



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Σχολή Χημικών Μηχανικών &
Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΜΠ 531: ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΟΙΚΙΣΜΟΥ

2022

Αριστείδης Κουτρούλης
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ

Το παρόν Project αφορά την σχεδίαση του εξωτερικού και εσωτερικού δικτύου ύδρευσης και αποχέτευσης ενός οικισμού. Σας ζητείται η λύση του project και η σύνταξη αναφοράς σε ομάδες όπως έχουν διαμορφωθεί στο e-class. Τα δεδομένα που έχουν επισημανθεί με κόκκινο χρώμα στην παρακάτω εκφώνηση είναι διαφορετικά ανάλογα με την ομάδα και θα τα βρείτε στο αρχείο excel «Δεδομένα εισόδου Υδραυλικά Έργα»

Εκφώνηση

Πρόκειται να μελετηθεί η ύδρευση οικισμού πληθυσμού K αριθμού κατοίκων σύμφωνα με την απογραφή του 2021 και εκτιμάται να αυξάνεται με ρυθμό $\Lambda\%$ ετησίως. Η εγκατάσταση θα εξυπηρετεί την περιοχή για τα επόμενα 40 χρόνια. Ο οικισμός έχει έντονη παραθεριστική και τουριστική δραστηριότητα καθώς και προοπτικές για περαιτέρω τουριστική ανάπτυξη. Π παραθεριστές επισκέπτονται την περιοχή κατά το τετράμηνο Ιούνιο – Σεπτέμβριο, ενώ ο ρυθμός αύξησης της παραθεριστικής δραστηριότητας είναι ίδιος με αυτό του μόνιμου πληθυσμού. Στην περιοχή λειτουργούν $\Xi 1$ ξενοδοχεία με πισίνες $K\Lambda 1$ κλινών έκαστο και έχουν σχεδιαστεί επιπλέον $\Xi 2$ δυναμικότητας $K\Lambda 2$ έκαστο. Η πληρότητα των ξενοδοχείων φαίνεται στον πίνακα.

Πίνακας πληρότητας ξενοδοχείων:

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πληρότητα	0%	0%	20%	45%	85%	100%	100%	100%	100%	90%	60%	0%

Στον οικισμό δραστηριοποιούνται επίσης:

- Ένα βιοτεχνικό πάρκο μεταποίησης αγροτικών προϊόντων που λειτουργεί Ω_{MET} ώρες όλο το χρόνο με κατανάλωση $K_{MET} m^3/d$.
- Ένα ελαιουργείο 24ωρης λειτουργίας από Οκτώβριο μέχρι και Ιανουάριο, με κατανάλωση $K_{EL} m^3/d$.

Οι απώλειες του δικτύου είναι 15%

Ο οικισμός του σχήματος πρόκειται να υδροδοτηθεί από τη πηγή Π με σταθερή παροχή Q_{Π} . Σε περίπτωση μη επάρκειας της πηγής οι ανάγκες του οικισμού θα καλυφθούν και από τη γεώτρηση Γ . Ο οικισμός έχει έκταση Θ και μπορεί να υποτεθεί ότι ο πληθυσμός είναι ομοιόμορφα κατανεμημένος στον οικισμό.

Ζητούμενα:

A. Εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης

- 1.1. Υπολογισμός παροχών σχεδιασμού δικτύου ύδρευσης [lt/sec].
- 1.2. Διαστασιολόγηση όγκου δεξαμενής (**Δ**) ύδρευσης [m^3] και επιφάνειας κάτοψης, ωφέλιμου ύψους **Φ**. Η δεξαμενή ρύθμισης θα πρέπει να επαρκεί για 4ωρη βλάβη του τροφοδοτικού της συστήματος και να είναι διπλού θαλάμου με ορθογωνική κάτοψη. Η αντλία της γεώτρησης θα λειτουργεί **Η** ώρες ημερησίως (ξεκινώντας από τις 16:00). Η δεξαμενή γεμίζει από την κορυφή, και αδειάζει από τον πυθμένα και η ελάχιστη στάθμη της είναι 1m από την επιφάνεια του εδάφους. Στον Πίνακα 1 δίνεται η ποσοστιαία διακύμανση της κατανάλωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας στον οικισμό. Η παροχή πυρόσβεσης εξυπηρετείται από 2 κρουνοί των 5 l/s για 4 ώρες.
- 1.3. Αν η προσαυξημένη τιμή της ισοδύναμης τραχύτητας είναι $k_s = 0,5 \text{ mm}$ (τιμή σχεδιασμού) να γίνει διαστασιολόγηση των αγωγών του εξωτερικού υδραγωγείου, πηγή – δεξαμενή (**ΠΔ**), δεξαμενής - οικισμού (**ΔΟ**) από HDPE καθώς και συνδυαστική διαστασιολόγηση του αντλιοστασίου και του καταθλιπτικού γεώτρησης – δεξαμενής (**ΓΔ**) βάσει της χάραξης που δίνεται στο **Σχήμα 1**, με τη βοήθεια της οικονομικής βελτιστοποίησης με αναγωγή μεγεθών σε ετήσια βάση όπου κρίνεται απαραίτητο. Να γίνει επίσης πρόβλεψη για υδραυλικό πλήγμα στους αγωγούς. Τα **μήκη των αγωγών** δίνονται. Η αντλία της γεώτρησης θα λειτουργεί **Η** ώρες ημερησίως (ξεκινώντας από τις 16:00). Η στάθμη της γεώτρησης (**ΣΓ**) σχετικά με την επιφάνεια του εδάφους δίνεται. Η εφεδρική αντλητική ισχύς είναι ίση με 20% της συνολικής απαιτούμενης, ο συντελεστής απόδοσης των αντλιών είναι $\eta=0,75$ και οι τοπικές απώλειες στο αντλιοστάσιο είναι ίσες με 5% του μανομετρικού ύψους και όχι λιγότερο από 3m. Το Κόστος του αντλητικού συγκροτήματος (**ΚΑΣ**), το ετήσιο κόστος συντήρησης των αντλιών (**ΕΚΣΑ**) και το κόστος άντλησης (**Καντλ**) δίνονται. - Για τον υπολογισμό του κόστους άντλησης να θεωρήσετε ότι η γεώτρηση καλύπτει ένα ποσοστό **60%** του συνολικού απαιτούμενου ετήσιου όγκου νερού. Για αναγωγή των εφάπαξ δαπανών σε ετήσιο τοκοχρεολύσιο το επιτόκιο αναγωγής (**ΕΑ**) δίνεται. - Για το μηχανολογικό εξοπλισμό να ληφθεί χρόνος απόσβεσης $N_{μηχ}=15$ έτη και για τον καταθλιπτικό αγωγό $N_{αγωγ}=40$ έτη. Οι τιμές ανά μέτρο αγωγού δίνονται στον πίνακα 3 για κάθε κλάση. Η κινηματική συνεκτικότητα του νερού είναι $\nu \text{ (m}^2/\text{s)} = 1 \cdot 10^{-6}$.
- 1.4. Προτείνετε εναλλακτικές διαφορετικής χωροθέτησης δεξαμενής ρύθμισης, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

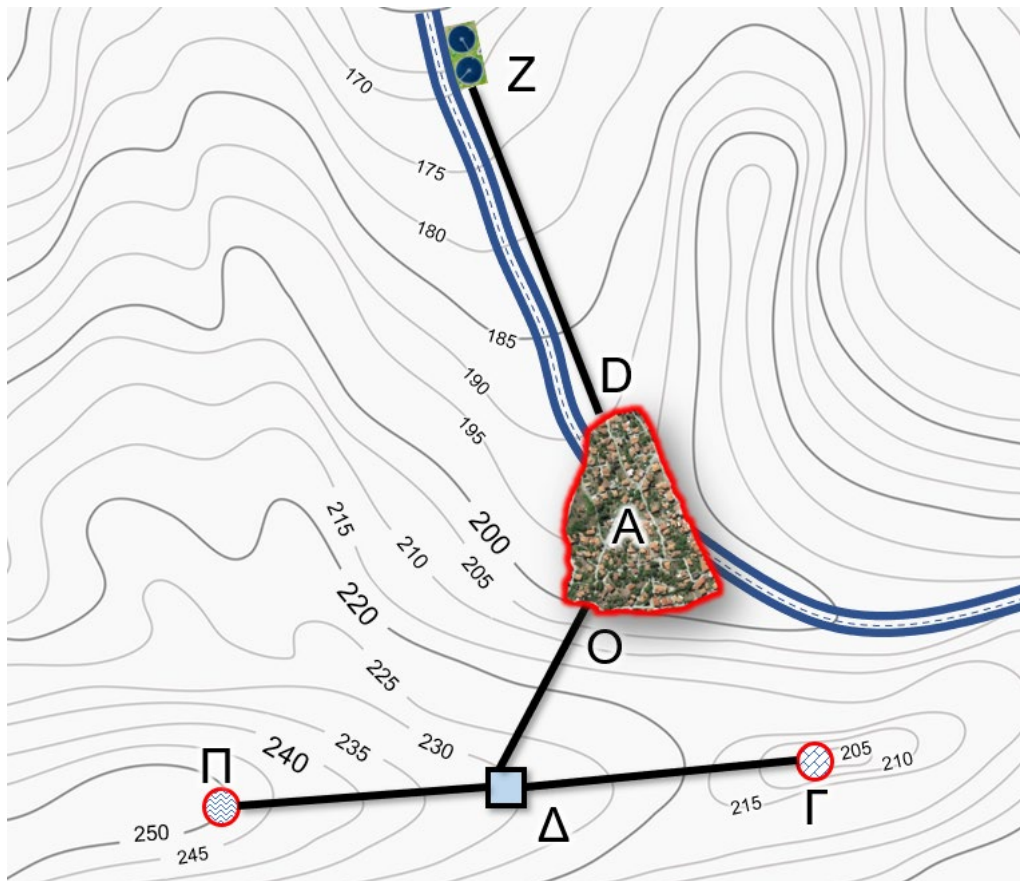
B. Εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης

- 1.5. Ζητείται να καθοριστεί η σχηματική διάταξη του εσωτερικού δικτύου διανομής και να υπολογιστούν οι παροχές στους κόμβους που θα καθοριστούν (**Σχήμα 2**).
- 1.6. Να γίνει διαστασιολόγηση αγωγών HDPE του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης με τη χρήση του λογισμικού EPANET.
- 1.7. Να γίνει έλεγχος μέγιστης και ελάχιστης πίεσης στους κόμβους που έχουν καθοριστεί.

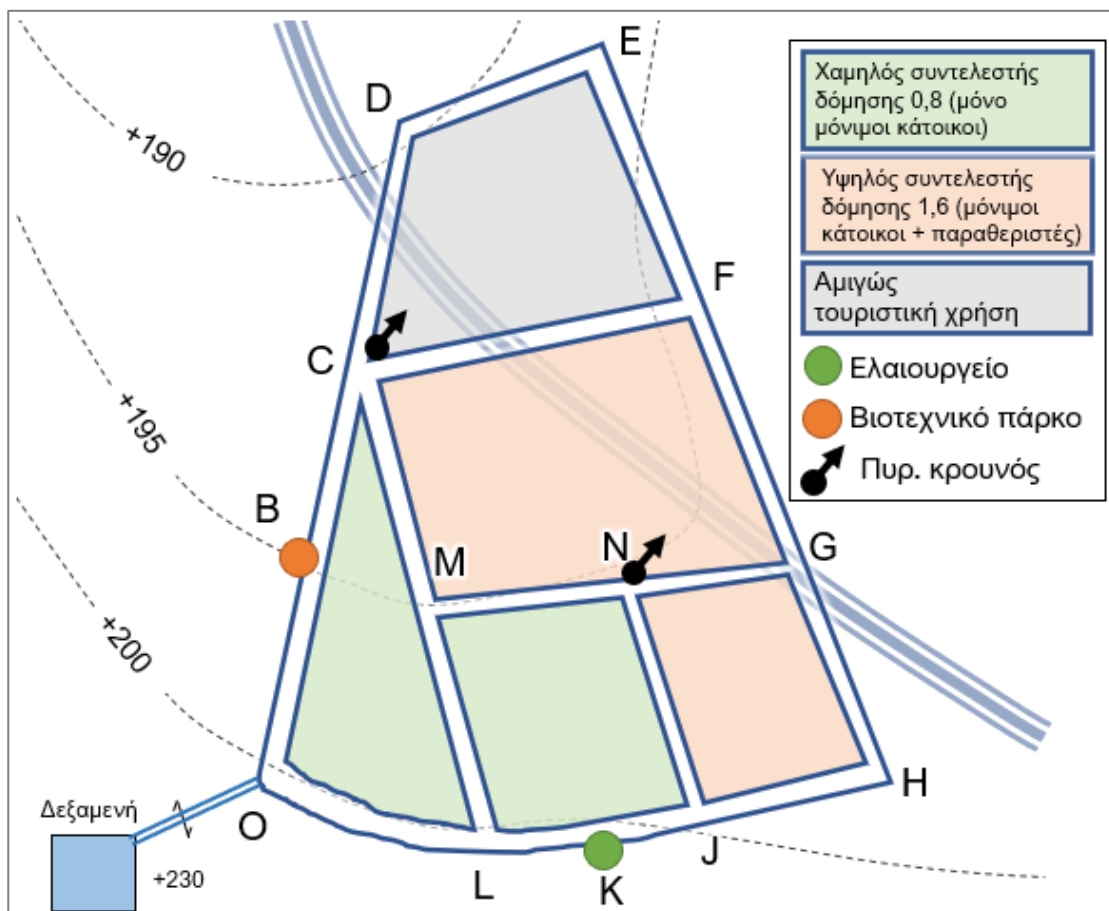
Γ. Δίκτυο αποχέτευσης

- 1.8. Ζητείται ο υπολογισμός παροχής σχεδιασμού του κεντρικού συλλεκτήρα (με ελαστικούς αρμούς) ακαθάρτων ΑΖ που αποχετεύει τη συνολική έκταση **Θ** του οικισμού. Να διαστασιολογηθεί επίσης ο αγωγός HDPE που θα αποχετεύει τα ακάθαρτα ύδατα του οικισμού από το σημείο **Ε** στο **Ζ** (μήκους **ΕΖ**) όπου υπάρχει βιολογικός καθαρισμός (**Σχήμα 1**). Ο συντελεστής manning για πλήρη πλήρωση είναι $n_0=0.015$.
- 1.9. Στο **Σχήμα 3** δίνεται οριζοντιογραφία με επιμέρους τμήματα αγωγών ακαθάρτων και ομβρίων αγωγών οικισμού. Ο αγωγός **MCα** είναι αγωγός ομβρίων και ο αγωγός **FED** είναι δευτερεύων αγωγός ακαθάρτων. Τα **μήκη των αγωγών** δίνονται. Το ελάχιστο βάθος αγωγών ομβρίων είναι 1m και των αγωγών ακαθάρτων είναι 2m. Οι συνολικές αποχετευόμενες εκτάσεις τμημάτων αγωγών **[Ex]** **δίνονται**. Οι όμβριες καμπύλες να υπολογιστούν με βάση την γενικευμένη εξίσωση $i(d,T) = \frac{\lambda'[(T/\Delta)^K - \psi']}{(1+d/\theta)^n}$ και τους συντελεστές του πλησιέστερου στον οικισμό **βροχογραφικού σταθμού** όπως αναζητηθούν από το **ΥΠΕΚΑ**. Η περίοδος επαναφοράς σχεσιασμού είναι $T=5$ έτη και ο συντελεστής απορροής **C** δίνεται. Ο χρόνος συγκέντρωσης τμήματος **MC**: t_{MC} δίνεται. Η πυκνότητα πληθισμού στην περιοχή μελέτης είναι 160κατ/ha και η ειδική κατανάλωση είναι υδρευτικού νερού $q_E=180$ l/κατ/d. Ο συντελεστής μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης είναι $\lambda_H = 1,5$ και το ποσοστό εισόδου υδρευτικού νερού στο δίκτυο ακαθάρτων: $\rho = 0,8$. Οι παρασιτικές εισροές $\approx 35\%$ της παροχής αιχμής ακαθάρτων. Οι διάμετροι υφιστάμενων αγωγών ανάντη του σημείου M: 70cm (όμβρια) και ανάντη του σημείου F: 30cm (ακάθαρτα). Εμπορικές διάμετροι είναι διαθέσιμοι ανά 10cm. Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς να ληφθεί συντελεστής Manning σε καθεστώς ολικής πλήρωσης $n_0=0,015$. Ζητείται να γίνει διαστασιολόγηση και έλεγχος των: αγωγών ομβρίων MC και Ca, αγωγών ακαθάρτων FE και ED.

Όλα τα απαραίτητα στοιχεία (με κόκκινο) για την επίλυση του θέματος δίνονται στο συνοδευτικό αρχείο δεδομένων εισόδου.



Σχήμα 1: Τοπογραφικό διάγραμμα ευρύτερης περιοχής.



Σχήμα 2: Κάτοψη οικισμού.

Πίνακας 1: Ποσοστιαία κατανομή ζήτησης σε νερό κατά τη διάρκεια της ημέρας στον οικισμό.

Ώρα	Ζήτηση(%)	Ώρα	Ζήτηση(%)	Ώρα	Ζήτηση(%)	Ώρα	Ζήτηση(%)
0-1	2	6-7	4	12-13	8	18-19	4
1-2	2	7-8	5	13-14	6	19-20	4
2-3	2	8-9	5	14-15	5	20-21	3
3-4	2	9-10	6	15-16	5	21-22	2
4-5	3	10-11	7	16-17	5	22-23	2
5-6	3	11-12	7	17-18	6	23-24	2

Χρήσιμα διαγράμματα και πίνακες

Πίνακας 2: Πίνακας οικονομικών διαμέτρων

Ονομαστ. Διάμετρος	Παροχή λ/δλ	Ονομαστ. Διάμετρος	Παροχή λ/δλ	Ονομαστ. Διάμετρος	Παροχή λ/δλ	Ονομαστ. Διάμετρος	Παροχή λ/δλ
60	1,60	175	13,6	400	70	800	284
80	2,84	200	17,8	450	90	900	360
100	4,44	250	27,8	500	100	1000	444
125	6,94	300	40,0	600	160	1100	538
150	10,00	350	54,4	700	218	1250	694

Πίνακας 3: Πίνακας για διαθέσιμους HDPE αγωγούς ύδρευσης 6-32 ATM

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 6ATM - SDR 26			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/m
0300500600	50	2,0	1,50
0300630600	63	2,5	2,37
0300750600	75	2,9	3,86
0300900600	90	3,5	4,69
0301100600	110	4,2	6,81
0301250600	125	4,8	8,86
0301400600	140	5,4	10,80
0301600600	160	6,2	14,01
0301800600	180	6,9	17,46
0302000600	200	7,7	21,65
0302250600	225	8,6	27,20
0302500600	250	9,6	33,72
0302800600	280	10,7	44,17
0303150600	315	12,1	56,47
0303550600	355	13,6	72,88
0304000600	400	15,3	87,71
0304500600	450	17,2	110,68
0305000600	500	19,1	136,47
0305600600	560	21,4	171,19
0306300600	630	24,1	217,15

