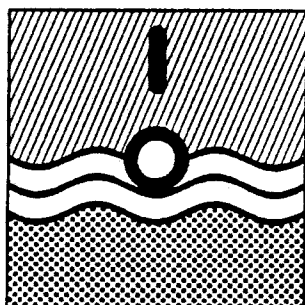


ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

MINISTRY OF AGRICULTURE
DIVISION OF GEOLOGY AND HYDROLOGY

ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ

ANALYSIS AND DIAGRAMS OF PUMPING TESTS

Ι. Ανδρεάδης και Ζ. Μορφόπουλος

I. Andreadis and Z. Morfopoulos

HYDROSCOPE

STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL DATA
BANK FOR HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL INFORMATION

Αριθμός τεύχους 7/6
Report number

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΝΙΟΣ 1993
ATHENS - JUNE 1993

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Σελίδα

1.	ΓΕΝΙΚΑ	1
2.	ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	3
3.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	7
4.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ	19
5.	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	20
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	

1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις γίνονται κυρίως για δυο λόγους:

- α) για να μας δώσουν πληροφορίες για την δυναμικότητα, λειτουργία και απόδοση μιας συγκεκριμένης γεώτρησης, και
- β) για να μας δώσουν πληροφορίες για την συμπεριφορά και την δυναμικότητα του υδροφόρου ή του συστήματος των υδροφόρων που τροφοδοτούν μια γεώτρηση ή ένα πεδίο γεωτρήσεων.

Επομένως από την επεξεργασία των στοιχείων της δοκιμαστικής άντλησης προσδιορίζονται αφενός οι υδραυλικές παράμετροι του υδροφορέα στην τοπική περιοχή όπου γίνεται η δοκιμαστική άντληση και αφετέρου παράμετροι που έχουν σχέση με την γεώτρηση.

Στην πράξη όμως υφίσταται μια διαφορά μεταξύ της δυναμικότητας της γεώτρησης και της δυναμικότητας των υδροφόρων, η οποία θεωρητικά δεν θα έπρεπε να υπάρχει. Η διαφορά αυτή υφίσταται για δυο λόγους κυρίως: α) το βαθμό τελειότητας σχεδιασμού και κατασκευής της γεώτρησης και β) τα τεστ του υδροφόρου που είναι γενικά πιο περίπλοκα, απαιτούν δε την κατασκευή δορυφορικών πιεζομέτρων (τα οποία στην πράξη συνήθως δεν υφίστανται). Αρα μπορούμε συμπερασματικά να πούμε ότι από την αποκλειστική δοκιμαστική άντληση της γεώτρησης παίρνουμε μόνο προσεγγιστικές πληροφορίες για την δυναμικότητα, λειτουργία και απόδοση της συγκεκριμένης γεώτρησης.

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις γίνονται μετά το πέρας κατασκευής της γεώτρησης και συγκεκριμένα μετά το τέλος της φάσης της αναπύξεως. Καλό είναι να γίνονται στο τέλος της ξηράς περιόδου και αυτό γιατί τα αποτελέσματα και οι προβλέψεις που θα γίνουν την εποχή αυτή είναι πλέον συντηρητικά και έτσι αποφεύγονται σοβαρά λάθη και υπερεκτιμήσεις. Φυσικά οι υδραυλικές σταθερές του υδροφόρου K (διαπερατότητα-permeability), T (υδαταγωγιμότητα-transmissibility), S (συντελεστής εναποθήκευσης - storage coefficient), δεν αλλάζουν την εποχή εκείνη, αλλάζει όμως η θέση της υδροστατικής στάθμης, της στάθμης άντλησης, καθώς και ο ρυθμός εμπλουτισμού του υδροφόρου από άλλα υδατικά στρώματα.

Οι αρχές λειτουργίας μιας δοκιμαστικής άντλησης είναι μάλλον απλές. Από μια γεώτρηση αντλείται νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα με ορισμένη παροχή. Η επίδραση της άντλησης αυτής στον υδροφόρο ορίζοντα εξετάζεται μέσω μετρήσεων

της στάθμης που λαμβάνονται είτε στην ίδια την γεώτρηση είτε σε δορυφορικά πιεζόμετρα. Η απόδοση της γεώτρησης υπολογίζεται από την ειδική παροχή της, ενώ οι υδραυλικές παράμετροι του υδροφόρου μπορούν να υπολογισθούν αφού οι μετρήσεις της στάθμης, της παροχής και της απόστασης του πιεζομέτρου, ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία, εισαχθούν σε κατάλληλη εξίσωση.

2 ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μέχρι σήμερα έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων δοκιμαστικών αντλήσεων. Οι μέθοδοι αυτές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις παραδοχές που γίνονται παίρνουν δε το όνομά τους από τους ερευνητές που τις πρότειναν. Γενικά σε κάθε μέθοδο ανάλυσης δοκιμαστικών αντλήσεων διακρίνομε τη γραφική και την υπολογιστική επίλυση. Οι κυριώτερες μέθοδοι ανάλυσης είναι:

- Η μέθοδος Dupuit - Thiem.
- Η μέθοδος των προτύπων καμπυλών ή μέθοδος Theis (1935).
- Η μέθοδος της ευθείας γραμμής ή μέθοδος Jacob (1946).
- Η μέθοδος Chow (1952).

2.1 Η μέθοδος Dupuit - Thiem

Η μέθοδος Dupuit-Thiem είναι και η αρχαιότερη και δεν έχει μεγάλη πρακτική εφαρμογή για τους παρακάτω λόγους:

- Απαιτεί κατάσταση ισορροπίας που συνήθως δύσκολα επιτυγχάνεται.
- Απαιτεί την ύπαρξη δύο τουλάχιστον δορυφορικών πιεζομέτρων.
- Δεν δίνει τιμές συντελεστού Υδροχωρητικότητας (S).

Η μέθοδος αυτή συνήθως χρησιμοποιείται συμπληρωματικά, όταν υπάρχουν οι προϋποθέσεις, σε συνδυασμό με τις άλλες μεθόδους.

2.2 Μέθοδος Theis

Οι προϋποθέσεις εφαρμογής της μεθόδου αυτής είναι:

- Ο συντελεστής διαπερατότητας (K) και το πάχος του υδροφορέα (b) να μην αλλάζουν αισθητά στην έκταση εξάπλωσης του κώνου κατάπτωσης.
- Η ροή του νερού προς την αντλούμενη γεώτρηση να είναι ακτινωτή και οριζόντια.
- Η διάμετρος της γεωτρήσεως να είναι σχετικά μικρή, ώστε η αποθήκευση νερού μέσα σ' αυτή να μην λαμβάνεται πρακτικά υπόψη στην ανάλυση των αντλήσεων.
- Το υδροφόρο να είναι υπό πίεση.

- Να μην υπάρχουν φυσικά ή υδραυλικά όρια στην έκταση επιρροής του κώνου κατάρπτωσης.
- Να μην παρατηρούνται απώλειες φορτίου (λόγω τυρβώδους ροής) στην γεώτρηση.

Μικρές ανοχές ως προς την εκπλήρωση των προϋποθέσεων αυτών δεκτές και δεν αλλάζουν αισθητά το αποτέλεσμα της ανάλυσης, εν αντιθέσει με μεγάλες αλλαγές που πρέπει να αντιμετωπίζονται με διαφορετικές μεθόδους επίλυσης ως ειδικές περιπτώσεις.

Στην μέθοδο αυτή οι μετρήσεις πτώσης στάθμης/χρόνου της αντλήσεως παρίστανται γραφικά σε διπλό λογαριθμικό χαρτί και συγκρίνονται μ' ένα σετ προτύπων καμπυλών (ειδική πρότυπη καμπύλη για κάθε τύπο υδροφόρου), που πρέπει να έχουν προετοιμαστεί από πίνακες που υπάρχουν (πίνακες Wenzel) (Πίνακας 1)

Οι εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για την επίλυση Theis είναι:

$$s = \frac{Q}{4 \pi T} W(u) \quad (1)$$

και

$$u = \frac{r^2 S}{4 T t} \quad (2)$$

όπου:

s = η στάθμη άντλησης σε m.

Q = η παροχή άντλησης σε m^3/sec .

t = ο χρόνος άντλησης σε sec.

π = ο φυσικός αριθμός 3,14 κ.λ.π.

$W(u)$ = εκθετική συνάρτηση (u) της γεώτρησης.

r = απόσταση από το κέντρο της αντλούμενης γεώτρησης μέχρι το σημείο λήψεως των μετρήσεων σε m.

T = συντελεστής υδαταγωγιμότητας ή μεταβιβαστικότητας σε m^2/sec .

S = συντελεστής υδροχωρητικότητας ή εναποθήκευσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

I. Τιμές του $N(u)$ για τιμές του u μεταξύ 1.10^{-15} και 9.10^0 .

u	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
$\times 10^0$	0.219	0.049	0.013	0.0038	0.0011	0.00036	0.00012	0.000036	0.000012
$\times 10^{-1}$	1.82	1.22	0.91	0.70	0.56	0.45	0.37	0.31	0.26
$\times 10^{-2}$	4.04	3.15	2.96	2.68	2.47	2.30	2.15	2.03	1.92
$\times 10^{-3}$	8.33	5.64	5.23	4.95	4.73	4.54	4.39	4.26	4.14
$\times 10^{-4}$	8.63	7.94	7.53	7.25	7.02	6.84	6.69	6.55	6.44
$\times 10^{-5}$	10.94	10.24	9.84	9.55	9.33	9.14	8.99	8.86	8.74
$\times 10^{-6}$	13.24	12.55	12.14	11.85	11.63	11.45	11.29	11.16	11.04
$\times 10^{-7}$	15.54	14.85	14.44	14.15	13.93	13.75	13.60	13.46	13.34
$\times 10^{-8}$	17.84	17.15	16.74	16.46	16.23	16.05	15.90	15.78	15.65
$\times 10^{-9}$	20.15	19.45	19.05	18.78	18.54	18.35	18.20	18.07	17.95
$\times 10^{-10}$	22.45	21.75	21.35	21.08	20.84	20.66	20.50	20.37	20.25
$\times 10^{-11}$	24.75	24.06	23.65	23.38	23.14	22.96	22.81	22.67	22.55
$\times 10^{-12}$	27.05	26.36	25.96	25.67	25.44	25.26	25.11	24.97	24.86
$\times 10^{-13}$	29.36	28.66	28.26	27.97	27.75	27.56	27.41	27.28	27.16
$\times 10^{-14}$	31.66	30.97	30.56	30.27	30.05	29.87	29.71	29.58	29.46
$\times 10^{-15}$	33.96	33.27	32.86	32.58	32.35	32.17	32.02	31.88	31.75

II. Τιμές του $N(u)$ για τιμές του u μεταξύ 0.1 και 9.10^{15}

u	10	7.00	5.00	3.00	4.00	3.33	2.80	2.5	2.22	2.00	1.67	1.41	1.25	1.11
10^{-1}	0.219	0.115	0.075	0.050	0.035	0.025	0.018	0.014	0.010	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002
1	1.82	1.56	1.36	1.22	1.04	0.91	0.79	0.70	0.61	0.54	0.45	0.37	0.31	0.26
10	4.04	3.78	3.57	3.35	3.14	2.96	2.81	2.68	2.57	2.47	2.30	2.15	2.03	1.92
10^0	8.33	8.07	7.80	7.58	7.42	7.23	7.08	6.95	6.83	6.72	6.54	6.39	6.26	6.14
10^1	8.63	8.37	8.10	7.88	7.72	7.53	7.38	7.25	7.13	7.02	6.84	6.69	6.55	6.44
10^2	10.94	10.67	10.41	10.24	10.02	9.84	9.68	9.55	9.43	9.33	9.14	8.99	8.86	8.74
10^3	13.24	12.98	12.72	12.55	12.32	12.14	11.99	11.85	11.73	11.63	11.45	11.29	11.16	11.04
10^4	15.54	15.28	15.02	14.85	14.62	14.44	14.29	14.15	14.04	13.93	13.75	13.60	13.46	13.34
10^5	17.84	17.57	17.31	17.15	16.91	16.74	16.59	16.46	16.34	16.24	16.05	15.90	15.78	15.65
10^6	20.15	19.88	19.62	19.45	19.21	19.05	18.89	18.76	18.64	18.54	18.35	18.20	18.07	17.95
10^7	22.45	22.18	21.91	21.75	21.51	21.35	21.20	21.08	20.96	20.84	20.66	20.50	20.37	20.25
10^8	24.75	24.48	24.22	24.06	23.81	23.65	23.50	23.38	23.25	23.14	22.96	22.81	22.67	22.55
10^9	27.05	26.78	26.52	26.36	26.14	25.96	25.80	25.67	25.55	25.44	25.26	25.11	24.97	24.86
10^{10}	29.36	29.09	28.83	28.66	28.44	28.26	28.10	27.97	27.84	27.75	27.56	27.41	27.28	27.16
10^{11}	31.66	31.40	31.13	30.97	30.74	30.56	30.41	30.27	30.15	30.05	29.87	29.71	29.58	29.46
10^{12}	33.96	33.70	33.43	33.27	33.05	32.86	32.71	32.58	32.46	32.35	32.17	32.02	31.88	31.75

2.3 Η μέθοδος της ευθείας γραμμής ή μέθοδος Jacob

Οι Cooper - Jacob διαπίστωσαν ότι για τιμές του $u \leq 0.01$, δηλαδή όταν r^2/t είναι πολύ μικρό, όπου r σε m και t σε min , τότε η εξίσωση Theis παίρνει την μορφή:

$$s = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25 T t}{r^2 S} \quad (3)$$

και παίρνει σε ημιλογαριθμικό χαρτί την μορφή ευθείας γραμμής. Για να πάρει το u την παραπάνω μικρή τιμή πρέπει είτε ο χρόνος αντλήσεως t να είναι σχετικά μεγάλος, είτε η απόσταση r του πιεζομέτρου από την αντλούμενη γεώτρηση να είναι σχετικά μικρή. Επομένως η μέθοδος αυτή για να ισχύει πρέπει να προστεθεί η συνθήκη $u \leq 0.01$ στις υπόλοιπες προϋποθέσεις Theis.

Συγκρίνοντας τις δυο παραπάνω μεθόδους βλέπουμε ότι:

- Η μέθοδος Jacob είναι πρακτικότερη γιατί παρίσταται σε απλό ημιλογαριθμικό χαρτί, δεν απαιτεί την σύγκριση προτύπων καμπυλών, και δείχνει γενικά παραστατικότερα (επειδή είναι ευθεία γραμμή) κάθε μεταβολή στην συμπεριφορά του υδροφόρου και τέλος οι προβλέψεις που μπορούν να γίνουν μ' αυτή γίνονται πολύ απλά και εύκολα.
- Η μέθοδος Theis είναι μοναδική στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να εφαρμοσθεί η μέθοδος Jacob (μικρές τιμές χρόνου άντλησης t και μεγάλες τιμές απόστασης r πιεζομέτρου).

2.4. Μέθοδος Chow

Η μέθοδος Chow έχει τα πλεονεκτήματα: i) της αποφυγής της σύμπτωσης καμπυλών που απαιτεί η μέθοδος Theis και ii) δεν περιορίζεται η χρήση της όπως η μέθοδος Jacob.

Κατασκευάζεται σε ημιλογαριθμικό χαρτί η ευθεία $s=f(\log t)$ όπως και στη μέθοδο Jacob. Υστερα διαλέγεται τυχαίο σημείο και σημειώνονται οι συντεταγμένες του t και s . Στη συνέχεια υπολογίζεται από την ευθεία το Δs .

