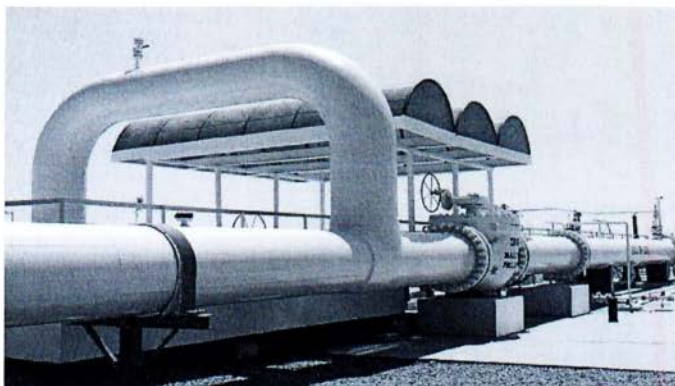


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΜΕΑ, ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΒΑΡ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΑΖΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
Α.Μ 30850

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

4

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		σελ.
1.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ, ABSTRACT	4-6
2.	ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	6-8
	2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	8-9
	2.2. ΚΡΙΣΙΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	10-11
	2.3. ΙΞΩΔΕΣ	11-15
3.	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	15
	3.1 ΔΕΙΚΤΗΣ WOBBE	16
4	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	16-18
	4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	18-19
	4.2 ΦΡΕΑΤΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	19
5	ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	19-22
	5.1. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ	23
	5.2. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ	23-29
	5.4. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ	29-30
6	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΠΟΡΟΦΗΣΗΣ	30-33
	6.1 ΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟΡΟΦΗΣΗΣ	33-35
	6.2 ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΠΟΡΟΦΗΣΗΣ	35-37
	6.3 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΓΡΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ	38-40
	6.4. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ	40-41
	6.5. ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	41-42
	6.6. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ	42-44
	6.7. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	44-50

7	ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	51-53
	7.1. ΣΧΕΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΥ	53-54
	7.2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΧΩΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	55-56
	7.3. ARC.GIS	56-57
8	ΓΕΝΙΚΑ	57-58
9	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (4BAR)	59-61
10.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ 01.ΒΑΣΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΡΟΧΟΥ ΚΑΙ ΔΕΝΔΡΩΝ.ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΚΤΗΡΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	61-64
11.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	64-65
12.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
13.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65-67
14.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ LT01.ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΙ LT01	68
15.	ΣΥΓΓΕΝΤΡΟΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ.ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3	69-72

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

1.ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιθυμώ να εκφράσω όλο μου το σεβασμό και την ευγνωμοσύνη στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ναζο Αντωνιο, καθηγητή εφαρμογών της σχολής Μηχανολογίας, ο οποίος με εμπιστεύθηκε και με καθοδήγησε καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας. Τον ευχαριστώ γιατί αποτελεί παράδειγμα προς μίμηση σε μια εποχή που η αγάπη για την αλήθεια, την ανθρωπιά της επικοινωνίας και την εκπαίδευση δοκιμάζεται. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ Χρήστο Χασαπόπουλο, υπευθυνο τμήματος μελετων και αναλυση δικτυου για τις χρήσιμες υποδείξεις του, καθώς και όλους τους συνεργατες του τμήματος μελετων και αναλυσης δικτύου της ΕΠΑ Αττικής για τις πολύτιμες γνώσεις που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου καθώς και τον διευθυντή του τμήματος κ Χρήστο Σκουλίδα που επέτρεψε να μοιραστεί σημαντικές πληροφορίες με σκοπό να διαφωτισει τους ανερχομενους μηχανολόγους του τει πειραια σχετικά με την μελέτη εγκατάστασης αγωγών φυσικού αερίου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και ηθική στήριξη που μου προσέφερε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας ήταν η προσωπική μου ενανσχόληση στον τομέα των μελετών και ανάλυσης δικτύου.

Οι παρακάτω στείλες περικλείουν πληροφορίες γενικού ενδιαφέροντος για το φυσικό αέριο καθώς και λεπτομερή παρουσίαση μιας ερευνας-μελετης μιας περιοχής για την εγκατάσταση δικτύου παροχής αερίου.Επίσης πληροφορώ τον αναγνώστη περι κανόνων και διατάξεων που αφορούν άμεσα την εγκατάσταση,τις συνθήκες σχεδιασμού δένδρου και βρόχων αλλά και την εκτίμηση κατανάλωσης του τομεα που εχω επιλέξει.Το δικτυο αυτό είναι ένα δίκτυο τεσσάρων bar και βρίσκεται εντός των ορίων των Δήμων Αγίου Ιερόθεου,Περιστερίου και Κηπούπολης.οφείλω να ομολογήσω πως χωρίς την χρήση ενός Γ.Σ.Π (γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών) η πραγματοποίηση της μελέτης θα ήταν αδύνατη.Γιαυτό το λόγο αναφερομαι πάνω στο Arc.GIS αλλά και στην χρήση του synergee του οποιου την μεθοδολογία υπολογισμού αναγράφω στις επόμενες σελίδες.

ABSTRACT

In order to make this diploma thesis I 've already worked at the study and research section of epa attica. At the next paragraph the reader will have the opportunity to earn some general knowledge about gas and a very detailed description about the research and use of a pipe gas network. In parallel through this work I inform about general rules and conditions that concerns directly the network, the circumstances of designing a network tree, a loop and the calculation consumption of the sector that is chosen and designed. The function of this network will be at four bar pressure It will be located in the municipality of Agios Ierotheos, Peristeri and Kipoupoli. I have to admit that without the use of an G.S.P programe the whole try would have end without any success. That is why i m going to inform you about the basic functions of arc.GIS and the most important part of Synergee (the counting system method.)

2. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων υδρογονανθράκων με κυμαινόμενες ποσότητες άλλων αερίων, που θεωρούνται ως ακαθαρσίες. Το φυσικό αέριο βρίσκεται συνήθως συνδυασμένο με υγρούς υδρογονάνθρακες (π.χ. συμπτυκνώματα ελαφρών υδρογονανθράκων και αργό πετρέλαιο).

Το φυσικό αέριο δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια διαφόρων εποχών της γεωλογικής ιστορίας του πλανήτη και συγκεντρώθηκε μεταναστεύοντας από τους χώρους δημιουργίας σε υπόγειους ταμιευτήρες σε πορώδη πετρώματα ή ρηγματώσεις σε ποικίλους γεωλογικούς σχηματισμούς. Το φυσικό αέριο ανακτάται μέσω φρεάτων που ορύσσονται σε αυτούς τους ταμιευτήρες. Η ετήσια παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ανέρχεται στα $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$. Τα εκτιμώμενα αποθέματα φυσικού αερίου είναι της τάξης των $180 \times 10^{12} \text{ m}^3$.

Κύρια Συστατικά. Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει μικρές ποσότητες βαρύτερων υδρογονανθράκων και κυμαινόμενες ποσότητες αερίων μη υδρογονανθράκων όπως άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο. Τα τυπικά όρια διακύμανσης των συστατικών του φυσικού αερίου δίνονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Τυπικά όρια περιεκτικότητας συστατικών φυσικού αερίου

Συστατικό	Μοριακό Κλάσμα
<u>Υδρογονάνθρακες</u>	
Μεθάνιο	0.75 – 0.99
Αιθάνιο	0.01 – 0.15
Προπάνιο	0.01 – 0.10
κ-Βουτάνιο	0.00 – 0.02
Ισοβουτάνιο	0.00 – 0.01
κ-Πεντάνιο	0.00 – 0.01
Ισοπεντάνιο	0.00 – 0.01
Εξάνιο	0.00 – 0.01
Επτάνιο και βαρύτεροι υδρογονάνθρακες	0.00 – 0.001

Μη Υδρογονάνθρακες

Άζωτο	0.00 – 0.15
Διοξείδιο του Άνθρακα	0.00 – 0.30
Υδρόθειο	0.00 – 0.30
Ήλιο	0.00 – 0.05

Κύριες Ακαθαρσίες. Σε πολλές περιοχές, το φυσικό αέριο όπως εξορύσσεται είναι όξινο, το οποίο σημαίνει ότι περιέχει σημαντικές ποσότητες υδροθείου ή/και διοξειδίου του αζώτου. Αν και το διοξείδιο του άνθρακα είναι ανεπιθύμητο σε μεγάλες ποσότητες επειδή κάνει πιο δαπανηρή τη μεταφορά του φυσικού αερίου, μειώνει τη θερμογόνο δύναμή του και μπορεί να έχει διαβρωτική δράση υπό συγκεκριμένες συνθήκες, η περιεκτικότητά του μπορεί να γίνει ανεκτή ακόμη και σε επίπεδα της τάξης του επί τοις εκατό. Σε αντίθεση, η συγκέντρωση υδροθείου σε εμπορεύσιμο αέριο πρέπει να είναι κάτω από 3 ppm λόγω της υψηλής τοξικότητάς του. Επιπλέον είναι πολύ διαβρωτικό σε συνδυασμό με νερό, κα όταν καίγεται παράγει διοξείδιο του θείου που είναι επίσης τοξικό και διαβρωτικό. Επομένως, το όξινο αέριο αποθειώνεται για να μειωθεί η περιεκτικότητά του σε υδρόθειο σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Βαρύτεροι Υδρογονάνθρακες και Νερό. Το φυσικό αέριο μπορεί να περιέχει βαρείς υδρογονάνθρακες σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες αυτών που αναφέρονται στον Πίνακα 1 (και αποκαλείται πλούσιο ή υγρό αέριο *rich* or *wet* gas) και επιπρόσθετα είναι κορεσμένο σε ατμούς νερού κάτω από φυσικές συνθήκες. Αυτά τα συστατικά μπορούν να συμπυκνωθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις και να δυσχεράνουν ή σταματήσουν τη μεταφορά του φυσικού αερίου. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, το νερό και το αέριο μπορούν να σχηματίσουν παγόμερφα στερεά που ονομάζονται υδρίτες (hydrates). Για να αποφευχθούν τέτοια προβλήματα, το ποσοστό των συμπυκνώσιμων συστατικών μειώνεται σταδιακά με διεργασίες ψύξης, απορρόφησης και προσρόφησης πριν το φυσικό αέριο (που αποκαλείται φτωχό ή ξηρό αέριο *lean* or *dry* gas) μεταφερθεί μέσω αγωγών ή υγροποιηθεί.

2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Μοριακό Βάρος. Ο Πίνακας 2.2 δίνει τα μοριακά βάρη των συνήθων συστατικών του φυσικού αερίου. Το φαινόμενο μοριακό βάρος M_a ενός αερίου μίγματος όπως το φυσικό αέριο είναι ίσο με το άθροισμα των μοριακών κλασμάτων y_i επί το μοριακό

βάρος M_i του κάθε συστατικού:

$$M_a = \sum y_i \times M_i$$

Πίνακας 2.2 Φυσικές ιδιότητες συστατικών φυσικού αερίου σε κανονικές συνθήκες

	Μοριακό βάρους M kg/kmol	Μοριακός Όγκος V m ³ /kmol	Πυκνότητα ρ kg/m ³	(Αέρας = 1)
Μεθάνιο	16.043	22.360	0.7175	0.5549
Αιθάνιο	30.069	22.191	1.355	1.048
Προπάνιο	44.096	21.928	2.011	1.555
κ-Βουτάνιο	58.123	21.461	2.708	2.094
Ισοβουτάνιο	58.123	21.550	2.697	2.086
κ-Πεντάνιο	72.150 *	20.90 *	3.452 *	2.670 *
Ισοπεντάνιο	72.150 *	21.06 *	3.426 *	2.650 *
κ-Επτάνιο	100.203 *	18.3 *	5.48 *	4.235 *
Άζωτο	28.0134	22.403	1.2504	0.9671
Διοξείδιο του Άνθρακα	44.0098	22.261	1.9770	1.5290
Υδρόθειο	34.076	22.192	1.5355	1.1875
Ήλιο	4.0026	22.426	0.17848	0.1380

Μοριακός Όγκος – Νόμος Ιδανικών Αερίων. Ο όγκος που καταλαμβάνει ένα ιδανικό αέριο εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την πίεση και τον αριθμό των μορίων του που βρίσκονται στο χώρο και δεν εξαρτάται από το είδος των μορίων (νόμος ιδανικών αερίων).

Ο όγκος 1 kmol ενός ιδανικού αερίου σε ΚΣ (273.15 Κ, 0.101325 MPa) υπολογίζεται σύμφωνα με το νόμο των ιδανικών αερίων ίσος με 22.414 m³. Οι πραγματικοί μοριακοί όγκοι των συνηθών συστατικών του φυσικού αερίου, σε ΚΣ, δίνονται στον Πίνακα 2. Ο υπολογισμός μπορεί να γίνει και για ένα μίγμα αερίων, χρησιμοποιώντας το μέσο μοριακό βάρος για τον υπολογισμό του αριθμού των kmol n .

Πυκνότητα και Σχετική Πυκνότητα. Οι πυκνότητες των συνηθών συστατικών του φυσικού αερίου δίνονται στον Πίνακα 2. Η πυκνότητα ενός μίγματος αερίων μπορεί να υπολογιστεί με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε στην Εξίσωση (1). Για διαφορετικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, ή όταν δε μπορεί να εφαρμοστεί ο νόμος των ιδανικών αερίων, η πυκνότητα ενός αερίου κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες μπορεί να υπολογιστεί από το νόμο των πραγματικών αερίων:

$$p^*V = z^*n^*R^*T$$

όπου z ο συντελεστής συμπίεσότητας.

Μέσω της εξίσωσης (2), η πυκνότητα ενός αερίου μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση

$$\frac{p^*M}{z^*R^*T}$$

όπου V και n στην εξίσωση (2) αντικαθίστανται από

$$\frac{n^*M}{V}$$

Για ένα μίγμα αερίων όπως το φυσικό αέριο, το μοριακό βάρος στην εξίσωση (3) αντικαθίσταται από το μέσο μοριακό βάρος Ma , και z είναι ο συντελεστής συμπίεσότητας του αερίου μίγματος στις επιθυμητές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Η σχετική πυκνότητα d (Πίνακας 2.2) ενός αερίου είναι ο λόγος της πυκνότητάς του προς την πυκνότητα του αέρα σε ΚΣ:

Για ένα αέριο μίγμα, η σχετική πυκνότητα μπορεί να υπολογιστεί από το μέσο μοριακό βάρος Ma του αερίου μίγματος, διαιρεμένο δια το μοριακό βάρος του αέρα

$$d = (28.963):$$

2.2. ΚΡΙΣΙΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Θερμοκρασία T_c είναι η θερμοκρασία επάνω από την οποία ένα αέριο δε μπορεί να υγροποιηθεί, ανεξάρτητα από το πόσο υψηλή είναι η πίεση που θα εξασκηθεί.

Στην κρίσιμη θερμοκρασία

ένα αέριο μπορεί να υγροποιηθεί με την εφαρμογή μιας

συγκεκριμένης ελάχιστης πίεσης, της κρίσιμης πίεσης p_c . Ο όγκος 1 kg αερίου σε αυτές τις κρίσιμες συνθήκες είναι ο κρίσιμος όγκος V_c . Η αντίστροφη τιμή του κρίσιμου όγκου V_c είναι η κρίσιμη πυκνότητα ρ_c .

Οι κρίσιμες σταθερές των συνήθων συστατικών του φυσικού αερίου δίνονται στον Πίνακα 3. Η κρίσιμη θερμοκρασία και πίεση είναι σταθερές για κάθε συστατικό.

Αρχή των Αντιστοιχών Καταστάσεων. Οι ιδιότητες των αερίων μπορούν να συσχετιστούν εάν συγκρίνονται σε "αντίστοιχες" τιμές απόλυτης θερμοκρασίας και πίεσης. Οι κρίσιμες συνθήκες ενός αερίου χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς, οπότε από αυτές προκύπτουν οι ανηγμένες τιμές. Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι

όροι:

$$\begin{array}{ccc} p & T & V \\ p_c & T_c & V_c \end{array}$$

όπου T_c , p_c , και V_c είναι οι τιμές στις κρίσιμες συνθήκες και T , p , και V είναι οι τιμές στις συνθήκες του συστήματος αντίστοιχα.

Εάν η αρχή των αντιστοίχων καταστάσεων εφαρμοστεί σε ένα μίγμα αερίων, οι "ψευδοκρίσιμες" θερμοκρασίες και πιέσεις ορίζονται ως οι μέσες μοριακές κρίσιμες θερμοκρασίες και

$$p_{pc} = \sum y_i \cdot p_{ci}$$

$$T_{pc} = \sum y_i \cdot T_{ci}$$

Όπου ο δείκτης p_c υποδηλώνει τις ψευδοκρίσιμες τιμές του αερίου μίγματος, c_i τις κρίσιμες τιμές των συστατικών, και y_i το μοριακό κλάσμα του συστατικού i . Η ψευδοκρίσιμη πίεση και θερμοκρασία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ψευδοανηγμένων τιμών:

Αν και οι ψευδοκρίσιμες τιμές είναι χρήσιμες για λόγους συσχετίσεων, εντούτοις δεν έχουν καμία φυσική σημασία.

Πίνακας 2.3 Κρίσιμες σταθερές συστατικών φυσικού αερίου

Συστατικό	κρισιμη	κρισιμη	κρισιμος
	Π. P_c	θερμ. T_c	ογκος V_c
Μεθάνιο	4.60	-82.55	6.1709
Αιθάνιο	4.88	32.25	4.9218
Προπάνιο	4.24	96.65	4.6035
κ-Βουτάνιο	3.80	152.05	4.3872
Ισοβουτάνιο	3.65	134.95	4.5248
κ-Πεντάνιο	3.37	196.45	4.2134
Ισοπεντάνιο	3.38	187.25	4.2411
κ-Εξάνιο	2.97	234.25	4.2934
κ-Επτάνιο	2.73	267.05	4.3112
Άζωτο	3.39	-146.95	3.1949
Διοξείδιο του Άνθρακα	7.38	31.05	2.1359
Υδροθείο	8.94	100.05	2.8903
Ήλιο	0.227	-267.96	14.3143

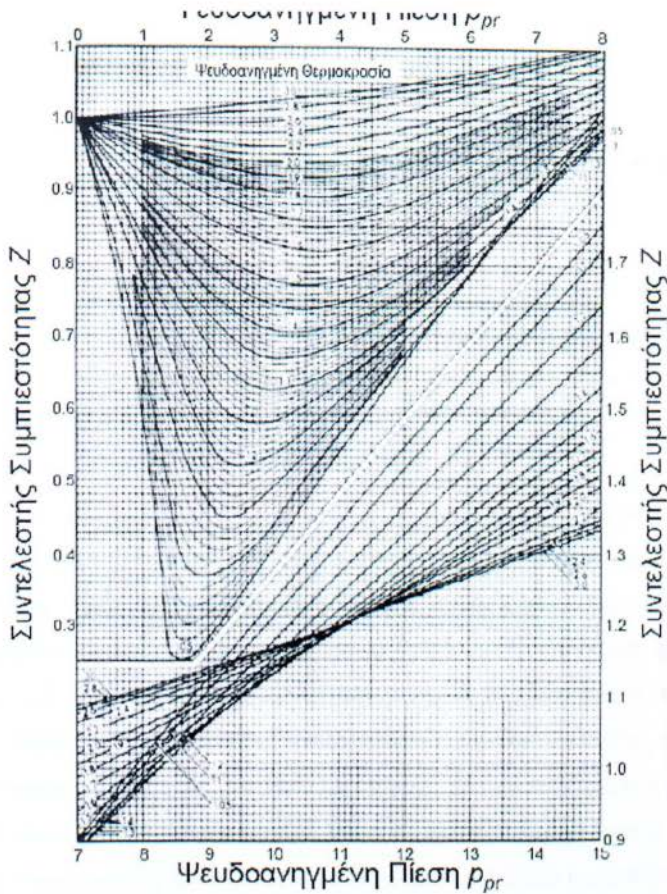
2.3.ΙΞΩΔΕΣ

Για ένα ιδανικό αέριο, η μεταβολή του ιξώδους με τη θερμοκρασία και την πίεση είναι αντίθετη αυτής των υγρών. Το ιξώδες ενός ιδανικού αερίου αυξάνει με αύξηση της θερμοκρασίας και είναι ανεξάρτητο της πίεσης. Όμως, οι αέριοι υδρογονάνθρακες δεν συμπεριφέρονται ως ιδανικά αέρια, και η συμπεριφορά τους μοιάζει με αυτήν των υγρών. Το ιξώδες τους αυξάνει με αύξηση της πίεσης και μειώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας σε μέσες ή υψηλές πιέσεις.

Συμπίεστικότητα Πραγματικών Αερίων. Σε υψηλότερες πιέσεις οι ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων των αερίων γίνονται πιο σημαντικές επειδή τα μόρια καταλαμβάνουν συγκεκριμένους όγκους. Οι παραδοχές για συμπεριφορά ιδανικών αερίων δεν υφίστανται πλέον. Επομένως, η εξίσωση των ιδανικών αερίων (Εξ. 2), τροποποιήθηκε μέσω της εισαγωγής ενός συντελεστή αναλογικότητας συντελεστής συμπίεστος). Οι συντελεστές συμπίεστος των φυσικών αερίων προσδιορίζονται με εργαστηριακές μετρήσεις, εκτιμώνται με συσχετίσεις, ή υπολογίζονται από καταστατικές εξισώσεις.

Το Σχήμα 2.1 που αναπτύχθηκε από δεδομένα για μεθάνιο και φυσικά αέρια συνθήκες έως 56 MPa και 121 °C, δίνει μια συσχέτιση μεταξύ συντελεστών συμπίεστος και ψευδοανηγμένων πιέσεων και θερμοκρασιών.

Υπάρχουν επίσης συσχετίσεις και για υψηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις



Σχήμα 2.3 Συντελεστής συμπίεσης φυσικών αερίων συναρτήσει της ψευδοανηγμένης πίεσης και θερμοκρασίας

Η ειδική σχέση $p - V - T$ των ρευστών περιγράφεται μαθηματικά μέσω καταστατικών εξισώσεων. Οι εξισώσεις αυτές είναι εκατοντάδες, και περιλαμβάνουν από εξισώσεις που περιγράφουν καθαρά συστατικά, έως γενικευμένες εξισώσεις που "ισχυρίζονται" ότι μπορούν να συσχετίσουν τις ιδιότητες πολυσυστατικών μιγμάτων. Γνωστά παραδείγματα είναι η εξίσωση *van der Waals* με τις τροποποιήσεις των Redlich - Kwong, Soave, Peng - Robinson και η εξίσωση *virial*. Ο τύπος καταστατικών εξισώσεων *van der Waals* μπορεί να επιλυθεί άμεσα ως προς το συντελεστή συμπίεσης Z .

Γνωστές εξισώσεις *virial* είναι η εξίσωση *Benedict - Webb - Rubin* και η επέκτασή της κατά *Starling - Hon*. Η Ευρωπαϊκή Ομάδα Έρευνας Αερίου (European Gas Research Group, GERG) και το Ινστιτούτο *van der Waals Institute* στο Amsterdam διεξήγαγαν ένα ευρύ ερευνητικό πρόγραμμα για την ανάπτυξη μιας καταστατικής εξίσωσης *virial* για τον ακριβή προσδιορισμό των συντελεστών συμπίεσης

μιγμάτων φυσικού αερίου. Χρησιμοποίησαν την εξίσωση *virial* επιλύοντας ως προς το συντελεστή συμπιεστότητας *z* και περικόπτοντας μετά τον τρίτο όρο:

$$z = 1 + B(T) \cdot M + C(T) \cdot M^2$$

όπου ρM είναι η μοριακή πυκνότητα, $\rho M = 1 / V \cdot M$, και *B* και *C* είναι ο δεύτερος και ο τρίτος συντελεστής *virial*, οι οποίοι εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και τη σύσταση του αερίου. Με αυτήν την εξίσωση, μπορούν να υπολογιστούν οι συντελεστές συμπιεστότητας στην περιοχή 0 ως 12 MPa και -8 ως 62 °C, με απόκλιση < 0.1 % από τα πειραματικά δεδομένα.

