

การประมาณราคางานดินในงานปรับระดับดิน

การปรับระดับดิน (LAND LEVELLING)

คือ การตัดหรือถมดินให้ได้ความสูงและความลาดเทตามต้องการโดยการใช้เครื่องจักรเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง (HEAVY CONSTRUCTION EQUIPMENT) เช่น รถแทรกเตอร์ (TRACTOR) แบคโฮ (BACKHOE) รถขูดอุ้มดิน (MOTOR SCRAPER) รถบรรทุก (DUMP TRUCK) รถเกรดหรือปาดดิน (MOTOR GRADER) เป็นต้น

1. ปริมาตรในสภาพเดิม (Bank Volume)

เป็นปริมาตรของวัสดุที่อยู่ในสภาพธรรมชาติซึ่ง
สามารถคิดได้จากการสร้างและการทำแผนทีระดับ

2. ปริมาตรที่ฟูขึ้น (Loose Volume)

เป็นปริมาตรของวัสดุที่ผ่านการขุดและเคลื่อน
ย้ายจากสภาพที่อยู่ตามธรรมชาติซึ่งปริมาตรที่ฟูขึ้นนี้จะ
มากกว่าปริมาตรในสภาพเดิม

3. ปริมาตรที่ถูกบดอัด (Compacted Volume)

เป็นปริมาตรของวัสดุหลังจากที่นำมาถมแล้วทำ
การบดอัดหรือทำการบดอัดในสภาพธรรมชาติเดิม

ปริมาตรที่ถูกบดอัดก็จะน้อยกว่าปริมาตรที่ฟูขึ้น
หรือปริมาตรในสภาพเดิม

4. เปอร์เซ็นต์ที่พองขึ้น (Percentage of Swell)

เป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มปริมาตรของดินเมื่อถูก
ขุดขึ้นมาจากปริมาตรในสภาพเดิม

ดินต่างชนิดกันจะมีค่า Swell แตกต่างกัน
สำหรับหน้าดินหรือเรียกว่า Top Soil ซึ่งเป็นดิน
เหนียวจะมีค่า Swell ประมาณ 30 %

5. เปอร์เซ็นต์ที่หดตัวลงของดินเมื่อถูกบดอัด

(Percentage of Shrinkage)

เป็นเปอร์เซ็นต์การลดปริมาตรของดินจากสภาพ
เดิมเมื่อถูกบดอัดด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับดินเหนียว
จะมีค่า Shrinkage จะอยู่ระหว่าง 10 - 20 %

6. Soil Moisture Content and

Optimum Moisture Content

เป็นปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินเมื่อเทียบกับน้ำหนัก
ของดินแห้ง

โดยทั่วไปเนื้อดินที่มีน้ำอยู่ไม่เพียงพอจะมีผลทำให้ Internal Friction Angle ของเม็ดดินมีค่า
สูงมาก ทำให้การบดอัดดินต้องใช้พลังงานมาก ทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและแรงงานรวมทั้งค่าลงทุนด้วย

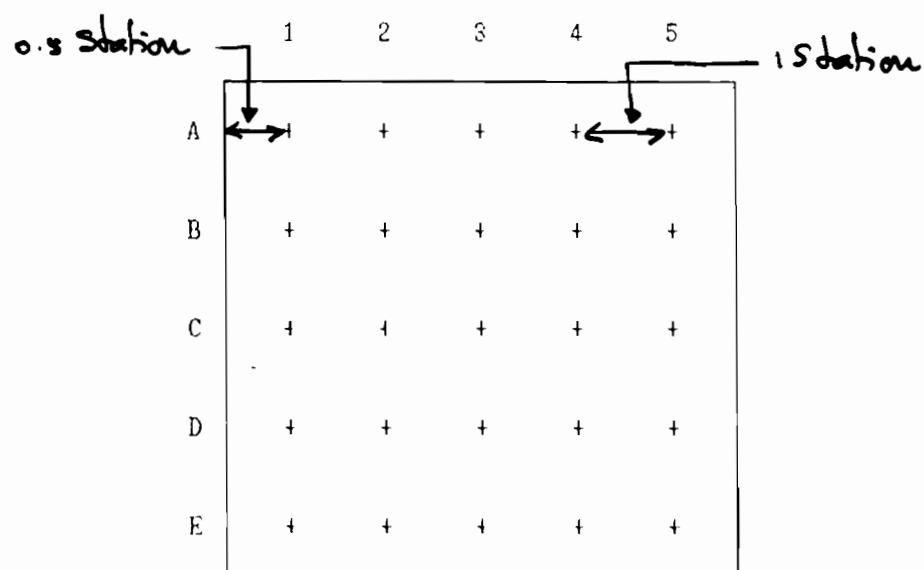
ในขณะเดียวกันถ้าหากว่ามีน้ำอยู่ระหว่างเม็ดดิน
มากเกินไปการบดอัดก็จะต้องเสียเวลาเช่นเดียวกัน
เพราะจะต้องไล่น้ำออกไปจากเม็ดดินจนกระทั่งถึงจุด
ที่พอเหมาะที่ดินนั้นจะมีความหนาแน่นสูงสุด ปริมาณน้ำ
ที่อยู่ในดินซึ่งทำให้การบดอัดดินมีความหนาแน่นแห้งสูง
สุดเรียกว่า Optimum Moisture Content ซึ่งจะ
หาได้จากการทดลองทำ Compaction Test ในห้อง
ทดลอง

