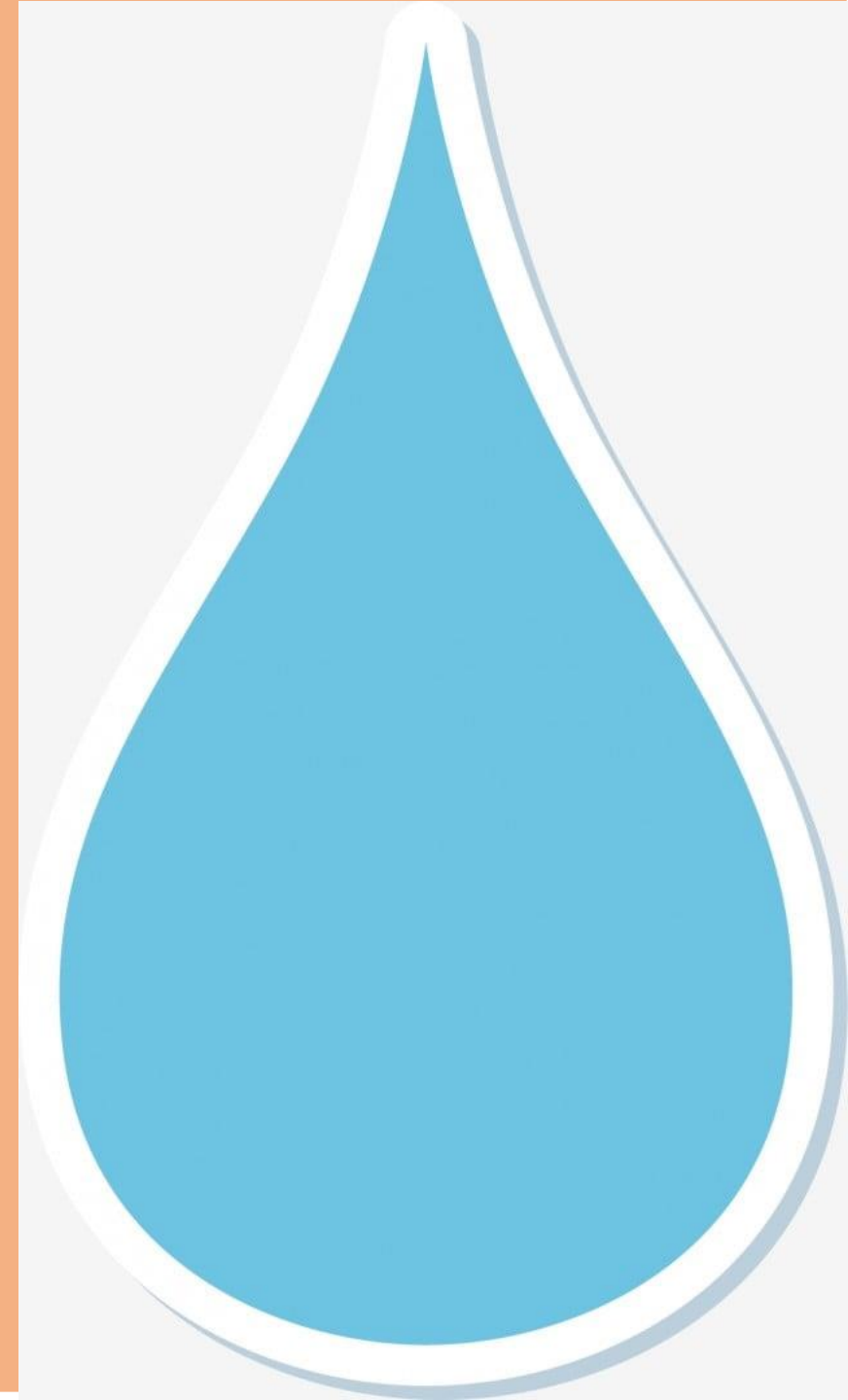
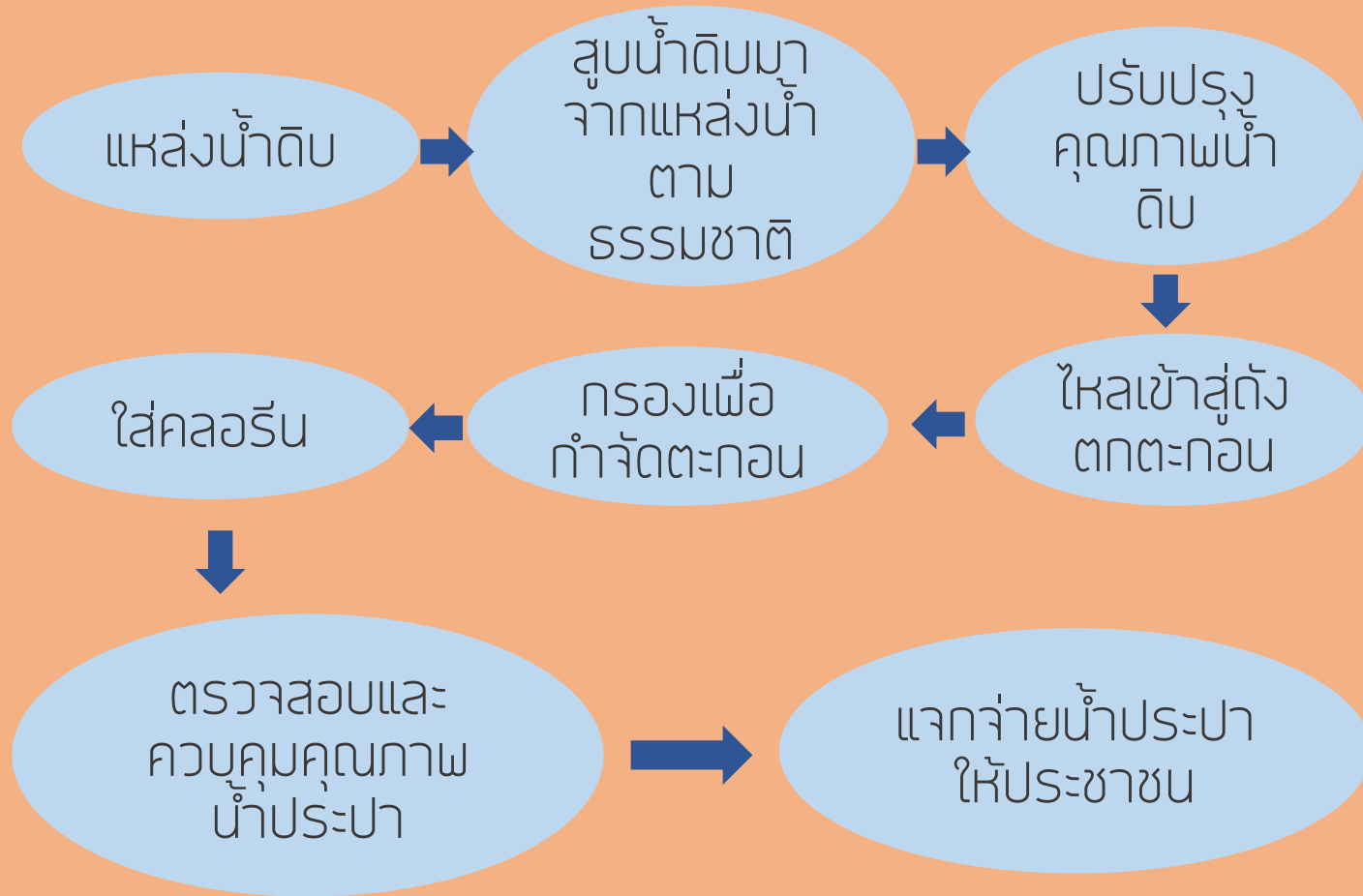