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 8ATM - SDR 21			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/m
0300400800	40	2,0	1,19
0300500800	50	2,4	1,79
0300630800	63	3,0	2,78
0300750800	75	3,6	4,74
0300900800	90	4,3	5,69
0301100800	110	5,3	8,46
0301250800	125	6,0	10,93
0301400800	140	6,7	13,19
0301600800	160	7,7	17,14
0301800800	180	8,6	21,54
0302000800	200	9,6	26,70
0302250800	225	10,8	33,73
0302500800	250	11,9	41,26
0302800800	280	13,4	54,74
0303150800	315	15,0	68,78
0303550800	355	16,9	89,70
0304000800	400	19,1	108,21
0304500800	450	21,5	136,84
0305000800	500	23,9	168,82
0305600800	560	26,7	211,31
0306300800	630	30,0	266,93

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 10ATM - SDR 17			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/m
0300321000	32	2,0	0,99
0300401000	40	2,4	1,35
0300501000	50	3,0	2,07
0300631000	63	3,8	3,28
0300751000	75	4,5	4,68
0300901000	90	5,4	6,72
0301101000	110	6,6	9,96
0301251000	125	7,4	12,74
0301401000	140	8,3	15,49
0301601000	160	9,5	20,09
0301801000	180	10,7	26,46
0302001000	200	11,9	31,35
0302251000	225	13,4	39,57
0302501000	250	14,8	48,84
0302801000	280	16,6	64,14
0303151000	315	18,7	81,18
0303551000	355	21,1	103,34
0304001000	400	23,7	140,29
0304501000	450	26,7	177,22
0305001000	500	29,7	219,85
0305601000	560	33,2	275,96
0306301000	630	37,4	348,99

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 12,5ATM - SDR 13,6			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/m
0300321250	32	2,4	1,11
0300401250	40	3,0	1,73
0300501250	50	3,7	2,61
0300631250	63	4,7	4,19
0300751250	75	5,6	5,82
0300901250	90	6,7	8,33
0301101250	110	8,1	12,49
0301251250	125	9,2	16,15
0301401250	140	10,3	19,48
0301601250	160	11,8	25,48
0301801250	180	13,3	32,31
0302001250	200	14,7	39,61
0302251250	225	16,6	50,28
0302501250	250	18,4	61,96
0302801250	280	20,6	81,52
0303151250	315	23,2	103,48
0303551250	355	26,1	130,95
0304001250	400	29,4	177,55
0304501250	450	33,1	224,86
0305001250	500	36,8	279,72
0305601250	560	41,2	350,92
0306301250	630	46,3	443,58

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 16ATM - SDR 11			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/ m
0300201600	20	2,0	0,69
0300251600	25	2,3	0,95
0300321600	32	3,0	1,38
0300401600	40	3,7	2,07
0300501600	50	4,6	3,17
0300631600	63	5,8	5,01
0300751600	75	6,8	7,02
0300901600	90	8,2	10,14
0301101600	110	10,0	15,15
0301251600	125	11,4	19,51
0301401600	140	12,7	23,52
0301601600	160	14,6	30,86
0301801600	180	16,4	39,07
0302001600	200	18,2	48,10
0302251600	225	20,5	60,85
0302501600	250	22,7	74,88
0302801600	280	25,4	98,51
0303151600	315	28,6	124,71
0303551600	355	32,2	158,71
0304001600	400	36,3	215,34
0304501600	450	40,9	272,00
0305001600	500	45,4	338,63
0305601600	560	50,8	424,21
0306301600	630	57,2	537,42

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 20ATM - SDR 9			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/ m
0300202000	20	2,3	0,79
0300252000	25	3,0	1,01
0300322000	32	3,6	1,54
0300402000	40	4,5	2,40
0300502000	50	5,6	3,75
0300632000	63	7,1	6,02
0300752000	75	8,4	8,47
0300902000	90	10,1	12,17
0301102000	110	12,3	18,12
0301252000	125	14,0	23,43
0301402000	140	15,7	28,30
0301602000	160	17,9	36,88
0301802000	180	20,1	46,65
0302002000	200	22,4	57,66
0302252000	225	25,2	72,73
0302502000	250	27,9	89,71
0302802000	280	31,3	118,04
0303152000	315	35,2	149,07
0303552000	355	39,7	189,39
0304002000	400	44,7	256,91
0304502000	450	50,3	324,64
0305002000	500	55,8	405,58