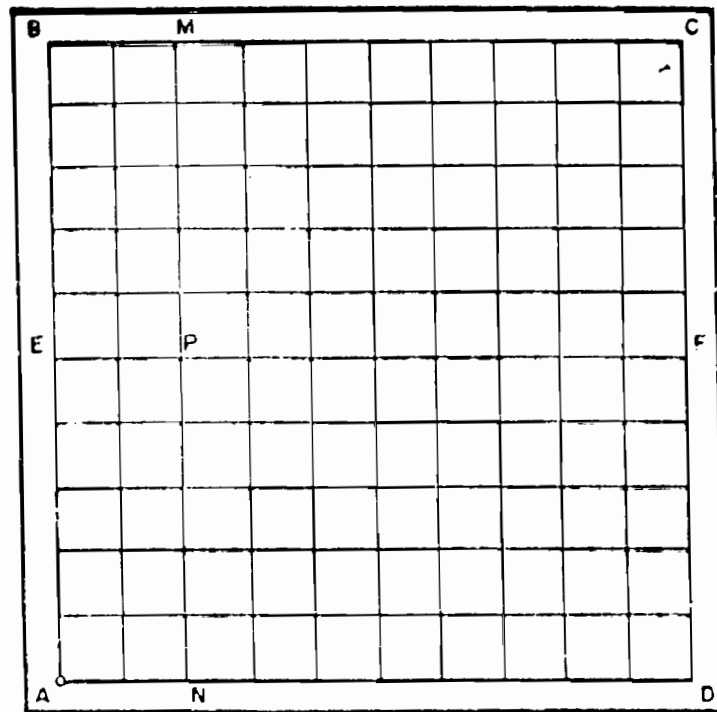
ปกติแล้วค่า Optimum Moisture Content
ดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 8-25% ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของดิน

1. ทำการปักหมุดโดยรอบและในบริเวณพื้นที่โดยปักให้เป็นตาราง GRID

ระยะห่างระหว่างหมุดแต่ละหมุดในพื้นที่เรียกว่า STATION DISTANCE จะเป็นเท่าใดก็ได้แต่โดยทั่วไปที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 20 - 25 เมตร

ตัวอย่างการปักหมุด



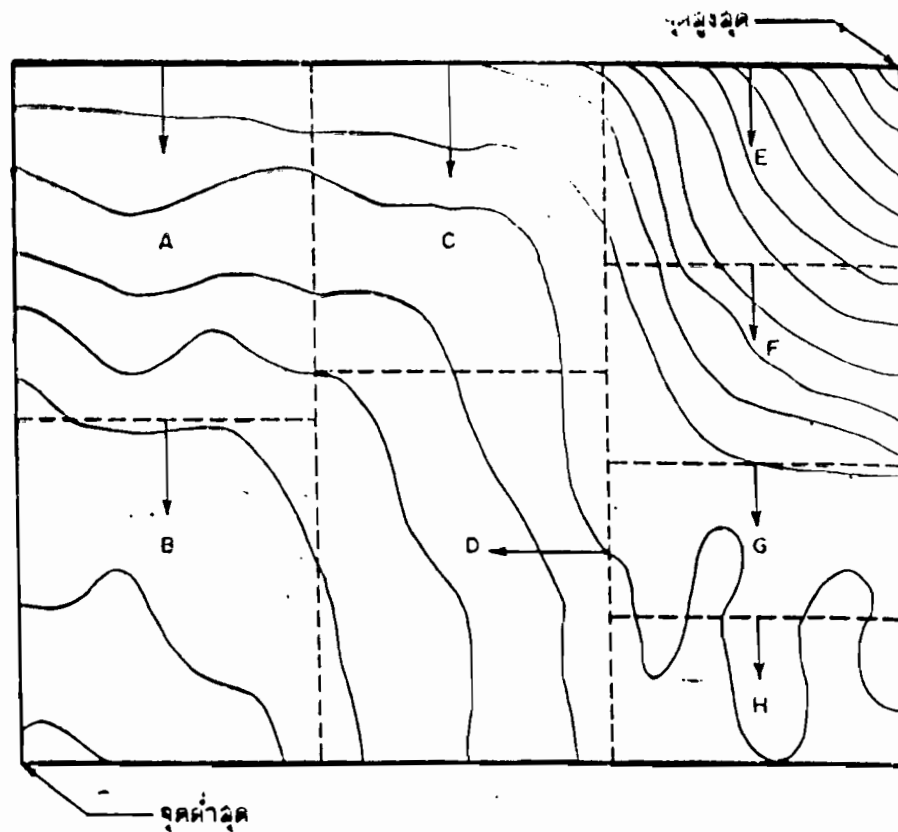


รูปที่ 8.1 การปักหมุดเพื่อทำแผนที่

2. ในกรณีที่พื้นที่ที่จะทำการปรับระดับดินมีบริเวณกว้างใหญ่มาก ควรแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยๆตามลักษณะความลาดเทของพื้นที่โดยสังเกตจากเส้นชั้นระดับความสูงหรือ CONTOUR

