



การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง

The study and Development Lightweight growing media  
by Coir to use a Vertical garden.

นพดล คล้ายวิเศษ

ศรัณยู สว่างเมฆ

สันติ กมลนรากิจ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๙  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่องานวิจัย : การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง  
 ชื่อผู้วิจัย : นพดล คล้ายวิเศษ, ศรัณยู สว่างเมฆ, สันติ กมลนราภิจ  
 พุทธศักราช : 2559

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้งเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้อาคารเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการใช้เครื่องปรับอากาศอันเป็นสาเหตุสำคัญของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า จึงเกิดแนวทางการนำต้นไม้มาใช้ประกอบอาคาร โดยในอดีตการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารนั้น อาจเป็นเพียงเพื่อความสวยงาม สร้างมุมมองที่น่าสบาย ต่อมาจึงได้มีการนำต้นไม้ใหญ่มาใช้เพื่อประโยชน์ในการลดอุณหภูมิโดยรอบอาคาร พัฒนาสู่การทำสวนหลังคา เพื่อลดความร้อนที่จะส่งผ่านจากหลังคา และในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ในลักษณะของผนังสีเขียว ซึ่งช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านทางเปลือกอาคารได้เป็นอย่างดี โดยพฤติกรรมของต้นไม้ นั้นจะดูดซึมน้ำจากทางรากแล้วส่งผ่านไปใบเพื่อสังเคราะห์แสง กระบวนการดังกล่าวทำให้น้ำระเหยและผลที่ได้รับคืออากาศโดยรอบต้นไม้จะเย็นลง เนื่องจากความร้อนถูกดึงไปเพื่อใช้ในการระเหยของน้ำ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมากน้อยเพียงใด การทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงนั้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยปรุงแต่งสภาวะน่าสบายให้กับสภาพแวดล้อมและอาคาร โดยประโยชน์ของต้นไม้ในระดับเมืองนั้นพื้นที่สีเขียวส่วนนี้คือส่วนที่ช่วยลดและป้องกันการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองได้อีกด้วย

โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้สำหรับสวนแนวตั้ง เพื่อลดภาระการรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารโดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อออกแบบวัสดุปลูก แล้วทำการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและจัดสวนแนวตั้งจากแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ และแก้ไขปรับปรุง เพื่อทำการทดลองวัสดุปลูกพีชพรรณ จำนวน 12 ชุดทดลอง โดยการปลูกพีชพรรณ บนชุดผนังทดลองจำนวน 3 ผนัง (กว้าง 1.20 m. สูง 3.00 m.) ผลจากการทดสอบและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพีชพรรณ พบว่าพีชพรรณเจริญเติบโตได้ดีบนชุดวัสดุปลูก และชุดอุปกรณ์การปลูกมีน้ำหนักเบาไม่เป็นภาระกับการรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร

คณะผู้วิจัย

**Research Title** : The study and Development Lightweight growing media  
by Coir to use a Vertical garden.  
**Author** : Noppadol Klaywises Saranyoo Sawangmake Santi Kamonnarakit  
**Year** : 2016

The study and Development Lightweight growing media by Coir to use a Vertical garden. To create thermal comfort for building users are the main factors causing the air conditioning. The cause of the electrical consumption. Thus bringing the tree into the building. In the past the building that used tree. Create a homey Subsequently, it has adopted a large tree used for the purpose of lowering the temperature of the surrounding buildings. Developed into a roof garden Reduce heat to pass through the roof. And is currently being applied in the manner of a green wall. This helps reduce the heat that enters the building through the building envelope as well. The behavior of the tree to absorb water from the roots to the leaves, and then passed to photosynthesis. Such a process makes the water evaporates and the air has been cooled by the surrounding trees The Heat pulled away for the evaporation of water. Such a process, which happens from time to time, no matter how much humidity in the air. The cool environment is another factor that manipulates the ambient environment to environment and buildings The benefits of trees in the green areas of the city, this is helping to reduce and prevent the phenomenon of urban heat island

The study and Development Lightweight growing media by Coir to use a Vertical To reduce the weight of structural data were collected to design the plant material. Then the data from design professionals and vertical landscaping questionnaire. And interviews to analyze the result. And amends To test plant material, vegetation series of 12 trials by planting vegetation. On the wall, a series of three experiments wall. (Width 1.20 m. Height 3.00 m.) Of the test data and the growth of vegetation. Found that plants grow well on a series of plant material. The unit is lightweight and planting is not burdened with the weight of the building structure.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยการสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2559 ขอขอบพระคุณคณบดีและบุคลากรคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมและเป็นกำลังใจในการทำงาน ตลอดจนการดำเนินงานวิจัยนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในด้านต่างๆ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เป็นอย่างดี ตลอดจนผู้ให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

จากงานวิจัยเล่มนี้หากมีข้อบกพร่องประการใด ขออภัยมา ณ โอกาสนี้และคณะผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว หากความดีหรือประโยชน์อันใดจากงานวิจัยนี้ขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้วิจัย





## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญภาพ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.4 สมมุติฐานงานวิจัย.....	2
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผนังอาคารกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม.....	3
2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร.....	7
2.3 ศึกษาข้อมูลการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร.....	8
2.4 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพืชพรรณเพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร.....	9
2.5 ศึกษาข้อมูลรูปแบบผนังสีเขียวเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	11
2.6 ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล.....	28
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกากมะพร้าว.....	30
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	35
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>36</b>
4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ และรูปทรงเพื่อใช้ในการออกแบบ.....	36
4.2 แบบวิเคราะห์การออกแบบของวัสดุปลูก.....	36
4.3 การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ.....	37
4.4 การทดสอบมาตรฐานวัสดุปลูก.....	39
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>40</b>
5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวิเคราะห์.....	40
5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบ.....	40
5.3 สรุปผลแบบประเมินความพึงพอใจ.....	40
5.4 จากการทดสอบมาตรฐาน.....	41
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	41
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>42</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>43</b>
ภาคผนวก ก ประวัติและผลงานนักวิจัย.....	43
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
ภาคผนวก ค ผลงานวิจัยและแบบเพื่อสำหรับการผลิตต้นแบบ.....	53

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 พฤติกรรมการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของใบไม้.....	10
ภาพที่ 2.2 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Panel system.....	11
ภาพที่ 2.3 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Felt system .....	12
ภาพที่ 2.4 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Container and/or Trellis system .....	12
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างสวนแนวตั้ง .....	13
ภาพที่ 2.6 สวนแนวตั้งที่ Gardens by the bay ประเทศสิงคโปร์ .....	14
ภาพที่ 2.7 สวนแนวตั้ง Green wall ที่ Gardens by the bay ประเทศสิงคโปร์ .....	15
ภาพที่ 2.8 สวนแนวตั้งผนังกำแพงใช้แผ่นหินทาเป็นกระเปาะปลูกต้นไม้.....	17
ภาพที่ 2.9 การจัดสวนแนวตั้งผนังอาคาร (กัวลาลัมเปอร์ มาเลเซีย .....	17
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างทัศนียภาพสวนแนวตั้ง .....	18
ภาพที่ 2.11 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	20
ภาพที่ 2.12 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	21
ภาพที่ 2.13 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	22
ภาพที่ 2.14 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	23
ภาพที่ 2.15 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	24
ภาพที่ 2.16 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	25
ภาพที่ 2.17 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	26
ภาพที่ 2.18 แสดงการปลูกสวนแนวตั้งประกอบอาคาร.....	27
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการในการพัฒนาวัสดุปลูก .....	29
ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงแบบโครงสร้างผนังทดลอง .....	31
ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงแบบโครงสร้างผนังทดลอง.....	32
ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงแผ่นปลูกพืช.....	33
ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงการติดตั้งปลูกพืช.....	29
ภาพภาคผนวก ค .....	53
ภาพ ค1 ภาพแสดงผนังทดลองปลูกสวนแนวตั้ง.....	54

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย ( N=30 )..... 37

ตาราง 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (N=30).....38

ตาราง 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย( N=30 ).....38

ตาราง 4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านการออกแบบ( N=30).....39

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบวัสดุปลูก (ทดสอบ ณ บริษัทโกลเด้นบอร์ด จำกัด).....39



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้อาคารเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการใช้เครื่องปรับอากาศกันอย่างมหาศาล อันเป็นสาเหตุสำคัญของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า จึงเกิดแนวทางการนำต้นไม้มาใช้ประกอบอาคาร โดยในอดีตการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารนั้น อาจเป็นเพียงเพื่อความสวยงาม สร้างมุมมองที่น่าสบาย ต่อมาจึงได้มีการนำต้นไม้ใหญ่มาใช้เพื่อประโยชน์ในการลดอุณหภูมิโดยรอบอาคาร พัฒนาสู่การทำสวนหลังคา (Roof Garden) เพื่อลดความร้อนที่จะส่งผ่านจากหลังคา และในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ในลักษณะของผนังสีเขียว (Green Wall) ซึ่งช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านทางเปลือกอาคารได้เป็นอย่างดี โดยพฤติกรรมของต้นไม้จะดูดซึมน้ำจากทางรากแล้วส่งผ่านไปที่ใบเพื่อสังเคราะห์แสง กระบวนการดังกล่าวทำให้น้ำระเหย (Transpiration) และผลที่ได้รับคืออากาศโดยรอบต้นไม้จะเย็นลง เนื่องจากความร้อนถูกดึงไปเพื่อใช้ในการระเหยของน้ำ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมากน้อยเพียงใด การทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงนั้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยปรุงแต่งสภาวะน่าสบายให้กับสภาพแวดล้อมและอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) โดยประโยชน์ของต้นไม้ในระดับเมืองนั้นพื้นที่สีเขียวส่วนนี้คือส่วนที่ช่วยลดและป้องกันการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Heat Island) ของเมืองได้อีกด้วย

ปัจจุบันนอกเหนือจากการนำรูปแบบของผนังสีเขียว มาใช้เพื่อประโยชน์ทางการสร้างความสวยงามให้กับอาคารแล้ว ได้มีการนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร เนื่องจากใบของพืชนั้นมีพฤติกรรมการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าการสะท้อนและส่งผ่านเพื่อนำความร้อนไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร แล้วจึงระบายความร้อนส่วนเกินแผ่มากับการคายน้ำ ซึ่งแตกต่างจากวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้นที่แม้ว่าจะมีการดูดซับในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่เป็นการดูดซับที่รวดเร็ว และคายออกเท่ากับปริมาณที่ดูดซับเข้าไป ส่งผลให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น การช่วยลดอุณหภูมิอากาศของพืชนั้นเกิดจากการบังเงาและการคายน้ำของใบ น้ำที่ระเหยได้จากการคายน้ำจากใบไม้โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในช่วงเวลากลางวัน (พันทวี มาไพโรจน์, 2529) โดยมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของใบ และดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index - LAI) นอกจากนี้ยังมีการเจริญเติบโตเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณสมบัติในการป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคารโดยใช้กับระบบการปลูกแบบแผงสำเร็จ (Panel System), แบบถุงปลูก (Felt System) และแบบกระถาง (Container system) ซึ่งในระบบแรกนั้นมีความสะดวกในการติดตั้งกับผนังอาคาร ง่ายต่อการดูแลรักษาและปรับเปลี่ยน เหมาะกับการใช้งานที่ผนังทั้งทางด้านทิศใต้และตะวันตก หรือแม้แต่การประยุกต์ใช้เป็นผนังตกแต่งภายในอาคาร การปลูกพืชแบบแผงสำเร็จนั้นนอกจากช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตกแต่งทัศนียภาพให้กับตัวอาคารแล้ว ยังให้ประโยชน์มากกว่าการเลือกใช้วัสดุประเภทอื่นอีกด้วย

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรอย่างยิ่งในการทำวิจัยการพัฒนาวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาเพื่อใช้ในการปลูกพืชสำหรับสวนแนวตั้ง เพื่อช่วยส่งเสริมแนวความคิดการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง ลดใช้พลังงานในอาคาร ภาระการทำความเย็นลดลง โดยมี

สมมติฐานว่าวัสดุปลูกที่เบาสามารถตอบโจทย์การนำไปใช้การการปรับปรุงอาคารเก่าที่ไม่ได้รับการออกแบบเพื่อรับน้ำหนักของสวนแนวตั้ง และไม่ส่งผลกระทบต่อผนังเดิมของอาคาร ดังนั้นการเลือกพืชพรรณเพื่อนำมาออกแบบผนังสีเขียวนั้นนอกจากประเภท คุณสมบัติ และพฤติกรรมของไม้เลื้อยแล้ว ควรคำนึงถึงน้ำหนักของวัสดุปลูกเป็นสำคัญ งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการปลูกสวนแนวตั้ง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาคุณสมบัติของกาบมะพร้าวที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุปลูก
- 1.2.2 ทดลองส่วนผสมและกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสวนแนวตั้ง
- 1.2.3 ผลิตวัสดุปลูกน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวไปใช้กับสวนแนวตั้ง

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยเป็น 2 ระยะดังนี้

- ระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (Dept-Interview) กับผู้เชี่ยวชาญที่ปลูกพืชด้วยกาบมะพร้าว 5-10 คน
- ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ทดลองส่วนผสมและกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสวนแนวตั้ง โดยนำข้อมูลจากการวิจัยระยะที่ 1 ประกอบกับข้อมูลพื้นฐานทางด้านพฤกษศาสตร์ ทดลองติดตั้งวัสดุกับผนังแนวตั้งเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ

## 1.4 สมมุติฐานงานวิจัย

การพัฒนาวัสดุปลูกน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวมาใช้กับสวนแนวตั้ง สำหรับอาคารเก่าโดยไม่มีผลกระทบต่อรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้วัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาและเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชสำหรับสวนแนวตั้ง
- 1.5.2 เกิดการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยการป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารด้วยระบบปลูกสวนแนวตั้ง

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การออกแบบผนังภายนอกอาคารเพื่อใช้เป็นที่ยึดเกาะของไม้เลื้อยในการวิจัยนี้ มีความเกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีและความรู้ในหลากหลายประเด็นซึ่งนำไปสู่การทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อต่างๆดังนี้

- 2.1 ผนังอาคารกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม
- 2.2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
- 2.3 การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
- 2.4 พืชพรรณเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
- 2.5 รูปแบบผนังสีเขียวเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

#### 2.1 ผนังอาคารกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ผนังอาคารมีผลกระทบต่อการใช้สอยภายในอาคารและรูปแบบอาคารโดยรวมอย่างมากโดยปกติการ ออกแบบผนังอาคารต้องเกี่ยวข้องกับระบบที่แตกต่างกันออกไปเพื่อเสริมสร้างผนังอาคารให้มี ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในแง่ของโครงสร้าง สภาพแวดล้อม การประหยัดพลังงาน การกันเสียง กันชื้นและ อื่นๆจะเห็นได้ว่าการบูรณาการระบบต่างๆ ในการออกแบบผนังอาคารไว้มากมาย รวมถึงการปลูกต้นไม้ หรือการทำเปลือกอาคารเป็นผนังสีเขียวและวิศวกรรมกับการออกแบบผนังอาคาร

