

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ Ο-ΡΥΠΑΙΝΩΝ-ΠΛΗΡΩΝΕΙ**

Στράτος Αραμπατζής, Περιβαλλοντολόγος, Π.Π. Γερμανού 30, 54622 Θεσσαλονίκη,
email:stratos@freemail.gr

Βασίλης Μάνος, Καθηγητής, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, Αριστοτέλειο
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54006 Θεσσαλονίκη, email:manosb@agro.auth.gr

1	Η αρχή ο-ρυπαίνων-πληρώνει	1
1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Βασικές έννοιες	1
1.2.1	Υπολογισμός του αποδοτικότερου μεγέθους της ρύπανσης	3
1.2.2	Υπολογισμός περιβαλλοντικού κόστους	4
1.2.3	Τεχνικές αποτίμησης της ρύπανσης	4
1.3	Βήματα εφαρμογής	5
1.4	Προϋποθέσεις εφαρμογής	5
1.5	Αποτελέσματα εφαρμογής	6
2	Case study: Υδάτινοι πόροι	7
2.1	Το πρόβλημα	7
2.1.1	Στερεά	7
2.1.2	Απαιτούμενο οξυγόνο	8
2.2	Η λύση: η αρχή ο-ρυπαίνων-πληρώνει	9
2.2.1	Προσδιορισμός και καταμέτρηση ρυπαντικών δραστηριοτήτων	10
2.2.2	Υπολογισμός κόστους της ρύπανσης	13
2.2.3	Εφαρμογή της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει	13

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1 Η αρχή ο-ρυπαίνων-πληρώνει

1.1 Εισαγωγή

Η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελεί για την εποχή μας ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα παγκοσμίων διαστάσεων. Συνυφαίνεται άρρηκτα με τα προβλήματα αλλά και τις επιλογές και προτεραιότητες της ανάπτυξης και συνιστά μία σοβαρή πρόκληση προς τις σύγχρονες κοινωνίες. Το πρόβλημα της ρύπανσης είναι ιδιαίτερα οξύ σε περιοχές όπου υπήρχε έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού και συγκεκριμένου και αυστηρού νομικού πλαισίου για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η παρούσα εισήγηση έχει αντικείμενο την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», σαν μέτρο αντιμετώπισης του προβλήματος της ρύπανσης. Παρουσιάζει τις βασικές έννοιες της αρχής, αναλύει τα βήματα και τις προϋποθέσεις που απαιτούνται για τη σωστή εφαρμογή της, και παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής της. Μέσω ενός case study παρουσιάζεται η μεθοδολογία εφαρμογής της αρχής για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ρύπανσης των υδάτινων πόρων.

1.2 Βασικές έννοιες

Η αρχή ο ρυπαίνων-πληρώνει έχει αναγνωριστεί από το 1990 σαν μια γενική αρχή του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου (11). Η αρχή δεν έχει σαν σκοπό να τιμωρήσει τον ρυπαντή, αλλά να θέσει τις απαραίτητες οικονομικές συνθήκες έτσι ώστε να

εσωτερικοποιηθούν όλα τα περιβαλλοντικά (εξωτερικά) κόστη στη λειτουργία των επιχειρήσεων (1,8). Με αυτό τον τρόπο το κόστος παραγωγής αντικατοπτρίζει το πραγματικό κόστος του παραγόμενου προϊόντος, και επιτυγχάνεται η βέλτιστη και αειφόρος ανάπτυξη.

Έτσι ο στόχος της αρχής ο-ρυπαίνων-πληρώνει είναι ο ρυπαντής να πληρώνει το κόστος:

- Ελέγχου και αποφυγής της ρύπανσης
- Περιβαλλοντικής υποβάθμισης
- Καθαρισμού τυχαίων περιστατικών ρύπανσης
- Διοικητικής εφαρμογής της αρχής

Μιλώντας με οικονομικούς όρους, η αρχή ο-ρυπαίνων-πληρώνει έχει σαν στοχο την ενσωμάτωση (internalization) όλων των εξωτερικών επιδράσεων (externalities) που σχετίζονται με μια οικονομική δραστηριότητα και με την εκπομπή ρύπων από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα (2, 9, 10, 12).

Η εφαρμογή της αρχής βάζει τέλος στη σπατάλη φυσικών πόρων και σταματάει την χωρίς κόστος χρήση του περιβάλλοντος σαν αποδέκτη ρύπανσης. Επίσης η σωστή και πλήρης εφαρμογή της αρχής οδηγεί στην αποτελεσματικότερη και δικαιότερη λειτουργία της αγοράς, και εξαφανίζει τις συνθήκες αθέμιτου ανταγωνισμού που επικρατούν στις περιοχές όπου οικονομικές δραστηριότητες δεν πληρώνουν το κόστος της περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προκαλούν.

Στα πλαίσια εφαρμογής της αρχής, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε στις 24 Ιανουαρίου 2002 πρόταση οδηγίας για την περιβαλλοντική ευθύνη που στοχεύει στην πρόληψη των περιβαλλοντικών ζημιών στις χώρες μέλη της ΕΕ. Η οδηγία καλύπτει τη ρύπανση των υδάτων, τη ζημία στη βιοποικιλότητα και τη ρύπανση των εδαφών. Η Επίτροπος για το περιβάλλον, Μάργκοτ Βάλστρομ, δήλωσε: "Η ιδέα ότι ο ρυπαίνων πληρώνει αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της ΕΕ. Με τη σημερινή πρόταση, η Επιτροπή στέλνει ένα σαφές μήνυμα: έχει φθάσει η στιγμή να τεθεί σε εφαρμογή η αρχή 'ο ρυπαίνων πληρώνει'" (πηγή www.flash.gr).

Σημαντικό όμως στην εφαρμογή της αρχής είναι να γίνει διάκριση μεταξύ αποδοτικού σχήματος χρέωσης και αποδοτικού μεγέθους της ρύπανσης. (efficient allocation of pollution rights VS efficient level of pollution).

Η εύρεση του αποδοτικότερου σχήματος χρέωσης (efficient allocation of pollution rights) δεν απαιτεί κοστολόγηση της ρύπανσης, ενώ η εύρεση του αποδοτικότερου μεγέθους της ρύπανσης (efficient level of pollution) απαιτεί πλήρη κοστολόγηση της ρύπανσης, έτσι ώστε η χρέωση που θα επιβληθεί να αντικατοπτρίζει την σκιώδη τιμή της ρύπανσης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (5, 10, 12).

