

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΎΔΡΕΥΣΗΣ

### 1. Το Διεθνές Πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο.

#### 1.1. Οι Συνιστώσες του Πρότυπου Υδατικού Ισοζυγίου.

Το πρώτο βήμα της διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης είναι η αξιόπιστη αξιολόγηση του επιπέδου λειτουργίας του δικτύου , μέσω του υπολογισμού του Υδατικού του Ισοζυγίου ( Water Balance ) και κατάλληλων δεικτών αξιολόγησης του επιπέδου λειτουργίας του. Για την ύπαρξη κοινής ορολογίας , οι δύο παγκόσμιοι οργανισμοί International Water Association ( IWA ) και American Water Works Association ( AWWA ) συμφώνησαν στη χρήση του Διεθνούς Προτύπου Υδατικού Ισοζυγίου «καλής πρακτικής» , ώστε τα αποτελέσματα που λαμβάνονται να είναι συγκρίσιμα. Το Υδατικό Ισοζύγιο είναι ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο αξιολόγησης του Μη Ανταποδοτικού Νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Για τον προσδιορισμό του χρησιμοποιούνται όλες οι διαθέσιμες ποσότητες νερού που εισέρχονται , εξέρχονται , καταναλώνονται ή χάνονται στο δίκτυο ύδρευσης ( **Πίνακας 1** ). Το Υδατικό Ισοζύγιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρο δίκτυο , ή σε μικρότερες υδραυλικά απομονωμένες περιοχές στις οποίες υπάρχει μία είσοδος και μία έξοδος για το νερό.

Τα συστατικά στοιχεία του Πρότυπου Υδατικού Ισοζυγίου είναι τα παρακάτω :

**A3. Εισερχόμενο Νερό στο δίκτυο ( System Input Volume ) :** είναι ο εισερχόμενος ετήσιος όγκος στο σύστημα παροχής νερού. Περιλαμβάνει όλες τις πηγές νερού.

Μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση μετρητών στα σημεία εισόδου του νερού , ή με δοκιμές πτώσης στη στάθμη των δεξαμενών.

**A14. Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση ( Authorized Consumption ) :** είναι ο ετήσιος όγκος νερού που λαμβάνουν οι καταγεγραμμένοι πελάτες , ο παροχέας του νερού και όλοι όσοι είναι εξουσιοδοτημένοι να υδροδοτούνται. Περιλαμβάνει το εξαγόμενο νερό και διαρροές και υπερχειλίσεις , μετά το σημείο των μετρητών των καταναλωτών. Η εξουσιοδοτημένη κατανάλωση αποτελείται από την τιμολογούμενη και την μη τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση.

**A10. Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση ( Billed Authorized Consumption ) :** αποτελείται από : ( α ) την τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση , που μπορεί να υπολογιστεί από τα αρχεία τιμολόγησης των πελατών του συστήματος , και ( β ) την τιμολογούμενη μη – μετρούμενη κατανάλωση , που αφορά νοικοκυριά που δεν συμμετέχουν στο σύστημα τιμολόγησης , γιατί δεν έχουν μετρητές κατανάλωσης , καθώς και οποιαδήποτε άλλη εξουσιοδοτημένη μη – μετρούμενη κατανάλωση.

**A20. Ανταποδοτικό Νερό ( Revenue Water ) :** αποτελεί το νερό που αποφέρει έσοδα και ισούται με την τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση.

**A21. Μη Ανταποδοτικό Νερό (νερό που δεν αποφέρει έσοδα – ( Non Revenue Water , NRW ) :** υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ του εισερχόμενου όγκου νερού στο σύστημα και της τιμολογούμενης εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Το Μη Ανταποδοτικό νερό αποτελείται από την μη – τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση και τις απώλειες νερού.

**A13. Μη – Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση ( Unbilled Authorized Consumption ) :** περιλαμβάνει καταναλώσεις νερού που χρησιμοποιούνται για πυρόσβεση , καθαρισμό των κεντρικών αγωγών και των υπονόμων , καθαρισμό των δεξαμενών της εταιρείας ύδρευσης , νερό που λαμβάνεται από τα στόμια υδροληψίας , νερό που χρησιμοποιείται για καθαρισμό οδών , πότισμα των δημοτικών κήπων , δημόσιες πηγές , προστασία παγετού , νερό οικοδόμησης κ.α. Οι ποσότητες αυτές ενδέχεται να είναι μετρούμενες ή μη , σύμφωνα με την πρακτική της εταιρείας ύδρευσης.

**A15. Απώλειες Νερού ( Water Losses ) :** προκύπτουν από την αφαίρεση της εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης , από τον εισερχόμενο όγκο του νερού στο σύστημα. Οι απώλειες νερού απαρτίζονται από τις φαινόμενες ( εμπορικές ) απώλειες και τις πραγματικές ( φυσικές ) απώλειες .

**A18. Φαινόμενες Απώλειες ( Apparent Losses ) :** αποτελούνται από τη μη – εξουσιοδοτημένη κατανάλωση ( κλοπή και παράνομη χρήση ) και τα σφάλματα των μετρητών και των μετρήσεων. Οι απώλειες αυτές στο μεγαλύτερο μέρος τους δεν είναι φυσικές απώλειες νερού , αλλά μόνο εσόδων. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις όπου μικρές διαρροές των ιδιωτικών δικτύων των καταναλωτών ( π.χ. στάξιμο βρύσης ) , που δεν καταγράφονται από τους μετρητές κατανάλωσης.