ตารางที่ 8.1 ขนาดชั้นความสูง (Contour Interval) สำหรับการปรับระดับพื้นที่

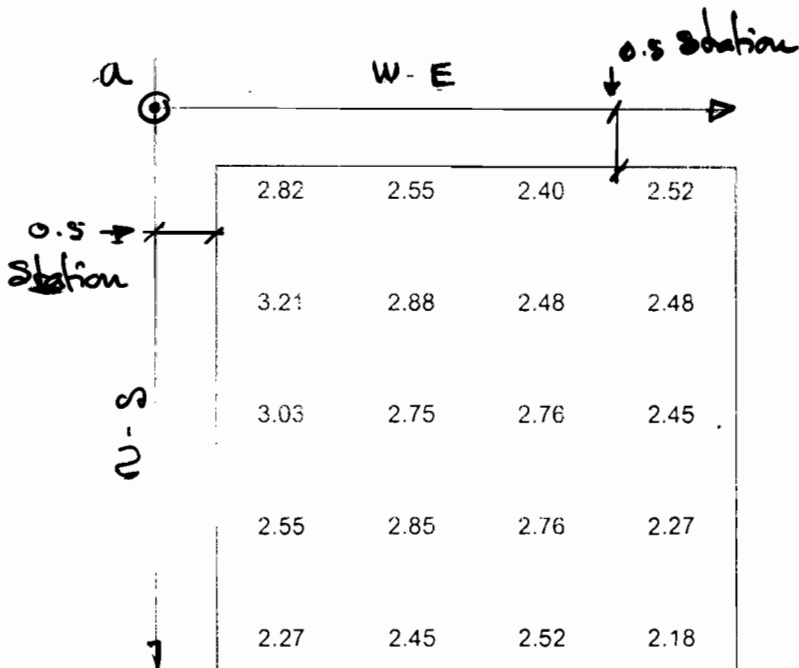
ความลาดเทของพื้นที่ - % (ม/100ม.)	ขนาดชั้นความสูง - ซม.
0 - 1	10
1 - 2	20
2 - 5	30
5 - 10	50



รูปที่ 8.2 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย ๆ ตามลักษณะความลาดเทของพื้นที่

ตัวอย่างการคำนวณดินตัดและดินถมที่มีลักษณะเป็นผืนใหญ่

1. คำนวณค่าที่ต้องใช้

					Σ	H	S	SH
2.82	2.55	2.40	2.52		10.29	2.57	1	2.57
3.21	2.88	2.48	2.48		11.05	2.76	2	5.52
3.03	2.75	2.76	2.45		10.99	2.75	3	8.25
2.55	2.85	2.76	2.27		10.43	2.61	4	10.44
2.27	2.45	2.52	2.18		9.42	2.36	5	11.80
					52.18	13.05	15	38.58
Σ	13.88	13.48	12.92	11.9	52.18			
H	2.78	2.70	2.58	2.38	10.44	$H_m = 52.18 / 20 = 2.61$		
S	1	2	3	4	10			
SH	2.78	5.40	7.74	9.52	25.44			

$$G_{ns}, G_{we} = \frac{\sum(SH) - \frac{(\sum S)(\sum H)}{n}}{\sum(S)^2 - \frac{(\sum S)^2}{n}}$$

Gns หรือ Gwe = Best fit slope ความลาดเอียงเฉลี่ยตามแนวเหนือ-ใต้ หรือ ตะวันตก-ตะวันออก
ที่สอดคล้องกับสภาพเดิมตามธรรมชาติซึ่งจะทำให้ปริมาตรของดินตัดเท่ากับ
ปริมาตรของดินถม

S = Station distance ระยะทางระหว่างหมุด

H = ค่าระดับเฉลี่ยของหมุดต่างๆทั้งหมด

n = จำนวนแถวของหมุดตามทิศทางความลาดเอียง

(1 Sta., 0.5 Sta.)

2 หาค่าความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวเหนือใต้ (Gns)

$$\sum (SH) = 38.58$$

$$\sum S = 15$$

$$\sum H = 13.05$$

$$n = 5 \quad \text{แถว}$$

$$\sum (S)^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 = 55$$

$$(\sum S)^2 = 15^2 = 225$$

แทนค่าในสูตรตามข้อ 1 จะได้



$$\text{ค่าความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวเหนือใต้ (Gns)} = -0.057 = -0.06 \text{ ม./ station}$$

หาค่าความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวตะวันตก/ตะวันออก (Gwe)

$$\sum (SH) = 25.44$$

$$\sum S = 10$$

$$\sum H = 10.44$$

$$n = 4 \quad \text{แถว}$$

$$\sum (S)^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 = 30$$

$$(\sum S)^2 = 10^2 = 100$$

แทนค่าในสูตรตามข้อ 1 จะได้



$$\text{ค่าความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวตะวันตก/ตะวันออก (Gwe)} = -0.132 = -0.13 \text{ ม./ station}$$

3 หาจุดศูนย์กลางของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดกำเนิด

ตามแนวแกน X

$$X_m = \frac{L_x}{N_x}$$

X_m = จุดศูนย์กลางของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดกำเนิดตามแนวแกน X

L_x = ระยะห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน X ของหมุดแถวที่ $1 + 2 + 3 + \dots + n$

N_x = จำนวนแถวของหมุดที่อยู่ห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน X

$$X_m = (1+2+3+4) / 4 = 2.5 \text{ stations}$$

ตามแนวแกน Y

$$Y_m = \frac{L_y}{N_y}$$

Y_m = จุดศูนย์กลางของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดกำเนิดตามแนวแกน Y

L_y = ระยะห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน y ของหมุดแถวที่ $1 + 2 + 3 + \dots + n$

