

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการที่กลุ่มวิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาทางด้านทฤษฎีเรื่องการพัฒนาเครื่องยิงแบบจำลอง พบว่ามีปัญหา ดังนั้นทางกลุ่มผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาดังนี้

- 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
- 3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องยิงแบบจำลอง
- 3.3 การวิเคราะห์การออกแบบการทดลอง
- 3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองเครื่องยิงแบบจำลอง

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

##### 3.1.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูล

ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารตำราแนวคิดทฤษฎี

รวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง

วิเคราะห์และสรุปแนวทางการดำเนินงานวิจัย

##### 3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างต้นแบบ

ออกแบบและพัฒนาเครื่องยิงแบบจำลอง

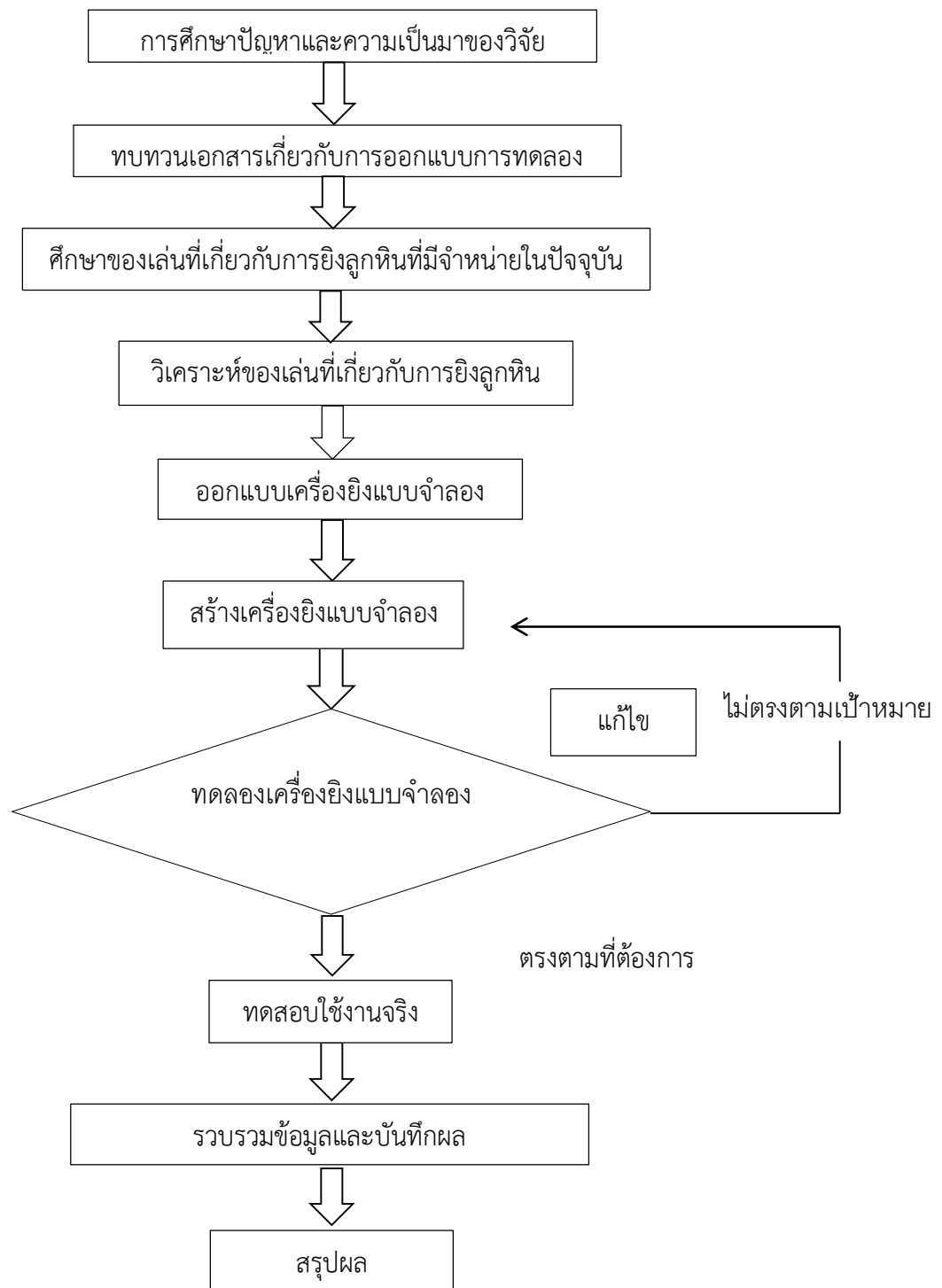
สร้างเครื่องยิงลูกหินที่ควบคุมปัจจัยได้

ทำการทดลองใช้งานเครื่องยิงแบบจำลอง

ทำการบันทึกข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยิงแบบจำลอง

##### 3.1.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องยิงแบบจำลอง

สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินงานได้ตามแผนภาพ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องยิงแบบจำลอง

