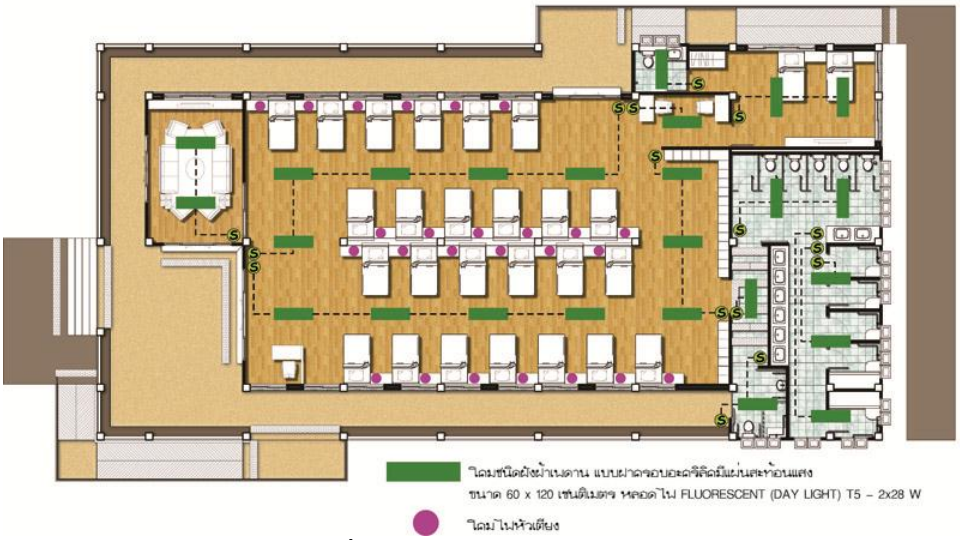
ปลูกไม้ยืนต้นสูง ทรงพุ่มค่อนข้างโปร่ง เพื่อบังแสงแดดทางทิศใต้ และด้านทิศตะวันตกที่ไม่มีอาคารข้างเคียง ปลูกไม้ยืนต้นสูง ทรงพุ่มหนาแน่นช่วยบังแสงแดดแรงในยามบ่ายถึงเย็น

5.1.3.7 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคาร

ผู้วิจัยเสนอให้ใช้ดวงโคมชนิดฝังฝ้าเพดาน แบบฝาครอบอะคริลิกมีแผ่นสะท้อนแสง ขนาด 60 x 120 เซนติเมตร (**รูปที่ 5.11**) หลอดไฟ FLUORESCENT (DAY LIGHT) T5 - 2x28 W ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานได้

รูปที่ 5.11 โคมชนิดฝังฝ้าเพดาน แบบฝาครอบอะคริลิกมีแผ่นสะท้อนแสง

การออกแบบระบบควบคุมแสงสว่างแยกตามพื้นที่ย่อยต่างสรุปได้ดังนี้ ห้องนอนออกแบบให้มีโคมไฟหลักที่ทางเดิน และแยกให้มีโคมไฟหัวเตียง ตาม**รูปที่ 5.12** และแยกสวิทซ์ปิด-เปิดโคมไฟ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมแก่การใช้งาน และมีสุขอนามัยที่ดีจากการใช้งาน



รูปที่ 5.12 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร

5.1.3.8 ระบบสุขาภิบาล

อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุแต่ละหลัง ให้มีการกักเก็บน้ำฝนจากหลังคา โดยจัดให้มีรางรับน้ำฝนที่ชายคา แล้วส่งผ่านไปยังถังเก็บน้ำ เพื่อนำเข้าสู่บ่อกรองตะกอน และนำมาใช้ประโยชน์ในการรดน้ำต้นไม้ หรือนำไปใช้งานภายในอาคารได้

การบำบัดน้ำทิ้งจากการอาบน้ำ และอ่างล้างมือ ทำโดยการทิ้งน้ำไว้ให้ตกตะกอน แล้วนำไปเก็บในบ่อเพื่อใช้ในการรดน้ำต้นไม้เป็นหลัก น้ำเสียจากส้วม บำบัดโดยการใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป 1 ชุด ต่ออาคาร 1 หลัง และส่งน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไปยังจุดระบายน้ำรวมของโครงการ อุปกรณ์และสุขภัณฑ์สำหรับห้องน้ำ ใช้ระบบประหยัดน้ำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษานี้เป็นการออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ โครงการสถานสงเคราะห์คนชรา บ้านธรรมปกณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว และการประหยัดพลังงาน ผลการออกแบบควรนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ของโครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง

5.2.2 การวิเคราะห์สภาพอาคารในการศึกษาครั้งนี้ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณการใช้พลังงาน และอุณหภูมิอากาศภายในห้อง การตรวจวัดสภาพอาคารจริงด้วยเครื่องมือตรวจวัดที่เหมาะสมและเปรียบเทียบกับผลการจำลองจะทำให้ทราบถึงความแม่นยำของการจำลอง และสร้างความมั่นใจในการวิเคราะห์สภาพอาคารอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

5.2.3 งานวิจัยที่ควรดำเนินการต่อคือการศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการจัดทำอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ โครงการสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางตามหลักอาคารเขียวและการประหยัดพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กฎกระทรวงกำหนดลักษณะ หรือการจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการสาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2555 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กฎกระทรวง (พ.ศ.2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กฎกระทรวงฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 (ออนไลน์). ได้จาก http://www.asa.or.th

กิติ สินธุเสก. (2557). **การออกแบบภายในขั้นพื้นฐาน หลักการพิจารณาเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2551). **คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม : อาคารพักอาศัย. กรุงเทพมหานคร.** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์, ชุมเขต แสวงเจริญ และคณะ. (2552). **การจัดทำมาตรฐาน คู่มือปฏิบัติวิชาชีพสำหรับการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design Code of Practice)**. สมาคมสถาปนิกสยาม

ปกรณ์ พัฒนานุโรจน์ และอุกฤษฏ์ โข่ศรี. (2550). **การออกแบบอาคารและสิ่งแวดล้อมชุมชน เพื่อการประหยัดพลังงาน.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร.

ปรัศณี เมฆศรีสวัสดิ์. (2548). **การออกแบบบ้านประหยัดพลังงานที่ใช้ธรรมชาติร่วมกับระบบปรับอากาศ (บ้านต้นแบบในเขตชานเมืองกรุงเทพมหานคร).** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (สาขาวิชาสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร

พงพัฒน์ มั่งคั่ง. (2536). **กรณีศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร รายงานประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่.** กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีรพัฒน์ วีระตะนนท์. (2550). **อาคารสำนักงานและที่พักอาศัยประหยัดพลังงาน.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (สาขาวิชาสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร

มาลินี ศรีสุวรรณ. (2543). **การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย,** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์ J.Print.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (2553). **สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2552.** กรุงเทพมหานคร. บริษัททีคิวพีจำกัด.

ระเบียบคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ ว่าด้วยมาตรฐาน อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกโดยตรงแก่คนพิการ พ.ศ. 2544 (ออนไลน์).
ได้จาก http://www.ppdrehabcenter.com

ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม. (2551). **เทคนิคการออกแบบเพื่อลดโลกร้อนอย่างยั่งยืน.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2555). **เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่.** กรุงเทพมหานคร.

สำนักส่งเสริมและพิทักษ์ผู้สูงอายุ. **คู่มือการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ.** สำนักงานส่งเสริมสวัสดิภาพและพิทักษ์เด็ก เยาวชน ผู้ด้อยโอกาส และผู้สูงอายุ

สุนทร บุญญาธิการ. (2542). **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.** กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Blackwell Scientific Publication. (1980). **Neufert Architects' Data.** London. BSP Professional Books.

