

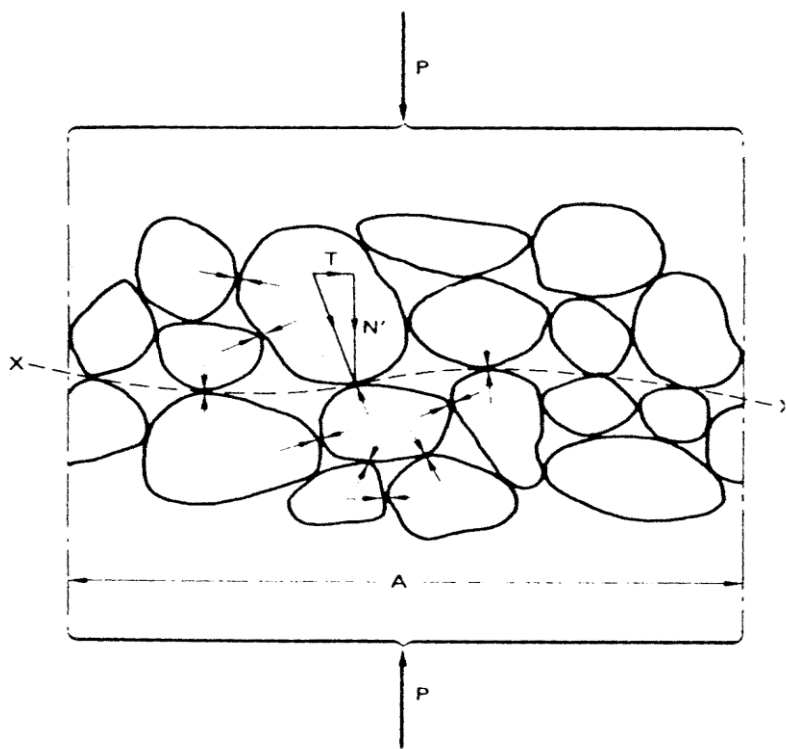
Οι χωματουργικές εργασίες συνιστούν, συνήθως, το 15%- 40% του συνολικού κόστους για την κατασκευή της οδού. Πρόκειται, συνεπώς, για μια πολύ σημαντική ενότητα της οδοποιίας. Το κόστος των χωματουργικών εργασιών ποικίλλει σε συνάρτηση με τη μορφολογία του εδάφους από το οποίο διέρχεται η οδός.

Στις πεδινές χαράξεις, πλησιάζουμε στο κάτω όριο κόστους. Σε αυτές σημαντικότερα στοιχεία κόστους είναι οι απαλλοτριώσεις και η οδοστρωσία-ασφαλτικά. Στις ορεινές χαράξεις πλησιάζουμε στο πάνω όριο. Σε αυτές τα χωματουργικά ανταγωνίζονται, ως προς το κόστος, τα τεχνικά έργα.

Με τον όρων χωματουργικά υπονοούμε τον υπολογισμό του όγκου του εδάφους προς εκσκαφή ή προς επίχωση, (αλλά και των φυτικών γαιών), όπως και τη μεταφορά τους. Υπόψη ότι συνήθως, αλλά όχι πάντα, τα προϊόντα εκσκαφής είναι κατάλληλα για επίχωση, ενώ οι φυτικές γαίες χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη πρανών επιχωμάτων.

Τα προϊόντα εκσκαφής υφίστανται εδαφομηχανικά τεστ για να εγκριθεί η καταλληλότητά τους. Αδρομερώς αναφερόμαστε στην κοκκομετρία τους και στους δείκτες πλαστικότητας των λεπτόκοκκων τους.

Η κοκκομετρία θα πρέπει να σχηματίζει έναν στερεό ιστό με πολλές αλληλοεπαφές. Αυτό επιτυγχάνεται όταν κάθε μικρότερος κόκκος 'τοποθετείται' στα κενά που σχηματίζει το σύμπλεγμα των μεγαλύτερων κόκκων.