Παρακάτω θα αναφερθούμε αρχικά στη διαδικασία υπολογισμού του αποδοτικότερου μεγέθους της ρύπανσης, και στη συνέχεια θα αναφερθούμε στον υπολογισμό του αποδοτικότερου σχήματος χρέωσης. Η σωστή και πλήρης εφαρμογή της αρχής ο-ρυπαίνων-πληρώνει απαιτεί τον υπολογισμό του αποδοτικότερου μεγέθους της

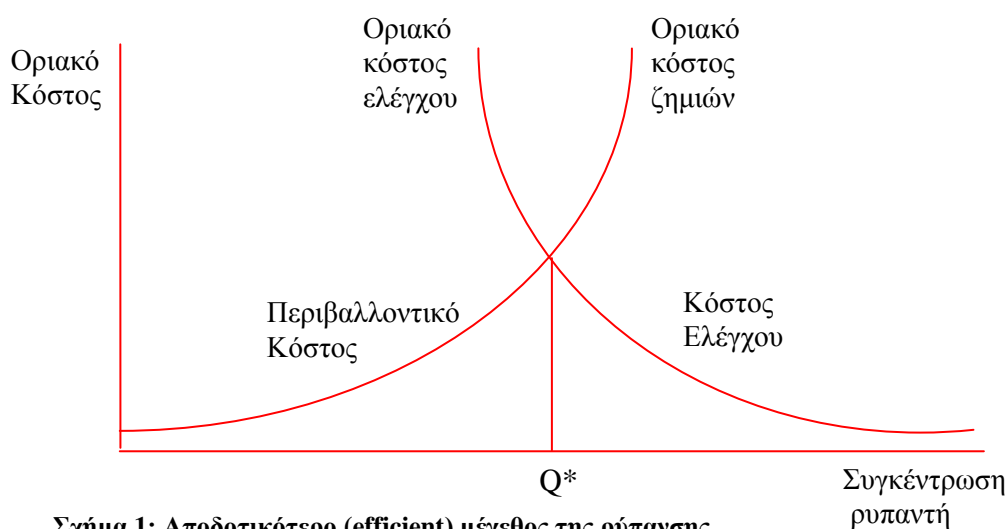
ρύπανσης. Μόνο έτσι μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη (και κατά συνέπεια αειφόρος) ανάπτυξη.

1.2.1 Υπολογισμός του αποδοτικότερου μεγέθους της ρύπανσης

Ο στόχος της αρχής ο-ρυπαίνων-πληρώνει είναι ο ρυπαντής να πληρώνει το πλήρες κόστος ελέγχου και περιορισμού της ρύπανσης, αλλά και το πλήρες κόστος περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προέρχεται από τη δραστηριότητα του, καθώς επίσης και το διαχειριστικό και διοικητικό κόστος εφαρμογής της αρχής (που όμως είναι μικρό σε σχέση με τα υπόλοιπα και μπορεί να αφηθεί εκτός συζήτησης προς το παρόν). Το κόστος ελέγχου το πληρώνει άμεσα μέσω της λειτουργίας μονάδας βιολογικού καθαρισμού ή άλλης επεξεργασίας των αποβλήτων του. Το περιβαλλοντικό κόστος θα πρέπει να το πληρώνει έμμεσα μέσω επιβολής χρέωσης αντίστοιχης του συγκεκριμένου κόστους.

Έτσι λοιπόν, αναγκαιότητα ενός αποδοτικού συστήματος εφαρμογής της αρχής είναι να υπολογιστεί το κόστος περιβαλλοντικής υποβάθμισης της περιοχής (το περιβαλλοντικό κόστος), το οποίο και θα πρέπει να πληρώνει η πηγή, και ανάλογα με το μέγεθος του κόστους και της υποβάθμισης, να καθοριστεί η χρέωση. Ο υπολογισμός της χρέωσης γίνεται μέσω μιας οικονομικής αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η παρουσία του ρυπαντή στον αποδέκτη. Σε περίπτωση που το κόστος αυτής της περιβαλλοντικής υποβάθμισης δεν είναι σημαντικό, η πηγή μπορεί να μη διαλέξει να εγκαταστήσει ή να λειτουργήσει αντιρρυπαντικές τεχνολογίες, αλλά να συνεχίσει να ρυπαίνει. Σε περίπτωση που το κόστος είναι μεγάλο, και η χρέωση αντίστοιχα μεγάλη, η πηγή θα επιλέξει να λειτουργεί αντιρρυπαντικές τεχνολογίες (πχ. βιολογικό καθαρισμό). Σε κάθε περίπτωση το αποτέλεσμα θα είναι το αποδοτικότερο (efficient) μέγεθος της ρύπανσης και η συγκέντρωση ρυπαντή στον αποδέκτη που θα έχει το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος για την περιοχή. Συγκεκριμένα θα υπάρχει η εξής κατάσταση (5, 7, 10):

(οριακό κόστος ελέγχου = οριακό κόστος ρύπανσης => efficient allocation of pollution => Q^* συγκέντρωση ρύπων στο σημείο R)



Σχήμα 1: Αποδοτικότερο (efficient) μέγεθος της ρύπανσης

Για να υπολογιστεί το οριακό κόστος της ρύπανσης (το οριακό κόστος ζημιών όπως αναφέρεται στο Σχήμα 1) απαιτείται πλήρης γνώση των χρήσεων του φυσικού πόρου που ρυπαίνεται, και οικονομική μελέτη των χρήσεων αυτών, σε σύγκριση με ανάλογα στοιχεία από χρήσεις με διαφορετικές συγκεντρώσεις ρυπαντή. Η οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (από τη στιγμή που υπάρχει μια πλήρης εικόνα των χρήσεων του φυσικού πόρου) μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνικές αποτίμησης της ρύπανσης οι οποίες αναφέρονται παρακάτω, και οι οποίες έχουν βρει εφαρμογή στη διεθνή πρακτική.

1.2.2 Υπολογισμός περιβαλλοντικού κόστους

Για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους μιας δραστηριότητας χρειάζεται να υπολογιστεί η οικονομική αξία του περιβάλλοντος και αντίστοιχα της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (4, 9, 10). Η οικονομική αξία του περιβάλλοντος είναι το άθροισμα των άμεσων ωφελειών του (ωφέλειες χρήσης) και των έμμεσων ωφελειών του (ωφέλειες μη-χρήσης). Οι ωφέλειες μη-χρήσης διαιρούνται στις εξής κατηγορίες:

1. *Αξία ύπαρξης* - η ωφέλεια του να ξέρει κανείς ότι κάποιο περιβάλλον ή ένας φυσικός πόρος υπάρχει.
2. *Έμμεση αξία* - η ωφέλεια που προκύπτει από την έμμεση κατανάλωση του πόρου μέσω βιβλίων και άλλων media.
3. *Προοπτική αξία* - η ωφέλεια που προκύπτει σε κάποιον από το γεγονός ότι θα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τον πόρο στο μέλλον.
4. *Ημι-προοπτική αξία* - η ωφέλεια που προκύπτει σε κάποιον από τη δυνατότητα να αποκτήσει μεγαλύτερη πληροφόρηση για τον πόρο πριν τον χρησιμοποιήσει και πιθανώς καταναλώσει ή υποβαθμίσει.
5. *Κληρονομική αξία* - η ωφέλεια του να ξέρει κανείς ότι οι μελλοντικές γενιές και τα παιδιά του θα έχουν αυτόν τον πόρο διαθέσιμο.