ภาคผนวก ก.
เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย
สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน (บังคับ)
	การผ่านการประเมิน	
BM	**หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร** (Building Management)	3 (1)
BM P1	การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว	บังคับ
BM 1	การประชาสัมพันธ์สู่สังคม	1
BM 2	คู่มือและการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร	1
BM 3	การติดตามประเมินผลขณะออกแบบ ก่อสร้างและเมื่ออาคารแล้วเสร็จ	1
SL	**หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์** (Site and Landscape)	16 (2)
SL P1	การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะกับการสร้างอาคาร	บังคับ
SL P2	การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ	บังคับ
SL 1	การพัฒนาโครงการบนพื้นที่ที่พัฒนาแล้ว	1
SL 2	การลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว	4
SL 3	การพัฒนาผังพื้นที่โครงการที่ยั่งยืน	3
SL 3.1	มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ดินของโครงการ	1
SL 3.2	มีต้นไม้ยืนต้น 1 ต้นต่อ พื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร (ห้ามย้ายไม้ยืนต้นมาจากที่อื่น)	1
SL 3.3	ใช้พืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	1
SL 4	การซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม	4
SL 5	การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ	4
SL 5.1	มีการจัดสวนบนหลังคาหรือสวนแนวตั้ง	2
SL 5.2	มีพื้นที่ดาดแข็งที่รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่โครงการ	1
SL 5.3	มีต้นไม้ยืนต้นทางทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก ที่บังแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับตัวอาคาร	1
WC	**หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ** (Water Conservation)	6
WC 1	การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	6
WC 1.1	การประหยัดน้ำรวมร้อยละ 15 หรือใช้โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	2
WC 1.2	การประหยัดน้ำรวมร้อยละ 25 หรือใช้ก๊อกน้ำในห้องน้ำชนิดประหยัดน้ำ	2
WC 1.3	การประหยัดน้ำรวมร้อยละ 35 หรือการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำฝน	2
EA	**หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ** (Energy and Atmosphere)	20 (2)
EA P1	การประกันคุณภาพอาคาร มีแผนการตรวจสอบและปรับแต่งระบบโดยบุคคลที่สาม	บังคับ

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน (บังคับ)
EA P2	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ ได้ 4 คะแนนในข้อ EA 1	บังคับ
EA 1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	16
EA 2	การใช้พลังงานทดแทน ผลิตพลังงานทดแทน ให้ได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ0.5-1.5 ของปริมาณค่าใช้จ่ายพลังงานในอาคาร	2
EA 3	การตรวจสอบและพิสูจน์ผลเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน มีแผนการตรวจสอบและพิสูจน์ผลตามข้อกำหนด IPMVP	1
EA 4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ไม่ใช้สาร CFC และ HCFC-22	1
MR	**หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง** (Materials and Resources)	13
MR 1	การใช้อาคารเดิม เก็บรักษาพื้นหรือหลังคาของอาคารเดิมไว้ร้อยละ 50-75 ของพื้นที่ผิว	2
MR 2	การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง นำขยะไปใช้หรือรีไซเคิล 50-75% ของปริมาตรหรือน้ำหนัก	2
MR 3	การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว นำวัสดุก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่เป็นมูลค่าร้อยละ 5-10	2
MR 4	การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล ใช้วัสดุรีไซเคิลเป็นมูลค่าร้อยละ 10-20	2
MR 5	การใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ การใช้วัสดุที่ ขุด ผลิต ประกอบ หรือวัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 10-20 ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมด	2
MR 6	วัสดุที่ผลิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	3
MR 6.1	ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามฉลากเขียวและฉลากคาร์บอนของไทยไม่น้อยกว่าร้อยละ 10-20 ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมด	2
MR 6.2	ใช้วัสดุที่มีการเผยแพร่ข้อมูลความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมด	1
IE	**หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร** (Indoor Environmental Quality)	17 (2)
IE P1	ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร อัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ
IE P2	ความส่องสว่างภายในอาคาร ความส่องสว่างขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ
IE 1	การลดผลกระทบมลภาวะ	5
IE 1.1	ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ตำแหน่งที่มีความร้อนหรือมลพิษ	1

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน (บังคับ)
IE 1.2	ความดันเป็นลบ (Negative pressure) สำหรับห้องพิมพ์งาน ถ่ายเอกสาร เก็บสารเคมี และเก็บสารทำความสะอาด	1
IE 1.3	ควบคุมแหล่งมลพิษจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร	1
IE 1.4	พื้นที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูหน้าต่างหรือช่องนำอากาศเข้าไม่น้อยกว่า 10 เมตร	1
IE 1.5	ประสิทธิภาพการกรองอากาศผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	1
IE 2	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	4
IE 2.1	การใช้วัสดุประสาน วัสดุยาแนว และรองพื้น ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.2	การใช้สี และวัสดุเคลือบผิว ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.3	การใช้พรมที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.4	การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นจากไม้ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 3	การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร แยกวงจรแสงประดิษฐ์ทุก 250 ตารางเมตรหรือตามความต้องการ	1
IE 4	การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร ออกแบบให้ห้องที่มีการใช้งานประจำได้รับแสงธรรมชาติอย่างพอเพียง	4
IE 5	สภาวะน่าสบาย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	3
EP	**หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection)**	5 (2)
EP P1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง มีแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง	บังคับ
EP P2	การบริหารจัดการขยะ การเตรียมพื้นที่แยกขยะ	บังคับ
EP 1	ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิง ไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอสซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง	1
EP 2	ตำแหน่งเครื่องระบายความร้อน การวางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนห่างจากที่ดินข้างเคียง	1
EP 3	การใช้กระจกภายนอกอาคาร กระจกมีค่าสะท้อนแสงไม่เกินร้อยละ 15	1
EP 4	การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร ปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลีจิโอเนลลา (Legionella) ในหอระบายความร้อนของอาคารในประเทศไทย	1
EP 5	ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	1

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน (บังคับ)
GI	**หมวดที่ 8 นวัตกรรม** (Green Innovation)	5
GI 1-5	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน	5
	คำอธิบายศัพท์	
	บรรณานุกรม	
	ภาคผนวก ก	
	รวมคะแนน	85 (9)

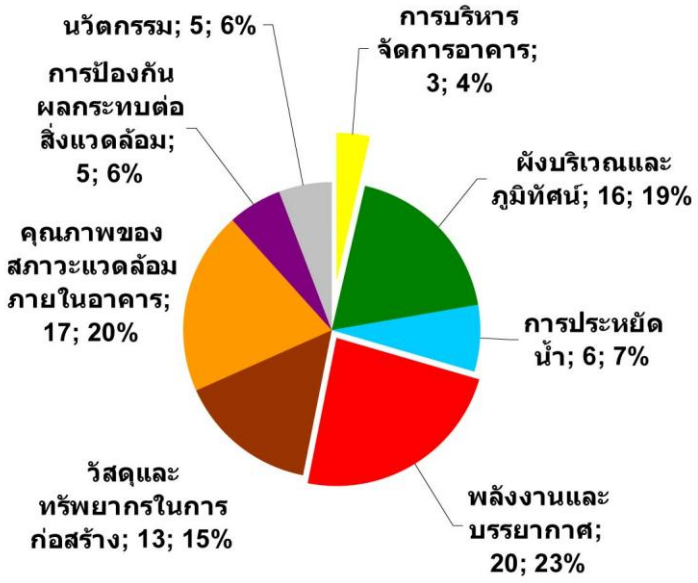
เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานทางสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับ การก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานทางสิ่งแวดล้อมไทย (TREES) ถูกออกแบบให้เหมาะกับลักษณะของโครงการประเภทต่างๆ ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่า สำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานทางสิ่งแวดล้อมเป็นเกณฑ์ที่มุ่งเน้นสำหรับ การก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ เป็นหลัก โดยอาคารที่เหมาะสมจะเข้าเกณฑ์นี้คืออาคารที่มีการออกแบบและสร้างใหม่ทั้งหมด หรือ เป็นโครงการที่มีการปรับปรุงอาคารเก่าในระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงครั้งใหญ่ เช่น การเปลี่ยนระบบเปลือกอาคารและงานระบบทั้งหมด คงไว้แต่โครงสร้าง การต่อเติมอาคารหรือการปรับปรุงอาคารบางส่วนอาจสามารถเข้าร่วมประเมินนี้ได้ หากแต่อาจไม่สามารถทำคะแนนได้ในบางหัวข้อคะแนนซึ่งอาจส่งผลต่อระดับรางวัลที่คาดว่าจะได้รับ

