



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Διαχείριση και Προσομοίωση Υδροδοτικών Συστημάτων

Ενότητα 13: Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία
Διαχείρισης Υδροδοτικών Συστημάτων

Βασίλης Κανακούδης
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση της ολοκληρωμένης μεθοδολογίας διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης και των βημάτων της
- Εξοικίωση με το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων για την μείωση του Μη Ανταποδοτικού Νερού
- Κατανόηση της κατανομής ευθύνης του κόστους του Μη Ανταποδοτικού Νερού στους χρήστες
- Εξοικίωση με την ανάκτηση ενέργειας στα δίκτυα ύδρευσης



Περιεχόμενα ενότητας

Παρουσίαση της βηματικής ολοκληρωμένης μεθοδολογίας διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης.

Χρήση συστημάτων υποστήριξης λήψης αποφάσεων και παρουσίαση των βασικών σημείων λειτουργίας τους.

Παρουσίαση της προτεινόμενης κοινωνικά δίκαιης κατανομής του κόστους των συστατικών του υδατικού ισοζυγίου στους χρήστες του.

Ενέργεια και διαρροές.



Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Διαχείρισης Δικτύων Ύδρευσης

Ολοκληρωμένη Αντίληψη Ι

- Σκοπός: η εξοικονόμηση νερού
- Στόχοι:
 - Η μείωση του μη-ανταποδοτικού νερού (Non-Revenue Water: NRW)
 - Μείωση των Πραγματικών Απωλειών
 - Μείωση των Φαινόμενων Απωλειών
 - Η μείωση της σπατάλης από τον καταναλωτή



Ολοκληρωμένη Αντίληψη II

Τρόποι:

- Η εφαρμογή ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης του δικτύου
 - Αναγνώριση, παρακολούθηση, διάγνωση, εντοπισμός, επέμβαση, επαλήθευση επιλογής
 - Προσδιορισμός Υδατικού Ισοζυγίου του δικτύου
 - Αξιολόγηση λειτουργίας



Ολοκληρωμένη Αντίληψη III

Τρόποι:

- Η ανάκτηση του πλήρους κόστους του νερού
 - Σχεδιασμό δίκαιης και αποτελεσματικής τιμολογιακής πολιτικής
 - πρόβλεψη της ζήτησης και υπολογισμός των ελαστικοτήτων της
 - ορθολογική κοστολόγηση
 - ανάλυση των συνιστωσών του πλήρους κόστους του αστικού νερού
 - επιμερισμός των ευθυνών χρήσης νερού στους χρήστες
 - εκτίμηση των αποθεμάτων των υδατικών πόρων (παρόν/μέλλον)
 - εκτίμηση της «ικανότητας» των έργων υδροδότησης (παρόν/μέλλον)



Σχέδιο Δράσης Διαχείρισης Προβλημάτων Δικτύων Ύδρευσης I

- Για την διαχείριση των προβλημάτων στα δίκτυα ύδρευσης είναι απαραίτητο ένα σχέδιο δράσης που αποτελείται από επτά βήματα:
- Βήμα 1ο: Αναγνώριση του Δικτύου. Βασικό είναι να αναγνωριστεί το δίκτυο ύδρευσης είτε με χαρτογράφηση είτε με την χρήση συστημάτων διαχείρισης χωρικών δεδομένων όπως τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (G.I.S.).
- Βήμα 2ο: Κατανόηση του Δικτύου. Ακολουθεί η κατανόηση του δικτύου που μπορεί να επιτευχθεί με συστήματα παρακολούθησης και με συστήματα προσομοίωσης της λειτουργίας του.
- Βήμα 3ο: Αναγνώριση Προβλημάτων. Είναι σημαντικό να αναγνωριστούν τα προβλήματα του δικτύου και αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την μελέτη των συμπτωμάτων που εμφανίζονται.



Σχέδιο Δράσης Διαχείρισης Προβλημάτων Δικτύων Ύδρευσης II

- Βήμα 4ο: Κατανόηση Προβλημάτων. Επόμενο βήμα είναι να συνδεθούν τα συμπτώματα που εντοπίστηκαν στο προηγούμενο βήμα με τις αιτίες που τα προκαλούν.
- Βήμα 5ο: Σύνδεση συμπτωμάτων με κύριες και πιθανές αιτίες. Εκτός όμως από την σύνδεση με τις κύριες αιτίες πρέπει να διερευνηθούν και οι δευτερεύουσες αιτίες που προκαλούν τα συμπτώματα.
- Βήμα 6ο: Σύνδεση Αιτιών με Κύριες και Δευτερεύουσες Ενέργειες Αντιμετώπισης. Για να αντιμετωπιστούν οι αιτίες πρέπει να καταγραφούν οι ενέργειες αντιμετώπισης, τόσο οι κύριες όσο και οι δευτερεύουσες.
- Βήμα 7ο: Δράση, Εμπειρία, Συγκριτική Αξιολόγηση, Βέλτιστες Πρακτικές. Τέλος πρέπει να ληφθεί υπόψη η εμπειρία των τεχνικών και των διαχειριστών του δικτύου ύδρευσης, να προβούν σε συγκριτική αξιολόγηση των ενεργειών αντιμετώπισης και να χρησιμοποιήσουν τις βέλτιστες πρακτικές που έχουν εφαρμοστεί σε άλλα δίκτυα ύδρευσης με επιτυχία.



Συστήματα και Εργαλεία Διαχείρισης Δικτύων I

- Για την επίτευξη του στόχου έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα & εργαλεία Διαχείρισης Δικτύων, άλλα απλούστερα και άλλα πιο πολύπλοκα. Τα εργαλεία αυτά (κατά αύξοντα βαθμό πολυπλοκότητας) είναι:
- **S.C.A.D.A. (Supervisory Control & Data Acquisition Systems):** αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την τηλεμετρία. Αποτελούνται από τοπικούς σταθμούς ελέγχου που συνδέονται με ένα κεντρικό σύστημα όπου μεταφέρονται όλα τα δεδομένα. Συνήθως τα δεδομένα που παρακολουθούνται και καταγράφονται στα δίκτυα ύδρευσης είναι ο ρυθμός παροχής, η πίεση λειτουργίας, ποιοτικά χαρακτηριστικά κλπ.



Συστήματα και Εργαλεία Διαχείρισης Δικτύων II

- **G.I.S. (Geographical Information Systems) Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών:** είναι συστήματα δεδομένων τα οποία αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό σύστημα συντεταγμένων (<https://el.wikipedia.org/wiki>). Τα Συστήματα GIS είναι πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο (<https://el.wikipedia.org/wiki>).
- **M.I.S. (Management Information Systems) Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης:** είναι μηχανογραφημένες βάσεις δεδομένων πληροφοριών που είναι οργανωμένες με τέτοιο τρόπο που να μπορούν να παράγουν αναφορές. Ο διαχειριστής μπορεί να επιλέξει τις πληροφορίες που θέλει να πάρει και την μορφή στην οποία θέλει αυτές τις πληροφορίες.