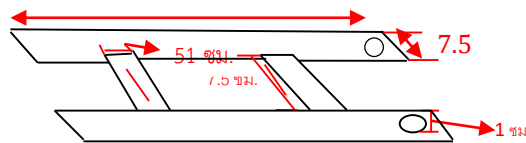
### 3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องยิงแบบจำลอง

การออกแบบและผลิตเครื่องยิงแบบจำลอง มีโครงสร้างหลักๆแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ โครงสร้างฐาน,เสาคาน,ที่รัดยางสำหรับส่งกำลังและไม้สำหรับเหวี่ยงลูกหิน

ขั้นตอนในการทำเครื่องยิงลูกหิน

#### 1.การทำโครงสร้างฐาน

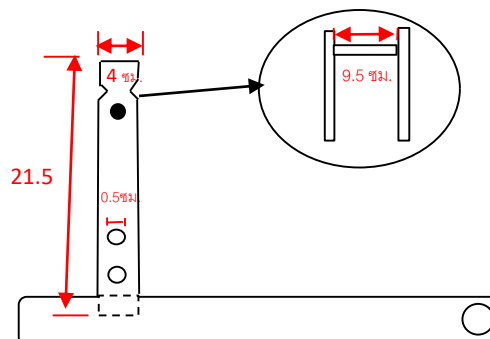
นำแท่งไม้อัดขนาด 6 มิลลิเมตร มาตัดให้เป็นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังภาพที่ 3.2 ขนาด 4 x 25 ดังรูปที่ จำนวน 2 แท่งและตัดไม้อีกขนาด 15x7.5 เซนติเมตร เพื่อยึดไม้ฐานทั้ง 2 แผ่นติดกันแล้ว เจาะรูตรงปลายไม้ฐานทั้ง 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.2 แบบเครื่องยิงแบบจำลอง(การทำโครงสร้างฐาน)

#### 2.การทำเสาคาน

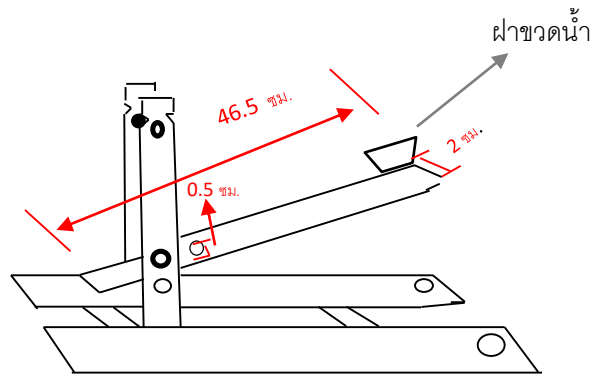
นำไม้อัดขนาด 6 มิลลิเมตร มาตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังภาพที่ 3.3 ขนาด 3.5x16 เซนติเมตร 2 แท่งห่างกัน 2 รูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม.ตามลำดับสูงต่ำ แล้วตัดไม้ทรงกลมความยาว 7.5 เซนติเมตร เพื่อเป็นไม้สำหรับรับแรงตีดของไม้ยิงเพื่อใช้เป็นรูไว้เสียบสลักไม้ยิงเข้ากับเสาคานแล้วแกะตรงปลายเสาคานเพื่อเป็นที่รับยางเข้ากับไม้ยิง



ภาพที่ 3.3 แบบเครื่องยิงแบบจำลอง(การทำเสาคาน)