Η έννοια της οικονομικής αξίας μπορεί έτσι να παρουσιαστεί ως εξής:

Οικονομική αξία = αξία χρήσης + αξία μη-χρήσης,

όπου αξία μη-χρήσης = αξία ύπαρξης + έμμεση αξία + αξία προοπτικής + αξία ημι-προοπτικής + κληρονομική αξία

1.2.3 Τεχνικές αποτίμησης της ρύπανσης

Για την αποτίμηση του κόστους της ρύπανσης χρησιμοποιούνται μια σειρά από τεχνικές, μερικές από τις οποίες είναι οι εξής (4, 5, 6, 10):

Βασιζόμενες στην αγορά

- Change-in-productivity (διαφοροποίηση παραγωγής)
- Change-in-income (το κόστος μισθών ελέγχου ρύπανσης προσεγγίζει το κόστος ρύπανσης)
- Replacement cost (κόστος αντικατάστασης και κόστος επαναφοράς στην αρχική κατάσταση)

- Preventative Expenditure (κόστος πρόληψης - κυρίως για έξοδα νοικοκυριών)
- Relocation Cost (κόστος μετεγκατάστασης νοικοκυριών, οικισμών ή βιομηχανιών - επίσης μετακίνηση ομάδων σε περιοχή όπου υπάρχει οικονομικό όφελος, πχ ψαράδες)

Βασιζόμενες σε παραπλήσιες αγορές

- Property value (διαφοροποίηση αξίας γης)
- Wage-differential (διαφοροποίηση μισθών)
- Proxy-good (αξία παραπλήσιου αγαθού)

Βασιζόμενες σε σκιάδεις τιμές και εξομοιώσεις αγοράς

- Contingent valuation (WTP, WTA) (εφαπτόμενη αξιολόγηση πληρωμών και απαιτήσεων)
- Trade-off game (παίγνιο ανταλλαγής)

1.3 Βήματα εφαρμογής

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την παραπάνω συζήτηση είναι ότι για τη σωστή εφαρμογή της αρχής απαιτούνται τα εξής βήματα:

1 Προσδιορισμός και καταμέτρηση ρυπαντικών δραστηριοτήτων

- 1.1 Αναγνώριση και καταγραφή πηγών ρύπανσης και ρυπαντικού φορτίου
- 1.2 Εκτίμηση της συνολικής ρύπανσης - καταγραφή κατάστασης αποδεκτών

2 Υπολογισμός κόστους της ρύπανσης – χρηματοοικονομική αποτίμηση

3 Εφαρμογή της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει

- 3.1 Σχεδιασμός συστήματος αντιρρυπαντικών τελών – επιμερισμός και επιβολή της χρέωσης στις πηγές
- 3.2 Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης της ρύπανσης στις πηγές και στο περιβάλλον

1.4 Προϋποθέσεις εφαρμογής

Σύμφωνα με τη διεθνή και Ελληνική εμπειρία (3, 9), για να εφαρμοστεί με επιτυχία η αρχή θα πρέπει να ισχύουν ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα

1. Χρειάζεται ο σαφής προσδιορισμός των πηγών ρύπανσης και του ρυπαντικού φορτίου
2. Θα πρέπει να υπάρχει ένα αίσθημα του δικαίου στην εφαρμογή της αρχής
3. Χρειάζεται η λαϊκή υποστήριξη
4. Απαιτείται ισχυρό θεσμικό πλαίσιο για την επιτυχημένη εφαρμογή οποιασδήποτε πρότασης

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις τρεις τελευταίες προϋποθέσεις, ενώ η πρώτη θα αναλυθεί περισσότερο στο επόμενο κεφάλαιο με την παρουσίαση του case study.

Σχετικά με τη δεύτερη από τις παραπάνω προϋποθέσεις, το αίσθημα του δικαίου υπάρχει σε προγράμματα που συσχετίζουν το μέγεθος της ρυπαντικής δραστηριότητας και το μέγεθος των χρεώσεων με το μέγεθος της περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προκαλείται από αυτή τη δραστηριότητα. Ένα ιδιαίτερα λεπτό σημείο είναι ότι η οποιαδήποτε χρέωση θα καταστήσει μη ανταγωνιστικές κάποιες δραστηριότητες σε σχέση με κάποιες άλλες ή τις δραστηριότητες μιας περιοχής σε σχέση με άλλες περιοχές που δεν υπόκεινται σε παρόμοιο κόστος και πιθανότατα θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στον πλούτο της περιοχής. Έτσι απαιτείται σωστός σχεδιασμός για την αποδοχή του σχήματος από τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Τα παραπάνω ισχύουν και για την τρίτη προϋπόθεση, δηλαδή τη λαϊκή αποδοχή του συστήματος. Από τη στιγμή που προκαλείται ζημιά στην οικονομία της περιοχής λόγω μονομερούς εφαρμογής του συστήματος, η λαϊκή αποδοχή δεν μπορεί να θεωρείται δεδομένη. Χρειάζεται προσεκτικός σχεδιασμός του συστήματος, και διασφάλιση του πλούτου της περιοχής και του εισοδήματος των κατοίκων, για να μην υπάρξουν αντιδράσεις από αυτούς.

Η τέταρτη προϋπόθεση, δηλαδή η ύπαρξη θεσμικού πλαισίου αποτελεί μια προφανή αναγκαία και απαραίτητη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του σχήματος των χρεώσεων και της εφαρμογής της αρχής.

1.5 Αποτελέσματα εφαρμογής

Η εφαρμογή της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει είναι δυνατόν να οδηγήσει σε καλύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες, σε περιοχές όπου υπάρχει περιβαλλοντική υποβάθμιση. Αυτό συμβαίνει όταν η εφαρμογή της αρχής και η ύπαρξη χρεώσεων αποτελούν κίνητρα για τις οικονομικές δραστηριότητες ώστε να μειώσουν τις εκπομπές ρυπαντικών ουσιών.

Το σημαντικότερο οικονομικό πλεονέκτημα ενός συστήματος χρέωσης αντιρρυπαντικών τελών είναι η αποδοτικότητα του ως προς το κόστος επίτευξης στόχων (cost-effectiveness). Συγκεκριμένα, εφ' όσον ο στόχος είναι η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου και η διατήρηση αποδεκτών περιβαλλοντικών συνθηκών στην περιοχή, ένα σύστημα χρέωσης επιτυγχάνει το στόχο με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Με ένα τέτοιο σύστημα αν μια επιχείρηση έχει μεγαλύτερο κόστος να ρυπαίνει από το να λειτουργεί αντιρρυπαντική τεχνολογία τότε επιλέγει να λειτουργεί αντιρρυπαντική τεχνολογία, ενώ μια επιχείρηση που έχει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας τέτοιας τεχνολογίας από το κόστος των αντιρρυπαντικών τελών, θα λειτουργεί με εκπομπή ρύπων (1, 10).

Εκτός από την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, η εφαρμογή του συστήματος χρέωσης οδηγεί και σε συνεχείς επενδύσεις στην αντιρρυπαντική τεχνολογία, και στην συνεχή ανάπτυξη τέτοιας τεχνολογίας από επιχειρήσεις του κλάδου, με σκοπό οι ρύποι να ελαττώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Έτσι δημιουργείται μια ευεργετική επίδραση στις επιχειρήσεις έρευνας και περιβαλλοντικής τεχνολογίας, οι οποίες αναπτύσσονται περισσότερο και πιθανόν δημιουργούν και θέσεις εργασίας.