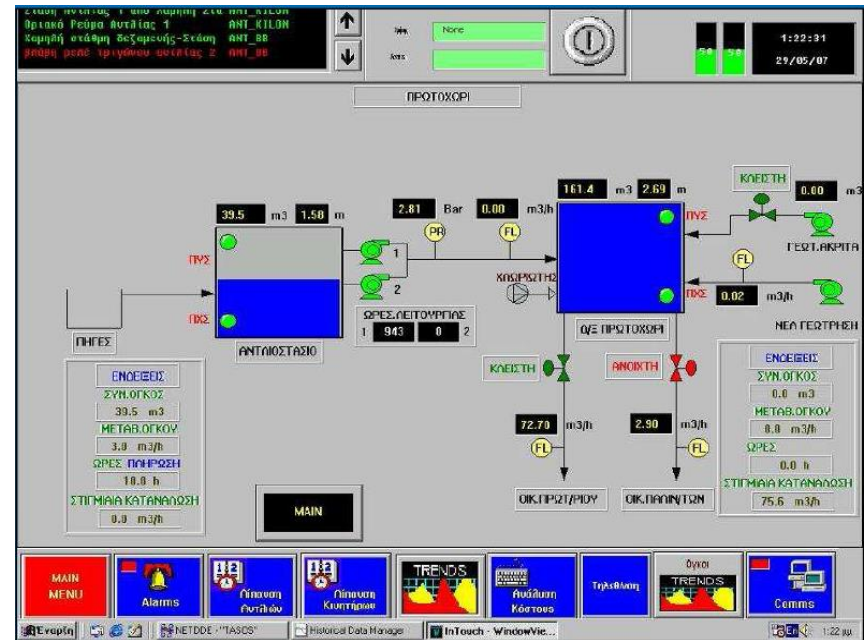


Συστήματα και Εργαλεία Διαχείρισης Δικτύων III

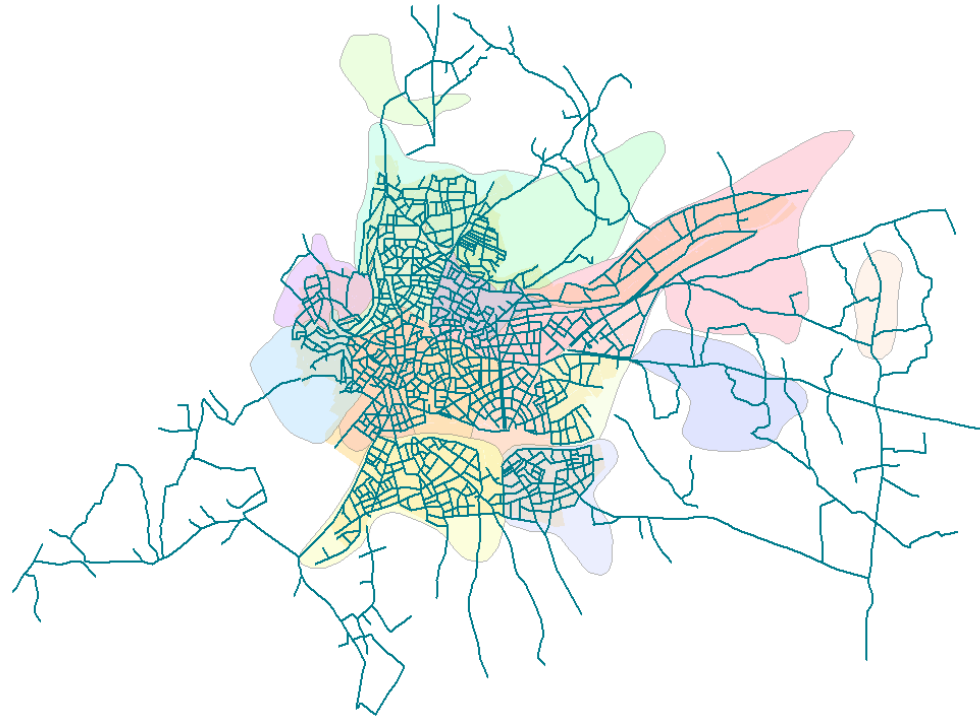
- **O.I.S. (Operational Information Systems) Επιχειρησιακά Συστήματα Πληροφοριών:** είναι συνδεδεμένες βάσεις δεδομένων και εφαρμογών για την συνεχή διαχείριση επιχειρησιακών πληροφοριών.
- **D.S.S. & E.D.S.S. (Decision Support Systems - expert or not) Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων:** βοηθούν τους διαχειριστές στη λήψη των αποφάσεων. Είναι συστήματα πληροφοριών που υποστηρίζουν δράσεις λήψης αποφάσεων.
- **E.D.E.M.S. (Engineering Analysis, Design, Evaluation and Management Systems)**
- **I.M.I.S. (Integrated Management Information Systems) Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης:** Περιλαμβάνουν πολλά από τα παραπάνω συστήματα πληροφοριών και άλλες εφαρμογές (π.χ. μοντέλα προσομοίωσης υδραυλικής λειτουργίας δικτύων).



S.C.A.D.A. (Supervisory Control & Data Acquisition Systems)



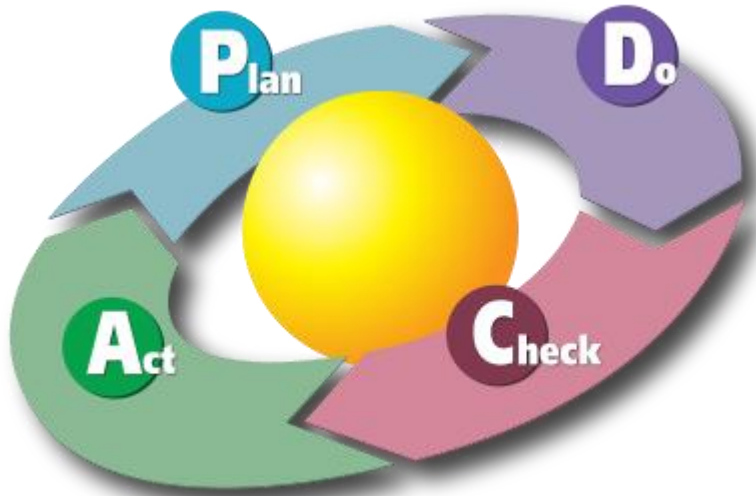
Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών - G.I.S.



Πηγή: Kanakoudis & Gonelas, 2014



Ο κύκλος του Deming



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ: σχεδίαση των μέτρων για την επίλυση του προβλήματος (π.χ. εγκατάσταση PRVs σε πιλοτική περιοχή)

ΔΡΑΣΗ: εφαρμογή των μέτρων (π.χ. εγκατάσταση PRVs)

ΕΛΕΓΧΟΣ: έλεγχος των αποτελεσμάτων

ΔΡΑΣΗ: συνέχιση σε διορθωτικές ενέργειες, αν είναι απαραίτητο, ή παράταση του μέτρου



Βήματα Διαμόρφωσης Στρατηγικής Μείωσης των Απωλειών I

1. Προσδιορισμός Ικανότητας Υδροληψίας (υδατικοί πόροι, έργα υδροληψίας, δίκτυα μεταφοράς).
2. Παρακολούθηση (SCADA) του συστήματος (υδατικοί πόροι, έργα υδροληψίας, δίκτυα μεταφοράς/διανομής, δεξαμενές).
3. Υδραυλική προσομοίωση όλου του συστήματος (καλιμπράρισμα, επαλήθευση)
4. Εκτίμηση του επιπέδου των UARL με βάση την υφιστάμενη πίεση λειτουργίας
5. Προσδιορισμός του Υδατικού Ισοζυγίου του δικτύου και του επιπέδου των NRW