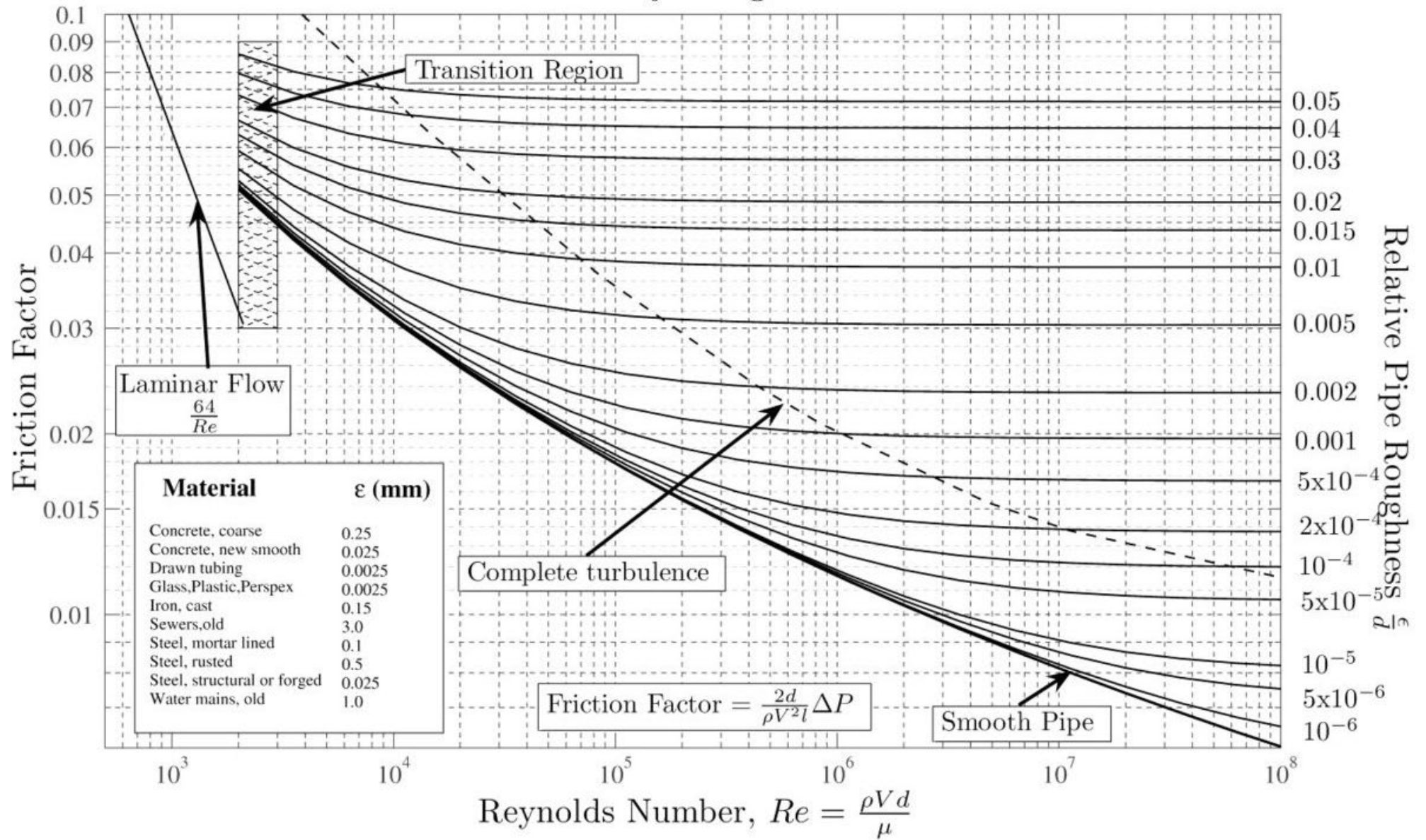
HYDROLIFE PE 100 EN 12201 25ATM - SDR 7,4			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/ m
0300252500	25	3,5	1,17
0300322500	32	4,4	1,83
0300402500	40	5,5	2,88
0300502500	50	6,9	4,72
0300632500	63	8,6	7,02
0300752500	75	10,3	10,04
0300902500	90	12,3	14,37
0301102500	110	15,1	21,55
0301252500	125	17,1	27,84
0301402500	140	19,2	33,74
0301602500	160	21,9	44,03
0301802500	180	24,6	55,13
0302002500	200	27,4	68,79
0302252500	225	30,8	87,07
0302502500	250	34,2	107,48
0302802500	280	38,3	141,53
0303152500	315	43,1	179,10
0303552500	355	48,5	227,51
0304002500	400	54,7	308,71

HYDROLIFE PE 100 EN 12201 32ATM - SDR 6			
Κωδικός	Εξ. Διάμετρος mm	Πάχος Τοιχώματος mm	Τιμή €/ m
0300253200	25	4,2	1,32
0300323200	32	5,4	2,17
0300403200	40	6,7	3,38
0300503200	50	8,3	5,19
0300633200	63	10,5	8,26
0300753200	75	12,5	11,73
0300903200	90	15,0	16,87
0301103200	110	18,3	25,15
0301253200	125	20,8	32,26
0301403200	140	23,3	39,06
0301603200	160	26,6	50,99
0301803200	180	29,9	64,93
0302003200	200	33,2	79,70
0302253200	225	37,4	100,84
0302503200	250	41,5	124,50
0302803200	280	46,5	163,96
0303153200	315	52,3	207,51

Πίνακας 4: Όρια ταχυτήτων ροής σε αγωγούς εξωτερικού υδραγωγείου σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία.

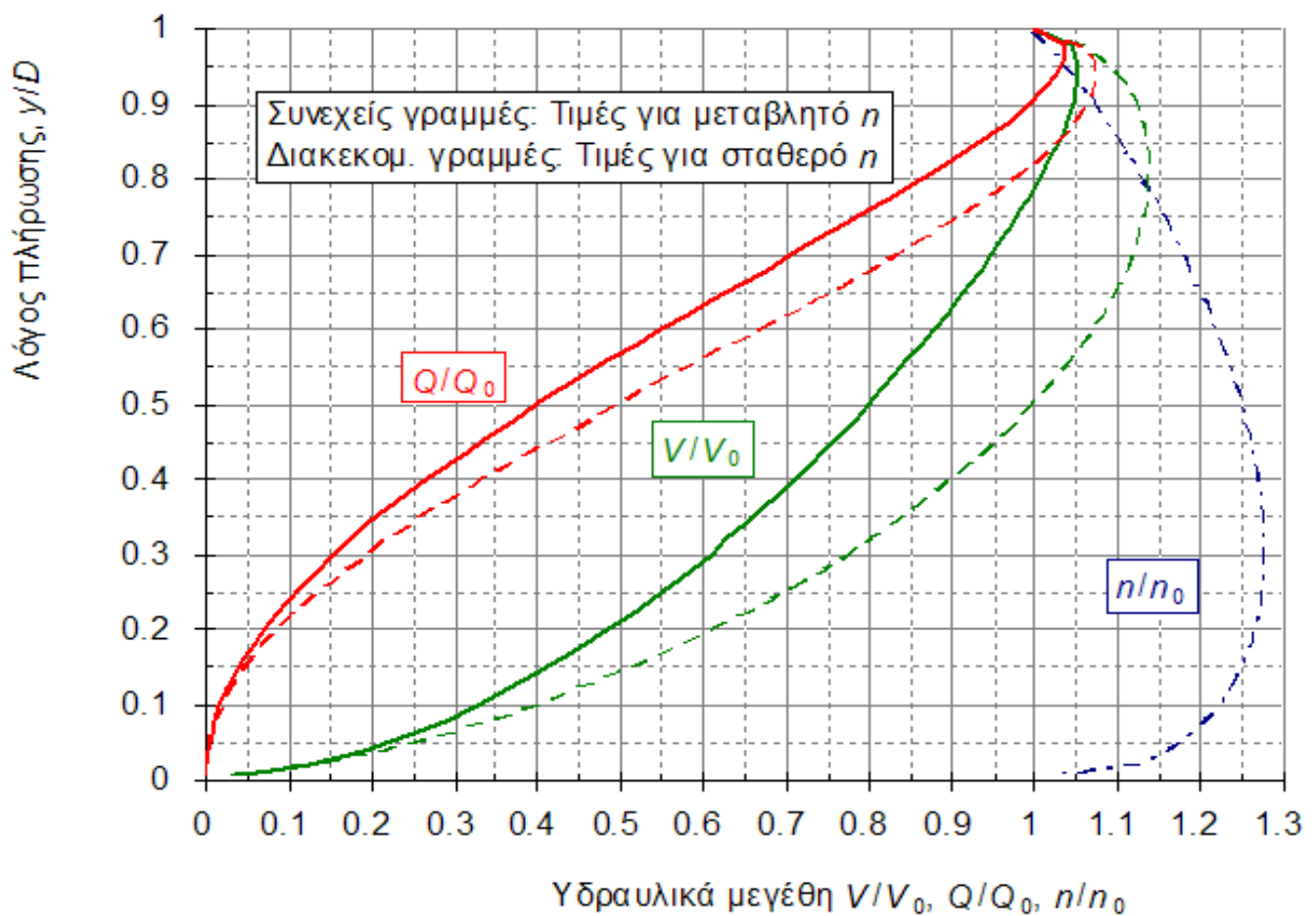
Εσωτερική διάμετρος (mm)	V_{max} (m/s)	V_{min} (m/s)
$D_{εσωτ} \leq 125$	1.55	0.50
$125 < D_{εσωτ} \leq 175$	1.85	0.50
$175 < D_{εσωτ} \leq 350$	2.00	0.50
$350 < D_{εσωτ} \leq 450$	2.10	0.50
$450 < D_{εσωτ} \leq 600$	2.20	0.50
$600 < D_{εσωτ} \leq 800$	2.30	0.70
$800 < D_{εσωτ} \leq 1000$	2.40	0.70
$D_{εσωτ} > 1000$	2.5	0.70

