



การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบ  
ในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

Application of Design Thinking Process for Community Problem Solving  
from Water Hyacinth by Making Plant Concrete Pots



นายปภาวิน ศรีพล

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



## ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม  
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย  
(สาขาวิชา) (คณะ)


เรื่อง การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวา  
โดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

Application of Design Thinking Process for Community Problem Solving  
from Water Hyacinth by Making Plant Concrete Pots

ผู้แต่ง นายปภาวิน ศรีพล  
Mr. Paphawin Sriphon

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจลิมเกียรติ วงศ์วนิชทวี)

  
.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุทรชัย บรรเทงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

วันที่.....เดือน.....ปี.....พ.ศ. 2564

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาชุมชน  
จากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

โดย : นายปภาวิน ศรีพล

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... เฉลิมเกียรติ วงศ์วนิชวิ .....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมเกียรติ วงศ์วนิชวิ)  
..... 9 มิถุนายน 2564 .....

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาเน้นแนวคิดการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในชุมชน โดยนำวัชพืชจากผักตบชวามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางการแก้ไขปัญหามาของชุมชนอย่างยั่งยืน 2) ขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการทำกระถางต้นไม้จากผักตบชวา โดยทดลองว่ากระถางต้นไม้จากผักตบชวาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง และ 3) ทดสอบกำลังอัดของกระถางคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาในเมืองต้น

โดยมีขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้ 1) วิจัยเชิงปฏิบัติ ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชน เริ่มต้นจากการลงพื้นที่ เมื่อพบเจอปัญหาที่จะกลับมาหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกับชุมชนโดยวิธีการระดมสมองแบบเขียนคิดวิเคราะห์สาเหตุ คัดเลือกวิธีการหาแนวทางแก้ไขปัญหามาเป็นระบบ และนำข้อสรุปจากชุมชนมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยสร้างนวัตกรรมใหม่ และ 2) วิจัยเชิงทดลอง ทำการทดลองหาส่วนผสมกระถางคอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาบดละเอียดหาคุณสมบัติเชิงกลตามแผนการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบสามารถได้รับความร่วมมือแก้ปัญหาชุมชนได้เป็นผลอย่างดี จากผลการทดลองพบว่าส่วนผสม Type B<sub>3</sub> เหมาะสมสำหรับทำกระถางโดยมีความต้านแรงอัดของคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 8.27 MPa. สูงกว่ามาตรฐานที่ 7 MPa. และมีราคาต้นทุนต่อกระถางที่ใช้ในการเปรียบเทียบเท่ากับ 75.99 บาท ในขณะที่กระถางปกติต้นทุนเท่ากับ 150 บาท ประหยัดกว่าร้อยละ 49.34 ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อลดปริมาณขยะจากผักตบชวาในชุมชนและงบประมาณค่าใช้จ่ายภาครัฐ เกิดความภูมิใจกับผู้ที่เกี่ยวข้อง และเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหามาของชุมชนอย่างยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: การคิดเชิงออกแบบ ผักตบชวา กระถางต้นไม้

### Abstract

Title : Application of Design Thinking Process for Community Problem Solving from Water Hyacinth by Making Plant Concrete Pots

By : Mr. Paphawin Sriphon

Degree : Master of Engineering

Major : Engineering Management

Advisor : ..... *W. Chalermkiat* .....  
(Assistant Professor Dr. Chalermkiat Wongvanichtawee)

..... *9 June 2021* .....

The objectives of this research were to: 1) apply design thinking process in problem solving. The concept of community participation was utilized to find the most benefit for using hyacinths. It could be an example of a sustainable solution to community problems; 2) learn the process to make pots from the hyacinths and test for practical usage; and 3) test the compressive strength of the hyacinth fiber reinforced concrete pots.

Action research method was used by applying design thinking processes for solving community problems from water hyacinths. It started with visiting the area that encountered the problems and acknowledging the problems to find a solution with the community by recording through a brainstorming method and considering the root causes and solutions for the problems systematically. The collective ideas and possible solutions were brought to the community to develop products and create innovations. Experimental research method was conducted to find a mixture of concrete pots with finely ground water hyacinths fibers. The mechanical properties were found as experimental design.

The results found that the design thinking process could be applicable in problem solving through participation of people in the community. From the experimental results, it was found that Type B5 mixture was suitable for making concrete pots with average compressive strength of 8.27 MPa., higher than the standard of 7 MPa. The cost per pot used in the comparison was 75.99 Baht. Whereas the normal cost was 150 Baht, saving up to 49.34%. The study results could be utilized as a guideline to reduce the problems of water hyacinth waste, reduce government budget expenditures, create an improved community environment and bring pride to those involved. It is recommended that the community should promote the solutions and be presented to OTOP for their products or sustainable solutions for community problems faced in the future.

**Keywords:** Design Thinking, Water Hyacinth, Plant Concrete Pots

Approved by:

.....

## กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมเกียรติ วงศ์วนิชทวี อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ พร้อมทั้งขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต รวมถึงคณาจารย์และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามทั้งในการศึกษา การทำงานวิจัยและการให้ความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงสุดมาโดยตลอด

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนที่ทำงานทุกๆ ท่านที่มีได้กล่าวนามมาในที่นี้ ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเขียนสารนิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้หวังว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้คงจะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจจะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาและสามารถนำผลสำเร็จของงานวิจัยนี้สามารถใช้งานได้จริง

ปภาวิน ศรีพล

ผู้จัดทำ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์	4
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ผักตบชวา	5
2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผักตบชวา	5
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของผักตบชวา	10
2.1.3 สภาพปัญหาและความสำคัญ	11
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ	12
2.2.1 ความหมายของการออกแบบ	12
2.2.2 ความคิดในการออกแบบ	13
2.2.3 การคิดเชิงออกแบบ	14

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	17
2.2.5 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	18
2.2.6 การพัฒนาความคิดเชิงออกแบบ	20
2.3 วัสดุที่นำมาผสมในการออกแบบกระดาษต้นไม้อ่อนกรีด	21
2.3.1 ปูนซีเมนต์	21
2.3.2 มวลรวม	23
2.3.3 น้ำ	25
2.4 การทำกระดาษต้นไม้อ่อนกรีด	27
2.5 พรรณไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในกระดาษ	28
2.5.1 พรรณไม้ที่นิยมปลูกในกระดาษ	28
2.5.2 ชนิดของกระดาษ	29
2.5.3 ประโยชน์ของกระดาษต้นไม้ผักตบชวา	30
2.5.4 ปัจจัยความสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นไม้ในกระดาษ	30
2.5.5 กระดาษต้นไม้อ่อนกรีดหรือปูนซีเมนต์	32
2.6 สถานที่ในการทำวิจัย	33
2.6.1 สถานที่	33
2.6.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการเทศบาลตำบลบางเสาธง	34
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย</b>	
3.1 วิจัยเชิงการปฏิบัติ	39
3.1.1 การเชื่อมโยงยุทธศาสตร์ตามหลักบริหารของเทศบาลตำบลบางเสาธง	40
3.1.2 การวิเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชน จากผักตบชวาโดยนำมาทำกระดาษต้นไม้อ่อนกรีด	42
3.2 วิจัยเชิงทดลอง	44
3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ	45
3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย	46
3.2.3 วิธีการทดลองหาส่วนผสม	47
3.2.4 วิธีการทดสอบกระดาษคอนกรีตจริงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547	49

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.5 วิธีการเตรียมตัวอย่างทดสอบกระดาษคอนกรีตกำลังรับแรงอัดและความชื้น	50
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	
4.1 ผลวิจัยเชิงการปฏิบัติ	51
4.1.1 ผลการศึกษาวเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระดาษต้นไม้ออนกรีต	51
4.1.2 ผลการศึกษาวเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระดาษต้นไม้ออนกรีต	59
4.2 วิจัยเชิงทดลอง	61
4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดกระดาษต้นไม้ออนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวา	61
4.2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระดาษคอนกรีต	70
4.2.3 ผลวิเคราะห์ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร	72
<b>บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลวิจัยเชิงการปฏิบัติ	73
5.2 สรุปผลวิจัยเชิงทดลอง	75
5.3 ข้อเสนอแนะ	76
5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	76
5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป	76
บรรณานุกรม	77
ประวัติผู้วิจัย	80



## สารบัญญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ต้นผักตบชวา	6
รูปที่ 2.2 ก้านใบผักตบชวา	6
รูปที่ 2.3 ดอกผักตบชวา	7
รูปที่ 2.4 ผลผักตบชวา	8
รูปที่ 2.5 ไหลใช้สืบพันธุ์ของผักตบชวา	8
รูปที่ 2.6 ถอดวิธีคิดเชิงออกแบบของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9)	19
รูปที่ 2.7 หลักทฤษฎีการพัฒนาของเฮอเบิร์ต ครายพีส	20
รูปที่ 2.8 ขั้นตอนทำกระดาษต้นไม้อ่อนกรีด	27
รูปที่ 2.9 สำนักงานเทศบาลตำบลบางเสาธงอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ	33
รูปที่ 2.10 แขวงทางจังหวัดสมุทรปราการ	33
รูปที่ 2.11 แผนภูมิโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ เทศบาลบางเสาธง	35
รูปที่ 3.1 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process)	43
รูปที่ 3.2 ก้านผักตบชวา	45
รูปที่ 3.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1, หินแกรนิต ,ทราย	45
รูปที่ 3.4 น้ำสะอาด	45
รูปที่ 3.5 ผังขั้นตอนการทดสอบกระดาษคอนกรีตจริงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.602/2547	49
รูปที่ 3.6 ผังแสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบกระดาษคอนกรีตกำลังอัดและความชื้น	50
รูปที่ 4.1 การลงพื้นที่ชุมชน	52
รูปที่ 4.2 ปัญหาหน้าท่วมขัง	52
รูปที่ 4.3 ปัญหาหน้าน้ำเสีย	53
รูปที่ 4.4 ปัญหาเทศบาลสูญเสียงบประมาณ	53
รูปที่ 4.5 คณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่เทศบาลร่วมกันเก็บผักตบชวา	54

## สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.6 คนในชุมชนเทศบาลเข้ามามีส่วนร่วมในการกำจัดผักตบชวา	55
รูปที่ 4.7 ร่วมมือกับทุกภาคส่วนในการกำจัดผักตบชวา	55
รูปที่ 4.8 เครื่องจักรกำลังทำงานในจุดพื้นที่กำจัดผักตบชวา	56
รูปที่ 4.9 จัดประชุมกลุ่มย่อยของชุมชน	56
รูปที่ 4.10 หาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน	57
รูปที่ 4.11 พัฒนาต้นแบบ (Prototype)	58
รูปที่ 4.12 การทดลองใช้งานเองพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ยั่งยืน	58
รูปที่ 4.13 ภาพประกอบการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระถางคอนกรีต	71
รูปที่ 5.1 ภาพประกอบแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบต่อยอดจากต้นแบบใน รูปแบบต่างๆ	74



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบในฝักคตบชาแห้ง	9
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบกำลังอัดของปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ประเภท	23
ตารางที่ 2.3 ปริมาณที่ยอมให้ของสารเจือปนในน้ำ	26
ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	44
ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย	46
ตารางที่ 3.3 แสดงอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง	48
ตารางที่ 4.1 งบประมาณค่าใช้จ่ายปีงบประมาณ 2562 ในการกำจัดฝักคตบชาของเทศบาล ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ	54
ตารางที่ 4.2 การนำแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มาใช้ในการดำเนินการวิจัย	59
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบสูตร Type A <sub>1</sub> - A <sub>5</sub>	63
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบสูตร Type B	64
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบสูตร Type C	66
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบสูตร Type D	67
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยด้านแรงอัดต่ำสุดทั้ง 4 Types	69

## สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระดาษคอนกรีต	70
แผนภูมิที่ 4.2 ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร	72



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีบทบาทและภารกิจหลักในการจัดระบบสาธารณะเพื่อประโยชน์ของประชาชน บริการอำนวยความสะดวกแก่ชุมชน และแก้ไขปัญหาข้อร้องเรียนต่างๆ ด้านสิ่งแวดล้อมในเขตพื้นที่ของตนเอง ผู้วิจัยมีหน้าที่รับผิดชอบในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจึงมีแนวคิดนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) โดยเริ่มจากเข้าใจปัญหา เข้าถึงผู้คนและพื้นที่ (Empathy) ระบุความต้องการ (Define) หาทางแก้ไขปัญหา (Ideate) พัฒนาค้นแบบ (Prototype) และทดสอบ (Test) มาประยุกต์ใช้ในการทำงานแบบบูรณาการ

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำที่กำลังสร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชาชนและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชล้มลุกมีอายุหลายฤดูสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในช่วงฤดูฝนตามแหล่งน้ำธรรมชาติในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย สารเคมีที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก ปูน เป็นธาตุอาหารของพืชน้ำโดยเฉพาะผักตบชวาเป็นอย่างดี แพ้ผักตบชวาจะกีดขวางการเดินทางของน้ำและการระบายน้ำของประตูน้ำ ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำลดลงอีกทั้งยังทำให้ระบบนิเวศเสียหายแม้ผักตบชวาจะสามารถดูดซึมธาตุอาหารที่เป็นตัวการทำให้น้ำเสียแต่เมื่อมีจำนวนมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใต้น้ำจะขาดออกซิเจนและตายลง รวมถึงการบดบังแสงแดดที่เป็นส่วนหนึ่งของการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำจะทำให้พืชเหล่านั้นเน่าและตายส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย จากการศึกษาวิจัยพืชที่มีเส้นใยทางการเกษตร (Fiber Crops) วัสดุประเภทนี้มีโครงสร้างที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน อยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเซลลูโลสมีปริมาณสูง ถึงร้อยละ 60-80 ของสารประกอบทั้งหมด ซึ่งเหมาะสมในการนำมาใช้ทำเส้นใยเสริมแรงหรือสารเติมในผลิตภัณฑ์และเป็นทางเลือกใหม่ซึ่งมีข้อดีทั้งด้านราคาและคุณภาพ การใช้วัสดุพืชที่มีเส้นใยวัชพืชธรรมชาติเป็นองค์ประกอบจะช่วยส่งผลให้ราคาของผลิตภัณฑ์มีราคาต้นทุนถูกลงสามารถแข่งขันทางการตลาดได้ (สมพงษ์ พิริยานต์และกิตติศักดิ์ บัวศรี, 2559)

จากการเก็บข้อมูลข้อร้องเรียนและการสอบถามข้อมูลของประชาชนในพื้นที่เทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ รวมถึงศึกษาพื้นที่ที่ตั้งของชุมชน และสังเกตข้อมูลที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนอย่างแท้จริง พบว่าการแก้ปัญหาฝักตบชวาที่มีปริมาณมากจนกลายเป็นขยะวัชพืชในแม่น้ำลำคลองต่างๆ เป็นปัญหาการสัญจรทางน้ำ ซึ่งแต่ละปีเทศบาลต้องเสียงบประมาณไม่น้อยในการกำจัด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาระดับชาติ จากการประยุกต์กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งเริ่มระบุถึงปัญหาในชุมชน ความต้องการของชุมชน หาแนวทางการแก้ไขปัญหา พัฒนาต้นแบบและทดสอบผลจากกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่ได้ คือนำเส้นใยฝักตบชวามาเป็นส่วนผสมเพื่อผลิตเป็นกระถางต้นไม้ซึ่งริเริ่มจากความต้องการของคนในชุมชน มีจุดเด่นของแนวคิดคือการใช้วัชพืชเหลือทิ้งนำมาสร้างสรรค์ผลงานแถมด้วยการเพิ่มมูลค่าให้กับวัชพืชเหลือทิ้ง โดยศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้เส้นใยจากฝักตบชวาเป็นมวลรวมหยาบและเป็นมวลรวมละเอียดมาเปรียบเทียบกับกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้มวลรวมจากธรรมชาติแล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบมาผลิตกระถางคอนกรีตผสมเส้นใยฝักตบชวาทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดขยะจากฝักตบชวา ลดปัญหาการสัญจรทางน้ำ ช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการใช้กระถางต้นไม้แบบพลาสติก นอกจากนี้ ยังสามารถสร้างรายได้และความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับชุมชนในท้องถิ่น รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาให้กับชุมชนได้อย่างยั่งยืนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาเน้นแนวทางการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในชุมชน โดยนำวัชพืชเหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางการแก้ไขปัญหของชุมชนอย่างยั่งยืน
- 2) เพื่อศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการทำกระถางต้นไม้จากฝักตบชวาทดลองว่ากระถางต้นไม้จากฝักตบชวาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง
- 3) เพื่อทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของกระถางคอนกรีตเสริมเส้นใยฝักตบชวาในเบื้องต้น

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1) ด้านการใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบใช้ในการแก้ปัญหาของชุมชนด้านสิ่งแวดล้อมของเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ โดยเน้นแนวทางการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในชุมชน
- 2) ด้านระยะเวลาดำเนินการศึกษาวิจัยอยู่ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - สิงหาคม 2563

3) ด้านการทดสอบโดยทดลองหาส่วนผสมของกระถางคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา ออกเป็น 5 กลุ่มสูตร รวมสูตรในการทดลองทั้งหมด 20 สูตร เก็บตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ ขนาดทดลอง 15x15x15 ซม. สูตรละ 3 ก้อน เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วัน

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1) วิธีการวิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research) เป็นวิธีการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวา

- เริ่มจากการลงพื้นที่ชุมชน พบปัญหาที่เกิดขึ้นของชุมชน สืบหาด้วยการถ่ายภาพ ลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อมของปัญหา ศึกษาสถิติข้อร้องเรียนในอดีต

- นำปัญหาที่เกิดขึ้นมาหาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน เพื่อคิดและวิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางทำการแก้ไขให้เป็นระบบ

- นำความคิดวิถิจากชุมชนมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยสร้างนวัตกรรมใหม่

2) วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิศวกรรมเบื้องต้น มีการทดสอบหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดระหว่างเส้นใยต่อคอนกรีตโดยนำนักสำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัดแล้วนำส่วนผสมที่ดีที่สุดนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการนำผักตบชวามาใช้งานคอนกรีต
- 2) ได้ทราบถึงความแตกต่างด้านของกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้มวลรวมจากผักตบชวา
- 3) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากผักตบชวา
- 4) เป็นการลดปริมาณผักตบชวาในแหล่งน้ำที่มีอยู่จำนวนมากในปัจจุบัน
- 5) เป็นการลดต้นทุนในการวัตถุดิบเหลือใช้เมื่อเทียบกับวัสดุในท้องตลาด
- 6) เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สามารถใช้งานได้จริงเพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางการแก้ไขปัญหาของชุมชนอย่างยั่งยืนในอนาคต

## 1.6 นิยามศัพท์

1) กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อแก้ไข ปัญหาหรือ โจทย์ให้ถูกจุด ตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือ โจทย์ ที่ตั้งไว้ เพื่อที่จะหาวิถีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดเป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็น ระบบโดยยึด “คน” เป็นศูนย์กลางในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา มีกระบวนการคิดที่สำคัญ 3 ระยะเวลา คือ 1. ระยะเวลาเข้าใจปัญหา (Understanding) คือ การทำความเข้าใจปัญหาให้ถูกต้องกับประเด็น และความต้องการ 2. ระยะเวลาไอเดีย (Creating) คือ การพัฒนาความคิดริเริ่มที่จะทำให้เกิด นวัตกรรมไอเดียหรือแนวคิดใหม่ๆ เมื่อได้รับการพัฒนาจะเป็นจะตั้งต้นของการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ 3. ระยะเวลาส่งมอบนวัตกรรม (Delivering) คือ การเปลี่ยนไอเดียให้เป็นต้นแบบ นวัตกรรมก่อนที่จะนำไปทดลองใช้

2) กำลังอัดของคอนกรีต หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความแข็งแรงของคอนกรีต หน่วยวัด ksc เป็นแรง/พื้นที่ (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

3) มวลรวมหยาบ หมายถึง มวลรวมที่ส่วนใหญ่ค้างอยู่บนตะแกรงร่อนขนาด 4.7 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ละเอียดกว่าผสมอยู่ได้บ้าง

4) มวลรวมละเอียด หมายถึง มวลรวมที่ส่วนใหญ่ลอดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 4.7 มิลลิเมตรได้ และอาจมีบางส่วนที่หยาบกว่าผสมอยู่ได้บ้าง



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีตเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนทฤษฎีแนวคิดเอกสารของราชการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1 ผักตบชวา
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ
- 2.3 วัสดุที่นำมาผสมในการออกแบบกระถางต้นไม้คอนกรีต
- 2.4 การทำกระถางต้นไม้คอนกรีต
- 2.5 พรรณไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในกระถาง
- 2.6 สถานที่ในการทำวิจัย
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ผักตบชวา

##### 2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผักตบชวา

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2561) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผักตบชวา โดยอธิบายว่า ผักตบชวา มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Eichornia Crassipes* (Mart.) Solms ชื่อสามัญว่า Lilac Devil หรือ Water Hyacinth อยู่ในวงศ์ Pontederiaceae เป็นวัชพืชน้ำล้มลุก ลำต้นอวบน้ำและมีไหล (Stolon) ทอดไปตามผิวน้ำแล้วเจริญเป็นต้นอ่อนที่ปลายไหล

ต้นผักตบชวลำต้นมีลักษณะอวบน้ำพืคลำต้นเรียบเป็นสีเขียวอ่อนและเข้มลำต้นจะมีขนาดสั้นหรือยาวจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำมีความสูงได้ประมาณ 3-90 เซนติเมตร ก้านใบจะพองออกตรงช่องกลางภายในมีลักษณะเป็นรูพรุนช่วยพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ รากจะแตกออกจากลำต้นบริเวณข้อมักมีสีม่วงดำ ซึ่งลำต้นลอยอยู่บนผิวน้ำบางต้นอาจจะขึ้นอยู่ตามโคลนในที่น้ำตื้นสามารถขึ้นบนบกได้ ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่จะไม่ทนน้ำเค็ม ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว โดยการแยกกอหรือใช้ไหล พบได้ทั่วไปตามริมน้ำดังรูปที่ 2.1



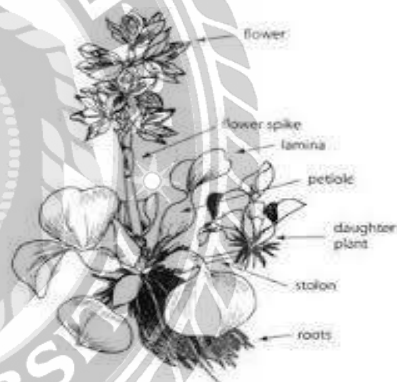
รูปที่ 2.1 ต้นผักตบชวา

ใบผักตบชวาใบเป็นใบเดี่ยวแตกจากลำต้นเป็นกอ โคนก้านใบแผ่เป็นกาบหุ้มประกบไว้ ใบจะป่องออกเพื่อช่วยให้ลอยตัวอยู่ในน้ำได้ ใบเป็นรูปไข่หรือเกือบกลม ก้านใบอวบน้ำตรงกลางพองออก ภายในเป็นช่องอากาศคล้ายกับฟองน้ำ จึงช่วยพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ ลักษณะของใบจะคล้ายกับใบโพธิ์ ใบมีขนาดกว้างใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลม ปลายใบมน โคนใบเว้าเข้าหาก้านใบ มีหูใบ ขนาดของใบและความยาวของก้านจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม แผ่นใบเป็นสีเขียวสด มีลายเส้นโค้งทั้งใบ ใบสดจะประกอบไปด้วยสารแคโรทีนในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ก้านใบผักตบชวา

ดอกผักตบชวาดอกเป็นช่ออยู่กลางกอ ไม่มีก้านดอก ในช่อหนึ่งจะประกอบไปด้วยดอกขนาดเล็กหลายดอก มีดอกประมาณ 2-25 ดอก ดอกย่อยเป็นสีชมพูอมฟ้าหรือสีม่วง มีกลีบดอก 6 กลีบ กลีบบนสุดจะมีขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่นๆ และจะมีจุดหรือแต้มสีเหลืองที่กลางกลีบ กลีบดอกจะมีลักษณะบาง เมื่อช่อดอกเจริญขึ้นก้านช่อดอกจะค่อยๆ ยาวพองใหญ่ขึ้น ทำให้ภายในที่หุ้มก้านช่อดอกกับก้านใบขาดออก เมื่อก้านช่อดอกเจริญมากขึ้นจะดันก้านใบก้านในขาด ก้านช่อดอกจะแทงช่อดอกเจริญโผล่ขึ้นมา มีใบเล็กๆ ที่ปลายก้านใบและภายในทำหน้าที่เป็นใบประดับรองรับช่อดอกอีกหนึ่ง เมื่อเจริญเต็มที่แล้วดอกมักจะบานพร้อมกันหมดทั้งช่อ โดยจะเริ่มบานตั้งแต่แสงอาทิตย์เริ่มส่องและจะบานเต็มที่เมื่อแสงแดดส่องจ้า โดยดอกจะบานแค่เพียง 1 วัน มีความสวยงามเด่นสะดุดตา และดึงดูดสายตาได้ดีมาก โดยจะออกดอกช่วงปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน และเนื่องจากช่อดอกของผักตบชวามีลักษณะคล้ายคลึงกับดอกไฮยาซินธ์ ดอกผักตบชวาจึงเป็นที่มาของชื่อสามัญว่า Water Hyacinth ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ดอกผักตบชวา