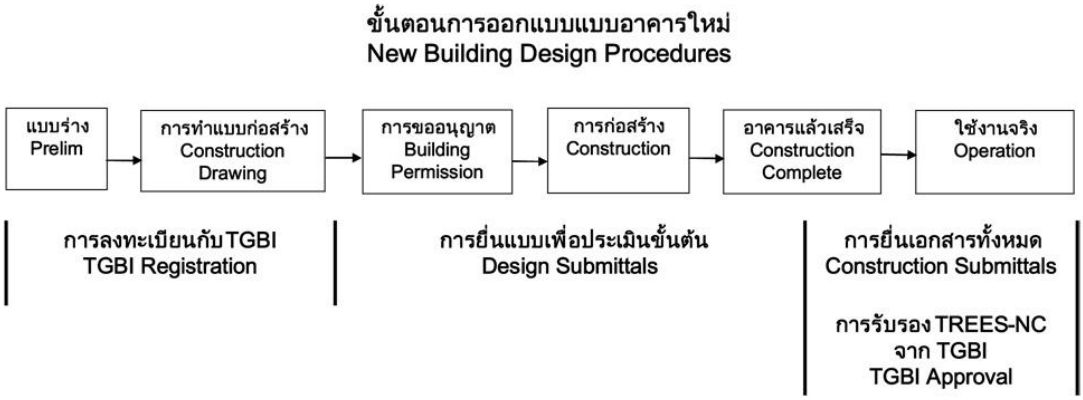
ลักษณะการประเมินด้วยเกณฑ์ TREES จะเป็นการประเมินด้วยการทำคะแนนในแต่ละหัวข้อคะแนนซึ่งจะมีลักษณะหัวข้อคะแนนอยู่ 2 จำพวก กลุ่มแรกคือคะแนนหัวข้อบังคับ หรือ Prerequisite ซึ่งผู้เข้าร่วมประเมินต้องผ่านการประเมินทุกหัวข้อคะแนน ซึ่งใน TREES-NC นี้จะมีหัวข้อบังคับ 9 หัวข้อ โดยหากไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนข้อใดข้อหนึ่งในกลุ่มนี้จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ TREES นี้เลย กลุ่มคะแนนหัวข้อบังคับจะต่างกับอีกกลุ่มที่มีการวัดด้วยระดับคะแนน และมีคะแนนมากน้อยตามแตกต่างกันไปตามลำดับความสำคัญ ในกลุ่มนี้จะมีคะแนนรวมถึง 85 คะแนน เมื่อผ่านคะแนนข้อบังคับทั้ง 9 แล้ว การทำคะแนนได้มากน้อยจะเป็นตัวตัดสินระดับรางวัลที่จะได้รับ ใน TREES-NC ได้แบ่งระดับรางวัลออกเป็น 4 ระดับ ตามช่วงคะแนน ได้แก่

PLATINUM	61	คะแนน ขึ้นไป
GOLD	46-60	คะแนน
SILVER	38-45	คะแนน
CERTIFIED	30-37	คะแนน

ทุกระดับต้องผ่านคะแนนข้อบังคับ 9 ข้อจากคะแนนเต็ม 85 คะแนน และ 9 คะแนนข้อบังคับ ของ TREES-NC สามารถแบ่งเป็นหมวดหลัก 8 หมวดหลักได้แก่ 1) การบริหารจัดการอาคาร 2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์ 3) การประหยัดน้ำ 4) พลังงานและบรรยากาศ 5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง 6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร 7) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ 8)นวัตกรรม ซึ่งในแต่ละหมวดสามารถแบ่งเป็นสัดส่วนคะแนนได้ดังแผนภูมิด้านล่าง



กระบวนการเข้าร่วมประเมิน TREES-NC นี้มีขั้นตอน หลักๆ อยู่ 3 ช่วง ดังแผนภูมิที่แสดงไว้ด้านล่าง โดยเริ่มจากการลงทะเบียนกับทางสถาบัน เมื่อลงทะเบียนแล้วเสร็จ จะเข้าสู่ช่วงการเก็บข้อมูลเพื่อส่งเอกสารช่วงแรก หรือ เรียกว่า “การยื่นเอกสารช่วงการออกแบบ” ซึ่งกระทำได้เมื่อแบบก่อสร้างแล้วเสร็จ หลังจากนั้นเมื่ออาคารเริ่มมีการก่อสร้าง จะเข่าสู่ช่วงเก็บข้อมูลเพื่อยื่นเอกสารเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือเรียกว่า “การยื่นเอกสารช่วงการก่อสร้าง” กระบวนการดังกล่าวจะมีลักษะคู่ขนานไปกับกระบวนการออกแบบก่อสร้างอาคารทั่วไป และจะมีการยื่นเอกสารเป็น 2 ช่วงดังที่กล่าวมาแล้วทั้งนี้หากผู้เข้าร่วมประเมินประสงค์จะยื่นเอกสารรอบเดียวเมื่ออาคารแล้วเสร็จก็สามารถกระทำได้ ทางสถาบันจะมอบรางวัลไม่ว่าระดับใดๆก็ตามเมื่ออาคารก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น เพราะเมื่ออาคารแล้วเสร็จจึงจะมีข้อมูลเพียงพอในการผ่านเกณฑ์ TREES-NC นี้ ทั้งนี้จากการที่การผ่านเกณฑ์ TREES-NC สามารถกระทำทันที่ได้เมื่ออาคารแล้วเสร็จแสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ TREES-NC นี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของความเป็นอาคารเขียวเท่านั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าเป็นอาคารที่มีการออกแบบก่อสร้างตามเกณฑ์อาคารเขียว การที่จะยืนยันความเป็นอาคารเขียวอย่างต่อเนื่องจำต้องมีการประเมินในรูปแบบของการบริหารจัดการอาคารซึ่งจะมีการนำเสนอโดยทางสถาบันอาคารเขียวไทยในอนาคตอันใกล้



หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management)