N_y = จำนวนแถวของหมุดที่อยู่ห่างจากจุดกำเนิดตามแนวแกน Y

$$Y_m = (1+2+3+4+5) / 5 = 3 \text{ stations}$$

$$H = a + G_{HT}X + G_{NN}Y$$

h_i	=	ระดับความสูงที่จุดใดๆที่ต้องการ
a	=	ระดับของจุดกำเนิด
G_{we}	=	ความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวทิศตะวันตกตะวันออก
G_{ns}	=	ความลาดเอียงของพื้นที่ตามแนวทิศเหนือทิศใต้
X	=	หมุดที่ต้องการตามแนวแกน X
Y	=	หมุดที่ต้องการตามแนวแกน Y

แทนค่า	H	=	H_m	=	2.61
	G_{we}	=	- 0.13	m / station	
	G_{ns}	=	- 0.06	m / station	
	X	=	X_m	=	2.5 stations
	Y	=	Y_m	=	3 stations

จะได้ $a = 3.12$; . . .

๖. หาระดับที่หมดได้ๆที่ต้องการเพื่อทำให้ดินตัดเท่ากับดินถมพอดี จากสูตร

$$H = a + G_{HY} X' + G_{YX} Y$$

$$H = 3.12 - 0.13X - 0.06Y$$

ดังนั้น

$$H11 = 3.12 - 0.13(1) - 0.06(1) = 2.93$$

$$H12 = 3.12 - 0.13(1) - 0.06(2) = 2.87$$

$$H13 = 3.12 - 0.13(1) - 0.06(3) = 2.81$$

$$H14 = 3.12 - 0.13(1) - 0.06(4) = 2.75$$

$$H15 = 3.12 - 0.13(1) - 0.06(5) = 2.69$$

$$H21 = 3.12 - 0.13(2) - 0.06(1) = 2.80$$

$$H22 = 3.12 - 0.13(2) - 0.06(2) = 2.74$$

$$H23 = 3.12 - 0.13(2) - 0.06(3) = 2.68$$

$$H24 = 3.12 - 0.13(2) - 0.06(4) = 2.62$$

$$H25 = 3.12 - 0.13(2) - 0.06(5) = 2.56$$

$$H31 = 3.12 - 0.13(3) - 0.06(1) = 2.67$$

$$H32 = 3.12 - 0.13(3) - 0.06(2) = 2.61$$

$$H33 = 3.12 - 0.13(3) - 0.06(3) = 2.55$$

$$H34 = 3.12 - 0.13(3) - 0.06(4) = 2.49$$

$$H35 = 3.12 - 0.13(3) - 0.06(5) = 2.43$$

$$H41 = 3.12 - 0.13(4) - 0.06(1) = 2.54$$

$$H42 = 3.12 - 0.13(4) - 0.06(2) = 2.48$$

$$H43 = 3.12 - 0.13(4) - 0.06(3) = 2.42$$

$$H44 = 3.12 - 0.13(4) - 0.06(4) = 2.36$$

$$H45 = 3.12 - 0.13(4) - 0.06(5) = 2.30$$

- b. หาความลึกของดินที่จะต้องตัด (cut หรือ -) หรือถม (fill หรือ +)

ระดับดินเดิม

W - E			
2.82	2.55	2.40	2.52
3.21	2.88	2.48	2.48
3.03	2.75	2.76	2.45
2.55	2.85	2.76	2.27
2.27	2.45	2.52	2.18

ระดับดินใหม่ที่ต้องการที่ทำให้ปริมาตรของดินตัดเท่ากับปริมาตรดินถมพอดี

W - E			
2.93	2.80	2.67	2.54
2.87	2.74	2.61	2.48
2.81	2.68	2.55	2.42
2.75	2.62	2.49	2.36
2.69	2.56	2.43	2.30

ความลึกของดินที่จะตัดหรือถม (ระดับใหม่ที่ต้องการ -- ระดับดินเดิม)

W - E			
+11	+25	+27	+2
-34	-14	+13	0
-22	-7	-21	-3
+20	-23	-27	+9
+42	+11	-9	+12

ผลรวมของดินตัด (-)	-56	-44	- 57	-3	รวม 160
ผลรวมของดินถม (+)	+73	+36	+40	+23	รวม 172

$$\text{ผลรวมของดินตัด / ผลรวมของดินถม} = 160 / 172 = 0.93$$

จะเห็นว่า ผลรวมของดินตัด / ผลรวมของดินถม มีค่าเท่ากับ 0.93 ซึ่งไม่เท่ากับ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการปัดเศษตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ เช่น ค่า Gns จาก 0.057 ใช้ 0.06 และ Gwe 0.132 ใช้ 0.13 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนรวมในระหว่างการคำนวณเกิดขึ้นอีก

แต่อย่างไรก็ตามความละเอียดของการคำนวณถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ซม.) ถือว่าเพียงพอในการปฏิบัติจริงในสนาม

ในการปรับระดับดินจริงๆจะต้องนำค่าการหดตัวของดิน (shrinkage) เมื่อมีเครื่องจักรมาบดทับ มาพิจารณาด้วย ในทางปฏิบัติทำได้โดยการตัดดินเผื่อมากขึ้นและลดการถมดินลงในจำนวนที่ เท่ากันทุกๆหมุด และหาค่าอัตราส่วนระหว่าง ผลรวมของความลึกของดินตัด กับ ผลรวมของ ความลึกของดินถม มีค่าเท่ากับค่า shrinkage พอดี