Βήματα Διαμόρφωσης Στρατηγικής Μείωσης των Απωλειών II

6. Προσδιορισμός του επιπέδου των EARL, βάσει της υφιστάμενης τιμολόγησης του νερού
7. Προσδιορισμός της ζήτησης νερού
8. Προσδιορισμός των συστατικών του Πλήρους Κόστους του Νερού ($FWC = DC + EC + RC$) βάσει της υφιστάμενης ζήτησης
9. Προσδιορισμός της νέας (υψηλότερης) μέσης μοναδιαίας ανταπόδοσης /τιμής του νερού βάσει του νέου FWC
10. Προσδιορισμός του νέου (μειωμένου) επιπέδου των EARL λόγω της αυξημένης τιμής νερού



Βήματα Διαμόρφωσης Στρατηγικής Μείωσης των Απωλειών III

11. Προσδιορισμός των σημείων επέμβασης και εφαρμογή της πλέον συμφέρουσας λύσης μέσω διενέργειας ανάλυσης Κόστους-Οφέλους. Εφαρμογή
12. Προσδιορισμός των νέων (μειωμένων) επιπέδων UARL, NRW λόγω μείωσης των απωλειών από τις επιλεγμένες δράσεις
13. Προσδιορισμός της νέας (μειωμένης) ζήτησης λόγω της αυξημένης τιμής νερού και της μείωσης των απωλειών
14. Προσδιορισμός των νέων (μειωμένων) συστατικών του Πλήρους Κόστους του Νερού ($FWC = DC + EC + RC$) βάσει της νέας μειωμένης ζήτησης.
15. Προσδιορισμός της νέας μειωμένης μέσης μοναδιαίας ανταπόδοσης / τιμής του νερού βάσει του νέου FWC



Βήματα Διαμόρφωσης Στρατηγικής Μείωσης των Απωλειών IV

16. Προσδιορισμός του νέου (αυξημένου) επιπέδου των EARL λόγω της μειωμένης τιμής νερού
17. Προσδιορισμός των σημείων επέμβασης και εφαρμογή της πλέον συμφέρουσας λύσης μέσω διενέργειας ανάλυσης Κόστους-Οφέλους. Εφαρμογή
18. Προσδιορισμός των νέων επιπέδων UARL, NRW λόγω μείωσης των απωλειών από τις επιλεγμένες δράσεις
19. Προσδιορισμός της νέας αυξημένης ζήτησης λόγω μείωσης της τιμής του νερού.
20. Επανάληψη των 8-19. Το σύστημα θα ισορροπήσει μετά από κάποιους κύκλους στο «σημείο βιωσιμότητας». Σε αυτό το σημείο το UARL θα τείνει στο ελάχιστο, το EARL στο UARL και το CARL στο EARL.



Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων

DSS (Decision Support System)

Βασικός στόχος

- Το WATERLOSS-DSS είναι ένα δυναμικό εργαλείο που δίνει την ευκαιρία στην εταιρεία ύδρευσης να ελέγξει αν ο στόχος του NRW έχει επιτευχθεί και να αναθεωρήσει τις μεθόδους για να επιτύχει τους νέους στόχους του NRW
- Ο κύριος στόχος του είναι να αναγνωρίσει, να συλλέξει και να αξιολογήσει τις μεθόδους και τις διαδικασίες για την παρακολούθηση και τον έλεγχο του NRW που βασίζεται σε προληπτικές πρακτικές



Προδιαγραφές I

- Χρησιμοποιεί τη 2^η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου και την εκτιμά/υπολογίζει τους δείκτες απόδοσης (νέους και υπάρχοντες) σε ετήσια, εξαμηνιαία, τετραμηνιαία, κλπ. βάση
- Παρακολούθηση μέσω των ιστορικών δεδομένων
- Επιλογή των πιο κατάλληλων δεικτών απόδοσης για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα
- Ταξινόμηση και προτεραιοποίηση των δεικτών απόδοσης
- Κρίσιμο σετ δεικτών απόδοσης – χρήση συντελεστών βαρύτητας



Προδιαγραφές II

- Αξιολόγηση δικτύων νερού με βάση το κρίσιμο σετ του δεικτών απόδοσης
- Μέτρα μείωσης του NRW (με βάση την αιτία του NRW)
- Ρουτίνα υπολογισμού του κόστους των μέτρων μείωσης του NRW
- Σύνδεση των μέτρων με τις τιμές των δεικτών απόδοσης που έχουν σαν αποτέλεσμα τις προτεινόμενες δράσεις χρησιμοποιώντας συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking)
- Δυναμική παρακολούθηση και αξιολόγηση (Ex-ante, on-going, Ex-post)



Ανάπτυξη DSS

WATERLOSS DSS platform

Logged user: Matej Cerk Number of online registered users: 1 [Log out](#)

Log out
Home
REPORTING
My reporting
Upload SHP files
REPORT STATUS
Report status
REPORTS
Performance indicators
Evaluate me
ADMINISTRATION
Administration pages
Administration panel
HELP
Forum
Classifications
Sharepoint portal

Sending tables for Slovenia

On this page a report for current period can be filed. If you already filed report in this period, the data from this period will be erased and replaced with the newly sent data. Before the actual insertion in the database a data integrity check is performed. If check fails data is not inserted. In that case correct the data and send again.

Report for each table is filed in three steps:
1. Upload the tables one by one by clicking a button 'Send table'. If there is no error a table preview is displayed. Please check if data is correct.
2. Confirm, that you agree with the sent data.
3. Press the button "Insert to database" located under the table preview.

Legend:
 report not filed, report filed, report filed for blank table,
 report filed late, report for blank table filed late, undefined error
 filed report contains data integrity errors, report not filed or no data integrity errors in filed report

Reporter ID	Reporter	N1	N2	N3	N4	N5	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN
S11111111	University of Ljubljana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Download last reported files:
[TA](#) [TB](#) [TC](#) [TD](#) [TE](#) [TF](#) [TG](#) [TH](#) [TI](#) [TJ](#) [TK](#) [TL](#) [TM](#) [TN](#)

Send files

Table must contain header row (when uploaded or pasted). If not, the first row will not be stored.

1) Select table type:

2) select table from the disk:

or

copy table from Excel to this field (CTRL + V). Pasted table has to contain a header row.
It works only for tables smaller than 1000 rows:

(reporting engine ver. 3.5)

Help

Sending files to the server is possible in text format .txt (TAB DELIMITED).

Step 1:
In MS Excel select only cells that contain data (see picture). You can select the cells by selecting a field inside a table (using a mouse click) and then pressing keys CTRL + A.

Step 2:
Copy text (CTRL + C)

Step 3:
Open Notepad and paste copied table by pressing CTRL + V.

Step 4:
Save a file with command 'Save As' in the menu 'File'.

