วว.TISTR

โครงการวิจัยที่ ภ.54-08/ย.3/รายงานฉบับที่ 1(ฉบับสมบูรณ์)

# การพัฒนาการผลิต บล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**

**โครงการวิจัยที่ ภ.54-08**
**การวิจัยและพัฒนาบล็อกประสานเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน**

**โครงการย่อยที่ 3**
**การพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs**

# รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
# การพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs


**โดย**

**อรพิน ขวัญศรี** **วินัย วงศ์วนวรวิทย์**
**วุฒินัย กกกำแหง** **พิชิต เจนบรรจง**
**สุวัฒน์ชัย ทองน้อย** **ณัฐจุฑา นาคทิพวรรณ**
**องอาจ นวลปลอด** **ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต**



บรรณาธิการ
ศิระ ศิลานนท์
บุญเรียม น้อยชุมแพ
สลิลดา พัฒนศิริ

วว., ปทุมธานี 2559


สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นางลักษมี ปลั่งแสงมาศ)
ผู้ว่าการ

# กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือในการทำงานของพนักงานและลูกจ้างฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) รวมทั้งเจ้าของโรงงานผลิตบล็อกประสานทั่วประเทศที่ให้ความร่วมมือและข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่โครงการนี้ จึงขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำงานของโครงการได้ลุล่วงเป็นอย่างดี.

อนึ่งขอขอบคุณท่านผู้ว่าการและผู้บริหารทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนโครงการ รวมถึงให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ.

# สารบัญ

หน้า


| | |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| สารบัญตาราง | ค |
| สารบัญรูป | ง |
| ABSTRACT | 1 |
| บทคัดย่อ | 2 |
| 1. บทนำ | 3 |
| 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ | 4 |
| 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล | 7 |
| 4. สรุปผลการทดลอง | 56 |
| 5. สรุปผลทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ | 57 |
| 6. เอกสารอ้างอิง | 58 |
| ภาคผนวก | 60 |

# สารบัญตาราง

**หน้า**


ตารางที่ 1. โรงงานผลิตบล็อกประสานในแต่ละภาคจำแนกตามขนาดของโรงงานปี พ.ศ. 2556 7

ตารางที่ 2. ขนาดของโรงงาน เครื่องจักร จำนวนคนงาน 8

ตารางที่ 3. การผลิตบล็อกประสานในแต่ละภูมิภาคจำแนกตามขนาดของโรงงานปี พ.ศ. 2556 8

ตารางที่ 4. การแบ่งกลุ่มพื้นที่ตามขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน การกองเก็บวัตถุดิบ และอุปกรณ์ต่างๆ 11

ตารางที่ 5. การจัดการพื้นที่ใช้สอยของกระบวนการผลิตบล็อกประสาน 18

ตารางที่ 6. ค่าธรรมเนียมรายปีในการประกอบกิจการโรงงาน 32

ตารางที่ 7. มาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพของบล็อกประสานตามความต้านแรงอัดและการดูดซึมน้ำ 54

ตารางที่ 8. ข้อกำหนดในการใช้งานบล็อกในแต่ละชั้นคุณภาพ 55

# สารบัญรูป

หน้า


รูปที่ 1 ผังโรงงานเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงขนาดโรงงาน แสดงกระบวนการและเครื่องจักรที่ใช้ในการอัดบล็อกประสานสำหรับทางเลือกแรก 16

รูปที่ 2 ผังโรงงานใหม่หลังการเปลี่ยนแปลนโรงงาน 17

รูปที่ 3 แปลนการจัดพื้นที่ในโรงงานผลิตบล็อกประสาน 19

รูปที่ 4 ผังโรงงานที่ 1 โรงงานชัยภูมิ กำลังการผลิต 400 ก้อนต่อวัน 20

รูปที่ 5 ผังโรงงานที่ 2 โรงงานคุณพิชัย 23

รูปที่ 6 ผังโรงงานที่ 3 โรงงานบล็อกตัวหนอน คุณสุนัน จ.ขอนแก่น กำลังการผลิต 4,000 ก้อน/วัน แปลนในภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมด 24

รูปที่ 7 ผังโรงงานที่ 4 โรงงานอุดรบล็อกประสาน ของคุณอารักษ์ ทองรัตน์ กำลังการผลิต 4,000 ก้อน/วัน 26

รูปที่ 8 ผังโรงงานที่ 5 โรงงาน Money 28

รูปที่ 9 กระบวนการผลิตบล็อกประสาน วว. 34

รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมต่อกำลังอัดของบล็อกประสาน 37

รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและความหนาแน่นแห้งในมวลดิน 38

รูปที่ 12 ปริมาณน้ำต่างๆ ในการผลิตบล็อกประสาน 39

รูปที่ 13 การเติมน้ำลงในส่วนผสมโดยใช้บัวรดน้ำ 40

รูปที่ 14 การบดร่อนวัตถุดิบ 41

รูปที่ 15 เตรียมส่วนผสมโดยชั่งน้ำหนักเตรียมวัตถุดิบไว้ก่อนผสม 42

รูปที่ 16 เครื่องอัดแบบมือโยก 44

รูปที่ 17 ชั้นวางก้อนบล็อกประสาน 45

รูปที่ 18 การบ่มบล็อกประสานโดยการคลุมด้วยพลาสติก 46

รูปที่ 19 การบ่มบล็อกประสานในโรงบ่ม 47

รูปที่ 20 การวางกองรอการจำหน่ายบนชั้นวาง (pallet) 48

รูปที่ 21 ก้อนตัวอย่างแช่จมอยู่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่งโมง 50

รูปที่ 22 การแทนที่น้ำเพื่อหาปริมาตรก้อนบล็อกประสาน 50

รูปที่ 23 ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักบล็อกประสานเมื่อเปียก 51

รูปที่ 24 ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักบล็อกประสานเมื่อแห้ง 51

# สารบัญรูป (ต่อ)

**หน้า**

รูปที่ 25 การเตรียมก้อนตัวอย่างในการทดสอบกำลังรับแรงอัด 52
รูปที่ 26 สภาพก้อนตัวอย่างก่อนทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด 53
รูปที่ 27 สภาพก้อนตัวอย่างภายหลังการทดสอบกำลังรับแรงอัด 53

# DEVELOPMENT OF INTERLOCKING BLOCKS FOR SMEs

Orapin Kwansri, Winai Wongwanaworawit, Wutinai Kokkamhaeng, Pichit Janbunjong,
Suwatchai Thongnoi, Nutjuta Nakthipphawan, Ongarj Nualplod
and Chutima Eamchotchawalit

## ABSTRACT

The research of interlocking blocks developed for SEMs is aimed to address various of issues concerning the manufacturing process. This study included the development of interlocking blocks, how to select an appropriate manufacturing layout, how to comply with the industrial laws and how to establish an interlocking blocks manufacturer so as to optimize the quality and to assure both investors' and consumers' confidence to reply on TISTR Interlocking-Block technology for the construction of residence buildings, water storage and other utilization. Currently, there is a total of 665 interlocking block manufactures nationwide, generality 1,585.52 million THB worth of revenue and providing employment for 13,552 people annually.

# การพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs

อรพิน ขวัญศรี[1], วินัย วงค์วนวรวิทย์[1], วุฒินัย กกกำแหง[1], พิชิต เจนบรรจง[1], สุวัฒน์ชัย ทองน้อย[1], ณัฐจุฑา นาคทิพวรรณ[1], องอาจ นวลปลอด[1] และชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต[2]

## บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs ทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับกระบวนการผลิตบล็อกประสานที่ยังมีข้อบกพร่องในด้านต่างๆ พัฒนาเครื่องอัดบล็อกประสาน, การวางผังโรงงานที่เหมาะสม, ข้อกฎหมายในการจัดตั้งโรงงานผลิตบล็อกประสาน และสร้างโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสาน เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เพิ่มความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภคที่นำบล็อกประสานไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย บ้านพัก อาคารสำนักงาน รีสอร์ต จัดสวน สร้างถังเก็บน้ำ ฯลฯ. ปัจจุบันมีโรงงานผลิตบล็อกประสานทั่วประเทศจำนวน 665 โรงงาน ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจจากการทำธุรกิจผลิตบล็อกประสานเป็นจำนวนเงินประมาณ 1,585.52 ล้านบาท/ปี เกิดการกระจายรายได้ในการผลิตบล็อกประสานตามภาคต่างๆ และมีการจ้างงานในชุมชนต่างๆ รวมประมาณ 13,552 คน ในแต่ละปี.

---

[1]ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

[2]รองผู้ว่าการบริหาร, วว.

# 1. บทนำ

## 1.1 บทนำ

โครงการการพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโรงงานผลิตบล็อกประสาน ให้มีกระบวนการผลิต (line of production) ที่ได้มาตรฐาน จัดตั้งโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสานให้เป็นตัวอย่างของโรงงานที่ถูกต้อง เพื่อเป็นที่ยอมรับและเกิดความเชื่อมั่นบล็อกประสานแก่ผู้ที่นำบล็อกประสานไปก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในระยะยาว เนื่องจากในปัจจุบันมีโรงงานผลิตบล็อกประสานเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทั่วทั้งประเทศประมาณ 665 โรงงาน โดยมีปริมาณการผลิตบล็อกประสานประมาณ 158 ล้านก้อนต่อปี คิดเป็นมูลค่าบล็อกประสานประมาณ 1,585.52 ล้านบาทต่อปี ผลิตภัณฑ์แต่ละโรงงานคุณภาพก็แตกต่างกันทำให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้ก่อสร้างอาคาร และปัญหาคุณภาพบล็อกไม่ได้มาตรฐานเป็นอันตรายต่อการก่อสร้างในอนาคต แต่ถ้าบล็อกประสานมีมาตรฐานเดี่ยวกันปัญหาต่างๆ เหล่านี้ก็จะไม่เกิดขึ้น.

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโรงงานผลิตบล็อกประสานให้มีระบบการผลิต (line of production) ที่ได้ระบบมาตรฐาน.
2. สร้างโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสานที่ได้มาตรฐาน.
3. เพื่อเป็นตัวอย่างของโรงงานที่ถูกต้อง.

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตจากโรงงานที่มีอยู่โดยแบ่งตามขนาดโรงงาน ขนาดใหญ่, ขนาดกลาง และโรงงานขนาดเล็ก.
2. ก่อสร้างโรงงานผลิตบล็อกประสาน วว. ต้นแบบ.

# 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

## 2.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ผลิตบล็อกประสาน วว. ใช้ดินหรือวัสดุมวลรวม ปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ประเภท 1 ที่ใช้ในงานสำหรับงานหล่อคอนกรีต นิยมใช้กันมากที่สุดเนื่องจากหาง่าย มีจำหน่ายทั่วไป และน้ำสะอาดไม่มีสารอินทรีย์ต่างๆ ไม่มีความเป็นกรดเป็นเบสเจือปน

## 2.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสาน วว.

2.2.1 เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกใช้แรงงานคน มีขนาดบล็อกกว้าง 12.5 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร.

2.2.2 เครื่องบดร่อนวัตถุดิบ เป็นเครื่องแบบ Hammer Mill ขนาดกว้างประมาณ 9 นิ้ว ใบมีดทำจากเหล็กชุบแข็ง มีตะแกรงร่อนเหล็กหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ขนาดรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5-4.0 มิลลิเมตร ถอดเปลี่ยนได้.

2.2.3 เครื่องผสมวัตถุดิบ ผสมดิน, ปูนซีเมนต์, น้ำ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน.

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบบล็อกประสาน วว.

1. ถังน้ำ.
2. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์.
3. เครื่องทดสอบการต้านแรงอัด กำลังอัดไม่ต่ำกว่า 50 ตัน.
4. ตู้อบแห้ง.
5. อุปกรณ์ผสมปูน, ถังปูน, เกรียง.
6. แผ่นไม้อัด ขนาด 10 x 12.05 จำนวน 12 แผ่น/ชุดตัวอย่าง.

## 2.3 วิธีการ

**2.3.1 สำรวจและศึกษาจำนวนโรงงานผลิตบล็อกประสานในประเทศ และแยกขนาดใหญ่, ขนาดกลาง, ขนาดเล็ก**

2.3.1.1 การออกเยี่ยมชมโรงงานผลิตบล็อกประสาน

จากฐานข้อมูลเดิมที่เคยออกเยี่ยมโรงงานผลิตบล็อกประสาน ในภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคใต้, ภาคกลาง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, กรุงเทพฯ และปริมณฑล

และออกเยี่ยมชมโรงงานเพิ่มเติมจากผู้ผลิตรายใหม่ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคใต้, ภาคกลาง โดยใช้แบบสอบถาม สัมภาษณ์เจ้าของโรงงานผลิตบล็อกประสาน เช่น ข้อมูลโรงงาน, กระบวนการผลิต, ขั้นตอนการผลิต, กำลังการผลิต, เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต, วิธีการผลิต, แหล่งวัตถุดิบ, แรงงาน, ค่าจ้าง, การขนส่ง, ปัญหาในการผลิตบล็อกประสาน ฯลฯ

2.3.1.2 ใช้วิธีติดต่อสอบถามโรงงานผลิตบล็อกประสานทางโทรศัพท์จากรายชื่อผู้เข้ารับการอบรมเทคโนโลยีบล็อกประสาน ในปี พ.ศ. 2553 -2556.

นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาสรุปวิเคราะห์ แยกขนาดตามกำลังการผลิตของแต่ละโรงงาน โดยแบ่งเป็นโรงงานขนาดเล็กมีกำลังการผลิต 100-1,000 ก้อน/วัน, โรงงานขนาดกลางมีกำลังการผลิต 1,001-3,000 ก้อน/วัน และโรงงานขนาดใหญ่มีกำลังการผลิต 3,001-5,000 ก้อน/วัน.

**2.3.2 ศึกษาระบบการดำเนินงานของการผลิตบล็อกประสาน วว. โรงงานขนาดต่างๆ**

จากการออกไปเยี่ยมชมโรงงานในภาคต่างๆ ตามข้อที่ 2.3.1.1 โดยศึกษาดูงานจากโรงงานผลิตบล็อกประสานที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน ดูระบบการจัดการดำเนินงาน, ผังโรงงาน, เงินลงทุน, ทำเลที่ตั้งโรงงาน จะแตกต่างกันไปตามขนาดโรงงาน. บางโรงงานเริ่มต้นผลิตบล็อกประสานจากระบบครัวเรือนใช้แรงงานในครองครัว ซื้อเครื่องอัดบล็อกประสาน 1 เครื่อง ผสม, บดร่อน, ใช้แรงงานผสมและบดร่อนด้วยมือ และขยายโรงงานเมื่อมียอดสั่งซื้อเข้ามาจำนวนมาก.

**2.3.3 ศึกษาข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งโรงงาน**

จุดเริ่มต้นค้นหาข้อมูลจาก BOI ที่สรุปหลักกฎหมายในการลงทุนในประเด็นสำคัญ เช่น การจัดตั้งบริษัท, โรงงาน, ผังเมือง, ภาษี, แรงงาน เป็นต้น. เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นจึงค้นคว้าเจาะลึกในรายละเอียดแต่ละด้านกับเว็บไซต์ของหน่วยงานรัฐในแต่ละด้าน แล้วอ่านสรุปประมวลเฉพาะที่เกี่ยวโยงกับงาน และก่อตั้งโรงงานผลิตบล็อกประสาน.

**2.3.4 พัฒนาระบบการผลิตเพื่อใช้เป็นมาตรฐานตามหลักวิชาการ**

- การผลิตให้ได้คุณภาพ.
- การควบคุมกระบวนการผลิต.

**2.3.5 ศึกษาการจัดวางผังโรงงานที่เหมาะสม**

มีลักษณะข้อมูลที่จำกัด หัวข้อไม่กว้างมาก ข้อมูลมีหลายเว็บไซต์ทั้งที่ตรงและขยายออกมา ทำให้สามารถอ่านประมวลสรุป ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานบล็อกประสานออกมาได้ไม่ลำบาก โดยเว็บไซต์ที่อ้างอิงหลัก เลือกบทความเรื่องการวางผังโรงงานที่ใช้ในการในการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

**2.3.6 จัดสร้างโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสาน**

ขั้นตอนในการการทำงาน

2.3.6.1 เขียนแบบแปลนโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสาน.

2.3.6.2 ประเมินราคาค่าก่อสร้างโรงงานต้นแบบโรงงานผลิตบล็อกประสาน.

2.3.6.3 ขออนุมัติแบบแปลนโรงงานต้นแบบโรงงานผลิตบล็อกประสาน.

2.3.6.4 ขั้นตอนการปิดประกาศขายแบบ.

2.3.6.5 เปิดซองประมูลราคาหาบริษัทที่จะทำการก่อสร้างอาคารโรงงานต้นแบบ.

2.3.6.6 ดำเนินการก่อสร้างโรงงานต้นแบบ.

**2.3.7 ทดสอบผังโรงงานในกระบวนการผลิตจริง**

ดูกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตบล็อกประสานหลายๆ โรงงาน และปรับแก้จุดการผลิตที่ไม่เหมาะสม แล้วทดสอบกระบวนการผลิตใหม่หลังจากปรับแก้แล้ว.

**2.3.8 เปรียบเทียบผลการผลิตก่อนและหลังปรับกระบวนการผลิต**

โดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องจักรในการผลิตบล็อกประสาน, เครื่องอัดมือโยก, เครื่องอัดไฮดรอลิก, เครื่องผสม, เครื่องบดร่อน และกำลังการผลิตต่อรอบการผลิต.

**2.3.9 จัดอบรมสัมมนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน**

ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่กระบวนการผลิตบล็อกประสานที่ได้มาตรฐานแก่ผู้สนใจทั่วไป โดยการจัดอบรมสัมมนาผู้ประกอบการผลิต, ผู้ผลิตเครื่องจักร, ผู้รับเหมาก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มโครงการ พ.ศ. 2555 จนก่อนจบโครงการประมาณต้นเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และตามภูมิภาคต่างๆ.

# 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

## 3.1 จำนวนโรงงานผลิตบล็อกประสาน วว.

จากการสำรวจโรงงานผลิตบล็อกประสาน วว.ในประเทศ แยกตามขนาดของโรงงาน โดยแบ่งตามกำลังการผลิต โรงงานขนาดเล็กร้อยละ 71.72, โรงงานขนาดกลางร้อยละ 26.17, โรงงานขนาดใหญ่ร้อยละ 2.11 ปัจจุบันมีโรงงานผลิตบล็อกประสานทั่วประเทศกระจายตามภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคเหนือ, ภาคใต้, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, กรุงเทพและปริมณฑล และภาคกลางประมาณ 665 โรงงาน ดังนี้:

**ตารางที่ 1. โรงงานผลิตบล็อกประสานในแต่ละภาคจำแนกตามขนาดของโรงงานปี พ.ศ. 2556**

| ภาค | ขนาดของโรงงาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดใหญ่ | ขนาดกลาง | ขนาดเล็ก | รวม | สัดส่วน (ร้อยละ) |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 3 | 48 | 172 | 223 | 33.53 |
| ภาคเหนือ | 4 | 40 | 97 | 141 | 21.20 |
| ภาคใต้ | 2 | 30 | 74 | 106 | 15.94 |
| ภาคตะวันออก | 1 | 22 | 50 | 73 | 10.98 |
| ภาคตะวันตก | 2 | 14 | 31 | 47 | 7.07 |
| กรุงเทพมหานครและปริมณฑล | 1 | 8 | 32 | 41 | 6.17 |
| ภาคกลาง | 1 | 12 | 21 | 34 | 5.11 |
| รวมจำนวนโรงงาน | 14 | 174 | 477 | 665 | 100.00 |
| สัดส่วน(ร้อยละ) | (2.11) | (26.17) | (71.72) | (100.00) | |

ที่มา : จากการสำรวจของ วว.

หมายเหตุ: โรงงานขนาดเล็ก คือ โรงงานที่มีกำลังการผลิต 100 - 1,000 ก้อน/วัน
โรงงานขนาดกลาง คือ โรงงานที่มีกำลังการผลิต 1,001 - 3,000 ก้อน/วัน
โรงงานขนาดใหญ่ คือ โรงงานที่มีกำลังการผลิต 3,001 – 5,000 ก้อน/วัน

### 3.1.1 กำลังการผลิตบล็อกประสาน วว. จำนวนคนงาน และเครื่องจักร

กำลังการผลิตบล็อกประสานและจำนวนคนงาน และเครื่องจักร ขึ้นอยู่กับขนาดและความชำนาญของแต่ละโรงงาน.

**ตารางที่ 2. ขนาดของโรงงาน เครื่องจักร จำนวนคนงาน**

| ขนาดของโรงงาน | จำนวนคนงาน | เครื่องจักร | กำลังการผลิต (8 ชม./วัน) |
|---|---|---|---|
| ขนาดเล็ก | 3-5 | มือโยก | 100-1,000 ก้อน |
| ขนาดกลาง | 5-10 | ไฮดรอลิก 2 ก้อน | 1,001-3,000 ก้อน |
| ขนาดใหญ่ | 7-20 | ไฮดรอลิก 2 ก้อน , 4 ก้อน | 3,001-5,000 ก้อน |

ที่มา: จากการสำรวจของ วว.

**ตารางที่ 3. การผลิตบล็อกประสานในแต่ละภูมิภาคจำแนกตามขนาดของโรงงานปี พ.ศ. 2556**

| ภาค | ปริมาณการผลิต (ก้อนต่อปี ) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดใหญ่ | ขนาดกลาง | ขนาดเล็ก | รวม |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 2,880,000 | 23,040,000 | 20,640,000 | 46,560,000 |
| ภาคเหนือ | 3,840,000 | 19,200,000 | 11,640,000 | 34,680,000 |
| ภาคใต้ | 1,920,000 | 14,400,000 | 8,880,000 | 25,200,000 |
| ภาคตะวันออก | 960,000 | 10,560,000 | 6,000,000 | 17,520,000 |
| ภาคตะวันตก | 1,920,000 | 6,720,000 | 3,720,000 | 12,360,000 |
| กรุงเทพและปริมณฑล | 960,000 | 3,840,000 | 3,840,000 | 8,640,000 |
| ภาคกลาง | 960,000 | 10,080,000 | 2,520,000 | 13,560,000 |
| รวม | 13,440,000 | 87,840,000 | 57,240,000 | 158,520,000 |
| สัดส่วน (ร้อยละ) | (8.48) | (55.41) | (36.11) | (100.00) |

ที่มา: จากการสำรวจของ วว.