### 3.ไม้ยิง

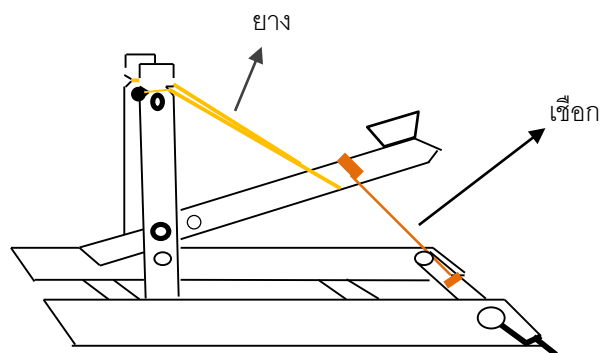
นำไม้อัดขนาด 6 มิลลิเมตร มาตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3x20 เซนติเมตร แล้วเจาะรู 2 รู ตามลำดับสูงต่ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เพื่อเสียบสลักไม้ยิงเข้ากับเสาคานแล้วนำฝาของขวดน้ำดื่มมาติดที่ปลายไม้ยิง ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แบบเครื่องยิงแบบจำลอง(ไม้ยิง)

### 4.กลไกการยิง

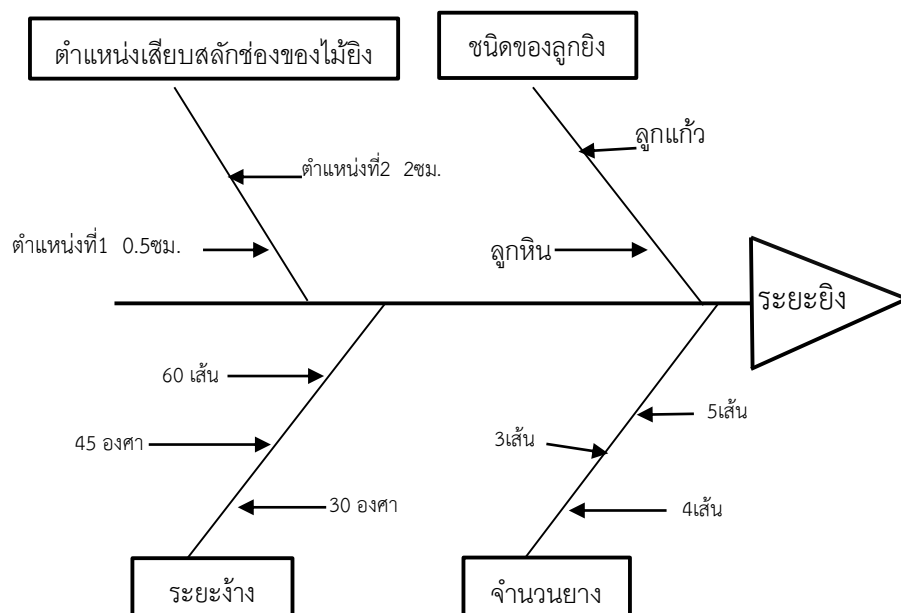
นำยางมาเกี่ยวระหว่างเสาคานกับไม้ยิงตัดไม้ทรงกลมความยาว 7.5 เซนติเมตร แล้วนำไปเสียบเข้าไปในรูของไม้ฐานที่เจาะไว้แล้วนำเชือกมามัดแล้วปลายเชือกอีกฝั่งมัดเข้ากับไม้ยิงเพื่อเป็นที่ตั้งไม้ยิงให้ได้ระดับการยิงที่ต้องการดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แบบเครื่องยิงแบบจำลอง(กลไกการยิง)

ปัจจัยอ้างอิง ปัจจัยที่เลือกใช้ทำการทดลองมาจากหลักการทำงานของเครื่องที่ถูกพัฒนาจากเครื่องเหวี่ยงลูกหินสมัยโบราณ ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 จากหลักการทำงานของเครื่องการที่จะทำให้ลูกหินไปตกยังจุดที่ต้องการนั้นจะต้องอาศัยปัจจัย 4 อย่างคือ ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงซึ่งมี 2 ตำแหน่ง 0.5,2 ซม. ระยะง้างมี 3 ตำแหน่ง 30,45,60 องศา จำนวนยาง 3 เส้น 3,4,5 เส้น ชนิดของลูก ลูกหินและลูกแก้ว โดยสามารถนำมาเขียนในแผนภูมิเหตุและผลโดยหัวปลาคือผลที่จะเกิดขึ้นคือ ระยะยิงและปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อระยะยิงหรือว่าเหตุ คือ ปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น