##### 2.1.1 การรับแรงลม

แรงกระทำจากแรงดันลม (Wind Pressure) กระแสลมเป็นอันตรายที่สำคัญต่อการรับ แรงของผนังอาคาร โดยเฉพาะพายุหรือภัยธรรมชาติอันเกิดจากกระแสลมต่างๆ เช่น เฮอริเคน ทอร์นาโด เป็นต้น ความเร็วอาจจะสูงขึ้นไปถึง 322 กม./ชั่วโมง อย่างไรก็ตามความเร็วของลมขึ้นอยู่กับสภาพของภูมิ ประเทศรอบๆ อาคาร ผนังอาคารในชั้นที่สูงกว่าจะมีแรงกระทำจากลมมากกว่าชั้นที่ต่ำกว่า การออกแบบ ผนังอาคารสูงควรจะมีการคำนึงถึงประเด็นนี้ ตามทฤษฎีแล้วเมื่อลมกระทำต่อผนังด้านหนึ่ง ผนังด้านนั้นจะ รับแรงกด(Pressure) หรือ Positive Pressure ในขณะที่ฝั่งตรงข้ามจะเกิดแรงดูด (Suction) หรือ Negative Pressureเพราะฉะนั้นผนังอาคารจะต้องออกแบบเพื่อป้องกันผนังจากทั้งแรงดันและแรงดูดด้วย นอกจากนี้กระแสลมยังก่อให้เกิดกระแสสวน (Turbulence) และ Negative Pressure ในพื้นผิวบริเวณมุม ตึกด้วย และมุมบนของอาคาร ดังนั้นส่วนประกอบต่างๆ ของผนังไม่ว่าจะเป็นเพื่อการตกแต่งหรือประโยชน์ ใช้สอยจะต้องสามารถรองรับกระแสลมได้ ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารหรือผู้เดินผ่าน มีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ

##### 2.1.2 Stack Effect

สำหรับผลกระทบจากลมในลักษณะนี้มักจะสร้างปัญหาสำหรับอาคารสูงมากกว่าอาคาร ธรรมดาทั่วไป ในช่องท่อ ช่องบันได ช่องลิฟต์ที่มีลักษณะเป็นปล่องสูง อากาศร้อนจะลอยตัวขึ้นไปสู่ส่วนบน ของปล่องในอัตราเร็วที่ขึ้นอยู่กับความสูงและความแตกต่างของอุณหภูมิ ในขณะที่ส่วนล่างจะถูกแทนที่ด้วย อากาศที่เย็นกว่า ในกรณีของอาคารอากาศที่เข้ามาแทนที่อาจจะมาจากประตูทางเข้าชั้นล่างซึ่งทำให้เกิด กระแสลมเข้าสู่อาคาร ในขณะที่ส่วนบนจะเกิดลมผลักร้อนออกสู่ผนังอาคาร ดังนั้นในการออกแบบผนังอาคาร

โดยเฉพาะอาคารสูงควรจะต้องเข้าใจปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผนังจาก Stack Effect นี้ด้วย ในการแก้ไขปัญหาลดแรงดันอันเกิดจากกระแสลมนี้ได้โดยใช้ระบบปรับอากาศเข้ามาช่วย หรือโดยการพยายามรักษาความแตกต่างของอุณหภูมิให้น้อยที่สุดในระดับชั้นที่แตกต่างเพื่อลดภาวะการเกิด Stack Effect เป็นต้น

### 2.1.3 แร่กระทำอันเนื่องจากความร้อน (Thermal Movement)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะส่งผลกระทบต่อการหดขยายตัวของวัสดุ โดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ทำผนังซึ่งเป็นส่วนแรกที่จะสัมผัสกับความเปลี่ยนแปลงภายนอกอาคาร การหดขยายตัวนี้หากไม่มีการคำนึงถึงในแง่ของโครงสร้างจะสร้างความเสียหายให้กับผนังอาคารได้ ในวัสดุที่ต่างกันมีการหดขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เมื่อวัสดุมีการขยายตัวมากจะทำให้เกิดการฉีกขาดของการยึดเกาะโมเลกุล ซึ่งแสดงออกมาด้วยการแตกแยกของวัสดุ การออกแบบให้ส่วนประกอบของผนังไม่เป็นชิ้นใหญ่ ยาวเกินไปจะช่วยลดเปอร์เซ็นต์การขยายตัว สำหรับส่วนประกอบที่ใหญ่โดยเฉพาะวัสดุที่มีการขยายตัวมาก เช่น โลหะคอนกรีต เป็นต้น

### 2.1.4 การรักษาอุณหภูมิภายในอาคาร

จุดประสงค์ของผนังอาคารคือ เป็นส่วนประกอบที่ห่อหุ้มอาคารเพื่อป้องกันอากาศที่เย็นเกินไปหรือร้อนเกินไปเข้าสู่อาคาร การรักษาอุณหภูมิภายในอาคารจึงเป็นผลพวงจากการออกแบบผนังอาคารที่ดี ผนังจะทำหน้าที่ป้องกันอุณหภูมินั้น ไหลเวียนออกไปข้างนอก ในขณะที่ในเขตร้อนชื้นควรจะมีช่องเปิดให้มีการระบายความร้อนออก รวมทั้งให้กระแสลมพัดพาความชื้นออกไป ทำให้เกิดความเย็นอาคารที่ไม่ปรับอากาศในเขตร้อนชื้นก็เช่นกัน ควรจะใช้ประโยชน์จากการเปิดโล่งอาคารให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ เอาความร้อนภายในออกไป ทำให้เกิดความภาวเสถียรทำให้เกิดอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับพื้นที่ภายในอาคารอาจจะทำได้โดยการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารหรือระบายความร้อนออกจากอาคาร การป้องกันความร้อนหรือเย็นเข้าสู่อาคารทำได้โดยการเพิ่มฉนวนให้แก่ผนัง ฉนวนเป็นวัสดุกันหรือทำให้การถ่ายเทความร้อนช้าลง แต่วัสดุที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี มักมีกำลังแผ่นวัสดุที่ไม่แข็งแรง เนื่องจากคุณสมบัติทางการเป็นฉนวนกันความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณของช่องพรุนว่าง ซึ่งเป็นตัวการลดกำลังความแข็งแรงของแผ่นลง วัสดุพวกคอนกรีต แท่งบล็อก แท่งยิปซัม จึงมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนไม่ดี สู้พวกใยหรือพวกอ่อนนุ่มไม่ได้ (เฉลิม สุจริต, 2543) ดังนั้นปัจจัยที่เป็นหลักในการออกแบบผนังอาคารในประเด็นนี้ คือ ลักษณะภูมิอากาศของที่ตั้งอาคาร การออกแบบเบื้องต้นคือการลดผลกระทบจากอากาศด้วยรูปทรง ลักษณะการวางทิศ และรูปแบบของผนังอาคารก่อนที่จะพิจารณาการเสริมฉนวนสำหรับอาคารการใช้แผงกันแดดช่วยลดการรับแสงแดดโดยตรงบนผิวผนังอาคาร ซึ่งจะก่อให้เกิดความร้อนสะสมและส่งผลกระทบต่อภายในอาคารร้อนไปด้วย ในอาคารสมัยใหม่ที่มีการใช้กระจกมากขึ้น การใช้แผงกันแดดจึงยังมีความสำคัญมากขึ้น ปัจจุบันแผงกันแดดสำเร็จรูปมีมากมายหลายแบบ แต่การคำนึงถึงการกันแดดเข้าสู่อาคารตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการออกแบบ ทิศทางและมุมของแสงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาลย่อมดีกว่าการแก้ไขปัญหาในภายหลัง

### 2.1.5 การกันน้ำ (Waterproofing)

ในเขตรมสุ่มอย่างเช่นไทยการกันน้ำเข้าสู่อาคารดูเหมือนว่าจะเป็นปัญหาหลักในการออกแบบอาคาร การกันน้ำเข้าสู่อาคารอาจจะแยกได้สองประเด็นคือ เหนือระดับพื้นและใต้ระดับพื้นหรือในห้องใต้ดิน การจะกันน้ำได้ดีจะต้องใช้คอนกรีตชนิดแน่นมาก หรือผสมน้ำยาให้คอนกรีตแน่นตัวมากก็ได้ เมื่อหยุดการเทคอนกรีตที่ใด ควรฝังรอยต่อด้วยแผ่นพีวีซี (PVC Water Bar) เพื่อไม่ให้มีรอยรั่วน้ำเข้าได้ และอาจป้องกันโครงสร้างเพิ่มเติมอีกโดยทำพื้นกลางโปร่งอยู่บนพื้นห้องใต้ดิน น้ำที่รั่วเข้ามาได้จะอยู่ใต้



ช่องว่างที่เตรียมไว้ และให้ระบายไปลงบ่อที่เตรียมไว้แล้วสูบทิ้งเป็นเวลา (เฉลิม สุจริต, 2543) ในผนังก่ออิฐลักษณะของ

ช่องว่างเล็กๆ จะทำให้เกิด Capillary Action ซึ่งจะดูดเข้าสู่อาคารในช่องระหว่างปูนก่อ หากกระยะทางการซึมผ่านมีความยาวมากพอหรือระยะเวลาไม่นานพอน้ำก็จะไม่เข้าถึงผิวภายใน ผนังที่หนาขึ้นจะช่วยได้ในกรณีที่มีฝนตกชุก ส่วนในผนังอื่นๆ รอยต่อระหว่างวัสดุเป็นจุดที่สำคัญในการป้องกันการรั่วซึม ในหลักการทางสถาปัตยกรรมแล้ว การออกแบบรายละเอียดของส่วนประกอบอาคารที่ดีจะช่วยป้องกันน้ำเข้าสู่อาคารได้ผลที่สุด ไม่ว่าจะเป็รอยต่อระหว่างกรอบหน้าต่างกับผนัง ผนังกับส่วนประกอบอื่นๆ หรือเมื่อผนังมาชนกันรอยต่อต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีระบบป้องกันน้ำผ่านเข้าไปสู่ภายใน ซึ่งมักจะเกิดจาก Capillarity อันสามารถแก้ไขได้โดยทำให้เกิดการขาดช่วงของช่องดังกล่าว แรงลมอาจจะพัดพาน้ำเข้าไปสู่อาคารผ่านรูเล็กๆ เหล่านี้ได้อาจจะต้องเสริมแผ่นกันน้ำหรือออกแบบให้มีส่วนประกอบภายในกันขวางอีกชั้นหนึ่ง

#### 2.1.6 แสงธรรมชาติ (Day-lighting)

ผนังอาคารเป็นตัวกำหนดแสงธรรมชาติจากภายนอกเข้าสู่อาคาร ซึ่งจะส่งผลต่อการไฟฟ้าภายในอาคารอีกทอดหนึ่ง โดยทั่วไปภายในอาคารมีความต้องการแสงสว่างเพื่อการมองเห็นแต่ในบางกรณีจะต้องมีการควบคุมปริมาณการเข้ามาของแสงสว่าง ในกระบวนการออกแบบผนังจะทำให้เกิดความสอดคล้องระหว่างความต้องการแสงกับประโยชน์ใช้สอยอาคาร ในอาคารขนาดเล็กทั่วไปช่องเปิดที่ใช้สำหรับเปิดรับแสง คือ หน้าต่าง ในขณะที่ผนังอาคารส่วนอื่นอาจจะเป็นผนังทึบ หน้าต่างจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดความมากน้อยของแสงภายในอาคาร หน้าต่างกระจกอาจจะมีบานภายในเป็นตัวกันแสงอีกชั้นหนึ่งในเวลาที่ไม่ต้องการ ซึ่งจะถูกใช้ในอาคารกระจกทั่วไป เนื่องจากการรับแสงโดยตรงจะเป็นการรับความร้อนเข้าสู่อาคารมากเกินไป แผงกันแดดจึงสามารถออกแบบให้ทำหน้าที่ทั้งกันความร้อนเข้าสู่อาคารอันเนื่องมาจากแสงโดยตรงและทำหน้าที่สะท้อนแสงให้เกิด Indirect Light ด้วย การออกแบบผนังอาคารและส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ควรคำนึงถึงมุมมองไปสู่ภายนอกด้วย ในบางอาคารอาจจะต้องการให้ผู้ผ่านไปมามองเห็นกิจกรรมหรือสิ่งของภายใน เช่น โชว์รูม ร้านค้า ผนังอาคารจึงควรจะต้องเปิดให้มองเห็นภายในได้ในบริเวณที่ต้องการ

#### 2.1.7 เสียง (Noise)

เสียงและมลภาวะอื่นๆ จะต้องถูกกีดกันออกจากอาคารโดยผนังอาคาร การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการโดยตรวจสอบเสียงรบกวนและมลภาวะกับทิศทางที่ต้องการระบายอากาศ ช่วยให้สามารถผสมผสานความต้องการทั้งสองอย่างให้สอดคล้อง แทนที่จะหลีกเลี่ยงหรือเลือกทางใดทางหนึ่งและสูญเสียผลประโยชน์อีกทางหนึ่งโดยสิ้นเชิง ในยุโรปมีการนำระบบผนังสองชั้นเข้ามาแก้ปัญหา นี้ โดยการเกิดภาวะ Stack Effect ภายในช่องว่างระหว่างผนังทำให้อากาศหมุนเวียนจากภายในและภายนอกได้ ในขณะที่เป็นตัวกันเสียงไปด้วย รวมทั้งภายในช่องว่างนี้มักจะออกแบบให้มีม่านกันแดดอยู่ภายในด้วย เพื่อควบคุมการรับความร้อนเข้าสู่อาคารมากเกินไป ในหลักการแห่งการบูรณาการอาจจะพึงพาการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมเข้ามาช่วย โดยการปลูกต้นไม้เพื่อเป็นแนวกันเสียงหรืออื่นๆ ในบางกรณี ทั้งนี้ประโยชน์ใช้สอยหลักของแต่ละอาคารก็มีระดับความต้องการในการกันเสียงที่แตกต่างกัน อาคารปรับอากาศสามารถควบคุมเสียงได้ง่ายกว่า เพราะไม่มีความจำเป็นในการเปิดช่องเพื่อการระบายอากาศ และสามารถผนึกชั้นวัสดุกันเสียงเข้าไปในผนังอาคารได้