Συμπύκνωση Βαρύτερων Υδρογονανθράκων. Διάγραμμα Φάσεων. Το Σχήμα 2.3 δείχνει το διάγραμμα φάσεων ενός συστήματος φυσικού αερίου. Αναπαριστά τις αλλαγές φάσης με την πίεση και τη θερμοκρασία για μια δεδομένη σταθερή σύσταση, και διαχωρίζει τις περιοχές στις οποίες μπορεί να υπάρξει μόνο υγρό ή μόνο αέριο, και τις περιοχές στις οποίες μπορούν να συνυπάρχουν σε ισορροπία. Η διφασική περιοχή ή "φάκελος" περιβάλλεται από την καμπύλη των σημείων φυσαλίδας από την αριστερή πλευρά, ως το κρίσιμο σημείο *C* και από εκεί, μέσω των σημείων μέγιστης πίεσης *C_p* και μέγιστης θερμοκρασίας *C_T*, από την καμπύλη σημείων δρόσου.

Η καμπύλη των σημείων φυσαλίδας καθορίζει τα σημεία στα οποία σχηματίζονται οι πρώτες απειροελάχιστες φυσαλίδες αερίου από την υγρή φάση, και η καμπύλη σημείων δρόσου τα σημεία στα οποία συμπυκνώνονται οι πρώτες απειροελάχιστες σταγόνες από την αέρια φάση. Το κρίσιμο σημείο *C*

(σύνδεση των καμπυλών

φυσαλίδας και δρόσου) είναι το σημείο στο οποίο όλες οι ιδιότητες της υγρής και της αέριας φάσης είναι ακριβώς ίδιες. Η πίεση *p_c* και η θερμοκρασία *T_c* στο σημείο αυτό είναι οι κρίσιμες τιμές για το αέριο μίγμα. Το σημείο μέγιστης πίεσης *C_p* ορίζεται ως η μέγιστη πίεση στην οποία μπορούν να υπάρξουν οι δύο φάσεις σε ισορροπία. Σε συστήματα φυσικού αερίου, το σημείο αυτό βρίσκεται δεξιά του κρίσιμου σημείου *C*. Το σημείο μέγιστης θερμοκρασίας *C_T* ορίζεται ως η μέγιστη θερμοκρασία στην οποία μπορούν να υπάρξουν οι δύο φάσεις σε ισορροπία.

Ανάδρομη Συμπύκνωση. Οι διακεκομμένες γραμμές εντός του διφασικού φακέλου του Σχήματος 2.3 είναι γραμμές περιεκτικότητας υγρού που συνήθως αναφέρονται ως ποσοστιαίες γραμμές περιεκτικότητας υγρού. Ξεκινούν από το κρίσιμο σημείο *C* τέμνονται από μια γραμμή που ενώνει το κρίσιμο σημείο *C* με το σημείο μέγιστης θερμοκρασίας *C_T*. Αυτή η γραμμή διαχωρίζει το διφασικό φάκελο σε δύο περιοχές. Στη χαμηλότερη περιοχή, το αέριο μίγμα συμπεριφέρεται ως αναμένεται: σε

σταθερή ή μειούμενη θερμοκρασία, η περιεκτικότητα του υγρού στο αέριο μίγμα αυξάνει με αυξανόμενη πίεση. Η συμπεριφορά του διφασικού μίγματος επάνω από τη γραμμή C – CT είναι εντελώς διαφορετική. Σε σταθερή θερμοκρασία, η περιεκτικότητα του αερίου μίγματος σε υγρό αυξάνει με μειούμενη πίεση, και στην περιοχή μεταξύ της κρίσιμης πίεσης της μέγιστης πίεσης, η περιεκτικότητα σε υγρό αυξάνει με τη μείωση της πίεσης, ακόμη και όταν αυξάνει η θερμοκρασία.

Αυτό το φαινόμενο που ονομάζεται *ανάδρομη συμπύκνωση*, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη μεταφορά φυσικού αερίου μέσω αγωγών, επειδή μπορεί να σχηματιστούν έμβολα υγρού εάν δεν έχει γίνει επαρκής απομάκρυνση των βαρύτερων υδρογονανθράκων. Η συμπεριφορά συμπύκνωσης των φυσικών αερίων μπορεί να προσδιοριστεί εφαρμόζοντας καταστατικές εξισώσεις ή με εργαστηριακές μετρήσεις.

Υδρίτες Αερίου. Οι υδρίτες αερίου είναι παγόμορφα στερεά που αποτελούνται από νερό και υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες από το μεθάνιο ως το κυκλοπεντάνιο σχηματίζουν υδρίτες. Ο σχηματισμός υδριτών εξαρτάται από την πίεση, τη θερμοκρασία, το μέγεθος των μορίων και τη συγκέντρωση των συστατικών. Γενικά, οι υδρίτες σχηματίζονται σε υψηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία, αλλά μπορεί να υπάρχουν και σε θερμοκρασίες της τάξης των 30 °C και πιέσεις κάτω από τα 0.7 MPa. Ο σχηματισμός υδριτών μπορεί να εκτιμηθεί από εμπειρικούς λόγους ισορροπίας αερίου – στερεού, εμπειρικές συσχετίσεις και εργαστηριακές μετρήσεις. Για να αποφευχθεί ο σχηματισμός υδριτών αερίου σε αγωγούς, συνήθως γίνεται απομάκρυνση των ατμών νερού από το φυσικό αέριο με αφυδάτωση πριν τη μεταφορά. Η μείωση του σημείου δρόσου του νερού στους -5 ως -8 °C σε συνδυασμό με υψηλή πίεση μεταφοράς, είναι γενικά αποδεκτοί βασικοί όροι στις προδιαγραφές των αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου

3. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΥΣΗΣ

Η θερμογόνη δύναμη (ή θερμότητα καύσης) του φυσικού αερίου ορίζεται ως η θερμότητα που εκλύεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας αφυδατωμένου φυσικού αερίου με καθαρό οξυγόνο σε πίεση 0.101325 MPa. Η αρχική θερμοκρασία του φυσικού αερίου και του οξυγόνου είναι 25 °C. Τα προϊόντα της καύσης ψύχονται

στην ίδια θερμοκρασία.

Κατά τον προσδιορισμό της ανώτερης θερμογόνου δύναμης (GHV), όλο το παραγόμενο νερό κατά την καύση συμπυκνώνεται σε υγρή μορφή. Για τον προσδιορισμό της κατώτερης θερμογόνου δύναμης (NHV), όλο το νερό που παράγεται κατά την καύση παραμένει στην αέρια φάση. Η διαφορά της ανώτερης από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη είναι η λανθάνουσα θερμότητα (ενθαλπία)

συμπύκνωσης του νερού. Η θερμογόνος δύναμη εκφράζεται συνήθως σε MJ/m^3 .

Θερμογόνος Δύναμη Αερίων Μιγμάτων. Η θερμογόνος δύναμη των φυσικών αερίων μπορεί να υπολογιστεί από τη μοριακή σύσταση και τις θερμογόνους δυνάμεις των συστατικών:

$$HV = \sum y_i \cdot HV_i$$

όπου y_i το μοριακό κλάσμα του συστατικού i , HV_i η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του συστατικού i .

3.1. ΔΕΙΚΤΗΣ WOBBE

Όταν καίγονται σε σταθερή πίεση, οι διάφοροι τύποι φυσικού αερίου με διαφορετική σύσταση παράγουν το ίδιο ποσό θερμότητας ανά μονάδα χρόνου, εάν οι λόγοι της θερμογόνου δύναμής τους προς την τετραγωνική ρίζα στων σχετικών πυκνοτήτων (Wobbe index) είναι ίσοι. Ο δείκτης Wobbe σχετίζεται με την ανώτερη ή την κατώτερη θερμογόνο δύναμη

$$WG, N = \frac{HV_{G,N}}{\sqrt{d}}$$

Από τη στιγμή που οι καυστήρες αερίου έχουν περιορισμένη ανοχή στις διακυμάνσεις στη θερμογόνο δύναμη του αερίου καυσίμου, οι διακυμάνσεις αυτές πρέπει να είναι περιορισμένες. Επομένως, οι προδιαγραφές του φυσικού αερίου καθορίζουν συνήθως όρια δείκτη Wobbe και όχι θερμογόνους δυνάμεις. Συνεπώς, συγκεκριμένοι τύποι φυσικού αερίου μπορεί να χρειαστούν ανάμιξη πριν οδηγηθούν στην κατανάλωση, ή μπορούν να λειτουργούν ξεχωριστά δίκτυα αγωγών με διαφορετικά φυσικά αέρια, που θα διαφοροποιούνται ως προς τα επίπεδα του δείκτη Wobbe.

4.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο παράγεται επί τόπου στο φρέαρ και η σύνθεσή του ποικίλει ιδιαίτερα. Οι στόχοι επεξεργασίας του φυσικού αερίου είναι αντίστοιχα διαφορετικοί. Η ποικιλία της σύνθεσης φαίνεται στον Πίνακα 3.1 για επιλεγμένα παραδείγματα. Εκτός από το βασικό συστατικό του, το μεθάνιο, το φυσικό αέριο μπορεί να περιέχει και διάφορα ποσά ακαθαρσιών, τα οποία οδηγούν σε ποικίλα προβλήματα κατά τη διάρκεια της παραγωγής και της μεταφοράς:

- **Νερό.** Το συμπυκνωμένο ύδωρ σχηματίζει στερεές ένυδρες ουσίες με υδρογονάνθρακες ή υδρόθειο, ή επιπλέον οδηγεί σε σχηματισμό υγρών σχηματισμών στις σωληνώσεις και σε διάβρωση.
- **Βαρύτεροι υδρογονάνθρακες.** Εάν το φυσικό αέριο περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις σε C2 και βαρύτερους υδρογονάνθρακες, είναι οικονομικά σημαντική η ανάκτησή τους με τη μορφή υγραερίου (LPG) και αερίου συμπυκνώματος. Ο επιθυμητός δείκτης Wobbe και η θερμογόνο δύναμη θα μπορούσαν επίσης να απαιτήσουν μια μείωση της συγκέντρωσης βαρύτερων υδρογονανθράκων. Ακόμη και πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις βαρύτερων υδρογονανθράκων μπορούν να προκαλέσουν συμπύκνωση στους αγωγούς (ανάδρομη συμπύκνωση). Αυτοί οι συμπυκνωμένοι υδρογονάνθρακες μπορεί να προσβάλουν πλαστικούς αγωγούς και συσκευές ελέγχου.
- **Υδρόθειο.** Το υδρόθειο σε συνδυασμό με ελεύθερο νερό μπορεί να προκαλέσει διάβρωση, και κυρίως μηχανική καταπόνηση λόγω διάβρωσης και ρήξη εξαιτίας του υδρογόνου. Η απομάκρυνση του υδροθείου γίνεται σχεδόν αποκλειστικά σε κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
- **Διοξείδιο του Άνθρακα.** Το διοξείδιο του άνθρακα μαζί με ελεύθερο νερό προκαλεί διάβρωση (pitting corrosion) σε χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα και άλλα μέταλλα. Μερικά φυσικά αέρια που περιέχουν τα σημαντικά ποσά CO₂ πρέπει να υποστούν επεξεργασία για να αυξηθεί η συγκέντρωση μεθανίου πριν από την πώλησή τους.
- **Θείο.** Τα αέρια που περιέχουν υδρόθειο μπορεί επίσης να περιέχουν στοιχειακό θείο σε αέρια μορφή. Μερικά πεδία αερίου, κυρίως σε Καναδά, Γερμανία, και Ηνωμένες Πολιτείες, περιέχουν τόσο υψηλές ποσότητες ώστε το θείο, ανάλογα με την πίεση, τη θερμοκρασία, και τη σύνθεση του αερίου, μπορεί να διαχωριστεί και να φράξει τον αγωγό παραγωγής, ο οποίος γίνεται έτσι μη

λειτουργικός Επιπλέον, το στοιχειακό θείο και το ελεύθερο νερό είναι διαβρωτικά.

Το φυσικό αέριο μπορεί να περιέχει υδράργυρο σε στοιχειακή μορφή.

Ο διαχωρισμένος υδράργυρος προκαλεί διάβωση στους αγωγούς και τα εξαρτήματα, προκαλεί διαβρωτική φθορά σε εναλλάκτες θερμότητας από αλουμίνιο σε κρυογονικές εγκαταστάσεις, και φθορά σε μετρητικά συστήματα και βάνες ελέγχου που περιέχουν μη σιδηρούχα μέταλλα λόγω σχηματισμού αμαλαγμάτων. Ο υδράργυρος πρέπει επίσης να αφαιρεθεί λόγω της τοξικότητάς του.

Άλλα συστατικά. Στην Alabama, παραδείγματος χάριν, βρίσκονται στο φυσικό αέριο *κυκλικό υδρογονάνθρακες* όπως το αδαμαντάνιο (adamantine) και διαμαντάνιο (diamantine). Αυτές οι ενώσεις τείνουν να εξαχνωθούν και πρέπει να αφαιρεθούν με έγχυση υγρών υδρογονανθράκων.

Μερικά αέρια περιέχουν υψηλά ποσοστά *αζώτου*, το οποίο πρέπει να διαχωριστεί για να γίνει το αέριο κατάλληλο για πώληση με την κατάλληλη θερμογόνο δύναμη.

Ανάκτηση Συστατικών με Οικονομική Αξία. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι εάν τα πρόσθετα συστατικά πρέπει να αφαιρεθούν για να ικανοποιηθούν οι προδιαγραφές προϊόντων, ή εάν η ανάκτηση αυτών των προϊόντων γίνεται για οικονομικούς λόγους. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την ανάκτηση ηλίου, την παραγωγή θείου από το όξινο αέριο, και την ανάκτηση LPG και συμπυκνωμάτων υδρογονανθράκων. Μια ειδική περίπτωση είναι το αποκαλούμενο *πολύ όξινο αέριο (ultrasour gas)*. Σε αυτήν την περίπτωση το κύριο ενδιαφέρον δεν είναι να παραχθεί ένα καύσιμο αέριο αλλά μάλλον να υπάρξει έν αέριο τροφοδοσίας για την παραγωγή θείου. Στον Καναδά, έχει αρχίσει η παραγωγή αερίου με περιεκτικότητα σε υδρόθειο 90%. Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί η αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα για την βελτιωμένη ανάκτηση στην παραγωγή αργού πετρελαίου.

Εν αντιθέτως, εάν αυτά τα συστατικά είναι παρόντα μόνο σε ποσότητες ιχνών δεν αφαιρούνται για λόγους οικονομικής εκμετάλλευσης, αλλά μάλλον για να αποφευχθούν προβλήματα περιβάλλοντος, παραγωγής, ή διάβρωσης.

Η ανεξάρτητη διαδικασί από την οποία μπορούν να απομακρυνθούν οι ανεπιθύμητοι μολυσματικοί παράγοντες του αερίου εξαρτάται από τη σύνθεση του αερίου, της ποσότητας και του τύπου του μολυσματικού παράγοντα, και τελικά εάν ένα στο φρέαρ θα πρέπει να παραδοθεί ένα αέριο καθαρό, κατάλληλο προς πώληση, ή εάν το αέριο διοχετευτεί με αγωγούς σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Δύο στόχοι πρέπει να ικανοποιηθούν με την επεξεργασία του φυσικού αερίου:

- Επίτευξη των απαιτούμενων ποιοτικών κριτηρίων
- Ανάκτηση των παραπροϊόντων

Κύριος αντικειμενικός στόχος παγκοσμίως είναι παραγωγή ενός εμπορεύσιμου αερίου με τα πρότυπα που πρέπει να πληροί το αέριο που παρέχεται με αγωγούς. Από αυτή την άποψη, προκαθορίζονται και η έκταση της απομάκρυνσης των ανεπιθύμητων συστατικών και το εύρος των συνθηκών ρύθμισης.

Η επεξεργασία φυσικού αερίου μπορεί να πραγματοποιηθεί και άμεσα *στο φρέαρ* και σε *κεντρικές εγκαταστάσεις*. Η επεξεργασία στο φρέαρ είναι πάντα απαραίτητη όταν το αέριο δεν μπορεί να μεταφερθεί σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας με αγωγό χωρίς κίνδυνο. Για να αποφευχθεί διάβρωση, το όξινο αέριο υφίσταται συχνά αφυδάτωση στο φρέαρ έτσι ώστε το ελεύθερο νερό να μη μπορεί πλέον να συμπυκνωθεί καθοδόν. Η ανάκτηση του θείου και ο διαχωρισμός αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα, ή ηλίου πραγματοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις, στις οποίες τροφοδοτούνται τα ρεύματα διαφορετικών φρεάτων. Το ίδιο πράγμα ισχύει για την υγροποίηση του φυσικού αερίου, την ανάκτηση LPG, και την αφαίρεση των βαρύτερων υδρογονανθράκων.

4.2. ΦΡΕΑΤΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ

Οι εγκαταστάσεις σε μεμονωμένα φρέατα φυσικού αερίου πρέπει να ικανοποιούν τους εξής στόχους:

1. να διαχωρίσουν ή, εάν είναι απαραίτητο, να επεξεργαστούν τα συμπαραγόμενα
2. να ρυθμίσουν το αέριο για μεταφορά στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας
3. να επιτύχουν την επιθυμητή ποιότητα τροφοδοσίας για το δίκτυο των αγωγών
4. να προστατεύσουν τους αγωγούς παραγωγής και τις εγκαταστάσεις πεδίου από
5. Ο τύπος και το είδος των εγκαταστάσεων καθορίζονται από:
6. τύπο και συγκέντρωση των συνοδευτικών συστατικών στο αέριο
7. συμπεριφορά του αερίου κατά τη διάρκεια της μεταφοράς μέσω αγωγού και
8. ισχύουσες προδιαγραφές της αγοράς.

5.ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Εάν υπάρχει στο κοίτασμα στοιχειακό θείο, τα όξινα φυσικά αέρια περιέχουν θείο σε μεγαλύτερη ή μικρότερη συγκέντρωση. Η δυνατότητα του αερίου να απορροφήσει το θείο εξαρτάται έντονα από την πίεση, τη θερμοκρασία, και τη σύνθεση του αερίου. Η ψύξη και η μείωση πίεσης κατά τη διάρκεια της παραγωγής ελαχιστοποιούν τη διαλυτότητα του θείου και οδηγούν στο διαχωρισμό του. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, μπορεί να υπάρξει στερεοποίηση και έμφραξη του αγωγού. Αυτά τα προβλήματα αντιμετωπίζονται γενικά με έγχυση κατάλληλων διαλυτών στον εξοπλισμό παραγωγής που επιτρέπουν στο θείο για να αφαιρεθεί με το εγχυόμενο υγρό, είτε χημικά δεσμευμένο είτε που φυσικά διαλυμένο. Εφαρμόζονται δύο διαφορετικές αξιόπιστες διεργασίες:

Διεργασία Πολυσουλφιδίων. Με την προσθήκη υδατικών διαλυμάτων αμμωνίας ή μονοαιθυλαμίνης, το θείο διαλύεται, παρουσία υδροθείου, ως πολυσουλφίδιο και διαχωρίζεται στην επιφάνεια σε έναν διαχωριστή υγρών. Το πλούσιο σε θείο υγρό μπορεί να αναγεννηθεί σε θερμοκρασία περίπου 150 °C. Αμμωνία ή αμίνη, νερό, υδρόθειο, και διοξείδιο του άνθρακα διαλύονται στο συμπυκνωμένο νερό και επανεισάγονται στο φρέαρ. Το θείο κατακρημνίζεται ως υγρό και αφαιρείται από τον πυθμένα της στήλης αναγέννησης.

Με αυτήν τη διεργασία, μόνο μια ενιαία υγρή φάση εμφανίζεται επάνω από το έδαφος. Τα ίχνη αμμωνίας ή αμίνης δεν προκαλούν κανένα πρόβλημα στην περαιτέρω επεξεργασία. Για αέρια με υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα η διεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο υπό ορισμένες συνθήκες. Σε αυτήν την περίπτωση τα αλκαλικά μέσα δεν μπορούν να διαλύσουν ικανοποιητικά το υδρόθειο προς σχηματισμό πολυσουλφιδίου. Αυτός ο διαλύτης δεν μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί παρουσία σχηματιζόμενου νερού που περιέχει χλωρίδια μετάλλων αλκαλικών γαιών επειδή το ανθρακικό ασβέστιο και το υδροξείδιο του μαγνησίου δημιουργείται προκαλεί παρεμποδίσεις που μπορούν να διαλυθούν μόνο με όξινη επεξεργασία. Τα συγκεκριμένα μέτρα είναι απαραίτητα για να αποτρέψουν διάβρωση των αγωγών σωληνώσεων καθόδου στο φρέαρ.

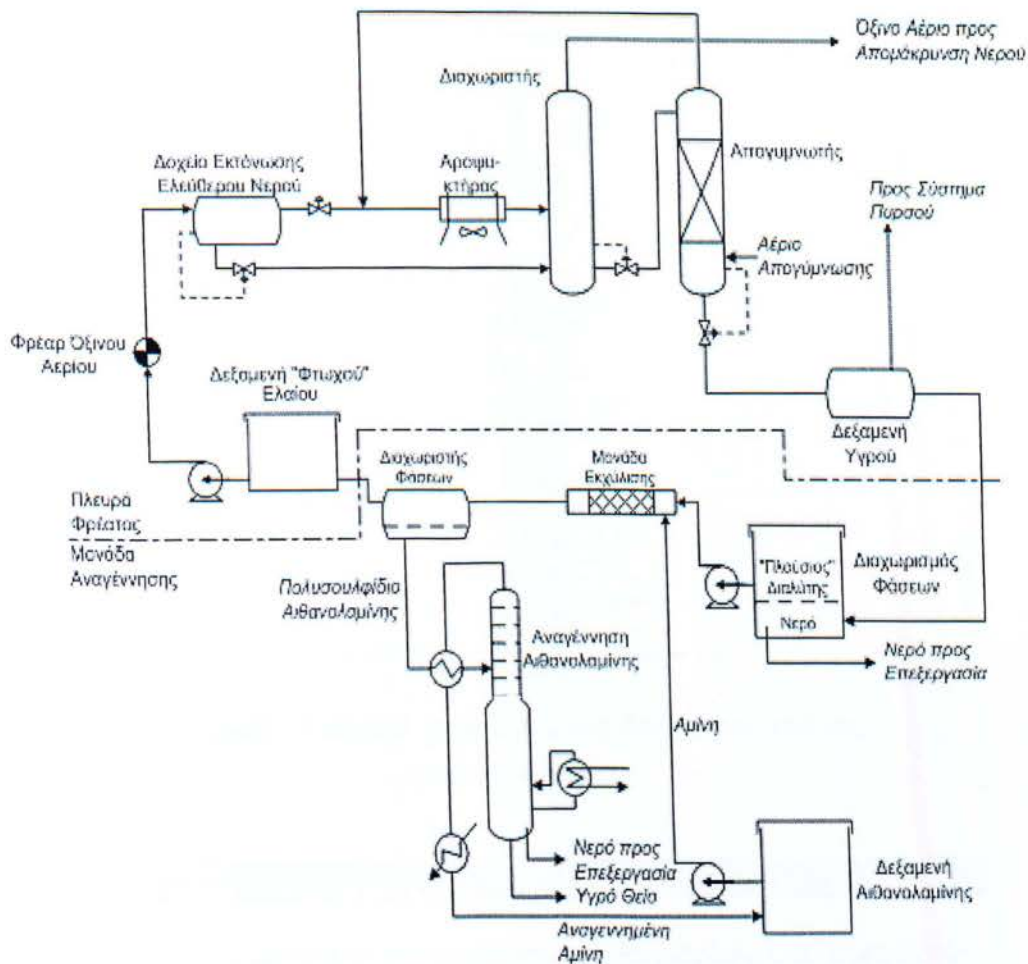
Φυσικοί Διαλύτες. Στην επεξεργασία όξινου αερίου, το θείο μπορεί επίσης να

διαλυθεί φυσικά με τη βοήθεια των κατάλληλων υδρογονανθράκων. Ένας κατάλληλος διαλύτης πρέπει να έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- να μην αντιδρά με το σχηματιζόμενο νερό,
- σταθερότητα υπό τις συνθήκες του κοιτάσματος,
- να μην αντιδρά με το θείο,
- να έχει υψηλή διαλυτική ικανότητα σε θείο,
- πολύ χαμηλή τάση ατμών, και
- καμία διαβρωτικότητα.