- ก้างปลาเอามาใช้วิเคราะห์ระยะทางหรือตำแหน่งการตกของลูกหิน
- ก้างคือปัจจัยที่ส่งผลให้ลูกหินไปตกยังจุดต่างๆ



ภาพที่ 3.6 แผนภูมิเหตุและผลแสดงปัจจัยที่ส่งผลให้ลูกยิงไปตกยังจุดต่างๆ

การออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab

StdOrder คือ ลำดับการทดลองมาตรฐาน

RunOrder คือ ลำดับการทดลองตามโปรแกรม

หลังจากการทดลองแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาใส่ช่องระยะยิง วัดระยะยิงโดยใช้ตลับเมตร วัดจากฐานของเครื่องยิงแบบจำลองจนถึงตำแหน่งที่ลูกยิงตกแล้วนำข้อมูลที่วัดได้มาใส่ลงในโปรแกรม Minitab ตรงช่องระยะยิง(c9)

- การทดลองที่ 1 ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง อยู่ที่ช่องที่ 0.5 ลูกหิน จำนวนยางอยู่ที่ 3 ระยะห่างอยู่ที่ 30
- การทดลองที่ 2 ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง อยู่ที่ช่องที่ 0.5 ลูกหินจำนวนยางอยู่ที่ 3 ระยะห่างอยู่ที่ 45
- การทดลองที่ 3 ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง อยู่ที่ช่องที่ 0.5 ลูกหิน จำนวนยางอยู่ที่ 3 ระยะห่างอยู่ที่ 60

จนถึงการทดลองที่ 72

การทดลองที่ 72 ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง อยู่ที่ช่องที่ 2 ลูกแก้ว จำนวนยางอยู่ที่ 5 ระยะห่างอยู่ที่ 60

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
	StdOrder	RunOrder	PType	Blocks	ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง	ชนิดของลูกหิน	จำนวนยาง	ระยะห่าง	ระยะยิง								
1	1	1	1	1	1	1	1	1									
2	2	2	1	1	1	1	1	2									
3	3	3	1	1	1	1	1	3									
4	4	4	1	1	1	1	1	4									
5	5	5	1	1	1	1	2	1									
6	6	6	1	1	1	1	2	2									
7	7	7	1	1	1	1	2	3									
8	8	8	1	1	1	1	2	4									
9	9	9	1	1	1	1	3	1									
10	10	10	1	1	1	1	3	2									
11	11	11	1	1	1	1	3	3									
12	12	12	1	1	1	1	3	4									
13	13	13	1	1	1	1	4	1									
14	14	14	1	1	1	1	4	2									
15	15	15	1	1	1	1	4	3									
16	16	16	1	1	1	1	4	4									
17	17	17	1	1	1	1	5	1									
18	18	18	1	1	1	1	5	2									
19	19	19	1	1	1	1	5	3									
20	20	20	1	1	1	1	5	4									
21	21	21	1	1	1	1	2	1									
22	22	22	1	1	1	1	2	1									
23	23	23	1	1	1	1	2	1									
24	24	24	1	1	1	1	2	1									
25	25	25	1	1	1	1	2	2									
26	26	26	1	1	1	1	2	2									

ภาพที่ 3.7 แสดงการออกแบบการทดลอง Minitab

สิ่งที่จะวิเคราะห์

ANOVA Table เพื่อจะดูผลการทดลองสถิติด้วยโปรแกรม Minitab

ดูค่า P-value เป็นหลักว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระดับที่ 0.05) หากค่า(P-value) น้อยกว่า 0.05 แปลว่าปัจจัยนั้นส่งผลต่อการทดลองอย่างน้อยสำคัญ แต่ถ้าหากค่า (P-value) มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยนั้นไม่ส่งผลต่อการทดลอง

### ตารางที่ 3.2 สูตรANOVA

SOV	Df	SS623	MS	F	P-value
Treatment	t-1	$SST = (T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_t^2) / r - CF$	$MST = SST / (t-1)$	$MST / MSE$	
Error	t.(r-1)	$SSE = Total\ SS - SST$	$MSE = SSE / t(r-1)$		
Total	t.r-1	$Total\ SS = \sum(Y_{ij}^2) - CF$			
$CF = (\sum Y_{ij})^2 / tr$					