ที่มา: สำนักวิจัย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2559)

ผลผักตบชวาเป็นแบบแคปซูลแห้งและแตกได้ แบ่งเป็นพู 3 พูลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกฐานกลม 0.3x 1.0 เซนติเมตร ปลายผลมีแหลมยื่นออกมาจากเมล็ด เมล็ดกลม อยู่ภายในผล มีขนาด 0.25x1.17 มิลลิเมตร มีสันตามแนวยาวของเมล็ด 10-12 สัน เมื่อแก่จะแตกกลางพู ภายในมีเมล็ดจำนวนมาก ลักษณะของเมล็ดเป็นรูปกลมขนาดเล็ก การติดเมล็ดของผักตบชวาตามธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์ไม่สูงมากนักและปริมาณการติดเมล็ดจะแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ผลฝักคตบชวา

ที่มา: สำนักวิจัย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2559)

การสืบพันธุ์ของฝักคตบชวาโดยทั่วไปฝักคตบชวาจะไม่สืบพันธุ์โดยเมล็ด นอกจากในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเช่นในตอนที่มีน้ำค้างช่วงฤดูแล้งซึ่งต้นฝักคตบชวาแห้งตายหมด แต่พอถึงฤดูฝนเมล็ดที่พักตัวอยู่ในดินจะเริ่มงอกขึ้นมาเป็นต้นอ่อน และในไม่ช้าก็จะเจริญเติบโตขึ้น การสืบพันธุ์ของฝักคตบชวาที่พบเห็นอยู่ทั่วไปคือ การแตกไหลแล้วกลายเป็นลำต้นติดอยู่กับต้นแม่เป็นจำนวนมากจนเกิดเป็นกอใหญ่ หลังจากที่มีต้นอ่อนที่งอกใหม่ตาย ก็จะมีต้นอ่อนใหม่ๆ เกิดขึ้นภายในเวลาเพียงไม่กี่วันฝักคตบชวามีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก โดยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเท่ากับ 1.5 % ต่อวัน ถ้าปล่อยให้ฝักคตบชวาเติบโตในแหล่งน้ำโดยเริ่มต้นจาก 500 กรัม น้ำหนักสด ต่อตารางเมตร ในระยะเวลาเพียง 3 เดือนครึ่ง ฝักคตบชวาสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ให้มวลชีวภาพสูงถึง 40,508 กรัม น้ำหนักสด ต่อตารางเมตร ในระยะเวลา 1 ปีดังรูปที่ 2.5



ไหลใช้สืบพันธุ์

รูปที่ 2.5 ไหลใช้สืบพันธุ์ของฝักคตบชวา

ส่วนประกอบทางเคมีของผักตบชวา อมรรัตน์ สีสุทอง (2546) ได้รายงานว่าต้นผักตบชวาสด 100 กิโลกรัม หลังจากตากให้แห้งจะมีน้ำหนักเหลือประมาณ 5 กิโลกรัม คิดเป็นน้ำหนักของกากแห้งเฉลี่ยร้อยละ 5 ของน้ำหนักทั้งหมดการวิเคราะห์องค์ประกอบผักตบชวาพบว่าผักตบชวาประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และแร่ธาตุอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบในผักตบชวาแห้ง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ลิกนิน	12 - 13
เซลลูโลส	43 - 44
แพนแซน	14 - 15
เถ้า	20 - 21
คาร์บอน	32 - 35
ไฮโดรเจน	5.4 - 5.8
ไนโตรเจน	2.8 - 3.5
โซเดียม	1.5 - 2.5
โปแตสเซียม	2.0 - 3.5
แคลเซียม	0.6 - 1.3

ที่มา:อมรรัตน์ สีสุทอง (2546)

ความสามารถพิเศษของผักตบชวา ใบของผักตบชวาได้ถูกจัดเรียงกันอย่างดี โดยที่ใบแต่ละใบจะได้รับแสงแดดเต็มที่เพื่อปรุงอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ การที่ต้นลอยอยู่บนน้ำ ช่วยให้หมดปัญหาในเรื่องการดูดน้ำเพื่อหล่อเลี้ยงต้น โดยที่ในน้ำส่วนใหญ่มักจะมีอาหารแร่ธาตุอยู่บริบูรณ์ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของผักตบชวา ซึ่งมีระบบรากที่แผ่กระจายและดูดแร่ธาตุได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเยี่ยม เมื่อแพผักตบชวาลอยอยู่ในน้ำ คลื่นลม และกระแสน้ำจะทำให้ไหลขาดออกจากกัน และช่วยแยกกอกของผักตบชวาออกไปเป็นส่วนย่อยๆ เพื่ออยู่ในเวลา 8 เดือนความสะอาดในการกระจายพันธุ์ไปตามที่ต่างๆ โดยล่องลอยไปตามน้ำระหว่างนั้นแต่ละส่วนก็จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดพื้นน้ำนั้นก็เต็มไปด้วยผักตบชวาขึ้นเต็มจนแน่นหากเกิดเดี่ยวๆ ผักตบชวาจะมีทรงต้นมันคงไม่ว่าได้ง่ายๆ แม้ว่าจะถูกลมพายุพัดทั้งนี้ก็เพราะมีโครงสร้างที่สมดุลได้สัดส่วนและประกอบด้วยส่วนที่เป็นลำต้นลอยอยู่ใต้ผิวน้ำโดยมีกาบใบห่อหุ้มอยู่เป็นการช่วยป้องกันภัยอันตรายต่างๆ เช่นอากาศหนาวเย็นซึ่งอาจเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวและทำลายใบเหนือผิวน้ำตายหมด แต่

ลำต้นอยู่ใต้น้ำจะไม่ได้รับอันตรายเลย พออากาศอบอุ่นขึ้นลำต้นก็สามารถแตกใบใหม่และเจริญเติบโตต่อไปได้ยิ่งไปกว่านั้น การฉีดยากำจัดวัชพืชถ้าความเข้มข้นไม่สูงพอก็ไม่อาจทำลายลำต้นนี้ได้ แม้ว่าใบทั้งหมดจะถูกทำลายหมด เมื่อถูกดึงขึ้นจากน้ำกาบใบที่หุ้มลำต้นอยู่จะช่วยป้องกันไม่ให้ลำต้นแห้งตายเป็นเวลานาน ต้นที่อยู่ล่างๆ ของกองผักตบชวาอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 3 สัปดาห์แม้ว่าจะเป็นพืชอยู่ในน้ำจืดแต่ผักตบชวาก็สามารถทนอยู่ในน้ำเค็มได้ในระยะเวลาสั้นๆ ได้มีผู้พบผักตบชวาลอยออกปากแม่น้ำแห่งหนึ่งแล้วลอยไปตามฝั่งทะเลเข้าไปในอีกแม่น้ำหนึ่งลำต้นที่มีกาบใบห่อไว้อยู่จะทนต่อสภาพน้ำเค็มได้หลายวันเมื่อแหล่งน้ำแห้งลง ผักตบชวาก็ปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำแห่งนี้ได้โดยการหยั่งรากลงในโคลนขณะที่โคลนยังเปียกอยู่ต้นผักตบชวาที่เคยใหญ่โตจะลดขนาดลงจนเหลือเป็นต้นแคระ มีก้านใบสั้นเพียง 1-2 เซนติเมตรแทนที่จะเป็น 90 เซนติเมตรที่มันเคยเป็น ในขณะที่มีน้ำบริบูรณ์ ต้นผักตบชวาแคระที่รอดตายก็จะหลุดลอยออกจากดิน แล้วเริ่มแตกใบใหม่ และค่อยๆ เจริญใหญ่โตขึ้นเหมือนสภาพปกติที่มีน้ำบริบูรณ์นอกจากทำหน้าที่รับแสงเพื่อปรุงอาหารแล้วใบของผักตบชวายังใช้แทนใบหรือเพื่อรับลมสำหรับลอยตามกระแสลม และบางครั้งอาจลอยทวนกระแสแม่น้ำขึ้นไปได้หากนำผักตบชวาไปหั่นเป็นชิ้นๆ ชิ้นส่วนหลายชิ้นจะสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ หากนำไปทิ้งในน้ำอีกก็มีผู้ลงผ่าซีกตามยาว แต่ละซีกก็สามารถสืบพันธุ์ได้อีกเช่นกัน ลองเอาซีกที่ผ่าตามยาวนี้ไปหั่นตามขวางอีกทีแต่ละชิ้นส่วนที่ถูกตัดออกก็สามารถแตกหน่อสืบพันธุ์ต่อไปได้อีก

### 2.1.2 ประวัติความเป็นมาของผักตบชวา

ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ เข้าใจว่ามีการกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล แม้ว่าในปัจจุบันผักตบชวาจะเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่เอกสารทางพฤกษศาสตร์ไม่ได้เคยมีบันทึกเรื่องผักตบชวาเลย จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2367 เมื่อนักพฤกษศาสตร์และนายแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ Karl Von Martius ได้ไปพบเข้าในขณะที่ทำการสำรวจพันธุ์พืชในบราซิล ในประเทศต่างๆ ในทวีปอเมริกาใต้ ผักตบชวาไม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาใดๆ ให้แก่วงการต่างๆ เลย ทั้งนี้ก็เพราะว่าในถิ่นกำเนิดมีศัตรูธรรมชาติเช่น แมลง โรค และศัตรูอื่นๆ คอยควบคุมการระบาดอยู่แล้ว แต่เมื่อถูกนำไปจากถิ่นกำเนิดซึ่งปราศจากศัตรูธรรมชาติ ผักตบชวาจึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและถึงขั้นทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ได้ประวัติการแพร่กระจายของผักตบชวา จากถิ่นเดิมในอเมริกาใต้ไปยังส่วนต่างๆ ของโลกในช่วงระยะเวลาไม่ถึง 100 ปีเป็นเรื่องที่น่าสนใจควรแก่การศึกษาเป็นอย่างยิ่งเท่าที่มีการบันทึกไว้เป็นหลักฐาน ผักตบชวาได้ถูกมักธุรกิจชาวญี่ปุ่น นำไปแสดงในงานนิทรรศการปาย (Cotton State Exposition) ณ เมืองนิวยอร์กลินส์ รัฐหลุยเซียนา สหรัฐอเมริกาเมื่อปี 2427 โดยการไปเก็บมาจากแม่น้ำโอริโนโกในประเทศเวเนซุเอลาในทวีปอเมริกาใต้ แล้วแจกเป็นของที่ระลึกแก่บุคคลสำคัญที่มาเที่ยวชมคนละต้นหลังจากงานนั้น 1 ปีแม่น้ำเซนต์จอห์นในรัฐฟลอริดาซึ่งอยู่

ห่างจากเมืองนิวยอร์กขึ้นไปทางใต้ถึง 600 ไมล์เกิดมีแพผักตบชวายาวถึง 100 ไมล์ และคลุมบริเวณห่างจากฝั่งไป 200 ฟุต แพผักตบชวาเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของโรงเลื่อย เพราะชุงไม่สามารถจะลอยเข้าไปยังโรงเลื่อยได้จนในที่สุด รัฐฟลอริดาได้ร้องเรียนไปยังรัฐสภาเพื่อขอความช่วยเหลือในด้านการป้องกันกำจัดผักตบชวา

ในปี 2424 ชาวดัตช์ที่ปกครองประเทศอินโดนีเซียได้นำผักตบชวา ซึ่งขณะนั้นมีปลูกกันเฉพาะในสวนพฤกษชาติในหลายประเทศในทวีปยุโรปเข้ามายังประเทศอินโดนีเซียเพราะผักตบชวามีดอกสีฟ้าเป็นช่อตั้งสวยงามคล้ายคลึงกับดอก Hyacinth ซึ่งเป็นไม้ประดับของประเทศในเขตอบอุ่น คำว่า Water Hyacinth อันเป็นชื่อสามัญภาษาอังกฤษของผักตบชวาก็ถือกำเนิดมาจากคำนี้เอง เมื่อแรกนำเข้ามาก็ได้ปลูกเลี้ยงไว้อย่างดีในสวนพฤกษชาติที่เมืองโบกอร์ แต่ต่อจากนั้นไม่นานก็แพร่กระจายไปตามลำน้ำต่างๆ อย่างรวดเร็ว

ประเทศไทยมีผักตบชวามาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 โดยเจ้านายในสมัยนั้นได้ตามเสด็จไปประเทศอินโดนีเซียปี พ.ศ. 2444 ได้เห็นผักชนิดนี้ออกดอกสีม่วงสวยงามอยู่ทั่วไปจึงได้นำพันธุ์ผักตบชวามายังประเทศไทยเพียงเล็กน้อยใส่อ่างดินเลี้ยงไว้หน้าวังสระปทุมจนกระทั่งออกดอกสวยงามและเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนล้นกระถาง ประกอบด้วยในช่วงนั้นเกิดน้ำท่วมวังสระปทุมทำให้ผักตบชวาล่องลอยกระจัดกระจายออกไปตามที่ต่างๆ และแพร่พันธุ์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

### 2.1.3 สภาพปัญหาและความสำคัญ

ผักตบชวา 1 ต้น สามารถให้เมล็ดได้ถึง 5,000 เมล็ด เมล็ดผักตบชวาเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะมีชีวิตได้นานถึง 15 ปี ผักตบชวาสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการแตกหน่อ ผักตบชวา 2 ต้นสามารถแตกใบและเจริญเติบโตเป็นต้นได้ถึง 30 ต้น ภายในเวลา 20 วัน หรือเพิ่มน้ำหนักขึ้น 1 เท่าตัว ภายใน 10 วัน สามารถขยายตัวครอบคลุมผิวน้ำได้อัตราร้อยละ 8 ต่อวัน ถ้าเริ่มปล่อยผักตบชวาในแหล่งน้ำเพียง 10 ต้น จะสามารถแพร่กระจายเพิ่มปริมาณเป็น 1 ล้านต้น ภายในระยะเวลา 1 ปี ผักตบชวาได้แพร่ระบาดอย่างรุนแรงในแถบที่ราบลุ่มภาคกลาง โดยเฉพาะในที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีน เนื่องจากการเกิดมลภาวะจากการเกษตรกรรม น้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรม ตลอดจนน้ำทิ้งจากบ่อปลา และฟาร์มสุกร ทำให้น้ำมีธาตุอาหารพืชสูง ทำให้ผักตบชวาเติบโตและแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว โดยพบว่าเฉพาะในบริเวณน้ำท่าจีนจะมีผักตบชวาไหลลงสู่อ่าวไทยคิดเป็นน้ำหนักสดประมาณวันละ 2,000 ตัน ซึ่งการแพร่กระจายของผักตบชวาในแหล่งน้ำและแม่น้ำต่างๆ ซึ่งการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของผักตบชวา ทำให้เกิดปัญหาต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น กรณีผักตบชวาลอยเต็มแม่น้ำลำคลอง การขนส่งและการสัญจรทางน้ำเป็นไปอย่างยากลำบาก การจับสัตว์น้ำเพื่อการประมงหรือการเลี้ยงชีพก็ทำไม่ได้ อัตราการไหลของแม่น้ำลำคลองลดลง 40% แสงสว่างในน้ำลดลง น้ำก็จะเกิดการเน่าเสีย ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและ

ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว ส่วนผักตบชวาที่จมลงใต้น้ำก็จะเกิดการทับถมทำให้ทางเดินของน้ำตื้นเขินเร็วกว่าปกติเป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำจนนำไปสู่ปัญหาน้ำท่วม

**การกำจัดผักตบชวา** ในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ การกำจัดโดยการเผาหรือฝังรูปแบบนี้สามารถใช้ได้ดีในกรณีมีจำนวนผักตบชวาน้อย และพื้นที่การขยายพันธุ์ผักตบชวาเป็นพื้นที่ปิดและจำกัด ส่วนอีกรูปแบบหนึ่งคือ การนำผักตบชวาไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ได้แก่ การนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ การทำปุ๋ยหมัก การนำมาทำเชื้อเซลลูโลสสำหรับทำกระดาษ การนำผักตบชวาแห้งมาตีเกลียวเพื่อนำมาทำเป็นเส้นด้ายสำหรับงานสานและทอผืนผ้าผักตบชวา เป็นต้น จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นการวิจัยและพัฒนาผักตบชวาสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผักตบชวา จนสามารถนำไปใช้ได้อย่างแพร่หลาย สามารถเรียกได้ว่าผักตบชวาเป็นวัชพืชเงินล้านที่ไม่เพียงแต่สร้างมูลค่าให้กับตัวเองผ่านการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ได้ แต่ยังเป็นการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม สามารถสร้างอาชีพ ลดงบประมาณของภาครัฐในการกำจัดผักตบชวาได้อีกด้วย

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ

### 2.2.1 ความหมายของการออกแบบ (Design)

### 2.2.2 ความคิดในการออกแบบ

### 2.2.3 การคิดเชิงออกแบบ

### 2.2.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process)

### 2.2.5 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

### 2.2.6 การพัฒนาความคิดเชิงออกแบบ

### 2.2.1 ความหมายของการออกแบบ (Design)

กุลนิษก์ สอนวิทย์ (2557) ให้ความหมาย การออกแบบคือความพยายามของมนุษย์ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีความเหมาะสมมากขึ้น เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการทั้งด้านความงามและประโยชน์ใช้สอย การออกแบบแฝงอยู่ในงานทุกประเภท ทั้งนี้เพราะการออกแบบเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาด้วยความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

มาโนช กงกะนันท์ (2538) ให้ความหมาย การออกแบบ คือ กระบวนการสร้างสรรค์ประเภทหนึ่งของมนุษย์ โดยมีทัศนธาตุและลักษณะของทัศนธาตุเป็นองค์ประกอบ ใช้ทฤษฎีต่างๆ เป็นแนวทางและใช้วัสดุ นานาชนิดเป็นวัตถุดิบในการสร้างสรรค์ โดยที่นักออกแบบจะต้องมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานหลายขั้นตอนตลอดกระบวนการสร้างสรรค์นั้น



อารี สุทธิพันธุ์ (2527) ให้ความหมาย การออกแบบ คือ การรู้จักวางแผน เพื่อที่จะได้ลงมือกระทำตามที่ต้องการและการรู้จักเลือกวัสดุ วิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบ และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดตามความคิดสร้างสรรค์ สำหรับการออกแบบอีก ความหมายหนึ่งที่ทำให้ไว้ หมายถึงการปรับปรุงรูปแบบผลงานที่มีอยู่แล้ว หรือสิ่งต่าง ที่มีอยู่แล้วให้เหมาะสม ให้มีความแปลกความใหม่เพิ่มขึ้น

สิทธิศักดิ์ รัชศรีสวัสดิ์กุล (2529) ให้ความหมาย การออกแบบ คือ เป็นกิจกรรมอันสำคัญประการหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งหมายถึงสิ่งที่มีอยู่ในความนึกคิด อันอาจจะเป็น โครงการหรือรูปแบบที่นักออกแบบกำหนดขึ้นด้วยการจัด ทำทาง ถ้อยคำ เส้น สี แสง เสียง รูปแบบ และวัสดุต่างๆ โดยมีกฎเกณฑ์ทางความงาม

ผู้วิจัยให้ความหมายคำว่า การออกแบบ คือ เป็นความคิดสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อต้องการสร้างผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นๆ เป็นการถ่ายทอดรูปแบบจากความคิดออกมาเป็นผลงาน ที่ผู้อื่นสามารถมองเห็น รับรู้หรือสัมผัสได้ เพื่อให้มีความเข้าใจในผลงานร่วมกัน แบบที่คิดออกมาอาจเป็นสิ่งที่เป็นไปได้จริง หรือแบบที่เป็นลักษณะเพื่อฝันเป็นเพียงนามธรรมก็ได้

## 2.2.2 ความคิดในการออกแบบ

ความคิดของนักออกแบบมีความสำคัญเนื่องจากงานออกแบบเกี่ยวข้องกับกิจกรรมชีวิตประจำวันของมนุษย์ทุกคน เช่น ต้องอาศัยอยู่ในบ้าน อาคาร ต้องเลือกสินค้าบริการเกือบทั้งหมดมีนักออกแบบเป็นผู้สร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้บริโภคได้ตัดสินใจเลือกสินค้าและบริการในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน อาจกล่าวได้ว่านักออกแบบเป็นตัวแทนของการแก้ปัญหาของสิ่งต่างๆในชีวิตประจำวันแทนผู้บริโภคและหาแนวทางใหม่ๆในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภค (Lawson, 2012)

ความคิดของนักออกแบบเป็นการคิดเกี่ยวข้องกับความคิด 2 ประเภทคือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทั้งความคิดสร้างสรรค์และความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะทำงานควบคู่กันไปอย่างต่อเนื่อง ความคิดสร้างสรรค์เป็นแรงขับเคลื่อนในการสร้างผลงานในจินตนาการ ในขณะที่การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการสรุปจากจินตนาการให้เข้ามาสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งความคิดของนักออกแบบเกิดจากประสบการณ์ที่ได้ฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ และความคิดที่เกิดจากธรรมชาติของนักออกแบบเอง ที่มีลักษณะกระตือรือร้นในการติดตามความเคลื่อนไหวของการเปลี่ยนแปลง ความคิดทั้งสองรูปแบบ (Modes of Thinking) จะแสดงออกอย่างเห็นได้ชัดเจนอยู่สองลักษณะคือ ความคิดของนักออกแบบที่แสดงให้เห็นในผลงานออกแบบ และความคิดที่แสดงให้เห็นในการควบคุมกระบวนการการทำงานทั้งหมด (ปรีชา สิทธิพันธุ์, 2557; ปิยะชาติ แสงอรุณ, 2545)

### 2.2.3 การคิดเชิงออกแบบ

Simon (2009) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบคือการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากทักษะความชำนาญในการสร้างงานและความสามารถทางสมองของมนุษย์และเชื่อว่า สิ่งประดิษฐ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโลก ล้วนเกิดขึ้นจากฝีมือและสมองสร้างสรรค์ของมนุษย์แทบทั้งสิ้น นอกจากนี้ ไช่ม่อนได้เสนอว่า การออกแบบคือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การหาเหตุและผลจากการแก้ปัญหาหนึ่งจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องกับปัญหาทุกคนเห็นชอบร่วมกัน เช่น ผู้ออกแบบ ผู้ผลิตและผู้บริโภคและควรเปิดกว้างกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

Jones (1992) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบนั้นไม่ใช่แค่ผลงานการออกแบบเพียงอย่างเดียว แต่หมายถึง การคิดออกแบบไม่ว่าจะเป็นระบบกระบวนการสิ่งแวดล้อมเครือข่าย หรือสิ่งอื่นๆ ที่อยู่รอบๆตัว นอกจากนี้เขายังกล่าวอีกว่า การออกแบบที่แท้จริงแล้วเกิดจากการมีส่วนร่วมของประชาชนผู้บริโภคและผู้ใช้ ซึ่งบุคคลเหล่านี้มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจของนักออกแบบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าความคิดออกแบบนั้นอยู่ในความคิดเห็นว่าความคิดออกแบบนั้นอยู่ในความคิดของมนุษย์แทบทุกคน นอกจากนี้เขาเชื่ออีกว่าเมื่อนำศิลปะและวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วมในการสร้างสรรค์จะสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆในอนาคตได้อีกมากมาย

Schon (1995) ให้ข้อเสนอว่า การคิดเชิงออกแบบมีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับแนวคิดของ Simon เพราะการคิดออกแบบต้องมีเหตุและผลในการแก้ปัญหา แต่เชิญให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานของนักออกแบบ ซึ่งกระบวนการจะแสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิธีคิด และความรู้ของนักออกแบบปฏิบัติเพราะในขณะที่นักออกแบบกำลังคิดและกำลังสร้างงาน นักออกแบบกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาดังนั้นการศึกษาการคิดออกแบบควรศึกษาในช่วงการปฏิบัติงานในสตูดิโอของนักออกแบบมากกว่าดูผลสำเร็จของงานออกแบบ

