



# Οδοποιία II

Ενότητα 8: Εφαρμογές – Οδοποιία II

Γεώργιος Μίντσης  
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



## Εφαρμογές – Οδοποιία II

# Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

1. Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών
2. Εφαρμογή 2: Πίνακας χωματισμών
3. Εφαρμογή 3: Πίνακας χωματισμών
4. Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών
5. Εφαρμογή 5: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών
6. Εφαρμογή 6: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών





# Περιεχόμενα ενότητας (2/2)

7. Εφαρμογή 7: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών
8. Εφαρμογή 8: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών
9. Εφαρμογή 9: Διάγραμμα και πίνακας και διανομής γαιών





# Σκοπός ενότητας

Σκοπός της Θεματικής Ενότητας είναι να βοηθήσει τους φοιτητές/τριες στην κατανόηση, μέσω απλών εφαρμογών, των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό – χάραξη των οδών και στον υπολογισμό του όγκου και του κόστους εκσκαφής και μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής σε ένα οδικό έργο.



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (1/12)

- Δίδεται δίστιβη υπεραστική οδός AB. Κατηγορία οδού AIII, ταχύτητα μελέτης  $V_e=72\text{km/h}$ . Αποτελείται από ευθύγραμμο τμήμα  $AA_1$  μήκους 50m, τυπική συναρμογή  $A_1A'_1$  κορυφής  $K_1$ , αντίρροπη κλωθοειδή κορυφής  $A_2A'_2$  κορυφής  $K_2$  και αντίρροπο κυκλικό τόξο  $A_3A'_3 \equiv B$ , κορυφής  $K_3$ . Τα στοιχεία της οριζόντιας γεωμετρίας είναι:
  - $R_1=250\text{m}$ ,  $A_1=200$ ,  $q_1=4\%$ ,  $\Omega_1\Omega'_1=40\text{m}$ .
  - $R_2=180\text{m}$ ,  $A_2=120$ ,  $q_2=5\%$ ,  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}=0,3*V_e$  ή  $L_{\sigma\tau\alpha\theta} \rightarrow 2''$  (μεγαλύτερη τιμή).
  - $R_3=300\text{m}$ ,  $\Delta S = 0,50\%$ ,  $q_3=5\%$ ,  $A_3A'_3 \equiv B = 150\text{m}$ .
  - Πλάτος οδοστρώματος  $b=7,50\text{m}$ , Λωρίδα Καθοδήγησης = 0,25m.





# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (2/12)

## Ζητούνται:

- Ο υπολογισμός των παραμέτρων της οριζοντιογραφίας.
- Ο σχεδιασμός του διαγράμματος των οριογραμμών (περιστροφή περί τον άξονα της οδού – κλίμακα σχεδιασμού: αναγράφεται).
- Ο σχεδιασμός των κατά πλάτος τομών, κατά ΟΜΟΕ, στα σημεία Μ και Ν όπου  $A_2M=50m$  και  $A_3N=30m$ .



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (3/12)

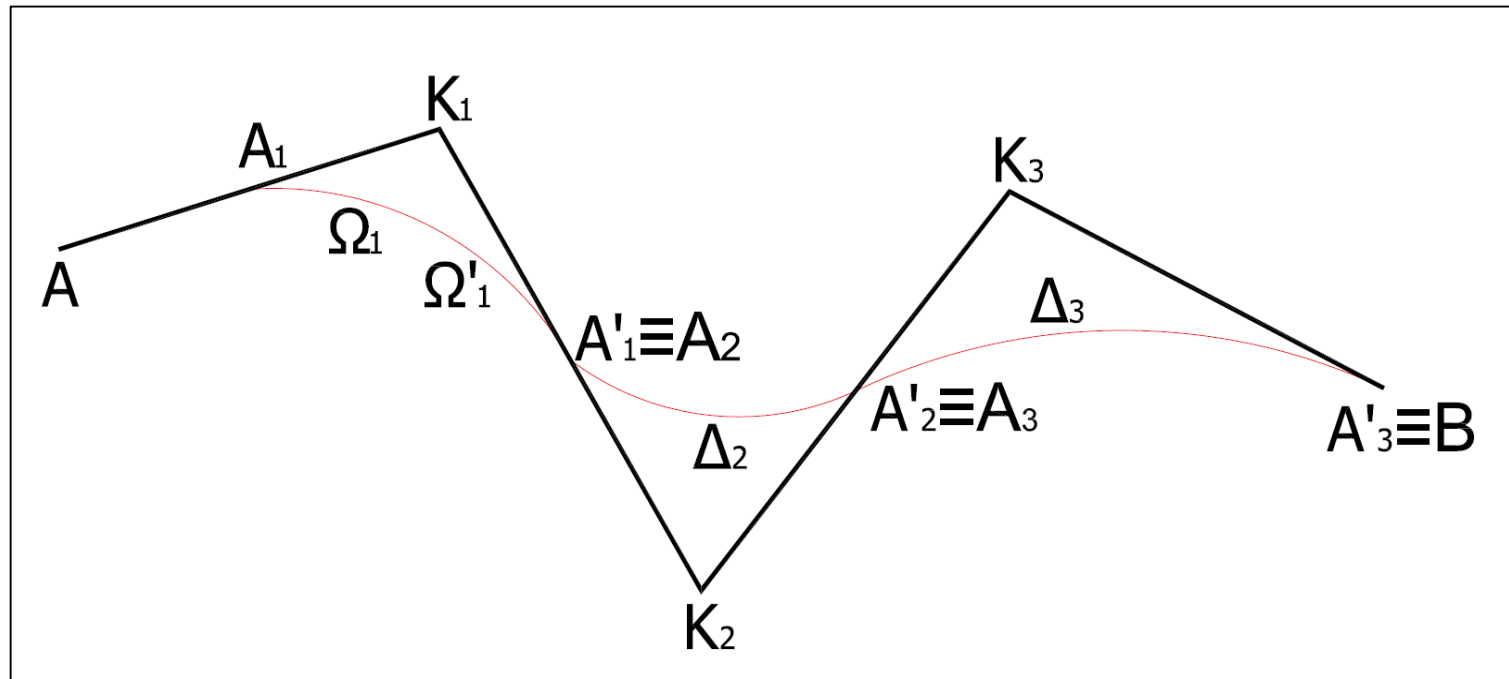
## Χρήσιμοι τύποι και δεδομένα:

- Κλίση εδάφους αριστερά → δεξιά: 30%
- Κλίση πρανών: ορύγματος  $υ:β = 1:1$  και επιχώματος  $υ:β = 1:1,5$
- Ύψους επιχώματος στο  $M=1,0m$  (άξονας)
- Ύψος ορύγματος στο  $N=2,0m$  (άξονας)
- Πλάτος μη σταθεροποιημένου ερείσματος =  $2,0m$



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (4/12)

- Σχεδιάζεται η οριζοντιογραφία



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (5/12)

- Υπολογισμός παραμέτρων οριζοντιογραφίας:
  - Ευθυγραμμία  $AA_1$ 
    - Μήκος  $AA_1=50m$ ,  $q_\alpha=2,5\%$ ,  $\Delta H=b/2 \cdot q_\alpha=0,094m$
  - Καμπύλη  $K_1$ 
    - $L_1=A^2/R=200^2/250=160m$ ,  $A_1A'_1=2 \cdot 160+40=360m$
  - Κλωθοειδής εισόδου  $A\Omega_1$

$$\Delta S_{\varepsilon\xi} = \frac{4 - (2,5)}{160} \cdot 3,5 = 0,14\% < \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

Άρα εφαρμόζεται  $\Delta S_{\min}=0,35\%$  για μήκος  $L = \frac{2,5 - (-2,5)}{0,35} \cdot 3,5 = 50m$

Για το υπόλοιπο μήκος  $160-50=110m \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\xi} = \frac{4-2,5}{110} \cdot 3,5 \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\xi} = 0,048\%$

$$\Delta S_{\varepsilon\sigma} = \frac{4-2,5}{160} \cdot 3,5 \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\sigma} = 0,033\%$$



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (6/12)

- Υπολογισμός παραμέτρων οριζοντιογραφίας:
  - Κλωθοειδής εξόδου (εξωτερική και εσωτερική οριογραμμή)

$$\Delta S = \frac{4 - (0)}{160} \cdot 3,5 = 0,088\% < \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

Άρα εφαρμόζεται  $\Delta S_{\min} = 0,35\%$  για μήκος  $L = \frac{2,5 - 0}{0,35} \cdot 3,5 \rightarrow L = 25,0m$

Για το υπόλοιπο μήκος  $160 - 25 = 135m \rightarrow \Delta S = \frac{4 - 2,5}{135} \cdot 3,5 = \Delta S = 0,039\%$



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (7/12)

- Υπολογισμός παραμέτρων οριζοντιογραφίας:

– Καμπύλη  $K_2$  (κλωθοειδής κορυφής)

$$L_2 = \frac{120^2}{180} \rightarrow L_2 = 80m$$

$$L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot 72 = 21,6 < L_{\sigma\tau\alpha\theta} = \frac{72000}{3600} \cdot 2 = 40m \text{ (εφαρμογή } a_{\max} = 5\%)$$

Μήκος μεταβολής επίκλισης =  $80 - 40 / 2 = 60m$

$$\Delta S(\varepsilon\sigma\omega\tau + \varepsilon\xi\omega\tau) = \frac{5-0}{60} \cdot 3,5 = 0,292\% < \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

Άρα εφαρμόζεται  $\Delta S_{\min}$  για μήκος  $L = \frac{2,5-0}{0,35} \cdot 3,5 = 25m$

Για το υπόλοιπο μήκος  $60 - 25 = 35m \rightarrow \Delta S = \frac{5-2,5}{35} \cdot 3,5 = 0,25\%$



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (8/12)

- Υπολογισμός παραμέτρων οριζοντιογραφίας:
  - Καμπύλη  $K_3$
- Για  $q_{\max} = 5\%$  και  $\Delta S = 0,50$ , ισχύει:

$$L = \frac{q_r - q_a}{\Delta S} \rightarrow L = \frac{5 - 0}{0,50} \cdot 3,5 = 35m$$

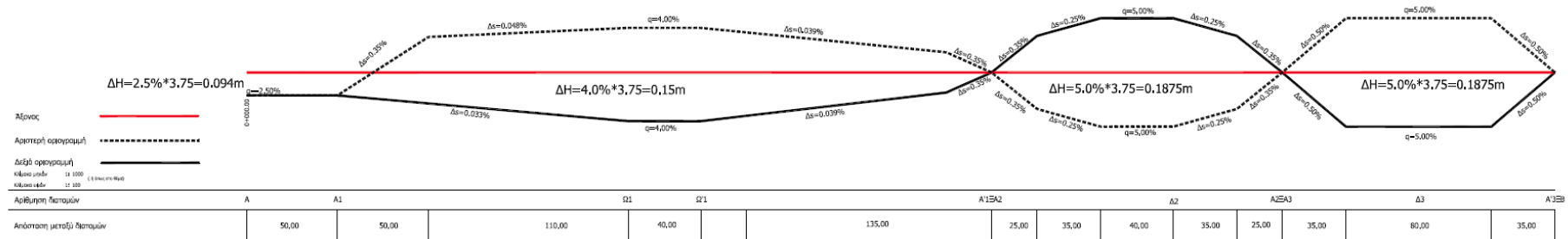
μήκος στο οποίο εφαρμόζεται τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδο της καμπύλης η μεταβολή των επικλίσεων.

Κατά συνέπεια η  $q_{\max} = 5\%$  εφαρμόζεται σε μήκος  $150 - 2 \cdot 35 = 80m$ .



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (9/12)

- Σχεδιάζεται το διάγραμμα οριογραμμών





# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (10/12)

- Επίκλιση του οδοστρώματος στα σημεία M & N
  - Σημείο M

$$A_2M = 50m$$

Το σημείο M βρίσκεται στην κλωθοειδή εισόδου στην καμπύλη  $K_2$  όπου στα πρώτα 25m εφαρμόζεται  $\Delta S_{\min} = 0,35\%$  και στα υπόλοιπα 35m  $\rightarrow \Delta S = 0,25\%$

$$\text{Άρα } q_M (\text{εσωτ} + \text{εξωτ}) \rightarrow 0,25 = \frac{q_M - 2,5}{50 - 25} \cdot 3,5 = 4,29\%$$



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (11/12)

- Επίκλιση του οδοστρώματος στα σημεία M & N
  - Σημείο N

$$A_3N = 30m$$

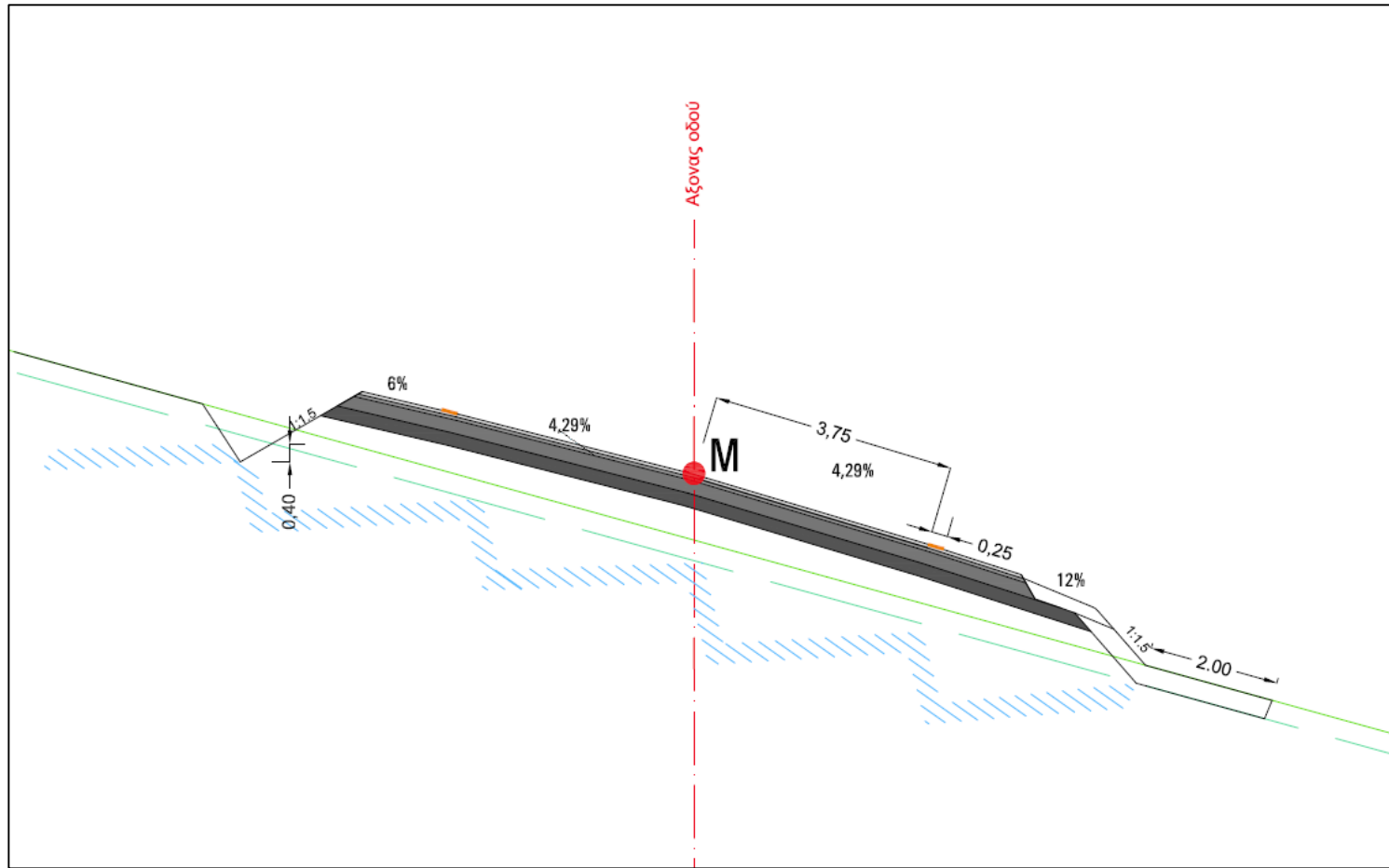
Το σημείο N βρίσκεται εντός του μήκους 35m μεταβολής της επίκλισης στην είσοδο της καμπύλης κορυφής  $K_3$

$$\text{Άρα } q_N (\text{εσωτ} + \text{εξωτ}) \rightarrow 0,50 = \frac{q_N - 0}{30} \cdot 3,5 = 4,29\%$$