โดยปกติดินเหนียวโดยทั่วไปจะมีค่า shrinkage ประมาณ 10 % – 30 % ซึ่งค่าที่แน่นอนของดิน แต่ละชนิดจะหาได้จากห้องทดลอง

ตามตัวอย่างนี้สมมุติว่าดินเหนียวมีค่า shrinkage 15 % ดังนั้น

จึงต้องเพิ่มความลึกของดินตัดและลดความลึกของดินที่จะต้องถมให้น้อยลงจนกระทั่ง อัตราส่วน ระหว่าง ผลรวมของความลึกของดินตัด กับ ผลรวมของความลึกของดินถม มีค่า 1.15 หรือใกล้เคียงมากที่สุดจึงจะถือว่าใช้ได้

วิธีการปรับแก้การตัดดิน ทำได้ดังนี้ คือ

ตัดดินเพิ่มทุกๆหมุดๆละ 1 ซม. จากนั้นกลับไปคำนวณค่าอัตราส่วนระหว่าง ผลรวมของความ ลึกของดินตัด กับ ผลรวมของความลึกของดินถม มีค่าเท่ากับ 1.15 หรือไม่ ถ้ายังไม่เท่าต้องทำ ใหม่จนกว่าจะได้เท่าหรือใกล้เคียงที่สุดถือว่าใช้ได้

จากข้อ 6 ระดับใหม่ที่ต้องการทำให้ค่า $\Sigma C / \Sigma F$ มีค่า 0.93 คือตัวเลขข้างล่าง

W - E				
2.93	2.80	2.67	2.54	
2.87	2.74	2.61	2.48	
2.81	2.68	2.55	2.42	
2.75	2.62	2.49	2.36	
2.69	2.56	2.43	2.30	

ความลึกของดินที่จะต้องตัดหรือถมเดิม (ระดับใหม่ - ระดับเดิม) ซึ่งทำให้ค่า $\Sigma C / \Sigma F$ มีค่า 0.93 คือ

W - E				
+11	+25	+27	+2	
-34	-14	+13	0	
-22	-7	-21	-3	
+20	-23	-27	+9	
+42	+11	-9	+12	

ถ้าต้องตัดดินเพิ่มขึ้นอีก 1 ซม. (เอา - 1 บวกเข้ากับทุกหมวด) จะทำให้

$$\Sigma C / \Sigma F = (-160 + (-10)) / (+172 + (-10)) = 170 / 162 = 1.05 < 1.15$$

ถ้าต้องตัดดินเพิ่มขึ้นอีก 2 ซม. (เอา - 2 บวกเข้ากับทุกหมวด) จะทำให้

$$\Sigma C / \Sigma F = (-160 + (-20)) / (+172 + (-20)) = 180 / 152 = 1.18 \cong 1.15 \text{ OK.}$$

๒. ระดับใหม่ครั้งแรกที่ทำให้ $\Sigma C / \Sigma F = 0.93$ คือ

W - E			
2.93	2.80	2.67	2.54
2.87	2.74	2.61	2.48
2.81	2.68	2.55	2.42
2.75	2.62	2.49	2.36
2.69	2.56	2.43	2.30

ต้องตัดดินเพิ่มขึ้นอีกหมดละ 2 ซม. (เอา - 2 บวกเข้ากับทุกหมด) จะทำให้ $\Sigma C / \Sigma F = 1.18 (\approx 1.15)$

1.15 ดังนั้นระดับสุดท้ายที่ต้องการจะเท่ากับ

W - E			
2.91	2.78	2.65	2.52
2.85	2.72	2.59	2.46
2.79	2.66	2.53	2.40
2.73	2.60	2.47	2.34
2.67	2.54	2.41	2.28

เปรียบเทียบระดับเดิมกับระดับครั้งสุดท้ายที่ $\Sigma C / \Sigma F = 1.18 \cong 1.15$

W - E

2.82	2.55	2.40	2.52
3.21	2.88	2.48	2.48
3.03	2.75	2.76	2.45
2.55	2.85	2.76	2.27
2.27	2.45	2.52	2.18

W - E

2.91	2.78	2.65	2.52
2.85	2.72	2.59	2.46
2.79	2.66	2.53	2.40
2.73	2.60	2.47	2.34
2.67	2.54	2.41	2.28

ค่าเฉลี่ยของดินที่จะต้องตัด หรือ ถม เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ระดับดินเดิม กับ ระดับครั้งสุดท้าย
 ให้ทำให้ $\Sigma C / \Sigma F = 180 / 152 = 1.18 \cong 1.15$ จะมีค่าแต่ละหมวดดังนี้ (ระดับใหม่ - ระดับเดิม)

W - E				
	+9	+23	+25	0
	-36	-16	+11	-2
	-24	-9	-23	-5
	+18	-25	-29	+7
	+40	+9	-11	+10

ΣC	-60	-50	-63	-7	รวม	180
ΣF	+67	+32	+36	+17	รวม	152

10 การวางแผนการเคลื่อนย้ายดิน

ทิศทางการเคลื่อนย้ายดินมีประโยชน์สำหรับสั่งให้รถแทรกเตอร์ทำงานว่าจะต้องตัดดินตรงจุดใด ลึกเท่าใด และจะเคลื่อนย้ายดินไปยังจุดใด ปริมาณดินเท่าใด เป็นต้น เพราะถ้าหากว่าไม่กำหนดทิศทางก็เรเคลื่อนย้ายดินแล้วคนขับรถแทรกเตอร์จะตัดสินใจเองซึ่งจะเสียเวลาทำงานมาก และไม่ได้งานที่มีคุณภาพตามต้องการ

หลักการในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนย้ายดิน

1. ตัดดินจากที่สูงไปที่ต่ำ (จาก cut หรือ - ไปยัง fill หรือ +)
2. ทิศทางการเคลื่อนย้ายดินสามารถวิ่งเข้าหากันได้แต่ต้องไม่ตัดกัน หรือ ต้องไม่สวนกัน
3. ปริมาณความลึกที่จะต้องถมที่หมดใด ๆ จะเท่ากับความลึกที่จะต้องถมเดิมคูณด้วยค่า shrinkage ซึ่งในกรณีนี้คือ 1.18
4. พยายามให้รถแทรกเตอร์กลับตัวน้อยที่สุด นอกจากสภาพพื้นที่บังคับก็ สามารถทำได้

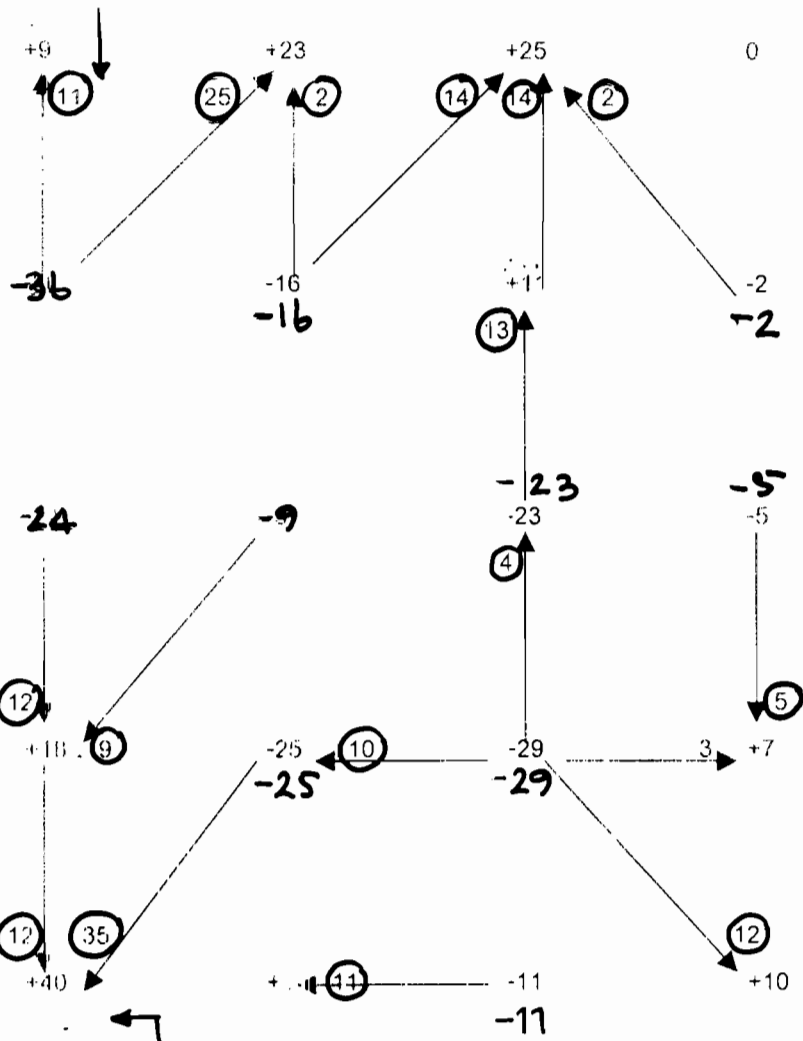
3.1 ตัวอย่างการกำหนดทิศทางการเคลื่อนย้ายดิน

1	+9	+23	+25	0
2	36	-16	+11	-2
3	21	-9	-23	-5
4	+18	-25	-29	+7
5	+41	+9	11	+10

ตัวอย่างการกำหนดทิศทางกาเปลี่ยนย้ายดิน

$$+9 \times 1.18 = 10.62$$

$$= 11 \text{ cm.}$$



$$+40 \times 1.18 = 47$$

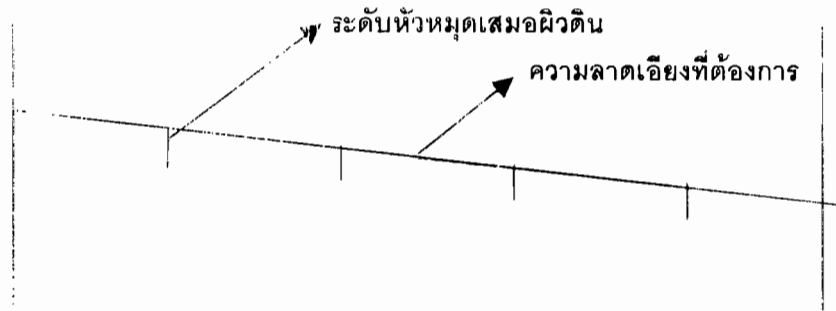
จาก cut (-) → fill (+)