Πέραν των πινάκων και σχημάτων που εκφράζουν τις προδιαγραφές, η σωστή κοκκομετρία θα μπορούσε να εκφραστεί και με μαθηματικό τύπο:

Κατηγορίες Εδαφών			Βασικά Χαρακτηριστικά						
			(4) Κατάλληλα ως υπέδαφος	(5) Κατάλληλα ως υπόβαση	(6) Επίδραση παγετού	(7) Συμπίεστοτητα, Διόγκωση	(8) Δυνατότητα αποστράγγισης	(9) Τυπικές τιμές CBR (k)*	
Χαλικόδη Εδάφη (1)	(2) GW	(3) Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	40-80 (80 - 135)	
	GP	Ομοιόμορφα χαλίκια ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	30-60 (80-135)	
	GM	Πυλώδη χαλίκια, ιλυώδη αμμοχάλικα	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη	Μέτρια έως κακή	20-60 (55 - 135)	
	GC	Αργιλώδη χαλίκια, αργιλώδη αμμοχάλικα	Καλή	Μέτρια	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη	Κακή/αδιαπέραστο	20-40 (55 - 135)	
Αμμώδη Εδάφη	SW	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα	Καλή	Μέτρια έως καλή	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	20-40 (55-110)	
	SP	Ομοιόμορφες άμμοι, αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα	Μέτρια έως καλή	Μέτρια	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	10-40 (40- 110)	
	SM	Ιλυώδεις άμμοι, μίγμα άμμου και ιλύος	Μέτρια έως καλή	Κακή έως μέτρια	Ελάχιστη έως υψηλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	10-40 (27 - 80)	
	SC	Αργιλώδεις άμμοι, μίγμα άμμου και αργίλου	Κακή έως μέτρια	Κακή	Ελάχιστη έως υψηλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Κακή/αδιαπέραστο	5-20 (27 - 80)	
Ιλοαργιλώδη εδάφη	LL<50	ML	Ανόργανες ιλύες, πολύ λεπτές άμμοι, ιλο-αργιλώδεις άμμοι	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Ελάχιστη έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	< 15 (27 - 55)
		CL	Ανόργανες άργιλοι μέσου-χαμηλού PI, χαλικώδεις, αμμώδεις, ιλυώδεις άργιλοι	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Κακή/αδιαπέραστο	< 15 (14-40)
		OL	Οργανικές ιλύες και οργανικές ΙΛΥΟΣ άμμοι	Κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια έως υψηλή	Κακή	<5 (14 - 40)
	LL>50	MH	Ανόργανες ιλύες υψηλού PI	Κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια/μεγάλ	Υψηλή	Μέτρια έως κακή	< 10(14-40)
		CH	Ανόργανες άργιλοι υψηλού PI	Κακή/μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια	Υψηλή	Σχεδόν αδιαπέραστο	< 15(14-40)
		OH	Οργανικές άργιλοι μέσου έως υψηλού PI	Κακή έως πολύ κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια	Υψηλή	Σχεδόν αδιαπέραστο	< 5 (7 - 27)
Οργαν.	Pt	Βουρκώδη και τυρφόδη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ελάχιστη	Πολύ υψηλή	Μέτρια έως κακή	-	

(1): περιγραφική απόδοση των εδαφών. Βασική παράμετρος καθορισμού της μηχανικής συμπεριφοράς των ιλοαργιλωδών εδαφών είναι το όριο υδαρότητας (Liquid Limit). Όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο χειρότερο το έδαφος.

(2): διεθνή αρχικά περιγραφής των εδαφών. Το πρώτο γράμμα αναφέρεται στο επικρατούν μέγεθος κόκκου (G: gravel, χαλίκι, S: sand, άμμος, M: mud, ιλύς, C: clay, άργιλος, O: organic, οργανικά). Το δεύτερο γράμμα δείχνει ποιοτικά χαρακτηριστικά, στα χονδρόκοκκα εδάφη την κοκκομετρία ή το δεύτερο σε ποσοστό υλικό και στα λεπτόκοκκα την πλαστικότητα. (W: well-graded, καλο-διαβαθμισμένα, P: poorly graded, με ομοιόμορφη κοκκομετρία, χωρίς διαβάθμιση, M: mud, C: clay, L: low plasticity, to λεπτόκοκκο κλάσμα έχει χαμηλή πλαστικότητα, H: high plasticity το λεπτόκοκκο κλάσμα έχει υψηλή πλαστικότητα)

CBR: California bearing ratio: πρόκειται για τον λόγο πίεσης διείσδυσης (ASTM D 1883) πρότυπου εμβόλου στο έδαφος για συγκεκριμένο βάθος ως προς κάποια πρότυπη πίεση. Τιμές CBR κάτω του 5 δείχνουν υπολειπόμενης μηχανικής συμπεριφοράς εδάφη.