Buchanan (1992) เสนอว่า การคิดเชิงออกแบบต้องให้ความสำคัญในการแก้ปัญหาโดยการศึกษาข้อมูลอย่างมากมายเพื่อที่เข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง นอกจากจะช่วยในการแก้ปัญหาในการออกแบบได้แล้วยังจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาในสังคมได้ นอกจากนี้ Buchanan กล่าวว่า การคิดออกแบบเป็นแนวความคิดที่มีลักษณะที่ประกอบขึ้นมาจากศาสตร์ที่หลากหลาย (Multidisciplinary) เชื่อมโยงกันเพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตมนุษย์ได้แก่

- 1) ปัญหาของการสื่อสารการมองเห็น (Symbolic and Visual Communications or Graphic Design)
- 2) ปัญหาเกี่ยวกับงานวัสดุ (Material Objects or Industrial Design)
- 3) ปัญหาทางด้านการใช้บริการ (Activities and Organizational Services or Service Design)

4) ปัญหาด้านระบบสิ่งแวดล้อมความเป็นอยู่การเรียนรู้การสอน (Complex Systems or Environments for Living or Interaction Design)

Lawson (2012) เป็นนักจิตวิทยาและสถาปนิกได้ให้ความคิดเห็นว่า การออกแบบเป็นการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่การแก้ปัญหาที่อิงกับหลักวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว การแก้ปัญหานักออกแบบเป็นการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีจินตนาการทางความงามอยู่ด้วยพร้อมเหตุและลวี่สันพยายามชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างนักคิดแบบวิทยาศาสตร์กับนักคิดออกแบบแก้ปัญหาโดยการสังเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตามลวี่สันให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์จากการแก้ปัญหการออกแบบด้วยการปฏิบัติ

Cross (2006) มีความคิดเห็นในการคิดเชิงออกแบบไว้ว่า เป็นวิธีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยองค์ความรู้ประสบการณ์และความสามารถของผู้อื่นที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้นๆ มาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างผลงานออกแบบนอกจากนี้คอร์สมีความคิดเห็นว่าการออกแบบมักใช้สัญชาตญาณในการออกแบบสร้างผลงานแต่ผู้ที่ที่ไม่ได้เป็นนักออกแบบได้โดยการศึกษาองค์ความรู้ และความเข้าใจของผู้อื่นเข้ามาช่วยในการคิดออกแบบ

Krippendorff (2006) ได้เสนอว่า การคิดเชิงออกแบบ เกี่ยวข้องกับการเข้าใจความรู้สึกของมนุษย์ โดยออกแบบให้สอดคล้องกับความพึงพอใจกับความรู้สึกของมนุษย์เป็นหลัก (Human Centered Design) ซึ่งเป็นการศึกษาความหมาย (Meaning) ของสิ่งประดิษฐ์ และได้ให้ความสำคัญในการคิดสร้างความหมายที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกในสิ่งประดิษฐ์ หลักการนี้เป็นการตีความหมายจากสิ่งประดิษฐ์ของนักออกแบบ แสดงให้เห็นว่าผลงานออกแบบที่เป็นสื่อกลางในการสื่อสารด้วยความหมาย แนวคิดดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการใช้ภาษา (Linguistic) และระบบภาษาภาพ (Visual Systems) การตีความหมาย และสัญลักษณ์ทางวัตถุ (Semantic) อย่างไรก็ตาม แนวความคิดก่อนข้างจะเป็นนามธรรมเพราะเกี่ยวข้องกับความรู้อารมณ์ เป็นเรื่องของการเข้ารหัสและถอดรหัส (Decoding and Encoding) ของมนุษย์กับสิ่งประดิษฐ์ อย่างไรก็ตาม การคิดเชิงออกแบบของ Krippendorff สามารถที่จะสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ในความต้องการที่ซับซ้อนของมนุษย์ในปัจจุบัน

Brown (2009) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นความคิดที่มีรูปแบบเป็นกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอนในการทำงาน มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความคิดในการสร้างนวัตกรรมใหม่ นวัตกรรมนั้นจะแสดงออกในลักษณะสินค้าหรือบริการ หรือแสดงให้เห็นเป็นรูปแบบอื่นๆ เช่น กลยุทธ์ ยุทธศาสตร์ฯ การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เหมาะสมกับการนำไปใช้กับผู้ที่ไม่ใช่ผู้ออกแบบ หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบน้อย ขั้นตอนในการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดได้เหมือนนักออกแบบ แนวคิด

ของ Brown เน้นไปที่การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้จากผู้อื่น การเรียนรู้ด้วยการทำงานกลุ่มจะช่วยให้เกิดการสร้างประสบการณ์ใหม่ นำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่ นอกจากนี้

Martin (2010) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) คือการคิดสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจ เช่น สินค้า บริการ แผนการตลาดฯ ด้วยวิธีการที่ประกอบการต้องคิดอย่างนักออกแบบ เพราะการศึกษาวิจัยทางการตลาดไม่เพียงพอกับการสร้างนวัตกรรมในยุคปัจจุบัน สินค้าและบริการที่ดี เกิดจากความคิดที่มาจากสัญชาตญาณของนักออกแบบ ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้าและบริการได้ ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องคิดอย่างนักออกแบบ โดยใช้เครื่องมือหรือเทคนิคทางการออกแบบมาสนับสนุนการทำงาน

สรุปได้ว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นแนวคิดที่เกิดจากกลุ่มคนในศาสตร์หลายแขนง ทุกความคิดมีจุดมุ่งหมายคล้ายคลึงกัน คือ การสร้างสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรม หรือผลงานสร้างสรรค์ และเชื่อว่าการสร้างสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยใช้ความรู้เพียงศาสตร์เดียว แต่ต้องใช้ความรู้หลายๆศาสตร์ เข้ามาช่วยการทำงานเป็นการทำงานแบบร่วมมือ (Collaboration) ซึ่งหลักการดังกล่าว จะทำให้เกิดการเรียนรู้จาก กลุ่มคนหลากหลายสาขาวิชาทำให้สามารถมองเห็นปัญหาในหลายมิติและเข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามการคิดเชิงออกแบบ มีกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอนที่มีลักษณะที่คล้ายๆกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มคนหรือเป้าหมายที่ต้องการ (Brown, 2088; Buchanan,1992; Jones, 1992; Simon, 2009)

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบกับหลักตรรกะ และให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน ซึ่งกระบวนการจะแสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิธีคิด ผลงานที่เกิดจากวิธีการคิดเชิงออกแบบจะให้คุณค่าทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ด้านการสื่อสารและความพึงพอใจต่อความรู้สึกเป็นต้น Cross,1999;Krippendorff;Lawson,2005; Schon,1995) ทั้งนี้อาจจะสรุปได้ว่าการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มีหลักการคือการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ช่วยในการผลิตผลงานออกแบบ โดยผลงานออกแบบมีความสร้างสรรค์ตามหลักการอันมีผลกระทบต่อผู้คนในสังคม แนวคิดดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยตามกลุ่มนักคิดที่พยายามนำเสนอจุดแข็งที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาและสนับสนุนแนวคิดของกลุ่มตนเองแต่หลักการและกระบวนการยังคงมีรูปแบบที่คงเดิม

ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ(Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นองค์ประกอบหลักของการคิดเชิงออกแบบ จากงานวิจัยทางการเรียนการสอนพบว่า การคิดเชิงออกแบบสัมพันธ์กับการสร้างทักษะทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เช่นงานวิจัยSeidel and Fixson (2013) พบว่ารูปแบบ การสอนการคิดเชิงออกแบบช่วยในการสร้างแนวคิด(Concept) เพื่อนำไปต่อยอดความคิด สร้างสรรค์ และงานวิจัยของ Jobst et al. (2013) พบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ส่งเสริม ทักษะที่สำคัญ 2 ประเภท คือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill) และทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Skill) ให้แก่ผู้เรียน

#### 2.2.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process)

เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ นวัตกรรมผ่านผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ๆ ที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาอย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้ เป็นศูนย์กลางและนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาสร้างไอเดีย ทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์ (DEX Space, 2016)

กระบวนการออกแบบที่ยึดเอาคนเป็นศูนย์กลางในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นี้ เรียกอีก อย่างว่า “Human-Centered Design” นอกจากจะช่วยให้เกิดนวัตกรรมแล้ว ยังช่วยสร้างทักษะการ คิดแก้ปัญหา มุมมอง และประสบการณ์ให้กับทีมที่ร่วมเรียนรู้อีกด้วย (IBM Connect, 2017) กระบวนการคิดเชิงออกแบบได้ถูกนำมาใช้ในองค์กรชั้นนำของโลกมากมายทั้งที่มีทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก อาทิเช่น Google, Apple, Phillips, P&G และ Airbnb เป็นต้น โดยองค์กรต่างๆ เหล่านี้ ได้นำ Design Thinking มาใช้เป็นเครื่องมือหลัก เพื่อสร้างนวัตกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Product and Service, Operational Process, Business Strategy และรวมไปถึง Business Model เป็นต้น (DEX Space, 2017) ส่วนทางด้านการศึกษาได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในศาสตร์ที่มุ่งเน้นการออกแบบและ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่นทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ การคิดเชิง ออกแบบ (Design Thinking) เป็นหลักการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของการสื่อสาร และการร่วมคิดร่วม ทำ (Communicate and to Coordinate Activity) เป็นที่รู้จักและนิยมใช้ในหมู่นักออกแบบ (Rowe, 1991) ปัจจุบันได้รับนิยมและนำไปใช้อย่างแพร่หลายทั้งในวงการธุรกิจ และคอมพิวเตอร์ (Brown, 2009) เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดทางออกและเพิ่มมูลค่าซึ่งไม่ได้จำกัดไว้แค่เหตุผล หรือคำตอบ ใดคำตอบหนึ่งอันนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่สามารถ เป็นไปได้ในสถานการณ์หรือจากสิ่งที่สังเกต นักออกแบบจะต้องเรียนรู้เพื่อหาคำตอบและออกแบบไปพร้อมกัน (Dorst, 2011)

### 2.2.5 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

หน่วยงานต่างๆ ได้นำเสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่สอดคล้องกัน ดังเช่น Stanford D. school Bootcamp Bootleg อ้างถึงใน DEX Space นำเสนอกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอนประกอบด้วย Empathize, Define, Ideate, Prototype และ Test มีความหมายดังนี้

Empathy เป็นการทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด โดยการเอาใจเขามาใส่ใจเรา ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อจะสร้างสรรค์หรือแก้ไขสิ่งใดก็ตามจะต้องเข้าใจถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้

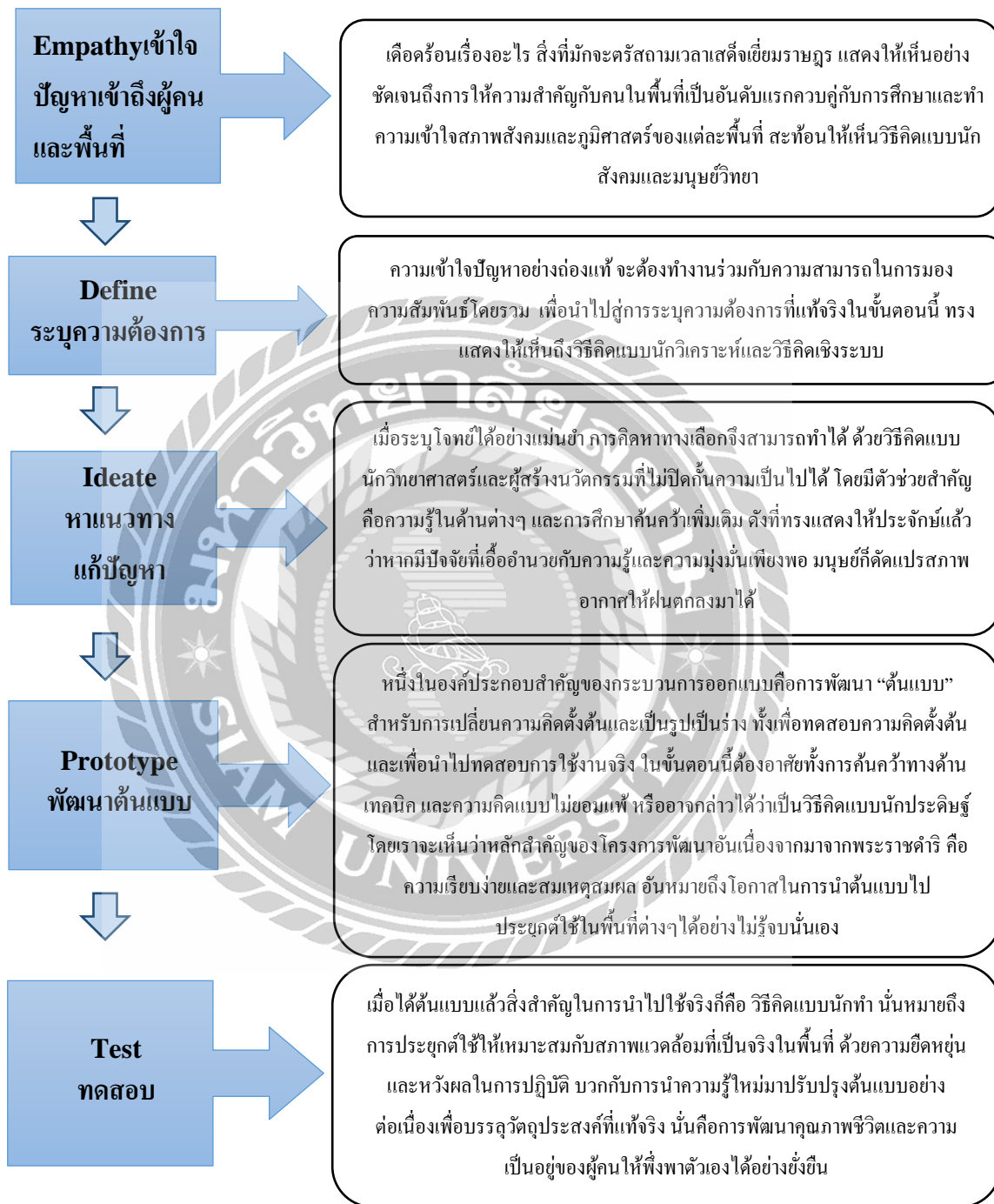
Define การสังเคราะห์ข้อมูลการตั้งคำถามปลายเปิดที่ผลักดันให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ไม่จำกัดกรอบของการแก้ปัญหา ซึ่งภายหลังจากที่เราเรียนรู้และทำความเข้าใจต่อกลุ่มบุคคลเป้าหมายแล้วก็ต้องวิเคราะห์ปัญหากำหนดให้ชัดเจนว่าจริงๆ แล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นอะไรเลือกและสรุป แนวทางความเป็นไปได้

Ideate การระดมความคิดใหม่ๆ อย่างไม่มีขีดจำกัดหรือการสร้างความคิดต่างๆ ให้เกิดขึ้น โดยเน้นการหาแนวคิดและแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากที่สุดหลากหลายที่สุด โดยความคิดและแนวทางต่างๆ ที่คิดขึ้นมาเพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้น Define

Prototype การสร้างแบบจำลองหรือการสร้างต้นแบบขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบและตอบคำถามหรือกระตุ้นให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์เพื่อที่เราจะได้เข้าใจสิ่งที่เราอยากรู้มากยิ่งขึ้น และยังสร้างเร็วเท่าไรก็ยิ่งได้ลองหาข้อผิดพลาด และเรียนรู้เกี่ยวกับไอเดียของเราได้เร็วเท่านั้น

Test หรือการทดสอบ โดยเรานำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้หรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสังเกตประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำผลตอบรับข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนคำแนะนำมาใช้ในการพัฒนา และปรับปรุงต่อไป (DEX Space, 2017)

กระบวนการคิดเชิงออกแบบทั้ง 5 ขั้นตอนสอดคล้องกับการถอดวิธีคิดเชิงออกแบบของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9) ดังรูปที่ 2.6

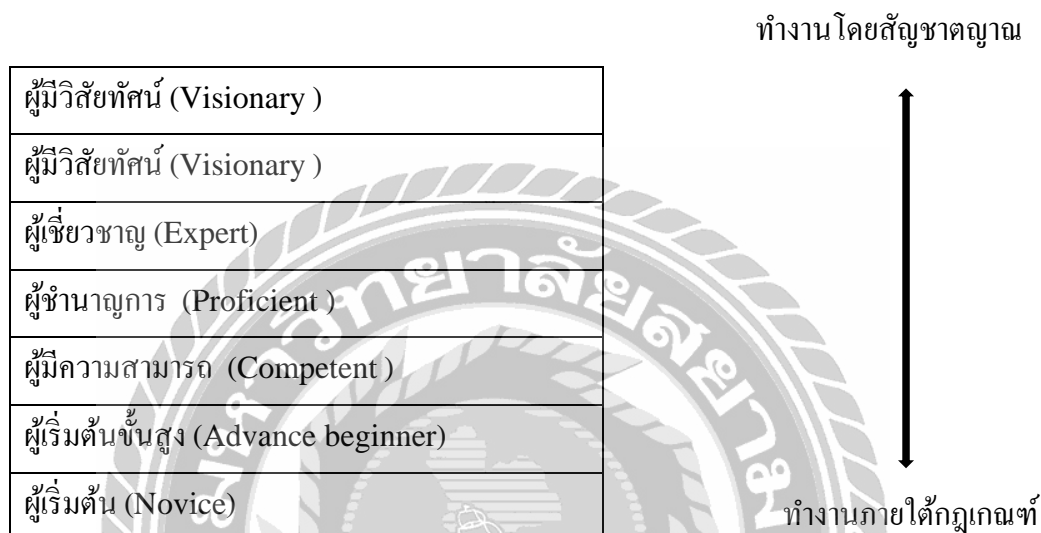


รูปที่ 2.6 ถอดวิถีคิดเชิงออกแบบของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9)

ที่มา: ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC, 2559)

### 2.2.6 การพัฒนาความคิดเชิงออกแบบ

Dorst (2004) ได้ให้เสนอในการพัฒนาความคิดเชิงออกแบบมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เริ่มต้น (Novice) พัฒนาทักษะความคิดด้วยหลักทฤษฎีการพัฒนาของ เฮอเบิร์ตดรายฟัส (Dreyfus Model of Skill Acquisition) ว่าผู้ฝึกปฏิบัติควรมีความสามารถในการคิดเพิ่มขึ้นจากผู้เริ่มต้นไปจนเกิดความเชี่ยวชาญตามหลักการ 7 ระดับ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 หลักทฤษฎีการพัฒนาของเฮอเบิร์ต ดรายฟัส (Dreyfus Model of Skill Acquisition)

ระดับที่ 1 ผู้เริ่มต้น (Novice) เป็นการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ตามกฎระเบียบที่วางไว้ใน การแก้ไขปัญหา

ระดับที่ 2 ผู้เริ่มต้นขั้นสูง (Advance beginner) เป็นการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ ตามกฎระเบียบที่วางไว้ สามารถประยุกต์ใช้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

ระดับที่ 3 ผู้มีความสามารถ (Competent) เป็นการประยุกต์กฎเกณฑ์ใช้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง แต่ใช้ทักษะในการตัดสินใจที่จะใช้หรือไม่ใช้กฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาได้

ระดับที่ 4 ผู้ชำนาญการ (Proficient) มีการซึมซับประสบการณ์โดยก้าวข้ามกฎเกณฑ์ใช้ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา

ระดับที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) สามารถแก้ปัญหาโดยใช้ สัญชาตญาณจากประสบการณ์ และทักษะโดยอัตโนมัติ

ระดับที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญขั้นสูง (Master) สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ โดยใช้สัญชาตญาณจากประสบการณ์และทักษะ



ระดับที่ 7 ผู้มีวิสัยทัศน์ (Visionary) เป็นผู้มีวิสัยทัศน์ในการคาดการณ์อนาคต โดยใช้ประสบการณ์และทักษะสามารถขยายผลของความสามารถต่างๆ สร้างเป็นเครือข่ายขยายความรู้

จากระดับการพัฒนาทักษะทั้งหมด ในระดับที่ 1 ผู้เริ่มต้น (Novice) ระดับที่ 2 ผู้เริ่มต้นขั้นสูง (Advance beginner) จะเน้นไปที่กระบวนการทำงาน และในระดับที่เหนือกว่านั้นเป็นการเน้นไปยังความสามารถของผู้ปฏิบัติ

## 2.3 วัสดุที่นำมาผสมในการออกแบบกระถางต้นไม้คอนกรีต

### 2.3.1 ปูนซีเมนต์ (Cement)

ปูนซีเมนต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญคือแคลเซียม และอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวถึงนี้จะหมายถึงปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ซึ่งเป็น ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ที่เมื่อผสมกับน้ำตามส่วนแล้วสามารถก่อตัวและ แข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วนประกอบของปูนซีเมนต์นั้น การทำปฏิกิริยา ดังกล่าว เรียกว่าไฮเดรชัน (Hydration) สำหรับของชื่อปูนซีเมนต์ที่เรียกกันว่า “ปอร์ตแลนด์” นี้ ได้มาจากการตั้งชื่อของนายโจเซฟ แอสปดิน โดยที่ในปี ค.ศ.1824 เขาได้ทำการจดทะเบียน วิธีการผลิตปูนซีเมนต์อย่างหนึ่ง ซึ่งได้จากการเผาส่วนผสมระหว่างหินปูนและดินเหนียวและเมื่อ นำมาบดจะได้นี้ปูนซีเมนต์มีสีเหลือง-เทา คล้ายกับหินในเกาะของเมืองปอร์ตแลนด์ ประเทศอังกฤษ จึงตั้งชื่อว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในตอนแรกนั้นยังมีคุณภาพต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเผาส่วนผสมดังกล่าวใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งทำให้หินปูนกับดินเหนียวยังรวมตัวไม่ดี

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างทางวิศวกรรมปัจจุบัน โดยที่เมื่อผสมกับ หิน กรวด ทรายและน้ำด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นคอนกรีต ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วจะแข็งแรงและทนทานคล้ายหิน ตัวอย่าง สิ่งก่อสร้างคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เขื่อน กำแพงกันดิน พื้นและถนน เมื่อเสริมด้วยเหล็กเสริมจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับพื้น หลังคา สะพาน อาคาร อุโมงค์ และอื่นๆหรือเมื่อผสมรวมกับ ทราย และปูนขาวจะเป็นปูนฉาบสำหรับการก่ออิฐหรือหิน เป็นต้น

ปูนซีเมนต์ที่ผลิตในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะผลิตตามมาตรฐานของ อเมริกา (ASTM C.150) และของอังกฤษ (British Standard; B.S.) ซึ่งตามมาตรฐาน มอก.15 ของไทยได้แบ่งปูนซีเมนต์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.ประเภทหนึ่ง (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะกับงานก่อสร้างคอนกรีตทั่วๆ ไปที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม เช่น คาน เสา พื้น ถนน ค.ส.ล. เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับเกลือซัลเฟตผลิตภัณฑ์ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราช้าง เพชร (เม็ดเดียว) พญานาคเขียว TPI (แดง) ภูเขา และดาวเทียม

2.ประเภทสอง (Modified Portland Cement )เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดัดแปลง เพื่อให้สามารถต้านทานเกลือซัลเฟตได้ปานกลาง และจะเกิดความร้อนปานกลาง ในช่วงหล่อ เหมาะกับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น ตอม่อ สะพาน ท่าเทียบเรือ เขื่อน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่เคยมีจำหน่ายได้แก่ ตราพญานาคเจ็ดเศียร (ที่ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว)

3.ประเภทสาม (High-Early Strength Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่สามารถให้กำลังได้รวดเร็วในเวลาอันสั้น หลังจากเทแล้วสามารถใช้งานได้ภายใน 3-7 วัน เหมาะกับงานที่เร่งด่วน เช่น คอนกรีตอัดแรง เสาเข็ม พื้นถนนที่จราจรคับคั่ง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราเอราวัณ สามเพชร TPI (ดำ) และพญานาคแดง

4. ประเภทสี่ (Low-Heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดพิเศษที่มีอัตราความร้อนต่ำกำลังของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งส่งผลดีทำให้การขยายตัวน้อยช่วยลดการแตกร้าว เหมาะกับงานสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตจำหน่าย

5. ประเภทห้า (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่ทนต่อเกลือซัลเฟตได้สูงเหมาะกับงานก่อสร้างบริเวณดินเค็ม หรือใกล้กับทะเล ผลิตภัณฑ์ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราปลาฉลาม TPI (ฟ้า) และตราช้างฟ้า (ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว) นอกจากนี้ปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ประเภทแล้ว ยังมีปูนซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นมาโดยดัดแปลงเพื่อให้ เหมาะกับงาน และราคาถูกลง ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปได้แก่

- ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) เป็นการนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ผสมกับทรายหรือหินบดละเอียดประมาณ 25-30 %ซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้งานลดการแตกร้าวเหมาะกับงานก่ออิฐฉาบปูน ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ได้แก่ตราเสือ ภูเขา นกอินทรี TPI (เขียว)

- ปูนซีเมนต์ขาว (White Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่มีส่วนผสมหลักคือ หินปูน และวัตถุอื่น ๆ ที่มีปริมาณของแร่เหล็กน้อยกว่า 1% ลักษณะของผงสีปูนที่ได้จะเป็น สีขาว สามารถผสมกับสีอื่นเพื่อทำให้เป็นปูนซีเมนต์สีต่างๆ ตามต้องการ จึงนิยม ใช้ในงานตกแต่งต่างๆ เพื่อความสวยงาม ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตในประเทศไทย ได้แก่ ตราช้างเผือก ตราเสือเผือกและตรามังกร

จากการทดสอบเปรียบเทียบกำลังอัดของปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ประเภทในสภาพปัจจัยเดียวกัน ที่อายุคอนกรีต 1, 7, 28 และ 90 วัน ตามลำดับโดยกำหนดให้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เป็นตัวเปรียบเทียบที่ 100 % ผลได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบกำลังอัดของปูนซีเมนต์ ทั้ง 5 ประเภท

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	กำลังอัดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับประเภท 1			
	1 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
ประเภท 1	100	100	100	100
ประเภท 2	75	85	90	100
ประเภท 3	190	120	110	100
ประเภท 4	55	55	75	100
ประเภท 5	65	75	85	100

ที่มา: สุริยา การเกษ (2557)

จากข้อมูลข้างต้นผู้อ่านคงจะได้ทราบถึงประวัติและประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เพิ่มขึ้น ดังนั้น เมื่อถึงเวลาต้องใช้ปูนซีเมนต์ในการก่อสร้าง ก็หวังว่าข้อมูลจากบทความนี้จะประโยชน์สำหรับการตัดสินใจที่ถูกต้องเป็นอย่างดี

### 2.3.2 มวลรวม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2560) ให้นิยามคำว่า มวลรวมหรือวัสดุผสม (Aggregate) คือวัสดุที่เป็นของแข็งที่ไม่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ เช่น หิน ย่อย กรวด ทราย เป็นส่วนผสมที่สำคัญของคอนกรีตเนื่องจากมวลรวมมีปริมาตร 70-80% ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด

ในอดีตมวลรวมถูกคิดว่าเป็นเพียงวัสดุเฉื่อยที่เป็นตัวแทรกประสาน โดยกระจายอยู่ทั่วซีเมนต์เพสต์เท่านั้น ในปัจจุบันนี้พบว่ามวลรวมยังทำหน้าที่อื่นที่สำคัญอีกประการแรกเนื่องจากมวลรวมเป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่มีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์ดังนั้นในส่วนผสมของคอนกรีตจึงควรใช้ปริมาณมวลรวมให้พอเหมาะเพื่อที่จะให้ปริมาณปูนซีเมนต์น้อยลง ประการต่อมาคุณสมบัติของมวลรวมจะช่วยให้คอนกรีตมีความคงทน (Durability) และปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลงมาก (Volume Stability) รวมทั้งมวลรวมยังทำหน้าที่ต้านทานน้ำหนัก ที่กดลงบนคอนกรีตด้วยกำลัง และคุณสมบัติทางกายภาพอีกหลายประการของมวลรวม มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ทั้งใน

สภาพที่เป็นคอนกรีตเหลวและคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ดังนั้นการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสมไม่เพียงแต่เป็นการประหยัด แต่ยังคงช่วยให้คอนกรีตเหลวและคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ดังนั้นการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสมไม่เพียงแต่เป็นการประหยัด แต่ยังคงช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพที่ดีขึ้นด้วยมวลรวมที่ดีจะส่งผลให้คอนกรีตมีความทนทานสูงควรมีคุณสมบัติพื้นฐานที่ดีดังนี้คือ ต้องมีความคงทนไม่ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบไฮซีเมนต์ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อเสถียรภาพทางปริมาตรของคอนกรีตและมวลรวมจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนที่มีผลเสียต่อกำลังและความคงตัวของซีเมนต์เพสต์ คุณสมบัติของคอนกรีตคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วจะขึ้นอยู่กับขบวนการย่อยแปรสภาพของมวลรวม

ก. ประเภทของมวลรวมแบ่งมวลรวมตามแหล่งกำเนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Mineral Aggregate) เกิดจากขบวนการกัดกร่อนและเสียดสีตามธรรมชาติ
2. มวลรวมที่มนุษย์ทำขึ้น (Artificial Aggregate) เช่น มวลรวมเบาบางประเภทที่ได้จากการเผาหินเป็นต้น

ข. แบ่งมวลรวมตามความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมเบา (Light Weight Aggregate) มีความหนาแน่นตั้งแต่ 300-1,100 กก./ลบ.ม.
2. มวลรวมปกติ (Normal Weight Aggregate) มีความหนาแน่นตั้งแต่ 2,400-3,000กก./ลบ.ม.
3. มวลรวมหนัก (Heavy Weight Aggregate) มีความหนาแน่นมากกว่า 4,000 กก./ลบ.ม.

ค. แบ่งมวลรวมตามขนาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1. มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ได้แก่หินหรือกรวดที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มม.ขึ้นไป หรือค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4
2. มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) ได้แก่ทรายที่ขนาดเล็กกว่า 4.5 มม.หรือสามารถผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ต้องไม่เล็กกว่า 0.07 มม. หรือผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 200 ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่ามวลรวมละเอียดที่มีจำนวนน้อยมากในส่วนผสมคอนกรีตสามารถแบ่งเป็น
  - Silt จะมีขนาดปริมาณ 0.70 มิลลิเมตร
  - Clay จะมีขนาดอยู่ในช่วง 0.02-0.06 มิลลิเมตร

### 2.3.3 น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการทำคอนกรีต น้ำในที่นี้อาจแบ่งได้ออกเป็น น้ำสำหรับผสมคอนกรีตให้มีความชื้นเหลวทำงานง่าย น้ำสำหรับบ่มคอนกรีตให้แข็งตัว และมีกำลังรับแรงได้ตามต้องการน้ำสำหรับล้างวัสดุผสมที่จะใช้ผสมคอนกรีตให้สะอาดน้ำสำหรับผสมคอนกรีต (Mixing Water) ต้องสะอาดมีความขุ่นไม่เกิน 2,000 ppm. (ส่วนในล้าน) ปราศจากกรดต่าง น้ำมันและสารอินทรีย์อื่นๆ ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม โดยปกติน้ำประปาและน้ำจืดตามธรรมชาติส่วนใหญ่ ซึ่งไม่มีส่วนผสมของน้ำทิ้งจากอาคาร บ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมถือว่าเป็นคุณภาพดีพอสำหรับงานคอนกรีต ในกรณีที่สงสัยให้ทำแท่งทดสอบโดยใช้น้ำที่สงสัยและเปรียบเทียบกับกำลังอัดแท่งทดสอบที่ทำจากน้ำที่มีคุณภาพดี หน้าที่ของน้ำที่ผสมคอนกรีตคือ

1. ทำหน้าที่เคลือบหินและทรายให้เปียกเพื่อปูนซีเมนต์จะเข้าเกาะโดยรอยและแข็งตัวยึดให้ติดกันได้
2. ทำหน้าที่หล่อลื่นในวัสดุทั้ง 3 อย่างนี้เกิดความเหลว สามารถเทและกระทุ้งหรือเขย่าเข้าแบบหล่อให้เป็นรูปต่างๆ ได้
3. ทำหน้าที่ผสมกับปูนซีเมนต์ทางปฏิกิริยาเคมีแล้วเกิดความร้อนที่เรียกว่า Heat of Hydration ทำให้ผงซีเมนต์นั้นกลายเป็นปูน และเป็นซีเมนต์เหนียวซึ่งเป็นตัวประสาน ผิวระหว่างเม็ดของวัสดุผสม เกาะยึดแน่นเมื่อแข็งตัว

สารเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งจะทำให้คุณภาพของคอนกรีตเสียไปได้แก่ ผิวนหรือผง (Silt) น้ำมันกรดต่าง เกลือต่าง สารอินทรีย์ต่างๆ น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนและโรงงาน อุตสาหกรรมปริมาณสารต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำจะต้องไม่เกินกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณที่ยอมให้ของสารเจือปนในน้ำ

สารเจือปน	ปริมาณที่ยอมให้สูงสุดส่วนต่อล้าน
<b>เกลือ</b>	
โซเดียมคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต	1,000
แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต	400
แมกนีเซียมซัลเฟตและคลอไรด์	40,000
โซเดียมคลอไรด์	20,000
โซเดียมซัลเฟต	10,000
<b>กรด</b>	
เกลือของแร่เหล็ก	40,000
น้ำทะเล	35,000
น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	4,000
น้ำไฮโดรเจน	400
น้ำตาล	500
ตะไคร่น้ำ	1,000

ที่มา : สุริยา การเกษ (2557)

## 2.4 การทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

ขั้นตอนการทำกระถางต้นไม้คอนกรีต เริ่มจากการหาอุปกรณ์ไว้สำหรับเป็นแบบพิมพ์ อาจจะเป็นในรูปแบบพลาสติก เนื่องจากมีความยืดหยุ่น แะง่าย และนำมาใช้ได้หลายครั้ง ได้ลักษณะกระถางที่ดูแตกต่างไม่ซ้ำใครมีขั้นตอนการทำกระถางต้นไม้คอนกรีต 5 ขั้นตอนดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ขั้นตอนทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

ที่มา: โครงการฝึกอาชีพศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย  
อำเภอหนองหิน กศน.ตำบลตาต่า (2553)

**ขั้นตอนที่หนึ่ง** ขึ้นเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการหล่อกระถางได้แก่ แบบพิมพ์ หิน ปูนซีเมนต์ ทราย เหล็ก 2 หุน แบบพิมพ์กระถาง ค้อน เกรียง กระบะปูน จอบ

**ขั้นตอนที่สอง** ทำความสะอาดแบบพิมพ์ โดยใช้ น้ำมันทาแบบพิมพ์

**ขั้นตอนที่สาม** นำส่วนผสมการหล่อกระถางด้วยปูนซีเมนต์ คือ ใช้ปูน 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน น้ำ 2 ส่วน เทคนิค คือ การหมักปูนสักพัก

**ขั้นตอนที่สี่** ตรวจสอบว่าปูนเต็มแล้วให้ใช้ประแจขันน็อตแบบพิมพ์ให้แน่นแล้วพักไว้ให้แห้ง โดยใช้เวลาประมาณ 1 คืน

**ขั้นตอนที่ห้า** แกะแบบพิมพ์ออกมาแล้วเก็บรายละเอียด ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้ความประณีต ความชำนาญการเพราะเป็นขั้นตอนการเก็บรายละเอียดของชิ้นงาน เพื่อเตรียมลงสี โดยใช้สีขาวรองพื้น 1 ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วอาจจะทำการพ่นที่ลวดลายตามความชอบแล้วทิ้งไว้ให้สีแห้งเคลือบด้วยน้ำยาทำความสะอาดทิ้งไว้ให้แห้งแล้วสามารถนำไปใช้งานได้เลย

## 2.5 พรรณไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในกระถาง

ไม้กระถาง หมายถึง การนำพรรณไม้บางชนิดมาปลูกลงในกระถาง หรือภาชนะสวยงาม จุดประสงค์เพื่อใช้เป็น ไม้ประดับ ตกแต่งอาคารสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด และสามารถเคลื่อนย้ายไปประดับในสถานที่ต่างๆ ได้ง่าย สะดวกในการดูแลรักษา และโยกย้ายสลับเปลี่ยนพรรณไม้ได้ตามความพอใจ ในปัจจุบันไม้ประดับกระถางเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ ที่มีพื้นที่ราคาแพง จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากพื้นที่ให้คุ้มค่าที่สุด จึงต้องสร้างสภาพแวดล้อมให้มีชีวิตชีวาด้วยการใช้ไม้ประดับกระถางแทนสภาพอื่นที่ขาดหายไป

### 2.5.1 พรรณไม้ที่นิยมปลูกในกระถาง

พรรณไม้ที่ใช้เป็น ไม้กระถางได้ดีส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ที่ไม่มีรากแก้ว นอกจากจะนำมาตัดรากแก้วออกทำเป็น ไม้แคระ การแบ่งกลุ่มของไม้กระถางอย่างกว้างๆ ตามลักษณะความต้องการแสงของต้นไม้ ได้ดังนี้

**พรรณไม้กระถางในร่ม (Indoor Plants)** เป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกประดับในสถานที่ร่ม หรือในอาคาร เช่น วานต่างๆ บอน เฟิร์น สาวน้อยประแป้ง โกสน พุด่าง เดหลี วาสนา กำมะหยี่ หมากผู้หมากเมีย กล็อกซีเนีย ออฟริกัน ไวโอเลต ฯลฯ พรรณไม้เหล่านี้ต้องการแสงแดดเพียง 20-40% ชอบอากาศเย็น เป็น ไม้ใบที่บอบบาง บางชนิดเปราะ บางชนิดเหนียว ใบเป็นมัน หรือสีต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเขียวมีลายใบ

**พรรณไม้กระถางกลางแจ้ง (Outdoor Plants)** เป็นพรรณไม้ที่นิยมปลูกประดับสวน ริมน้ำ ริมน้ำริมอาคาร ระเบียง ที่นิยมปลูกเลี้ยงกันมาก เช่น โป๊ยเซียน เบญจมาศ กุหลาบ ชวนชม เฟื่องฟ้า วานสี ทิศ คริสต์มาส ดาวเรือง เป็นต้น เป็นกลุ่มไม้ที่ชอบแสงแดด ปลูกกลางแจ้งหรือร่มก็ได้ แต่จะต้องได้รับแสงแดดมากกว่า 50 % ขึ้นไป สามารถปรับตัวได้ระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ถ้านำไปประดับในที่ร่มนานเกินไปจะไม่เจริญเติบโต



ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525 ให้คำนิยามคำว่า กระจกหมายถึง "ภาชนะที่มีปากกว้างรูปแบบต่างๆ ใช้สำหรับปลูกต้นไม้หรือใส่ต้นไม้"ทำมาจากดิน หรือ พลาสติก หรือเซรามิก มีระบายน้ำที่กัน และมีถาดรองรับน้ำเข้าชุดกัน ขนาดรูปทรงและสีสันแตกต่างกันไปตามความนิยมใช้สำหรับตกแต่งสภาพภายในอาคารให้สวยงามเพิ่มขึ้น

### 2.5.2 ชนิดของกระจก

1) กระจกดินเผา เป็นกระจกที่ทำมาจากดินเหนียวด้วยวิธีการนำมาฝั่งลมให้แห้งพอหมาดแล้วนำเข้าเตาเผา มีขนาดรูปร่างแตกต่างกันตั้งแต่ความกว้างของขอบปากกระจก 1-16 นิ้ว โดยแบ่งรูปทรงดังนี้

1.1 ทรงมาตรฐานกระจกแบบนี้มีความสูงเท่ากับความกว้างปากกระจกมีขนาดตั้งแต่ 1-16 นิ้วเหมาะสำหรับปลูกพันธุ์ไม้ทรงสูงระบบรากลึก

1.2 ทรงรูปกระทะ กระจกแบบนี้มีความสูงเพียงครึ่งหนึ่งของ ความกว้างปากกระจก มีขนาดตั้งแต่ 5-16 นิ้วเหมาะสำหรับพันธุ์ไม้ทรงเตี้ย

1.3 ทรงสี่เหลี่ยมหรือทรงถึง กระจกแบบนี้มีความสูงประมาณ 1 ใน 3 ของความกว้างปากกระจกมีขนาดตั้งแต่ 5-16 นิ้ว เจาะรูที่บริเวณขอบกระจกด้านบนประมาณ 3-4 รูนิยมใช้แขวนพันธุ์ไม้ค่อนข้างเลื้อย ใบห้อยย้อย ระบบรากดิน

2) กระจกพลาสติก เป็นกระจกที่ทำจากเม็ดพลาสติกหลอมด้วยความร้อนให้ได้รูปทรงสีสันสวยงามตามรสนิยมของผู้ใช้สอยมีขนาดให้เลือกมากมายตั้งแต่ความกว้างของขอบปากกระจก 1-16 นิ้ว รูปทรงเหมือนกับกระจกดินเผา

3) กระจกเซรามิก เป็นกระจกที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยให้มีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป เหมาะสำหรับปลูกตกแต่ง โข้วลวดลาย สีสันของกระจก และความสวยงามของพันธุ์ไม้ใบประดับ หรือนิยมประดับติดผนังห้อง

4) กระจกคอนกรีตหรือปูนซีเมนต์ เป็นกระจกที่การนำปูนซีเมนต์ผสมทรายและสารประกอบอื่นๆ มาแล้วเรียบร้อย สิ่งที่ต้องทำเพิ่มเติมคือผสมน้ำสะอาดลงไปในปริมาณที่พอเหมาะ ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปขึ้นรูปตามแบบหล่อก็จะได้ภาชนะปูนรูปทรงต่างๆ ตามภาชนะต้นแบบ หรืออาจทำเป็นรูปทรงอื่นๆ ใช้วางประดับบนชั้นวางหรือนำไปประดับประดับในสวนมีหลายขนาดรูปทรงสี่เหลี่ยม วงกลม ปีระมิต ทรงกรวย มีมากมายหลายรูปทรง

### 2.5.3 ประโยชน์ของกระถางต้นไม้ผักตบชวามีดังนี้

- 1) ประหยัดพื้นที่ในการปลูก สามารถตั้ง หรือแขวนไว้ในพื้นที่ที่จำกัดได้
- 2) สะดวกในการโยกย้าย และสับเปลี่ยนพรรณไม้เพื่อประดับ ตกแต่งก็ทำได้ง่าย เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่ากระถางคอนกรีต
- 3) ภาชนะปลูกสามารถดัดแปลงมาจากวัสดุเหลือใช้ได้ เช่น กระจังพลาสติก และขวดแก้ว รูปทรงต่างๆ
- 4) ไม้กระถางสะดวกในการขยายพันธุ์ ไม่เปลืองวัสดุปลูก และเวลา
- 5) ไม่แพร่กระจายโรคเร็วเหมือนปลูกในแปลงบนพื้นดิน หากมีอาการผิดปกติเนื่องจากโรคและแมลงก็แก้ไขได้ง่าย
- 6) คงสภาพและจัดรูปทรงของต้นไม้ได้ดี สามารถนำไปใช้ประดับ ตกแต่งได้ทุกที่ และสามารถเปลี่ยนแปลงความสวยงามได้ตามต้องการ
- 7) การดูแลบำรุงรักษาทำได้ง่ายไม่สิ้นเปลืองเวลามาก

### 2.5.4 ปัจจัยความสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นไม้ในกระถาง

เนื่องจากดินปลูกไม้กระถางทั่วไปอยู่ในพื้นที่ที่จำกัด ดินปลูกจึงควรมีลักษณะร่วนโปร่ง อุ่มน้ำหรือเก็บความชื้นได้ดี สามารถระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี ดินทั่วไปมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกันไปเพื่อให้เหมาะสมเป็นเครื่องปลูกไม้กระถางจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโดยมีวัสดุอื่นๆ เป็นส่วนผสมดังนี้ อินทรีวัตถุประกอบด้วยเศษซากใบไม้ผุ เปลือกไม้แห้ง แกลบขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับฟางข้าว และเปลือกถั่ว เป็นต้น ปุ๋ยคอก ประกอบด้วย ขี้วัว ขี้ควาย ขี้หมู ขี้ไก่ และขี้ค้างคาว เป็นต้น ทรายอริบุนและถ่านป่น

วัสดุดังกล่าวเมื่อนำมาผสมกับดินธรรมชาติแล้วจะมีคุณสมบัติร่วนโปร่ง มีน้ำหนักเบา อินทรีวัตถุนอกจากจะช่วยปรับสภาพเนื้อดินให้ดีขึ้นแล้วยัง พบว่ามีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของไม้กระถางคือเป็นปุ๋ยโดยตรงกับพืชแต่อาจจะไม่มากเหมือนปุ๋ยเคมีก็ตาม

ความเป็นกรดเป็นด่างหรือมีพีเอช (pH) ที่เหมาะสมกับไม้กระถางต่างๆดังนี้ ไม้ใบกระถางควรมีค่า pH ระหว่าง 5.5-7.5 ไม้ดอกกระถางควรมีค่า pH ระหว่าง 5.5-6.0 เช่น กลีอกซีเนีย ออฟริกัน ไวโอเลต บีโกเนีย และกุหลาบ เป็นต้น ช่วงความเป็นกรด เป็นด่าง หรือ pH ของดินปลูกระหว่าง 5.5-6.0 ถือเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับไม้กระถาง และไม้ดอกกระถางอายุยืน เช่น ไฮเดรนเยีย เบญจมาศหนู เบญจมาศพวง กลีอกซีเนีย บีโกเนีย ออฟริกัน ไวโอเลต กุหลาบ เป็นต้น เพราะระบบรากพืชสามารถใช้ธาตุอาหารหรือปุ๋ยได้ระดับหนึ่ง ดินปลูกที่ดีสำหรับไม้กระถางต้องคงทน มีอายุการใช้งานได้นาน ไม่สลายหรือยุบตัวเร็ว ดินปลูกที่มีส่วนผสมของเปลือกถั่ว แกลบ เปลือกไม้แห้ง กาบมะพร้าว จะอยู่ได้นานกว่า ดินที่มีส่วนผสม ใบไม้ผุ ฟางข้าว หรือหญ้าแห้ง

ความต้องการความชื้นของพืชปกติกการรดน้ำต้นไม้เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการให้น้ำมากเกินไปน้อยเกินไปหรือให้น้ำไม่ถูกวิธี สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเหมือนกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณพืช สภาพของดิน หรือเครื่องปลูกสภาพแวดล้อม เช่น ในร่มกลางแจ้งมีลมพัดผ่านหรือไม่ อุณหภูมิ และฤดูกาล เป็นต้นถ้าพืชได้รับน้ำน้อยเกินไปจะทำให้ใบเหี่ยว เนื่องจากน้ำในดินมีไม่พอให้รากดูดไปเลี้ยงลำต้น ช่วงเวลาใกล้เที่ยงถึงบ่าย 3 โมงเย็น เป็นช่วงที่อากาศร้อนจัด พืชจะคายน้ำมากเมื่อคายน้ำมากแล้ว รากต้องดูดน้ำมาชดเชยให้กับใบที่เสียน้ำไปกับอากาศ ถ้าชดเชยไม่ทัน ก็จะทำให้ใบเหี่ยว ถ้าน้ำมากจนเต็ม ช่องว่างทั้ง หมดของดิน และใลอากาสออกทำให้ดินอึดตัว จนเกิดน้ำขัง ก็จะ ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เพราะทำให้พืชขาดออกซิเจน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการหายใจของรากเราเรียกความชื้นในดินระดับนี้ว่าระดับ Superfluous ถ้าดินมีน้ำขัง เพียง 2-3 วัน พืชจะมีอาการเหี่ยวท้งๆ ที่ไม่ขาดน้ำบางชนิด อาจตายได้ แต่ในทางกลับกัน ถ้าพืชได้รับน้ำน้อยเกินไปต้นก็เหี่ยวเหมือนกันการรดน้ำที่ดีควรรดน้ำแล้วปล่อยให้ใบแห้งก่อนเพื่อป้องกันการเกิดโรคในขณะที่ใบพืชชื้นควรพิจารณาตามฤดูกาล และความชื้นของดิน

ไม้กระถางในร่มต้องการแสงน้อยเนื่องจากการคายน้ำการหายใจการดูดธาตุอาหารน้อยกว่า ไม้กลางแจ้งการให้น้ำต้องสังเกตความต้องการน้ำของพืชด้วยเช่นสัมผัสดินปลูกความสดไสของใบ ในขณะที่อากาศแห้งถ้าอากาศชื้น-เย็น ควรให้น้ำวันเว้นวัน หรือสัปดาห์ละ 2 ครั้งไม้กระถางที่มีใบใหญ่ จำนวนใบมาก ใบและต้นมีลักษณะอวบน้ำ จะต้องการน้ำมากกว่าไม้ใบเล็ก หรือจำนวนใบน้อย ความต้องการน้ำแตกต่างกัน ตามชนิดของพรรณไม้ ไม้กระถางอายุยืนพุ่มใหญ่ ระบบรากสมบูรณ์จะต้องการน้ำมากกว่าไม้กระถางขนาดเล็กอายุน้อยหรือระบบรากยังไม่เจริญเต็มที่ และความชื้นของดินมีผลมาจากส่วนผสมของดินปลูกที่แตกต่างกัน ดินที่มีส่วนผสมของอินทรีวัตถุปุ๋ยคอกและวัสดุอื่น เช่น อิฐมอญทุบ ทราย จะอึด น้ำได้ดีกว่าดินร่วนธรรมดา ดินเหนียวระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดี ดินแน่นแข็งตัวง่าย ทำให้ระบบรากเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ชนิดของกระถางมีส่วนสำคัญในการให้น้ำด้วยเช่นกันเช่นกระถางดินเผามีรูพรุนทำให้การระเหยน้ำได้ง่ายทำให้เครื่องปลูกแห้งเร็วกว่ากระถางพลาสติกแก้วหรือโลหะดังนั้น ไม้ที่ปลูกในกระถางดินเผาจึงควรให้น้ำบ่อยกว่า กระถางชนิดอื่น

สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับ แสง อุณหภูมิ ความชื้นและลม สิ่งเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับ การให้น้ำด้วย เพราะมีส่วนทำให้พืชสูญเสียน้ำจากต้น ด้วยการคายน้ำกับระเหยไปจากเครื่องปลูกด้วยเช่นกัน

ชนิดของพรรณไม้ที่แตกต่างกันความต้องการน้ำมากน้อยก็แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นจึงมีข้อสังเกตบางประการที่พอจะบอกให้ทราบเกี่ยวกับการให้น้ำแก่พืช โดยดูจากสิ่งต่างๆ ดังนี้

- 1) ศึกษาดินในระดับ ความความลึกประมาณครึ่งนิ้ว หากดินแห้งก็ควรให้น้ำได้แล้ว
- 2) สังเกตดูจากสีของผิวดินหน้ากระถาง ถ้าสีของดินจางลงมาก หน้าดินดูแห้งก็ควรให้น้ำได้แล้วแต่ถ้าสีของดินยังค่อนข้างทึบแสดงว่า ดินยังมีความชื้นอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องให้น้ำขณะนั้น
- 3) ดินในระยะเริ่มหดรัดตัวแยกออกจากขอบกระถางแสดงว่าดินแห้ง แต่ลักษณะนี้จะเห็นได้ชัดว่า เครื่องปลูกนี้มีส่วนผสมของดินเหนียวอยู่มาก วิธีแก้จึงควรพรวนดินให้พุก่อนรดน้ำ เพื่อให้ดินโปร่งและซึมน้ำได้ดีขึ้น ควรศึกษาและสังเกตนิสัยความต้องการน้ำของพืช เพราะแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน แม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกัน ก็อาจจะต้องการที่แตกต่างกัน

#### 2.5.5 กระถางต้นไม้คอนกรีตหรือปูนซีเมนต์

เป็นกระถางที่ทำมาจากคอนกรีตหรือปูนซีเมนต์จะมีความแข็งแรง ทนความร้อน มีรูพรุนเหมือนกับกระถางดินเผาและเซรามิก ทำให้สามารถระบายน้ำได้ดี ดังนั้นกระถางประเภทนี้จึงเหมาะกับต้นไม้ที่ไม่ต้องการความชื้นสูงอย่างไม้ทะเลทรายหรือไม้ทนแล้ง เช่น แคคตัส ลิ้นมังกร เป็นต้น

ข้อดี ของกระถางคอนกรีตหรือปูนซีเมนต์เป็นกระถางที่ค่อนข้างแข็งแรง ไม่แตกหักง่าย เหมือนกระถางดินเผา ทนน้ำ ทนฝน สวยงามแบบดิบๆ ระบายน้ำได้ดีกว่ากระถางเซรามิก

ข้อเสีย ของกระถางคอนกรีตหรือปูนซีเมนต์ที่เห็นได้ชัดคือ น้ำหนักมากกว่ากระถางทั่วไป คำแนะนำในการใช้ควรนำกระถางปูนไปแช่น้ำก่อนใช้สักประมาณ 2 วันเพื่อลดความเป็นด่าง จากนั้นสามารถนำมาปลูกต้นไม้ได้ตามปกติ

## 2.6 สถานที่ในการทำวิจัย

### 2.6.1 สถานที่

- 1) สถานที่เตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมเก็บตัวอย่างในการทดสอบเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 สำนักงานเทศบาลตำบลบางเสาธงอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ

- 2) สถานที่นำตัวอย่างทดสอบขนาดทดลอง 15x15x15 ซม. เพื่อทำการทดสอบความต้านแรงอัด ปริมาณความชื้น และทดสอบกระถางคอนกรีตจริงเพื่อให้ได้เกณฑ์เทียบเท่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.602/2547 ที่อาคารวิเคราะห์วิจัยและทดสอบแขวงการทางจังหวัดสมุทรปราการดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แขวงการทางจังหวัดสมุทรปราการ

## 2.6.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการเทศบาลตำบลบางเสาธง

ด้วยคณะกรรมการพนักงานเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ ในการประชุมครั้งที่ 10/2560 เมื่อวันที่ 26 กันยายน 2560 ได้มีมติเห็นชอบแผนอัตรากำลัง 3 ปี ประจำปีงบประมาณ 2561-2563 ซึ่งกำหนดกรอบโครงสร้างส่วนราชการ อัตรากำลังและอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบของเทศบาลตำบลบางเสาธงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ตามหนังสือจังหวัดสมุทรปราการ ที่ สป 0023.2/ว3315 ลงวันที่ 29 กันยายน 2560

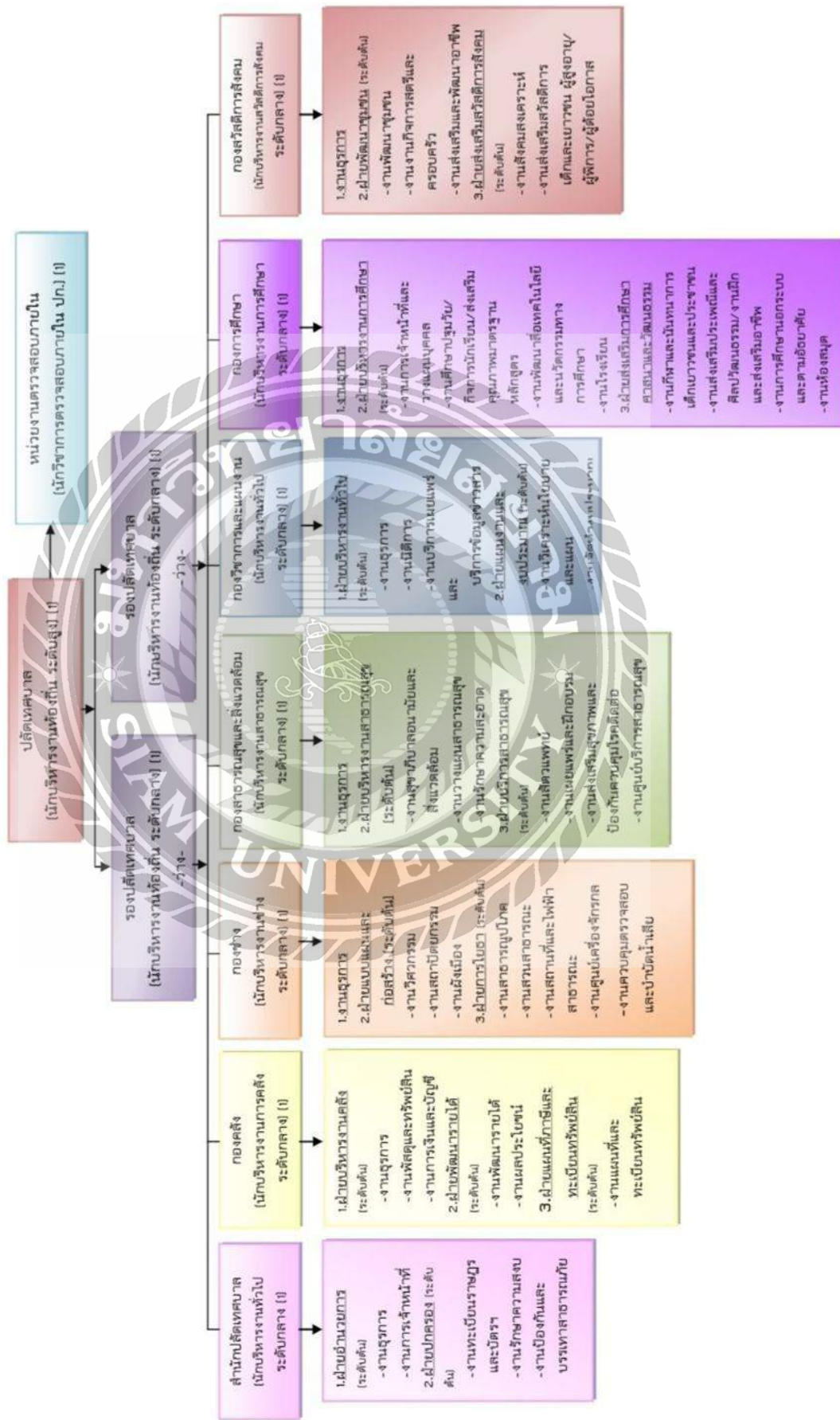
อาศัยอำนาจตามประกาศคณะกรรมการพนักงานเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ เรื่อง หลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับการบริหารงานบุคคลของเทศบาล ลงวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หมวด 12 ข้อ 252 และ ข้อ 253 จึงให้กำหนดส่วนราชการเพื่อรองรับอำนาจหน้าที่ตามที่กฎหมายว่าด้วยเทศบาล กฎหมายว่าด้วยการกำหนดและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และกฎหมายอื่นที่กำหนดอำนาจหน้าที่ให้แก่เทศบาล ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ส่วนราชการของเทศบาลตำบลบางเสาธง ประกอบด้วย

1. สำนักปลัดเทศบาล
2. กองวิชาการและแผนงาน
3. กองคลัง
4. กองช่าง
5. กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม
6. กองการศึกษา
7. กองสวัสดิการสังคม

โครงสร้างส่วนราชการของเทศบาลตำบลบางเสาธง ประกอบไป 1 สำนัก 6 กอง รายละเอียดตามแผนภูมิโครงสร้าง ดังรูปที่ 2.11

**แผนภูมิโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ เทศบาลตำบลบางเสาธง**



รูปที่ 2.1.1 แผนภูมิโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการเทศบาลตำบลบางเสาธง ที่มา <https://bangsaothong.go.th/public/> สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์

## ข้อ 2 อำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ

1) สำนักปลัดเทศบาล ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับราชการทั่วไปของเทศบาลและราชการที่มีได้กำหนดหน้าที่ของกองรวมทั้งกำกับและเร่งรัดการปฏิบัติราชการของส่วนราชการในเทศบาลให้เป็นไปตามนโยบายแนวทางและแผนการปฏิบัติราชการของเทศบาล

2) กองวิชาการและแผนงาน ให้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการวิเคราะห์นโยบายและแผนงานรวบรวมข้อมูลสถิติ และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องและงานตามที่ได้รับมอบหมาย

3) กองคลัง ให้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานการจ่าย การรับ การนำส่งเงิน การเก็บรักษาเงินและเอกสารทางการเงิน และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องและที่ได้รับมอบหมาย

4) กองช่าง ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการสำรวจ ออกแบบ การจัดเก็บและทดสอบคุณภาพวัสดุ งานออกแบบและเขียนแบบ การตรวจสอบการก่อสร้างงานการควบคุมอาคารตามระเบียบกฎหมาย และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องและที่ได้รับมอบหมาย เนื่องจากเทศบาลฯ ยังไม่ได้จัดตั้งกองช่างสุขาภิบาล จึงให้กองช่างเทศบาลมีหน้าที่ความรับผิดชอบงานเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ด้านวัสดุที่ใช้แล้ว(ขยะ) การจัดการคุณภาพน้ำ การควบคุมออกแบบและก่อสร้างอาคารโรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย และมลพิษในด้านอื่นๆ รวมทั้งการปฏิบัติงานต่างๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

5) กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับสาธารณสุขชุมชน ส่งเสริมสุขภาพและอนามัยการป้องกัน โรคติดต่อ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้รับมอบหมาย

6) กองการศึกษา ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการบริหารการศึกษา และพัฒนาการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบการศึกษา การศึกษานอกระบบการศึกษาและการศึกษาตามอัธยาศัย และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้รับมอบหมาย

7) กองสวัสดิการสังคม ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการสังคมสงเคราะห์ การให้คำปรึกษาแนะนำหรือตรวจสอบเกี่ยวกับงานสวัสดิการสังคมและปฏิบัติงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้รับมอบหมาย



## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มานิตย์ อาษานอก (2561) ได้ทำการศึกษาการบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบ โดยยึด “คน” เป็นศูนย์กลางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 3 ระยะเวลาคือ 1) ระยะเวลาเข้าใจปัญหา (Understanding) คือการทำความเข้าใจปัญหาให้ถูกต้องกับประเด็นและความต้องการ 2) ระยะเวลาไอเดีย (Creating) คือปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดนวัตกรรม ไอเดียหรือแนวคิดใหม่ๆ เมื่อได้รับการพัฒนาจะเป็นจุดตั้งต้นของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และ 3) ระยะเวลาส่งมอบนวัตกรรม (Delivering) คือการเปลี่ยนไอเดียให้เป็นต้นแบบนวัตกรรม ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ซึ่งผลจากการทดลองนำมาใช้บูรณาการกับการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและคอมพิวเตอร์ศึกษาพบว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยสร้างการเรียนรู้ของนิสิตและพัฒนาทักษะต่างๆ ตลอดจนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อช่วยแก้ปัญหาผู้เรียนและสังคม ช่วยเพิ่มมูลค่าและผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างแท้จริง

สมพงษ์ พิริยานต์และนายกิตติศักดิ์ บัวศรี (2559) ได้ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลแผ่นปูพื้นลานกิจกรรมที่ทำจากเส้นใยจากผักตบชวา และยางในของรถจักรยานยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว เป็นวัสดุคืบและใช้น้ำยางธรรมชาติโดยแผ่นที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ แบบชั้นเดียวมีขนาดกว้าง 400 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร และหนา 10 มิลลิเมตร ที่ปริมาณเส้นใยและอนุภาคจากยางในรถจักรยานยนต์ที่ใช้แล้ว จำนวน 10-50 phr เพื่อเปรียบเทียบการใช้สารเติม ศึกษาสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของแผ่นที่ผลิตได้ตามลำดับผลการทดสอบสรุปค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานนั้นๆ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกค่าของน้ำยางผสมเส้นใยผักตบชวาในอัตราส่วน 50 phr เนื่องจาก มีค่าความแข็ง 64.8 Shore A ซึ่งผลิตภัณฑ์ใช้งานในลักษณะการปูพื้นสำหรับรับแรงจากการกระแทกหรือลวดอุบัติเหตุต่างๆ และยังเป็นการลดต้นทุนของน้ำยางโดยใช้เส้นใยจากวัชพืชที่ไร้ราคาเข้าไปเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์

กฤษศ สุวันทโรจน์และพิเชษฐ์ บุญญาลัย (2558) ได้ทำการศึกษาจากการมีส่วนร่วมผสมระหว่างเคลือบและผักตบชวา โดยการขึ้นรูปวัสดุดังกล่าวให้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบขนาด ความหนา 1 ถึง 3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นความหนาที่ใกล้เคียงกับฝากระโปรงรถยนต์ที่มีชื่ออยู่ในปัจจุบัน จากนั้นนำวัสดุต้นแบบที่ผลิตได้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติทางกล เช่น ค่าความยืดหยุ่น, ความสามารถในการรับโมเมนต์คด ด้วยเครื่องทดสอบแบบ Universal testing จากผลการทดสอบพบว่าการใช้เรซินเป็นตัวประสานวัสดุ (วัสดุเรซินเสริมผักตบชวาและเคลือบ) จะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานได้น้อย ในขณะที่การใช้ พลิเมอร์เป็นตัวประสาน (วัสดุโพลีเมอร์เสริมผักตบชวาและเคลือบ) จะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานได้ดีกว่า โดยส่วนผสมระหว่างผักตบชวาและเคลือบที่เหมาะสมในการขึ้นรูป เพื่อให้ได้คุณสมบัติการดูดซับพลังงานที่ดีในการทดลองครั้งนี้คือ วัสดุโพลีเมอร์ เสริมผักตบชวาและเคลือบ (50:50) เนื่องจากมีค่าความยืดหยุ่นเชิงเส้นน้อยที่สุดคือ 1.087 N/mm จากการทดสอบแบบคด และมีความสามารถในการดูดซับพลังงานสูงสุดที่ 1,612,444 J/m<sup>3</sup> ซึ่งการใช้ส่วนผสมดังกล่าวจะสามารถลดความรุนแรงจากการกระแทกในกรณีคนเดินเท้าได้ดีที่สุด

กิตติชัย โสพันนา, กนกวรรณ วรคง, วิชชุดา ภาโสมนและอนันตสิทธิ์ ไชยวังราช (2558) ได้ทำการศึกษากระถางเพาะชำชีวภาพจากวัสดุในท้องถิ่น คือขุยมะพร้าว ฟางข้าว และผักตบชวา ที่อัตราส่วนวัสดุ : กาวแป้งเปียก เท่ากับ 1:2, 1:3 และ 1:4 แล้วทดสอบความแข็งแรง การดูดซับน้ำ และหาปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม จากการทดสอบความแข็งแรงของสารตัวอย่าง พบว่าค่าความแข็งแรงของชิ้นงานสำหรับทดสอบขึ้นอยู่กับความแน่นและการบ่มชิ้นงาน เพราะการบ่มเป็นการควบคุมและป้องกันมิให้น้ำระเหยออกจากกระถางเร็วเกินไป อีกทั้งยังพบว่าค่าความแข็งแรงของสารตัวอย่างที่อัตราส่วน 1 : 4 มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด โดยค่าความแข็งแรงของ ผักตบชวา ขุยมะพร้าวและฟางข้าว เท่ากับ 16.39 x 10<sup>3</sup>, 15.04 x 10<sup>3</sup> และ 3.56 x 10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup> ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากระถางเพาะชำชีวภาพที่ผลิตจากผักตบชวามีความแข็งแรงมากที่สุด

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีตเป็นงานวิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research) และงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยประเภทหนึ่งของการวิจัยเชิงคุณภาพ มีรายละเอียดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) วิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research) ใช้แนวคิดวิธีการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต
- 2) วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของผักตบชวาในด้านความเหนียวซึ่งมีประโยชน์ทางด้านแรงดึงและน้ำหนักเบาสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักน้อยลงได้

#### 3.1 วิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research)

เป็นวิธีการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต เพื่อศึกษาและแก้ปัญหาของชุมชน เริ่มจากการทำความเข้าใจถึงปัญหาจากชาวบ้าน ข้าราชการ รวมถึงสภาพพื้นที่ตั้งของชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ หลังจากนั้นออกสำรวจพื้นที่ชุมชนดำเนินการสัมภาษณ์และสอบถามคนในชุมชนสังเกตสำรวจด้วยการถ่ายภาพลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อมของปัญหา ศึกษาสถิติข้อร้องเรียนในอดีตนำปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อมาหาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน เพื่อคิดและวิเคราะห์สาเหตุและร่วมกันหาแนวทางทำการแก้ไขให้เป็นระบบ โดยนำความคิดวิถีของประชาชนในชุมชนมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยสร้างนวัตกรรมใหม่ โดยเริ่มจากพบว่าปัญหาผักตบชวาเป็นปัญหาหลักที่สำคัญและเป็นปัญหาระดับชาติที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน หลังจากนั้นดำเนินการค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยวิธีการระดมสมองจากประชาชนในพื้นที่แบบเขียน คัดเลือกวิธีการลดปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาจากผักตบชวา

การประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต เพื่อลดปัญหาขยะจากผักตบชวาในพื้นที่ที่มีปริมาณ

มาก ลดงบประมาณในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์สำหรับการกำจัดผักตบชวา ส่งผลให้สภาพแวดล้อมในชุมชนดีขึ้นเกิดความภาคภูมิใจในชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับ โครงการ

### 3.1.1 การเชื่อมโยงยุทธศาสตร์ตามหลักบริหารของเทศบาลตำบลบางเสาธง

#### 1) ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดสมุทรปราการมี 5 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ส่งเสริมอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมใหม่ศักยภาพเพื่อการแข่งขันในภูมิภาคอาเซียน โดยพัฒนาการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรวมทั้งอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์ที่ 2 พัฒนาคุณภาพชีวิตประชาชนโดยยกระดับรายได้และการจัดการด้านการศึกษาสาธารณสุขศิลปวัฒนธรรมและสาธารณูปโภคให้เพียงพอเท่าเทียมและทั่วถึง

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ส่งเสริมLogisticประชาคมอาเซียนโดยพัฒนาการบริหารจัดการและปรับปรุงโครงการคมนาคมขนส่งให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศประวัติศาสตร์และศิลปวัฒนธรรม โดยการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวสินค้าการบริการและประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักและประทับใจของนักท่องเที่ยว

ยุทธศาสตร์ที่ 5 เสริมสร้างความปลอดภัยในชีวิต และทรัพย์สินของประชาชน โดยพัฒนาระบบป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยคุกคามความมั่นคง

#### 2) ยุทธศาสตร์การพัฒนาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในสภาจังหวัดสมุทรปราการมี 6 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ผังเมืองกระชับ การพัฒนาส่งเสริมระบบ โครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาระบบเพื่อรองรับการจัดการกับภัยพิบัติ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 พัฒนาระบบสวัสดิการและคุณภาพชีวิตของประชาชน

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคการท่องเที่ยวแบบสมดุล

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การจัดการสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนตามหลักธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์ที่ 6 การพัฒนาการเมือง การบริหาร

### 3) ยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาลตำบลบางเสาธง

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ผังเมืองและระบบโครงสร้างพื้นฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านพัฒนาระบบสวัสดิการและคุณภาพชีวิตของประชาชน

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตร และภาคการท่องเที่ยวแบบสมดุล

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน หลักธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์ที่ 6 การพัฒนาการเมือง การบริหาร