หมายเหตุ: 1) การผลิตของโรงงานขนาดเล็กคิดกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ 500 ก้อน/วัน
การผลิตของโรงงานขนาดกลางคิดกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ 2,000 ก้อน/วัน
การผลิตของโรงงานขนาดใหญ่คิดกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ 4,000 ก้อน/วัน
2) กำหนดให้แต่ละโรงงานมีระยะเวลาในการผลิตประมาณ 20 วัน/เดือน คือ ปีละประมาณ 240 วัน
3) ปริมาณการผลิตคำนวณได้ดังนี้
ปริมาณการผลิต = จำนวนโรงงาน x กำลังการผลิตเฉลี่ย x ระยะเวลาในการผลิต

กำลังการผลิตบล็อกประสานทั่วประเทศประมาณ 158 ล้านก้อน/ปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1585.52 ล้านบาท/ปี คิดราคาขายที่หน้าโรงงาน 10 บาท/ก้อน.

### 3.2 ระบบการดำเนินงานของการผลิตบล็อกประสานในโรงงานขนาดต่างๆ

3.2.1 ระบบการดำเนินงานของโรงงานขนาดเล็ก การลงทุนเริ่มต้นในการทำโรงงานผลิตบล็อกประสาน 40,000-250,000 บาท ซื้อเครื่องอัดขึ้นรูปแบบมือโยก, เครื่องผสมวัตถุดิบ, เครื่องบดร่อนวัสถุดิบ จำนวน 1 ชุด นอกนั้นอุปกรณ์เสริม เช่น เครื่องชั่ง, ชั้นวางบล็อก, แผ่นรองบล็อกสด

เวอร์เนียร์, ถัง, จอบ, บัวรดน้ำหรือหัวฉีด ใช้แรงงานในการผลิตบล็อกประสาน 3-5 คน, เตรียมวัตถุดิบ 1 คน, ผสมวัตถุดิบ 1 คน, ชั่งวัตถุดิบ 1 คน, อัดบล็อกประสาน 1 คน, ยกบล็อก 1 คน วางที่ชั้นวาง กำลังการผลิต 100-1,000 ก้อน/วัน ค่าจ้างผลิตบล็อกประสาน 1.50-2.50 บาท/ก้อน ขายหน้าโรงงาน 8-12 บาท/ก้อน. การขนส่งบล็อกใช้รถกระบะบรรทุกได้ 500 ก้อน/เที่ยว ใช้คนขนขึ้น-ลง ค่าจ้างขนบล็อกก้อนละ 50 สตางค์. การคิดค่าขนส่งขึ้นอยู่กับระยะทางที่เจ้าของร้านตกลงกับลูกค้า ลูกค้าบางรายนำรถมาขนบล็อกประสานเองก็จะได้ราคาหน้าโรงงาน กำลังการผลิตขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนงาน. บางโรงงานใช้แรงงานในครอบครัวผลิตหลังจากทำงานประจำเสร็จแล้วทำเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัว โดยมียอดขายประมาณ 4,000-10,000 ก้อน/เดือน.

3.2.2 ระบบการดำเนินงานของโรงงานขนาดกลาง การลงทุนในการทำโรงงานผลิตบล็อกประสานใช้เงินลงทุน 300,000-2,000,000 บาท พื้นที่ของโรงงานประมาณ 300 ตารางวา-1 ไร่. เครื่องจักรที่ใช้อัดบล็อกประสานเป็นระบบไฮดรอลิก 2 ก้อน 1 เครื่อง, เครื่องผสมตัวใหญ่ 1 เครื่อง, เครื่องบดร่อนวัตถุดิบ 1 เครื่อง หรือใช้เครื่องอัดแบบมือโยกประมาณ 5 เครื่อง, ชั้นวางบล็อก, แผ่นรองบล็อก ฯลฯ กำลังการผลิต 1,001-3,000 ก้อน/วัน, จ้างคนงาน 5-10 คน, มีที่พักให้คนงาน ค่าจ้างแรงงานบล็อกตรง 2 บาท/ก้อน, บล็อกโค้ง 2.50 บาท/ก้อน, ราคาขายบล็อกประสานหน้าโรงงานบล็อกตรง 8-9 บาท, บล็อกโค้งก่อสร้างถังเก็บน้ำ จัดสวน 15 บาท/ก้อน, บล็อกลายต่างๆ เช่น ลายดอกไม้, ลายเปลือกไม้, ลายช้าง ราคาขาย 13 บาท/ก้อน. การขนส่งบล็อกให้ลูกค้าให้รถกระบะ 500 ก้อน/เที่ยว, รถบรรทุก 6 ล้อ 1600 ก้อน/เที่ยว. การขนย้ายขึ้นลงยังใช้คนงานในการขนใช้วิธีเรียงสลับก้อนกันความเสียหายระหว่างการขนส่งสินค้า. บางโรงงานมีอุปกรณ์ขนย้าย, โฟล์กลิฟท์, พาเลต มียอดขายระหว่าง 10,000-30,000 ก้อน/เดือน การตลาดและการบริการลูกค้าโดยการทำเว็บไซต์, สร้างอาคารตัวอย่าง, เปิดหน้าร้านแสดงผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน, บล็อกตรง ครึ่งก้อน, บล็อกตัวยู, บล็อกโค้ง, บล็อกลาย, จัดสวน, ทำถังเก็บน้ำ จัดแสดงต่อลูกค้าเพื่อนำเสนอสินค้าและผลิตภัณฑ์ของโรงงาน และแนะนำการก่อสร้าง.

3.2.3 ระบบการดำเนินงานของโรงงานผลิตบล็อกประสานขนาดใหญ่ การลงทุนในการทำโรงงานผลิตบล็อกประสานประมาณ 3 ล้านบาท ขึ้นไป. พื้นที่ในการทำโรงงานประมาณ 3 ไร่ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตระบบไฮดรอลิกครั้งละ 2 ก้อน ประมาณ 4-5 เครื่อง เครื่องผสม, เครื่องบดร่อน บางโรงงานใช้สายพานลำเลียง, ยุ้งหรือเครื่องไฮดรอลิกครบชุด กำลังการผลิตบล็อกประสาน 3,001-5,000 ก้อน/วัน คนงาน 7-20 คน, มีหัวหน้างานควบคุมการผลิตและตรวจสอบขนาดของก้อนบล็อก, คนงานจำหน่ายหน้าร้าน 3 คน, คนงานผลิตบล็อกประสาน 5 คน, เตรียมวัตถุดิบ 2 คน ราคาจำหน่ายหน้าโรงงาน บล็อกตรง 8 บาท/ก้อน, บล็อกตรงลาย 9 บาท /ก้อน, บล็อกโค้งลาย

ราคาขาย 10 บาท, ค่าจ้างแรงงานผลิต บล็อกประสานบล็อกตรง 1 บาท/ก้อน, บล็อกโค้ง 1.25 บาท/ก้อน ค่าจ้างหัวหน้าคนงาน 550 บาท/วัน การส่งเสริมตลาดบล็อกประสานโดยมีโชว์รูม จำหน่ายหน้าร้านและแนะนำผลิตภัณฑ์หน้าโรงงาน จำหน่ายในร้านค้าวัสดุก่อสร้าง ร้านจัดสวน ทำเว็บไซต์ โดยมีฝ่ายการตลาด, ฝ่ายขาย, ฝ่ายผลิต ทำงานเป็นระบบ ยอดขายโดยเฉลี่ย 40,000-100,000 ก้อน/เดือน ให้กับกลุ่มลูกค้าก่อสร้างบ้าน, รีสอร์ต, จัดสวน การขนส่งบล็อกประสานใช้รถกระบะ 700-800 ก้อน/เที่ยว, รถบรรทุก 6 ล้อ 2,500 – 3,000 ก้อน/วัน ราคาค่าขนส่งขึ้นอยู่กับระยะทางใกล้ไกลจากโรงงานผลิต เช่น ระยะทาง 70 กิโลเมตร บวกค่าขนส่ง 1 บาท/ก้อน ระยะทาง 71 -200 กิโลเมตร บวกค่าขนส่งเพิ่ม 2 บาท/ก้อน และถ้าระยะทางเกิน 200 กิโลเมตร บวกเพิ่ม 3 บาท/ก้อน.

## 3.3 การจัดวางผังโรงงานการผลิตบล็อกประสาน

การวางผังโรงงานบล็อกประสาน ได้แยกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1. แนวคิดทฤษฎี สำหรับนำไปเผยแพร่ในการอบรมสัมนาบล็อกประสานต่อไปในอนาคต และ 2. ความก้าวหน้าในการนำทฤษฎีไปปฏิบัติ.

แนวคิดทฤษฎีเรื่องการวางผังโรงงานนี้สรุปและเรียบเรียงใหม่มาจากวิชาการบริหารการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสรรค์ (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสรรค์ 2556) การวางผังโรงงาน (plant layout) หมายถึง การออกแบบวางแผนการใช้พื้นที่ในโรงงานเกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องจักร, พื้นที่กองเก็บวัตถุดิบ, ผลผลิต, การจัดเก็บอุปกรณ์, ทางเดิน, เส้นทางการขนส่งให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิด “ประสิทธิภาพในการผลิต” และความปลอดภัย.

การวางผังให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตและความปลอดภัย กระทำภายใต้ข้อจำกัดเงื่อนไขที่สำคัญ คือ

- การแบ่งพื้นที่โรงงานตามกระบวนการผลิต/ขนาดและจำนวนเครื่องจักร/กองเก็บวัตถุดิบ/รอพักผลผลิต/เส้นทางเดินและขนส่งวัตถุดิบและผลผลิต ให้สอดคล้องกันภายในพื้นที่ใช้สอยที่จำกัดของโรงงาน.

- การผลิตที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันเป็นระบบในแต่ละขั้นตอน ทั้งปริมาณอัตราการผลิตต่อรอบระยะเวลาการผลิต, วิธี/ระยะทางการขนส่ง.

- การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ/ผลผลิตด้วยระยะทางที่สั้น ไหลลื่นไปในแนวทางต่อเนื่อง ไม่เกะกะขัดขวางเส้นทางกันเองในแต่ละขั้นตอน/เส้นทางการขนย้ายตัดกันน้อยที่สุด.

- ช่องทางเดินหรือเส้นทางการขนส่งต้องมีพื้นที่กว้างเพียงพอให้ขนส่งได้สะดวก ไม่คับแคบจนเสียเวลาเดินทางหรือขนส่งในการระวังเดินชนเครื่องจักร/ผลผลิตตกหล่น.

- จัดพื้นที่ให้มีการระบายอากาศ, ดักจับฝุ่นผง, เส้นทางการออกจากโรงงานกรณีเกิดอุบัติเหตุ และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยที่จำเป็น เช่น แผงสวิตช์ควบคุมไฟ/ตัดไฟภายในโรงงาน.

3.3.1 ขั้นตอนการวางผังโรงงาน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

3.3.1.1 การวางผังขั้นต้น เป็นการแบ่งการใช้พื้นที่ในภาพกว้าง ไม่มีการระบุตำแหน่งในโรงงาน ในขั้นนี้จะพิจารณาใน 3 ด้าน คือ 1. จัดกลุ่มพื้นที่ขั้นต้นตามกระบวนการผลิต/พื้นที่กองเก็บวัตถุดิบ/ผลผลิต/เส้นทางขนส่งและทางเดิน 2. คำนวณจำนวนเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนการผลิตตามอัตราการผลิต 3. วิธีการขนส่งและเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่ง.

3.3.1.2 การวางผังอย่างละเอียด เป็นการระบุตำแหน่ง/ทิศทางการวางเครื่องจักรอย่างละเอียดแต่ละตัวในโรงงาน สามารถพิจารณาตำแหน่งได้จากการทำแบบจำลองกระดาษ/โมเดล/กราฟิกบนหน้าจอหรือจากการวิเคราะห์การจัดวางพื้นที่จริงว่ามีความเหมาะสม สะดวกต่อการทำงาน/ขนส่งหรือไม่.

3.3.1.1 การวางผังโรงงานบล็อกประสานขั้นต้น

- การพิจารณาการแบ่งกลุ่มพื้นที่ตามขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน การกองเก็บวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.

**ตารางที่ 4. การแบ่งกลุ่มพื้นที่ตามขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน การกองเก็บวัตถุดิบ และอุปกรณ์ต่างๆ**

| พื้นที่ใช้งาน | ขั้นตอนการผลิต |
|---|---|
| กองเก็บ | |
| - ดินลูกรัง กลางแจ้ง เป็นพื้นที่สำหรับลงดินที่มาส่งจากรถสิบล้อคราวละมากๆ อยู่ในพื้นที่ที่มีรางระบายน้ำและคลุมไว้ด้วยผ้าใบเพื่อป้องกันดินชื้น | ไว้ภายนอกโรงงานติดกับพื้นที่กองเก็บดินลูกรังในร่มเพื่อสะดวกในการขนย้าย หากพิจารณาความสำคัญของพื้นที่กองเก็บดินกับบล็อก ควรให้ความสำคัญที่เก็บดินใกล้โรงงานมากกว่าเพื่อเป็นวัตถุดิบที่ขนย้ายยากลำบากและใช้เวลามากกว่าการขนย้ายบล็อก |
| - ปูนซีเมนต์ ในโรงงานในบริเวณที่ฝนไม่สาด/มีที่กันฝนและยกสูงขึ้นจากพื้นกรณีน้ำนองพื้น | วางกองไว้ใกล้กับเครื่องผสม และไม่กีดขวางเส้นทางการขนส่ง/ทางเดินต่างๆ |
| - ดินลูกรังแห้งในร่ม สำหรับการผลิตที่ต่อเนื่องในฤดูฝน | สามารถกองเก็บได้ทั้งในลักษณะก่อน/หลังบดร่อน การกองเก็บเป็นผงดินต้องพิจารณากรณีที่ฝนไม่สาดจนดินกลับมาแข็งเป็นก้อนจนไม่พร้อมใช้ |
| - อุปกรณ์ในการผลิต เช่น ตาชั่ง ถังปูน เกรียง | เป็นชั้นวาง/ตู้เก็บอุปกรณ์ไว้ใกล้กับเครื่องผสม |
| เครื่องบดร่อน | การเตรียมวัตถุดิบ |
| เครื่องผสม | ผสมวัตถุดิบ |

**ตารางที่ 4. (ต่อ)**

| พื้นที่ใช้งาน | ขั้นตอนการผลิต |
|---|---|
| สายพาน | ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเครื่องอัด |
| เครื่องอัด | อัดก้อนวัตถุดิบ |
| ที่วางกองแผ่นรองก้อนบล็อก | วางเรียงเป็นแถวเป็นชั้นข้างเครื่องผสม |
| ชั้นวางบล็อกในร่ม | ที่บ่มบล็อกในร่ม |
| ที่กองเก็บบล็อกรอขาย/ที่บ่มบล็อกกลางแจ้ง | ที่บ่มบล็อกกลางแจ้ง |

- คำนวณจำนวนเครื่องจักร

การคำนวณเครื่องจักรโดยทั่วไป คำนวณเทียบกับยอดการผลิตที่ต้องการหรืออัตราการผลิตต่อชั่วโมง แต่เนื่องจากโรงงานบล็อกประสานส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดกลาง/เล็ก มีเครื่องจักร/ชุดผลิตจำนวน 1 ชุด หรือไม่มาก การคำนวณเครื่องจักรที่เหมาะสำหรับงานผลิตบล็อกที่น่าสนใจคืออัตราการผลิตต่อรอบ.

ในการผลิตบล็อก 1 รอบการผลิต เนื่องจากการสั่งเครื่องจักรไม่จำเป็นต้องสั่งเพิ่มขึ้นให้ครบทั้งชุด ต่อยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้น เพราะกำลังการผลิตแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน เช่น เครื่องบดร่อนมีอัตราการผลิตที่เร็วที่สุด ใน 1 รอบ เครื่องผสมมีอัตราการผลิตที่เร็วรองลงมา และเครื่องที่มีอัตราการผลิตต่ำสุดหรือช้าสุดคือ เครื่องอัด การเพิ่มของเครื่องจักรจึงอาจเป็นแบบ เครื่องบดร่อน: เครื่องผสม: เครื่องอัด เป็นอัตราส่วน 1: 1: 2 หรือ 1: 2: 3 เพื่อความถูกต้องจึงอาจจำเป็นต้องทำการจับสถิติเวลาการผลิตดังส่วนต่อจากย่อหน้านี้ เพื่อประกอบการคำนวณว่าจะใช้จำนวนเครื่องเท่าใด เนื่องจากหลายโรงงานไม่ระบุอัตราการผลิต เพราะขึ้นกับความสามารถผู้ใช้เครื่องประกอบด้วย การคำนวณต่อไปนี้จึงมีประโยชน์ในลักษณะการขยายกำลังการผลิตมากกว่าการจัดผังโรงงานใหม่ เนื่องจากการทำรายการคำนวณนี้จำเป็นต้องมีเครื่องจักรเบื้องต้นในการเก็บข้อมูล.

- เครื่องผสมใช้เวลาผสม 1 รอบ กี่นาที ผลิตได้จำนวนกี่ก้อน ใช้วัตถุดิบจำนวน/ปริมาณเท่าใด.

- ในรอบระยะเวลาที่เท่ากันในการผสม 1 ชุด เครื่องบดร่อนได้วัตถุดิบจำนวน/ปริมาณเท่าใด.

- ในรอบระยะเวลาที่เท่ากันในการผสม 1 ชุด เครื่องอัดบล็อกอัดได้จำนวนกี่ก้อน.

เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการแล้ว การเพิ่มกำลังการผลิตจะพิจารณาเพิ่มจากเครื่องจักรชนิดที่กำลังการผลิตต่ำที่สุดในรอบการผลิต แล้วพิจารณาว่าการเพิ่มเครื่องจักรนั้นได้กำลังการผลิตสูงพอที่ต้องการหรือยัง หลักการเพิ่มกำลังการผลิตจะทำการเพิ่มครั้งละประมาณครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยยอดจองส่วนเกิน เพื่อให้เครื่องจักรทำงานเต็มที่ และอาจเพิ่มโอที หรือเพิ่มชุดแรงงานทำงานเพิ่มรอบเป็นรอบละ 2 ชั่วโมงต่อวัน. สาเหตุที่ไม่เพิ่มจำนวนเครื่องจักรจนถึงค่าเฉลี่ยยอดจองส่วนเกิน เพื่อเป็นการ

ประกันความเสี่ยง กรณีคำสั่งซื้อลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เครื่องจักรยังมีโอกาสเดินเครื่องเต็มที่ได้ ไม่เป็นภาระดอกเบี้ย.

จากข้อมูลดังกล่าวจะทำให้เราทราบว่าในการเพิ่มอัตราการผลิต จำเป็นต้องสั่งเครื่องมือใดบ้าง จำนวนเท่าใด ให้อัตราการผลิตสอดคล้องต่อเนื่องกัน ไม่มีการหยุดรอการผลิตที่เสียเปล่าหรือนานเกินจำเป็น เพราะเครื่องที่ไม่ได้ทำการผลิตเต็มที่ เป็นต้นทุนที่เสื่อมลงและดอกเบี้ยที่ต้องเสียไป.

- การเลือกวิธีขนย้าย/เครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนย้าย

การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ/ผลผลิต สิ่งที่ต้องพิจารณา ได้แก่ ชนิด/ลักษณะของสิ่งที่ขนย้าย อุปกรณ์และเครื่องมือ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการขนย้ายตามงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด. ในงานบล็อกประสาน วัตถุดิบจะอยู่ในลักษณะผงร่วน เช่น ดินลูกรัง, ทราย, หินฝุ่น, ปูนซีเมนต์ และส่วนผสมที่ผสมเรียบร้อยแล้ว. ในขณะที่ผลผลิตที่อัดเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะเป็นก้อนบล็อกสด และก้อนบล็อกแข็ง การเคลื่อนย้ายแต่ละชนิดต้องการเครื่องมือต่างกันไป เช่น

- จากกองดินลูกรังในที่แจ้งมาสู่ที่กองเก็บในร่ม สามารถใช้รถเข็นปูนหรือสายพานลำเลียง.

- จากที่กองเก็บในร่มสู่เครื่องบดร่อนในร่มสามารถใช้สายพานลำเลียง/กุงกระสอบ/ถังปูน.

- การใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องผสมต้องการการตวงวัดด้วยปริมาตร/น้ำหนัก ต้องการถังปูน, ตาชั่ง.

- ส่วนผสมที่ผสมเรียบร้อยแล้วต้องการการตวงวัดเพื่อนำไปใส่เครื่องอัด ต้องการถังปูน, ตาชั่ง หรือการควบคุมปริมาตรด้วยความลึกของแบบอัด และ/หรือสายพานลำเลียง.

- บล็อกสดที่อัดขึ้นก้อนแล้วแต่ไม่มีความแข็งตัวต้องการแผ่นกระเบื้องรองรับ เพื่อเดินทางไปเรียงบนชั้นวาง.

- บล็อกแห้ง หากมีพาเลตวางจะสามารถขนส่งด้วยตะเข้ได้ไว หรือใช้สายพสาสติกรัดกล่องเพื่อรัดบล็อกเป็นชุดๆจำนวนไม่มากไว้สำหรับการเคลื่อนย้ายด้วยรถเข็นไปสู่ลานบ่ม/สต็อกบล็อกภายนอกโรงงานได้.

- แลมหรือเนินดินหรือทางลาดคอนกรีตหรือกระดานไม้ สำหรับใช้ตะเข้/รถเข็นเข็นขึ้นลงรถกระบะหรือหกล้อ รถเฮียบสำหรับยกพาเลตขึ้นลงรถ.