โครงการที่ 34
อาจารย์ณรงค์ เพชรชารี
อาจารย์ที่ปรึกษา

การหาสัดส่วนที่เหมาะสมของการใช้
ดินตะกอนเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐ
ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง

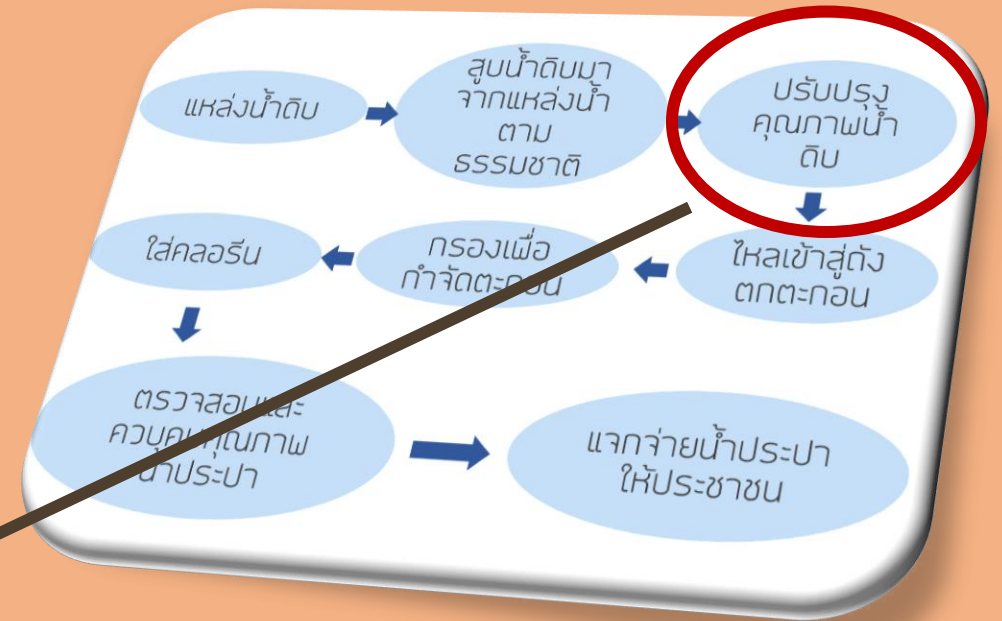
OPTIMAL PROPORTION OF SLUDGE
IN COMMON BRICKS
BY DESIGN OF EXPERIMENT

กระบวนการผลิตน้ำประปา



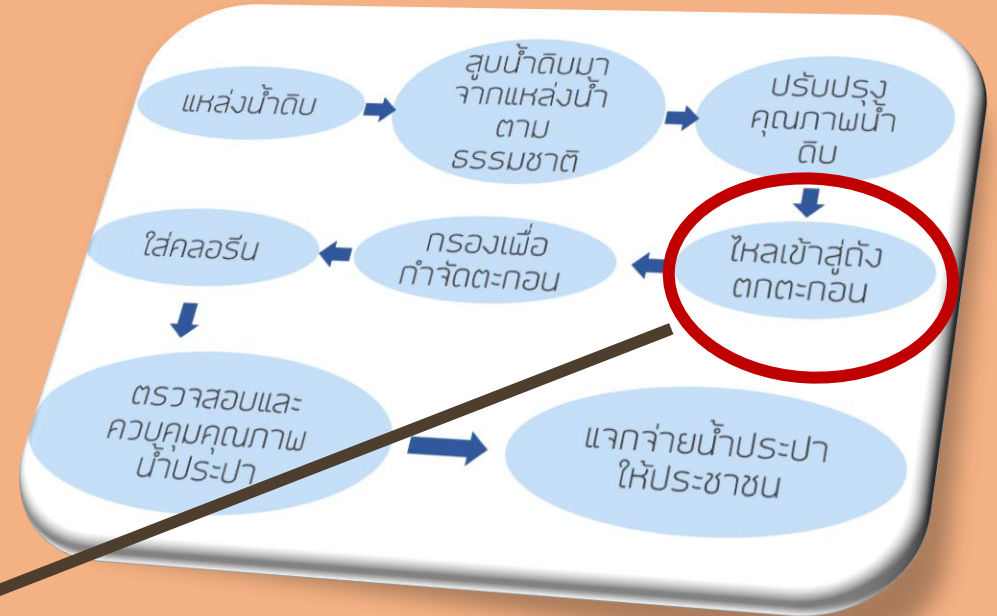
กระบวนการเกิดตะกอน

ในระหว่างกระบวนการปรับปรุง
คุณภาพน้ำดิบ
จะเติม โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์
(POLY ALUMINIUM CHLORIDE:
PACL) ลงไปในถังกวนเพื่อช่วยใน
สร้างตะกอน และปรับค่าความ
เป็นกรด-ด่างของน้ำดิบ



กระบวนการเกิดตะกอน

เติม โพลิเมอร์ ลงไป
เพื่อช่วยในการตกตะกอน
ให้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกัน
เป็นตะกอนขนาดใหญ่
และตกลงสู่กันถึง



โดยในปี 2562
การประปาส่วนภูมิภาคสาขา
เชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ)
มีปริมาณดินตะกอน 6 ตัน
และมีต้นทุนในการกำจัดสูงมาก



งบประมาณค่ากำจัดตะกอน

ลำดับ ที่	รายการ/ขนาด	หน่วย	จำนวน	ค่าแรง		รวมเป็นเงิน
				ต่อหน่วย	เป็นเงิน	
1	งานขุดลอกตะกอนดิน พร้อมແຕ່ງຂອບລາດເຢັຍງ (ดีเซล 26.00–26.๙๙ บ/ลิตร)	ลบ.ม.	6,000	27.15	162,๙00.00	162,๙00.00
	งานขนตะกอนดินทิ้ง รัศมีระยะทางไม่เกิน 10 กม.	ลบ.ม.	6,000	32.43	1๙4,580.00	1๙4,580.00
	งานขนตะกอนดินทิ้ง กม. แรกราคา 11.1๙ บาท กม. ต่อไป กม. ละ 2.36 บาท					
	รวมเป็นเงินข้อ 1					357,480.00
2	ค่ารถเทรลเลอร์ขนย้ายรถขุดไป-กลับ	เที่ยว	2	5,000.00	10,000.00	10,000.00
	รวมข้อ 1–2					367,480.00
	ราคาประมาณการก่อสร้าง (ไม่รวม VAT)					367,000.00
	ราคาประมาณการก่อสร้าง (รวม VAT)					<u>3๙2,6๙0.00</u>

* ที่มา บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง งานขุดลอกสระพักตะกอน
สถานีผลิตน้ำป่าต้น การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ)

จากงานวิจัยของดวงกมล สุริยฉัตร และคณะ (2547) แล้วนั้นพบว่า
สามารถนำดินตะกอนมาใช้ทดแทนดินเหนียวในการผลิตอิฐมอดูได้



ดินเหนียว

* จากอ. แฉะ จ. เชียงใหม่

SiO_2	55.53
TiO_2	0.77
Al_2O_3	24.44
Fe_2O_3	5.30
MgO	0.42
CaO	0.37
Na_2O	<0.10
K_2O	2.26
MnO	0.09



ดินตะกอน

* จากโรงผลิตน้ำประปาบางเขน

SiO_2	52.62
TiO_2	0.81
Al_2O_3	24.40
Fe_2O_3	5.90
MgO	0.79
CaO	0.44
Na_2O	0.24
K_2O	1.61
MnO	0.10

