

Κεφάλαιο 6. Αντιμετώπιση των Φαινόμενων Απωλειών

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι μεθοδολογίες και τα μέτρα αντιμετώπισης των Φαινόμενων Απωλειών. Η ανάλυση γίνεται για κάθε συστατικό τους. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι μεθοδολογίες αντιμετώπισης της υπομέτρησης, των σφαλμάτων ανάγνωσης των μετρητών, των λογιστικών σφαλμάτων και της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Παρατίθεται η ολοκληρωμένη στρατηγική για την αντιμετώπιση των φαινόμενων απωλειών, όπως έχει προταθεί στη βιβλιογραφία, καθώς και τα στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα που έχουν καταγραφεί.

Προαπαιτούμενη γνώση

Ο αναγνώστης πρέπει να έχει μελετήσει τα Κεφάλαια 2 και 4 σχετικά με το Υδατικό Ισοζύγιο και τα συστατικά του Μη Ανταποδοτικού Νερού. Στο Κεφάλαιο 4 παρατίθενται οι αιτίες που προκαλούν τις φαινόμενες απώλειες.

6. Αντιμετώπιση των Φαινόμενων Απωλειών

Οι φαινόμενες απώλειες αποτελούν μέρος του Μη Ανταποδοτικού Νερού. Τα κύρια συστατικά των φαινόμενων απωλειών είναι:

- υπομέτρηση,
- μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση (παράνομη χρήση, κλοπή, παράνομες συνδέσεις, παράκαμψη μετρητών, παράνομη χρήση των πυροσβεστικών κρουνών κλπ.),
- σφάλματα ανάγνωσης μετρητών,
- σφάλματα χειρισμού δεδομένων και σφάλματα τιμολόγησης.



Εικόνα 6.1 Οι πυλώνες για την αντιμετώπιση των φαινόμενων απωλειών (Rizzo, Vermersch, Galea St John, Micallef & Pace, 2007).

Η ομάδα εργασίας των απωλειών νερού της IWA (Rizzo et al., 2007) πρότεινε μία μεθοδολογία αντιμετώπισης των φαινομένων απωλειών, στοχεύοντας στην αντιμετώπιση των επιμέρους συστατικών τους (Εικόνα 6.1). Η στρατηγική αυτή στοχεύει στην αντιμετώπιση της υπομέτρησης, των σφαλμάτων ανάγνωσης των μετρητών, των σφαλμάτων μεταφοράς των δεδομένων, και της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Η στρατηγική αυτή μειώνει τις φαινόμενες απώλειες ώστε να φτάσουν στο οικονομικό τους επίπεδο (Εικόνα 6.1).

6.1 Στρατηγική Αντιμετώπισης των Φαινομένων Απωλειών

Πολλές μελέτες υπάρχουν στη βιβλιογραφία για την αντιμετώπιση των φαινομένων απωλειών. Οι Rizzo & Cilia (2005) έδειξαν ότι η υπομέτρηση των υδρομετρητών αποτελεί τη βασική αιτία των φαινομένων απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης. Η κύρια τεχνική αντιμετώπισης των φαινομένων απωλειών είναι η βελτίωση της ακρίβειας των μετρητών. Οι Rizzo et al. (2007) πρότειναν μία διαδικασία ελέγχου των φαινομένων απωλειών (audit) με βάση μια πιλοτική ζώνη ή μια περιοχή DMA. Η διαχείριση των φαινομένων απωλειών θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στη μείωση των απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης.

Η αντιμετώπιση των Φαινομένων Απωλειών, όπως προτείνεται από την ομάδα δράσης της IWA (Rizzo, Pearson, Stephenson & Harper, 2004) επικεντρώνεται σε τρεις κρίσιμες περιοχές:

- Μέτρηση νερού: μία εκτίμηση που βασίζεται στους κυριότερους παράγοντες που επιδρούν στην υπομέτρηση.
- Καινοτόμες λύσεις για την μέτρηση νερού.
- Τεχνικές και εργαλεία για τη μέτρηση και τη διαχείριση των φαινομένων απωλειών.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην υπομέτρηση έχουν αναλυθεί διεξοδικά στο Κεφάλαιο 4 (παράγραφος 4.3.2) και συνοπτικά περιλαμβάνουν τη διαστασιολόγηση του μετρητή, τον τύπο και την τάξη του, την γήρανσή του, τον τρόπο εγκατάστασής του, την ποιότητα του νερού, περιβαλλοντικές συνθήκες κλπ. Η απόφαση αντικατάστασης των μετρητών είναι αποτέλεσμα τόσο τεχνικής αξιολόγησης όσο και οικονομικής. Η επιλογή νέας και βελτιωμένης μετρητικής τεχνολογίας βασίζεται στο κόστος του κύκλου ζωής των μετρητών. Η απόφαση επένδυσης σε νέα τεχνολογία πρέπει να περιλαμβάνει την αξιολόγησή της σε επίπεδο απόδοσης. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οικονομικά κριτήρια, καθώς και ζητήματα πολιτιστικά και θεσμικά. Τα εργαλεία και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των φαινομένων απωλειών είναι λογισμικά και η αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών (Automated Meter Reading – AMR), που αναλύεται διεξοδικά στη συνέχεια. Τα λογισμικά αναλύουν και ποσοτικοποιούν τα συστατικά των φαινομένων απωλειών. Η χρήση των AMR συμπληρώνει τα υπολογιστικά εργαλεία. Ελαχιστοποιεί τις δύο από τις τέσσερις συνιστώσες των φαινομένων απωλειών: τα σφάλματα μεταφοράς των δεδομένων και τα σφάλματα ανάλυσης δεδομένων με την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης παρέμβασης (αναλυτικά τα συστήματα AMR παρατίθενται στην παράγραφο 6.3.1.) (Rizzo et al., 2004).

6.2 Αντιμετώπιση Υπομέτρησης

6.2.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Μετρητών

Η υπομέτρηση που συμβαίνει στους υδρομετρητές των καταναλωτών αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία των φαινομένων απωλειών. Είναι γνωστό ότι, όπως όλες οι συσκευές, έτσι και οι υδρομετρητές χάνουν την ακρίβειά τους με την πάροδο του χρόνου (Εικόνα 6.2). Η υπομέτρηση, όμως, συμβαίνει από την αρχή της ζωής των μετρητών, όταν η παροχή που διέρχεται από τον μετρητή είναι κάτω από το κατώτατο όριο καταγραφής, που ποικίλλει ανάλογα με το είδος και την κλάση του μετρητή. Έτσι, η εταιρεία ύδρευσης υφίσταται σημαντική απώλεια εσόδων που έχει σαν αποτέλεσμα –συνήθως– την επιβολή άδικων και άνισων τιμολογιακών πολιτικών.

Για την αντιμετώπιση της υπομέτρησης είναι απαραίτητη μία Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδρομετρητών (Integrated water meter management). Αυτή περιλαμβάνει:

- κατάλληλη επιλογή μετρητών,
- δειγματοληψία και έλεγχο της ποιότητας των νέων μετρητών,

- επαρκή διαστασιολόγησή τους,
- σωστή εγκατάστασή του,
- βέλτιστη επιλογή δειγμάτων μετρητών,
- βέλτιστο χρόνο ελέγχων και αντικατάστασης.

Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης των μετρητών είναι η συλλογή στοιχείων για τους μετρητές και η δημιουργία αρχείων. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί, αφού πρώτα διερευνηθούν τα ιστορικά στοιχεία προμήθειας των μετρητών και εγκατάστασής τους, τα αρχεία τιμολόγησης, τυχόν ιστορικά παραπόνων πελατών και αποτελεσμάτων από ελέγχους της ακρίβειάς τους. Περισσότερες πληροφορίες για συγκεκριμένους μετρητές μπορούν να συλλεχθούν από καταρτισμένο προσωπικό το οποίο θα επισκεφτεί επί τόπου τους μετρητές των καταναλωτών. Τα στοιχεία που απαιτείται να συγκεντρωθούν για τον έλεγχο είναι:

- ο σειριακός αριθμός, ο κατασκευαστής και το μοντέλο,
- το μήκος, η ονομαστική διάμετρος και η ταχύτητα ροής,
- ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιείται ο έλεγχος,
- η ταυτότητα του αντίστοιχου πελάτη, η πόλη και η ημερομηνία εγκατάστασης των μετρητών,
- ο χαρακτηρισμός της κατανάλωσης (οικιακή, βιομηχανική, κλπ.) και των υποδομών (απευθείας σύνδεση, δεξαμενές αποθήκευσης, κλπ.),
- ο τρόπος με τον οποίο ήταν εγκατεστημένοι στο πεδίο και η θέση τους κατά τη διεξαγωγή του ελέγχου,
- φωτογραφίες κατά τη διάρκεια του ελέγχου.



Εικόνα 6.2 Διάταξη οικιακών μετρητών.

Τα βήματα για την ανάπτυξη του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των μετρητών στη Νότια Αφρική προτάθηκαν από τον van Zyl (2011) και είναι:

1. Ο προσδιορισμός όλων των πηγών προέλευσης του νερού στο σύστημα, καθώς και η μεταφορά νερού προς άλλους δήμους ή περιοχές. Πρέπει να διασφαλιστεί ότι κάθε σύστημα μεταφοράς

- νερού έχει έναν σωστά διαστασιολογημένο μετρητή, σε καλή κατάσταση και οι μετρήσεις του να λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα – κατά προτίμηση ανά εβδομάδα.
2. Εντοπισμός των μεγάλων καταναλωτών (που καταγράφουν το μεγαλύτερο 10% της κατανάλωσης) στο σύστημα. Ισχύει και σ' αυτή την περίπτωση ότι κάθε σύστημα μεταφοράς νερού πρέπει να έχει έναν σωστά διαστασιολογημένο μετρητή, σε καλή κατάσταση και οι μετρήσεις του να λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα – κατά προτίμηση ανά μήνα.
 3. Προσδιορισμός μικρών ζωνών στο σύστημα. Πρέπει να διασφαλιστεί ότι κάθε σύστημα μεταφοράς νερού έχει έναν σωστά διαστασιολογημένο μετρητή, σε καλή κατάσταση και οι μετρήσεις του λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα – κατά προτίμηση ανά εβδομάδα.
 4. Καταγραφή της νυχτερινής κατανάλωσης, για να προσδιοριστεί η ελάχιστη νυχτερινή παροχή, ώστε να προσδιοριστούν οι διαρροές στη ζώνη.
 5. Υπολογισμός του νερού που αποφέρει έσοδα με βάση τις πωλήσεις νερού στους καταναλωτές.
 6. Δημιουργία ενός αρχικού Υδατικού Ισοζυγίου σύμφωνα με την IWA και προσδιορισμός των κρίσιμων περιοχών που χρειάζονται επέμβαση. Αυτή η διαδικασία τυπικά οδηγεί στην ανίχνευση διαρροών και σε ένα πρόγραμμα επισκευών με βάση τις ζώνες με τους υψηλότερους ρυθμούς διαρροών. Μετά την αρχική αξιολόγηση απαιτείται μία λεπτομερέστερη αξιολόγηση του Μη Ανταποδοτικού Νερού.
 7. Αρχικός έλεγχος των μετρητών των καταναλωτών στο σύστημα με τη χρήση των αρχειακών δεδομένων και περιορισμένη έρευνα πεδίου. Ανάπτυξη στρατηγικής για την αξιολόγηση των μετρητών εστιάζοντας αρχικά σε περιοχές όπου η κατανάλωση και τα επίπεδα πληρωμών είναι υψηλότερα. Οι καταναλωτές που δεν έχουν μετρητές πρέπει να εντοπιστούν και να ξεκινήσει τοποθέτηση μετρητών κατά προτεραιότητα. Η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να υιοθετήσει ένα πρόγραμμα ελέγχων και δοκιμών, καθώς και πρόγραμμα αντικατάστασης των μετρητών.

6.2.2 Προφίλ κατανάλωσης και έλεγχοι ακρίβειας μετρητών

Τα προφίλ της κατανάλωσης των πελατών της εταιρείας ύδρευσης είναι απαραίτητο στοιχείο και οι καταναλώσεις πρέπει να συγκεντρώνονται και να ταξινομούνται ανά είδος κατανάλωσης (οικιακή, εμπορική, βιομηχανική) και ανά χρονική περίοδο (προτείνεται ανά μήνα ή περίοδο τιμολόγησης). Μπορεί, επίσης, να καταστρωθεί ανάλογος πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων νερού με διαχωρισμό, βάσει των μεγεθών των μετρητών. Συνήθως ένα προφίλ κατανάλωσης υπολογίζεται με τη χρήση ενός μετρητή αναφοράς, εξαιρετικής μετρολογίας και έναν καταγραφέα δεδομένων που καταχωρεί –συνεχώς– τις αναγνώσεις του μετρητή. Η διαδικασία αυτή παράγει έναν επαρκή αριθμό δεδομένων κάθε φορά που λαμβάνονται μετρήσεις (Aregui, Martinez, Soriano, & Parra, 2009).