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า การขนส่งได้สะดวกแค่ไหนขึ้นกับงบประมาณพอสมควร วิธีที่ถูกได้แก่การใช้สายรัดพลาสติกรัดจำนวนไม่มากเพื่อให้สามารถยกเอียงสอดรถเข็นเข้าไปได้ วิธีการนี้โอกาสแตกเสียหายจากการบินมากกว่าการวางบนพาเลตที่มีความมั่นคงในการขนย้ายมากกว่าแต่ต้นทุนที่สูงกว่าเช่นกัน โดยทั่วไปการขนย้ายวัตถุดิบที่เป็นผงร่วนจะขนย้ายปริมาณมากได้ยาก จึงควรกองเก็บวัตถุดิบไว้ใกล้กับโรงงาน เมื่อพิจารณตำแหน่งของโรงงาน โดยทั่วไปเพื่อแสดงผลิตภัณฑ์ พื้นที่กองเก็บดินจึงควรเลือกบริเวณหลังโรงงาน ด้านหน้าโรงงานหรือบริเวณที่ติดถนนควรใช้ประโยชน์ใน

ลักษณะการวางแสดงผลิตภัณฑ์ เช่น การจัดสวน หรือศาลาอาคารเล็กๆ หรือผลิตภัณฑ์บล็อกพร้อมขายบางส่วน.

**การวางผังโรงงานบล็อกประสานขั้นต้น**

เมื่อได้ข้อมูลด้านต่างๆ แล้ว ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งกลุ่มการใช้พื้นที่ตามขั้นตอนการผลิต, จำนวนเครื่องจักรแต่ละตัวที่ต้องการ, อุปกรณ์และวิธีขนส่งวัตถุดิบ/ผลผลิต ขั้นต่อมา คือ การกำหนดตำแหน่งของเครื่องจักร, ช่องทางเดินหรือเส้นทางขนส่ง. สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ รัศมีการทำงานของคนและเครื่องจักร, รัศมีการเลี้ยวโค้งของรถเข็นต่างๆ และขนาดผลผลิต เช่น การขนบล็อกบนพาเลตด้วยตะเข้มีรัศมีการเลี้ยวเป็นอย่างไร ไม่ให้ติดขัด/ชนชั้นวางบล็อก การวางตำแหน่งโดยละเอียดนี้อาจทำในลักษณะ ดังนี้:

1. วิธีการวาดรูป และแบบแปลนโรงงาน (drawing) บนกระดาษหรือคอมพิวเตอร์.
2. วิธีสร้างแผ่นภาพจำลอง (templates).
3. วิธีสร้างหุ่นจำลอง (models).

ก่อนที่จะลงในรายละเอียด จะมีวิธีการวางผังสอดคล้องกับระบบการผลิตมี 4 ระบบ คือ

- การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต (process layout) สำหรับโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิต/วัตถุดิบแบบเดียวกัน เช่น ผลิตบล็อกประสาน บล็อกถังน้ำ บล็อกตัวหนอนดินซีเมนต์ สายการผลิตจะมีหนึ่งเดียว แต่แยกเครื่องจักรในขั้นตอนการอัด

- การวางผังโรงงานแบบตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (product layout) เหมาะสำหรับโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลาก วัตถุดิบแตกต่างกันไป เช่น ผลิตบล็อกด้วย ทำเสาเข้มคอนกรีตด้วย จะแยกสายการผลิตจากกันในโรงงานเดียวกัน.

- การวางผังโรงงานแบบผสม (mixed layout) ในโรงงานบางส่วนเป็นแบบตามกระบวนการผลิต บางส่วนเป็นแบบตามชิ้นของผลิตภัณฑ์.

- การวางผังโรงงานชิ้นงานอยู่กับที่ (fixed position layout) สำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น เรือ, เครื่องบิน, แท่นขุดน้ำมัน ผลิตภัณฑ์จะอยู่กับที่ แต่เคลื่อนย้ายฝ่ายผลิตในขั้นตอนต่างๆ เข้ามาทำงานและออกในช่วงเวลาของตนเท่านั้น.

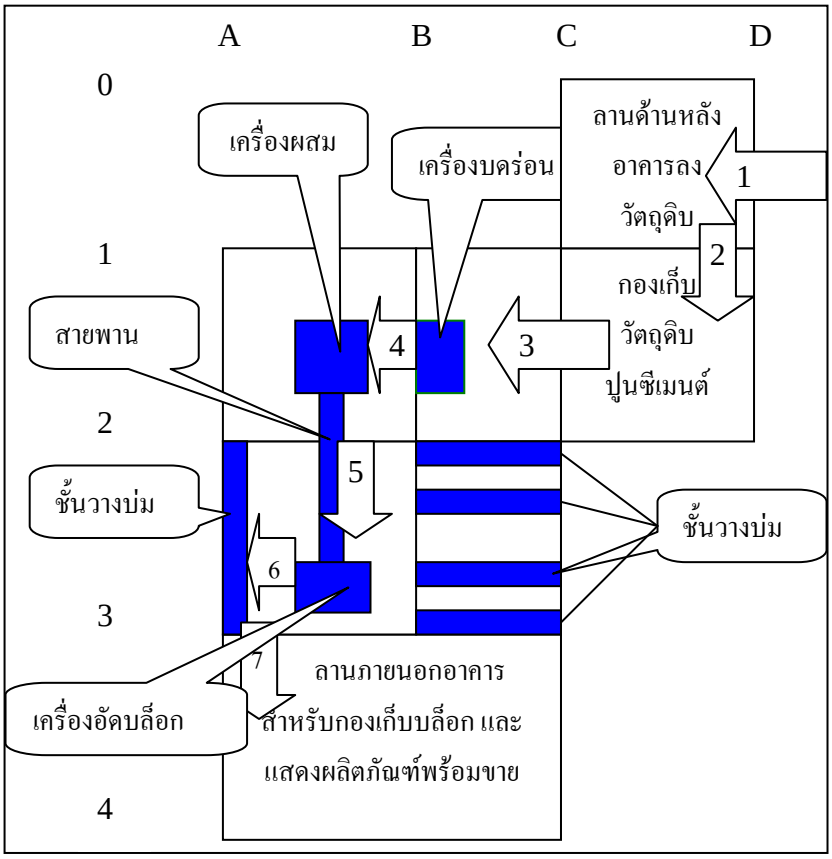
3.3.1.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการวางผังโรงงานบล็อกประสาน

การวางผังโรงงานนำทางสำหรับการผลิตบล็อกประสานเดิมมีเป้าหมายเพื่อสาธิตการผลิตบล็อกประสานในระดับโรงงานจริง และเปรียบเทียบอัตราการผลิตกับโรงงานที่ผลิตและจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันว่าการวางผังโรงงานมีส่วนในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างไร แต่เมื่อพิจารณาถึงการออกแบบโรงงานนำทางแบบสำนักงาน มีอุปสรรคต่อการใช้เป็นต้นโรงงานต้นแบบในการผลิต

บล็อกประสานจริง เนื่องจากสำนักงานมีการกั้นห้องเป็นหลายห้องซึ่งเป็นอุปสรรคในการกองเก็บ การขนย้ายวัตถุดิบส่วนผสม ในแต่ละส่วนขั้นตอนการผลิต จึงได้ทำการการวางผังโรงงานตามทฤษฎีข้างต้น และจัดทำข้อแนะนำเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบโรงงานนำทางเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อกระบวนการผลิตมากขึ้น. สิ่งที่แนะนำต่อไปนี้จึงอยู่ในลักษณะของการสาธิตการผลิตเพื่อการอบรมมากกว่าการวางผังในลักษณะของโรงงานจริงดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ การวางผังเลือกใช้ระบบการวางผังตามกระบวนการผลิต (process layout) เนื่องจากมีสายการผลิตเดียว ไล่ตามการแบ่งพื้นที่ โดยที่ตัวโรงงานในปัจจุบันมีการแก้แบบก่อสร้างไปจากเดิม แต่จำเป็นต้องรายงานผลงานก่อนการแก้แบบ.

จากข้อจำกัดด้านขนาดพื้นที่ของอาคาร ทางเข้าออก จึงขอเสนอให้พิจารณาใน 2 ทางเลือก คือ โรงงานนำทางมีการผลิตขายจริง เช่นที่สถานีลำตะคลองเคยทำมาก่อนหรือใช้เป็นแค่พื้นที่สาธิตในการอบรมของ วว. ความแตกต่างระหว่าง 2 ทางเลือก คือ

ทางเลือกแรก ปริมาณการผลิตสูง จึงมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบจำนวนมากที่แห้งเพียงพอ จำเป็นต้องเปิดผนังแนว C1-D1 สำหรับทำทางลาดไว้ขนวัตถุดิบจากภายนอกเข้ามาในพื้นที่กองเก็บวัสดุก่อนการผลิตในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นที่ร่ม เพราะทางเข้าบันไดด้านหน้ามีระยะทางไกลในการขนส่ง และช่องว่างเชื่อมระหว่างอาคารด้านข้างห่างไกลจากถนน การขนส่งวัตถุดิบเข้าสู่พื้นที่ทำได้ยาก เมื่อเริ่มขั้นตอนการผลิตจริง การให้รถหกล้อมาส่งดินลูกรัง หรือมาส่งทรายเป็นคันรถควรที่จะให้ส่งวัตถุกองไว้หลังอาคารบริเวณ CD01 และการขนเข้าไปสู่อาคารด้วยทางลาดเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ ขั้นต่อไป คือ การเปิดช่องประตูที่ผนังใต้บันไดแนว C1-C2 เพื่อนำวัตถุดิบมาบดร่อนในพื้นที่ BC12 ขั้นต่อไปผสมวัตถุดิบร่วมกับปูนซีเมนต์และน้ำในพื้นที่ AB12 และส่งผ่านสายพานลำเลียงไปสู่เครื่องอัด แล้วนำไปบล็อกที่อัดขึ้นรูปไปบ่มวันแรกในพื้นที่ AB23 ซึ่งในขั้นตอนการผลิตจริงปริมาณมากอาจจำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่การบ่ม BC23 โดยการปิดการใช้พื้นที่บ่อน้ำเปลี่ยนเป็นพื้นที่เรียงชั้นวางบล็อกสำหรับบ่มวันแรก ก่อนนำไปกองเก็บบนลานคอนกรีตนอกอาคารระหว่างอาคารกับถนนข้างบันไดทางขึ้นด้านหน้าต่อไป บริเวณ AC34 ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตจริงที่จะแสดงผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่งด้านหน้าและกองเก็บวัตถุดิบด้านหลัง.

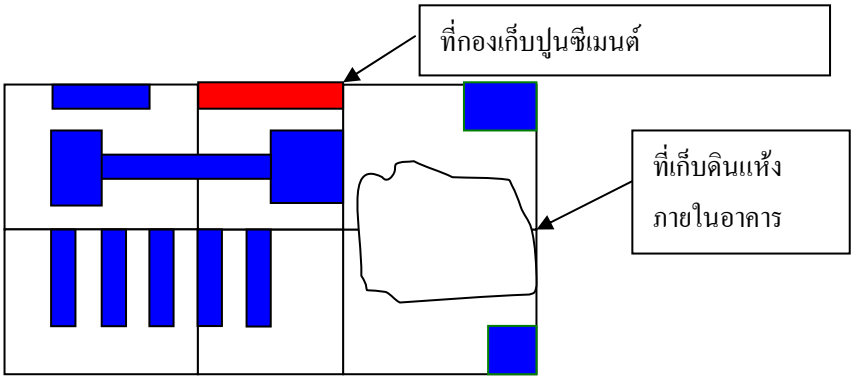



**รูปที่ 1. ผังโรงงานเดิมก่อนเปลี่ยนแปลงขนาดโรงงาน แสดงกระบวนการและเครื่องจักรที่ใช้ในการอัดบล็อกประสานสำหรับทางเลือกแรก.**

ทางเลือกที่ 2 ปริมาณการผลิตต่ำ สำหรับสาธิตผู้มาเข้าอบรม ปริมาณการผลิตที่คาดการณ์คือ ไม่เกิน 2 วงรอบการผลิต เพื่อดูความต่อเนื่องระหว่าง 2 วงรอบ ว่าไม่ควรมีขั้นตอนที่มีการหยุดจังหวะหรือการรอที่เนินนานเกินไป ซึ่งการผลิตเพื่อสาธิตเพียง 2 โม่นั้น จึงต้องการวัตถุดิบตั้งต้นปริมาณไม่มากซึ่งน่าจะกองเก็บไว้ในห้อง BC12 ได้ โดยอาจจะไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรืออย่างน้อยที่สุด คือ ทำทางลาด 1 จุด โดยปิดบริเวณบ่อน้ำ BC3 เพื่อทำทางลาดใช้ประโยชน์ในการขนย้ายของหนัก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรและวัตถุดิบ, ปูน หรือขนบล็อกออกจากพื้นที่. กรณีที่ต้องการผลิตบล็อกเพื่อใช้ในการจัดนิทรรศการที่ต้องการบล็อกปริมาณมากระดับหนึ่ง โดยไม่ต้องสั่งซื้อจากภายนอก ตำแหน่งการวางผังเครื่องจักรควรวางในตำแหน่งเดียวกันกับทางเลือกแรก เพราะติดข้อจำกัดด้านความยาวอาคาร และความยาวของการจัดเรียงชุดการผลิต เพราะข้อจำกัดด้านความต่อเนื่องของเครื่องจักร 3 ตัว ที่ต้องวางในแนวเดียวกันคือ เครื่องผสม, สายพาน และเครื่องอัด โดยไม่สามารถจัดตำแหน่งเป็นอื่นได้ นอกจากการหมุนเครื่องอัดบล็อก รวมความยาวเฉพาะเครื่องส่วนผลิตนี้ได้ประมาณ 6.5 เมตร จึงไม่เหมาะในการวางที่บริเวณอื่นนอกจาก AB13 อยู่ที่ว่าจะหันในทิศทางใด

แต่เมื่อพิจารณาเครื่องบดร่อน ซึ่งไม่เหลือพื้นที่มากนอกจาก BC12 สรุปในขั้นต้นจึงควรวางผังเครื่องจักรตามทางเลือกแรก แต่ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างมากกับทางเลือกแรก.

โดยในปัจจุบันได้ทำการแก้แบบโรงงานใหม่เนื่องจากไม่มีผู้รับเหมาสามารถประมูลงานภายใต้งบประมาณเดิมที่ตั้งไว้ จึงได้ทำการปรับการผังโรงงานใหม่คราวๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.




**รูปที่ 2. ผังโรงงานใหม่หลังการเปลี่ยนแบบแปลนโรงงาน.**

โดยในขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกับโรงงานภายนอก ได้ทำการศึกษาเทียบกับโรงงานที่มีเครื่องจักรชุดเดียวกัน ตามคำสั่งซื้อของโรงงานผลิตเครื่องอัดบล็อกของน่ำเฮง ได้โรงงานที่จะศึกษาเปรียบเทียบ และโรงงานตั้งใหม่ที่ได้ทำการแนะนำการวางผังในกรณีที่โรงงานต้นแบบสร้างเสร็จไม่ทันภายในปีงบประมาณนี้ โดยมีคำแนะนำการวางผังโรงงาน โดยการโทรปรึกษาถึงทิศทางการตัวของโรงงานในแนวเขต, เส้นทางถนนรถเข้าออก ดังมีคำแนะนำในการวางผังโรงงานต่อไปนี้

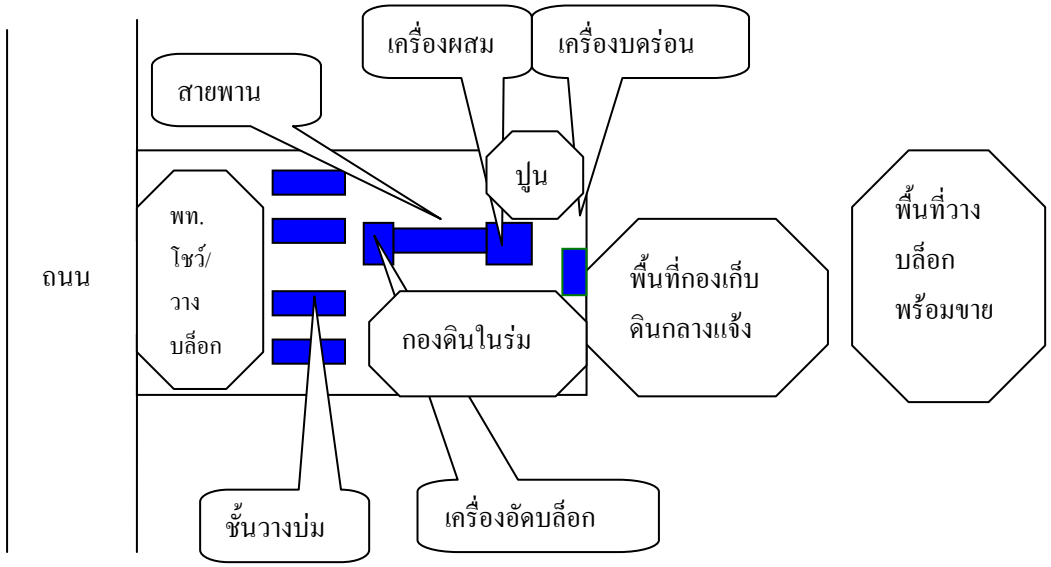
## 3.4 การวางผังโรงงาน

แนวคิดพื้นฐานในการวางผังโรงงาน คือ การจัดการใช้สอยพื้นที่เพื่อความสะดวกในการทำงานลื่นไหล ปลอดภัย มีความสอดคล้องระหว่างพื้นที่ใช้งาน และขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 5.

**ตารางที่ 5 การจัดการพื้นที่ใช้สอยของกระบวนการผลิตบล็อกประสาน**

| พื้นที่ใช้งาน | ขั้นตอนการผลิต |
|---|---|
| กองเก็บ<br>- ดินลูกรัง กลางแจ้ง<br>- ปูนซีเมนต์<br>- ดินลูกรังในร่ม<br>- อุปกรณ์ในการผลิต เช่น ตาชั่ง ถังปูน เกรียง แผ่นรองก้อนบล็อก | |
| เครื่องบดร่อน | การเตรียมวัตถุดิบ |
| เครื่องผสม | ผสมวัตถุดิบ |
| สายพาน | ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเครื่องอัด |
| เครื่องอัด | อัดก้อนวัตถุดิบ |
| ที่วางกองแผ่นรองก้อนบล็อก | |
| ชั้นวางบล็อกในร่ม | ที่บ่มบล็อกในร่ม |
| ที่กองเก็บบล็อกรอขาย/ที่บ่มบล็อกกลางแจ้ง | ที่บ่มบล็อกกลางแจ้ง |

หากพิจารณารวมกับพื้นที่โรงงาน, ทำเลที่ตั้ง สิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมอีกประการหนึ่ง คือ การแสดงสินค้า ในช่วงแรกที่ยังไม่มีส่วนแสดง งานบล็อกประสาน เช่น รั้ว การจัดสวน อาคารหรือศาลาสำหรับติดต่องาน จำเป็นต้องมีการแสดงบล็อกประสานพร้อมขายที่จัดวางอยู่บนพาเลต โดยที่ลูกค้าจะอยู่ในกลุ่มผู้ที่เคยใช้บล็อกประสานมาก่อน การไม่มีส่วนจัดแสดงจะทำให้ทำความเข้าใจกับลูกค้าใหม่ได้ค่อนข้างยาก.




**รูปที่ 3. แปลนการจัดพื้นที่ในโรงงานผลิตบล็อกประสาน.**

จากข้อมูลดังกล่าวเบื้องต้น สามารถวางแปลนคร่าวๆ ได้ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งสามารถปรับปรุงได้ตามความเหมาะสมในสถานที่จริงจากแนวคิดพื้นฐาน คือ

1. มีพื้นที่กองเก็บวัตถุดิบ เช่น ดิน, หินฝุ่น, ทราย นอกอาคาร เพราะต้องใช้พื้นที่มากในการลงวัตถุดิบแต่ละครั้งจากรถ 10 ล้อ คลุมด้วยผ้าใบกันฝนและเปิดออกวันที่แดดดี การกองเก็บดินใกล้โรงงานเพื่อความสะดวกในการขนย้ายดินเข้าสู่โรงงาน.

2. การกองเก็บดินในที่ร่ม มีเป้าหมายเพื่อสต็อกดินไว้ให้เพียงพอในการผลิตช่วงฝนตก ทำให้สามารถผลิตบล็อกได้ต่อเนื่อง จะเก็บในรูปดินแห้ง หรือดินที่บดร่อนแล้วก็ได้ กรณีที่ไม่มีผนังกันฝนสาดต้องมีผ้าใบคลุมเช่นกัน.

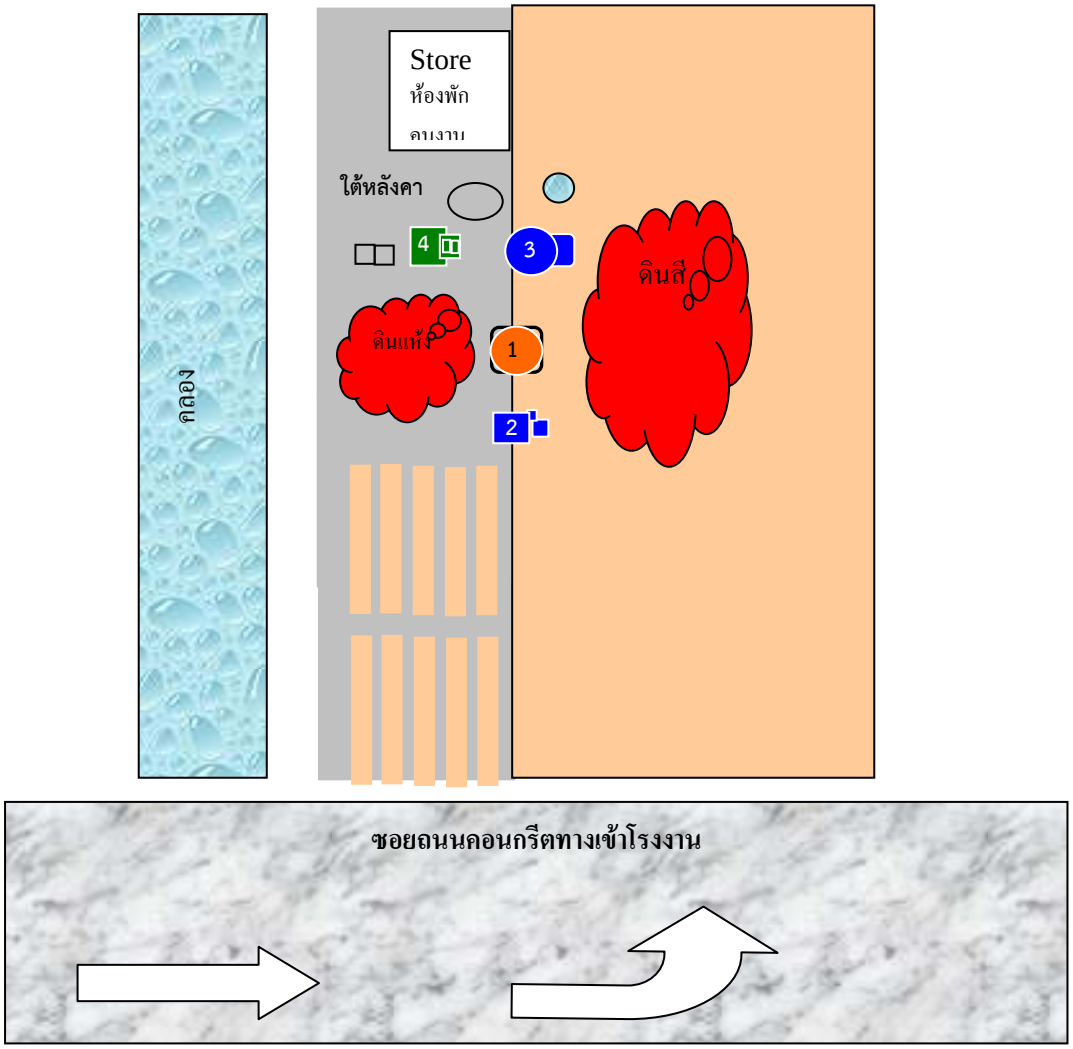
3. พื้นที่กองเก็บปูนซีเมนต์ ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษเรื่องฝนสาด หรือต้องยกให้เหนือระดับพื้น เช่น วางบนพาเลตใกล้พื้นที่ผสมวัตถุดิบ และมีผ้าใบคลุมกรณีที่เป็นโรงงานโรงไม่มีผนังกันฝน.