δηλαδή η πτώση στάθμης ανά λογαριθμικό κύκλο του σημείου που υπολογίσθηκαν οι συντεταγμένες. Κατόπιν υπολογίζεται το $F(u)=s/\Delta s$ και βρίσκονται οι τιμές του $W(u)$ και u από το νομόγραμμα του Chow (σχ.2).

Για $F(u)>2$, $W(u)=2.30 F(u)$ και το u παίρνεται από τους πίνακες του Wenzel (πιν.1).

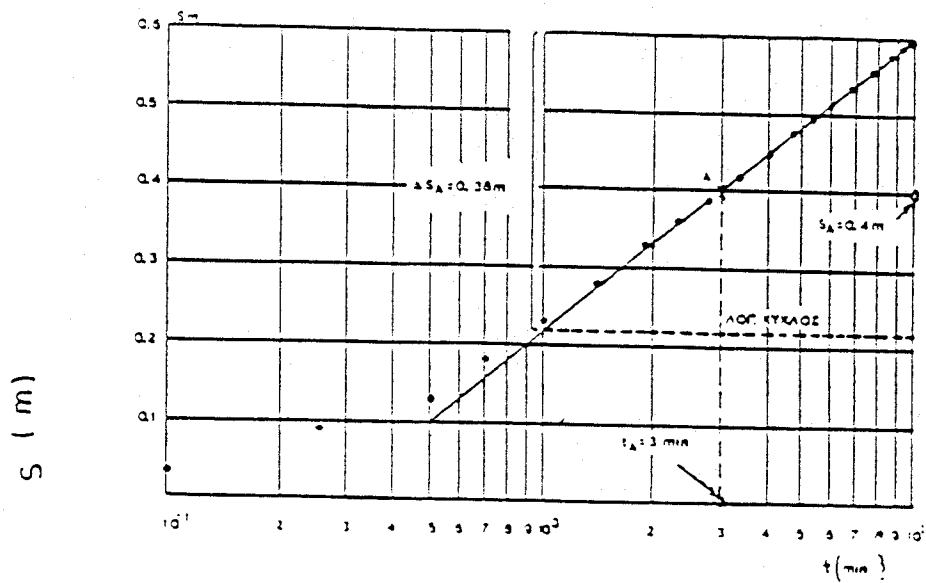
Τελικά υπολογίζονται οι τιμές T και S από τις εξισώσεις:

$$T = \frac{Q}{4 \pi s} W(u) \quad (4)$$

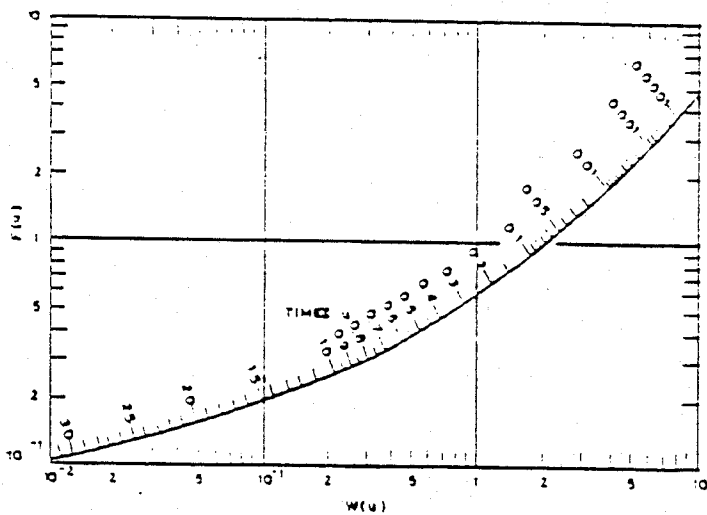
και

$$S = \left(\frac{4 T t}{r^2} \right) u \quad (5)$$

Από τις παραπάνω μεθόδους την μεγαλύτερη εφαρμογή έχουν οι μέθοδοι Jacob και Theis - χωρίς φυσικά να παραγνωρίζεται η αξία και των υπολοίπων μεθόδων - και γι' αυτό πρέπει να σταθούμε περισσότερο στις δυο αυτές μεθόδους και συγκεκριμένα στον τρόπο επεξεργασίας και σχεδίασης των διαγραμμάτων των δοκιμαστικών αντλήσεων των μεθόδων αυτών.



ΣΧ. 1 Ανάλυση στοιχείων αντλητικής δοκιμασίας κατά Chow. (Kruseman - de Ridder, 1979).



ΣΧ.2 Νομόγραμμα κατά Chow για τον υπολογισμό των σχέσεων $F(u)$ και u . (Chow 1952).

3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία δεδομένων και σχεδίαση των διαγραμμάτων των δοκιμαστικών αντλήσεων απαιτείται να λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της αντλήσεως σε ρυθμικά χρονικά διαστήματα μετρήσεις πτώσεις στάθμης (ή ανόδου στάθμης) όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και να ελέγχεται η παροχή σε τακτά χρονικά διαστήματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Ρυθμός μετρήσεων στάθμης

Μετρώντας από την έναρξη της πτώσης στάθμης ή από την έναρξη της ανόδου.	Μετρήσεις των πτώσεων στάθμης ή ανόδου
0 - 10 min	0.5 - 1 min
10 - 20 min	2 min
20 - 60 min	5 min
60 - 120 min	10 min
120 - 180 min	15 min
180 - 780 min	30 min
780 - 1440 min	60 min
1440 - min	60 min

Συνήθως στον παραπάνω πίνακα 2 μετά τα 360 min οι μετρήσεις λαμβάνονται ανά 60 min.

Οι προαναφερθείσες μετρήσεις καταγράφονται σε ειδικό έντυπο ο συνήθης τύπος του οποίου φαίνεται στο παράρτημα 3. Αφού συμπληρωθούν και οι υπόλοιπες στήλες του εντύπου αρχίζει πλέον η επεξεργασία των δεδομένων των δοκιμαστικών αντλήσεων η οποία συνοδεύεται ταυτόχρονα και με την σύνθεση των δεδομένων υπό μορφή διαγραμμάτων και τον μαθηματικό προσδιορισμό των υδραυλικών παραμέτρων του υδροφόρου ή των παραμέτρων που έχουν σχέση με την γεώτρηση, στο τέλος δε πρέπει να ακολουθεί σχόλιο με παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων. (Βλέπε παραδείγματα επεξεργασίας και σχεδίασης δοκιμαστικών αντλήσεων στα παραρτήματα 1 και 2).

3.1. Διαγράμματα

Όταν επιλεγεί ως μέθοδος ανάλυσης η μέθοδος της ευθείας γραμμής ή μέθοδος Jacob τότε ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων και σχεδίασης των διαγραμμάτων της δοκιμαστικής άντλησης είναι ο παρακάτω

3.1.1 Χαρακτηριστική καμπύλη γεωτρήσεως. Για να χαράξουμε τη χαρακτηριστική καμπύλη χρησιμοποιούμε αριθμητικό διάγραμμα (χαρτί μιλιμετρέ) και τα ζεύγη παροχών Q - πτώσης στάθμης Δz στο τέλος των 2 ωρών, τόσο της άντλησης κατά βαθμίδες όσο και της άντλησης με σταθερή παροχή. Τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται σε Πίνακα της μορφής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

Παροχή σε συνάρτηση της στάθμης κατά βαθμίδα

	A βαθμίδα	B βαθμίδα	Γ βαθμίδα	Σταθερή
Παροχή (Q) σε m^3/h				
Στάθμη Αντλησης ($\Sigma.A$) σε m				
Υδροστατική Στάθμη ($Υ.Σ$) σε m				
Πτώση Στάθμης (Δz) σε m.				

Τον οριζόντιο άξονα των x υποδιαιρούμε σε m^3/h και τον ονομάζουμε άξονα παροχών Q . Τον κατακόρυφο άξονα των y ονομάζουμε άξονα πτώσεων στάθμης και τον υποδιαιρούμε σε m.

Από την χαρακτηριστική καμπύλη της γεώτρησης βλέπουμε ότι με αύξηση της παροχής αυξάνεται ανάλογα και η πτώση στάθμης μέχρι ορισμένη παροχή που καλείται κρίσιμη παροχή. Από την παροχή αυτή και μετά δεν έχουμε απλή αριθμητική αναλογία παροχής και πτώσης στάθμης, γιατί η πτώση στάθμης γίνεται πολύ μεγαλύτερη για μικρή αύξηση της παροχής. Το σημείο της κρίσιμης παροχής οφείλεται σε διάφορους παράγοντες.

Η χαρακτηριστική καμπύλη της γεώτρησης είναι η γραφική εφαρμογή του τύπου του DUPUIT:

$$Q = 1.366K \frac{H^2 - h^2}{\log R/r} \quad (6)$$

όπου Q = παροχή σε m^3/h .

K = συντ. διαπερατότητας Darcy σε m/sec .

H = πάχος υδροφόρου οριζοντα σε m .

h = ύψος του ύδατος εντός της γεωτρήσεως σε m .

R = ακτίνα επίδρασης σε m .

r = ακτίνα του φρέατος σε m .

Η εξίσωση (6) αντικαθιστώντας $H - h = \Delta$ παίρνει την μορφή

$$Q = 1.366K \frac{(2H - \Delta) \Delta}{\log R/r} \quad (7)$$

Δεδομένου ότι οι παράγοντες K , R , r , είναι σταθεροί σύμφωνα με την υπόθεση του Dupuit, το πηλίκο

$$\frac{1.366K}{\log R/r}$$

είναι σταθερό οπότε έχουμε:

$$Q = C (2H - \Delta) \Delta \quad (8)$$

Δηλαδή η παροχή Q και η πτώση στάθμης Δ συνδέονται με μια παραβολική συνάρτηση 2ου βαθμού της γενικής μορφής

$$y = ax^2 - abx \quad (9)$$

όπου οι μεταβλητές x και y παριστάνουν αντίστοιχα την πτώση στάθμης Δz και την παροχή Q .

3.1.2. Διαγράμματα πτώσης στάθμης Δz - Χρόνου t . Τα διαγράμματα αυτά με τη μέθοδο της ευθείας γραμμής (Jacob) είναι ημιλογαριθμικά. Η αριθμητική κλίμακα είναι η κατακόρυφη (άξονας των τεταγμένων) και η λογαριθμική κλίμακα είναι η οριζόντια (άξονας των τετμημένων). Στον άξονα των τεταγμένων θέτουμε την πτώση στάθμης Δz σε m και στον άξονα των τετμημένων θέτουμε τον χρόνο t από την έναρξη της αντλήσεως σε min ή sec .

Η ευθεία πτώσεως στάθμης (Π) κατασκευάζεται σημείο πρὸς σημείο τοποθετώντας για κάθε χρόνο την αντίστοιχη πτώση στάθμης. Από την ευθεία αυτή μπορούμε να βρούμε την τιμή του t_0 σε min ή sec , όπου t_0 είναι ο χρόνος όπου η πτώση στάθμης $\Delta z=0$, δηλ. η υδροστατική στάθμη, ως επίσης και την τιμή του C σε m , όπου C είναι η τιμή της πτώσης στάθμης για ένα λογαριθμικό κύκλο.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η υδαταγωγιμότητα T βάσει του τύπου:

$$T = 0.183 Q / C \text{ σε } m^2/sec \quad (10)$$

και ο συντ. εναποθήκευσης S (%) βάσει του τύπου:

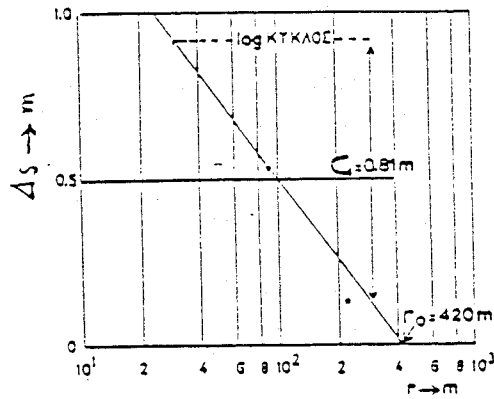
$$S = 2.25 T t_0 / r^2 \quad (11)$$

όπου r η απόσταση του πιεζομέτρου σε m από την αντλούμενη γεώτρηση στην περίπτωση που υπάρχει.

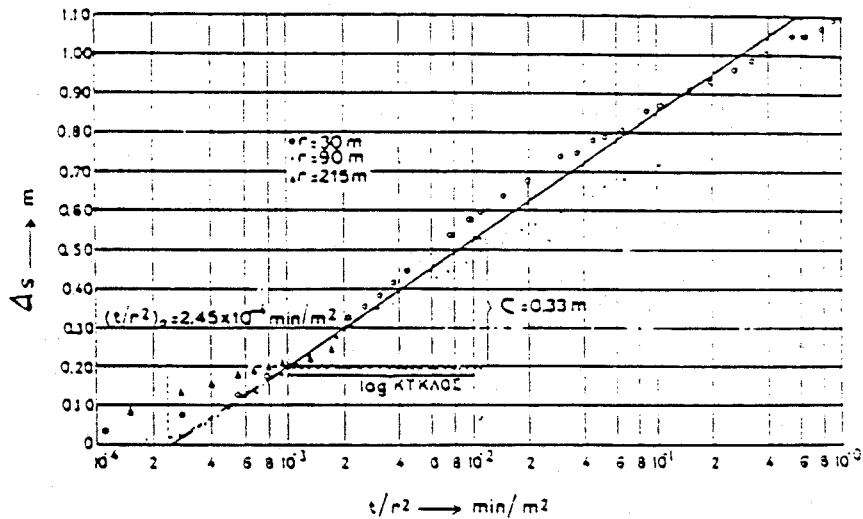
Ακολούθως υπολογίζεται και ο συντελεστής διαπερατότητας K βάσει του τύπου:

$$K = T / b \text{ σε } m/sec \quad (12)$$

εφόσον είναι γνωστό το πάχος b του υδροφόρου στρώματος σε m .



Σχήμα.3 Μέθοδος "απόσταση-πίεση στάθμης" για τον υπολογισμό των T και S (Kruuseman-deRidder, 1979) (Παραλλαγή Α)



Σχήμα.4 Διάγραμμα $s = f(\log t/r^2)$ για τον υπολογισμό των T και S . (Kruuseman-deRidder, 1979). (Παραλλαγή Β)

Διαθέσιμα περιζώμετα	Διάγραμμα	Υπολογισμός T και S		Παρατηρήσεις
		T	S	
1	$s = f(\log t)$	$T = 2.3Q/4\pi C$	$S = 2.25T\tau_0/r^2$	τ_0 = τούη ευθείας με άξονα $s=0$
> 3	$s = f(\log r)$	$T = 2.3Q/2\pi C$	$S = 2.25T\tau_0/r^2$	τ_0 = " " " " "
> 2	$s = f(\log t/r^2)$	$T = 2.3Q/4\pi C$	$S = 2.25T(\tau_0/r^2)$	$(\tau_0/r^2)_0$ = " " " " "

Στο σημείο αυτό κρίνουμε σκόπιμο να αναφέρουμε δυο παραλλαγές εφαρμογής της μεθόδου JACOB για τον υπολογισμό των υδραυλικών παραμέτρων του υδροφόρου, οι οποίες παραλλαγές εφαρμόζονται στην περίπτωση που υπάρχουν 2, 3 ή και περισσότερα πιεζόμετρα.

