

# Μέθοδοι καί στρατηγική γιά τήν αντιμετώπισή της.

Ἡ συμμετοχή τῆς βιομηχανίας στό σύνολο τῆς ρυπάνσεως εἶναι πολύ δύσκολο νά προσδιοριστεῖ μέ ἀντικειμενικά κριτήρια, κυρίως στήν περίπτωση τῆς ἀτμοσφαιρική ρυπάνσεως. Στό ἄρθρο αὐτό δίνονται οἱ μέθοδοι πού χρησιμοποιοῦνται γιά τήν αντιμετώπιση τῆς ρυπάνσεως σέ μέσου μεγέθους βιομηχανίες, μέ στοιχεῖα τοῦ κόστους τῶν μονάδων καθαρισμοῦ καί ἡ στρατηγική πού πρέπει νά ἀκολουθήσει ἡ Διεύθυνση τῆς Βιομηχανίας γιά τήν αντιμετώπιση τῆς ρυπάνσεως. Τά στοιχεῖα τῶν δαπανῶν εἶναι ἐνδεικτικά, κατάλληλα μόνο γιά μιά πρώτη ἐκτίμηση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΩΝΣΤΑΣ Ε.Π.Ε.



## Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στό πέρασμα του μέσω τῶν αἰώνων, ὁ ἄνθρωπος ἔχει προκαλέσει μέ τήν χρησιμοποίηση - συχνά μέχρις ἐξαντλήσεως τους - τῶν ἀγαθῶν τῆς φύσεως, σοβαρές μεταβολές στήν γῆ καί τήν ἀτμόσφαιρά της. Μέχρι πρὶν λίγες δεκαετίες ἡ φύση μπορούσε συνήθως νά διατηρεῖ μιά ἰσορροπία, ἀπορροφώντας σάν ἕνας τεράστιος ὑποδοχέας, στά δάσχη, τήν θάλασσα καί τόν ἀέ-

ρα, τίς ἐπιπτώσεις τῶν ἀνθρώπινων δραστηριοτήτων. Ἡ ἀλματώδης ἀνάπτυξη τοῦ αἰῶνα μας, ἡ αὔξη καί ἡ συγκέντρωση τοῦ πληθυσμοῦ σέ μεγάλες πόλεις καί ἡ ἀπαίτηση γιά καλύτερη ζωὴ καί πιό ἐξελιγμένα προϊόντα, ἔφτασαν τήν κατάσταση πέρα ἀπό τά ὅρια πού μπορεί νά ἐξισορροπήσει μόνη της ἡ φύση. Καί ἐπειδὴ ἡ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος ἐκδηλώνεται κυρίως μέ τίς βιομηχανικές δραστηριότητες - ἀμεση ἢ ἔμμεσα (συγκοινωνίες, μεταφορές, ἐνέργεια, μενα-

λουπόλειες κ.λ.π.) - κατέληξε σήμερα νά θεωρεῖται σχεδόν συνώνυμη μέ τήν βιομηχανία.

## Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.

Εἶναι δύσκολο στόν περιορισμένο χώρο τοῦ ἄρθρου αὐτοῦ νά δοθεῖ μέ ἀριθμούς τό ποσοστό συμμετοχῆς τῆς βιομηχανίας στό σύνολο τῆς ρυπάνσεως. Ἐξ ἄλλου κάθε σχετικό κριτήριο θά εἶχε ἐντονα ὑποκειμενικό χαρακτήρα. Ἡ Βιομηχανία ρυπαίνει μέ τά στερεά, τά ὑγρά, τά ἀέ-

ρια ἀπόβλητα καί τίς ὁσμές, τόν θόρυβο ἢ ἀκόμη καί ὀπτικά, τραυματίζοντας τό τοπίο. Γιά μεγάλα βιομηχανικά συγκροτήματα καί ἐνεργειακούς σταθμούς ὑπάρχει καί ἡ θερμική ρύπανση ὅταν θερμά νερά, πού ἀποχύνονται, ἐπηρεάζουν τήν ζωὴ σέ κάποιο ποταμό, λίμνη ἢ κλειστό κόλπο. Τά στερεά ἀπόβλητα, ὁ θόρυβος καί ἡ θερμική ρύπανση ἀφοροῦν ἐξειδικευμένες περιπτώσεις καί δέν θά ἐπεκταθούμε σέ αὐτές. Θά περιοριστοῦμε στά ἀέρια καί τά ὑγρά ἀπόβλητα καί κυρίως στίς συνηθισμένες περιπτώσεις γιά μέσου μεγέθους βιομηχανίες.

## Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Ἡ ἀτμοσφαιρική ρύπανση εἶναι σήμερα στήν χώρα μας τό πρῶτο θέμα συζητήσεως λόγω τοῦ νέφους τῆς Ἀθήνας. Ὑπάρχουν πολλοί παράγοντες πού ἀφοροῦν τόν τομέα αὐτόν τῆς ρυπάνσεως, καί ξεφεύγουν ἀπό τά ὅρια ἢ τίς δυνατότητες μιάς βιομηχανίας, ὅπως:

— Ἡ διασπορά καί τό μικρό μέγεθος πολλῶν ἐστιῶν καύσεως (αὐτοκίνητα, κεντρικές θερμάνσεις) πού δύσκολα ἐλέγχονται.

— Τό εἶδος τοῦ καυσίμου πού καθορίζεται ἀπό τήν ἐνεργειακή πολιτική τῆς χώρας, ἡ ποιότητα τοῦ ἀργοῦ πού ἐξασφαλίζεται καί ἡ ποιότητα τῶν προϊόντων τῶν διύλιστριῶν.

— Ἡ πυκνότητα τῶν βιομηχανιῶν καί ἡ γειτνίασή τους μέ κατοικημένες περιοχές.

— Οἱ μετεωρολογικές συν-

θήκες πού ἐμποδίζουν τήν διασπορά τῶν ἀπαερίων καί ἔτσι δημιουργεῖται τό νέφος, ὅπως συμβαίνει στήν Ἀθήνα. Ἡ τεχνολογία ἀδυνατεῖ ἀκόμη καί σήμερα νά ἀντιμετωπίσει ἀποτελεσματικά τήν ρύπανση ἀπό πολύ μικρές ἐστίες ἢ καί ὀρισμένους ρυπαντές καί ἄλλες πηγές γιά ἄλλους. Π.χ. τά ὀξειδία τοῦ θείου ἀπό τήν καύση τοῦ μαζοῦτ τῶν βιομηχανιῶν πού καταστρέφουν τά μνημεῖα καί οἱ ὑδρογονάνθρακες πού δημιουργοῦν τό φωτοχημικό νέφος καί ὀφείλονται κυρίως στά αὐτοκίνητα καί τήν κυκλοφοριακή συμφόρηση. Νά λοιπόν γιατί ἡ ἀτμοσφαιρική ρύπανση εἶναι πολιτικό πρόβλημα καί χρειάζεται σφαιρική αντιμετώπιση μέ συνδυασμένα, μακροπρόθεσμα καί ρεαλιστικά χωροταξικά, ἀναπτυξιακά, ὀικονομικά, κοινωνικά κ.ἀ. προγράμματα.

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Ἡ συνηθέστερη περίπτωση γιά μιά μέση βιομηχανία εἶναι τά καυσαέρια τοῦ ἀτμολέβητα. Μόνο ἡ προσεκτικὴ ρύθμιση καί συντήρηση τοῦ καυστήρα, εἰ δυνατόν μέ ἀνάλυση τῶν ἀερίων, μπορεί νά περιορίσει αὐτήν τήν ρύπανση. Μία ἄλλη σχετικὴ ἀπλή περίπτωση εἶναι τά αἰωρούμενα σωματίδια, πού συγκρατοῦνται μέ μηχανικά μέσα σέ ποσοστό πάνω ἀπό 95%. Τέτοια μέσα μέ τό κόστος ἐγκατα-



Βιολογικός καθαρισμός ἀποβλήτων κονσερβοποιείου στό Βέρμιο Νάουσας. Ἀερισμός, καθίζηση. (ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΩΝΣΤΑΣ Ε.Π.Ε.)

στάσεως τους και λειτουργίας δίνονται στον Πίνακα 1. Η ψηλή καμινάδα πάλι διασπείρει τα αέρια και μειώνει την ενόχληση, αλλά βέβαια εφαρμόζεται μόνο σε περιοχές όπου υπάρχουν ελάχιστες βιομηχανίες.