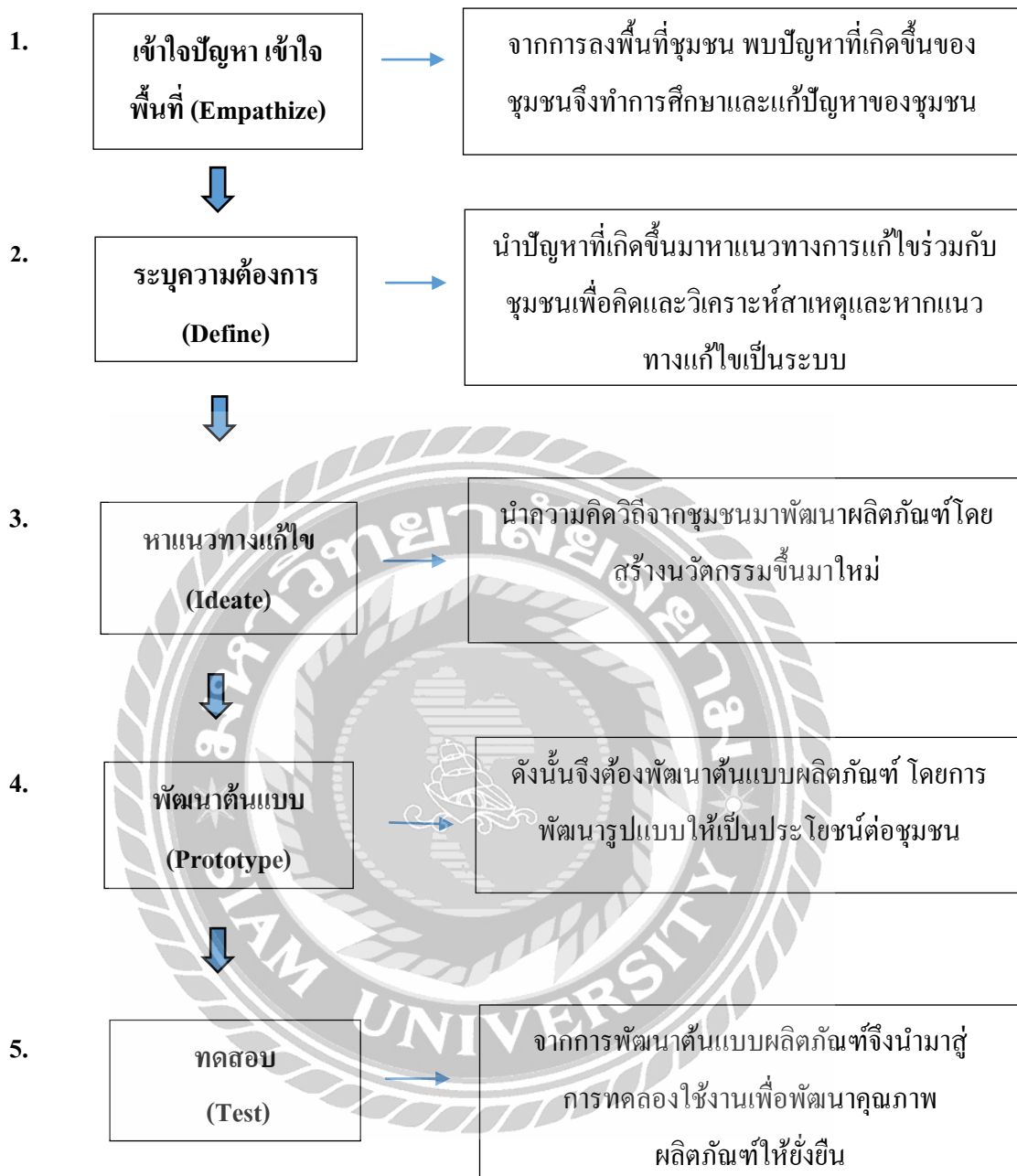
การศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต โดยเริ่มจากแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวา เชื่อมโยงกับพันธกิจเป้าประสงค์แนวทางการพัฒนาจนบรรลุถึงวิสัยทัศน์ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดสมุทรปราการ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ส่งเสริมอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมใหม่ศักยภาพเพื่อการแข่งขันในภูมิภาคอาเซียน โดยพัฒนาการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรวมทั้งอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์การพัฒนาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในสภาจังหวัดสมุทรปราการ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การจัดการสิ่งแวดล้อมกับยุทธศาสตร์ที่ 5 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนตามหลักธรรมาภิบาล ซึ่งมีความสอดคล้องยุทธศาสตร์ของเทศบาลตำบลบางเสาธงยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกับการพัฒนาเมืองให้ตรงตามเป้าประสงค์ เพื่อพัฒนาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้มีการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน หลักธรรมาภิบาลให้สมดุลกับการพัฒนาเมืองให้ตรงตามเป้าประสงค์ เพื่อพัฒนาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้มีการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า ซึ่งมีแนวทางการพัฒนา ได้แก่ สร้างเครือข่ายความร่วมมือภาคราชการ เอกชน และประชาชน ในการสร้างจิตสำนึกการใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อมให้คุ้มค่า โดยมีพันธกิจ คือ เปิดโอกาสให้ประชาชนได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมืองเป้าประสงค์ เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในทุกระดับ

### 3.1.2 การวิเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจาก ผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

การวิจัยนี้มุ่งเน้นในการนำผลวิจัยไปใช้ในเชิงการปฏิบัติ (Action Research) โดยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) คือ กระบวนการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาหรือโจทย์ให้ถูกจุด ตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือโจทย์ที่ตั้งไว้ เพื่อที่จะหาวิถีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด การแก้ปัญหามุ่งเน้นพื้นฐานกระบวนการนี้จะเน้นยึดไปที่หลักของผู้ใช้/ผู้บริโภค (User-centered) เป็นหลัก โดยมีเจตนาในการสร้างผลลัพธ์ในอนาคตที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ตอบ โจทย์ตลอดจนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงเกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาของชุมชน โดยนำการประยุกต์เอารูปแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาของชุมชน ดังนี้

1. ทำให้รู้จักวิเคราะห์ในปัญหาที่เกิดขึ้นมากขึ้น รู้อย่างถ่องถ้วนถ่องแท้ละเอียด รู้ถึงปัญหาที่แท้จริงที่ซ่อนอยู่ ทำให้จับจุดปัญหาได้ถูก และมีวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่เป็นลำดับ
2. มีการคิดวิเคราะห์วิธีแก้ไขอย่างถ่องถ้วนและรอบด้าน ให้สามารถมองวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ได้รอบมุม หลากหลายมุมมอง แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือไม่ก็สามารถหาทางแก้อื่นสำรองได้ทันทีหากทางแก้ที่เลือกไม่ประสบผลสำเร็จ
3. ก่อให้เกิดการคิดแบบสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ๆ ที่จะนำมาคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาพยายามหาหนทางที่มากกว่าสิ่งที่ตนเองคุ้นเคย ตลอดจนสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นได้

การทำความเข้าใจในขั้นตอนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) จะสามารถทำให้เราลำดับการปฏิบัติการ ตลอดจนรู้วิธีคิดและกระบวนการในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ไปจนถึงสามารถสร้างนวัตกรรมหรือผลลัพธ์เพื่อมาตอบ โจทย์ที่ต้องการได้ ซึ่งกระบวนการของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ในรูปแบบสากลนั้นมีการสร้างสรรค์ขึ้นมาได้อย่างน่าสนใจ และเป็นขั้นตอน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process)

### 3.2 วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

โดยวิธีการพิจารณาจากคุณสมบัติของผักตบชวาในด้านความเหนียวซึ่งมีประโยชน์ทางด้านแรงดึงและน้ำหนักเบาสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักน้อยลงได้ จึงนำคุณสมบัติด้านต่างๆ เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านวิศวกรรม โดยศึกษาเกี่ยวกับการนำเส้นใยของผักตบชวามาทำการทดลองมาใช้ผสมในคอนกรีตเพื่อทดสอบคุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการป้องกันความร้อนของคอนกรีตเสริมเส้นใยจากผักตบชวาที่มีอัตราส่วนที่ทำให้กำลังรับแรงอัดและแรงค้ำสูงสุดรวมถึงทำการเปรียบเทียบความสามารถในการเสริมเส้นใยจากผักตบชวาและคอนกรีต เพื่อที่จะสามารถนำไปพัฒนาเป็นกระถางคอนกรีตที่มีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติพิเศษด้านการป้องกันความร้อนต่อไปในอนาคต โดยใช้แนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เข้ามามีส่วนร่วมช่วยในการศึกษาวิจัยมุ่งเน้นการนำผลวิจัยไปใช้ในเชิงการปฏิบัติ (Action Research)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิศวกรรมเบื้องต้น โดยมีการทดสอบหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดระหว่างเส้นใยต่อคอนกรีตโดยน้ำหนักสำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัดแล้วนำส่วนผสมที่ดีที่สุดไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงานตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ	→											
3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย		→										
3.2.3 ทำการทดลองหาส่วนผสม			→									
3.2.4 ทำการทดสอบกระถางคอนกรีตจริง (มผช.602/2547)				→								
3.2.5 ทดสอบกระถางคอนกรีตกำลังรับแรงอัดและความชื้น					→							
3.2.6 การสรุปผล								→				



### 3.2.1 การเตรียมวัสดุดิบ

- 1) ฟักตบขวา เก็บจากแหล่งน้ำ นำมาผึ่งแดด สับและบดละเอียดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ก้านฟักตบขวา

- 2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 หินเกร็ด ททราย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 หินเกร็ด ททราย

- 3) น้ำสะอาด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 น้ำสะอาด

### 3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย

ลำดับ	อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย	ภาพประกอบ
1	ตะแกรงขนาด เบอร์ 4, 8, 16 มิลลิเมตร	
2	เครื่องปั่น เกรียงเหล็ก	
3	กะละมังผสมปูน	
4	เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด	
5	ชุดทดสอบความชื้นเหลวของคอนกรีต Slump Test	
6	แบบเก็บตัวอย่างคอนกรีต รูปทรงลูกบาศก์ทำตามมาตรฐาน มทช.(ท) 102-254	
7	เครื่องทดสอบความต้านการอัด (Compression Testing Machine)	
8	เครื่องอบอากาศ(Oven)	
9	เครื่อง Universal Testing Machine	
10	แบบหล่อกระถางคอนกรีต	

### 3.2.3 วิธีการทดลองหาส่วนผสม

การทดลองหาส่วนผสมของกระถางคอนกรีตผสมเส้นใยจากผักตบชวาบดละเอียด กำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินกรวด = 1:2:4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547 อิฐบล็อกประสาน ความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa. และ 7 MPa. โดยแบ่งส่วนผสมในการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มสูตร

1. Type A<sub>1</sub>- A<sub>5</sub> เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)
2. Type B<sub>1</sub>- B<sub>5</sub> แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)
3. Type C<sub>1</sub>- C<sub>5</sub> แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)
4. Type D<sub>1</sub>- D<sub>5</sub> แทนที่หินกรวดด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

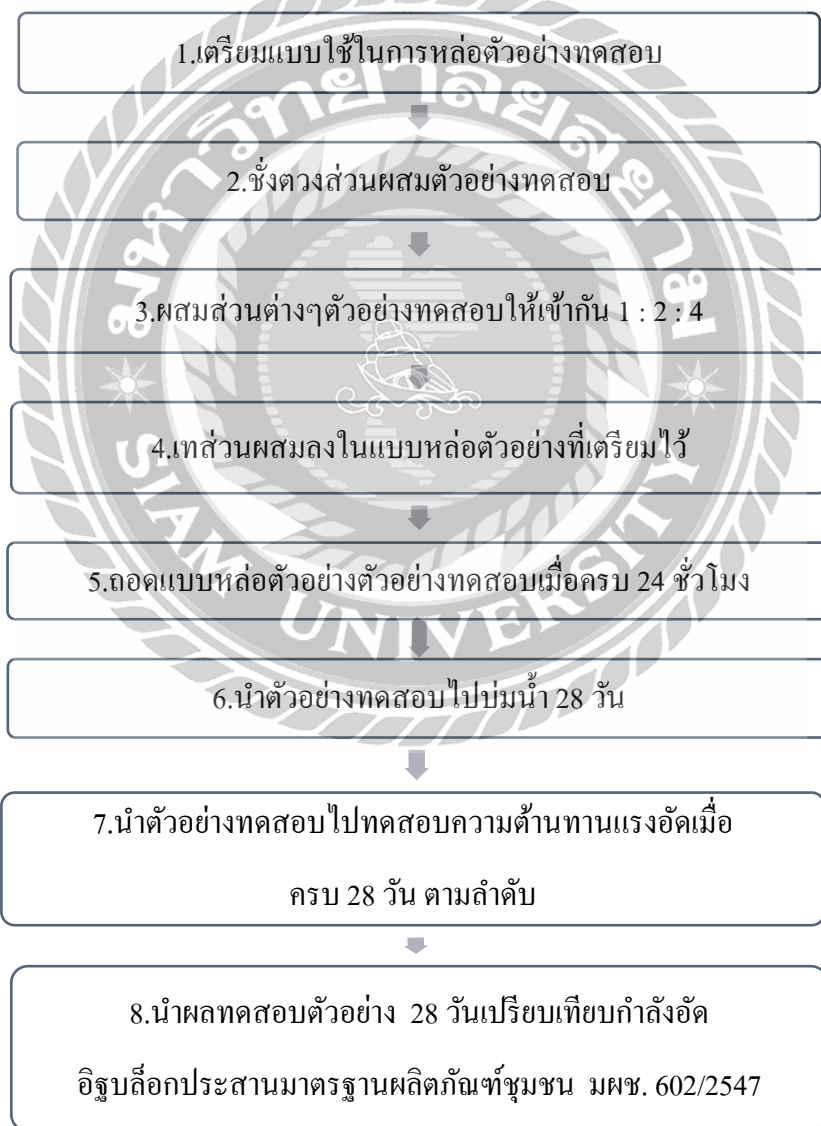
รวมสูตรในการทดลองทั้งหมด 20 สูตร ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีต รูปทรงลูกบาศก์ทำตามมาตรฐาน มทข.(ท) 102-254 ส่วนผสมโดยปริมาตรโดยใช้อัตราส่วนผสม ปูน:มวลรวมละเอียด : มวลรวมหยาบ เท่ากับ 1:2:4 ของน้ำหนัก ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 และค่ายุบตัว (Slump) ระหว่าง 5-10 มิลลิเมตร ขนาดทดลอง 15x15x15 ซม. สูตรละ 3 ก้อน เพื่อทำการทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	รายละเอียด	ส่วนผสม(กก.)			
		ปูน	ทราย	หิน	ผักตบชวา
Type A	ส่วนผสมต้นแบบ	1	2	4	0
เพิ่มเส้นใยผักตบชวา					
Type A <sub>1</sub>	ส่วนผสมต้นแบบเพิ่มเส้นใยผักตบชวา 0.020	1	2	4	0.020
Type A <sub>2</sub>	ส่วนผสมต้นแบบเพิ่มเส้นใยผักตบชวา 0.040	1	2	4	0.040
Type A <sub>3</sub>	ส่วนผสมต้นแบบเพิ่มเส้นใยผักตบชวา 0.060	1	2	4	0.060
Type A <sub>4</sub>	ส่วนผสมต้นแบบเพิ่มเส้นใยผักตบชวา 0.080	1	2	4	0.080
Type A <sub>5</sub>	ส่วนผสมต้นแบบเพิ่มเส้นใยผักตบชวา 0.100	1	2	5	0.100
แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา					
Type B <sub>1</sub>	แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.020	0.980	2	4	0.020
Type B <sub>2</sub>	แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.040	0.960	2	4	0.040
Type B <sub>3</sub>	แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.060	0.940	2	4	0.060
Type B <sub>4</sub>	แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.080	0.920	2	4	0.080
Type B <sub>5</sub>	แทนที่ปูนด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.100	0.900	2	4	0.100
แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา					
Type C <sub>1</sub>	แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.020	1	1.980	4	0.020
Type C <sub>2</sub>	แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.040	1	1.960	4	0.040
Type C <sub>3</sub>	แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.060	1	1.940	4	0.060
Type C <sub>4</sub>	แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.080	1	1.920	4	0.080
Type C <sub>5</sub>	แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.100	1	1.900	4	0.100
แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา					
Type D <sub>1</sub>	แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.020	1	2	3.980	0.020
Type D <sub>2</sub>	แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.040	1	2	3.960	0.040
Type D <sub>3</sub>	แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.060	1	2	3.940	0.060
Type D <sub>4</sub>	แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.080	1	2	3.920	0.080
Type D <sub>5</sub>	แทนที่หินด้วยเส้นใยผักตบชวา 0.100	1	2	3.900	0.100

### 3.2.4 วิธีการทดสอบกระถางคอนกรีตจริงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547

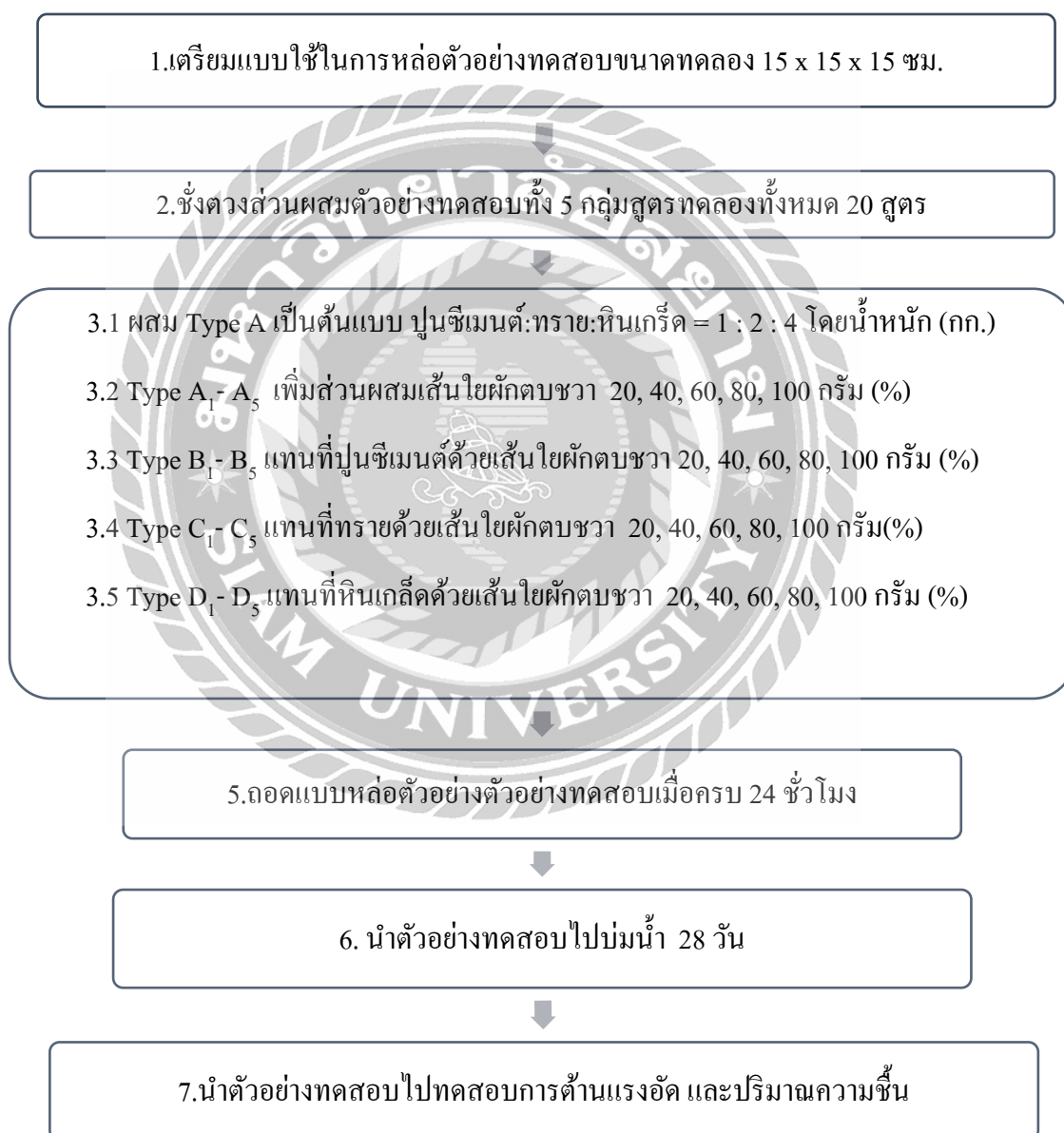
ในการทดลองหาส่วนผสมของกระถางคอนกรีตยังไม่ผสมเส้นใยจากผักตบชวา และได้กำหนดอัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2:4 โดยน้ำหนัก(กก.)เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 อิฐบล็อกประสาน ความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa. และ 7 MPa. โดยการนำตัวอย่างกระถางคอนกรีตจริงที่หล่อในห้องทดลองมาทำการทดสอบเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกประสานว่ามีความต้านทานแรงอัด ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 หรือไม่ และเก็บค่าทดสอบที่ไปเทียบกับกระถางคอนกรีตยังผสมเส้นใยจากผักตบชวาดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ผังขั้นตอนการทดสอบกระถางคอนกรีตจริงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547

### 3.2.5 วิธีการเตรียมตัวอย่างทดสอบกระดางคอนกรีตกำลังรับแรงอัดและความชื้น

ทำการทดลองหาส่วนผสมของกระดางคอนกรีตผสมเส้นใยจากผักตบชวาโดยแบ่งส่วนผสมในการทดลองออกเป็น 5 กลุ่มสูตร รวมสูตรในการทดลองทั้งหมด 20 สูตร ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ ขนาดทดลอง 15x15x15 ซม. สูตรละ 3 ก้อน เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วัน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ผังแสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบกระดางคอนกรีตกำลังอัดและความชื้น

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการใช้การประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาชุมชนจาก ผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตามกระบวนการวิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research) โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบและวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ศึกษาโดยทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิศวกรรมเบื้องต้นและมีการทดสอบหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดระหว่างเส้นใยคอนกรีตต่อคอนกรีตโดยน้ำหนัก สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัดแล้วเพื่อนำส่วนผสมที่ดีที่สุดไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไปผลการศึกษาวิจัยมีดังนี้

#### 4.1 ผลวิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research)

4.1.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต

##### 1) เข้าใจปัญหา เข้าถึงผู้คนและพื้นที่ (Empathize)

ผู้วิจัยมีหน้าที่รับผิดชอบในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ให้สอดคล้องกับภารกิจตามหลักยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนตามหลักธรรมาภิบาล โดยมีพันธกิจ คือ เปิดโอกาสให้ประชาชนได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมืองเป่าประสงค์ เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในทุกระดับมีขั้นตอนดำเนินงานเริ่มจากการทำความเข้าใจกับปัญหาให้ถ่องแท้ในทุกมุมมองแก้ปัญหา เข้าใจในสิ่งที่ประชาชนในพื้นที่ต้องการแก้ไขหลังจากนั้นยึดแนวคิดของประชาชนในพื้นที่เป็นศูนย์กลางในการแก้ปัญหาเพื่อหาหนทางที่เหมาะสมและดีที่สุด การเข้าใจคำถามอาจเริ่มตั้งด้วยการตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน กระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ที่ดี วิเคราะห์ปัญหาให้ถ่วงถึ เพื่อหาแนวทางที่ชัดเจนและเข้าใจในปัญหาอย่างลึกซึ้งถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ตรงประเด็นและได้ผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยมคือ การลงพื้นที่ชุมชนพบปัญหาที่เกิดขึ้นของชุมชน จึงทำการศึกษาและแก้ปัญหาของชุมชน เดินสำรวจพื้นที่ สอบถาม วิเคราะห์สถิติข้อร้องเรียนและความต้องการของปัญหาในชุมชนเพื่อรวบรวมปัญหาต่างๆดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การลงพื้นที่ชุมชน

พบปัญหาของประชาชนในชุมชนมีความต้องการให้เทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ให้ความสำคัญแก้ไขมากที่สุด คือ ปัญหาของผักตบชวาที่มีปริมาณมากในพื้นที่ซึ่งส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนในชุมชน ดังนี้

1. ผักตบชวากีดขวางทางเดินน้ำส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังระบายน้ำไม่ทัน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปัญหาน้ำท่วมขัง



## 2. ผักตบชวาส่งผลให้น้ำเน่าเสียในชุมชน ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ปัญหา น้ำเน่าเสีย

## 3. เทศบาลสูญเสียงบประมาณในการจัดซื้อพาหนะ ค่าบำรุงรักษา ค่าน้ำมัน และกำลังบุคลากร ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ปัญหาเทศบาลสูญเสียงบประมาณ

ปัญหาผักตบชวาถือเป็นปัญหาของทุกท้องถิ่น เรียกว่าเป็นปัญหาระดับประเทศก็ว่าได้ คณะผู้บริหารเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ นำโดยนางประนอม แซ่ลี นายกเทศมนตรีตำบลบางเสาธง ได้มีความกังวลเกี่ยวกับปัญหาของผักตบชวาเป็นอย่างมาก การกำจัดผักตบชวาของเทศบาลตำบลบางเสาธงในความเป็นจริงแล้ว เป็นภาระหน้าที่หลักของกรมชลประทานซึ่งมีงบประมาณและเจ้าหน้าที่น้อยไม่สามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึงแต่ทั้งนี้ นายกเทศมนตรีตำบลบางเสาธง ถือว่าปัญหาผักตบชวาเป็นเรื่องที่ต้องร่วมกันแก้ปัญหาเพราะ

ประชาชนในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อนในช่วงปีที่ผ่านมาเทศบาลตำบลบางเสาธงได้ใช้งบประมาณในการแก้ปัญหาหลายแสนบาทดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 งบประมาณค่าใช้จ่ายปีงบประมาณ 2562 ในการกำจัดผักตบชวาของเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ

ปีงบประมาณ	ปริมาณผักตบชวาที่กำจัดได้ (กิโลกรัม)	ปริมาณผักตบชวาที่นำไปใช้ประโยชน์ (กิโลกรัม)	งบประมาณค่าใช้จ่าย(บาท)
2562	6,324.75	0.00	461,915.00

ที่มา: <http://waste.dla.go.th> สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2563

ปริมาณผักตบชวาก็ยังคงไหลตามน้ำมาเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีนโยบายในการกำจัดผักตบชวาเป็นการถาวรในทุกๆปี จึงมอบหมายให้ ปลัดเทศบาลรับนโยบายการกำจัดผักตบชวาและวางแผนในการทำงานโดยเริ่มจากออกสำรวจสภาพปัญหาจากการตรวจสอบพื้นที่จริง โดยมีคณะผู้บริหาร ปลัดเทศบาลหัวหน้าส่วนราชการ ช่วยกันดูแลกำกับอย่างใกล้ชิดทุกวัน ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบดูแลด้านสิ่งแวดล้อมจึงมีแนวความคิดนำความรู้ที่ได้ศึกษามาปรับใช้กับงานประจำที่ทำอยู่ทุกวัน นำนวัตกรรมใหม่มาต่อยอดกระบวนการคิดเชิงออกแบบโดยมีแนวความคิดต้องการของประชาชนในชุมชน สามารถนำผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้คอนกรีตไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง และส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาในการกำจัดผักตบชวาอย่างยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้ทำเป็นภารกิจประจำเพื่อแก้ไขปัญหาผักตบชวาในพื้นที่ ดังต่อไปนี้