\*Γ k σε N/cm<sup>2</sup>/cm (N/cm<sup>3</sup>)

$$\% \text{ διερχόμενο ποσοστό διαμέτρου } d: \% = \sqrt{\frac{d}{D_{\max}}}$$

Αρχίζουμε από τον μέγιστο κόκκο που θα διαμορφώσει το μίγμα μας, που συνήθως είναι 25mm. Για να βρούμε το % διερχόμενων από το κόσκινο με οπή 16mm, θα εφαρμόσουμε τον τύπο:  $\sqrt{(16/25)}=4/5=80\% \rightarrow$  το 20% του βάρους θα συγκρατείται επ' αυτού και θα αποτελέσει το μίγμα. Συνεχίζοντας παίρνουμε το κόσκινο οπής 9mm:  $\sqrt{(9/25)}=3/5=60\%$ . Το 60% του βάρους του υπό δημιουργία μίγματος θα συγκρατείται στο κόσκινο οπής 9mm, άρα άλλο 20% κατά βάρος θα συγκρατείται επ' αυτού. Συνεχίζοντας για το οπής 4mm προκύπτει άλλο ένα 20% και για το οπής 1mm άλλο ένα 20%. Συνεπώς έχουμε: 20% μεγαλύτερο των 16mm, 20% μεταξύ 9 και 16mm, 20% μεταξύ 4 και 9mm, 20% μεταξύ 1 και 4mm και τέλος 20% διερχόμενο (λεπτότερο από) το 1mm.

Ο υπολογισμός των όγκων γίνεται βάσει των τύπων της στερεομετρίας και εκφράζεται σε κυβικά μέτρα. Ως δεδομένα χρησιμοποιούνται οι διατομές: το εμβαδόν των διατομών επί τη μεταξύ τους απόσταση, δηλαδή ο όγκος διαδοχικών (περίπου) τραπεζοειδών πρισμάτων. Η μέση απόσταση των διατομών είναι 20μ. Για την υπολογισμό των χωματισμών απαιτούνται, συνήθως, υπολογιστικές εργασίες μεγάλου όγκου. Προκειμένου αφενός μεν να μειωθεί ο χρόνος και το κόστος υπολογισμού αφετέρου δε να καταστεί εύκολη η χρησιμοποίηση αναλυτικών μεθόδων μεγάλης ακρίβειας για τον υπολογισμό των χωματισμών, χρησιμοποιούνται κατά κόρον οι υπολογιστικές δυνατότητες των η/υ.