Για τον έλεγχο της ακρίβειας των μετρητών, πολλές εταιρείες ύδρευσης έχουν δικά τους εργαστήρια ή χρησιμοποιούν διαπιστευμένα εργαστήρια (π.χ. το εργαστήριο υδρομετρητών της ΕΥΔΑΠ <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/LabMeter/>). Η απόφαση αντικατάστασης των μετρητών εξαρτάται από τον χρόνο ζωής τους και από την οικονομική τους απόδοση.

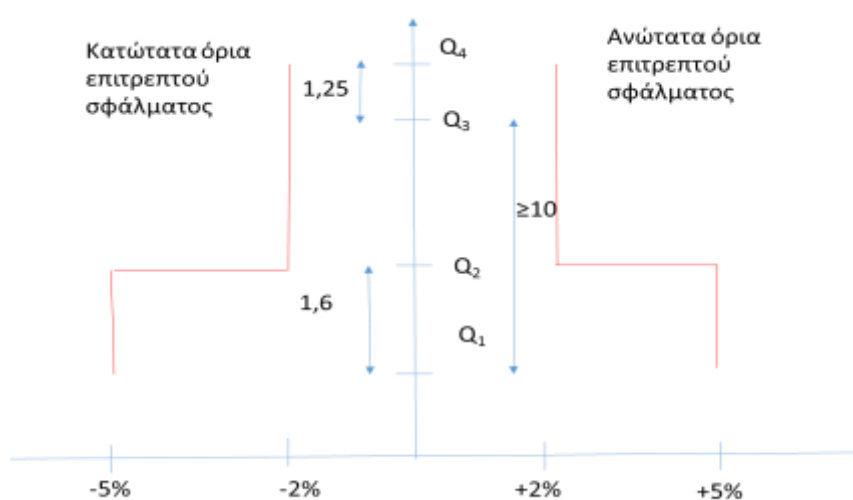
6.2.3 Ορθή διαστασιολόγηση μετρητών

Η ορθή διαστασιολόγηση των μετρητών είναι σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της υπομέτρησης. Προκειμένου να διαστασιολογηθούν σωστά οι μετρητές, απαιτούνται λεπτομερή προφίλ κατανάλωσης των πελατών με ανάλυση ανά λεπτό ή ανά ώρα, για ημέρες, εβδομάδες ή μήνες. Τέτοιες μετρήσεις ακριβείας μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω της τεχνολογίας καταγραφής δεδομένων (data logging technology) και της τεχνολογίας αυτόματοποιημένης ανάγνωσης μετρητών (Automated Meter Reading - AMR). Το προφίλ της κατανάλωσης μπορεί να έχει μεταβληθεί με τον χρόνο, οπότε μεγάλου μεγέθους μετρητές μπορεί να μην χρειάζονται πλέον σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Η καταγραφή των μετρήσεων (data logging) μπορεί να καταδείξει περιπτώσεις όπου οι χαμηλές ροές δεν καταγράφονται από μεγάλους μετρητές και είναι απαραίτητη η αντικατάστασή τους με άλλους, μικρότερης κλίμακας. Σε περιοχές με συνεχώς αναπτυσσόμενες οικονομίες και αλλαγές στον πληθυσμό τους, τα προφίλ της κατανάλωσης νερού των καταναλωτών μπορεί να αλλάζουν σημαντικά, γεγονός που επηρεάζει την ακρίβεια των καταγραφών των μετρητών.

Με τη χρήση συσκευών καταγραφής δεδομένων (data logging) καταγράφονται οι καταναλώσεις των πελατών και δημιουργείται ένα αναλυτικό προφίλ κατανάλωσης που δείχνει τις μεταβολές του ανά τακτά

χρονικά διαστήματα. Μετρητές στους οποίους, όταν γίνονται μετρήσεις παρατηρείται συνεχώς να διέρχεται παροχή κοντά στο χαμηλότερο όριο τους, υποδεικνύουν ότι είναι υπερδιαστασιοποιημένοι.

Με βάση το πρότυπο ISO 4064-1 του 2014 (Υδρομετρητές για κρύο πόσιμο νερό και ζεστό νερό - Water meters for cold potable water and hot water) το σφάλμα της καταγραφής των όγκων νερού που διαρρέουν τον μετρητή αυξάνεται πολύ γρήγορα σε χαμηλές παροχές (Q_1) (Εικόνα 6.3) (http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=55371). Αντίστοιχα, σε πολύ μεγάλες παροχές (Q_4), ο μετρητής μπορεί να μην αποδίδει λόγω της φθοράς, που επέρχεται με τη χρήση. Τα περισσότερα διεθνή πρότυπα (π.χ. ISO 4064, EN 14154 για τα μετρητικά όργανα) και η Ευρωπαϊκή οδηγία 2004/22/EK για τα όργανα μετρήσεων (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0022&from=EN>) προτείνουν τη διαίρεση του πεδίου των τιμών των παροχών σε δυο ζώνες, με διαφορετικό επιτρεπόμενο μέγιστο σφάλμα. Η πρώτη ζώνη ονομάζεται «κατώτερη» και ορίζεται μεταξύ της ελάχιστης παροχής (Q_1) και της μεταβατικής παροχής (Q_2) με μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα 5%. Η δεύτερη ζώνη, που ονομάζεται «ανώτερη», ορίζεται μεταξύ της μεταβατικής παροχής (Q_2) και της παροχής υπερφόρτισης (Q_4) με μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα 2% (Εικόνα 6.3). Στην Εικόνα 6.3, η Q_3 είναι η ονομαστική (μόνιμη) παροχή.



Εικόνα 6.3 Όρια επιτρεπτού σφάλματος υδρομετρητή και πεδίο τιμών παροχής σύμφωνα με την οδηγία 2004/22/EK.

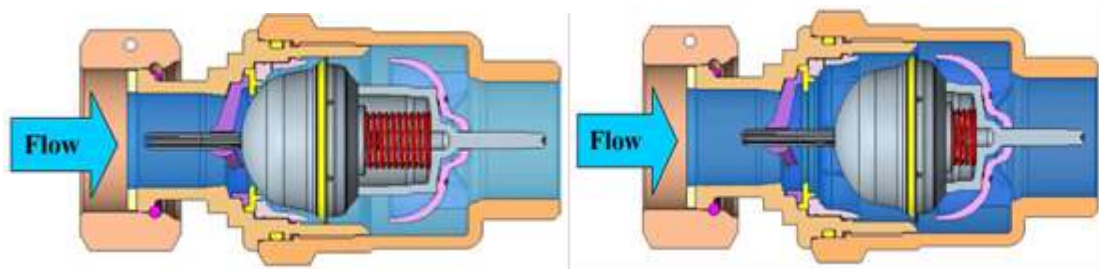
6.2.4 Χρήση οργάνων περιορισμού μη μετρήσιμης ροής (Unmeasured Flow Reducers – UFR)

Τα όργανα περιορισμού της μη μετρήσιμης ροής καλούμενα UFR (Unmeasured Flow Reducers) είναι πρωτοποριακές συσκευές που μειώνουν τις φαινόμενες απώλειες, αλλάζοντας το καθεστώς ροής των χαμηλών ροών μέσα από τον μετρητή. Οι συσκευές αυτές αναγκάζουν το νερό να «πάλλεται», όταν διέρχεται από τον μετρητή και να δημιουργεί ροή που ο μετρητής μπορεί να καταγράψει. Σε υψηλότερες ροές η συσκευή ανοίγει, επιτρέποντας στο νερό να περάσει χωρίς εμπόδιο. Τα UFR έχουν εξεταστεί επιτυχώς παγκοσμίως και επιφέρουν μείωση του μη καταγεγραμμένου νερού από τους μετρητές.

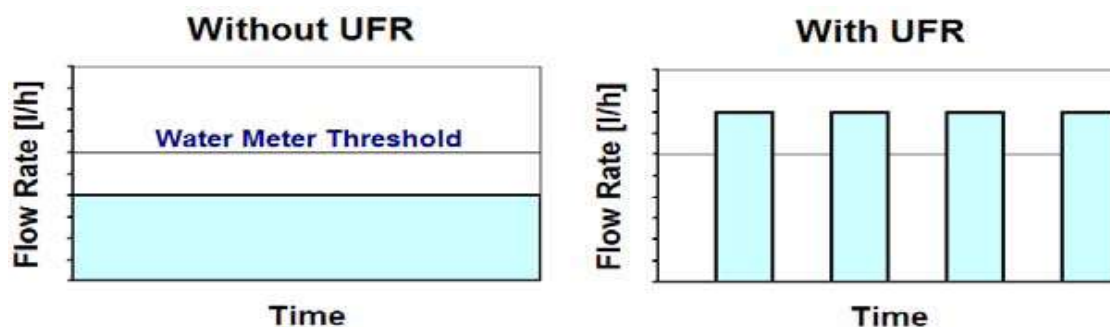
Τα UFR λειτουργούν ως βαλβίδες ανεπιστροφής και αποτρέπουν την αλλαγή της φοράς της ροής (κλείνει όταν η κατάντη και η ανάντη πίεση είναι ίσες). Είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε η διαφορά πίεσης που απαιτείται για να ανοίξουν να είναι μεγαλύτερη απ' αυτή που χρειάζεται για να παραμείνουν ανοικτοί. Η συσκευή λειτουργεί ως εξής: κλείνει, όταν οι πιέσεις είναι ίσες και ανοίγει, όταν η κατάντη πίεση είναι 0,4 bar (Εικόνα 6.4). Για να παραμείνει ανοικτή, η πίεση πρέπει να είναι 0,1 bar. Όταν παρουσιάζεται μια διαρροή, η κατάντη πίεση πέφτει. Όταν η κατάντη πίεση πέσει 0,4 bar κάτω από την ανάντη πίεση, το UFR ανοίγει και επιτρέπει να διέρχεται ροή πάνω από το κατώφλι καταγραφής του μετρητή. Η ελεύθερη ροή νερού εξισορροπεί την πίεση και επιτρέπει στο UFR να κλείσει (Εικόνες 6.4 & 6.5). Η συνεχόμενη διαρροή κατάντη του UFR προκαλεί τη διαρκή επανάληψη αυτής της διαδικασίας. Η συσκευή UFR δεν επηρεάζει την ποσότητα νερού που περνά μέσω του μετρητή.

Εφαρμογή των UFR στην Κύπρο έδειξε ότι η μέτρηση κάτω από το όριο καταγραφής των μετρητών μειώθηκε κατά 4,7% (Prowat, 2008). Στο Palermo της Ιταλίας, η εφαρμογή UFR είχε ως αποτέλεσμα την

αύξηση των εσόδων κατά 9,15%, ενώ η υπομέτρηση σχεδόν μηδενίστηκε με την αντικατάσταση των παλαιών με νέους μετρητές (Fantozzi et al., 2009). Στο Ισραήλ, η χρήση των UFR είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της υπομέτρησης κατά 8,5%, στην Κύπρο κατά 9,93% και στη Μάλτα η μετρούμενη κατανάλωση αυξήθηκε κατά 5,5-6% (Yaniv, 2009).



Εικόνα 6.4 Λειτουργία των UFR: (α) κλειστή UFR: η κατάντη πίεση ελαττώνεται, (β) ανοικτή UFR: η ανάντη πίεση ισούται με την κατάντη πίεση (Yaniv, 2009· Davidesko, 2007).



Εικόνα 6.5 Η αρχή της λειτουργίας των UFR (Yaniv, 2009· Davidesko, 2007).

6.2.5 Έλεγχος ακρίβειας υδρομετρητών μεγάλων καταναλωτών

Οι μεγάλοι μετρητές βιομηχανικής, εμπορικής και γεωργικής κατανάλωσης καταγράφουν μεγαλύτερες καταναλώσεις και παράγουν μεγαλύτερα έσοδα ανά λογαριασμό. Υπάρχουν περιοχές όπου οι μεγάλοι καταναλωτές συνεισφέρουν μεγάλο ποσό εσόδων, αν και αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος των πελατών της εταιρείας ύδρευσης. Για τους λόγους αυτούς, κρίνεται απαραίτητη η συστηματική επιθεώρησή τους, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των μετρητών. Η επιθεώρηση (έλεγχος) των μεγάλων καταναλωτών πρέπει να περιλαμβάνει την καταλληλότητα του τύπου του μετρητή, τη σωστή διαστασιολόγησή του και την ακρίβειά του.

6.2.6 Αντικατάσταση μετρητών

Η απόφαση της αντικατάστασης των υδρομετρητών είναι αποτέλεσμα οικονομοτεχνικών μοντέλων. Είναι γενικά αποδεκτό και έχει αποδειχθεί ερευνητικά ότι ο βέλτιστος χρόνος ζωής ενός υδρομετρητή είναι 10 έτη (Στακιάδης, 2006) και η οικονομική τους ζωή από 5-10 έτη (Lambert, 2002), Βέβαια, η ηλικία του μετρητή δεν έχει πάντα σχέση με τον χρόνο χρήσης του (σε έτη) αλλά με τον παράγοντα της γήρανσης του μετρητή, που επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες (π.χ. ποιότητα νερού). Η χρήση οικονομικών μοντέλων (όπως αυτό που παρουσιάζεται στη συνέχεια) προκειμένου να προσδιοριστεί ο βέλτιστος χρόνος αντικατάστασης των μετρητών, είναι αναγκαία.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των υδρομετρητών είναι (Arregui, [Cobacho, Soriano, & Garcia-Sera, 2010](#)):

- Το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των μετρητών, καθώς και τα διοικητικά κόστη που σχετίζονται με την αντικατάστασή τους. Λαμβάνεται υπόψη ότι η αξία στο τέλος της ζωής των υδρομετρητών είναι μηδενική. Συνήθως, το υψηλό αρχικό κόστος συνεπάγεται αύξηση της βέλτιστης χρονικής περιόδου ανανέωσής τους.
- Το κόστος του νερού που δεν καταγράφεται αποτελεί ένα πραγματικό κόστος για την εταιρεία ύδρευσης. Τα κόστη αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για όλο τον χρόνο ζωής των μετρητών.
- Η τυπική καμπύλη σφάλματος του μετρητή. Η καμπύλη αυτή διαφέρει ανάλογα με τις αρχές λειτουργίας και τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά των μετρητών.
- Το προφίλ κατανάλωσης του χρήστη.
- Το σταθμισμένο σφάλμα. Το σφάλμα του μετρητή σχετίζεται με τον ρυθμό παροχής. Αν μικρές ποσότητες νερού καταναλώνονται σε συγκεκριμένο ρυθμό παροχής, τότε η επίδρασή τους είναι μικρότερη από ό,τι αν μεγαλύτεροι όγκοι καταναλώνονται στον ίδιο ρυθμό παροχής. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται το σταθμισμένο σφάλμα που προκύπτει από τη μελέτη του σφάλματος σε διάφορους ρυθμούς παροχής.
- Η δομή του τιμολογίου του νερού. Για την μετατροπή του μη καταγεγραμμένου όγκου νερού σε απώλεια εσόδων, πρέπει να ληφθεί υπόψη η κατάλληλη τιμή πώλησης του νερού. Οι απώλειες εσόδων που προκαλούνται από τις ανακρίβειες των μετρητών θα είναι το κόστος του τελευταίου κυβικού μέτρου που καταναλώθηκε αλλά δεν τιμολογήθηκε.
- Προεξοφλητικό επιτόκιο. Για τον υπολογισμό του κόστους του μη καταγεγραμμένου όγκου του νερού πρέπει να υπολογιστεί η παρούσα αξία των μελλοντικών οικονομικών απωλειών. Για τον υπολογισμό της παρούσας αξίας χρησιμοποιείται ο γνωστός τύπος του ονομαστικού προεξοφλητικού επιτοκίου r . Το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο r' υπολογίζεται από την εξίσωση (6.1), όπου s είναι ο πληθωρισμός.

$$r' = \frac{(1+r)}{(1+s)} - 1 \quad (6.1)$$

Συμπερασματικά, αν ο όγκος νερού που καταναλώνεται σε χαμηλές παροχές είναι μεγάλος και η εταιρεία ύδρευσης παρέχει το νερό με υψηλή τιμή, τότε αυξάνεται η ανάγκη επιλογής υδρομετρητών μεγαλύτερης ακρίβειας με ιδιαίτερη ευαισθησία στις χαμηλές παροχές, που όμως έχουν και υψηλότερη τιμή αγοράς. Επιπλέον, η προγραμματισμένη περίοδος αντικατάστασης των μετρητών αυτών θα είναι σχετικά μικρή. Αντίθετα, όταν η τιμή πώλησης του νερού είναι χαμηλή και οι διαρροές που εκδηλώνονται στα δίκτυα των καταναλωτών περιορισμένες, οι μετρητές που θα χρησιμοποιηθούν δεν απαιτείται να έχουν αυξημένη ευαισθησία και ακρίβεια μέτρησης στις πολύ χαμηλές παροχές και επομένως και η τιμή αγοράς τους δεν θα είναι υψηλή.

Μια απλή μέθοδος εκτίμησης της αποδοτικότητας της επένδυσης είναι αυτή της Καθαρής Παρούσας Αξίας. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε από τους Agreui et al. (2006a· b) για τον υπολογισμό του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των υδρομετρητών. Η βέλτιστη λύση είναι εκείνη που έχει το μικρότερο κόστος ή το μεγαλύτερο κέρδος (εξισώσεις (6.2) και (6.3)). Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας εφαρμόζεται υπολογίζοντας είτε το συνολικό κόστος που έχει ο μετρητής για την εταιρεία ύδρευσης σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας του ή το συνολικό της κέρδος.

$$\text{Κόστος} = C_{\text{αγοράς}} + C_{\text{εγκατ.}} + C_{\text{διοικ.}} + \sum_{i=1}^n V * \varepsilon_i \frac{C_w}{(1+r')^{(i=1)}} \quad (6.2)$$

$$\text{Κέρδος} = -C_{\text{αγοράς}} - C_{\text{εγκατ.}} - C_{\text{διοικ.}} + \sum_{i=1}^n V * (1 - \varepsilon_i) \frac{C_w}{(1+r')^{(i=1)}} \quad (6.3)$$

Όπου: $C_{\text{αγοράς}}$ το κόστος αγοράς, $C_{\text{εγκατ.}}$ το κόστος εγκατάστασης, $C_{\text{διοικ.}}$ τα διοικητικά κόστη, C_w η τιμή πώλησης του νερού, V_i ο μέσος όγκος που καταναλώνεται από έναν χρήστη το έτος i , ε_i το σταθμισμένο σφάλμα μέτρησης του μετρητή το έτος i , r' το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο και n , ο αριθμός των ετών της περιόδου αντικατάστασης. Η επιλογή του καταλληλότερου μετρητή απλοποιείται, αν για οποιοδήποτε λόγο η περίοδος ανανέωσης των οργάνων είναι σταθερή και καθορισμένη. Το μοντέλο που θα επιλεγεί είναι αυτό

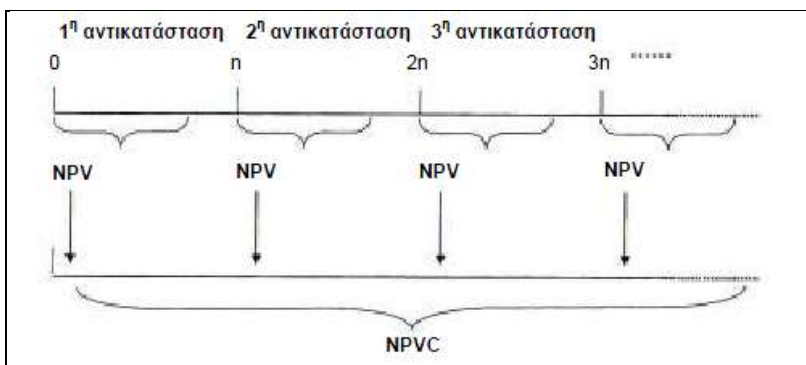
που μεγιστοποιεί την τιμή της εξίσωσης του κέρδους και ελαχιστοποιεί την τιμή της εξίσωσης του κόστους (Μανουσέλη, 2013).

Σε περίπτωση που δεν ορίζεται μια σταθερή προκαθορισμένη περίοδος ανανέωσης, η βέλτιστη διάρκεια ζωής του μετρητή είναι αυτή που μεγιστοποιεί τα οφέλη της εταιρείας. Επειδή, πλέον, ο χρόνος ζωής των μετρητών που συγκρίνονται είναι διαφορετικός, η κατάλληλη μέθοδος δεν είναι ο υπολογισμός της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value – NPV) αλλά της Καθαρής Παρούσας Αξίας για αλυσίδα αντικαταστάσεων (NPVC_n) (Εικόνα 6.6). Η προσέγγιση αυτή υπολογίζει την καθαρή παρούσα αξία του κόστους για συνεχόμενες αντικαταστάσεις που θα γίνουν σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Η εξίσωση (6.4) υπολογίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία της αλυσίδας αντικατάστασης (Arregui et al., 2010):

$$NPVC_n = [C_{αγοράς} + C_{εγκατ} + C_{διοικ} + \sum_{i=1}^n V_i \cdot \epsilon_i \frac{C_w}{(1+r')^{(i-1)}}] \cdot \frac{(1+r')^n}{(1+r')^n - 1} \quad (6.4)$$

Όπου n, η βέλτιστη περίοδος αντικατάστασης.

Για να καθοριστεί η βέλτιστη διάρκεια ζωής ενός δεδομένου μετρητή πρέπει να υπολογιστεί η NPVC_n για κάθε εναλλακτική. Η τιμή του n που δίνει τη μικρότερη τιμή της NPVC_n θα είναι η βέλτιστη εναλλακτική που δημιουργεί τα μικρότερα κόστη για την εταιρεία ύδρευσης. Στο μοντέλο αυτό δεν συμπεριλαμβάνονται τα σφάλματα χειρισμού δεδομένων, η κλοπή νερού και η αλλοίωση των μετρητών.



Εικόνα 6.6 Υπολογισμός της NPVC_n για αλυσίδα άπειρων αντικαταστάσεων (Arregui et al., 2006b)

6.2.7 Τα πρότυπα για τους μετρητές και η Ευρωπαϊκή Οδηγία MID

Το πρότυπο ISO 4064: 2005 όπως αντικαταστάθηκε από το αναθεωρημένο ISO 4064: 2014, αφορά σε μετρητές κρύου πόσιμου νερού και ζεστού νερού. Το πρότυπο ISO 4064:2014 αποτελείται από 5 μέρη (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4064:-1:ed-4:v1:en>):

- μετρολογικές και τεχνικές απαιτήσεις,
- μέθοδοι δοκιμών,
- πρότυπο έκθεσης δοκιμής,
- μη μετρολογικές απαιτήσεις που δεν καλύπτονται από το ISO 4064-1,
- απαιτήσεις εγκατάστασης.

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/22/ΕΕ θεσπίστηκε για την κοινή εφαρμογή νόμιμου μετρολογικού ελέγχου σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. (<http://eur-lex.europa.eu>). Η οδηγία αφορά σε διάφορους μετρητές ανάμεσα σε αυτούς και σε μετρητές νερού. Η οδηγία καθορίζει τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι μετρητές για να τεθούν στην αγορά και να χρησιμοποιηθούν από τους ενδιαφερόμενους. Η οδηγία θέτει βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι υδρομετρητές, ώστε να καθορίζεται η πιστότητά τους με τη σήμανση «CE». Θέτει, επίσης, τα κριτήρια που πρέπει να πληρούν οι οργανισμοί αξιολόγησης της πιστότητας των υδρομετρητών.

6.2.8 Έξυπνοι μετρητές (smart meters)

Για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων των μετρητών, αλλά κυρίως για τη μείωση της κατανάλωσης, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι «έξυπνοι μετρητές». Αυτοί χρησιμοποιούνται όχι μόνο για τη μέτρηση της κατανάλωσης νερού αλλά και της ενέργειας. Είναι γνωστό ότι η έγκαιρη συλλογή και ανάλυση δεδομένων χρήσης νερού έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά του καταναλωτή όσον αφορά τη χρήση του νερού. Πιθανές οικιακές διαρροές εντοπίζονται άμεσα και γίνονται όλες οι απαραίτητες ενέργειες για την αποκατάστασή τους εξοικονομώντας πολύτιμες ποσότητες νερού αλλά και χρημάτων για τους καταναλωτές. Τα δεδομένα της κατανάλωσης ενισχύουν τον ορθό σχεδιασμό των πολιτικών διαχείρισης της ζήτησης (Giurco, Carrard, McFallan, Nalbantoglu, Inman, Thornton, & White, 2008). Ένας «έξυπνος μετρητής νερού» είναι μία ηλεκτρονική συσκευή σχεδιασμένη για την καταγραφή της κατανάλωσης νερού για την εταιρεία ύδρευσης και τον χρήστη, σύμφωνα με τους Sonderlund, Smith, Hutton, & Kapelan, (2014). Οι έξυπνοι μετρητές καταγράφουν την κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο και μπορούν να μεταδώσουν αυτή την πληροφορία και στην εταιρεία ύδρευσης και στον καταναλωτή. Τα οφέλη είναι οι ακριβείς καταμετρήσεις της κατανάλωσης, ο άμεσος εντοπισμός των διαρροών και της απώλειας νερού και η μεγαλύτερη διαφάνεια στην κατανάλωση για τον καταναλωτή, αφού ο λογαριασμός νερού θα αφορά την ακριβή κατανάλωση (Sonderlund et al., 2014). Σχετικές έρευνες έδειξαν ότι η μείωση της κατανάλωσης από τη χρήση των «έξυπνων μετρητών» ανήλθε μέχρι και στο 53,4%, με μέσο όρο το 19,6% (Sonderlund et al., 2014).

6.3 Αντιμετώπιση Σφαλμάτων Ανάγνωσης μετρητών

Υπάρχουν πολλές πιθανότητες εισαγωγής σφαλμάτων κατά την ανάγνωση των μετρητών των καταναλωτών και κατά την επεξεργασία των μετρήσεων. Οι μετρητές διαβάζονται συνήθως είτε μη αυτόματα (ο υδρονομέας διαβάζει την ένδειξη και την καταγράφει χειρόγραφα) ή μέσω απομακρυσμένης ή αυτοματοποιημένης λήψης μετρητικών δεδομένων (Automated Meter Reading-AMR). Η μη αυτόματη ανάγνωση μετρήσεων από προσωπικό ανάγνωσης των μετρητών το οποίο επισκέπτεται τις κατοικίες των καταναλωτών και συλλέγει τις αναγνώσεις των μετρητών τους, είναι η παραδοσιακή προσέγγιση η οποία χρησιμοποιείται από το μεγαλύτερο ποσοστό των εταιρειών ύδρευσης. Είναι αναγκαίο, η ανάγνωση των μετρητών να γίνεται με αποτελεσματικό τρόπο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με συνεχείς επιτηρήσεις και έλεγχο των υδρονομέων, καθώς και τοπικές επαληθεύσεις (Prowat, 2008). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν προβλήματα διαφθοράς, οι υδρονομείς αντικαθίστανται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Πριν την οριστική τιμολόγηση πρέπει οι καταναλώσεις να επαληθεύονται στο σύστημα τιμολόγησης.

6.3.1 Αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών (AMR)

Οι μέθοδοι AMR και η AMI (Advanced Metering Infrastructure) εφαρμόζονται όλο και περισσότερο, προσφέροντας στις εταιρείες ύδρευσης την ευκαιρία να ελαχιστοποιήσουν τις φαινόμενες απώλειες που οφείλονται σε σφάλματα ανάγνωσης των μετρητών. Η Αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών, ή AMR, είναι η τεχνολογία της αυτόματης συλλογής δεδομένων κατανάλωσης, καθώς και λοιπών πληροφοριακών στοιχείων από μετρητές νερού ή συσκευές μέτρησης ενέργειας (φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα) και η μεταφορά των δεδομένων αυτών σε μια κεντρική βάση για την τιμολόγηση, την αντιμετώπιση προβλημάτων, και την ανάλυση των καταγεγραμμένων στοιχείων.

Για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής απαιτούνται:

- Ένας μετρητής που να φέρει την κατάλληλη υποδομή για ένταξη σε σύστημα AMR.
- Παλμοδοτική διάταξη ή παλμοδότης που παράγει το ψηφιακό σήμα που τελικά καθορίζει τη μετρούμενη τιμή. Αυτές οι συσκευές είναι συνήθως ενεργειακά αυτόνομες.
- Για την επικοινωνία των υδρομετρητών με το υπόλοιπο σύστημα χρησιμοποιείται σύστημα λήψης δεδομένων.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος AMR είναι τα εξής:

- Σίγουρη και διασφαλισμένη αύξηση των εσόδων της επιχείρησης συγκριτικά με τη μη αυτοματοποιημένη λήψη μετρήσεων, για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Αύξηση ρυθμού χρηματοροών με δυνατότητα άμεσης τιμολόγησης σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα.
- Δικαιότερη τιμολόγηση και χρέωση των καταναλωτών.
- Αποφυγή σφαλμάτων χρεώσεων που δημιουργούν παράπονα από τους καταναλωτές.
- Αποφυγή όχλησης των καταναλωτών για τη λήψη των ενδείξεων και μάλιστα σε τακτική βάση.
- Δυνατότητα καλύτερης συνολικά διαχείρισης του πόσιμου νερού (δημιουργία προφίλ κατανάλωσης ανά διαμέρισμα, ημέρα, περίοδο, περιοχή κλπ.).
- Δυνατότητα λήψης αποφάσεων, βάσει ασφαλών και πραγματικών στοιχείων, και όχι με «εκτιμήσεις».
- Μείωση χρόνου συλλογής δεδομένων μετρήσεων και ελαχιστοποίησης κόστους ανθρώπινου δυναμικού.
- Ανίχνευση εσωτερικών διαρροών στα δίκτυα των καταναλωτών.
- Σημαντική αναβάθμιση παροχής υπηρεσίας στους καταναλωτές από τους φορείς διαχείρισης και βελτίωση των μεταξύ τους σχέσεων εμπιστοσύνης.
- Δυνατότητα εφαρμογής διαφοροποιημένης τιμολογιακής πολιτικής (χρονικά, ποσοτικά κ.λπ.).
- Εύκολη μετάβαση στοιχείων τιμολόγησης σε αλλαγές χρήσης ή ιδιοκτητών κατοικιών.
- Δυνατότητα επέκτασης επιχειρηματικής δραστηριότητας της επιχείρησης χρησιμοποιώντας την ίδια πλατφόρμα μεταφοράς δεδομένων π.χ. ενέργεια, αέριο.
- Δυνατότητα συνδυασμού του συστήματος αυτόματης καταμέτρησης με συνεχή παρακολούθηση των διαρροών, εντάσσοντας στην ίδια πλατφόρμα επικοινωνίας, σταθμούς ανίχνευσης διαρροών (καταγραφικά θορύβου).

Στα μειονεκτήματα ενός συστήματος AMR συγκαταλέγονται:

- Το αυξημένο κόστος αρχικής επένδυσης.
- Το κόστος συντήρησης δεν είναι αμελητέο.
- Απαιτείται σημαντική εποπτεία κατά την εγκατάσταση του συστήματος.
- Δεν υπάρχει άμεσος οπτικός έλεγχος του οργάνου μέτρησης στη θέση εγκατάστασης.
- Προσωπικά δεδομένα – οι καταγεγραμμένες πληροφορίες αποτελούν στοιχείο συμπεριφοράς του καταναλωτή.

Τρεις είναι οι βασικές κατηγορίες συστημάτων λήψης και επεξεργασίας δεδομένων:

8. Λήψη δεδομένων με βάδισμα (walk-by system). Η λήψη των δεδομένων πραγματοποιείται με φορητή διάταξης χειρός και σε συγκεκριμένη εμβέλεια από το σημείο εγκατάστασης του υδρομετρητή (συνήθως 10-200m).
9. Λήψη δεδομένων με όχημα (drive-by system). Η λήψη των δεδομένων πραγματοποιείται με φορητή διάταξη που βρίσκεται εγκατεστημένη σε ένα όχημα που κινείται με χαμηλή ταχύτητα και εντός συγκεκριμένης εμβέλειας από το σημείο εγκατάστασης του υδρομετρητή.
10. Λήψη δεδομένων μέσω σταθερού δικτύου επικοινωνίας (fixed network). Η λήψη των δεδομένων γίνεται μέσω σταθερής υποδομής που αποτελείται από αναμεταδότες σήματος και συλλέκτες.

Και στις τρεις περιπτώσεις, η μεταφορά των δεδομένων γίνεται μέσω ραδιοσυχνοτήτων ή μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας, ενώ στις δύο πρώτες κατηγορίες μπορεί να γίνει και με φυσική σύνδεση της διάταξης με τον υπολογιστή. Τέτοια συστήματα έχουν εφαρμοστεί στην Αθήνα, στην Λευκωσία και σε άλλες πόλεις.

6.3.2 Αντιμετώπιση σφαλμάτων

Σφάλματα μπορούν να υπάρξουν και στις δύο περιπτώσεις ανάγνωσης των μετρητών. Για την αποφυγή τέτοιων σφαλμάτων η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να έχει εκπαιδευμένο προσωπικό που να αναλύει τις καταγεγραμμένες

καταναλώσεις των χρηστών. Πιθανές περιπτώσεις που πρέπει να ερευνηθούν για την ύπαρξη σφαλμάτων ανάγνωσης των μετρητών είναι:

- Λογαριασμοί χωρίς αναγνώσεις μετρητών για πάνω από ένα έτος
- Λογαριασμοί που εμφανίζουν μηδενική κατανάλωση για τρεις ή περισσότερους κύκλους τιμολόγησης
- Λογαριασμοί που ξαφνικά εμφανίζουν σημαντική μείωση στην κατανάλωση
- Λογαριασμοί με επιβεβαιωμένες βλάβες του εξοπλισμού AMR
- Λογαριασμοί που έγινε γνωστό ότι υπέστησαν ανακριβείς αναγνώσεις μετρητών
- Λογαριασμοί που έγινε γνωστό ότι υπέστησαν διαστρέβλωση στις μετρήσεις κατά τη μεταφορά τους από τις συσκευές χειροκίνητης ανάγνωσης μετρητών στο σύστημα τιμολόγησης.

Οι ενέργειες για τον πιθανό εντοπισμό τέτοιων σφαλμάτων είναι η ανάλυση των αρχείων τιμολόγησης και η δειγματοληπτική διερεύνηση των καταγεγραμμένων καταναλώσεων.

6.4 Αντιμετώπιση Σφαλμάτων Χειρισμού Δεδομένων

Οι εταιρείες ύδρευσης για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα των σφαλμάτων των δεδομένων πρέπει να εφαρμόσουν ένα αποτελεσματικό σύστημα για τη μεταφορά των δεδομένων μετά την ανάγνωση του μετρητή και ως το σύστημα τιμολόγησης. Τέτοια συστήματα υπάρχουν στα AMR. Βέβαια, είναι αναγκαίο να γίνονται έλεγχοι πριν την επεξεργασία των δεδομένων. Τα συνήθη σφάλματα στο σύστημα τιμολόγησης μπορεί να είναι λανθασμένη μετατροπή σε ηλεκτρονικά όργανα ή ελλιπής βάση δεδομένων κλπ. (Prowat, 2008). Οι εταιρείες ύδρευσης πρέπει τακτικά να ανανεώνουν τις βάσεις δεδομένων τους και να κάνουν δειγματοληπτικούς ελέγχους για την αποφυγή των σφαλμάτων.

6.5 Αντιμετώπιση της Μη Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης

Η κλοπή νερού αποτελεί τόσο οικονομικό όσο και κοινωνικό πρόβλημα, ενώ είναι μία συνήθης πρακτική σε κάποια μέρη του κόσμου (McKenzie et al., 2007). Η αντιμετώπισή της απαιτεί όχι απλά τεχνικές λύσεις αλλά κυρίως μία κοινωνική προσέγγιση με στόχο την αλλαγή της νοοτροπίας των καταναλωτών και την επιβολή αυστηρών ποινών (Mutikanga, 2012).

Η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να προβεί σε ενέργειες για την αντιμετώπιση της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Αρχικά πρέπει να διερευνηθεί πόσο εύκολα μπορεί κάποιος να πάρει χωρίς εξουσιοδότηση νερό από τους πυροσβεστικούς κρουσούς (Εικόνα 6.7). Τα δεδομένα τιμολόγησης πρέπει να ελεγχθούν, ώστε να καθοριστεί αν υπάρχουν ενεργοί καταναλωτές που παρουσιάζουν τις ίδιες αναγνώσεις στους μετρητές τους και κατά συνέπεια μηδενική κατανάλωση, σε συνεχόμενους κύκλους τιμολόγησης. Η επιτόπια έρευνα θα αποδείξει αν τίθεται θέμα μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Επιτόπιοι έλεγχοι πρέπει ακόμη να πραγματοποιηθούν σε καταναλωτές που διέκοψαν τη σύνδεσή τους, ώστε να διαπιστωθεί αν έγινε παράνομη επανασύνδεση. Οι μετρητές πρέπει να διασφαλίζονται από κακόβουλες ενέργειες με τη χρήση συσκευών που τους κλειδώνουν.

Η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να αναθεωρήσει τους κανονισμούς της σχετικά με την κλοπή του νερού, μακροπρόθεσμα. Η αναθεώρηση απαιτεί χρόνο, καθώς επερχόμενες αλλαγές μπορεί να είναι «πολιτικά ευαίσθητες». Προκειμένου η εταιρεία ύδρευσης να διευκολύνει τους καταναλωτές που αντιμετωπίζουν οικονομικά προβλήματα, μπορεί να καθιερώσει «κοινωνικό τιμολόγιο», με μειωμένο κόστος σε κοινωνικά ευαίσθητες ομάδες (π.χ. μικρο-συνταξιούχοι), πράγμα που σήμερα γίνεται σε κάποιο βαθμό. Σε πολλές χώρες χρησιμοποιείται η επιβράβευση των καταγγελιών για παράνομη χρήση, ως μέτρο αντιμετώπισης της κλοπής (Mutikanga, 2012).

Η παράνομη χρήση νερού στα όρια της ιδιοκτησίας του καταναλωτή δεν είναι τόσο εύκολα ανιχνεύσιμη όσο στην περίπτωση των πυροσβεστικών κρουσών. Όμως, νέες τεχνολογίες που προσφέρονται όπως η AMI (Advanced Metering Infrastructure) παρέχουν εργαλεία για την ανίχνευση ενδείξεων παράνομης χρήσης νερού. Κάθε προσπάθεια αλλοίωσης της καταγραφής του μετρητή είναι παράνομη. Κάποιοι πελάτες προσπαθούν να επέμβουν και στις αναγνώσεις των συστημάτων αυτόματης ανάγνωσης (AMR), κάτι που ανιχνεύεται πιο εύκολα, καθώς τα περισσότερα τέτοια συστήματα έχουν ικανότητες ανίχνευσης επεμβάσεων στη λειτουργία τους και στέλνουν ειδοποίηση στην εταιρεία, όταν κάτι τέτοιο συμβαίνει.



Εικόνα 6.7 Πυροσβεστικός κρουνός (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fire_hydrant_6.jpg - By Dori (Own work) [Public domain], via Wikimedia Commons).

6.5.1. Προληπτικός Έλεγχος – Πρόγραμμα προπληρωμής νερού

Στη βιομηχανία ενέργειας –γενικότερα– έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται τεχνολογίες και προγράμματα που περιλαμβάνουν τη χρήση κανονισμών προπληρωμής για τις υπηρεσίες τους. Οι κανονισμοί αυτοί υποχρεώνουν τους πελάτες να πληρώνουν για τις υπηρεσίες πριν τις χρησιμοποιήσουν, σε αντίθεση με το παραδοσιακό επιχειρησιακό μοντέλο που εφαρμόζεται παγκοσμίως (Μανουσέλη, 2013).

Η πολυπλοκότητα στη διαχείριση των δομών προπληρωμής αντιμετωπίζεται με την ανάπτυξη «έξυπνων μετρητών» ή σχετικών υποδομών που μπορούν να επικοινωνούν και να εκτελούν μια ποικιλία λειτουργιών. Κάποιες από τις ιδιότητες της τεχνολογίας «έξυπνων μετρητών» περιλαμβάνουν: αυτόματη ανάγνωση διπλής κατεύθυνσης, τιμολόγηση σε πολλαπλές κλίμακες, απομακρυσμένη ηλεκτρονική σύνδεση και αποσύνδεση, βελτιστοποίηση των παγίων του συστήματος διανομής, μείωση διακοπών, προστασία εσόδων, διαχείριση της ποιότητας ενέργειας και εντοπισμός κακόβουλων παρεμβάσεων.

Πρόγραμμα προπληρωμής εφαρμόστηκε στη Νότια Αφρική ώστε να αντιμετωπιστούν τα σημαντικά προβλήματα της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης, της κακής συλλογής των εσόδων, της πίεσης που ασκείται στους υδατικούς πόρους και της αύξησης του πληθυσμού (Thornton et al., 2008). Ταυτόχρονα, σε πολλούς χρήστες δόθηκε δωρεάν η βασική ποσότητα παροχής νερού την οποία, αφού καταναλώσουν θα πρέπει να πληρώσουν μία πάγια χρέωση. Το πρόγραμμα αυτό έχει στόχο να βελτιώσει τον τρόπο συλλογής των εσόδων της επιχείρησης και τον τρόπο διαχείρισης του παρεχόμενου νερού (Thornton et al., 2008). Η επιχείρηση παρείχε απεριόριστη παροχή νερού με χρέωση ενός παγίου. Το νέο σχέδιο χρέωσης προσφέρει πολύ μεγαλύτερο έλεγχο της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης και αποτελεί προληπτικό τρόπο αντιμετώπισης της. Από την άλλη, εντοπίστηκαν κάποιες αδυναμίες στο πρόγραμμα αυτό, όπως το γεγονός ότι η δωρεάν ποσότητα νερού που παρείχε η επιχείρηση ήταν πολύ μικρή για μεγάλα φτωχά νοικοκυριά, τα οποία τελικά έμεναν χωρίς παροχή για εβδομάδες, αφού είχαν καταναλώσει την ποσότητα αυτή. Έτσι, δημιουργήθηκαν ομάδες που εναντιώθηκαν ενεργά σε αυτή την πολιτική. Συμπερασματικά, η προσπάθεια αυτή θα αποτελέσει την αρχή, για την εταιρεία ύδρευσης, να καθιερώσει πρακτικές και πολιτικές που εξισορροπούν τις όποιες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές αδυναμίες γύρω από την πρόνοια για παροχή πόσιμου νερού (Thornton et al., 2008).

6.5.2. Κοινωνική ενημέρωση

Ο κοινωνικός χαρακτήρας της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης απαιτεί μια κοινωνική και πολιτιστική προσέγγιση για την καλύτερη ενημέρωση των καταναλωτών και τη συμμετοχή τους στα μέτρα αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών. Η ενημέρωση του κοινού γύρω από τα θέματα που σχετίζονται με την ανεπάρκεια των υδατικών πόρων και τους κινδύνους και τις πιέσεις που αντιμετωπίζουν, είναι κρίσιμη για τη διαμόρφωση μιας πιο ευσυνείδητης συμπεριφοράς, τόσο στον τομέα της εξοικονόμησης νερού (π.χ. με κατάλληλα οικονομικά κίνητρα), όσο και στον τομέα της έγκαιρης πληρωμής των λογαριασμών. Η συνεργασία της εταιρείας ύδρευσης με τις τοπικές κοινωνίες κρίνεται απαραίτητη μέχρι το χαμηλότερο διοικητικό επίπεδο για καμπάνιες ενημέρωσης, συνέδρια, διανομή φυλλαδίων στα νοικοκυριά αλλά και μαζί με τους λογαριασμούς του νερού. Προγράμματα εκπαίδευσης εκπονούνται στα σχολεία με ενημέρωση των μαθητών, επισκέψεις σε εταιρείες ύδρευσης, διαγωνισμούς κλπ.

6.6 Ολοκληρωμένη Στρατηγική Αντιμετώπισης των Φαινόμενων Απωλειών

Οι φαινόμενες απώλειες είναι ένα πολυδιάστατο πρόβλημα που όμως έχει και δυναμικά χαρακτηριστικά. Για τον λόγο αυτό η στρατηγική για την αντιμετώπισή τους πρέπει να είναι ολοκληρωμένη. Οι Rizzo et al. (2004· 2007) πρότειναν κάποιες ενέργειες ώστε να επιτευχθεί μία ολοκληρωμένη προσπάθεια στη χάραξη της στρατηγικής για τη μείωση και αντιμετώπιση των φαινόμενων απωλειών (Εικόνα 6.8). Η στρατηγική αυτή αποτελείται από μία μεθοδολογία ελέγχου και υπολογισμού των φαινόμενων απωλειών που αποτελείται από πέντε στάδια (Εικόνα 6.9).

Τα βήματα της ολοκληρωμένης στρατηγικής διαχείρισης των φαινόμενων απωλειών είναι (Rizzo et al., 2007):

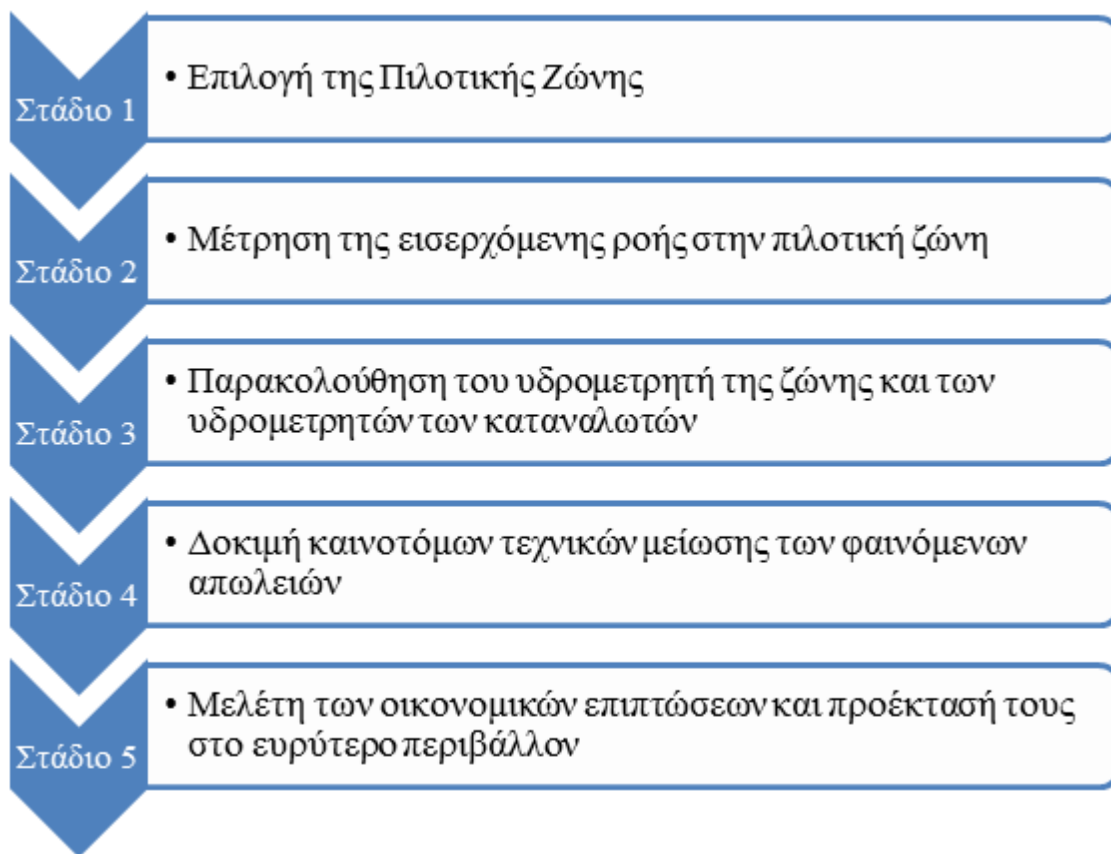
- Ενέργειες για προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές, νομοθετικές και οικονομικές συνθήκες.
- Ενέργειες για τη συσχέτιση της γενικής κατεύθυνσης του οργανισμού σε μία στρατηγική Φαινόμενων Απωλειών περισσότερο εξειδικευμένη και λειτουργική.
- Ενέργειες για την ανάπτυξη, αγορά και χρήση οργάνων, πληροφοριακών συστημάτων, τεχνικών και εργαλείων.
- Προσπάθειες για την ολοκλήρωση και διατήρηση ενός ολοκληρωμένου Υδατικού Ισοζυγίου (Πραγματικές και Φαινόμενες Απώλειες).
- Ενέργειες για την ενδυνάμωση της δομής και των δεξιοτήτων των ανθρώπινων πόρων.
- Άμεσες προσπάθειες για την έρευνα καινοτόμων τεχνικών Φαινόμενων Απωλειών.
- Ενέργειες για τον έλεγχο του φόρτου εργασίας αναθέτοντας σε τρίτους συγκεκριμένο έργο (π.χ. AMR, GIS) .
- Προσπάθειες για τη διατήρηση της επιλεγμένης μεθοδολογίας ελέγχου των Φαινόμενων Απωλειών (π.χ. κριτήρια ζωνοποίησης, GIS, πολιτική μετρήσεων, τεχνικοί και οικονομικοί στόχοι, πολιτική ελέγχου κλοπής, AMR, κλπ).

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι όλα σχεδόν τα προηγούμενα έχουν αυξημένο κόστος για την εφαρμογή τους. Η πρώτη ενέργεια που πρέπει να γίνει είναι η πραγματοποίηση ελέγχου Φαινόμενων Απωλειών (Apparent losses audit) ώστε να προσδιοριστεί η τιμή τους. Ο έλεγχος αυτός αποτελείται από τα παρακάτω πέντε στάδια (Rizzo et al., 2007):

11. Επιλογή της πιλοτικής περιοχής. Η ιδανική πιλοτική περιοχή είναι μία υδραυλικά απομονωμένη ζώνη 20-50 καταναλωτών. Μία κατάλληλη προσέγγιση είναι να επιλεγεί η πιλοτική περιοχή με βάση δύο κριτήρια: το δίκτυο διανομής να επιτρέπει την απομόνωση και η κατανομή των ηλικιών των μετρητών των καταναλωτών.
12. Μέτρηση των παροχών εισερχόμενου νερού στην πιλοτική περιοχή. Αυτό είναι –πιθανόν– το πιο σημαντικό βήμα που συχνά γίνεται λανθασμένα. Ο σκοπός του εργαλείου επιθεώρησης, ελέγχου και αξιολόγησης (water audit) είναι να συγκρίνει τις συνολικές καταναλώσεις των μετρητών των καταναλωτών με τις ποσότητες νερού που εισέρχονται στη ζώνη. Αυτό

προϋποθέτει ότι οι μετρητές στην είσοδο των ζωνών πρέπει να είναι βαθμονομημένοι και να έχουν το σωστό μέγεθος.

13. Παρακολούθηση των μετρήσεων των εισροών της περιοχής και των μετρήσεων στους υδρομετρητές των καταναλωτών. Το αποτέλεσμα των συγκρίσεων μεταξύ των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων των εισροών νερού και της συνολικής κατανάλωσης νερού είναι η τιμή των συνολικών φαινομένων απωλειών. Θεωρείται σημαντική η μελέτη των συστατικών των φαινομένων απωλειών, ώστε να υπολογιστούν οι τιμές τους μεμονωμένα. Επίσης, πρέπει –καταρχήν– οι πραγματικές απώλειες να μηδενιστούν είτε μηδενίζοντας όλες τις διαρροές ή υπολογίζοντας τις διαρροές από την ανάλυση της νυχτερινής ροής και αφαιρώντας αυτό το συστατικό από την εξίσωση. Οι μετρήσεις των εισροών στην περιοχή και των μετρήσεων των καταναλωτών πρέπει να συγκρίνονται πριν και μετά την εύρεση κλοπής, επιτρέποντας έτσι τον υπολογισμό του όγκου του νερού που κλέβεται. Στη συνέχεια μπορούν να αναλυθούν τα συστατικά των σφαλμάτων των μετρήσεων και των λογιστικών σφαλμάτων. Μία γρήγορη αλλά αποτελεσματική προσέγγιση είναι η σύγκριση της διαφοράς μεταξύ των συνολικών μετρήσεων των καταναλωτών και των εισροών της ζώνης για δύο διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο σενάριο είναι η υπάρχουσα κατάσταση όπου πιθανόν να υπάρχουν μετρήσεις που λαμβάνονται χειρωνακτικά και αναλύονται μέσω του υπάρχοντος συστήματος τιμολόγησης. Το δεύτερο σενάριο αποτελείται από αυτοματοποιημένους μετρητές και μελέτη της διαφοράς μεταξύ χειρωνακτικών και αυτοματοποιημένων μετρήσεων. Η εισαγωγή των AMR πρέπει να ελαχιστοποιήσει τα σφάλματα ανάγνωσης των μετρητών και τα σφάλματα στη διαδικασία τιμολόγησης.
14. Δοκιμές καινοτόμων τεχνικών μείωσης του φαινομένου απωλειών. Μια εταιρεία ύδρευσης που έχει φτάσει στο σημείο να αυτοματοποιήσει την πιλοτική περιοχή, πρέπει να ωφεληθεί και να δοκιμάσει διαφορετικές λύσεις στο τελικό πρόβλημα της υπομέτρησης. Διάφορες λύσεις υπάρχουν, όπως η αντικατάσταση των μετρητών υπό αμφισβήτηση, η εγκατάσταση βανών (quick shutoff valves) των δεξαμενών στις οροφές των κτιρίων ή η εγκατάσταση βαλβίδων μείωσης της μη-μετρούμενης παροχής που διαρρέει τους υδρομετρητές (UFR).
15. Μελέτη των οικονομικών επιπτώσεων και προέκτασή τους στο ευρύτερο περιβάλλον. Το τελικό στάδιο είναι εξαιρετικά σημαντικό, δεδομένης της ανάγκης για μια εταιρεία ύδρευσης να αιτιολογήσει όλες τις σχεδιασμένες μελλοντικές δαπάνες. Οι υπολογισμοί πρέπει να γίνουν με βάση την οικονομική αξία κάθε συστατικού φαινομένου απωλειών. Ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι η περιοχή είναι αντιπροσωπευτική ενός ευρύτερου γενικού πλαισίου, διαφορετικά απαιτείται ένας αριθμός πιλοτικών περιοχών. Υπολογισμοί πρέπει να γίνουν για την περίοδο απόσβεσης και την καθαρή παρούσα αξία για τα διάφορα συστατικά του ελέγχου φαινομένων απωλειών. Σαν παράδειγμα, η εφαρμογή των UFR στη ζώνη Roezija στη Μάλτα απέφερε αποτελέσματα τα οποία, αν επεκταθούν σε όλο το δίκτυο, μία αύξηση των ετήσιων εσόδων της τάξης των 1,3 εκατομμυρίων ευρώ μπορούν να εξοικονομηθούν. Εναλλακτικά, μια περίοδος απόσβεσης 15 μηνών μπορεί να επιτευχθεί.



Εικόνα 6.8 Τα πέντε στάδια της διαδικασίας ελέγχου των φαινόμενων απωλειών (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία των Rizzo et al., 2004).



Εικόνα 6.9 Η στρατηγική αντιμετώπισης των Φαινομένων Απωλειών (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία των Rizzo et al., 2007).

6.6.1 Μέτρα μείωσης των Φαινόμενων Απωλειών

Μία σημαντική προσπάθεια για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του Μη Αναποδοτικού Νερού αποτέλεσε το έργο WATERLOSS. Στο πλαίσιο του έργου αυτού αναπτύχθηκαν μέτρα μείωσης των φαινόμενων απωλειών αποτελούμενα κι αυτά –με τη σειρά τους– από στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα (Waterloss, 2012).

6.6.1.1. Μέτρα μείωσης κλοπής και παράνομης χρήσης

Τα στρατηγικά και τα λειτουργικά μέτρα για τη μείωση της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης είναι (Πίνακας 6.1 και Εικόνα 6.10):

| Στρατηγικά Μέτρα | Λειτουργικά Μέτρα |
|---|--|
| Βελτίωση των διαδικασιών έρευνας για κλοπή και παράνομη χρήση | Εφαρμογή ενός έργου εντοπισμού κλοπής νερού |
| Διερεύνηση ώστε να γίνει γνωστός ο όγκος του νερού που κλέβεται | Ανάλυση του καταναλωτικού προτύπου (consumption pattern) για μεγάλα διαστήματα |
| Βελτίωση μεθόδων έρευνας | Αντιμετώπιση της αλλοίωσης των μετρητών |
| | Προσδιορισμός της κλοπής του νερού με συσκευές τηλεχειρισμού |
| | Επιθεώρηση των μετρητών και των σφραγίδων τους |
| | Εκστρατείες αναζήτησης/εντοπισμού παράνομων συνδέσεων |
| Πιο αυστηρά νομοθετικά μέτρα | Επόπτευση πυροσβεστικών κρουνών για παράνομη χρήση και εφαρμογή μέτρων |
| | Εφαρμογή υψηλών προστίμων και άλλες νομικές ενέργειες |
| | Νομικά μέτρα (δίωξη) και επικοινωνία με τις αρχές |

Πίνακας 6.1 Στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα για την αντιμετώπιση της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).

6.6.1.2. Μέτρα μείωσης υπομέτρησης μετρητών καταναλωτών

Για την αντιμετώπιση της υπομέτρησης προτάθηκαν τα στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα του Πίνακα 6.2 (Εικόνα 6.11).

| Στρατηγικά Μέτρα | Λειτουργικά Μέτρα |
|---|--|
| Εκτίμηση των ποσοτήτων που υπομετρούνται και της θέσης τους | Εύρεση μετρητών που υφίστανται μεγάλες αλλαγές |
| | Εφαρμογή προγράμματος για την εύρεση του επιπέδου των σφαλμάτων των μετρητών |
| | Εφαρμογή προγράμματος για την εύρεση του επιπέδου της υπομέτρησης / υπερμέτρησης των μετρητών |
| | Παρακολούθηση του προτύπου κατανάλωσης |
| Βελτίωση της οργανωτικής εργασίας για να λυθούν θέματα υπομέτρησης | Καθορισμός του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των μετρητών συμπεριλαμβανομένων της ηλικίας και της γήρανσης |
| | Εγκατάσταση AMR (αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών) |
| | Αγορά τεχνολογικού εξοπλισμού |
| | Προγράμματα εκπαίδευσης για τους ανθρώπους που καταγράφουν τις μετρήσεις |
| Μέθοδοι για να μειωθούν οι όγκοι της υπομέτρησης | Ενασχόληση με το θέμα της υπομέτρησης στις δεξαμενές, στις οροφές |
| | Εγκατάσταση UFR (unmetered flow reducer) |
| | Αντικατάσταση των παλιών (γερασμένων) μετρητών |
| | Αντικατάσταση των μετρητών χαμηλής μετρολογικής τάξης |
| | Αντικατάσταση των μη λειτουργικών (σταματημένων) μετρητών |
| Επανασχεδιασμός (resizing) των μετρητών με βάση την πραγματική κατανάλωση | |

| | |
|--|---|
| Αυστηρότερη νομοθεσία για τις συσκευές που καταγράφουν λανθασμένες μετρήσεις | Επιβολή υψηλών προστίμων για ανωμαλίες στις μετρητικές συσκευές |
|--|---|

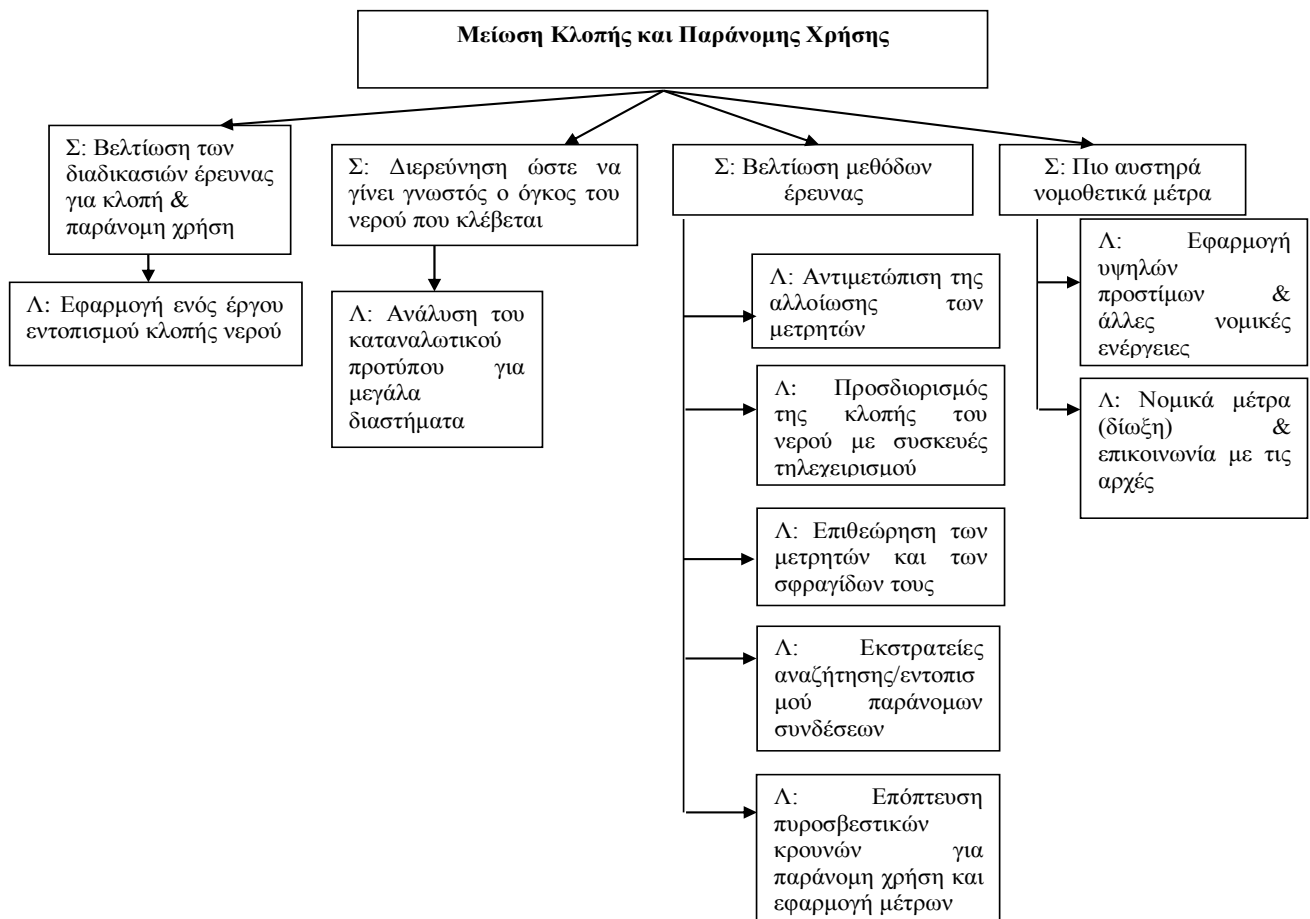
Πίνακας 6.2 Στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα για την αντιμετώπιση της υπομέτρησης (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).

6.6.1.3. Μέτρα μείωσης σφαλμάτων τεχνικών μετρήσεων

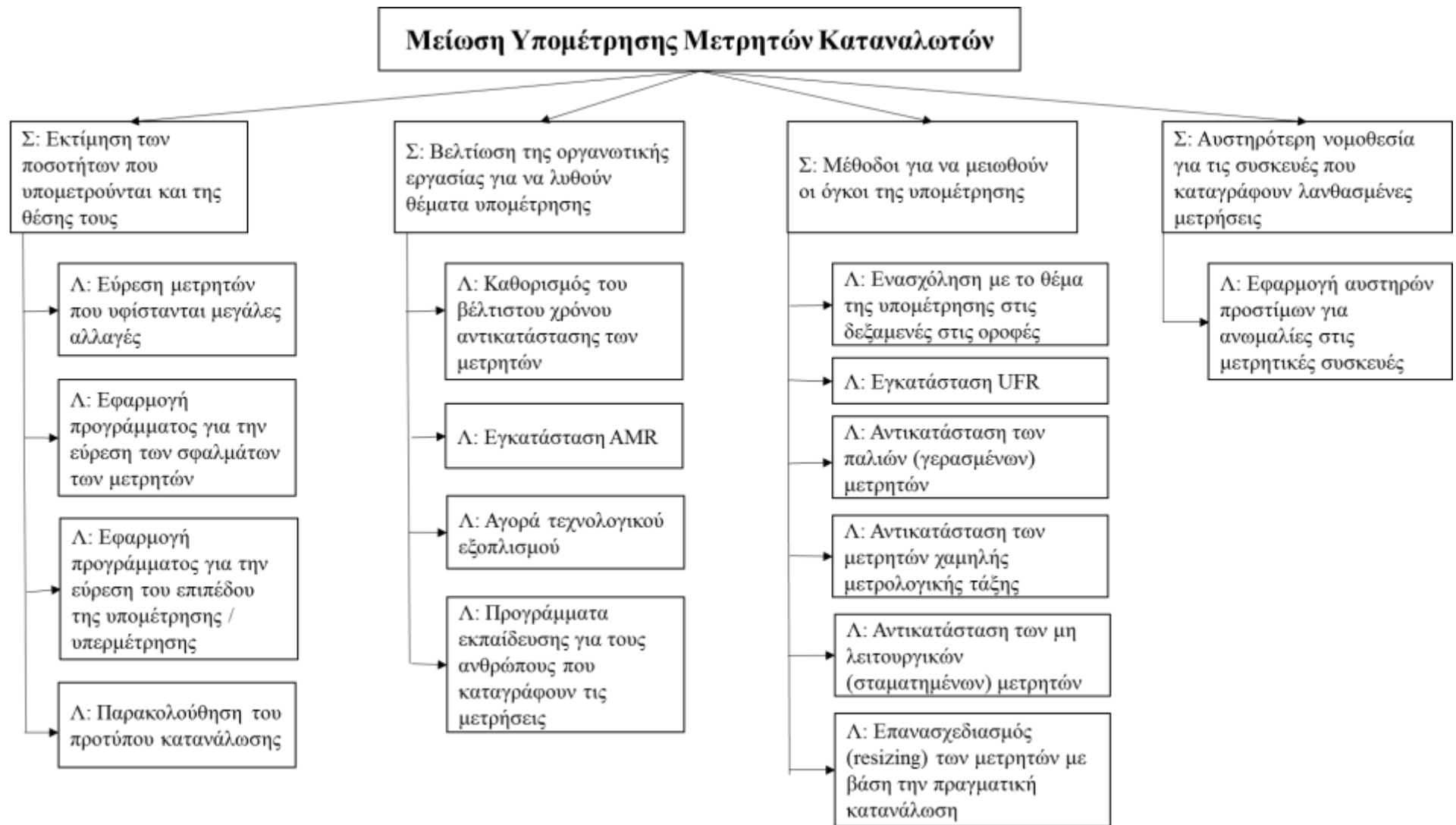
Για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων στις μετρήσεις προτάθηκαν τα στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα του Πίνακα 6.3 (Εικόνα 6.12).

| Στρατηγικά Μέτρα | Λειτουργικά Μέτρα |
|--|--|
| Εκτίμηση των όγκων που αφορούν στα σφάλματα μετρήσεων | Ορισμός της σημαντικότητας / συχνότητας του επιπέδου σφαλμάτων μετρήσεων |
| | Βελτίωση της βάσης δεδομένων τιμολόγησης |
| Βελτίωση της οργανωτικής δουλειάς ώστε να λυθούν τα προβλήματα των σφαλμάτων μετρήσεων | Εγκατάσταση συστήματος διασφάλισης ποιότητας μετρήσεων |
| | Προγράμματα εκπαίδευσης για τους εργαζόμενους που απασχολούνται στο λογιστήριο |
| Μέθοδοι για να μειωθούν οι όγκοι που σχετίζονται με τα σφάλματα των μετρήσεων | Εγκατάσταση AMR |
| | Μετρήσεις με μικρές έξυπνες συσκευές |

Πίνακας 6.3 Στρατηγικά και λειτουργικά μέτρα για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων των μετρήσεων (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).



Εικόνα 6.10 Απεικόνιση σε μορφή δένδρου των στρατηγικών και λειτουργικών μέτρων αντιμετώπισης της μη εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).



Εικόνα 6.11 Απεικόνιση σε μορφή δένδρου των στρατηγικών και λειτουργικών μέτρων αντιμετώπισης της υπομέτρησης (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).

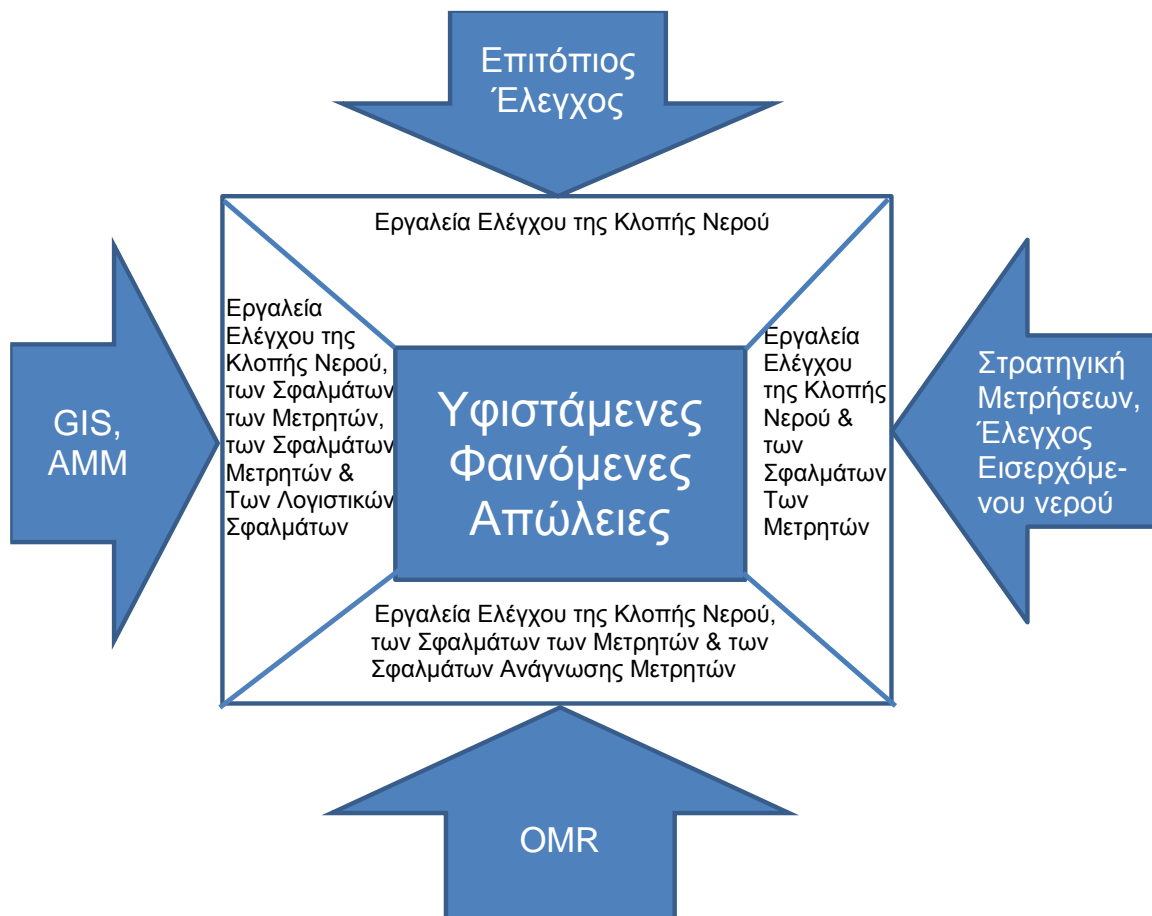


Εικόνα 6.12 Απεικόνιση σε μορφή δένδρου των στρατηγικών και λειτουργικών μέτρων αντιμετώπισης των σφαλμάτων των τεχνικών μετρήσεων (ιδία επεξεργασία με βάση στοιχεία από Waterloss, 2012).

6.7 Προτεινόμενη Εργαλειοθήκη για τον Έλεγχο των Φαινόμενων Απωλειών

Οι Galea St John & Rizzo (nd) πρότειναν μία εργαλειοθήκη για την κατανόηση του τρόπου ελέγχου των φαινόμενων απωλειών. Αυτή η εργαλειοθήκη αποτελείται από εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των συστατικών των φαινόμενων απωλειών (Εικόνα 6.13). Το πρώτο εργαλείο είναι οι επιτόπιοι έλεγχοι, ώστε να είναι γνωστές οι χρήσεις του νερού και οι χρήστες του. Η τεχνολογία μπορεί να παίξει σημαντικό υποστηρικτικό ρόλο, αλλά είναι σημαντική η γνώση του δικτύου και του καταναλωτή, όπως και οι παράγοντες που ευνοούν την παράνομη χρήση. Το δεύτερο εργαλείο είναι η στρατηγική των μετρήσεων που πρέπει να περιλαμβάνει το προφίλ κατανάλωσης των χρηστών, ώστε οι επιλογή των μετρητών να γίνεται με βάση την πραγματική κατανάλωση. Πρέπει ακόμη να επιλεγούν οι σωστοί μετρητές, από πλευράς κλάσης και μεγέθους. Η ακρίβεια των μετρητών πρέπει επίσης να ελέγχεται. Για τη συντήρηση ή την αντικατάσταση των μετρητών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οικονομικά κριτήρια. Για τον έλεγχο του εισερχόμενου νερού στο ιδιωτικό δίκτυο του καταναλωτή, χρησιμοποιούνται κάποια εργαλεία, όπως οι βάνες UFR ή οι μαγνητικές βάνες εισαγωγής νερού (magnetic water inlet valve). Τα δύο πρώτα εργαλεία αντιμετωπίζουν την κλοπή νερού και τα σφάλματα υπομέτρησης. Το τρίτο εργαλείο που πρότειναν οι Galea St John & Rizzo (nd) είναι η επιτόπια ανάγνωση μετρητών (On-Site Meter Reading – OMR) που αποτελεί υβριδική τεχνολογία μεταξύ της καθόλου αυτοματοποιημένης ανάγνωσης μετρητών και της πλήρους αυτοματοποιημένης διαχείρισης μετρητών (Automated Meter Management – AMM). Στο εργαλείο χειρός που θα χρησιμοποιούν οι υδρονομείς θα υπάρχουν όλα τα δεδομένα τιμολόγησης των καταναλωτών, ώστε να είναι εφικτή η επαλήθευση των στοιχείων. Συγκεκριμένα θα επαληθεύεται ότι πρόκειται για τον σωστό μετρητή, ότι ο μετρητής λειτουργεί με τις αναμενόμενες παραμέτρους και ότι οι αναγνώσεις των μετρητών λαμβάνονται εντός του σωστού εύρους μέτρησης. Τα δεδομένα εισέρχονται χειρωνακτικά μόνο μία φορά και μετά ηλεκτρονικά μεταφέρονται στο σύστημα τιμολόγησης της εταιρείας ύδρευσης εξοικονομώντας χρόνο, σφάλματα και διπλές διαδικασίες. Αυτό το εργαλείο αποτρέπει και τα σφάλματα μετρήσεων. Το τελευταίο εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο όλων των σφαλμάτων και της κλοπής νερού είναι η αυτοματοποιημένη διαχείριση μετρητών (AMM) σε συνδυασμό με συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). Η γεωκωδικοποίηση όλων των καταναλωτών αφορά το νερό που παρέχεται στη ζώνη, με το νερό που καταναλώνεται στην ίδια ζώνη (Galea St John & Rizzo, nd).

Ως σύνοψη και ανακεφαλαίωση της ύλης αυτού του κεφαλαίου, παραπέμπουμε τον αναγνώστη στην παρουσίαση με τίτλο «[Αντιμετώπιση Φαινόμενων Απωλειών](#)».



Εικόνα 6.13 Εργαλειοθήκη για την κατανόηση του ελέγχου των φαινόμενων απωλειών (Galea St John & Rizzo, nd· <http://www.watercourseevents.com/downloads/Rizzo%20and%20Galea%20St%20John.pdf>).

Βιβλιογραφία/Αναφορές

Ξενόγλωσσες

- Arregui, F. J., Cabrera, E., Cobacho, R. & Garcia-Serra, J. (2006a). Reducing apparent losses caused by meters inaccuracies. *Water Practice & Technology*, 1(4), (doi:10.2166/WPT.2006093).
- Arregui, F.J, Cabrera, E.Jr., & Cobacho, R. (2006b). *Integrated water meter management*. IWA Publishing, London, UK.
- Arregui, F.J., Martinez, B., Soriano, J., & Parra, J.C. (2009). Tools for improving decision making in water meter management. *IWA International Conference "WaterLoss 2009"*, Cape Town, South Africa.
- [Arregui, F.J., Cobacho, R., Soriano, J., & Garcia-Sera, J. \(2010\). Calculating the optimum level of apparent losses due to water meter inaccuracies. 6th IWA International Conference WaterLoss 2010. Sao Paulo, Brazil.](#)
- Davidesko, A. (2007). UFR – an innovative solution for water meter under registration – Case study in Jerusalem, Israel, *IWA International Conference 'WaterLoss 2007'*, Bucharest, Romania, 1, 705-710.
- Fantozzi, M., Criminisi, A., Fontanazza, C.M., Freni, G., & Lambert, A. (2009). Investigations into under-registration of customer meters in Palermo (Italy) and the effect of introducing Unmeasured Flow Reducers. *IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2009'*, CapeTown April 2009.

Conference Proceedings. Ανακτήθηκε από
<http://www.studiomarcofantozzi.it/Aprile09/Fantozzi%20et%20A1%20Palermo%20case%20study%20V4%20030309.pdf>.

Galea St John, S. & Rizzo, A. (nd). Malta AMR case study – a toolbox approach to managing apparent water losses. Ανακτήθηκε από:
<http://www.watercoursevents.com/downloads/Rizzo%20and%20Galea%20St%20John.pdf>.

Giurco, D., Carrard, N., McFallan, S., Nalbantoglu, M., Inman, M., Thornton, N., & White, S. (2008). Residential end-use measurement guidebook: a guide to study design, sampling and technology. Prepared by the Institute for Sustainable Futures, UTS and CSIRO for the Smart Water Fund, Victoria.

Lambert, A. (2002). International report: water losses management and techniques. *Water Supply*, 2, 1-20.

McKenzie, R., Seago, C., Liemberger, R. (2007). Benchmarking of Losses from potable water reticulation systems-results of IWA Task Team, *IWA International Conference 'WaterLoss 2007'*, Bucharest, Romania, 1, 161-175.

Mutikanga, H. (2012). Water Loss Management: Tools and Methods for Developing Countries. PhD Thesis.

ProWat (2008). Εγχειρίδιο Αντιμετώπισης Απολειών Ύδατος. Ανακτήθηκε από: http://www.prowat.com/uploads/media/Prowat_WLBook_Greece.pdf.

Rizzo, A., Pearson, D., Stephenson, M. & Harper, N. (2004). Apparent water loss control: a practical approach. *Water 21-Magazine International Water Association*, June 2004, 44–45.

Rizzo, A., & Cilia, J. (2005). Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks (for indirect plumbing systems). *Proceedings of the Leakage 2005 Conference*, Halifax, Canada.

Rizzo, A., Vermersch, M., Galea St. John, S., Micallef, G., & Pace, R. (2007). Apparent water loss control: the way forward. *Water21, August 2007*, 9(4), 45-47.

Sonderlund, A. L., Smith, J. R., Hutton, C., & Kapelan, Z. (2014). Using Smart Meters for Household Water Consumption Feedback: Knowns and Unknowns. *Procedia Engineering*, 89, 990-997.

Thornton, J., Sturm, R., & Kunkel, G. (2008). *Water loss control*. 2nd edition. McGraw Hill, NY.

Van Zyl, J.E. (2011). *Introduction to Integrated Water Meter Management*. Edition 1. Water Research Commission. Republic of South Africa.

Waterloss. (2012). D4.1.1: 1 Database of Non Revenue Water Management Measures. Ανακτήθηκε από http://www.waterloss-project.eu/wp-content/uploads/2011/05/WATERLOSS_D4.1.1-D4.1.2_FINAL1.pdf.

Yaniy, S. (2009). Reduction of apparent losses using the Unmeasured-Flow Reducer-Case Studies. *European Water Resources Association Conference*, Nicosia, Cyprus.

Ελληνόγλωσσες

Οδηγία 2004/22/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 31ης Μαρτίου 2004 για τα όργανα μετρήσεων. Ανακτήθηκε από: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0022&from=EN>.

Στακιάδης, Γ. (2006). Πειραματική Διερεύνηση Αξιοπιστίας παλαιότερων και σύγχρονων υδρομετρητών ΔΕΥΑΜΒ. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μανουσέλη, Δ. (2013). Μέθοδοι μείωσης του Μη Ανταποδοτικού Νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fire_hydrant_6.jpg.

<https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/LabMeter>.

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4064:-1:ed-4:v1:en>.

Κριτήρια αξιολόγησης

Κριτήριο αξιολόγησης 1

Να καταγράψετε τα συστατικά των φαινομένων απωλειών νερού και να τα συνδέσετε με τις κύριες αιτίες τους.

Απάντηση/Λύση

Τα τέσσερα βασικά συστατικά των φαινομένων απωλειών είναι:

- υπομέτρηση μετρητών,
- μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση,
- σφάλματα ανάγνωσης δεδομένων,
- λογιστικά σφάλματα.

Η υπομέτρηση των μετρητών οφείλεται στη φθορά των μετρητών λόγω της ηλικίας τους, της χρήσης τους, της ποιότητας νερού, στην εσφαλμένη διαστασιολόγηση μετρητών, στην ύπαρξη ιδιωτικών δεξαμενών στις ταράτσες των κτιρίων. Υπομέτρηση, επίσης, υπάρχει, όταν εντός της ιδιοκτησίας του καταναλωτή παρατηρείται μικρή διαρροή (π.χ. στάξιμο βρύσης). Η μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση οφείλεται σε γεγονότα κλοπής νερού μέσω παράνομης χρήσης των πυροσβεστικών κρουνών και παράνομων συνδέσεων. Τα σφάλματα ανάγνωσης των μετρητών οφείλονται σε εσφαλμένες αναγνώσεις από τους υδρονομείς, λόγω δυσκολίας προσέγγισης στον μετρητή, λόγω τυχαίων γεγονότων και λόγω γεγονότων διαφθοράς των υδρονομέων (ηθελημένη καταγραφή μικρότερης κατανάλωσης). Τα λογιστικά σφάλματα περιλαμβάνουν σφάλματα κατά τη διαδικασία μεταφοράς της κατανάλωσης από τα αρχεία των καταγραφών στο σύστημα τιμολόγησης της εταιρείας ύδρευσης.

Κριτήριο αξιολόγησης 2

Να προτείνετε μέτρα αντιμετώπισης για το κριτήριο αξιολόγησης 1.

Απάντηση/Λύση

Ενδεικτικά, τα μέτρα αντιμετώπισης για κάθε συστατικό στοιχείο των φαινομένων απωλειών δίνονται στον πίνακα 6.4.

| Συστατικό Φαινομένων Απωλειών | Μέτρα Αντιμετώπισης |
|--|--|
| Υπομέτρηση μετρητών | Εφαρμογή προγράμματος για την εύρεση του επιπέδου των σφαλμάτων των μετρητών |
| | Παρακολούθηση του προτύπου κατανάλωσης |
| | Καθορισμός του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των μετρητών συμπεριλαμβανομένων της ηλικίας και της γήρανσης |
| | Εγκατάσταση AMR |
| | Αντιμετώπιση της υπομέτρησης στις δεξαμενές στις οροφές, π.χ. εγκατάσταση UFR |
| | Αντικατάσταση παλιών (γερασμένων) μετρητών, μετρητών χαμηλής μετρολογικής τάξης, μη λειτουργικών (σταματημένων) μετρητών |
| | Επανασχεδιασμός (resizing) των μετρητών με βάση την πραγματική κατανάλωση |
| Σφάλματα ανάγνωσης μετρητών & λογιστικά σφάλματα | Αγορά τεχνολογικού εξοπλισμού |
| | Προγράμματα εκπαίδευσης για τους ανθρώπους που καταγράφουν τις μετρήσεις |
| | Προγράμματα εκπαίδευσης για τους εργαζόμενους που απασχολούνται στο λογιστήριο |
| | Βελτίωση της βάσης δεδομένων τιμολόγησης |
| | Εγκατάσταση συστήματος διασφάλισης ποιότητας μετρήσεων |
| | Εγκατάσταση AMR |
| Μετρήσεις με μικρές έξυπνες συσκευές | |

| | |
|-------------------------------|--|
| Μη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση | Εφαρμογή ενός έργου εντοπισμού κλοπής νερού |
| | Ανάλυση του καταναλωτικού προτύπου (consumption pattern) για μεγάλα διαστήματα |
| | Προσδιορισμός της κλοπής του νερού με συσκευές τηλεχειρισμού |
| | Επιθεώρηση των μετρητών και των σφραγίδων τους |
| | Εκστρατείες αναζήτησης/εντοπισμού παράνομων συνδέσεων |
| | Επόπτευση πυροσβεστικών κρουσμάτων για παράνομη χρήση και εφαρμογή μέτρων |
| | Αντιμετώπιση της αλλοίωσης των μετρητών |
| | Επιβολή υψηλών προστίμων για ανωμαλίες στις μετρητικές συσκευές |
| | Επιβολή υψηλών προστίμων και άλλες νομικές ενέργειες |
| | Νομικά μέτρα (δίωξη) και επικοινωνία με τις αρχές |

Πίνακας 6.4 Ενδεικτικά μέτρα για την αντιμετώπιση των συστατικών των φαινόμενων απωλειών.

Κριτήριο αξιολόγησης 3

Οι φαινόμενες απώλειες του δικτύου ύδρευσης αντιστοιχούν στο 20% του εισερχόμενου νερού στο δίκτυο, ενώ η εταιρεία ύδρευσης αντικατέστησε πριν από δύο χρόνια το 90% των υδρομετρητών. Επίσης, την προηγούμενη χρονιά, εντόπισε σε έρευνα που έκανε –στο 80% του δικτύου– φαινόμενα κλοπής νερού που ανέρχονταν στο 1% του εισερχόμενου νερού. Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει σε αυτό το δίκτυο; Να προτείνετε τρόπους αντιμετώπισης.

Απάντηση/Λύση

Εφόσον η εταιρεία ύδρευσης αντικατέστησε πριν δύο χρόνια το 90% των μετρητών, η υπομέτρηση λόγω ηλικίας των μετρητών είναι πολύ μικρή. Επομένως το μεγάλο ποσοστό των φαινόμενων απωλειών οφείλεται σε άλλες αιτίες. Αυτές μπορεί να είναι:

- Φαινόμενα κλοπής. Αφού στην πιλοτική έρευνα που έκανε η εταιρεία ύδρευσης στο 80% του δικτύου εντόπισε φαινόμενα κλοπής σε ποσοστό 1%, τότε πρέπει να λάβει μέτρα αντιμετώπισης της κλοπής νερού.
- Ύπαρξη σφαλμάτων στις αναγνώσεις των μετρητών και λογιστικά σφάλματα. Αυτά πρέπει να διερευνηθούν. Σε κάθε περίπτωση, δεν είναι δυνατό να αποτελούν τις βασικές αιτίες για το μεγάλο ποσοστό των φαινόμενων απωλειών.
- Υπομέτρηση μπορεί να υπάρχει και για άλλους λόγους. Αφού οι μετρητές είναι καινούριοι, τότε μεγάλο ποσοστό υπομέτρησης μπορεί να υπάρχει εξαιτίας ιδιωτικών δεξαμενών στις ταράτσες των κτιρίων. Επομένως, η εταιρεία ύδρευσης πρέπει να διερευνήσει και αυτό το ενδεχόμενο.

Μέτρα αντιμετώπισης:

- Για την αντιμετώπιση της υπομέτρησης προτείνεται η χρήση συστημάτων UFR, ώστε να καταγράφεται όλη η παροχή που περνά από τον μετρητή.
- Για την αντιμετώπιση της κλοπής, προτείνεται η λήψη αυστηρών μέτρων και η επιβολή προστίμων.
- Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχουν σημαντικά σφάλματα στην ανάγνωση των μετρητών και σημαντικά λογιστικά σφάλματα, προτείνεται η χρήση συστημάτων AMR, αφού όμως, πρώτα διερευνηθούν τα οφέλη τους στο συγκεκριμένο δίκτυο. Η πιλοτική εφαρμογή τέτοιων συστημάτων συνίσταται αρχικά.