Τα συνολικά αποτελέσματα της σωστής εφαρμογής της αρχής μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Το κόστος παραγωγής αντικατοπτρίζει το πραγματικό κόστος
- Εξαφάνιση αθέμιτου ανταγωνισμού
- Αποτελεσματική λειτουργία της αγοράς
- Βέλτιστο επίπεδο ποιότητας περιβάλλοντος
- Βέλτιστες κατευθύνσεις ανάπτυξης
- Καλύτερη ποιότητα ζωής

2 Case study: Υδάτινοι πόροι

2.1 Το πρόβλημα

Το πρόβλημα της ρύπανσης των υδάτων έχει τις ρίζες του στην αλόγιστη εκπομπή ρύπων από διάφορες δραστηριότητες (οικιστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, γεωργικές καλλιέργειες, σφαγεία, κλπ.), λόγω της έλλειψης βιολογικών καθαρισμών ή άλλων τρόπων περιορισμού της ρύπανσης. Επίσης καλλιεργείται αθέμιτος ανταγωνισμός με δραστηριότητες φιλικότερες προς το περιβάλλον, οι οποίες τείνουν να γίνουν οικονομικά ασύμφορες (πχ. βιομηχανίες με βιολογικούς καθαρισμούς, τουρισμός, παραγωγή φυσικών προϊόντων). Έτσι η ανάπτυξη δεν είναι η οικονομικά και κοινωνικά βέλτιστη.

Η ποιότητα του περιβάλλοντος αντικατοπτρίζεται στις τιμές ρυπαντικών παραμέτρων που ανιχνεύονται σε αυτό. Για κάθε παράμετρο ρύπανσης μπορούμε να προσδιορίσουμε μια συγκεκριμένη περιοριστική ποσότητα στην οποία πρέπει να βρίσκεται, ώστε το περιβάλλον να είναι κατάλληλο για την Α, Β ή Γ χρήση.

Έτσι το νερό μπορεί να μην είναι πόσιμο ή κατάλληλο για κολύμβηση, αλλά μπορεί να είναι για αλιεία, άρδευση ή τη βιομηχανική χρήση αφού οι παράμετροι που θα θεωρηθούν σχετίζονται με το είδος των ψαριών – φυτών - βιομηχανιών κλπ.

Από την άλλη μεριά σαν standards θεωρούμε κανονισμούς που βάζει μια συγκεκριμένη υπηρεσία ή αρχή και καθορίζει τις μέγιστες περιοριστικές ποσότητες για τις ίδιες παραμέτρους, αλλά με στόχο πια να προστατεύσει ένα υδάτινο πόρο για μια ή περισσότερες χρήσεις. Θα μπορούσαμε να πούμε γενικά ότι αυτά έχουν υποκειμενικό χαρακτήρα για κάθε χώρα (14, 16, 19).

Παρακάτω συνοψίζουμε πληροφορίες σχετικά με ορισμένους ρυπαντές και με την επίδραση τους στους υδάτινους πόρους.

2.1.1 Στερεά

Τα στερεά βρίσκονται αιωρούμενα ή διαλυμένα στη μάζα των αποβλήτων και αποτελούνται τόσο από ανόργανα όσο και οργανικά συστατικά.

Η περιεκτικότητα των αποβλήτων σε στερεά εκφράζεται σαν:

α) **Ολικά στερεά** (Total Solids - TS): που ορίζονται σαν το υπόλειμμα δείγματος αποβλήτων μετά από εξάτμισή του στους 105°C και εκφράζονται σε mg υπολείμματος ανά 1 δείγματος

β) **Διαλυμένα στερεά** (Dissolved Solids - DS): είναι τα στερεά που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή στα απόβλητα και ορίζονται σαν τα στερεά που περνούν μέσα από ειδικό χάρτινο φίλτρο. Προσδιορίζονται με την ξήρανση του διηθήματος και μετρούνται σε mg υπολείμματος ανά 1 δείγματος

γ) **Αιωρούμενα στερεά** (Suspended Solids - SS): είναι αυτά που συγκρατούνται σε ειδικό φίλτρο και μετρούνται επίσης σαν mg συγκρατούμενων στερεών ανά 1 δείγματος. Διακρίνονται σε καθιζάνοντα και σε μη καθιζάνοντα.

Από άποψη ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος τα SS έχουν μεγάλη σημασία γιατί κατά τη διοχέτευση των αποβλήτων σε έναν υδάτινο φορέα συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας στρώμα λάσπης και ανεπιθύμητες συνθήκες για το οικοσύστημα. (14, 17).

2.1.2 Απαιτούμενο οξυγόνο

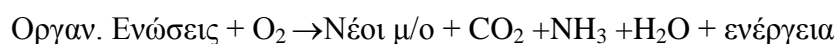
Οι αερόβιοι οργανισμοί αποσύνθεσης (π.χ. βακτηρίδια) βρίσκονται σε συνεχή εργασία μέσα στο νερό διασπώντας τις οργανικές ενώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Άλλοι μετατρέπουν την αμμωνία και τα νιτρώδη σε νιτρικά. Αυτές οι διαδικασίες που όλες απαιτούν οξυγόνο, είναι φυσικές διαδικασίες των βιοχημικών κύκλων, απαραίτητες για την λειτουργία ενός υδρόβιου οικοσυστήματος.

Αν μια υδάτινη μάζα περιέχει λίγη οργανική ύλη, τα αερόβια βακτηρίδια μπορούν να διασπάσουν την ύλη, χωρίς να διαταράξουν την ισορροπία του οξυγόνου μέσα στο νερό. Αν όμως περιέχονται μεγάλες ποσότητες οργανικής ύλης στο νερό, ο πληθυσμός των αερόβιων αποσυνθετών πολλαπλασιάζεται. Αυτός ο πολλαπλασιασμός ακολουθείται από σοβαρή απαίτηση οξυγόνου.

Η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου για την αερόβια αποσύνθεση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων εκφράζεται με τις παρακάτω κυρίως παραμέτρους:

α) **Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand)**

Το BOD είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες, με μια αντίδραση του τύπου:



Η αντίδραση αυτή είναι σχετικά αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά (οξείδωση κατά 95-99%) σε είκοσι ημέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται BOD. Συνήθως προσδιορίζεται το BOD στις πέντε ημέρες (BOD₅) οπότε και οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60-70% των συνολικών οργανικών συστατικών.

Η παράμετρος πρωτοεμφανίστηκε το 1870. Το 1917 καθιερώθηκε στη Βόρειο Αμερική στην τρίτη έκδοση του βιβλίου Κανονισμών Standard Methods και από τότε αποτελεί ίσως την πιο αντιπροσωπευτική παράμετρο της υγειονομικής τεχνολογίας.

