

การคำนวณหาปริมาตรดินตัดและดินถม

โดยวิธี SUMMATION METHOD

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

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

	B	M	C
V_C	=	ปริมาตรของดินชุดทั้งแปลง	ลบ.ม.
V_F	=	ปริมาตรของดินถมทั้งแปลง	ลบ.ม.
$\Sigma \text{ CUT}$	=	ผลรวมของความลึกของดินชุดที่หมุดต่างๆ	
		ตลอดทั้งแปลง	ม.
$\Sigma \text{ FILL}$	=	ผลรวมของความลึกของดินถมที่หมุดต่างๆ	
		ตลอดทั้งแปลง	ม.
A	A	N	D
	= พื้นที่ระหว่างหมุด 4 หมุด		

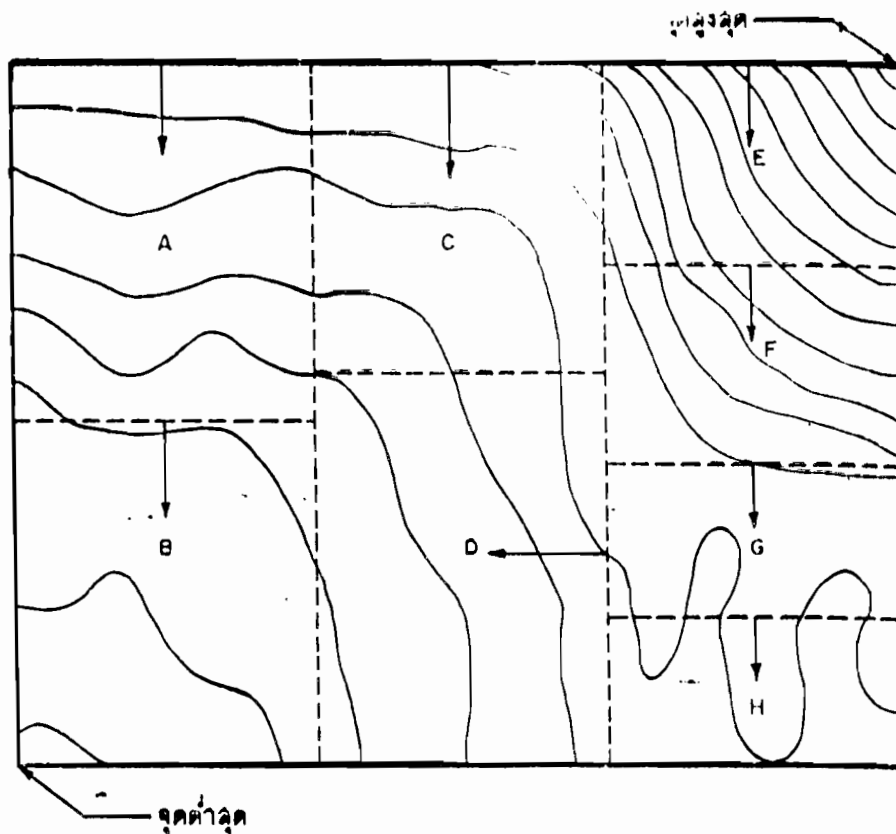
โดยรูปที่ 8.4 การปักหมุดหรือทำแท่งดิน จะได้

$$\begin{aligned}
 V_C &= (\Sigma \text{ CUT}) A \\
 &= 2.26 \times (20 \times 20) \Rightarrow 1.80 \text{ m} (20 \times 20) \\
 &= 904 \text{ ลบ.ม.}
 \end{aligned}$$

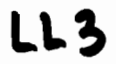
$$\begin{aligned}
 V_F &= (\Sigma \text{ FILL}) A \\
 &= 2.35 \times (20 \times 20) \Rightarrow 1.52 \times (20 \times 20) \\
 &= 940 \text{ ลบ.ม.}
 \end{aligned}$$

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



รูปที่ 8.3 แผนที่แสดงระดับที่จุดปักหมุด ตำแหน่งและระดับของศูนย์กลางของพื้นที่

สมมุติว่ารูปที่ 8.3 นี้เป็นแผนที่แสดงระดับดินตรงจุดที่ปักหมุด ซึ่งจะต้องทำการปรับระดับพื้นที่ให้มีความลาดเทเท่ากันตลอด หมุดปักเป็นรูปตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีความยาวเท่ากับ 25 เมตร หมุดทางด้านนอกของพื้นที่อยู่ห่างจากแนวเขต 12.50 เมตร

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ สมมุติให้ "a" เป็นจุดกำเนิด (Origin) ซึ่งอยู่ห่างจากมุมของพื้นที่ออกไปทางด้านเหนือ 12.50 เมตร และออกไปทางตะวันตก 12.50 เมตร (ดูรูปที่ 8.3) ดังนั้นถ้าให้ระยะทางระหว่างหมุดสองหมุดเป็นหนึ่งหน่วยความยาว เราจะสามารถบอกตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนหมุดที่อยู่ห่างจากจุดกำเนิด หรือเป็นพิกัดเช่นจุดที่มีพิกัดทิศตะวันออก 2 ทิศใต้ 3 (2, 3) จะมีค่าระดับเท่ากับ 3.00 เมตร เป็นต้น

ขั้นแรกในการคำนวณทำได้โดยการรวมเลขค่าระดับที่อยู่ในแนวนอน (Row) และแนวตั้ง (Column) เดียวกันแล้วแสดงในรูป จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าที่รวมได้ ค่าเฉลี่ยที่แสดงในแนวของ Line Average จะเป็นค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ และค่าเฉลี่ยที่แสดงในแนวของ Column Average จะเป็นค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออกตามลำดับ

ขั้นที่สองเป็นการหาจุดศูนย์กลางของพื้นที่และระดับของจุดดังกล่าว การหาจุดศูนย์กลางของพื้นที่นั้นใช้หลักการเดียวกับการหาจุดศูนย์กลางของแผ่นวัตถุเรียบในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับการหาระดับของจุดศูนย์กลางนั้น ถ้าจำนวนพื้นที่ที่ล้อมรอบหมุดมีค่าเท่ากันตลอด ระดับของจุดศูนย์กลางจะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของระดับทุกจุดในพื้นที่นั้น แต่ถ้าพื้นที่รอบหมุดไม่เท่ากันเช่นระยะทางระหว่างหมุดทางด้านนอกกับเขตของพื้นที่ไม่เท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างหมุด 2 หมุดที่อยู่ในแถวเดียวกันแล้ว การหาค่าระดับของจุดศูนย์กลางก็จะต้องใช้วิธีเฉลี่ยโดยให้น้ำหนัก (Weighted Average) โดยเอาจำนวนพื้นที่ที่หมุดนั้นปักอยู่มาคิดด้วย

สำหรับการหาค่าเฉลี่ยและระดับของจุดศูนย์กลางของพื้นที่สี่เหลี่ยมเช่นในตัวอย่างนี้ง่ายมาก กล่าวคือ ระดับของจุดศูนย์กลางของพื้นที่ (H_m) จะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของระดับของทุกจุดในพื้นที่ ซึ่งในกรณีนี้จะได้ว่า

$$H_m = 2.560 \text{ เมตร}$$

ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของพื้นที่นับจากจุดกำเนิด "a" บนแกน x และ y ในตัวอย่างคือ

$$X_m = \frac{1 + 2 + 4 + 5 + 8 + 3}{6} = 3 \frac{1}{2}$$

$$\text{และ } Y_m = \frac{1 + 2 + 3 + 4 + 5}{5} = 3$$

ขั้นที่สามเป็นการหาความลาดเทของเส้นที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่มากที่สุด เมื่อนำเอาค่าระดับเฉลี่ยในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก และในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ มาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 8.4 และ 8.5

ตามวิธีการหาเส้นตรงที่มีค่าใกล้เคียงกับระดับเฉลี่ยของพื้นที่มากที่สุดโดย Least Square method เราจะได้ว่า Slope ของเส้นที่ต้องการนั้นหาได้จากสูตร

$$G_{NS \text{ or } G_{WE}} = \frac{\Sigma(SH) - \frac{(\Sigma S)(\Sigma H)}{n}}{\Sigma(S)^2 - \frac{(\Sigma S)^2}{n}} \dots\dots\dots 8.1$$

- โดย G_{NS} = ความลาดเทของเส้นตรงซึ่งมีค่าระดับใกล้เคียงกับระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้มากที่สุด
- G_{WE} = ความลาดเทของเส้นตรงซึ่งมีค่าระดับใกล้เคียงกับระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออกมากที่สุด
- S = ระยะทางนับเป็นจำนวนหมุด (Station Distance) จากจุดกำหนดในแนวทิศที่ต้องการหาความลาดเท
- H = ค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่ที่หมุดต่าง ๆ ในทิศทางที่ต้องการหาความลาดเท
- n = จำนวนหมุดของระดับเฉลี่ยในทิศทางที่ต้องการ

เพื่อให้สับสน ขอให้จำไว้ว่า H ที่นำมาใช้คำนวณหาความลาดเท G_{NS} หรือ G_{WE} นั้นเป็นค่าเฉลี่ยของระดับของพื้นที่ในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ (Line Average) หรือทิศตะวันตก-ตะวันออก (Column Average) ซึ่งแล้วแต่ที่กำลังหาความลาดเทของทิศใดอยู่

ตารางที่ 8.2 ค่าของ $\frac{\sum S}{n}$ และ $\sum(S)^2 - \frac{(\sum S)^2}{n}$ (เมื่อ n มีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 26)

n	$\frac{\sum S}{n}$	$\sum(S)^2 - \frac{(\sum S)^2}{n}$	n	$\frac{\sum S}{n}$	$\sum(S)^2 - \frac{(\sum S)^2}{n}$
2	1.5	0.5	15	8.0	280.0
3	2.0	2.0	16	8.5	340.0
4	2.5	5.0	17	9.0	408.0
5	3.0	10.0	18	9.5	484.5
6	3.5	17.5	19	10.0	570.0
7	4.0	28.0	20	10.5	665.0
8	4.5	42.0	21	11.0	770.0
9	5.0	60.0	22	11.5	885.5
10	5.5	82.5	23	12.0	1012.0
11	6.0	110.0	24	12.5	1150.0
12	6.5	143.0	25	13.0	1300.0
13	7.0	182.0	26	13.5	1462.5
14	7.5	227.5			

จากตัวอย่างที่กำหนดให้นี้จะสามารถคำนวณหาความลาดเทของเส้นตรงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับระดับเฉลี่ยได้ ดังนี้