ห้ mG → 2.5 mG

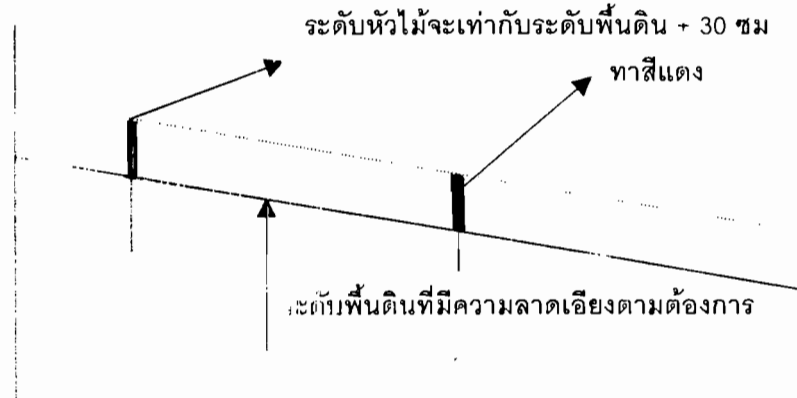
การปักหมุดเพื่อกำหนดความลาดเทสุดท้ายที่ต้องการหลังจากการปรับระดับเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ทำได้ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ระดับหัวหมุดทุกหมุดอยู่เสมอพื้นดินพอดี

วิธีนี้ทำงานง่าย แต่จะมีหมุดปักอยู่ในดินมาก ถอนยาก การทำการเกษตรทำได้
ลำบาก เปลืองหมุด



แบบที่ 2 ระดับหัวหมุดทุกหมุด อยู่สูงกว่าพื้นดินเท่าๆกัน เช่น 10 – 30 ซม. แต่ที่นิยมคือ
30 ซม. เพราะสะดวกต่อการตรวจสอบสามารถใช้น้ำบรรทัดธรรมดาทั่วไปซึ่งมีราคาถูกได้ และเมื่อเสร็จ
แล้วก็สามารถถอนเก็บได้โดยง่ายและนำไปใช้ในพื้นที่อื่นต่อไป



14. การหาปริมาตรของดินที่จะต้องตัด และถม สามารถหาได้จากสูตร

1. FOUR - POINT
2. SUMMATION

เมื่อเรารู้ปริมาตรหรือปริมาณงานดิน, ระยะเวลาที่จะต้องทำการก่อสร้าง และรู้ว่ารถแทรกเตอร์ และรถอื่นๆทำงานได้ปริมาณงานเท่าใดต่อชั่วโมง จากนั้นเราก็จะรู้ว่าจะต้องใช้รถแทรกเตอร์ และรถอื่นๆจำนวนเท่าใดสำหรับงานโครงการนี้

Four-point

$$V_c = L^2 H_c^2 / 4 (H_c + H_F)$$

V_c = Vol. of Cut m^3 ปริมาตรขุดหัว 4

V_F = Vol. of Fill m^3 ปริมาตรถมหัว 4

H_c = ความสูงของดินที่ขุด Cut ที่หัว 4

H_F = ความสูงของดินที่ถม Fill ที่หัว 4

L = station distance m .

Summation: $V_c = \epsilon \text{ cut} \cdot A$
 \downarrow ทั้ง ๖
 \leftarrow station 4 แห่ง

V_c = Vol. of Cut m^3 ทั้ง ๖

V_F = Vol. of Fill m^3 ทั้ง ๖

8. การหาปริมาณที่ดินตัดและดินถม

โดยวิธี FOUR-POINT METHOD

$$V_C = \frac{L^2 (H_C)^2}{4 (H_C + H_F)}$$

$$V_F = \frac{L^2 (H_F)^2}{4 (H_C + H_F)}$$

V_c = ปริมาตรของดินชุด ลบ.ม.

V_r = ปริมาตรของดินถม ลบ.ม.

H_o = ผลรวมของความลึกของดินชุด
ทั้งหมดทั้งสิ

$H_f =$ ผลรวมของความลึกของดินถม

ที่หมดทั้งสี่ ม.

L = ระยะทางระหว่างหมุด ม.

$$V_C = (\Sigma \text{ CUT}) A$$

$$V_F = (\Sigma \text{ FILL}) A$$

$$V_C = \text{ปริมาตรของดินขุดทั้งแปลง} \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$V_F = \text{ปริมาตรของดินถมทั้งแปลง} \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$\Sigma \text{ CUT} = \text{ผลรวมของความลึกของดินขุดทั้งหมด} \\ \text{ต่างๆตลอดทั้งแปลง} \quad \text{ม.}$$

$$\Sigma \text{ FILL} = \text{ผลรวมของความลึกของดินถมทั้งหมด} \\ \text{ต่างๆตลอดทั้งแปลง} \quad \text{ม.}$$

$$A = \text{พื้นที่ระหว่างหมุด 4 หมุด}$$

ก. ทดลองหาค่าปริมาณการกัดเซาะ (CUT) และตะกอน
(FILL) โดยวิธี FOUR-POINT METHOD

$$V_C = \frac{L^2 (H_C)^2}{4 (H_C + H_F)}$$

$$V_F = \frac{L^2 (H_F)^2}{4 (H_C + H_F)}$$

V_C = ปริมาตรของดินขุด ลบ.ม.

V_F = ปริมาตรของดินถม ลบ.ม.

H_C = ผลรวมของความลึกของดินขุดทั้งหมดทั้งสี่ ม.