วัตถุประสงค์



เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในสูตรการ
ผลิตอิฐมอญที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน
มอก. 77-2545 กำลังต้านแรงอัด
เพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตอิฐ

ขอบเขตการศึกษา

1

ทำการทดลองโดยใช้ดินตะกอนจากการประปาส่วนภูมิภาค สาขาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ) เท่านั้น

2

ใช้ดินเหนียวภายในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เท่านั้น

3

ทดสอบมาตรฐานของอิฐก่อสร้างสามัญตาม มอก.77-2545 กำลังต้านแรงอัด สำหรับ ผลิตภัณฑ์อิฐก่อสร้างสามัญ



วิธีดำเนินการ



ศึกษากระบวนการ
ผลิตอีซูซามัตถุ
และทำการทดลอง
เบื้องต้น



ศึกษากระบวนการผลิตอิฐ

จากหมู่บ้านผลิตอิฐมอญแห่งหนึ่งในตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตอิฐมอญได้ประมาณ 16,000 ก้อน ต่อ 1 อาทิตย์ มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1



การหมักดิน

2



ขึ้นรูปและพิมพ์อิฐ

3



ตากอิฐ

4



เผาอิฐ

ทำการทดลองเบื้องต้น

เพื่อหาสัดส่วนในการผสมดินตะกอนกับส่วนผสมทั้งหมดว่ามีผลต่อความต้านทานแรงอัดของ อิฐมากน้อยเท่าไร เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 77-2545

สัดส่วนส่วนผสม ณ หมู่บ้านอิฐมอญ



ดินเหนียว

10 ส่วน



น้ำ

30 % ของมวล
หยาบรวม



ซีเมนต์

3 ส่วน

ทำการทดลองเบื้องต้น



ดินเหนียว

10 ส่วน



ดินตะกอน

10 ส่วน

เพิ่มอัตราส่วนของดินตะกอนน้ำประปาเข้าไปแทนที่ดินเหนียว



ขี้เถ้า

3 ส่วน



น้ำ

30 % ของมวล
หยาบรวม

ใช้อัตราส่วนเดิม เนื่องจากขี้เถ้าเป็นเพียงตัวช่วยให้อิฐสุก
ทั่วกันทั้งก้อน ไม่แตกระหว่างการเผา
ส่วนน้ำเป็นเพียงตัวช่วยผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน และจะ
หายไปในขั้นตอนการนำอิฐไปตากแดด

ทำการทดลองเบื้องต้น

ต้องการศึกษาว่าดินเหนียวและดินตะกอนมีผลกับค่าความต้านแรงอัดมากน้อยเพียงใด ก่อนจะออกแบบการทดลองจริงว่าสามารถใส่ดินตะกอนเป็นส่วนผสมเพิ่มเติมแทนที่ดินเหนียวได้มากและน้อยที่สุดเท่าไร และค่าความต้านแรงอัดนั้นยังเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 77-2545 จึงได้สัดส่วนการผลิตอิฐมอญที่ผู้วิจัยทำการศึกษาเบื้องต้นตามตาราง

สัดส่วนส่วนผสมของอิฐ
ในการทดลองเบื้องต้น

ดินเหนียว	ดินตะกอน น้ำประปา
10	0
8	2
6	4
4	6

ทำการทดลองเบื้องต้น



ทำแม่พิมพ์แบบขนาด **14.5 X 7 X 4.5** ซม.

ซึ่งใหญ่กว่าขนาดของอิฐตามมาตรฐาน นอก.

77-2545 อยู่ **0.5 เซนติเมตร**

เพราะอิฐจะหดตัว จากการสูญเสียน้ำและการเผา

ทำการทดลองเบื้องต้น

น้ำหนักของส่วนผสมของอิฐในการทดลอง

อัตราส่วนผสมของอิฐ (ดินเหนียว:ดินตะกอน)	มวลดินเหนียว (กรัม)	มวลดินตะกอน (กรัม)
10:0	950	0
8:2	760	186
6:4	570	372
4:6	380	560

ทำการทดลองเบื้องต้น



ผสมดิน

ทำอิฐสุตรละ 2 ก้อน



หมักดิน

หมักดินทิ้งไว้ 2 วัน ในถุง
ที่เขียนหมายเลขกำกับ



พิมพ์อิฐ

นำดินใส่แม่พิมพ์
จากนั้นนำไปตากแดด
3-4 วัน



เผาอิฐ

เผาอิฐพร้อมกัน
เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

ทำการทดลองเบื้องต้น



เผาอิฐพร้อมกันทั้งหมดนับเป็น
1 บล็อกกึ่ง เพื่อให้ควบคุมปัจจัย
ภายนอกและความแปรปรวนที่จะ
เกิดขึ้น หากใช้รอบเผาที่ต่างกัน

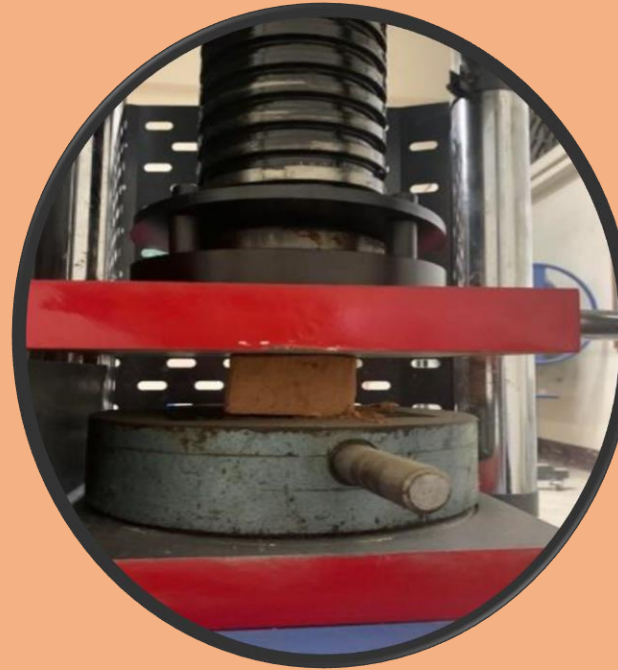
ทำการทดลองเบื้องต้น



เตรียมผิวอิฐด้วยปูนปลาสเตอร์ทั้งผิวด้านบน
และ ด้านล่างมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
และขนานกัน เพื่อช่วยให้อิฐรับแรงต้าน
ได้เสมอกันทั่วทั้งก้อน

ทำการทดลองเบื้องต้น

จากนั้นนำเข้าเครื่องทดสอบ
ความต้านแรงอัดด้วยเครื่อง
UNIVERSAL TESTING
MACHINE



ทดสอบค่าความ
ต้านแรงอัดของอิฐ

ทำการทดลองเบื้องต้น

ผลการทดสอบค่าความต้านแรงอัดของอิฐเบื้องต้น

อัตราส่วนผสมของอิฐ (ดินเหนียว:ดินตะกอน)	ผลการทดลอง (เมกะปาสกาล)	
	อิฐตัวอย่างที่ 1	อิฐตัวอย่างที่ 2
10:0	28.0	29.8
8:2	26.2	25.0
6:4	22.2	21.6
4:6	15.4	16.3

ทำการทดลองเบื้องต้น

อัตราส่วนผสมของอิฐ (ดินเหนียว:ดินตะกอน)	ผลการทดลอง (เมกะปาสกาล)	
	อิฐตัวอย่างที่ 1	อิฐตัวอย่างที่ 2
10:0	28.0	29.8
8:2	26.2	25.0
6:4	22.2	21.6
4:6	15.4	16.3