Παραλλαγή A: Εφαρμόζεται κυρίως στην περίπτωση που τα διαθέσιμα πιεζόμετρα είναι περισσότερα από 3. Στη συνέχεια στο ίδιο ημιλογαριθμικό χαρτί προβάλλουμε τα σημεία $\Delta s = f(\log r)$. Στην αριθμητική κλίμακα που είναι η κάθετη τοποθετούμε τις τιμές της πτώσης στάθμης Δs κατά την ίδια χρονική στιγμή t για τα διαθέσιμα πιεζόμετρα και στην οριζόντια λογαριθμική κλίμακα θέτουμε τις αντίστοιχες τιμές της απόστασης r των διαθέσιμων πιεζομέτρων, οπότε το διάγραμμα $\Delta s = f(\log r)$ δίνει ευθεία.

Οι υδραυλικές σταθερές του υδροφόρου υπολογίζονται από τους τύπους:

$$T = 2.3 Q / 2\pi C \quad (13)$$

και

$$S = 2.25 T t / r_0^2 \quad (14)$$

όπου: $C =$ η πτώση στάθμης σ' ένα λογαριθμικό κύκλο και $r_0 =$ η τομή της ευθείας με τον άξονα $\Delta s = 0$.

Παραλλαγή B: Εφαρμόζεται στην περίπτωση που τα διαθέσιμα πιεζόμετρα είναι περισσότερα από 2 και παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι οι μετρήσεις στάθμης γίνονται σε διαφορετικούς χρόνους σε δυο ή περισσότερα πιεζόμετρα. Στη συνέχεια στο ίδιο ημιλογαριθμικό χαρτί προβάλλονται για καθένα πιεζόμετρο τα σημεία $\Delta s = f(\log t/r^2)$. Στην αριθμητική κλίμακα που είναι η κάθετη θέτουμε τις τιμές της πτώσης στάθμης Δs και στην οριζόντια λογαριθμική κλίμακα τοποθετούμε τις τιμές t/r^2 για κάθε πιεζόμετρο. Το διάγραμμα $\Delta s = f(\log t/r^2)$ δίνει ευθεία που τέμνει τον άξονα μηδενικής πτώσης στάθμης στο σημείο $\Delta s = 0$ και $(t/r^2)_0$.

Στην συνέχεια υπολογίζονται οι υδραυλικές σταθερές του υδροφόρου από τις εξισώσεις:

$$T = 2.3 Q / 4\pi C \quad (15)$$

και

$$S = 2.25 T (t/r^2)_0 \quad (16)$$

όπου: C =η πτώση στάθμης σ' ένα λογαριθμικό κύκλο και $(t/r^2)_0$ = η τομή της ευθείας με τον άξονα $\Delta s=0$.

3.1.3 Διαγράμματα επαναφοράς στάθμης. Κατά τη μέθοδο της επανόδοι της στάθμης χρησιμοποιούμε και πάλι ημιλογαριθμικό χαρτί. Θέτουμε στη δεκαδική κλίμακα την επάνοδο της στάθμης Δs σε m και στη λογαριθμική κλίμακα το πηλίκο $t+t'/t'$ όπου t είναι ο χρόνος που διέρρευσε από την έναρξη της αντλήσεως και t' ο χρόνος που διέρρευσε από το πέρας (τέλος) αυτής. Η ευθεία επαναφοράς στάθμης (E) κατασκευάζεται σημείο προς σημείο και μετά για να βρούμε τα υδραυλικά χαρακτηριστικά επαναλαμβάνουμε τις εργασίες που προαναφέραμε κατά την πτώση της στάθμης.

3.1.4 Διάγραμμα πτώσης στάθμης & επαναφοράς (Δs) - Χρόνου (t). Πρόκειται για αριθμητικό διάγραμμα, όπου στον οριζόντιο άξονα των x θέτουμε τον χρόνο t σε min, ή sec, ή h, από την έναρξη της άντλησης μέχρι και το πέρας της επαναφοράς της στάθμης και στον κατακόρυφο άξονα των y θέτουμε την πτώση στάθμης Δs σε m καθόλη την διάρκεια της άντλησης και της επαναφοράς στάθμης (Σχήμα 5).

Από το διάγραμμα αυτό μπορούμε να έχουμε την υπολειπόμενη στάθμη, εάν υπάρχει (συνήθως παρατηρείται υπολειπόμενη στάθμη στα περιορισμένα υδροφόρα), και την ειδική ικανότητα της γεωτρήσεως $Q/\Delta s$ για ωρισμένη χρονική στιγμή t και παροχή Q .

3.1.5 Διάγραμμα υπολογισμού απωλειών φορτίου εντός της γεώτρησης. Για να υπολογίσουμε τις απώλειες φορτίου σε μια γεώτρηση, όπου κατά την δοκιμαστική άντληση έχουν γίνει 3 δίωρες βαθμίδες άντλησης με τις αντίστοιχες

t — min

ΑΝΤΛΗΣΗ 27/4/90

ΓΕΩΤΡΗΗ 13

$$T = \frac{0.183 \cdot Q}{\Delta s}$$

Q = 12.375 m³/h
 = 297 m³/day
 t = 240 min
 = 0.166 day

$$\Delta s_1 = 0.52 - 0.25 = 0.27 \text{ m}$$

$$\Delta s_2 = 0.79 - 0.23 = 0.56 \text{ m}$$

$$\Delta s_3 = 1.53 - 0.21 = 1.32 \text{ m}$$

$\Delta s_3 = 1.32 \text{ m}$

$$T_1 = \frac{0.183 \cdot 297}{0.27} = 201 \text{ m}^2/\text{day}$$

$$T_2 = \frac{0.183 \cdot 297}{0.56} = 97 \text{ m}^2/\text{day}$$

$$T_3 = \frac{0.183 \cdot 297}{1.32} = 41 \text{ m}^2/\text{day}$$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ

ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ

T : ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΑΡΩΦΟΡΟΥ (ΤΕΤΡΑΓ ΜΕΤΡΑ/ΗΜΕΡΑ)

Q : ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ (ΤΕΤΡΑΚΑ ΜΕΤΡΑ/ΩΡΑ)

t : ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ (ΛΕΠΤΑ)

ΠΙΣΤΩΣΗ ΛΙΜΝΗΣ 1Ε ΠΕΛΠΑ

Ισχύος σε Ώρες

Επίπεδο ποτάμιας 59.75 μ

Παροχή αντλήσεως
Q = 12.375 m³/h

Υψος στάθμης
σταθμής 55.3 μ

Πτώση στάθμης

(Ολική πτώση
στάθμης 4.4 μ)

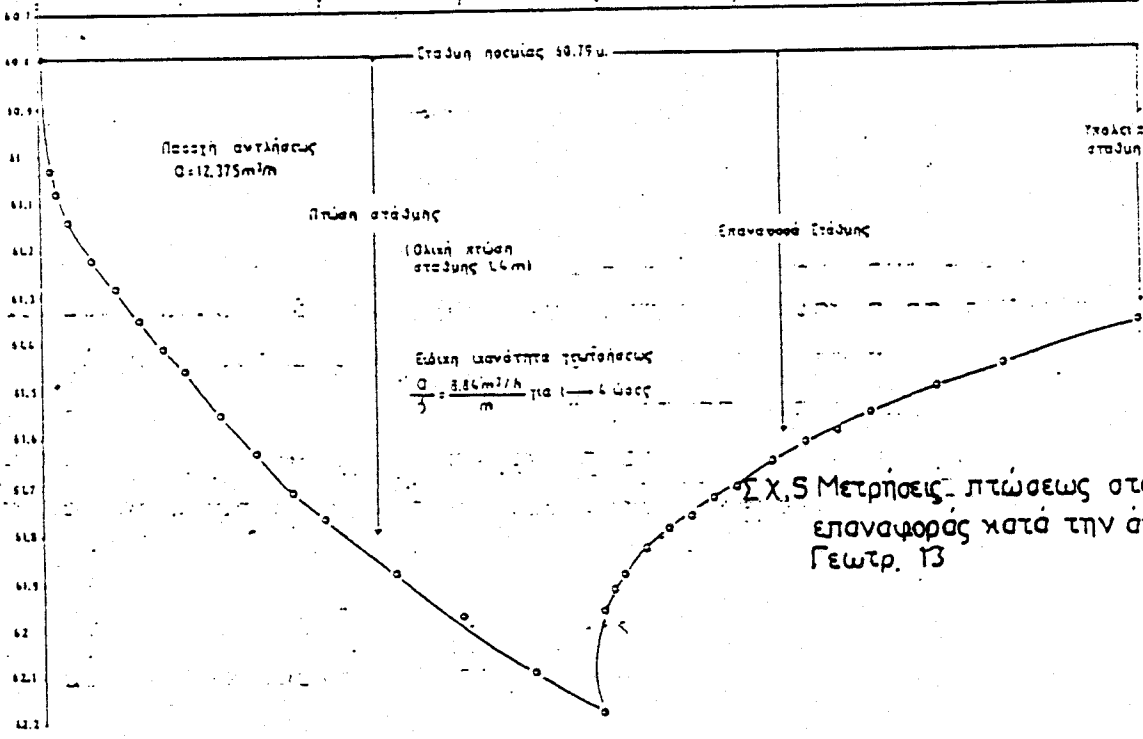
Επαναφορά στάθμης

Εύλη ικανότητα τρωτότητας

$$\frac{Q}{\lambda} = \frac{3.86 \text{ m}^3/\text{h}}{\lambda} \text{ για } t = 6 \text{ Ώρες}$$

ΣΧ.5 Μετρήσεις πτώσεως στάθμης και
επαναφοράς κατά την άντληση,
Γεωτρ. 13

Υψος στάθμης σε μ



μετρήσεις επανόδου της στάθμης, και μια άντληση σταθεράς παροχής με την αντίστοιχη επάνοδό της, κατ'αρχάς ωρισμένα δεδομένα της δοκιμαστικής άντλησης πινακοποιούνται όπως στον Πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

Στοιχεία αντλήσεως γεώτρησης No —

Βαθμίδες	Διάρκεια σε ώρες	Παροχή Q		Δς m	Ειδική πτώση Δς/Q σε m/m ³ /sec	Απώλειες φορτίου	
		m ³ /h	m ³ /sec			Υδροφόρου Δ ₁ =B Q σε m	Γεωτρήσεως Δ ₂ +Δ ₃ =C Q ² σε m
1 _η	2						
2 _η	2						
3 _η	2						
Σταθερά	2						

Στον παραπάνω Πίνακα:

Δ₁ = οι απώλειες φορτίου που οφείλονται στο υδροφόρο, δηλ. στη κυκλοφορία του νερού μέσα στο υδροφόρο σε m.

B = σταθερά που εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του υδροφόρου σε m/m³/sec.

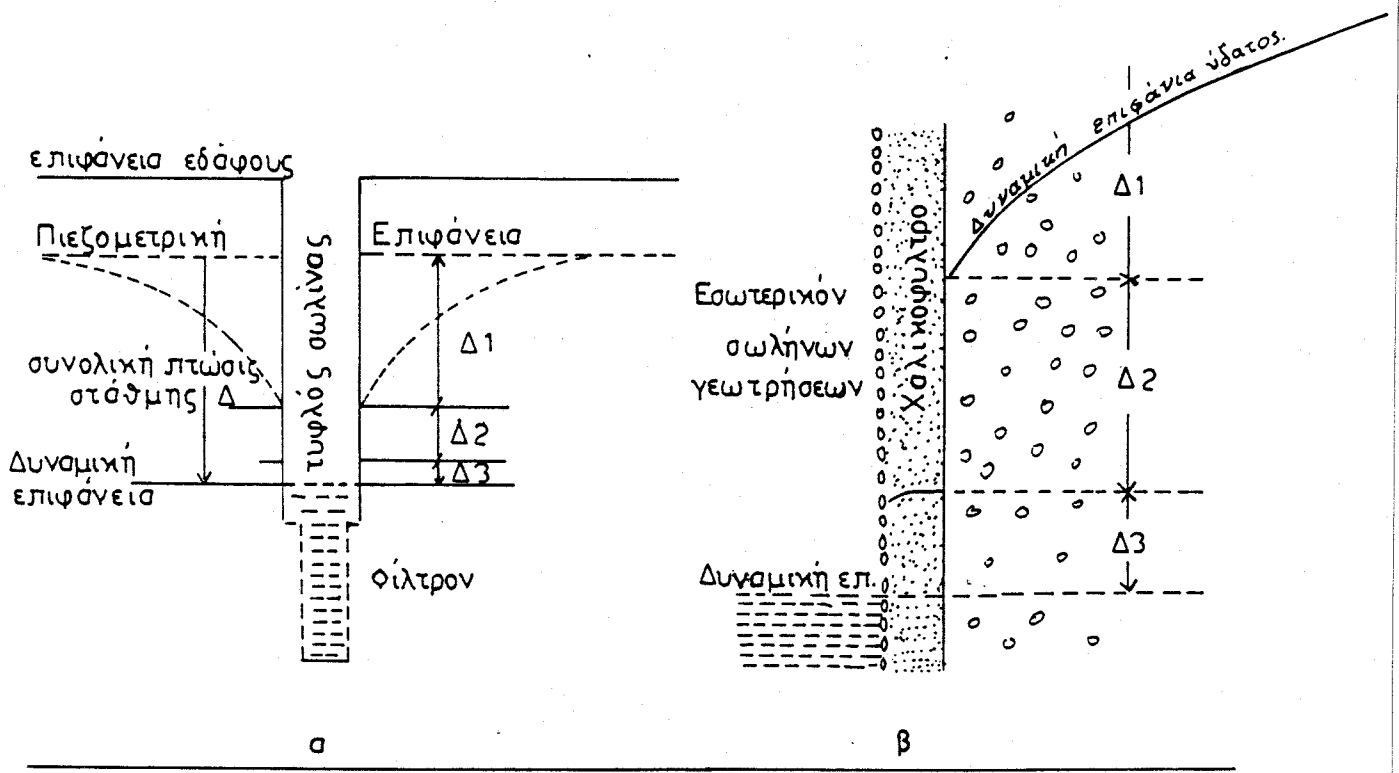
Q = η εκμεταλλεύσιμη παροχή σε m³/sec.

Δ₂ = οι απώλειες φορτίου που οφείλονται στην τεχνική της κατασκευής της γεώτρησης σε m.

Δ₃ = οι απώλειες φορτίου που οφείλονται στους φιλτροσωλήνες και στη διάμετρο σωλήνωσης της γεώτρησης σε m.

C = σταθερά που εξαρτάται από τη διάμετρο και τη φύση της σωληνώσεως και των φίλτρων σε sec²/m⁵.

Στη συνέχεια σε γραμμικό διάγραμμα σχεδιάζουμε την ευθεία απωλειών φορτίου Δ = Δ₁+Δ₂+Δ₃, με άξονα των x (τετμημένη) την παροχή Q σε m³/sec και στον άξονα των y (τεταγμένη) την ειδική πτώση στάθμης Δς/Q σε m/m³/sec.



Σχ 6. Πτώσης στάθμης ένεκα των άπωλειών φορτίου εις τας γεωτρήσεις

Από την ευθεία αυτή ευρίσκομε τις τιμές των σταθερών Β και C. Το μεν Β είναι η τομή της ευθείας απωλειών με τον άξονα των y, το δε C είναι η κλίση της ευθείας αυτής δηλ. η τιμή της εφαπτομένης της γωνίας C. Αντικαθιστώντας τις τιμές των Β και C στους αντίστοιχους τύπους:

$$\Delta_1 = B Q \quad (17)$$

και

$$\Delta_2 + \Delta_3 = C Q^2 \quad (18)$$

ευρίσκομε τις απώλειες φορτίου σε m του υδροφόρου και της γεωτρήσεως για κάθε παροχή.