การดำเนินการเข้าสู่การเป็นอาคารเขียวจะไม่สามารถสำเร็จได้หากปราศจากความร่วมมือของทุกฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของอาคาร คณะทำงาน สถาปนิก มัณฑนากร นักภูมิทัศน์ วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้าง หน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงความร่วมมือกับชุมชนโดยรอบด้วย การแสดงเจตนารมณ์และจุดยืนในการสร้างอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่สร้างมลพิษให้กับบริบทโดยรอบ นับเป็นวิธีการสื่อสารที่ดีกับสังคมเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับทุกฝ่าย จะช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความราบรื่น นอกจากนี้ การเป็นอาคารเขียวนั้นไม่ได้หมายความว่าเป็นเฉพาะในช่วงต้นของการดำเนินการเท่านั้น จึงต้องมีการกำหนดแนวทางการดำเนินการทั้งในส่วนของการใช้งาน คือการสร้างความเข้าใจให้กับผู้ใช้อาคารเพื่อให้ใช้งานอาคารได้อย่างถูกต้อง การวางแผนการบริหารจัดการและบำรุงรักษาอาคารอย่างเหมาะสม และการตรวจสอบและประเมินตลอดช่วงอายุการใช้งานของอาคาร โดยการประเมินในหมวดจะประกอบไปด้วยรายละเอียดของหัวข้อดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
BM P1	การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว	บังคับ
BM 1	การประชาสัมพันธ์สู่สังคม	1
BM 2	คู่มือและการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร	1
BM 3	การติดตามการประเมินผลขณะออกแบบ ก่อสร้างและเมื่ออาคารแล้วเสร็จ	1

หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape)

การเลือกพื้นที่ก่อสร้างและการพัฒนาพื้นที่ก่อสร้างอย่างเหมาะสมเป็นกระบวนการขั้นแรกที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการก่อสร้างอาคารใหม่ กระบวนการออกแบบและก่อสร้างที่ไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมอาจทำลายสภาวะสมดุลของสภาพแวดล้อม ซึ่งต้องใช้เวลายาวนานในการฟื้นฟู

ธรรมชาติและส่งผลกระทบต่อเนื่องทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคมทั้งต่อโครงการชุมชนและต่อเมืองโดยรวม

คะแนนในหมวดงานผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape) เน้นการคำนึงถึง การหลีกเลี่ยง และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการออกแบบวางผังอาคาร การออกแบบและก่อสร้างภูมิทัศน์และพื้นที่ภายนอกอาคาร การเลือกวัสดุและวัสดุพืชพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยคำนึงถึงผลระยะยาวเพื่อความยั่งยืนของโครงการ

คะแนนในหมวดนี้ ประกอบด้วย 7 หัวข้อโดย มี 2 ข้อคะแนนบังคับ และ 5 ข้อคะแนน รวมทั้งสิ้น 16 คะแนน หัวข้อคะแนนบังคับที่ผู้รับผิดชอบต้องทำให้ได้ตามข้อบังคับ จึงจะสามารถทำคะแนนอื่นๆ ในหมวดคะแนนนี้ได้ ในหัวข้อบังคับนั้นมุ่งเน้นการปกป้องทรัพยากรธรรมชาติและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ที่มีคุณค่าอาจถูกทำลาย จากการเลือกที่ตั้งโครงการโดยไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังก่อให้เกิดความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เกิดความเสียหายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน ส่วนคะแนน 16 คะแนนในหมวดนี้ ครอบคลุมการเลือกที่ตั้งอาคาร การลดผลกระทบจากการคมนาคม การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และ พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ การใช้พืชพรรณ การลดปัญหาน้ำท่วม และ การลดปัญหาเกาะร้อน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
SL P1	การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะกับการสร้างอาคาร	บังคับ
SL P2	การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ	บังคับ
SL 1	การพัฒนาโครงการบนพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว	1
SL 2	การลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว	4
SL 3	การพัฒนาผังพื้นโครงการที่ยั่งยืน	
SL 3.1	มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ดินโครงการ	1
SL 3.2	มีไม้ยืนต้น 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร (ห้ามย้ายไม้ยืนต้นมาจากที่อื่น)	1
SL 3.3	ใช้พืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	1
SL 4	การซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม	4
SL 5	การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ	
SL 5.1	มีการจัดสวนบนหลังคา หรือสวนแนวตั้ง	2
SL 5.2	มีพื้นที่ดาดแข็งที่รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่โครงการ	1
SL 5.3	มีต้นไม้ยืนต้นทางทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก ที่บังแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ก่อความเสียหายกับตัวอาคาร	1

หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation)

จากการที่จำนวนประชากรได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ทำให้มีความต้องการใช้น้ำดิบในการผลิตน้ำประปาเป็นจำนวนมากในขณะที่ปริมาณน้ำดิบมีจำกัด การประหยัดน้ำประปาและการใช้น้ำประปาอย่างมีประสิทธิภาพเป็นหนทางหนึ่งที่สามารถช่วยปัญหาการขาดแคลนน้ำในอนาคตได้

การเลือกใช้สุขภัณฑ์และก๊อกน้ำประหยัดน้ำ หรือผลิตภัณฑ์ฉลากเขียวทดแทนการใช้ผลิตภัณฑ์แบบทั่วไปจะช่วยลดการใช้น้ำประปาลงได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การกักเก็บน้ำฝนเพื่อใช้ในบางส่วนของโครงการเพื่อทดแทนน้ำประปาประกอบกับ การติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อย ซึ่งช่วยให้การบริหารจัดการน้ำในส่วนต่างๆของโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังมีส่วนช่วยในการประหยัดน้ำประปาและส่งเสริมการใช้น้ำประปาอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

ทั้งนี้ เพื่อให้การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารที่กำลังดำเนินการเข้าสู่การเป็นอาคารเขียว การประเมินในหมวดทรัพยากรน้ำจึงประกอบไปด้วยรายละเอียดของหัวข้อดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
WC 1	การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	6

ทั้งนี้ หัวข้อดังกล่าวมีการดำเนินการ 2 ทางเลือก ซึ่งหากเลือกดำเนินการตามทางเลือกใดแล้วต้องดำเนินการตามแนวทางของทางเลือกดังกล่าวจนจบ โดยทั้ง 2 ทางเลือกมีจุดมุ่งหมายเดียวกันที่จะลดการนำน้ำจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ และลดปริมาณการผลิตน้ำประปา ตลอดจนลดภาระด้านลดค่าใช้จ่ายและพลังงานในการบำบัดน้ำเสียของทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

ทางเลือกที่ 1

(เลือกข้อ 1 หรือ 2)

1. ใช้โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ มากกว่าร้อยละ 90 ของจำนวนที่ติดตั้งทั้งหมด ได้ 1 คะแนน
2. ใช้โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ ร้อยละ100 ของจำนวนที่ติดตั้งทั้งหมด ได้ 2 คะแนน

(เลือกข้อ 3 หรือ 4)

3. ใช้ก๊อกน้ำประหยัดน้ำ หรือมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดน้ำอัตโนมัติ มากกว่าร้อยละ 90 ได้ 1 คะแนน
4. ใช้ก๊อกน้ำประหยัดน้ำ หรือมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดน้ำอัตโนมัติ ร้อยละ 100 ได้ 2 คะแนน

(เลือกข้อ 5 และ/หรือ 6)

5. ติดมาตรวัดการใช้น้ำย่อยในจุดใดจุดหนึ่งของโครงการ ได้ 1 คะแนน
6. ติดตั้งถังเก็บน้ำฝนเพื่อใช้งาน ปริมาตรร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝนที่ตก 1 ปี ได้ 1 คะแนน

ทางเลือกที่ 2

1. มีความต้องการใช้น้ำลดลงร้อยละ 15 จากปริมาณการใช้น้ำตามกรณีอ้างอิงได้ 2 คะแนน
2. มีความต้องการใช้น้ำลดลงร้อยละ 25 จากปริมาณการใช้น้ำตามกรณีอ้างอิง ได้ 4 คะแนน
3. มีความต้องการใช้น้ำลดลงร้อยละ 35 จากปริมาณการใช้น้ำตามกรณีอ้างอิง ได้ 6 คะแนน