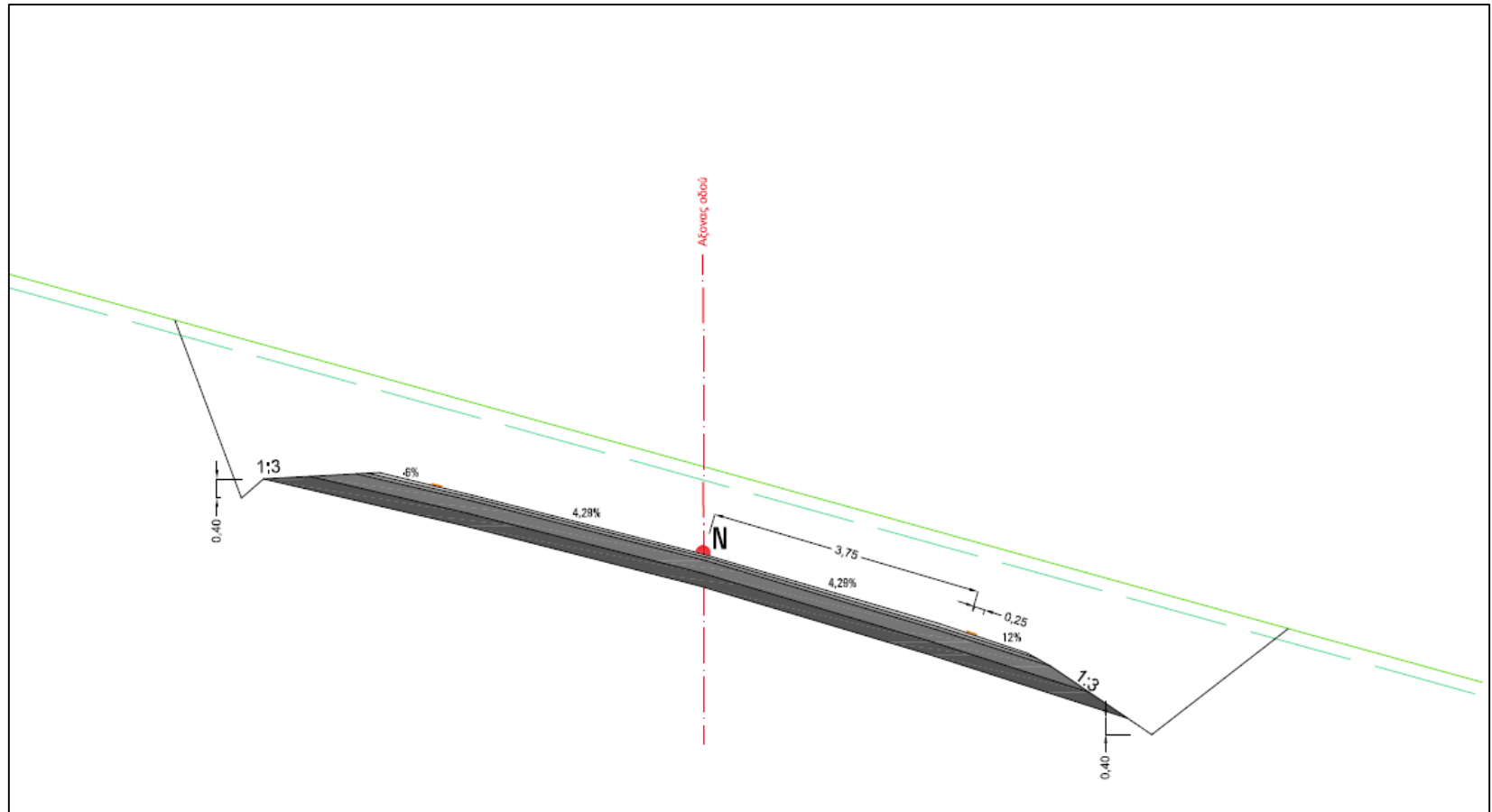
# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (12-α/12)

- Σχεδιάζονται οι διατομές στα σημεία **M** και **N**



# Εφαρμογή 1: Διάγραμμα οριογραμμών – Σχεδιασμός κατά πλάτος τομών (12-β/12)

- Σχεδιάζονται οι διατομές στα σημεία M και N



# Εφαρμογή 1: Πίνακας χωματισμών (1/3)

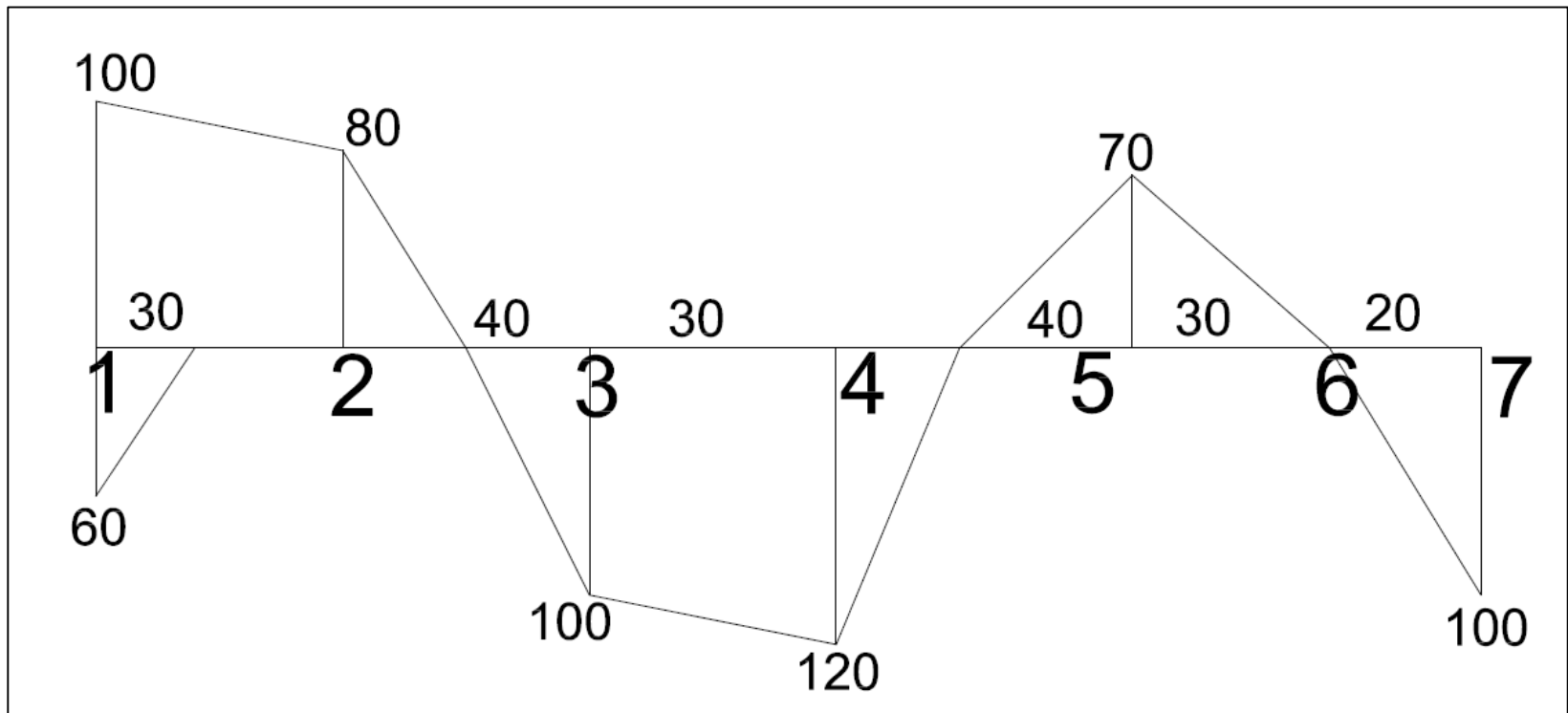
- Να συνταχθεί ο πίνακας των χωματισμών με τη μέθοδο των μέσων επιφανειών με βάση τα παρακάτω δεδομένα.
- Πίνακας χωματισμών

Διατομές	1	2	3	4	5	6	7
Ορύγματα	100	80	-	-	70	-	-
Επιχώματα	60	-	100	120	-	-	100
Αποστάσεις μεταξύ	30	40	30	40	30	20	
Επίπλησμα	1,10	1,0	1,0	1,10	1,10	1,10	



## Εφαρμογή 2: Πίνακας χωματισμών (2/3)

- Σκαρίφημα διάταξης των χωματισμών κατά μήκος της οδού.



# Εφαρμογή 2: Πίνακας χωματισμών (3/3)

- Πίνακας χωματισμών

Διατομές	Αποστάσεις μεταξύ	Ορύγματα			Επιχώματα			Κατάταξη Ορυγμάτων			Συντελεστής επιπλήρωματος	Ορύγματα με επίπληγμα	Ορύγματα χρήσιμα διατομή	Περισεύματα		Αλγεβρικό Άθροισμα Περισευμάτων
		Επιφ.	Μ.Ε.	Κύβοι	Επιφ.	Μ.Ε.	Κύβοι	Γαιώδη	Ημιβραχώδη	Βραχώδη				Ορύγματα	Επιχώματα	
1		100			60											
	30		90	2700		15	450		2700		1,1	2970	450	2520		2520
2		80			-											
	40		20	800		25	1000	800			1	800	800		200	2320
3		-			100											
	30		-	-		110	3300				1	-	-		3300	-980
4		-			120											
	40		17,5	700		30	1200		700		1,1	770	770		430	-1410
5		70														
	30		35	1050		-	-		1050		1,1	1155	-	1155		-255
6		-														
	20		-	-		50	1000				1	-	-		1000	-1255
7		-			100											
				5250			6950									



# Εφαρμογή 3: Πίνακας Χωματισμών (1/3)

- Να συνταχθεί ο πίνακας των χωματισμών με τη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών με βάση τα παρακάτω δεδομένα.

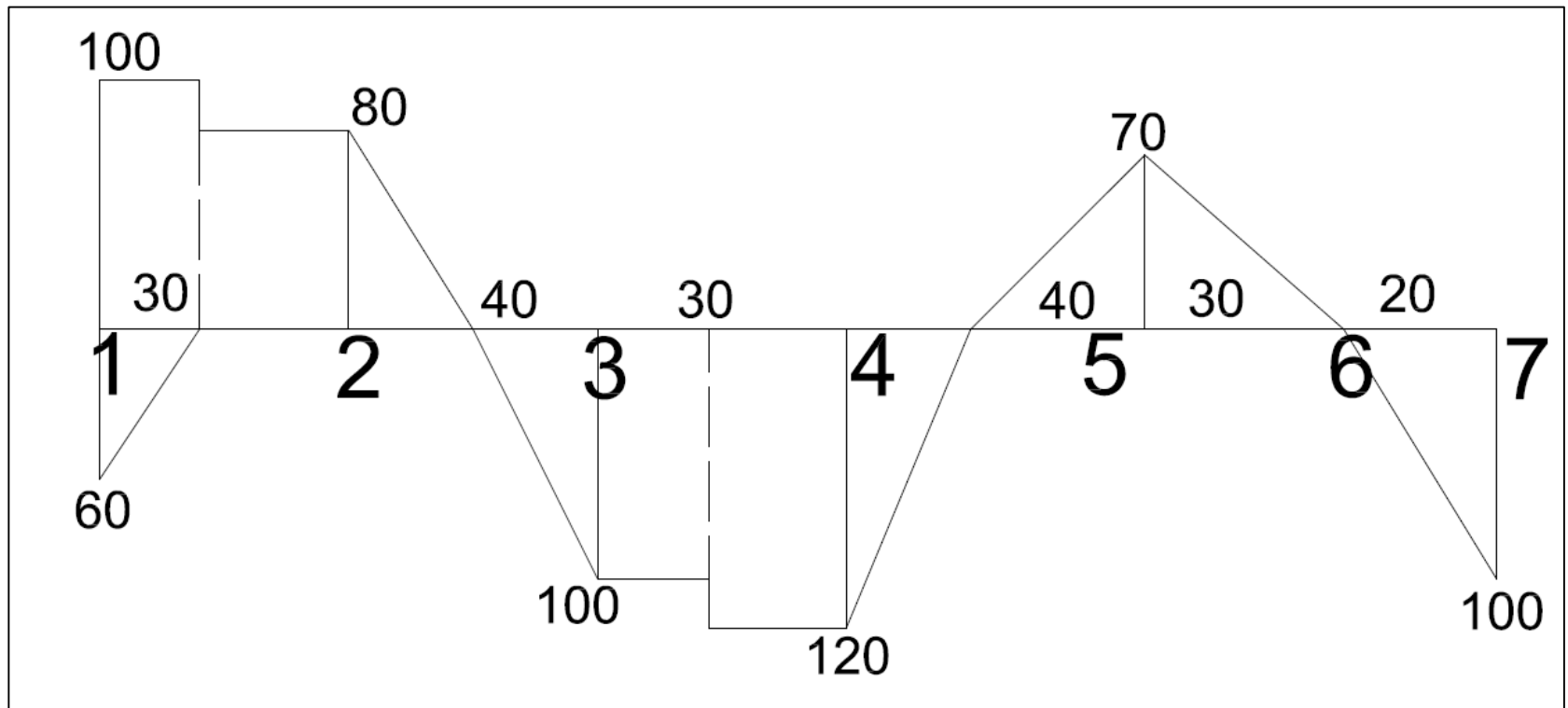
Διατομές	1	2	3	4	5	6	7
Ορύγματα	100	80	-	-	70	-	-
Επιχώματα	60	-	100	120	-	-	100
Αποστάσεις μεταξύ	30	40	30	40	30	20	
Επίπληγμα	1,10	1,0	1,0	1,10	1,10	1,10	





# Εφαρμογή 3: Πίνακας Χωματισμών (2/3)

- Σκαρίφημα διάταξης των χωματισμών κατά μήκος της οδού.