#### 2.1.8 การบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษาเป็นประเด็นที่สำคัญอย่างยิ่ง ในการที่จะรักษาความคงทนและประสิทธิภาพของอาคารให้ยาวนานที่สุด ผนังอาคารไม่ควรออกแบบให้มีที่สะสมของสิ่งสกปรก ฝุ่นละอองหรือแม้กระทั่งน้ำขังซึม อันจะนำไปสู่การชำรุดสึกหรอก่อนระยะเวลาอันควร ความเข้าใจในการดูแลรักษาวัสดุต่างๆ จะทำให้การเลือกใช้วัสดุสำหรับผนังอาคารมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผนังอาคารควรต้องออกแบบให้มีการบำรุงน้อยที่สุด เพื่อลดความยุ่งยากในการจัดการ การทำความสะอาดผนังอาคารแยกออกเป็นการทำความสะอาดจากภายในและการทำความสะอาดจากภายนอก การทำความสะอาดจากภายนอกจะสามารถทำได้ทั่วถึงที่สุดแต่มีค่าใช้จ่ายที่สูง เหมาะสำหรับอาคารสำนักงาน หรืออาคารสาธารณะขนาดใหญ่ จึงสามารถกล่าวได้ว่ากระบวนการบำรุงรักษาเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเท่ากับปัจจัยอื่นของผนังอาคาร และควรชี้แจงให้เจ้าของอาคารเห็นความสำคัญที่จะลงทุนเพิ่มเติมอันจะนำไปสู่อายุการใช้งานอาคารที่ยาวนานขึ้นในประสิทธิภาพที่สูงเช่นเดิม

ยังมีอีกหลากหลายประเด็นสำหรับการออกแบบผนังอาคารที่ควรจะหยิบยกขึ้นมาคิดประกอบกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ไม่ว่าจะเป็นการตอบสนองต่อประโยชน์ใช้สอยที่เฉพาะเจาะจง ระบบผนังอาคารให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอาคารได้ดีขึ้น หรือความงามก็เป็นหัวข้อที่สำคัญสำหรับการออกแบบผนังอาคาร เพราะผนังอาคารเปรียบเสมือนรูปลักษณ์ที่ผู้ใช้จะได้เห็นเป็นสิ่งแรกของงานสถาปัตยกรรม การใช้วัสดุต่างๆ บนผนังอาคารนอกจากจะตอบสนองต่อความต้องการตามปัจจัยต่างๆ แล้ว ยังต้องสอดคล้องต่อความงามด้วยเช่นกัน ตลอดจนไม่ทำลายสภาพแวดล้อมหรือทัศนียภาพโดยรวมของงานสถาปัตยกรรม การออกแบบผนังจึงเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของงานสถาปัตยกรรมที่ต้องการการเชื่อมโยงประสาน บูรณาการหลายๆ ปัจจัยและระบบเพื่อสร้างงานสถาปัตยกรรมที่มีคุณค่าอย่างแท้จริง

#### ชนิดของผนังอาคาร

ในปัจจุบันนี้การก่อสร้างมีการพัฒนาในทุกๆ ด้าน ผนังอาคารที่พักอาศัยและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ วัสดุผนังทั่วไปที่นิยมใช้ได้แก่ ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป อิฐบล็อก อิฐมอญ อิฐมวลเบา ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป จากการเปรียบเทียบราคาเบื้องต้น อิฐมวลเบาจะมีราคาแพงกว่าอิฐมอญทำมี 1.5 เท่าและอิฐมอญจะมีราคาแพงกว่าอิฐบล็อก 1 เท่า ส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจะมีราคาแพงที่สุดแต่ส่วนของค่าแรงนั้นจะถูกกว่าวิธีก่ออิฐประเภทอื่น เนื่องจากสามารถนำมาติดตั้งได้ทันที สำหรับผนังภายนอกนั้นคอยปกป้องตัวอาคารจากความเปลี่ยนแปลงของ อากาศ ร้อนหนาว แดด ลม ฝน ซึ่งมีวิธีการเลือกใช้แตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์การใช้งานและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท

#### ผนังก่ออิฐ

สามารถพบเห็นได้ทั่วไปตามบ้านและอาคารต่าง ๆ เพราะเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายและยังมีราคาถูกอีกด้วย มีทั้งแบบก่ออิฐโชว์แนวและผนังก่ออิฐฉาบปูน สามารถเป็นได้ทั้งผนังภายในและภายนอกอาคาร เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทาน ทนแดด ลม ฝนได้ดี เป็นผนังที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับราคาถูก มีความแข็งแรง ทนต่อทุกสภาพอากาศ สามารถใช้กับงานก่อสร้างทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ รับน้ำหนักได้ดี แต่มีข้อเสียคือค่าแรงงานสูง ใช้วัสดุในการก่อจำนวนมาก ในแต่ละวันก่ออิฐได้ปริมาณน้อยกว่าผนังชนิดอื่น และจะต้องฉีดย้ำก่อนดำเนินการก่อเพื่อควบคุมความชื้นป้องกันอิฐดูดซึมน้ำจากปูนก่อ

#### ผนังอิฐบล็อก

จะมีความโปร่งและกลวง ทำให้มีการดูดซึมน้ำและความชื้นเข้ามาได้ง่าย มักพบเห็นผนังแบบนี้ได้ตามโรงงาน หรืออาคารพาณิชย์ เพราะเมื่อมีความชื้นจะมีตะไคร้ขึ้น สาเหตุที่ผนังชนิดนี้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายมากอีกชนิดหนึ่งเพราะมีข้อดีคือราคาถูก สามารถควบคุมหน้าปูนฉาบได้ดีแข็งแรงและปริมาณการก่อในแต่ละวันสูงกว่าอิฐมอญ ส่วนข้อเสียที่มักพบคือ กรณีก่อแล้วกรอกปูนไม่เต็มความแข็งแรง

จะลดลง ทำให้การเจาะเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ จะไม่แข็งแรงไปด้วย หากงานก่อแตกร้าวน้ำจะซึมผ่านได้ง่ายกว่าอิฐมวลเบาเนื่องจากมีความพรุนมากกว่า

#### ผนังสำเร็จรูป

มีหน้าที่เหมือนผนังอาคารทั่วไปคือ กันพื้นที่ กันความร้อน กันเสียงเป็นหน้าที่ตาของภายนอกอาคาร เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักพื้น เป็นที่ใส่หน้าต่าง ประตู สายไฟ ท่อต่างๆ ดังนั้นผนังสำเร็จรูปจึงต้องใส่องค์ประกอบเหล่านี้พร้อมจากโรงงานก่อนการนำมาติดตั้ง จึงประกอบด้วยผิวประดับภายนอก ฉนวน เพรมหินต่างหรือกระจก ท่อร้อยสายไฟ หรืออื่นๆ โดยทั่วไปผนังซึ่งใช้รับน้ำหนักอย่างเดียวจะใช้ความหนาที่ 12 ซม. หากไม่รับน้ำหนักลดเหลือ 8 ซม. ส่วนที่เพิ่มขึ้นคือ ฉนวน ช่องท่อต่างๆ เป็นต้น รวมแล้วจะอยู่ระหว่าง 20-28 ซม. ขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นฉนวน ความสูงของผนังชั้นเดียวอยู่ระหว่าง 2.70-3.50 เมตร สำหรับความยาวมีตั้งแต่ 3-7 เมตร สำหรับความยาวผนังสองห้อง ผนังที่เหมาะสมในการยกขึ้นติดตั้งอยู่ที่ 4-7 ตัน แต่บางที่ก็ใช้ถึง 8-10 ตัน ข้อดีของผนังชนิดนี้คือความแข็งแรงดีมาก ติดตั้งได้รวดเร็ว ลดเวลาในการก่อสร้างและค่าแรงได้มาก ข้อเสียคือไม่สามารถต่อเติมภายหลังได้ ต้องทำในปริมาณมากๆจึงจะคุ้มค่า และต้องควบคุมคุณภาพการติดตั้งโดยผู้ชำนาญการ ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงการใช้สอย เช่น ทูบร้อยผนังใดหรือแม้แต่ตัดเจาะผนังเพื่อเพิ่มหน้าต่างหรือประตูได้เพราะจะทำให้ความแข็งแรงของอาคารลดลงจนอาจเกิดความวิบัติได้ หากเกิดกรณีการติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตรฐานก็อาจเกิดปัญหาเรื่องน้ำรั่วซึมตามรอยต่อของผนังได้ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสนิมบริเวณจุดเชื่อมต่อตามมาทำให้อาคารมีความแข็งแรงลดลงได้

#### ผนังอิฐมวลเบา

มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนขาว และทราย ภายในจะมีฟองอากาศเล็กๆเพื่อช่วยให้มีน้ำหนักเบา โครงสร้างของอิฐมวลเบาสามารถรับแรงกดได้ดี จากคุณสมบัติข้อนี้ทำให้ลดน้ำหนักให้ตัวอาคาร และโครงสร้างทั่วไปสามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มาก แม้ว่าผนังแบบนี้มีราคาแพงกว่าผนังอิฐแบบอื่นแต่ก็มีข้อดี คือ มีความแข็งแรง ทนทาน การกันความร้อนได้ดีโดยเฉพาะในส่วนผนังภายนอกที่ได้รับแสงแดดโดยตรง ทนความร้อนสูง ไม่ติดไฟ เป็นฉนวนไฟฟ้า ป้องกันเสียงได้ดีและมีอายุการใช้งานยาวนานเท่าโครงสร้างคอนกรีต ข้อเสียคือ รับน้ำหนักได้น้อย ราคาแพงและไม่ทนต่อความชื้น

## 2.2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ความร้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแผ่เข้ามากระทบกับพื้นผิววัสดุที่ติดกันและถูกกักเก็บไว้ในวัสดุ และบางส่วนถูกสะท้อนกลับสู่ท้องฟ้า โดยทั่วไป ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงสู่สิ่งแวดล้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ซึ่งการส่งผ่านความร้อน (Heat Transfer) หรือพลังงานความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารนั้นมีหลายวิธีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับตัวกลางที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนดังนี้

2.2.1 การนำความร้อน (Heat Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน โดยจะเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะสั่นสะเทือนมากกว่าจึงถ่ายเทพลังงานไปยังโมเลกุลของสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีการสั่นสะเทือนน้อยกว่าโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่

2.2.2 การพาความร้อน (Heat Convection) จะเกิดขึ้นเมื่อมีของไหล ซึ่งได้แก่ ก๊าซ หรือของเหลวเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยตัวกลาง (อากาศ) ที่ร้อนนี้จะเคลื่อนที่ไหลเวียนไป โดยธรรมชาติโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลง ส่วนโมเลกุลที่ร้อนจะเบาและลอยตัวขึ้น

2.2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation) เป็นการเดินทางของพลังงานโดยไม่อาศัย

ตัวกลาง โดยหากมีวัตถุที่มีอุณหภูมิ (ความร้อน) หันหน้าเข้าหากัน ด้านที่ร้อนกว่าจะแผ่รังสีความร้อนไปสู่ ด้านที่เย็นกว่า โดยด้านที่เย็นกว่าจะได้รับการถ่ายเทความร้อน วัตถุส่วนใหญ่จะมีอัตราการดูดซับหรือ สะท้อนรังสีความร้อน ในปริมาณต่างๆ กัน ค่าการดูดซับสูงหมายถึงมีการสะท้อนรังสีต่ำ

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

- การถ่ายเทความร้อนโดยตรง เป็นการถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านช่องเปิด ในส่วนต่างๆ ของอาคาร ทั้งในช่องแสงทางด้านข้างซึ่ง ได้แก่ หน้าต่างชนิดต่างๆ และทางช่องแสงด้านบน เช่นหลังคากระจก เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านช่องเปิดอาคารซึ่งมีลักษณะโปร่งใสและโปร่งแสงจะมี ผลกระทบทางด้านอุณหภูมิเกิดขึ้นในปริมาณมาก เนื่องจากคุณสมบัติของวัตถุโปร่งใสหรือโปร่งแสงจะมีค่า การส่องผ่านของรังสีดวงอาทิตย์สูงกว่าวัตถุทึบแสง และรังสีดวงอาทิตย์ดังกล่าวนี้เมื่อแปรสภาพเป็นรังสีคลื่น ยาว (พลังงานความร้อน) จะถูกดูดซับเข้าสู่ภายในอาคารและเปลี่ยนแปลงสภาพออกมาเป็นรังสีคลื่นยาวใน รูปพลังงานความร้อน ซึ่งหากไม่มีการระบายออกสู่ภายนอกความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บกักและสะสมไว้ มากขึ้นเช่นเดียวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

- การถ่ายเทความร้อนทางอ้อม เป็นการถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์จากการที่รังสีดวง อาทิตย์ตกกระทบส่วนต่างๆ ของเปลือกอาคาร รังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นสั้นจะแปรสภาพเป็นรังสีคลื่น ยาวเมื่อตกกระทบวัตถุทึบแสง ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของเปลือกอาคารเพิ่มขึ้นและถ่ายเทเข้า สู่ภายในอาคารในปริมาณที่น้อย ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของวัตถุ (Thermal Properties) ตลอดจนถึงปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ เช่น พื้นผิว และสีของวัตถุ

### 2.3 การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารโดยหลักการ คือการหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการถ่ายเท ความร้อนเข้าสู่อาคาร การให้ความเย็นแก่อาคาร ทำได้หลายวิธีเป็นต้นว่าการปลูกต้นไม้บังแสงแดด การทา ผนังอาคารภายนอกด้วยสีอ่อน ลดการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทที่ทำให้เกิดความร้อน หรือติดตั้ง เครื่องปรับอากาศ และสำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น การติดตั้งเครื่องปรับอากาศจึงเป็นวิธีที่ ได้รับความนิยมนมากที่สุด แต่ก็เป็นที่สูญเสียพลังงานมากที่สุด ดังนั้นการลดหรือป้องกันไม่ให้ความร้อน เข้าสู่อาคาร จึงช่วยให้อาคารมีความเย็น และสามารถลดขนาดของเครื่องปรับอากาศที่จะติดตั้ง ทำให้ ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ แนวทางในการลดปริมาณความร้อนมีดังต่อไปนี้

- การลดปริมาณรังสีความร้อนที่จะผ่านเข้าทางกระจกหน้าต่าง
- การลดการนำความร้อนผ่านผนังทึบ
- การลดการนำความร้อนผ่านหลังคา
- การลดความร้อนจากเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร
- การลดอัตราการรั่วซึมของอากาศเย็นออกภายนอก
- การลดอัตราการระบายอากาศอาคารที่มีการปรับอากาศ
- การใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นอย่างถูกวิธี
- การติดตั้งเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธี
- การใช้งานเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธี (25°C)