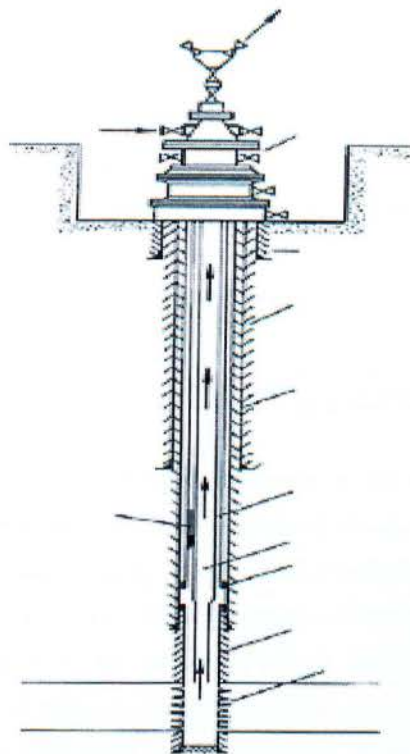
Οι πιο συνήθεις διαλύτες για αυτή τη χρήση είναι κυλινδρέλαια και μίγματά τους με αρωματικά κλάσματα λιθανθρακόπισσας, λόγω της υψηλής διαλυτικής ικανότητάς τους σε θείο. Αυτά τα έλαια χρησιμεύουν ταυτόχρονα ως φορείς για τους αναστολείς διάβρωσης.

Τα πλούσια σε θείο έλαια αναγεννούνται, π.χ. με εκχύλιση με διάλυμα αμίνης που επίσης περιέχει υδρόθειο. Μετά από την αφαίρεση του θείου με σχηματισμό πολυσουλφιδίων αυτά τα διαλύματα μπορούν να αναγεννηθούν όπως έχει ήδη αναφθεί. Ο χωρισμός φάσεων μπορεί να παρεμποδιστεί από το σχηματισμό γαλακτωμάτων του ελαίου με το ταυτόχρονα διαχωριζόμενο νερό, που καθιστά αναγκαία τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων



Σχήμα 5.1 Σχηματικό διάγραμμα ολοκληρωμένου φρέατος οξίνου αερίου

Η τυπική ομόκεντρη σωλήνωση για την παραγωγή οξίνου αερίου φαίνεται στο Σχήμα 3.2, στα οποία ο διαλύτης αντλείται στο φρέαρ μέσω του εξωτερικού αγωγού και επιστρέφει στην κεφαλή του φρέατος με το παραγόμενο ρεύμα αερίου. Ένα φρέαρ οξίνου αερίου με τη έγχυση διαλύτη έγχυση και τις απαραίτητες εγκαταστάσεις αναγέννησης απεικονίζεται σχηματικά στον Σχήμα 3.3



Σχήμα 5.1.1 Διάγραμμα ροής συστήματος διαλύτη παρεμπόδισης διαχωρισμο θείου

5.1.ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

Υπάρχουν κοιτάσματα φυσικού αερίου που περιέχουν υδράργυρο σε μορφή ατμού ή/και αερολύματος. Τα πεδία φυσικού αερίου που περιέχουν υδράργυρο βρίσκονται κυρίως σε Αλγερία, Ινδονησία, Ολλανδία, και Γερμανία. Ο υδράργυρος δεν έχει προκαλέσει προβλήματα στην παραγωγή από πεδία όξινου αερίου. Για να αποφευχθούν υγειονομικοί κίνδυνοι κατά τη ν επεξεργασία και χρήση, η περιεκτικότητα σε υδράργυρο μειώνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις αφαίρεσης υδραργύρου από τα 5 mg/m^3 σε λιγότερο από 10 mg/m^3 .

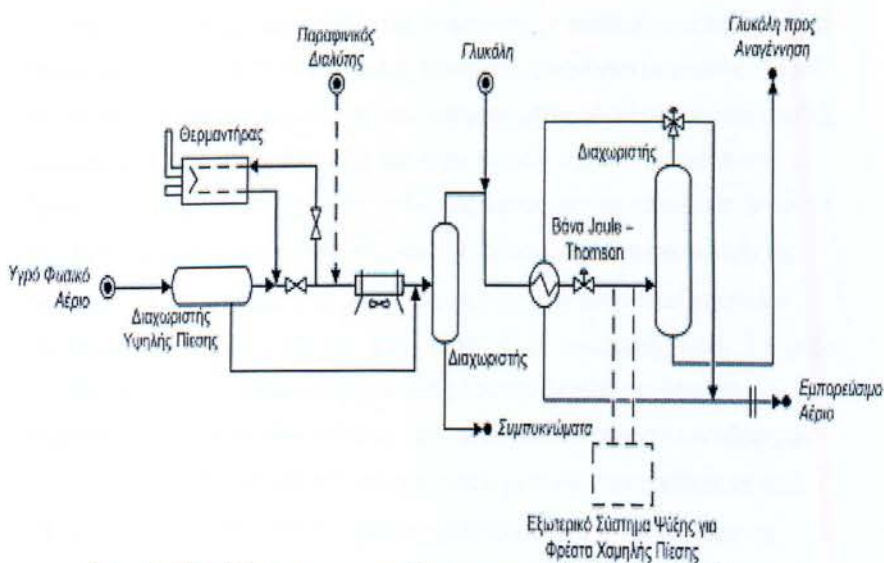
Ένα σημαντικό μέρος του υδραργύρου συχνά έχει ήδη αφαιρεθεί κατά το διαχωρισμό χαμηλής θερμοκρασίας (LTS) στη μονάδα αφυδάτωσης στο φρέαρ. Επίπεδα υδραργύρου κάτω από 5 mg/m^3 επιτυγχάνονται σε επακόλουθους αντιδραστήρες χημορρόφησης σταθερής κλίνης με π.χ., θείο-ενεργοποιημένο ενεργό άνθρακα. Συμπυκνώσιμα συστατικά, όπως νερό ή υδρογονάνθρακες, μειώνουν τη δυνατότητα κατακράτησης υδραργύρου ή ακόμα και απενεργοποιούν το προσροφητικό υλικό. Οι προσροφητικές κλίνες δεν αναγεννούνται, αλλά το κορεσμένο προσροφητικό

αποστέλλεται σε εξωτερικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Διεργασίες αναγεννώμενης αμαλαματοποίησης βρίσκονται υπό εξέταση.

Ο υδράργυρος συλλέγεται επίσης από το ρεύμα υγρών υδρογονανθράκων με διαχωρισμό φάσεων. Η περαιτέρω επεξεργασία με στερεά προσροφητικά μειώνει την περιεκτικότητα σε υδράργυρο από τα 300 στα 20 ng/g.

5.2. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Στις περισσότερες περιπτώσεις, το φυσικό αέριο αφυδατώνεται κοντά στα φρέατα αερίου για λόγους ασφάλειας. Έτσι αποφεύγεται ο σχηματισμός των υδριτών αερίου στους αγωγούς αερίου υψηλής πίεσης αερίου και ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα που προκύπτουν από τη μεταφορά υγρών στο σύστημα. Γενικά, ένα σημείο δρόσου νερού της τάξης των $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ στην πίεση των αγωγών είναι επαρκές. Ειδικότερα, παρουσία διοξειδίου του άνθρακα, υδρόθειου, και των χλωριδίων, η διάβρωση μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη μείωση της περιεκτικότητας σε νερό. Σε μερικά πεδία αερίου, δεν πραγματοποιείται αφυδάτωση. Η παραγωγή διατηρείται με τη χρήση συγκεκριμένων αντιδιαβρωτικών υλικών σε συνδυασμό με αναστολείς παράγοντες διάβρωσης και θερμικά μονωμένο εξοπλισμό



Σχήμα 5.2 Αφυδάτωση με αναστολέα σχηματισμού υδριτών και ψύξη σε φρέαρο

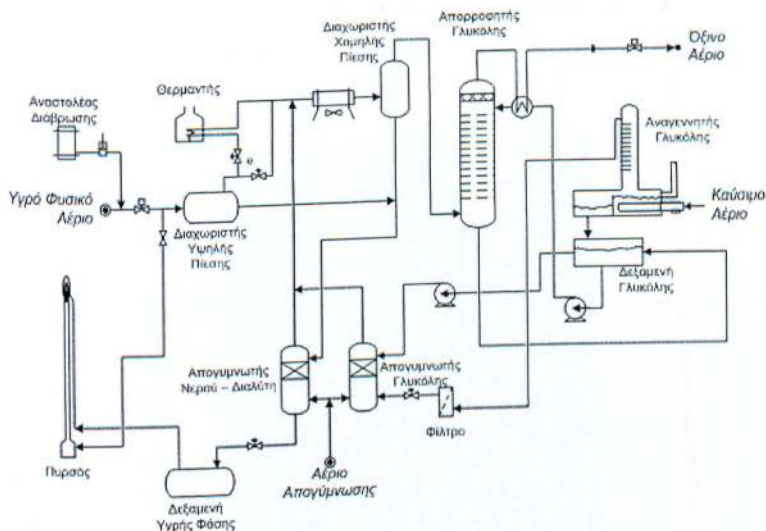
Κρυογενική Αφυδάτωση. Για να μειωθεί η περιεκτικότητα σε βαρύτερους υδρογονάνθρακες εκτός από τη διατήρηση ενός συγκεκριμένου σημείου δρόσου νερού, η υιοθετείται συχνά η κρυογενική αφυδάτωση του φυσικού αερίου (Σχήμα 3.4). Το υγρό αέριο ψύχεται μέχρι τα προς αφαίρεση συστατικά να διαχωριστούν λόγω συμπύκνωσης ή σχηματισμού υδριτών. Συχνά προστίθενται μεθανόλη, γλυκόλη, ή παραφινικός διαλύτης. Η μείωση της θερμοκρασίας μπορεί να επιτευχθεί με εκτόνωση Joule–Thomson. Αυτή η διαδρομή υιοθετείται ιδιαίτερα στην πρώτη φάση της παραγωγής σε φρέατα υψηλής πίεσης. Όταν η πίεση παραγωγής είναι κοντά σε αυτήν του συστήματος μεταφοράς, χρησιμοποιούνται εξωτερικές κρυογονικές μονάδες.

Αφυδάτωση με Διαδικασίες Απορρόφησης. Χρησιμοποιούνται κυρίως τυποποιημένες εγκαταστάσεις αφυδάτωσης που χρησιμοποιούν απορρόφηση με γλυκόλη. Χρησιμοποιείται κυρίως η τριαιθυλενο- γλυκόλη (TEG) σε σχέση με άλλες γλυκόλες (μονο- και διαιθυλενο- γλυκόλες) λόγω της υψηλής ικανότητας απορρόφησης της σε υδρατμούς, της χαμηλής τάσης ατμών της (μικρές απώλειες λόγω εξάτμισης), και της υψηλής θερμικής σταθερότητάς της. Αυτός ο τύπος εγκαταστάσεων αφυδάτωσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.5.

Στον απορροφητή, η γλυκόλη και το αέριο έρχονται σε επαφή κατ' αντιρροή. Τυπικές πιέσεις λειτουργίας από 2 – 10 MPa.

Στο σχεδόν μηδενικής πίεσης στάδιο της *αναγέννησης*, η κορεσμένη σε νερό γλυκόλη θερμαίνεται στους 200 °C. Η ενεργειακές απαιτήσεις μειώνονται με εκτενή εναλλαγή θερμότητας μεταξύ της κορεσμένης και αναγεννημένης γλυκόλης σε σπειροειδείς σωλήνες στο δοχείο αποθήκευσης και στην κορυφή της στήλης αναγέννησης. Χρησιμοποιούνται αναγεννητές με απευθείας καύση αερίου καθώς και άλλοι με θέρμανση με ατμό ή με ηλεκτρική θέρμανση. Η παραμένουσα περιεκτικότητα της γλυκόλης σε νερό (περίπου 1 %) μετά τη θερμική αναγέννηση μπορεί να μειωθεί περαιτέρω με απογύμνωση με ξηρό αέριο ή με εφαρμογή κενού. Το μέσο απογύμνωσης, συχνά καθαρό αέριο, περνά μέσω του δοχείου αποθήκευσης για να θερμανθεί στους σπειροειδείς σωλήνες πριν να αυξηθεί η εκρόφηση των υδρατμών στη ζώνη απόσταξης. Μπορεί να επιτευχθεί υπολειμματική περιεκτικότητα σε νερό της γλυκόλης κάτω από 0.3%. Τα εφικτά σημεία δρόσου για το φυσικό αέριο σε ισορροπία με μίγμα νερού – τριαιθυλενο- γλυκόλης δίνονται στο Σχήμα 3.6, συναρτήσει της θερμοκρασίας επαφής. Οι εγκαταστάσεις είναι αυτο-ελεγχόμενες. Η

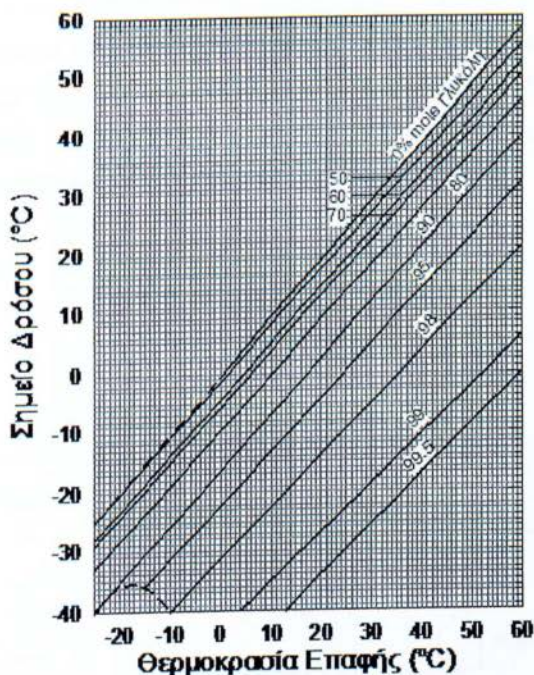
διαδικασία αφυδάτωσης διατηρείται με έμμεσο έλεγχο του ρυθμού κυκλοφορίας της γλυκόλης, της θερμοκρασίας αναγέννησης, και της παροχής του αερίου απογύμνωσης.



Σχήμα 5.2.1 Αφυδάτωση με γλυκόλη

Ο εμπλουτισμός της γλυκόλης με υδρογονάνθρακες μπορεί να περιοριστεί με την χρήση καταλλήλων ξεστρων (skimmers). Προϊόντα υποβάθμισης ως αποτέλεσμα της εισόδου οξυγόνου, θερμικής αποσύνθεσης, ή εισροής όξινων συστατικών από το φρέαρ κάνουν τη γλυκόλη διαβρωτική. Ο έλεγχος διάβρωσης γίνεται συνήθως με προσθήκη αναστολέων που αυξάνουν το pH. Η γλυκόλη συνήθως φιλτράρεται με ενεργό άνθρακα. Ο χρόνος λειτουργίας της γλυκόλης μπορεί να είναι αρκετά έτη. Περαιτέρω μέτρα είναι απαραίτητα για την αφυδάτωση όξινου αερίου, όπως φαίνονται με διακεκομμένες γραμμές στο Σχήμα 3.1. Στη συνήθη πίεση των εγκαταστάσεων των 10,0 MPa, η γλυκόλη απορροφά μη αμελητέες ποσότητες υδροθείου, εκτός από υδατμούς. Το υδροθείο απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της

αναγέννησης της γλυκόλης, δημιουργώντας προβλήματα διάβρωσης και εκπομπών. Εγκαθίστανται επομένως απογυμνωτές υψηλής πίεσης. Σε πίεση ελαφρώς επάνω από αυτήν του απορροφητή γλυκόλης, το υδρόθειο απομακρύνεται από τη γλυκόλη με απογύμνωση με το θερμασμένο καθαρό αέριο. Το καθαρό αέριο προέρχεται συχνά από γειτονικά πεδία ή εγκαταστάσεις. Το αέριο απογύμνωσης, εμπλουτισμένο με υδρόθειο (που αντιστοιχεί λιγότερο από 2% της δυναμικότητας των μονάδων αφυδάτωσης), ανακυκλώνεται στον απορροφητή. Οι μονάδες αφυδάτωσης με γλυκόλη κατασκευάζονται από συνήθη χάλυβα.



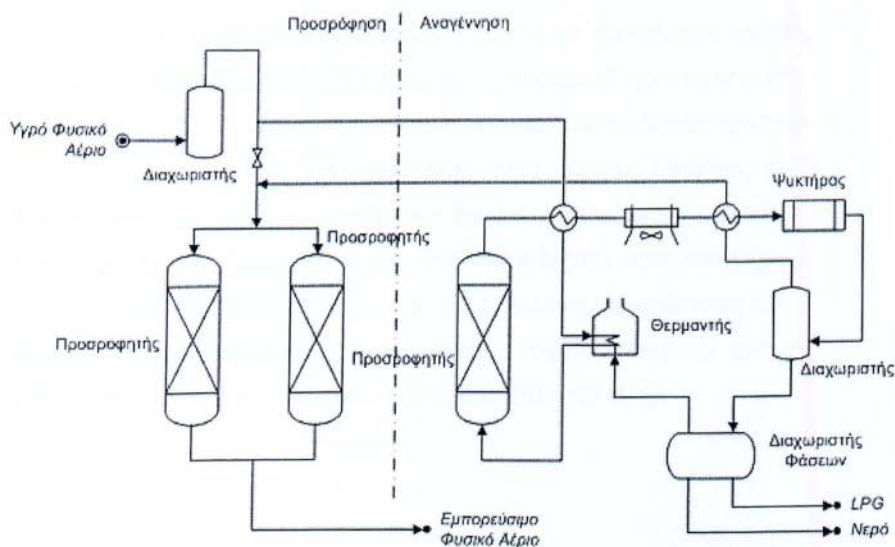
Σχήμα 5.2.2 Εφικτά σημεία δρόσου φυσικού αερίου συναρτήσει της θερμοκρασίας (αερίου) επαφής με διαλύματα νερού – τριαιθυλενο- γλυκόλης

Στην τελική φάση της παραγωγής αερίου από ένα φρέαρ, παράγονται από κοινού σημαντικές ποσότητες αλμυρού νερού. Κατά τη διάρκεια της εκτόνωσης και της μεταφοράς αυτών των κορεσμένων υγρών, απελευθερώνονται αέρια, συμπεριλαμβανομένων υδροθείου, βενζολίου, τολουολίου και ξυλολίου (BTX). Οι εκπομπές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν και οι κίνδυνοι να μειωθούν με πρόσθετη απογύμνωση ή με επανασυμπίεση αυτών των αερίων εκτόνωσης.

Αφυδάτωση με Προσρόφηση. Στην αφυδάτωση με προσρόφηση το αέριο έρχεται

σε επαφή με μοριακά κόσκινα, silica gel, ή sorbead (δηλαδή SiO₂ που περιέχει Na₂O). Είναι δυνατή η λειτουργία εγκαταστάσεων με δύο μόνο προσροφητές, που λειτουργούν εναλλάξ. Με τις εγκαταστάσεις προσρόφησης είναι εφικτά σημεία δρόσου κάτω των -70 °C. Αυτό είναι απολύτως απαραίτητο για κρυογονικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), όπου ίχνη νερού και διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να οδηγήσουν στην έμφραξη λόγω σχηματισμού πάγου.

Για την αναγέννηση, περίπου 5% αέριο, ως αέριο καθαρισμού, λαμβάνεται από την κύρια ροή αερίου και τροφοδοτείται μέσω του κορεσμένου προσροφητή στην πίεση της εγκατάστασης και θερμοκρασία 200 – 330 °C (Σχήμα 3.7). Οι αφαιρούμενοι υδρατμοί από το καθαρισμό της σταθερής κλίνης συμπυκνώνονται έτσι ώστε το αέριο καθαρισμού, που έχει την πίεση της εγκατάστασης, να μπορεί να ανακυκλωθεί. Η αναγέννηση με αποσυμπίεση χρησιμοποιείται σπάνια.



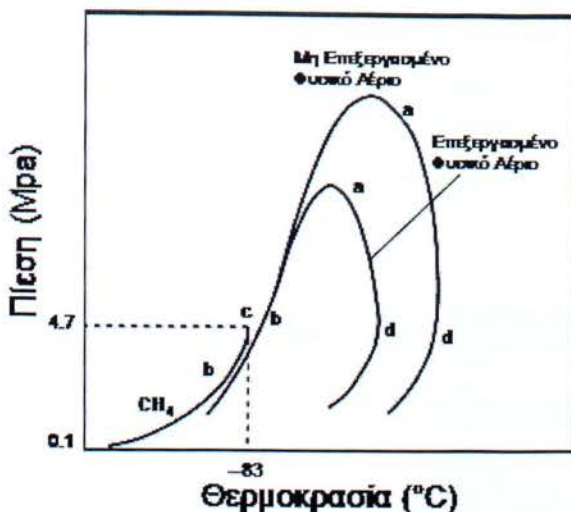
Σχήμα 5.2.3 Απομάκρυνση υδρογονανθράκων με προσρόφηση και αναγέννηση υπό

Κάτω από κανονικές απαιτήσεις, οι μονάδες αφυδάτωσης φυσικού αερίου αυτού του τύπου είναι οικονομικά λιγότερο ελκυστικές από τις μονάδες με γλυκόλη και τις κρυογονικές εγκαταστάσεις αφυδάτωσης που περιγράφονται ανωτέρω. Εντούτοις,

υιοθετούνται όταν, εκτός από απλή αφαίρεση νερού απαιτείται η ρύθμιση σε ένα συγκεκριμένο σημείο δρόσου υδρογονανθράκων, είναι απαραίτητη η απομάκρυνση υδροθείου ή διοξειδίου του άνθρακα, ή απαιτείται ένα εξαιρετικά χαμηλό σημείο δρόσου. Η διάρκεια ζωής των προσροφητικών εξαρτάται κυρίως από το ποσό ακαθαρσιών (π.χ., αλάτι, αναστολείς, ενώσεις θείου, και κηρώδεις υδρογονάνθρακες) που προέρχονται από την παραγωγή του φρέατος. Έχει παρατηρηθεί μετατροπή ενώσεων θείου σε υδρόθειο ή το καρβονυλοσουλφίδιο στον προσροφητή. Οι εγκαταστάσεις προσρόφησης χρησιμοποιούνται συχνά σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις για να ελαχιστοποιήσουν την ανάγκη για διαλύτες προσρόφησης.

5.3. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

Η ανάκτηση υδρογονανθράκων γίνεται κυρίως για οικονομικούς λόγους. Εντούτοις, η αφαίρεση μπορεί επίσης να είναι απαραίτητη για να αποφευχθεί η ανεξέλεγκτη εμφάνιση συμπυκνωμάτων υδρογονανθράκων στους μεγάλων αποστάσεων αγωγούς μεταφοράς και στις σωληνώσεις των χαμηλής πίεσης συστημάτων διανομής τις πόλεις. Τέτοια συμπυκνώματα στους αγωγούς μπορούν να προκαλέσουν εμβολές υγρού, ειδικά κατά τη διάρκεια μεταβλητών φορτίων, τα οποία οδηγούν σε λάθη τις συσκευές μέτρησης και ελέγχου στα κατάντη. Επιπλέον, επηρεάζονται αρνητικά πλαστικές σωληνώσεις ή πλαστικά εξαρτήματα στους μετρητές. Επιπλέον, τα συμπυκνώματα εξασθενίζουν την ανίχνευση διαρροών μέσω οσμής (πρόσθετα όσμησης του φυσικού αερίου). Επομένως, εκτός σημείο δρόσου νερού, καθορίζεται συχνά και σημείο δρόσου υδρογονανθράκων. Κατά συνέπεια, η συμπύκνωση των υδρογονανθράκων αποφεύγεται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και υπό τις χαρακτηριστικές πιέσεις των συστημάτων μεταφοράς (10 – 100 MPa).



Σχήμα 5.3 Διάγραμμα φάσεων για φυσικό αέριο που περιέχει βαρύτερους υδρογονάνθρακες και για καθαρό μεθάνιο

- a) Καμπύλη σημείου δρόσου, b) Καμπύλη σημείου βρασμού, c)Κρίσιμο σημείο
 ο,d) Κρίσιμο ενδόθερμο σημείο (cricondentherm point)

Οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες επηρεάζουν έντονα τις καμπύλες σημείου δρόσου το φυσικού αερίου και καθορίζουν επίσης τους όρους κάτω από τους οποίους μπορεί να εμφανιστεί ανάδρομη συμπίκνωση. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 5.2.2 φαίνονται γραμμές σημείου δρόσου ενός μη επεξεργασμένου και ενός επεξεργασμένου φυσικού αερίου. Παρουσιάζεται επίσης η καμπύλη τάσης ατμών του καθαρού μεθανίου. Στο Σχήμα 5.2.3 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα ανάκτησης υδρογονανθράκων με συνδυασμό ψυκτικών κύκλων ώστε να βελτιστοποιηθεί η ανάκτηση των βαρύτερων συστατικών. Οι ανακτώμενοι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες ονομάζονται συμπυκνώματα φυσικού αερίου (natural gas liquids, NGL).

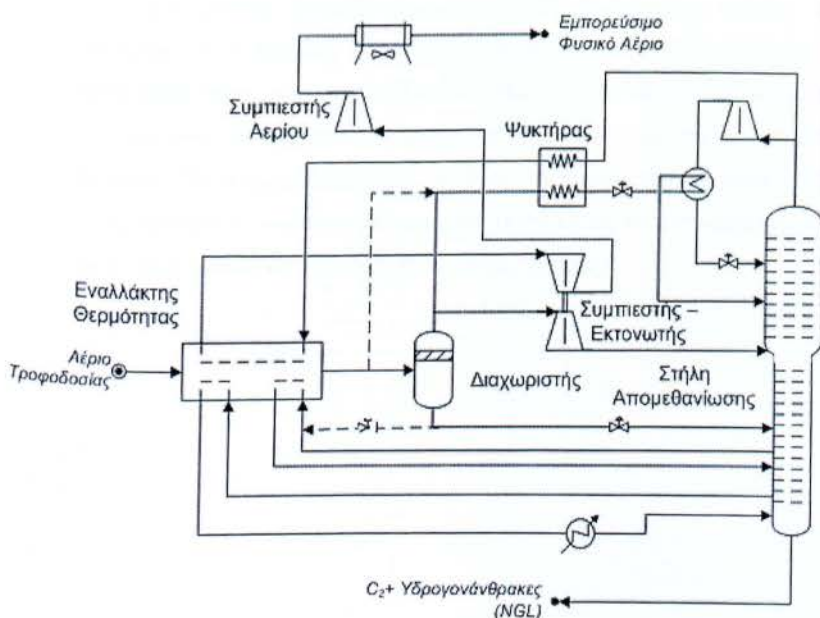
Το απαιτούμενο σημείο δρόσου υδρογονανθράκων δεν μπορεί να επιτευχθεί με Κρυογονικές διεργασίες. Βιομηχανικά, χρησιμοποιούνται εγκαταστάσεις προσρόφησης με ενεργό άνθρακα ή sorbead, όπου οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες αφαιρούνται και ανακτώνται κατά προτίμηση σε ανυψωμένες θερμοκρασίες αναγέννησης και κύκλους μικρής διάρκειας(Σχήμα 5.2.3). Η παρουσία νερού προκαλεί προβλήματα και συνήθως αφαιρείται πρώτο σε εγκαταστάσεις αφυδάτωσης που προηγούνται.

Η αφαίρεση των όξινων συστατικών του φυσικού αερίου, υδροθείου και διοξειδίου του άνθρακα είναι ένας από τους πιο κοινούς στόχους της επεξεργασίας φυσικού

αερίου. Επιπλέον, άλλες ενώσεις θείου (π.χ., καρβονυλοσουλφίδιο ή μερκαπτάνες) είναι συχνά παρούσες και πρέπει επίσης να αφαιρεθούν. Οι ποιοτικές απαιτήσεις για το καθαρισμένο αέριο και τον προβλεπόμενο τύπο επεξεργασίας ή περαιτέρω χρήσης των διαχωρισμένων συστατικών είναι ποικίλες. Κατά συνέπεια, είναι διαθέσιμη μια επιλογή πολλών διαφορετικών διεργασιών

6.ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Η μέθοδος με την ευρύτερη εφαρμογή είναι η απορρόφηση του αερίου. Εδώ, τα όξινα συστατικά του αερίου δεσμεύονται αντιστρεπτά από έναν διαλύτη με χημική ή φυσική απορρόφηση. Στο στάδιο της αναγέννησης τα συστατικά εκροφούνται και ο διαλύτης ανακυκλώνεται στον πύργο απορρόφησης



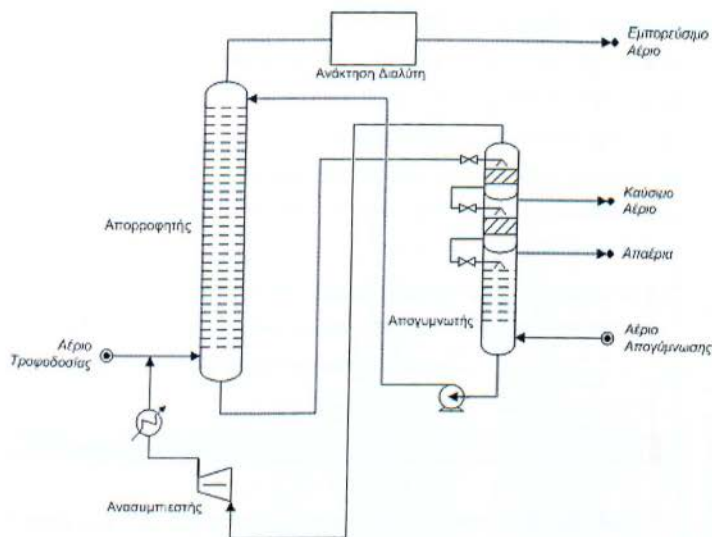
Σχήμα 6.1 Διάγραμμα μονάδας ανάκτησης βαρύτερων υδρογονανθράκων

Εάν απαιτείται εκλεκτική αφαίρεση των ενώσεων θείου για φυσικά αέρια με υψηλή Περιεκτικότητα σε όξινα συστατικά, προτιμώνται οι διεργασίες φυσικής απορρόφησης. Στη φυσική απορρόφηση, το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρόθειο

διαλύονται με φυσικό τρόπο στο διαλύτη. Η διεργασία είναι αντιστρεπτή: κατά τη διάρκεια της αναγέννησης υπό πολύ ελαττωμένη πίεση, τα απορροφημένα αέρια συστατικά απελευθερώνονται αυτούσια από το διαλύτη (Σχήμα 6.1).

Σημαντικές διεργασίες περιλαμβάνουν τις εξής: (1) διεργασία Purisol, η οποία λειτουργεί με Ν-μεθυλοπυρρολιδόνη (NMP), (2) διεργασία Selexol, στην οποία ο διαλύτης είναι ένα μίγμα πολυ(αιθυλενο- γλυκόλης διμεθυλαιθέρα), (3) διεργασία Sepasoln, με πολυ(αιθυλενο- γλυκόλης μεθυλο ισοπροπυλαιθέρα), (4) διεργασία Fluor, με ανθρακικό προπυλένιο και (5) η διεργασία Rectisol με ψυχρή μεθανόλη. Με εξαίρεση τη διεργασία Rectisol (που λειτουργεί από -10 έως -30 °C), όλες λειτουργούν θερμοκρασία περιβάλλοντος και χρησιμοποιούν οργανικούς διαλύτες υψηλού σημείου βρασμού (Πίνακας 6.1). Οι ιδιότητες απορρόφησης για το διοξείδιο του άνθρακα είναι παραπλήσιες. Η εκλεκτικότητα της NMP για το υδρόθειο είναι υψηλότερη, κάτι που είναι συχνά επιθυμητό.

Οι διαλύτες φυσικής απορρόφησης είναι συνήθως άνυδροι, κατά συνέπεια και η αφυδάτωση και η αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα ή/και υδροθείου μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ένα ενιαίο βήμα. Το στάδιο της αφυδάτωσης που πρέπει να γίνει χωριστά στη διεργασία της χημικής απορρόφησης είναι περιττό. Για μια περιεκτικότητα σε νερό περίπου 3-5% στο διαλύτη απορρόφησης (π.χ., Selexol), ο διαλύτης είναι δυνατό να αναγεννηθεί χωρίς συμπίεσή του αερίου απογύμνωσης. Το μέσο απογύμνωσης είναι οι υδρατμοί που είναι παρόντες.



Σχήμα 6.1.1 Φυσική απορρόφηση με αναγέννηση με αποσυμπίεση και απογύμνωση

Για να μειωθούν οι απώλειες και να αποτραπεί συμπίκνωση του μέσου απορρόφησης στον αγωγό, εγκαθίστανται συχνά μικρές μονάδες μετεπεξεργασίας (π.χ., με γλυκόλη). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν πύργοι πλύσης, προσροφητές ενεργού άνθρακα, ή συστήματα ψύξης. Λόγω της καλής διαλυτότητας των βαρύτερων υδρογονανθράκων σε αυτούς τους διαλύτες φυσικής απορρόφησης, οι διεργασίες αυτές επιτρέπουν επίσης την ανάκτηση LPG.

Ποσότητα Διαλύτη Απορρόφησης. Η ποσότητα κυκλοφορίας του διαλύτη απορρόφησης που απαιτείται είναι σχεδόν ανεξάρτητη από τη συγκέντρωση των συστατικών που αφαιρούνται αλλά εξαρτάται από την πίεση και την τροφοδοσία του προς επεξεργασία αερίου. Η *φόρτιση* του διαλύτη φυσικής απορρόφησης αυξάνει με τη μερική πίεση των συστατικών που αφαιρούνται. Κατά συνέπεια, η φυσική απορρόφηση ευνοείται από την υψηλότερη συγκέντρωση αυτών των συστατικών και την υψηλότερη πίεση της διεργασίας. Ένα μεγάλο ποσό προσροφημένου στον άνθρακα μεθανίου μπορεί να αποδεσμευτεί στην πρώτη φάση ελάττωσης της πίεσης με εκτόνωση (συνήθως πολυβάθμια εκτόνωση) και μπορεί να τροφοδοτηθεί επικερδώς τα εσωτερικά συστήματα καυσίμου αερίου.

Μια υψηλή εκλεκτικότητα σε υδρόθειο έναντι του διοξειδίου του άνθρακα οδηγεί σε

ρεύματα διεργασίας με υψηλή συγκέντρωση υδροθείου, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διεργασία Claus. Ένα ορισμένο υπόλοιπο ποσό διοξειδίου του άνθρακα στο επεξεργασμένο αέριο μπορεί να είναι επιθυμητό να ρυθμίσει τη θερμογόνο δύναμή του στις επιθυμητές προδιαγραφές. Για να επιτευχθούν οι ποιοτικές προδιαγραφές, οι διεργασίες φυσικής απορρόφησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μεταβλητή εκλεκτικότητα με ρύθμιση της ανακυκλοφορίας του διαλύτη και της θερμοκρασίας.

Οι διεργασίες φυσικής απορρόφησης είναι μη διαβρωτικές, και ως κατασκευαστικό υλικό χρησιμοποιείται συνήθως κοινός χάλυβας. Η πλήρης αφαίρεση του καρβονυλοσουλφιδίου απαιτεί πιο περίπλοκο εξοπλισμό.

6.1.ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Η απορρόφηση με αλκανολαμίνες, γνωστή από τη δεκαετία του '30, είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Ως απορροφητικά χρησιμοποιούνται κυρίως υδατικά διαλύματα μονοαιθανολαμίνης (MEA), διαιθανολαμίνης (DEA), διισοπροτυλαμίνης (DIPA), διγλυκολαμίνης (DGA) και μεθυλ-διαιθανολαμίνης. Η επιλογή του διαλύτη εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες.

Η *μονοαιθανολαμίνη* επιτρέπει μια υψηλή τελική καθαρότητα αλλά απαιτεί σημαντικό ποσό ενέργειας για την αναγέννηση, και η απορρόφηση καρβονυλοσουλφιδίου οδηγεί σε προϊόντα υποβάθμισης που πρέπει να εξαλειφθούν σε ένα ανοικοδομητή (reclaimer). Η εκλεκτική αφαίρεση του υδροθείου δεν είναι δυνατή. Η *διγλυκολαμίνη*, όπως η MEA μια πρωτοταγής αμίνη, είναι κατάλληλη για την πλήρη απορρόφηση και του υδροθείου και του διοξειδίου του άνθρακα και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την απορρόφηση καρβονυλοσουλφιδίου κ μερκαπτανών. Οι δευτεροταγείς αμίνες DEA και DIPA παρουσιάζουν χαμηλότερη θερμότητα αντίδρασης για την απορρόφηση – εκρόφηση των όξινων συστατικών του αερίου κατά συνέπεια, απαιτούν λιγότερο ατμό αναγέννησης από τη MEA. Σε πιο υψηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, σχηματίζονται διάφορες ενώσεις υποβάθμισης που δεν μπορούν να αναγεννηθούν, απαιτείται η χρήση ανοικοδομητή. Μια σχετική εκλεκτικότητα για το υδροθείο είναι δυνατή, ιδιαίτερα με τη DIPA, επειδή η αντίδρασή της με το διοξείδιο του άνθρακα είναι πιο αργή. Οι τριτοταγείς αμίνες όπως η MDEA έχουν αρκετά καλύτερη εκλεκτικότητα ως προς το υδροθείο. Η θερμότητα της αντίδρασης της MDEA είναι χαμηλότερη, δε σχηματίζονται προϊόντα

υποβάθμισης με το καρβονυλοσουλφίδιο και το διοξείδιο του άνθρακα, και προκύπτουν μόνο μικρά προβλήματα διάβρωσης. Εάν υφίστανται επεξεργασία αέρια σε χαμηλή πίεση, δε μπορεί να επιτευχθεί το όριο των προδιαγραφών εμπορίας για το υδρόθειο.

Η προσθήκη *αναστολέων διάβρωσης* και ειδικών χημικά ενεργών συστατικών οδηγεί σε βελτιωμένες διεργασίες που επιτρέπουν υψηλότερη συγκέντρωση αλκανολαμίνης και υψηλότερη απορροφητική ικανότητα, π.χ., ή καλύτερη εκλεκτικότητα για το υδρόθειο, επομένως, χαμηλότερους ρυθμούς ανακυκλοφορίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να επιτευχθούν χαμηλότερη τάση διάβρωσης και μείωση της ενέργειας που απαιτείται για αναγέννηση. Παραδείγματα αποτελούν τα Amine Guard, Econamine, ενεργοποιημένη MDEA (BASF), Gas/Spec, και η διεργασία Ucarsol. Μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της εκλεκτικότητας, και περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση χωρικά παρεμποδισμένων αμινών (Flexsorb, Ucarsol Innovator Solvent 111). Η κατανάλωση ενέργειας για το σύστημα απορρόφησης υδροθείου/διοξειδίου του άνθρακα είναι επίσης μικρότερη με αυτές τις αμίνες.

Για τον καθαρισμό φυσικού αερίου χρησιμοποιείται ευρέως και ενεργοποιημένο και διαβρωτικά παθητικοποιημένο *ανθρακικό κάλιο* (Benfield, Catacarb). Η διεργασία μπορεί σε γενικές γραμμές να χρησιμοποιηθεί για να αφαιρέσει διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο, καρβονυλοσουλφίδιο, και διθειάνθρακα. Εντούτοις, χρησιμοποιείται κυρίως στην επεξεργασία αερίων με υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα. Οι απαιτήσεις σε ατμό για την αναγέννηση μπορεί επίσης να μειωθεί με την προσθήκη παρεμποδισμένων αμινών.

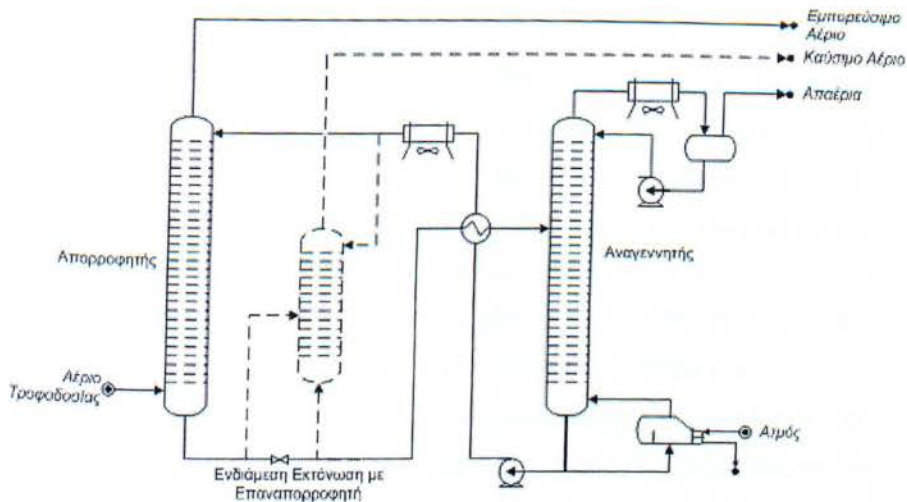
6.2. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ-ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Τα πλεονεκτήματα της χημικής απορρόφησης (π.χ., αφαίρεση καρβονυλοσουλφιδίου, χαμηλή συναπορρόφηση μεθανίου) συνδυάζονται με εκείνα των φυσικά ενεργών οργανικών διαλυτών (π.χ., υψηλός κορεσμός σε υψηλή μερική πίεση). Ως αμίνες, χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση DIPA και MDEA. Τα απορροφητικά φυσικής δράσης είναι διαλύτες υψηλού σημείου βρασμού (π.χ., Sulfolan ή Selexol). Επιπλέον, υπάρχει νερό σε ποσοστά 5 – 30%. Η διαδικασία Sulfinol έχει διαδεδομένη χρήση και έχει χρησιμοποιείται σε Ηνωμένες Πολιτείες, Καναδά, και Γερμανία για την ταυτόχρονη αφαίρεση υδροθείου, διοξειδίου του άνθρακα και οργανικών ενώσεων θείου. Όμως, η συναπορρόφηση υδρογονανθράκων αυξάνει επίσης από έναν διαλύτη

φυσικής απορρόφησης, έτσι ώστε να είναι απαραίτητο ένα στάδιο ενδιάμεσης εκτόνωσης με επαναπορρόφηση για την ανάκτηση αερίου ελεύθερου θείου (που παρουσιάζεται με διακεκομμένη γραμμή στο Σχήμα 3.11). Η εκλεκτική απορρόφηση υδροθείου μπορεί να επιτευχθεί με αυτήν την διαδικασία με επιλογή της κατάλληλης αμίνης.

Άλλες διεργασίες φυσικής – χημικής απορρόφησης είναι οι Selexfining, Flexsorb PS, και Amisol. Στη διεργασία Amisol χρησιμοποιείται ένα μίγμα μεθανόλης και αλκανολαμινών ή παραφινικών αλκυλαμινών. Όπως όλες οι διεργασίες χημικής απορρόφησης, το αέριο είναι κορεσμένο σε υδρατμούς στο στάδιο απορρόφησης, που καθιστά απαραίτητη μια επακόλουθη μονάδα αφυδάτωσης.

Κριτήρια Επιλογής για τις Διαδικασίες Απορρόφησης. Η επιλογή της καταλληλότερης διαδικασίας καθορίζεται ουσιαστικά από την πίεση και τη σύνθεση του ακατέργαστου φυσικού αερίου, των ακαθαρσιών, και της επιθυμητής ποιότητας του εμπορεύσιμου φυσικού αερίου και των διαχωριζόμενων όξινων συστατικών αερίου. Τα κόστη επένδυσης και λειτουργίας είναι επίσης σημαντικά κριτήρια. Ο σχεδιασμός του απορροφητή και η απαιτούμενη ποσότητα διαλύτη καθορίζονται από τη συμπεριφορά απορρόφησης της λιγότερο διαλυτής προς απομάκρυνση ένωσης. Από το συνολικό κόστος επένδυσης, 50 – 70% σχετίζεται άμεσα με την απαιτούμενη ποσότητα διαλύτη σε ανακυκλοφορία. Αντίθετα, το λειτουργικό κόστος καθορίζεται σε περίπου 70% από τις ενεργειακές απαιτήσεις για την αναγέννηση και την ανακυκλοφορία του διαλύτη απορρόφησης. Λαμβάνοντας υπόψη τις πολλές παραμέτρους που εξετάζονται, δεν είναι δυνατή μια απλή επιλογή διαδικασίας με τη βοήθεια ενός διαγράμματος ή ένας πίνακα. Θα αναφερθούν εδώ μόνο μερικοί από αυτούς του παράγοντες.



Σχήμα 6.2 Διάγραμμα φυσικής – χημικής απορρόφησης με θερμή αναγέννηση

Σύνθεση Ακατέργαστου Αερίου. Γενικά, δεν χρησιμοποιούνται διαλύτες φυσικής απορρόφησης για τον καθαρισμό φυσικού αερίου που περιέχει βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Η διαλυτότητα του βουτανίου, παραδείγματος χάριν, στους περισσότερους διαλύτες είναι παρόμοια με αυτήν του υδροθείου. Επομένως, δεν είναι δυνατή η εκλεκτική αφαίρεση του υδροθείου. Η διαλυτότητα των υδρογονανθράκων σε υδατικά διαλύματα συστατικών χημικής απορρόφησης είναι χαμηλή. Δυστυχώς, μερικοί διαλύτες χημικής απορρόφησης αντιδρούν με συστατικά του αερίου (π.χ., COS, CO₂, και CS₂), προς σχηματισμό διαβρωτικών προϊόντων, ενώ οι διαλύτες φυσικής απορρόφησης παραμένουν αμετάβλητοι.

Παραγωγή Αερίου. Τα συστήματα φυσικής απορρόφησης είναι γενικά πιο σύνθετα και, επομένως, απαιτούν υψηλότερη επένδυση. Για αυτόν τον λόγο, οι διαλύτες χημικής απορρόφησης είναι συχνά πιο οικονομικοί για τα μικρές τροφοδοσίες αερίου εάν δεν εμφανίζεται καμία δευτερεύουσα αντίδραση με το διαλύτη χημικής απορρόφησης. Για μεγάλες εγκαταστάσεις, τα χαμηλά λειτουργικά κόστη των διεργασιών φυσικών απορρόφησης αντισταθμίζουν τα υψηλότερα κόστη επένδυσης.

Πίεση. Στις διεργασίες χημικής απορρόφησης η ικανότητα του διαλύτη καθορίζεται από την αντίδραση των όξινων συστατικών του αερίου με το ενεργό διαλυτικό συστατικό, δηλαδή, ο κορεσμός επιτυγχάνεται σε σχετικά χαμηλή πίεση. Ο ρυθμός ανακυκλοφορίας είναι επομένως ανάλογος της ποσότητας των αφαιρούμενων συστατικών, άρα ανάλογος και της συνολικής πίεσης. Για τους διαλύτες φυσικής απορρόφησης, ο κορεσμός αυξάνει με την πίεση, και ο ρυθμός ανακυκλοφορίας είναι αντιστρόφως ανάλογος προς τη συνολική πίεση.

Αέριο Claus. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το αφαιρούμενο όξινο αέριο τροφοδοτείται σε εγκαταστάσεις Claus για την ανάκτηση στοιχειακού θείου. Για αυτόν το λόγο, το αέριο πρέπει να έχει ένα υψηλό ποσοστό σε υδρόθειο και όσο το δυνατόν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες. Εάν το προς καθαρισμό αέριο περιέχει υψηλό επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα εκτός από υδρόθειο, είναι προτιμητέα μια διεργασία εκλεκτικής απορρόφησης. Αυτή η απαίτηση καλύπτεται καλύτερα από τις διεργασίες φυσικής παρά χημικής απορρόφησης. Εάν χρησιμοποιείται αέριο απογύμνωσης για την αναγέννηση, η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες του αερίου Claus πρέπει να μειωθεί με ενδιάμεσες βαθμίδες εκτόνωσης ανασυμπιέσης.

Εμπορεύσιμο Αέριο. Όταν πρέπει να υπάρξει σχεδόν ολοκληρωτική αφαίρεση υδροθείου και διοξειδίου του άνθρακα ταυτόχρονα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διεργασίες χημικής ή φυσικής – χημικής απορρόφησης. Η παρουσία οργανικών ενώσεων θείου αποκλείει μερικούς διαλύτες. Εάν απαιτείται μόνο μερική αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα, σε χαμηλές πιέσεις χρησιμοποιούνται διεργασίες εκλεκτικής απορρόφησης με αμίνες, ενώ σε υψηλές πιέσεις προτιμώνται οι διεργασίες φυσικής απορρόφησης.

Οι φυσικές ιδιότητες των διαλυτών όπως τάση ατμών, ιξώδες, τοξικότητα, θερμότητα απορρόφησης – εκρόφησης, και διαβρωτική συμπεριφορά πρέπει να εξεταστούν, σε συνδυασμό με την τάση αφρισμού, την ικανότητα απορρόφησης νερού, την τιμή, και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα προϊόντα αποσύνθεσης που πρέπει να απομακρυνθούν μπορούν συχνά να μειωθούν με ένα σύστημα ανοικοδόμησης ή μια μονάδα ανάκτησης.

6.3.ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΓΡΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

Η συμβατική απομάκρυνση με απορρόφηση και η χωριστή επεξεργασία του υδροθείου είναι συχνά πάρα πολύ ακριβές, ιδιαίτερα όταν η ροή του προς επεξεργασία αερίου είναι σχετικά μικρή, η περιεκτικότητα σε υδρόθειο είναι χαμηλή, ή η πίεση είναι χαμηλή. Σε αυτήν την περίπτωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν διεργασίες εκλεκτικής υγρής οξείδωσης.

Τα στάδια που χρησιμοποιούνται στη διεργασία είναι σε γενικές γραμμές τα εξής:

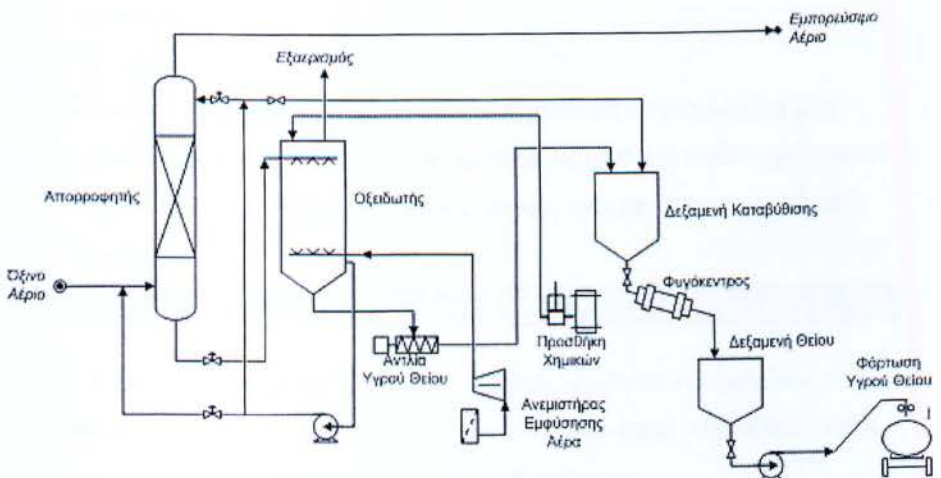
- Απορρόφηση του υδροθείου με αλκαλικό διάλυμα

- Οξειδωση των διαλυμένων ιόντων υδροθείου σε στοιχειακό θείο με την Ταυτόχρονη αναγωγή ενός χημικού που περιέχει οξυγόνο ή με μικροοργανισμούς
- Επανοξειδωση του ενεργού συστατικού με αέρα, με ειδικές διεργασίες ή με τη βοήθεια βακτηριδίων
- Διαχωρισμό του στοιχειακού θείου με διήθηση, φυγοκέντρηση, επίπλευση, ή καταβύθιση και, εάν είναι απαραίτητο περαιτέρω καθαρισμό.

Οι διαδικασίες διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με το συγκεκριμένο οξειδοαναγωγικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Ένα διάγραμμα παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.12. Το προς καθαρισμό όξινο έρχεται σε επαφή με το απορροφητικό διάλυμα σε έναν απορροφητή venture, ή έναν πύργο απορρόφησης. Το υγρό, που μπορεί τώρα να περιέχει στοιχειακό θείο σε κολλοειδή μορφή, επεξεργάζεται έπειτα με αέρα για να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του στοιχειακού θείου και για να επανοξειδώσει τον ανηγμένο φορέα οξυγόνου που ανακυκλώνεται έπειτα στο στάδιο απορρόφησης. Η ιλύς θείου συλλέγεται και υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία.

Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες διεργασίες 1) *Stretford, Sulfolin, Unisulf*

Χρησιμοποιούνται ενώσεις βαναδίου για την οξείδωση του απορροφημένου υδροθείου. Απαιτούνται οργανικοί φορείς οξυγόνου (π.χ., ανθρακινιοδισουλφονικά οξέα) για να επανοξειδώσουν τις ενώσεις βαναδίου. Βελτιωμένες εκδόσεις καταστέλλουν τις δευτερεύουσες αντιδράσεις (π.χ., σχηματισμό θειικών και θειοθειικών) και μειώνουν την κατανάλωση χημικών ουσιών



Σχήμα 6.3.1

Διάγραμμα διεργασίας υγρής οξείδωσης

2) *Takahax, Hiperion*

Σε αυτές τις διεργασίες, χρησιμοποιούνται ναφθοκινουσουλφονικές ή χηλικές ενώσεις ως μέσα οξειδωσης. Έτσι μπορούν να αποφευχθούν μερικά περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση ενώσεων βαναδίου. Και στις δύο ομάδες διεργασιών, απορροφάται πολύ εκλεκτικά το υδρόθειο. Είναι επίσης κατάλληλες για αέρια με υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα.

3) *Lo-Cat, SulFerox, Sulfint, Bio-SR*

Μετά από την απορρόφηση σε διάλυμα $\text{NaHCO}_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3$, το υδρόθειο οξειδώνεται με χηλικές ενώσεις αμινοπολυκαρβοξυλικών οξέων με σίδηρο (III). Οι προκύπτουσες χηλικές ενώσεις σιδήρου (II) επανοξειδώνονται με αέρα. Οι διαφορές στη σύνθεση των λύσεων που υιοθετούνται στις επιμέρους διεργασίες επηρεάζουν την ικανότητα απορρόφησης σε υδρόθειο, τις δευτερεύουσες αντιδράσεις, την εκλεκτικότητα απορρόφησης παρουσία διοξειδίου του άνθρακα, και την ευκολία απομάκρυνσης των σωματιδίων θείου. Η διαδικασία Bio-SR λειτουργεί σε pH 2 και χωρίς χηλικές ενώσεις. Ο θειικός σίδηρος (II) οξειδώνεται από *Thiobacillus Ferroxidans*

4) *Sulfa-Check*

Σε αυτήν τη διαλείπουσα διεργασία, το υδρόθειο οξειδώνεται σε στοιχειακό θείο με νιτρώδες διάλυμα. Το χρησιμοποιούμενο διάλυμα και η θειούχος λάσπη πρέπει να διατεθούν.

5) *Thioraq*

Η διεργασία Thioraq είναι μια βιολογική διεργασία για την αναγωγή του SO_2 , χρησιμοποιώντας απορρόφηση σε καυστικό διάλυμα ένα στάδιο σχηματισμού θείου με βιολογική οξείδωση. Απαιτεί συνεχή απομάκρυνση ενός ρεύματος θειικών.

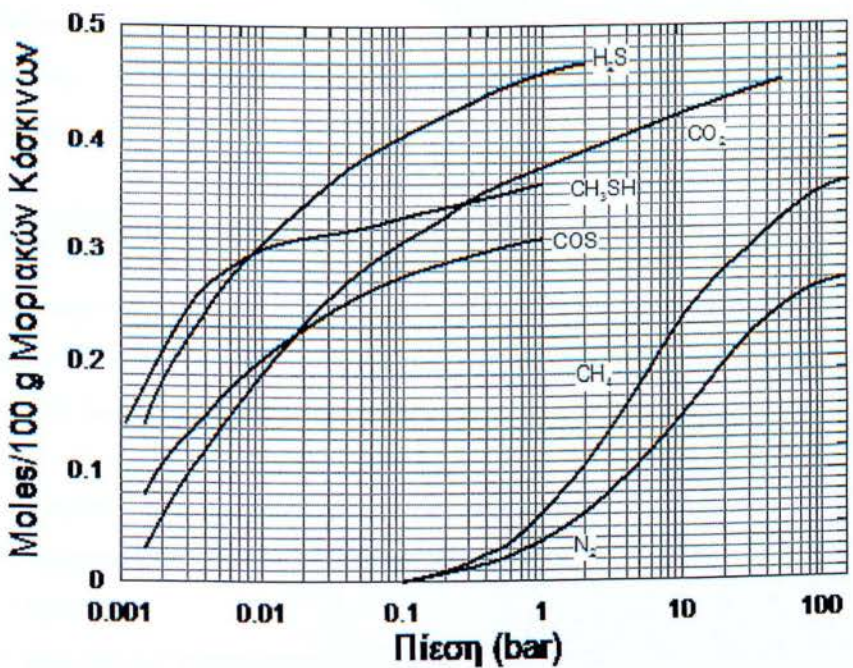
6.4. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ

Οι διαδικασίες προσρόφησης για την αφαίρεση υδρόθειου και διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία φυσικού αερίου κυρίως όταν πρέπει να αφαιρεθούν μόνο μικρές ποσότητες όξινων συστατικών.

Ως προσροφητικά χρησιμοποιούνται ενεργός άνθρακας και ζεολιθικά μοριακά

κόσκινα. Ειδικά οι ζεόλιθοι, είναι κατάλληλοι για εκλεκτικούς διαχωρισμούς λόγω του διαταγμένου δικτυωτού κρυσταλλικού πλέγματός τους, με εξαιρετικά ομοιόμορφο μέγεθος πόρων και της υψηλής προσροφητικής ικανότητάς τους. Τυπικές καμπύλες ισορροπίας φαίνονται στο Σχήμα 3.13.

Οι διεργασίες προσρόφησης λειτουργούν γενικά συνεχώς κατά τέτοιο τρόπο ώστε το ακατέργαστο αέριο μα διέρχεται μέσω ενός τουλάχιστον προσροφητή, ενώ ο(οι) άλλος(οι) προσροφητής(ές) υφίστανται αναγέννηση. Η αναγέννηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με εναλλαγή θερμοκρασίας, εναλλαγή πίεσης, απογύμνωση με αδρανές αέριο, ή με συνδυασμούς αυτών.



Σχήμα 6.4

Φόρτιση μοριακού κόσκινου 5A

6.5.ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Τα μοριακά κόσκινα χρησιμοποιούνται ευρέως για τον καθαρισμό φυσικού αερίου όταν χρησιμοποιείται ως αέριο τροφοδοσίας σε κρυογενικές εγκαταστάσεις για την παραγωγή υγροποιημένου φυσικού αερίου. Σε αυτές τις εγκαταστάσεις, ακόμη και πολύ χαμηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα προκαλούν τα προβλήματα επειδή το αέριο παγώνει στη χαμηλή θερμοκρασία της μονάδας και μπορεί να οδηγήσει σε έμφραξη. Η ταυτόχρονη αφαίρεση ιχνών νερού από τα μοριακά κόσκινα είναι επίσης

ένα πλεονέκτημα εδώ. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί ποιότητα αερίου με περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα κάτω από 50 ppm και κάτω από 1 ppm σε νερό.

Τα κύρια μέρη μιας εγκατάστασης προσρόφησης με τρεις πύργους που λειτουργούν με εναλλαγή θερμοκρασίας φαίνονται στο Σχήμα 3.7. Ο πρώτος πύργος είναι στο στάδιο προσρόφησης για τον καθαρισμό του ακατέργαστου αερίου ο δεύτερος ψύχεται με το καθαρισμένο αέριο που, αφού θερμανθεί, αναγεννά το προσροφητικό στον τρίτο πύργο. Μετά από την ολοκλήρωση αυτού του κύκλου προσρόφησης – αναγέννησης η λειτουργία των τριών όμοιων πύργων αλλάζει από αυτόματα ελεγχόμενες βάνες. Το αέριο αναγέννησης, που είναι εμπλουτισμένο σε διοξείδιο του άνθρακα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, εντούτοις, ο όγκος του αερίου αναγέννησης μπορεί να γίνει τόσο μεγάλος που πρέπει να εξεταστούν η προετοιμασία απορρόφησης και η ανακυκλοφορία

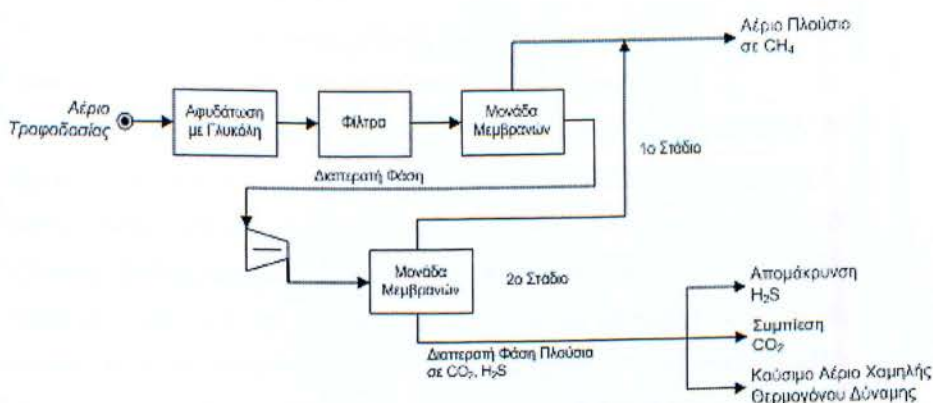
6.6.ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Ο καθαρισμός αερίου με μεμβράνες έχει αναπτυχθεί σε μια οικονομικά ενδιαφέρουσα διεργασία στην τελευταία δεκαετία. Οι μεμβράνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σχεδόν όλες τις πτυχές της επεξεργασίας φυσικού αερίου. Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι οι εξής:

- Διαχωρισμός διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου
- Αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα και υδροθείου
- Αφυδάτωση
- Ανάκτηση βαρύτερων υδρογονανθράκων

Για το διαχωρισμό μιγμάτων αερίου χρησιμοποιούνται μη πορώδεις μεμβράνες πολυμερών υψηλής πυκνότητας. Τα επιμέρους συστατικά του αερίου διαλύονται στο πολυμερές και κινούνται μέσω του με διάχυση. Η μεταφορά μάζας μπορεί να περιγραφεί με τα ακόλουθα βήματα: απορρόφηση από την αέρια φάση στο πλέγμα της μεμβράνης, διάχυση μέσω της μεμβράνης, και εκρόφηση από τη μεμβράνη στην αέρια φάση. Ο γενικός κανόνας είναι ότι μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια μεμβράνης, λεπτό ενεργό στρώμα διαχωριστικής μεμβράνης, μεγάλη διαφορά στις μερικές πιέσεις, υψηλή ειδική ροή των προς διαχωρισμό συστατικών μέσω της μεμβράνης (συντελεστής διαπερατότητας), και καλή εκλεκτικότητα για τα επιμέρους αέρια οδηγεί στον πληρέστερο διαχωρισμό ενός μίγματος. Ένας μεγάλος αριθμός

πολυμερών μεμβρανών συνδέονται σε μια δομή για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν υψηλότερη πυκνότητα συσκευασίας. Γενικά χρησιμοποιούνται σχηματισμοί τύπου κοίλης ίνας, η σπειροειδούς έλικας, και φακέλου. Η αρχή λειτουργίας μιας εγκατάστασης επεξεργασίας όξινου φυσικού αερίου δύο σταδίων παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.6



Σχήμα 6.6

Διεργασία διαχωρισμού με μεμβράνες δύο σταδίων

Οι πιο διαδεδομένες διεργασίες διαχωρισμού με μεμβράνες είναι εκείνες για το διαχωρισμό διοξειδίου του άνθρακα από το φυσικό αέριο. Μια επισκόπηση των τύπων μεμβρανών που χρησιμοποιούνται δίνεται στον Πίνακα 3.5.

Ένας μεγάλος αριθμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας με μεμβράνες είναι σε λειτουργία στις Ηνωμένες Πολιτείες. Χρησιμοποιούνται για να μειώσουν απευθείας στο φρέαρ το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο, και την περιεκτικότητα σε νερό του φυσικού αερίου. Οι διαχωριστές με μεμβράνες είναι απλοί στη λειτουργία και δε χρειάζονται ηλεκτρική ενέργεια, ψυκτικό μέσο, ή χημικά. Λειτουργούν χωρίς κινούμενα μέρη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ελάχιστη επίβλεψη και συντήρηση. Η διαχωριζόμενο κλάσμα, ανάλογα με τη σύνθεσή του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο αέριο χαμηλής θερμογόνου δύναμης που να χρησιμοποιηθεί στην ανάκτηση του θείου, να καεί σε πυρσό, ή να διοχετευτεί άμεσα στην ατμόσφαιρα.

Για την επιλογή της διεργασίας πρέπει να ληφθούν υπόψη ο χρόνος ζωής των μεμβρανών, η απαιτούμενη διαφορά πίεσης, και οι απώλειες αερίου μαζί με ανεπιθύμητα συστατικά

6.7. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ένα διάγραμμα ροής εγκατάστασης καθαρισμού, αφυδάτωσης, και βελτίωσης δύο διαφορετικών ακατέργαστων φυσικών αερίων παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.15. Η μέγιστη δυναμικότητα σχεδιασμού για το ακατέργαστο αέριο 1 είναι $14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ και $5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ για το ακατέργαστο αέριο 2

Η παραγωγή του θείου τίθεται σε 2100 t/d. Τα όξινα αέρια προαφυδατώνονται στο Πεδίο (Σχήμα 3.1) και είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Η επεξεργασία με αυτόν τον τρόπο μειώνεται στην αφαίρεση των θειούχων συστατικών και τη ρύθμιση του περιεχομένου σε αδρανή αέρια. Αυτός ο ειδικός σχεδιασμός της εγκατάστασης έχει επιλεγεί λόγω των ακόλουθων κριτηρίων: Ο υψηλός βαθμός αφαίρεσης καρβονυλοσουλφιδίου, που είναι απαραίτητος για την υπόγεια αποθήκευση του καθαρού αερίου, μπορεί να επιτευχθεί με τη χημική – φυσική διεργασία απορρόφησης Sulfinol. Η διεργασία είναι μη εκλεκτική αλλά, ανάλογα με την αναλογία υδροθείου προς διοξείδιο του άνθρακα στο ακατέργαστο αέριο, μπορεί να παρέχει μια ικανοποιητική ποιότητα αερίου Claus. Λαμβάνεται επίσης υπόψη η υψηλή κατανάλωση ενέργειας της αναγέννησης του διαλύτη. Το υψηλής θερμογόνου δύναμης καθαρό αέριο μπορεί να αποθηκευτεί σε μια κοντινή υπόγεια δεξαμενή, αλλά, μετά από προσθήκη του αζώτου, μπορεί επίσης να τροφοδοτηθεί άμεσα σε αγωγό αερίου χαμηλής θερμογόνου δύναμης. Το αέριο πρέπει να αφυδατωθεί επειδή χρησιμοποιείται ένας διαλύτης απορρόφησης που περιέχει νερό. Οι τριών σταδίων εγκατάσταση Claus επιτυγχάνει ανάκτηση θείου 97,5 %. Η συνολική ανάκτηση αυξάνει σε 99,8% με επακόλουθη εφαρμογή διεργασίας Scot στο τελικό αέριο. Μετά από απαέρωση, το παραγόμενο θείο αποθηκεύεται ως υγρό και μεταφέρεται με ειδικά βυτιοφόρα. Μερικές φορές το θείο στερεοποιείται σε σφαιρίδια ή έκβολα εκτός της εγκατάστασης. Ο ατμός που παράγεται στη μονάδα Claus χρησιμοποιείται στους αναβραστήρες για τη θέρμανση του διαλύτη Sulfinol. Χρησιμοποιούνται στρόβιλοι εκτόνωσης (expansion turbines) την ελάτωση της πίεσης του πλούσιου διαλύτη Sulfinol, οι οποίοι παράγουν επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια. Σε πολλές περιπτώσεις η ενέργεια που ανακτάται από την εκτόνωση, τους

εναλλάκτες θερμότητας, και τους λέβητες ανάκτησης θερμότητας της μονάδας Claus είναι ικανοποιητική για την αναγέννηση και τη λειτουργία των αντλιών. Η συνολική απαίτηση σε ενέργεια για την επεξεργασία του όξινου αερίου που περιγράφεται εδώ είναι περίπου 3% του ενεργειακού περιεχομένου του τροφοδοτούμενου αερίου. Ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας είναι οι εγκαταστάσεις καθαρισμού των τελικών αερίων.

Η υποβάθμιση της περιεχομένης DIPA στο διαλύτη σε οξαζολιδόνη εμφανίζεται λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του ακατέργαστου αερίου. Η οξαδολιζόνη αναγεννάται προς επαναχρησιμοποίηση στο διαλύτη απορρόφησης σε δευτερογενείς εγκαταστάσεις. Σε μια άλλη δευτερογενή εγκατάσταση αναγεννάται ο διαλύτης θείου, ο οποίος αποτρέπει την έμφραξη των φρεάτων με θείο, για περαιτέρω χρήση.

Το *φτωχό ακατέργαστο αέριο 2*, που περιέχει χαμηλό επίπεδο υδροθείου, επεξεργάζεται με απορροφητή Purisol. Το διοξείδιο του άνθρακα που παραμένει στο ακατέργαστο αέριο βοηθά στη ρύθμιση της θερμογόνου δύναμης του συνολικού καθαρού αερίου από τη μονάδα Sulfinol. Τα αέρια εκτόνωσης είναι τόσο χαμηλά σε υδρόθειο ώστε να μπορούν να καούν σε έναν λέβητα.

Βοηθητικές εγκαταστάσεις. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας φυσικού αερίου είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο παροχής ενεργειακής ενέργειας. Για λόγους διαθεσιμότητας και ανεξαρτησίας υπάρχουν αξιόπιστες βοηθητικές εγκαταστάσεις.

Αιμοπαραγωγή. Η ανακτηθείσα θερμότητα της διεργασίας Claus χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για να κινήσει αντλίες και στροβιλογεννήτριες, και για να θερμάνει διαλύτες. Ο ατμός υψηλής πίεσης που παράγεται εκτονώνεται αρχικά σε στροβίλους. Ο κορεσμένος ατμός χαμηλής πίεσης που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναβραστήρες για να διατηρήσει σταθερή τη θερμοκρασία των διαλυτών. Η πίεση ατμού στον αναβραστήρα είναι 0.5 – 0.7 MPa και ρυθμίζεται για να ικανοποιεί τις απαιτήσεις θερμικής σταθερότητας του διαλύτη. Οι λέβητες ανάκτησης θερμότητας στις εγκαταστάσεις Claus λειτουργούν σε πιέσεις ατμού 1.6 – 4.0 MPa, ενώ οι συμπυκνωτές θείου σε 0.1 – 0.6 MPa. Με κατάλληλη επιλογή του μηχανισμού οδήγησης του εξοπλισμού και της πίεσης του ατμού, μπορούν να εξισορροπηθούν οι ενεργειακές ανάγκες, έτσι ώστε να απαιτείται μόνο λίγη εξωτερική ενέργεια. Από τους λέβητες και τους συμπυκνωτές πρέπει να γίνεται τακτική απομάστευση (στρατσωνισμός) ώστε να αποφευχθούν προβλήματα διάβρωσης. Αυτές οι απομαστεύσεις πρέπει να αντικαθίστανται με νερό από τη

μονάδα επεξεργασίας νερού και τη μονάδα απαέρωσης νερού προς τροφοδοσία σε λέβητες.

Ηλεκτρική Ενέργεια. Οι μεγάλοι συμπιεστές, οι αντλίες ανακυκλοφορίας, και οι ανεμιστήρες κινούνται συχνά από ατμοστρόβιλους, για να επιτευχθεί καλύτερος έλεγχος της ταχύτητάς τους. Συχνά, ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης χρησιμοποιείται μόνο για την εκκίνηση και την κράτηση, όπου χρησιμοποιούνται και ατμοστρόβιλοι και αεριοστρόβιλοι.

Αδρανές Αέριο. Περιστασιακά, το καθαρισμένο φυσικό αέριο πρέπει να αναμιχθεί με αδρανές φυσικό αέριο για να ανταποκριθεί στα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Όταν δεν είναι δυνατή η πρόσμιξη με αέρα λόγω των περιορισμών της Περιεκτικότητας σε οξυγόνο, απαιτούνται εγκαταστάσεις αδρανούς αερίου.

Χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια που παράγονται είτε με καταλυτικό καθαρισμό των καυσαερίων είτε με κλασμάτωση του ατμοσφαιρικού αέρα. Τα ξηρά αέρια παράγονται γενικά σε χαμηλή πίεση και φέρονται στην πίεση των αγωγών (περίπου 10 MPa) με πολυβάθμιους συμπιεστές. Τα αδρανή αέρια χρησιμοποιούνται επίσης για την ασφαλή ακκίνηση και κράτηση των εγκαταστάσεων και για την αναγέννηση του καταλύτη Claus.

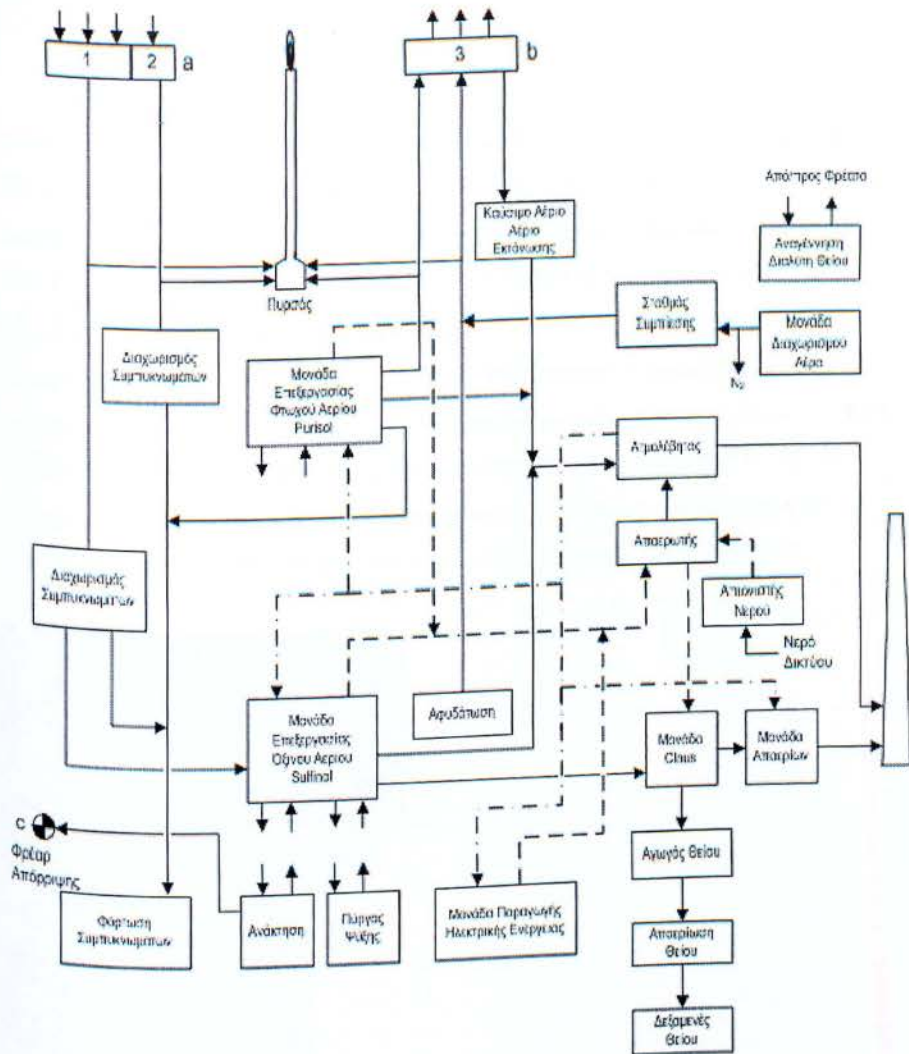
Δεξαμενές Αποθήκευσης. Και οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες και το θείο αποθηκεύονται σε δεξαμενές ως υγρά. Μεταφέρονται περαιτέρω οδικώς, σιδηροδρομικώς, και συχνά μέσω αγωγών. Με την κατάλληλη θερμική μόνωση, η μεταφορά υγρού θείου μέσω αγωγών είναι δυνατή χωρίς πρόσθετη θέρμανση σε μήκη μεγαλύτερα των 8 km.

Υδατικά Απόβλητα. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας φυσικού αερίου παράγουν μικρές ποσότητες υδατικών αποβλήτων. Οι απομαστεύσεις των λεβήτων και των πύργων ψύξης οδηγούνται σε υφιστάμενα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων. Τα υδατικά απόβλητα από τον καθαρισμό εξοπλισμού και σωληνώσεων συλλέγονται και επεξεργάζονται σε σύστημα ανοικοδόμησης (reclaimer). Τα υπόλοιπα απόβλητα εγχέονται μαζί με το θαλασσινό νερό του σχηματισμού σε χωριστά φρεάτια διάθεσης *Ανάμιξη αερίων.* Τα αέρια από τα διάφορα πεδία αναμιγνύονται στο λεγόμενο συλλέκτη (manifold) ακατέργαστου αερίου, έτσι ώστε οι διεργασίες απορρόφησης να τροφοδοτούνται με αέριο σταθερής σύνθεσης. Ειδικοί διαχωριστές ελαχιστοποιούν την παράσυρση υγρών και ακαθαρσιών που θα έβλαπταν το διαλύτη ή θα προκαλούσαν αφρισμό. Για λόγους καθαρισμού στους αγωγούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικές καθαριστικές διατάξεις ("γουρουνάκια"). Η ανάμιξη

διαφορετικών καθαρών αερίων για να ρυθμιστεί ο δείκτης Wobbe και η καθαρή θερμογόνο δύναμη είναι δυνατή στο συλλέκτη καθαρού αερίου.

Ανοικοδομητής, Φίλτρο. Μέσω δευτερευουσών αντιδράσεων, οι διαλύτες χημικής απορρόφησης εμπλουτίζονται με προϊόντα υποβάθμισης, συχνά άγνωστης φύσης. Αυτές οι ουσίες είναι διαβρωτικές και μπορούν να προκαλέσουν σχηματισμό αφρού στους απορροφητές. Η ποιότητα του διαλύτη σταθεροποιείται με την αφαίρεση ενός μικρού παράπλευρου ρεύματος και με προσθήκη φρέσκου διαλύτη. Αυτό το δευτερεύον ρεύμα υποβάλλεται επεξεργασία σε σύστημα *ανοικοδόμησης*, το οποίο είναι συνήθως βοηθητικές εγκαταστάσεις απόσταξης. Το καθαρισμένο απορροφητικό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στη διεργασία.

Με τους διαλύτες φυσικής απορρόφησης, η αφαίρεση των ανεπιθύμητων ουσιών (π.χ., υδρογονάνθρακες) επιτυγχάνεται συχνά με την προσθήκη νερού και διαχωρισμό φάσεων. Μηχανικά φίλτρα χρησιμοποιούνται σε παράπλευρο ρεύμα



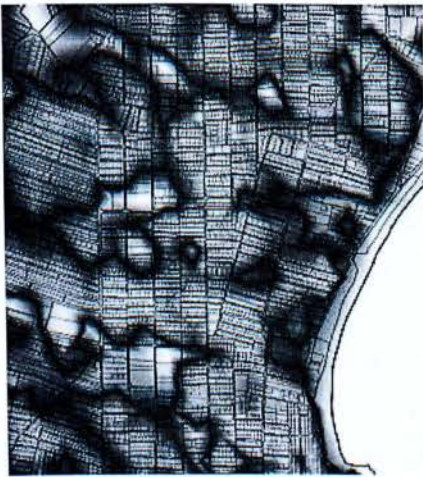
Σχήμα 6.7 Διάγραμμα ροής εγκατάστασης ολοκληρωμένης επεξεργασίας φυσικού αερίου
 α) Αγωγός όξινου αερίου, β) Αγωγός εμπορικού αερίου, γ) Φρέαρ απόρριψης
 - · - · - Ατμός, - - - - Συμπύκνωμα

7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Το **Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών** (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώνει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια

περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.



Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας, κατάλληλος για λήψη αποφάσεων, π.χ. ανάπτυξη υποδομών
ΟΤΑ



Χάρτης Πυκνότητας Πληθυσμού

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- Είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση.

Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

7.1.ΣΧΕΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΥ

Από την εξαιρετικά περιληπτική αυτή ανασκόπηση μια σειρά από συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν. Κατ' αρχήν πρέπει να γίνει φανερό πως μολοντί για το χωρικό σχεδιασμό δεν είναι απόλυτα αναγκαία η εφαρμογή μιας χωρικής ανάλυσης, με τον ίδιο τρόπο που για την ανάλυση χώρου δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός Γ.Σ.Π εντούτοις υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα και για τις δυο αυτές στενές διασυνδέσεις. Και αυτό γιατί η σχέση μεταξύ τους θα μπορούσε τουλάχιστον σήμερα να χαρακτηριστεί ως αναπόφευκτα συμβιώτική. Με άλλους όρους η Α.Χ αποτελεί την ικανή αλλά όχι και αναγκαία συνθήκη για την επίτευξη του χωρικού σχεδιασμού, ενώ για την ίδια η ικανή συνθήκη είναι τα Γ.Σ.Π. Πραγματικά οποιαδήποτε αλλαγή στην συνθήκη σχεδιασμού δημιουργεί διαφορετικές ανάγκες για την διαχείριση και ανάλυση των χωρικών στοιχείων της. Αλλά και αντίστροφα η μετεξέλιξη στην τεχνολογία και τεχνολογία των χωρικών συστημάτων πληροφοριών, που με την σειρά τους διαμορφώνει νέους τρόπους χωρικής ανάλυσης οδηγεί σε διαφοροποίηση του τρόπου εφαρμογής του πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού όπως η διατύπωση υποθέσεων, η αναγνώριση αντικειμενικών στόχων ο σχεδιασμός εναλλακτικών στρατηγικών και σχεδίων, η διατύπωση νέων πολιτικών, η εφαρμογή των σχεδίων και προγραμμάτων και η παρακολούθηση και ανανέωση παραμένουν σταθερά. Η αποδοτικότητα όμως με την οποία οι δραστηριότητες αυτές εκτελούνται, διαφοροποιούνται στο χρόνο, και αυτό γιατί εξαρτώνται από την ύπαρξη και κατάλληλη χρήση χωρικών πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές αποτέλεμα συγκεκριμένων αναλύσεων χωρικών στοιχείων που είναι οργανωμένα σε ένα Γ.Σ.Π δημιουργούν το αναγκαίο πλαίσιο υποστήριξης την διαδικασία σχεδιασμού και μαζί με τα υπόλοιπα συστατικά που αναφέρθηκαν προηγουμένως αποτελούν αυτό που ονομάζουμε πολεοδομία και χωροταξία. Επομένως τα Γ.Σ.Π σε συνδιασμό με την ανάλυση χώρου αποτελούν ένα βασικό και αναπόσπαστο συστατικό του χωρικού σχεδιασμού με τον ίδιο τρόπο που η πολεοδομία και χωροταξία πρέπει να θεωρούνται πλέον σαν διαδικασίες διαχείρισης και ανάλυσης χωρικών στοιχείων. Από την άλλη μεριά μια δεύτερη διαπίστωση είναι ότι ενώ υπάρχουν σαφείς και τεκμηριωμένες διαχρονικές εξελίξεις και αιτιοκρατικές διασυνδέσεις στις τρεις αυτές περιοχές οι σχέσεις αυτές δεν μπορούν να καθοριστούν ως ομοιόμορφες και ισοδύναμα ανεπτυγμένες. Συγκεκριμένα η διαχρονική εξέλιξη στις τεχνολογίες διαχείρισης στοιχείων είναι συνεχείς και πλήρης τα Γ.Σ.Π έχουν πλήρως καθιερωθεί ενώ τα χωρικά συστήματα λήψης αποφάσεων έχουν ξεπεράσει το πειραματικό στάδιο. Αντίθετα, η εξέλιξη της Α.Χ δεν έχει ολοκληρωθεί. Η αναλυτική επεξεργασία παρόλο ότι εφαρμόζεται σχετικά ευρέως αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα ιδιαίτερα σε θέματα

μοντελοποίησης, ενώ η ανάλυση για λήψη αποφάσεων βνρίσκεται σε εμυριακή κατάσταση. Ακόμα χειρότερη όμως είναι η εξέλιξη του σχεδιασμού όπου οι χωροτάκτες και πολεοδομοί κάνουν τα πρώτα δειλά βήματα στο λειτουργικό σχεδιασμό ενώ ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι προς το παρον ένα θεωρητικο κατασκέυασμα. Ανάλογη εικόνα παρουσιάζει και η ανάπτυξη οριζόντιών διασυνδέσεων. Για παράδειγμα ο τεχνικός σχεδιασμός μέσα απο την στατιστική επεξεργασία χωρικών στοιχείων με την βοήθεια Η/Υ και ψηφιακών προιοντων είναι μια επιτυχημένη κα κοινά αποδεκτή διαδικασία. Αντίθετα η μοντελοποίηση σε περιβαλλον Γ.Σ.Π για την επίτευξη του λειτουργικού σχεδιασμού αντιμετωπίζει προβλήματα, ενώ θεωρητικοί και λογισμικοί παράγοντες εμποδίζουν και αυτήν ακόμα την πειραματική εφαρμογή του στρατηγικού σχεδιασμού. Επομένως η ανάπτυξη και διασύνδεση των τριών αυτων περιοχών είναι σάφως ανισοβαρής και κυρίως χωρις συγχρονισμό μεταξύ τους. Ο λόγος βέβαια είναι ότι οι τρεις αυτές περιοχές εξελίχθηκαν ανεξάρτητα η μια παο την άλλη και χώρις καμία προσπάθεια διασύνδεσης τους. Για παράδειγμα μόλις πριν λίγα χρόνια ετέθη και εξετάσθηκε με συστηματικό τρόπο το θέμα της σχέσης ανάμεσα σε Χ.Α και τα Γ.Σ.Π (Maquire et al, 1993). Σαν αποτέλεσμα τρεις γνωστικές που από την φύση τους αποτελούν ένα ενιαίο σύστημα . προσεγγίσθηκαν τμηματικά και αποσπασματικά. Παρατηρείται δηλαδή πλήρης έλλειψη μια ολοκληρωμένης χωρικής προσεγγισης που θα συμπεριλαμβάνει τις τρεις αυτες περιοχές χωρικού ενδιαφέροντος

7.2.ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΧΩΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Για πολλά χρόνια τώρα, τουλάχιστον οι ποσοτικοί γεωγράφοι, έχουν αναγνωρίσει την ύπαρξη ορισμένων κανόνων που συνδέονται με τον χώρο. Για παράδειγμα έχουν αποδεχθεί ότι ίδιες χωρικές διαδικασίες μπορούν να δημιουργήσουν διαφορετικά χωρικά πρότυπα ενώ διαφορετικές διαδικασίες μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα τα ίδια πρότυπα. Επομένως τα χωρικά πρότυπα από μόνα τους δεν αποτελούν και τον καλύτερο τρόπο για την αντιμετώπιση των χωρικών διαδικασιών. Με δεδομένο ότι μέσα απο την απλή χρήση των Γ.Σ.Π το περισσότερο που μπορούμε να πετύχουμε είναι η περιγραφή των χωρικών προτύπων , ενώ ο χωρικός σχεδιασμός απαιτεί απαντήσεις σχετικά με τις χωρικές σχέσεις που εκφ'ραζουν μονόδρομα διαδικασίες που τις δημιουργούν, είναι φανερή η ανάγκη για ανάλυση χώρου που να συμπληρώνει και να διασυνδέεται με τα Γ.Σ.Π. Αλλα ταυτόχρονα να εστιαζεται στο χωρικό σχεδιασμό. Επομένως η Α.Χ πρέπει να ειδωθεί σαν τμήμα ενός συστήματος με επιπλέον στοιχεία τα Γ.Σ.Π και το σχεδιασμό και τα όποια συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις ανάδρασης. Ποιο συγκεκριμένο πρόβλημα που ο σχεδιασμός έχει σαν στόχο. Κάθε τέτοια

επέμβαση όμως έσει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ή την αλλαγή των προιγούμενων χωρικών προτύπων και στοιχείων που η ανάλυση τους, με την σειρά της βοηθάει σε νέες σχεδιαστικές προσπάθειες. Γενικά η χωρική ανάλυση συνδέεται τόσο με τα Γ.Σ.Π που η διαχείριση των χωρικών στοιχείων την καθορίζουν όσο και το χωρικό σχεδιασμό που τα αποτελέσματα τον διαμορφώνουν. Πρέπει αν τονιστεί πως μια τέτοια φύση Ο.Χ.Π παρουσιάζει συμαντικά πλεονεκτήματα όπως :

- Καταρχάς με δεδομένη την τρομακτική ανάπτυξη των Γ.Σ.Π η τόσο αναγκαία και συνάμα τόσο απούσα από το σχεδιασμό Α.Χ θα είναι στην διάθεση ενός μεγαλύτερου κύκλου χρηστών έξω από το σχετικά μικρό αριθμό όσων θεραπεύουν τις επιστήμες του χώρου.
- Οι δυνατότητες παρουσίασης των Γ.Σ.Π επιτρέπουν στους χρήστες μια άμεση αντιμετώπιση τυχών δυσκολιών και ιδιαιτεροτήτων τόσο κατά την διάρκεια των αναζητήσεων όσο και την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού.
- Η υπολογιστική δύναμη των σύγχρονων Γ.Σ.Π της Χ.Α και του σχεδιασμού δύνει την δυνατότητα στους αναλυτές να επεξεργάζονται τα στοιχεία με νέους τρόπους που μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρησιμοί στο να αποκαλύπτουν τα χωρικά πρότυπα και τις υπάρχουσες σχέσεις που σε τελική ανάλυση ενδιαφέρουν το σχεδιασμό.
- Τέλος μια ολοκληρωμένη προσέγγιση των Γ.Σ.Π της Χ.Α και του σχεδιασμού θα εστιάσει αναπόφεκτα την προσοχή όλων στο βασικό πρόβλημα της ανάγκης χρήσης της Χ.Α που συχνά αγνοείται.

Σαν αποτέλεσμα χρόνο με τον χρόνο όλο και περισσότερα πακέτα Γ.Σ.Π συμπληρώνονται με ρουτίνες χωρικής ανάλυσης ή δημιουργούνται οι δυνατότες διασύνδεσης με εξωτερικά μοντέλα ανάλυσης ή ακόμα τοποθετούνται ρουτίνες χωρικής ανάλυσης μέσα στα Γ.Σ.Π επιπλέον έχουν γίνει και τα πρ'στα βήματα για την χρήση τεχνικής νοημοσύνης και νευροτικών δικτύων(Fisher 1996) ακόμα έχει αναπτυχθεί λογισμικό που επιτρέπει την δυναμική σύνδεση χαρτογράφησης και ανάλυσης ενώ επιχειρούνται τα επονομαζόμενα ανοικτά Γ.Σ.Π που υπόσχονται την σε πραγματικό χρόνο διαχείριση χωρικών στοιχείων σε συνδιασμο με διάφορα πακέτα ανάλυσης. Τέλος έχουν προταθεί και εφαρμόζονται νέες μέθοδοι ανάλυσης σε περιβάλλον Γ.Σ.Π ενώ έχουν καθοριστεί και εφαρμοσθεί οι λειτουργικές απαιτήσεις για μια "γλώσσα" ανάλυσης χώρου.

ArcGIS είναι το όνομα μιας ομάδας Γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών γραμμές προϊόντων λογισμικού παραχθείσες κοντά ESRI. Στον υπολογιστή γραφείου βαθμολογίας εισαγωγής, Το ArcGIS περιλαμβάνει ArcView, όποιος επιτρέπει σε έναν για να δει τα χωρικά στοιχεία, δημιουργήστε χάρτες, και εκτελέστε τη βασική χωρική ανάλυση. ArcEditor και ArcInfo είναι πιο προηγμένες εκδόσεις ArcGIS, όποιοι περιλαμβάνουν τις προστιθέμενες ικανότητες για το χειρισμό στοιχείων, έκδοση, και ανάλυση. Υπάρχουν επίσης υπολογιστής-βασισμένα προϊόντα ArcGIS, όπως και τα προϊόντα ArcGIS για PDAs.

Από τον Νοέμβριο του 2005 η τρέχουσα έκδοση του λογισμικού ArcGIS είναι 9,1. Η επόμενη έκδοση, 9,2, σχεδιάζεται για την απελευθέρωση νωρίς το 2006. Ενώ υπάρχουν εναλλακτικά προϊόντα διαθέσιμα από άλλους παραδοσιακούς προμηθευτές όπως MapInfo και Intergraph, ESRI έχει ένα κυρίαρχο μερίδιο της αγοράς λογισμικού GIS με το λογισμικό του που χρησιμοποιείται κατά 77% των επαγγελματιών GIS [1].

Η πρώτη αληθινή έκδοση ArcGIS ήταν έκδοση 8.1 που κυκλοφόρησε τον Απρίλιο του 2001, σαν ArcMap 8,0. Πολλοί θεωρούν εσφαλμένα ότι ArcMap 8,0 ήταν μέρος της οικογένειας ArcGIS, εντούτοις δεν ήταν.

Τα ArcGIS 8,1 αποτέλεσαν μια σημαντική εξέταση από ArcView 3.x, με τη δραστικά διαφορετική αρχιτεκτονική συστημάτων. Μια σημαντική διαφορά μεταξύ ArcGIS 8,1 + και ArcView 3,2 είναι γλώσσες προγραμματισμού () αυτός που χρησιμοποιείται για να προσαρμόσει και να επεκτείνει τις ικανότητες λογισμικού. Το ArcView 3,2 χρησιμοποιεί τη λεωφόρο, μια λογισμικό-συγκεκριμένη scripting γλώσσα. Σε ArcGIS 8,1, Πεταγμένη ESRI υποστήριξη της λεωφόρου υπέρ Οπτικός βασικός scripting και σε ArcView 9.X εφαρμοσμένος Python . Η παρούσα απόφαση να εγκαταλειφθεί η λεωφόρος-υποστήριξη σε ArcGIS έχει δώσει μια εκτενή σειρά των επεκτάσεων και των χειρογράφων τρίτων που σχεδιάζονται για ArcView 3.X ασυμβίβαστος με ArcGIS. Μια ουσιαστική βάση χρηστών έχει επιλέξει για να συνεχίσει ArcView 3,2, παρά να επαναπρογραμματιστούν τα λεωφόρος-βασισμένα στο χειρόγραφο και οι επεκτάσεις σε μια διαφορετική αρχιτεκτονική γλώσσας και λογισμικού προγραμματισμού. Για αυτόν τον λόγο, ESRI έχει συνεχίσει την υποστήριξη ArcView 3.X.

8.SYNERGEE

Με το SynerGEE φτιάχνεις μοντέλα φυσικού αερίου και μπορείς να αναλύσεις κλειστά δίκτυα αγωγών. Δεν περιορίζεται σε αυτό καθώς χρησιμοποιείται και σε δίκτυα προπανίου ατμού οξυγόνου και αέρα. Το SynerGEE παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του πιο προηγμένου λογισμικού προσομοίωσης που είναι διαθέσιμο στο κοινό μαζί με εύκολο και οικίο τρόπο χειρισμού σε περιβαλλον windows. Παρέχει μια αποτελεσματική σταθερή φάση ανάλυσης επίλυσης 'όπου ενεργοποιεί ενδείξεις μέτρησης ογκού ταχύτητας θερμότητας και πολλών άλλων χαρακτηριστικών και σου προσφέρει δυνατότητες σύνθεσης ισοροποίας όλων αυτών. Μπορούμε να μοντελοποιήσουμε ένα μεγάλο πολυσύνθετο με πολλά στάδια πίεσεων σύστημα το οποίο περικλείει συμπιεστές και ρυθμιστές πίεσης. Μπορείς να έχεις τον πλήρη έλεγχο του φυσικού αερίου ώστε να μπορείς να προσομοιώσεις οποιαδήποτε κατάσταση στο πρόγραμμα. Η λειτουργία του βασίζεται σε μαθηματικές εξισώσεις ροής. Περιέχει εργαλεία σχεδίασης για αποτύπωση του δικτύου πάνω σε χάρτη καθώς και λεπτομερή καταγραφή για το μήκος των αγωγών και οποιασδήποτε πληροφορίας αναγράφεται στο σχέδιο μας

8. ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα μελέτη αφορά στον Λειτουργικό Τομέα 01 (Sector 01) που βρίσκεται εντός των ορίων των Δήμων Αγίου Ιερόθεου ,Περιστερίου και κηπούπολης. Σκοπός της μελέτης είναι η διαστασιολόγηση και σχεδίαση του δικτύου πύκνωσης PE 4 bar (Δένδρα) με βάση την έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε από την ΕΠΑ Αττικής και σύμφωνα με τις παραδοχές της μελέτης και σχεδιασμού της ΕΠΑ Αττικής.

Στο Λειτουργικό Τομέα 01 που είναι ήδη κατασκευασμένος αποτελείται από δύο (2) βρόχους και μία (1) αντέννα τροφοδοσίας . Η μελέτη ασχολείται με τον σχεδιασμό των νέων δένδρων,τριών (3) διασυνδεσεων , έτσι ώστε να καλυφθεί το σύνολο των οδών του τομέα και με την εγκατάσταση δύο (2) σταθμών τροφοδοσίας 19/4bar, τον **MR 01/01** με κατανάλωση 8.000 Nm³/h και τον τον σταθμό **MR 01/03** δυναμικότητας 8.000 Nm³/h.

- **Μεθοδολογία Υπολογισμού**

Σύμφωνα με τη βασική εξίσωση της ροής σε σωλήνες για ισόθερμη μεταφορά μεταβλητής πυκνότητας, η απώλεια πίεσης των αερίων είναι ίση με :

$$\frac{p_1^2 - p_2^2}{2p_1} = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{p_1^2 \cdot V_1^2}{2} \quad (\alpha)$$

Στην ανωτέρω σχέση οι πιέσεις είναι απόλυτες.

Για περιορισμένη απώλεια πίεσης (και άρα περιορισμένη μεταβολή της πυκνότητας) μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη εξίσωση :

$$p_1 - p_2 = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{p_1 \cdot V_1^2}{2} \quad (\beta)$$

Η εφαρμογή της εξίσωσης (β) σε σχέση με την εξίσωση (α) οδηγεί σε ένα μη ακριβές αποτέλεσμα. Για την περιοχή χαμηλών πιέσεων μέχρι υπερπίεση 100 mbar κατά μέγιστο μπορεί και χρησιμοποιείται κατά κανόνα η απλούστερη εξίσωση (β). Για υψηλότερες πιέσεις (μέσες και υψηλές πιέσεις) πρέπει να χρησιμοποιείται η εξίσωση (α).

Οι τοπικές απώλειες πίεσης υπολογίζονται:

$$\Delta p_{\text{τοπ}} = \zeta \frac{\rho V^2}{2}$$

Το κέρδος ή απώλεια πίεσης λόγω άνωσης υπολογίζεται:

$$\Delta p_{\text{αν}} = (\rho - \rho_L) g \Delta H$$

Όπου $\Delta H = H_1 - H_2$ η διαφορά γεωδαιτικών υψών. Σε ένα ανερχόμενο αγωγό η άνωση μειώνει την απώλεια πίεσης, ενώ σε ένα κατερχόμενο αγωγό η απώλεια πίεσης αυξάνει.

Η συνολική τελική επιλογή των διαμέτρων έχει άμεση σχέση με άλλα δύο μεγέθη: την μέση ταχύτητα αγωγού u και την μοναδιαία πτώση πίεσης, δηλ. το $\Delta p = p_1 - p_2$ ανά μονάδα μήκους του αγωγού:

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{m}{A\rho} = \frac{4m}{\pi d^2 \rho} \quad \text{σε} \quad \frac{m}{s}$$

$$\frac{\Delta p}{l} \quad \text{σε} \quad \frac{\text{Pa}}{m} \quad \text{και} \quad \frac{p_1^2 - p_2^2}{l} \quad \text{σε} \quad \frac{\text{Pa}^2}{m}$$

9. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (4 BAR)

Η διαστασιολόγηση του Δικτύου τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης (4bar) του Λειτουργικού Τομέα 01 με Φυσικό Αέριο βασίζεται στις παραδοχές, όπως αυτές προδιαγράφονται από την ΕΠΑ ΑΤΤΙΚΗΣ Α.Ε. και αναφέρονται στο έγγραφο με τίτλο: "ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ"¹.

9.1. Ροϊκές συνθήκες Δακτυλίου - Δένδρων

Η σχεδίαση του δικτύου οφείλει να ακολουθεί τα ακόλουθα όρια για τα ροϊκά μεγέθη της πίεσης και της ταχύτητας.

- i) Η μέγιστη ταχύτητα αερίου σε κάθε σημείο του δικτύου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 25 m/s.
- ii) Η πίεση του αερίου σε κάθε σημείο του βρόχου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1.7 barg, θεωρώντας την πίεση μετά τον Σταθμό Διανομής (D/R) στα 3.5 barg.
- iii) Η ελάχιστη πίεση στις καταναλώσεις του κάθε δένδρου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1.0 barg.

9.2. Συνθήκες σχεδιασμού Δακτυλίου

Ο τομέας αποτελείται από δύο βρόχους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους και θα τροφοδοτούνται από τρεις (3) Σταθμούς Διανομής D/R 19/4. Ο βρόχος τροφοδοσίας του τομέα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει το φορτίο κατανάλωσης που προκύπτει από την έρευνα αγοράς. Έτσι παίρνουμε το άθροισμα των καταναλώσεων και για την δική μας ευκολία το χωρίζουμε με μια απλή διαίρεση σε μικρότερες καταναλώσεις και το τοποθετούμε σε πολύγωνα τα οποία περιέχουν όλη την υπό μελέτη περιοχή. Έπειτα η πορεία του loop αναγκαστικά θα συναντήσει αυτά τα πολύγωνα γιατί όπως είπαμε η δουλειά τους είναι να χωρίσουν τον προς μελέτη τομέα σε μικρότερους υποτομείς. Το μήκος του αγωγού που διέρχεται κάθε φορά από το ανάλογο πολύγωνο παίρνει τιμές κατανάλωσης που αντιστοιχούσαν στο συγκεκριμένο πολύγωνο. Με αυτόν τον τρόπο ανοίγουμε το loop με το Synergee και τοποθετούμε τις καταναλώσεις (ας πούμε πρόχειρα) πάνω στο loop προσπαθώντας να αποφύγουμε πικνοτοποθέτηση. Ύστερα δοκιμάζουμε αν μπορεί στην παρούσα φάση το δίκτυο να σηκώσει τις καταναλώσεις που του έχουμε περάσει κάνοντας δύο υποθετικά σενάρια ακρέας λειτουργίας.

¹ Βλέπε Παράρτημα 5.8.: "Φιλοσοφία Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής Φυσικού Αερίου".

- 1. Σενάριο 2%:** το δίκτυο είναι σε φάση πλήρους λειτουργίας με όλες τις καταναλώσεις Δένδρων στην αιχμή τους (100%) και οι Σταθμοί Διανομής να λειτουργούν κανονικώς.
- 2. Σενάριο 50%:** όλες οι καταναλώσεις εμπορικές και οικιακές να λειτουργούν στο 70% (εκτός από τους μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές που παραμένουν στο 100%), και έχει τεθεί εκτός λειτουργίας ο ένας από τους δύο Σταθμούς Διανομής. Πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη ότι η πίεση του αερίου σε κάθε σημείο του βρόχου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1.7 barg, θεωρώντας την πίεση μετά τον Σταθμό Διανομής (D/R) στα 3.5 barg. Σχετικά με την ταχύτητα ροής του αερίου στους αγωγούς του βρόχου, η υπέρβαση του ορίου των 25 m/s δεν λαμβάνεται υπ' όψιν, λόγω ισχύος αυτής της κατάστασης για μικρό χρονικό διάστημα.
- 3.** Αν το συνολικό φορτίο που προκύπτει από την έρευνα αγοράς και σύμφωνα με τους αρχικούς υπολογισμούς δεν μπορεί να καλυφθεί από την υπάρχουσα κατασκευασμένη υποδομή του βρόχου τροφοδοσίας, τότε οι μελέτες των λειτουργικών τομέων θα διαμορφώνονται με βάση τα κάτωθι:
 - Να μην αχρηστευθούν και να μην τροποποιηθούν οι υπάρχουσες κατασκευές του βρόχου τροφοδοσίας.
 - Να υπολογιστεί το μέγιστο φορτίο του Λ.Τ. το οποίο θα μπορεί να καλύψει ο κατασκευασμένος βρόχος.
 - Να εξεταστεί και να υποδεικνύεται ο βέλτιστος τρόπος μελλοντικής αναβάθμισης της δυναμικότητας του Λ.Τ. στα επίπεδα της έρευνας αγοράς.

9.3. Συνθήκες σχεδιασμού Δένδρων

Για τη σχεδίαση της όδευσης των δέντρων ισχύουν τα ακόλουθα:

- 1.** Η μέγιστη παροχή Δέντρου διαμέτρου Φ63 είναι τα 495 Nm³/h, διαμέτρου Φ90 είναι τα 1.000 Nm³/h και διαμέτρου Φ125 είναι τα 1.960 Nm³/h. Η τιμή αυτή προκύπτει, θεωρώντας την πίεση εισόδου ενός δέντρου 1.7 barg, τη θερμοκρασία 0 °C, ενώ η ταχύτητα στην είσοδο του να έχει φτάσει στην οριακή τιμή των 25 m/s.
- 2.** Το μέγιστο μήκος του κάθε δέντρου για Φ63 ανέρχεται περίπου στα 2.000 m, όπως προκύπτει από την "ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ²".

3. Κατά τον σχεδιασμό των δένδρων απαιτείται οι μεγάλοι βιομηχανικοί και εμπορικοί καταναλωτές να καλύπτονται κατά 100%.
 4. Το δέντρο έχει μόνο μία σύνδεση με τον δακτύλιο.
 5. Το δέντρο δεν εξυπηρετεί περιοχές εκτός του Τομέα στον οποίο ανήκει.
 6. Τα δέντρα του τομέα διασχίζονται όλους τους ελεύθερους δρόμους του, δηλαδή τους δρόμους από όπου δεν περνά ο δακτύλιος διανομής του αερίου (3.5 Barg).
 7. Διαίρεση ή επέκταση υφισταμένων κλαδιών σε δύο ή περισσότερα κλαδιά, καλό είναι να αποφεύγονται όπου είναι δυνατόν.
 8. Ο κορμός και τα κλαδιά του δέντρου έχουν ονομαστική διάμετρο OD = 63 χιλ., εκτός εάν μεγάλοι καταναλωτές ή ειδικές περιπτώσεις επιβάλλουν μεγαλύτερη διάμετρο.
 9. Οι μεγάλοι καταναλωτές με αυξημένη ζήτηση αερίου συνδέονται συνήθως από τον δακτύλιο με αγωγό που εξυπηρετεί μόνον αυτούς.
 10. Το δέντρο πρέπει να έχει κατά το δυνατόν απλή όδευση και σαφή περιοχή που εξυπηρετεί.
 11. Σε δρόμους με πλάτος μεγαλύτερο από 15 μ., με "βαριά" κυκλοφορία οχημάτων και με διαχωριστικές νησίδες, συνιστάται να εξετάζεται το ενδεχόμενο της διπλής παράλληλης όδευσης (αριστερά και δεξιά), ώστε να μη διασχίζονται συχνά από τον αγωγό αερίου.
 12. Στην έναρξη κάθε δέντρου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στη σύνδεση με το δακτύλιο υπάρχει βάνα απομόνωσης στη σύνδεσή του με τον δακτύλιο και εξαεριστικό σε κάθε τερματικό σημείο. Αυτά φαίνονται ενδεικτικά στην οριζοντιογραφία, μαζί με τους μειωτήρες διαμέτρου, τα ταυ και τα τερματικά σημεία (πώματα - caps).
 13. Ενδεικτικές τιμές για δέντρα με κορμό ονομαστικής διαμέτρου OD = 63 χιλ. είναι:
 - a. συνολικό μήκος 2 χιλμ. (κορμός και κλάδοι),
 - b. σύνδεση δύο (2) έως τριών (3) δέντρων ανά ένα (1) χιλμ. δακτυλίου.
 14. Σε κάθε Λειτουργικό Τομέα, για την τροφοδοσία μικρών και μεσαίων καταναλωτών συνιστάται τα δέντρα να μη διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, ως προς το συνολικό μήκος.
- Τα παραπάνω αποτελούν τους βασικούς κανόνες που διέπουν το σχεδιασμό των δέντρων και μπορεί να τροποποιηθούν σε ειδικές περιπτώσεις.

10. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ 01. ΒΑΣΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΡΟΧΟΥ ΚΑΙ ΔΕΝΔΡΩΝ

Ο λειτουργικός τομέας 01, ο οποίος βρίσκεται εντός των ορίων των Δήμων Αγίου Ιερόθεου, Περιστερίου και Κηφούπολης, αποτελείται από δύο (2) βρόχους 4bar. Οι βρόχοι και

οι διασυνδέσεις με τους γειτονικούς Λ.Τ. αποτελούνται από αγωγό PE \varnothing 125 μήκους περίπου 16.850,47 m εκ των οποίων είναι κατασκευασμένοι οι βρόχοι με μήκος 14.691,47 m, μελετημένες οι διασυνδέσεις με μήκος 1.565,21 m κ 594 m οι επεκτάσεις του loop. Οι έξοδοι των σταθμών 19/4 bag μελετημένα θα αποτελούνται από αγωγό PE \varnothing 225, μήκους 238,5 m για τον MR 001/01, μήκους 11m για τον MR 001/03 και μήκους 584 m για το κατασκευασμένο τον MR 001/03. Το συνολικό μήκος των δρόμων του τομέα που πρέπει να καλυφθούν με δίκτυο είναι περίπου 96,5 km.

Για την χάραξη των δένδρων, έγινε αρχικά εκτίμηση της φόρτισης καταναλώσεων του τομέα. Με βάση την έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε από την ΕΠΑ Αττικής και κατόπιν της επεξεργασίας των φύλλων καταγραφής, έγινε συγκεντρωτική απογραφή του αριθμού των οικιακών και εμπορικών καταναλωτών για όλους τους κωδικούς αριθμούς (I.D. numbers) κάθε δρόμου του τομέα.

Στη συνέχεια λαμβάνοντας υπ' όψιν τις ειδικές καταναλώσεις, και τους συντελεστές ετεροχρονισμού και διείσδυσης υπολογίστηκε το φορτίο κάθε κωδικού αριθμού (I.D. number) δρόμου σε Nm³/h που παρουσιάζονται στο συγκεντρωτικό πίνακα εκτιμώμενων καταναλώσεων με βάση την έρευνα αγοράς.

Το συνολικό φορτίο του Λειτουργικού Τομέα 01 εκτιμάται, σύμφωνα με την έρευνα αγοράς, σε **15,243 Nm³/h**. Από αυτό το φορτίο, **13.860,33Nm³/h** αποτελούν φορτίο κατανάλωσης δέντρων και τα **1.382,33Nm³/h** φορτίο κατανάλωσης Loop. (Πίνακας 5.1: Ειδική Κατανάλωση ΛΤ 01).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μεγάλοι εμπορικοί καταναλωτές που υπάρχουν στο λειτουργικό τομέα 01.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4. ΚΤΙΡΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ

ΑΤ 01 - ΜΕΓΑΛΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ & PUBLIC BUILDINGS

α/α	αριθμός φύλλου καταγραφής	ΟΔΟΣ	ID	από	έως	περιγραφή
1	125	ΑΓ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	5993	ΜΑΡΚΟΡΑ	ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ	52ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
2	37	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	515935	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΗΘΑΣΤΟΥ	ΕΚΚΛΗΣΙΑ
3	51	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	6540	ΚΑΪΦΑ	ΛΑΡΝΑΚΟΣ	ΕΚΘΕΣΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
4	51	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	6540	ΚΑΪΦΑ	ΛΑΡΝΑΚΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ
5	51	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	6540	ΚΑΪΦΑ	ΛΑΡΝΑΚΟΣ	ΑΙΩΛΟΣ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
6	59	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	6363	ΛΑΡΝΑΚΟΣ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΚΟΙΜΗΤΗΡΙΟ ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
7	110	ΑΓ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	5160	ΣΚΙΘΟΥ	ΑΝΘΕΜΙΟΥ	38ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ
8	115	ΑΓ ΕΙΡΗΝΗΣ	57250	ΠΕΔΙΕΤΡΑΤΟΥΣ	ΠΡΟΔΙΚΟΥ	ΝΑΟΣ
9	116	ΑΓ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	6299	ΑΙΣΧΙΝΟΥ	ΚΟΣΜΑ ΑΠΔΑΟΥ	ΝΑΟΣ ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
10	125	ΑΓ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	5993	ΓΕΡΑΝΙΟΥ	ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ	13ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ
11	1175	ΔΔΜΟΥ	63770	ΑΘΗΝΩΝ ΛΕΩΦ	ΑΓΑΘΟΚΛΕΟΥΣ	1)ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ, 2)ΣΤΡΟΣΤΑΣΙΟ
12	369	ΑΛΚΙΜΟΥ	54159	ΚΑΛΥΔΩΝΟΣ	ΚΑΡΥΑΤΙΔΟΣ	Ζ ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΒΡΕΦΟΝΗΠΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
13	38	ΑΜΥΝΤΟΡΟΣ	421	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΠΥΘΙΑΣ	ΑΙΤΥΝΟΜΚΟ ΤΜΗΜΑ Β' ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
14	39	ΑΜΥΝΤΟΡΟΣ	430	ΤΑΝΤΑΛΟΥ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΠΑΡΚΟ
15	475	ΑΝΑΓΛΥΣΣΕΩΣ	6246	ΑΓ.ΚΗΡΥΚΟΥ	ΑΡΤΟΞΥΝΟΥ	ΓΗΠΕΔΟ
16	475	ΑΝΑΓΛΥΣΣΕΩΣ	6246	ΑΓ.ΚΗΡΥΚΟΥ	ΑΡΤΟΞΥΝΟΥ	ΜΕΤΡΟ
17	497	ΑΝΘΩΝ	4574	ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΩΝ	ΚΡΙΝΩΝ	Ε' ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΒΡΕΦΟΝΗΠΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
18	498	ΑΝΘΩΝ	4490	ΠΕΥΚΩΝ	ΛΕΥΚΗΣ	ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
19	505	ΑΝΤΥΠΑ ΜΑΡΙΝΟΥ	363991	ΚΑΤΣΑΝΤΩΝΗ	ΤΗΛΕΜΑΧΟΥ	ΝΑΟΣ ΚΩΝΝΟΥ Κ' ΕΛΕΝΗΣ
20	544	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	49862	-	ΚΕΔΡΩΝ	13ος ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
21	576	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	50767	ΔΑΜΑΣΚΗΝΕΑΣ	ΗΜΘΙΑΣ	7ο & 10ο ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
22	577	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	50798	ΔΑΜΑΣΚΗΝΕΑΣ	ΗΜΘΙΑΣ	10ο & 11ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
23	579	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	56810	ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΓ ΕΙΡΗΝΗΣ	7ο & 17ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
24	581	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	57891	ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΥ	ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ	ΕΓΓΛΑ - ΣΕΚ - ΙΕΚ ΧΑΛΔΑΡΙΟΥ
25	682	ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	48892	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΥΑΚΙΝΘΟΥ	ΣΧΟΛΕΙΟ
26	699	ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ	60362	ΠΕΛΛΑΓΙΑΣ	ΠΑΛΛΑΔΟΣ	17ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
27	811	ΓΡΑΝΙΚΟΥ	51986	ΚΑΝΑΛΗ	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	Γ ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΒΡΕΦΟΝΗΠΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
28	867	ΔΡΑΓΟΥΜΗ	51813	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ	32ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
29	870	ΔΡΑΓΟΥΜΗ	50120	ΤΕΜΠΩΝ	ΔΗΜΗΤΡΟΚΑΛΗ ΜΧ	39ο ΝΗΠΙΑΓ. ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
30	886	ΕΓΝΑΤΙΑ	50908	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΑΓΛΗΣ	ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
31	891	ΕΓΝΑΤΙΑ	51935	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	ΔΡΟΣΙΝΗ	4ο ΚΑΠΗ ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗΣ
32	1015	ΖΕΑΣ	49118	ΑΓ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΓΗΠΕΔΟ ΜΠΑΚΕΤ
33	1023	ΗΜΘΙΑΣ	50532	ΑΓ.ΙΕΡΟΘΕΟΥ	ΚΥΚΛΑΜΙΝΩΝ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
34	1023	ΗΜΘΙΑΣ	50532	ΑΓ.ΙΕΡΟΘΕΟΥ	ΚΥΚΛΑΜΙΝΩΝ	8ο ΚΑΠΗ
35	1024	ΗΜΘΙΑΣ	50766	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΑΓ.ΙΕΡΟΘΕΟΥ	41ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
36	1031	ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ	54700	ΑΛΚΙΜΟΥ	ΑΣΚΑΡΙΟΥ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
37	1046	ΗΣΙΩΔΟΥ	52130	ΣΑΡΦΟΥΣ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ	ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
38	1179	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	63593	ΚΕΝΗΕΝΤΥ ΤΖΩΝ	ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	45ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
39	1183	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	63823	ΜΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	ΜΟΝΟΦΑΤΙΔΙΟΥ	15ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
40	1253	ΚΑΡΥΑΤΙΔΟΣ	54453	ΑΡΕΤΗΣ	ΑΛΚΙΜΟΥ	9ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
41	1263	ΚΑΡΥΑΤΙΔΟΣ	6696	ΚΑΛΛΙΠΟΛΕΩΣ	ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	39ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ
42	1345	ΚΗΦΟΥΠΟΛΕΩΣ	49460	ΑΝΕΜΩΝΗΣ	ΑΡΕΩΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
43	1346	ΚΗΦΟΥΠΟΛΕΩΣ	48395	ΑΝΘΩΝ	ΦΘΙΝΚΩΝ	ΙΚΑ ΑΓ.ΙΕΡΟΘΕΟΥ
44	1353	ΚΗΦΟΥΠΟΛΕΩΣ	48753	ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
45	1365	ΚΗΦΩΝ	48499	ΡΟΔΩΝ	ΠΡΟΣΚΟΠΗΣ	ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ
46	1405	ΚΟΡΙΝΘΗΣ	61252	ΚΑΛΛΙΔΩΝΑΣ	ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ	ΝΑΟΣ
47	1478	ΚΥΚΛΑΜΙΝΩΝ	50692	ΣΙΚΑΓΟΥ	ΙΒΙΣΚΟΥ	8ο & 43ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΑ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
48	1478	ΚΥΚΛΑΜΙΝΩΝ	50692	ΣΙΚΑΓΟΥ	ΙΒΙΣΚΟΥ	ΝΑΟΣ
49	1544	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	5077	ΓΡΑΜΜΟΥ	ΡΟΔΟΠΗΣ	ΕΛΑΤΑ
50	1546	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	5087	ΔΡΑΓΟΥΜΗ	ΕΛΙΚΩΝΟΣ	ΣΧΟΛΕΙΟ
51	1556	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	51651	ΝΑΟΥΣΗΣ	ΕΓΝΑΤΙΑ	39ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
52	1577	ΜΑΡΑΘΩΝΟΚΑΜΠΟΥ	8819	ΑΒΕΡΩΦ	ΛΟΥΚΙΑΝΟΥ	ΑΘΛΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗΣ
53	1691	ΜΟΥΣΩΝ	48834	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΚΡΟΝΟΥ	7ο ΚΑΠΗ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
54	1692	ΜΟΥΣΩΝ	49296	ΚΗΦΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
55	1726	ΝΑΟΥΣΗΣ	54358	ΑΛΚΙΜΟΥ	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	17ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ
56	1726	ΝΑΟΥΣΗΣ	54358	ΑΛΚΙΜΟΥ	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΝΑΟΣ
57	1726	ΝΑΟΥΣΗΣ	54358	ΑΛΚΙΜΟΥ	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	45ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ
58	1732	ΝΑΟΥΣΗΣ	54405	ΕΛΛΗΝΟΠΟΤΟΥ	ΑΓ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	9ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ
59	2072	ΠΕΥΚΩΝ	49894	ΔΑΜΑΣΚΗΝΕΑΣ	ΕΛΑΤΩΝ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
60	2073	ΠΕΥΚΩΝ	49796	ΕΛΑΤΩΝ	ΑΝΕΜΩΝΗΣ	4ο ΝΗΠΙΑΓ. ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
61	2074	ΠΕΥΚΩΝ	48939	ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	ΚΕΔΡΩΝ	32ο ΝΗΠΙΑΓ. ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
62	2078	ΠΕΥΚΩΝ	49977	ΜΑΡΓΑΡΙΤΑΣ	ΔΑΜΑΣΚΗΝΕΑΣ	3ο ΣΧΟΛΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
63	2079	ΠΕΥΚΩΝ	49421	ΜΟΥΣΩΝ	ΥΑΚΙΝΘΟΥ	17ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
64	2081	ΠΕΥΚΩΝ	50485	ΣΙΚΑΓΟΥ	ΙΒΙΣΚΟΥ	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦ.
65	2082	ΠΕΥΚΩΝ	49103	ΥΑΚΙΝΘΟΥ	ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	ΝΑΟΣ ΑΓ.ΙΕΡΟΘΕΟΥ
66	2109	ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ	57890	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΠΕΛΟΠΙΔΑ	ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ
67	2112	ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ	59241	ΠΕΛΑΓΙΑΣ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	18ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ
68	2153	ΠΡΑΣΙΠΕΛΟΥΣ	61017	ΠΕΡΙΑΝΔΡΟΥ	ΠΤΟΛΕΜΑΙΩΔΟΣ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ
69	2166	ΠΡΕΣΠΑΣ	2166	ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ	ΠΕΛΑΓΙΑΣ	8ο & 14ο ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
70	2167	ΠΡΕΣΠΑΣ	2167	ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ	ΠΕΛΑΓΙΑΣ	13ο & 33ο ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
71	2193	ΠΡΟΣΚΟΠΩΝ	515891	ΚΗΦΩΝ	ΝΑΪΩΝ	22ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
72	2196	ΠΡΩΤΕΣΣΑΟΥ	52145	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΑΜΥΝΤΟΡΟΣ	23ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ
73	2227	ΠΥΡΡΟΥ	55595	ΚΟΤΣΙΑ	ΡΑΛΛΗ	38ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
74	2229	ΡΑΛΛΗ	56557	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	ΠΑΡΑΣΧΟΥ	30ο & 49ο ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ
75	2242	ΡΟΔΟΠΗΣ	51784	ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ	ΛΥΣΙΜΑΧΟΥ	ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
						45ο ΝΗΠΙΑΓ. ΠΕΡΙΤΕΡΙΟΥ

Η χάραξη των δέντρων και η όδευση του αγωγού από την αριστερή ή δεξιά πλευρά του δρόμου λήφθηκαν υπ' όψιν:

- τα τοπολογικά δεδομένα του τομέα,
- τα φυσικά χαρακτηριστικά του τομέα, και
- η ύπαρξη πλατειών, πάρκων και παιδικών χαρών.

Από την επιτόπια έρευνα προέκυψε η συνολική κατανάλωση του Λειτουργικού Τομέα, καθώς επίσης και η κατανάλωση που αντιστοιχεί σε κάθε κωδικό (ID) δρόμου.

Όσον αφορά στη χάραξη των δέντρων καλύφθηκε το σύνολο των δρόμων του τομέα ακόμα και τα ID δρόμων που παρουσιάζουν μηδενικές καταναλώσεις, ώστε να καλυφθούν μελλοντικές ανάγκες της περιοχής αυτής.

Το κάθε δέντρο διαστασιολογείται, έτσι ώστε το σύνολο των παροχών των κλάδων του μην υπερβαίνει τα όρια κατανάλωσης που αναφέρονται στη παράγραφο **2.3.: Συνθήκες σχεδιασμού Δένδρων**³, παρουσιάζονται για το κάθε δένδρο αναλυτικοί υπολογισμοί, στους οποίους φαίνονται οι καταναλώσεις και τα μήκη των επί μέρους κλάδων του, όπως προκύπτουν από την επεξεργασία των στοιχείων της έρευνας αγοράς. Επιπρόσθετα εξάγεται και ο μέσος συντελεστής φόρτισης του κάθε δέντρου ο οποίος υπολογίζεται από το συνολικό φορτίο του ανοιγμένο στο συνολικό μήκος του.

Για την εξυπηρέτηση του Τομέα Λειτουργίας, η μελέτη προβλέπει την κατασκευή εκατό εικοσιπενσάρων (124) συνολικά δένδρων με ονομαστική διάμετρο OD= 63 για μικρούς καταναλωτές και για B2B πελάτες .

Τα κατασκευασμένα δέντρα του Τομέα εικοσιένα (21) σε αριθμό αποτελούνται από αγωγό PEØ63 μήκους 18.756,68 m εκ των οποίων τα πέντε (5) έχουν ολοκληρωθεί, ενώ στα τρία (3) έχει κατασκευαστεί τμήμα του συνολικού δένδρου.

³ i) Η μέγιστη παροχή Δένδρου διαμέτρου Φ63 είναι τα 495 Nm³/h, διαμέτρου Φ90 είναι τα 1.000 Nm³/h και διαμέτρου Φ125 είναι τα 1.960 Nm³/h. Η τιμή αυτή προκύπτει θεωρώντας την πίεση εισόδου ενός δέντρου 1.7 barg, τη θερμοκρασία 0 °C, ενώ η ταχύτητα στην είσοδο του να έχει φτάσει στην οριακή τιμή των 25 m/s.

ii) Το μέγιστο μήκος του κάθε δέντρου για Φ63 ανέρχεται περίπου στα 2.000 m, όπως προκύπτει από την "ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ".

iii) Κατά τον σχεδιασμό των δένδρων απαιτείται οι μεγάλοι βιομηχανικοί και εμπορικοί καταναλωτές να καλύπτονται κατά 100%.

Η όδευση του βρόχου και των δένδρων του τομέα παρουσιάζεται στο σχέδιο:

Το μήκος των δένδρων κυμαίνεται μεταξύ των 100-2.000 m περίπου, Αυτό οφείλεται στην διαφορετικότητα της πυκνότητας των καταναλώσεων που εμφανίζει ο τομέας καθώς και στην γεωμετρία του χώρου.

11. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1. Μεθοδολογία της επιτόπιας έρευνας

Για την καταγραφή των οικιακών και εμπορικών καταναλωτών πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα στο λειτουργικό τομέα 01, που βρίσκεται εντός των ορίων του Δήμου Αγίου Ιεροθεου, Περιστερίου και Κηπούπολης.

Για την πραγματοποίηση της επιτόπιας έρευνας δόθηκε σε κάθε απογραφέα:

- χάρτης του λειτουργικού τομέα 01, και
- φύλλα καταγραφής επιπέδου τμήματος οδού από γωνία σε γωνία με συγκεκριμένο κωδικό (ID).

Ο απογραφέας κατέγραψε για κάθε οίκημα:

- τη φύση του εν δυνάμει καταναλωτή (οικιακός, εμπορικός, δημόσιος, κλπ),
- τον τύπο των οικιακών καταναλωτών (μονοκατοικία ή πολυκατοικία),
- την κατηγορία των εμπορικών καταναλωτών,
- τον αριθμό των ορόφων και των διαμερισμάτων, όπως επίσης και τις αντίστοιχες εμπορικές χρήσεις, βάσει της υπάρχουσας πινακοποιημένης κατηγοριοποίησης της ΕΠΑ Αττικής.
- τις οποιοσδήποτε ιδιαιτερότητες των υπό μελέτη οδών και των δρόμων (π.χ. δρόμος με νησίδα, πεζόδρομος, δρόμος βαριάς κυκλοφορίας, δρόμος μονής ή διπλής κατεύθυνσης),
- το πλάτος της εν λόγω οδού ή του δρόμου, και
- η προτεινόμενη θέση της εγκατάστασης του σωλήνα κατά μήκος της οδού / του δρόμου.

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση της επί τόπου αποτύπωσης / έρευνας και καταγραφής των εν δυνάμει καταναλωτών Φυσικού Αερίου (Λειτουργικός Τομέας 01), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα, όσον αφορά στην ύπαρξη δρόμων:

- με μεγάλη κίνηση κυκλοφορίας,
- με κίνηση λεωφορείων,
- με εμπορικά καταστήματα,
- πεζόδρομων (Πίνακας 5.2. του Παραρτήματος).

Τα περισσότερα εμπορικά καταστήματα εντοπίζονται στη Τζών Κέννεντυ, στην Λεωφορος Αθηνών, στην Εθνικής Αντιστάσεως , και στην Αγίου Βασιλείου.

Υπάρχουν, επίσης δρόμοι διπλής κατεύθυνσης, στο τμήμα των οποίων θα πρέπει να υπάρξει διπλός αγωγός είτε εξαιτίας του μεγάλου πλάτους του, είτε της νησίδας που παρεμβάλλεται μεταξύ των δρόμου. Οι δρόμοι αυτοί είναι η Παράσχου Αχιλλεα και η Τζων Κέννεντυ.

Η κίνηση οχημάτων και λεωφορείων είναι ιδιαίτερα έντονη στη Λεωφ Αθηνών και στην Τζων Κέννεντυ.Ολα αυτά πρέπει να σημειώθουν και να λυφθουν υπόψην για να είναι επιτυχημενη η μελέτη και η εφαρμογή της να έχει το 100% της κάλυψης που επιθυμούμε.Επίσης είναι μια σειρά διαδικασιών όπου συμμετέχουν αρκετοί άνθρωποι και διαφορετικά τμήματα για να συλλέξουν τις πληροφορίες και να τις δώσουν στο τμήμα μελέτης και έρευνας. Επειτα από αυτο ξεκινάει η διαδικασία μελέτης η οποία δεν περιορίζεται στον υπολογιστη αλλά πάντα θα χρειαστεί να βγείς στον δρόμο και να τσεκάρεις τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι σταθμοί για το αν πληρούν προϋποθέσεις τοποθέτησης όπως είναι οι διαστάσεις του σταθμού αλλά και το σημείο να μην δέχεται πιέσεις από εξωτερικούς παράγοντες. Προτιμούνται σημεία ανοιχτά όπως πλατείες και πεζόδρομοι

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Densham P.J** "Spatial Decision Support Systems" In: Maguire MJ et al (eds) geographical Information System: Principles and Applications London. Longman. 1991, pp 403-12
- **Ding Y and Fortheringham A.S**: The Intergration of Spatial Analysis and GIS Working Paper NVGIA, Department of Geography, Buffalo: State University of New York, 1991
- **Fisher F.P.**: Spatial Data Source and Data Problems in Maguire M J et al (eds) Geographical Information System:Principles and Applications London: Longhan, 1991 pp 175-89
- **German S.**: Geographical Information Technology As a Planning Tool, Third Joint European conference on GIS, Proceeding Vienna 1997, pp708-717
- **Goodchild M.F.**:"The Technological Setting of GIS" In Maguire M J et al (eds) Geographical Information Systems: Principles and Applications London: Longhan, 1991 pp 45_54 Voll
- **Kethis E.**: Spatial Autocorrelation Statistics in Arc/Info. North West Regional Research Laboratory, Lancaster, Research Report 16,1990
- **Kuhn S.T**: The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press,1962
- **Maguire D.J.** An Overview nad Definition of Gis. In Maguire M.J et al (ads) Geographic Information Systems: Principles nad Applications, London: Longman 1991,pp 9-22 voll
- **Openshaw S** "Developing Appropriate Spatial Analysis Methods for GIS" In Maguire M J et al (eds) Geographical Information Systems: Principles nad Applications London: Longhan 1991 pp 389-402 voll
- **Openshaw S.** "Towards a spatial Analysis Research strategy for the regional Research Laboratory Initiative." In Masser J Blakemore M.J (eds) Geographical Information Management: Methology and Application London, Longman 1990 pp28_57
- www.chemeng.ntua.gr

14. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 :ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ LT_01

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ		Area factor LT01: 79,43/125 m ² =	Ειδική κατανάλωση (Nm ³ /h)	Βαθμός δειξίωσης	Συντελεστής ταυτοχρονισμού	Κατανάλωση (Nm ³ /h)	Κατηγορίες κατανάλωσης
ΟΙΚΙΑΚΟ	M & ΖΝ		0,20	0,30	0,22	0,01	
	Θ	0,64	0,94	0,60	0,80	0,29	
ΕΙΔΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	Κλιμακή	30,00	0,80	0,80	19,20	K1
		Σχολείο	30,00	0,80	0,60	14,40	K2
		Ναός	15,00	0,80	0,80	9,60	K3
		Μεγάλα κτίρια	30,00	0,80	0,60	14,40	K4
		Λοιπά κτίρια	20,00	0,50	0,60	6,00	K5
ΕΜΠΟΡΙΚΟ	ΣΗΜΕΙΑΚΟ	Αρτοποιείο	9,50	1,00	0,50	4,75	K6
		Καβαριαστήριο	1,20	1,00	0,50	0,60	K7
		Εστιατόριο	5,00	1,00	0,80	4,00	K8
		Καφεείο	3,60	0,80	0,80	2,30	K9
		Εργαστήριο	5,80	1,00	0,80	4,64	K10
		ΔΙΑΣΠΑΡΤΟ	0,60	0,50	0,80	0,24	K11
		ΜΕΓΑΛΟ	Επίωμο 1			1,00	0,80
	Επίωμο 2				1,00	0,80	
Επίωμο 3				1,00	0,80		

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2. : ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΙ LT 01

A/A	USERID	ΟΔΟΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ
1	60914	ΑΓ.	ΠΑΛΛΑΔΟΣ	ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΟΣ
2	515942	ΑΛΦΕΙΟΥ	ΦΙΛΟΣΤΡΑΤΟΥ	ΝΑΟΥΣΗΣ
3	50366	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	-	-
4	49862	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	-	ΚΕΔΡΩΝ
5	58417	ΑΝΩΝΥΜΟΣ	ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ	ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ
6	515895	ΑΝΩΝΥΜΟΣ		
7	54984	ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ	ΔΑΜΑΣΚΗΝΕΑΣ	-
8	54926	ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ	ΚΙΜΩΝΟΣ	ΕΥΡΥΛΟΧΟΥ
9	54955	ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ	ΠΕΛΑΣΓΩΝ	ΚΙΜΩΝΟΣ
10	54723	ΓΕΡΑΝΙΟΥ	ΕΡΜΙΟΝΙΔΩΝ	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
11	54197	ΕΡΜΙΟΝΙΔΩΝ	ΗΣΙΟΔΟΥ	ΡΟΔΟΠΗΣ
12	525651	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	-	ΡΑΛΛΗ
13	525652	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	-	ΡΑΛΛΗ
14	56483	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΚΟΤΖΙΑ	ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
15	525649	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΚΟΤΖΙΑ	ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
16	525648	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	ΚΟΡΑΗ
17	56387	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	ΚΟΡΑΗ
18	56558	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΡΑΛΛΗ	ΚΟΤΖΙΑ
19	525650	ΠΑΡΑΣΧΟΥ ΑΧ.	ΡΑΛΛΗ	ΚΟΤΖΙΑ
20	52192	ΤΕΛΑΜΩΝΟΣ	ΑΒΙΑΣ	ΑΝΩΝΥΜΟΣ
21	59849	ΦΡΙΞΟΥ	ΠΕΛΑΣΓΙΑΣ	ΠΑΤΡΩΝ

15. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3. :Συγκεντρωτικός πίνακας καταναλωτών

Peak Demand (Nm ³ /h) (1) + (2)	ID ΔΡΟΜΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΟΔΟΥ
1,15	61044	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
0,00	62132	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
5,50	61309	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
13,51	515856	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
0,00	61575	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
0,00	516116	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
0,86	514295	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
1,73	515855	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
1,73	60747	28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
1,73	64599	ΑΒΕΡΩΦ
2,59	64952	ΑΒΕΡΩΦ
0,00	64807	ΑΒΕΡΩΦ
1,97	64797	ΑΒΕΡΩΦ
0,00	64401	ΑΒΕΡΩΦ
1,15	64687	ΑΒΕΡΩΦ
3,46	64891	ΑΒΕΡΩΦ
2,59	65212	ΑΒΕΡΩΦ
0,00	65451	ΑΒΕΡΩΦ
4,85	65372	ΑΒΕΡΩΦ
1,73	65422	ΑΒΕΡΩΦ
3,70	65090	ΑΒΕΡΩΦ
0,58	64512	ΑΒΕΡΩΦ
0,00	52343	ΑΒΙΑΣ
3,36	61865	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
3,41	61739	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
6,33	515849	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
3,74	61231	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
7,68	61968	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
1,73	61463	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
20,54	62076	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
2,88	61556	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
0,00	62268	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
3,46	61634	ΑΓ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΣ
0,29	6286	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
6,58	515853	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
10,94	6173	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
19,78	515935	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
37,43	363983	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
2,78	5790	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,58	6078	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
6,53	5950	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
7,29	5857	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ

3,98	5546	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
1,15	516128	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
1,15	5519	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
5,86	6149	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
10,83	5678	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	5772	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	5631	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
17,18	6345	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	6540	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,89	6238	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
3,46	6198	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,58	53362	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
12,45	5997	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	515881	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
3,12	5571	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
12,93	5868	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	6363	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	6366	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
13,55	5735	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	54464	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
8,22	5761	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
3,74	5705	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
1,39	54319	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
5,09	5834	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
2,78	54359	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	5859	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
0,00	6051	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
4,46	5836	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
4,51	5771	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
4,27	5600	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
12,77	6119	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
7,92	5893	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
7,18	6261	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
2,54	5782	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
10,56	5922	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
7,87	61864	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
33,66	63556	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
6,77	63090	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
15,17	63856	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
7,39	62557	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
0,00	62729	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
3,46	61530	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
0,00	60756	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
4,27	62828	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
25,77	61330	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
10,61	62237	ΑΓ. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ
0,00	4791	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,00	4705	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,00	4764	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
3,70	5235	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,00	4617	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
1,15	4591	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ

0,00	516126	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
2,02	5156	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
1,68	4913	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
2,16	4564	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
9,70	4662	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,24	4828	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,82	4531	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
7,73	4921	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
3,41	5210	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
8,02	516118	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,58	4522	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
3,98	4740	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
6,30	4854	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
14,78	4970	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
0,00	4883	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
23,86	5160	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
2,90	4695	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
1,10	5009	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ
9,74	56796	ΑΓ. ΕΙΡΗΝΗΣ
12,00	57025	ΑΓ. ΕΙΡΗΝΗΣ
18,67	57250	ΑΓ. ΕΙΡΗΝΗΣ
0,29	6299	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
6,51	6247	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
0,86	5999	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
3,70	5981	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
2,88	6121	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
1,63	6272	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
6,90	6169	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
0,58	5937	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
3,41	6022	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
30,82	5993	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
12,09	5952	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
2,26	6144	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
1,73	6048	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
1,73	6083	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
1,63	6315	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
2,02	6107	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
2,02	6222	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
7,47	6184	ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
11,41	5147	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
2,21	516134	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
1,06	5425	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
9,06	51464	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
1,15	5353	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
7,66	5923	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
0,00	5393	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
0,00	5656	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
5,57	515934	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
7,79	5370	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
0,00	5476	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
9,31	5780	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
9,46	5525	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ

18,51	5590	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
0,00	5611	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ
0,00	5260	ΑΓ. ΙΕΡΟΘΕΟΥ