**A16. Μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση ( Unauthorized Consumption ) :** περιλαμβάνει κάθε είδους κλοπή και παράνομη χρήση νερού , ενώ σχετίζεται με την κακή χρήση των συνδέσεων των πυροσβεστικών κρουνών , τις παράνομες συνδέσεις και τους μετρητές που έχουν υποστεί βανδαλισμούς. Λαμβάνει χώρα λιγότερο ή περισσότερο στα περισσότερα συστήματα διεθνώς, αλλά σε συστήματα με καλή οργάνωση δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 1% του εισερχόμενου όγκου νερού στο σύστημα.

**A17. Τα σφάλματα των μετρητών / μετρήσεων ( Meters and Metering errors )** περιλαμβάνουν : ( α ) τυχαία λάθη λόγω της λογιστικής διαδικασίας , εσφαλμένες καταγραφές , ανακριβείς εκτιμήσεις για τους σταματημένους μετρητές , σφάλματα στη διάρκεια των καταχωρίσεων στο λογιστήριο κ.τ.λ., β) συστηματικά λάθη λόγω της υπομέτρησης , ή της υπερ – μέτρησης των μετρητών των καταναλωτών. Οι παράγοντες στους οποίους οφείλονται αυτά τα σφάλματα είναι ο τύπος και η κλάση του μετρητή , η μέθοδος εγκατάστασης , η ποιότητα του νερού , η συνεχής ή μη παροχή , ο μέσος χρόνος λειτουργίας του μετρητή και η παρουσία δεξαμενών αποθήκευσης νερού στην ιδιοκτησία του καταναλωτή.

**A19. Πραγματικές Απώλειες ( Real Losses ) :** είναι οι ετήσιοι όγκοι νερού που χάνονται μέσω όλων των τύπων των διαρροών , των θραύσεων και των υπερχειλίσεων στους κύριους αγωγούς , τις δεξαμενές και τις συνδέσεις των καταναλωτών μέχρι το σημείο των μετρητών των καταναλωτών.

**A8. Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση ( Billed Metered Consumption ) :** υπολογίζεται από τις καταγραφές των μετρητών των καταναλωτών κάθε είδους και τη μετατροπή των στοιχείων από μηνιαίες , διμηνιαίες ή τριμηνιαίες ( τετραμηνιαίες ) καταγραφές ( ανάλογα με την περίοδο τιμολόγησης ) , σε μέση ημερήσια ροή.

**A9. Τιμολογούμενη μη Μετρούμενη Κατανάλωση ( Billed Unmetered Consumption ) :** στην περίπτωση ύπαρξης καταναλωτών που δεν διαθέτουν μετρητική συσκευή κατανάλωσης , πραγματοποιείται εκτίμηση της κατανάλωσης με δειγματοληπτική παρακολούθηση της κατανάλωσης , ή με την εκτίμηση της κατανάλωσης ανά κάτοικο.

**A11+A12. Μη - Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση :** υπό κανονικές συνθήκες αποτελεί μικρό μέρος του υδατικού ισοζυγίου , λιγότερο από το 1% του εισερχόμενου νερού. Όποτε είναι δυνατόν , αυτοί οι όγκοι πρέπει να προσδιορίζονται και μετριοούνται. Η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να προσδιορίσει και να μετρήσει την ποσότητα νερού που χρησιμοποιεί για δικούς λειτουργικούς σκοπούς , όπως για το πλύσιμο και καθάρισμα των αγωγών και δεξαμενών.

**A17. Σφάλματα μετρητών / μετρήσεων :** δειγματοληπτικός έλεγχος των υδρομετρητών κατανάλωσης με βάση την ηλικία τους, την κλάση τους κ.λ.π. , μπορεί να δώσει μια ικανοποιητική εκτίμηση των σφαλμάτων αυτών. Εκτιμώνται με βάση το συγκεκριμένο υπό μελέτη δίκτυο. Σε Ελληνικές πόλεις καταγράφονται σφάλματα μετρητών έως και 15% του εισερχόμενου νερού.

**A19. Πραγματικές Απώλειες :** ο προσδιορισμός των πραγματικών απωλειών στην ανάπτυξη του Υδατικού Ισοζυγίου μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο προσεγγίσεις.

|                                                  |                                                       |                                                                           |                                                               |                                                      |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Εισερχόμενο<br>Νερό στο<br>Δίκτυο<br><u>(A3)</u> | Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><u>(A14=A10+A13)</u> | Τιμολογούμενη<br>Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><u>(A10=A8+A9)</u>      | Τιμολογούμενη Μετρούμενη<br>Κατανάλωση<br><u>(A8)</u>         | Ανταποδοτικό Νερό<br><u>(A20=A8+A9)</u>              |
|                                                  |                                                       |                                                                           | Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη<br>Κατανάλωση<br><u>(A9)</u>      |                                                      |
|                                                  |                                                       | Μη-Τιμολογούμενη<br>Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><u>(A13=A11+A12)</u> | Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη<br>Κατανάλωση<br><u>(A11)</u>     | Μη Ανταποδοτικό<br>Νερό (NRW)<br><u>(A21=A3-A20)</u> |
|                                                  | Απώλειες Νερού<br><u>(A15=A3-A14)</u>                 |                                                                           | Μη-Τιμολογούμενη μη-<br>Μετρούμενη Κατανάλωση<br><u>(A12)</u> |                                                      |
|                                                  |                                                       | Φαινόμενες<br>Απώλειες Νερού<br><u>(A18=A16+A17)</u>                      | Μη-Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><u>(A16)</u>              |                                                      |
|                                                  |                                                       |                                                                           | Σφάλματα Μετρητών /<br>Μετρήσεων<br><u>(A17)</u>              |                                                      |
|                                                  |                                                       | Πραγματικές Απώλειες Νερού<br><u>(A19=A15-A18)</u>                        |                                                               |                                                      |

Πίνακας 1. Το Διεθνές Πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο.

