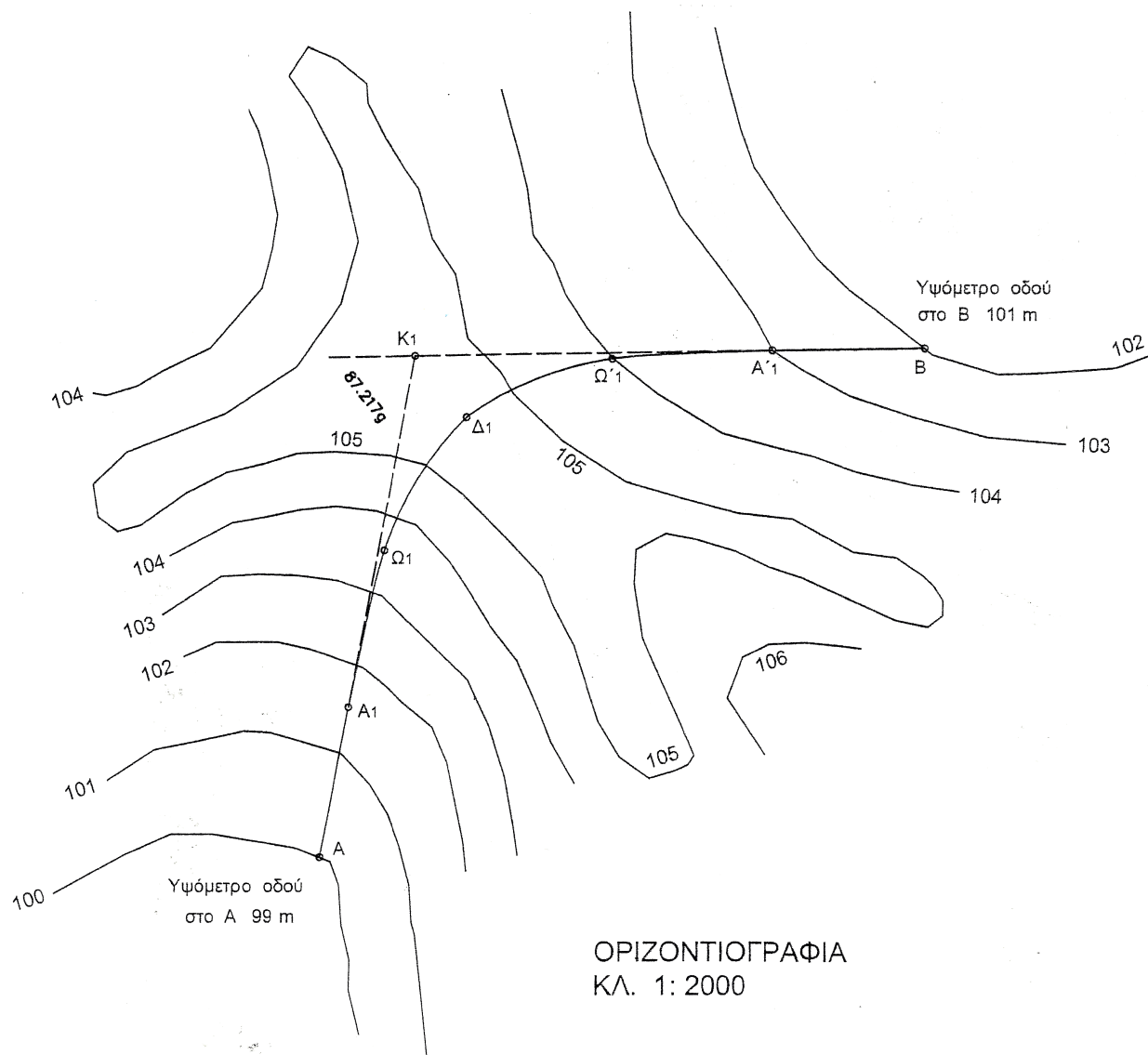


ΑΣΚΗΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΜΗΚΟΤΟΜΗ

Στο ακόλουθο σχήμα δίνεται η οριζοντιογραφία του άξονα οδικού τμήματος AB.