# Εφαρμογή 3: Πίνακας Χωματισμών (3/3)

## • Πίνακας χωματισμών

Διατομές	Αποστάσεις μεταξύ	Ορύγματα			Επιχώματα			Κατάταξη Ορυγμάτων			Συντελεστής επιπλήρωματος	Ορύγματα με επίπληση	Ορύγματα χρήσιμα διατομή	Περισεύματα		Αλγεβρικό Άθροισμα Περισευμάτων
		Επιφ.	Μ.Ε.	Κύβοι	Επιφ.	Μ.Ε.	Κύβοι	Γαιώδη	Ημιβραχώδη	Βραχώδη				Ορύγματα	Επιχώματα	
1		100	15	1500	60	7,5	450		1500		1,1	1650	450	1200		1200
	30															
2		80	25	2000	-	-	-		2000		1,1	2400	-	2000		3200
	40															
3		-	-	-	100	25	2500				1		-		2500	700
	30															
4		-	-	-	120	25	3000				1		-		3000	-2300
	40															
5		70	25	1750	-	-	-				1,15	2012,5	-	2012,5		-287,5
	30															
6		-	-	-	-	-	-				1,1		-	-	-	
	20															
7		-	-	-	100	10	1000				1		-		1000	-1287,5
				5250			7400									



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (1/14)

- Δίδονται οι παρακάτω συντεταγμένες του διαγράμματος Bruckner και ζητείται να συνταχθεί το διάγραμμα και ο πίνακας κίνησης και διανομής των γαιών. Εξισώσεις μεταφορικών μέσων
  - $\Delta_1 = 20 * T$
  - $\Delta_2 = 2 + 10 * T$
  - $\Delta_3 = 4 + 5 * T$
- Κόστος δανείων και αποθέσεων =  $10 \text{€}/\text{m}^3$



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (2/14)

- Πίνακας πλεονασμάτων χωματισμών

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	-700	-400	-600	-100	-300	-150	-250	600	400	700	-100	300	-100	200	400	300

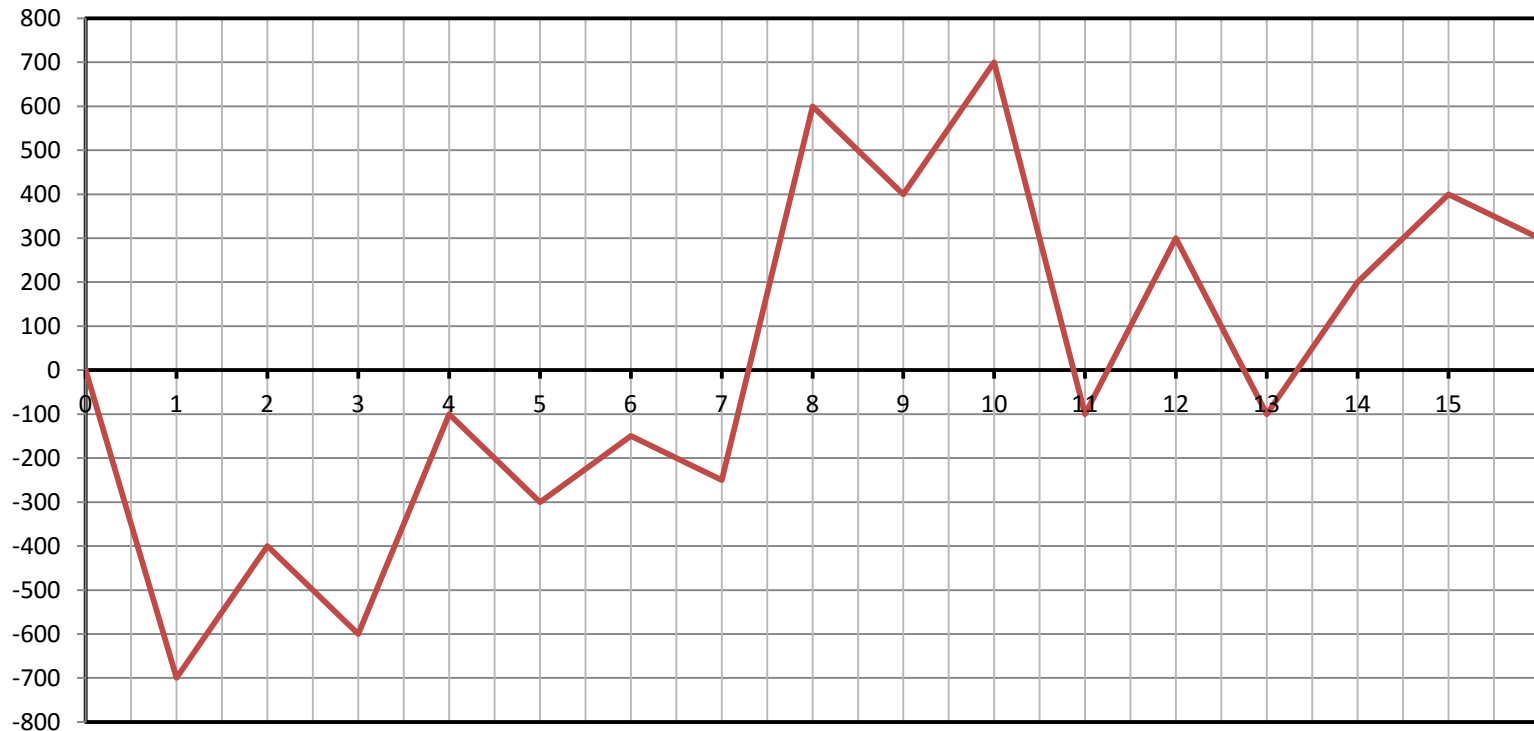
- Κλίμακες

- Μηκών: 1cm ~ 200m
- Υψών: 1cm ~ 100m<sup>3</sup>



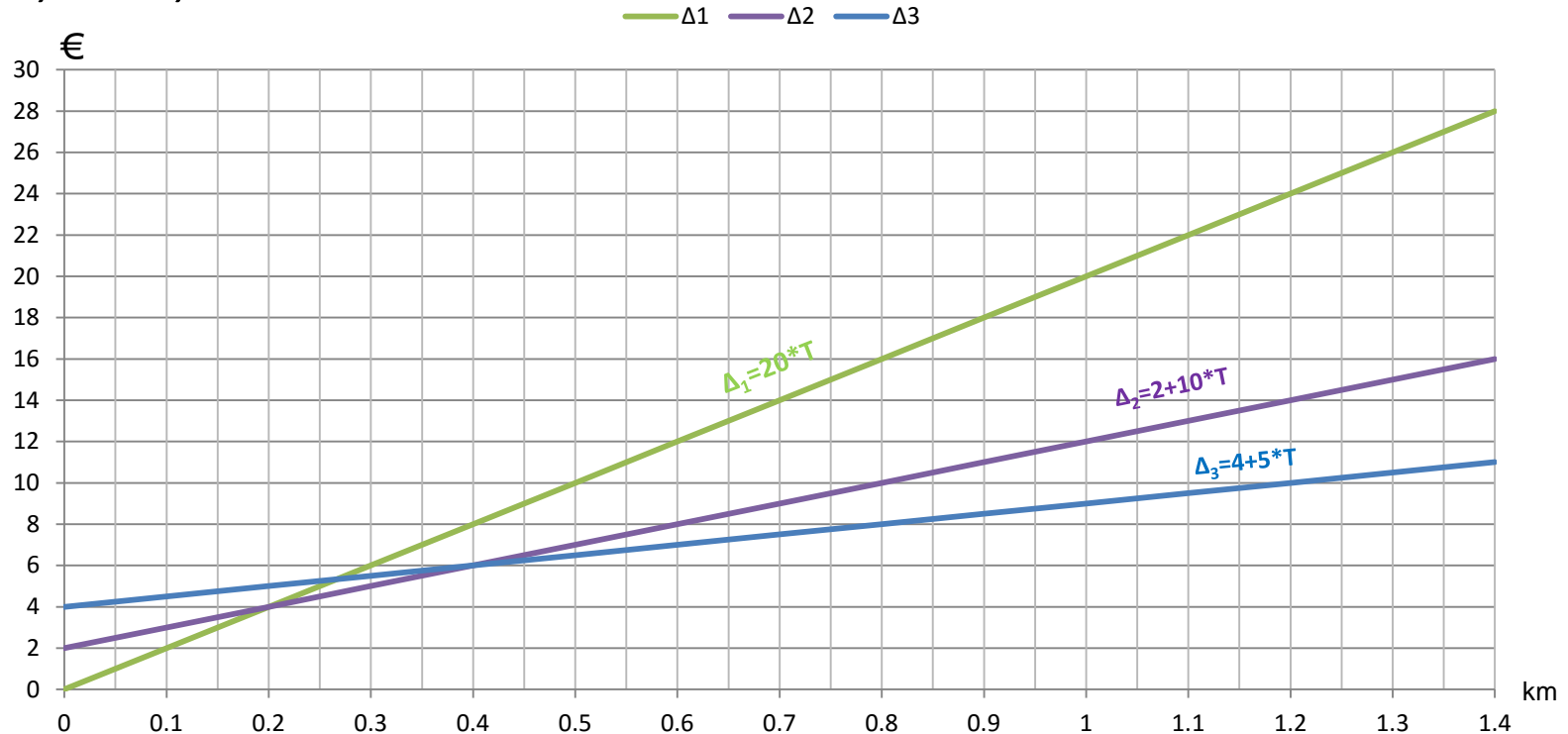
# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3/14)

- Το πρώτο βήμα αφορά στο σχεδιασμό του διαγράμματος Bruckner βάσει των συντεταγμένων που μας δίνονται στην εκφώνηση της Εφαρμογής.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (4/14)

- Εφόσον ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός του διαγράμματος Bruckner, ακολουθεί η διαδικασία της σχεδίασης των γραφικών παραστάσεων των εξισώσεων των μεταφορικών μέσων (Διάγραμμα μεταφορικών μέσων). Στο στάδιο αυτό, γίνεται αντιληπτό πως οι γραφικές παραστάσεις των μεταφορικών μέσων τέμνονται μεταξύ τους.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (5/14)

- Η γενική μορφή των εξισώσεων των μεταφορικών μέσων είναι:  $\Delta = \alpha + \beta \cdot T$ ,
- Όπου
  - $\Delta$  = η δαπάνη μεταφοράς
  - $\alpha$  = η δαπάνη για φόρτωση  $1\text{m}^3$
  - $\beta$  = η δαπάνη για μεταφορά  $1\text{m}^3$  σε απόσταση  $1\text{ km}$
  - $T$  = η απόσταση μεταφοράς σε  $\text{km}$
- Η ισότητα των εξισώσεων των μεταφορικών μέσων μας προσδιορίζει τις οριακές αποστάσεις για κάθε μεταφορικό μέσο και συνήθως συμβολίζεται ως  $T_{op}$ .



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (6/14)

- Έτσι θα πρέπει να επικεντρωθούμε στα σημεία τομής των γραφικών παραστάσεων των εξισώσεων των μεταφορικών μέσων. Αυτό συμβαίνει διότι στα σημεία αυτά, το κόστος μεταφοράς των μεταφορικών μέσων είναι ίσες, επομένως είναι αναγκαίο να υπολογίσουμε τα σημεία αυτά. Με βάση την εκφώνηση, σύμφωνα με τις εξισώσεις των μεταφορικών μέσων ισχύουν τα εξής:

$$\Delta_1 = \Delta_2 \rightarrow 20 \cdot T = 2 + 10 \cdot T \rightarrow T_{op(\Pi)} = 0,2$$

$$\Delta_2 = \Delta_3 \rightarrow 2 + 10 \cdot T = 4 + 5 \cdot T \rightarrow T_{op(X)} = 0,4$$

Το  $T_{op(A)}$  προκύπτει από την προβολή της δαπάνης αποθέσεων ή/ και δανείων στην ευθεία  $\Delta_3$  του αυτοκινήτου και τον προσδιορισμό της τετμημένης του σημείου προβολής στη  $\Delta_3$ .



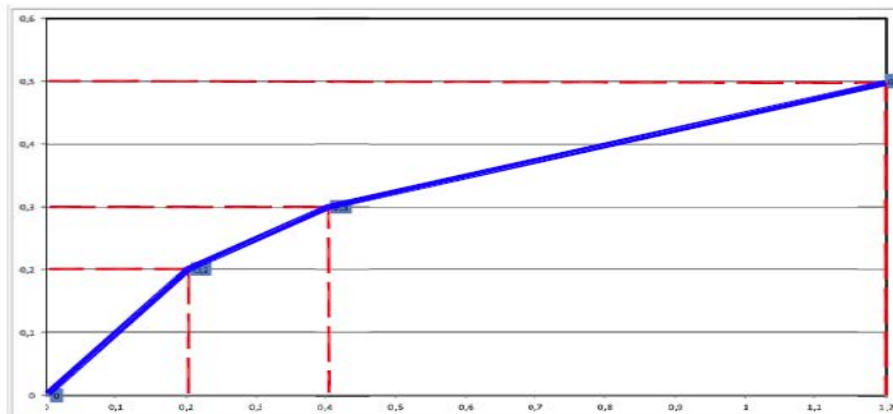
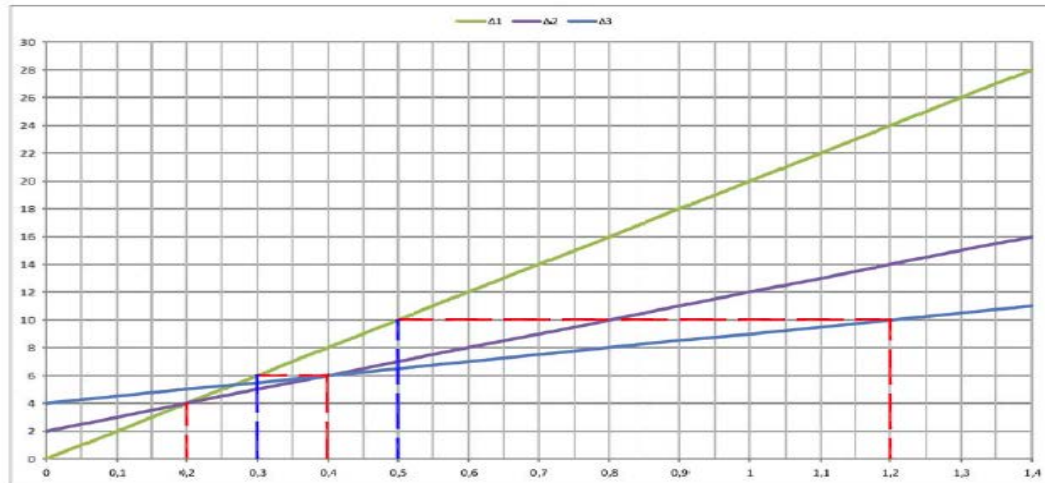


# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (7/14)

- Στη συνέχεια σχεδιάζουμε το διάγραμμα αναγωγής σε ένα μεταφορικό μέσο (Πρωθητήρα) στο οποίο θεωρούνται ως τετμημένες οι τετμημένες των σημείων τομής που προσδιορίσαμε (δηλαδή τα  $T_{op}$ ) και τεταγμένες τις τετμημένες των προβολών των σημείων προβολών των εξισώσεων στην εξίσωση του πρωθητή  $\Delta_1$  στο διάγραμμα των μεταφορικών μέσων.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (8/14)



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (9/14)