4. เครื่องผสม, สายพาน และเครื่องอัด ถูกบังคับให้วางเรียงกันตามขั้นตอนกระบวนการผลิต ทิศทางการปล่อยส่วนผสมลงสายพานไปสู่ยุ้งเก็บเหนือเครื่องอัด และถัดไปเป็นชั้นวางบ่มบล็อกภายในร่ม.

5. จะเว้นพื้นที่ไว้เล็กน้อยเพื่อแสดงสินค้าบริเวณริมถนน กรณีที่ยังไม่มีที่แสดง บล็อกที่ผลิตเรียบร้อยรอขาย ส่วนหนึ่งอาจวางบ่มไว้ด้านหลังบริเวณที่รถเข้าถึงสะดวก.

### 3.5 การทดสอบและเปรียบเทียบผังโรงงานในกระบวนการผลิตจริง

เนื่องจากโรงงานต้นแบบก่อสร้างแล้วเสร็จใกล้จบปีงบประมาณโดยที่ไม่มีงบประมาณเพียงพอในการต่อไฟฟ้าเข้าพื้นที่โรงงาน จึงไม่อาจทดสอบกำลังการผลิตของชุดเครื่องอัดบล็อกประสาน วว. เพื่อเปรียบเทียบผังโรงงานได้ ร่วมกับโรงงานที่คัดเลือกไว้ว่าทำการสั่งเครื่องน่ำเฮงในชุดผลิตแบบเดียวกันยังไม่มีความพร้อมในการให้เข้าเยี่ยม จึงขออธิบายเปรียบเทียบการวางผังโรงงานที่เปิดโอกาสให้เข้าเก็บข้อมูล สามารถอธิบายได้ดังแสดงในรูปที่ 4.



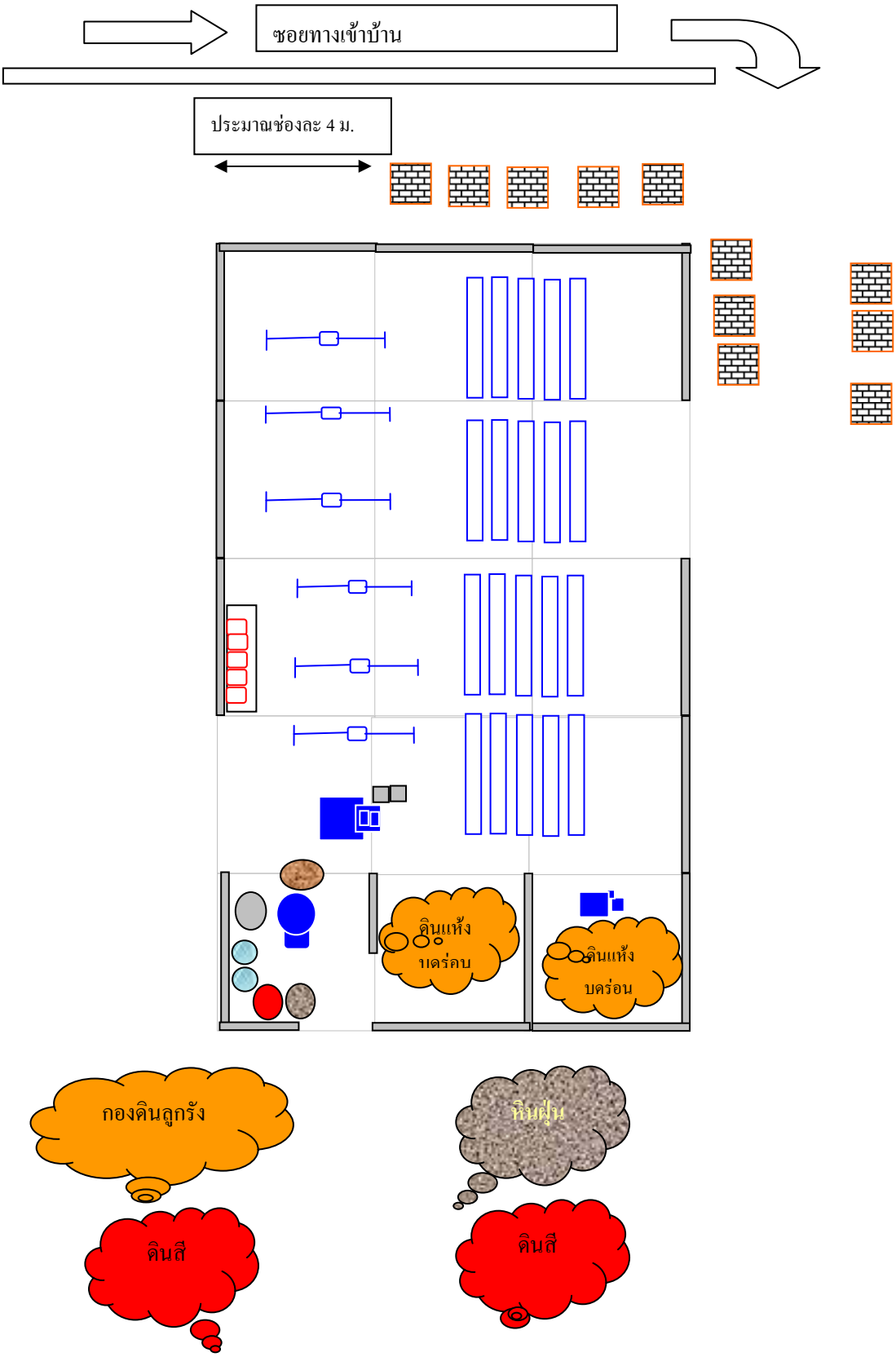

**รูปที่ 4. ผังโรงงานที่ 1 โรงงานชัยภูมิ กำลังการผลิต 400 ก้อนต่อวัน.**

1. โรงงานชัยภูมิ มีที่กองเก็บดินนอกหลังคา ดินแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยเครื่องหมายเลขที่ 1 หรือเครื่องบดร่น เครื่องหมายเลขที่ 2 ด้านล่าง และกองเก็บใต้หลังคา ดินแห้งจะถูกนำไปผสมที่เครื่องผสม เครื่องหมายเลขที่ 3 และส่วนผสมจะถูกนำไปอัดขึ้นก้อนที่เครื่องอัด เครื่องหมายเลขที่ 4 และนำมากองเก็บด้านล่าง ห่างลากเส้นจะพบว่าเส้นทางไม่ซ้อนทับกันเท่าไหร่ แต่การเดินทางไม่ได้เกิดขึ้นเพื่อแค่หนึ่งวงรอบ แต่เกิดขึ้นหลายวงรอบ แต่ละเส้นทางเกิดขึ้นด้วยความถี่เท่ากัน เมื่อพิจารณาว่าคนเดินวางเรียงบล็อกจะต้องเดินทางไปกลับอ้อมกองดินแห้งในร่มด้วยความถี่สูงสุด ซึ่งถ้าปรับผังใหม่โดยการสลับเครื่องอัดมาวางไว้ข้างล่างกองดินแห้ง จะช่วยลดระยะทางการเดินให้สั้นลง แต่ต้องเดินหลายร้อยรอบต่อวัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ประหยัดได้ และรายได้ที่มากขึ้นของผู้ประกอบการ.

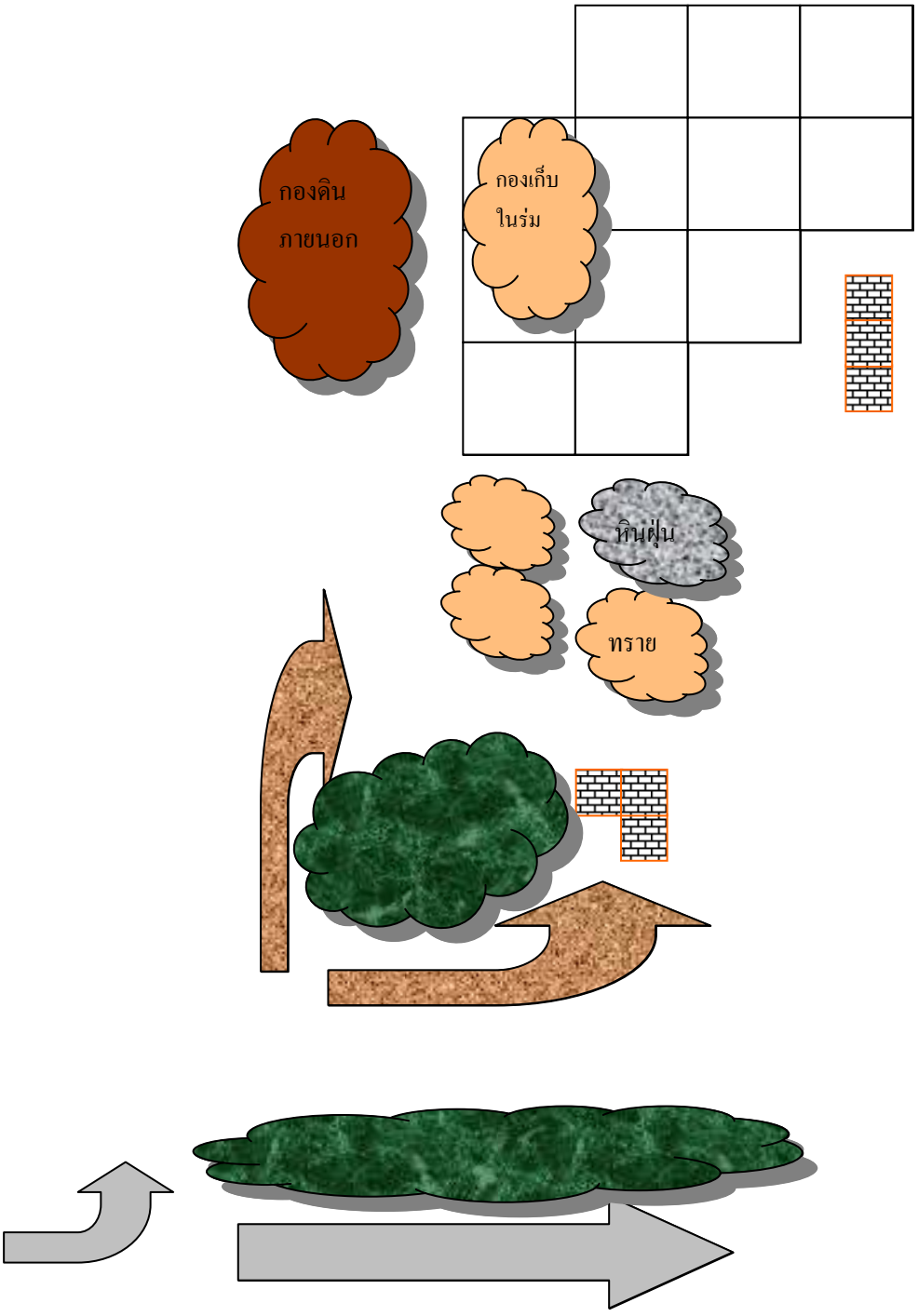
2. โรงงานคุณพิชัย วัตถุดิบที่กองอยู่ภายนอกจะถูกขนเข้ามาบดร่อนและเก็บไว้ในโรงงานด้วยประตูทางเข้าด้านล่าง เมื่อบดร่อนเรียบร้อยแล้วจะถูกนำมาผสมที่มุมด้านล่างซ้าย ซึ่งเส้นทางนี้ซ้อนทับการการขนวัตถุดิบเข้าไปในโรงงาน เมื่อผสมเรียบร้อยวัตถุดิบจะถูกส่งลำเลียงไปเครื่องอัดไฮดรอลิกรูปแบบก้อนมาตรฐานที่ใช้งานบ่อยและมียอดคำสั่งซื้อสูงสุด และเครื่องอัดบล็อกแบบมือโยกหลากหลายรูปแบบตามความต้องการของลูกค้าโดยลำเลียงเข้าทางด้านซ้ายของเครื่อง และบล็อกที่ได้จะส่งออกเลียงทางด้านขวา ซึ่งในจังหวะนี้อาจมีการซ้อนทับกันในขณะเดินเลียงระหว่างเครื่องอัดใกล้เคียง หรือระหว่างเครื่องอัดไฮดรอลิกกับการขนวัตถุดิบไปผสม. การขนส่งขั้นต่อไปคือเมื่อบ่มครบหนึ่งวัน เช้าวันถัดไปจะส่งออกไปบ่มนอกอาคารบนพาเลต การซ้อนทับนี้เมื่อพิจารณาร่วมกับจำนวนแรงงาน 4-6 คน หมายความว่าจะมีการผลิตอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 1 เครื่อง และเพิ่มขึ้นเมื่อยอดคำสั่งซื้อมากขึ้นในบางฤดูกาล จากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า การซ้อนทับของทางเดินจะมีผลก็ต่อเมื่อการเดินทางเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันหรือไม่ เช่น การขนวัตถุดิบเข้าโรงงานอาจจะเกิดแบบรายสัปดาห์ การขนดินบดร่อนไปผสมเกิดขึ้นรายวงรอบการผสม การเดินเรียงเกิดขึ้นถี่ตามวงรอบการอัดของเครื่อง ซึ่งถ้าคนงานเป็นชุดเดียวกันหมายความว่ากิจกรรมหนึ่งอาจจะไม่เกิดพร้อมกับกิจกรรมอื่นๆ หากคนงานไม่เพียงพอ ช่องว่างที่ต้องเดินซ้อนทับกันนั้นมีความกว้างมากเพียงพอให้เดินส่วนกันได้หรือไม่ ระหว่างความกว้างรถเข็นปูนที่ขนส่งวัตถุดิบและความกว้างของไหล่คน ซึ่งการจัดวางชั้นเรียงหรือระยะห่างเครื่องอัดต้องคำนึงถึงขนาดร่างกายหรือขนาดรถเข็นดังกล่าว ซึ่งในระยะยาวหากมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นมาจนการขนส่งวัตถุดิบมีปัญหาซ้อนทับกับขนส่ง อาจเพิ่มประตูที่มุมล่างขวาของโรงงานเป็นทางเข้าของดินโดยเฉพาะ และรื้อย้ายผนังกันภายในโรงงานแนวตั้งออก เพราะทำให้เกิดการเดินอ้อมผนังกันไปซ้อนทับการเส้นทางเดินเรียง.

3. โรงงานบล็อกตัวหนอนคุณสุนัน จ. ขอนแก่น เป็นโรงงานที่มีขนาดใหญ่ จำนวนเครื่องมาก กำลังผลิตสูง ประมาณ 4000 ก้อนต่อวัน โรงงานนี้จะเน้นการร่อนกรวดหินออกแทนการบดร่อนที่มีฝุ่นฟุ้ง

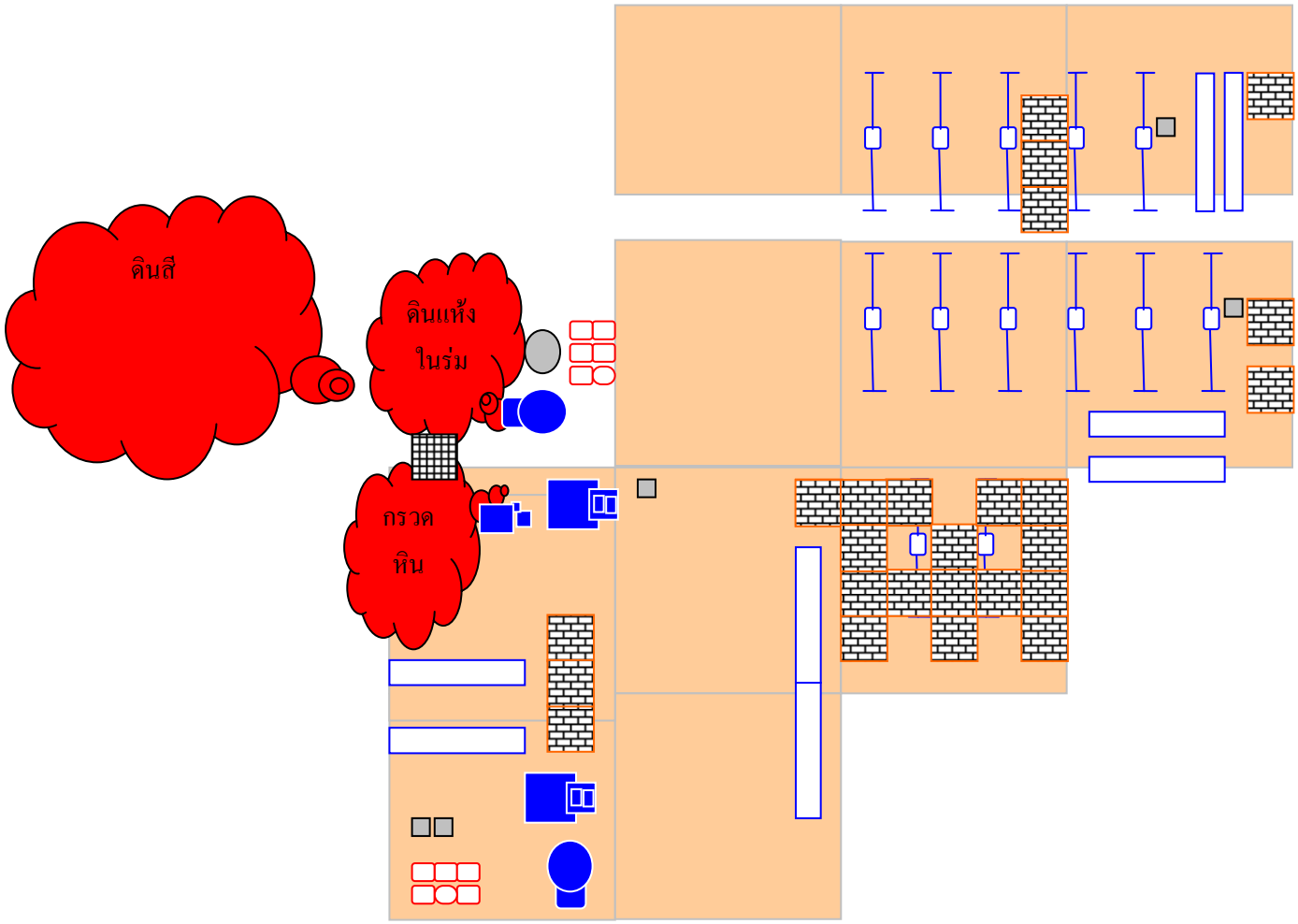
กระจาย เช่นเดียวกับโรงงานที่ 1 สิ่งที่เห็นได้ชัดอย่างหนึ่งคือ ถึงแม้จะเป็นโรงงานที่มีกำลังผลิตสูงสุด แต่กลับใช้เครื่องผสมเพียงแค่ 1 ตัว ผสมและป้อนให้กับเครื่องอัด 3 ตัว ในเวลาเดียวกันโดยจะทำการผสมตลอดเวลา และถ่ายส่วนผสมไว้ส่วนกลางที่ใกล้กับเครื่องอัดไฮดรอลิก. ในขณะที่เครื่องอัดมือโยกต้องใช้รถเข็นประจำเครื่องมาขนส่วนผสมไปอัด ตามแนวคิด Time and motion ของ Taylor ที่พิจารณาประสิทธิภาพของเครื่องแต่ละตัว และพยายามผลักดันให้เกิดการใช้ประสิทธิภาพสูงสุด แนวคิดเรื่องจำนวนเครื่องจะใกล้เคียงกับโรงงานที่ 2 ที่ต่างกันคือการวางเครื่องและการเรียงบล็อกสด ซึ่งจะเน้นการวางบล็อกใกล้หรือรอบๆ เครื่องอัด ซึ่งเครื่องอัดแบบมือโยกจะไม่ต่อแกนไว้ ทำให้มีที่ว่างมากพอในการวางเรียงก้อนบล็อกสดแต่ละวันก่อนขนย้ายออกไป.