α) Ζητείται να χαραχθεί η μηκοτομή του οδικού τμήματος AB δεδομένου ότι η ακτίνα του τόξου στρογγύλευσης της μηκοτομής είναι $H=1350+50 \cdot M$, το υψόμετρο της κορυφής της πολυγωνικής είναι $H_{\Sigma}=105,80+0,1 \cdot \Delta$ και τα στοιχεία οριζοντιογραφίας είναι αυτά που αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα. Να γίνει η θεώρηση ότι το σημείο Σ βρίσκεται στην ίδια Χ.Θ. με το σημείο Δ_1 :

γ	87,217	R	100	A	69,282
L	48,00	X_M	23,954	T	106,43
τ	15,2789	ΔR	0,958	α	56,6592
X	47,724	δ	30,37	$\Omega\Omega'$	89,00
Y	3,824	t	82,48	$A\Omega\Omega A'$	185,00

Οι γωνίες που φαίνονται στον παραπάνω πίνακα έχουν μονάδες grad και τα μήκη έχουν μονάδες μέτρα.

107	.....							
106	.....							
105	.....							
104	.....							
103	.....							
102	.....							
101	.....							
100	.....							
99	.....							
H = 98	.....							
Υψόμετρα ερυθράς									
Υψόμετρα εδάφους									
Αποστ. μεταξύ	45.60	48.00	44.50	44.50	44.50	48.00	48.00	45.60	
Διατομές	A	A1	Ω1	Δ1	Ω1	Δ1	Ω1	A1	B

ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΛ. 1:2000 , 1:200

β) Αφού σχεδιάσετε τη μηκοτομή της οδού, να υπολογίσετε τα υψόμετρα ερυθράς στα χαρακτηριστικά σημεία.

Σημείωση: Όπου M και Δ να ληφθεί υπόψη ο αριθμός μονάδων και δεκάδων αντίστοιχα του Αριθμού Μητρώου.

Επίλυση για $M=10$ και $\Delta=10$

Από την εκφώνηση έχουμε:

Υψόμετρο πολυγωνικής στο σημείο Σ: $H_{\Sigma}=105,80+0,1*10=106,80\mu.$

Ακτίνα κυρτής καμπύλης: $H=1350+50*10=1850\mu.$

Υψόμετρο ερυθράς (οδού) στο σημείο Α $H_A=99,00\mu.$

Υψόμετρο ερυθράς (οδού) στο σημείο Β $H_B=101,00\mu.$

Ερώτημα 1ο.

Από το σχήμα της μηκοτομής και με τη θεώρηση ότι η Χιλιομετρική Θέση (Χ.Θ.) του σημείου Α είναι 0+000,00, προκύπτουν τα ακόλουθα δεδομένα αναφορικά με τις αποστάσεις μεταξύ των σημείων, και οι αντίστοιχες χιλιομετρικές θέσεις (Χ.Θ.). Λαμβάνεται υπόψη επίσης ότι το σημείο Σ έχει την ίδια Χ.Θ. με το σημείο Δ1, όπως αναφέρεται στην εκφώνηση:

Διατομή	Τμήμα	Αποστάσεις Μεταξύ	Χ.Θ.
A			0+000,00
	AA1	45,60	
A1			0+045,60
	L	48,00	
Ω1			0+093,60
	ΩΩ'/2	44,50	
Δ1 ≡ Σ			0+138,10
	ΩΩ'/2	44,50	
Ω1'			0+182,60
	L	48,00	
A1'			0+230,60
	A1'B	45,60	
B			0+276,20

Από το σχήμα 1 της οριζοντιογραφίας και με βάση το τοπογραφικό, σε κάθε χαρακτηριστική διατομή υπολογίζουμε το υψόμετρο εδάφους. Συγκεκριμένα:

Διατομή Α: Υψόμετρο εδάφους: 100,00μ. (βρίσκεται πάνω στην ισοϋψή)

Διατομή A1: Βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών 101 και 102. Βλέπω με το μάτι ότι είναι περίπου στη μέση και επομένως το υψόμετρο εδάφους εκτιμάται ότι είναι 101,50μ.