1) เทศบาลจัดเก็บเอง โดยระดมเจ้าหน้าที่จากกองต่างๆ นำโดย กองช่างสุขาภิบาล กองช่างกองการประปา กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ช่วยกันดูแลการจัดเก็บผักตบทั้งหมด โดยมีคณะผู้บริหาร ปลัดเทศบาล หัวหน้าส่วนราชการ ช่วยกันดูแลกำกับอย่างใกล้ชิดทุกวันดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 คณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่เทศบาลร่วมกันเก็บผักตบชวา

2) ประธานองค์กรภาคเอกชนเข้าร่วมดำเนินงานจิตอาสา ชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการกำจัดผักตบชวาในพื้นที่ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 คนในชุมชนเทศบาลเข้ามามีส่วนร่วมในการกำจัดผักตบชวา

3) จัดโครงการจิตอาสาพัฒนาบางเสาธง เชิญชวนหน่วยงาน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน ชุมชน ทหาร ตำรวจ ร่วมพัฒนาคลองชลประทานในเขตพื้นที่ของตนเอง โดยมีเป้าหมายคือ สร้างจิตสำนึก การรักชุมชนในแก่ประชาชนในเขตพื้นที่ มีการทำบันทึกข้อตกลงในการแก้ไขปัญหาผักตบชวา ระหว่างเทศบาลตำบลบางเสาธง กับหน่วยงาน ภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน เพื่อสร้างความร่วมมือกับทุกภาคส่วน ในการแก้ปัญหาผักตบชวาอย่างเต็มประสิทธิภาพดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ร่วมมือกับทุกภาคส่วนในการกำจัดผักตบชวา

4) ประสานงานบริษัทผู้รับจ้างในการขอเครื่องจักรมาช่วยในขั้นตอนการทำงานในจุดต่างๆ  
 ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 เครื่องจักรกำลังทำงานในจุดพื้นที่กำจัดผักตบชวา

## 2) ระบุความต้องการ (Define)

เมื่อทราบข้อมูลปัญหาที่ชัดเจน ตลอดจนวิเคราะห์ห้อย่างรอบด้านแล้วให้นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง กำหนดหรือบ่งชี้ปัญหาอย่างชัดเจน เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติการต่อไป รวมถึงมีแก่นยึดในการแก้ไขปัญหาอย่างมีทิศทาง คือการนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาหาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน เพื่อคิดและวิเคราะห์สาเหตุและหาแนวทางการแก้ไขให้เป็นระบบมีการจัดประชุมกลุ่มย่อยของเจ้าหน้าที่ ตัวแทนชุมชน พร้อมทั้งการระดมความคิดแบบเขียน เพื่อคัดเลือกรูปแบบและระบุความต้องการดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 จัดประชุมกลุ่มย่อยของชุมชน

### 3) หาทางแก้ไขปัญหา (Ideate)

การนำเสนอแนวความคิดตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหามีรูปแบบต่างๆ อย่างไม่มีกรอบจำกัด ควรระดมความคิดในหลากหลายมุมมองหลากหลายวิธีการ ออกมาให้มากที่สุด เพื่อที่จะเป็นฐานข้อมูลในการที่เราจะนำไปประเมินผลเพื่อสรุปเป็นความคิดที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเกิดจากความคิดเดียว หรือเลือกความคิดเดียว แต่เป็นการผสมผสานหลากหลายความคิดให้ออกมาเป็นแนวทางสุดท้ายที่ชัดเจนก็ได้ การระดมความคิดนี้ยังช่วยให้เรามองปัญหาได้อย่างรอบด้านและละเอียดขึ้นด้วย รวมถึงหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบได้ด้วยเช่นกันคือ การนำความคิดวิถิจากชุมชน มาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยสร้างนวัตกรรมขึ้นมาใหม่ระดมความคิดแบบเขียน เพื่อหาหนทางในการแก้ปัญหาดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 หาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน

#### 4) พัฒนาต้นแบบ (Prototype)

หากเป็นเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมขั้น Prototype นี้ก็คือการสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบจริงก่อนที่จะนำไปผลิตจริง สำหรับในด้านอื่นๆ ขั้นนี้ก็คือการลงมือปฏิบัติหรือทดลองทำจริงตามแนวทางที่ได้เลือกแล้ว ตลอดจนสร้างต้นแบบของปฏิบัติการที่เราต้องการจะนำไปใช้จริง คือ การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์การพัฒนารูปแบบเพื่อเป็นต้นแบบให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชน เมื่อได้วิธีการแก้ปัญหาที่พัฒนาต้นแบบเพื่อเตรียมแผนและแนวทางใช้จริงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 พัฒนาต้นแบบ (Prototype)

ที่มา: <https://www.baanlaesuan.com/50614/ideas/pot/2> สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2563

#### 5) ทดสอบ (Test)

ทดลองนำต้นแบบหรือข้อสรุปที่จะนำไปใช้จริงมาปฏิบัติก่อน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินผล เสร็จแล้วก็นำเอาปัญหาหรือข้อดีข้อเสียที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงคือ การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์นำมาสู่การทดลองใช้งานเองพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ยั่งยืนเมื่อพัฒนาต้นแบบแล้วก็นำไปใช้แล้วคุณตอบสนองดังรูปที่ 4.12






รูปที่ 4.12 การทดลองใช้งานเองพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ยั่งยืน

ที่มา: <https://www.pstconcrete.com/th/articles/สืบค้นเมื่อ> 22 กุมภาพันธ์ 2563

4.1.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชน จากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีตดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การนำแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มาใช้ในการดำเนินการวิจัย

กระบวนการ คิดเชิงออกแบบ	ผู้รับผิดชอบ	ภารกิจ	เครื่องมือ	ภาพประกอบ
เข้าใจปัญหา เข้าถึงผู้คนและ พื้นที่ (Empathize)	เทศบาล/ เจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้อง	-วิเคราะห์ข้อมูลจากสถิติ ข้อร้องเรียนของ ประชาชน  -การลงพื้นที่สำรวจ ปัญหา  -การสัมภาษณ์รวบรวม ปัญหาต่างๆ	- การบันทึก ภาคสนาม  -การสังเกต การสอบถาม  - เทคนิค การสัมภาษณ์	  
ระบุความ ต้องการ (Define)	ผู้นำชุมชน	-จัดประชุมกลุ่มย่อย เจ้าหน้าที่/ตัวแทนชุมชน พร้อมทั้งระดมความคิด คัดเลือกปัญหา/ ความ ต้องการ	- ปัญหาต้อง ชัดเจนและ จัดเรียงลำดับ	 

ตารางที่ 4.2 การนำแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มาใช้ในการดำเนินการวิจัย (ต่อ)				
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	ผู้รับผิดชอบ	ภารกิจ	เครื่องมือ	ภาพประกอบ
หาแนวทางแก้ไข (Ideate)	จัดทำโครงการจิตอาสาพัฒนา	- ระดมความคิดและความร่วมมือ - มองเห็นปัญหาไปจนถึงขั้นตอนการสรุป	- มีเป้าหมายอย่างเดียวกัน	
พัฒนาต้นแบบ (Prototype)	ผู้รับเหมา/ประชาชนผู้สนใจ/ผู้วิจัย	- ลงมือปฏิบัติหรือทดลองทำจริง	- พัฒนาต้นแบบให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชน	
ทดสอบ (Test)	ผู้วิจัย	- ทดสอบปรับปรุงคุณภาพผลตอบสนองเพื่อให้ใช้งานได้จริง	- พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ยั่งยืน	



## 4.2 วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

### 4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดกระดางต้นไม้อ่อนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวา

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองหาส่วนผสมกระดางคอนกรีตผสมเส้นใยจากผักตบชวา บดละเอียดกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2:4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 602/2547 มีค่าการรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่ค่าความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล(MPa) และ 7 เมกะพาสคัล(MPa) โดยแบ่งส่วนผสมในการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มสูตรดังนี้

1) Type A1- A5 เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

Type A<sub>1</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด =1:2:4 + เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 20 กรัม

Type A<sub>2</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด =1:2:4 + เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 40 กรัม

Type A<sub>3</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด =1:2:4 + เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 60 กรัม

Type A<sub>4</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด =1:2:4 + เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 80 กรัม

Type A<sub>5</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด =1:2:4 + เพิ่มส่วนผสมเส้นใยผักตบชวา 100 กรัม

2) Type B<sub>1</sub>- Type B<sub>5</sub> แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

Type B<sub>1</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 0.980:2:4 + แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 20 กรัม

Type B<sub>2</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 0.960:2:4 + แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 40 กรัม

Type B<sub>3</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 0.940:2:4 + แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 60 กรัม

Type B<sub>4</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 0.920:2:4 + แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 80 กรัม

Type B<sub>5</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 0.940:2:4 + แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยผักตบชวา 100 กรัม

3) Type C<sub>1</sub>- Type C<sub>5</sub> แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

Type C<sub>1</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:1.980:4 + แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 20 กรัม

Type C<sub>2</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:1.960:4 + แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 40 กรัม

Type C<sub>3</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:1.940:4 + แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 60 กรัม

Type C<sub>4</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:1.920:4 + แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 80 กรัม

Type C<sub>5</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:1.900:4 + แทนที่ทรายด้วยเส้นใยผักตบชวา 100 กรัม

4) Type D<sub>1</sub> - Type D<sub>5</sub> แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

Type D<sub>1</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:2:3.980 + แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 20 กรัม

Type D<sub>2</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:2:3.960 + แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 40 กรัม

Type D<sub>3</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:2:3.940 + แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 60 กรัม

Type D<sub>4</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:2:3.920 + แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 80 กรัม

Type D<sub>5</sub> มีส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1:2:3.900 + แทนที่หินเกล็ดด้วยเส้นใยผักตบชวา 100 กรัม

รวมสูตรในการทดลอง 4 กลุ่ม 20 สูตร ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีต รูปทรงลูกบาศก์ทำตามมาตรฐานมทข.(ท) 102-254 ส่วนผสมโดยปริมาตร โดยใช้อัตราส่วนผสม ปูน:มวลรวมละเอียด : มวลรวมหยาบ เท่ากับ 1:2:4 ของน้ำหนักค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 และค่ายุบตัว (Slump) ระหว่าง 5-10 มิลลิเมตร ขนาดทดลอง 15x15x15 ซม. สูตรละ 3 ก้อน เพื่อทำการทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันผลการทดลองปรากฏดังนี้

#### 4.2.1.1 ผลทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดของ Type A<sub>1</sub>- A<sub>5</sub> เพิ่มส่วนผสมเส้นใย ผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

โดยกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด = 1 : 2 : 4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 602/2547 อิฐบล็อกประสานความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa และ 7 MPa เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบสูตร Type A<sub>1</sub> - A<sub>5</sub>

สูตร Type A	ความต้านแรงอัด (MPa)			
	แต่ละก้อน (>7.0 MPa)			เฉลี่ย 3 ก้อน (>7.0 MPa)
	ตัวอย่าง1	ตัวอย่าง2	ตัวอย่าง3	
Type A <sub>1</sub>	15.65	14.75	14.84	15.08
Type A <sub>2</sub>	14.35	14.34	14.12	14.27
Type A <sub>3</sub>	13.32	14.21	13.14	13.56
Type A <sub>4</sub>	12.35	12.75	12.83	12.64
Type A <sub>5</sub>	11.37	11.25	11.02	11.21

ผลการวิเคราะห์การทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันสูตร Type A<sub>1</sub> - A<sub>5</sub> พบว่า

1. Type A<sub>1</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 15.65 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.75 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 14.84 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 15.08 MPa

2. Type A<sub>2</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 14.35 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.34 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 14.12 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 14.27 MPa

3. Type A<sub>3</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 13.32 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.21 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 13.14 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 13.56 MPa

4. Type A<sub>4</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 12.35 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 12.75 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 12.83 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 12.64 MPa

5. Type A<sub>5</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 11.37 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 11.25 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 11.02 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 11.21 MPa

4.2.1.2 ผลทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดของ Type B<sub>1</sub>- B<sub>5</sub> แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใย ผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

โดยกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2:4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 602/2547 อิฐบล็อกประสานความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa และ 7 MPa เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วัน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบสูตร Type B

สูตร Type B	ความต้านแรงอัด (MPa)			
	แต่ละก้อน (> 7.0 MPa)			เฉลี่ย 3 ก้อน (>7.0 MPa)
	1	2	3	
Type B <sub>1</sub>	12.55	12.45	12.84	12.61
Type B <sub>2</sub>	11.77	11.75	10.98	11.50
Type B <sub>3</sub>	10.77	10.45	10.02	10.41
Type B <sub>4</sub>	9.48	9.46	9.38	9.44
Type B <sub>5</sub>	8.87	7.98	7.97	8.27

ผลการวิเคราะห์การทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันสูตร Type B<sub>1</sub>- B<sub>5</sub>พบว่า

1. Type B<sub>1</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 12.55 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 12.45 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 12.84 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 12.61 MPa

2. Type B<sub>2</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 11.7 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 11.75 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.98 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 11.50 MPa

3. Type B<sub>3</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 10.77 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 10.45 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.02 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 10.41 MPa

4. Type B<sub>4</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 9.48 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 9.46 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 9.38 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 9.44 MPa

5. Type B<sub>5</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 8.87 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 7.98 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 7.97 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 8.27 MPa

#### 4.2.1.3 ผลทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดของ Type C<sub>1</sub>- C<sub>5</sub> แทนที่ทรายด้วยเส้นใย ผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

โดยกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2:4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 602/2547 อิฐบล็อกประสานความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa และ 7 MPa เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบสูตร Type C

สูตร Type C	ความต้านแรงอัด (MPa)			
	แต่ละก้อน (> 7.0 MPa)			เฉลี่ย 3 ก้อน (>7.0 MPa)
	1	2	3	
Type C <sub>1</sub>	14.25	14.54	14.52	14.44
Type C <sub>2</sub>	13.36	14.31	13.24	13.64
Type C <sub>3</sub>	12.75	12.45	12.64	12.61
Type C <sub>4</sub>	11.17	11.25	10.98	11.13
Type C <sub>5</sub>	9.28	9.36	9.58	9.41

ผลการวิเคราะห์การทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันสูตร Type C<sub>1</sub>- C<sub>5</sub> พบว่า

1. Type C<sub>1</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 14.25 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.54 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 14.52 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 14.44 MPa

2. Type C<sub>2</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 13.36 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.31 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 13.24 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 13.64 MPa

3. Type C<sub>3</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 12.75 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 12.45 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 12.64 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 12.61 MPa

4. Type C<sub>4</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 11.17 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 11.25 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.98 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 11.13 MPa

5. Type C<sub>5</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 9.28 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 9.36 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 9.58 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 9.41 MPa

4.2.1.4 ผลทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดของ Type D<sub>1</sub>- D<sub>5</sub> แทนที่หินเกร็ดด้วยเส้นใย ผักตบชวา 20, 40, 60, 80, 100 กรัม (%)

โดยกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2 :4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602/2547 อธิปไตยก่อสร้างความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa และ 7 MPa เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบสูตร Type D

สูตร Type D	ความต้านแรงอัด (MPa)			
	แต่ละก้อน (> 7.0 MPa)			เฉลี่ย 3 ก้อน
	1	2	3	(>7.0 MPa)
Type D <sub>1</sub>	14.59	14.58	14.79	14.65
Type D <sub>2</sub>	13.39	14.47	13.45	13.77
Type D <sub>3</sub>	12.95	12.84	12.74	12.84
Type D <sub>4</sub>	11.97	11.87	10.75	11.53
Type D <sub>5</sub>	9.98	10.02	10.41	10.14

ผลการวิเคราะห์การทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28 วันสูตร Type D<sub>1</sub>- D<sub>5</sub>พบว่า

1. Type D<sub>1</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 14.59 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.58 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 14.79 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 14.65 MPa

2. Type D<sub>2</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 13.39 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 14.47 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 14.45 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 13.77 MPa

3. Type D<sub>3</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 12.95 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 12.84 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 12.74 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 12.84 MPa

4. Type D<sub>4</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 11.97 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 11.87 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.75 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 11.53 MPa

5. Type D<sub>5</sub> ค่าความต้านแรงอัด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 9.98 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 10.02 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.41 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างเท่ากับ 10.14 MPa

สรุปได้ว่า ผักตบชวานั้นเป็นวัสดุที่สามารถนำไปผสมกับส่วนผสมของกระถางคอนกรีตได้โดยจะทำให้น้ำหนักของกระถางคอนกรีตลดลง แต่จะมีผลทำให้ความต้านแรงอัดนั้นลดลงและปริมาณความชื้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งคอนกรีตบล็อกทั้ง 20 สูตรใช้เกณฑ์ผ่านการทดสอบความต้านแรงอัดและปริมาณความชื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 อิฐบล็อกประสานความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 MPa และ 7 MPa



#### 4.2.1.5 การทดสอบหาค่าเฉลี่ยต้านแรงอัดต่ำสุดของทั้ง 4 Type

ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ทำตามมาตรฐาน มทข.(ท)102- 254 ส่วนผสมโดยปริมาตรโดยใช้อัตราส่วนผสมปูน:มวลรวมละเอียด:มวลรวมหยาบเท่ากับ 1:2:4 ของน้ำหนักทดลอง 15x15x15 ซม.สุตรละ3ก้อน เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดเมื่อครบ 28วันดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยต้านแรงอัดต่ำสุดทั้ง 4 Type

4 Type	ความต้านแรงอัด (MPa)			
	แต่ละก้อน (> 7.0 MPa)			เฉลี่ย 3 ก้อน (>7.0 MPa)
	1	2	3	
Type A	11.37	11.25	11.02	11.21
Type B	8.87	7.98	7.97	8.27
Type C	9.28	9.36	9.58	9.41
Type D	9.98	10.02	10.41	10.14

ผลการวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยต้านแรงอัดต่ำสุดทั้ง 4 Type

1.Type A ค่าความต้านแรงอัดต่ำสุด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 11.37 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 11.25 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 11.02 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง เท่ากับ 11.21 MPa

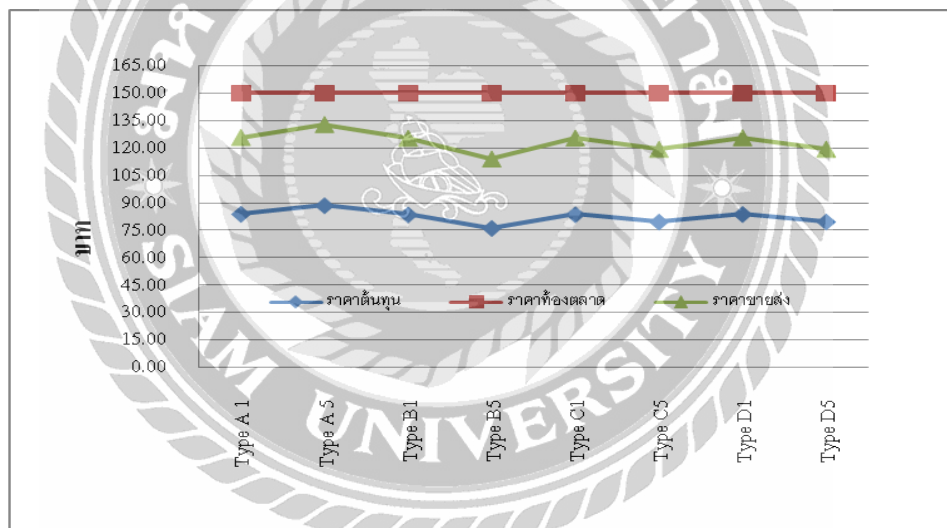
2. Type B ค่าความต้านแรงอัดต่ำสุด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 8.87 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 7.98 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 7.97 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง เท่ากับ 8.27 MPa

3. Type C ค่าความต้านแรงอัดต่ำสุด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 9.28 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 9.36 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 9.58 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง เท่ากับ 9.41 MPa

4. Type D ค่าความต้านแรงอัดต่ำสุด (MPa) ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 9.98 MPa ตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 10.02 MPa และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 10.41 MPa ส่วนค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง เท่ากับ 10.14 MPa

#### 4.2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระถางคอนกรีต

การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต การคำนวณหาราคาต้นทุนการผลิตกระถางคอนกรีตจาก ผักตบชวา โดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1, ทราย, หินและผักตบชวา บดละเอียด โดยคิดราคาต้นทุนจากสูตรที่ทำการทดลองทั้ง 20 สูตร เพื่อเปรียบเทียบราคากับสูตรที่ไม่ได้ใส่ผักตบชวา และราคาต้นทุนจะคิดจากน้ำหนักวัสดุที่นำมาผลิต ผลิตกระถางคอนกรีตต่อ ชิ้นงานกระถาง ราคาต้นทุนการผลิตผักตบชวาไม่มีต้นทุนเป็นวัสดุเหลือใช้ ราคาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 ถู 150 บาทคิดเป็นกิโลกรัมละ 3.00 บาท ราคาทรายหยาบ 1 ตัน 460 บาท คิดเป็นกิโลกรัม ละ 0.46 บาท ราคาหินเบอร์ 1 จำนวน 1 ตัน 554 บาท คิดเป็นกิโลกรัมละ 0.55 บาท (ราคาจาก กระทรวงพาณิชย์ประจำเดือนมกราคม พ.ศ.2562) ราคาค่าแรงงานต่อชิ้นงาน 30 บาท ค่าแรงงานขั้นต่ำในจังหวัดสมุทรปราการ ปี 2562 = 325 บาท ดังแผนภูมิที่ 4.1



แผนภูมิที่ 4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระถางคอนกรีต

จากการทดสอบคุณสมบัติของกระถางคอนกรีต ทั้ง 20 สูตร ทำให้ได้สูตรที่มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.602/2547 และประหยัดที่สุดคือ Type B<sub>5</sub> มีราคาต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 75.99 บาท ซึ่งถูกกว่าราคาขายส่งและกระถางคอนกรีตตามท้องตลาดราคาประมาณ 130-150 บาท จากการ เปรียบเทียบราคาทำให้พบว่ากระถางคอนกรีตจากผักตบชวามีราคาถูกกว่ากระถางคอนกรีตในท้องตลาดทั่วไปประมาณ 50-58 % ทำให้ลดต้นทุนในการผลิตสามารถเป็นทางเลือกสร้างรายได้ให้กับชุมชนได้ดังรูปที่ 4.13



ราคาขายส่งและกระถางคอนกรีต  
ราคาประมาณใบละ 130 – 150 บาท

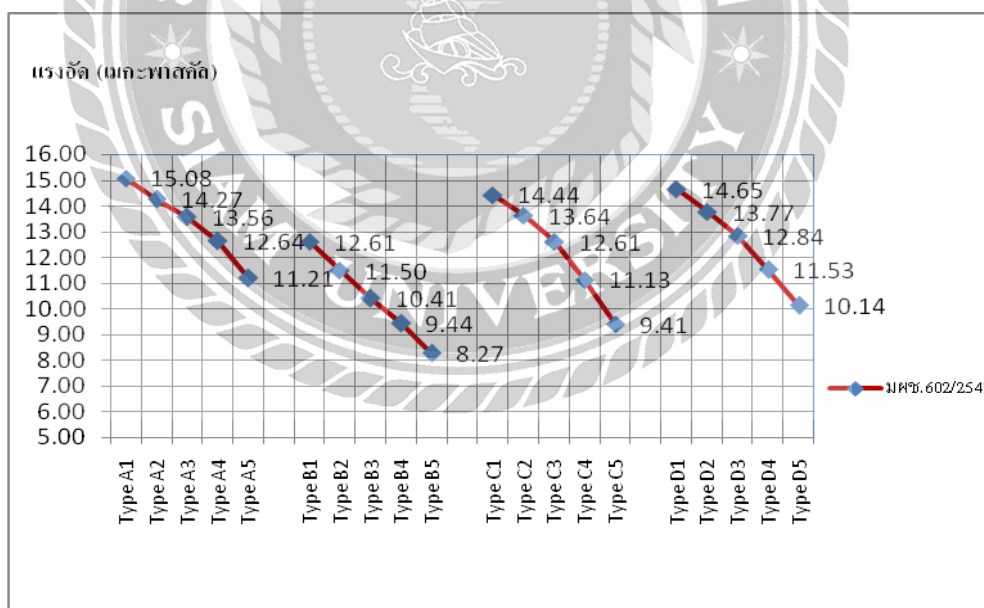
กระถางคอนกรีตจากผักตบชวา สูตร Type B<sub>5</sub>  
มีราคาต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 75.99 บาท ถูกกว่า  
ท้องตลาดทั่วไปประมาณ 50-58 %