Διάγραμμα Moody

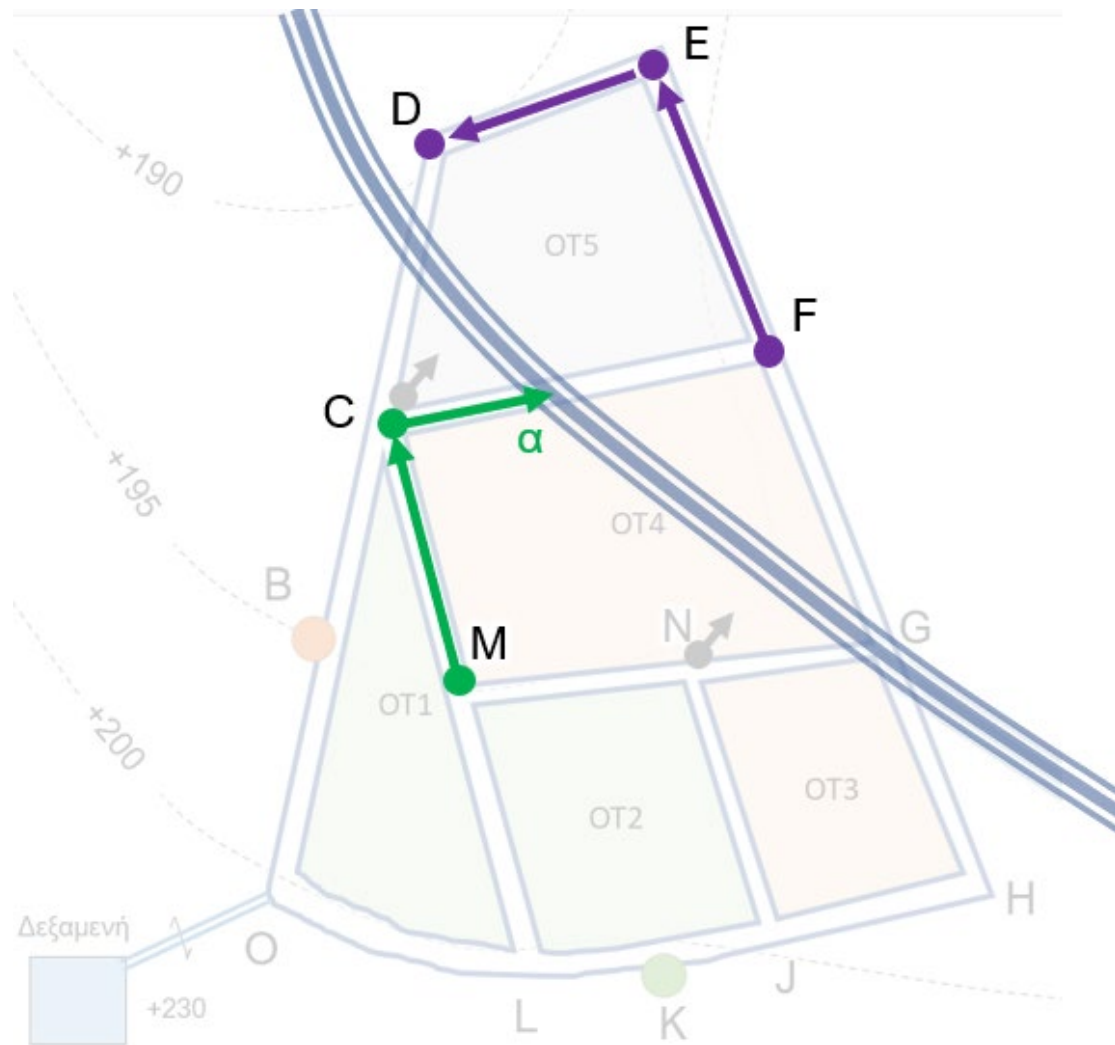


Πίνακας 5: Μέγιστα επιτρεπόμενα ποσοστά πλήρωσης για αγωγούς αποχετεύσεων.

Κατηγορία Αγωγών	Μέγιστος λόγος πλήρωσης y/D
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D= 20\text{cm}$ έως 40 cm	0,50
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D= 50\text{cm}$ έως 60 cm	0,60
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D> 60\text{cm}$	0,70
Αγωγοί ομβρίων	0,70
Παλιοί αγωγοί αποχέτευσης	0,80



Διάγραμμα μερικής πλήρωσης αγωγών αποχέτευσης.



Σχήμα 3. οριζοντιογραφία οικισμού με επιμέρους τμήματα αγωγών ακαθάρτων και ομβρίων