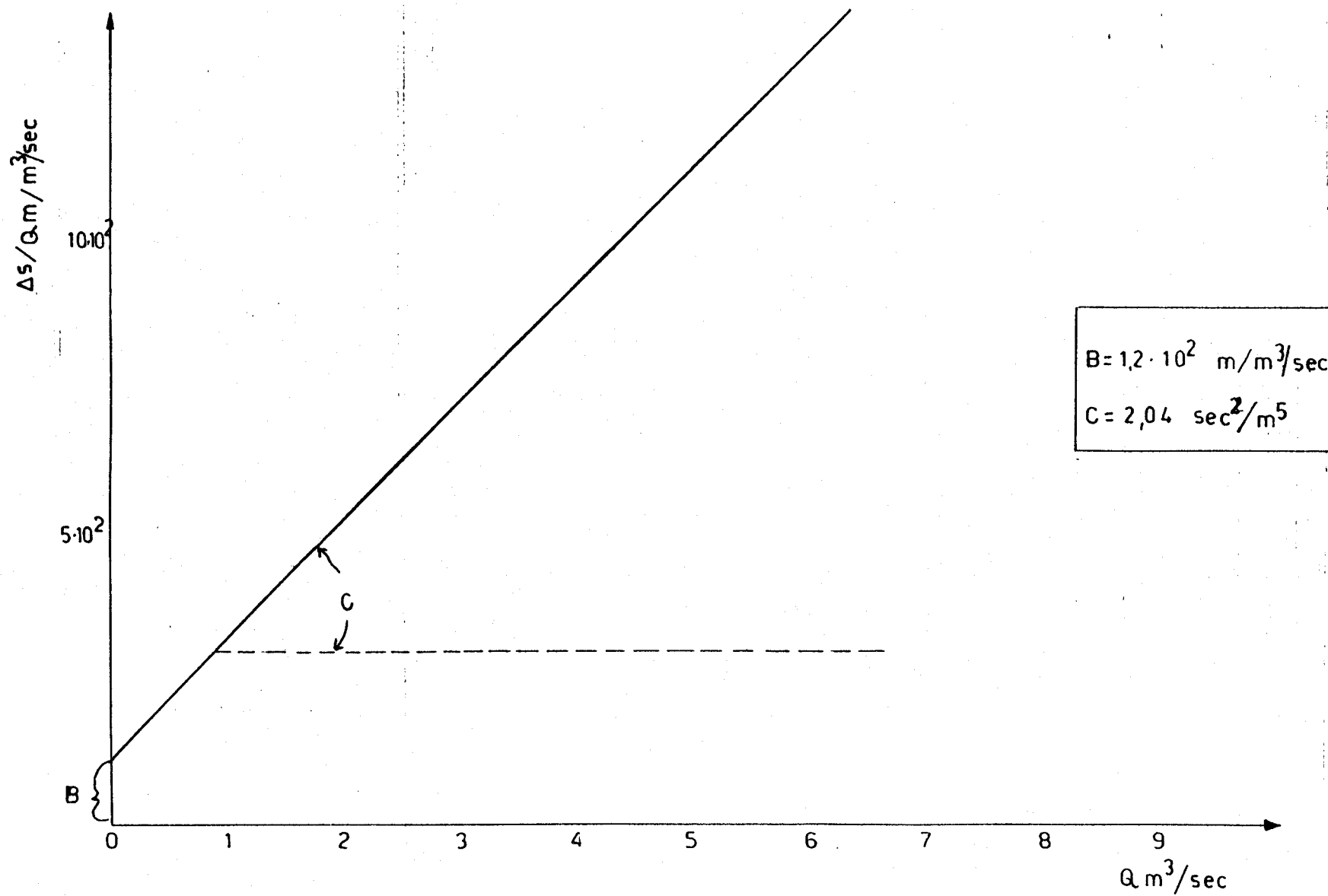
Ακολουθεί παράδειγμα υπολογισμού απωλειών φορτίου για την γεώτρηση KB 103.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

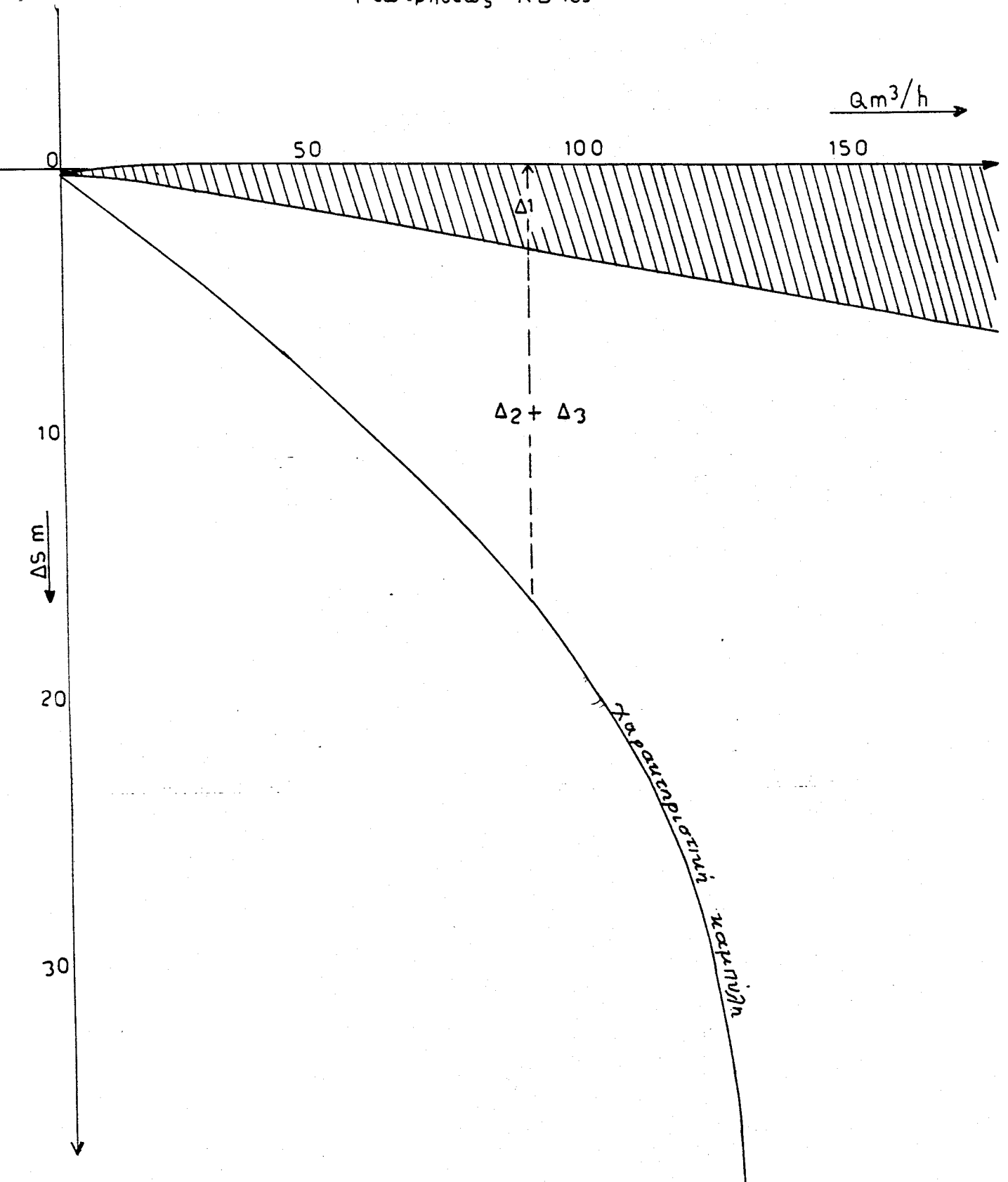
Στοιχεία αντλήσεως γεωτρήσεως KB 103

Βαθμίδες αντλήσεως	Διάρκεια σε ώρες	Παροχή Q		Δς σε m	Ειδική πτώση Δς/Q σε m/m ³ /sec	Απώλειες φορτίου	
		m ³ /h	m ³ /sec			Υδροφόρο Δ ₁ = B Q σε m	Γεώτρηση Δ ₂ +Δ ₃ =C Q ² σε m
1	2	63	1.7 10 ⁻²	11.10	6.5 10 ²	2.04	5.96
2	2	91	2.5 10 ⁻²	15.90	6.4 10 ²	3.00	10.00
3	2	120	3.3 10 ⁻²	25.93	7.8 10 ²	3.96	18.04
4(σταθ)	2	130	3.6 10 ⁻²	31.47	8.7 10 ²	4.32	28.38

Ευθεία απωλειών φορτίου γεωτρήσεως Κ Β 103



Γραφική παράσταση των απωλειών φορτίου
Γεωτρήσεως ΚΒ 103



3.2 Γενικοί κανόνες

Προκειμένου να αποφανθούμε εάν οι απώλειες φορτίου σε μια γεώτρηση είναι κανονικές, μεγάλες ή απαράδεκτες, πρέπει να λάβουμε υπόψη την υδαταγωγιμότητα του υδροφόρου, την δοθείσα παροχή και τη διάμετρο της σωλήνωσης. Για γεωτρήσεις μικρής διαμέτρου αυξημένες τιμές των απωλειών φορτίου είναι ανεκτές.

Μεταξύ των συντελεστών B και C υφίσταται γενικά η σχέση $B < C$.

Γενικά το B λαμβάνει τιμές από 10 - 500 και όταν:

$10 < B < 150$	οι απώλειες φορτίου θεωρούνται καλές.
$150 < B < 350$	" " " " συνήθειες.
$350 < B$	" " " " μεγάλες.

Για το C ισχύουν τα εξής:

όταν

"	$C \leq 1000$	τότε οι απώλειες φορτίου θεωρούνται	πολύ	καλές.
"	$1000 < C \leq 5000$	" " " "	"	καλές.
"	$5000 < C \leq 10000$	" " " "	"	ανώμαλες.
"	$10000 < C$	" " " "	"	απαράδεκτες.

Στην περίπτωση κατά την οποία οι απώλειες φορτίου υπολογίζονται σε π τότε σε μια κανονικά κατασκευασμένη και αναπτυγμένη γεώτρηση θα ισχύει γενικά η σχέση $\Delta_1 > \Delta_2 + \Delta_3$. Εφόσον δε η τιμή $\Delta_2 + \Delta_3$ υπερβαίνει την τιμή Δ_1 τότε πρέπει να αναζητείται ανωμαλία στις απώλειες φορτίου.

Όταν επιλεγεί σαν μέθοδος ανάλυσης η μέθοδος Theis τότε ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων και σχεδίασης των διαγραμμάτων της δοκιμαστικής άντλησης είναι ο παρακάτω:

3.2.1 Χαρακτηριστική καμπύλη γεωτρήσεως. Κατασκευάζεται όπως στο κεφ. 3.1.1.

3.2.2 Διαγράμματα πτώσης στάθμης Δz - Χρόνου t . Τα διαγράμματα αυτά παρίστανται γραφικά σε διπλό λογαριθμικό χαρτί και συγκρίνονται μ' ένα σετ καμπυλών (ειδική πρότυπη καμπύλη για κάθε τύπο υδροφόρου) που πρέπει να έχουν προετοιμασθεί από πίνακες που υπάρχουν (πίνακες L. WENZEL)(Καλλέργης, 1986).

Άξονας των x (τετμημένη) είναι ο χρόνος από την έναρξη της άντλησης και άξονας των y (τεταγμένη) η πτώση της στάθμης Δz . Μετά σημείο προς σημείο σχηματίζουμε την καμπύλη του υδροφόρου στρώματος. Στη συνέχεια σε όμοιο διπλό λογαριθμικό χαρτί χαράσσουμε την πρότυπη καμπύλη του THEIS βάζοντας στον άξονα των x τις τιμές του $1/u$ και στον άξονα των y τις τιμές του $W(u)$ που παίρνουμε από τους πίνακες του L. WENZEL(Καλλέργης, 1986). Οι πρότυπες αυτές καμπύλες $W(u) = f(1/u)$ είναι συνήθως προκατασκευασμένες και είναι γνωστές ως ανεστραμμένες πρότυπες καμπύλες THEIS.

Στη συνέχεια φέρνονται σε σύμπτωση τα διαγράμματα $\Delta z = f(t)$ και $W(u) = f(1/u)$ διατηρώντας τον άξονα $W(u)$ παράλληλο Δz και τον άξονα $1/u$ παράλληλο t . Οι δυο καμπύλες μπορεί να συμπίπτουν μόνο κατά ένα τμήμα τους (πράγμα που οφείλεται στο γεγονός ότι τα αποτελέσματα της αντλητικής δοκιμασίας αποκλίνουν από τις ιδεώδεις συνθήκες στις οποίες βασίστηκε η κατασκευή της πρότυπης καμπύλης). Μετά στην περιοχή όπου η σύμπτωση είναι η καλύτερη επιλέγουμε ένα τυχαίο σημείο A του οποίου ορίζουμε τις συντεταγμένες τόσο στη πρότυπη καμπύλη THEIS όσο και στη πειραματική.

Ακολούθως υπολογίζονται τα T και S από τους τύπους:

$$T = \frac{Q}{4 \pi \Delta z} W(u) \quad (19)$$

και

$$S = \frac{4 T t}{r^2} u \quad (20)$$

Ο παραπάνω τρόπος λύσης χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ένα μόνο πιεζόμετρο.

Αν χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονες μετρήσεις σε τρία ή περισσότερα πιεζόμετρα τότε ακολουθείται η παρακάτω λύση:

Για κάθε πιεζόμετρο σε απόσταση r κατασκευάζεται η πειραματική καμπύλη $\Delta s = f(t/r^2)$ και με την διαδικασία που προαναφέρθηκε υπολογίζονται τα T και S . Τότε τα T και S του υδροφόρου υπολογίζονται ως ο μέσος όρος των T και S για τα τρία πιεζόμετρα.

Ο Vandenberg (1977) (Καλλέργης, 1986, σελίδα 4-44) πρότεινε ένα αλγόριθμο για την επίλυση της εξίσωσης Theis με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, ώστε αποφεύγονται οι χρονοβόρες γραφικές επιλύσεις.

3.2.3. Διάγραμμα υπολογισμού απωλειών φορτίου στη γεώτρηση
Κατασκευάζεται όπως στο κεφ. 3.1.5.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ.

Κατά την εφαρμογή της λύσης Theis και τη χρησιμοποίηση των προτύπων καμπυλών, δεν πρέπει να δίνεται βαρύτητα στις πρώτες μετρήσεις μια και αυτές μπορεί να μην ανταποκρίνονται στην πτώση στάθμης που υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\Delta s = \frac{Q}{4 \pi T} W(u) \quad (21)$$

στην οποία βασίζεται η κατασκευή της πρότυπης καμπύλης. Και τούτο γιατί κατά τα πρώτα 5 ή 10 αρχικά λεπτά της άντλησης το νερό που αντλείται δεν προέρχεται πάντα από το αποθηκευμένο στον υδροφόρο, μετά από στιγμιαία με τη πτώση της πίεσης απελευθέρωσή του, ούτε η παροχή της αντλίας είναι σταθερή όπως δέχεται το πρότυπο Theis.