## 1.2. Καθορισμός βημάτων προσδιορισμού Υδατικού Ισοζυγίου.

**1. A3 :** Καθορισμός εισερχόμενου νερού στο δίκτυο.

**2. A8 :** Καθορισμός εξουσιοδοτημένης , Τιμολογούμενης – μετρούμενης κατανάλωσης.

**3. A9 :** Καθορισμός εξουσιοδοτημένης , Τιμολογούμενης – Μη μετρούμενης κατανάλωσης .

**4. A10 :** Υπολογισμός εξουσιοδοτημένης τιμολογούμενης κατανάλωσης .

$$A10 = A8 + A9$$

**5. A20 :** Υπολογισμός Νερού που αποφέρει έσοδα.  $A20 = A10 = A8 + A9$

**6. A21 :** Υπολογισμός του Μη Ανταποδοτικού Νερού.  $A21 = A3 - A20$

**7. A11:** Καθορισμός εξουσιοδοτημένης μη τιμολογημένης , μετρούμενης κατανάλωσης.

**8. A12 :** Καθορισμός εξουσιοδοτημένης , μη τιμολογημένης , μη μετρούμενης κατανάλωσης .

( Δημόσιες βρύσες , ποτίστρες , πυρόσβεση , καθαρισμοί αγωγών - δεξαμενών , πυροσβεστικά , καθαρισμοί οδών , κήπων , συντριβάνια ) .

**9. A13 :** Καθορισμός εξουσιοδοτημένης , μη τιμολογημένης κατανάλωσης .

$$A13 = A11 + A12.$$

**10. A14 :** Υπολογισμός εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης .

$$A14 = A10 + A13$$

**11. A15 :** Υπολογισμός απωλειών νερού.

$$A15 = A3 - A14$$

**12. A16 :** Καθορισμός της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης.

( κλοπές , παράνομες χρήσεις , με βανδαλισμούς ) , < 1% εισερχόμενου νερού .

**13. A17 :** Καθορισμός Σφαλμάτων μετρητών – μετρήσεων.

( έως 15% εισερχόμενου νερού για Ελληνικές πόλεις ).

**14. A18 :** Υπολογισμός φαινόμενων απωλειών .

$$A18 = A16 + A17$$

**15. A19 :** Υπολογισμός πραγματικών απωλειών.

$$A19 = A15 - A18$$

### 1.3. Προσδιορισμός Πραγματικών Απωλειών : Δύο προσεγγίσεις.

Ο προσδιορισμός των πραγματικών απωλειών μπορεί να γίνει με δύο προσεγγίσεις.

**1.3.1.** Στην προσέγγιση **«από πάνω προς τα κάτω» ( top – down approach )** , οι πραγματικές απώλειες προσδιορίζονται από το υδατικό ισοζύγιο , αφαιρώντας την εξουσιοδοτημένη κατανάλωση ( τιμολογούμενη και μη – τιμολογούμενη ) και τις φαινόμενες απώλειες από τον εισερχόμενο όγκο νερού στο σύστημα. Αυτή η προσέγγιση εμφανίζει κάποια μειονεκτήματα. Η εκτίμηση του ύψους των πραγματικών απωλειών θα συγκεντρώνει όλα τα σφάλματα που έχουν γίνει στην εκτίμηση των υπόλοιπων συστατικών του υδατικού ισοζυγίου.

Η εκτίμηση των πραγματικών απωλειών αφορά σε ένα ύψος απωλειών γενικά και δεν εξειδικεύει τα επιμέρους συστατικά των πραγματικών απωλειών. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν , χρησιμοποιούνται οι προσεγγίσεις που παρουσιάζονται παρακάτω , με βασικό δεδομένο να υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