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Δείκτες Απόδοσης - Μεταβλητές

The screenshot displays the WATERLOSS DSS platform interface. At the top, the logo and 'DSS platform' are visible. The user is logged in as 'Matej Cerk', with 1 registered user online. The interface is divided into a left sidebar with navigation options (Log out, Home, REPORTING, My reporting, REPORT STATUS, Report status, REPORTS, Search for dependant variables, Performance indicators, Evaluate me, IWA Table A, Pls Table A, ADMINISTRATION, Administration pages) and a main content area. The main area shows two tables: 'Select performance indicators (7 selected)' and 'Dependant variables (12 found)'. The performance indicators table lists various cost categories with checkboxes, and the dependant variables table lists specific cost items with their descriptions.

PI ID	PI Name	Group
<input type="checkbox"/>	F11 Unit revenue	Revenues
<input checked="" type="checkbox"/>	F10 Electrical energy costs	Composition of running costs per type of costs
<input checked="" type="checkbox"/>	F111 Other costs	Composition of running costs per type of costs
<input checked="" type="checkbox"/>	F12 General management functions costs	Composition of running costs per main function of the water undertaking
<input checked="" type="checkbox"/>	F113 Human resources management functions costs	Composition of running costs per main function of the water undertaking
<input checked="" type="checkbox"/>	F114 Financial and commercial functions costs	Composition of running costs per main function of the water undertaking
<input checked="" type="checkbox"/>	F115 Customer service functions costs	Composition of running costs per main function of the water undertaking
<input type="checkbox"/>	F116 Technical services functions costs	Composition of running costs per main function of the water undertaking
<input type="checkbox"/>	F117 Water resources and catchment management costs	Composition of running costs per technical function activity
<input checked="" type="checkbox"/>	F118 Abstraction and treatment costs	Composition of running costs per technical function activity
<input type="checkbox"/>	F119 Transmission, storage and distribution costs	Composition of running costs per technical function activity

V ID	Name	Description
G11	G11 Electrical energy costs	G11 Electrical energy costs [EUR]
G12	G12 Purchased merchandises	G12 Purchased merchandises [EUR]
G13	G13 Leasing and rentals	G13 Leasing and rentals [EUR]
G14	G14 Taxes, levies and fees	G14 Taxes, levies and fees [EUR]
G15	G15 Exceptional earnings and losses	G15 Exceptional earnings and losses [EUR]
G16	G16 Other operating costs	G16 Other operating costs [EUR]
G17	G17 General management running costs	G17 General management running costs [EUR]
G18	G18 Human resources management running costs	G18 Human resources management running costs [EUR]
G19	G19 Financial and commercial running costs	G19 Financial and commercial running costs [EUR]
G20	G20 Customer service running costs	G20 Customer service running costs [EUR]
G23	G23 Abstraction and treatment running costs	G23 Abstraction and treatment running costs [EUR]
G5	G5 Running costs	G5 Running costs [EUR]

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Προκαταρκτικά Αποτελέσματα

WATERLOSS DSS platform

Logged user: Matej Cerk Number of registered users online: 0 [My settings](#) [Log out](#)

Log out
Home
REPORTING
My reporting
REPORT STATUS
Report status
REPORTS
Search for dependant variables
Performance indicators
Evaluate me
IWA Table A
Pls Table A
ADMINISTRATION
Administration pages
Administration panel
HELP
Forum
Classifications
Sharepoint portal

Export to Excel

Search

Partner	Year	A0_WSS_ID	A1_Annual_yield_capacity_of_own_resources	A2_Annual_imported_water_allowance	A3_System_input_volume	A4_Maximum_water_treated_daily	A5_Exporter_raw_water	A6_Water_produced	A7_Exported_treated
PO	2008	CS1_ARG	0.000	2060481.000	2060481.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PO	2009	CS1_ARG	0.000	2148850.000	2148850.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PO	2010	CS1_ARG	0.000	2123191.000	2123191.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PO	2007	CS2_BAHO	258961.000	0.000	258961.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PO	2008	CS2_BAHO	231778.000	0.000	231778.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PO	2010	CS2_BAHO	220159.000	0.000	220159.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EMSHTR	2010	WSS 1	3500000.000	0.000	2409896.000	3766.000	0.000	1374586.000	0.000
DH	2010	VIAS	357968.000	0.000	357968.000	1255.000	0.000	357968.000	0.000

Število vrstic: 8

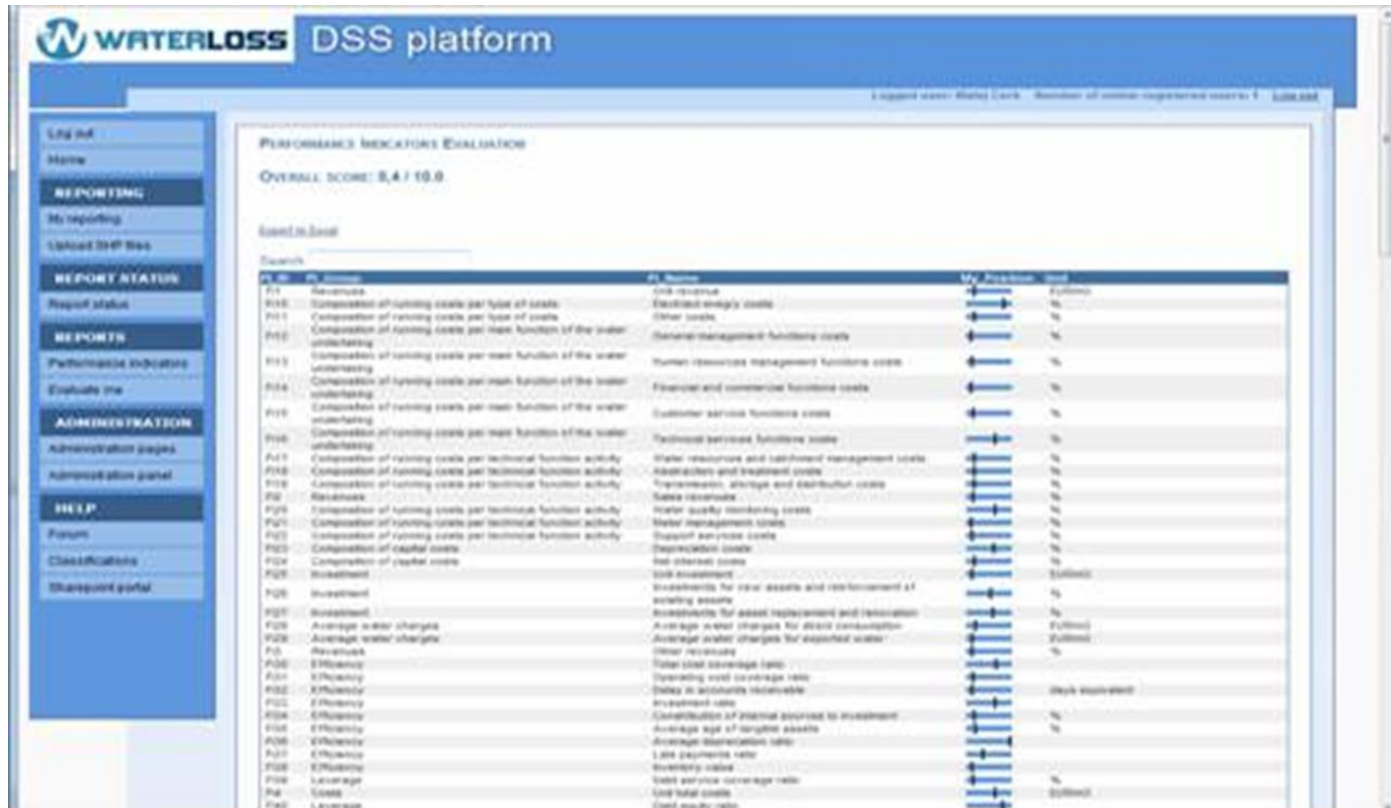
Προεπισκόπηση των δεδομένων που έχουν εισαχθεί στο σύστημα