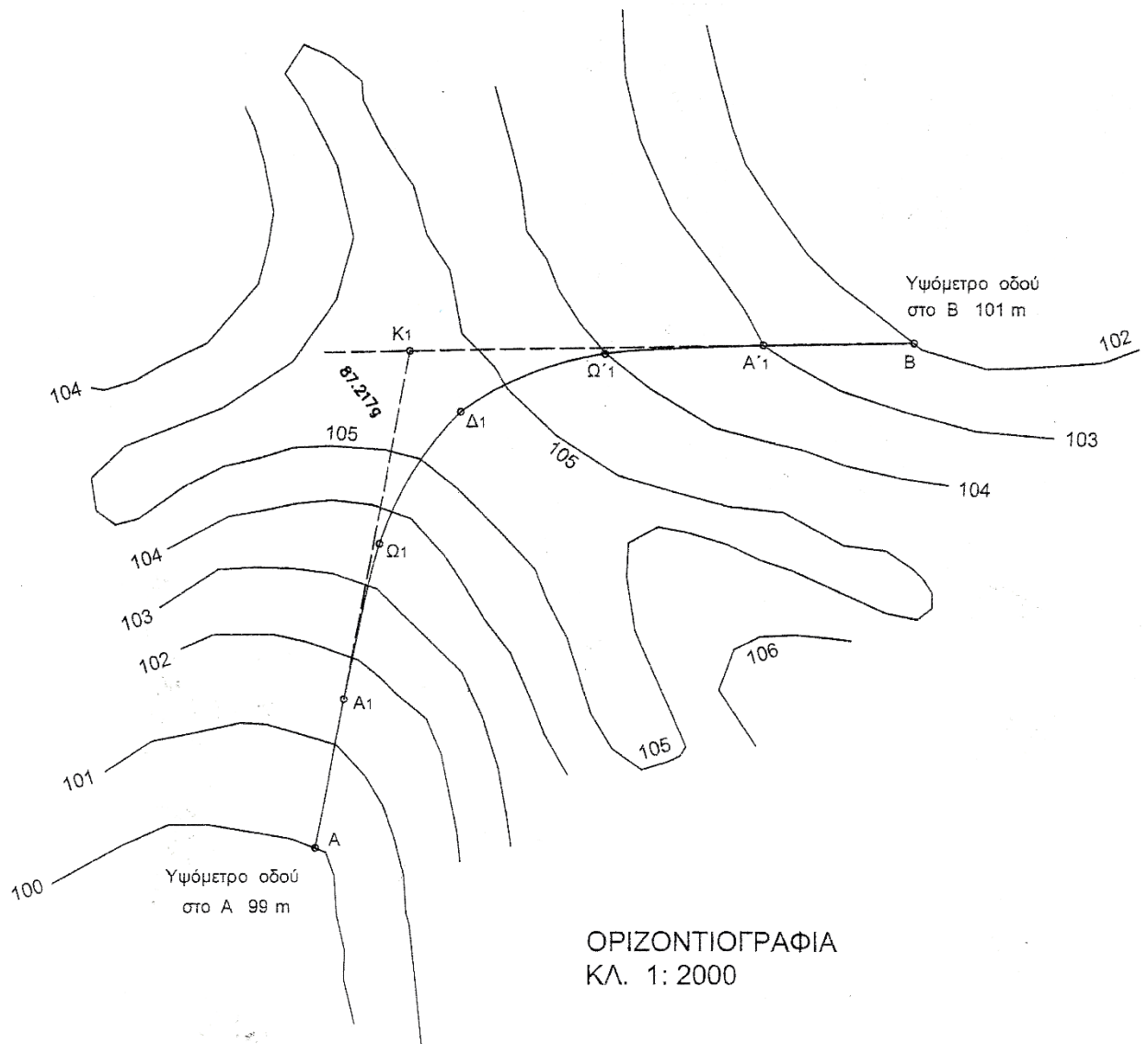
Αν θέλω μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό του υψομέτρου εδάφους μπορώ να θεωρήσω ότι το έδαφος μεταβάλλεται γραμμικά και επομένως κάνουμε γραμμική παρεμβολή.

Μετρώ στο χαρτί την απόσταση l μεταξύ των 2 ισοϋψών και τη βρίσκω ίση με 1,35εκ=0,0135μ., που στην πραγματικότητα αντιστοιχούν σε $0,0135 \cdot 2000 = 27,00\mu$.