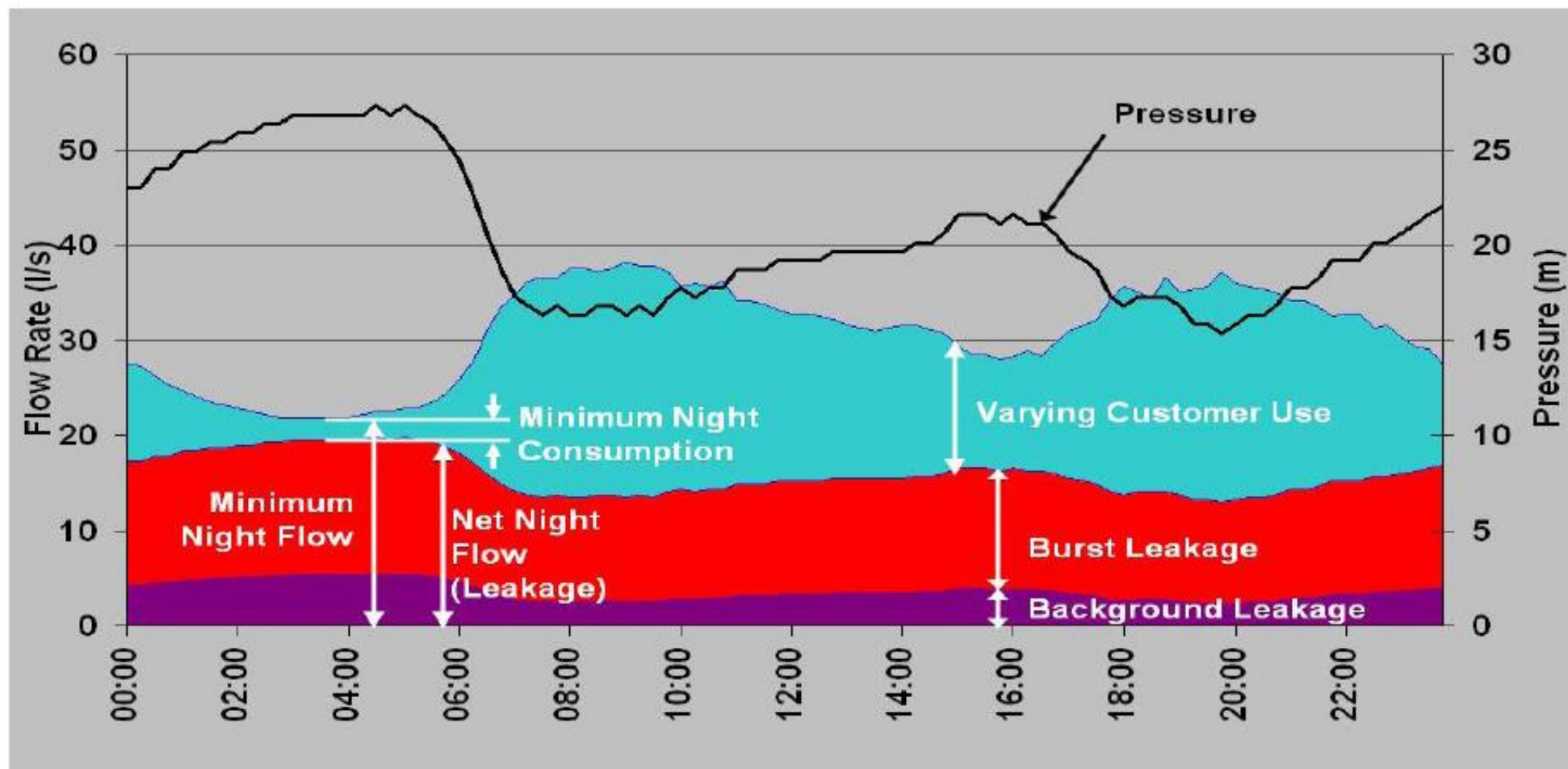
**1.3.2.** Στην προσέγγιση « από κάτω προς τα κάτω » ( **bottom – up approach** ) , περιλαμβάνεται η ανάλυση των συστατικών των πραγματικών απωλειών. Έτσι , οι πραγματικές απώλειες αποτελούνται από αυτές που συμβαίνουν στους αγωγούς μεταφοράς και διανομής , στις διαρροές που λαμβάνουν χώρα στις δεξαμενές αποθήκευσης και στις υπερχειλίσεις τους και στις διαρροές που λαμβάνουν χώρα στις συνδέσεις των καταναλωτών , μέχρι το σημείο του μετρητή του καταναλωτή. Η μέτρηση των διαρροών των δεξαμενών μπορεί να γίνει με τη δοκιμή πτώσης στη στάθμη της δεξαμενής.

### 1.4. Εκτίμηση Πραγματικών Απωλειών .

#### 1.4.1. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω».

##### 1.4.1.1. Η Μέθοδος της ελάχιστης νυκτερινής παροχής.

Για τον υπολογισμό των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιείται συχνά η μέθοδος της ελάχιστης νυκτερινής παροχής. Η νυκτερινή παροχή καταγράφεται σε ζώνες μεσαίου μεγέθους ( μέχρι περίπου 3.000 συνδέσεις καταναλωτών ). Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τον εντοπισμό υφιστάμενων , η αναφερθέντων γεγονότων διαρροών και την εύρεση νέων. Από έρευνες πεδίου έχει αποδειχθεί ότι η ελάχιστη νυκτερινή παροχή ( MNF ) σε αστικά δίκτυα ύδρευσης συμβαίνει τις πρώτες πρωινές ώρες , συνήθως μεταξύ 02 : 00 και 04 : 00 το πρωί. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η κατανάλωση νερού είναι η χαμηλότερη στο 24 ωρο , ενώ η στατική πίεση στο δίκτυο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των απωλειών νερού μέσω των διαρροών. Η ελάχιστη νυκτερινή παροχή ( MNF ) αποτελείται από την ελάχιστη νυκτερινή κατανάλωση ( **Minimum Night Use** ) , τις διαρροές βάσης ( **Background Losses** ) και τις απώλειες θραύσεων ( **Burst Leakage** ).



Εικόνα 1. Τυπικό διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής πίεσης και παροχής .



Η ελάχιστη νυχτερινή κατανάλωση είναι η κατανάλωση που γίνεται την περίοδο μελέτης της ελάχιστης νυχτερινής παροχής λόγω ανθρώπινης χρήσης. Η χρήση αυτή σχετίζεται άμεσα με τις συνήθειες του πληθυσμού, τις καιρικές συνθήκες και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Για τον υπολογισμό της ελάχιστης νυχτερινής κατανάλωσης πρέπει η κατανάλωση να διακριθεί σε οικιακή, εμπορική και ειδική κατανάλωση (εργοστάσια, νοσοκομεία κ.λ.π.). Στην ελάχιστη νυχτερινή κατανάλωση περιλαμβάνονται και τυχόν διαρροές μετά τον μετρητή του καταναλωτή είτε εντός κτιρίων (π.χ. στις τουαλέτες, βρύσες, δεξαμενές), ή εκτός αυτών (π.χ. εξωτερικούς αγωγούς).