### 3.3 การวิเคราะห์การออกแบบการทดลอง

การวิเคราะห์หาปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาหรือแผนผังสาเหตุและผลเพื่อนำปัญหามาออกแบบตามความต้องการที่ระดมสมองกัน

การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนอง

- ระยะทางที่ยิงได้
- ตำแหน่งจุดที่ลูกหินตก

การวิเคราะห์ปัจจัย

- ยาง
- ชนิดของลูกหิน
- ระยะข้างของไม้ยิง
- ตำแหน่งการวางของไม้ยิง

การวิเคราะห์ระดับของปัจจัย

- จำนวนของยาง
- ความยาวของไม้ยิง
- ระยะข้างของไม้ยิง

หมายเหตุ ผล คือตัวแปรตอบสนอง

1 หมายถึงปัจจัยที่ไม่มีผลต่อระยะยิง

0 หมายถึงปัจจัยที่ไม่เกิดผลต่อระยะยิงหรือมีลักษณะอื่นที่ไม่ใช่ระยะยิง

ซึ่งมีตัวแบบการทดลองดังสมการ

กำหนดให้

- Y คือ ระยะที่ยิงได้  
 I คือ ระดับปัจจัยย่อยของปัจจัย A ที่ระดับ 3,4,5 เส้น  
 J คือ ระดับปัจจัยย่อยของปัจจัย B ที่ระดับ 30,45,60 องศา  
 K คือ ระดับปัจจัยย่อยของปัจจัย C เช่น ลูกหิน ลูกแก้ว  
 l คือ ระดับปัจจัยย่อยของปัจจัย D ที่ระดับ 0.5,2 ซม.

ยกตัวอย่างเช่น  $Y$  ยาง 3 เส้น, ระยะง้าง 30, ลูกแก้ว, ตำแหน่งไม้ยิง 0.5 = 49 cm

$$Y_{ijkl} = A+B+C+D+AB+AC+AD+BC+BD+CD+ABC+ABD+BCD+ABCD+Y_{ijkl}$$

และสามารถเขียนสมมติฐานเชิงสถิติได้ดังนี้

สมมติฐาน A = จำนวนยาง

B = ระยะง้าง

C = ชนิดของลูกยิง

D = ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิง

ปัจจัย A  $H_0$ : จำนวนยางไม่มีผลต่อระยะยิง  $A = 0$

$H_1$ : จำนวนยางมีผลต่อระยะยิง  $A \neq 0$

ปัจจัย B  $H_0$ : ระยะง้างไม่มีผลต่อระยะยิง  $B = 0$

$H_1$ : ระยะง้างมีผลต่อระยะยิง  $B \neq 0$

ปัจจัย C  $H_0$ : ชนิดของลูกหินไม่ มีผลต่อระยะยิง  $C = 0$

$H_1$ : ชนิดของลูกหินมีผลต่อระยะยิง  $C \neq 0$

ปัจจัย D  $H_0$ : ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงไม่มีผลต่อระยะยิง  $D = 0$

$H_1$ : ตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงมีผลต่อระยะยิง  $D \neq 0$

ปัจจัย AB  $H_0$ : จำนวนยางและระยะง้างไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AB = 0$

$H_1$ : จำนวนยางและระยะง้างมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AB \neq 0$

ปัจจัย AC  $H_0$ : จำนวนยางและชนิดของลูกหินไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AC = 0$

$H_1$ : จำนวนยางและชนิดของลูกหินมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AC \neq 0$

ปัจจัย AD  $H_0$ : จำนวนยางและตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AD = 0$

$H_1$ : จำนวนยางและตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $AD \neq 0$

ปัจจัย BC  $H_0$ : ระยะง้างและชนิดของลูกหินไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง  $BC = 0$