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

มีผลการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน
มอก. 77-2545 ซึ่งมีค่าความต้านแรงอัดมากกว่า 21

เมกะปาสกาล

สูตรอิฐที่ 4

ที่มีสัดส่วนดินเหนียว:ดินตะกอนเป็น 4:6
มีค่าความต้านแรงอัดน้อยกว่ามาตรฐาน

ทำการทดลองเบื้องต้น

ผู้วิจัยจึงเลือกพิจารณาสูตรที่ 2 และ 3
เนื่องจากค่าความต้านแรงอัดของสูตรดังกล่าว
เป็นไปตาม

มาตรฐาน มอก. 77-2545

(ค่าเฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่า 21 เมกะปาสคาล)

ส่วนสูตรที่ 4 นั้นไม่สามารถนำมาพิจารณาได้
เพราะมีค่าความต้านแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน



วิเคราะห์หาปัจจัยที่
มีผลต่อค่า
ความต้านแรงอัด

2

วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผล ต่อค่าความต้านแรงอัด

ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัย	รหัส	ระดับของปัจจัย (กรัม)
ดินเหนียว	1	760
	-1	570
ดินตะกอน	1	372
	-1	186
ซีเมนต์	1	280
	-1	186
น้ำ	1	30 (%ของมวลหยาบรวม)
	-1	25 (%ของมวลหยาบรวม)

ค่าสูงสุดและต่ำสุดจะกำหนดตามสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3
ที่มีสัดส่วนส่วนผสมการผลิตอิฐ
คือ **8:2 และ 6:4 (ดินเหนียว:ดินตะกอน)**

พิจารณาซีเมนต์กับน้ำ
เพื่อศึกษาว่ามีผลต่อค่าความต้านแรงอัด
หรือไม่



ออกแบบ
การทดลอง

3

ออกแบบการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้การทดลองแบบ

“ฟูลแฟกทอเรียล 2 ระดับ 4 ปัจจัย”

จะได้จำนวนการทดลอง 32 การทดลอง



ทำการทดลอง
และวิเคราะห์
RESPONSE
OPTIMIZATION

4

ทำการทดลอง



ผลการทดลอง

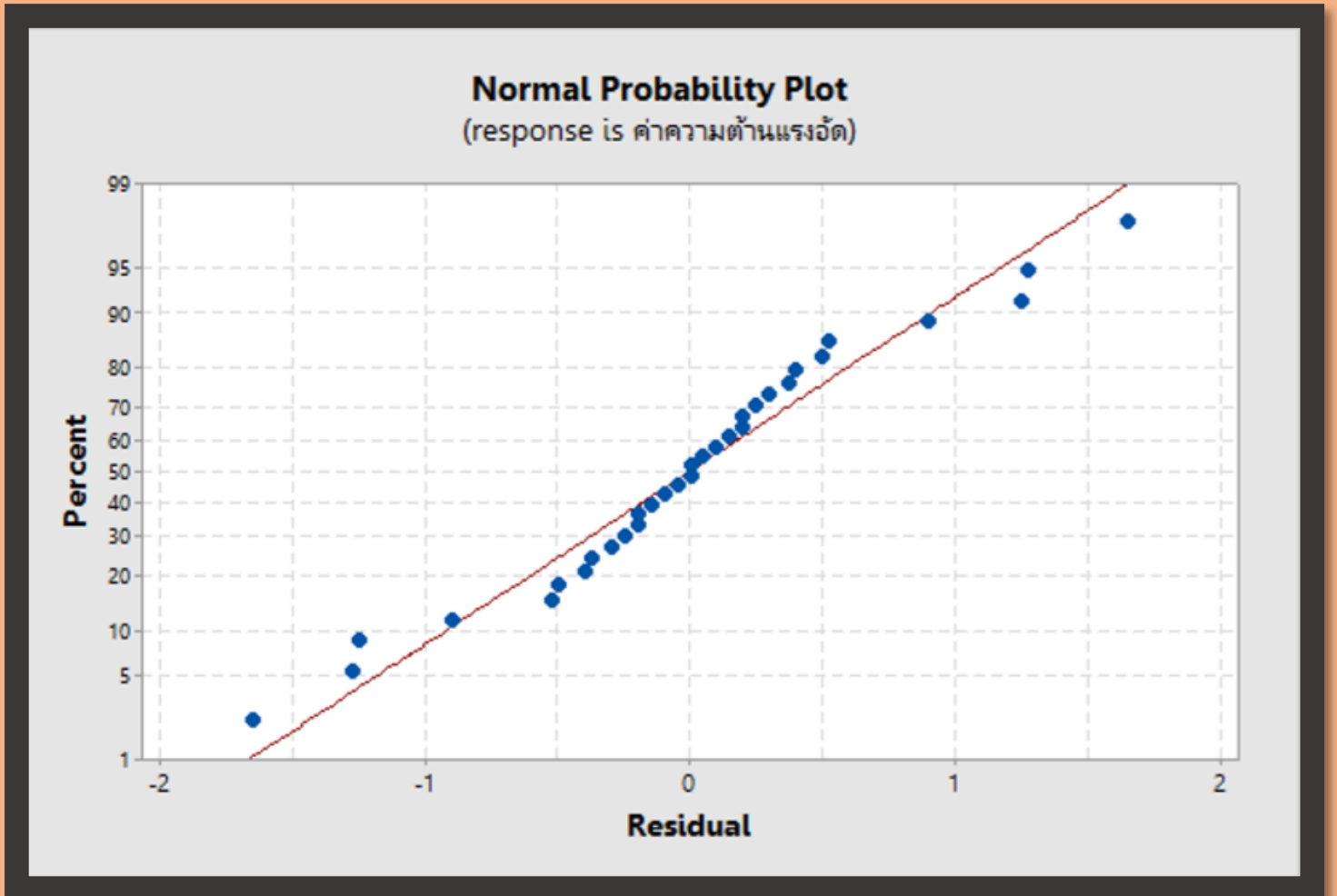
StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	ดิน เหนียว	ดิน ตะกอน	ซีเมนต์	น้ำ	ค่าความ ต้าน แรงอัด
21	1	1	1	-1	-1	1	-1	22.05
9	2	1	1	-1	-1	-1	1	19.90
30	3	1	1	1	-1	1	1	23.85
8	4	1	1	1	1	1	-1	23.50
19	5	1	1	-1	1	-1	-1	19.50
28	6	1	1	1	1	-1	1	26.30
2	7	1	1	1	-1	-1	-1	20.20
22	8	1	1	1	-1	1	-1	20.70
31	9	1	1	-1	1	1	1	23.00
13	10	1	1	-1	-1	1	1	20.60
5	11	1	1	-1	-1	1	-1	18.75
14	12	1	1	1	-1	1	1	23.10
1	13	1	1	-1	-1	-1	-1	18.30
16	14	1	1	1	1	1	1	25.55
29	15	1	1	-1	-1	1	1	21.60

StdOrder	RunOrder	PyType	Blocks	ดิน เหนียว	ดิน ตะกอน	ซีเมนต์	น้ำ	ค่าความ ต้าน แรงอัด
7	16	1	1	-1	1	1	-1	17.70
23	17	1	1	-1	1	1	-1	19.50
10	18	1	1	1	-1	-1	1	23.40
20	19	1	1	1	1	-1	-1	22.05
24	20	1	1	1	1	1	-1	23.10
11	21	1	1	-1	1	-1	1	24.10
3	22	1	1	-1	1	-1	-1	18.45
26	23	1	1	1	-1	-1	1	23.10
12	24	1	1	1	1	-1	1	25.50
6	25	1	1	1	-1	1	-1	20.70
17	26	1	1	-1	-1	-1	-1	17.70
18	27	1	1	1	-1	-1	-1	20.10
25	28	1	1	-1	-1	-1	1	20.10
32	29	1	1	1	1	1	1	25.95
27	30	1	1	-1	1	-1	1	21.60
4	31	1	1	1	1	-1	-1	19.5
15	32	1	1	-1	1	1	1	22.50