Μετρώ και την απόσταση x της διατομής A1 από την ισοϋψή 101 και τη βρίσκω ίση με 0,65εκ.=0,0065μ. Που στην πραγματικότητα είναι $0,0065 \cdot 2000 = 13,00\mu$.

$$\Delta h = \frac{x}{l} * \delta = \frac{13,00}{27,00} * 27 = 13,00\mu$$

Συνεπώς το υψόμετρο εδάφους με καλύτερη ακρίβεια θα είναι $101 + \Delta h = 101,48\mu$.



Σχήμα 1: Οριζοντιογραφία Οδού επί τοπογραφικού υποβάθρου.

Διατομή Ω1: Βρίσκεται μεταξύ των isoύψων 103 και 104. Και αυτό το σημείο βρίσκεται περίπου στη μέση και επομένως μπορώ με το μάτι να εκτιμήσω το υψόμετρο εδάφους ίσο με 103,50μ. Αν πάλι θέλω καλύτερη ακρίβεια τότε μπορώ να καταφύγω και πάλι στη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής.

Μετρώντας γραφικά βρίσκω $l=23,00\mu$. (1,15εκ.) και $x=13,00\mu$. (0,65εκ.). Άρα:

$$\Delta h = \frac{x}{l} * \delta = \frac{13,00}{23,00} * 1 = 0,57\mu.$$

Οπότε το υψόμετρο εδάφους με καλύτερη ακρίβεια θα είναι $103,00 + \Delta h = 103,57\mu$.

Διατομή Δ1: Βρίσκεται σε περιοχή που περικλείεται από τις isoύψεις 105 και θεωρούμε πως το υψόμετρο εδάφους είναι σίγουρα μεγαλύτερο από 105,00μ.

και μικρότερο από 106,00μ. Εκτιμάμε λοιπόν ότι θα βρίσκεται κάπου στη μέση των παραπάνω υψομέτρων, δηλαδή στο 105,50μ. Το υψόμετρο αυτό αποτελεί εκτίμηση χωρίς να υπάρχει δυνατότητα επιβεβαίωσης μέσω του τοπογραφικού υποβάθρου. Συνεπώς οποιοδήποτε υψόμετρο μεταξύ 105 και 106 θεωρείται αποδεκτό.

Διατομή Ω1': Υψόμετρο εδάφους 104,00μ. (Βρίσκεται πάνω στην ισοϋψή)

Διατομή Α1': Υψόμετρο εδάφους 103,00μ. (Βρίσκεται πάνω στην ισοϋψή)

Διατομή Β1: Υψόμετρο εδάφους 102,00μ. (Βρίσκεται πάνω στην ισοϋψή)

Με βάση τα υψόμετρα εδάφους προκύπτει η γραμμή εδάφους, ενώ από τις χιλιομετρικές θέσεις (Χ.Θ.) και τα υψόμετρα των σημείων Α, Β και Σ που έχουν δοθεί στην εκφώνηση, προκύπτει η πολυγωνική της μηκοτομής. Τα στοιχεία αυτά αποτυπώνονται στο σχήμα 2.

Οι κλίσεις της πολυγωνικής της μηκοτομής υπολογίζονται με βάση τα υψόμετρα των σημείων Α, Σ και Β με βάση τη διαφορά των υψομέτρων και τη διαφορά των χιλιομετρικών θέσεων:

$$S_1 = \frac{\Delta H_{A\Sigma}}{\Delta X\theta} = \frac{H_\Sigma - H_A}{X\theta_\Sigma - X\theta_A} = \frac{106,80 - 99,00}{138,10 - 0} = 0,0564808 = 5,65\%$$

$$S_2 = \frac{\Delta H_{\Sigma B}}{\Delta X\theta} = \frac{H_B - H_\Sigma}{X\theta_B - X\theta_\Sigma} = \frac{101,00 - 106,80}{276,20 - 138,10} = -0,0419986 = -4,20\%$$

Τα στοιχεία της κυρτής κατακόρυφης συναρμογής υπολογίζονται από το τυπολόγιο της μηκοτομής:

$$T = H * \frac{|S_2 - S_1|}{2} = 1850 * \frac{|-0,042 - 0,0565|}{2} = 91,09\mu.$$

$$f = \frac{T^2}{2 * H} = \frac{91,09^2}{2 * 1850} = 2,24\mu.$$

Σημείωση: Στα αποτελέσματα των κατά μήκος κλίσεων κρατάω 2 έως 3 δεκαδικά ψηφία.