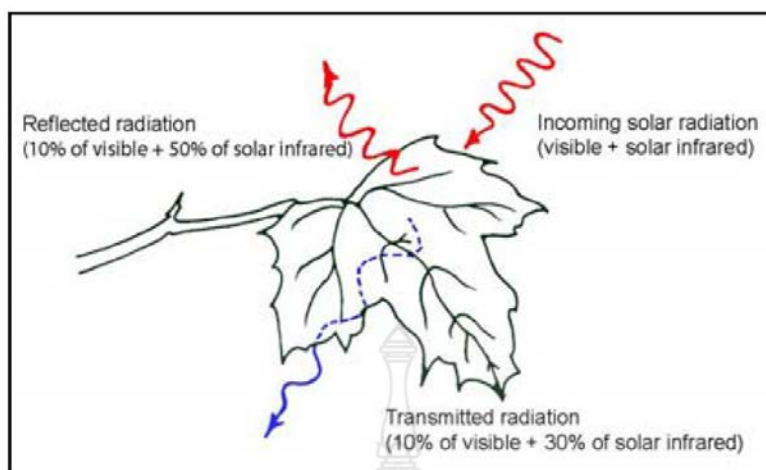
นอกเหนือไปจากนี้แล้ว การใช้ต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงากับพื้นที่รอบบริเวณอาคารจะทำให้ผลกระทบจากการพาความร้อนลดลง เนื่องจากต้นไม้มีการสร้างร่มเงาและอัตราการคายน้ำที่เกิดจากกันสั้งเคราะห์แสง โดยที่ “อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณกลางแจ้งโดยเฉลี่ย 10 องศา วัตที่ความสูงระดับ 0.9 เมตร วัตเป็นเวลา 1 ชั่วโมง” นอกจากนี้ยังช่วยสะท้อนและดูดซับรังสีที่ 10-20% (สฤตสวาท, 2545) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้ ลักษณะและสีของใบ ตลอดจนจำนวนชั้นใบ สำหรับในส่วนของกรอบอาคารการเลือกวัสดุหรือติดตั้งแผงกันแดด ก็สามารถช่วยป้องกันหรือลดปริมาณรังสีความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้าสู่ภายในได้เช่นกัน

## 2.4 พืชพรรณเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

พืชพรรณนั้นมีเปอร์เซ็นต์การสะท้อนรังสีความร้อนที่เกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบมากกว่าวัสดุอื่นๆ โดยเฉพาะในส่วนของพื้นที่ปกคลุมด้วยใบไม้สีเขียว (Leaves surface) มีเปอร์เซ็นต์การสะท้อนกลับของรังสีถึง 25-32% ในขณะที่พื้นผิวของแอสฟัลต์ (Asphalt surface) มีเพียง 15% (Victor Olgay, 1969) แต่โดยพฤติกรรมของพืชนั้นให้คุณสมบัติการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าการสะท้อน ทำให้อุณหภูมิของใบไม้มีค่าสูงในช่วงเวลากลางวัน เพราะพืชมีการเก็บกักความร้อนเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร และระบายความร้อนส่วนเกินแผ่มากับการคายน้ำ แม้ว่าความร้อนจากการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จะมีปริมาณมากแต่มีการนำไปใช้และระบายความร้อนเหล่านั้นในรูปแบบต่างๆ ทำให้การปล่อยความร้อนคืนสู่ธรรมชาติเป็นไปอย่างช้าๆ ในช่วงเวลากลางคืนใบไม้ก็จะมีอุณหภูมิต่ำลงตามไปด้วย ซึ่งแตกต่างจากวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีการดูดซับในปริมาณใกล้เคียงกันแต่เป็นการดูดซับที่รวดเร็ว และคายออกเท่ากับปริมาณที่ดูดซับเข้าไป ส่งผลให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงวิเคราะห์ได้ว่าการช่วยลดอุณหภูมิอากาศของต้นไม้เกิดจาก

- การบังเงา ซึ่งช่วยป้องกันรังสีโดยตรง และการสะท้อนกลับซึ่งช่วยลดปริมาณรังสีที่จะส่องผ่านเข้าสู่อีกด้านหนึ่ง
- การคายน้ำ ซึ่งเป็นการระบายความร้อนของพืช
- การสังเคราะห์แสง เป็นการนำความร้อนไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหารทำให้ความร้อนที่เหลืออยู่มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณที่ดูดซับเข้าไป

แม้ว่ารังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตามองเห็นนั้น มีปริมาณการส่องผ่านต้นไม้เท่ากับการสะท้อนกลับ แต่ในส่วนของรังสีอินฟราเรดกลับให้ค่าการสะท้อนกลับถึง 50% และส่องผ่านไปเพียง 30% (Brown and Gillespie, 1995) โดยมีความสัมพันธ์กับจำนวนใบของพืช ระดับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ โดยทั้ง 3 ปัจจัยแปรผันตามกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น เมื่อพืชได้รับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในปริมาณมากจะมีความร้อนที่สะสมมาก จะต้องพยายามลดอุณหภูมิส่วนเกินด้วยการคายน้ำ(ภาพที่ 2.1) ดังนั้น ถ้าต้องการให้พืชพันธุ์สามารถคายน้ำได้มาก จะต้องพิจารณาที่จำนวนใบ และปริมาณน้ำที่ให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ในสภาพแวดล้อมนั้น เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 พฤติกรรมการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของใบไม้

ที่มา: Brown and Gillespie (1995)

การสะท้อน การส่องผ่าน และการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้ นั้น จะเห็นว่ามีค่าแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัย ซึ่งเป็นไปตามลักษณะทางกายภาพของใบ และความหนาแน่นของการปกคลุม ทำให้พืชแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการป้องกันการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์แตกต่างกันไป

#### 2.4.1 ประเภทต้นไม้

ไม้เลื้อยเป็นพืชที่ต้องการสิ่งยึดเกาะ เพื่อช่วยพยุงในส่วนของลำต้นและใบให้อยู่ในที่สูงกว่าพื้นดิน ไม้เลื้อยในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด การจำแนกลักษณะของไม้เลื้อยในประเทศไทยนั้นได้กำหนดให้ ไม้เลื้อยนานาพันธุ์มีลักษณะการเลื้อยและการยึดเกาะที่ต่างกัน พบว่ามี 3 ลักษณะ (เศรษฐมนตร์, 2551) คือ

2.4.1.1 การเลื้อยพันแบบพาดพิง เป็นลักษณะการทอดเลื้อยของไม้พุ่มกิ่งเลื้อยที่ต้นแตกกิ่งก้านยาว แล้วเอนไปพาดพิงกับสิ่งพยุง เช่น โนรา เฟื่องฟ้า และสายหยุด

2.4.1.2 การเลื้อยแบบขัดสาน เมื่อใดที่ไม้เลื้อยไม่มีสิ่งพยุงมารองรับ ธรรมชาติก็จะพาลำต้นของไม้เลื้อยให้เกี่ยวพันกันเองเพื่อพยุงตัวเองขึ้นรับแสง เช่น เล็บมือนาง

2.4.1.3 การเลื้อยพันเกาะยึดเกี่ยว โดยอาศัยอวัยวะมากมายให้การยึดเกาะ มีหลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่

- ยอดเลื้อยพันสิ่งพยุง เช่น อัญชัน สร้อยอินทนิล และพวงแสด
- ใช้รากพิเศษ ที่อยู่ตามลำต้นและข้อปล้อง ซึ่งเป็นรากเส้นเล็กๆ ออกเป็นแผงสามารถเกาะเกี่ยวสิ่งพยุง เช่น พลูต่าง นมตำเลีย มธรรดา และตีนตุ๊กแก
- มือพัน คือ รยางค์ที่เปลี่ยนรูปร่างจากใบพบตามซอกใบและปลายยอด เป็นเส้นเล็ก ยาวปลายม้วนงอ เพื่อเลื้อยพันสิ่งพยุง เช่น เสาวรส และม่วงมณีรัตน์

- ปุ่มยึด วิวัฒนาการมาจากมือพันหรือรากพิเศษเมื่อต้นทอดเลื้อยไปตามพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบทึบ เช่น ผนังหรือกำแพง ส่วนปลายของมือพันหรือรากพิเศษจะมีปุ่มเพื่อยึดเกาะให้ติดอยู่กับผนัง ได้แก่ เถาอู่น

- ตะขอเกี่ยวสิ่งพยุง มีวิวัฒนาการมาจากก้านช่อดอก ลักษณะปลายแหลมคม ปลายโค้งงอเกาะเกี่ยวกับสิ่งพยุงหรือพันตัวเอง เช่น กุหลาบเลื้อย และคัตเค้า

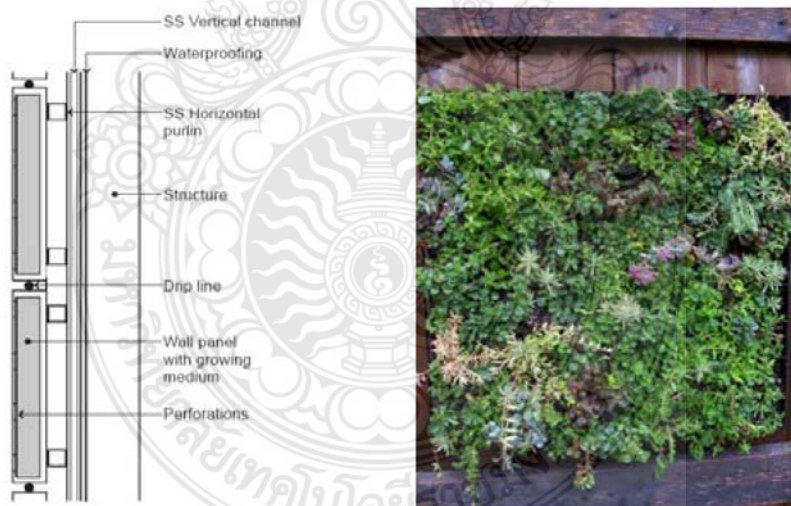


- ปลายใบเปลี่ยนเป็นมือจับ ปลายใบจะยึดเป็นเส้นยาวม้วนงอเพื่อยึดสิ่งพุง เช่น ดอกดิ่ง หม้อข้าว-หม้อแกงลิง และหวายลิง
- ก้านใบ โดยธรรมชาติให้ก้านใบที่ยาวและบิดโค้งงอเพื่อยึดสิ่งพุงหรือเกี่ยวพันตัวเองเช่น พวงแก้วกุดั่น พวงแก้วมณี และมะเขือเครือ เป็นต้น

## 2.5 รูปแบบผนังสีเขียวเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

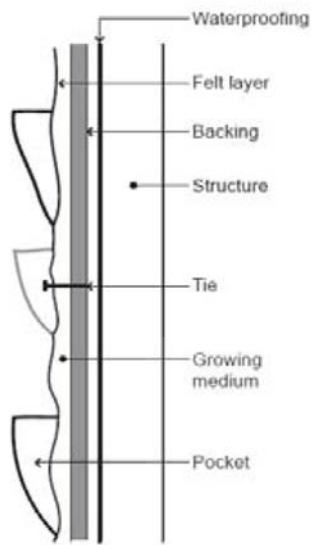
การใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดนั้นถือเป็นการปลูกพืชแนวตั้งประเภทหนึ่ง สามารถทำได้เช่นเดียวกับแผงกันแดดโดยทั่วไปคือ แบบแนวตั้ง แนวนอน และแบบผสม แม้ว่าไม้เลื้อยจะมีข้อดีต่างๆมากมาย แต่ข้อเสียที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน เพราะต้นไม้มักทำให้เกิดความชื้นเพิ่มขึ้น และการผลัดใบของใบไม้ซึ่งทำให้ต้องมีการดูแลรักษาที่ดี นอกจากนี้แล้วแผงไม้เลื้อยยังส่งผลในการบังลมเข้าอาคาร ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในการระบายอากาศ ดังนั้นตำแหน่งการติดตั้งแผงไม้เลื้อย ระยะห่างระหว่างแผงกับอาคาร จึงเป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน ในปัจจุบันการปลูกพืชในแนวตั้งนั้นเริ่มมีการแพร่หลายและได้รับความนิยมมากขึ้น เราสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

2.5.1 แบบแผงสำเร็จ (Panel System) ซึ่งโดยปกติจะทำการประกอบแผงและต้นไม้ก่อนการนำมาที่ที่ตั้ง (SITE) จากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อหรือยึดติดกับระบบโครงสร้างและระบบรดน้ำ



ภาพที่ 2.2 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Panel system  
ที่มา : Susan (2008)

2.5.2 แบบถุงปลูก (Felt System) ต้นไม้จะถูกติดตั้งลงในถุงปลูกซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ต้นไม้ เจริญเติบโตแล้วจึงป้องกันการรั่วซึมของน้ำทางด้านหลัง ก่อนที่จะยึดติดกับโครงสร้าง โดยตัววัสดุที่ทำถุงปลูกนั้นจะสามารถเก็บรักษาความชุ่มชื้นและสารอาหารที่จำเป็นต่อพืชไว้ได้



ภาพที่ 2.3 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Felt system  
ที่มา : Susan (2008)

2.5.3 แบบกระถาง (Container system) ในแบบนี้ต้นไม้จะเจริญเติบโตในภาชนะและเลื้อยขึ้นตามแผง ติดตั้งระบบให้น้ำลงบนภาชนะเพื่อควบคุมน้ำและการให้สารอาหาร



ภาพที่ 2.4 ระบบการปลูกต้นไม้แนวตั้งแบบ Container and/or Trellis system  
ที่มา : Susan (2008)



## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันรูปแบบการอยู่อาศัยของครอบครัวคนเมืองยุคใหม่เปลี่ยนไปจากเดิมมาก จากที่เคยอยู่อาศัยในบ้านเดี่ยว ค่อยๆ กลายเป็นทาวน์เฮ้าส์ รวมไปถึงคอนโดมิเนียมหรือแมนชั่นก็มากขึ้นตามไปด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้ความหวังที่จะเน้นพื้นที่สีเขียวไว้ผ่อนคลายมีน้อยลงหรือแทบจะไม่มีเลย แต่ถึงแม้จะมีพื้นที่สำหรับเป็นพื้นที่สีเขียวไม่มากนัก สามารถปลูกต้นไม้สร้างสวนสวยให้กับบ้านหรือที่พักอาศัยได้ และหนึ่งในทางเลือกที่น่าสนใจก็คือ “การจัดสวนแนวตั้ง” (Vertical garden) (โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการการออกแบบจัดสวนแนวตั้ง ชมรมวิชาชีพภูมิทัศน์, 2556 )

วรวิทย์ อังสุหัตต์ (2556 : 7) ได้กล่าวถึงสวนแนวตั้ง คือสวนที่ปลูกต้นไม้ไปทางสูงเพราะไม่มีพื้นที่เป็นพื้นดินเพื่อจะจัดทาสวน ต้องการให้กลุ่มต้นไม้เป็นผนังสูงเพื่อตกแต่งหรือพรางความกระด้างของอาคาร และพื้นที่ ช่วยสร้างความเขียว สดชื่นและมีชีวิตชีวา