Αυτόματος υπολογισμός όλων των πιθανών δεικτών απόδοσης με βάση τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



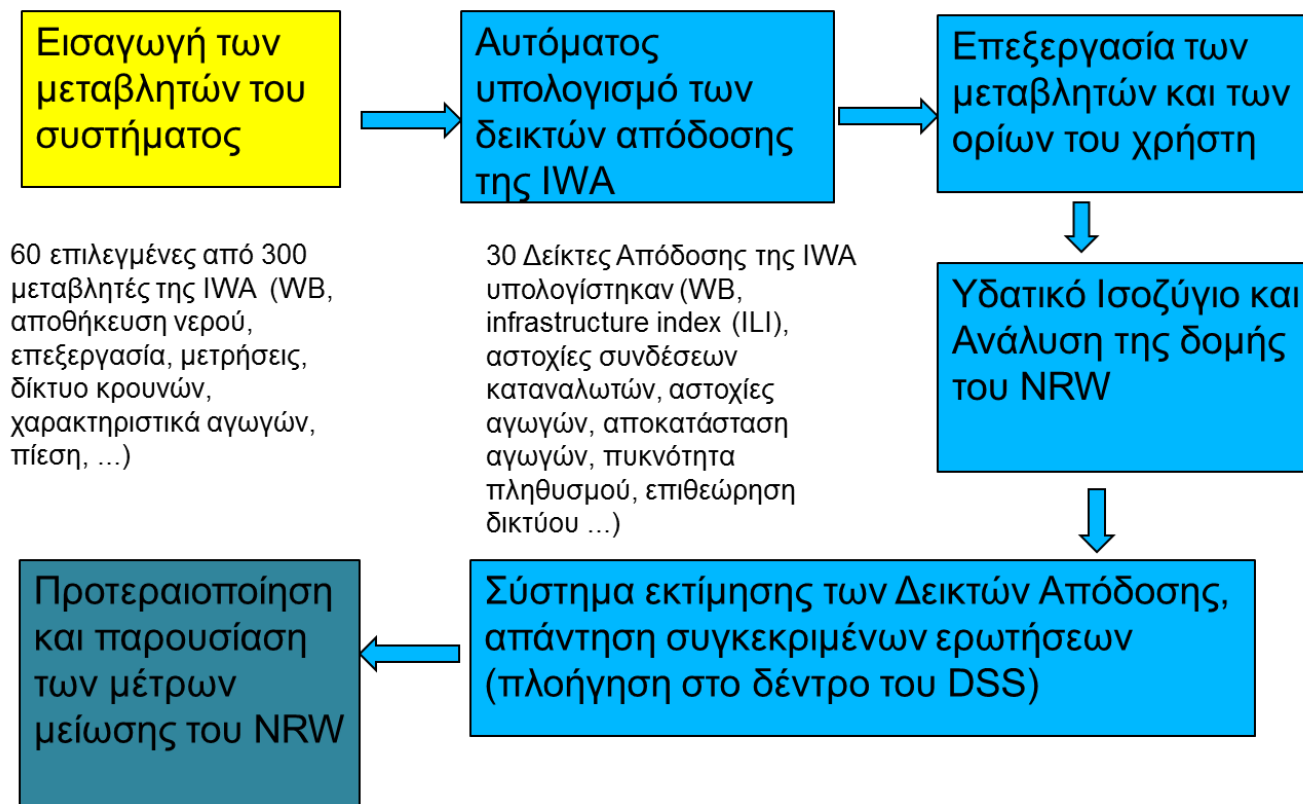
Διαδικασία Αξιολόγησης



Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



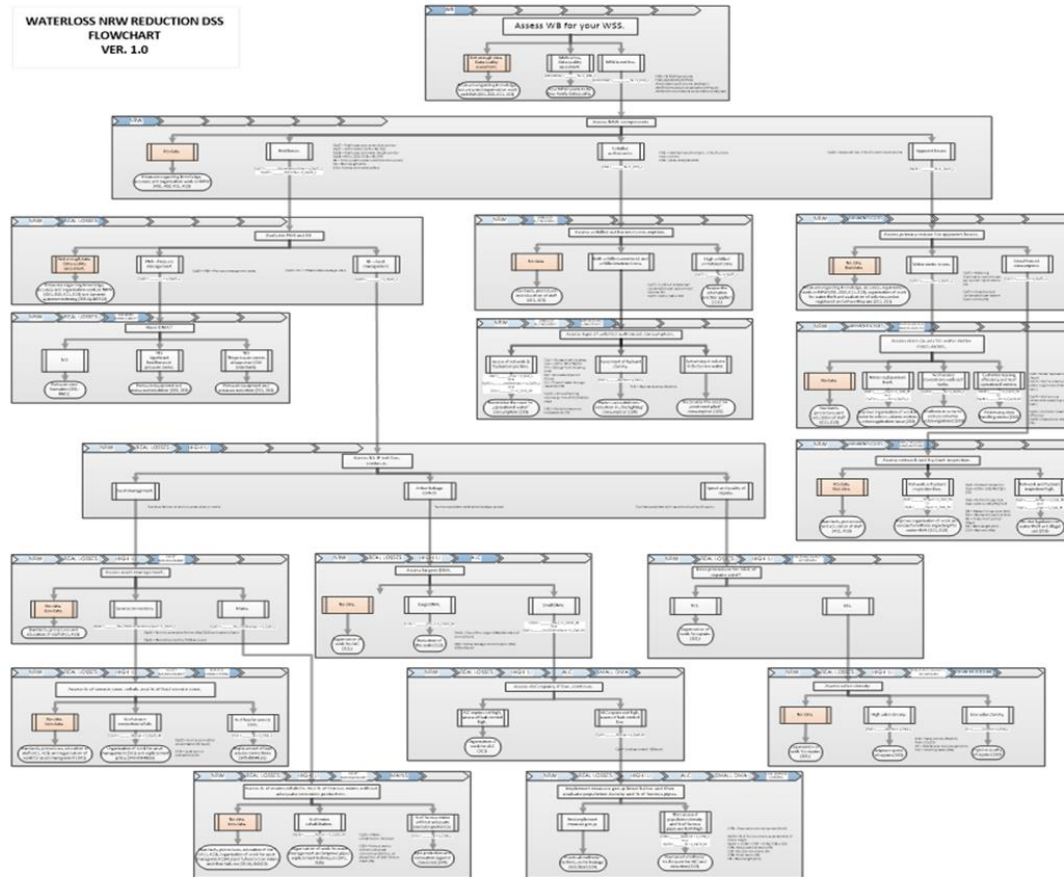
Τα συστατικά του DSS



Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Δένδρο Απόφασης



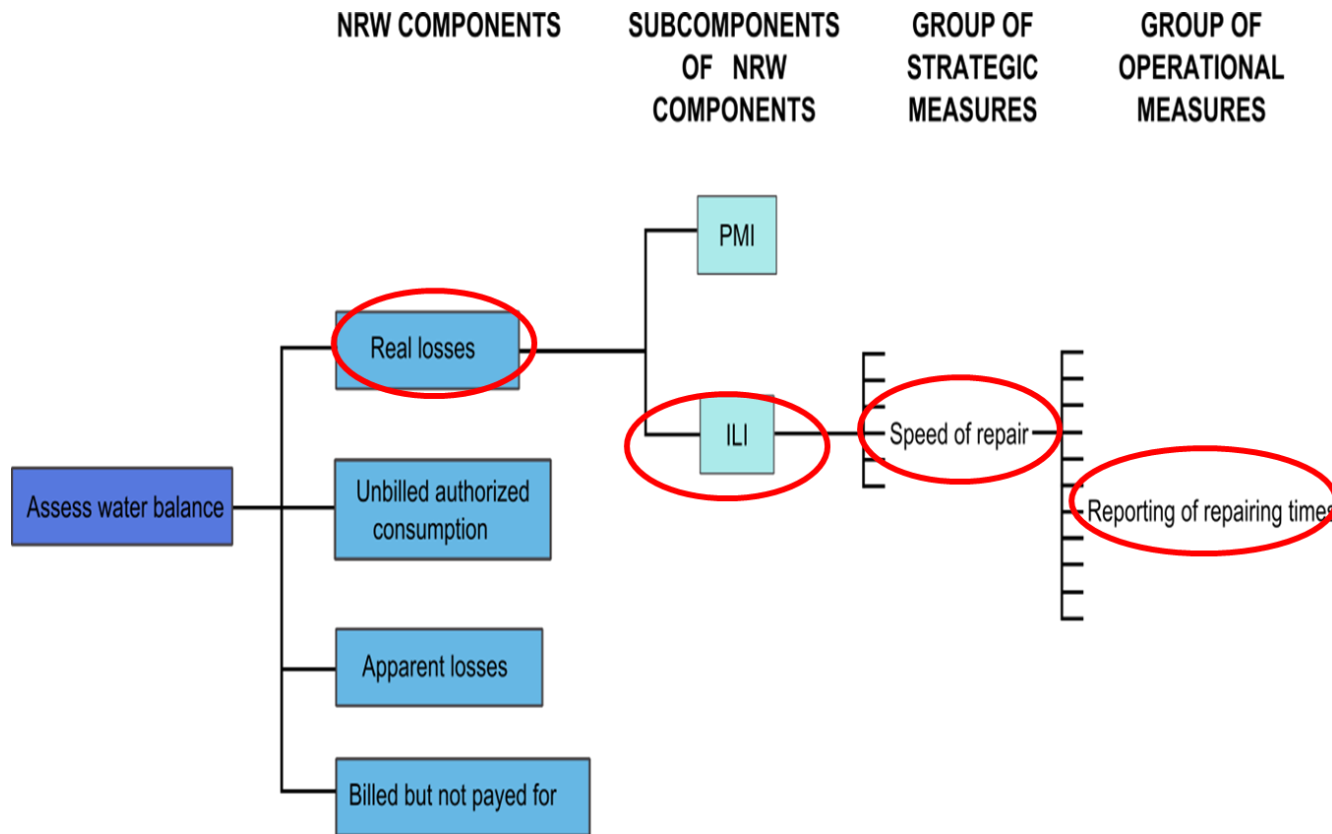
$$P(H|E, I) = \frac{P(H|I) \cdot P(E|H, I)}{P(E|I)}$$

Θεώρημα Bayes

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



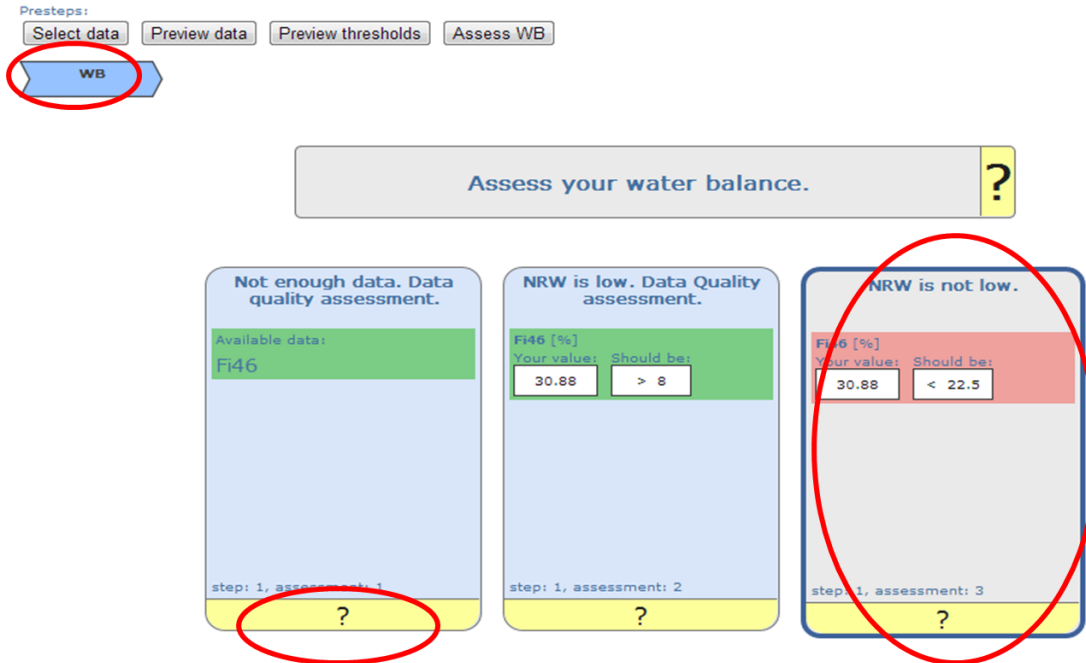
Διαδικασία επιλογής μέτρων μείωσης του NRW



Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Πλοήγηση στο δένδρο απόφασης



Suggestions:

-999999 means no data available

Fi46 = Non-revenue water by volume = % usually within (10-60)
Fi46 = Non-revenue water by volume = % usually within (10-60)
Fi46 = Non-revenue water by volume = % usually within (10-60)

You can click on 'assessment' in order to proceed to next step.

If an 'assessment' has a dark blue border, it is suggested by DSS.

You can click on yellow '?' to get additional info.

You can click on top navigation icons to navigate to previous steps.