วิเคราะห์ Response Optimization

ผลลัพธ์ของการ
ทดสอบสมมติฐาน
ของการแจกแจง
แบบปกติ

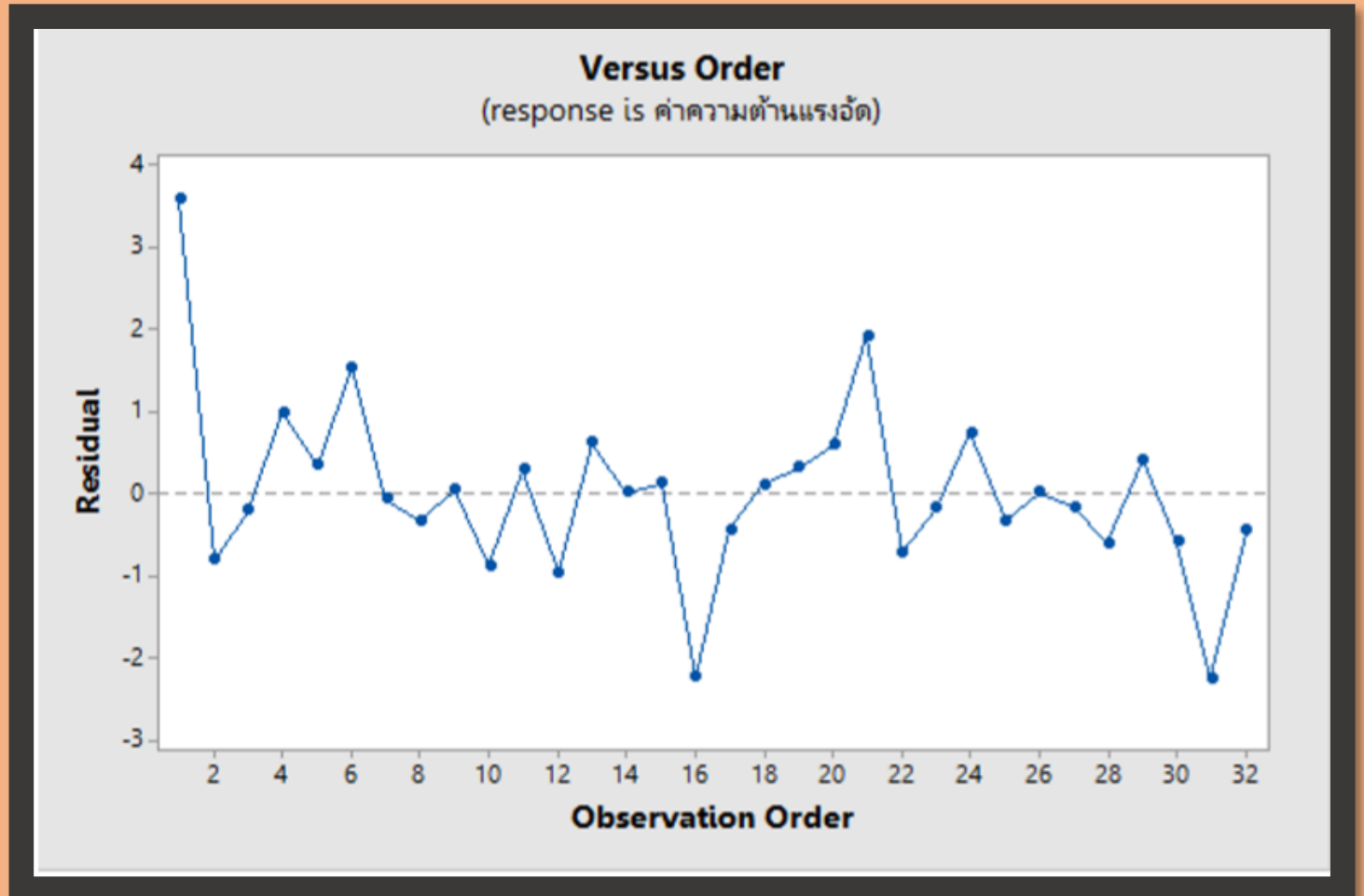
ส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจาย
เป็นแนวเส้นตรง
ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง
เป็นไปตามสมมติฐานของการแจก
แจงแบบปกติ



วิเคราะห์ Response Optimization

ผลลัพธ์ของการ
วิเคราะห์ส่วน
ตกค้าง

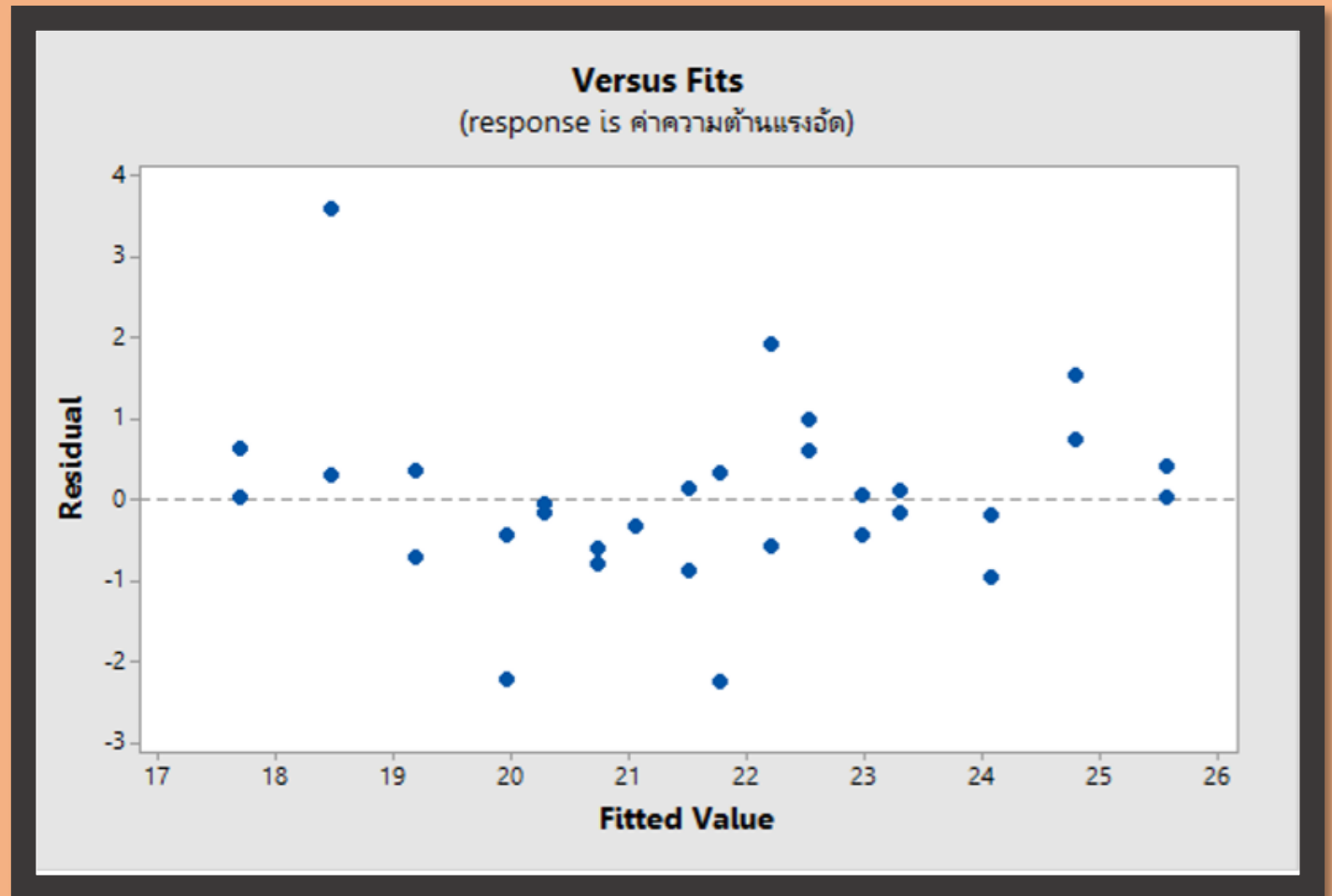
ส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บของข้อมูล
แสดงให้เห็นว่าลักษณะการกระจายตัว
เป็นอิสระต่อกัน
จึงสรุปได้ว่าข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน



วิเคราะห์ Response Optimization

ผลลัพธ์ของการ วิเคราะห์ความ แปรปรวน

การกระจายตัวไม่มีลักษณะที่เป็น
รูปแบบหรือโครงสร้างใด ๆ ทั้งสิ้น
จึงสรุปได้ว่าค่าส่วน ตกค้างที่
เสถียรภาพของความแปรปรวน
อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



วิเคราะห์ Response Optimization

การสร้างแบบจำลอง

FIXED MODEL

$$Y = 21.623 + 1.289 \text{ ดินเหนียว} + 0.739 \text{ ตะกอน} \\ + 0.386 \text{ ขี้เถ้า} + 1.511 \text{ น้ำ} + 0.439 \text{ ตะกอน*น้ำ}$$

วิเคราะห์ Response Optimization

ผลการวิเคราะห์ การออกแบบการทดลอง

ค่า P-VALUE ของปัจจัย
ดินเหนียว ดินตะกอนน้ำประปา
ซีเมนต์ และน้ำ

มีค่า P-VALUE น้อยกว่า 0.05
จึงสรุปได้ว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อค่า
ความต้านแรงอัดของอิฐอย่างมี
นัยสำคัญ

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Factorial Regression: ค่าความต้านแรงอัด versus ดินเหนียว, ... อน, ซีเมนต์, น้ำ Menu

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	168.821	11.2547	11.52	0.000
Linear	4	148.473	37.1182	38.00	0.000
ดินเหนียว	1	53.174	53.1738	54.44	0.000
ตะกอน	1	17.479	17.4788	17.89	0.001
ซีเมนต์	1	4.766	4.7663	4.88	0.042
น้ำ	1	73.054	73.0538	74.79	0.000
2-Way Interactions	6	12.332	2.0554	2.10	0.110
ดินเหนียว*ตะกอน	1	2.503	2.5032	2.56	0.129
ดินเหนียว*ซีเมนต์	1	0.002	0.0020	0.00	0.965
ดินเหนียว*น้ำ	1	0.928	0.9282	0.95	0.344
ตะกอน*ซีเมนต์	1	0.705	0.7051	0.72	0.408
ตะกอน*น้ำ	1	6.169	6.1688	6.32	0.023
ซีเมนต์*น้ำ	1	2.025	2.0251	2.07	0.169
3-Way Interactions	4	6.090	1.5226	1.56	0.233
ดินเหนียว*ตะกอน*ซีเมนต์	1	3.885	3.8851	3.98	0.063
ดินเหนียว*ตะกอน*น้ำ	1	1.643	1.6426	1.68	0.213
ดินเหนียว*ซีเมนต์*น้ำ	1	0.488	0.4876	0.50	0.490
ตะกอน*ซีเมนต์*น้ำ	1	0.075	0.0751	0.08	0.785
4-Way Interactions	1	1.926	1.9257	1.97	0.179
ดินเหนียว*ตะกอน*ซีเมนต์*น้ำ	1	1.926	1.9257	1.97	0.179
Error	16	15.629	0.9768		
Total	31	184.450			

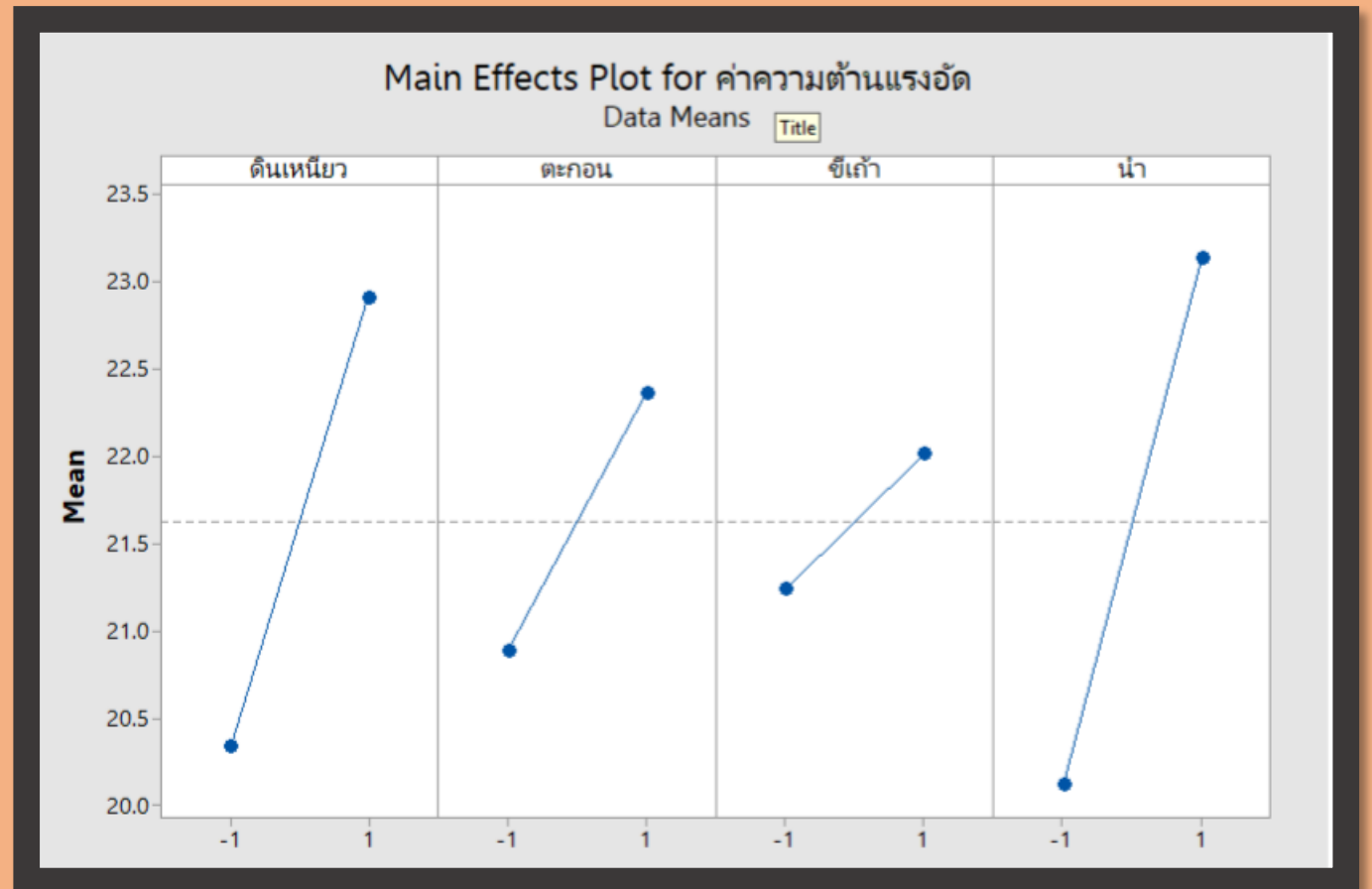
Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.988330	91.53%	83.58%	66.11%