ศุภวัจน์ แก้วขาว ( <http://www.manager.co.th> 27 กันยายน 2555 ) กล่าวว่ารูปแบบการอยู่อาศัยของครอบครัวคนเมืองยุคใหม่เปลี่ยนไปจากเดิมมาก จากบ้านเดี่ยว กลายเป็นทาวน์เฮ้าส์ บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม หรือแมนชั่น ความหวังที่จะมีพื้นที่สีเขียวไว้ผ่อนคลายแทบจะไม่มีเลย ถึงแม้พื้นที่ปลูกต้นไม้ไม่มากนัก สามารถสร้างพื้นที่สีเขียวให้กับที่พักอาศัยได้ “การสวนแนวตั้ง” เป็นทางเลือกที่น่าสนใจ

<http://www.tonmai2u.com> กล่าวถึงสวนแนวตั้งเป็นรูปแบบการจัดสวนที่มีบทบาทสำคัญในด้านการจัดสวน และการก่อสร้างอาคารแบบใหม่ๆ เนื่องจากสวนแนวตั้งเป็นสวนที่เน้นการประยุกต์ใช้พื้นที่แนวตั้งให้คุ้มค่า

อัจฉรี เหมสันต์ (-9 ) กล่าวถึง ภูมิทัศน์สีเขียวเป็นปรากฏการณ์ของบริเวณที่เน้นรูปลักษณ์ของความร่มรื่น อุดมสมบูรณ์ ทางธรรมชาติโดยเฉพาะพืชพรรณให้ความรู้สึกนุ่ม มีชีวิตชีวา พืชพรรณมีความสำคัญต่อการสร้างพื้นที่สีเขียว เน้นการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เมืองที่ขาดต้นไม้แต่อาคารและตึกสูง

<http://www.tonmai2u.com> ได้กล่าวถึงสวนแนวตั้ง เป็นสวนที่มีรูปแบบไม่ตายตัวเป็นการตกแต่งสถานที่ด้วยต้นไม้และวัสดุธรรมชาติต่างๆในแนวตั้ง รวมถึงโครงสร้างถาวรที่มีอยู่เดิม ได้แก่กำแพงเสา ผนังตึก หรือโครงสร้างที่ใช้วัสดุสร้างขึ้นชั่วคราว เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดสวนแนวตั้งก็ได้

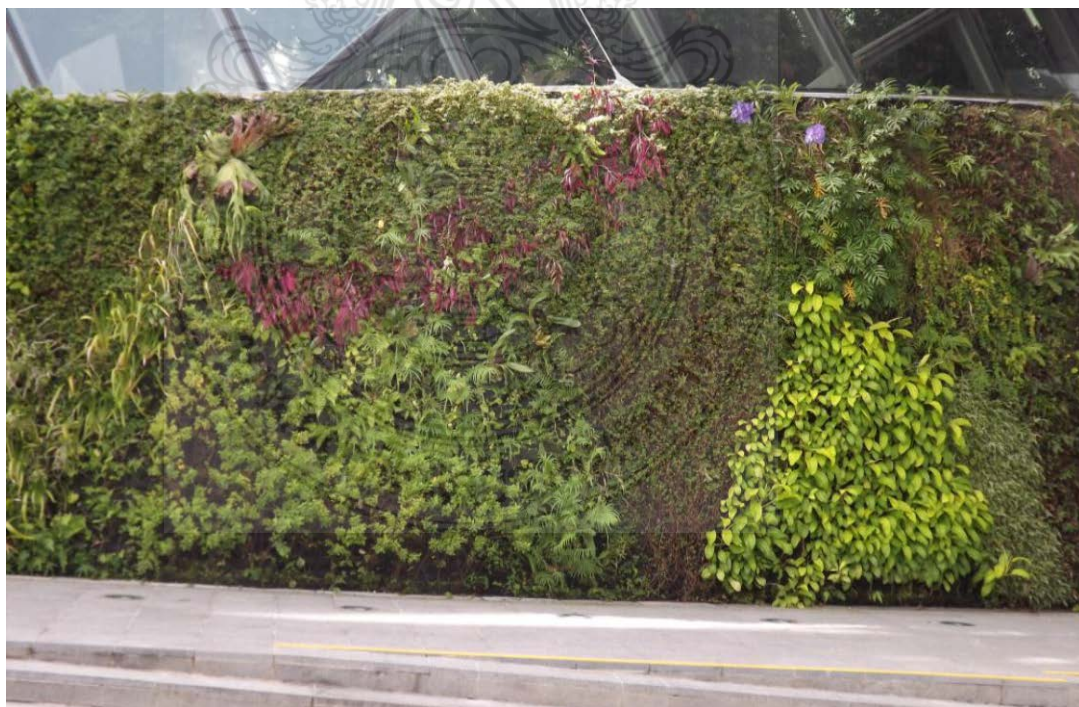
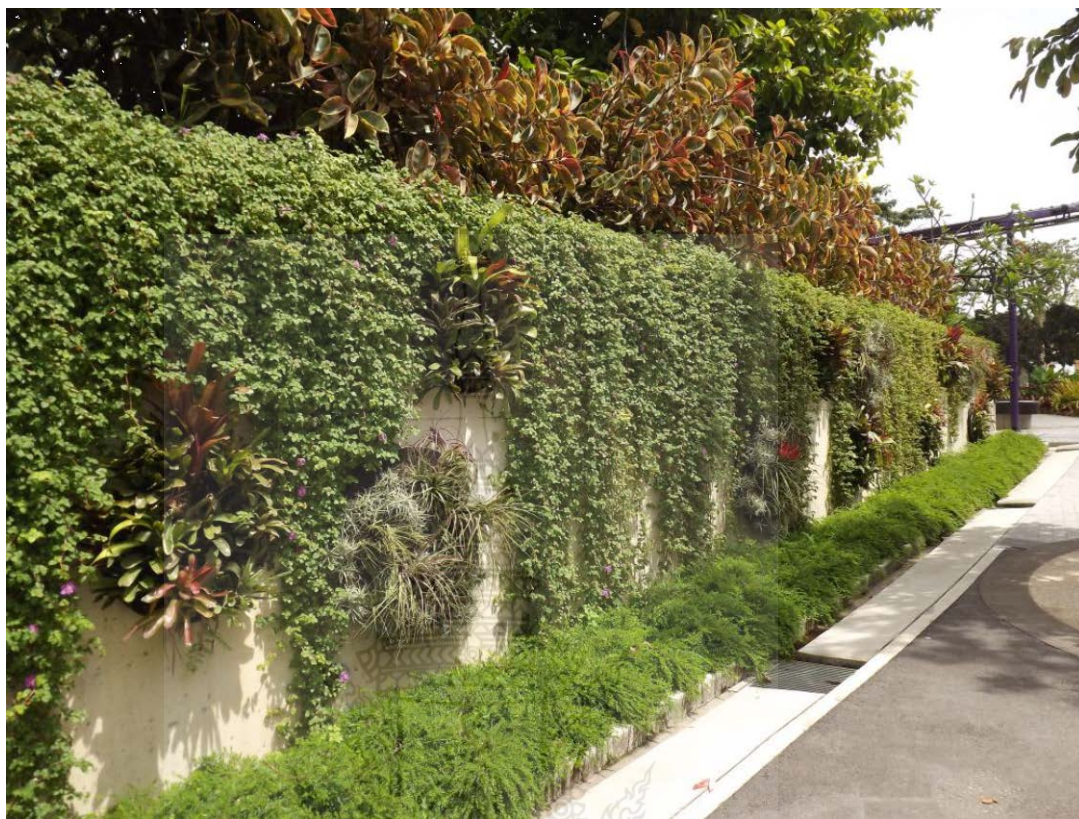


ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างสวนแนวตั้ง  
ที่มา : นิรัตน์ พูลเกิด 2556



ภาพที่ 2.6 สวนแนวตั้งที่Gardens by the bay ประเทศสิงคโปร์  
ที่มา : นีรัตน์ พูลเกิด, (2556)





ภาพที่ 2.7 Green wall ที่ Gardens by the bay ประเทศสิงคโปร์  
ที่มา : นิรัตน์ พูลเกิด, (2556)

ประโยชน์และคุณค่าของสวนแนวตั้ง ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ สวนแนวตั้งเป็นการสรรค์สร้างธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สุนทรียภาพให้แก่มนุษย์ มนุษย์รู้และซาบซึ้งในคุณค่าของสุนทรียภาพ เกิดความประทับใจ เป็นเหตุให้มนุษย์สร้างสรรค์งานศิลปะแสดงออกทางความคิด สติปัญญา ความพากเพียร และประสบการณ์ สร้างสรรค์งานให้เกิดความสวยงาม (มัย ดิยะ, 255 : 29 ) การออกแบบจัดสวนแนวตั้ง อาศัยความสวยงามรูปทรง สี ใบ ดอก ผล และผิวสัมผัส ของต้นไม้ ผสมผสานการคิดสร้างสรรค์ ออกแบบประกอบติดตั้งประยุกต์ใช้ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ในการประดับตกแต่งตามความต้องการของมนุษย์ดังนี้ ( กองบรรณาธิการ Garden Dising , 2551:13 )

1. ช่วยประหยัดพลังงาน เมื่อผนังไม่ร้อนทำให้บริเวณอาคารและภายในอาคารมีอากาศเย็นสบาย ช่วยประหยัดพลังงานในบ้าน

2. ช่วยลดมลภาวะทางเสียง การออกแบบจัดสวนที่ใช้ต้นไม้ปลูกในแนวที่มีเสียงดังรบกวนช่วยกันเสียงรบกวนจากภายนอกได้

3. ช่วยลดมลภาวะในอากาศ ใช้ส่วนของใบไม้กรองฝุ่น เก็บฝุ่น ละอองที่กระจายอยู่ในอากาศ

4. ช่วยปิดบังทัศนียภาพที่ไม่น่าดู สภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอยู่ใกล้เคียง

5. มีความเป็นส่วนตัว การสร้างพื้นที่ส่วนตัวปลูกต้นไม้ปิดบัง การมอง ช่องมุมมองจากภายนอกบริเวณที่ต้องการเป็นมุมส่วนตัว

6. ความสุข การสร้างสรรค์ สิ่งแวดล้อมที่มีสีเขียวของใบไม้ สีของดอกไม้ ร่มเงา ช่วยให้การสัมผัสทางกายผ่อนคลายจากความชื้น เย็นจากสิ่งแวดล้อมด้วยธรรมชาติ จิตใจผ่อนคลายจากการใกล้ชิดกับธรรมชาติ

7. ความสัมพันธ์ของคนในครอบครัว การใช้เวลาทำกิจกรรมร่วมกัน มุมสงบพักผ่อนในสวน การจัดเลี้ยงในครอบครัว

องค์ประกอบของสวนแนวตั้ง องค์ประกอบสวน การสร้างความน่าสนใจ ดึงดูดสายตา เพิ่มคุณค่าและประโยชน์ใช้สอย องค์ประกอบสวนเป นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มลูกเล่น มุมมอง ประยุกต์ใช้ วัสดุสร้างสรรค์แนวคิดการใช้ องค์ประกอบสวนเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับสวนแนวตั้ง

1. สิ่งปลูกสร้างถาวรที่มีอยู่เดิม ได้แก่ กว้าง เสา ผนังตึก

2. โครงสร้างสำหรับหาที่ปลูกต้นไม้

3. ที่ปลูกต้นไม้ เช่น แผ่นเพล (fellf) สำหรับหาช่องเป นกระเปาะปลูกต้นไม้ ช่องตารางสำหรับวางต้นไม้

4. ต้นไม้

5. อื่นๆ การสร้าง Pattern ของไม้พื้น สมาร์ททวูด กระจกที่ออกแบบขึ้นเฉพาะ กระบะใส่ไม้ กระจก ไม้รั้วหรือไม้บังตา





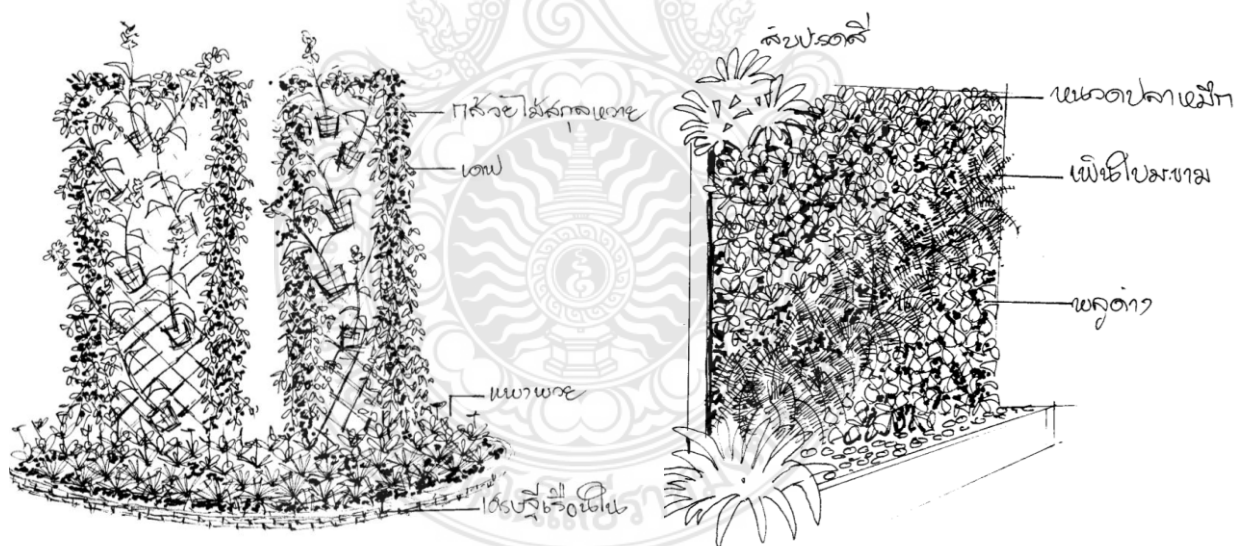
ภาพที่ 2.8 สวนแนวตั้งผนังกำแพงใช้แผ่นพินทาเป็นกระเปาะปลูกต้นไม้ที่Garden by the bayสิงคโปร์  
ที่มา : นิรัตน์ พูลเกิด, (2556)



ภาพที่ 2.9 การจัดสวนแนวตั้งผนังอาคาร (กัวลาลัมเปอร์ มาเลเซีย )  
ที่มา : นิรัตน์ พูลเกิด, (2556)