- Για να προσδιορίσουμε τη θέση των γραμμών διανομής πηγαίνουμε σε κάθε φάτνωμα που σχηματίζεται στο διάγραμμα Bruckner και μετρούμε τα μήκη των χορδών των κυρτωμάτων και των κοιλωμάτων. Τα μήκη αυτά, έστω  $a$ , τα τοποθετούμε στο διάγραμμα αναγωγής σε ένα μεταφορικό μέσο (Πρωθητήρας) ως τετμημένες και οι αντίστοιχες τεταγμένες ορίζουν τα μήκη αναγωγής (ανηγμένα μήκη) σε ένα μεταφορικό μέσο (δηλαδή στον Πρωθητήρα).
- Στη συνέχεια αναλόγως με τον αριθμό των φατνωμάτων, δηλαδή αν είναι άρτιος ή περιττός, προσδιορίζουμε τη θέση των γραμμών διανομής στο διάγραμμα Bruckner. Η εύρεση της θέσης της γραμμής διανομής μπορεί να απαιτεί πολλές επαναλήψεις.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα κίνησης και διανομής γαιών (10/14)

- Ακολουθεί το στάδιο της τοποθέτησης του κατάλληλου μεταφορικού μέσου που θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά. Επομένως σε κάθε φάτνωμα τοποθετούμε την απόσταση που υπολογίσαμε από την επίλυση των εξισώσεων των μεταφορικών μέσων, δηλαδή τα  $T_{op}$ .
- Αρχικά τοποθετούμε τον Προωθητή, στη συνέχεια τον Χωματοσυλλέκτη και τέλος το Αυτοκίνητο. Οι αποστάσεις από τη γραμμή διανομής ως τη γραμμή του διαγράμματος Bruckner που δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν από κάποιο μεταφορικό μέσο είναι Αποθέσεις ή Δάνεια αναλόγως αν ανήκουν σε ανιόντα ή κατιόντα κλάδο αντίστοιχα.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (11/14)

- Στο τελευταίο στάδιο πραγματοποιείται η σύνταξη του Πίνακα Κίνησης και Διανομής των γαιών. Η σύνταξη του εν λόγω πίνακα απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.
- Για κάθε μεταφορικό μέσο υπάρχουν 4 στήλες {ΑΠΟ, ΕΩΣ, ΚΥΒΟΙ, ΡΟΠΕΣ} εκ των οποίων οι 2 πρώτες {ΑΠΟ, ΕΩΣ} αναφέρονται στη χιλιομετρική απόσταση χρήσης των μεταφορικών μέσων, η 3<sup>η</sup> {ΚΥΒΟΙ} στον όγκο των χωματισμών που μεταφέρονται και η 4<sup>η</sup> στις ΡΟΠΕΣ που προκύπτουν από τον υπολογισμό του εμβαδού του γεωμετρικού σχήματος στο οποίο χρησιμοποιείται το κάθε μεταφορικό μέσο (π.χ. τρίγωνο, τραπέζιο).
- Στον πίνακα κίνησης και διανομής γαιών υπάρχουν 3 στήλες {ΑΠΟ, ΕΩΣ, ΚΥΒΟΙ} για τις Αποθέσεις και τα Δάνεια.
- Τέλος υπολογίζεται η μέση απόσταση μεταφορά (ΜΑΜ), η μέση δαπάνη ανά  $m^3$  (ΜΔΜ), η μερική δαπάνη για κάθε μεταφορικό μέσο (ΜερΔ) καθώς και για τη μεταφορά αποθέσεων και δανείων και τέλος η συνολική δαπάνη (ΣΔ) μεταφοράς των χωματισμών.



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (12/14)

- Η ΜΑΜ υπολογίζεται για κάθε μεταφορικό μέσο από τη σχέση:

$$MAM_i = \frac{ΡΟΠΕΣ_i}{ΚΥΒΟΙ_i}$$

- Η ΜΔΜ υπολογίζεται για κάθε μεταφορικό μέσο από τη σχέση:

$$\Delta_i = a_i + \beta_i$$

όπου όμως ως Τ χρησιμοποιούμε τη ΜΑΜ<sub>ι</sub>.

- Η ΜερΔ υπολογίζεται για κάθε μεταφορικό μέσο από τη σχέση:

$$ΜερΔ_i = ΜΔ_i Μ \cdot ΚΥΒΟΙ_i$$

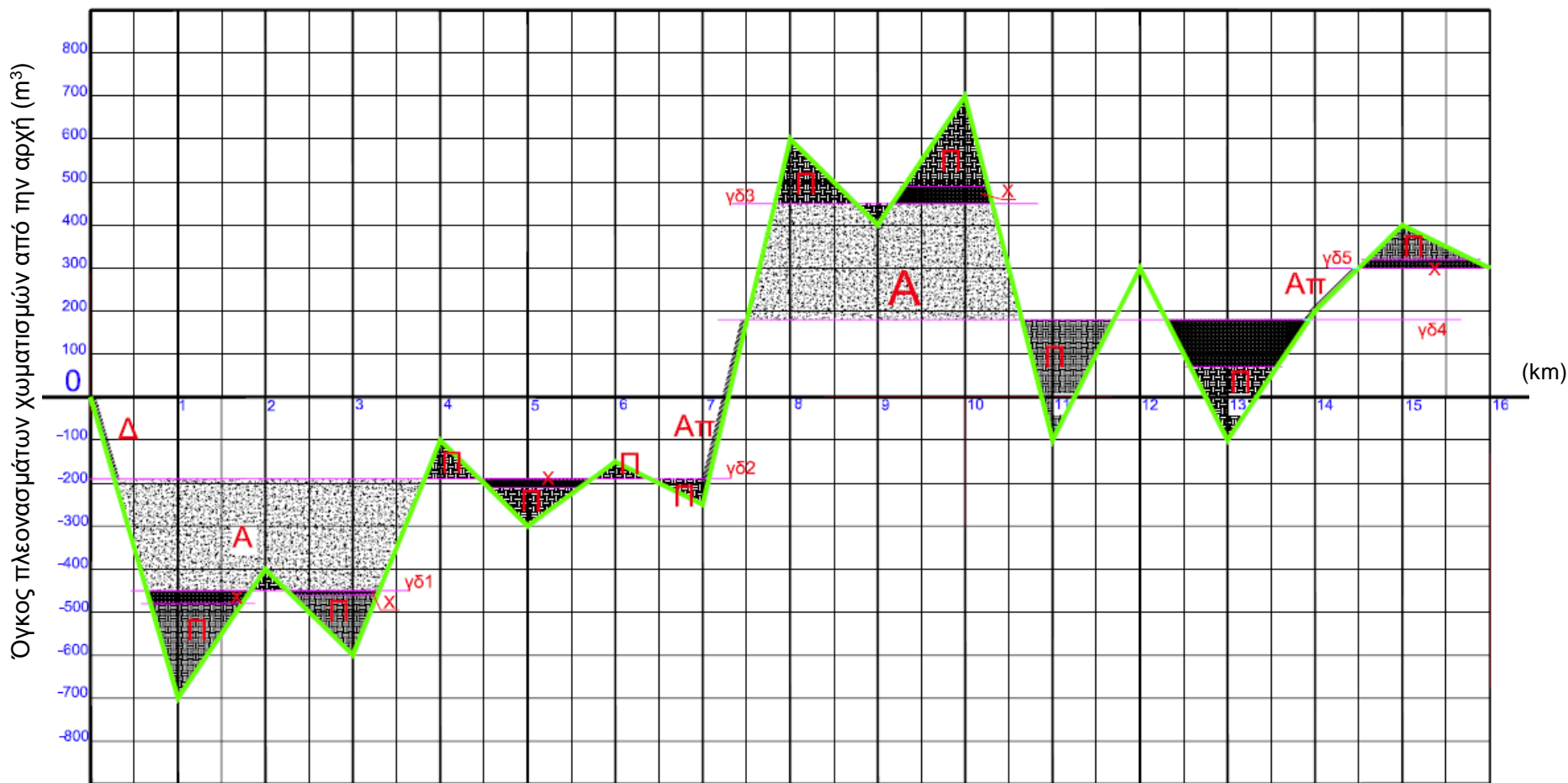
- Η ΣΔ υπολογίζεται από το άθροισμα των δαπανών μεταφοράς για κάθε μέσο από τη σχέση:

$$\Sigma\Delta_i = \sum ΜερΔ_i$$



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (13/14)

Απ.: Αποθέσεις, Δ: Δάνεια,  Πρωθητήρας,  Χωματοσυλλέκτης,  Αυτοκίνητο



# Εφαρμογή 4: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (14/14)

ΠΡΟΦΩΤΗΡΑΣ			
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΚΥΒΟΙ	ΡΟΠΕΣ
0-140	0-340	220	22,00
0-360	0-430	50	1,75
0-450	0-650	150	15,00
0-760	0-880	90	5,40
0-900	1-100	90	9,00
1-140	1-280	40	2,80
1-280	1-420	60	4,20
1-560	1-740	150	13,50
1-740	1-840	50	2,50
1-840	2-050	210	22,05
2-130	2-330	280	28,00
2-330	2-460	120	7,80
2-520	2-720	170	17,00
2-930	3-130	70	7,00
		1750	158

ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ			
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΚΥΒΟΙ	ΡΟΠΕΣ
0-130	0-360	30	6,45
0-890	1-140	20	4,5
1-830	2-060	40	8,6
2-460	2-780	80	20,8
2-900	3-200	30	7,5
		200	47,85

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ			
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΚΥΒΟΙ	ΡΟΠΕΣ
0-060	0-760	260	159,9
1-500	2-130	270	152,6
		530	312,5

ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ		
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΚΥΒΟΙ
1-420	1-500	370
2-780	2-900	120
		490

ΔΑΝΕΙΑ		
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΚΥΒΟΙ
0-000	0-060	190
		190

$$MAM_{\text{ΠΡΟΦΩΤΗΡΑΣ}} = \frac{\text{ΡΟΠΕΣ}}{\text{ΚΥΒΟΙ}} = \frac{158}{1750} = 0,09 \text{ km}$$

$$MAM_{\text{ΠΡΟΦΩΤΗΡΑΣ}} = 20 \cdot T = 20 \cdot 0,09 = 1,8 \text{ € / m}^3$$

$$Μερ\Delta_{\text{ΠΡΟΦΩΤΗΡΑΣ}} = \text{ΚΥΒΟΙ} \cdot MAM_{\text{ΠΡΟΦΩΤΗΡΑΣ}} = 1750 \cdot 1,8 = 3150 \text{ €}$$

$$MAM_{\text{ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ}} = \frac{\text{ΡΟΠΕΣ}}{\text{ΚΥΒΟΙ}} = \frac{47,85}{200} = 0,24 \text{ km}$$

$$MAM_{\text{ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ}} = 2 + 10 \cdot T = 2 + 10 \cdot 0,24 = 4,4 \text{ € / m}^3$$

$$Μερ\Delta_{\text{ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ}} = \text{ΚΥΒΟΙ} \cdot MAM_{\text{ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ}} = 200 \cdot 4,4 = 880 \text{ €}$$

$$MAM_{\text{ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ}} = \frac{\text{ΡΟΠΕΣ}}{\text{ΚΥΒΟΙ}} = \frac{312,5}{500} = 0,59 \text{ km}$$

$$MAM_{\text{ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ}} = 4 + 5 \cdot T = 4 + 5 \cdot 0,59 = 6,95 \text{ € / m}^3$$

$$Μερ\Delta_{\text{ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ}} = \text{ΚΥΒΟΙ} \cdot MAM_{\text{ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ}} = 530 \cdot 6,95 = 3683,50 \text{ €}$$

$$\text{ΚΥΒΟΙ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ} + \text{ΚΥΒΟΙ ΔΑΝΕΙΩΝ} = 680 \text{ m}^3$$

$$MAM = 10 \text{ € / m}^3$$

$$Μερ\Delta = 680 \cdot 10 = 6800 \text{ €}$$

$$\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ} = 3150 + 880 + 3683,50 + 680 = 14513,50 \text{ €}$$



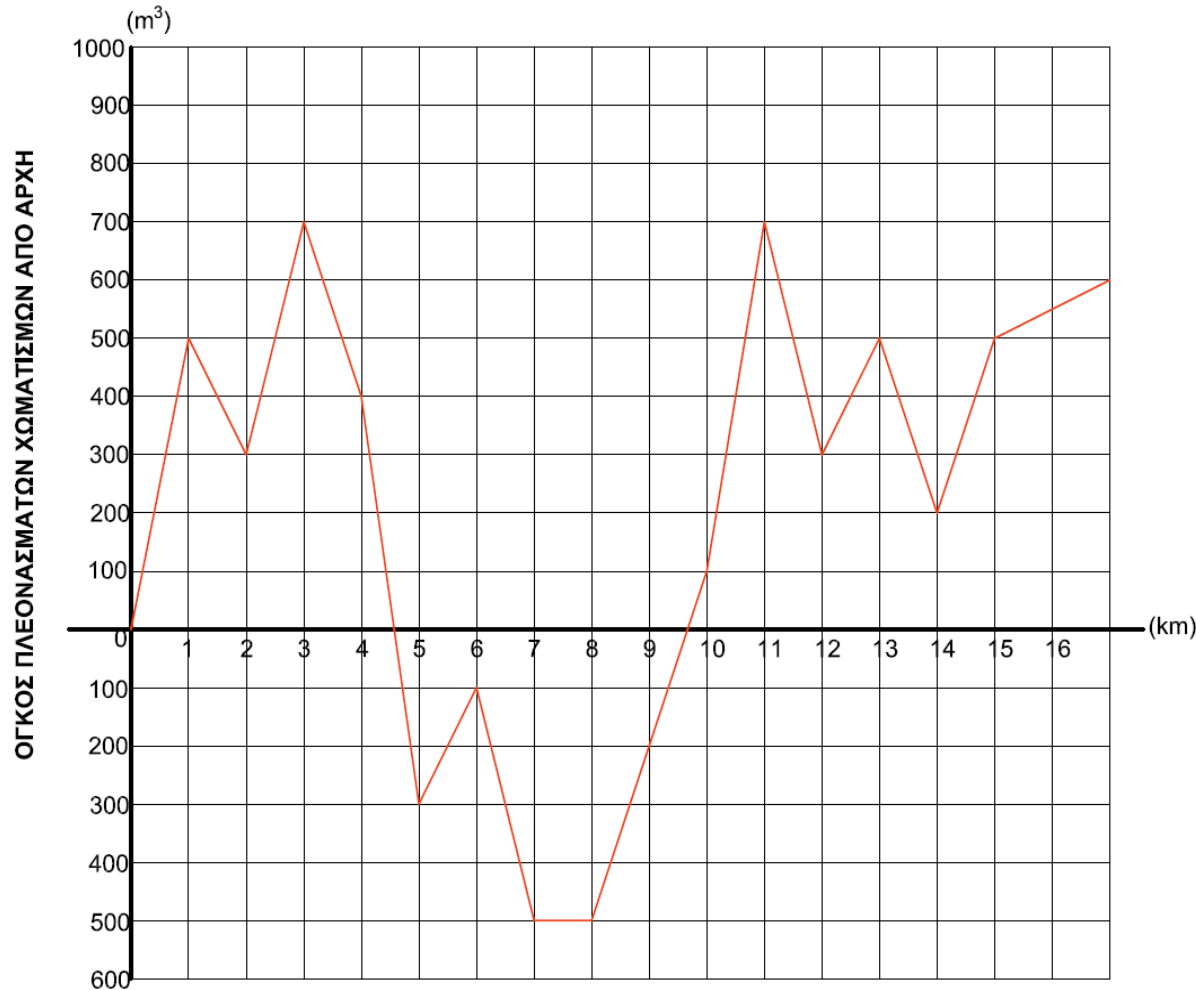


# Εφαρμογή 5: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης διανομής γαιών (1/5)

- Δίδεται το παρακάτω διάγραμμα Bruckner και οι εξισώσεις μεταφορικών μέσων  $\Delta_1=20 \cdot T$ ,  $\Delta_2=3+5 \cdot T$ ,  $\Delta_3=5+T$ . Το κόστος των δανείων ή/ και των αποθέσεων είναι  $8\text{€}/\text{m}^3$ . Με δεδομένο ότι ο άξονας  $X$  αποτελεί γραμμή διανομής, να προσδιορισθούν οι λοιπές γραμμές διανομής και να συνταχθεί ο πίνακας διανομής και κίνησης των γαιών.
- Κλίμακες διαγράμματος Bruckner: μηκών  $1\text{cm} \approx 100\text{m}$ , υψών  $1\text{cm} \approx 100\text{m}^3$ .
- Κλίμακες διαγράμματος αναγωγής και μεταφορικών μέσων: μηκών  $1\text{cm} \approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm} \approx 2 \text{€}$ .