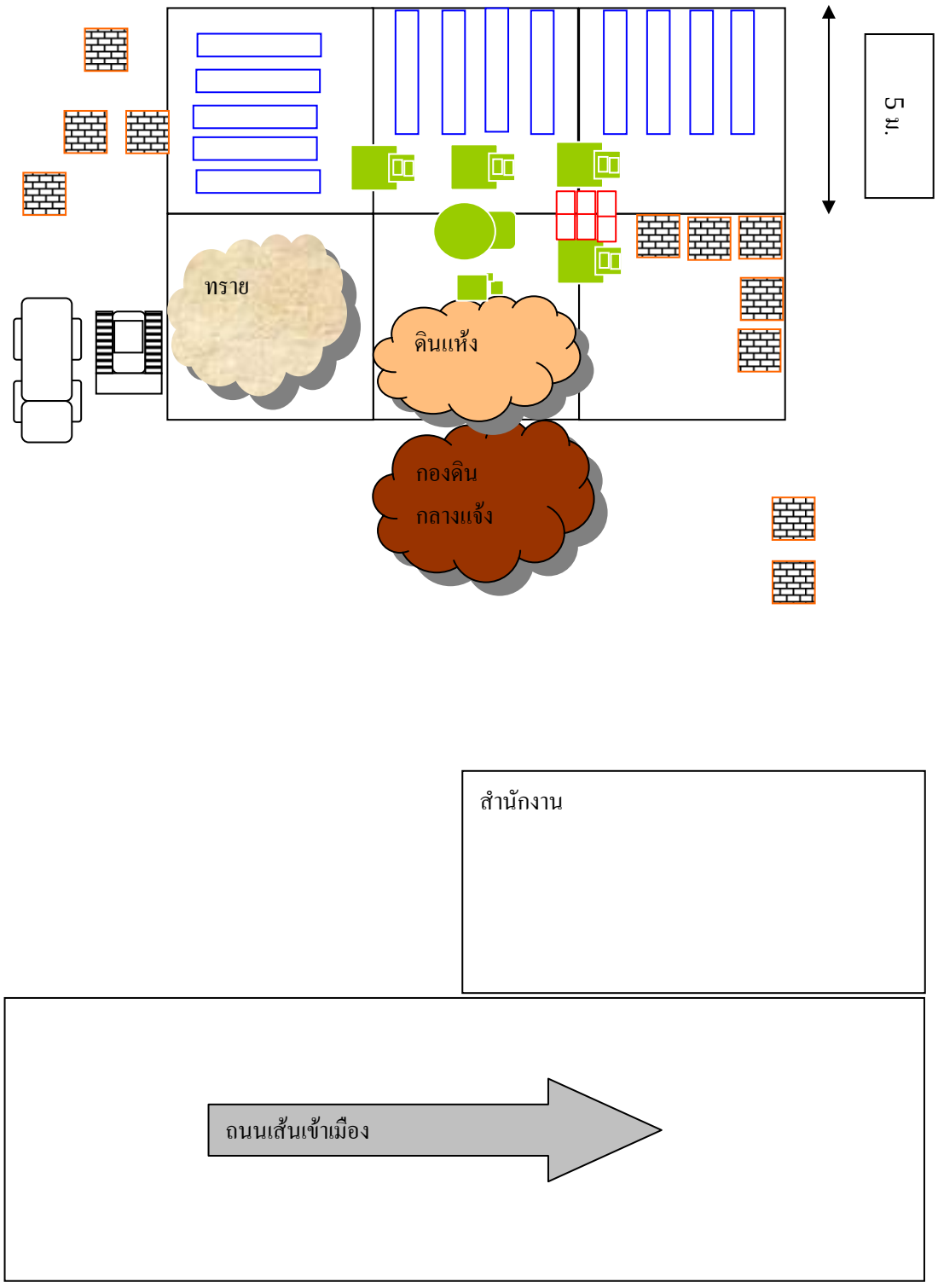

**รูปที่ 5. ผังโรงงานที่ 2 โรงงานคุณพิชัย.**




**รูปที่ 6. ผังโรงงานที่ 3 โรงงานบล็อกตัวหนอนคุณสุนัน จ. ขอนแก่น กำลังการผลิต 4,000 ก้อน/วัน แปลนในภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมด.**

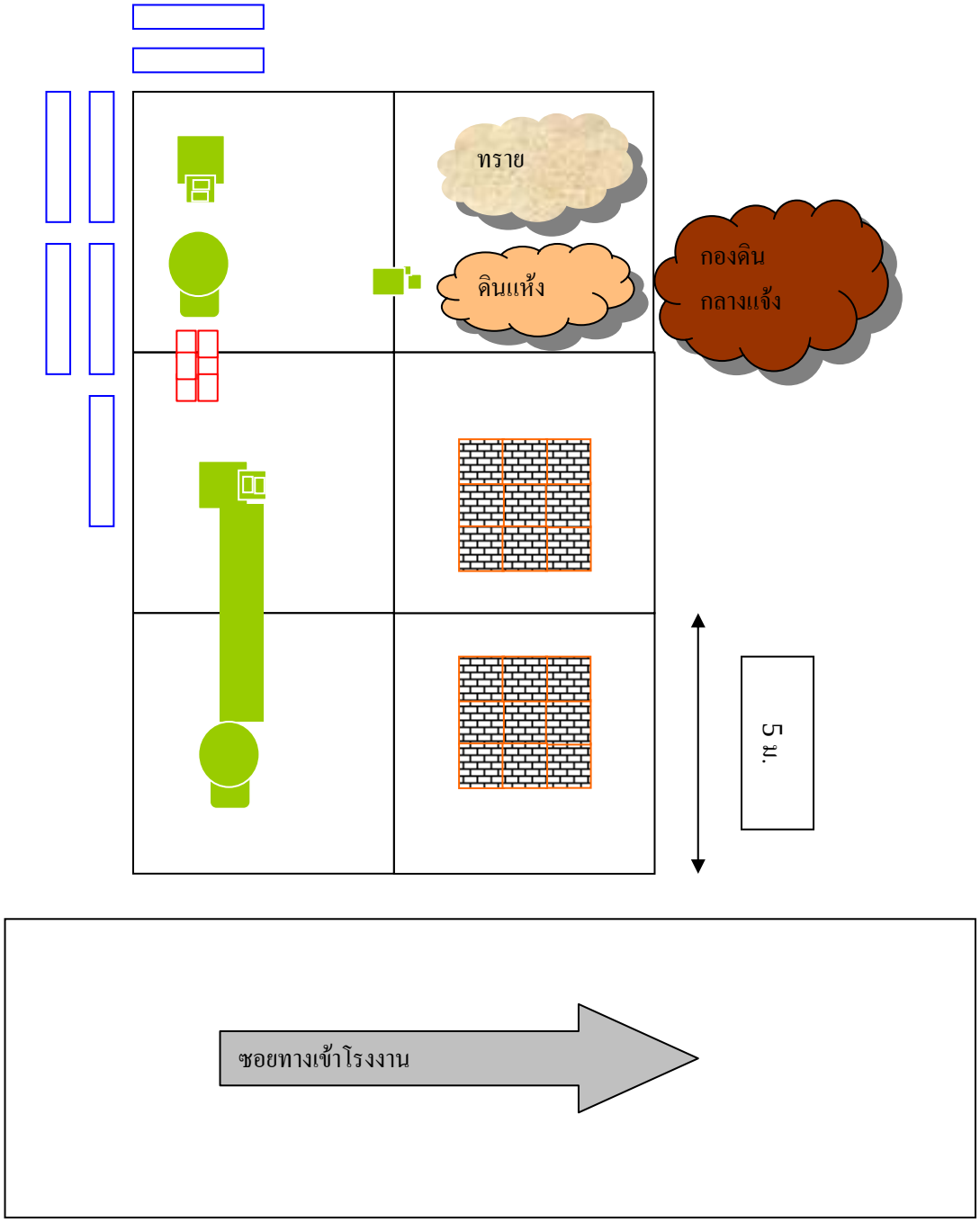



**รูปที่ 6. (ต่อ)**




**รูปที่ 7. ผังโรงงานที่ 4 โรงงานอุดรบล็อกประสาน ของคุณอารักษ์ ทองรัตน์ กำลังการผลิต 4,000 ก้อน/วัน.**

4. โรงงานอุดรบล็อกประสานเป็นอีกโรงงานหนึ่งที่มียอดขายสูง มีการผลิตในเวลาปกติไม่เพียงพอต่อการขายจนต้องมีการทำล่วงเวลาบ่อยครั้ง เป็นโรงงานที่เน้นการใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกเป็นหลัก ทำให้การคืนทุนต่อระยะเวลาจ่ายดอกเบี้ยเร็วขึ้น พร้อมกับมีการใช้เครื่องจักรหลายประเภทเพื่อประหยัดแรงงาน ได้แก่ รถแทรกเตอร์ไถดินเข้าร่ม สำคัญมากในโรงงานขนาดใหญ่ทั้งโรงงานที่ 3 และ 4 ที่ใช้วัตถุดิบจำนวนมาก รถหกล้อสำหรับขนส่งทำให้เกิดความได้เปรียบด้านการบริการขนส่งที่โรงงานอื่นไม่มี ซึ่งทำการพิจารณาระบบขนส่งลำเลียงตั้งแต่วัตถุดิบไปจนถึงมือลูกค้า.




**รูปที่ 8.** ผังโรงงานที่ 5 โรงงาน Money.

5. โรงงาน money เป็นโรงงานที่มีเครื่องจักรครบชุด และมีเครื่องผสมในแต่ชุดการผลิตหรือมีเครื่องผสมประจำเครื่องอัด ทำให้ต้องใช้แรงงานเพิ่มขึ้นมากกว่า หากต้องทำงานพร้อมกัน 2 เครื่อง พร้อมกับการตลาดที่ไม่แข็งแรงทำให้การผลิตไม่ต่อเนื่อง.

จากการศึกษาการวางผังแต่ละโรงงานพบว่าเส้นทางการเดินทางของวัตถุดิบ, ส่วนผสม และก้อนบล็อก และชุดพาเลตที่วางกองบล็อกมีการซ้อนทับกันบ้างในบางเส้นทางและบางโรงงาน ตัวอย่างเช่น โรงงานที่ 2 โรงงานคุณพิชัย การขนย้ายวัตถุดิบไปบดร่อนและกองเก็บและนำมาผสมในเครื่องผสม มีเส้นทางเดินที่ซ้อนทับกันแต่ไม่มีปัญหาเนื่องจากเส้นทางทั้ง 2 กิจกรรม อาจทำงานในช่วงเวลาที่ต่างกัน คือ ช่วงขนดินจะไม่ได้ผสมวัตถุดิบ ด้วยจำนวนแรงงานที่จำกัดทำให้ทำงานได้ที่ละกิจกรรม การใช้เส้นทางหลายครั้งจึงไม่เกิดปัญหา โดยเฉพาะในโรงงานบล็อกประสานที่ขั้นตอนการผลิตน้อย ผสม-อัด การลำเลียงหรือขนวัสดุส่วนผสมจึงน้อยไปด้วย ยิ่งจำนวนแรงงานที่น้อย การเดินทางในเวลาเดียวกันจึงเกิดขึ้นได้ยาก ยกเว้นโรงงานใหญ่ที่มีเครื่องอัดตั้งแต่ 3 เครื่อง ขึ้นไป สังเกตได้ว่าหลายโรงงานจะมีเครื่องอัดมากกว่า 3 เครื่อง แต่มีเพียงโรงงานเดียวที่ทำงานพร้อมกันตั้งแต่ 3 เครื่อง ขึ้นไป คือ โรงงานบล็อกตัวหนอนคุณสุนัน จ. ขอนแก่น ส่วนใหญ่สำรองเครื่องเพื่อผลิตสินค้าให้ได้หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ในขณะที่โรงงานบล็อกตัวหนอนมียอดผลิตสูงถึง 4000 ก้อนต่อวัน จึงต้องเดินเครื่องพร้อมกันหลายเครื่อง.

นอกจากนี้ ยังสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องอัดไฮดรอลิกและเครื่องอัดมือโยกได้คร่าวๆดังต่อไปนี้ (เนื่องจากความชำนาญของแรงงานแต่ละโรงงานมีความต่างกัน และเครื่องอัดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงมิได้หมายความว่า เครื่องใดมีประสิทธิภาพเหนือกว่ากันอย่างชัดเจน ยกเว้นได้มีการทดสอบเครื่องก่อนสั่งซื้อ และหลังติดตั้งก่อนจ่ายเงินแล้ว นั้นคือประสิทธิภาพเครื่องที่แท้จริง) จากการจับเวลาเครื่องอัดของ 2 บริษัทผลิตเครื่อง พบว่า แม้จะเป็นเครื่องอัดไฮดรอลิกแบบผลิตครั้งละ 2 ก้อน เหมือนกัน แต่ประสิทธิภาพต่างกันมาก คือ เครื่องบริษัทหนึ่งผลิตด้วยเวลาประมาณ 49 วินาทีต่อรอบการผลิต ในขณะที่อีกบริษัทหนึ่งผลิตได้ 21 วินาทีต่อรอบการผลิต ของแบบก้อนคู่ธรรมดา และ 34 วินาที/รอบการผลิต ของก้อนคู่มีลายข้าง ระยะเวลาผลิตห่างกัน 15 วินาที สาเหตุหลักมาจากความเร็วของการเคลื่อนที่ไฮดรอลิกที่ต่างกัน สาเหตุรองมาจากการออกแบบระบบล็อกฝาเพื่อรับแรงอัดที่ต้องใช้เวลาในการล็อก.

แต่จากการออกสำรวจข้อมูลที่น่าสนใจคือ เครื่องอัดแบบมือโยกกลับสามารถทำเวลาได้ทัดเทียมกับเครื่องอัดไฮดรอลิกของบริษัทที่ช้ากว่าคือผลิตได้ด้วยเวลา 23.7 วินาที/ก้อน หรือ 47.4 วินาทีต่อ 2 ก้อน ที่แสดงให้เห็นว่า เครื่องอัดแบบมือโยกยังคงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับนักลงทุนหน้าใหม่ และการผลิตบล็อกทางเลือกที่มีหลากหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองตลาด.

ในการออกสำรวจนี้ยังได้ศึกษาไปถึงระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตบล็อกของแรงงาน ไม่รวมความเร็วของเครื่องพบว่า เครื่องผลิตบล็อกทั้ง 2 โรงงาน และเครื่องอัดมือโยกเกิดความล่าช้าในการ

เติมดิน โดยแทนที่จะใส่ดินทั้งหมดแล้วปิดฝา จำเป็นต้องทำการอัดดินที่ฟูส่วนเกินลงไปในแบบเพื่อให้ได้บล็อกที่มีความแน่นเพียงพอ ด้วยแนวคิดนี้จึงได้นำไปสู่การปรับปรุงเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกจนได้เครื่องอัดที่ยังคงประสิทธิภาพการอัด ผลิตได้ไวขึ้น ได้บล็อกที่มีกำลังอัดตามมาตรฐานที่ วว. ตั้งไว้ คือ มากกว่า 70 กิโลกรัม/ตารางเมตร จากตัวอย่างการทดสอบเครื่องอัดได้รอบระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 20 วินาที/ก้อน หรือใช้เวลาน้อยลง 16% หรืออาจผลิตได้ผลผลิตมากขึ้น 19% ที่ระยะเวลาการผลิตเท่าเดิม ทำให้กำไรเพิ่มมากขึ้น หรือระยะเวลาคืนทุนลดลงอย่างมาก.

## 3.6 ศึกษาข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งโรงงานบล็อกประสาน

### 3.6.1 การขออนุญาตตั้งโรงงานบล็อกประสาน

การตั้งโรงงานบล็อกประสาน วว. โดยทั่วไปตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535[1] จำเป็นต้องมีการขออนุญาตตั้งโรงงานต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อบต.) หรือ ที่ว่าการอำเภอ ในท้องที่ที่ก่อสร้างโรงงาน ยกเว้นโรงงานบล็อกประสาน วว. ที่มีขนาดกำลังผลิตของเครื่องจักรรวมกันตั้งแต่ 50 แรงม้าขึ้นไป ซึ่งจัดอยู่ในโรงงานจำพวกที่ 3 ที่ต้องขออนุญาต ณ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด มีรายละเอียดที่ควรทราบดังต่อไปนี้

### 3.6.2 กฎหมายควบคุมโรงงานบล็อกประสาน วว.

3.6.2.1 การจำแนกประเภทโรงงาน

บล็อกประสาน วว. โดยส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ดินซีเมนต์ หรือดินลูกรังผสมซีเมนต์ ในบางโรงงานอาจใช้ทราย และหินฝุ่นเป็นมวลรวมทดแทนดินลูกรัง ซึ่งจัดอยู่กลุ่ม “ผลิตภัณฑ์คอนกรีต” คือ มีส่วนประกอบของปูนซีเมนต์และมวลรวม ตามกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 จัดเป็นโรงงานลำดับที่ 58 วรรค (1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อโลหะ (1) การทำผลิตภัณฑ์คอนกรีต[2] ซึ่งโรงงานประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น 2 จำพวกคือ โรงงานจำพวกที่ 2 กำลังรวมของเครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า[3] ต้องแจ้งให้ผู้อนุญาตทราบ

---

[1] พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ กฎหมายควบคุมโรงงานฉบับล่าสุดที่มีผลบังคับใช้ในวันที่เขียนบทความนี้ เดือนกันยายน 2555 อ้างอิงจาก http://www.ins.moi.go.th/newweb/download/law/laws/law-2/work-10/w10-1.pdf ซึ่งต้องดูรายละเอียดการจำแนกจำพวกโรงงานเพิ่มเติมจากกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 อ้างอิงจาก http://www2.diw.go.th/mac/form/A2_FORM/DOC_%20A/Law_industry35.pdf

[2] ตามคำแนะนำของหัวหน้ากลุ่มนิติกร กรมโรงงานอุตสาหกรรม สอบถามเพิ่มเติม 02 202 3991 นางสาวนฤมล สุวัฒนสวัสดิ์ ตำแหน่งนิติกรชำนาญการ

[3] เครื่องจักรผลิตบล็อกประสาน 1 ชุด ทั่วไป มีกำลังแรงม้ารวมประมาณ 20 แรงม้า จากเครื่องบดร่อน เครื่องผสม สายพานลำเลียง เครื่องอัดบล็อก เครื่องละ 5 แรงม้า รวม 20 แรงม้า

ก่อน และโรงงานจำพวกที่ 3 กำลังรวมของเครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า[4] ต้องได้รับใบอนุญาตก่อนจึงจะดำเนินกิจการได้.

3.6.1.2 ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ลักษณะอาคารและลักษณะภายในของอาคาร[5]

โรงงานจำพวกที่ 2 ห้ามตั้งในบริเวณบ้านจัดสรร อาคารชุดพักอาศัยและบ้านแถวเพื่อการพักอาศัย และห้ามตั้งอยู่ในระยะ 100 เมตร จากเขตติดต่อกับสาธารณสถาน ได้แก่ โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา, วัด หรือศาสนสถาน, โรงพยาบาล, โบราณสถาน, สถานที่ทำการงานของหน่วยงานของรัฐ และแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามที่กฎหมายกำหนด ยกเว้นหน่วยงานของรัฐที่ควบคุม ดูแลโรงงาน โดยเครื่องจักรต้องมีความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนและเสียง หรือวิทยุรบกวนไปถึงผู้ที่อยู่อาศัยใกล้เคียง[6].

โรงงานต้องมีความมั่นคงแข็งแรง มีพื้นที่ระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ใน 10 ของพื้นที่ห้อง หรือมีระบบระบายอากาศ ให้อากาศไหลผ่านเข้าออกได้ไม่น้อยกว่า 0.5 ลูกบาศก์เมตร/นาที ต่อคนงานหนึ่งคน มีขนาดประตูหรือทางเข้าออก กว้าง x สูง ไม่น้อยกว่า 1 X 2 เมตร ระยะความสูงของเพดานไม่น้อยกว่า 3 เมตร ถ้ามีระบบปรับอากาศต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.3 เมตร บริเวณพื้นที่ทำงานต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร/คนงานหนึ่งคน มีห้องส้วมอย่างน้อย 1 ห้องต่อแรงงาน 15 คน ถ้ามีมากกว่า 15 คน ต้องแยกห้องน้ำชายและหญิงตามสัดส่วนแรงงานชายและหญิง ห้องส้วมต้องมีความสะอาด ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 0.9 ตารางเมตร/ห้อง มีที่ทำความสะอาดและการระบายอากาศภายในห้องน้ำที่ดี.

3.6.1.3 การติดต่อแจ้งการตั้งโรงงาน และติดต่อสื่อสารอื่นๆ กับทางรัฐ และค่าใช้จ่าย

การตั้งโรงงานบล็อกประสาน วว. ใหม่ เริ่มแรกส่วนใหญ่จึงน่าจัดเป็นโรงงานจำพวกที่ 2 คือ ต้องแจ้งประกอบกิจการโรงงานก่อนเริ่มกิจการตามแบบ ร.ง. 1 ให้ผู้อนุญาต[7] ทราบ และชำระค่าธรรมเนียมรายปี ณ วันที่แจ้งและทุกวันครบรอบวันเริ่มประกอบกิจการโรงงานของทุกปี โดยไม่ต้องขอใบอนุญาตก่อตั้งโรงงานราคาแพง การแจ้งการประกอบกิจการเพื่อให้ผู้อนุญาตมาสำรวจสภาพแวดล้อมของโรงงาน, อาคาร และเครื่องจักร ว่าถูกต้องตามจำพวกโรงงานที่ 2 มีความมั่นคงปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ มลภาวะร้ายแรงต่างๆ ต่อชุมชนที่พักอาศัยใกล้เคียง โดยมีค่าธรรมเนียมรายปีดังต่อไปนี้

---

[4] พระราชบัญญัติโรงงาน มาตรา 7

[5] กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 หมวดที่ 1 ข้อ 1 และข้อ 5

[6] กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 หมวดที่ 2 เรื่องเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานข้อ 2

[7] ผู้อนุญาต หมายถึง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อบต.) หรือที่ว่าการอำเภอ ในเขตที่ทำการก่อสร้างโรงงาน

**ตารางที่ 6. ค่าธรรมเนียมรายปีในการประกอบกิจการโรงงาน**

| ขนาดโรงงาน | ชนิดเครื่องจักร | กำลังเครื่องจักรจริง (แรงม้า) | เกณฑ์ค่าธรรมเนียม | ค่าธรรมเนียมต่อปี (บาท) |
|---|---|---|---|---|
| ครัวเรือน | เครื่องอัดแบบใช้แรงงาน | 0 | ไม่ใช้เครื่องจักร | 150 |
| | เครื่องอัดแบบใช้แรงงาน+เครื่องบดร่อนหรือเครื่องผสม | 3 | ใช้เครื่องจักรไม่ถึงห้าแรงม้า | 150 |
| | | 5 | | |
| ชุมชน | เครื่องอัดแบบใช้แรงงาน+เครื่องบดร่อน+เครื่องผสม | 6-10 | ใช้เครื่องจักรตั้งแต่ห้าแรงม้าแต่ไม่ถึงยี่สิบแรงม้า | 300 |
| อุตสาหกรรม | เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก+เครื่องบดร่อน+เครื่องผสม | 9-15 | | |
| | เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก+เครื่องบดร่อน+เครื่องผสม+สายพานลำเลียง | 20 | ใช้เครื่องจักรตั้งแต่ยี่สิบแรงม้าแต่ไม่ถึงห้าสิบแรงม้า | 450 |

การเปลี่ยนแปลงการประกอบกิจการใดๆ เช่น โอน, ย้าย, ให้เช่า หรือเลิกกิจการ ต้องแจ้งให้ผู้อนุญาตทราบภายใน 30 วัน[8] เว้นแต่มีเจตจำนงค์ต้องการขยายขนาดโรงงานที่มีกำลังเครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า ต้องทำการขอใบอนุญาตโรงงานจำพวกที่ 3 ณ สำนักโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดก่อนการขยายกิจการ[9].