Επομένως:

Χ.Θ. Αρχής Καμπύλης:

$$\text{Χ.Θ.}\Sigma - T = 0+138,10 - 91,09 = 0+047,01$$

Χ.Θ. Τέλους Καμπύλης:

$$\text{Χ.Θ.}\Sigma + T = 0+138,10 + 91,09 = 0+229,19$$

Υψόμετρο Αρχής Καμπύλης:

$$H\Sigma - T*S1 = 106,80 - 91,09*0,0565 = 101,66\mu.$$

Υψόμετρο Τέλους Καμπύλης:

$$H\Sigma - T*S2 = 106,80 - 91,09*0,042 = 102,97\mu.$$

$$\text{Υψόμετρο Μέσου Καμπύλης (Διατομή } \Delta 1): H\Sigma - f = 106,80 - 2,24 = 104,56\mu.$$

Η σχεδίαση της καμπύλης πάνω στο σχέδιο της μηκοτομής γίνεται με τη βοήθεια των παραπάνω στοιχείων. Προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας με τα απαιτούμενα στοιχεία για τον σχεδιασμό της ερυθράς. Σημειώνουμε (ραπορτάρουμε) στο σχέδιο της μηκοτομής τις Χ.Θ. και τα υψόμετρα. Ενώνοντας τα σημεία Α, Σ και Β προκύπτει η πολυγωνική της μηκοτομής. Ενώνοντας με ευθύγραμμο τμήμα το σημείο Α με την αρχή της καμπύλης και το σημείο Β με το τέλος της καμπύλης, προκύπτουν τα τμήματα σταθερής κλίσης της ερυθράς. Με ένα καμπυλόγραμμο ενώνουμε τα σημεία Αρχή, Μέσο (σημείο Δ1) και Τέλος καμπύλης (3 σημεία ορίζουν ένα κυκλικό τόξο) και έτσι σχεδιάζεται η ερυθρά.

Σημείο	Χ.Θ.	Εκ. από αρχή υψόμετρο	Υψόμετρο	Εκ. από Ορίζοντα στονμυλοποιημένο
A	0+000.00	0,00	99,00	0,50
Σημαία	0+138,10	6,90	106,80	4,40
B	0+276,20	13,80	101,00	1,50
Αρχή Καμπύλης	0+047,01	2,35	101,66	1,85
Μέσο Καμπύλης	0+138,10	6,90	104,56	3,25
Τέλος Καμπύλης	0+229,19	11,45	102,97	2,50

Το τελικό σχέδιο μηκοτομής φαίνεται στο σχήμα 2.

Ερώτημα 2ο. Υπολογισμός των υψομέτρων ερυθράς των χαρακτηριστικών διατομών.

Τα σημεία A1 και Ω1 ανήκουν στο υποτομήμα ΑΣ και υπολογίζονται με αφετηρία το σημείο Α και την κλίση S1.

Διατομή A1 (βρίσκεται εκτός καμπύλης)

$$HA_1 = HA + (X.Θ.A_1 - X.Θ.A) * S_1 = 99,00 + (45,60-0)*0,0565=101,58\mu.$$

Διατομή Ω1 (βρίσκεται εντός καμπύλης)

$$H\Omega_1 = \text{Ηπολυγ. } \Omega_1 - y\Omega_1 = [HA + (X.Θ.\Omega_1 - X.Θ.A) * S_1] - [(X.Θ.\Omega_1 - X.Θ. \text{ αρχ.καμπ.})^2 / 2 * H] =$$

$$[99+(93,6-0)*0,0565] - [(93,6-47,01)^2 / 2 * 1850] = 104,29 - 0,59 = 103,70\mu.$$

Τα σημεία Ω1' και Α1' ανήκουν στο υποτομήμα ΣΒ και υπολογίζονται με αφετηρία το σημείο Σ και την κλίση S2.