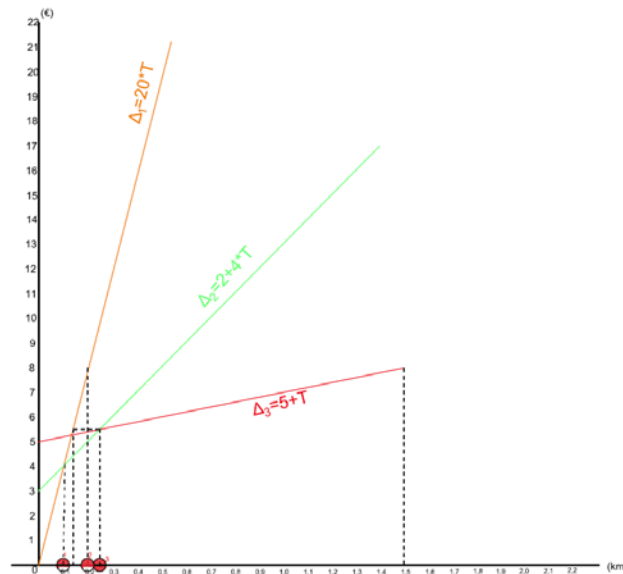


# Εφαρμογή 5: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης διανομής γαιών (2/5)

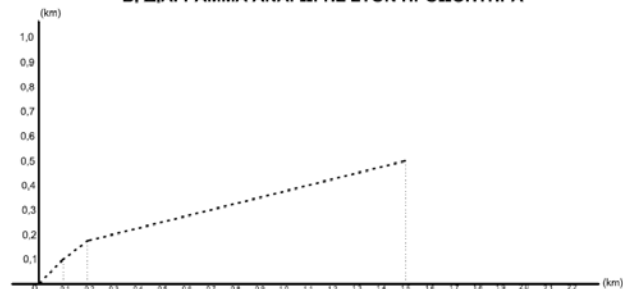


# Εφαρμογή 5: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης διανομής γαιών (3/5)

Α. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕΣΩΝ

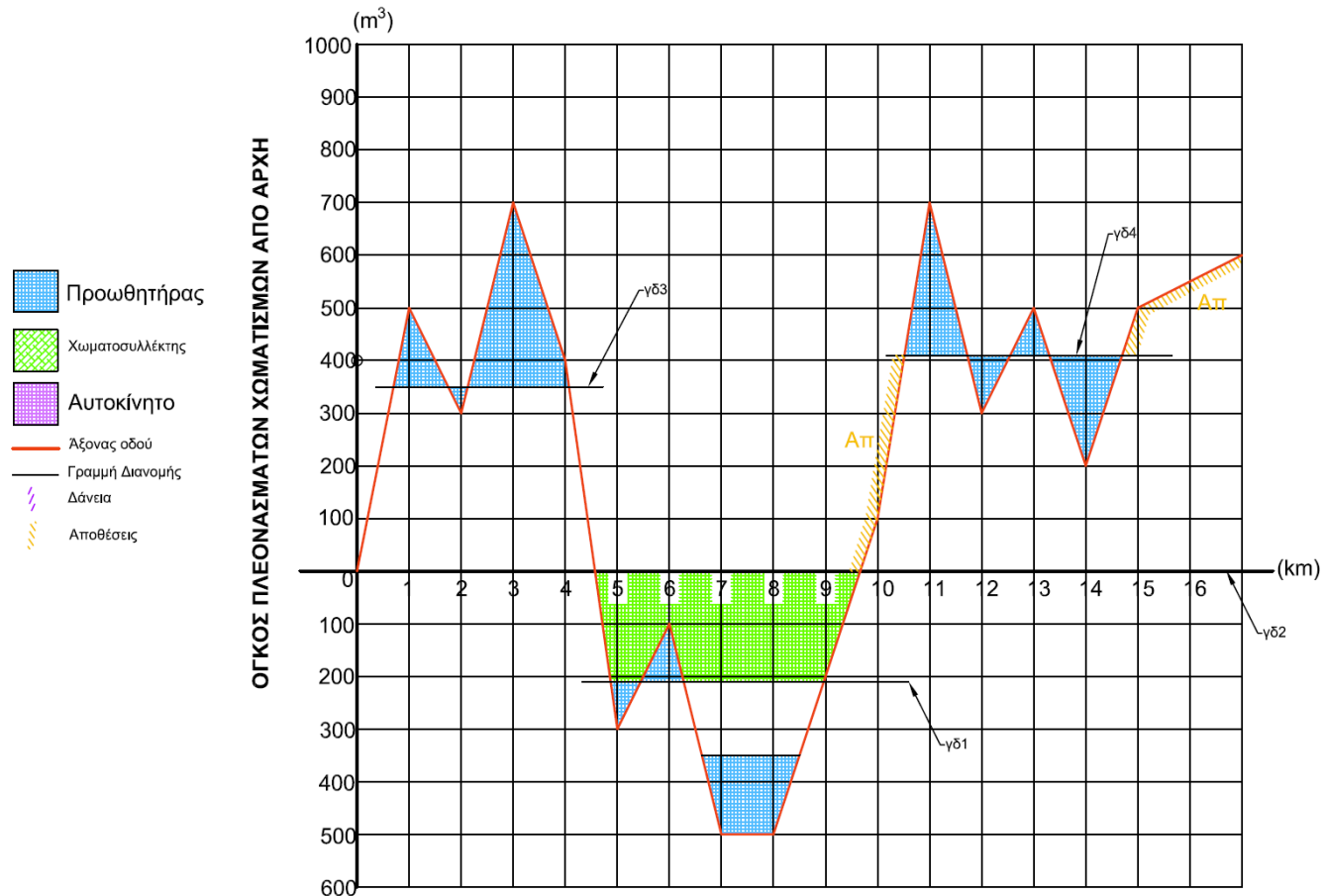


Β. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΘΗΤΗΡΑ



# Εφαρμογή 5: Διάγραμμα και πίνακας κίνησης διανομής γαιών (4/5)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΓΑΙΩΝ



Οδοποιία II

Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



# Εφαρμογή 5: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (5/5)

Πρωθητήρας				Χωματοσυλέκτης				Αποθέσεις			Δάνεια		
Από	Έως	Κύβοι	Ροπές	Από	Έως	Κύβοι	Ροπές	Από	Έως	Κύβοι	Από	Έως	Κύβοι
0+080	0+170	130	5,85	0+000	0+460	370	146,15						
								0+970	1+050	400			
0+170	0+220	70	1,75	0+460	0+970	160	75,2						
								1+470	1+600	200			
0+220	0+410	330	31,35	0+620	0+910	140	34,3						
0+480	0+570	140	6,3										
0+570	0+620	60	1,5										
0+650	0+870	200	30										
1+050	1+170	300	18										
1+170	1+250	100	4										
1+250	1+330	100	4										
1+330	1+470	200	14										
Σύνολο		1630	116,75			670	255,65			600			
MAMΠΡΩΘΗΤΗΡΑ		70				0,38							
MΔMMAMΠΡΩΘΗΤΗΡΑ		461,4€/m <sup>3</sup>				4,91€/m <sup>3</sup>			8€/m <sup>3</sup>				
Μερ. Δαπ. MAMΠΡΩΘΗΤΗΡΑ		2282				3290			4800				

Συν. Δαπ. = 10.372€



# Εφαρμογή 6: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (1/5)

- Δίδονται οι συντεταγμένες του διαγράμματος κίνησης και διανομής των γαιών, το οριακό μήκος του αυτοκινήτου  $T_{\text{οραυτ}}=1,8\text{km}$  και το διάγραμμα αναγωγής στον προωθητήρα. Η κίνηση και διανομή των γαιών θα γίνει με προωθητήρα, χωματοσυλλέκτη και αυτοκίνητο.
- Ζητείται να συνταχθεί το διάγραμμα κίνησης και διανομής των γαιών, να προσδιορισθούν οι θέσεις των γ.δ. και να υπολογισθούν οι μέσες αποστάσεις μεταφοράς για τα τρία μέσα μεταφοράς.
- Κλίμακες μηκών  $1\text{cm}\approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm}\approx 100\text{m}^3$ .
- Κλίμακες μηκών διαγράμματος αναγωγής:  $1\text{cm}\approx 200\text{m}$ .



# Εφαρμογή 6: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (2/5)

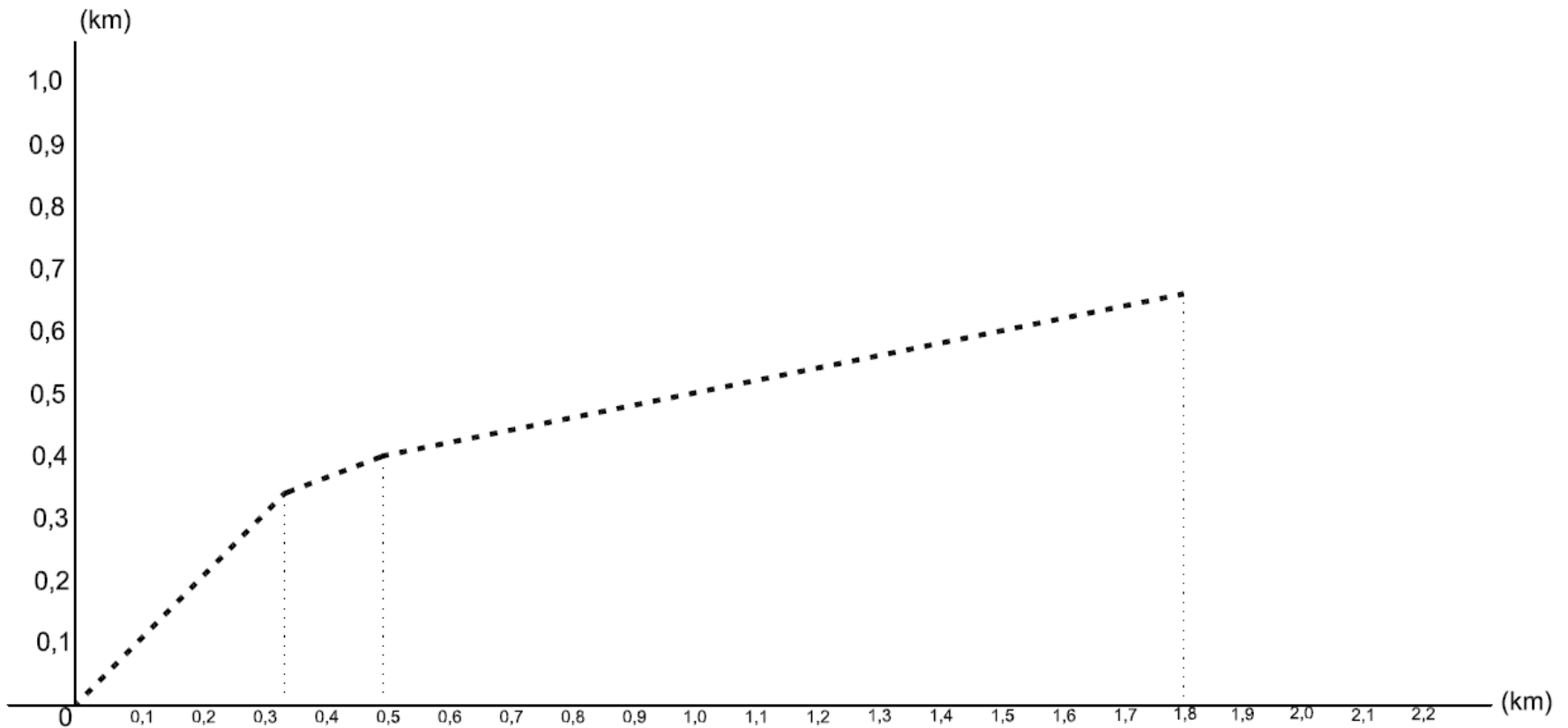
- Πίνακας πλεονασμάτων χωματισμών

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-500	-900	-600	-800	-300	-500	-200	-600	-100	+300	+200	+500	+400	+100	-200	-300	-100



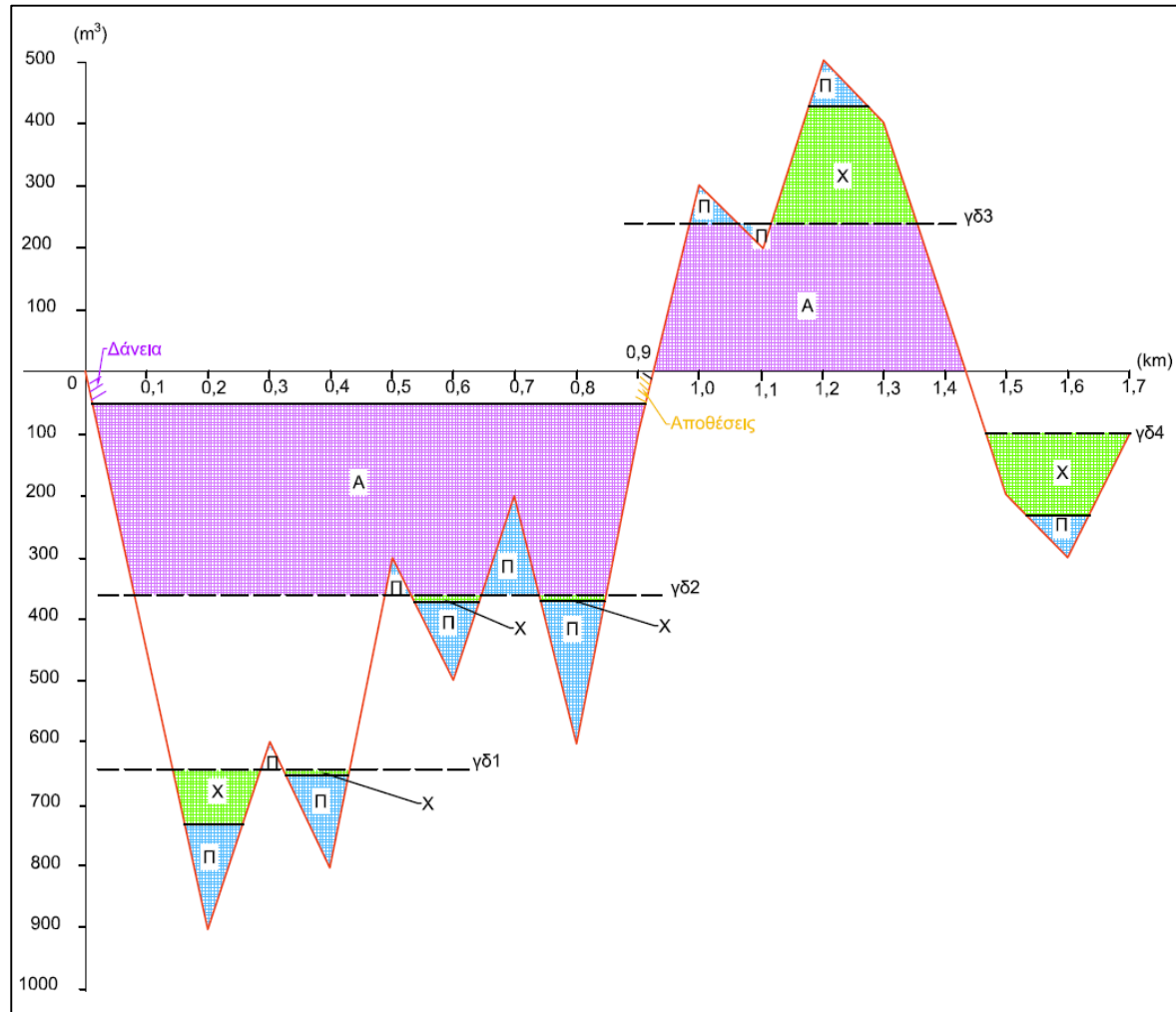
# Εφαρμογή 6: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3/5)