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

การใช้พลังงานของอาคารนับว่าเป็นสาเหตุสำคัญของมลภาวะและภาวะเรือนกระจกซึ่งถือเป็นวิกฤตการณ์ที่สำคัญในปัจจุบันนี้ โดยปรกติแล้วพลังงานที่ถูกใช้ไปในอาคารจะอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าซึ่งต้องมีการผลิตจากโรงงาน ซึ่งต้องใช้แหล่งพลังงานที่มีราคาแพง และมีมลภาวะ อีกทั้งการจ่ายพลังงานจากแหล่งผลิตมายังอาคารยังต้องสูญเสียพลังงานถึงกว่า 2 ใน 3 ไปกับระบบสายส่ง (ไปในรูปพลังงานความร้อน) ที่มักมีระยะทางไกลจากโครงการ นอกจากนี้ การผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานสะอาดเช่น แสงอาทิตย์ ลม หรือเขื่อน ถือว่ามีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการพลังงานของประเทศ ดังนั้น TREES-NC จึงให้น้ำหนักสูงสุดสำหรับหมวดพลังงานและบรรยากาศนี้ในการให้คะแนน โดยมีคะแนนรวมสูงสุดถึง 20 คะแนน และครอบคลุม 2 ข้อบังคับ ซึ่งครอบคลุม ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเป็นหลัก นอกจากนี้ยังส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนต่างภายในพื้นที่โครงการ ที่ทั้ง 2 ส่วน ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพอาคาร และ การตรวจสอบยืนยันการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นระบบ นอกจากนี้ หมวดพลังงานและบรรยากาศนี้ยังครอบคลุมถึงสารทำความเย็นที่อยู่ในระบบประอากาศซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อบรรยากาศและภาวะเรือนกระจก หากไม่เลือกสารทำความเย็นที่เหมาะสม หัวข้อคะแนนในหมวดพลังงานและบรรยากาศประกอบด้วย

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EA P1	การประกันคุณภาพอาคาร มีแผนการตรวจสอบและปรับแต่งระบบโดยบุคคลที่สาม	บังคับ
EA P2	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ ได้ 4 คะแนนในข้อ EA 1	บังคับ

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EA 1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	16
EA 2	การใช้พลังงานทดแทน ผลิตพลังงานทดแทนให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 - 1.5 ของปริมาณค่าใช้จ่ายพลังงานในอาคาร	2
EA 3	การตรวจสอบและพิสูจน์ผลเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน มีแผนการตรวจสอบและพิสูจน์ผลตามข้อกำหนด IPMVP	1
EA 4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ไม่ใช้สาร CFC และ HCFC-22	1

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources)

ขยะซึ่งเกิดจากภาคการก่อสร้างนั้นมีปริมาณมากทั้งจากกระบวนการใช้งานอาคารและกระบวนการก่อสร้างอาคาร อีกทั้งการก่อสร้างอาคารนั้นจำต้องใช้ทรัพยากรเป็นปริมาณมหาศาล ซึ่งทั้งขยะและการใช้ทรัพยากรส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของมลภาวะและการทำลายธรรมชาติ ดังนั้น การนำอาคารเดิมที่มาใช้ใหม่ นำขยะมารีไซเคิล ใช้วัสดุในท้องถิ่นหรือวัสดุเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
MR 1	การใช้อาคารเดิม เก็บรักษาพื้นหรือหลังคาของอาคารเดิมไว้ร้อยละ 50–75 ของพื้นที่ผิว	2
MR 2	การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง นำขยะไปใช้หรือรีไซเคิล ร้อยละ 50–75 ของปริมาตรหรือน้ำหนัก	2
MR 3	การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว เป็นมูลค่าร้อยละ 5–10	2
MR 4	การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิลเป็นมูลค่าร้อยละ 10-20	2
MR 5	การใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ การใช้วัสดุที่ ขุด ผลิต ประกอบ พื้นถิ่นหรือในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 10-20 ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมด	2
MR 6	วัสดุที่ผลิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	3
MR 6.1	ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามฉลากเขียวและฉลากคาร์บอนของไทย ร้อยละ 10-20	2
MR 6.2	ใช้วัสดุที่มีการเผยแพร่ข้อมูลความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่น้อยกว่า ร้อยละ 30 ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมด	1

หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร

ผู้คนส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ภายในอาคารมากกว่าภายนอกอาคาร หากสภาพแวดล้อมภายในอาคารไม่ดีหรือไม่เหมาะสมก็ย่อมที่จะส่งผลเสียต่อผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะในเรื่องของสุขภาพและความเจ็บป่วย ซึ่งอาจทำให้ทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากขึ้น หรือเกิดการขาดงานบ่อยครั้ง ดังนั้น การสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีจึงเป็นเรื่องที่ไม่อาจละเลยได้

เกณฑ์การประเมินในส่วนของสภาพแวดล้อมภายใน (Indoor Environment: IE) มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดี ส่งเสริมคุณภาพชีวิต ทั้งทางด้าน สภาวะน่าสบาย และ แสงธรรมชาติและวิว ตลอดจน คุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี ไม่มีการสะสมของสารพิษหรือสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ โดยการกำหนดแนวทางการออกแบบ และเลือกใช้ระบบอาคารที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพไม่มีการปล่อยสารเคมีที่เป็นอันตราย ฯลฯ โดยภาพรวมในการประเมินประกอบไปด้วยรายละเอียดของหัวข้อดังนี้

หัวข้อ	**รายละเอียด**	**คะแนน**
IE P1	ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร – อัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ
IE P2	ความส่องสว่างภายในอาคาร – ความส่องสว่างขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังตับ
IE 1	การลดผลกระทบมลภาวะ	5
IE 1.1	ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ตำแหน่งที่มีความร้อนหรือมลพิษ	1
IE 1.2	ความดันเป็นลบ (Negative pressure) สำหรับห้องพิมพ์งาน ถ่ายเอกสาร เก็บสารเคมี และห้องเก็บสารทำความสะอาด	1
IE 1.3	ควบคุมแหล่งมลพิษจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร	1
IE 1.4	พื้นที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูหน้าต่างหรือช่องนำอากาศเข้าไม่น้อยกว่า 10 เมตร	1
IE 1.5	ประสิทธิภาพการกรองอากาศผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	1
IE 2	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	4
IE 2.1	การใช้วัสดุประสาน วัสดุยาแนว และรองพื้น ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.2	การใช้สี และวัสดุเคลือบผิว ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.3	การใช้พรมที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1
IE 2.4	การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นจากไม้ที่มีสารพิษต่ำภายในอาคาร	1

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
IE 3	การควบคุมสงสว่างภายในอาคาร – แยกวงจรแสงประดิษฐ์ทุก 250 ตารางเมตร หรือตามความต้องการ	1
IE 4	การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร – ออกแบบให้ห้องที่มีการใช้งานประจำได้รับแสงธรรมชาติอย่างพอเพียง	4
IE 5	สภาวะน่าสบาย – อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ	3

หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection)

มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างเป็นมาตรการสำคัญที่ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึงตั้งแต่เริ่มกระบวนการการออกแบบและก่อสร้าง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบระยะยาวต่อระบบนิเวศวิทยาและสุขภาวะและสุขภาพของมนุษย์

คะแนนในหมวดการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection) เน้นไปที่การลดผลกระทบของโครงการก่อสร้างโดยรวมในระยะยาว ที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติในเชิงนิเวศน์ และสุขภาวะ และสุขภาพของมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบระบบก่อสร้าง การบริหารการจัดการพื้นที่โครงการก่อสร้าง คะแนนในหมวดนี้ ประกอบด้วย 7 หัวข้อโดยมี 2 ข้อคะแนนบังคับและ 5 ข้อคะแนน รวมทั้งสิ้น 8 คะแนน หัวข้อคะแนนบังคับที่ผู้รับผิดชอบต้องทำให้ได้ตามข้อบังคับ จึงจะสามารถทำคะแนนอื่นๆ ในหมวดคะแนนนี้ได้ ในหัวข้อบังคับนั้นมุ่งเน้นการป้องกันผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา และทรัพยากรธรรมชาติ ด้วยการมีแผนการดำเนินการควบคุมมลพิษจากการก่อสร้างและการบริหารจัดการขยะ ส่วนคะแนน 8 คะแนนในหมวดนี้ เน้นไปที่การเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์ ระบบ ที่ไม่ส่งผลกระทบ หรือป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสุขภาพของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องเช่น การเลือกเคมีภัณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การป้องกันภาวะเดือดร้อนรำคาญจาก แสงและความร้อน การควบคุมโรคที่มาจากระบบอาคารรวมถึงการส่งเสริมให้ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อลดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EP P1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง มีแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง	บังคับ
EP P2	การบริหารจัดการขยะ การเตรียมพื้นที่แยกขยะ	บังคับ

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EP 1	ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิง ไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอสซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง	1
EP 2	ตำแหน่งเครื่องระบายความร้อน การวางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนห่างจากที่ดินข้างเคียง	4
EP 3	การใช้กระจกภายนอกอาคาร กระจกมีค่าสะท้อนแสงไม่เกินร้อยละ 15	1
EP 4	การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร ปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลีจิโอเนลลา (Legionella) ในหอระบายความร้อนของอาคารในประเทศไทย	1
EP 5	ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	1

หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation)

แม้ว่า TREES จะมีเกณฑ์การประเมินประเด็นทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุม 7 ด้าน ประกอบด้วย การบริหารจัดการอาคาร ผังบริเวณและภูมิทัศน์ การประหยัดน้ำ พลังงานและบรรยากาศ วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้างคุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร และ การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แล้วก็ตาม แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีประเด็นที่สำคัญอีกมากมายไม่ได้ถูกระบุไว้ในเกณฑ์ TREES หมวด นวัตกรรม จึงเป็นหมวดที่เปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาคารที่เข้าร่วมประเมินได้นำเสนอ หัวข้อคะแนนที่เหมาะกับโครงการของตน เพื่อทำคะแนนในหมวดนี้นอกจากนี้การทำคะแนนในหมวด GI ยังสามารถทำได้ด้วยการทำคะแนนพิเศษตามที่ระบุไว้ในแต่ละหัวข้อคะแนน โดยคะแนนพิเศษเหล่านี้จะทำได้เมื่อสามารถแสดงประสิทธิภาพตามหมวดคะแนนต่างๆ เกินกว่าที่ระบุไว้ระดับหนึ่ง การทำคะแนนในหมวด GI นี้สามารถทำได้ 5 คะแนน ดังตารางด้านล่าง

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
GI 1	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิณ (ระบุเพิ่มเติม.....)	1
GI 2	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิณ (ระบุเพิ่มเติม.....)	1

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
GI 3	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิณ (ระบุเพิ่มเติม.....)	1
GI 4	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิณ (ระบุเพิ่มเติม.....)	1
GI 5	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิณ (ระบุเพิ่มเติม.....)	1

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลต้นไม้เพื่อใช้ในการประเมินหมวดผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม

ข้อมูลต้นไม้เพื่อใช้ในการประเมินหมวดผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม

ไม้ยืนต้น คือพืชที่มีเนื้อไม้มีลำต้นเดี่ยว มีลำต้น (trunk) ที่ชัดเจน เรือนยอดมีรูปทรงต่างๆกันไป เช่น ทรงพุ่มแผ่กว้าง ทรงกลม หรือทรงกรวย ปัจจัยสำคัญที่ผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากมนุษย์ สัตว์ หรือธรรมชาติ เช่น การตัดแต่งทรงพุ่ม นอกจากนี้สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ลักษณะทางธรรมชาติของไม้ต้นเมื่อโตเต็มที่ประกอบด้วยปัจจัยโดยรวม ดังนี้

1. **การผลัดใบ** แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ
   1.1 **ไม้ต้นผลัดใบ** (deciduous tree) ส่วนใหญ่เป็นพืชในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ซึ่งมีฤดูกาลที่แตกต่างกันชัดเจน ฤดูแล้งใบจะร่วงทั้งต้นหรือเกือบหมดต้น แล้วผลิดอกพร้อมกันทั่วทั้งต้น ดอกหรือช่อดอกมักมีขนาดใหญ่ สีสันสะดุดตา บางชนิดอาจมีลักษณะและสีของดอกไม่สวยงามนัก แต่ขณะที่ผลัดใบจะมีการเปลี่ยนสีใบที่ดูสวยงามแปลกตา ไม้ผลัดใบในเขตร้อนมักมีช่วงทิ้งระยะทิ้งใบสั้นมาก เนื่องจากอากาศที่เปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนนักในแต่ละฤดูกาล
   1.2 **ไม้ต้นไม่ผลัดใบ** (evergreen tree) มักเป็นพืชที่อยู่ในเขตร้อน นิยมปลูกเพื่อให้ร่มเงา ใบมีสีเขียวตลอดปี บางชนิดมีสีของใบสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวแก่ที่แตกต่างกันออกไป สามารถมองเห็นความต่างได้อย่างชัดเจน ไม้ต้นชนิดนี้มักมีดอกเล็กไม่สวยงามสะดุดตา หลายชนิดมีกลิ่นหอม
2. **ความสูงของต้นเมื่อโตเต็มที่** ในสภาพธรรมชาติความสูงของไม้ต้นแต่ละชนิดที่ปลูกในสภาพเหมาะสมมักมีความสูงที่คงที่ ดังนั้นการเลือกชนิดพันธุ์ควรคำนึงถึงความสูงของไม้ต้นเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่
   2.1 ไม้ต้นขนาดเล็ก มีความสูง 1 – 7.5 เมตร
   2.2 ไม้ต้นขนาดกลาง มีความสูง 7.5 – 15 เมตร
   2.3 ไม้ต้นขนาดใหญ่ มีความสูง 15 – 30 เมตร หรือมากกว่า

ขนาดของไม้ต้นมีส่วนอย่างยิ่งกับการปรับอุณหภูมิในสภาพแวดล้อม ต้นไม้ขนาดใหญ่จะช่วยควบคุมภูมิอากาศจุลภาค (microclimate) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากต้นไม้มีขนาดใหญ่จะช่วยกรองความร้อนที่พื้นผิวของอาคารหรือพื้นดาดแข็งในบริเวณใกล้เคียง

3. **รูปทรงตามธรรมชาติ** จุดเด่นของไม้ต้นที่นอกเหนือจากลักษณะดอก ไม้ต้นแต่ละชนิดมีลักษณะรูปทรงของเรือนยอดที่เฉพาะตัวแตกต่างกันที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งเกณฑ์

ในการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่บีบบังคับของเมือง เช่น ในพื้นที่แคบควรเลือกใช้ไม้ต้นที่มีรูปทรงของเรือนยอดทรงพีรามิดหรือทรงกระบอก

4. **ขนาดความกว้างของเรือนยอด** เป็นอาณาเขตที่เรือนยอดแผ่ปกคลุมไปจนถึงเมื่อต้นโตเต็มที่ โดยทั่วไปวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาดความกว้างของเรือนยอดแบ่งออกได้ดังนี้