Διατομή Ω1' (βρίσκεται εντός καμπύλης)

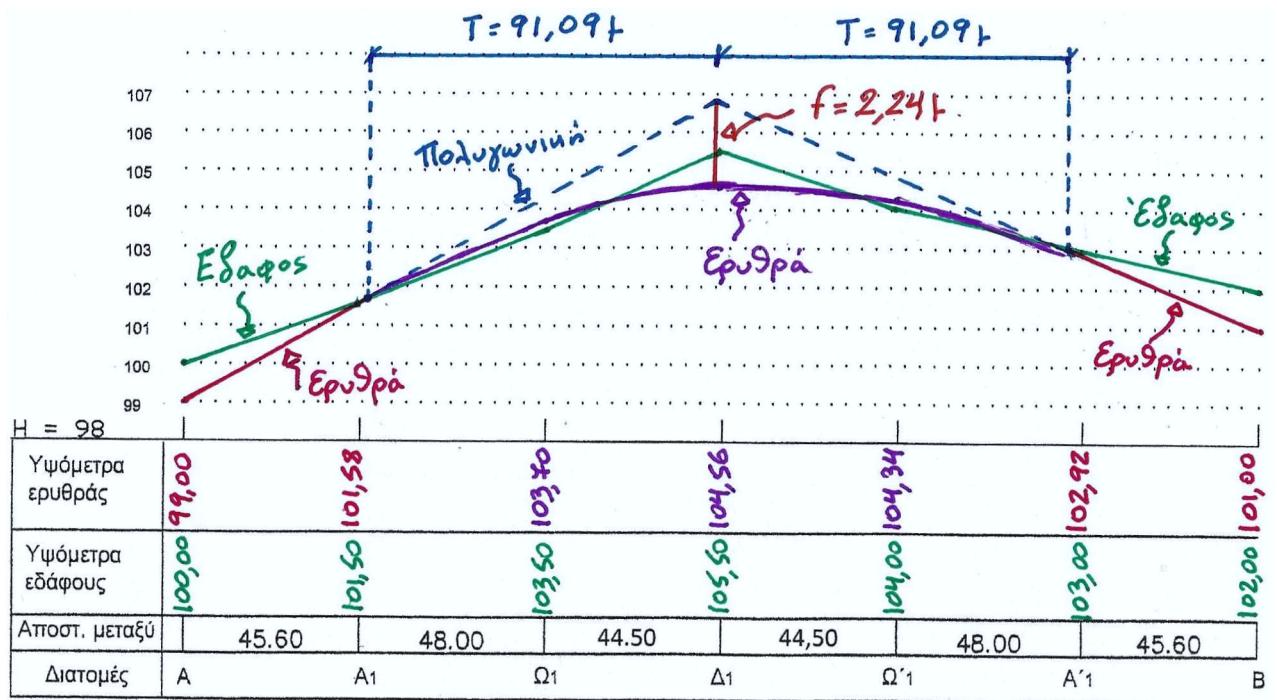
$$H\Omega_1' = \text{Ηπολυγ. } \Omega_1' - y\Omega_1' = [H\Sigma + (X.Θ.\Omega_1' - X.Θ.\Sigma) * S_2] - [(X.Θ.\text{τελ.καμπ.} - X.Θ.\Omega_1')^2 / 2 * H] =$$

$$[106,8+(182,6-138,1)*(-0,042)] - [(229,19-182,6)^2 / 2 * 1850] = 104,93 - 0,59 = 104,34\mu.$$

Διατομή Α1' (βρίσκεται εκτός καμπύλης)

$$HA_1' = H\Sigma + (X.Θ.A_1 - X.Θ.\Sigma) * S_2 = 106,8 + (230,60-138,1)*(-0,042)=102,92\mu.$$

Σημείο	Χ.Θ.	Υψόμετρο Εδάφους	Υψόμετρο Πολυγωνικής	Υψόμετρο Ερυθράς
A	0+000,00	100,00	99,00	99,00
A₁	0+045,60	101,50	101,58	101,58
Ω₁	0+093,60	103,50	104,29	103,70
Δ₁	0+138,10	105,50	106,80	104,56
Ω'₁	0+182,60	104,00	104,93	104,34
A'₁	0+230,60	103,00	102,92	102,92
B	0+276,20	102,00	101,00	101,00



Σχήμα 2: Τελικό σχέδιο μηκοτομής Οδού (Εδαφος, Πολυγωνική, Ερυθρά).