## Β. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΩΘΗΤΗΡΑ





# Εφαρμογή 6: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (4/5)





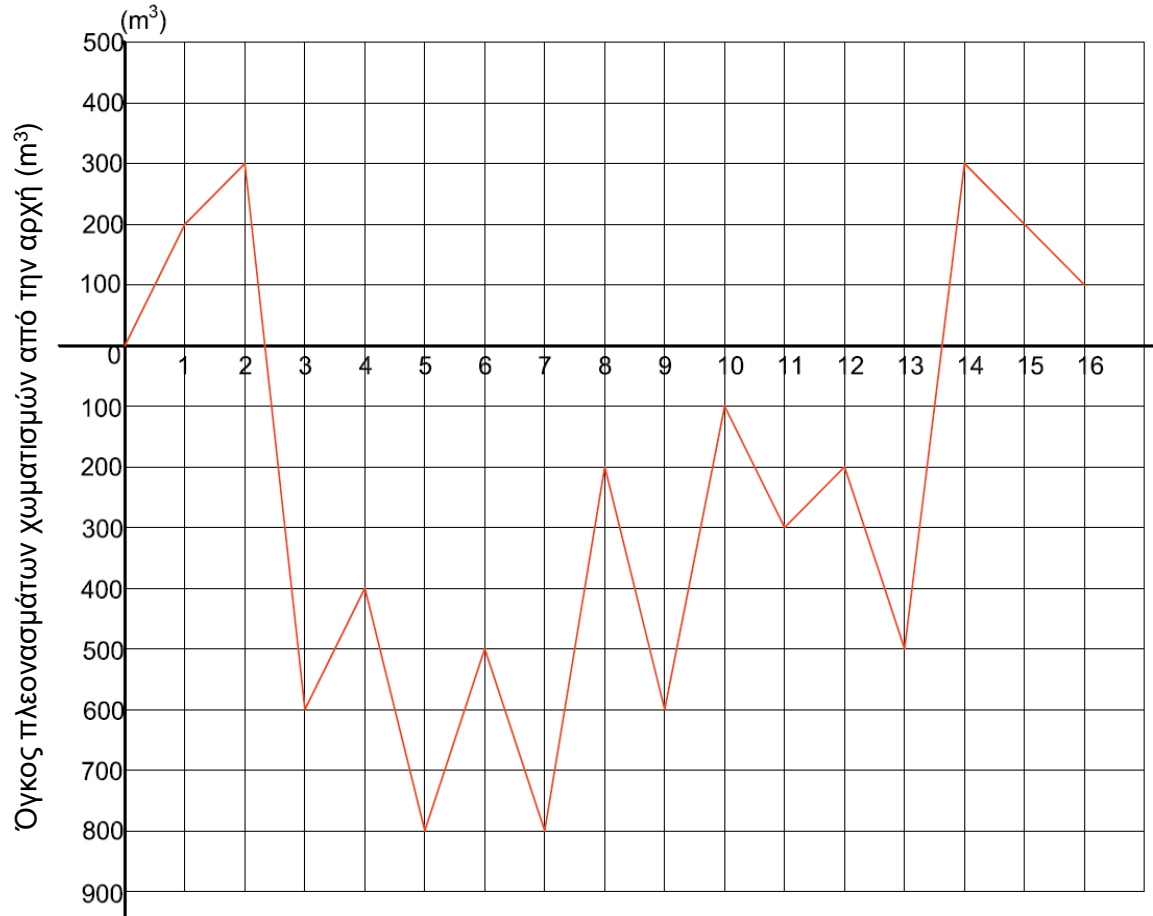
# Εφαρμογή 7: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (1/5)

- Δίδεται το διάγραμμα Bruckner και οι εξισώσεις των μεταφορικών μέσων  $\Delta_1=10*T$ ,  $\Delta_2=2+4*T$ ,  $\Delta_3=3+2*T$ . Το κόστος δανείων ή/ και των αποθέσεων είναι  $7,5\text{€/m}^3$ .
- Να προσδιορισθούν οι γραμμές διανομής και να συνταχθεί ο πίνακας κίνησης και διανομής των γαιών.
- Κλίμακες μηκών  $1\text{cm}\approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm}\approx 100\text{m}^3$ .
- Κλίμακες μηκών διαγράμματος αναγωγής:  $1\text{cm}\approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm}\approx 2\text{€}$ .

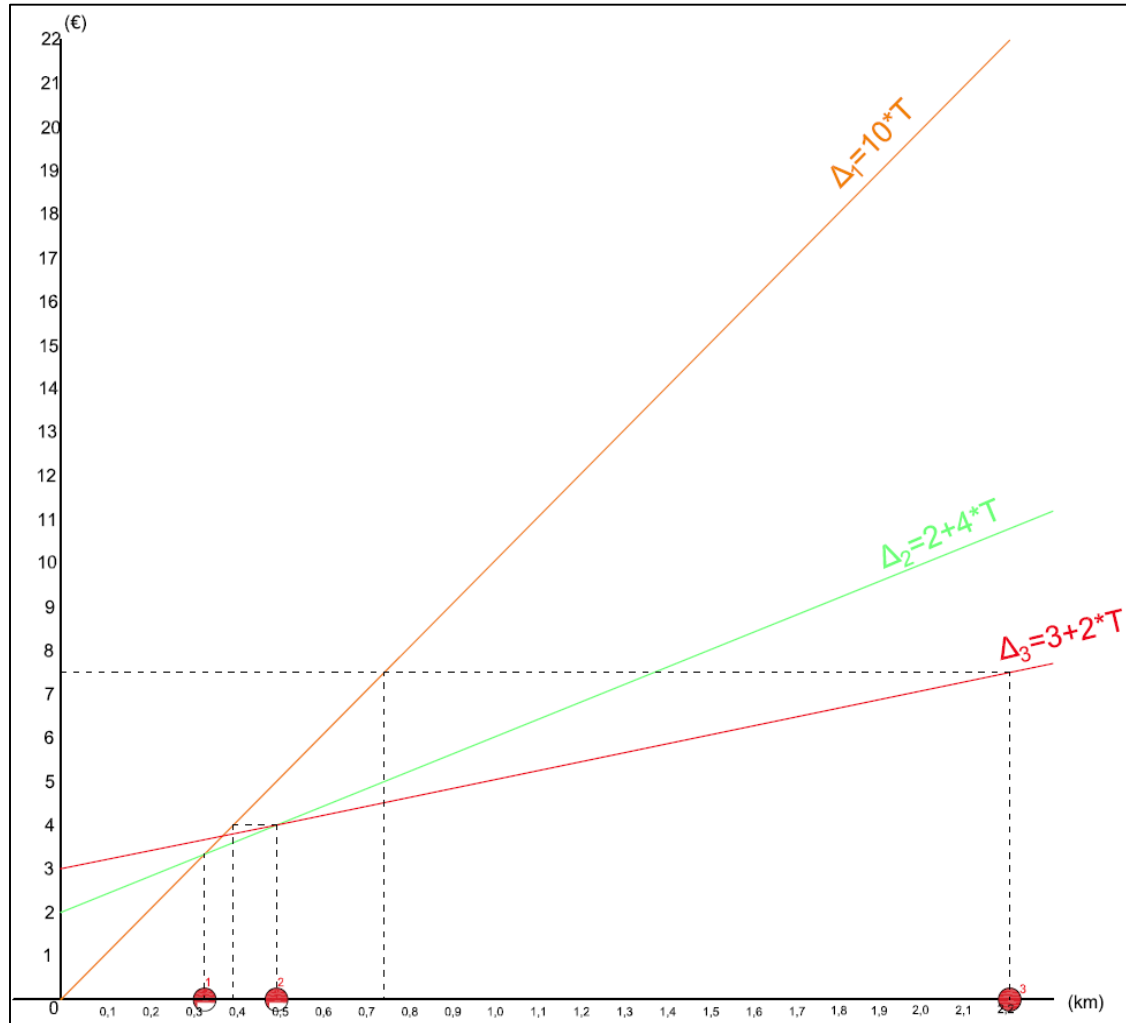


# Εφαρμογή 7: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (2/5)

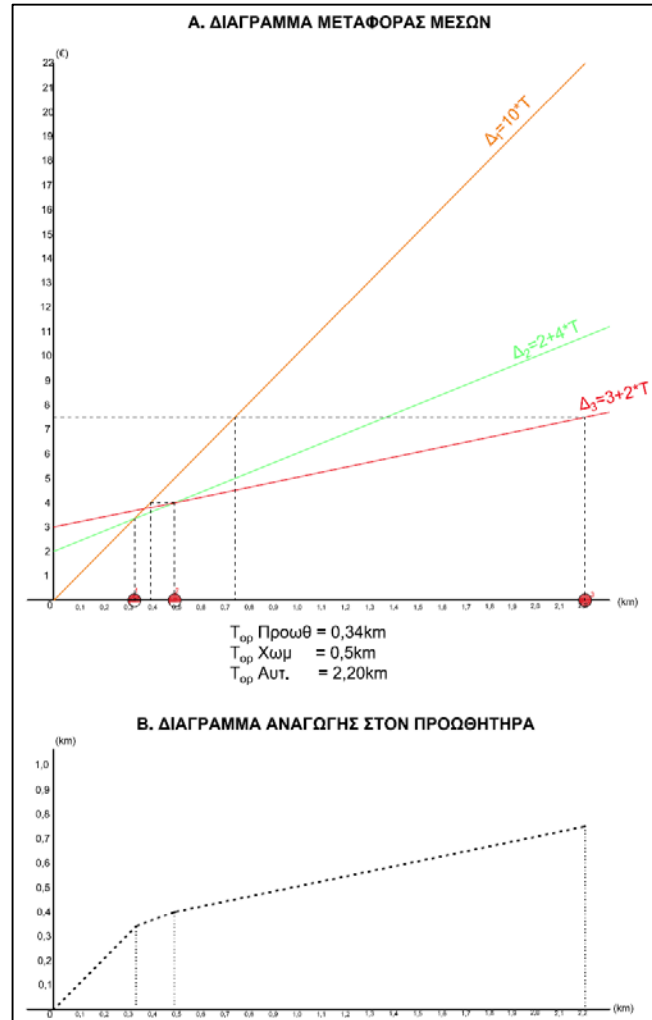
- Διάγραμμα Bruckner



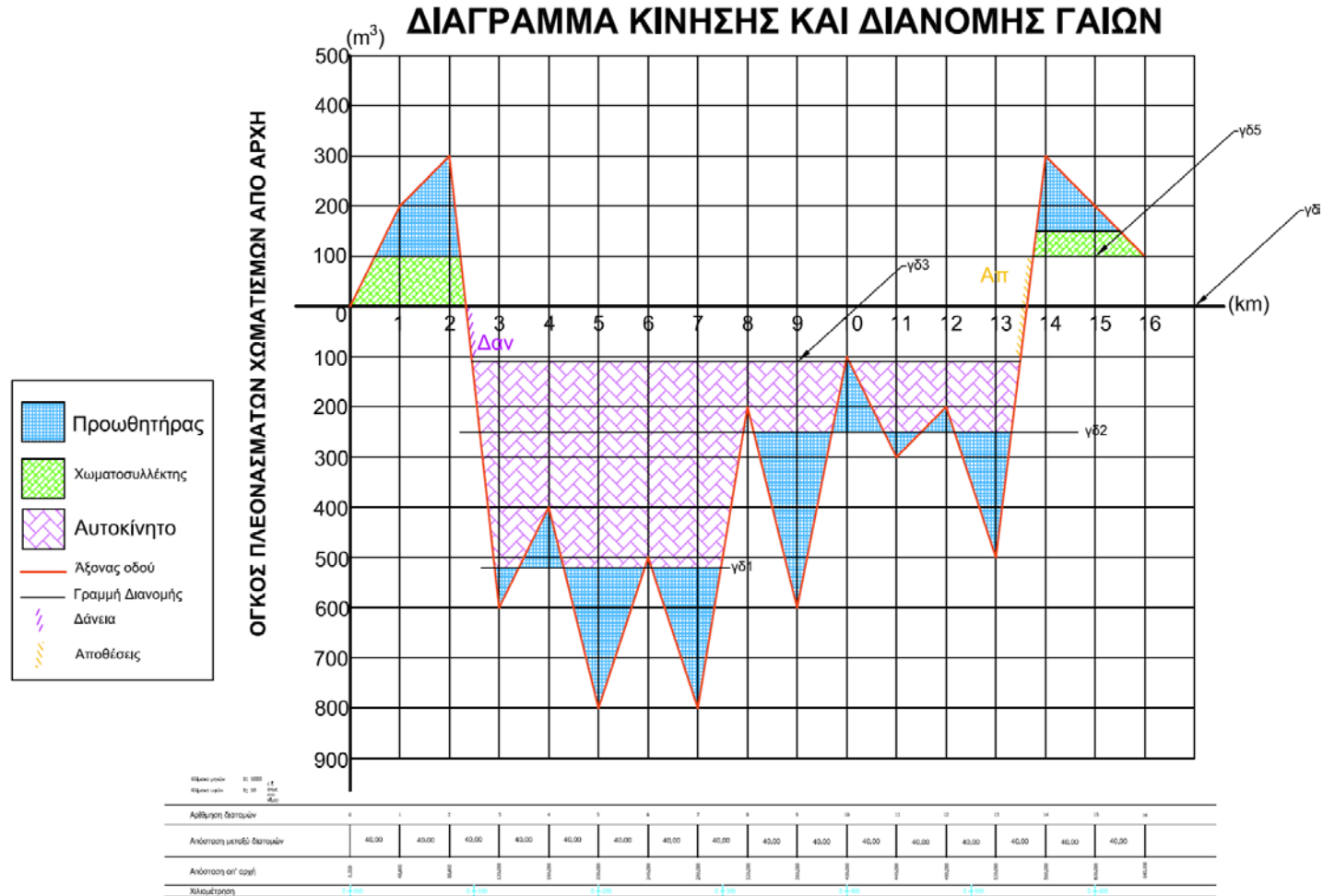
# Εφαρμογή 7: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3-α/5)