Αν εξάλλου η πειραματική καμπύλη δείχνει μια μικρή καμπυλότητα όμοια με εκείνη της ανεστραμμένης πρότυπης καμπύλης για $1/u < 100$, τότε η γραφική επίλυση γίνεται πρακτικά απροσδιόριστη και η μέθοδος δεν ισχύει (ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, 1986).

4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ

Τα πλεονεκτήματα των αντλητικών δοκιμασιών σαν μέθοδος έρευνας είναι αυτονόητα. Μια αντλητική δοκιμασία δίνει τιμές των υδραυλικών συνθηκών στις πραγματικές επιτόπιες συνθήκες, οι οποίες τιμές είναι μέσες ενός μεγάλου και αντιπροσωπευτικού όγκου του υδροφόρου. Με μια αντλητική δοκιμή παίρνονται μετρήσεις για τον προσδιορισμό τόσο του k όσο και του S . Στα ημιυδροφόρα στρώματα εκτιμώνται οι διαρροές νερού από ή προς τον υδροφόρο.

Υπάρχουν όμως δυο μειονεκτήματα, ένα επιστημονικό και ένα οικονομικό. Το επιστημονικό μειονέκτημα είναι η μη μοναδικότητα της ερμηνείας των αντλητικών δοκιμασιών. Στην περίπτωση λοιπόν που δεν υπάρχει γεωλογική "μαρτυρία" είναι δύσκολη η μονοσήμαντη πρόγνωση της επίδρασης οποιουδήποτε προγράμματος αντλήσεων. Το γεγονός της σύμπτωσης θεωρητικής και πειραματικής καμπύλης δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι ο υδροφόρος εκπληρώνει τις προϋποθέσεις στις οποίες βασίζεται η χάραξη της πρότυπης καμπύλης.

Το οικονομικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι το μεγάλο κόστος της. Η κατασκευή υδρογεωτρήσεων και πιεζομετρικών γεωτρήσεων δικαιολογείται τότε μόνο όταν σκοπεύεται η εκμετάλλευση του υδροφόρου με υδρογεωτρήσεις στην περιοχή που γίνονται οι αντλητικές δοκιμασίες. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις οι δοκιμές διαπερατότητας σε πιεζομετρικές γεωτρήσεις είναι και απλούστερες και φθηνότερες και μπορούν να δώσουν αρκετά σημαντικά στοιχεία.

5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στο ΥΠ.ΓΕΩ. η μέθοδος επεξεργασίας των μετρήσεων της δοκιμαστικής άντλησης που χρησιμοποιείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα είναι η μέθοδος της ευθείας γραμμής ή μέθοδος Jacob, η οποία είναι απλή και εύκολη στη χρήση της. Σπάνια σε μελέτες ακολουθήθηκαν και άλλες ενδεδειγμένες μέθοδοι επεξεργασίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι σε αρκετές περιπτώσεις κατά την επεξεργασία των αντλήσεων σταθερής παροχής, παρατηρήθηκαν ανωμαλίες στη χάραξη της ευθείας πτώσης στάθμης, οφειλόμενες συνήθως σε προβλήματα που έχουν σχέση είτε σε μείωση των στροφών του κινητήρα των αντλιών (που συνεπάγεται μείωση της παροχής) που δεν διαπιστώθηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας υπαίθρου, είτε σε αίτια αλλαγής του μανομετρικού της αντλίας (οφειλόμενα σε περιορισμένης δυναμικότητας υδροφορείς).

Επίσης όπως προαναφέρθηκε στην έκθεση "Ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοχή ή μη δεδομένων των σταθμών-αξιολόγηση δεδομένων" ο "εκ των υστέρων" έλεγχος από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή θα δείξει εάν ισχύουν οι μαθηματικές προϋποθέσεις εφαρμογής της μεθόδου αυτής.

Επομένως κατά την σύνταξη του λογισμικού θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια ώστε ο μελετητής - χρήστης να έχει την δυνατότητα ανάλυσης - χρήσης και των υπολοίπων υπάρχουσών σήμερα μεθόδων ανάλυσης, ώστε να δύναται να καταλήξει σε ασφαλή και χρήσιμα για τον υδροφορέα και το κοινωνικό σύνολο συμπεράσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σούλιος, Γ.Χ., 1981, Γενική Υδρογεωλογία. Εκδοση Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
2. Καλλέργης, Γ.Α., 1986, Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. Εκδοση Τ.Ε.Ε., Αθήνα.
3. Νίκας, Κ., 1990, Δοκιμαστικές Αντλήσεις Υδρογεωτρήσεων. Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας - Σεμινάριο "Εφαρμοσμένης Υδρογεωλογίας". Αθήνα.
4. Παπαδοπούλου, Κ.Α., 1976, Πρακτικό Εγχειρίδιον δια την Γενικήν Επεξεργασίαν των Δοκιμαστικῶν Αντλήσεων. Εκδοση ΥΠ.ΓΕΩ., Λάρισα.

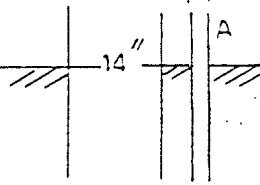
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Πλήρης επεξεργασμένη δοκιμαστική άντληση υδρογεώτρησης
(με δοκιμές βαθμίδων με επαναφορά στάθμης)

LB-109

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ.ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0,50 m



ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
STATIC WATER LEVEL
13.72m

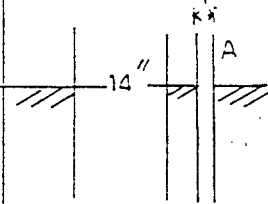
ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
DEPTH OF PUMP IN TINSTAL 58.90m

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ α = m ³ /h	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMAR
1	2	3	4	5	6	7
3-11-75	10.00'	0'	133	13.72		Έναρξη α βάρυιδας
	10.00' 30"	0' 30"		15.19		
	10.01'	1'		15.24		
	10.01' 30"	1' 30"		15.30		
	10.02'	2'		15.32		
	10.02' 30"	2' 30"		15.37		
	10.03'	3'		15.35		
	10.03' 30"	3' 30"		15.38		
	10.04'	4'		15.39		
	10.04' 30"	4' 30"		15.40		
	10.05'	5'		15.41		
	10.06'	6'		15.46		
	10.07'	7'		15.47		
	10.08'	8'		15.48		
	10.09'	9'		15.50		
	10.10'	10'		15.52		
	10.12'	12'		15.55		
	10.14'	14'		15.59		
	10.16'	16'		15.61		
	10.18'	18'		15.62		
	10.20'	20'		15.63		
	10.25'	25'		15.68		
	10.30'	30'		15.71		
	10.35'	35'		15.75		
	10.40'	40'		15.78		
	10.45'	45'		15.78		
	10.50'	50'		15.78		
	10.55'	55'		15.80		
	11.00'	60'		15.81		
	11.10'	70'		15.81		
	11.20'	80'		15.83		
	11.30'	90'		15.87		
	11.40'	100'		15.89		
	11.50'	110'		15.89		
	12.00'	120'		15.87		
	Μετρημένη δαπάνη 260 λίτρων					
	12.00'	0'		15.87		
	12.00' 30"	0' 30"		14.41		
	12.01'	1'		14.40		
	12.01' 30"	1' 30"		14.37		
	12.02'	2'		14.33		
	12.02' 30"	2' 30"		14.31		
	12.03'	3'		14.29		
	12.03' 30"	3' 30"		14.26		

LB-109

 ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ. ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
 PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0,50 m


 ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
 TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8

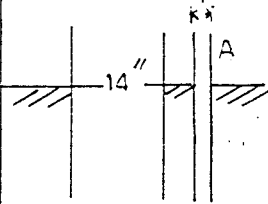
 ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
 STATIC WATER LEVEL
 13.72m

 ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
 DEPTH OF PUMP INLET INSTAL 58.90m

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ α = m ³ /h	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMAR
1	2	3	4	5	6	7
3-11-75	12.05'	5'		14.21		
	12.06'	6'		14.20		
	12.07'	7'		14.18		
	12.28'	8'		14.16		
	12.09'	9'		14.14		
	12.10'	10'		14.13		
	12.12'	12'		14.11		
	12.14'	14'		14.09		
	12.16'	16'		14.06		
	12.18'	18'		14.04		
	12.20'	20'		14.02		
	12.25'	25'		14.00		
	12.30'	30'		13.98		
	12.35'	35'		13.96		
	12.40'	40'		13.94		
	12.45'	45'		13.92		
	12.50'	50'		13.91		
	12.55'	55'		13.90		
	13.00'	60'		13.89		
	13.10'	80'		13.88		
	13.20'	80'		13.87		
	13.30'	90'		13.86		
	13.40'	100'		13.85		
	13.50'	110'		13.84		
	14.00'	120'		13.83		
	14.00'	0'	200	13.83		Έναρξη Β βαθμίδα
	14.00' 30"	0' 30"				
	14.01'	1'		16.33		
	14.01' 30"	1' 30"		16.43		
	14.02'	2'		16.50		
	14.02' 30"	2' 30"		16.54		
	14.03'	3'		16.59		
	14.03' 30"	3' 30"		16.52		
	14.04'	4'		16.64		
	14.04' 30"	4' 30"		16.66		
	14.05'	5'		16.68		
	14.06'	6'		16.72		
	14.07'	7'		16.75		
	14.08'	8'		16.77		
	14.09'	9'		16.79		
	14.10'	10'		16.31		
	14.12'	12'		16.83		
	14.14'	14'		16.86		
	14.16'	16'		16.89		

LB-109

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ. ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0,60 m $\frac{1}{2}$ "

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
STATIC WATER LEVEL
13.72m

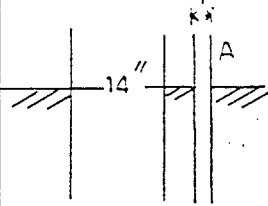
ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
DEPTH OF PUMP INLET INSTAL 58.90m

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ $\alpha = m^3/h$	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMARKS
1	2	3	4	5	6	7
	14.18'	18'		16.99		
	14.20'	20'		16.94		
	14.25'	25'		17.00		
	14.30'	30'		17.12		
	14.35'	35'		17.14		
	14.40'	40'		17.15		
	14.45'	45'		17.17		
	14.50'	50'		17.19		
3-11-75	15.00'	60'		17.21		
	15.10'	70'		17.26		
	15.20'	80'		17.27		
	15.30'	90'		17.29		
	15.40'	100'		17.34		
	15.50'	110'		17.35		
	16.00'	120'		17.40		
	16.00'	0'		17.40		Μετρήσεις εναλλαγής σταθμής
	16.00' 30"	0' 30"		15.49		
	16.01'	1'		14.89		
	16.01' 30"	1' 30"		14.82		
	16.02'	2'		14.78		
	16.02' 30"	2' 30"		14.73		
	16.03'	3'		14.69		
	16.03' 30"	3' 30"		14.66		
	16.04'	4'		14.64		
	16.04' 30"	4' 30"		14.62		
	16.05'	5'		14.57		
	16.06'	6'		14.55		
	16.07'	7'		14.51		
	16.08'	8'		14.49		
	16.09'	9'		14.46		
	16.10'	10'		14.45		
	16.12'	12'		14.42		
	16.14'	14'		14.38		
	16.16'	16'		14.36		
	16.18'	18'		14.33		
	16.20'	20'		14.32		
	16.25'	25'		14.28		
	16.30'	30'		14.24		
	16.35'	35'		14.21		
	16.40'	40'		14.18		
						Έναρξη γ' κατάλυσης
4-11-75	09.00'	0'	276	1380		
	09 30'	0' 30"		17.12		
	09.01	1'		17.52		

LB-109

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ. ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0.60 m



ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
STATIC WATER LEVEL
13.72m

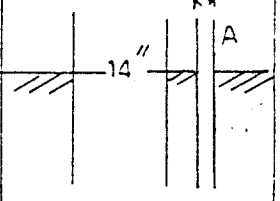
ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
DEPTH OF PUMP INLET INSTAL 58.90m

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ $\alpha = m^3/h$	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMAR	
1	2	3	4	5	6	7	
4-11-75	09.01'	30" 1'	30"	17.57			
	09.02'	2'		17.64			
	09.02'	30" 2'	30"	17.68			
	09.03'	3'		17.72			
	09.03'	30" 3'	30"	17.77			
	09.04'	4'		17.80			
	09.04'	30" 4'	30"	17.83			
	09.05'	5'		17.86			
	09.06'	6'		17.93			
	09.07'	7'		17.97			
	09.08'	8'		18.09			
	09.09'	9'					
	09.10'	10'		18.07			
	09.12'	12'		18.11			
	09.14'	14'		18.20			
	09.20'	20'		18.28			
	09.25'	25'		18.40			
	09.30'	30'		18.44			
	09.35'	35'		18.50			
	09.40'	40'		18.54			
	09.45'	45'		18.61			
	09.50'	50'		18.64			
	09.55'	55'		18.67			
	10.00'	60'		18.70			
	10.10'	70'		18.73			
	10.20'	80'		18.81			
	10.30'	90'		18.83			
	10.40'	100'		18.89			
	10.50'	110'		18.94			
	11.00'	120'		18.98			
	Μεσημέρι διαπαύσης 2 βάρους						
	11.00'	0'		18.98			
	11.00'	30" 0'	30"	15.98			
	11.01'	1'		15.23			
	11.01'	30" 1'	30"	15.18			
	11.02'	2'		15.11			
	11.02'	30" 2'	30"	15.03			
	11.03'	3'		14.99			
	11.03'	30" 3'	30"	14.97			
	11.04'	4'		14.94			
	11.04'	30" 4'	30"	14.90			
	11.05'	5'		14.86			
	11.06'	6'		14.83			
	11.07'	7'		14.76			
	11.08'	8'		14.74			

LB-109

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ.ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0.60 m²



ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
STATIC WATER LEVEL
13.72m

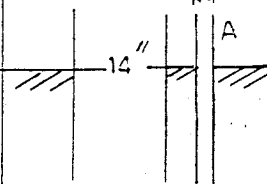
ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
DEPTH OF PUMP INLET INSTAL 58.90m

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ α = m ³ /h	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMAR
1	2	3	4	5	6	7
4-11-75	11.09'	9'		14.71		
	11.10'	10'		14.67		
	11.12'	12'		14.64		
	11.14'	14'		14.61		
	11.16'	16'		14.60		
	11.18'	18'		14.54		
	11.10'	20'		14.48		
	11.25'	25'		14.45		
	11.30'	30'		14.41		
	11.35'	35'		14.36		
	11.40'	40'		14.30		
	11.45'	45'		14.25		
	11.50'	50'		14.20		
	11.55'	55'		14.17		
	12.00'	60'		14.14		
	12.10'	70'		14.11		
	12.20'	80'		14.10		
	12.30'	90'		14.08		
	12.40'	100'		14.07		
	12.50'	110'		14.05		
	13.00'	120'		14.03		
	16.00'	00'	327	13.92		Έναρξη βραδείας Παροχής
	16.00'	30" 00'	30"	18.30		
	16.01'	1'		18.57		
	16.01'	30" 1'	30"	18.67		
	16.02'	2'		18.79		
	16.02'	30" 2'	30"	18.86		
	16.03'	3'		18.92		
	16.03'	30" 3'	30"	18.96		
	16.04'	4'		18.98		
	16.04'	30" 4'	30"	19.04		
	16.05'	5'		19.12		
	16.06'	6'		19.12		
	16.07'	7'		19.16		
	16.08'	8'		19.20		
	16.09'	9'		19.27		
	16.10'	10'		19.31		
	16.12'	12'		19.34		
	16.14'	14'		19.45		
	16.16'	16'		19.49		
	16.18'	18'		19.51		
	16.20'	20'		19.58		
	16.25'	25'		19.68		
	16.30'	30'		19.76		
	16.35'	35'		19.83		

LB-109

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΔΟΚ. ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
PUMPING TESTS MEASUREMENT TABLES

A = 0.60 m



ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ : ΠΟΜΟΝΑ
TYPE OF PUMP : AXIAL PUMP 8..