#### Για τον υπολογισμό της οικιακής κατανάλωσης ισχύει η εξίσωση.

$$\text{Οικιακή κατανάλωση} = \\ = \text{αριθμός οικιστικών μονάδων} * \text{τυπική νυχτερινή χρήση.}$$

Όπου τυπική νυχτερινή χρήση για τους οικιακούς καταναλωτές θεωρείται κατανάλωση 1 από 1,8 έως 3,0 lt / h ανά οικία.

#### Για τον υπολογισμό της εμπορικής κατανάλωσης ισχύει η εξίσωση.

$$\text{Εμπορική κατανάλωση} = \\ = \text{αριθμός εμπορικών καταναλωτών} * \text{τυπική νυχτερινή χρήση.}$$

Όπου τυπική νυχτερινή χρήση για τους εμπορικούς καταναλωτές θεωρείται κατανάλωση 8 έως 10 lt / h ανά καταναλωτή.

Ο υπολογισμός της ειδικής κατανάλωσης πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά περίπτωση. Οι νυχτερινές καταναλώσεις των ειδικών καταναλωτών πρέπει να καταγραφούν ξεχωριστά.

Οι διαρροές βάσης είναι οι πολύ μικρές διαρροές των οποίων ο εντοπισμός και η επιδιόρθωση δεν συμφέρει οικονομικά. Μόνο αν αυξηθεί η απώλεια νερού και είναι δυνατός ο εντοπισμός, τότε μπορεί η επιδιόρθωση να είναι οικονομικά συμφέρουσα. Η εμπειρική εξίσωση της IWA για τον υπολογισμό των διαρροών Βάσης ( $\Delta B$ ) είναι η :

$$\Delta B = 0,02 * L + 1,25 * N = 0,033 * s$$

Όπου :

L είναι το μήκος των αγωγών (m).

N ο αριθμός των συνδέσεων .

s το μήκος των συνδέσεων ( m ).

Οι διαρροές βάσης υπολογίζονται σε lt/h. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο παραπάνω τύπος ισχύει για δίκτυο διανομής σε καλή κατάσταση και νυχτερινή πίεση (υδροστατική) λειτουργίας 50 m ( ή περίπου 5 bars ). Για διαφορετική πίεση λειτουργίας P νύχτας ( μέση νυχτερινή πίεση λειτουργίας ) η εξίσωση :



$$\Delta B = [ 0,02 * L + 1,25 * N + 0,033 * s ] * ( \frac{P_{\text{νύχτας}}}{50} )^{1,5}$$

Οι απώλειες θραύσεων είναι αυτές που μπορούν να εντοπιστούν και να επιδιορθωθούν. Η εξίσωση υπολογισμού τους είναι η :

$$\begin{aligned} & \text{Απώλειες θραύσεων} = \\ & = \text{Ελάχιστη νυχτερινή παροχή} - \text{ελάχιστη νυχτερινή κατανάλωση} - \\ & \quad \text{διαρροές βάσης} \end{aligned}$$

Για να υπολογιστούν οι διαρροές κατά τη διάρκεια του 24ώρου, εφόσον η μέση πίεση ζώνης διαφέρει, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής νύχτας / ημέρας **( night – day factor – NDF )**. Ο συντελεστής αυτός αποτελεί την αναλογία του ρυθμού νυχτερινής διαρροής σε m<sup>3</sup>/ώρα και του μέσου ρυθμού διαρροής σε 24 ώρες σε m<sup>3</sup>/ημέρα. Επομένως, ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας τιμής των διαρροών , προκύπτει πολλαπλασιάζοντας τον νυχτερινό ρυθμό διαρροής με τον συντελεστή νύχτας / ημέρας. Σε δίκτυα όπου η παροχή γίνεται με τη βαρύτητα το NDF είναι μικρότερο από 24 ώρες. Για δίκτυα με αντλίες ή με χρήση δικλείδων μείωσης πίεσης **( Pressure Reduction Valves – PRV )** το NDF μπορεί να υπερβεί τις 24 ώρες.

## 2. ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .

### 2.1. Οι δείκτες Απόδοσης της IWA.

Οι δείκτες απόδοσης αποτελούνται από γενικούς δείκτες που παρέχουν μία γενική εικόνα της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας και από λεπτομερείς δείκτες οι οποίοι ασχολούνται με ειδικά στοιχεία της λειτουργικότητας της εταιρείας.