# Εφαρμογή 7: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3-β/5)



# Εφαρμογή 7: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (4/5)







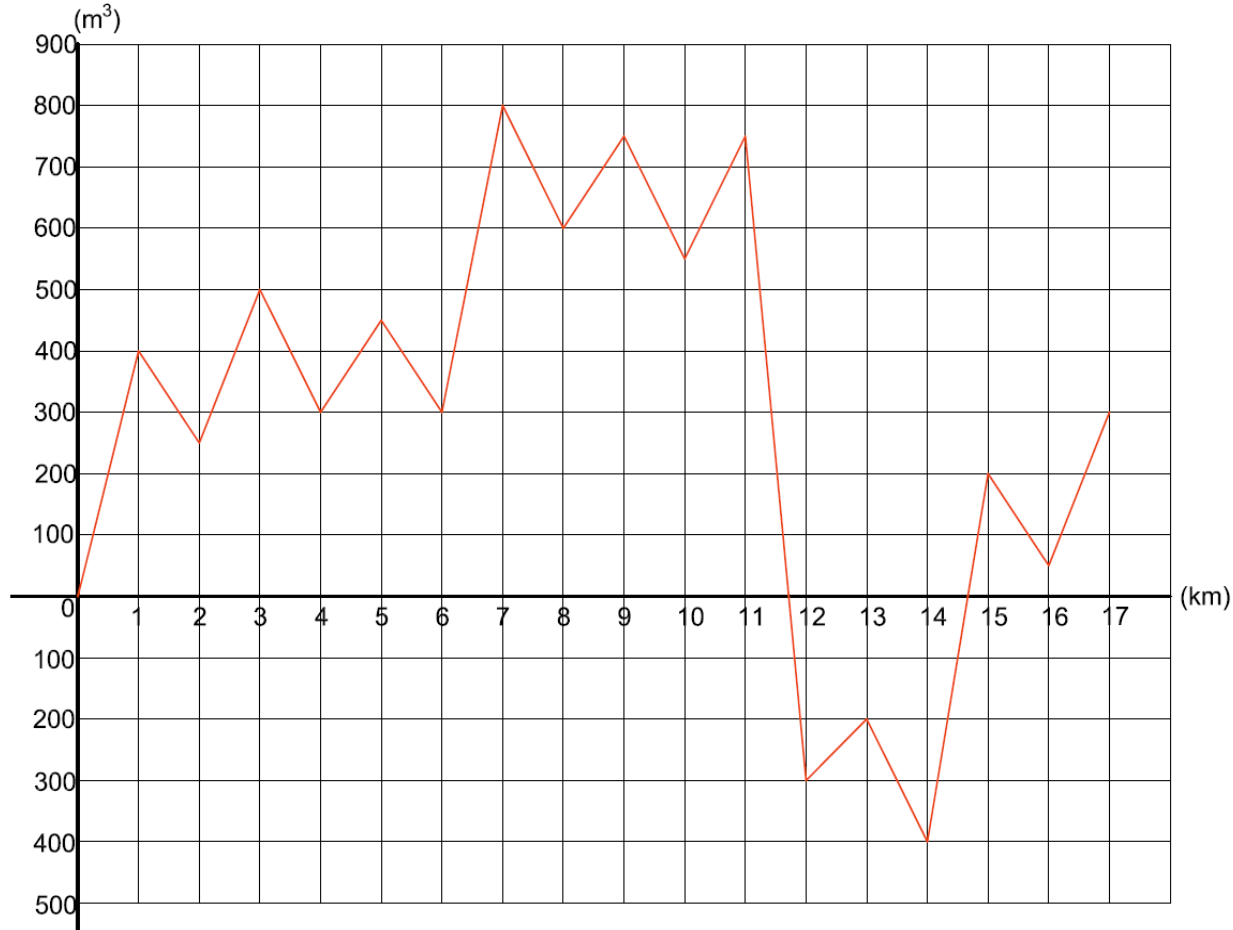
# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (1/5)

- Δίδεται το διάγραμμα Bruckner και οι εξισώσεις των μεταφορικών μέσων  $\Delta_1=20 \cdot T$ ,  $\Delta_2=2+10 \cdot T$ ,  $\Delta_3=4+5 \cdot T$ . Το κόστος δανείων ή των αποθέσεων είναι  $10\text{€/m}^3$ .
- Να προσδιορισθούν οι γραμμές διανομής και να συνταχθεί ο πίνακας κίνησης και διανομής των γαιών.
- Κλίμακες μηκών  $1\text{cm} \approx 100\text{m}$ , υψών  $1\text{cm} \approx 100\text{m}^3$ .
- Κλίμακες μηκών διαγράμματος αναγωγής:  $1\text{cm} \approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm} \approx 2\text{€}$ .

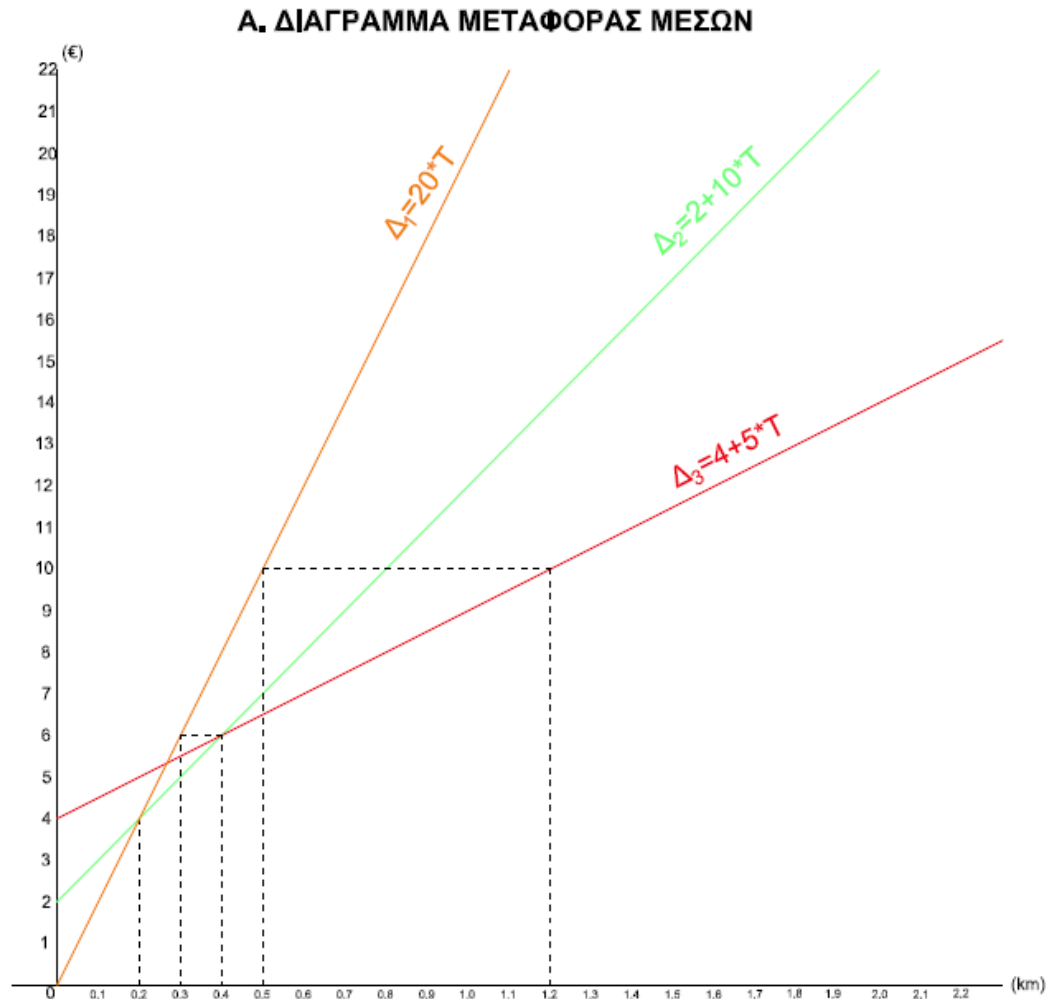


# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (2/5)

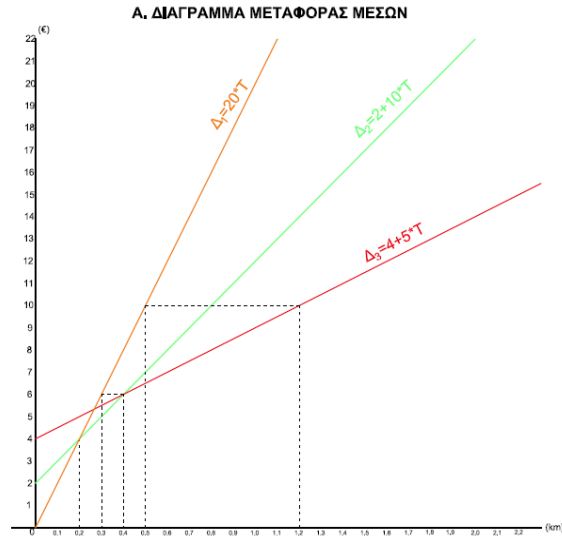
- Διάγραμμα Bruckner



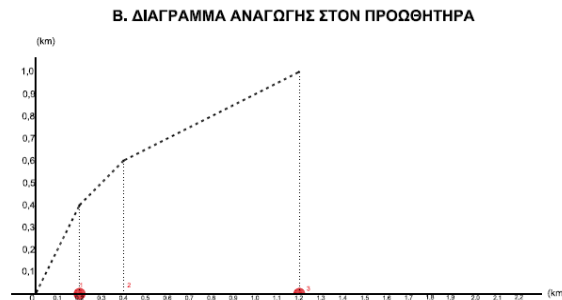
# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3α/5)



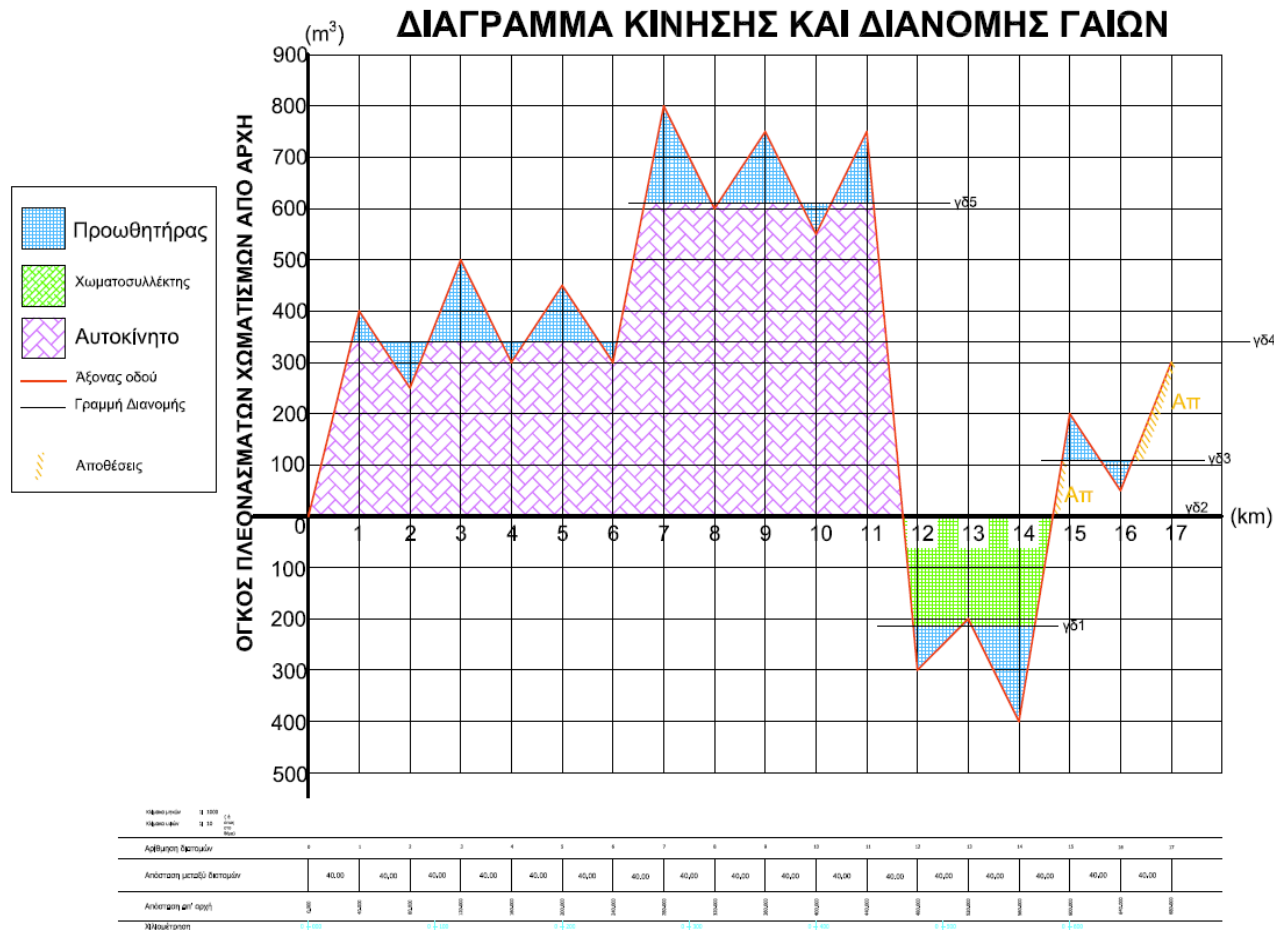
# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3-β/5)



$T_{op}$  Προωθ = 0,2km  
 $T_{op}$  Χωμ = 0,5km  
 $T_{op}$  Αυτ. = 1,20km



# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (4/5)