   4.1 เรือนยอดแคบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 6 เมตร

   4.2 เรือนยอดปานกลางค่อนข้างแคบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 – 10 เมตร

   4.3 เรือนยอดปานกลาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 – 15 เมตร

   4.4 เรือนยอดปานกลางค่อนข้างกว้าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 – 22 เมตร

   4.5 เรือนยอดกว้าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เมตร

ขนาดความกว้างของเรือนยอดมีผลอย่างยิ่งกับการประเมินงานภูมิสถาปัตยกรรม การเลือกใช้ไม้ต้นที่มีทรงพุ่มกว้างก็จะทำให้มีพื้นที่ที่มีร่มเงามากตามสัดส่วนของขนาด ความกว้างของเรือนยอด ทั้งนี้การวัดขนาดทรงพุ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการเจริญ เติบโตของไม้ต้นจนกว่าจะโตเต็มที่จึงจะคงที่ จึงอาจต้องทำการวัดขนาดทรงพุ่มอย่างสม่ำเสมอทุกปีหรือทุก 3 ปีเพื่อปรับขนาดพื้นที่การให้ร่มเงาแก่พื้นดาดแข็งด้วยพืชพรรณหรือสิ่งก่อสร้างในการประเมินในแต่ละครั้ง

ชนิดของพืชพรรณในเขตร้อนชื้นสลับแล้ง

เขตร้อนชื้นสลับแล้งครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางตอนบน ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกบางส่วน ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่บริเวณสันเขาที่โล่งแจ้ง หน้าดินบาง มีความอุ้มน้ำต่ำ ลักษณะเด่นของต้นไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตภูมิอากาศแบบนี้ คือ ทนแล้งได้ดี และส่วนใหญ่เป็นไม้ผลัดใบ

กระพี้จั่น **Millettia brandisiana Kurz**

หมายเหตุ: ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณแล้ง ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 8 – 20 เมตร ทรงพุ่มกลมทึบ ผลัดใบแต่ผลิใบใหม่เร็ว ดอกออกเป็นช่อยาว 7 – 22 เซนติเมตร สีม่วงแกมขาว ทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี

กัลปพฤกษ์ **Cassia baderiana Craib**

หมายเหตุ: ป่าโปร่งและเขาหินปูน ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 5 – 15 เมตร เรือนยอดแผ่กว้าง ดอกสีชมพูแล้วเปลี่ยนเป็นขาว ออกเป็นช่อตามกิ่ง

ขี้เหล็ก **Senna siamea (Lam.) lrwin & Barneby**

หมายเหตุ: ป่าเบญจพรรณ ไม้ต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูง 8 – 15 เมตร ทนแรงลม แข็งแรง ดูแลรักษาง่าย ผลัดใบแต่ผลิใบใหม่ไว เรือนยอดทรงกลมหรือทรงกระบอกทึบ ดอกสีเหลืองออกเป็นช่อแยกแขนงใหญ่ แข็งแรงดูแลรักษาง่าย

คงคาเดือด **Arfeuillea arborescens Pierre**

หมายเหตุ: ป่าเบญจพรรณ ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 8 – 20 เมตร เรือนยอดรูปไข่ทึบ ทรงพุ่มสง่า ใบอ่อนเป็นช่อตั้งสีเขียวอ่อน เหมาะกับพื้นที่กว้าง ผลัดใบ

คอร์เดีย Cordia sebestena L.

หมายเหตุ: ไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 3 – 10 เมตร ลักษณะเป็นพุ่มเรือนยอดรูปไข่ ค่อนข้างโปร่ง ปลูกใกล้ทะเลได้ ทนลมแรง ทนแล้ง ออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ปลายกิ่ง ดอกมีสีส้มหรือส้มแดง ออกตลอดปี ไม่ผลัดใบ

แคฝรั่ง Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walip.

หมายเหตุ: ไม้ต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูง 5 – 15 เมตร เรือนยอดทรงพุ่มไม่แน่นอน แตกกิ่งไม่เป็นระเบียบ พุ่มแผ่เห็นกิ่งก้าน ทนแรงลม โตเร็ว ดอกสีขาวหรือชมพูคล้ายถั่ว ออกเป็นช่อกระจะ ช่อดอกยาว 10 – 15 เซนติเมตร ผลัดใบ

จำปา **Magnolia champaca (L.) Baillon ex Pierre var. champaca**

หมายเหตุ: ป่าดิบและป่าดิบเขา ไม้ต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 15 – 30 เมตร เรือนยอดรูปไข่ทึบ ดอกสีเหลืองแกมส้ม มีกลิ่นหอม นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ไม่ผลัดใบ

ชงโค **Bauhinia purpurea L.**

หมายเหตุ : พบตามป่าเบญจพรรณทั่วไป ไม้ต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูงถึง 10 – 15 เมตร ทรงพุ่มกลม ดอกสวยงามสีชมพูเข้มคล้ายกล้วยไม้ กลิ่นหอมอ่อนๆ ผลัดใบ

ทองกวาว **Butea monosperma (Lam.) Taub.**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณ ป่าแดงและป่าหญ้า ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 5 – 15 เมตร เรือนยอดพุ่มกลมทึบ ลำต้นแตกกิ่งต่ำคดงอ แข็งแรง ทนแล้ง ทนเค็ม ผลัดใบ ดอกสีส้มสด สีเหลือง ออกเป็นช่อกระจะที่ปลายกิ่งและก้าน ทิ้งใบเมื่อมีดอก

ทองหลางด่าง **Erythrina variegate L.**

หมายเหตุ : พบกระจายพันธุ์ในเขตร้อนทั่วไป ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 15 – 20 เมตร เรือนยอดทรงกลมทึบ ดอกสีแสดแดงหรือขาว มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เป็นช่อกระจะขนาดใหญ่ที่ปลายกิ่ง ช่อดอกยาว 17 – 47 เซนติเมตร ผลัดใบ แข็งแรง ทนลม ทนแล้ง เมื่อขุดย้ายแตกใบใหม่เร็ว

ปีป, กาซะลอง **Millingtonia hortensis L.f.**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณค่อนข้างแล้ง ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 25 เมตร พุ่มทรงกระบอก กิ่งก้านมักจะย้อยลง ดอกสีขาวหรือชมพูมีกลิ่นหอม ผลัดใบ

พญาสัตบรรณ **Alstonia scholaris (L.) R.Br.**

หมายเหตุ : ป่าละเมาะและป่าดิบทั่วไป ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูง 15 – 30 เมตร ทรงพุ่มแผ่เป็นชั้นๆ คล้ายร่ม โตเร็ว แข็งแรง ไม่ควรปลูกในบ้าน เพราะมีขนาดใหญ่มาก และดอกมีกลิ่นเหม็น สีเหลืองอมขาว ไม่ผลัดใบ

พะยอม **Shorea r oxburghii G. Don**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงถึง 30 เมตร พุ่มทรงไข่ เปลาตรง ดอกสีขาวหรือเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมแรง ผลสวยงาม ผลัดใบแต่ผลิใบใหม่เร็ว

มะขาม **Tamarindus indica L.**

หมายเหตุ : กระจายพันธุ์ทั่วประเทศ ไม้ต้นขนาดกลาง สูงถึง 20 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมทึบ ใบละเอียดสีเขียวอ่อนดูสวยงาม เจริญในดินทราย เลี้ยงดูง่าย ทนน้ำขังแฉะ ไม่ผลัดใบ