| Δείκτες                                                  | Πλήθος<br>δεικτών | Δείκτες                                               | Πλήθος<br>δεικτών | Δείκτες                                                     | Πλήθος<br>δεικτών |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Υδατικοί πόροι</b>                                    | <b>4</b>          | <b>Λειτουργικοί</b>                                   | <b>44</b>         | <b>Χρηματοοικονομικοί</b>                                   | <b>47</b>         |
| <b>Προσωπικό</b>                                         | <b>26</b>         | Επιθεώρηση & συντήρηση                                | 6                 | Εσοδα                                                       | 3                 |
| Συνολικό προσωπικό                                       | 2                 | Διαβάθμιση οργάνων                                    | 5                 | Κόστος                                                      | 3                 |
| Προσωπικό ανά λειτουργία                                 | 7                 | Επιθεώρηση εξοπλισμού<br>μετάδοσης ηλεκτρικού σήματος | 3                 | Σύνθεση τρεχούμενου<br>κόστους ανά τύπο κόστους             | 5                 |
| Τεχνικό προσωπικό ανά<br>δραστηριότητα                   | 6                 | Διαθεσιμότητα αυτοκινήτων                             | 1                 | Σύνθεση τρεχούμενου<br>κόστους ανά κύρια<br>λειτουργία      | 5                 |
| Προσόντα προσωπικού                                      | 3                 | Αποκατάσταση                                          | 7                 | Σύνθεση τρεχούμενου<br>κόστους ανά τεχνική<br>δραστηριότητα | 6                 |
| Εξειδίκευση προσωπικού                                   | 3                 | Λειτουργικοί δείκτες απωλειών                         | 7                 | Σύνθεση κόστους<br>κεφαλαίου                                | 2                 |
| Υγιεινή και ασφάλεια<br>προσωπικού                       | 4                 | Βλάβες                                                | 6                 | Επενδύσεις                                                  | 3                 |
| Υπερωριακή εργασία                                       | 1                 | Μέτρηση νερού                                         | 4                 | Μέση χρέωση νερού                                           | 2                 |
| <b>Ποιότητα υπηρεσιών</b>                                | <b>34</b>         | Παρακολούθηση ποιότητας                               | 5                 | Αποδοτικότητα                                               | 9                 |
| Κάλυψη υπηρεσιών                                         | 5                 | <b>Φυσικοί</b>                                        | <b>15</b>         | Μόχλευση                                                    | 2                 |
| Public taps and standpipes                               | 4                 | Επεξεργασία νερού                                     | 1                 | Ρευστότητα                                                  | 1                 |
| Πίεση και συνεχής παροχή                                 | 8                 | Αποθήκευση νερού                                      | 2                 | Κερδοφορία                                                  | 4                 |
| Ποιότητα νερού                                           | 5                 | Άντληση                                               | 4                 | Οικονομικοί δείκτες<br>απωλειών νερού                       | 2                 |
| Οικιακές συνδέσεις,<br>τοποθέτηση μετρητών &<br>επισκευή | 3                 | Διαθεσιμότητα βαλβίδων,<br>κρουινών και μετρητών      | 6                 |                                                             |                   |
| Παράπονα πελατών                                         | 9                 | Αυτοματισμός & έλεγχος                                | 2                 |                                                             |                   |

**Πίνακας 2. Ομάδες των δεικτών απόδοσης της IWA**

Με την πάροδο των ετών και τη συσσώρευση της εμπειρίας σε επιστημονικό και πρακτικό / εμπειρικό επίπεδο, έγινε φανερή η ανάγκη διαμόρφωσης περισσότερων δεικτών παρακολούθησης της λειτουργίας των δικτύων , με σκοπό την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερων περιπτώσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η **International Water Association ( IWA )** διαμόρφωσαν αρχικά και στη συνέχεια επικαιροποίησαν ένα εγχειρίδιο δεικτών παρακολούθησης της λειτουργίας των δικτύων. Στο εγχειρίδιο αυτό περιλαμβάνονται 170 Δείκτες που προσδιορίζονται από συγκεκριμένους μαθηματικούς τύπους , και είναι χωρισμένοι σε έξι επιμέρους κατηγορίες : α) Υδατικών Πόρων – 4 δείκτες β) Προσωπικό – 26 δείκτες , γ) Ποιότητα υπηρεσιών – 34 δείκτες , δ) λειτουργικοί – 44 δείκτες , ε) Φυσικοί – 15 δείκτες , στ) Χρηματοοικονομικοί – 47 δείκτες.

Οι απαραίτητες μεταβλητές που πρέπει να μετρούνται για τον υπολογισμό των 170 δεικτών απόδοσης ανέρχονται σε 232.

Οι μεταβλητές χωρίζονται σε οκτώ κατηγορίες : Α: δεδομένα όγκου νερού , Β: δεδομένα προσωπικού , C: δεδομένα φυσικού κεφαλαίου , D: λειτουργικά δεδομένα , E: δημογραφικά δεδομένα και δεδομένα πελατών , F: δεδομένα ποιότητας υπηρεσιών , G: οικονομικά δεδομένα και Η: δεδομένα χρόνου. Οι 170 Δείκτες Απόδοσης και οι 232 μεταβλητές της IWA παρουσιάζονται σε αντίστοιχους πίνακες.

## **2.2. Ο Δείκτης Infrastructure Leakage Index ( ILI ) .**

Ο δείκτης **Infrastructure Leakage Index ( ILI )** είναι ο **δείκτης Op29 στο σύστημα δεικτών της IWA**. Ο δείκτης ILI δείχνει την αποτελεσματικότητα των τεσσάρων μεθόδων διαχείρισης των πραγματικών απωλειών στην μείωση των τρεχουσών πραγματικών απωλειών ( CARL ). Δείχνει δηλαδή , πόσο αποτελεσματικά οι τρεις μέθοδοι διαχείρισης που βασίζονται στον εξοπλισμό , δηλαδή επισκευές , ενεργός έλεγχος διαρροών και διαχείριση αγωγών / παγίων , οργανώνονται στην τρέχουσα πίεση λειτουργίας. Τιμές του δείκτη ILI κοντά στο 1,0 αντιπροσωπεύουν σχεδόν τέλεια τεχνική διαχείριση των πραγματικών απωλειών από τις υποδομές, στην τρέχουσα πίεση λειτουργίας. Οι εταιρείες ύδρευσης δεν στοχεύουν απαραίτητα σε τέτοια τιμή του ILI , μια που ο δείκτης χρησιμοποιείται καθαρά για τη μέτρηση της τεχνικής απόδοσης και δεν λαμβάνονται υπόψη οικονομικά θέματα.