กรณีเกิดอุบัติเหตุรุนแรงจนแรงงานถึงแก่ความตาย หรือบาดเจ็บจนไม่สามารถกลับมาทำงานได้ภายใน 72 ชั่วโมง หรือ 3 วัน ให้ทำการแจ้งต่อผู้อนุญาตภายใน 3 วัน หรือเกิดอุบัติเหตุจนโรงงานไม่สามารถกลับมาดำเนินการได้ภายใน 7 วัน ให้แจ้งผู้อนุญาตภายใน 10 วัน เพื่อเข้ามาตรวจสอบความปลอดภัยในการทำงาน[10].

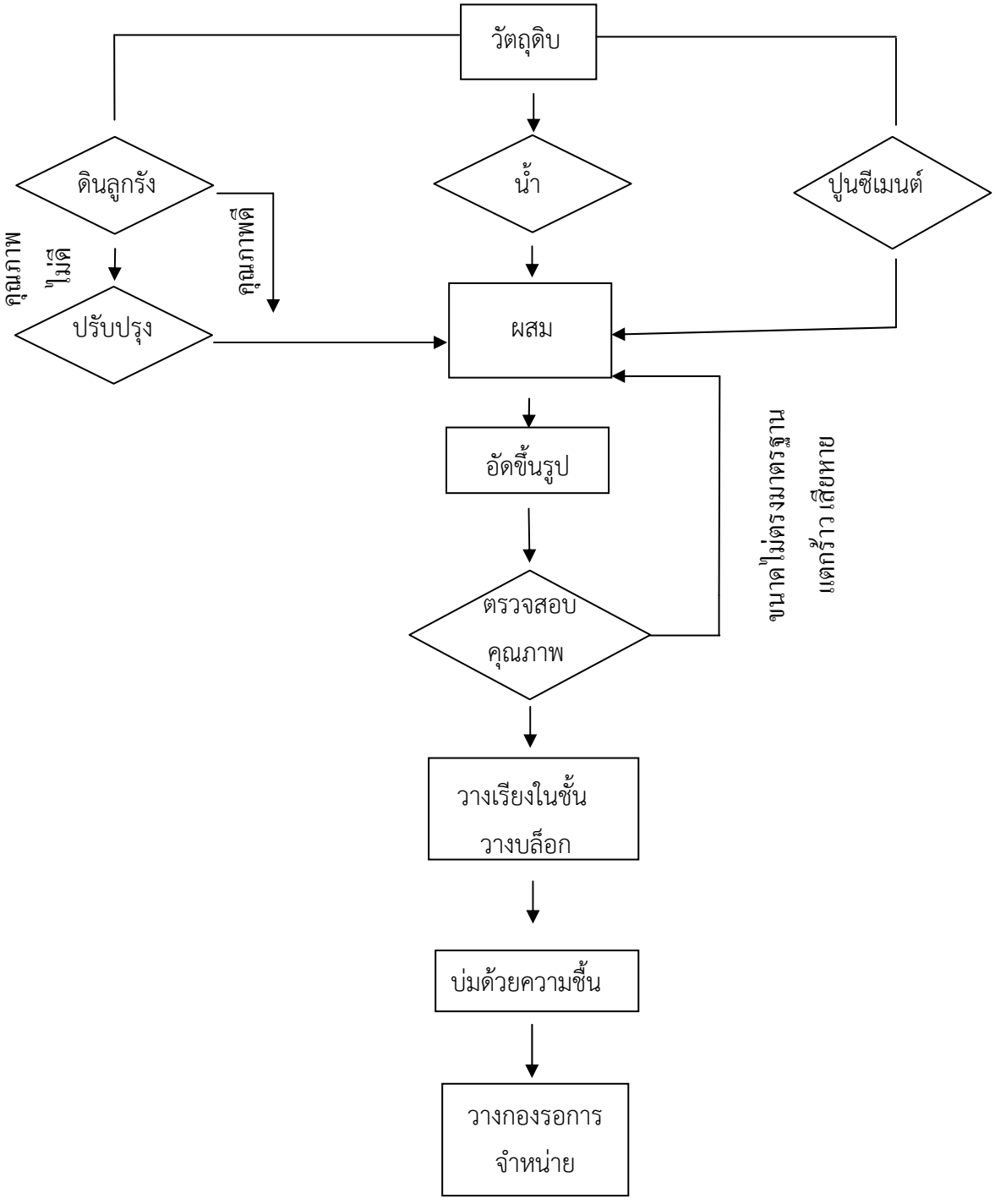
การฝ่าฝืนกฎหมาย, พระราชบัญญัติโรงงาน มีโทษปรับและจำคุกแตกต่างกันในรายมาตรา ค่าปรับสูงสุดในหนึ่งมาตราไม่เกินสี่แสนบาท และ/หรือจำคุกสูงสุดไม่เกิน 2 ปี.

[8] พระราชบัญญัติโรงงาน มาตรา 11
[9] พระราชบัญญัติโรงงาน มาตรา 29
[10] พระราชบัญญัติโรงงาน มาตรา 34

## 3.7 พัฒนาระบบการผลิตเพื่อใช้เป็นมาตรฐานตามหลักวิชาการ

### 3.7.1 การควบคุมกระบวนการผลิตบล็อกประสาน วว.

การผลิตบล็อกประสาน วว. ให้ได้คุณภาพ จำเป็นต้องพิถีพิถัน และใส่ใจในรายละเอียดทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพและนำไปผลิตด้วยขั้นตอนการผลิตที่ได้มาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องจากทุกขั้นตอนของกรรมวิธีการผลิตบล็อกประสาน วว. มีผลต่อคุณภาพของบล็อกเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านความแข็งแรงทนทานของบล็อก, รูปร่างที่สวยงาม และยังส่งผลต่อโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้างด้วยบล็อกประสาน วว. อีกด้วย. ขั้นตอนที่สำคัญสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การคัดเลือกวัตถุดิบ, การคัดเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์ และกรรมวิธีการผลิตบล็อก ขั้นตอนการผลิตบล็อกประสานอย่างคร่าว ดังแสดงในรูปที่ 9.




**รูปที่ 9. กระบวนการผลิตบล็อกประสาน วว.**

ในการปฏิบัติงานจริง ต้องพิจารณาในรายละเอียดแต่ละขั้นตอนด้วย เช่น คุณภาพวัตถุดิบ, การกำหนดอัตราส่วนผสม, การใช้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม, การเตรียมและผสมวัตุดิบ, การอัดขึ้นรูป, การตรวจสอบความสูงของก้อนบล็อก รวมไปถึงการจัดเรียงบล็อกที่ผลิตได้, การบ่ม และการจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย ดังจะกล่าวรายละเอียดต่อไป.

### 3.7.2 การหาปริมาณวัตถุดิบ

วัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน ต้องได้รับการทดสอบ และต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนด แต่วัตถุดิบบางแหล่งถึงแม้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดแต่อาจมีขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน รวมถึงสีที่แตกต่างกัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้บล็อกประสานจากแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกันของสี, ผิวของก้อนบล็อก, ความเรียบเนียนของผิว รวมถึงความแข็งแรงของบล็อกประสานด้วย ดังนั้นการเตรียมวัตถุดิบมีขึ้นตอนดังต่อไปนี้

3.7.2.1 การทดสอบวัตถุดิบ เมื่อมีแหล่งดินที่ต้องการนำมาใช้งานต้องมีการนำดินตัวอย่างไปทดสอบเพื่อดูความเหมาะสมของวัตถุดิบที่ใช้ หากแหล่งดินที่มีไม่เหมาะสมต้องหาแหล่งดินใหม่ หรือปรับปรุงคุณภาพดินก่อนนำมาใช้งาน.

3.7.2.2 ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องเตรียม ในการผลิตบล็อกประสานจะมีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่อง ดังนั้นหากปริมาณของวัตถุดิบมีไม่เพียงพออาจเกิดปัญหาวัตถุดิบขาดแคลนทำให้กระบวนการผลิตมีปัญหา หรือบางกรณี เช่น กรณีการสร้างบ้าน หากวัตถุดิบที่นำมาผลิตไม่เพียงพอ ต้องใช้วัตถุดิบจากแหล่งดินใหม่, สีสัน และคุณภาพอาจไม่เหมือนเดิม ทำให้งานก่อสร้างเกิดปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องสี เนื่องจากสีของบล็อกประสานได้มาจากสีธรรมชาติของดิน ไม่ได้มีการเติมแต่ง ดังนั้นหากบล็อกประสานที่ผลิตได้มีสีสันจากแหล่งดินแหล่งหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนแหล่งดินใหม่ การปรับสีให้มีสีเหมือนดินอีกแหล่งไม่สามารถทำได้. ดังนั้นการเตรียมปริมาณวัตถุดิบจึงต้องคิดให้เพียงพอต่อการใช้งาน การคิดปริมาณวัตถุดิบโดยคร่าว คิดได้ดังนี้:

จำนวนก้อนบล็อกประสาน 1 ลูกบาศก์เมตร = 320 ก้อน

วัตถุดิบ 1 ลูกบาศก์เมตร = 320 ก้อน

ดังนั้นหากสั่งซื้อวัตถุดิบ 1 ลูกบาศก์เมตร จะสามารถผลิตบล็อกประสานได้ประมาณ 320 ก้อน

ในกรณีการสั่งซื้อวัตถุดิบอาจมีการขายตามน้ำหนัก ซึ่งสามารถแปลงจากหน่วยลูกบาศก์เมตรเป็นน้ำหนักได้ดังนี้:

วัตถุดิบประเภทหิน 1 ลูกบาศก์เมตร หนัก ≈ 1,700-1,900 กิโลกรัม

วัตถุดิบประเภททราย 1 ลูกบาศก์เมตร หนัก ≈ 1,700-1,900 กิโลกรัม

วัตถุดิบประเภทดินลูกรัง 1 ลูกบาศก์เมตร หนัก ≈ 1,600-1,800 กิโลกรัม

จากหน่วยน้ำหนักดังกล่าวทำให้สามารถแปลงจากจำนวนก้อนที่ต้องการผลิต นำไปสู่การสั่งซื้อวัตถุดิบได้ เช่น หากเป้าหมายการผลิตอยู่ที่ 50,000 ก้อน วัตถุดิบที่ต้องการ คือ

กรณีสั่งซื้อเป็นลูกบาศก์เมตร

จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการ = 50000/320

= 156.25 หรือประมาณ 157 ลูกบาศก์เมตร

กรณีสั่งซื้อตามน้ำหนัก (วัตถุดิบประเภทหิน เช่น หินฝุ่น)

จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการ = (50000/320)*1800

= 281,250 กิโลกรัม หรือ 281.25 ตัน

กรณีสั่งซื้อตามน้ำหนัก (วัตถุดิบประเภทดินลูกรัง)

จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการ = (50000/320)*1700

= 265,625 กิโลกรัม หรือ 265.625 ตัน

การสั่งซื้อวัตถุดิบ โดยทั่วไปการสั่งซื้อจะนับเป็นคันรถ ซึ่งปริมาณการบรรทุกวัตถุดิบโดยเฉลี่ยเป็นดังนี้:

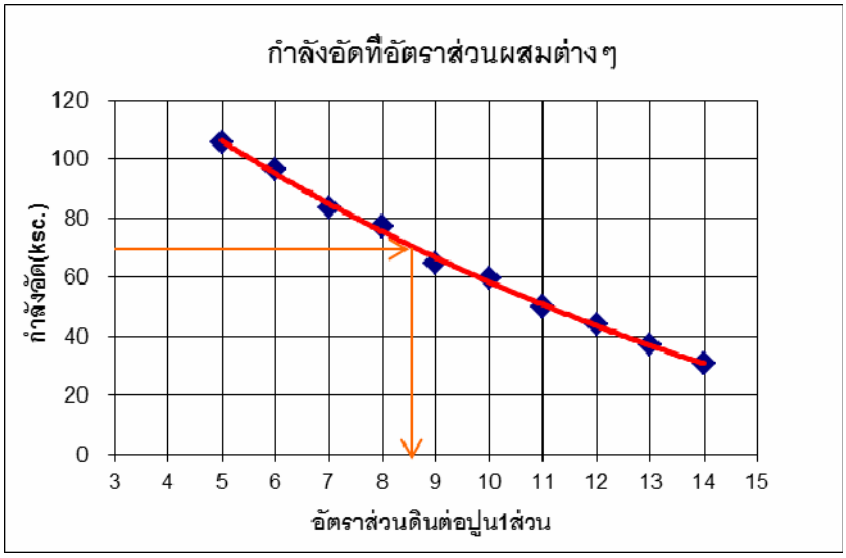
1 คันรถ 6 ล้อ ขนาดเล็กปริมาณการบรรทุก = 5 ลูกบาศก์เมตร

1 คันรถ 10 ล้อ ปริมาณการบรรทุก = 10 ลูกบาศก์เมตร

1 คันรถ 10 ล้อพ่วง ปริมาณการบรรทุก = 20 ลูกบาศก์เมตร

### 3.7.3 การกำหนดอัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน หาได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปแนะนำให้ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก แต่อาจปรับส่วนได้ โดยการผสมปูนซีเมนต์กับวัตถุดิบในอัตราส่วนที่ต่างๆ กันไป เช่น ผลิตบล็อกด้วยอัตราส่วน 1:6, 1:7, 1:8 และ 1:9 จำนวน สูตรละ 3 ก้อน แล้วทดสอบความต้านทานแรงอัด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปูนซีเมนต์ที่ใช้ และความต้านทานแรงอัดที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 10.




**รูปที่ 10. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมต่อกำลังอัดของบล็อกประสาน.**

จากรูปที่ 10 ในแกนตั้งเป็นกำลังอัด แกนนอนเป็นอัตราส่วนของดินที่ผสมต่อซีเมนต์ 1 ส่วน โดยกำลังตามมาตรฐานจะอยู่ที่ 7 เมกะพาสคัล (ประมาณ 70 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) ดังนั้น อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินจึงอยู่ในช่วงประมาณปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อดินไม่เกิน 9 ส่วน แต่ในการผลิตจริงอาจมีการผิดพลาดจากกระบวนการผลิตที่ทำให้กำลังอัดลดลงจากที่คาดการณ์ไว้. ดังนั้น อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินที่แนะนำจึงอยู่ในช่วงประมาณปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อดินไม่เกิน 7-8 ส่วน เพื่อให้มั่นใจว่ากำลังอัดของบล็อกประสานผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากมีความผิดพลาดจากการผลิต ถึงแม้ว่าอัตราส่วนของดินที่น้อยกว่านี้มากๆ จะให้ค่ากำลังที่ดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในแง่การลงทุนจะเกิดความไม่คุ้มทุน เนื่องจากต้องเปลืองปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นมาก และในอัตราส่วนดินที่มากเกินไปอาจจะทำให้ไม่ได้กำลังตามมาตรฐาน แต่ทั้งนี้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อดิน จะเป็นเท่าไร ขึ้นอยู่กับแหล่งดินที่นำมาใช้. ดังนั้นเมื่อทดลองผลิตก้อนบล็อกแล้ว ต้องทำการทดสอบด้านกำลังอัดด้วยว่าได้เท่าไร จะได้ทราบถึงปริมาณซีเมนต์ที่เหมาะสมจริงๆ ที่ควรใช้ เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองเกินไป หรือกำลังที่ได้อยู่ในมาตรฐานหรือไม่.

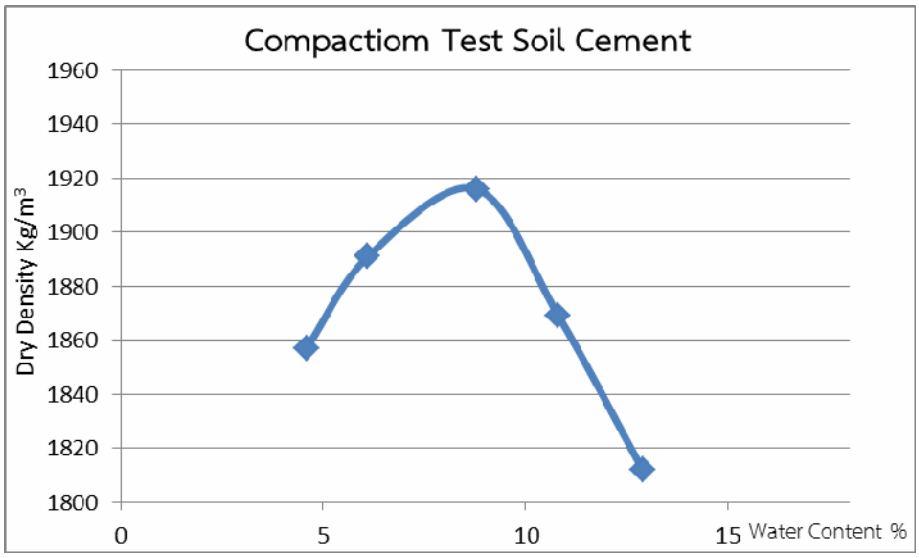
3.7.3.1 การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด

3.7.3.1.1 ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุดคืออะไร

น้ำสะอาดที่ใช้ในการผสมมีหน้าที่หลัก คือ เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีของปูนซีเมนต์ และยังทำหน้าที่เป็นเสมือนสารหล่อลื่น ที่ทำให้แรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินลดลง ทำให้การบดอัดดิน

ลงในเครื่องอัดทำได้ง่ายขึ้น จากรูปที่ 11 จะแสดงให้เห็นถึงจุดที่มีปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด โดยในแกนตั้งจะเป็นความหนาแน่นของดิน และแกนนอนเป็นปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำดีที่สุด คือ จุดที่โค้งขึ้นเปลี่ยนกลับเป็นโค้งลง คือ มีน้ำหนักมากที่สุด ซึ่งก็คือดินมีความแน่นมากที่สุด ส่งผลให้กำลังของก้อนบล็อกมีค่าสูงสุดด้วย.

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการคือ น้ำเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ หากปริมาณน้ำมีน้อยเกินไปจะทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ค่าความสามารถในการรับกำลังลดลง.

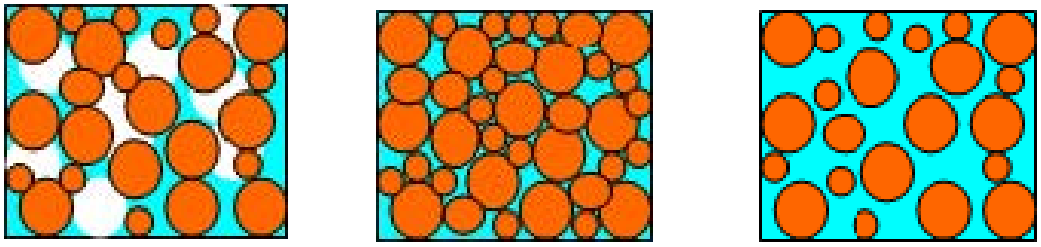



**รูปที่ 11. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและความหนาแน่นแห้งในมวลดิน.**

จากรูปที่ 11 แสดงให้เห็นค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด (optimum moisture content) ในการบดอัดดินซีเมนต์ให้แน่นที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ 8-10% แต่จากงานวิจัย พบว่า ที่ปริมาณดังกล่าว ปริมาณน้ำยังไม่เพียงพอที่ปฏิกิริยาไฮเดรชันจะเกิดขึ้นทำให้การเกิดซีเมนต์เจลไม่ทั่วถึงทำให้ค่าความแข็งแรงของดินซีเมนต์ลดลง ดังนั้นปริมาณน้ำที่เหมาะสมควรมากกว่าค่าที่เหมาะสมที่สุดในการบดอัด (OMC) ประมาณ 1-3% ขึ้นอยู่กับประเภทของดิน.

น้ำในปริมาณต่างๆ ในการผลิตบล็อกประสาน ดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งรูปที่ 12(1) คือ ปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปก่อนที่จะถึงจุดที่เป็นปริมาณน้ำที่เหมาะสม การเรียงตัวของเม็ดดินในกรณีนี้จะไม่แน่นมาก เพราะแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินมีมากในบริเวณที่เป็นสีขาวที่น้ำผสมไม่ทั่ว แรงเสียดทานบริเวณนี้จะมากกว่าแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินบริเวณที่มีน้ำผสมอยู่ ทำให้การบดอัดดิน

ทำได้ยาก เมื่อทำได้ยากทำให้มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก เมื่อบดอัดลงในเครื่องอัดทำให้บล็อกที่ผลิตได้มีช่องว่างมาก มีผลให้กำลังอัดของบล็อกประสานต่ำลง.



(1) (2) (3)

**รูปที่ 12. ปริมาณน้ำต่างๆ ในการผลิตบล็อกประสาน.**

รูปที่ 12(2) เป็นกรณีที่มีปริมาณน้ำพอดี คือมีปริมาณน้ำคลุกเคล้าในวัตถุดิบอย่างทั่วถึงทำให้การบดอัดดินทำได้ง่าย เพราะมีแรงเสียดทานต่ำเนื่องจากน้ำผสมได้ทั่วถึง ทำให้แรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินลดลงเพราะมีน้ำไปหล่อลื่นไว้ ในกรณีนี้ช่องว่างทั้งหมดจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นกรณีที่การบดอัดทำได้แน่นมากที่สุด ทำให้บล็อกที่ผลิตได้มีช่องว่างน้อยที่สุด จึงมีความแข็งแรงมาก.