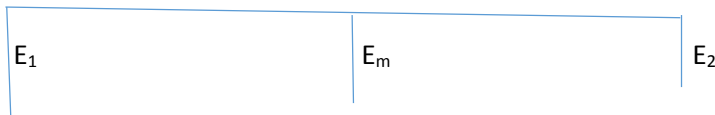
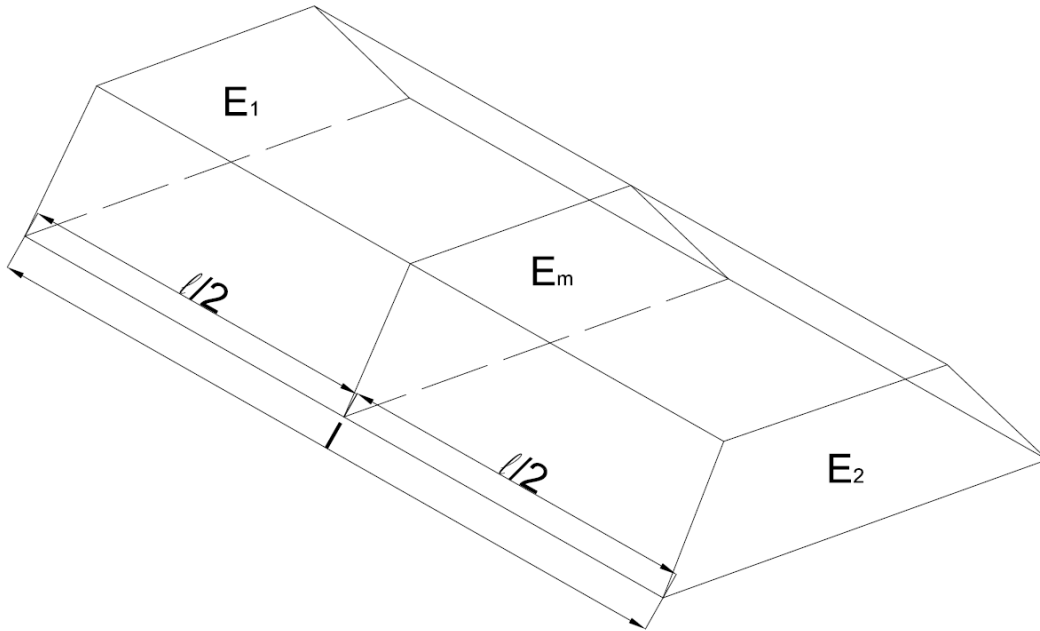
Ο υπολογισμός των μεταφορών καλείται και κινήσεις γαιών και εκφράζεται σε κυβοχιλιόμετρα  $m^3 \cdot km$ . Η γνωστότερη μέθοδος υπολογισμού τους είναι το διάγραμμα Bruckner. Είναι ένα δυσκολότερο ζήτημα με πολλές πιθανώς επιλύσεις και εξαρτάται από παραμέτρους όπως αλληλουχία ορυγμάτων-επιχωμάτων, διαθεσιμότητα και κόστος αποθεσιοθαλάμων και δανειοθαλάμων και τη διαθεσιμότητα μηχανικού εξοπλισμού του εργολάβου-κατασκευαστή. Το διάγραμμα Bruckner, είναι ένα εργαλείο, η εμπειρία του μηχανικού είναι το κρίσιμο. Για τις κινήσεις γαιών πολύ σημαντικό ρόλο η κατανόηση των ορίων στα οποία η εργασία προκύπτει ίσου κόστους με διαφορετικούς συνδυασμούς μηχανημάτων, οπότε θα πρέπει ανάλογα να επιλέξει ο εργολάβος, αλλά και να προγραμματίσει την εξέλιξη των έργων του.

Διαφάνειες εκσκαφής διατομής, καταπτώσεων, caterpillar.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι υπολογισμού χωματοουργικών. Με τη γνωστή αποδεκτή ακρίβεια της οδοποιίας-οδοστρωμάτων του 95%, η απλούστερη μέθοδος είναι των μέσων επιφανειών, κατά την οποία γίνεται αναγωγή του τρισδιάστατου προβλήματος σε δισδιάστατο, οπότε οι όγκοι των διαδοχικών πρισμάτων ανάγονται σε υπολογισμό εμβαδών τραπεζίων, όπου κάθε πλευρά του τραπεζίου αντιστοιχεί στο εμβαδόν εκάστης διατομής. Επίσης, είναι δυνατόν να ανάγονται στον υπολογισμό εμβαδόν τριγώνων.

Είναι σαν να κοιτάμε το παρακάτω προοπτικό κάθετα, οπότε έχουμε την αντίστοιχη απεικόνιση, όπου το μέγεθος των υψών αντιστοιχούν στο μέγεθος του εμβαδού των διατομών. Τα ορύγματα, συνήθως νοούνται θετικά (και σχεδιάζονται πάνω από τον άξονα) διότι δίνουν χώματα, ενώ τα επιχώματα, που απαιτούν χώματα, αρνητικά. Αλλά αυτό δεν είναι παρά μια σύμβαση. Αναγκαία είναι, ωστόσο, στον υπολογισμό των χωματοουργικών η προσημασμένη θεώρηση ορυγμάτων-επιχωμάτων.

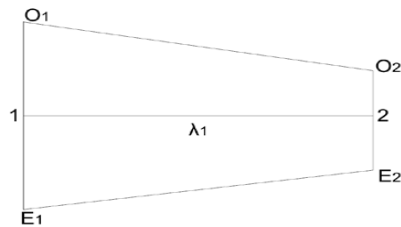
Διαφάνεια διατομών



Είναι δυνατόν να συναντήσουμε τις εξής διαφορετικές περιπτώσεις διαδοχικών διατομών:

1. Καθαρό επίχωμα προς καθαρό επίχωμα, είτε καθαρό όρυγμα προς καθαρό όρυγμα, οπότε ισχύει ο τύπος  $\lambda(E_1+E_2)/2$ , όπου E τα εμβαδά και το λ που ονομάζεται εφαρμοστέο μήκος.