อัจฉรี เหมสันต์ ( 2554.391 ) ได้กล่าวถึงการออกแบบ เป็นการสร้าง รูปลักษณะของบริเวณว่างให้มีประโยชน์ใช้สอย และความงาม ทั้งในด้านการเลือกใช้พืชพรรณ ผนังหรือกำแพง รั้ว โครงสร้างร่มเงารูปแบบต่างๆ ที่ได้รับการพิจารณาทางการออกแบบเพื่อสร้างคุณภาพของมุมมอง และทัศนียภาพ การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ความกลมกลืนกับสถาปัตยกรรมและสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่เดิม หรือพัฒนาขึ้นใหม่ การออกแบบรูปทรงผังบริเวณในแนวทาง รูปทรงเรขาคณิต รูปทรงธรรมชาติ หรือผสมผสานย่อมแสดงคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามปัจจัยสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ลักษณะของการออกแบบอาจเป็นการคิดสร้างสรรค์งานขึ้นมาใหม่ทั้งหมดหรือดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นโดยคำนึงถึงระบบการทำงาน ความสะดวก ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย การออกแบบเป็นการสร้างสรรค์ ( วัฒนะ จุฑะวิภาต 2551,1) อย่างไรก็ตามการออกแบบเป็นการสร้างสรรค์ที่มีผลปรากฏเป็นรูปธรรม มีรูปร่าง รูปทรง จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการดำรงรูปร่างและรูปทรงนั้นไว้ ในออกแบบนักออกแบบแต่ละคนมีความบันเทิงใจ จินตนาการสมาธิ เป็นพลังอันเร้นลับที่มีคุณค่ามหาศาลชนิดหนึ่ง ที่อาจเกิดในตัวเราโดยผ่านทางสมอง และสามารถถ่ายทอดออกมาเป็นภาพได้ ( มาโนช กงกะนันท์ 44-47 ) การคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้จากการรับรู้พบเห็นวัตถุสิ่งต่างๆรอบตัว แล้วเกิดแรงบันดาลใจ กระตุ้นยั่วยู่ให้เกิดการทางานศิลปะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างๆเข้าด้วยกันแสดงออกโดยการถ่ายทอดเป็นรูปร่างขึ้น(ศุภพงศ์ ยืนยง 2547,251)

การสร้างสรรค์งานออกแบบจัดสวนแนวตั้งมีอาจสมบูรณ์ได้ถ้าปราศจากความเข้าใจ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางศิลปะ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบเบื้องต้นไปจนถึงการออกแบบที่ซับซ้อนยุ่งยาก เพราะศิลปะเป็นพื้นฐานความงาม และสุนทรีย์



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างทัศนียภาพสวนแนวตั้ง  
ที่มา : นิรัตน์ พูลเกิด, (2556)

### วัสดุและอุปกรณ์ในการจัดสวนแนวตั้ง

1. เหล็กสำหรับขึ้นโครงสร้าง ของสวนยึดติดผนังอาคาร กาแพง เสา เช่น เหล็กกล่อง ขนาด 3 x 3 นิ้ว เหล็กกล่อง ขนาด1 นิ้ว x2 นิ้ว เหล็กกล่อง ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว
2. ไม้เทียม (ไม้เซอร่า) ใช้ระแนงไม้เทียมตีเว้นช่องเพื่อเชื่อมโครงสร้างและสร้างความน่าสนใจ ไม้ขนาด 1นิ้ว x 3 นิ้ว ขนาด1นิ้ว x 2 นิ้ว
- 3.ผนังสวน วัสดุที่กรุเพื่อป้องกันความชื้นเข้าสู่ตัวอาคาร เช่น แผ่นวีวาบอร์ด โฟมบอร์ด
4. ที่บรรจุต้นไม้
  - 4.1 แผ่นFelf สำหรับทำเป็นกระเปาะปลูกต้นไม้
  - 4.2 แผ่นผิไนยสังเคราะห์
  - 4.3 ตะแกรงสำหรับบรรจุต้นไม้ ใช้ตะแกรงสำหรับทำชั้นวางกล้วยไม้ทำเป็นผนังบรรจุต้นไม้ หรือโครงสร้างเหล็กสำหรับวางต้นไม้
  - 4.4 ตาข่ายพลาสติก
5. ระบบให้น้ำ ท่อ พีอี หัวน้ำหยด วาล์ว ท่อพีวีซี ไดรฟ์
6. วัสดุองค์ประกอบสวนอื่นๆ ที่นำมาประกอบตกแต่ง เพื่อให้เกิดความสวยงาม เพิ่มความน่าสนใจ ทำให้เกิดรูปลักษณ์ใหม่ เช่น ม้านั่ง โต๊ะ เก้าอี้ กระเบื้องดินเผา แผ่นไม้ ไม้ โอ่ง ไท
7. กระบะ หรือรางรับน้ำ
8. เครื่องปั๊มลมและปืนยิงฝ้ายfelf
9. วัสดุพืชพันธุ์ เลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และง่ายต่อการจัดการดูแลรักษา กลุ่มต้นไม้ที่นิยมใช้เป็นพวงรอกอากาศ หรือรากกิ่งอากาศ เช่น เดฟ พิโลเดนดรอน มอนสเตอร์รา สับปะรดสี เฟิน หนวดปลาหมึกแคระ ไผ่มุก ปีกแมลงสาบ นมตาเลีย

### ปัญหาในการจัดสวนแนวตั้ง

1. ปัญหาจากโครงสร้าง การใช้วัสดุที่เป็นสนิม ผุกร่อน ยึดประกอบไม่แข็งแรง ความแข็งแรงทนทานของโครงสร้าง (วรวิทย์ อังสุหัตถ์ 2556,40 )
2. ระบบการให้น้ำ ต้นไม้มีการเจริญเติบโต เมื่อรดน้ำ น้ำไหลไปตามกิ่ง ใบ ทำให้น้ำไหลออกจากรางรับน้ำ และควรทาระบบระบายน้ำให้ดี
3. พืชแต่ละชนิดต้องการน้ำไม่เท่ากันการกำหนดชนิดต้นไม้บริเวณส่วนบนเป็นชนิดต้นไม้ที่ต้องการน้ำน้อย บริเวณส่วนกลางเป็นชนิดต้นไม้ที่ต้องการน้ำปานกลาง ส่วนด้านล่างเป็นชนิดต้นไม้ที่ต้องการน้ำมาก
4. พืชแต่ละชนิดโครงสร้างของกิ่ง ใบ ลำต้น การเจริญเติบโตแตกต่างกันการกำหนดตำแหน่งปลูก เลือกและเลือกใช้ให้เหมาะสม
5. ต้นไม้เฉาแห้งตาย เพราะระบบรากขาดน้ำ รากไม่ยึดเกาะกับวัสดุปลูก หรือใช้ไม้ผิที่ เช่นใช้ไม้ร่วมกับสภาพแดด ใช้ไม้กลางแจ้งกับสภาพร่ม (วรวิทย์ อังสุหัตถ์ 2556,40 )





ภาพที่ 2.11 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร





ภาพที่ 2.12 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร



ภาพที่ 2.13 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร



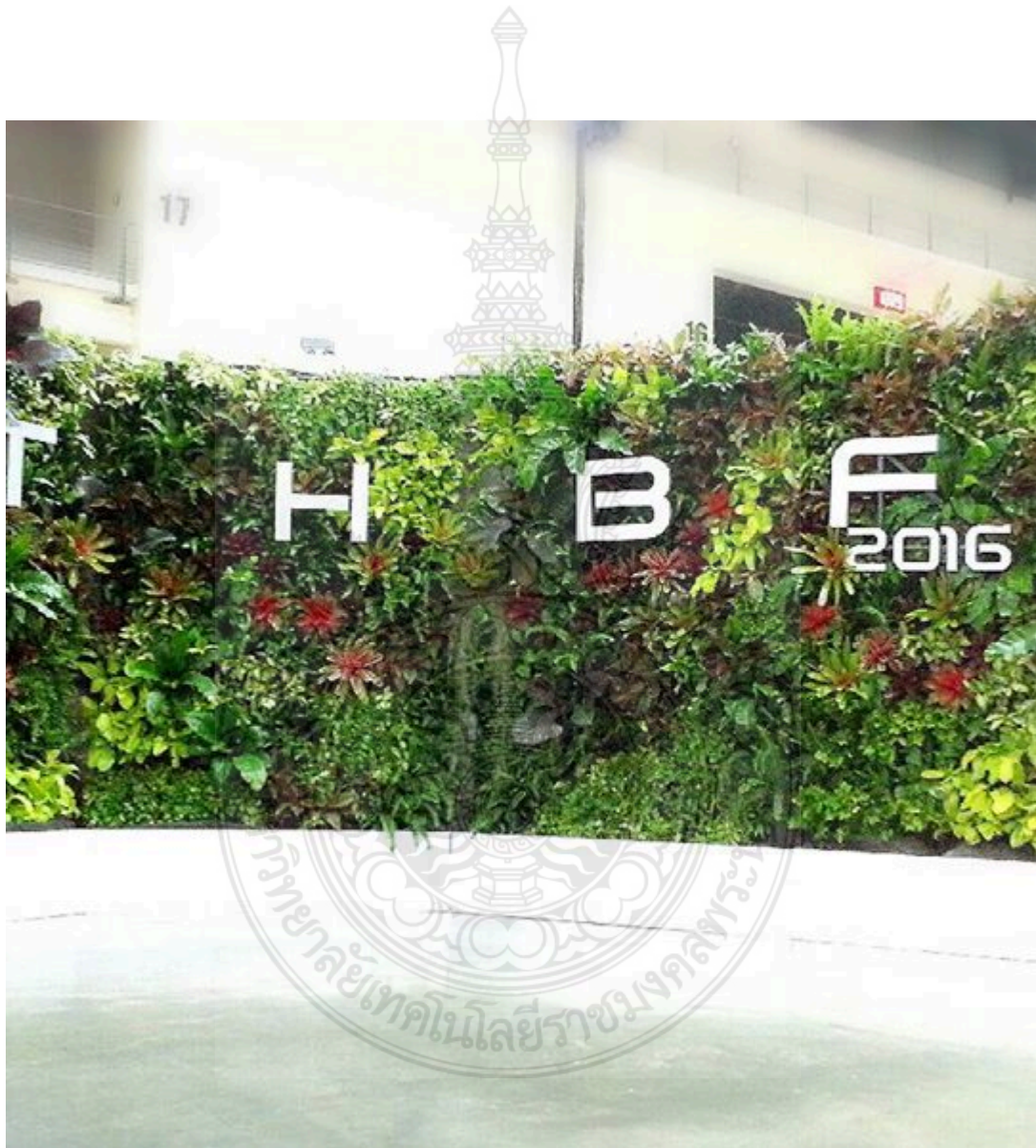


ภาพที่ 2.14 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร



ภาพที่ 2.15 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร





ภาพที่ 2.16 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร



ภาพที่ 2.17 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร





ภาพที่ 2.18 แสดงการปลูกพืชสวนแนวตั้งประกอบอาคาร

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอน ดังนี้

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 3.1 แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล            | 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย |
| 3.3 ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบา | 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล        |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล                    |                                |

#### 3.1 แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล

##### 3.1.1 ประชากร

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสวนแนวตั้ง

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

3.2.1.1 แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้านการพัฒนารูปแบบของวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกากมะพร้าว ลักษณะของโครงสร้างเก็บจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสวนแนวตั้ง

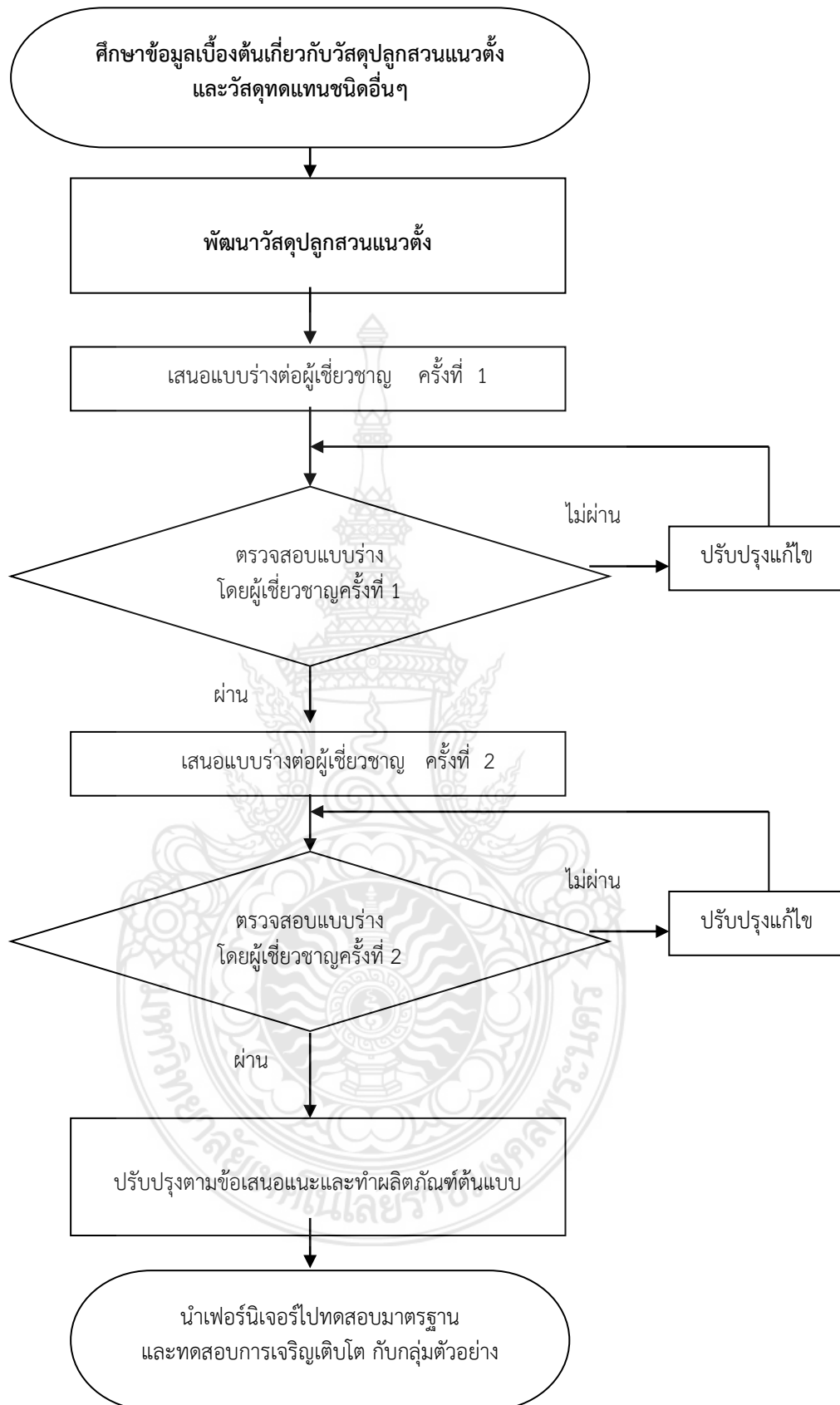
3.2.1.2 แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลสวนแนวตั้ง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปและการพัฒนาวัสดุปลูก

ตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม โดยสร้างเป็น Rating scale เพื่อเป็นแนวทางให้ได้ข้อมูลด้านประสิทธิภาพต่างๆ เช่น ด้านการใช้งาน ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านความแปลกใหม่ ด้านความเหมาะสมรูปแบบ จากกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจัดสวนแนวตั้งในด้านความคิดเห็นตามแนวทางและประเด็นครบถ้วนตรงตามที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีค่าการวัด ดังนี้

- |   |         |                         |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |





ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการในการพัฒนาวัสดุปลูกสวนแนวตั้ง

### 3.3 ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าว

ขั้นตอนของการศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าว มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.1. สรุปรูปแบบของวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวโดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

3.3.2. เลือกข้อเสนอความคิดเห็นที่ดีที่สุด

3.3.2.1 นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมาวิเคราะห์หาค่าในทางสถิติเพื่อหาความเป็นไปได้ของรูปแบบวัสดุปลูก

3.3.2.2 หลังจากได้วิเคราะห์ค่าทางสถิติแล้วเกี่ยวกับวัสดุปลูกพีช มาทำการระดมร่างภาพและแนวคิดต้นแบบ (Idea Sketch) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ทำการเลือกรูปแบบที่ต้องการได้รับพัฒนามากที่สุด

3.3.2.3 การเขียนแบบเพื่อการผลิต

1) นำรูปแบบวัสดุปลูก มาทำการร่างภาพเพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการเขียนแบบ

2) เขียนแบบเพื่อการผลิต นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ที่ร่างรูปแบบเสร็จเรียบร้อยมาทำการเขียนแบบเพื่อการผลิต ในด้านการใช้วัสดุ โครงสร้าง ขนาดสัดส่วน การตกแต่ง ความสวยงาม

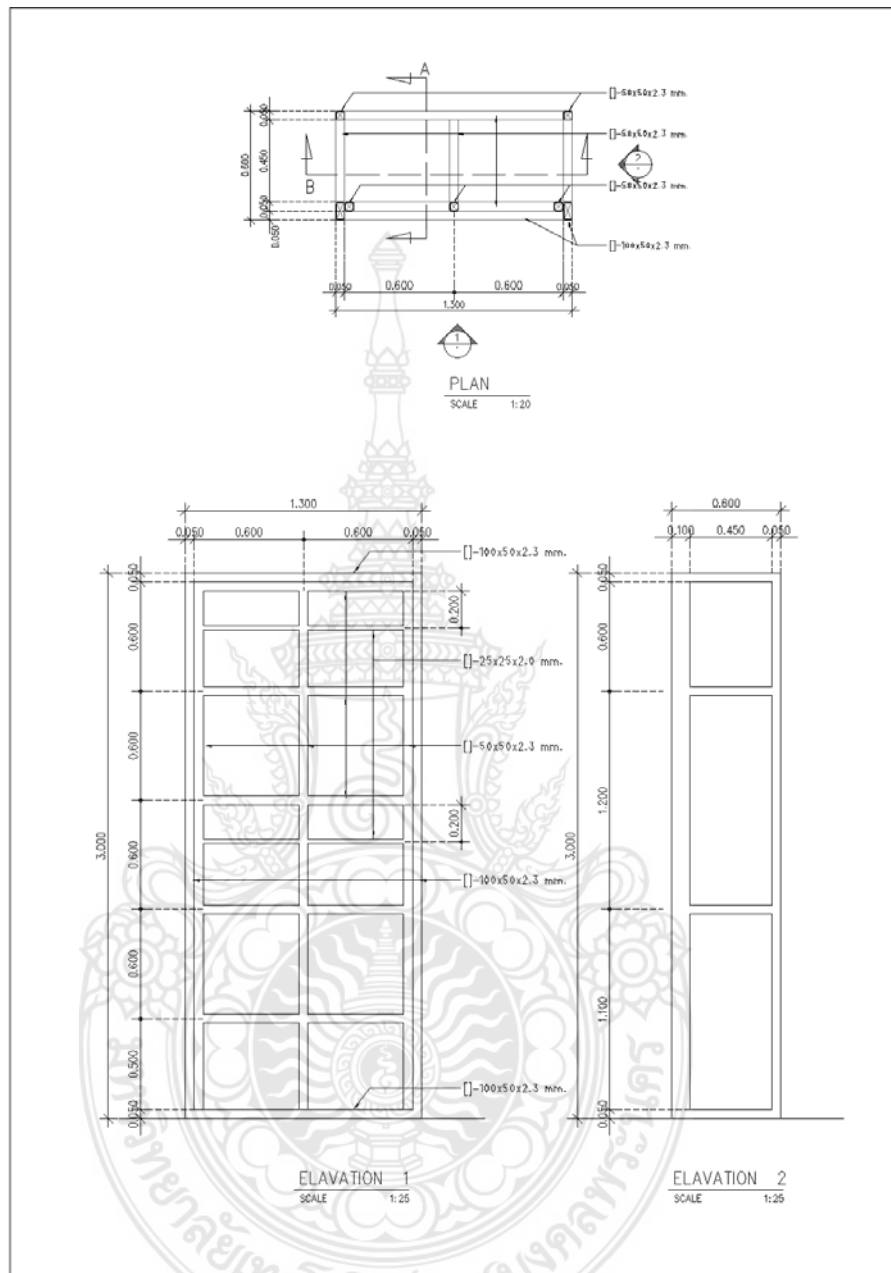
3.3.2.4 สร้างหุ่นจำลอง

นำรูปแบบวัสดุปลูก ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการผลิตสร้างหุ่นจำลองต้นแบบดังขั้นตอนต่อไปนี้

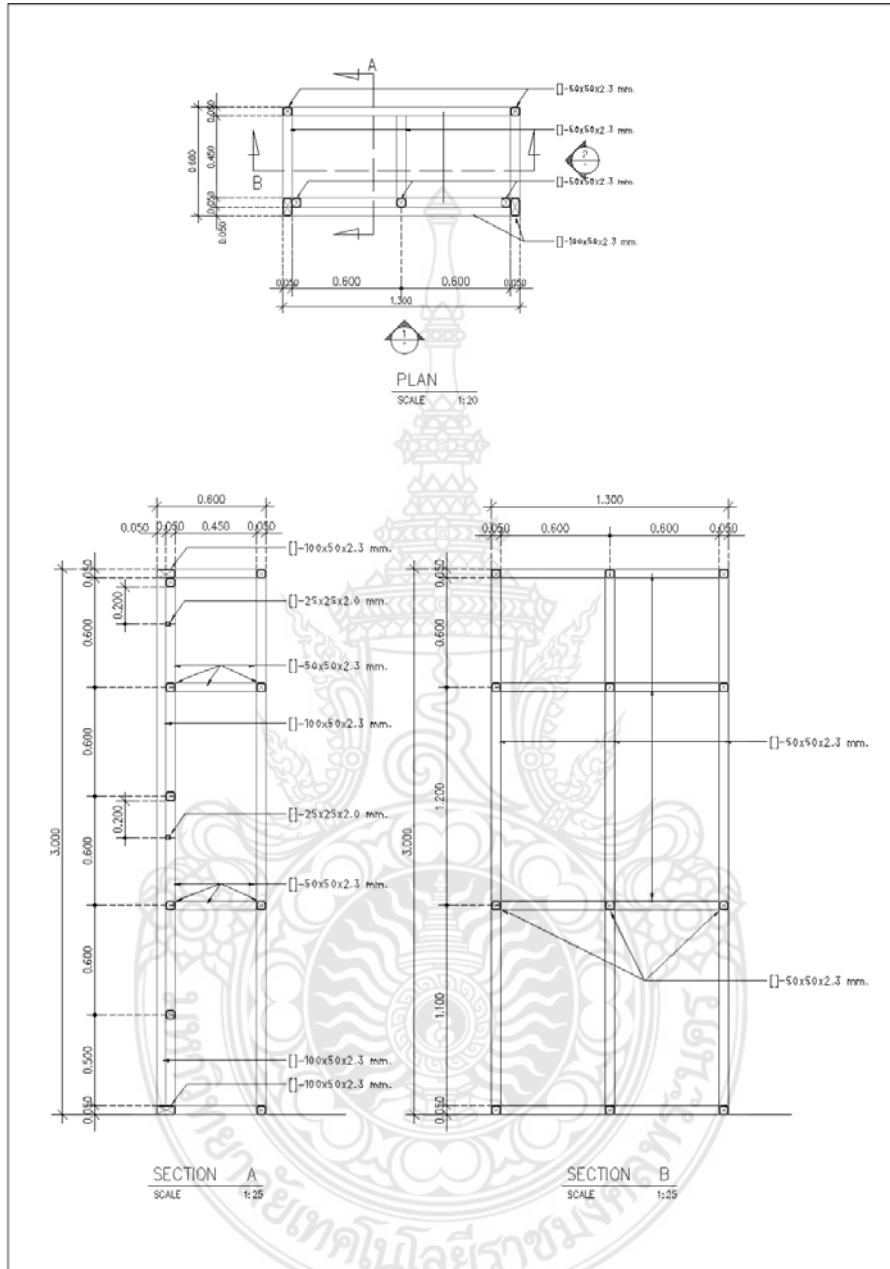
- 1) การกำหนดขนาดมิติของผลิตภัณฑ์
- 2) เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิต
- 3) ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
- 4) ประกอบชิ้นส่วน
- 5) เก็บรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบความเรียบร้อย

3.3.2.5 นำต้นแบบไปทดสอบโครงสร้าง

นำต้นแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านไปทดสอบโครงสร้าง



ภาพที่ 3.2 แสดงแบบรายละเอียดโครงสร้างผนังปลุกพีช



ภาพที่ 3.3 แสดงแบบรายละเอียดโครงสร้างผนังปลุกพีช

## แผ่นปลูกสวนแนวตั้ง Plants Wall



ลักษณะ



ลักษณะ

ภาพที่ 3.4 แสดงแผ่นผนังปลูกพืช



ภาพที่ 3.5 แสดงการติดตั้งแผ่นผนังปลูกพืชกับโครงผนัง

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.4.1. ข้อมูลได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจัดสวนแนวตั้ง

3.4.2. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาทำการพัฒนามาวิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.1 **แบบสัมภาษณ์** นำข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์กำหนดโครงสร้าง ถูกนำมาบันทึกในลักษณะบรรยายเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการหาแนวทางพัฒนารูปแบบวัสดุปลูกพืช ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีประสิทธิภาพและสรุปผลเชิง สังเคราะห์

#### 3.5.2 แบบสอบถาม

3.5.2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามภาพประกอบภาพจำลอง มาวิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ

- วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามข้อมูลโดยใช้ความถี่ (Frequency)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นในรูปแบบวัสดุปลูกที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของรูปแบบทั้ง 3 แบบ นำเสนอรูปแบบตารางและคำบรรยายประกอบ โดยแบ่งเกณฑ์ดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาโครงการศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าว ใช้การวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ ส่วนผสม การเจริญเติบโตของพืชพรรณ รูปแบบผนัง เพื่อใช้ในการออกแบบ

4.2 แบบวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบความสวยงาม (Design) จากผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบ

#### 4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ ส่วนผสม รูปแบบวัสดุ เพื่อใช้ในการออกแบบผนังปลูกพืช

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง โดยแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ ทั้งหมด 3 ข้อดังต่อไปนี้

4.1.1 การวิเคราะห์ทางด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์จากรูปแบบการใช้งานเน้นการผ่อนคลายพักผ่อน ทนสมัย มีความเหมาะสมทั้งด้านรูปแบบและการใช้งาน จึงได้ออกมาเป็น วัสดุปลูกพืชเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง มีความโปร่ง น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก รวมทั้งใช้เนื้อไม้ัดเป็นลาย เพื่อแสดงถึงรูปลักษณะของวัสดุ ให้ความรู้สึกเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4.1.2 การวิเคราะห์น้ำหนักของวัสดุปลูก เป็นองค์ประกอบของผนังอาคารเพื่อลดภาระน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของอาคาร

#### 4.2 แบบวิเคราะห์วัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและปลูกสวนแนวตั้ง โดยใช้แบบสัมภาษณ์

4.2.1 จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบให้ความเห็นว่าวัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม ส่วนผสมของวัสดุปลูก ให้เติมแนวความคิดที่เป็นเซตเดียวกันผู้ใช้จะได้มองออกว่าเป็นส่วนหนึ่งของผนังที่มีน้ำหนักเบา จากแบบร่างที่ตรวจพบว่ามีเหมาะสมแล้วมีความเป็นเอกภาพแล้ว ส่วนเรื่องของโครงสร้าง ซึ่งต้องทำการทดสอบเมื่อต้นแบบเสร็จแล้ว สรุปได้ดังนี้

##### 4.2.1.1 ด้านการออกแบบ

1) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการออกแบบ ได้คัดเลือกรูปแบบมา และทำการพัฒนารูปแบบจนลงตัวได้เป็นเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบที่ต้องการ และมีการตัดทอนรูปแบบลักษณะมีการแก้ไขรูปร่างรูปทรง

2) ด้านอายุการใช้งานและการบำรุงรักษา ในส่วนของการผลิตเน้นการทำ Slack เพื่อป้องกันการปลวกกิน แต่ไม้ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติป้องกันปลวกอยู่แล้วจึง เป็นการทำให้เพิ่มความมั่นใจ

3) ด้านความสะดวกสบาย ถึงเฟอร์นิเจอร์จะเป็นไม้ทั้งตัวแต่ก็ได้นึกถึงรูปลักษณะที่ทำให้เกิดความสบายในการใช้งานเป็นหลัก ตามหลักการยศาสตร์

4) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีรูปร่างหน้าตาที่มีความแปลกและรูปแบบทันสมัย เพราะมีการเสริมความแปลกใหม่เข้าไปจึงอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความแปลกไปจากรูปทรง แต่ก็แปลกน้อยอายุที่ทำให้เกิดแนวคิด การมองที่ไม่เบื่อ



- 5) ด้านรูปแบบของสี ใช้สีน้ำตาลของน้ำตาลไหม้และผสมกับ Space บางบริเวณที่เป็นสีไม้ธรรมชาติ
- 6) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน มีความปลอดภัยจากโครงสร้างเพราะใช้ไม้เนื้อแข็งเป็นโครงตามและไม้จริงทำโครงภายในก่อน
- 7) ด้านฟังก์ชัน ออกแบบให้มีท้าวแขนเพื่อให้เกิดความสบายในการนั่ง และทำให้เกิดรูปแบบที่แปลกใหม่ด้วย
- 4.2.1.2 ด้านการผลิต
- 1) ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีการผลิตที่ไม่ยากนัก แต่มีบางส่วนอาจจะต้องใช้ความเชี่ยวชาญจากช่างเพราะเป็นส่วนที่ Detail มีความยาก และส่วนอื่นๆ ก็ขึ้นโครงตามหลักการปกติ
- 2) ด้านลักษณะการยึดติด มีการเข้าเดือย โดยการใช้ลูกแม็ค และตะปูลมยิงและใช้กาวทาไม้ ทาเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ในบางส่วนก็มีการเข้าเดือยเพื่อให้แน่นหนา
- 3) ด้านวัสดุ มีการใช้วัสดุที่ทำการอัด มาอย่างดีผ่านกระบวนการที่ได้มาตรฐานจึงไม่มีปัญหาทางด้านวัสดุ เพราะมีการรับรองมาเป็นอย่างดี
- 4) ด้านความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ในด้านนี้เฟอร์นิเจอร์จะไม่สามารถใช้เครื่องจักรผลิตได้ในทุกๆ ส่วน เพราะมีบางส่วนที่ต้องใช้ช่างฝีมือในการทำ