Υπάρχουν τέλος και οι μεγάλες ή ειδικές βιομηχανίες όπως π.χ. τσιμέντων, χημικών, οξέων και λιπασμάτων, πετροχημικών, κωκερίες, διυλιστήρια και ενεργειακοί σταθμοί που αποβάλλουν τοξικά αερολύματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ακόμη και οι απλές έστιες καύσεως είναι τόσο μεγάλου μεγέθους ώστε τα αέρια τους χρειάζονται ειδική μεταχείριση. Οι εγκαταστάσεις καθαρισμού για τέτοιες βιομηχανίες είναι ιδιαίτερα περίπλοκες και συνήθως μελετώνται κατά περίπτωση.

### ΥΓΡΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η συλλογή, έλεγχος και κατά συνέπεια ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων είναι μάλλον εύκολότερος.

Θά αναφερθούμε σε βιομηχανίες με απόβλητα 300-2000 κυβ. μ. ημερησίως για τις οποίες ισχύουν οι δαπάνες που αναφέρουμε.

Οι συνηθέστεροι ρυπαντές στα υγρά απόβλητα είναι:

α) Αιωρούμενα στερεά (π.χ. κονσερβοποιεία, χαρτοποιείες, αλευρόμυλοι, σφαγεία).

β) Λιπαρές, ελαιώδεις ή επιπλέουσες ουσίες (π.χ. ελαιουργείες, γαλακτοκομεία, σφαγεία, βαφεία μαλλιού και βέβαια βιομηχανίες πετρελαιοειδών).

γ) Απλά (άποικοδομήσιμα) οργανικά που μετρώνται με βάση, το όξινο που χρειάζεται για να άποικοδομηθούν (BA4 ή CAD) και άφορου όλες τις παραπάνω βιομηχανίες καθώς και τα ύφαντουργεία, τις ζυθοποιείες και τις ποτοποιείες. Ιδιαίτερα αναφέρονται τα οινόπνευματοποιεία και οι κτηνοτροφικές μονάδες που έχουν 15 έως 20 φορές πιά βεβαρυμένα απόβλητα.

δ) Ειδικά τοξικά συστατικά, άνοργανα (π.χ. σίδηρος, οξέα, βάσεις, άμμωνία, βαρέα μέταλλα) και οργανικά (π.χ. φαινόλες, κυάνια, διαλύτες) από βιομηχανίες χρωμάτων, χημικών, πετροχημικών, λιπασμάτων, φαρμάκων, φυτοφαρμάκων, διυλιστήρια, κωκερίες, βυρσοδεψεία κ.λ.π. σε συνδυασμό με αιωρούμενα και διαλελυμένα οργανικά.

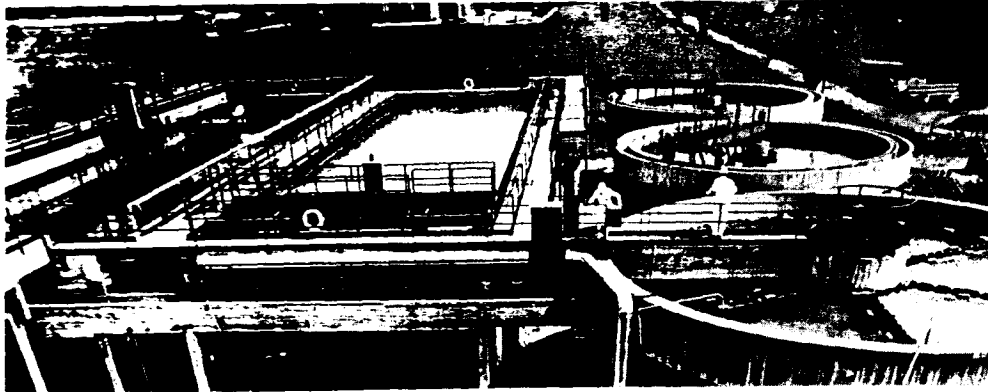
Ο πίνακας 2 δίνει τις μεθόδους και το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων για τις τρεις πρώτες κατηγορίες. Δέν έχουν υπολογιστεί καθόλου δαπάνες για μονάδες επεξεργασίας των ιλύων. Για τα μεγέθη που αναφέρουμε είναι απλούστερη και οικονομικότερη η διάθεση των ιλύων σε κλίνες ξηράσεως, έφ' όσον διατίθεται χώρος μέχρι 1 στρέμμα.

Επισημαίνεται ότι για την Αθήνα και την Θεσσαλονίκη, όταν κάποτε κατασκευαστούν οι κεντρικοί σταθμοί καθαρισμού των ακαθάρτων των πόλεων αυτών, προβλέπεται να ισχύουν για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα οι προδιαγραφές αποχύσεως σε ύπόνομο.

Τά ειδικά τοξικά συστατικά αντιμετώπιζονται με τριτοβάθμιας εγκαταστάσεις καθαρισμού, όπως φίλτρα άμμου, κροκίδωση, χημική οξείδωση, προσροφηση σε ενεργό άνθρακα, αντίστροφη όσμωση, κ.ά. σε συνδυασμό με πρωτοβάθμιο και δευτεροβάθμιο καθαρισμό.

Η μελέτη τέτοιων μονάδων προϋποθέτει πλήρη γνώση της χημικής συνθέσεως των αποβλήτων και της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ συχνά απαιτείται να γίνουν δοκιμές σε μικρή κλίμακα (PILOT PLANT).

Τό κόστος επεξεργασίας ποι-



Όλοκληρωμένη εγκατάσταση για βιολογικό καθαρισμό ειδικών απαιτήσεων

### Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

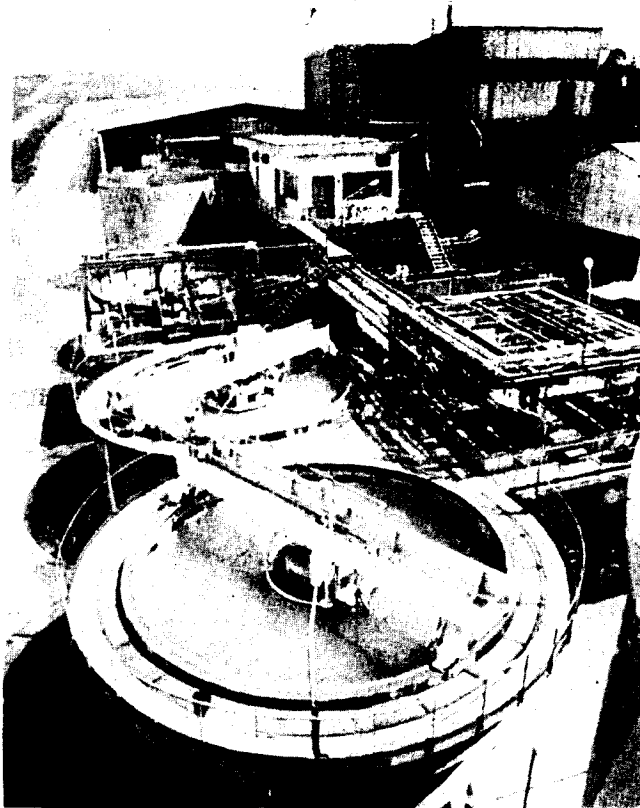
Ο υπεύθυνος (MANAGER) πρέπει να σταθμίσει τους έξοδα παράγοντες πριν πραγματοποιηθεί μία μονάδα για τον καθαρισμό των αποβλήτων μιας βιομηχανίας:

α) Η τεχνολογία της μονάδας αυτής συνήθως είναι έντελως διαφορετική από εκείνη της παραγωγής και άγνωστη στους τεχνικούς του εργοστασίου.

δ) Υπάρχει πάντα τό ένδεχόμενο να μεταβληθούν οι προδιαγραφές για τα καθαρισμένα απόβλητα και αυτό όπωσδήποτε θά είναι προς τό αυστηρότερο. Π.χ. σήμερα σε όλοκληρη την Εύρώπη έχουν καθιερώσει τά απόβλητα αλλά τίθεται πλέον θέμα διαθέσεως των ιλύων που προκύπτουν από τους καθαρισμούς αυτούς.

ε) Η νέα επένδυση θά γίνει, ευτυχώς, με κάποια απαλλαγή ή επιδότηση, κίνητρα που συχνά παρέχονται για να διευκολυνθεί ή εγκατάσταση τέτοιων μονάδων.

Για την τεχνολογική αντιμετώπιση του προβλήματος θά αποφασιστεί εάν τό έργο θά τό αναλάβουν οι τεχνικοί του εργοστασίου, έφ' όσον έχουν ή μπορούν να άποκτήσουν τις ειδικευμένες γνώσεις ή αν θά κληθεί κάποιος τεχνικός σύμβουλος. Υπάρχει και τό ένδεχόμενο αν ή νέα μονάδα δικαιολογεί τόση άπασχόληση, να οργανωθεί μία υπηρεσία, που θά παρακολουθεί άργότερα και την λειτουργία της μονάδας. Πάντως, παράλληλα με την πρόοδο του έργου πρέπει να βρεθεί έγκαιρα και να ένημερωθεί ό άρμόδιος για την νέα μονάδα.



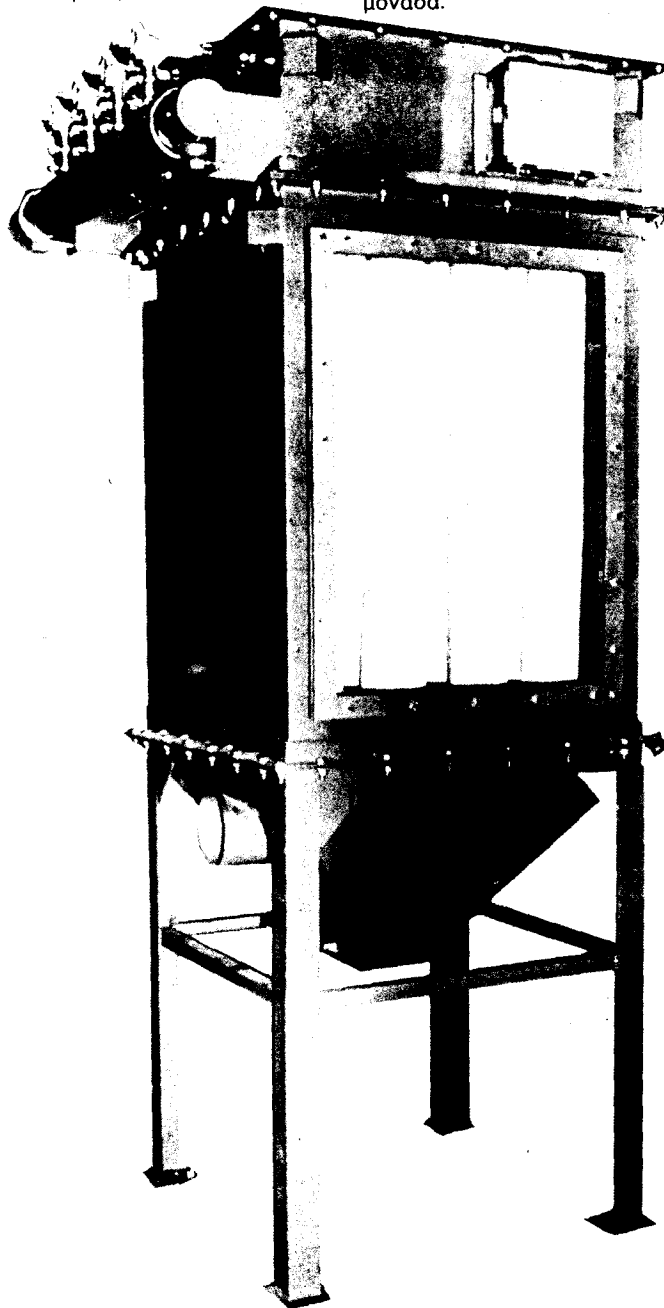
Σταθμός επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων των ΧΗΜΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ.

κίλει αλλά συνήθως είναι πολύ ψηλότερο, λόγω των χημικών και του ειδικευμένου προσωπικού. Τά καθαρισμένα νερά είναι άρκετά καθαρά και μερικές φορές συμφέρει μέχρι και ή άνακυκλοφορία τους στην παραγωγή.

Τέλος σε τέτοιες μονάδες παρουσιάζεται έντονότερα τό πρόβλημα της διαθέσεως των ιλύων, που συχνά περιέχουν τοξικά συστατικά σε μεγάλη περιεκτικότητα.

β) Ο προορισμός μιας τέτοιας μονάδας είναι ξένος με την μέχρι την ώρα αυτή προσφιλή του νοοτροπία της καλής λειτουργίας για αύξηση της παραγωγής. Έδω ισχύει ή σωστή λειτουργία για λιγότερες ζημιές.

γ) Τά χρονικά όρια και οι απαιτούμενες αποδόσεις επιβάλλονται από τρίτους, τις Άρχες και τους Νόμους, τους όποιους και πρέπει να ικανοποιήσει ή νέα μονάδα. Και αν αυτή ή μονάδα δέν λειτουργεί καλά θά σταματά ή παραγωγή.



Σακκόφίλτρο ύψηλης απόδοσης στην

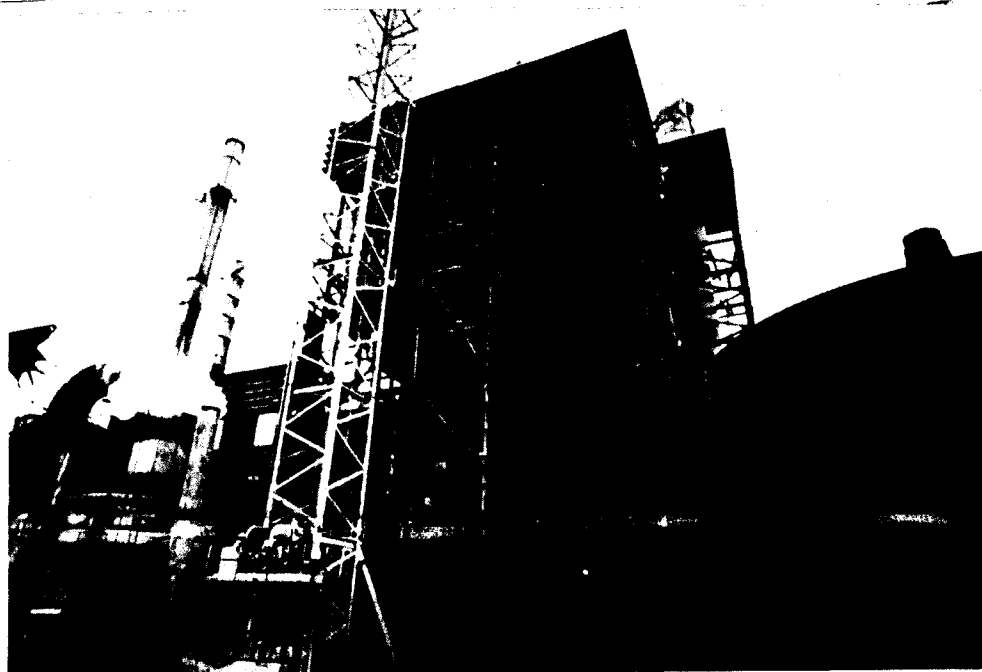
## Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ

Η προσφορά του Τεχνικού Συμβούλου είναι διαφορετική εκείνης ενός κατασκευαστικού οίκου.

Ο τεχνικός σύμβουλος θα συμβάλει όπωσδήποτε περισσότερο να βρεθεί ή καταλληλότερη και φθηνότερη λύση στο πρόβλημα. Γι' αυτό πρέπει να έχει πείρα σε παρόμοια έργα αλλά και γενικότερα σε βιομηχανικές μελέτες. Συχνά συμβαίνει με μετατροπές στην παραγωγική διαδικασία ή διαχωρισμό

αυτικού φορτίου. Άλλοτε και μπορεί με ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων νερών ή με αξιοποίηση των παραπροϊόντων της μονάδας να αντισταθμιστούν σημαντικά οι δαπάνες λειτουργίας της.

Ο τεχνικός σύμβουλος πρέπει να έχει την δυνατότητα να δει σφαιρικά το σύστημα παραγωγή/δημιουργία/καθαρισμός αποβλήτων και να προτείνει, όπου είναι δυνατό, αυτές τις μετατροπές.



Ρύπανση από βιομηχανική μονάδα. Το νέφος ήταν τό αποτέλεσμα στην περιοχή της πρωτεύουσας με όλες τις επιπτώσεις του.

## Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Για την πραγματοποίηση του έργου υπάρχουν δύο διαδικασίες:

α) Η ανάθεση του έργου «μέτο κλειδί στο χέρι» σε ένα ανάδοχο που θα είναι υπεύθυνος για τον προσδιορισμό του ρυπαντικού φορτίου και για την καλή απόδοση της μονάδας που θα προτείνει και εγκαταστήσει.

β) Η σταδιακή πραγματοποίηση σε δύο φάσεις. Με την πρώτη θα καθορισθεί το ρυπαντικό φορτίο (ποσότητα, πηγές, αιχμές) και η μέθοδος επεξεργασίας, αφού διερευνηθούν οι απαραίτητες βελτιώσεις που θα μειώσουν το φορτίο αυτό. Στο στάδιο αυτό σημαντική θα είναι η συμβολή του τεχνικού συμβούλου. Ακολουθώντας, η εγκατάσταση μπορεί να γίνει με βάση πιο συγκεκριμένα στοιχεία από ένα ανάδοχο/κατασκευαστή.

Είναι προφανές ότι η δεύτερη διαδικασία μπορεί να αποβεί σημαντικά φθηνότερη, αφού, πέρα από την ενδεχόμενη μείωση του ρυπαντικού φορτίου, θα μειωθεί και το ρίσκο που θα συμπεριλάβει στην προσφορά του ο κατασκευαστής.

Με την δεύτερη διαδικασία μπορεί επίσης να προβλεφθεί κατ' αρχή ένας ελάχιστος εξοπλισμός που θα τεθεί σε λειτουργία και με την πείρα που θα απαιτηθεί να γίνουν οι απαραίτητες προσθήκες και βελτιώσεις. Ανάλογα θα αντιμετωπιστεί τό θέμα όταν προβλέπεται ότι οι προδιαγραφές θα γίνουν κάποια μέρα αυστηρότερες.

### ΠΙΝΑΚΑΣ — 1 —

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΕΩΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΑΠΟ ΑΠΑΕΡΙΑ		
Μηχάνημα	Κόστος Έγκατεστημένο Δρχ./ώραίο κυβ. μέτρ.	Δαπάνες Λειτουργίας Δρχ./κυβ. μέτρ.
Σακκόφιλτρα	80-120	1,5-6
Ήλεκτροστατικά φίλτρα	100-150*	0,7-2,5
Κυκλώνες	8-15	0,4-2,0
Πύργοι πλύσεως	30-70	1,5-4,5

\* Για εγκαταστάσεις δυναμικότητας πάνω από 100.000 κυβ. μ. ωριαίως

### ΠΙΝΑΚΑΣ — 2 —

#### ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ρυπαντής	Καθαρισμός	Κόστος πλήρων εγκαταστάσεων Δρχ./ήμερ. m <sup>3</sup>	Δαπάνες λειτουργίας* Δρχ./m <sup>3</sup>	Κατάλληλα για απόχωση εις:	Παρατηρήσεις
Αιωρούμενα Στερεά	Πρωτοβάθμιος Κόσκινα Καθίζηση Κροκιδωση	2.500-5.000	3-6	Υπόνομο (Συνήθως απαιτείται και μέχρι 50% βιομηχανικός καθαρισμός)	Διπλάσιο κόστος για χρήση κροκιδωτικών
Λιπαρά/Ελαιώδη	Λιποπαγίδα Έπιπλευση				
Όργανικά Αποικοδομήσιμα (BOD)	Δευτεροβάθμιος Αερόβιος Βιολογικός Καθαρισμός	15.000-25.000	12-16	Ποταμός, Λίμνη, Θάλασσα	Ένεργός Ίλυσ, Βιολογικά Φίλτρα ή Δίσκοι
Οίνεπνευματοποιεία Κτηνοτροφικές Μονάδες	Σύνθετος αερόβιος / ή αναερόβιος βιολογικός καθαρισμός	250.000-500.000 με επεξεργασία ίλυσ	Κυμαίνεται εάν ανακτηθεί ή όχι καύσιμο αέριο		Μέθοδοι όχι εύρεως δοκιμασμένες

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σήμερα που η κατάσταση έφτασε πιά σε επικίνδυνα επίπεδα ομαδικό θάνατο από «χάλκωση» στην Ιαπωνία, στην χώρα μας δε γιατί διαβάζαμε για τό «νέφος» του Λός Άντζελες και του Λονδίνου ήδη από τό 1950, χωρίς να γίνεται καμμία πρόβλεψη για την Άθήνα.

Δυστυχώς πολλές φορές γίνεται ο αγώνας αυτός ανεύθυνα, χωρίς σωστή ενημέρωση των πολιτών. Άλλοτε πάλι γίνεται εκμετάλλευση του θέματος για καθαρά προσωπικά συμφέροντα.

Η συμβολή του Κράτους, της Αυτοδιοίκησης, των Έπιστημονικών Φορέων και της Βιομηχανίας στον τομέα αυτό και ή από κοινού ανάλυση και ρεαλιστική αντιμετώπιση του θέματος είναι ο μόνος τρόπος για να αποφευχθούν πιά δυσάρεστες επιπτώσεις.