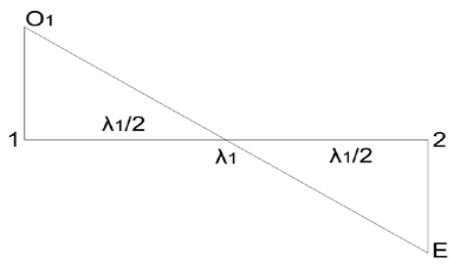
2. Μικτή διατομή προς μικτή διατομή



Οπότε ισχύει ο κλασικός τύπος ανεξάρτητα και για τα ορύγματα και για τα επίχωματα.

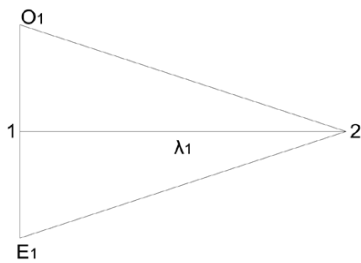
$$V_E = \lambda(E_1 + E_2)/2, \quad V_o = \lambda(O_1 + O_2)/2$$

3. Εναλλαγή από διατομή σε όρυγμα προς διατομή σε επίχωμα (ή και αντίστροφα)



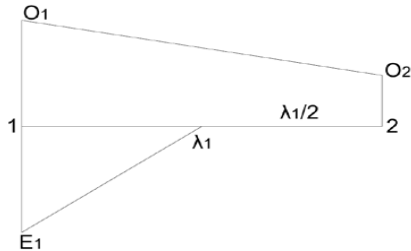
Εδώ έχουμε  $V_E = E\lambda/4$  και  $V_o = O\lambda/4$  (εμβαδόν τριγώνων)

4. Από όρυγμα είτε επίχωμα, είτε μικτή διατομή προς διατομή αρχής/πέρατος ή διασταύρωσης με οδό (μηδενική διατομή).



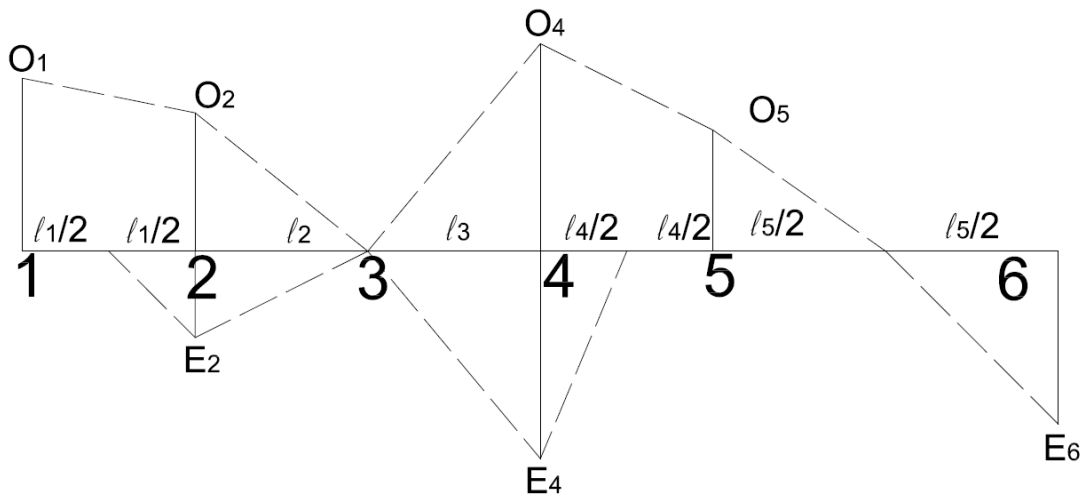
Εδώ έχουμε  $VE = E\lambda/2$  και  $Vo = O\lambda/2$  (εμβαδόν τριγώνων)

5. Από μικτή διατομή σε καθαρή διατομή (στο σκαρίφημα, πχ όρυγμα).