วิเคราะห์ Response Optimization

ผลกระทบหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง

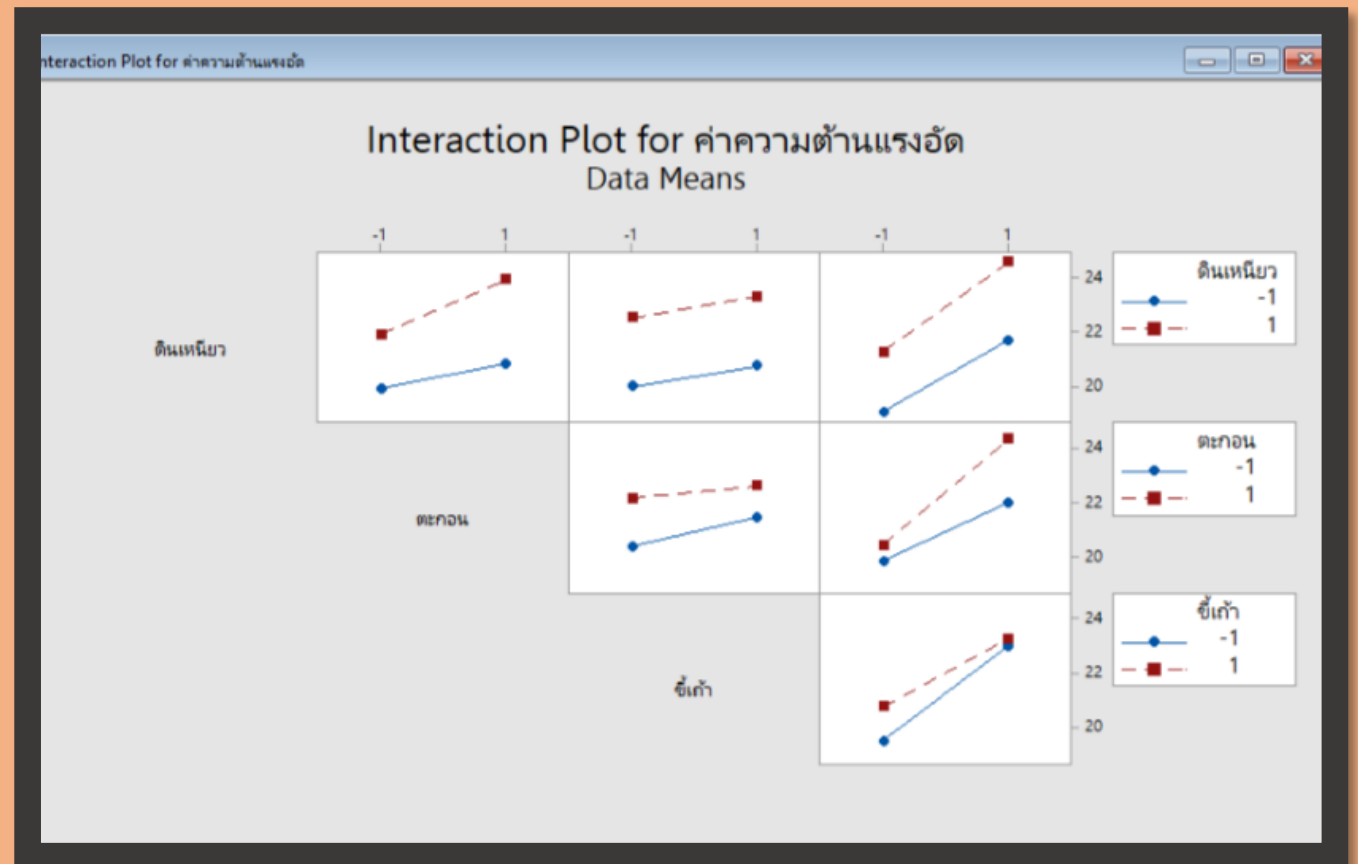
จากรูป สรุปได้ว่า
ผลกระทบหลักได้แก่
ดินเหนียว ดินตะกอน
ซีเมนต์ และน้ำ
มีผลต่อค่าความต้านแรงอัด



วิเคราะห์ Response Optimization

ผลอันตรกิริยาของปัจจัย
ที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง

จากรูป สรุปได้ว่า
พจน์ตรกิริยามีเพียงคู่เดียวที่
ส่งผลต่อกัน ได้แก่
ดินตะกอนกับน้ำ



วิเคราะห์ Response Optimization

วิเคราะห์สัดส่วน
ที่เหมาะสมของอิฐ

กำหนดค่าขอบเขตล่าง (LOWER) ไว้ที่ 21 เมกะปาสคาล

ค่าขอบเขตบน (UPPER) อยู่ที่ 26 เมกะปาสคาล

และกำหนดค่าเป้าหมาย (TARGET) ไว้ที่ 23 เมกะปาสคาล

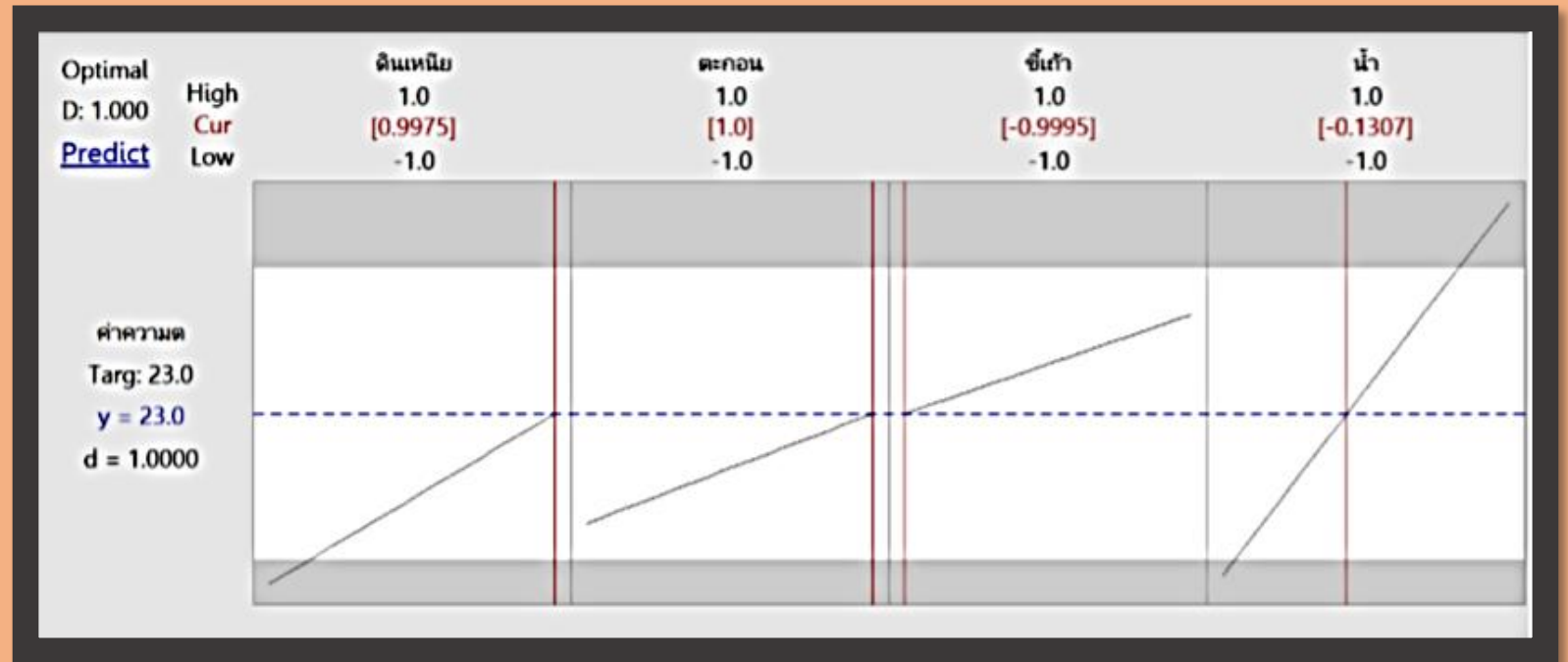
ค่ามาตรฐาน นอก.
อิฐ 5 ก้อนเฉลี่ยต้องไม่น้อย
กว่า 21 เมกะปาสคาล