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ
STATIC WATER LEVEL
13.72m

ΒΑΘΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ
DEPTH OF PUMP INLET INSTAL
58.90m

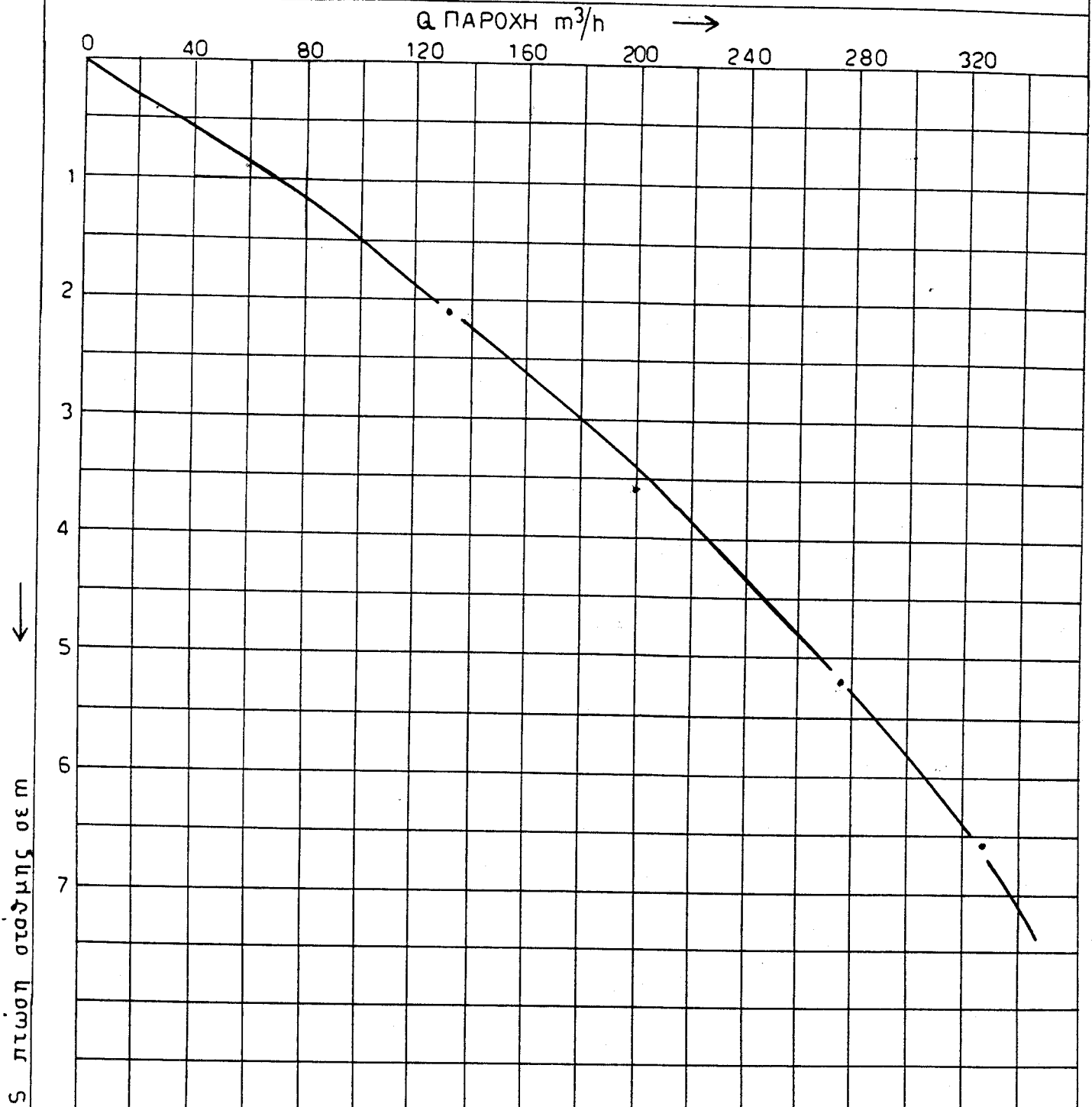
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑΙ HOURS	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ PUMPING DURATION	ΠΑΡΟΧΗ ΥΙΕΛΟ $Q = m^3/h$	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ WATER LEVEL	ΠΤΩΣΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ DRAW DOWN	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMARK
1	2	3	4	5	6	7
4-11-75	16.40'	40'		19.90		
	16.45'	45'		19.98		
	16.50	50'		20.01		
	16.55'	55'		20.05		
	17.00'	60'		20.11		
	17.10'	70'		20.19		
	17.20'	80'		20.23		
	17.30'	90'		20.30		
	17.40'	100'		20.36		
	17.50'	110'		20.43		
	18.00'	120'		20.44		
	18.15'	135'		20.51		
	18.30'	150'		20.56		
	18.45'	165'		20.60		
	19.00'	180'		20.65		
	19.30'	210'		20.75		
	20.00'	240'		20.83		
	20.30'	270'		20.88		
	21.00'	300'				
	23.00'	420'	327	21.14		
	23.30'	450'		21.15		
	24.00'	480'		21.16		
	00.30'	510'		21.17		
	01.00'	540'		21.23		
	01.30'	570'		21.24		
	02.00'	600'		21.27		
	02.30'	630'		21.30		
	03.00'	660'		21.37		
	03.30'	690'		21.37		
	04.00'	720'		21.40		
	04.30'	750'		21.42		
	05.00'	780'		21.43		
	06.00'	840'		21.44		
	07.00'	900'		21.46		
	08.00'	960'		21.51		
	09.00'	1020'		21.52		
	10.00'	1080'		21.55		
	11.00'	1140'		21.58		
	12.00'	1200'		21.65		
	13.00'	1260'		21.66		
	14.00'	1320'		21.67		
	15.00'	1380'		21.72		
	16.00'	1440'		21.75		
Μετρήσεις Ειδιαιτέρως Σειστών						

4-11-75	16.00'	00'	21.75
	16.00'	30"	17.04
	16.01'	1'	17.02
	16.01'	30"	16.90
	16.02'	2'	16.80
	16.02'	30"	16.77
	16.03'	3'	16.69
	16.03'	30"	16.60
	16.04'	4'	16.58
	16.04'	30"	16.55
	16.05'	5'	16.48
	16.06'	6'	16.42
	16.07'	7'	16.36
	16.08'	8'	16.30
	16.09'	9'	16.29
	16.10'	10'	16.24
	16.12'	12'	16.15
	16.14'	14'	16.09
	16.16'	16'	16.03
	16.18'	18'	15.97
	16.20'	20'	15.92
	16.25'	25'	15.84
	16.30'	30'	15.73
	16.35'	35'	15.62
	16.40'	40'	15.62
	16.45'	45'	15.56
	16.50'	50'	15.52
	16.55'	55'	15.48
	17.00'	60'	15.43
	17.10'	70'	15.36
	17.20'	80'	15.29
	17.30'	90'	15.25
	17.40'	100'	15.20
	17.50'	110'	15.16
	18.00'	120'	15.14
	18.15'	135'	15.07
	18.30'	150'	15.02
	18.45'	165'	14.97
	19.00'	180'	14.95
	19.30'	210'	14.89
	20.00'	240'	14.85
	20.30'	270'	14.81
	21.00'	300'	14.79
	21.30'	330'	14.75
	22.00'	360'	14.72
	22.30'	390'	14.70
	23.00'	420'	14.68
	23.30'	450'	14.66
	24.00'	480'	14.64
	00.30'	510'	16.62
	01.00'	540'	14.59
	01.30'	570'	14.58
	02.00'	600'	14.57
	02.30'	6.30'	14.56

4-11-75	03.00	660	14.54
	03.30	690	14.52
	04.00	720	14.50
	04.30	750	14.49
	05.00	780	14.48
	05.30	810	14.47
	06.00	840	14.46
	07.00	900	14.44
	08.00	960	14.42
	09.00	1020	14.40
	10.00	1080	14.39
	11.00	1140	14.37
	12.00	12.00	14.36
	13.00	12.60	14.35
	14.00	13.20	14.34
	15.00	1380	14.32
	16.00	1440	14.30

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ
CHARACTERISTIC CURVE

LB-109



Βαθμιά	Διάρκεια (h)	Q m ³ /h	ΔS (m)
1	2	133	215
2	2	200	368
3	2	276	526
4	2	327	652

Στατική στάθμη static water level 13,72 m

Ημερομηνία Date 1/11/75

A= Κρισιμόν σημείον Critical point

Q max= Κρισιμός παροχή Critical yield 300 m³/h

ΔS max= Αντίστοιχος πτώσης στάθμης => 5,75 m

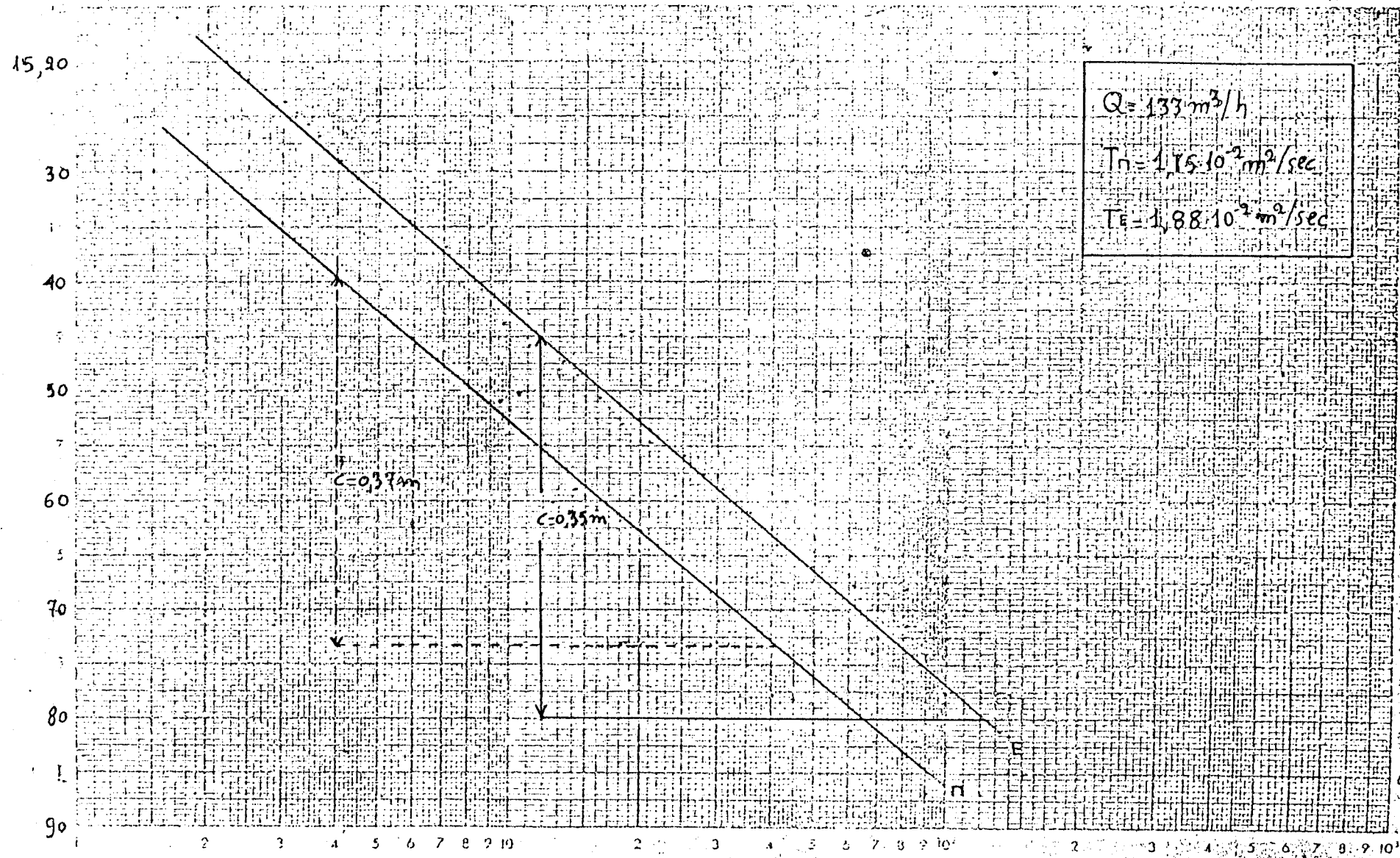
Corresponding drawdown

$\log(t)$

I ΒΑΘΜΙΔΟΣ

$Q = 133 \text{ m}^3/\text{h}$
 $T_n = 1,15 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$
 $T_E = 1,88 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$

ΠΥΛΩΣΙΣΤΙΣ μm

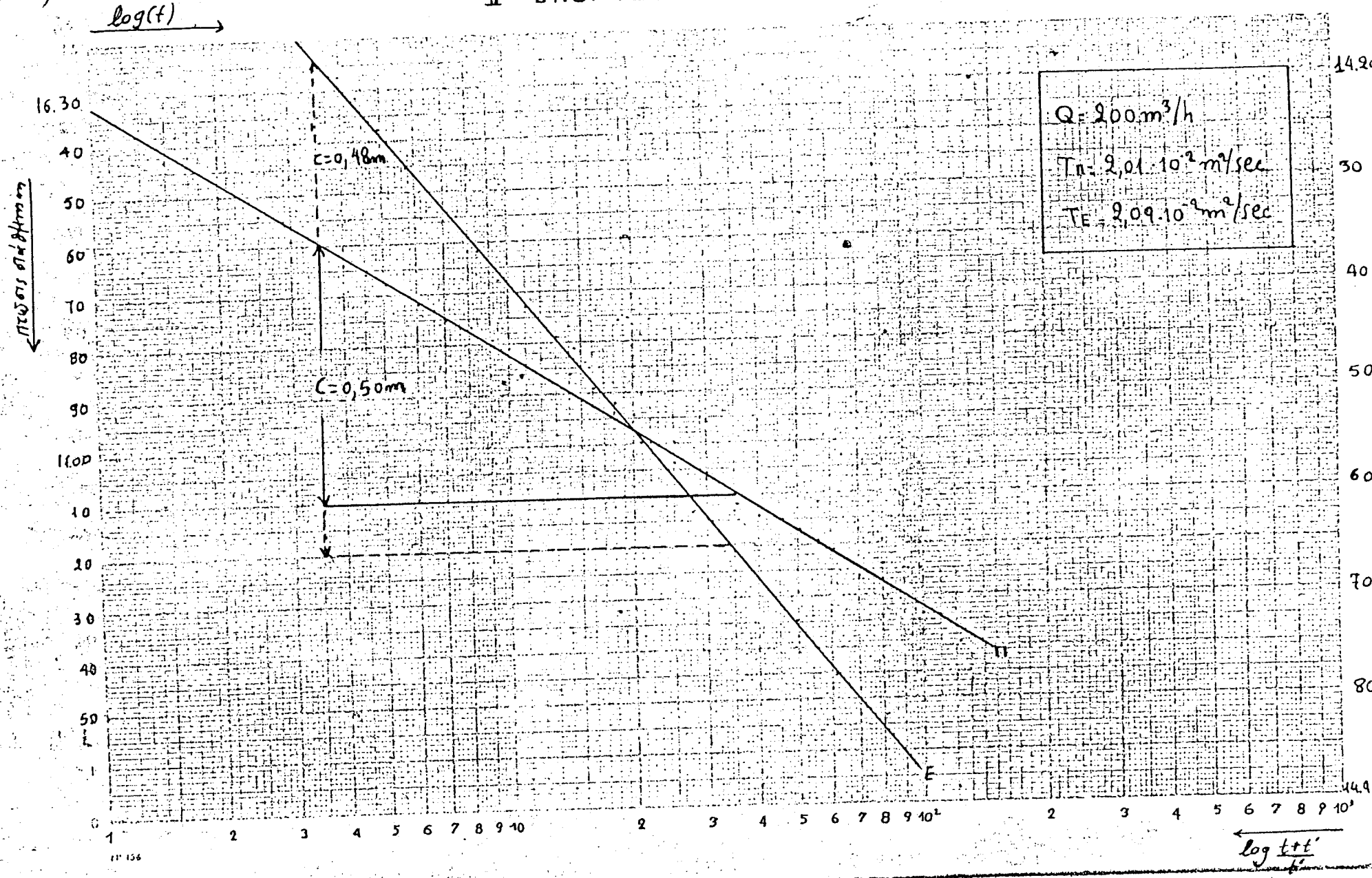


$\log \frac{t+t'}{t}$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΤΩΣΕΩΣ ΣΤΑΘΜΗΣ - $\log t$ & ΕΠΑΝΟΔΟΥ ΣΤΑΘΜΗΣ - $\log \frac{t}{t'}$