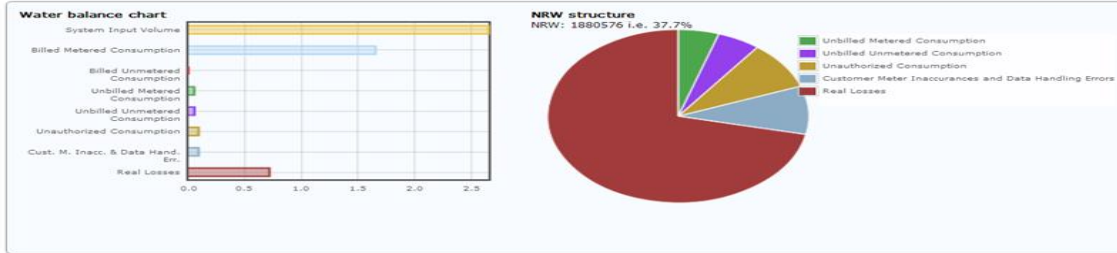
Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Υδατικό Ισοζύγιο

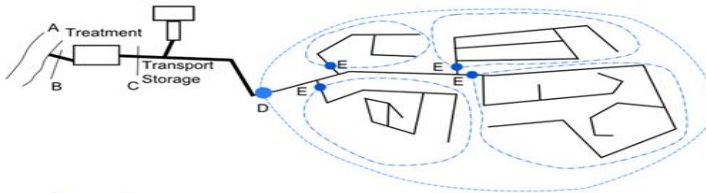
Language: Thresholds applied:

Pre-step: water balance assessment for RDC / DMA Velenje / 2011 / thresholds ALL



IWA Water Balance Chart

System Input Volume A3 100%	Authorized Consumption A14 66.2%	Billed Author. Cons. A10 62.3%	Bill.Met.C. A8 62.3%	Revenue Water A20 62.3%	Bill. paid A24 56.1%	Rev. W. A24 56.1%	
	Water Losses A15 33.8%	Unbilled Auth. Cons. A13 3.9%	Bill.Unm.C. A9 0%	Non Revenue Water (NRW) A21 37.7%	Bill not p. A23 6.2%	Bill not p. A23 6.2%	
		Apparent Losses A18 6.8%	Unb.Met.C. A11 1.9%				Water not being sold A21 37.7%
			Unauth.C. A16 3.4%				
Real Losses A19 27%	Ub.Unm.C. A12 2%	C.M.Inacc. A17 3.4%	Min.Ch.Diff. A25 NaN%				



Legend:
 A ... catchment
 B ... before treatment
 C ... after treatment
 D ... beginning of distribution (after transport and storage)
 E ... beginning of DMA (district metering area)

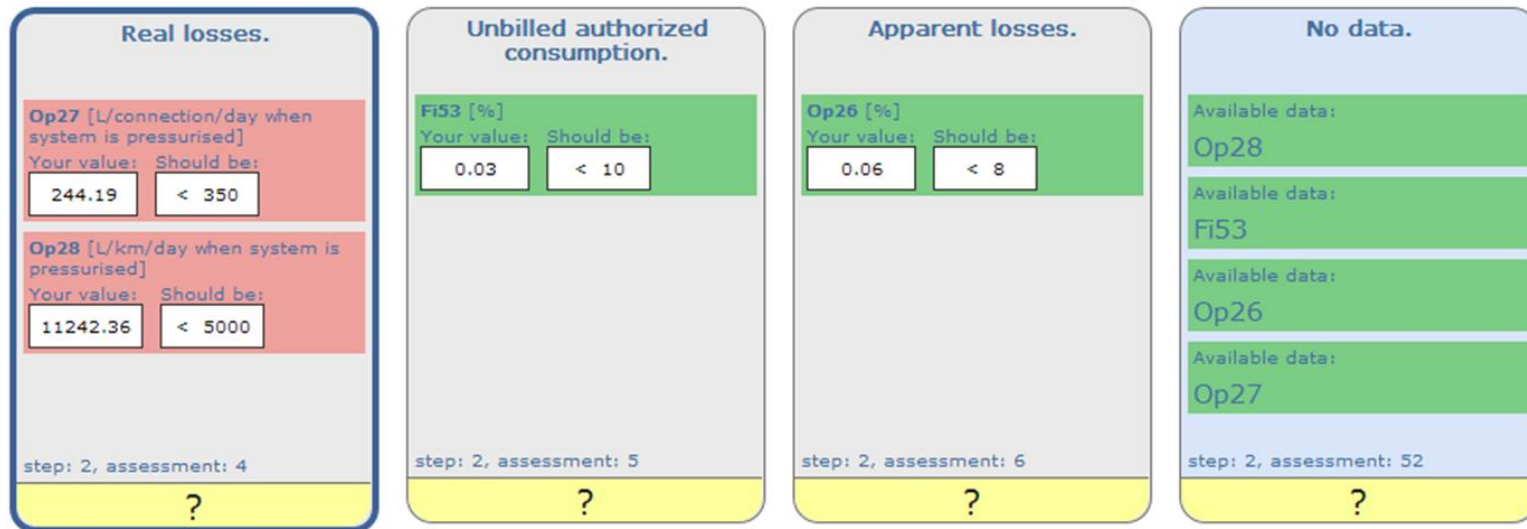
Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Τα συστατικά στοιχεία του NRW

Assess NRW components.

?



Op27 = Actual water losses by service connection = liters / service conn./ day

Op28 = Actual water losses by km of mains = liters / km / day



Δείκτες Πραγματικών Απωλειών

Language: Thresholds applied:

Waterloss reduction DSS - step 3 for RDC / DMA Velenje / 2011 / thresholds ALL

Presteps:

Select data Preview data Assess WB



Evaluate PMI and ILI. ?

Not enough data. Data quality assessment.

Available data:
Op29

Available data:
Op69

step: 3, assessment: 7

?

PMI - Pressure management.

Op69 []

Your value:	Should be:
2.5	< 2

step: 3, assessment: 8

?

ILI - Asset management.

Op29 []

Your value:	Should be:
4.76	< 5.75

step: 3, assessment: 9

?

Suggestions:

-999999 means no data available

Op29 = Infrastructure Leakage Index (ILI) = usually within (1-20)
Op69 = Pressure management index (PMI) = usually within (1-5)
Op69 = Pressure management index (PMI) = usually within (1-5)
Op29 = Infrastructure Leakage Index (ILI) = usually within (1-20)

You can click on 'assessment' in order to proceed to next step.
If an 'assessment' has a dark blue border, it is suggested by DSS.
You can click on yellow '?' to get additional info.
You can click on top navigation icons to navigate to previous steps.

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Ύπαρξη DMAs

Language: Threshholds applied:

Waterloss reduction DSS - step 4 for RDC / DMA Velenje / 2011 / thresholds ALL

Presteps:

Select data Preview data Assess WB



Does your WSS have DMAs? ?

NO.

step: 4, assessment: 10

?

No adequate pressure in all pressure zone

step: 4, assessment: 11

?

The available pressure in the DMA is always over Ci16.

Ci16 [kPa]

Your value:	Should be:
200	> 250

step: 4, assessment: 12

?

Suggestions:

- 999999 means no data available

Ci16 = Minimum service pressure = kPa usually within (200-800)

You can click on 'assessment' in order to proceed to next step.

If an 'assessment' has a dark blue border, it is suggested by DSS.

You can click on yellow '?' to get additional info.

You can click on top navigation icons to navigate to previous steps.