H_F = ผลรวมของความลึกของดินถมทั้งหมดทั้งสี่ ม.

L = ระยะทางระหว่างหลุม ม.

โดยการคำนวณทีละ 4 หลุม

$$\begin{array}{cc} -4 & +13 \\ | & | \\ -43 & -20 \end{array}$$

$$H_C = 4 + 43 + 20 = 67 = 0.67 \text{ ม.}$$

$$H_F = 13 \text{ ซม.} = 0.13 \text{ ม.}$$

จากสูตร

$$V_C = \frac{L^2 (H_C)^2}{4 (H_C + H_F)} = \frac{(20)^2 (0.67)^2}{4 (0.67 + 0.13)} = 56.11 \text{ ลบ.ม.}$$

$$V_F = \frac{L^2 (H_F)^2}{4 (H_C + H_F)} = \frac{(20)^2 (0.13)^2}{4 (0.67 + 0.13)} = 2.11 \text{ ลบ.ม.}$$

ในทำนองเดียวกัน โดยการคำนวณทีละ 4 หลุม

$$\begin{array}{cc} +13 & +19 \\ | & | \\ -20 & +11 \end{array}$$

$$H_C = 20 = 20 = 0.20 \text{ ม.}$$

$$H_F = 13 + 19 + 11 = 0.43 \text{ ม.}$$

$$V_C = \frac{L^2 (H_C)^2}{4 (H_C + H_F)} = \frac{(20)^2 (0.20)^2}{4 (0.20 + 0.43)} = 6.35 \text{ ลบ.ม.}$$

$$V_F = \frac{L^2 (H_F)^2}{4 (H_C + H_F)} = \frac{(20)^2 (0.43)^2}{4 (0.20 + 0.43)} = 29.35 \text{ ลบ.ม.}$$

คำนวณไปเรื่อยๆจนครบทุกหลุม ตามวิธี FOUR-POINT METHOD จะได้

ปริมาณดินขุดทั้งหมด = 471.06 ลบ.ม.

ปริมาณดินถมทั้งหมด = 370.06 ลบ.ม.

ข. การหาปริมาตรดินตัดและดินถมบริเวณขอบ

แปลงโดยการถือว่าที่ขอบแปลงมีความลึกที่

ต้องตัดและถมเท่ากับหมุดที่อยู่ใกล้สุด

- 4	- 4	+ 13	+ 19	- 2	- 8	- 8
- 4	- 4	+ 13	+ 19	- 2	- 8	- 8
- 43	- 43				- 18	- 18
- 25	- 25				5	- 5
+ 23	+ 23				- 18	- 18
+ 51	+ 51	+ 23	+ 7	+ 32	- 8	- 8
+ 51	+ 51	+ 23	+ 7	+ 32	- 8	- 8

การคำนวณหาค่าปริมาตรดินตัดและดินถมโดยการไ้

สูตร FOUR-POINT ตามปกติ

โดยการไ้ STATION DISTANCE เท่ากับด้านในคือ
20 ม. จะได้

$$\text{ปริมาตรดินตัดทั้งหมด} = 557.50 \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$\text{ปริมาตรดินถมทั้งหมด} = 829.50 \quad \text{ลบ.ม.}$$

แต่การคิดปริมาตรของดินตัดและดินถมบริเวณขอบ
แปลง จะคิดเป็นปริมาตรเพียงครึ่งเดียวของด้านใน
เท่านั้น ดังนั้นปริมาตรจริงๆจะเป็นดังนี้

$$\text{ปริมาตรดินตัดทั้งหมด} = 278.75 \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$\text{ปริมาตรดินถมทั้งหมด} = 414.75 \quad \text{ลบ.ม.}$$

ดังนั้น ปริมาตรดินตัดและดินถมของทั้งแปลงโดย
รวมบริเวณขอบแปลงด้วย จะเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรดินตัดทั้งหมด} &= 471.06 + 278.75 \\ &= 749.81 \quad \text{ลบ.ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรดินถมทั้งหมด} &= 370.06 + 414.75 \\ &= 784.81 \quad \text{ลบ.ม.} \end{aligned}$$

การคำนวณหาปริมาตรดินตัดและดินถม

โดยวิธี SUMMATION METHOD

$$V_C = (\Sigma \text{ CUT}) A$$

$$V_F = (\Sigma \text{ FILL}) A$$

$$V_C = \text{ปริมาตรของดินชุดทั้งแปลง} \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$V_F = \text{ปริมาตรของดินถมทั้งแปลง} \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$\Sigma \text{ CUT} = \text{ผลรวมของความลึกของดินชุดที่หมดต่างๆ} \\ \text{ตลอดทั้งแปลง} \quad \text{ม.}$$

$$\Sigma \text{ FILL} = \text{ผลรวมของความลึกของดินถมที่หมดต่างๆ} \\ \text{ตลอดทั้งแปลง} \quad \text{ม.}$$

$$A = \text{พื้นที่ระหว่างหมุด 4 หมุด}$$

โดยการแทนค่าตามสูตรข้างต้น จะได้

$$V_C = (\Sigma \text{ CUT}) A$$

$$= 2.26 \times (20 \times 20)$$

$$= 904 \quad \text{ลบ.ม.}$$

$$V_F = (\Sigma \text{ FILL}) A$$

$$= 2.35 \times (20 \times 20)$$

$$= 940 \quad \text{ลบ.ม.}$$