8.3.1 ความลาดเทตามแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก (G_{WE})

$$\begin{aligned}\Sigma(SH) &= (1 \times 2.776) + (2 \times 2.746) + (3 \times 2.584) + (4 \times 2.328) + \\ &\quad (5 \times 2.514) + (6 \times 2.414) \\ &= 52.386 \\ \Sigma S &= 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 \\ &= 21 \\ \Sigma H &= 2.776 + 2.746 + 2.584 + 2.328 + 2.514 + 2.414 \\ &= 15.362 \\ \Sigma(S)^2 &= 1 + 4 + 9 + 16 + 25 + 36 \\ &= 91 \\ n &= 6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } G_{WE} &= \frac{\Sigma(SH) - \frac{(\Sigma S)(\Sigma H)}{n}}{\Sigma(S)^2 - \frac{(\Sigma S)^2}{n}} \\ &= \frac{52.386 - \frac{21 \times 15.362}{6}}{91 - \frac{(21)^2}{6}} \\ &= -0.0789 \text{ เมตรต่อ 25 เมตร}\end{aligned}$$

ค่าที่คำนวณได้นี้จะมีความลาดเทต่อหนึ่งหน่วยระยะทางระหว่างหมุดซึ่งในที่นี้จะได้ว่า ความลาดเทของพื้นที่ทางด้านตะวันตกตะวันออกเมื่อปรับพื้นที่แล้วจะทำให้เกิดการขุดหรือถมน้อยที่สุดนั่นเท่ากับ 0.0789 เมตร ต่อระยะทางระหว่างหมุดซึ่งเท่ากับ 25 เมตร หรือ 0.3156 เมตร ต่อ 100 เมตร และลาดไปทางทิศตะวันออก (สังเกตจากเครื่องหมายลบ)

8.3.2 ความลาดเทตามแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ (G_{NS})

$$\Sigma(SH) = (1 \times 2.532) + (2 \times 2.667) + (3 \times 2.645) + (4 \times 2.582) + (5 \times 2.377)$$

$$= 38.014$$

$$\Sigma S = 1 + 2 + 3 + 4 + 5$$

$$= 15$$

$$\Sigma H = 2.532 + 2.667 + 2.645 + 2.582 + 2.377$$

$$= 12.803$$

$$\Sigma S^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25$$

$$= 55$$

$$n = 5$$

$$G_{NS} = \frac{38.014 - \frac{15 \times 12.803}{5}}{55 - \frac{(15)^2}{5}}$$

$$= -0.0395 \text{ เมตรต่อ 25 เมตร}$$

$$\text{หรือ} = -0.158 \text{ เมตรต่อ 100 เมตร}$$

ดังนั้นถ้าปรับพื้นที่โดยให้มีระดับที่จุดศูนย์กลางเท่ากับ 2.560 เมตร มีความลาดเทในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ 0.158 เมตรต่อ 100 เมตร ลาดไปทางทิศใต้ และมีความลาดเทในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก 0.3156 เมตรต่อ 100 เมตร ลาดไปทางทิศตะวันออกแล้ว จะมีการขุดหรือถมดินน้อยที่สุด และจำนวนดินขุดจะเท่ากับจำนวนดินที่ต้องถมโดยประมาณ

ขั้นที่สี่เป็นการเอาค่าระดับเฉลี่ยที่จุดศูนย์กลาง (H_m) และ ความลาดเท G_{NS} และ G_{WE} ที่คำนวณได้ มาค่าเวกเตอร์ระดับเมื่อปรับพื้นที่แล้วของดินที่จุดต่าง ๆ ถ้าหากหาค่าของระดับที่จุดกำเนิดก่อนการคำนวณหาระดับที่จุดอื่น ๆ ก็จะง่ายขึ้น สมการที่ใช้คำนวณหาระดับของจุดต่าง ๆ ก็คือ

$$H = a + (G_{WE})(x) + (G_{NS})(y) \dots\dots\dots 8.2$$

โดย H = ค่าระดับหลังจากปรับพื้นที่แล้วที่จุดใดจุดหนึ่ง

a = ระดับหลังจากปรับพื้นที่แล้วที่จุดกำเนิด

x, y = ระยะทางในแนวแกน x และ y จากจุดกำเนิด นับเป็นจำนวนหมุด

จากตัวอย่างที่กำหนดให้ จะได้ว่า

$$H_m = 2.560 \text{ เมตร}$$

$$X_m = 3.5$$

$$Y_m = 3$$

$$G_{WE} = -0.0789$$

$$G_{NS} = -0.0395$$

$$\text{จาก } H_m = a + (G_{WE})(X_m) + (G_{NS})(Y_m)$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } a &= 2.560 - (-0.0789)(3.5) - (-0.0395)(3) \\ &= 2.955 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้นที่จุดซีมีพิกัด (Coordinate) (2, 3) ซึ่งมีระดับ 3.00 เมตร เมื่อปรับระดับพื้นที่แล้วจะมีระดับเท่ากับ

$$\begin{aligned} H &= a + (G_{WE})(x) + (G_{NS})(y) \\ &= 2.955 + (-0.0789)(2) + (-0.0395)(3) \\ &= 2.679 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

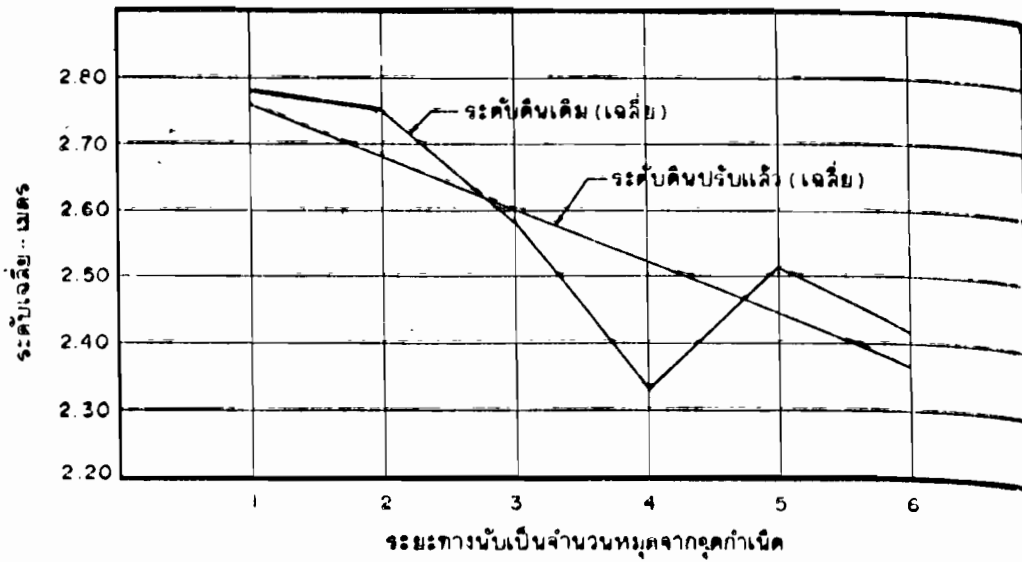
สำหรับระดับที่จุดอื่น ๆ จะคำนวณได้ โดยวิธีเดียวกัน เมื่อปรับพื้นที่ให้มีระดับตามที่คำนวณไว้เหล่านี้แล้ว จะได้ปริมาณของดินที่ขุดและถมมีค่าเท่ากันโดยประมาณ และจะมีการขุดหรือถมน้อยที่สุดด้วย

ในบางครั้งอาจจะพบว่าความลาดเทของพื้นที่ที่คำนวณได้โดยวิธีนี้จะราบหรือชันเกินไปสำหรับรูปร่างที่ต้องการ ในกรณีดังกล่าวนี้อาจจะตัดแปลงได้โดยเปลี่ยนความลาดเทของพื้นที่ให้มีขนาดเท่าที่ต้องการ แต่ยังคงใช้ค่าระดับที่จุดศูนย์กลางเท่าเดิมก็จะได้ปริมาตรของดินที่ขุดเท่ากับปริมาตรของดินที่ถมเช่นเดียวกัน

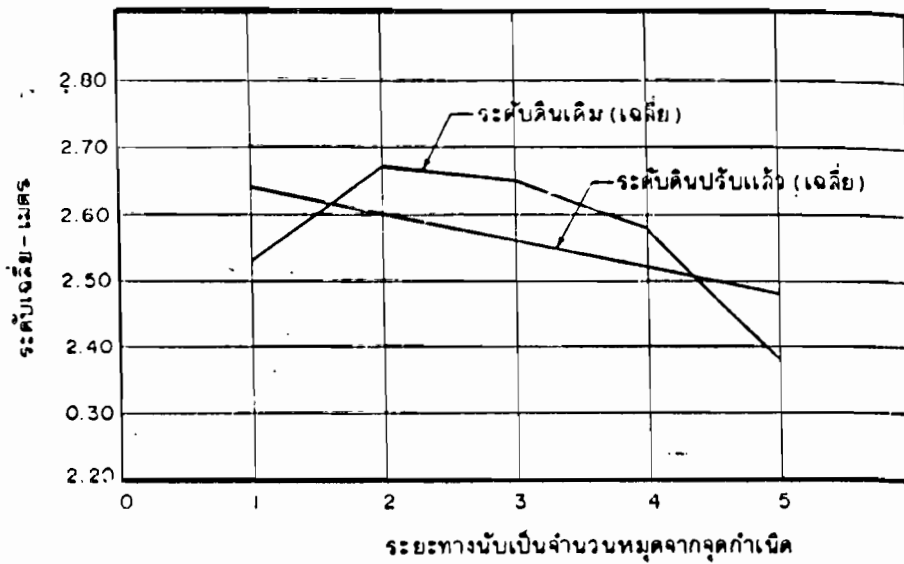
2.82	2.55	2.40	2.52	2.48	2.42	
2.837	.017F 2.758 .007F .003C	.2085 2.679 .198F .188F	.279F 2.600 .269F .257F	.080F 2.521 .070F .060F	.041F 2.442 .031F .021F	.022I .012I .002F
3.21	2.88	2.48	2.40	2.58	2.45	
2.797	.413C 2.718 .423C .433C	.162C 2.639 .172C .182C	.159F 2.560 .149F .139F	.160F 2.482 .150F .140F	.098C 2.403 .108C .118C	.047C .057C .067C
3.03	3.00	2.76	2.27	2.45	2.36	
2.758	.272C 2.679 .282C .292C	.321C 2.600 .331C .341C	.160C 2.521 .170C .180C	.251F 2.442 .241F .231F	.008C 2.363 .018C .028C	.003F .007C .017C
2.55	2.85	2.76	2.27	2.58	2.48	
2.718	.168F 2.639 .158F .148F	.211C 2.560 .221C .231C	.200C 2.481 .210C .220C	.211F 2.403 .201F .191F	.177C 2.324 .187C .197C	.156C .166C .176C
2.27	2.45	2.52	2.18	2.48	2.36	
2.679	.409F 2.600 .399F	.150F 2.521 .140F	.001F 2.442 .009C	.262F 2.363 .252F	.117C 2.284 .127C	.076C .086C
	.389F	.130F	.019C	.242F	.137C	.096C

ระดับดินเดิม	
ระดับที่คำนวณได้	ความลึกที่ต้องขุด (C) หรือถม (F)

รูปที่ 8.8 แสดงให้เห็นระดับของดินเดิม ระดับที่คำนวณได้ และความลึกของดินที่ต้องขุด (C) หรือถม (F) ที่แตกต่างกัน ความลึกของดินที่ต้องขุดหรือถมบรรทัดแรกเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณครั้งแรก บรรทัดที่สองและสามเป็นความลึกเมื่อลดระดับของจุดลงอีก 1 และ 2 เซนติเมตรตามลำดับ



รูปที่ 8.4 ระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศตะวันตก - ตะวันออก



รูปที่ 8.5 ระดับเฉลี่ยของพื้นที่ในแนวทิศเหนือ - ทิศใต้

ในการปรับระดับพื้นที่โดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่นรถแทรกเตอร์แบบขุดและขนไปยังอีก
ฝั่งหนึ่งได้ (Motor Scraper) และเครื่องจักรขนาดใหญ่อื่น ๆ พบว่าจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของดินชนิดอีก

กล่าวคือ จะต้องลดระดับของทุกหมุดจากระดับที่คำนวณไว้เล็กน้อย ทั้งนี้เพราะว่าเครื่องจักรขนาดใหญ่
เหล่านี้มีน้ำหนักมาก ขณะที่ทำงานมันจะกดทับดินให้แน่นเข้า นอกจากนั้นดินที่ถมด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่
มักจะแน่นมาก ความลึกของดินที่จะต้องลดลงจากระดับที่คำนวณได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของดินที่อัดแน่น
และถม ความหนาแน่นของดินเดิม ตลอดจนความชื้นของดินในขณะทำงาน โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพบว่าปริ
มาณของดินที่ต้องขุดทั้งหมดควรจะมากกว่าปริมาณของดินที่ต้องถมทั้งหมดประมาณ 20 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์

สมมติว่าในตัวอย่างนี้จะต้องให้ปริมาณของดินเขามากกว่าปริมาณของดินถม 30 เปอร์เซ็นต์
จะได้ว่า

$$\frac{\Sigma \text{Cut}}{\Sigma \text{Fill}} \times 100 = 130\%$$

$$\begin{array}{lcl} \text{โดย} & \Sigma \text{Cut} & = \text{ผลรวมของความลึกของดินที่จะต้องขุดตรงจุดทุกหมุดทั้งหมด} \\ & \Sigma \text{Fill} & = \text{ผลรวมของความลึกของดินที่ต้องถมตรงจุดทุกหมุดทั้งหมด} \end{array}$$

ในการหาความลึกของดินที่จะต้องลดระดับลงจากระดับที่คำนวณได้นี้จะต้องใช้วิธีเดาเอาแล้ว
คำนวณตรวจสอบดูว่าอยู่ในขนาดที่ต้องการหรือไม่ ถ้ายังใช้ไม่ได้ก็เปลี่ยนค่าและคำนวณดูใหม่จนกว่าจะ
ใช้ได้ โดยปกติแล้วความลึกของดินที่จะต้องลดระดับลงนั้นจะมีค่าไม่เกินประมาณ 3 เซนติเมตร

เพื่อความสะดวกในการอธิบายขอให้รูปที่ 8.6 ซึ่งเป็นแผนที่แสดงระดับดินเดิม ระดับดินหลังปรับระดับพื้นที่แล้วที่คำนวณได้ครั้งแรกและความลึกของดินที่จะต้องขุดหรือถมที่หมดต่าง ๆ สำหรับความลึกของดินที่จะต้องขุดหรือถมที่คำนวณได้ในบรรทัดแรก เป็นความแตกต่างระหว่างระดับเดิมกับระดับดินหลังจากปรับระดับพื้นที่ที่คำนวณได้ ถ้ารวมความลึกของดินที่ต้องขุดหรือถมที่ทุก ๆ หมดในพื้นที่ในบรรทัดแรกนี้จะได้ว่า

$$\Sigma \text{Cut} = 2.418 \text{ เมตร}$$

$$\Sigma \text{Fill} = 2.418 \text{ เมตร}$$

$$\text{และ } \frac{\Sigma \text{Cut}}{\Sigma \text{Fill}} \times 100 = 100.0\%$$

แต่ถ้าต้องการให้ปริมาณของดินขุดมากกว่าปริมาณของดินถม 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะต้องลดระดับดินที่คำนวณได้อีก สมมติว่าลดระดับของทุก ๆ หมด 1.0 เซนติเมตร ความลึกของดินที่จะต้องขุดหรือถมเมื่อลดระดับลงแล้วอยู่ในบรรทัดที่สอง และจะได้ว่า

$$\Sigma \text{Cut} = 2.574 \text{ เมตร}$$

$$\Sigma \text{Fill} = 2.274 \text{ เมตร}$$

$$\text{และ } \frac{\Sigma \text{Cut}}{\Sigma \text{Fill}} \times 100 = 113\%$$

ซึ่งยังได้ไม่เท่ากับจำนวนที่ต้องการคือ 130 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะต้องลดระดับลงอีก สมมติว่าลดจากระดับเดิม 2 เซนติเมตร จากบรรทัดที่ 3 ในรูปที่ 8.6 จะได้ว่า

$$\Sigma \text{Cut} = 2.738 \text{ เมตร}$$

$$\Sigma \text{Fill} = 2.138 \text{ เมตร}$$

$$\text{และ } \frac{\Sigma \text{Cut}}{\Sigma \text{Fill}} \times 100 = 128\%$$

ครั้งนี้ปริมาณของดินขุดมากกว่าดินถม 28 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับที่ต้องการซึ่งถือว่าใช้ได้ ถ้าปรากฏว่าเมื่อทำการปรับพื้นที่จริง ๆ ในสนามแล้ว ปริมาณของดินที่ขุดออกทั้งหมดยังไม่พอถม ก็อาจจะเพิ่มปริมาณของดินขุดได้โดยการทำให้พื้นที่ทางตอนบนประมาณ 10 ถึง 15 เมตรราบกว่าที่คำนวณได้เล็กน้อย หรือทำให้พื้นที่ทางตอนล่างประมาณ 10 เมตรชันกว่าเดิม หรือจะทำทั้งสองอย่างก็ได้ การแก้ไขดังกล่าวนี้จะเป็นผลดีถ้าใช้กับการให้น้ำแบบท่วมเป็นผืน (Border Irrigation) เพราะจะทำให้น้ำมีโอกาสแผ่กระจายไปได้ทั่วตั้งแต่คอหัวแปลง และทำให้การระบายน้ำทางท้ายแปลงดีขึ้นด้วย

8.4 การคำนวณหาปริมาตรดินขุดและดินถม

ในการประมาณราคาค่าปรับระดับพื้นที่นั้น จะคิดจากปริมาตรของดินที่ต้องขุดหรือถมทั้งหมดเป็นหลัก นอกจากนั้นบางครั้งจำเป็นจะต้องทราบปริมาตรของดินเหล่านี้เพื่อที่จะได้เลือกใช้เครื่องจักรที่เหมาะสมมาทำงานให้เหมาะสม

สูตรที่ใช้คำนวณหาปริมาตรของดินที่ดีที่สุดก็คือ Prismoidal Formula:

$$V = \frac{L}{6} [A_1 + 4A_m + A_2] \quad \dots\dots\dots 8.3$$

โดย V = ปริมาตรของดิน
 A_1 = พื้นที่หน้าตัดของแท่งดินทางด้านแรก
 A_2 = พื้นที่หน้าตัดของแท่งดินทางด้านที่สอง
 A_m = พื้นที่หน้าตัดของแท่งดินที่อยู่ตรงกลางและขนานกับด้านทั้งสอง
 L = ระยะทางระหว่างด้านแรกกับด้านที่สอง

โดยปกติถ้ามิใช่เป็นงานที่ต้องการความถูกต้องจริง ๆ แล้ว มักจะไม่นิยมใช้สูตรนี้ เพราะจะเสียเวลามาก ถ้าต้องการค่าโดยประมาณแล้ว เราอาจหาปริมาตรของดินได้โดยวิธีที่เรียกว่า Four-point Method ซึ่งมีสูตรว่า

$$V_c = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{(H_c^2)}{(H_c + H_f)} \quad \dots\dots\dots 8.4$$

$$V_f = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{(H_f^2)}{(H_c + H_f)} \quad \dots\dots\dots 8.5$$

โดย V_c = ปริมาตรของดินขุด
 V_f = ปริมาตรของดินถม
 H_c = ผลรวมของความลึกของดินที่ต้องขุดทั้งหมดทั้งสี่
 H_f = ผลรวมของความลึกของดินที่ต้องถมทั้งหมดทั้งสี่
 L = ระยะทางระหว่างหลุม

วิธีคำนวณปริมาตรดินที่ง่ายที่สุด แต่ให้ค่าถูกต้องพอประมาณคือวิธีที่เรียกว่า Summation Method ซึ่งสมมติว่าความลึกของดินขุดหรือถมที่หลุมใดหลุมหนึ่งจะเป็นค่าเฉลี่ยของความสูงที่จะต้องขุดหรือถมบนพื้นที่ซึ่งหลุมใดเปิดอยู่ ดังนั้นปริมาตรของดินขุดหรือถมทั้งหมดจะหาได้จากสูตร

$$V_c = (\Sigma \text{Cut}) \cdot A \quad \dots\dots\dots 8.6$$

$$V_f = (\Sigma \text{Fill}) \cdot A \quad \dots\dots\dots 8.7$$

โดย V_c = ปริมาตรดินขุดของทั้งแปลง
 V_f = ปริมาตรดินถมของทั้งแปลง
 ΣCut = ผลรวมของความลึกของดินขุดที่หลุมต่าง ๆ ตลอดแปลง
 ΣFill = ผลรวมของความลึกของดินถมที่หลุมต่าง ๆ ตลอดแปลง
 A = พื้นที่ระหว่างหลุมสี่หลุม

เมื่อเปรียบเทียบสูตรต่าง ๆ ทั้งสามแล้ว สูตรแรกคือ Prismoidal Formula จะให้ค่าละเอียดถูกต้องที่สุด แต่เนื่องจากการคำนวณยุ่งยากมากจึงไม่เป็นที่นิยมใช้กัน สูตรที่ให้ค่าความถูกต้องรองลงมาคือ Four-point Method ส่วน Summation Method ให้ค่าถูกต้องน้อยที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความลึกของดินจากขุดมาเป็นถม ดังนั้นวิธีหลังนี้จึงไม่แนะนำให้ใช้แตกต่างจากการจะประมาณค่าอย่างหยาบ ๆ เท่านั้น

สูตรข้างบนนี้สามารถคำนวณปริมาตรของทั้งดินขุดและดินถมบนพื้นที่ระหว่างสี่มุมได้ ตัวอย่างเช่นในรูปข้างล่างนี้จะได้ว่า

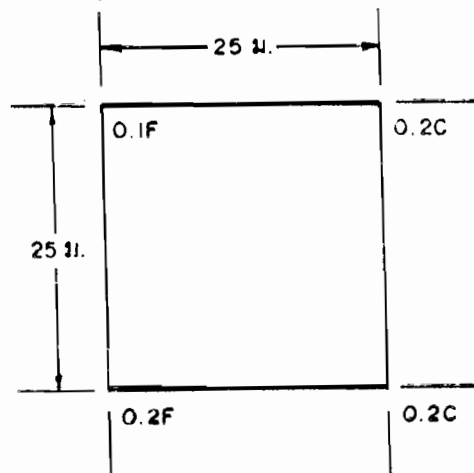
$$H_c = 0.4 \text{ เมตร}$$

$$H_f = 0.3 \text{ เมตร}$$

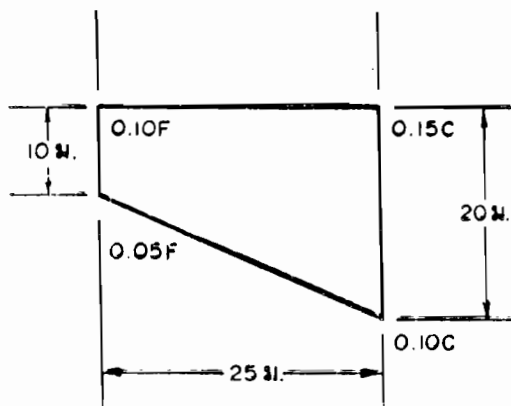
$$L = 25 \text{ เมตร}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } V_c &= \frac{(25)^2}{4} \cdot \frac{(0.4)^2}{(0.4 + 0.3)} \\ &= 35.71 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= \frac{(25)^2}{4} \cdot \frac{(0.3)^2}{(0.4 + 0.3)} \\ &= 20.08 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$



8.5.2 การหาปริมาตรในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงทางเบี่ยง ดังตัวอย่างเช่น



พื้นที่ของสี่เหลี่ยมนี้ = $\frac{1}{2} \times 25 \times (10+20) = 375$ ตารางเมตร

พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส = $25 \times 25 = 625$ ตารางเมตร

จากตารางที่ 8.3 สำหรับระยะระหว่างหมุด 25 เมตร เมื่อผลรวมของดินขุดดินถมเท่ากับ 0.25 เมตร และ 0.15 เมตร จะได้ปริมาตรดินขุดและดินถมเท่ากับ 24 ลูกบาศก์เมตรและ 9 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังนั้น ในพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูนี้

ปริมาตรดินขุด = $\left(\frac{375}{625} \right) \times 24 = 14.4$ ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรดินถม = $\left(\frac{375}{625} \right) \times 9 = 5.4$ ลูกบาศก์เมตร

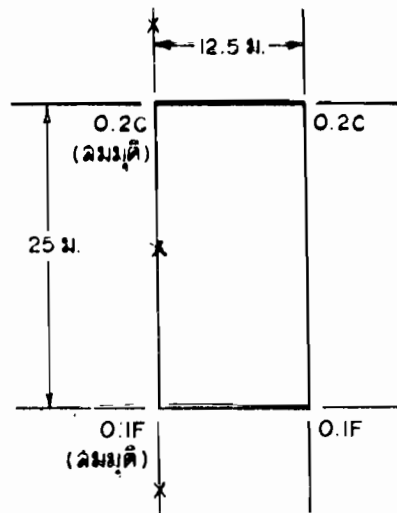
$$V_c = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_c^2}{H_c + H_F} = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.25^2}{0.25+0.15} = 24.41 \text{ m}^3$$

$$V_F = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_F^2}{H_c + H_F} = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.15^2}{0.25+0.15} = 8.79 \text{ m}^3$$

if	$A = 25 \times 25 = 625 \text{ m}^2$	$V_c = 24.41 \text{ m}^3$
	$A = 375 \text{ m}^2$	$V_c = 375 \times 24.41 / 625$
		$= 14.646 \text{ m}^3$
	$A = 375 \text{ m}^2$	$V_F = 375 \times 8.79 / 625$
		$= 5.274 \text{ m}^3$

8.5.3 การหาปริมาตรในพื้นที่นอกหมุดสำรวจ

เนื่องจากการส่องระดับสำหรับงานปรับระดับพื้นที่นั้น ค่าระดับของพื้นที่ในบริเวณที่ชิดกับแนวขอบเขตจะไม่มีค่าหาไว้ อย่างไรก็ตามในการคำนวณปริมาตรดินขุดดินถมจึงให้ถือว่าจุดที่อยู่ชิดแนวขอบเขตนั้นมีกรขุดหรือถมเท่ากับหมุดแรกที่อยู่ใกล้ ยกเว้นในกรณีที่มีระดับพื้นที่แตกต่างกันมากก็ควรจะได้มีการปักหมุดและหาระดับไว้ การคำนวณทำดังนี้ คือ



$$V_c = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_c^2}{H_c + H_F}$$

$$V_F = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_F^2}{H_c + H_F}$$

พื้นที่ของรูปนี้ = $25 \times 12.5 = 312.5$ ตารางเมตร

จากตารางที่ 8.3 สำหรับระยะระหว่างหมุด 25 เมตร เมื่อผลรวมของดินขุดและดินถมเท่ากับ 0.4 เมตร และ 0.2 เมตร แล้วปริมาตรดินขุดและดินถมจะมีค่าเท่ากับ 42 และ 10 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังนั้นในพื้นที่ดังกล่าวนี้ จะได้

ปริมาตรดินขุด = $\left(\frac{312.5}{625}\right) \times 42 = 21$ ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรดินถม = $\left(\frac{312.5}{625}\right) \times 10 = 5$ ลูกบาศก์เมตร

$$V_c = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.4^2}{0.4 + 0.2} = 42 \text{ ม.}^3$$

$$V_F = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.2^2}{0.4 + 0.2} = 10 \text{ ม.}^3$$

IF A = $25 \times 25 = 625$ $V_c = 42$

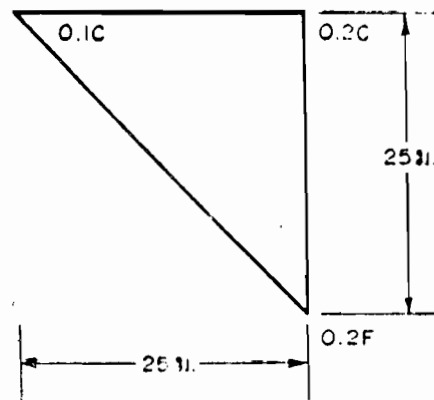
IF A = 312.5 $V_c = 42 \times 312.5 / 625 = 21 \text{ ม.}^3$

$$V_c = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_c^2}{H_c + H_F}$$

$$V_F = \frac{L^2}{4} \cdot \frac{H_F^2}{H_c + H_F}$$

8.5.4 การหาปริมาตรในพื้นที่รูปสามเหลี่ยม

ในพื้นที่รูปสามเหลี่ยมนี้การหาปริมาตรอาจทำได้โดยรวมความลึกของดินจุดดินถมทั้งสามมุมเข้าด้วยกัน แล้วใช้ค่า $\frac{2}{3}$ ของปริมาตรที่หาได้จากตารางที่ 8.3 ดังตัวอย่าง



note.

ร:ร:ร:หน้า 6 เมตร 25 ม
เท่ากับ 2 ดิน

ผลรวมของดินเขต = 0.3 เมตร

ผลรวมของดินถม = 0.2 เมตร

จากตารางที่ 8.3 ปริมาตรดินเขต = 28 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรดินถม = 12 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น ในรูปสามเหลี่ยมนี้

ปริมาตรดินเขต = $(\frac{2}{3}) \times 28 = 18.7$ ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรดินถม = $(\frac{2}{3}) \times 12 = 8$ ลูกบาศก์เมตร

$$V_c = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.3^2}{0.3 + 0.2} = 28.125 \text{ ม.}^3$$

$$V_F = \frac{25^2}{4} \cdot \frac{0.2^2}{0.3 + 0.2} = 12.500 \text{ ม.}^3$$

2.82	00	2.55	17	2.40	2.1	2.52	1	2.48	2	2.42	00
2.837	.017F .007F .003C	2.778 24	.2085 .198F .188F	2.839 33	.279F .269F .257F	2.600	.070F .060F	2.521	.037F .021F	2.442	.022F .012F .002F
3.21	43	2.88	18	2.48	14	2.40	14	2.58	12	2.45	7
2.797	.413C .423C .433C	2.778 19	.162C .172C .182C	2.839 19	.149F .139F	2.600	.060F .130F .140F	2.482	.098C .108C .118C	2.403	.047C .057C .067C
3.01	29	3.00	34	2.76	18	2.27	2.35	2.45	3	2.36	2
2.758	.272C .282C .292C	2.679	.221C .231C .241C	2.600	.160C .170C .180C	2.521	.070F .060F .050F	2.442	.008C .018C .028C	2.363	.003F .007C .017C
2.55	19	2.85	23	2.76	22	2.27	19	2.58	20	2.48	18
2.718	.168F .158F .148F	2.639 40	.211C .221C .231C	2.500	.180C .210C .220C	2.481	.211F .201F .191F	2.403	.177C .187C .197C	2.324	.156C .166C .176C
2.27	10	2.45	13	2.52	2	2.18	24	2.48	14	2.36	10
2.679	.409F .399F	2.600	.130F .140F	2.521	.001F .009C	2.442	.024F .052F	2.363	.117C .127C	2.284	.076C .086C
	189F		.130F		.019C		.242F		.137C		.096C

ระดับดินเดิม	
ระดับที่คำนวณได้	ความลึกที่ตอมุด (C) หรือตม (F)

$$EC/EF \approx 1.28$$

$$EC \approx 1.28(EF)$$

น้ำเค็ม $x_3 y_3$ อีก 1 cm.

รูปที่ 8.6 แผนผังแสดงระดับของดินเดิม ระดับที่คำนวณได้ และความลึกของดินที่ตอมุด (C) หรือตม (F) ที่แตกต่างกัน ความลึกของดินที่ตอมุดหรือตมบรรทัดแรกเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณครั้งแรก บรรทัดที่สองและสามเป็นความลึกเมื่อตมระดับของทุกจุดลงอีก 1 และ 2 เซนติเมตรตามลำดับ