รูปที่ 4.13 ภาพประกอบการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตกระถางคอนกรีต

#### 4.2.3 ผลวิเคราะห์ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร

จากกราฟแสดงค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร พบว่าการใส่ผักตบชวาเข้าไป ในส่วนผสมคอนกรีตถือจะแปรผกผันกับค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต โดยการใส่ผักตบชวาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตนั้นลดลงตามลำดับ และค่าความต้านแรงอัดของทั้ง 4 กลุ่มสูตรจะลดลงเมื่อใส่ผักตบชวาเพิ่มขึ้นเหมือนกัน แต่ทุกสูตรนั้นผ่านค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.602/2547 ทั้งความต้านแรงอัดเฉลี่ย 3 ก้อน และความต้านแรงอัดแต่ละก้อนสามารถนำไปส่วนผสมของกระถางคอนกรีตได้

ตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร พบว่าการใส่ผักตบชวาเข้าไปในส่วนผสมคอนกรีต Type B จะแปรผกผันกับค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต โดยการใส่ผักตบชวาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตนั้นลดลงตามลำดับ และค่าความต้านแรงอัดของทั้ง 4 กลุ่มสูตร จะลดลงเมื่อใส่ผักตบชวาเพิ่มขึ้นเหมือนกัน แต่ทุกสูตรนั้นผ่านค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 602/2547 สามารถผลิตขายได้ทั้ง 20 สูตร แต่จะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับราคาของวัสดุที่แตกต่างกันดังแผนภูมิที่ 4.2



แผนภูมิที่ 4.2 ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทั้ง 20 สูตร

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้กระบวนการ การคิดเชิงออกแบบในการแก้ปัญหาชุมชนจากผักตบชวาโดยนำมาทำกระถางต้นไม้คอนกรีต” มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดเชิงออกแบบเพื่อแก้ปัญหาผักตบชวาที่มีปริมาณมากในพื้นที่ ให้นำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนเพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางการแก้ไขปัญหของชุมชนอย่างยั่งยืน

#### 5.1สรุปผลวิจัยเชิงการปฏิบัติ (Action Research)

การศึกษาวิจัยนี้มีการประยุกต์ใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการแก้ปัญหาของชุมชนเทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ โดยยึด “คน” เน้นแนวคิดการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน โดยคนในชุมชนมีส่วนร่วมเริ่มแนวคิดแสดงความคิดเห็น ระดมสมองวิเคราะห์หาแนวทาง หาบทสรุปแนวทางแก้ไขปัญหา พบว่าปัญหาในชุมชนที่คนในพื้นที่ต้องการให้แก้ไขด่วนที่สุด คือ ปัญหาผักตบชวาซึ่งเป็นวัชพืชเหลือทิ้งนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีแนวคิดการทำกระถางต้นไม้คอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวา เนื่องจากจำนวนผักตบชวาที่มีปริมาณมากในพื้นที่ชุมชน ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิต อาทิ ปัญหาน้ำเน่าเสีย น้ำท่วมระบายไม่ทันเมื่อฝนตกเนื่องจากผักตบชวาคิดขวางทางเดินน้ำ และการสูญเสียงบประมาณของภาครัฐจำนวนมากในแต่ละปี ซึ่งกระบวนการคิดเชิงออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้คอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาช่วยสร้างการเรียนรู้ของคนในชุมชนและพัฒนาทักษะต่างๆ ตลอดจนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผ่านการลงมือทดลองปฏิบัติจริงและสามารถนำมาใช้งานได้จริงช่วยเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุนการผลิต ก่อให้เกิดรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ของชุมชนเองเป็นตัวอย่างแนวทางการแก้ไขปัญหของชุมชนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมช่วยแก้ปัญหาสังคมอย่างยั่งยืนดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ภาพประกอบแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบต่อยอดจากต้นแบบในรูปแบบต่างๆ

## 5.2 สรุปผลวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

จากผลการศึกษาระดับต้นไม้อ่อนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาบดละเอียด ซึ่งกำหนดให้ส่วนผสม Type A เป็นส่วนผสมต้นแบบ ปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด=1:2:4 โดยน้ำหนัก (กก.) เพื่อนำมาทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547 มีค่าการรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่ค่าความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล (MPa) และ 7 เมกะพาสคัล (MPa) โดยแบ่งส่วนผสมในการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม 20 สูตรซึ่งมีการดัดแปลงแทนที่วัสดุต่างๆ ด้วยผักตบชวา สรุปผลได้ดังนี้

1) ผักตบชวาเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำไปผสมกับส่วนผสมของกระถางคอนกรีตได้ มีผลทำให้กระถางคอนกรีตมีน้ำหนักเบา มีปริมาณความชื้นเพิ่มสูงขึ้น และค่าความต้านทานแรงอัดของกระถางไม่ลดลงอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานทั้งหมด 20 สูตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547 ซึ่งส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์กระถางคอนกรีตในด้านการตลาด น้ำหนักของกระถางลดลงทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายขนส่งและประหยัดแรงงาน

2) ผักตบชวานั้นเป็นวัสดุผสมที่สามารถช่วยลดการนำความร้อนของกระถางคอนกรีตได้ เนื่องจากผักตบชวามีค่าการนำความร้อนต่ำ เมื่อนำมาผสมกับส่วนผสมกระถางคอนกรีตจะทำให้เกิดการกระจายตัวไปทั่วกระถางคอนกรีต ทำให้ความร้อนที่ผิวกระถางคอนกรีตไม่ส่งผลกระทบต่อต้นไม้อ

3) ราคาต้นทุนในการผลิตกระถางคอนกรีตจากผักชวา มีราคาต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 75.99 บาท ซึ่งถูกกว่าราคาขายส่งและกระถางคอนกรีตตามท้องตลาดราคาประมาณใบละ 130-150 บาท ถูกกว่ากระถางคอนกรีตในท้องตลาดทั่วไปประมาณ 54-74 บาท หรือประมาณ 50-58 % ซึ่งผลของงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อลดต้นทุนการผลิตและสร้างรายได้จากการนำวัสดุเหลือใช้ไม่เป็นประโยชน์ทำให้มีคุณค่าของชิ้นงานและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ในอนาคต

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่โดยภารกิจแล้วต้องรับภาระมากมายจากการถ่ายโอนอำนาจจากกระทรวง กรม และจังหวัด ภายใต้ภารกิจที่มีอยู่เป็นจำนวนมากถือเป็นข้อจำกัดอีกประการที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องเผชิญ และเตรียมความพร้อมอยู่เสมอสำหรับภารกิจใหม่ที่มีความท้าทาย ดังนั้นการสร้างร่วมมือจากประชาชนในพื้นที่ที่จะถือเป็นรากฐานที่เข้มแข็งที่ท้องถิ่นจะสามารถก้าวข้ามปัญหาไปพร้อมๆ กับกลไกการมีส่วนร่วมของประชาชนจากรากฐานชุมชนที่มีความเข้มแข็งและประชาชนมีความเป็นพลเมืองที่พร้อมสำหรับการร่วมมือร่วมใจในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่อย่างกระตือรือร้น เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถดำเนินการกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเกิดความยั่งยืนในเชิงพื้นที่ต่อไป

2) การศึกษาวิจัยครั้งถัดไปควรมีการควรวินิจฉัยวัสดุอื่นๆ มาใช้ในการทดลอง เช่น ฟางข้าว ฐี่เลี้ยง แกลบ เปลือกข้าวโพด หรือวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่น

3) ควรรนำตัวอย่างไปทดสอบการบ่มน้ำที่ 7 วัน, 14 วัน และ 21 วัน แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบการต้านแรงอัด และปริมาณความชื้น เพื่อเป็นการลดระยะเวลา ลดขั้นตอน ลดต้นทุนการผลิตที่คุ้มค่าที่สุด เหมาะสมกับการลงทุนของคนในชุมชนต่อไป

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรออกแบบลักษณะรูปแบบกระถางให้มีความหลากหลาย และเพิ่มรูปแบบในการตกแต่งเพื่อการสร้างบรรยากาศต่อที่พักอาศัยและทำให้ผู้อยู่ริโคมมีทางเลือกมากขึ้นและสามารถจัดสวนได้ตรงตามความต้องการมากที่สุด

2) สามารถนำแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับการแก้ปัญหาชุมชนจากนักตบชวาไปต่อยอดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระถางจากวัชพืชเหลือทิ้งอื่นๆ ตามความต้องการของชุมชนและตามลักษณะของทรัพยากรแต่ละพื้นที่

3) ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับพืชที่มีเส้นใยสูงชนิดอื่นเพิ่มเติม เพื่อหาพืชที่มีเส้นใยสูงที่มีความเหมาะสมกับการปลูกต้นไม้มากขึ้น ซึ่งจะลดขั้นตอนในการดูแลต้นไม้ลงส่งผลให้การจัดสวนหรือปลูกพืชในกระถางเป็นเรื่องที่ง่ายขึ้นเหมาะกับวิถีชีวิตของคนเมืองมากขึ้น



## บรรณานุกรม

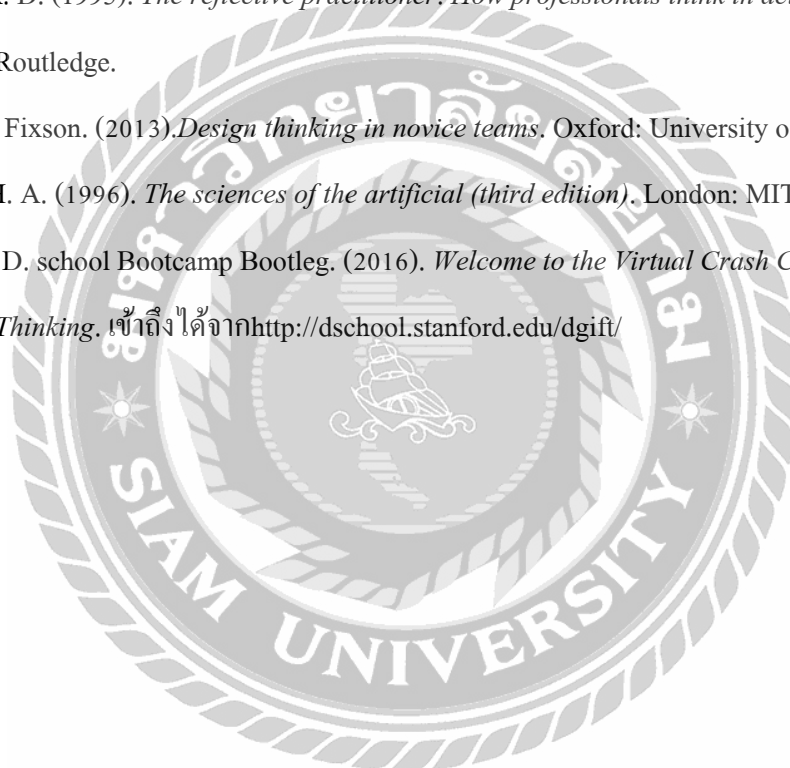
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2561). *แนวทางการดำเนินการกำจัดผักตบชวาและวัชพืช*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง.
- กศน.ตำบลตาต่า อำเภอหนองหิน จังหวัดหนองบัวลำภู. (2553). *โครงการฝึกอาชีพศูนย์การศึกษานอก ระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย*. เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/350505>
- กิตติชัย โสพันนา, กนกวรรณ วรดง, วิชชุดา ภาโสสมและอนันตสิทธิ์ ไชยวังราช. (2558). *การ ประดิษฐ์และสมบัติของกระดาษชีวภาพ*. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กุลนิษฐ์ สอนวิทย์. (2557). *ทฤษฎีการออกแบบ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ เจ้าพระยา.
- กุลยศ สุวันทโรจน์และพิเชษฐ์ บุญญาลัย. (2558). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตฝากระโปรง รถยนต์จากผักตบชวาเพื่อรองรับการชนคนเดินเท้า*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เทศบาลตำบลบางเสาธง. (2563). *บุคลากร: อำนาจหน้าที่*. เข้าถึงได้จาก <https://bangsaothong.go.th/public/>
- ปิยะชาติ แสงอรุณ. (2547). *การคิดออกแบบและมีติทางวัฒนธรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานิตย์ อาษานอก. (2561). *การบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนานวัตกรรมจัดการ การเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มานิช กงกะนันท์. (2538). *ศิลปะการออกแบบ*. กรุงเทพฯ: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2545). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานพ.ศ.2525*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญ พัฒน์.
- วินิต ช่อวิเชียร. (2539). *การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: วรนิติ ช่อวิเชียร.
- ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC). (2559). *ถอดวิธีคิดเชิงออกแบบของพระบาทสมเด็จพระ ประมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช*. (ฉบับพิเศษเดือนธันวาคม 2559) หน้าที่ 6. กรุงเทพฯ: นิตยสารคิดประเทศไทย (Creative Thailand).

## บรรณานุกรม(ต่อ)

- สมพงษ์ พิริยานต์ และกิตติศักดิ์ บัวศรี. (2559). *การศึกษาและพัฒนาการผลิตแผ่นปูพื้นลานกิจกรรมจากการผสมน้ำยางและเส้นใยจากผักตบชวาผสมด้วยเศษอนุภาคจากยางในรถจักรยานยนต์ที่ใช้แล้ว*. สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2560). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *การศึกษาความเป็นไปได้การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากผักตบชวาโดยการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตลุ่มแม่น้ำท่าจีน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำเร็จ รักช่อน และ ปริญญา จินดาประเสริฐ. (2555). *การพัฒนาคอนกรีตปอซโซลานไหลเข้าแบบง่ายด้วยการใช้วัสดุเหลือทิ้งสองชนิดรวมกัน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สิทธิศักดิ์ รัชฎีศรีสวัสดิ์กุล. (2529). *การออกแบบแบบลดตาย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุริยา การเกษ. (2557). *ปริมาณที่ยอมให้ของสารเจือปนในน้ำ*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- อมรรัตน์ สีสุทอง. (2546). *การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากวัชพืชท้องถิ่นในจังหวัดนนทบุรี*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- อารี สุทธิพันธุ์. (2527). *การออกแบบ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: Harper Business.
- Buchanan, R. (1992). *Wicked problems in design thinking*. *Design issue*, 8(2), 5-21.
- DEX Space. (2017). *Design Thinking คืออะไร (Overview)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.dexspace.co/design-thinking-overview/>
- Dorst, K. (2011). *The Core of "Design Thinking" and Its Application*. *Design Studies* 29(6), 521-532.
- IBM Connect. (2017). *Design Thinking: กลยุทธ์สำคัญที่สิงคโปร์ผสมรวมลงไปในการศึกษาเตรียมสร้างชาติในระยะยาว*. เข้าถึงได้จาก <https://www.techtalkthai.com/design-thinking-as-the-innovative-strategy-of-singapore/>

### บรรณานุกรม(ต่อ)

- Krippendorff, Klaus. (1980). *Content analysis: An introduction to its Methodology*. California: Sage Publication.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth.
- Martin, J. (2010). *The meaning of the 21st century*. London: Transworld Publishers Ltd (GB).
- Rowe, P. G. (1991). *Design thinking*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schon, A. D. (1995). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Routledge.
- Seidel & Fixson. (2013). *Design thinking in novice teams*. Oxford: University of Oxford.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial (third edition)*. London: MIT Press.
- Stanford D. school Bootcamp Bootleg. (2016). *Welcome to the Virtual Crash Course in Design Thinking*. เข้าถึงได้จาก <http://dschool.stanford.edu/dgift/>



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายปภาวิน ศรีพล  
ที่อยู่ 109/440 หมู่ 17 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10570  
อีเมลล์ pwinku65@gmail.com  
วัน/เดือน/ปี เกิด 16 พฤษภาคม 2520

### ประวัติการศึกษา

- กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม (Engineering Management) มหาวิทยาลัยสยาม
- สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโท รัฐศาสตร์มหาบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์ สาขา รัฐศาสตร์ (ร.ม.) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) แผนกช่างก่อสร้าง มหาวิทยาลัย เอเชียอาคเนย์ กรุงเทพมหานคร
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี

### ประวัติการฝึกอบรม

- นายช่าง อปท. รุ่นที่13, กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นวันที่ 30 เมษายน - 11พฤษภาคม 2550
- เทคนิคการประมาณราคาและควบคุมอาคารก่อสร้าง รุ่นที่1, มหาวิทยาลัยทักษิณ วันที่ 1 ตุลาคม 2550
- คอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบก่อสร้างขั้นพื้นฐานรุ่นที่ 13, สถาบันพัฒนาบุคลากรท้องถิ่น กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น วันที่ 30 พฤศจิกายน - 4 ธันวาคม 2552
- กำหนดราคากลางงานก่อสร้างขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รุ่นที่ 8, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น วันที่ 23-25 สิงหาคม 2553

## ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

5. พระราชบัญญัติการควบคุมอาคาร รุ่นที่ 3, มหาวิทยาลัยโนโลยีราชมนคลกรุงเทพฯ วันที่ 17-21 มกราคม 2554
6. เทคนิคการเปิดซองสอบราคา/ตรวจรับงานจ้าง/การตรวจรับพัสดุ/การกำหนดราคากลางและการบริหารสัญญา, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา วันที่ 21-23 ธันวาคม 2554
7. เทคนิคการควบคุมงานก่อสร้างเพื่อนป้องกันตลิ่ง และระบบป้องกันน้ำท่วม ,กรมโยธาธิการและผังเมือง วันที่ 22-30 มีนาคม 2555
8. นักบริหารงานช่าง รุ่นที่ 64, สถาบันพัฒนาบุคลากรท้องถิ่นกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น วันที่ 11 มีนาคม 2559
9. การเตรียมความพร้อมของวิศวกรรมสำรวจเพื่อเข้าสู่วิศวกรอาเซียน, ห้องประชุม 1 ชั้น 4 อาคารวสท.วันที่ 25สิงหาคม 2560
10. การเตรียมความพร้อมเข้ารับการสัมภาษณ์เป็นสามัญวิศวกรโยธา รุ่นที่ 9, โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 21 กรกฎาคม 2561
11. พัฒนาบุคลากรช่างตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรม (ระดับสามัญวิศวกร) รุ่นที่1, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วันที่ 31 สิงหาคม - 3 กันยายน 2561
12. มาตรฐานความปลอดภัยสากลกับอาคารสนามบิน, โรงแรมปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 28 กันยายน 2561
13. คำใบอนุญาตวิชาชีพ ขอบเขตของงานจ้าง (TOR) ที่ปรึกษาและออกแบบผลงาน ,อาคารวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ 4 ตุลาคม 2561
14. เทคโนโลยีระบบรางและการบริหารจัดการ, ห้องประชุม 1 ชั้น 4 อาคารวสท.วันที่ 5 ตุลาคม 2561
15. การเตรียมความพร้อมเข้ารับการสัมภาษณ์เป็นสามัญวิศวกรโยธา รุ่นที่ 11,โรงแรมปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 18 ตุลาคม 2561
16. การเตรียมความพร้อมเข้ารับการสัมภาษณ์เป็นสามัญวิศวกรโยธา รุ่นที่ 12,โรงแรมปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 24 ตุลาคม 2561
17. การเตรียมความพร้อมเข้ารับการสัมภาษณ์เป็นสามัญวิศวกรโยธา รุ่นที่ 13, โรงแรมเอสซีปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 1 พฤศจิกายน 2561

## ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

18. หลักเกณฑ์การเลื่อนระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา, โรงแรมเอสซีปาร์ค กรุงเทพมหานคร วันที่ 8 พฤศจิกายน 2561
19. การควบคุมและบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 53, อาคารวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ 1-2 ธันวาคม 2561
20. การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง (Strength Design Method) สำหรับโครงการสร้างพิเศษ, อาคารวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ 7-21 ธันวาคม 2561
21. การคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม, อาคารวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ 18 ธันวาคม 2561

### ประวัติการทำงาน

1. จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงาน กองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ งานเชื่อมป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำท่าจีน หน้าวัดสุวรรณาราม อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรีมูลค่างาน 115,000,000 บาท พ.ศ. 2540
2. ศูนย์ราชการศาลากลาง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ งานอาคาร (ศาลากลาง- หอประชุม) และสาธารณูปโภคต่างๆ มูลค่างาน 374,367,000 บาท พ.ศ. 2540
3. อาคารอัยการ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ มูลค่างาน 44,512,000 บาท พ.ศ. 2540
4. อาคารสถานรับเด็กและเยาวชน จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่งที่ ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ มูลค่างาน 50,000,000 บาท พ.ศ. 2541
5. (หอคอยบรรเทา-แจ่มใส) อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่งที่ ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการงานน้ำพุคนตรีสวนเฉลิมภัทรราชินี มูลค่างาน 7,000,000 บาท พ.ศ. 2541
7. เชื่อมป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำท่าจีนหน้าวัดไก่อ่เตี้ย อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรีปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการมูลค่างาน 27,321,000 บาท พ.ศ. 2542

## ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

8. เชื้อนป้องกัน ต่ลิ่งริมแม่น้ำท่าจีนหน้าท่าการอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ มูลค่างาน 1,560,000 บาท พ.ศ. 2542
9. งานเชื้อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ นครนายก หน้าวัดนางหงษ์ จังหวัดนครนายก ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ มูลค่างาน 12,619,000 บาท พ.ศ. 2543
10. งานเชื้อนป้องกัน ต่ลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา หน้าศูนย์ศิลปาชีพบางไทร อำเภอบางไทรจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่งที่ ผู้ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธา ธิการ มูลค่างาน 14,450,000 บาท พ.ศ. 2544
11. อาคารแสดงสินค้าศิลปะหัตถอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกและอาคารตลาดศิลปาชีพบางไทร ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ มูลค่างาน 632,700,000 บาท พ.ศ. 2544
12. ร้านค้าในงานกาชาดประจำปี 2545 เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่งที่ ผู้ ควบคุมงานกองควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ พ.ศ. 2545
13. พระที่นั่งอัมพรสถาน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงานกอง ควบคุมการก่อสร้างกรมโยธาธิการ งานโครงการปรับปรุงพระที่นั่ง พ.ศ. 2545 มูลค่างาน 165,000,000 บาท พ.ศ. 2546
14. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าทราย จังหวัดสมุทรสาคร ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง นายช่างโยธา ควบคุมงานออกแบบ ประมาณราคาประจำ มูลค่างาน 50,000,000 บาท พ.ศ. 2547-2548
15. เทศบาลตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง นายช่าง โยธาควบคุมงานออกแบบ ประมาณราคาประจำ มูลค่างาน 45,000,000 บาท พ.ศ. 2548-2551
16. เทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ปฏิบัติหน้าที่ ตำแหน่ง ตำแหน่ง นักบริหารงานช่าง(หัวหน้าฝ่ายโยธา) ควบคุมงานโยธา ออกแบบ ประมาณราคา ประจำ มูลค่างาน 65,000,000 บาท พ.ศ. 2554 -30 มิถุนายน 2563

## ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

พ.ศ. 2540 จนถึง ปี พ.ศ.2563 ทำงานตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายการโยธา (ระดับนักบริหารงานช่าง) ปฏิบัติหน้าที่ เกี่ยวกับการออกแบบ ควบคุมงานก่อสร้างอาคาร และการบำรุงรักษางานทางด้านช่างโยธา ให้คำปรึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับงานสะพาน ท่อระบายน้ำถนน ปฏิบัติงานด้านสำรวจเพื่อการก่อสร้างสำรวจทดสอบวัสดุ คำนวณแบบด้านช่างโยธาควบคุมดูแลระบบสาธารณูปโภคและงานซ่อมบำรุง ที่เทศบาลตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 1 กรกฎาคม 2563 จนถึงปัจจุบัน ทำงานตำแหน่งผู้อำนวยการกองช่าง (ระดับนักบริหารงานช่าง) ปฏิบัติหน้าที่ เกี่ยวกับการวางแผนบริหารจัดการ จัดระบบงาน อำนาจการสั่งราชการมอบหมายกำกับ แนะนำ ตรวจสอบประเมินผลงานตัดสินใจ แก้ปัญหาในงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบซึ่งลักษณะหน้าที่ความรับผิดชอบและคุณภาพของงานสูงมากเป็นพิเศษและปฏิบัติงานอื่นๆตามที่ได้รับมอบหมาย ที่เทศบาลตำบลตะเคียนเตี้ย อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