$$Vo = \lambda(O1 + O2)/2 \text{ και } VE = \lambda E1/4$$

Σύνοψη περιπτώσεων:



Παράμετροι ανακρίβειών: 1. Οι διατομές δεν προσομοιάζουν με τραπέζια, κυρίως στην επιφάνεια του εδάφους, 2. Στις στροφές, οι διαδοχικές διατομές δεν βρίσκονται σε ευθεία. Τα καμπύλα πρίσματα έχουν μεγαλύτερους όγκους από τα κανονικά, αλλά η πυκνωση των διατομών στις στροφές απαλύνει το πρόβλημα. 3. Μεταξύ των διατομών τυχόν εδαφικές εξάρσεις και κοιλώματα χάνονται.

Γενικά όσο πυκνότερα, τόσο καλύτερη η ακρίβεια. Επίσης, τυχόν σφάλματα αλληλοεξουδετερώνονται. Αν μεταξύ διαδοχικών διατομών εισάγεται σφάλμα  $\Delta Vi$ , τότε το συνολικό σφάλμα του αποτελέσματος για  $N$  ζεύγη διαδοχικών διατομών θα είναι:  $v((\sum \Delta Vi^2)/N)$ .

Επίλυση ΑΣΚΗΣΗΣ υπολογισμού χωματουργικών

Ο συμβολισμός των ορυγμάτων είναι με + ενώ των επιχωμάτων με -. Αυτό διότι όταν σε ένα δρόμο έχουμε περισσότερα ορύγματα απ' ότι επιχώματα, τότε στο τέλος μας περισσεύουν χώματα (+), ενώ, αν σε πεδινό οδικό τμήμα θέλουμε περισσότερα επιχώματα, εκεί αρνητικό ισοζύγιο, μας λείπουν χώματα για να κατασκευάσουμε τον δρόμο.

α/α	Χθ	Απόσταση μεταξύ	Ορύγματα			Επιχώματα			Αθροίσματα	
			επιφάνεια	Ημι-άθροισμα	κύβοι	επιφάνεια	Ημι-άθροισμα	κύβοι	(+) Ορύγματα	(-) επιχώματα
0	3+430	-	25,4	-	-	7,3	-	-	-	-
1	3+455	25	6,2	15,8	395	9,4	8,35	208,75	186,25	-
2	3+480	25	0	3,1	38,75	21,5	15,45	386,25	-	161,25
3	3+505	25	0	0	0	16,2	18,85	471,25	-	632,5
4	3+530	25	0	0	0	24,0	20,1	502,5	-	1135
5	3+555	25	0	0	0	29,0	26,5	662,5	-	1797,8
6	3+580	25	10,4	5,2	65	8,6	18,8	470	-	2202,5
7	3+905	25	25,5	17,95	448,75	0	4,3	53,75	-	1807

Πάντα κοιτάμε την εν λόγω διατομή σε σχέση με την προηγούμενη

1:  $15,8=(25,4+6,2)/2$ ,  $395=15,8 \times 25$ ,  $8,35=(7,3+9,4)/2$ ,  $8,35 \times 25=208,75$ ,  $186,25=395-208,75$

2:  $38,75=3,1 \times 25/2$ ,  $161,25=186,25+38,75-386,25=-161,25$  (αλλάζω στήλη)

....