Με την τιμή του BOD χαρακτηρίζεται πλέον συμβατικά η ολική φόρτιση του ύδατος σε οργανικές ουσίες καθώς και η απόδοση των συστημάτων εξυγίανσης των αποβλήτων. Τα συγκριτικά αποτελέσματα έχουν αξία μόνο εάν οι προσδιορισμοί γίνονται κάτω ακριβώς από τις ίδιες συνθήκες. Οι παράμετροι που επιδρούν είναι:

- το είδος και ο αριθμός των υπαρχόντων μικροοργανισμών
- το είδος των περιεχομένων οργανικών ουσιών
- η προσφορά θρεπτικών υλών για τους μικροοργανισμούς
- η προσφορά του οξυγόνου
- η διάρκεια του προσδιορισμού (διάρκεια δράσης μικροοργανισμών επί των οργανικών ουσιών)
- η θερμοκρασία
- ο φωτισμός και οι παρεμποδίσεις των βιολογικών διεργασιών λόγω της παρουσίας δηλητηριωδών ή παρεμποδιστικών ουσιών

β) Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD)

Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών σε CO₂ και H₂O από ισχυρό οξειδωτικό μέσο και σε όζινες συνθήκες. Κατά τον προσδιορισμό του COD οξειδώνονται όλες οι οργανικές ουσίες, ανεξάρτητα αν είναι βιολογικά διασπάσιμες. Έτσι, οι βιολογικά διασπάσιμες οργανικές ουσίες καθώς και ο ρυθμός της βιολογικής διάσπασης δεν προσδιορίζονται από το COD. Το βασικό του πλεονέκτημα είναι ο σχετικά γρήγορος προσδιορισμός του (περίπου 3 ώρες) σε σχέση με το BOD.

Ο προσδιορισμός του COD έχει ιδιαίτερη αξία για τα απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες, οι οποίες νεκρώνουν τους μικροοργανισμούς και δεν μπορεί να προσδιοριστεί το BOD. Έτσι μόνο με το COD μπορεί να προσδιοριστεί η ολική φόρτιση σε οργανικές ενώσεις ενός τοξικού αποβλήτου.

Λέγεται ότι υπάρχει μια περίπου σταθερή σχέση των τιμών του COD και του BOD κατά την εξέταση των αποβλήτων και η οποία κυμαίνεται από 2 προς 1. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι αυτή η αναλογία ισχύει κυρίως για τα αστικά λύματα και όχι για παντός τύπου απόβλητα. Υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις στις τιμές BOD και COD, όταν στα απόβλητα υπάρχουν ουσίες που δεν αποικοδομούνται βιολογικά εύκολα (τεχνητές ουσίες όπως χρωστικές) ή ουσίες που έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν τη δράση των βακτηριδίων και συνεπώς να επιβραδύνουν την αποικοδόμηση (π.χ. τα διάφορα παρασιτοκτόνα στις γεωργικές καλλιέργειες, τα αντιβιοτικά των ζώων στις κτηνοτροφικές μονάδες) (14, 15, 17).

2.2 Η λύση: η αρχή ο-ρυπαίνων-πληρώνει

Η πλήρης και δίκαιη εφαρμογή της αρχής ο-ρυπαίνων-πληρώνει σε όλες τις πηγές ρύπανσης μιας ευρείας περιοχής μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα της ρύπανσης. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η διαδικασία εφαρμογής της αρχής περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα

1 Προσδιορισμός και καταμέτρηση ρυπαντικών δραστηριοτήτων

1.1 Αναγνώριση και καταγραφή πηγών ρύπανσης και ρυπαντικού φορτίου

1.2 Εκτίμηση της συνολικής ρύπανσης - καταγραφή κατάστασης αποδεκτών

2 Υπολογισμός κόστους της ρύπανσης – χρηματοοικονομική αποτίμηση

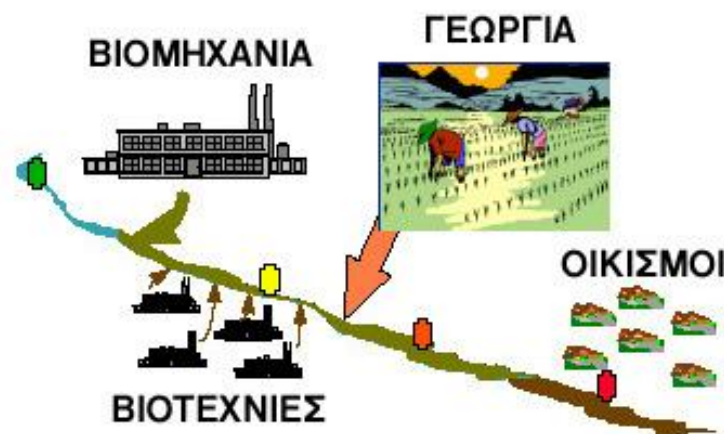
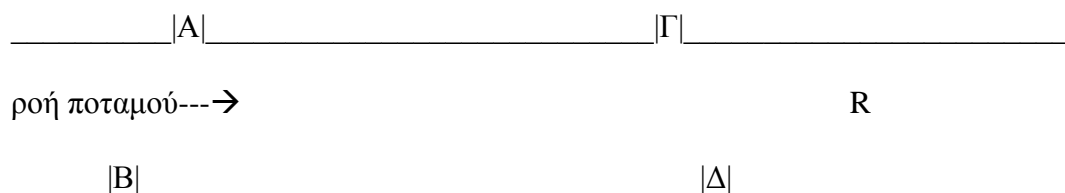
3 Εφαρμογή της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει

3.1 Σχεδιασμός συστήματος αντιρρυπαντικών τελών – επιμερισμός και επιβολή της χρέωσης στις πηγές

3.2 Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης της ρύπανσης στις πηγές και στο περιβάλλον

2.2.1 Προσδιορισμός και καταμέτρηση ρυπαντικών δραστηριοτήτων

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (10, 20), στην περίπτωση που έχουμε έναν αποδέκτη και πολλές πηγές εκπομπής ρύπων, ισχύουν τα παρακάτω



Σχήμα 2: Καταγραφή πηγών ρύπανσης

Σε περίπτωση που κάποια πηγή εκπέμπει πχ 10 μονάδες ρυπαντή, η συγκέντρωση του ρυπαντή στο σημείο R του αποδέκτη θα μεταβάλλεται ανάλογα. Είναι λογικό η αύξηση της συγκέντρωσης του ρυπαντή στο R να μην είναι ευθέως ανάλογη με την εκπομπή μονάδων ρυπαντή από την πηγή. Αυτό συμβαίνει γιατί οι πηγές A και B είναι πιο μακριά από το σημείο μέτρησης R απ' ότι οι πηγές Γ και Δ. Έτσι η συγκέντρωση του ρύπου στο R δεν αυξάνεται τόσο όσο από την εκπομπή των ίδιων μονάδων ρυπαντή από τα A και B. Έτσι για παράδειγμα θα περιμέναμε αν η συγκέντρωση στο R αυξάνεται κατά 5 μονάδες ρυπαντή όταν η πηγή Δ εκπέμπει 10 μονάδες, να αυξάνεται κατά λιγότερες (πχ 2) μονάδες ρυπαντή όταν οι ίδιες 10 μονάδες εκπέμπονται από την πηγή A.

Εκτός από την απόσταση, υπάρχουν και άλλοι παράμετροι που επηρεάζουν την "μεταφορά" της ρύπανσης από την πηγή στο περιβάλλον. Τέτοιες παράμετροι είναι η γενική κατάσταση του αποδέκτη (ποσότητα νερών, θερμοκρασία, βάθος, κλπ), η ροή των νερών του αποδέκτη και τα τυχόν φυσικά ή τεχνητά φράγματα, εμπόδια, κλπ, η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των αποβλήτων, ο όγκος των αποβλήτων, η "ποιότητα" των αποβλήτων, καθώς και ο τρόπος διάθεσης των αποβλήτων στον αποδέκτη.