LB-109

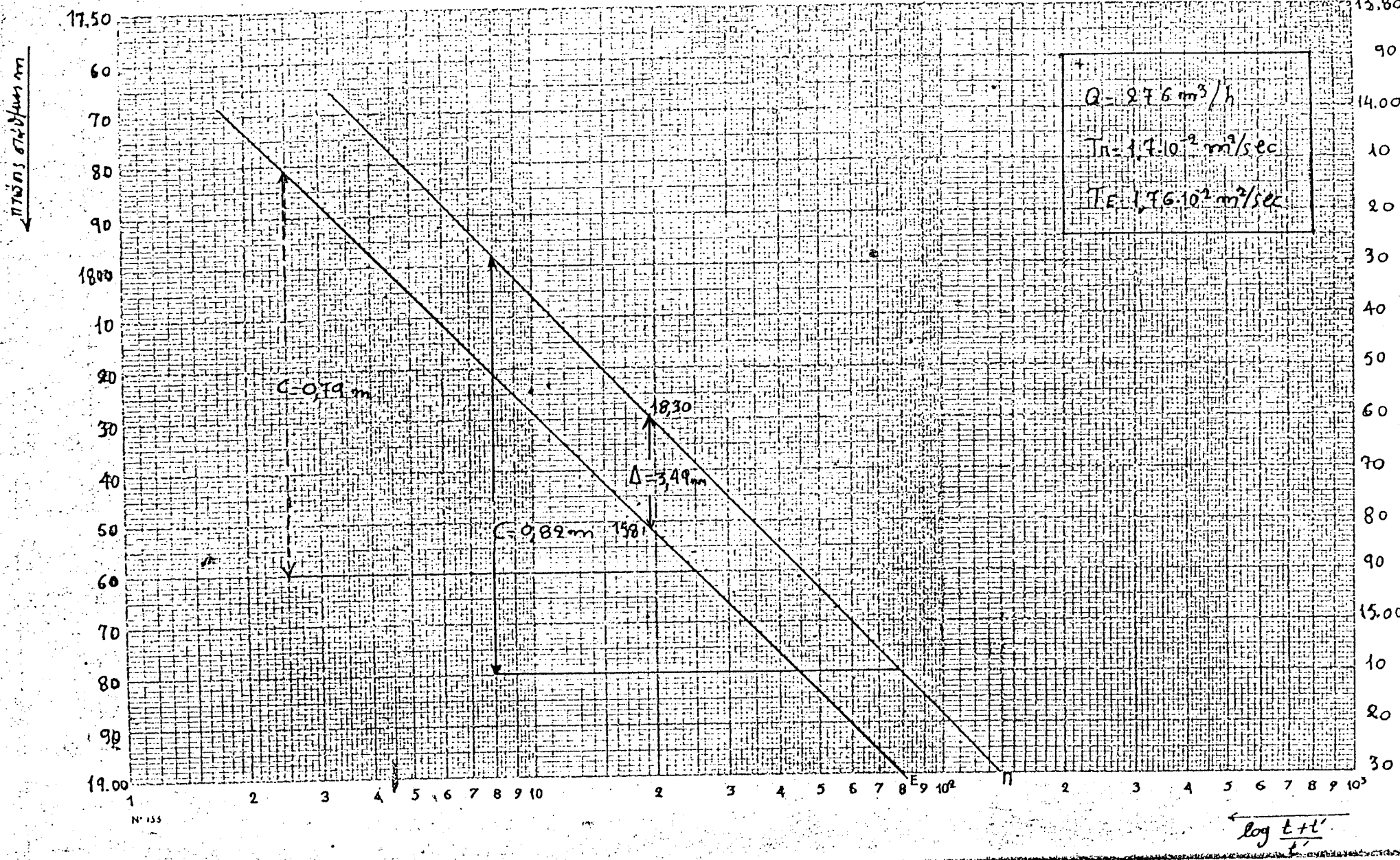
II ΒΑΘΜΙΔΟΣ



$\log(t)$ →

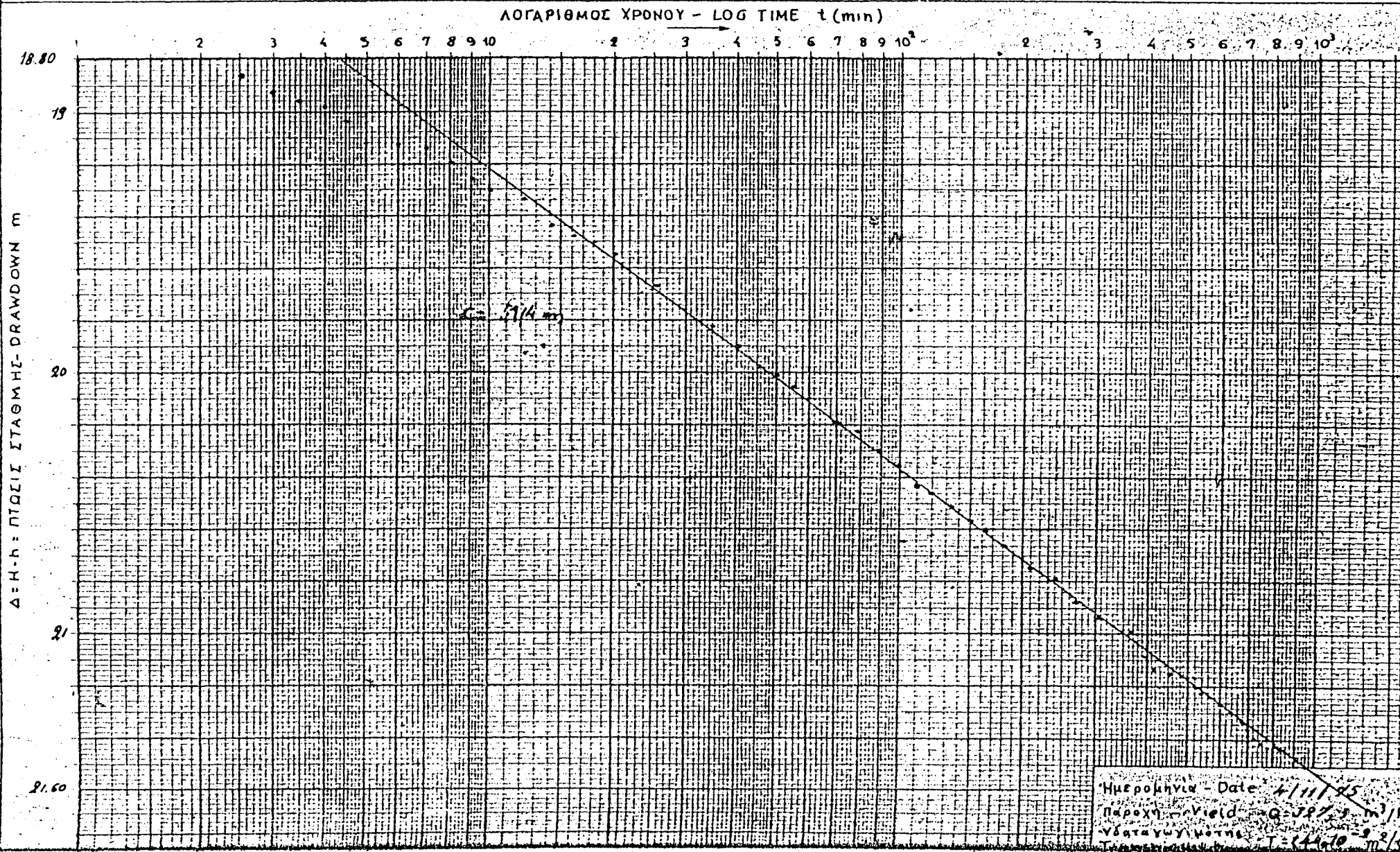
III ΒΑΘΜΙΔΟΣ

ΕΒ 103



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΤΩΣΕΩΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΙ ΛΟΓ. ΧΡΟΝΟΥ
 CURVE OF DRAWDOWN IN FUNCTION WITH THE LOG OF TIME

LB-109

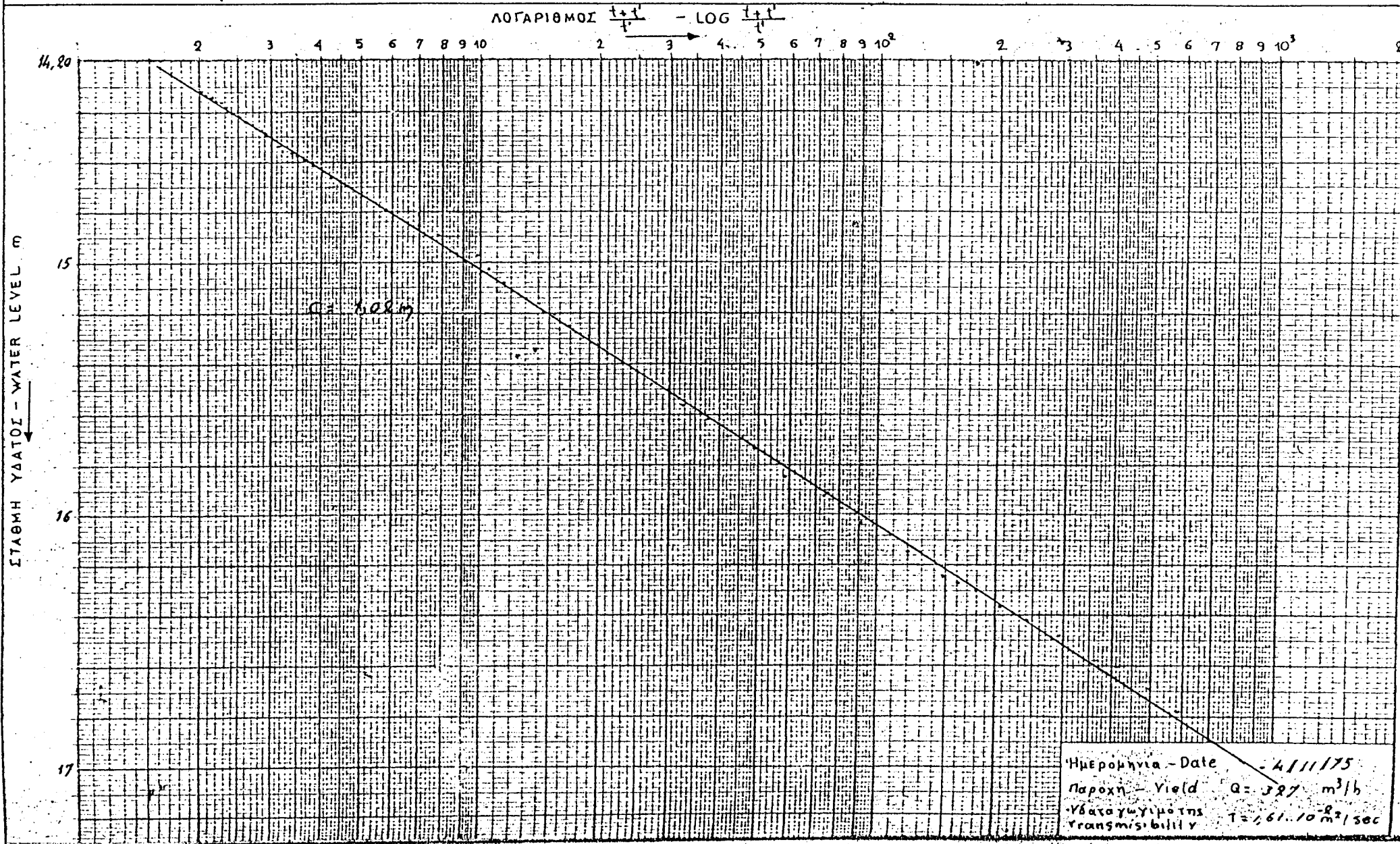


Ημερομηνία Date 4/11/55
 Παροχή Yield Q 327.5 m³/h
 Υδατογυμότης T 2.14 x 10⁻² s/s

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΠΑΝΟΔΟΥ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΛΟΓ. $\frac{t+t'}{t'}$
 CURVE OF W.L. RECOVERY IN FUNCTION WITH THE LOG $\frac{t+t'}{t'}$

t = χρόνος άντλησεως
 pumping duration
 t' = χρόνος επαναφοράς στάθμης
 duration of recovery

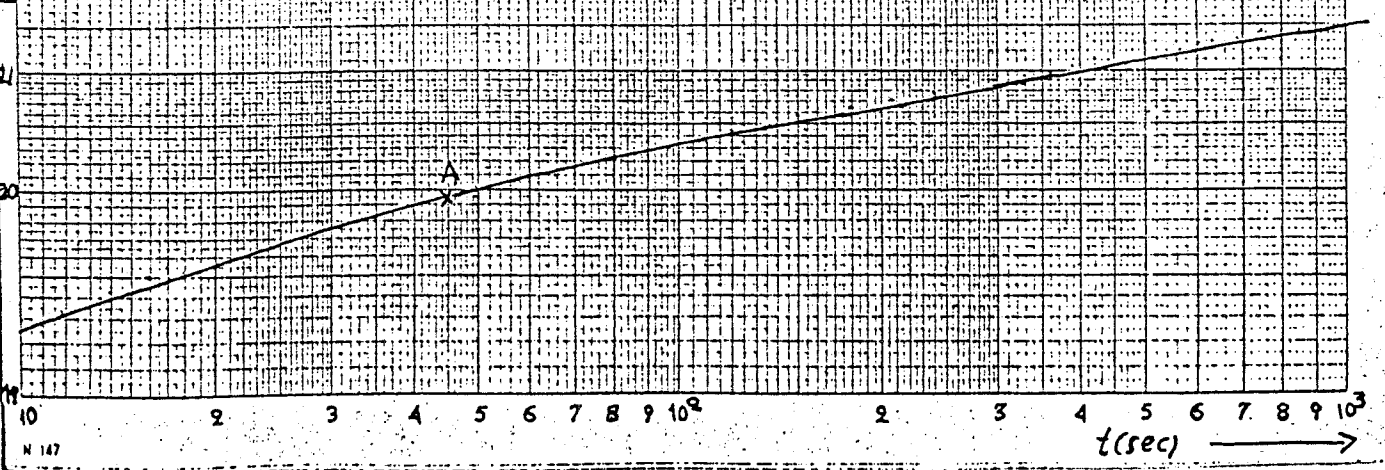
LB-109



LB-109

Καμπύλη πτώσεως στάθμης
διά της
Μεθόδου του Theis

$$T = 0.5 \cdot 10^{-2} \frac{m^3}{sec}$$



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Πλήρης επεξεργασμένη δοκιμαστική άντληση υδρογεώτρησης
(με δοκιμές συνεχιζόμενων βαθμίδων)

11/4/85

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

X =

ΦΥΛΛΟ Γ.Υ.Σ

Ψ =
ΥΨΟΜ.