Ο ILI κερδίζει σήμερα ολοένα και περισσότερο έδαφος , διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να αποτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των δράσεων που αποσκοπούν στη μείωση διαρροών στις υπάρχουσες συνθήκες πίεσης λειτουργίας του δικτύου. Ήδη έχουν προσδιορισθεί οι τιμές στόχοι του ILI για τις ανεπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες ( Πίνακας 3 ) , χωρίζοντας τα δίκτυά τους σε τέσσερις υποκατηγορίες ( A , B , C , D ) και σε ανεπτυγμένες , ή αναπτυσσόμενες χώρες. Η εμπειρία από τη χρήση του δείκτη ILI τα τελευταία χρόνια έδειξε ότι, για να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης για συγκριτική αξιολόγηση των δικτύων , πρέπει ο αριθμός των συνδέσεων να είναι μεγαλύτερος από 3.000 , η μέση πίεση λειτουργίας να είναι μεγαλύτερη από 25 m , ενώ η πυκνότητα των συνδέσεων δεν έχει κατώτατο και ανώτατο όριο .

| Κατηγορία<br>Τεχνικής<br>Απόδοσης    |   | ILI  | l/σύνδεση/ημέρα (όταν το σύστημα βρίσκεται υπό πίεση),<br>σε μέση πίεση: |         |         |         |          |
|--------------------------------------|---|------|--------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|
|                                      |   |      | 10m                                                                      | 20m     | 30m     | 40m     | 50m      |
| Κατάσταση<br>Αναπτυγμένων<br>Χωρών   | A | 1-2  |                                                                          | <50     | <75     | <100    | <125     |
|                                      | B | 2-4  |                                                                          | 50-100  | 75-150  | 100-200 | 125-250  |
|                                      | C | 4-8  |                                                                          | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500  |
|                                      | D | >8   |                                                                          | >200    | >300    | >400    | >500     |
| Κατάσταση<br>Αναπτυσσόμενων<br>Χωρών | A | 1-4  | <50                                                                      | <100    | <150    | <200    | <250     |
|                                      | B | 4-8  | 50-100                                                                   | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500  |
|                                      | C | 8-16 | 100-200                                                                  | 200-400 | 300-600 | 400-800 | 500-1000 |
|                                      | D | >16  | >200                                                                     | >400    | >600    | >800    | >1000    |

**Πίνακας 3. Τιμές – στόχοι του ILI για τις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες.**

Με βάση τον Πίνακα 3 η κατηγοριοποίηση των δικτύων ύδρευσης σε ό,τι αφορά την αξιολόγησή τους σε σχέση με τις πραγματικές απώλειες , μπορεί να πραγματοποιηθεί ως εξής :

- **Κατηγορία Α :** η κατάσταση του δικτύου είναι καλή. Περαιτέρω μείωση των απωλειών μπορεί να μην είναι οικονομικά αποδοτική. Απαιτείται προσεκτική ανάλυση για τον εντοπισμό οικονομικά αποδοτικών βελτιώσεων.
- **Κατηγορία Β :** Υπάρχει περιθώριο βελτιώσεων. Είναι εφικτά μέτρα διαχείρισης πίεσης , καλύπτου ενεργού ελέγχου διαρροών και βελτιωμένης συντήρησης.
- **Κατηγορία C :** η κατάσταση του δικτύου είναι ανεπαρκής. Αυτή η κατάταξη μπορεί να είναι ανεκτή μόνο αν το νερό είναι επαρκές και φθινό. Ακόμη και τότε όμως , χρειάζεται ανάλυση του επιπέδου και της φύσης των διαρροών και ένταση προσπαθειών μείωσης των διαρροών.
- **Κατηγορία D :** η κατάσταση του δικτύου είναι άσχημη. Η χρήση των υδατικών πόρων είναι ανεπαρκής. Τα προγράμματα μείωσης των διαρροών είναι επιτακτικά και υψηλής προτεραιότητας.

|                                                      |                                                           |                                                                               |                                                                  |                                            |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Εισερχόμενο<br>Νερό<br>Στο Δίκτυο<br><br><u>(A3)</u> | Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><br><u>(A14=A10+A13)</u> | Τιμολογούμενη<br>Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><u>(A10=A8+A9)</u>          | Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση<br><br><u>(A8)</u>           | Νερό Μηδενικής Χρέωσης                     |
|                                                      |                                                           |                                                                               | Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη<br>Κατανάλωση<br><br><u>(A9)</u>     | Νερό Με Χρέωση Χρήσης                      |
|                                                      |                                                           |                                                                               |                                                                  | -                                          |
|                                                      |                                                           |                                                                               |                                                                  | Τιμολογούμενο Χωρίς Είσπραξη<br><u>A23</u> |
|                                                      | Απώλειες<br>Νερού<br><br><u>(A15=A3-A14)</u>              | Μη-Τιμολογούμενη<br>Εξουσιοδοτημένη<br>Κατανάλωση<br><br><u>(A13=A11+A12)</u> | Μη-Τιμολογούμενη<br>Μετρούμενη Κατανάλωση<br><br><u>(A11)</u>    | Μη Ανταποδοτικό Νερό<br>(NRW)              |
|                                                      |                                                           |                                                                               | Μη-Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη<br>Κατανάλωση<br><br><u>(A12)</u> |                                            |
|                                                      |                                                           |                                                                               | Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση<br><br><u>(A16)</u>                |                                            |
|                                                      |                                                           | Εμφανείς<br>Απώλειες<br><u>(A18=A16+A17)</u>                                  | Λάθη Μετρητών<br>/ Μετρήσεων<br><br><u>(A17)</u>                 |                                            |
|                                                      |                                                           | Πραγματικές Απώλειες<br><u>(A19=A15-A18)</u>                                  |                                                                  |                                            |

**Πίνακας 4. 1<sup>η</sup> Προτεινόμενη τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου .**



|                                     |                                             |                                                              |                                                    |                                                                                                  |                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Εισερχόμενο Νερό στο Δίκτυο<br>(A3) | Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση<br>(A14=A10+A13) | Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση<br>(A10=A8+A9)      | Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση<br>(A8)        | Νερό που πωλείται και αποδίδει έσοδα (εισπράττεται)<br>(A24=A8+A9-A23)                           | Νερό που πωλείται και αποδίδει έσοδα (εισπράττεται)<br>(A24=A20-A23)              |
|                                     |                                             |                                                              | Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση<br>(A9)     | Νερό που πωλείται και ΔΕΝ αποδίδει έσοδα (δεν εισπράττεται/apparent NRW)<br>A23                  | Νερό που πωλείται και ΔΕΝ αποδίδει έσοδα (δεν εισπράττεται/apparent NRW)<br>A23   |
|                                     |                                             | Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση<br>(A13=A11+A12) | Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση<br>(A11)    | Νερό που δεν πωλείται και δεν αποδίδει έσοδα (μη Ανταποδοτικό Νερό/real NRW)<br>(A21=A3-A24-A23) | Λογιστικό μη ανταποδοτικό νερό (Accounted for Non Revenue Water)<br>(A26=A21-A25) |
|                                     |                                             |                                                              | Μη-Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση<br>(A12) |                                                                                                  |                                                                                   |
|                                     | Απώλειες Νερού<br>(A15=A3-A14)              | Φαινόμενες Απώλειες Νερού<br>(A18=A16+A17)                   | Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση<br>(A16)             |                                                                                                  |                                                                                   |
|                                     |                                             |                                                              | Λάθη Μετρητών / Μετρήσεων<br>(A17)                 |                                                                                                  |                                                                                   |
|                                     |                                             | Πραγματικές Απώλειες Νερού<br>(A19=A15-A18)                  |                                                    |                                                                                                  | Απώλειες Νερού που αποδίδουν έσοδα (Διαφορά Παγίου)<br>A25                        |

**Πίνακας 5. 2<sup>η</sup> Προτεινόμενη τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου .**

Σε ξεχωριστά επόμενα αρχεία δίνονται :

1. Οι 170 Δείκτες Απόδοσης της IWA .
2. Οι Μεταβλητές της IWA .
3. Το λογισμικό WB/PI Calc – UTH , που αναπτύχθηκε από τους Κανακούδη – Τσιτσιφλή στο εργαστήριο Υδρομηχανικής και Περιβαλλοντικής Τεχνικής του Τ. Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας , που υπολογίζει το πρότυπο Διεθνές Υδατικό Ισοζύγιο της IWA , τις δύο τροποποιήσεις του , καθώς και τους 170 δείκτες απόδοσης της IWA .
4. Οι προτεινόμενοι δείκτες αξιολόγησης για χρήση από τις ΔΕΥΑ , μαζί με τις απαραίτητες ενέργειες για τον υπολογισμό των

### 3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ – ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ – ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.

Η επιλογή του αριθμού και του είδους των δεικτών που η κάθε ΔΕΥΑ θα προβεί , γίνεται με βάση την λογική ότι ο κάθε χρήστης θα επιλέξει αυτό που πραγματικά χρειάζεται , που μπορεί να ανταποκριθεί και σε κάθε περίπτωση θεωρούνται σημαντικοί , σε σχέση με τους στόχους που έχει θέσει , τις επιλογές και τις στρατηγικές που έχει αποφασίσει να ακολουθήσει .

Έτσι η Τεχνική Επιτροπή της ΕΔΕΥΑ προτείνει στις ΔΕΥΑ της χώρας την αρχή υπολογισμού – τήρησης του «Πρότυπου Υδατικού Ισοζυγίου» της ΙWA , αλλά και ενός μικρού αριθμού «Δεικτών Αξιολόγησης» της ΙWA , και αυτοί χωρισμένοι σε «Ελάχιστους απαιτούμενους τηρούμενους δείκτες» και «Επί πλέον τηρούμενους δείκτες».

Τα οφέλη που αναμένονται από την χρήση του «Πρότυπου Υδατικού Ισοζυγίου» της ΙWA , αλλά και «Δεικτών Αξιολόγησης» της ΙWA , συνοψίζονται :

#### **1. Στην δυνατότητα κατανόησης από κάθε ΔΕΥΑ :**

- Της κατάστασης του δικτύου της .
- Του βαθμού των απωλειών του .
- Της ποιότητας του παρεχόμενου νερού .
- Της οικονομικής αποδοτικότητάς του .
- Του επιπέδου λειτουργίας του .
- Της επάρκειας των πόρων του .
- Της ικανοποίησης των πολιτών από τις παρεχόμενες υπηρεσίες της ΔΕΥΑ .

#### **2. Στην συγκριτική αξιολόγηση , τόσο εσωτερικά σε κάθε ΔΕΥΑ , μεταξύ διαφόρων χρονικών περιόδων , όσο και εξωτερικά , με σύγκριση της συγκεκριμένης ΔΕΥΑ , με άλλη ΔΕΥΑ ,**

#### **3. Στον ορισμό συγκεκριμένου στόχου για κάποιον ή κάποιους δείκτες , την παρακολούθησή των και την λήψη αποφάσεων , δράσεων για την βελτίωσή των , άμεσα ή μακροπρόθεσμα .**

#### **4. Στην δημιουργία βάσεων δεδομένων , με δυνατότητα εξέλιξης σε χρονοσειρές , για κάθε μία παράμετρο ξεχωριστά , εντός κάθε ΔΕΥΑ , αλλά και συνολικά για τις ΔΕΥΑ , μέσω της ΕΔΕΥΑ , με πολύ συγκεκριμένο και κοινούς πλέον όρους , για όλους .**