### 4.3 การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

- 4.3.1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย
- 4.3.1.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- 4.3.1.3 ด้านความปลอดภัย
- 4.3.1.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

#### 4.3.1 การประเมินจากด้านต่างๆ

- 4.3.1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

ตาราง 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย ( N=30 )

รายการ	$\bar{x}$	SD	ความหมาย
1.วัสดุปลูกมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้	5.0	0	มากที่สุด
2.ขนาดของวัสดุปลูก	4.0	.6	มาก
3.น้ำหนักของวัสดุปลูก	4.7	0	มากที่สุด
4.ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้	5.0	0	มากที่สุด
รวม	4.6	0.82	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสวนแนวตั้งโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ) อยู่ 2 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 3 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0) อยู่ 2 ข้อ

#### 4.3.1.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

ตาราง 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ( N=30 )

รายการ	$\bar{x}$	SD	ความหมาย
1.มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.3	.6	มากที่สุด
2.มีความสะดวกสบายการนั่ง	4.0	.6	มาก
3.มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย	5.0	0	มากที่สุด
4.มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง	4.0	.6	มาก
5.มีรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจง่าย	4.7	0	มากที่สุด
รวม	4.6	2	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ) อยู่ 1 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 5 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) อยู่ 1 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0) อยู่ 2 ข้อ

#### 4.3.1.3 ด้านความปลอดภัย

ตาราง 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย( N=30 )

รายการ	$\bar{x}$	SD	ความหมาย
1.ความปลอดภัยขณะใช้งาน	5.0	0	มากที่สุด
2.ความปลอดภัยของงานไม้	4.7	.6	มากที่สุด
3.การทำความสะดวก	5.0	0	มากที่สุด
4.การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษา	4.3	.6	มาก
รวม	4.75	1.9	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสวนแนวตั้งโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ) อยู่ 2 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) อยู่ 1 ข้อ

### 4.3.2 สรุปการประเมินผล

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านการออกแบบ (N=30)

รายการ	$\bar{x}$	SD	ความหมาย
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย	4.6	0.82	มากที่สุด
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.6	2	มากที่สุด
3. ด้านความปลอดภัย	4.75	1.9	มากที่สุด
รวม	4.7	1.57	มากที่สุด

จากตาราง 4.4 พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านจากผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7)

### 4.4 การทดสอบมาตรฐานวัสดุปลูก

จากโครงการศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้งเพอร์นิเจอร์โดยมีการทดสอบ 8 ขั้นตอนและได้ผลในตารางที่ 4.5

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบวัสดุปลูก (ทดสอบ ณ บริษัทโกลเด้นบอร์ด จำกัด)

ลักษณะการทดสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. น้ำหนักของวัสดุปลูกก่อนทดลอง	ผ่าน	-
2. น้ำหนักของวัสดุปลูกตอนทดลอง	ผ่าน	-
3. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 1	ผ่าน	-
4. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 2	ผ่าน	-
5. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 3	ผ่าน	-
6. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 4	ผ่าน	-
7. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 5	ผ่าน	-
8. การเจริญเติบโตของพืชพรรณ ชุดที่ 6	ผ่าน	-
ผลการทดสอบเพอร์นิเจอร์	ผ่าน	-

จากตาราง 4.5 พบว่าการทดสอบชุดวัสดุปลูกพีช เกณฑ์การทดสอบเรื่องน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากผนังปลูกพีช ที่กระทำกับโครงสร้างอาคาร อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยการศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพีชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง ผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิเคราะห์

5.1.1 ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบบ่อยจากด้านวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว ที่นำมาอัดมีคุณสมบัติที่แข็งมาก จึงต้องใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่เฉพาะทางเพื่อเข้ากระบวนการแปรรูป

5.1.2 ปัญหาเรื่อง การติดตั้งกับผนังภายนอกอาคารที่มีระยะการทำงานไม่เพียงพอ เพื่อสร้างความเหมาะสมและเพิ่มความพึงพอใจต่อการใช้งาน

5.1.3 ส่วนผสมที่ใช้ในตัวผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการเข้ากันของสถานที่และเหมาะสมกับทุกสถานที่โดยเน้นการใช้สีที่มีอัตราการขายที่ค่อนข้างสูง และเหมาะสมกับทุกกลุ่ม

#### 5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านดังนี้

5.2.1 ในด้านการด้านหน้าที่ใช้สอย โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณสมบัติความสะดวกสบายในการใช้งาน เคลื่อนย้ายสะดวก และควรยึดหลักในการออกแบบในส่วนของคุณภาพสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ ตามหลักการยศาสตร์ให้ถูกต้อง

5.2.2 ในด้านการด้านความสะดวกสบายในการใช้งานประเมินการออกแบบของวัสดุปลูกพบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณสมบัติให้ความรู้สึกสบายและพึงพอใจ ในการใช้งานมากที่สุด โดยวัดจากความรู้สึกที่แสดงออกมา จากผู้ใช้ รวมทั้งความสะดวกสบายในการ เคลื่อนย้าย ติดตั้ง มีรูปลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย

5.2.3 ด้านความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าคุณภาพสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ ปลอดภัยในการใช้งาน ความแข็งแรงของตัวล้อหรือข้อต่อ รูปแบบและรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์

#### 5.3 จากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองวัสดุปลูก

5.3.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่าคุณภาพสัมพันธ์ของน้ำหนักของ และพวกข้อต่อ เดียวของตัวเฟอร์นิเจอร์ มีรูปทรงที่สัมพันธ์กับเฟอร์นิเจอร์ และเข้ากันกับรูปแบบการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ มีความเข้ากันระหว่างความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้

5.3.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่าคุณภาพสัมพันธ์ของความสะดวกสบายในการใช้งาน มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง มีความพึงพอใจหลังจากใช้งานในด้านรูปลักษณะและรูปแบบ

5.3.3 ด้านความปลอดภัย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่า ความปลอดภัยขณะใช้เฟอร์นิเจอร์ รูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความกังวล การทำความสะอาดง่าย มีความปลอดภัยของวัสดุ และไม่มีฝุ่น

#### 5.4 จากการทดสอบมาตรฐานวัสดุปลูก

การทดสอบชุด**วัสดุปลูก** เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยัดแน่นเท้าแขนด้านข้าง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตยัดกระทำลดเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อพื้นนั่งและแรงกระทำต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ ซึ่งในภาพรวม**วัสดุปลูก**ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

#### 5.5 ข้อเสนอแนะ

- 5.4.1 ควรกระบวนการผลิตที่เรียบง่ายและต้นทุนต่ำลง
- 5.4.2 ควรมีเรื่องการเปรียบเทียบกับวัสดุที่เคยมีมาแล้วเทียบเรื่องน้ำหนักของวัสดุปลูก
- 5.4.3 ควรมีวัสดุเน้นเรื่องความแปลกใหม่ที่เพิ่มขึ้นอีก





## บรรณานุกรม

- พาสินี และคณะ. 2551. สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น. วารสารพลังงาน (Journal of Energy) ฉบับที่ 9.
- พันธ์วิ มาไพโรจน์. 2529. การสังเคราะห์แสงและการหายใจ. เอกสารวิชาการภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- สุดสวาท ศรีสถาปัตย์. 2545. การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- สุนทร บุญญาธิการ. 2542. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. สำนักพิมพ์ร็อบเพอร์ตีมาร์เก็ต จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. 2552. การลดความร้อนให้กับอาคาร. บทความสาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพมหานคร.
- เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. 2551. ร้อยพันไม้เลื้อยแสนสวย. สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์. กรุงเทพมหานคร.
- รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

### สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- Sandifer, Steven and Givoni, Baruch. 2000. Thermal Effects of Vines on wall temperature comparing laboratory and field collected data. Department of Architecture and Urban Design, UCLA, USA.
- Wong et al. 2007. Study of Thermal Performance of Extensive Roof Greenery systems in the Tropical Climate. Building and Environment 42, 25-54. Elsevier publishing.

ภาคผนวก ก  
ประวัติและผลงานนักวิจัย



**ประวัติคณะผู้วิจัย : หัวหน้าโครงการวิจัย**

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายนพดล คล้ายวิเศษ  
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Noppadol Klaywises
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 8414 00015 05 8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2281 9231-4 ต่อ 6304-5 โทรสาร 0 2282 8572

Mobile : 08-38299516

E-mail : T\_mbit@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

2555 สด.ม. (นวัตกรรมการอาคาร)มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2552 สด.บ. (เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ : สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น ,วัสดุและวิธีการก่อสร้าง

กลุ่มวิชา : สถาปัตยกรรม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

หัวหน้าโครงการวิจัย : -

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : -

งานวิจัยที่กำลังทำ : 1. การศึกษาและพัฒนาเพื่อการออกแบบ

เฟอร์นิเจอร์จากไม้ไผ่ 2559

: 2. การศึกษาและพัฒนาเพื่อการออกแบบ

เฟอร์นิเจอร์จากกะลามะพร้าว 2559

: 3. การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบา

จากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง 2559

## ประวัติคณะผู้วิจัย : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายศรีณยู สว่างเมฆ  
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Saranyoo Sawangmake
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 5599 00187 90 3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2281 9231-4 ต่อ 6304-5 โทรสาร 0 2282 8572

e-mail address : saranyoo.s@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

2554 สด.ม. (นวัตกรรมการ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2550 สด.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศรีปทุม

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ : วัสดุและการก่อสร้าง

กลุ่มวิชา : สถาปัตยกรรม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

หัวหน้าโครงการวิจัย : -

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : 1. การศึกษาและพัฒนาหนังสือภาพการ์ตูนอ่านเพิ่มเติม

สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ระดับมัธยมศึกษา พ.ศ.2556

: 2. การศึกษาและออกแบบบ้านพักผู้ประสบภัยจากตู้คอน

เทนเนอร์ที่ใช้แล้ว 2557

: 3. การศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ

(ไม้ไผ่) 2558

งานวิจัยที่กำลังทำ : การศึกษารูปแบบอัตลักษณ์เรือนเครื่องผูกไม้ไผ่เพื่อประยุกต์ใช้ในงานออกแบบบ้านพักอาศัยโฮมสเตย์

**ประวัติคณะผู้วิจัย : ผู้ร่วมโครงการวิจัย**

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)  | นาย สันติ กมลนารากิจ         |
| ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)  | Mr. Santi Kamonnarakit       |
| 2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน  | 3-9007-00327-48-3            |
| 3. ตำแหน่งปัจจุบัน   | อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย) |
| 4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร แลไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) |                              |

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 02-6653777 ต่อ 5002 โทรสาร 02-6653777 ต่อ 5006

โทรศัพท์มือถือ 085-945-6557 E-mail : Santi\_Kamo@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| พ.ศ. 2545 คอ.บ.(สถาปัตยกรรม)  | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า<br>เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| พ.ศ. 2551 ผม.(การวางผังเมือง) | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                              |

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ สถาปัตยกรรม , การวางผังเมือง

กลุ่มวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม ,  
การวางผังเมือง, แผนที่

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. การศึกษาและออกแบบศูนย์บริการและจุดพักจักรยานนักท่องเที่ยวตามเส้นทางประวัติศาสตร์กรุงธนบุรี เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ วัฒนธรรมกรุงธนบุรี, (วิจัยแห่งชาติปี 2556)

2. โครงการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุฟางข้าวสำหรับบ้านพักอาศัยขนาดกลาง, (วิจัยแห่งชาติปี 2557)

3. การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุแผ่นไม้อัดฝักตบขวาและเส้นใยฝักตบขวาสำหรับตกแต่งบ้านพักอาศัยขนาดกลาง , (วิจัยแห่งชาติปี 2558)

4. โครงการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุฟางข้าวสู่การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ภูมิศึกษา ชุมชนบ้านถ้ำเสือ ตำบลถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี , (วิจัยแห่งชาติปี 2559)

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว :

1. หัวหน้าโครงการวิจัยโครงการ : การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร ภูมิศึกษาวัสดุประกอบ ผังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว, พ.ศ. 2555,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



2. หัวหน้าโครงการวิจัยโครงการ : การศึกษาและออกแบบศูนย์บริการและจุดพักจักรยานนักท่องเที่ยวตามเส้นทางประวัติศาสตร์กรุงธนบุรี เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะวัฒนธรรมกรุงธนบุรี, พ.ศ. 2556,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

3. หัวหน้าโครงการวิจัยโครงการ : โครงการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุฟางข้าวสำหรับบ้านพักอาศัยขนาดกลาง,พ.ศ. 2557,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4. หัวหน้าโครงการวิจัยโครงการ : การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุแผ่นไม้อัดผักตบชวาและเส้นใยผักตบชวาสำหรับตกแต่งบ้านพักอาศัยขนาดกลาง ,พ.ศ. 2558,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

#### 7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ: -

1. หัวหน้าโครงการวิจัยโครงการ : โครงการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุฟางข้าว ผู้การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ กรณีศึกษา ชุมชนบ้านถ้ำเสือ ตำบลถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี , ตุลาคม พ.ศ. 2559 - กันยายน พ.ศ. 2560 ,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





## แบบสอบถาม

โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง

### คำชี้แจง

แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุปลูกพืชจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นพดล คล้ายวิเศษ)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร





## แบบสัมภาษณ์

โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง

### คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุปลูกสวนแนวตั้ง ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีและให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นพดล คล้ายวิเศษ)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



## แบบสัมภาษณ์

โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกพืชน้ำหนักเบาจากกาบมะพร้าวเพื่อใช้กับสวนแนวตั้ง

1. สัมภาษณ์ด้านหลักการปลูกสวนแนวตั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สัมภาษณ์ด้านรูปแบบของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. สัมภาษณ์ความเหมาะสมของวัสดุปลูกและพืชพรรณที่ใช้กับสวนแนวตั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. อื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

ผลงานวิจัยและการผลิตนวัตน์แบบทดลอง





ภาพ ค 1 แสดงผนังทดลองปลูกสวนแนวตั้ง ขนาด 120 x 300 เซนติเมตร จำนวน 3 ผนัง