6:  $65=5,2 \times 25/2$ ,  $2202,5=1797,8+470-65$

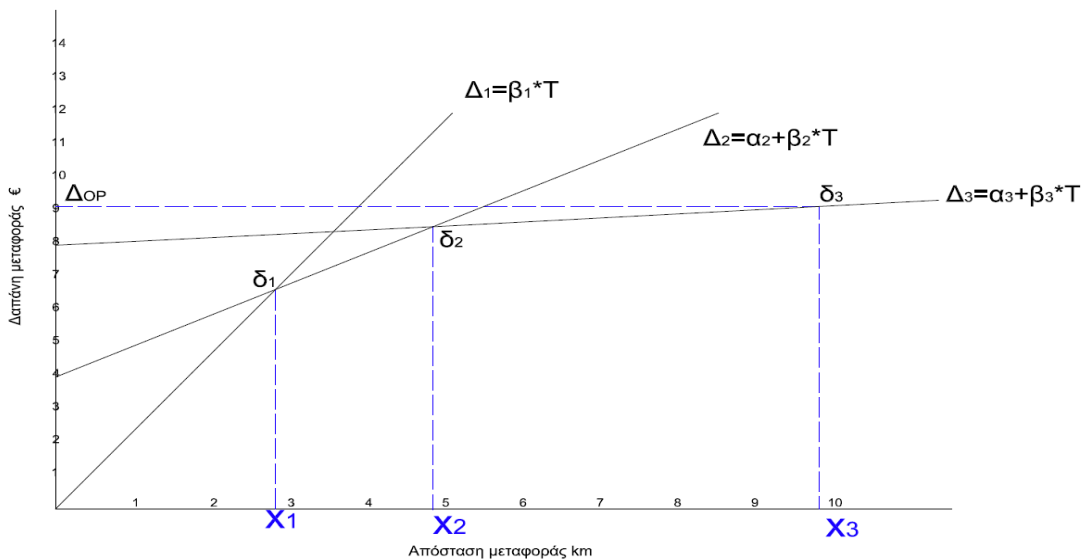
7:  $53,75=4,3 \times 25/2$ ,  $1807=2202,5+53,75-448,75$ . Τι σημαίνουν αυτά τα 1807 κυβικά μέτρα;

Μετά το ερώτημα πόσα είναι τα κυβικά μέτρα που θα μετακινηθούν, το επόμενο είναι πώς

Το πώς είναι συνάρτηση της απόστασης και των διαθέσιμων μέσων.

Αναλυτικά η δαπάνη μεταφοράς για τα τρία μεταφορικά μέσα υπολογίζεται από τους τύπους:

1. Προωθητήρας:  $\Delta_1 = \alpha_1 + \beta_1 * T$
2. Χωματοσυλλέκτης:  $\Delta_2 = \alpha_2 + \beta_2 * T$
3. φορτωτής (ή εκσκαφέας) - φορτηγό:  $\Delta_3 = \alpha_3 + \beta_3 * T$



Η τιμή του όρου  $\alpha_1$  ισούται με μηδέν ( $\alpha_1 = 0$ ) αφού για τον Προωθητήρα δεν υφίσταται το στάδιο της φόρτωσης. Έτσι η δαπάνη μεταφοράς για τον προωθητήρα (μπουλντόζα) υπολογίζεται από τον τύπο  $\Delta_1 = \beta_1 * T$  (18).

- Μεταξύ των όρων  $\alpha$  και  $\beta$  υπάρχουν οι παρακάτω συσχετίσεις:
  - $\alpha_3 > \alpha_2 > \alpha_1 = 0$
  - $\beta_1 > \beta_2 \gg \beta_3$

Γραφική και αναλυτική επίλυση.

Τι σημαίνουν τα σημεία τομής;

### ΑΣΚΗΣΗ

Γράφω τις εξισώσεις μεταφοράς των 3 διαφορετικών μέσων που φαίνονται από την εκφώνηση.

$$A: 0+0,5X,$$

$$B: 0,1+0,2X,$$

$$Γ: 0,15+0,15X$$

Κατασκευάζω γραφικά με όσο καλύτερη ακρίβεια το σχήμα και υπολογίζω γραφικά τα σημεία τομής.

Υπολογίζω και μαθηματικά τα σημεία τομής:

$A \cap B: 0+0,5\chi = 0,1+0,2\chi \rightarrow \chi=1/3=333\mu$  Αυτό σημαίνει ότι κάτω από τα 333μ η μεταφορά των χωμάτων είναι φθηνότερη με τον συνδυασμό A και πάνω με τον συνδυασμό B.

$A \cap \Gamma: 0+0,5\chi = 0,15+0,15\chi \rightarrow \chi=15/35=429\mu$ . Αυτό σημαίνει ...

$B \cap \Gamma: 0,1+0,2\chi = 0,15+0,15\chi \rightarrow \chi=1=1000\mu$  Αυτό σημαίνει ...