Εφ' όσον θέλουμε να ελέγξουμε την εκπομπή ρύπων στην πηγή, αλλά ο στόχος είναι να έχουμε μια συγκεκριμένη συγκέντρωση στο R, δηλαδή μια γενικότερα αποδεκτή περιβαλλοντική ποιότητα στον αποδέκτη, πρέπει να βρούμε μια σχέση που να συνδέει αυτά τα δυο. Έτσι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα *συντελεστή μεταφοράς*, a_i , που αντιπροσωπεύει την σταθερή αύξηση της συγκεντρώσης στο R όταν η πηγή i εκπέμπει μια μονάδα ρυπαντή. Εφ' όσον τα a_i είναι σταθερά, μπορούμε να συσχετίσουμε τη συγκέντρωση στο R με την εκπομπή ρύπων από όλες τις πηγές.

$$K_R = \sum a_i E_i + B$$

όπου K_R είναι η συγκέντρωση στον αποδέκτη στο σημείο R, E_i είναι η εκπομπή ρυπαντή της i πηγής, I είναι ο συνολικός αριθμός πηγών και B είναι η συγκέντρωση ρυπαντή που θα ήταν παρούσα ανεξάρτητα από τη λειτουργία των πηγών που προέρχεται από φυσικές πηγές ή από πηγές εκτός της περιοχής ελέγχου (background concentration).

Οι παράμετροι που συνήθως μας ενδιαφέρουν είναι το BOD, COD, PH, και τα αιωρούμενα στερεά.

Για να υπολογίσουμε τους συντελεστές μεταφοράς, χρειαζόμαστε αρχικά να υπολογίσουμε το B , δηλαδή τη συγκέντρωση περιβάλλοντος. Γι αυτό το σκοπό χρειάζεται να γίνουν μετρήσεις στους αποδέκτες, και στα σημεία όπου πρέπει να επιτευχθούν κάποια όρια. Από τη διεθνή και την ελληνική βιβλιογραφία και τους κανονισμούς της ΕΕ μπορούν να βρεθούν τα επιτρεπόμενα και συνιστώμενα όρια συγκεντρώσης ρύπων. Επίσης μπορεί να βρεθεί μια γενική εικόνα της περιοχής και των αποδεκτών, όπως επίσης και των πηγών ρύπανσης, η οποία θα βοηθά στον υπολογισμό της συνεισφοράς άλλων πηγών ρύπανσης στον αποδέκτη.

Μετά τη συγκέντρωση όλων των στοιχείων μπορεί να υπολογιστεί το αποτελεσματικότερο και αποδοτικότερο (efficient) σχήμα επιβολής χρεώσεων. Η χρέωση που θα επιβληθεί θα έχει τη μορφή

$$t_i = a_i \times F$$

όπου t_i είναι η χρέωση ανά μονάδα που πληρώνει η i πηγή, a_i είναι ο συντελεστής μεταφοράς της i πηγής, και F είναι το οριακό κόστος ελάττωσης της συγκεντρώσης του ρυπαντή κατά μια μονάδα στο σημείο R, το οποίο πρέπει να είναι το ίδιο για όλες τις πηγές.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι οι πηγές πληρώνουν διαφορετικές χρεώσεις όταν ο στόχος είναι η αποτελεσματικότερη λειτουργία του συστήματος των χρεώσεων, δηλαδή όταν θέλουμε να πετύχουμε ένα στόχο συγκεντρωσης ρυπαντή στο περιβάλλον με το μικρότερο δυνατό οικονομικό κόστος, επειδή έχουν διαφορετικούς συντελεστές μεταφοράς.

Γενικεύοντας το παραπάνω μοντέλο, θα προχωρήσουμε στην περίπτωση που έχουμε πολλούς αποδέκτες. Σ' αυτή την περίπτωση, η χρέωση κάθε πηγής είναι

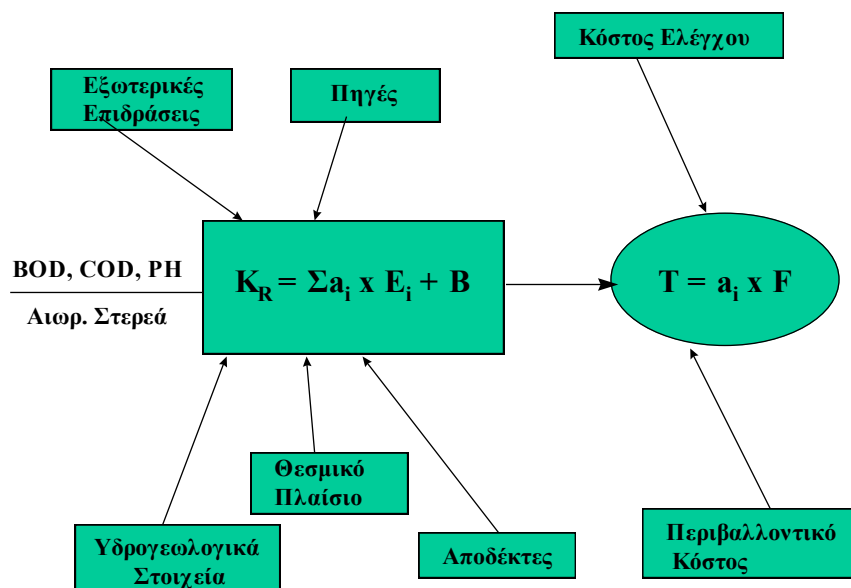
$$T_i = \sum a_{ij} \times F_j$$

όπου T_i είναι η χρέωση που πληρώνει η T πηγή για κάθε μονάδα ρύπου, a_{ij} είναι ο συντελεστής μεταφοράς που συσχετίζει εκπομπές ρύπων στην πηγή με αυξήσεις συγκεντρώσεων στον j αποδέκτη, J είναι το νούμερο των αποδεκτών, και F_j είναι το πρόστιμο-κόστος που σχετίζεται με κάθε αποδέκτη.

Για να υπολογιστούν οι σχετικοί παράγοντες, χρειάζονται τα στοιχεία τα οποία έχουν αναφερθεί παραπάνω για κάθε αποδέκτη. Όπως φαίνεται, η επέκταση του μοντέλου σε περισσότερους από έναν αποδέκτες είναι απλή στη θεωρητική ανάπτυξη, αλλά απαιτεί μια προσεκτική συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων για τη σωστή εφαρμογή του μοντέλου και τον υπολογισμό των χρεώσεων.

Φυσικά κάτι πολύ βασικό είναι να ξέρουμε τους αποδέκτες μας, δηλαδή να δούμε τη ροή των νερών, ώστε να ξέρουμε ποιοι είναι οι αποδέκτες οι οποίοι επηρεάζονται από τη λειτουργία των πηγών. Εδώ χρειάζεται ανάλυση υδρογεωλογικών στοιχείων, αλλά και χάρτες χρήσης νερών, καθώς και χάρτες χρήσης γης.