ΧΡΟΝΟΣ σε δευτερ.	ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΠΑΡΟΧΗ σε m ³ /h	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΧΡΟΝΟΣ		ΑΠΟΛ. ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ σε μ.
				min	sec	
300'	2,40	60				
1'	6,80		A = 0,2 ‰	1'	60"	4,40
2'	6,95			2'	120"	4,55
3'	7,90		A = 0,1 ‰	3'	180"	4,80
4'	7,30			4'	240"	4,90
5'	7,38			5'	300"	4,98
6'	7,50			6'	360"	5,10
7'	7,58			7'	420"	5,18
8'	7,70			8'	480"	5,30
9'	7,78			9'	540"	5,38
10'	7,85		A = 0 ‰	10'	600"	5,45
12'	7,90			12'	720"	5,50
14'	8,00			14'	840"	5,60
16'	8,15			16'	960"	5,75
18'	8,20			18'	1080"	5,80
20'	8,25			20'	1200"	5,85
25'	8,40			25'	1500"	6,00
30'	8,60		A = 0 ‰	30'	1800"	6,20

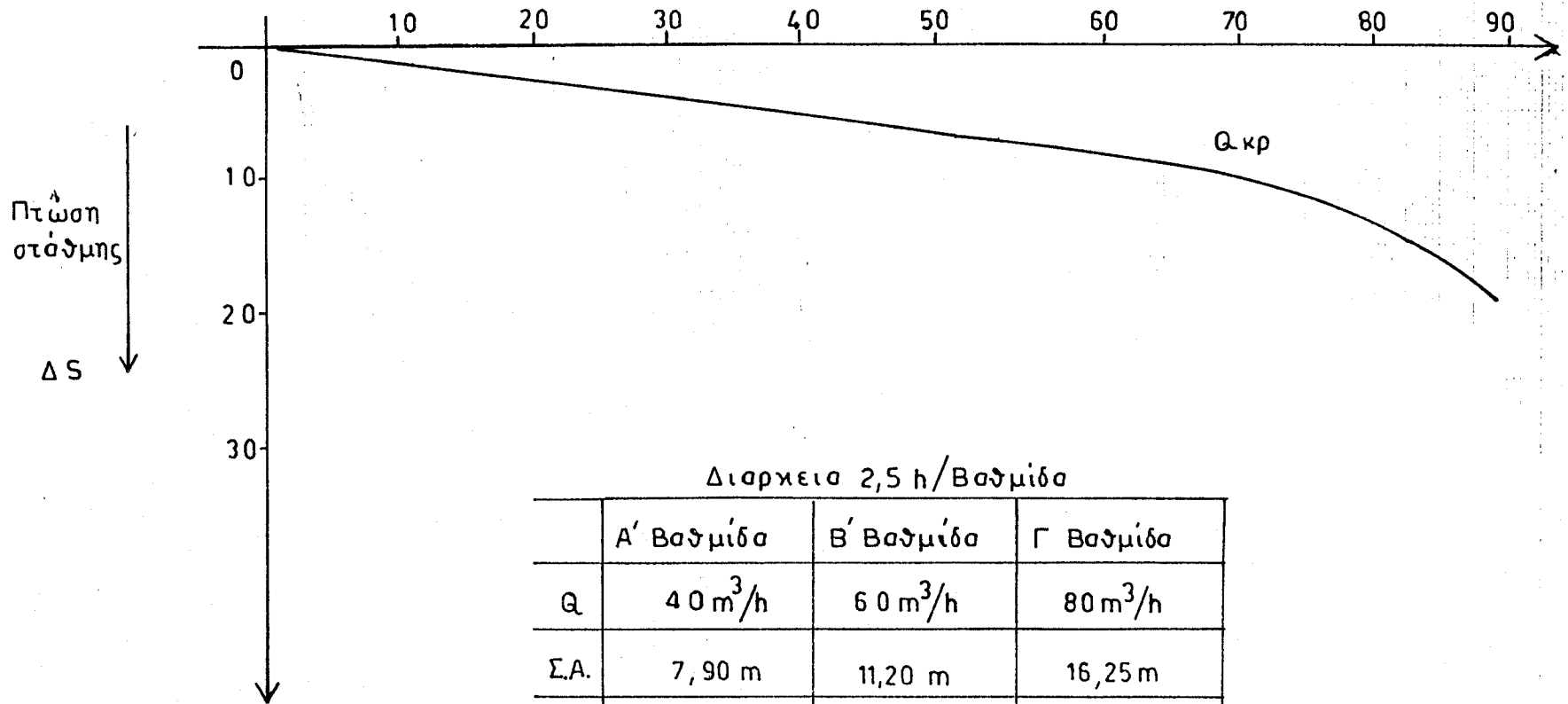
ΧΡΟΝΟΣ	ΠΙΣΤΥΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΠΑΡΟΧΗ σε m ³ /h	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	σε δευτερ.	ΣΤΑΘΜΗΣ σε μ.
8,35'	8,90			35'	2100'' 6,40
8,40'	8,98			40'	2400'' 6,58
8,45'	9,03			45'	2700'' 6,63
8,50'	9,10			50'	3000'' 6,70
8,55'	9,30			55'	3300'' 6,90
9,00	9,45		A = 0 ‰	60'	3600'' 7,05
9,10'	9,60			70'	4200'' 7,20
9,20'	9,70			80'	4800'' 7,30
9,30'	9,80			90'	5400'' 7,40
9,40'	9,90			100'	6000'' 7,50
9,50'	10			110'	6600'' 7,60
10,00	10,10		A = 0 ‰	120'	7200'' 7,70
10,30	10,40			150'	9 000'' 8,00
11,00	10,58			180'	10800'' 8,18
11,30	10,72			210'	12600'' 8,32
12,00	10,83		A = 0 ‰	240'	14400'' 8,43
13,00	11,25			300'	18,000'' 8,85
14,00	11,48			360'	21600'' 9,08
15,00	11,70			420'	25200'' 9,30
16,00	12,15		A = 0 ‰	480'	28800'' 9,75
17,00	12,55			540'	32400'' 10,15

ΧΡΟΝΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΠΑΡΟΧΗ σέ $\frac{3}{h}$	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΧΡΟΝΟΣ σέ δευτερ.		ΑΠΟΛ. ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ σέ μ.	
1800	12,90			600'	36000"	10,50	
1900	13,10			660'	39600"	10,70	
2000	13,25		Δείγμα νερού $\kappa A=0 \text{ ‰}$	720'	43200"	10,85	
2100	13,42			780'	46800"	11,02	
2200	13,58			840'	50400"	11,18	
2300	13,65			900'	54000"	11,25	
2400	13,80			960'	57600"	11,40	
	12 / 11 / 85						
0100	13,95			1020'	61200"	11,55	
0200	14,10			1080'	64800"	11,70	
300	14,25			1140'	68400"	11,85	
400	14,40			1200"	72000"	12,00	
5.00	14,40			1260'	75600"	12,00	
600	14,40			1320'	79200"	12,00	
700	14,40			1380'	82800"	12,00	
				Δείγμα νερού			
800	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ			1440'	86400"	12,00	
				χρονος. t_{min}	χρονος απο t/t_0		
8.01'	9,72			1441'	1'	1441	7,32
8.02'	9,38			1442'	2'	721	6,98
8.03'	9,23			1443'	3'	481	6,83
8.04'	9			1444'	4'	361	6,60
8.05'	8,90			1445'	5'	289	6,50

ΧΡΟΝΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΠΑΡΟΧΗ σε m ³ /h	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΧΡΟΝΟΣ σε δευτερ.		ΑΠΟΛ. ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΕ μ.	
				t _{min}	t _{o min}	t/t _o	
8,06'	8,77			1446'	6'	241	6,37
8,07'	8,66			1447'	7'	206,71	6,26
8,08'	8,57			1448'	8'	181	6,17
8,09'	8,48			1449'	9'	161	6,08
8,10'	8,35			1450'	10'	145	5,95
8,12'	8,15			1452'	12'	121	5,75
8,14'	8,07			1454'	14'	103,86	5,67
8,16'	7,92			1456'	16'	91	5,52
8,18'	7,85			1458'	18'	81	5,45
8,20'	7,75			1460'	20'	73	5,35
8,25'	7,48			1465'	25'	58,6	5,08
8,30'	7,42			1470'	30'	49	5,02
8,35'	7,22			1475'	35'	42,14	4,82
8,40'	7,15			1480'	40'	37	4,75
8,45'	6,92			1485'	45'	33	4,52
8,50'	6,82			1490'	50'	29,8	4,42
8,55'	6,70			1495'	55'	27,18	4,30
9,00	6,57			1500'	60'	25	4,17
9,10'	6,35			1510'	70'	21,57	3,95
9,20'	6,25			1520'	80'	19	3,85
9,30	6,12			1530'	90'	17	3,72

Γεώτρηση Γ1
 Κρίσιμη Παροχή
 $Q_{κρ} = 67 \text{ m}^3/\text{h}$
 Υδροστατική στάθμη
 $\Upsilon.Σ. = 2,40 \text{ m}$

$Q \text{ m}^3/\text{h}$ →

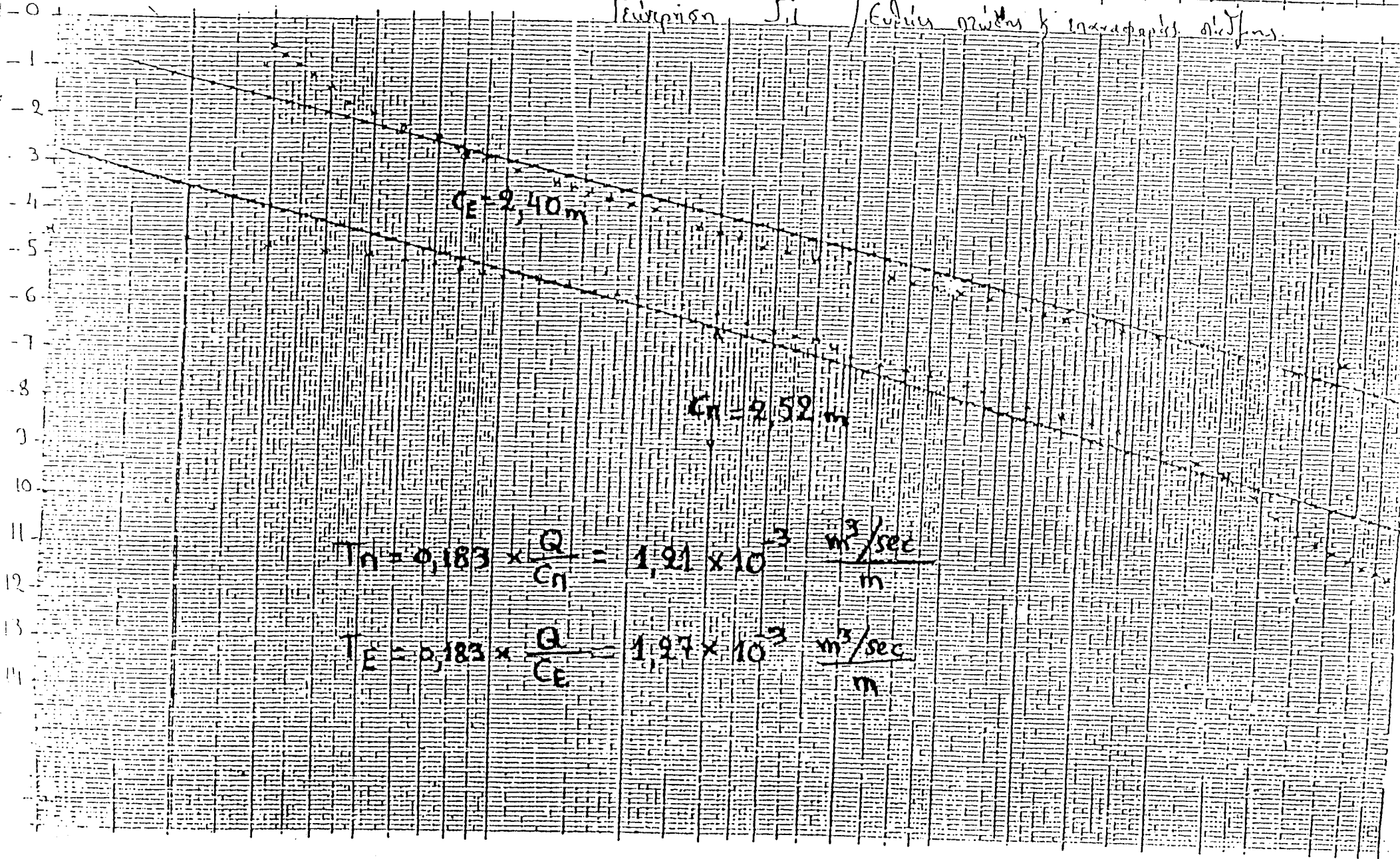


Διάρκεια 2,5 h/Βαθμίδα

	Α' Βαθμίδα	Β' Βαθμίδα	Γ Βαθμίδα
Q	40 m ³ /h	60 m ³ /h	80 m ³ /h
Σ.Α.	7,90 m	11,20 m	16,25 m
Υ.Σ.	2,40 m	2,40 m	2,40 m
Δ.Σ.	5,50 m	8,80 m	13,85 m

2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8

Exercision 5.1 / Exerisieringen k energi og tryk i rør



$C_E = 2,40 \text{ m}$

$C_T = 2,52 \text{ m}$

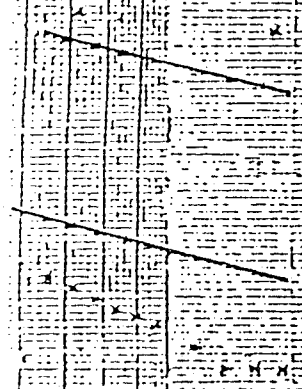
$$T_n = 0,183 \times \frac{Q}{C_T} = 1,91 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3/\text{sec}}{\text{m}}$$

$$T_E = 0,183 \times \frac{Q}{C_E} = 1,97 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3/\text{sec}}{\text{m}}$$

$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{h} = 16,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$C_n = 2,52 \text{ m} \quad T_n = 1,21 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3/\text{sec}}{\text{m}}$$

$$C_E = 2,40 \text{ m} \quad T_E = 1,27 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3/\text{sec}}{\text{m}}$$



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Εντυπα καταγραφής μετρήσεων δοκιμαστικής άντλησης