Δηλαδή: για μετακινήσεις χωμάτων (από ορύγματα προς τα γειτονικά επιχώματα, είτε από ορύγματα προς αποθεσιοθαλάμους, είτε από δανειοθαλάμους προς επιχώματα) αν η απόσταση είναι μικρότερη από 333μ θα χρησιμοποιηθεί η λύση A, αν είναι μεταξύ 333 και 1000μ η λύση B και αν είναι μεγαλύτερη των 1000μ η λύση Γ. Αν η εργολάβος εταιρεία δεν διαθέτει τη λύση B, τότε έως απόσταση 429μ θα χρησιμοποιήσει τη λύση A και μετά απ' ευθείας τη λύση Γ.

A: λόγω έλλειψης της παραμέτρου: κόστος φόρτωσης, μπουλντόζα,

B και Γ υπάρχει η παράμετρος κόστους φόρτωσης. Συνήθως η B αντιστοιχεί σε αποξέστες και η Γ σε συνδυασμό φορτωτών-φορτηγών ή και εκσκαφών-φορτηγών. Μπορεί όμως και η B να αντιστοιχεί σε συνδυασμό μικρότερης δυναμικότητας φορτωτών-φορτηγών.

Η τελευταία ερώτηση μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η άσκηση θέλει ο συνδυασμός B να είναι αποξέστες.

Κόστος:

ποσότητα 12000 κυβικά θα μεταφερθεί στα 240μ: ο οικονομικότερος τρόπος είναι με μπουλντόζα, κόστος:  $12000(0+0,5X0,24)=1440\text{€}$ ,

ποσότητα 40000 κυβικά θα μεταφερθεί στα 400μ: ο οικονομικότερος τρόπος είναι με αποξέστη, κόστος:  $40000(0,1+0,2X0,4)=7200\text{€}$ ,

Εάν η εργολάβος εταιρεία δεν διαθέτει αποξέστες, τότε, μεταξύ A και Γ για την απόσταση μεταφοράς των 400 μέτρων θα επιλέγαμε τη φθηνότερη λύση A, κόστος:  $40000(0+0,5X0,4)=8000\text{€}$ .

ποσότητα 100000 κυβικά θα μεταφερθεί στα 800μ: ο οικονομικότερος τρόπος είναι με αποξέστη (μεταξύ 333 και 1000 μέτρων), κόστος:  $100000(0,1+0,2X0,8)=26000\text{€}$ ,

Εάν η εργολάβος εταιρεία δεν διαθέτει αποξέστες, τότε, μεταξύ A και Γ για την απόσταση μεταφοράς των 800 μέτρων θα επιλέγαμε τη φθηνότερη λύση Γ (όριο τα 429μ), κόστος:  $100000(0,15+0,15X0,8)=27000\text{€}$ .

Τέλος, ποσότητα 350000 κυβικά θα μεταφερθεί στα 2χλμ: ο οικονομικότερος τρόπος είναι με φορτωτές-φορτηγά, κόστος:  $350000(0,15+0,15X2)=157500\text{€}$ .

Αν η εταιρεία διαθέτει αποξέστες, συνολικό κόστος:  $1440+7200+26000+157500 = 192140\text{€}$

Αν η εταιρεία δεν διαθέτει αποξέστες, συνολικό κόστος:  $1440+8000+27000+157500 = 193940\text{€}$

Δηλαδή θα της κοστίσει:  $193940-192140=1800\text{€}$  παραπάνω.

### Συνέχεια άσκησης

Εκτιμάτε ότι συμφέρει ο εργολάβος να αποκτήσει τη δυνατότητα B, αν αναλαμβάνει δύο τέτοια έργα κάθε χρόνο για 10 χρόνια και αν η αγορά (μεταχειρισμένου) αποξέστη θα του κοστίσει 40.000€ και θα έχει, στο τέλος της δεκαετίας υπολειπόμενη αξία (scrap) 5000€;

$40000-5000=35000\text{€}$  το καθαρό κόστος αποδόσεις κεφαλαίου 0%.

Σε 10 χρόνια θα έχει όφελος  $2X1800X10=36000\text{€}$ . Σε πρώτη προσέγγιση φαίνεται να κερδίζει 1000€, αλλά συνυπολογίζοντας τις επιπλοκές ενός νέου διαφορετικού μηχανολογικού εξοπλισμού στο δυναμικό του, συντηρήσεις, βλάβες ειδικευμένους χειριστές κλπ, μάλλον έχει μικρό περιθώριο κέρδους για να κάνει αυτήν την κίνηση.