รูปที่ 12(3) เป็นกรณีที่มีปริมาณน้ำมากเกินพอดี เมื่อมีน้ำมากเกินทำให้น้ำเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดินทำให้เม็ดดินแยกตัวออกจากกัน เมื่อบดอัดดินลงในเครื่องอัดทำให้น้ำที่แทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดินถูกบีบออกมา เมื่ออัดก้อนบล็อกทำให้น้ำส่วนเกินถูกบีบออกมา จึงมีน้ำเยิ้มออกมาเมื่ออัดก้อนบล็อก และบล็อกจะมีความแข็งแรงต่ำ จึงมองเห็นก้อนบล็อกไม่คงรูปอ่อนตัว และเกิดการแตกร้าวเมื่อยกออกมาจากเครื่องอัด.

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมต้องหาทุกครั้งที่เปลี่ยนแหล่งดิน เพราะดินแต่ละชนิดต้องการปริมาณน้ำไม่เท่ากัน แต่ถ้าใช้แหล่งดินเดิมอนุโลมให้ใช้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่เคยหาไว้ก่อนได้ แต่วัตถุดิบที่ใช้ต้องอยู่ในสภาพที่แห้ง เพราะถ้าวัตถุดิบเปียก ปริมาณน้ำที่เติมจะไม่เท่าเดิม โดยจะต้องหักน้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในมวลดินออกไป ซึ่งหาได้ยาก ดังนั้นการใช้วัตถุดิบที่แห้งจะเหมาะสมกว่า.

### 3.7.3.1.2 การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนการหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด คือ เติมน้ำให้เกือบเต็มถังบัวรดน้ำ ชั่งน้ำหนักบันทึกผล เติมน้ำลงในส่วนผสม ดังแสดงในรูปที่ 13 จนส่วนผสมเริ่มมีความชื้น ทดลองนำส่วนผสมไปอัดบล็อกประสาน พร้อมกับหาน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถอัดก้อนได้โดยไม่ใช้แรงมากเกินไป (ออกแรงดึงลงมาโดยที่ไม่ต้องกระโดดโหน หรือให้เพื่อนร่วมงานช่วยกันดึง) บันทึกผล น้ำหนักถังบัวรดน้ำ

และน้ำหนักบล็อกสูงสุด ทำซ้ำโดยการเติมน้ำเพิ่ม และหาน้ำหนักก้อนสูงสุดตามวิธีการเดิม ทดสอบอัดก้อนบล็อกประสานจนถึงครั้งสุดท้าย คือ เมื่ออัดก้อนบล็อกประสานแล้วมีน้ำเยิ้มออกมาจากก้อนบล็อก ตรงนี้คือจุดที่ปริมาณน้ำมากเกินพอดีแล้ว ดังนั้นถ้าถอยจากปริมาณน้ำที่จุดนี้ไป 1 ครั้ง จะได้ปริมาณน้ำที่มากที่สุดที่มีน้ำหนักก้อนบล็อกมากที่สุด และยังสามารถทำงานได้สะดวก โดยก้อนบล็อกที่ผลิตได้ยังคงมีความแข็งแรง ไม่เสียรูปขณะที่ยกออกมาจากเครื่องอัด และจะต้องไม่มีน้ำเยิ้มออกมาจากส่วนผสมภายหลังการอัดเมื่อจะทำงานครั้งต่อๆ ไปให้ใช้ค่าปริมาณน้ำที่หาได้.

**รูปที่ 13. การเติมน้ำลงในส่วนผสมโดยใช้บัวรดน้ำ.**

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุดจะได้ค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด พร้อมกับน้ำหนักต่อก้อนที่เหมาะสมในการอัดก้อนบล็อกประสาน เมื่อถึงขั้นตอนการผลิตภายหลังการผสมเพียงแต่ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบแล้วบรรจุลงในเครื่องอัดบล็อกประสานให้หมด ก็จะทำให้ก้อนบล็อกประสานแต่ละก้อนมีความแน่นที่ส่งผลถึงความแข็งแรงที่สม่ำเสมอกันทั้งหมด.

### 3.7.4 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบ คือการร่อนบดวัตถุดิบให้มีขนาดที่เหมาะต่อการนำไปใช้งาน วัตถุดิบที่มีปริมาณดินเม็ดหยาบมากเกินไป อาจส่งผลให้ผิวหน้าของบล็อกประสานไม่เรียบเนียนสวยเท่าที่ต้องการ. ดังนั้น ถ้าแหล่งวัตถุดิบที่มีอยู่มีคุณภาพดี การบดก็ไม่มีความจำเป็นมากนัก อาจจะกระทำเพียงแค่ร่อนเอาส่วนที่เป็นก้อนหิน, รากไม้, เศษวัชพืชออกไป การบดร่อนไม่ควรบดให้วัตถุดิบมีเนื้อละเอียดมากเกินไป เพราะการนำดินเม็ดละเอียดมารวมกันให้รับกำลัง ความสามารถในการรับกำลัง

จะสู้ดินเม็ดหยาบไม่ได้ เพราะในบล็อกประสาน ดินเม็ดหยาบมีหน้าที่หลักคือการรับกำลัง ส่วนดินเม็ดละเอียดจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของดินเม็ดหยาบทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถในการรับกำลังมีมากขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 14.

**รูปที่ 14. การบดร่อนวัตถุดิบ.**

การบดร่อนวัตถุดิบ ดินที่นำมาบดร่อนต้องเป็นดินแห้งเท่านั้น ความชื้นที่ยอมให้มีได้ คือ สภาพความชื้นในอากาศทั่วไป หากดินมีความชื้นมากจนจับตัวกันเป็นก้อน หรือมีน้ำเยิ้มออกมา ถือว่ามีความชื้นมาก ไม่สามารถนำมาบดร่อนได้ เนื่องจากดินจะไปอัดแน่นที่ตะแกรงรอง ไม่ร่วงลงมา ทำให้ติดใบมีดและมอเตอร์ไหม้เสียหายได้ ดินที่บดร่อนแล้วควรเก็บไว้ในโรงเรือนที่แห้ง, ไม่มีความชื้น, ไม่ถูกฝนสาด เนื่องจากหากดินที่บดร่อนแล้วได้รับความชื้นอาจจับตัวเป็นก้อนใหม่ ต้องนำมาบดร่อนใหม่อีก.

### 3.7.5 การผสมวัตถุดิบ

การผสมวัตถุดิบทำโดยชั่งน้ำหนักวัตถุดิบที่เตรียมไว้ให้พร้อมตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ รวมถึงเตรียมน้ำสะอาดด้วยปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 15 การผสมวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานควรใช้เครื่องผสม (pan mix) ซึ่งจะช่วยทำให้ผสมวัตถุดิบได้รวดเร็ว, สม่ำเสมอ และเพิ่มผลผลิตต่อแรงงานต่อวันได้มากกว่าการใช้แรงงานผสม บางพื้นที่หากไม่มีไฟฟ้า หรือต้องการ

ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเครื่องจักรผสม สามารถใช้แรงงานคนในการผสมได้ แต่ความสม่ำเสมอและความรวดเร็วในการทำงานจะด้อยกว่าการผสมด้วยเครื่องผสม.

กระบวนการผสมต้องใช้วัตถุดิบที่แห้ง, ไม่เปียกน้ำจนโชก เพราะจะทำให้การผสมปูนซีเมนต์เป็นไปได้อย่างไม่ทั่วถึง ดินจับตัวกันเป็นก้อน ทำให้ภายในไม่ได้ผสมกับปูนซีเมนต์ และทำให้ค่าการรับกำลังของบล็อกไม่สม่ำเสมอ.

**รูปที่ 15. เตรียมส่วนผสมโดยชั่งน้ำหนักเตรียมวัตถุดิบไว้ก่อนผสม.**

ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานนั้น ต้องผสมดินลูกรังและปูนซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างทั่วถึงก่อน โดยดูจากความสม่ำเสมอของสีของส่วนผสม ถ้ามีสีที่สม่ำเสมอทั่วกัน แสดงว่าวัตถุดิบผสมเข้ากันอย่างทั่วถึงแล้ว แต่ถ้าสียังไม่สม่ำเสมอแสดงว่าวัตถุยังผสมไม่เข้ากันดี ให้ผสมต่อจนกว่าส่วนผสมจะมีสีสม่ำเสมอทั่วถึงกัน แล้วจึงเริ่มเติมน้ำด้วยปริมาณน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้ปูนซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและความสามารถในการเชื่อมประสาน ผสมจนน้ำกระจายตัวดีในส่วนผสม และมีความชื้นที่สม่ำเสมอกัน สิ่งที่สำคัญในการผสมคือ เมื่อเติมน้ำลงในส่วนผสมแล้วต้องใช้วัตถุดิบทั้งหมดให้หมดภายใน 30 นาที ถ้านานกว่านั้นปูนซีเมนต์ที่ผสมบางส่วนจะเริ่มเสื่อมสภาพ คือเริ่มจับตัวเป็นก้อน ทำให้ค่าความสามารถในการรับกำลังของก้อนบล็อกประสานที่ผลิตไม่ได้กำลังตามที่ต้องการ.

### 3.7.6 การอัดขึ้นรูป

3.7.6.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูป

นำวัตถุดิบที่ผสมแล้วใส่ในภาชนะ ชั่งน้ำหนักตามค่าน้ำหนักต่อก้อนที่ได้ทดสอบหาไว้พร้อมการหาค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด ส่งเรียงให้เพื่อนร่วมงานที่ทำหน้าที่บรรจุดินนำไปบรรจุเข้าเครื่องอัด.

3.7.6.2 การบรรจุดิน

การบรรจุดินลงในเครื่องอัดต้องบรรจุด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้วัตถุดิบตกหล่น ซึ่งจะทำให้ปริมาณเนื้อวัตถุดิบที่มีอยู่ในเครื่องน้อยกว่าค่าความเป็นจริง ส่งผลให้ค่ากำลังอัดของก้อนบล็อกประสานที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของก้อนบล็อกประสานมีค่าลดลง. โดยทั่วไปการบรรจุดินลงในเครื่องอัดจะต้องบรรจุดินสองครั้ง เนื่องจากความลึกของเครื่องอัดจะไม่พอสำหรับการบรรจุดินครั้งเดียว โดยขั้นตอนของการบรรจุดินมีดังนี้:

1. การบรรจุดินครั้งแรก ให้เทดินออกจากภาชนะบรรจุ โดยให้ผู้ร่วมงานอีกคนป้องมือรับไว้เพื่อป้องกันดินหล่น เทดินให้เต็มช่องบรรจุ.

2. เมื่อบรรจุดินเต็มเครื่องให้ใช้นิ้วมือทั้งสี่ กดลงที่มุมของเครื่องอัดทั้งสี่มุมให้แน่นที่สุด เกลี่ยดินตรงกลางเครื่องอัดออกทางด้านข้างที่มุมทั้งสี่ให้เรียบเสมอกัน.

3. เทดินในภาชนะที่เหลือ เมื่อเทดินครั้งที่สอง ห้ามกดย้ำดินเด็ดขาด (จะทำให้ดินอัดตัวกันแน่นด้านล่าง แต่ผิวบนจะหลวม) เมื่อเทดินจนหมด ให้ใช้มือเกลี่ยดินให้เรียบเสมอกัน ใช้ฝ่ามือตบดินให้ยุบจนถึงระดับขอบบนของเครื่องอัด อย่าให้ต่ำกว่าลงมากว่าระดับฝาปิดด้านบน.

4. ปิดฝาแล้วบดอัดดิน.

5. เปิดฝาแล้วดันก้อนบล็อกออกจากเครื่อง.

6. การยกก้อนบล็อกออกจากเครื่องต้องระวังไม่ให้นิ้วมือสัมผัสผิวบนของบล็อกประสาน เพราะอาจทำให้ก้อนบล็อกประสานแตกร้าวได้ ยกบล็อกออกวางบนแผ่นกระเบื้องที่ใช้รองรับ นำไปวางพักไว้บนชั้นวาง หากบล็อกประสานที่ยกออกมามีการแตกร้าวเสียหาย ไม่ต้องทิ้ง นำมาบดย่อยและนำมาอัดก้อนใหม่ได้.

**รูปที่ 16. เครื่องอัดแบบมือโยก.**

3.7.6.3 การตรวจสอบความสูง

ภายหลังการอัดก้อนบล็อกต้องมีการตรวจวัดความสูงของก้อนเป็นระยะๆ วิธีการแบบง่ายๆ คือการใช้ไม้บรรทัดตัดให้อยู่ที่ขีดศูนย์พอดี นำบล็อกประสานที่อัดได้มาวางบนโต๊ะที่เรียบ นำไม้บรรทัดทาบด้านหลังแล้วมองจากด้านหน้าเข้าไป ระดับความสูงของก้อนบล็อกจะต้องได้ความสูงที่ 10.0 เซนติเมตร พอดี ทำการวัดความสูงทุกมุมจะต้องได้เท่ากัน หากไม่เท่าต้องตรวจสอบเครื่องและทำการปรับแก้ทันที ค่ายอมรับในความผิดพลาดเรื่องความสูง คือระดับที่สายตามองไม่ออกว่าก้อนบล็อกมีความสูงที่แตกต่างกัน คือมองด้วยตาเปล่าที่ไม้บรรทัดจะต้องได้ 10.0 เซนติเมตร พอดี.

จำนวนครั้งในการตรวจวัด ถ้ายิ่งตรวจสอบได้บ่อยจะยิ่งดี เพราะหากมีการผิดพลาด ณ เวลาใดจะได้ปรับแก้ได้ทัน แต่อย่างน้อยที่สุดควรจะตรวจวันละ 3 ครั้ง คือ ช่วงเช้าหลังการผลิตบล็อกประสานก้อนแรกให้ตรวจสอบ ถ้าความสูงปกติก็สามารถทำการผลิตต่อไปได้ หากความสูงไม่ปกติต้องรีบปรับแก้เครื่องทันที การตรวจสอบครั้งที่สอง คือ ก่อนพักเที่ยง หากตรวจสอบแล้วความสูงได้มาตรฐาน แสดงว่าบล็อกที่ผลิตช่วงเช้าทั้งหมดได้มาตรฐาน แต่หากตรวจสอบแล้วความสูงไม่ได้มาตรฐาน ให้แยกบล็อกประสานช่วงเช้าออก แต่ไม่จำเป็นต้องทิ้ง แต่ห้ามนำไปใช้สร้างบ้านหรืออาคารต่างๆ เพราะจะสร้างปัญหาให้กับผู้ก่อสร้าง ให้แยกออกและนำไปใช้งานจัดสวน ประดับตกแต่งแทน การวัดครั้งสุดท้ายของวัน คือ วัดที่บล็อกก้อนสุดท้ายของวัน หากวัดแล้วได้มาตรฐาน แสดงว่า

วันนั้นบล็อกประสานที่ผลิตมาทั้งหมดใช้ได้ แต่หากวัดแล้วไม่ได้มาตรฐานแต่ถ้าช่วงก่อนเที่ยงได้มาตรฐานให้แยกบล็อกช่วงบ่ายออก.

3.7.6.4 การจัดเรียงบล็อกหลังผลิตเสร็จ

หลังอัดก้อนบล็อกวันแรก บล็อกประสานจะยังไม่แข็งตัวดี ดังนั้นควรใช้แผ่นกระเบื้องรองเพื่อป้องกันการแตกร้าวในขณะเคลื่อนย้าย และทำไปวางเรียงให้เป็นระเบียบบนชั้นวางบล็อกสด การวางก้อนบล็อกบนชั้นวางก้อนบล็อกประสานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ทำให้ประหยัดที่วางก้อนบล็อกเพื่อรอเวลาจนกระทั่งก้อนบล็อกมีความแข็งแรงมากเพียงพอ ก่อนย้ายเข้าสู่พื้นที่บ่ม ชั้นวางควรมีความแข็งแรงสูง สามารถวางก้อนบล็อกได้สะดวกจากทุกๆ ทิศทาง ไม่เป็นสนิมง่าย, ทนทาน และถ้าเคลื่อนย้ายได้ง่ายก็จะสะดวกมากขึ้น จำนวนของชั้นวางขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต.

ชั้นวางบล็อกสดขนาดไม่ควรกว้างเกิน 50 เซนติเมตร เพื่อให้สะดวกในการวาง ไม่ต้องเอื้อมติดล้อเลื่อน เพื่อสามารถเคลื่อนย้ายไปสู่พื้นที่บ่มได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 17.

**รูปที่ 17. ชั้นวางก้อนบล็อกประสาน.**

3.7.6.5 การบ่มบล็อกประสาน

การผลิตบล็อกประสาน จะใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวเชื่อมประสานเม็ดดินเข้าไว้ด้วยกันทำให้เกิดความแข็งแรง โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากปูนซีเมนต์จะเกิดความร้อนออกมา ทำให้น้ำที่ผสมอยู่ภายในก้อนบล็อกจะระเหยออกไปเรื่อยๆ ถ้าไม่มีการให้ความชื้นเพิ่มเติมอาจทำให้น้ำระเหยออกไปจนหมดเกิดการขาดน้ำปฏิกิริยาไฮเดรชันในระยะยาวจะเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ทำให้ความสามารถในการรับกำลังต่ำกว่าปกติ.

การให้ความชื้นอาจใช้การรดน้ำแล้วคลุมด้วยผ้า, กระสอบหรือผ้าพลาสติก ถ้าหากว่าก้อนบล็อกประสานไม่มีปัญหาเรื่องคราบขาว แต่ถ้าหากก้อนบล็อกมีปัญหาเรื่องคราบขาวซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของปูนซีเมนต์กับน้ำ การรดน้ำโดยตรงจะยิ่งสร้างปัญหาให้มากขึ้น จึงควรเปลี่ยนวิธีการบ่มใหม่โดยอาศัยหลักการ ดังนี้:

3.7.6.5.1 การให้น้ำให้น้อยที่สุด และป้องกันไม่ให้น้ำไหลผ่านก้อนบล็อก โดยการให้ความชื้นแทนการรดน้ำ การสเปรย์น้ำให้เป็นฝอย เพื่อให้น้ำซึมจากผิวบล็อกเข้าไปข้างในโดยไม่ให้น้ำไหลผ่านก้อน ซึ่งจะไปพาแคลเซียมที่ทำให้เกิดปัญหาคราบขาวออกมาสะสมที่ผิว หรืออาจใช้การราดน้ำบริเวณพื้นที่บ่ม แล้วใช้พลาสติกใสคลุมกองบล็อกประสาน แล้วพิจารณาจากไอน้ำถ้าหากมีไอน้ำเกาะตามแผ่นพลาสติกด้านใน แสดงว่ายังมีความชื้นอยู่ ไม่จำเป็นต้องรดน้ำ แต่ถ้าหากพลาสติกไม่มีไอน้ำเกาะอยู่เลย ให้รดน้ำเพิ่มตามพื้นดินใต้กองบล็อกแล้วคลุมพลาสติกต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 18.

**รูปที่ 18. การบ่มบล็อกประสานโดยการคลุมด้วยพลาสติก.**

3.7.6.5.2 การวางเรียงแยกแถวป้องกันความชื้นสะสม

ให้ปรับวิธีการวางเข้ากองเพื่อบ่มความชื้นใหม่ โดยให้วางก้อนบล็อกประสานแยกเป็นแถว ให้มีช่องว่างระหว่างแถวประมาณ 1-2 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ดี และน้ำไม่มาขังที่ผิวของบล็อกประสานซึ่งเมื่อไม่มีน้ำมาขังปัญหาเรื่องคราบขาวที่เกิดขึ้นก็จะไม่มี.

การบ่มบล็อกประสานเพื่อจำหน่ายไม่ควรบ่มน้อยกว่า 7 วัน เพราะช่วง 7 วันแรกเป็นช่วงที่มีการพัฒนากำลังอย่างรวดเร็ว และเกิดความร้อนสูง เมื่อพ้นช่วงเวลาดังกล่าว การพัฒนาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และมีความร้อนต่ำ จึงสามารถย้ายจากพื้นที่บ่มสู่ชั้นวางกองเพื่อรอการจำหน่ายได้ หรือสามารถขนส่งไปสู่พื้นที่ทำการก่อสร้าง แต่หากต้องการให้กำลังอัดสูงสุดควรบ่มไม่น้อยกว่า 28 วัน.

การบ่มบล็อกประสานในโรงบ่ม ดังแสดงในรูปที่ 19 จะให้การควบคุมความชื้นที่ดีกว่าการรดน้ำ แต่ต้องลงทุนเพิ่มในส่วนของโรงบ่ม ซึ่งต้องมีขนาดเพียงพอกับปริมาณการผลิตบล็อกประสานในช่วง 7 วัน.

**รูปที่ 19. การบ่มบล็อกประสานในโรงบ่ม.**

3.7.6.6 การจัดเก็บผลิตภัณฑ์รอการจัดจำหน่าย

การวางกองรอการจัดจำหน่าย ต้องกระทำภายหลังจากก้อนบล็อกประสานบ่มจนครบอายุแล้ว เพื่อป้องกันความเสียหายของก้อนบล็อก การวางกองควรมีชั้นวางก้อนบล็อก (pallet) เพื่อให้สะดวกต่อการขนย้าย ก้อนบล็อกประสานที่บ่มจนครบอายุ สามารถวางตากแดดตากฝนได้ แต่ถ้ามีปัญหาเรื่องคราบขาวเมื่อฝนตก ควรหาพลาสติกมาคลุมกองบล็อกป้องกันน้ำฝน เมื่อก้อนบล็อกประสานแข็งตัวดีภายหลังการบ่มจนครบอายุแล้วจะมีความแข็งแรงสูงมาก สามารถวางเรียงซ้อนกันได้ แต่ไม่ควรเรียงสูงมาก ควรวางเรียงบนพาเลตเป็นชั้นเดียว (สูง 10 ก้อนบล็อกประสาน) ดังแสดงในรูปที่ 20 เพราะก้อนบล็อกประสานมีน้ำหนักมาก และเพื่อความสะดวกในการทำงาน รวมถึงการ

นับจำนวน (1 ลูกบาศก์เมตร มีจำนวนก้อนบล็อก 320 ก้อน) ที่สำคัญคือเมื่อต้องการเคลื่อนย้ายด้วยรถยกไฮดรอลิกหรือแม่แรงไฮดรอลิก จะทำได้สะดวก.