เต็ง **Shorea obtuse Wall. Ex Blume**

หมายเหตุ : ป่าเต็งรังและเขาหินทรายยกเว้นภาคใต้ ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 15 – 20 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกว้าง ดอกสีเหลืองอ่อนเป็นช่อ ผลัดใบ

รัตมา **Parkinsonia aculeate L.**

หมายเหตุ : ไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 4 – 6 เมตร ทรงพุ่มห้อยย้อย โปร่ง ทนร้อน ทนแล้งดี ไม่ทนน้ำขัง แสงลอดผ่านลงมาได้ ดอกสีเหลืองมีกลิ่นหอม ไม่ผลัดใบ

ราชพฤกษ์, คูน **Cassia fistula L.**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณแล้ง ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 8 – 15 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมแผ่กว้าง ผลัดใบ ดอกสีเหลืองเป็นช่อกระจะตามกิ่ง ห้อยย้อยลง ช่อดอกยาว 20 – 45 เซนติเมตร

ลั่นทม **Plumeria rubra L.**

หมายเหตุ : ต้นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูงถึง 6 เมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขามาก ดอกเป็นรูปทรงกรวยมีหลากหลายสี ตั้งแต่ขาว ชมพู เหลือง แดง และสีผสม เป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี

ลำดวน **Melodorum fruiticosum Lour.**

หมายเหตุ : ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ ไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 10 – 18 เมตร พุ่มกลม ดอกเดี่ยวสีเหลืองนวลมีกลิ่นหอม ไม่ผลัดใบ

เลี่ยน **Melia azederach L.**

หมายเหตุ : ชายป่าดิบและป่าเบญจพรรณทั่วทุกภาค ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 10 – 20 เมตร เรือนยอดรูปกรวยหรือทรงกระบอก ค่อนข้างโปร่ง ใบประกอบขนนกสองชั้น ดอกออกเป็นช่อบริเวณปลายกิ่ง สีชมพูหรือขาวอมม่วง

สะเดา **Azadirachta indica A.Juss. var. siamensis Valeton**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณหรือป่าแดงทั่วไปยกเว้นภาคใต้ ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 12 – 20 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมทึบ ช่อใบลู่ลง ดอกสีขาวมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แข็งแรง ชอบขึ้นในที่แห้งแล้ง เหมาะที่จะปลูกในที่ที่ต้องการดูแลต่ำ ผลัดใบ

สุพรรณิการ์, ฝ้ายคำ **Cochlospermun religiosum (L.)**

หมายเหตุ : ไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 7 – 15 เมตร เรือนยอดแผ่กว้าง ทรงพุ่มโปร่ง กิ่งก้านคดงอ ผลัดใบ ดอกสวยสีเหลืองสะดุดตา ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง

เสลาใบใหญ่ **Lagerstroemia loudonii Teijsm. & Binn.**

หมายเหตุ : ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบและป่าชายหาด ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10 -20 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมหรือกระบอก ปลายกิ่งห้อยย้อยลง ดอกสีม่วงสดออกเป็นช่อแขนงที่ปลายกิ่ง ไม่ทนน้ำขังแฉะ ผลัดใบ

หางนกยูงฝรั่ง **Dolonix regia Rafin.**

หมายเหตุ : ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 15 เมตร เรือนยอดทรงร่มแผ่กว้าง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ดอกสีแดงอมส้ม สีส้ม สีเหลืองบ้าง ปลูกได้ในเขตร้อนทั่วไป ผลัดใบ

อินทนินบก **Lagerstroemia macrocarpa Wall.**

หมายเหตุ : ภาคเหนือบริเวณป่าเบญจพรรณ ป่าผลัดใบที่แห้งแล้ง ยกเว้นภาคใต้ ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 8 – 20 เมตร เรือนยอดรูปกลมรี ดอกขนาดใหญ่สีม่วงสดเป็นช่อออกตามปลายกิ่ง ผลัดใบ

แก้ว **Murraya paniculata (L.) Jack.**

หมายเหตุ : ไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง มีความสูงประมาณ 5 – 10 เมตร รูปทรงกลม สูงไม่เกิน 5 เมตร ดอกสีขาว กลิ่นหอม แดดเต็มวัน – รำไร

ชบา **Hibicus rosa-sinensis Linn.**

หมายเหตุ : ไม้พุ่มขนาด 1 – 3 เมตร อาจสูงได้ถึง 7 – 10 เมตร ทรงแจกัน ดอกสีสดหลากสี ไม้ดอกที่ปรับตัวเจริญเติบโตได้ทุกสภาพแวดล้อม เลี้ยงง่าย ปลูกริมทะเลได้

ทรงบาดาล **Cassia surattensis Buem.f.**

หมายเหตุ : ไม้พุ่มทรงกลม สูงไม่เกิน 7 เมตร ดอกสีเหลืองออกตามซอกใบ และปลายกิ่ง ปลูกริมทะเลได้ ทนลมแรง แดดเต็มวัน

ประยงค์ **Aglaia odorata Lour.**

หมายเหตุ : พบตามป่าเบญจพรรณทั่วไป ไม้พุ่มทรงกลม ทรงพุ่มสวย ใบเขียวเป็นมัน สูงไม่เกิน 5 เมตร ดอกกลมๆ ขนาดเล็ก คล้ายไข่ปลาหรือเม็ดสาคู สีเหลืองสด ดอกหอมมาก ส่งกลิ่นไปไกล แดดเต็มวัน

พุดจีบ **Tabernaemontana divaricate (L.)**

หมายเหตุ : ไม้พุ่มสูง ทรงแผ่กว้าง สูง 1 – 5 เมตร กิ่งก้านสวยงามผิวใบเป็นมัน ดอกสีขาว กลิ่นหอมอ่อนๆ ออกเป็นช่อตามซอกใบ บริเวณปลายกิ่งออกตลอดปี แดดครึ่งวัน – ร่ม

พุดตาน **Hibiscus mutabilis L.**

หมายเหตุ : ไม้พุ่มเตี้ย ทรงพุ่มกลม ตามต้นและกิ่งมีขน สูงไม่เกิน 3 เมตร ดอกใหญ่คล้ายดอกชบาซ้อน บานในตอนเช้า เปลี่ยนสีจากสีขาวในตอนเช้า เมื่อสายจะเป็นสีชมพู ตกบ่ายจะเป็นสีชมพูเข้ม ออกดอกตลอดปี แสงแดดเต็มวัน

เฟื่องฟ้า **Bougainvillea spectabilis willd**

หมายเหตุ : ไม้ยืนต้นขนาดกลางประเภทรอเลื้อย ความสูงประมาณ 1 – 10 เมตร ออกดอกเป็นช่อตามส่วนยอด กลีบดอกหรือใบประดับมี 3 กลีบ มีสีต่างๆ ส่วนดอกมีขนาดเล็กสีขาวเป็นหลอดยาว เป็นพืชที่อายุยืนนานหลายสิบปี

ยี่เข่ง **Lagerstroemia indica L.**

หมายเหตุ : ไม้ต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 3 – 10 เมตร พุ่มทรงแจกัน ดอกสีขาว ชมพู และม่วง ผลัดใบช่วงสั้นๆ ในฤดูร้อน ชอบแดดจัด น้ำปานกลาง

ประวัติผู้เขียน

นางสาวรัตนา แก้วเพชรพงษ์ เกิดเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2525 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สถานที่อยู่ปัจจุบัน 46 ถนนบ้านเพิ่มซอย 1 ตำบลโนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ช่างเทคนิค งานออกแบบและก่อสร้าง ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ด้านการศึกษาจบการศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิทักษ์ภูเบนทร์ ตำบลโนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ระดับปริญญาตรี (สถ.บ. เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา