

DUYTAN UNIVERSITY

Add: 184 NGUYEN VAN LINH Street, DA NANG City

Email: duytandn@dtu.edu.vn - website: www.dtu.edu.vn

KỸ THUẬT THI CÔNG ĐẶC BIỆT

PHẠM QUANG NHẬT – KHOA XÂY DỰNG – ĐẠI HỌC DUY TÂN
0905167890 – Email: nhat94@gmail.com

CHƯƠNG 1 : THIẾT KẾ SAN ỦI MẶT BẰNG

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

§1. NHỮNG BÀI TOÁN SAN MẶT BẰNG (*1 giờ*)

§2. THIẾT KẾ SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô VUÔNG (*1 giờ*)

§3. THIẾT KẾ SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG TAM GIÁC (*1 giờ*)

§4. XÁC ĐỊNH HƯỚNG VÀ KHOẢNG CÁCH VẬN CHUYỂN (*1 giờ*)

1. *Áp dụng :*

Địa hình phức tạp (đường đồng mức có dạng phức tạp), độ chính xác cao.



1. Vì sao phương pháp mạng ô tam giác có độ chính xác cao PP mạng ô vuông?

2. Nội dung :

a/ Bước 1 :

- Kẻ mạng lưới ô vuông có cạnh là a
- Mỗi ô vuông chia thành hai tam giác bằng những đường chéo của nó. Những đường chéo càng song song với đường đồng mức càng tốt
- Đánh số thứ tự các đỉnh tam giác từ 1 đến hết

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

2. Nội dung :

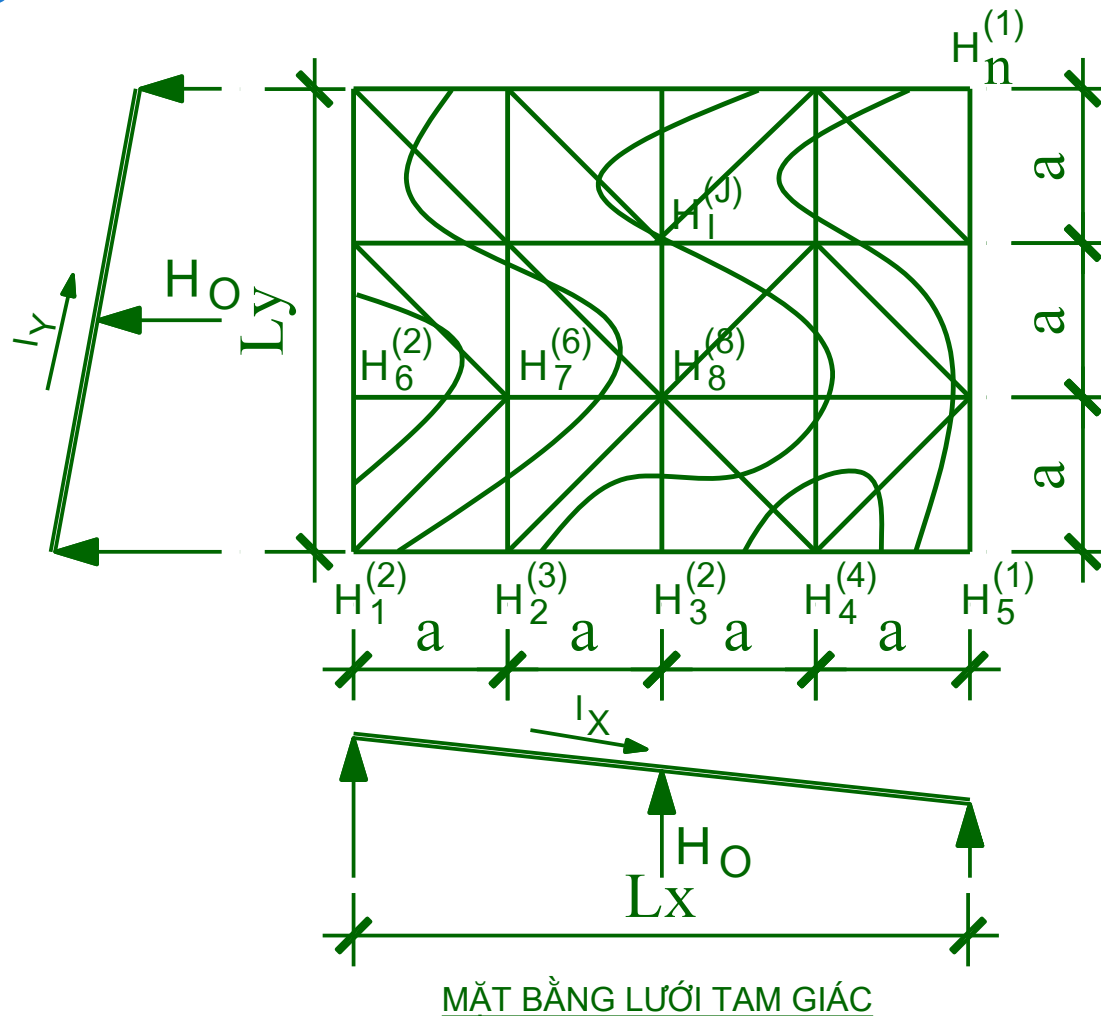


§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

2. Nội dung :

a/ Bước 1 :



b/ Bước 2 : Xác định cao độ mặt đất tự nhiên tại các đỉnh tam giác (H_i)

$$H_i = H_a + \Delta H x/l \quad (1)$$

Các đỉnh của tam giác được ghi cao độ tự nhiên qua hai chỉ số : $H_i^{(j)}$

i : số thứ tự của đỉnh tam giác

j : số tam giác quy tụ tại đỉnh đó

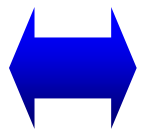
§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

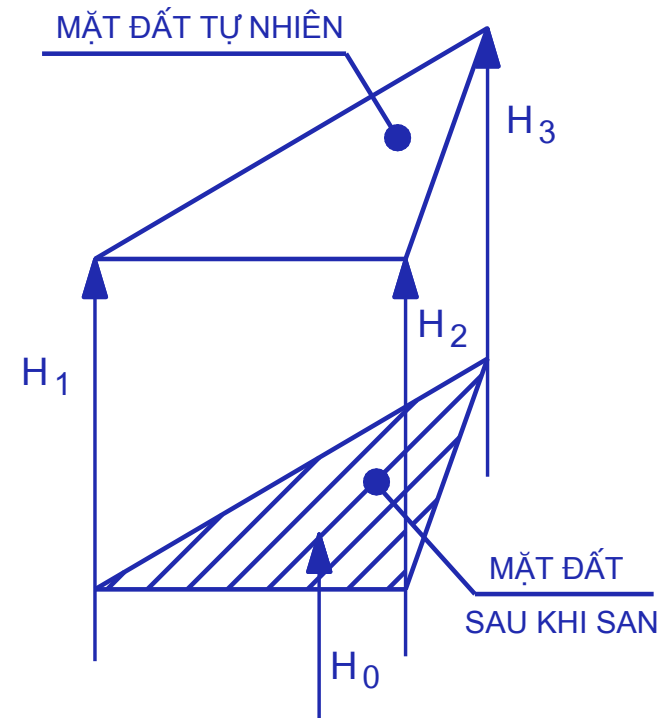
c/ Bước 3 : **Xác định cao độ mặt đất sau khi san (H_0)**

❖ Thể tích đất công tác tại một tam giác bất kỳ (V_i) được xác định theo công thức sau :

$$V_i = \frac{a^2}{2} \left(\frac{H_1 + H_2 + H_3}{3} - H_0 \right)_i$$



$$V_i = \frac{a^2}{6} (H_1 + H_2 + H_3 - 3H_0)_i \quad (2)$$



c/ Bước 3 : **Xác định cao độ mặt đất sau khi san (H_0)**

❖ Tổng thể đất thừa hoặc thiếu sau khi san V_0 được xác định theo công thức :

$$V_0 = \sum_{i=1}^m V_i = \frac{a^2}{6} \sum_{i=1}^m (H_1 + H_2 + H_3 - 3 H_0)_i$$

- i : số thứ tự tam giác thứ i ,
- m : tổng số tam giác có trong mặt bằng.

$$\Leftrightarrow V_0 = \frac{a^2}{6} \left(1 \sum H_i^{(1)} + 2 \sum H_i^{(2)} + 3 \sum H_i^{(3)} + \dots + 8 \sum H_i^{(8)} - 3 m H_0 \right)$$

Trong đó : $\sum H_i^{(1)}$, $\sum H_i^{(2)}$, $\sum H_i^{(3)}$, ..., $\sum H_i^{(8)}$: là tổng tất cả các cao độ mặt đất tự nhiên tại các đỉnh có 1, 2, 3, ..., 8 tam giác quy tụ.

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

c/ Bước 3 : **Xác định cao độ mặt đất sau khi san (H_0)**

➤ Đối với Bài toán 1 : **Thiết kế mặt bằng theo điều kiện cân bằng đào - đắp ($V_0 = 0$)**

$$V_0 = 0 \Leftrightarrow \frac{a^2}{6} \left(1 \sum H_i^{(1)} + 2 \sum H_i^{(2)} + 3 \sum H_i^{(3)} + \dots + 8 \sum H_i^{(8)} - 3 m H_0 \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \left(1 \sum H_i^{(1)} + 2 \sum H_i^{(2)} + 3 \sum H_i^{(3)} + \dots + 8 \sum H_i^{(8)} - 3 m H_0 \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow H_0 = \frac{1 \sum H_i^{(1)} + 2 \sum H_i^{(2)} + 3 \sum H_i^{(3)} + \dots + 8 \sum H_i^{(8)}}{3 m} \quad (3)$$

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

c/ Bước 3 : **Xác định cao độ mặt đất sau khi san (H_0)**

➤ Đối với Bài toán 2 : **San mặt bằng khi có khối lượng đất thay đổi ($V_0 \neq 0$)**

$$H_0 = \frac{1 \sum H_i^{(1)} + 2 \sum H_i^{(2)} + 3 \sum H_i^{(3)} + \dots + 8 \sum H_i^{(8)}}{3m} - \frac{2V_0}{m a^2} \quad (3a)$$

Nhận xét :

- *Khi san phải thêm vào một lượng đất thì $V_0 < 0$*
- *Khi san phải lấy đi một lượng đất thì $V_0 > 0$*

■ Giá trị $S = \frac{m a^2}{2}$ chính là diện tích mặt bằng cần san

$$\text{Đặt : } \Delta H_0 = \frac{2V_0}{m a^2} \Leftrightarrow \Delta H_0 = \frac{V_0}{S}$$

c/ Bước 3 : **Xác định cao độ mặt đất sau khi san (H_0)**

➤ Đối với Bài toán 3 : **San mặt bằng theo một cao độ mặt đất sau khi san cho trước :**

(H_0 đã biết trước nên không thực hiện bước này).



2. Bài toán thứ 3 thường gặp trong những trường hợp nào?

d/ Bước 4 : Xác định cao độ thiết kế (H_{TK}) :

$$H_{TK} = H_0 \pm \Delta H_x \pm \Delta H_y \quad (4)$$

Trong đó :

- $\Delta H_x = x \cdot ix$
- $\Delta H_y = y \cdot iy$
- $\Delta H_x, \Delta H_y$ có dấu (+) hay (-) phụ thuộc vào từng điểm trên mặt bằng

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

e/ Bước 5 : Xác định độ cao công tác (h_{CT})

$$h_{CTi} = H_i - H_{TKi} \quad (5)$$



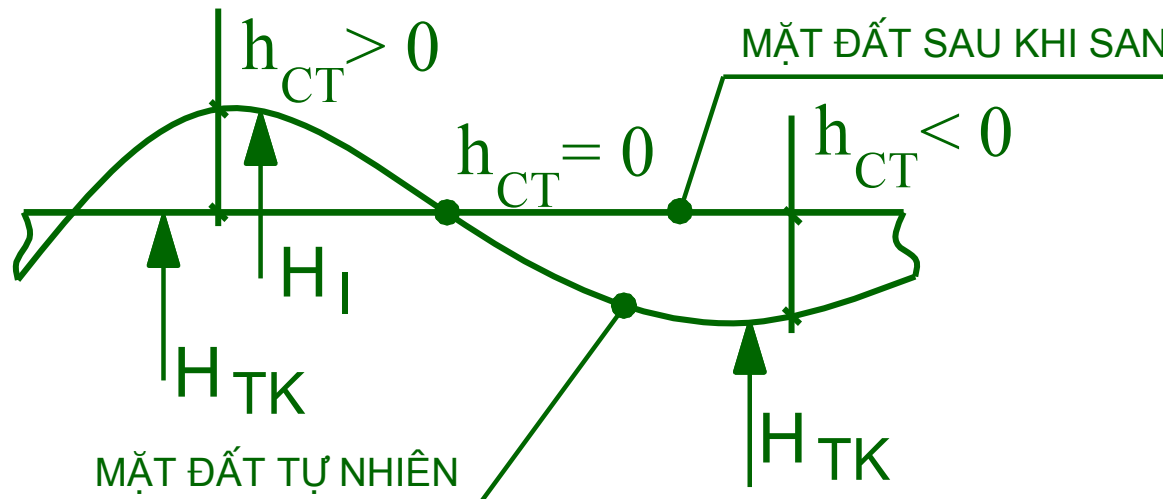
§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

e/ Bước 5 : Xác định độ cao công tác (h_{CT})

Lưu ý :

- $h_{CTi} > 0$: tại i đất phải đào một độ cao h_{CTi}
- $h_{CTi} < 0$: tại i phải đắp thêm đất vào một độ cao h_{CTi}
- $h_{CTi} = 0$: tại i không phải đào cũng không đắp.



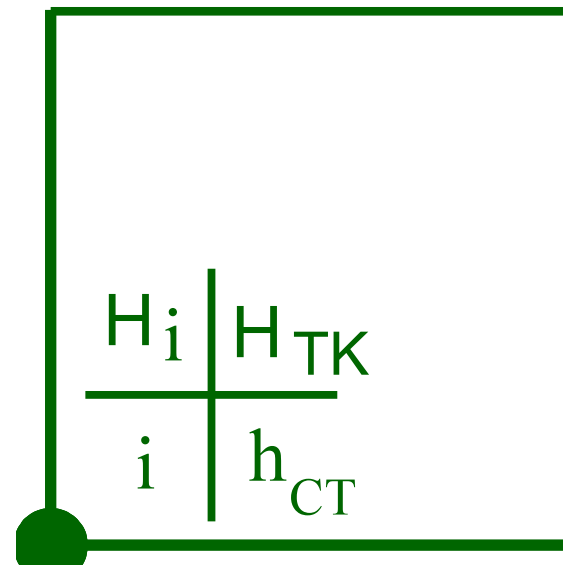
§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

e/ Bước 5 : Xác định độ cao công tác (h_{CT})

Lưu ý :

- Đường nối các điểm có $h_{CT} = 0$ là đường ranh giới giữa đào và đắp (gọi là đường 0 – 0)
- Cách ghi các thông số : i , H_i , H_{TK} , h_{CT} trên bản vẽ mặt bằng thi công.



f/ Bước 6 : Xác định thể tích đất công tác tại mỗi ô tam giác (V_i)

Từ (2) :
$$V_i = \frac{a^2}{6} (H_1 + H_2 + H_3 - 3H_0)_i$$

Ta có :
$$V_i = \frac{a^2}{6} (h_1 + h_2 + h_3)_i \quad (5)$$

Nhận xét : Dấu của V_i phụ thuộc vào dấu của h_1, h_2, h_3 :

- Nếu $h_1, h_2, h_3 > 0 \Rightarrow V_i > 0 (V_i^+)$
- Nếu $h_1, h_2, h_3 < 0 \Rightarrow V_i < 0 (V_i^-)$
- Nếu h_1 khác dấu với h_2, h_3 , hay h_1, h_2 khác dấu với h_3 , thì $V_i = V_i^+ + V_i^-$

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :

Lưu ý :

- Đường 0 – 0 là đường nối tất cả các điểm có độ cao công tác $h_{CT} = 0$
- Đường 0 – 0 là ranh giới giữa đào và đắp
- Những ô vuông có đường 0 – 0 cắt qua thì có cả phần đào và phần đắp. Trong trường hợp này để thuận tiện trong việc lập kế hoạch tổ chức thi công, nên xác định riêng thể tích đào (V_i^+) và thể tích đắp (V_i^-) trong từng ô.

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :



3. Vì sao đường 0-0 là ranh giới giữa đào và đắp?

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :

❖ Cách 1 : Vẽ ngay trên bản đồ

❖ Cách 2 :

■ Xác định x

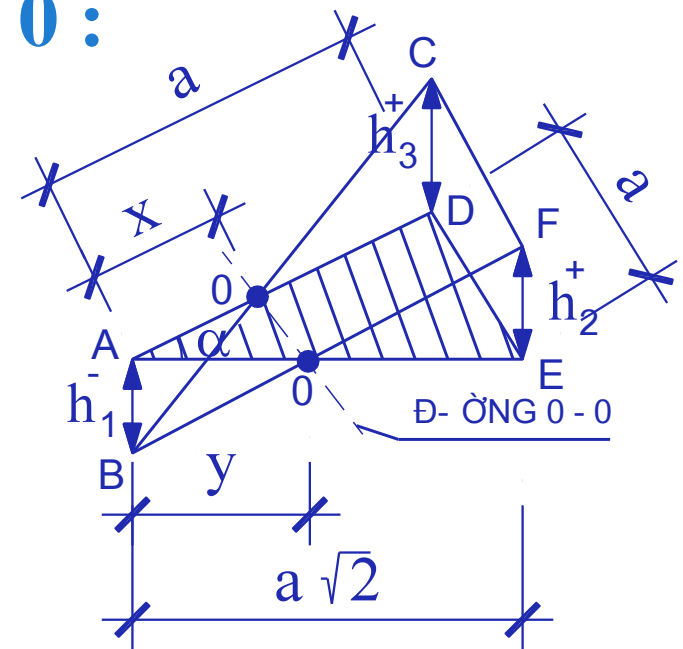
Ta có $\triangle OBA \sim \triangle OCD$

$$\Rightarrow \frac{OA}{OA + OD} = \frac{AB}{AB + CD} \Rightarrow OA = \frac{AB}{AB + CD} (OA + OD)$$



$$x = \frac{h_1^-}{h_1^- + h_3^+} a$$

(7)



§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

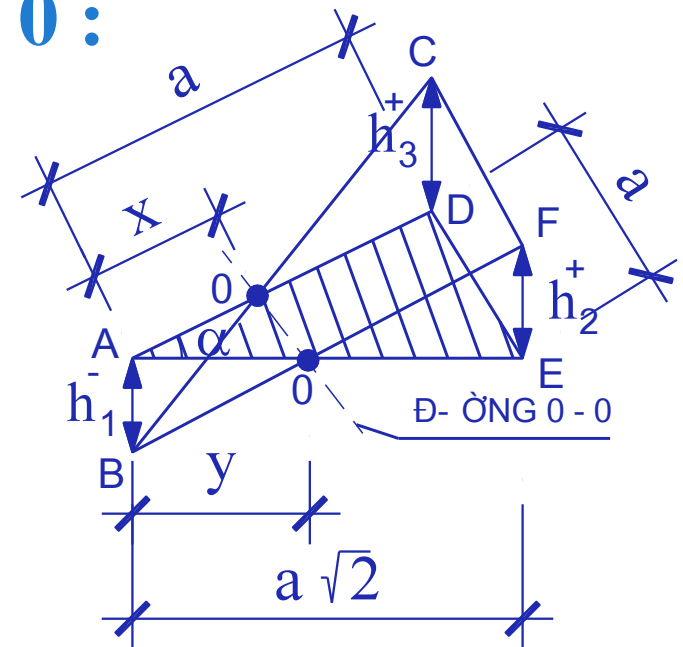
PHẠM QUANG NHẬT - DTU

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :

❖ Cách 2 :

■ Xác định y

Ta có $\triangle OBA \sim \triangle OEF$



$$\Rightarrow \frac{OA}{OA + OE} = \frac{AB}{AB + EF} \Rightarrow OA = \frac{AB}{AB + EF} (OA + OE)$$

$$\Leftrightarrow y = \frac{h_1^-}{h_1^- + h_2^+} a \sqrt{2} \quad (7a)$$

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :

❖ Lưu ý :

- Những ô có đường 0 – 0 cắt qua là có cả phần đào và phần đắp. Do đó trong trường hợp này phải xác định riêng thể tích đào và thể tích đắp.
- Thể tích khối chóp có đáy tam giác (có đỉnh khác dấu với hai đỉnh còn lại) được xác định theo công thức :

$$V_{\Delta} = \frac{1}{3} h_1 S_{\Delta} \qquad S_{\Delta} = \frac{1}{2} x y \sin \alpha$$

$$\Rightarrow V_{\Delta} = \frac{1}{6} a^2 \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)}$$

g/ Bước 7 : Xác định đường 0 – 0 :

❖ *Lưu ý :*

- Cao độ thi công ở tử số (h_1) mang dấu đại số, còn các giá trị cao độ ở mẫu số lấy theo giá trị tuyệt đối. Do đó V_{Δ} luôn cùng dấu với h_1
- Phần thể tích còn lại được xác định theo công thức :

$$V_{\text{D}} = V_{\text{i}} - V_{\Delta}$$

h/ Bước 8 : Xác định lượng đất thừa hoặc thiếu sau khi san (V_0)

$$V_0 = V^+ - V^- \quad (8)$$

Trong đó :

- $V^+ = \sum V_i^+$ (tổng khối lượng đất đào)
- $V^- = \sum V_i^-$ (tổng khối lượng đất đắp)

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

Bảng tính H_0

TT ĐỈNH	$H^{(1)}$	$H^{(2)}$	$H^{(3)}$	$H^{(4)}$	$H^{(5)}$	$H^{(6)}$	$H^{(7)}$	$H^{(8)}$	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1									
2									
...									
n									
	$\Sigma H^{(1)}$	$\Sigma H^{(2)}$	$\Sigma H^{(3)}$	$\Sigma H^{(4)}$	$\Sigma H^{(5)}$	$\Sigma H^{(6)}$	$\Sigma H^{(7)}$	$\Sigma H^{(8)}$	
	$1\Sigma H^{(1)}$	$2\Sigma H^{(2)}$	$3\Sigma H^{(3)}$	$4\Sigma H^{(4)}$	$5\Sigma H^{(5)}$	$6\Sigma H^{(6)}$	$7\Sigma H^{(7)}$	$8\Sigma H^{(8)}$	$\Sigma \Sigma H_i$

■ Bài toán 1 :

$$H_0 = \frac{\sum \sum H_i}{3m}$$

■ Bài toán 2 :

$$H_0 = \frac{\sum \sum H_i}{3m} - \frac{2V_0}{m a^2}$$

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

Bảng tính h_{CT} , V^+ , V^-

TT TAM GIÁC	h_1	h_2	h_3	V_i	V_Δ	V_D	$V_i^{(+)}$	$V_i^{(-)}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	+	+	+	+	→		+	
2	-	-	-	-	→			-
3	+	-	-		+	→		+
						-	→	
4	-	+	+		-	→		-
							+	→
							$\Sigma V_i^{(+)}$	$\Sigma V_i^{(-)}$

§3. TK SAN MẶT BẰNG THEO MẠNG Ô TAM GIÁC

PHẠM QUANG NHẬT - DTU

Hiện nay có nhiều phần mềm hỗ trợ việc tính toán san mặt bằng, phổ biến hiện nay là phần mềm SH, hướng dẫn sử dụng theo link sau:



<https://www.youtube.com/watch?v=TBtV7ItMJnc>

1. Bài toán vận chuyển một chiều :

1.1 Áp dụng :

Những công trình chạy dài như nền đường, kênh mương...



1. Bài toán vận chuyển một chiều :

1.2 Phương pháp Cutinop :

a/ Bước 1 :

- ❖ Dựng mặt cắt dọc công trình.
- ❖ Chia công trình thành những đoạn để xác định khối lượng công tác đất (V_i) của từng đoạn.
- ❖ Ghi các giá trị V_i trên mặt cắt.

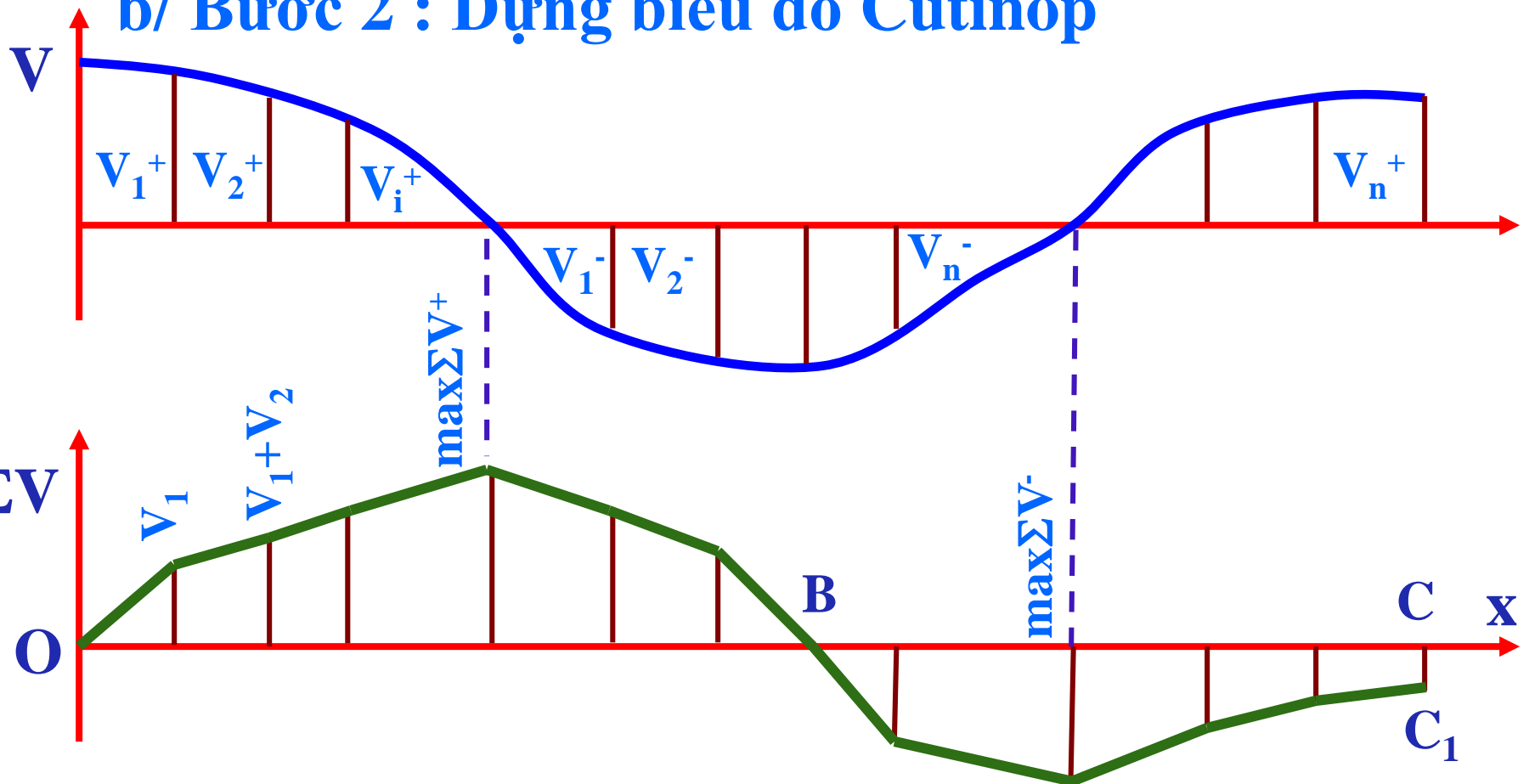
1.2 Phương pháp Cutinop :

b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop

- ❖ Trục Ox dọc theo trục công trình.
- ❖ Vẽ biểu đồ ΣV bằng cách cộng đại số các giá trị V_i .
- ❖ Biểu đồ ΣV được gọi là biểu đồ tích phân công tác đất.

1.2 Phương pháp Cutinop :

b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop



1.2 Phương pháp Cutinop :

b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop

❖ Tính chất của đường tích phân :

- Khu vực đào thì đường tích phân đồng biến.
- Khu vực đắp thì đường tích phân nghịch biến.
- Biểu đồ đạt cực trị tại điểm ranh giới đào và đắp.
- Biểu đồ cắt trục Ox đánh dấu một khu vực tự cân bằng đào đắp.
- Khoảng cách từ điểm cuối cùng (C_1) của đường tích phân đến trục Ox chính là giá trị V_0 :

$$CC_1 = V_0 = \Sigma V.$$

1.2 Phương pháp Cutinop :

b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop

❖ Tính chất của đường tích phân :

- Diện tích giữa đường tích phân và trục Ox chính là công vận chuyển(W) đất theo trục tọa độ : $W = \Sigma V \cdot l_{vc}$
- $W > 0$: hướng vận chuyển cùng chiều với trục tọa độ và ngược lại.

1.2 Phương pháp Cutinop : b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop



1.2 Phương pháp Cutinop :

b/ Bước 2 : Dựng biểu đồ Cutinop

❖ Tính chất của đường tích phân :

- Diện tích giữa đường tích phân và trục Ox chính là công vận chuyển(W) đất theo trục tọa độ : $W = \Sigma V \cdot l_{vc}$
- $W > 0$: hướng vận chuyển cùng chiều với trục tọa độ và ngược lại.

1.2 Phương pháp Cutinop :

c/ Bước 3 : Xác định khoảng cách vận chuyển

- ❖ Khoảng cách vận chuyển trong mỗi khu vực cân bằng đào đắp được xác định theo công thức :

$$l_{vc} = \frac{W}{\max \sum V}$$

l_{vc} : khoảng cách vận chuyển trung bình trong khu vực.

W : công vận chuyển đất.

$\max \sum V$: giá trị lớn nhất của đồ thi trong khu vực đang xét.

2. Bài toán vận chuyển hai chiều :

2.1 Áp dụng :

Những công trình có chiều dài và chiều rộng gần bằng nhau.



3. Vận chuyển 2 chiều được áp dụng cụ thể trong những trường hợp nào?

2.1 Áp dụng :



2. Bài toán vận chuyển hai chiều :

2.2 Phương pháp :

a/ Bước 1 :

- ❖ Đưa các khối lượng V_i lên mặt bằng lưới ô đã chia.
- ❖ Các giá trị V_i lấy theo giá trị đại số.

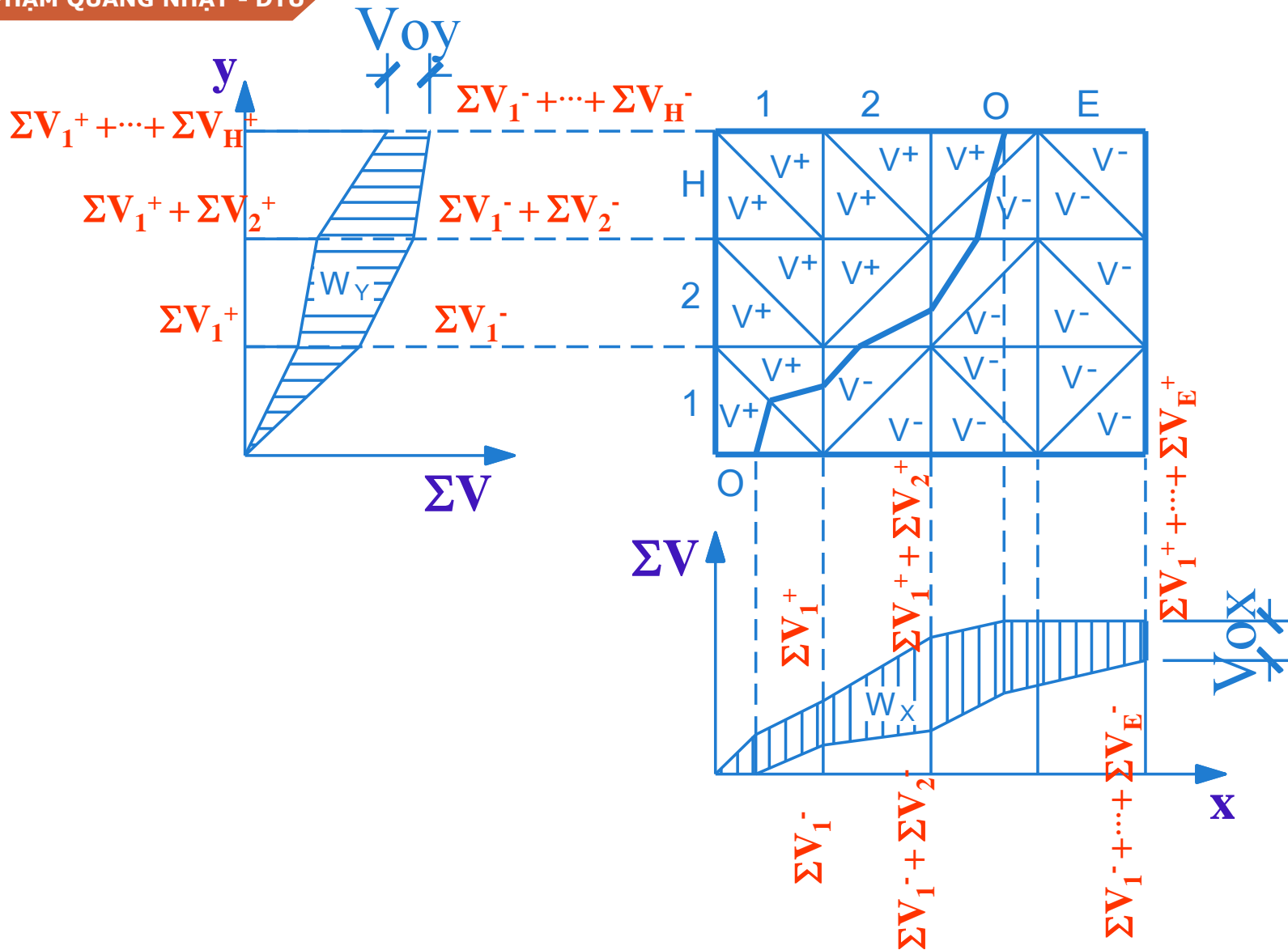
2.2 Phương pháp :