	$H_1$ : ระยะง้างและชนิดของลูกหินมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $BC \neq 0$
ปัจจัย BD	$H_0$ : ระยะง้างและตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $BD = 0$ $H_1$ : จำนวนยางและตำแหน่งเสียบสลักช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $BD \neq 0$
ปัจจัย CD	$H_0$ : ชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $CD = 0$ $H_1$ : ชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $CD \neq 0$
ปัจจัย ABC	$H_0$ : จำนวนยางระยะง้างและชนิดของลูกหินไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABC=0$ $H_1$ : จำนวนยางระยะง้างและชนิดของลูกหินมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABC \neq 0$
ปัจจัย ABD	$H_0$ : จำนวนยางระยะง้างและตำแหน่งช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABD = 0$ $H_1$ : จำนวนยางระยะง้างและตำแหน่งช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABD \neq 0$
ปัจจัย BCD	$H_0$ : ระยะง้างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $BCD = 0$ $H_1$ : ระยะง้างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $BCD \neq 0$
ปัจจัย ABCD	$H_0$ : จำนวนยางระยะง้างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABCD = 0$ $H_1$ : จำนวนยางระยะง้างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิงมีอิทธิพลร่วมกันต่อระยะยิง $ABCD \neq 0$
เมื่อ $y_{ijkl}$	คือ ระยะที่ยิงได้ $l$ $j$ $k$ และ $l$
A	คือ ผลของปัจจัยต่างๆ ที่สามารถควบคุมได้และทำการควบคุม
B	คือ ผลจากปัจจัยต่างๆ ที่สามารถควบคุมได้และทำการปรับ
C	คือ ผลจากปัจจัยต่างๆ
D	คือ ผลจากปัจจัยต่างๆ ที่สามารถควบคุมได้
AB	คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางและระยะง้าง
AC	คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางและชนิดของลูกหิน
AD	คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางและตำแหน่งช่องของไม้ยิง

- BC คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างระยะง้างและชนิดของลูกหิน
- BD คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างระยะง้างและตำแหน่งช่องของไม้ยิง
- CD คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิง
- ABC คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางระยะง้างและชนิดของลูกหิน
- ABD คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางระยะง้างและตำแหน่งช่องของไม้ยิง
- BCD คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างระยะง้างชนิดของลูกหินและตำแหน่งช่องของไม้ยิง
- ABCD คือ ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนยางระยะง้างชนิดของลูกหินตำแหน่งช่องของไม้ยิง
- ε คือ ผลจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ระหว่างการทดลอง

### 3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองเครื่องยิงลูกหิน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ปัจจัยตอบสนองของเสาตึ๊ง

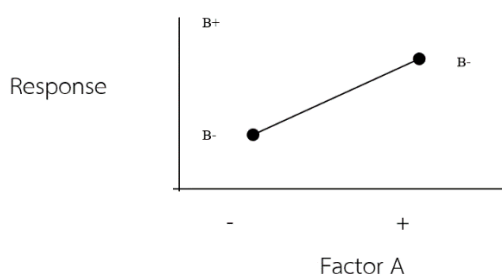
- ระดับการวางตำแหน่งของไม้ยิงเข้ากับเสาตึ๊ง

ระยะทางที่ลูกหินจะตก

- ระยะง้างของไม้ยิง
- จำนวนยาง
- ระดับการวางตำแหน่งของไม้ยิงเข้ากับเสาตึ๊ง

Main effect

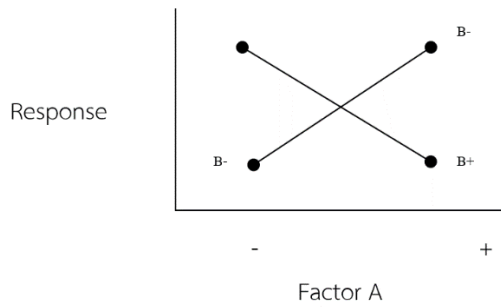
เพื่อดูว่าปัจจัยหลัก เช่น ยาง, ลูกหินจะส่งผลต่อการตกอย่างไร



ภาพที่ 3.8 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล (ไม่มีอันตรกิริยา)

Interaction effect

เพื่อจะดูว่า ปัจจัยหลักต่างๆจะมีอิทธิพลร่วมกันหรือไม่



ภาพที่ 3.9 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล (มีอันตรกิริยา)

1.อิทธิพลหลัก (Main Effect) คือ อิทธิพลของปัจจัยที่แสดงต่อตัวแปรตอบสนองด้วยตัวของมันเองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเกิดขึ้น

2.อิทธิกร่วม (interaction Effect) คือ อิทธิพลของปัจจัยหนึ่งที่จะเปลี่ยนไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยร่วมกัน