Ακολουθεί μια σχηματοποίηση της αρχικής θεωρητικής προσέγγισης.



Σχήμα 3: Θεωρητική προσέγγιση επιμερισμού της ρύπανσης στις πηγές

Το βασικό μειονέκτημα του παραπάνω μοντέλου είναι ο πολύ δύσκολος σχεδιασμός και η συνεπαγόμενη δύσκολη διαχείριση - εφαρμογή λόγω δυσκολίας συγκέντρωσης και επεξεργασίας στοιχείων. Δεν υπάρχουν τυποποιημένα "ειδικά βάρη" τοξικότητας και επικινδυνότητας ρυπαντών. Έτσι είναι πολύ δύσκολο να σχεδιαστούν δομές για την επιβολή των χρεώσεων, και ακόμα πιο δύσκολο να συσχετιστούν οι εκπομπές των ρύπων με την ποιότητα των νερών, αφού οι ποταμοί και τα ρυάκια, ρέματα, κλπ., διαφέρουν σε αφομοιωτική ικανότητα ρυπαντών και η παροχή νερού τους διακυμαίνεται σημαντικά, οπότε και η ποιότητα των νερών τους διακυμαίνεται σημαντικά.

2.2.2 Υπολογισμός κόστους της ρύπανσης

Ο υπολογισμός του κόστους της ρύπανσης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, οι λεπτομέρειες της οποίας ξεφεύγουν από τα πλαίσια της παρούσας εισήγησης. Για τον υπολογισμό αυτού του κόστους χρειάζεται να αναλυθούν οι οικονομικές παράμετροι (κόστος, όφελος) όλων των υπαρχόντων και δυνητικών χρήσεων των υδάτων της περιοχής. Έτσι θα αποτιμηθεί η ελάττωση της οικονομικής αξίας των υδάτινων πόρων λόγω της παραγόμενης ρύπανσης. Για αυτή την αποτίμηση χρησιμοποιούνται οι τεχνικές που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρακάτω παρατίθεται συνοπτικός κατάλογος χρήσεων των υδάτινων πόρων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βάση για την χρηματοοικονομική αποτίμηση του κόστους της ρύπανσης (5, 6, 10):

- Πόσιμο νερό
- Άρδευση γεωργικών εκτάσεων
- Κτηνοτροφία
- Μεταποίηση γεωργικών προϊόντων
- Βιομηχανικές χρήσεις
- Παραγωγή ενέργειας
- Αποδέκτες βρόχινου νερού, αποφυγή πλημμύρων
- Αποδέκτες απορριμμάτων
- Αναψυχή
- Βιοποριστικές δραστηριότητες (ψάρεμα, κυνήγι, συλλογή φυτών, κλπ.)
- Επιστημονική παρατήρηση οικοσυστημάτων
- Αναψυχή από απόσταση (μέσω φωτογραφιών, φιλμ, κλπ.)
- Ρύθμιση κλίματος και παροχή οξυγόνου μέσω υποστήριξης βλάστησης
- Μη χρηστική αξία (ύπαρξης, μελλοντικής χρήσης, κλπ.)

2.2.3 Εφαρμογή της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει

Ο προσδιορισμός του ρυπαντικού φορτίου και η μέτρηση του θα έχει σαν αποτέλεσμα την αντιστοίχιση "Μονάδων Ρύπανσης" (MP) στη λειτουργία της κάθε ρυπαντικής δραστηριότητας. Δηλαδή η κάθε πηγή, ανάλογα με τη δραστηριότητα της, εκπέμπει κάποιο ρυπαντικό φορτίο. Αυτό το ρυπαντικό φορτίο υπολογίζεται με Μονάδες Ρύπανσης. Στη συνέχεια, επιβάλλεται χρέωση βασιζόμενη στις MP.

Παρακάτω αναφέρεται παράδειγμα MP που συσχετίζει τις εκπομπές BOD, COD και αιωρούμενων στερεών (3). Άλλοι ρυπαντές μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στο μοντέλο για μια γενικότερη χρήση του. Έτσι, μία μονάδα MP ορίζεται ως εξής:

$$MP = (Qd/150) * (0,40SS/600 + \{0.60[2BOD + COD]\}/1200)$$

όπου Qd είναι η παροχή ύδατος σε 24ωρη βάση σε lt, BOD, COD και SS οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις BOD, COD και αιωρούμενων στερεών σε mg/lt.

Η παραπάνω σχέση είναι αποτέλεσμα αναγωγής του μεγέθους της ρύπανσης που προκαλείται από ένα άτομο. Ένα άτομο στην Ελλάδα θεωρούμε ότι καταναλώνει 150lt νερού την ημέρα, και ότι ρυπαίνει με 600mg/lt αιωρούμενα στερεά, 300mg/lt BOD και 600mg/lt COD. Αν αντικαταστήσουμε αυτά τα νούμερα στον παραπάνω τύπο, προκύπτει η Ατομική Μονάδα Ρύπανσης (AMP), ή αλλιώς μπορούμε να πούμε ότι ένα άτομο ρυπαίνει κατά μία MP ανά ημέρα. Αν σχετίσουμε το κόστος "καθαρισμού" αυτής της μονάδας ρύπανσης με τη χρέωση που θα επιβληθεί στις πηγές, θα έχουμε ένα αντικειμενικό και δίκαιο μέτρο της επιβαλλόμενης χρέωσης. Έτσι, για παράδειγμα, μια πηγή η οποία ρυπαίνει σαν 1000 άτομα, θα πληρώνει και 1000 φορές τη χρέωση του ενός ατόμου (3, 18).

Αντίστοιχα μοντέλα κοστολόγησης της ρύπανσης εφαρμόζονται σε διάφορες χώρες του κόσμου, όπως Βέλγιο, Ολλανδία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, ΗΠΑ, Βραζιλία, Δημοκρατία της Τσεχίας, Πολωνία, κλπ. Η παραπάνω σχέση διαμορφώθηκε μετά από σύγκριση των σχετικών μοντέλων και αφού λήφθηκαν υπ' όψη ιδιαιτερότητες της Ελλάδας, ιδίως στον καθορισμό της AMP (3, 13).

Στο παράδειγμα που αναπτύσσουμε εδώ η σχέση αυτή καλύπτει το COD, το BOD, τα αιωρούμενα στερεά, και το νερό που χρησιμοποιείται. Εδώ πρέπει να τονιστεί η ανάγκη εισαγωγής του νερού στο μοντέλο, επειδή το νερό είναι φυσικός πόρος που "σπαταλιέται" στην κατεργασία των αποβλήτων, και θα πρέπει να υπολογιστεί ανάλογα το περιβαλλοντικό κόστος αυτής της "σπατάλης".