# Εφαρμογή 8: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (5/5)

ΠΡΟΩΘΗΤΗΡΑΣ				ΧΩΜΑΤΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ				ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ				ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ			ΔΑΝΕΙΑ		
Από (km)	Εως (km)	ΚΥΒΟΙ (m <sup>3</sup> )	ΡΟΠΕΣ (m <sup>3</sup> *km)	Από (km)	Εως (km)	ΚΥΒΟΙ (m <sup>3</sup> )	ΡΟΠΕΣ (m <sup>3</sup> *km)	Από (km)	Εως (km)	ΚΥΒΟΙ (m <sup>3</sup> )	ΡΟΠΕΣ (m <sup>3</sup> *km)	Από (km)	Εως (km)	ΚΥΒΟΙ (m <sup>3</sup> )	Από (km)	Εως (km)	ΚΥΒΟΙ (m <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0+085	0+145	60	1,8	1+170	1+470	210	56,7	0+610	1+140	270	132,3	1+620	1+700	190			
0+145	0+240	90	4,3					0+000	1+170	340	379,1	1+470	1+480	110			
0+240	0+380	160	11,2														
0+380	0+430	40	1														
0+430	0+570	110	7,7														
0+570	0+610	40	0,8														
0+660	0+800	190	13,3														
0+800	0+810	10	0,1														
0+810	0+970	140	11,2														
0+970	1+030	60	1,8														
1+030	1+110	140	5,6														
1+110	1+290	90	4,5														
1+290	1+310	10	0,1														
1+310	1+430	190	11,4														
1+480	1+560	90	3,6														
1+560	1+620	60	1,8														
ΣΥΝΟΛΟ		1480	80,2	ΣΥΝΟΛΟ		210	56,7	ΣΥΝΟΛΟ		610	511,4	ΣΥΝΟΛΟ		300	ΣΥΝΟΛΟ		
MAM ΠΡΟΩΘΗΤΗΡΑ		=	0,054km	MAM		=	0,25km	MAM		=	0,84km	M.A.		=	3.000 €		
MΔM ΠΡΟΩΘΗΤΗΡΑ		=	1,08 €/m <sup>3</sup>	MΔM		=	4,5 €/m <sup>3</sup>	MΔM		=	8,2 €/m <sup>3</sup>						
M.Δ. ΠΡΟΩΘΗΤΗΡΑ		=	1.599 €	M.Δ.		=	945 €	M.Δ.		=	5.002 €						

$$\Sigma.Δ. = 10.546 \text{ €}$$



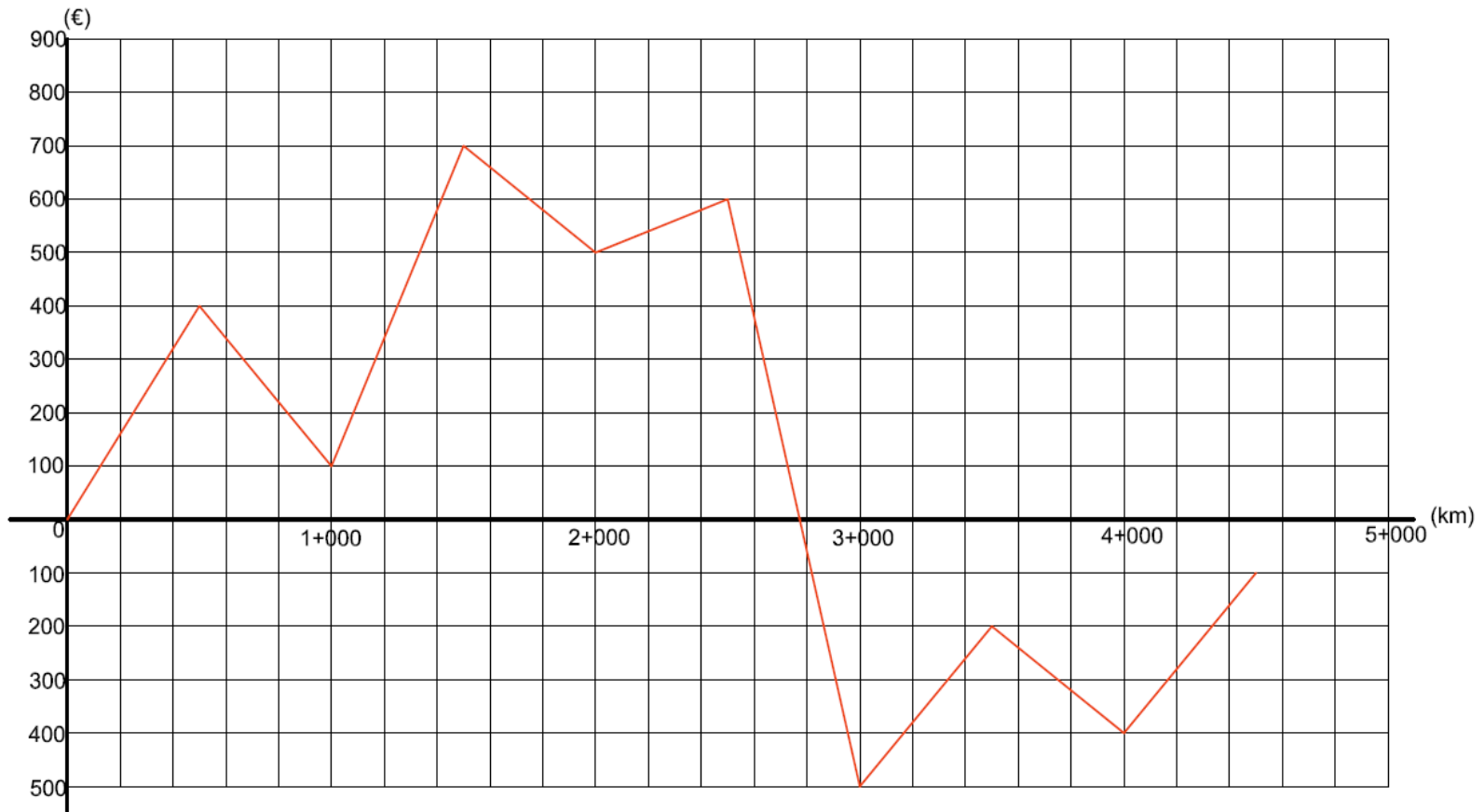
# Εφαρμογή 9: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (1/5)

- Δίδεται το διάγραμμα Bruckner και οι εξισώσεις των μεταφορικών μέσων  $\Delta_1=16*T$ ,  $\Delta_2=2+8*T$ ,  $\Delta_3=6+4*T$ . Το κόστος δανείων ή των αποθέσεων είναι  $18\text{€/m}^3$ .
- Να προσδιορισθούν οι γραμμές διανομής και να συνταχθεί ο πίνακας κίνησης και διανομής των γαιών.
- Κλίμακες μηκών  $1\text{cm}\approx 100\text{m}$ , υψών  $1\text{cm}\approx 100\text{m}^3$ .
- Κλίμακες μηκών διαγράμματος αναγωγής:  $1\text{cm}\approx 200\text{m}$ , υψών  $1\text{cm}\approx 2\text{€}$ .



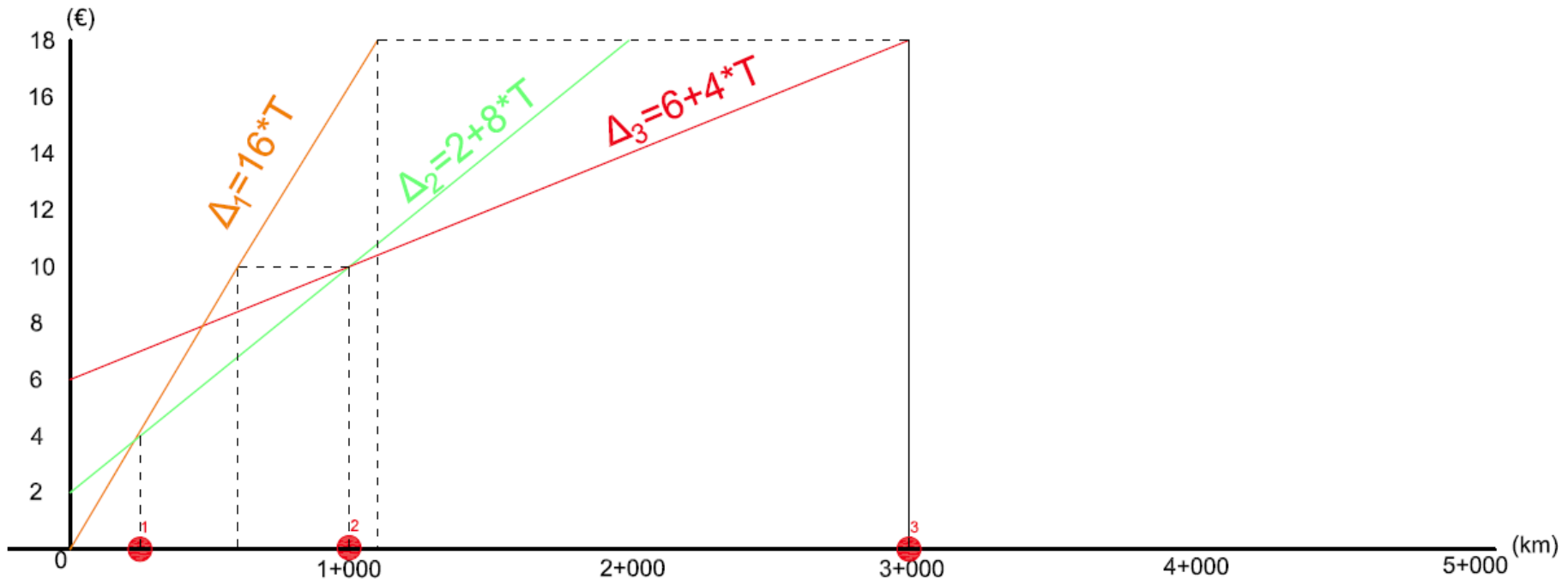
# Εφαρμογή 9: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (2/5)

- Διάγραμμα Bruckner

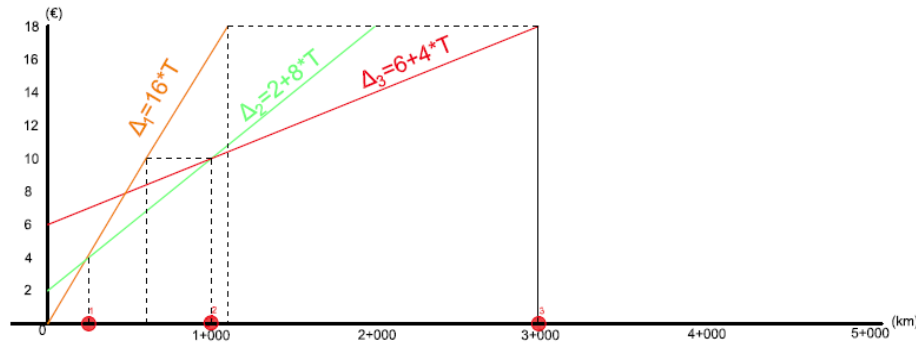




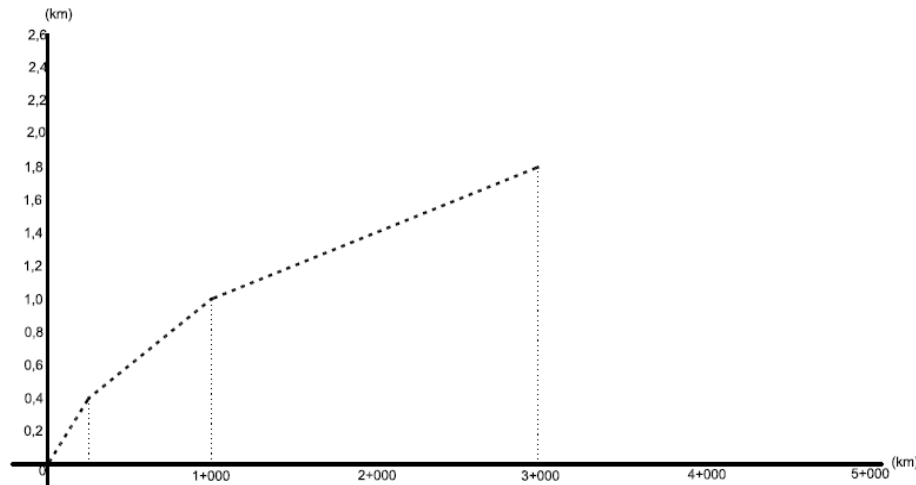
# Εφαρμογή 9: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3-α/5)



# Εφαρμογή 9: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (3-β/5)

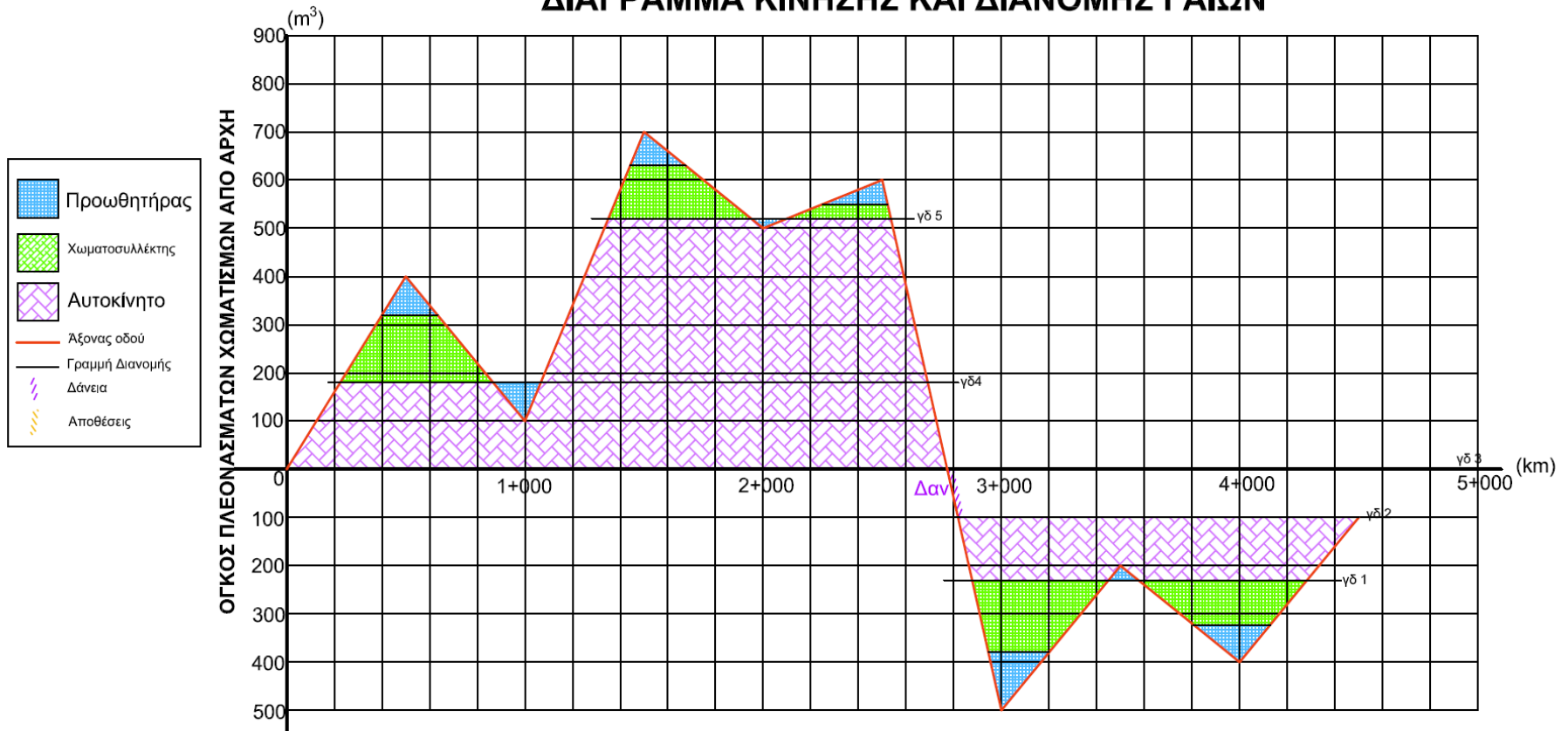


$T_{op}$  Προωθ = 0,24km  
 $T_{op}$  Χωμ = 1,0km  
 $T_{op}$  Αυτ. = 3,0km  
 Δαπάνες ή Αποθέσεις = 18€/m<sup>3</sup>



# Εφαρμογή 9: Πίνακας κίνησης και διανομής γαιών (4/5)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΓΑΙΩΝ





# Βιβλιογραφία

- Γ. Μίντσης, «Πανεπιστημιακές Σημειώσεις μαθήματος Οδοποιία Ι», Τομέας Συγκοινωνιακών & Υδραυλικών Έργων, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνα 1: Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Μάθημα Οδοποιία Ι, Γ. Μίντσης, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Creative Commons BY - SA
- Εικόνα 2: Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Μάθημα Οδοποιία Ι, Γ. Μίντσης, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Creative Commons BY - SA



# Σημείωμα Αναφοράς

---

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεώργιος Μίντσης.  
«Οδοποιία Ι - Εισαγωγή στην Οδοποιία». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

[http://opencourses.auth.gr/eclass\\_courses](http://opencourses.auth.gr/eclass_courses).



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λπ., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>







# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευστάθιος Μπουχουράς,  
Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

---

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