b/ Bước 2 : Lập biểu đồ Cutinop

- ❖ Theo phương x , trục Ox là đường đi, trục Oy là tổng lượng đất công tác theo phương x .
- ❖ Vẽ đường đào (ΣV^+), đường đắp (ΣV^-)
- ❖ Tương tự lập biểu đồ theo phương y .

§4. XÁC ĐỊNH HƯỚNG VÀ KHOẢNG CÁCH VẬN CHUYỂN

PHẠM QUANG NHẬT - DTU



2.2 Phương pháp :

c/ **Bước 3** : Phân tích biểu đồ Cutinop

- ❖ *Biểu đồ đồng biến (đường đào hay đường đắp tăng dần lên)*
- ❖ *Thi công tại đâu thì biểu đồ bắt đầu tại đó, kết thúc ở đâu thì biểu đồ kết thúc ở đó.*
- ❖ *Nếu đường đào và đường đắp gặp nhau ở cuối đồ thị thì mặt bằng tự cân bằng đào đắp. Ngược lại khoảng cách cuối của hai đồ thị chính là giá trị V_0*

2.2 Phương pháp :

c/ **Bước 3** : Phân tích biểu đồ Cutinop

- ❖ *Biểu đồ thể hiện khối lượng đào hoặc đắp của mặt bằng từ góc tọa độ đến điểm đang xét.*
- ❖ *Đường đào nằm trên đường đắp thì hướng vận chuyển cùng chiều trục tọa độ và ngược lại.*
- ❖ *Phần diện tích nằm kẹp giữa đường đào và đường đắp thể hiện công vận chuyển theo hướng của trục tọa độ đó.*

2.2 Phương pháp :

c/ **Bước 3** : Phân tích biểu đồ Cutinop

$$W = \sum \sum V \cdot l_{vc}$$

$$l_{vcx} = \frac{W_x}{\max \sum V^{(+)}}$$

$$l_{vcy} = \frac{W_y}{\max \sum V^{(-)}}$$

2.2 Phương pháp :

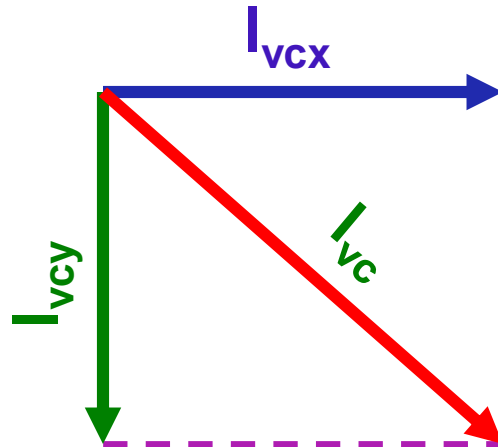
c/ Bước 3 : Phân tích biểu đồ Cutinop



2.2 Phương pháp :

c/ **Bước 3** : Phân tích biểu đồ Cutinop

- ❖ Hướng và khoảng cách vận chuyển đất trong khu vực san được xác định theo nguyên tắc cộng véc tơ.



2.2 Phương pháp :

c/ **Bước 3** : Phân tích biểu đồ Cutinop

- ❖ Đường đào và đường đắp cắt nhau ở đâu thì ở đó đánh dấu ranh giới giữa hai khu vực tự cân bằng đào đắp.
- ❖ Khi đó chia mặt bằng thành những phần riêng biệt rồi vẽ biểu đồ Cutinop cho từng phần để tìm khoảng cách và hướng vận chuyển.