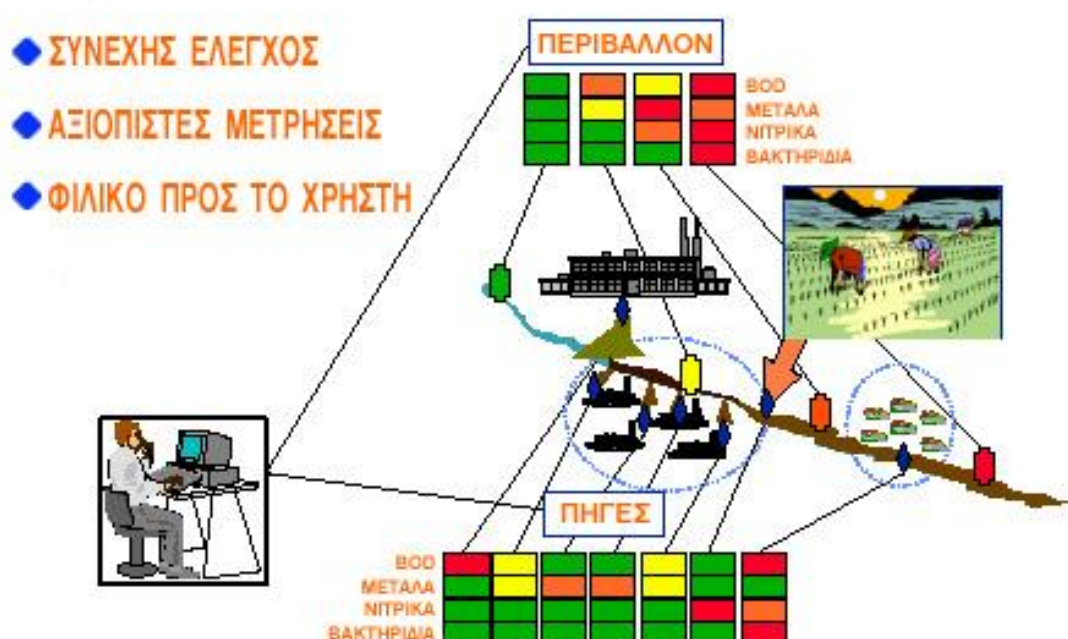
Επίσης σημασία έχει, και μπορεί να υπολογιστεί στο μοντέλο, ο τρόπος διάθεσης των λυμάτων, και οι φυσικοί αποδέκτες τους (επιφανειακά νερά, υπόγεια νερά, κλπ). Αυτός ο τελευταίος παράγοντας μπορεί να υπολογιστεί μέσω "συντελεστών μεταφοράς", όπως αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Δηλαδή, μια δραστηριότητα που επηρεάζει περισσότερους από έναν αποδέκτες θα πολλαπλασιάζει τις MP της με κάποιο συντελεστή μεταφοράς μεγαλύτερο του ένα, που θα αντικατοπτρίζει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική υποβάθμιση. Ο υπολογισμός αυτών των παραγόντων προϋποθέτει τη διενέργεια μελέτης με μεγαλύτερη στην υδρογεωλογική εικόνα της περιοχής και στα φυσικά χαρακτηριστικά των υδάτινων αποδεκτών.

Σημειώνουμε ακόμη ότι για την εφαρμογή του μοντέλου σε μεγαλύτερο επίπεδο απαιτείται υπολογισμός και των υπόλοιπων παραμέτρων (φωσφορικά, νιτρικά, βαριά μέταλλα, κλπ), οι οποίοι δεν αναφέρονται στο παράδειγμα μας. Το παράδειγμα διαμορφώθηκε διότι οι σημερινές τεχνολογίες παρακολούθησης ρυπαντικής της δραστηριότητας προσμετρούν κυρίως 3 παραμέτρους ρύπανσης (στερεά, BOD, COD) και την ποσότητα καταναλωμένου νερού. Άλλοι παράμετροι που μπορούν να

παρακολουθηθούν είναι το pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, αναγωγιμότητα, δυνατότητα οξείδωσης, νιτρικά, φωσφορικά, χλώρια, θειικά, Fe, Mn, κλπ.

Μία ΜΡ του μοντέλου του παραδείγματος καθορίζεται κατά 60% από το οργανικό φορτίο, και κατά 40% από τα αιωρούμενα στερεά. Κάθε ενσωμάτωση περισσότερων παραμέτρων στο μοντέλο θα διαμορφώσει αυτά τα ειδικά βάρη ανάλογα με τη βαρύτητα του ρυπαντή που θα ενσωματωθεί.

Τέλος απαίτηση για τη σωστή εφαρμογή της αρχής είναι και η ανάπτυξη αξιόπιστου συστήματος παρακολούθησης και μέτρησης της ρύπανσης στις πηγές και στους αποδέκτες, με φιλικότητα στο χρήστη και με πιθανό συνδυασμό Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (20). Εποπτικό παράδειγμα ανάπτυξης τέτοιου συστήματος δίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4: Σύστημα παρακολούθησης της ρύπανσης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1 D. W. Bromley, *Economic Interests and Institutions: The Conceptual Foundations of Public Policy*, 1989.
- 2 D. W. Bromley, *Environment and Economy: Property Rights and Public Policy*, 1991.
- 3 E. Arabatzis, H. Papadopoulou, B. Manos and A. Papadopoulos, *The implementation of the Polluter Pays principle in the fruit and vegetable canning industry in Greece*, Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Pollution, Aristotle University of Thessaloniki, 2000.
- 4 G. Izmir, *Valuation of Environmental Impacts*, Technical Report, Environment Protection Authority of New South Wales, Sydney, 1995.

- 5 J.T. Winpenny, *Values for the Environment - A Guide to Economic Appraisal*, Overseas Development Institute, London, 1991.
- 6 K. J. Boyle, J. C. Bergstrom, *A Framework for Measuring the Economic Benefits of Ground Water*, US Environmental Protection Agency, 1995.
- 7 P. Burrows, *The Economic Theory of Pollution Control*, MIT Press, 1980.
- 8 Project and Policy Application: Integrating Economics and Environment, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1994.
- 9 R. C. Anderson, A. Q. Lohof, *The United States Experience with Economic Incentives in Environmental Pollution Control Policy*, US Environmental Protection Agency, 1997.
- 10 T. Tietenberg, *Environmental and Natural Resource Economics*, 2000.
- 11 The polluter pays principle, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1992.
- 12 W. K. Kapp, *The Social Costs of Private Enterprise*, 1975 (1952).
- 13 Waste Water Charge Schemes in the European Union, European Commission, 1995.
- 14 Α. Αναγνωστόπουλος, *Η Ρύπανση του Περιβάλλοντος*. 1^η έκδοση από το συγγραφέα, Θεσσαλονίκη, 1985.
- 15 Α. Στάμου, Βασικές Αρχές και Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων, 2^η έκδοση από το Τ.Ε.Ε., Αθήνα, 1994.
- 16 Β. Αντωνόπουλος, *Ποιότητα και ρύπανση των υπόγειων νερών*.
- 17 Μ. Μήτρακας, *Ποιοτικά Χαρακτηριστικά και Επεξεργασία Νερού*, Θεσσαλονίκη, 1996.
- 18 Μελέτη Έργων Αποχέτευσης Ακαθάρτων Υδάτων ΒΙ.ΠΕ.Θ. - Σίνδου - Αγκιάλου προς εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων Θεσσαλονίκης προς Γαλλικό ποταμό, Οργανισμός Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης, 1995.
- 19 Περιβάλλον και Νομοθεσία, Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., 1995, 2000.
- 20 D. Wheeler, *Information in pollution management: the new model*, World Bank, 1997.