**รูปที่ 20. การวางกองรอการจำหน่ายบนชั้นวาง (pallet).**

### 3.7.7 การทดสอบกำลังอัด

บล็อกประสาน วว. ที่ผ่านการผลิต จำเป็นต้องนำมาทดสอบคุณภาพก่อนการจำหน่าย เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพบล็อกประสานแก่ลูกค้า บล็อกจะมีความแน่นของเนื้อดินมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการควบคุมปริมาณวัตถุดิบที่ใส่ในเครื่องอัด (น้ำหนักต่อก้อน) และปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผสมต่อก้อน ซึ่งความแน่นของเนื้อบล็อกส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของบล็อก. การทดสอบบล็อกประสาน วว. ต้องทดสอบการดูดซึมน้ำ และทดสอบความแข็งแรงทนทานของตัวก้อนบล็อกต่อแรงกด ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบ ต้องใช้บล็อกที่ผ่านการอัดแล้วบ่มจนครบอายุ โดยบ่มด้วยความชื้นไม่น้อยกว่า 28 วัน จากนั้นจึงทำการทดสอบตามวิธีที่อ้างอิงมาจาก มอก.109-2517 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2517) และวิธีตามมาตรฐาน ASTM C1314-02a (ASTM International 2002).

**การทดสอบบล็อกประสาน วว. (อ้างอิงจาก มอก.109-2517)**

**รายการทดสอบบล็อกประสาน วว.**

การดูดกลืนน้ำ (5 ก้อน).

ความต้านแรงอัด (5 ก้อน).

**วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ**

1. จำนวนก้อนที่ต้องการต่อ 1 ชุดทดสอบ คือ 10 ก้อน.

2. ตู้อบแห้ง สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ถึง 110±5 องศาเซลเซียส.

3. เครื่องชั่งไม่ต่ำกว่า 10 กิโลกรัม อ่านได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่างที่เล็กที่สุด.

4. เครื่องชั่งแขวนลอย หรือถังน้ำ.

5. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงอัด กำลังอัดไม่ต่ำกว่า 50 ตัน.

6. อุปกรณ์ผสมปูน เช่น ถังปูน, เกรียง, ปูน.

7. แผ่นไม้อัด ขนาดประมาณ 10x12.05 จำนวน 12 แผ่น/ชุดตัวอย่าง.

**ขั้นตอนการทดสอบ**

3.7.7.1 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

1. การอิ่มตัว ก้อนตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะต้องแช่จมอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 20 นำก้อนตัวอย่างขึ้นชั่งโดยการแทนที่น้ำบนตราชั่ง หรือชั่งด้วยเครื่องชั่งแขวนลอยเพื่อหาปริมาตรบล็อก ดังแสดงในรูปที่ 21 บันทึกผลน้ำหนักบล็อกในน้ำ นำก้อนบล็อกขึ้นจากน้ำ ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที แล้วซับหยดน้ำรอบก้อน ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักบล็อกประสานเมื่อเปียก บันทึกผลน้ำหนักเปียก.

2. การทำให้แห้ง หลังจากการอิ่มน้ำ ทำก้อนตัวอย่างให้แห้งในตู้อบระบายอากาศที่มีอุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักแล้วรอตัวอย่างเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง ถ้าน้ำหนักลดลงจากครั้งแรกไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่างในการชั่งครั้งแรกให้ใช้น้ำหนักสุดท้าย ถ้าน้ำหนักลดลงมากกว่า 0.2 ให้รอต่ออีก 2 ชั่วโมง จนกว่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักจะอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 21.

3. วิธีการคำนวณและการรายงานผล

การคำนวณการดูดกลืนน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) = (A-B)/ (A-C) x100

เมื่อ A คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อเปียก เป็นกิโลกรัม

B คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อแห้ง เป็นกิโลกรัม

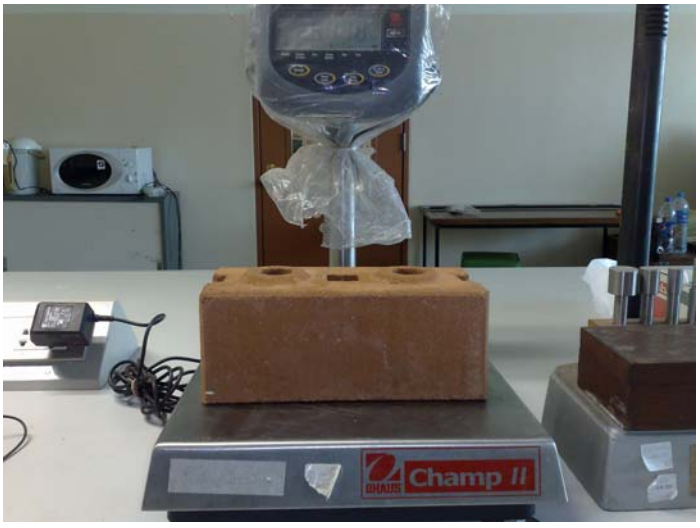
C คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อจมอยู่ในน้ำ เป็นกิโลกรัม

4. การรายงานผล ให้รายงานว่าค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยจากห้าก้อน และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแห้ง นำผลไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามตารางที่ 7.

**รูปที่ 21. ก้อนตัวอย่างแช่จมอยู่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง.**

**รูปที่ 22. การแทนที่น้ำเพื่อหาปริมาตรก้อนบล็อกประสาน.**

**รูปที่ 23. การชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักบล็อกประสานเมื่อเปียก.**




**รูปที่ 24. การชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักบล็อกประสานเมื่อแห้ง.**

3.7.7.2 การทดสอบกำลังต้านแรงอัด

1. การเตรียมก้อนตัวอย่างควรมีอายุไม่น้อยกว่า 28 วัน ในวันที่ทดสอบ เลือกก้อนที่มีรูปร่างสมบูรณ์ 5 ก้อน หยอดปูนเกร้าท์ด้วยอัตราส่วนผสมปูน/ทรายหยาบ 1: 2 ผสมน้ำ W/C 0.75 ตามช่องว่างต่างๆ ของบล็อกให้เต็มทุกรู โดยใช้แผ่นไม้ประกบด้านข้าง บ่มในร่มอย่างน้อย 14 วัน ดังแสดงในรูปที่ 18.

2. การทดสอบแรงอัด ด้วยแรงอัดที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ (stress control) โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที จนได้กำลังสูงสุด บันทึกผล.

3. วิธีคำนวณ และการรายงานผล กำลังต้านแรงอัดของก้อนวัสดุก่อคอนกรีต คำนวณได้จากแรงสูงสุดเป็นกิโลกรัมแล้วหารด้วยพื้นที่ ภาคตัดขวางรวมของก้อนวัดเป็นตารางเซนติเมตร (ขนาดกว้าง×ยาว ของก้อนบล็อก ซึ่งขนาดบล็อกมาตรฐานเท่ากับ 312.5 ตารางเซนติเมตร) หากก้อนตัวอย่างรูปแบบอื่นมีขนาดสูงกว่า 2 เท่า ของด้านแคบต้องทำการคูณปรับความสูงของก้อนตัวอย่างกับแรงกดที่เกิดขึ้นจริง รายงานผลความต้านทานแรงอัดก้อนที่ต่ำที่สุด และค่าเฉลี่ยจากทั้ง 5 ก้อน เป็นหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร.

4. เปรียบเทียบคุณภาพบล็อก และอธิบายวิธีการใช้งานตามตารางที่ 7 และ 8.

**รูปที่ 25. การเตรียมก้อนตัวอย่างในการทดสอบกำลังรับแรงอัด.**

**รูปที่ 26 สภาพก้อนตัวอย่างก่อนทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด.**

**รูปที่ 27. สภาพก้อนตัวอย่างภายหลังการทดสอบกำลังรับแรงอัด.**

**ตารางที่ 7. มาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพของบล็อกประสานตามความต้านแรงอัดและการดูดซึมน้ำ**

| ชั้นคุณภาพ | | ความต้านแรงอัดต่ำสุด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) | | | | การดูดซึมน้ำสูงสุด (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เฉลี่ยจากพื้นที่รวม | | เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ | | | | | | | |
| | | ค่าเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน | ค่าต่ำสุดใน 5 ก้อน | ค่าเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน | ค่าต่ำสุดใน 5 ก้อน | | | | | | |
| รับน้ำหนัก | ก | 70 | 55 | 140 | 110 | 240 | 224 | 208 | 192 | 176 | 160 |
| | ข | 70 | 55 | | | 288 | 272 | 256 | 240 | 224 | 208 |
| | ค | 50 | 40 | | | | | | | | |
| ไม่รับน้ำหนัก | | 25 | 20 | | | | | | | | |
| ความหนาแน่นแห้งของบล็อก (กก./ลบ.ม.) | | | | | | ≤1,680 | 1,681 ถึง 1,760 | 1,761 ถึง 1,840 | 1,841 ถึง 1,920 | 1,921 ถึง 2,000 | >2,000 |

ที่มา: มอก.57-2533, มอก.58-2533

หมายเหตุ: * **พื้นที่รวม** หมายถึง พื้นที่รวมของภาคตัดขวางในแนวตั้งฉากกับทิศทางน้ำหนักบรรทุกโดยรวมพื้นที่ภายในช่องว่างทั้งหมด รวมทั้งส่วนที่เว้าออกจากนอกเนื้อที่ส่วนนี้เมื่อก่อตัวแล้ว ส่วนของก้อนที่ก่อชิดกันจะสอดเข้ามาเต็ม

** **พื้นที่สุทธิ** คำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่สุทธิของก้อนดังนี้

พื้นที่สุทธิเฉลี่ย ร้อยละ =( A/B) ×100

ปริมาตรสุทธิ A เป็นลูกบาศก์เซ็นติเมตร = C/D

ปริมาตรรวม B เป็นลูกบาศก์เซ็นติเมตร = W×H×L

หน่วยน้ำหนัก D เป็น กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร = $C/(E-F)\times10^{-3}$

เมื่อ W คือความกว้างของก้อน หน่วยเป็นเซ็นติเมตร

H คือความสูงของก้อน หน่วยเป็นเซ็นติเมตร

L คือความยาวของก้อน หน่วยเป็นเซ็นติเมตร

E คือน้ำหนักของก้อนเมื่อเปียก หน่วยเป็นกิโลกรัม

F คือน้ำหนักของก้อนเมื่อแขวนแช่ในน้ำ หน่วยเป็นกิโลกรัม

**ตารางที่ 8. ข้อกำหนดในการใช้งานบล็อกในแต่ละชั้นคุณภาพ**

| การรับน้ำหนัก | ลักษณะของผนัง | ฉาบปูนป้องกันผิว | ไม่ฉาบผิว |
|---|---|---|---|
| ผนังรับน้ำหนัก | ผนังฐานราก และผนังชั้นฐาน | ก และ ข | ก[1)] |
| | ผนังภายนอก (เหนือระดับดิน) | ก, ข และ ค | ก[1)] |
| | ผนังภายใน | ก, ข และ ค | ก, ข และ ค |
| ผนังไม่รับน้ำหนัก | ผนังภายนอก (เหนือระดับดิน) | ทุกชั้นคุณภาพ[2)] | ก[1)] |
| | ผนังภายใน | ทุกชั้นคุณภาพ[2)] | ทุกชั้นคุณภาพ[2)] |

ที่มา: มอก.57-2530, มอก.58-2530

หมายเหตุ: [1)] ควรทาผิวด้านนอกด้วยน้ำยากันซึม

[2)] ทุกชั้นคุณภาพ หมายถึง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักชั้นคุณภาพ ก, ข และ ค และคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

**บล็อกคุณภาพ ก** มีความแข็งแรงเป็นพิเศษสามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี ใช้ก่อสร้างได้แม้ในส่วนที่อยู่ใต้ดินหรือที่เปียกชื้น แต่เพื่อความสวยงามในการใช้งานผนังภายนอกที่เปียกชื้น และโดนแสงแดดควรทำการป้องกันตะไคร้น้ำเกาะเป็นคราบดำ โดยการทาน้ำยากันซึมหรือฉาบผิว ผนังภายในที่เปียกชื้นแต่ไม่โดนแสงแดด เช่น ห้องน้ำ ไม่จำเป็นต้องทำการป้องกันผิว.

**บล็อกคุณภาพ ข** มีความแข็งแรง สามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักได้ ควรฉาบป้องกันเมื่อใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักในระดับฐานรากใต้ดิน หรือผนังภายนอกที่ไม่มีกันสาดป้องกันที่เพียงพอ และผนังที่ชื้นน้ำตลอดเวลา เช่น ผนังห้องน้ำ.

**บล็อกคุณภาพ ค** มีความแข็งแรง สามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักได้ ยกเว้นโครงสร้างรับน้ำหนักในระดับฐานรากใต้ดินที่สัมผัสกับน้ำตลอดเวลา หรือการใช้งานเป็นโครงสร้างผนังภายนอกที่ไม่มีกันสาดป้องกันที่เพียงพอ และผนังที่ชื้นน้ำตลอดเวลา เช่น ผนังห้องน้ำ.

บล็อกประเภทไม่รับน้ำหนักจะไม่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำ ไม่ควรใช้ก่อสร้างเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก การใช้ผนังตกแต่งระดับฐานรากใต้ดินที่ผิวผนังสัมผัสกับดิน .

การสร้างผนังบล็อกทุกชั้นคุณภาพบริเวณที่มีน้ำขัง เช่น ส่วนต่อกับระเบียง, พื้นชั้นล่างควรฉาบป้องกันการกัดเซาะหรือตะไคร้น้ำบริเวณ 2 แถวล่างสุด.

# 4. สรุปผลการทดลอง

ผลจากการดำเนินงานโครงการการพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว.ระดับ SME เป็นดังนี้:

- ได้กระบวนการผลิตบล็อกประสานที่ได้มาตรฐาน

- พัฒนาเครื่องอัดแบบมือโยก เดิมเครื่องอัดแบบมือโยกที่โรงงานใช้ผลิตขั้นตอนในการเติมดินล่าช้าทำให้ได้ผลผลิตน้อย วว. จึงพัฒนาและปรับปรุงจนให้ผลิตได้เร็วขึ้นได้รอบระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 20 วินาที/ก้อน เดิมรอบระยะเวลาการผลิต 23.7 วินาที/ก้อน หรือใช้เวลาน้อยลง 16% ได้ผลผลิตมากขึ้น 19% ทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการคืนทุนลดลง.

- ได้โรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสาน วว. พร้อมเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต ประกอบด้วย เครื่องอัดระบบไฮดรอลิก, เครื่องผสม, เครื่องบดร่อน, สายพานลำเลียง, ยุ้ง, พาเลต, ชั้นวางบล็อก เพื่อเป็นโรงงานสาธิตการผลิตบล็อกประสานในการฝึกอบรมแก่ผู้ที่สนใจทำธุรกิจบล็อกประสานรายใหม่.

- มีความพร้อมที่จะอบรมการผลิตบล็อกประสานใน วว.

# 5. สรุปผลทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ

โครงการการพัฒนาการผลิตบล็อกประสาน วว. ระดับ SMEs เป็นโครงการที่ทำให้เกิดโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสานที่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะเป็นรูปแบบที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปก่อสร้างโรงงานผลิตบล็อกประสานได้อย่างมาตรฐาน รวมถึงรูปแบบการจัดวางเครื่องจักรต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ ทำให้การผลิตบล็อกประสานได้อย่างต่อเนื่อง.

โครงการนี้จะมีผลทางด้านการตลาดของบล็อกประสานอย่างแน่นอน คือ

1. เป็นแหล่งให้ความรู้แก่ประชาชนที่สนใจในการทำธุรกิจบล็อกประสานเป็นจำนวนมากขึ้น เพราะจะเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ได้มาตรฐานกว่าปัจจุบัน จำนวนผู้เข้าอบรมจะมีมากขึ้น ก่อให้เกิดการใช้บล็อกประสาน การผลิตบล็อกประสาน และการก่อสร้างบ้านและอาคาร ตามลำดับ. ตลาดบล็อกประสานจะเติบโตต่อไปในอนาคต ในปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตบล็อกประสานในประเทศได้เติบโตอย่างต่อเนื่องแต่ก็ยังประสบปัญหาต่างๆ เช่น บล็อกไม่ได้มาตรฐานทั้งคุณภาพและขนาด การผลิตบล็อกไม่ต่อเนื่อง ระบบการบ่มบล็อกประสานไม่เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด ทำให้บล็อกประสานไม่ได้คุณภาพ มีปัญหาด้านแรงงาน ปัญหาเหล่านี้จะหมดไปถ้าได้เข้าอบรมที่ วว. ในโครงการพัฒนาการผลิตบล็อกประสานระดับ SMEs.

2. ผลกระทบของโครงการต่อเศรษฐกิจและสังคม กลุ่มที่นำไปใช้ประโยชน์ คือ กลุ่มผู้ประกอบผลิตบล็อกประสานกลุ่มเดิมที่เปิดโรงงานผลิตบล็อกประสานอยู่แล้ว ทำการผลิตบล็อกประสานทั่วประเทศทั้งระดับครัวเรือน, ระดับชุมชน และระดับอุตสาหกรรมโรงงานขนาดเล็ก, โรงงานขนาดกลาง และโรงงานขนาดใหญ่ ได้กระบวนการผลิตบล็อกประสานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ นำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตของตัวเอง และผู้ประกอบการรายใหม่ๆ ที่สนใจเข้าอบรมเทคโนโลยีบล็อกประสานจาก วว. ซึ่งโรงงานผลิตบล็อกประสานในปัจจุบันมีประมาณ 665 โรงงาน ก่อให้เกิดการสร้างงาน, สร้างอาชีพ, การใช้แรงงานในท้องถิ่น โดยนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุดิบ และประชาชนมีทางเลือกในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างราคาถูกประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยทั้งส่วนตัวและส่วนรวม เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจ คือ จะเกิดการผลิตบล็อกประสานระดับชุมชน และการผลิตบล็อกประสานในระดับร่วมทุนของชุมชนในหมู่บ้านและเกิดอุตสาหกรรมบล็อกประสานทำให้ประชาชนมีงานทำ, เกิดรายได้, เศรษฐกิจในหมู่บ้านก็ดีขึ้น.

- จำนวนการผลิตบล็อกประสานในปี พ.ศ. 2556 มีประมาณ 158 ล้านก้อน/ปี.
- เกิดการจ้างแรงงานในการผลิตบล็อกประสานประมาณ 13,552 คน.
- คิดเป็นมูลค่าบล็อกประสานเป็นจำนวนเงินประมาณ 1,585.52 ล้านบาท/ปี.
- เป็นค่าจ้างแรงงานจากการผลิตบล็อกประสานประมาณ 3,171.04 ล้านบาท/ปี.

# 6. เอกสารอ้างอิง


กกกำแหง, วุฒินัย. 2551. การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ.การอบรมเทคโนโลยีบล็อกประสาน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

กกกำแหง, วุฒินัย. 2551. บล็อกประสานหน้าดินขาว. การประชุมสัมมนาทางวิชาการ โยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13. มปท.

กกกำแหง, วุฒินัย และคณะ. 2552. การเปรียบเทียบความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานกับอิฐมอญและอิฐทนไฟ. งานสัมมนาวิชาการ โยธาแห่งชาติครั้งที่ 14. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กกกำแหง, วุฒินัย และคณะ. 2555. กำลังอัดบล็อกประสาน ววก. เมื่อก่อสลับทิศทาง, งานสัมมนาวิชาการ โยธาแห่งชาติครั้งที่ 17, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมกระเกียรติ สกลนคร

จันทรเพ็ชร์, ณัฐพงศ์ และคณะ. 2553. ความสามารถในการรับกำลังอัดของแท่งปริซึมบล็อกประสาน ววก. ที่เชื่อมประสานด้วยปูนเกร้าท์สูตรต่างๆ, งานสัมมนาวิชาการ โยธาแห่งชาติครั้งที่ 15, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

จินดาประเสริฐ, ปริญญา และ จาตุรพิทักษ์กุล, ชัย. 2542. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต. กรุงเทพฯ : สมาคมคอนกรีตไทย

นนทนานันท์, ศุภกิจ. มปป. เอกสารประกอบการสอน การปรับปรุงคุณภาพดิน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญยฉัตร, สัจจา. 2544. การออกแบบอาคารเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยรังสิต.

เพ็ชรวิภาค, จิราศักดิ์. มปป. การออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน ววก. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่แห่งประเทศไทย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสรรค์. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.nsru.ac.th.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.). 2526. มาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุก่อ. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

วุฒิจำนงค์, วิทยา และเจนบรรจง, พิชิต. 2543. การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน ววก. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

เศรษฐบุตร, ชัชวาล. 2536. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2541. ความเชี่ยวชาญ วว. ด้านเทคโนโลยีดินซีเมนต์และการนำไปใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2542. อบรมและสาธิตบล็อกประสาน วว. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2543.การถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สัมพันธารักษ์, สุรฉัตร. 2548. วิศวกรรมปฐพี. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2517. วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต. มอก 109-2517. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

สำเร็จประสงค์, สุทธิศักดิ์. 2543. การทดสอบดินเพื่อการผลิตบล็อกประสานวท. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

แสงอาทิตย์, สิทธิชัย และคณะ. มปป. การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญและอิฐมอญมาตรฐาน. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ASTM International. 2002. ASTM C1314-02a Standard test method for compressive strength of masonry prisms. Pennsylvania: ASTM International.

Braja, MD., 2009. Principle of soil mechanics. New York: McGraw Hill.

Braja M.D., 2010. Foundation engineering. New York: McGraw Hill.

Salvadori, M. and Heller, R., 1963. Structure in architecture. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Hodgkinsou, A., 1986. Foundation design. London: Architectural Press.

Weinhuber, K., 1993. Building with interlocking block in a loadbearing system. Germany: np.

# ภาคผนวก

**อาคารโรงงานต้นแบบผลิตบล็อกประสาน วว.**

**โรงงานผลิตบล็อก**

**โรงงานผลิตบล็อก**

**การจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว.**