ค่าสูงสุดที่ได้จากการทดสอบ

ค่าเฉลี่ยของขอบเขตบน
และขอบเขตล่าง

วิเคราะห์ Response Optimization

ผลการวิเคราะห์
สัดส่วนที่เหมาะสม
ของอิฐ



วิเคราะห์ Response Optimization

ปัจจัยและระดับที่เหมาะสม

ลำดับ	ปัจจัย	ระดับปัจจัยที่เหมาะสม (กรัม)
1	ดินเหนียว	760
2	ดินตะกอนน้ำประปา	372
3	ซีเมนต์	280
4	น้ำ	27 (%ของน้ำหนักอิฐ)



สรุปผล
และเปรียบเทียบ
ต้นทุนอัฐ

5

วิธีคำนวณต้นทุนค่าอิฐ โดยคิดต้นทุนจากอิฐใน 1 ตารางเมตร มีทั้งหมด 120 ก้อน

1. ดินเหนียว จะคำนวณราคาจากรถหกล้อขนาด 6 คิว ระยะทางจากแม่ริม 17 กิโลเมตร รวมเบ็ดเสร็จจนมาถึงที่โรงงาน ราคา 1,500 บาท บรรทุกเฉลี่ยประมาณ 2 ตัน
2. แกลบจากรถหกล้อขนาด 6 คิว ขนส่งจากโรงสีจนถึงโรงงาน บรรทุกเฉลี่ยประมาณ 2 ตัน ล้างรถละ 2,000 บาท
3. น้ำ ลูกบาศก์เมตรละ 8.5 บาท 1 ลูกบาศก์เมตรมี 1,000 ลิตร
4. ดินตะกอน 2 ตัน ขนจากที่ฟักดินของการประปาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ) ระยะทาง 3 กิโลเมตร จนถึงโรงงาน ราคารวมทั้งสิ้น 700 บาท
5. เป็นราคาที่ได้จากผู้รับเหมายาที่ดิน ให้กับโรงงานอิฐ



ต้นทุนก่อนปรับปรุง

1. ต้นทุนดินเหนียวต่อกิโลกรัม คิดเป็น $1,500/2,000 = 0.75$ บาทต่อกิโลกรัม

ปริมาณดินเหนียวที่ต้องการ 950 กรัม : $0.95 \times 0.75 = \underline{0.7125 \text{ บาท}}$

2. ต้นทุนแกลบต่อกิโลกรัม คิดเป็น $2,000/2,000 = 1$ บาทต่อกิโลกรัม

ปริมาณแกลบที่ต้องการ 280 กรัม : $0.28 \times 1 = \underline{0.28 \text{ บาท}}$

3. ต้นทุนน้ำ คิดเป็น $8.5/1,000 = 0.0085$ บาทต่อลิตร

ปริมาณน้ำที่ต้องการ 370 กรัม: $0.37 \times 0.0085 = \underline{0.0031 \text{ บาท}}$

ต้นทุนหลังปรับปรุง

1. ต้นทุนดินเหนียวต่อกิโลกรัม คิดเป็น $1,500/2,000 = 0.75$ บาทต่อกิโลกรัม

ปริมาณดินเหนียวที่ต้องการ 760 กรัม : $0.76 \times 0.75 = \underline{0.57 \text{ บาท}}$

2. ต้นทุนแกลบต่อกิโลกรัม คิดเป็น $2,000/2,000 = 1$ บาทต่อกิโลกรัม

ปริมาณแกลบที่ต้องการ 280 กรัม : $0.28 \times 1 = \underline{0.28 \text{ บาท}}$

3. ต้นทุนน้ำ คิดเป็น $8.5/1,000 = 0.0085$ บาทต่อลิตร

ปริมาณน้ำที่ต้องการ 381 กรัม: $0.37 \times 0.0085 = \underline{0.0032 \text{ บาท}}$

4. ต้นทุนดินตะกอน 0 บาท แต่มีค่าขนส่งเป็นเงิน 700 บาท สำหรับระยะทางจากที่ฟักดินไปจนถึงโรงงาน 3 กิโลเมตร คิดเป็น $700/2,000 = 0.35$ บาทต่อกิโลกรัม

ปริมาณดินตะกอนที่ต้องการ 372 กรัม : $0.372 \times 0.35 = \underline{0.13 \text{ บาท}}$

เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอิฐมอดู ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

ประเภท	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	กรัม	บาท	กรัม	บาท
ดินเหนียว	๑50	0.7125	760	0.57
ซีเมนต์	280	0.28	280	0.28
ดินตะกอน	0	0	372	0.13
น้ำ	370	0.0031	381	0.0032
น้ำหนักต่อก้อน (กรัม)	1,600		1,793	
ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ย (เมกะปาสกาล)	28		23	
มูลค่าต้นทุนต่อก้อน (บาท)	0.๑๑6		0.๑83	

การใช้ดินตะกอนน้ำประปา
จะ ลดต้นทุนได้
0.013 บาท ต่อก้อน
หรือลดต้นทุนได้ถึงอาทิตย์ละ
208 บาท ต่ออิฐ 16,000
ก้อน

เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอิฐมอดู ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

ประเภท	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	กรัม	บาท	กรัม	บาท
ดินเหนียว	๑50	0.7125	760	0.57
ซีเมนต์	280	0.28	280	0.28
ดินตะกอน	0	0	372	0.13
น้ำ	370	0.0031	381	0.0032
น้ำหนักต่อก้อน (กรัม)	1,600		1,7๑3	
ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ย (เมกะปาสคาล)	28		23	
มูลค่าต้นทุนต่อก้อน (บาท)	0.๑๑6		0.๑83	

**ค่าความต้านแรงอัดอยู่
ในเกณฑ์มาตรฐาน
ที่ มอก.กำหนดไว้ ที่อย่างน้อย
21 เมกะปาสคาล**

สรุป

1

ผู้ผลิตอัฐสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 0.013 บาทต่อก้อน

2

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ)
ประหยัดงบประมาณในการขนดินตะกอนไปทิ้ง 194,580.00 บาท
และประหยัดค่ารถขนอีก 10,000 บาท
รวมเป็น 204,580.00 บาท

VALUE



สร้างคุณค่าให้กับดิน
ตะกอนน้ำประปาที่มี
ค่าใช้จ่ายในการทำจัดสูง



ลดต้นทุนในการผลิต
อิฐก่อสร้างสามัญ



อาจารย์ที่ปรึกษา



อาจารย์ณรงค์ เพชรชารี