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Προτεινόμενα Μέτρα

Implement measures

Implement measures regarding data improvement:

- 401 - Improve bulk meter accuracy
- 402 - Improve customer meter accuracy
- 411 - Implement standards and procedures
- 413 - Education of staff

Measures prioritization /*in development stage, will be applied soon*/

-

Detailed information (Operational measures)

		Importance	Timeframe	Duration	Organizational complexity	Non constructive	Cost efficiency
401 - Improve bulk meter accuracy							
<i>DH-MA01</i>	Volumetric accuracy checked using a second test meter	*****	****	****	****	***	****
<i>RM-04</i>	Calibration of water meters, managing inaccuracy of water meters, age of water meters	*****	****	****	****	***	****
402 - Improve customer meter accuracy							
<i>RM-28</i>	Metering of revenue water	*****	***	*****	***	***	*****
<i>DH-MA03</i>	Monitoring intermittent water supply (sudden large increase in pressure damage the meter's components)	****	***	***	***	***	****
<i>DH-MA04</i>	Check of water use metering network	****	***	***	****	***	****
<i>DSS-OM4</i>	Calibration of water use metering network	****	***	****	***	***	****
<i>DH-MA02</i>	Monitoring water quality (build-up in sediment affects the meter's accuracy)	***	**	**	***	***	***
<i>V-4021</i>	Laboratory Testing of a representative sample of customer meters	**	***	***	**	*****	***
411 - Implement standards and procedures							
<i>DH-MA05</i>	Establish guidelines for WB volumes calculation	*****	****	*****	*****	*****	*****
<i>RM-36</i>	Document management and archives (archiving the documents on construction, service connections, permits etc.)	*****	****	*****	****	*****	****
<i>RM-50</i>	Develop program of measures for NRW reduction (documentation, evaluation, designs)	****	***	*****	****	*****	*****
<i>DSS-DAS</i>	Billing records systematic control	****	***	***	***	***	****

Πηγή: Kanakoudis et al., 2015



Προτεραιοποίηση των μέτρων I

- Σημαντικότητα
 - 1 αστέρι σημαίνει εξοικονόμηση πολύ μικρού όγκου νερού, 5 αστέρια σημαίνει εξοικονόμηση πολύ μεγάλου όγκου νερού
- Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης
 - 1 αστέρι σημαίνει ότι η διάρκεια υλοποίησης του μέτρου είναι μεγαλύτερη από δύο έτη, 5 αστέρια σημαίνει ότι το μέτρο μπορεί να υλοποιηθεί σε λιγότερο από μια εβδομάδα
- Επίδραση διάρκειας εφαρμογής
 - 1 αστέρι σημαίνει ότι η εφαρμογή του μέτρου διαρκεί λιγότερο από μία εβδομάδα, 5 αστέρια σημαίνει ότι το μέτρο μπορεί να διαρκέσει για περισσότερο από δύο χρόνια



Προτεραιοποίηση των μέτρων II

- Οργανωτική πολυπλοκότητα
 - 1 αστέρι σημαίνει ότι απαιτείται πολύ υψηλό επίπεδο οργανωτικής πολυπλοκότητας, 5 αστέρια σημαίνει ότι είναι πολύ εύκολο
- Μέτρα που απαιτούν κατασκευαστικές εργασίες
 - 1 αστέρι σημαίνει ότι απαιτούνται πολλές κατασκευαστικές εργασίες, 5 αστέρια σημαίνει λίγες
- Αποδοτικότητα κόστους
 - 1 αστέρι σημαίνει ότι η εφαρμογή του μέτρου έχει υψηλό κόστος και μικρή αποτελεσματικότητα, 5 αστέρια σημαίνει ότι το μέτρο έχει μικρό κόστος και υψηλή αποτελεσματικότητα



Προτεινόμενα Ποσοτικά Κριτήρια Προτεραιοποίησης

- ΚΡΙΤΗΡΙΟ Α. Οικονομική Αποδοτικότητα του Μέτρου (Cost effectiveness of the measure in terms of the Benefit/Cost Ratio) στην περίοδο μελέτης(T).
- ΚΡΙΤΗΡΙΟ Β. Κόστος Εφαρμογής του Μέτρου στην περίοδο μελέτης(T).
- ΚΡΙΤΗΡΙΟ Γ. Ποσότητα νερού που εξοικονομείται (ή που παράγει έσοδα) σαν απόλυτος αριθμός ή σαν ποσοστό του νερού που εισέρχεται στο δίκτυο.
- ΚΡΙΤΗΡΙΟ Δ. Χρονικοί περιορισμοί εφαρμογής του Μέτρου.
- ΚΡΙΤΗΡΙΟ Ε. Ενόχληση του Κοινού.



Κατανομή Ευθύνης Πληρωμής του κόστους του Μη Ανταποδοτικού Νερού

Εισερχόμενο νερό στο δίκτυο: 2 καταναλώσεις

- Η ποσότητα του εισερχόμενου νερού στο δίκτυο (Q_{SIV}) χωρίζεται σε δύο καταναλώσεις:
 - (α) στην ποσότητα που καταναλώνουν οι καταναλωτές (Q_{CUST}) και
 - (β) στην ποσότητα που «καταναλώνει» το δίκτυο (Q_{DN}):

- $Q_{CUST} = a * Q_{SIV}$

$$Q_{DN} = (1-a) * Q_{SIV}$$

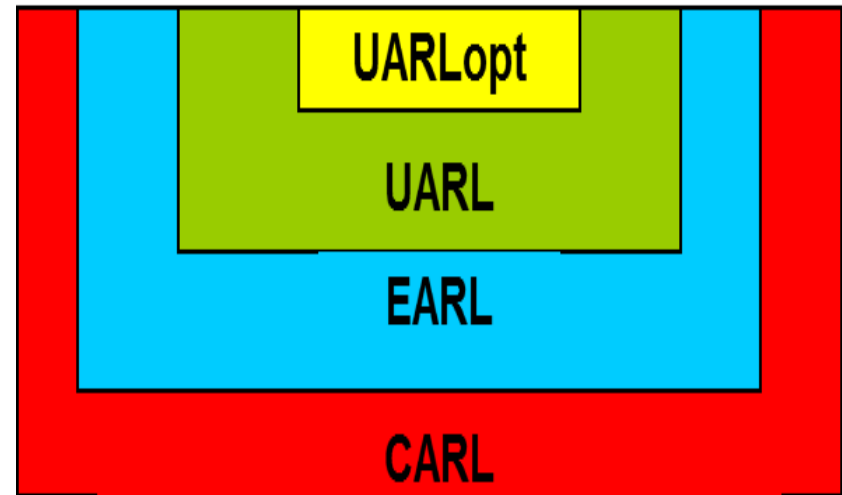


CARL – EARL – UARL - UARL_{opt}

$$\text{UARL} = (18 * L_m + 0.8 * N_c + 25 * L_p) * P$$

όπου:

- L_m το μήκος αγωγών διανομής σε χιλιόμετρα,
- N_c ο αριθμός συνδέσεων παροχών,
- L_p το μήκος αγωγών συνδέσεων παροχών σε χιλιόμετρα και
- P η μέση πίεση λειτουργίας του δικτύου (αν P η ελάχιστη πίεση καλής λειτουργίας δικτύου, τότε προκύπτουν οι UARL_{opt}).



Κατανομή ευθύνης πληρωμής του κόστους του Μη Ανταποδοτικού Νερού - Παράδειγμα

Ποσότητες νερού ανά χρήση εντός δικτύου ύδρευσης				Πελάτης	Εταιρεία	
				$Q_{CUST}=a*Q_{SIV}$	$Q_{DN}=(1-a)*Q_{SIV}$	
Q_{SIV} (100%)	Q_{RW} (60%)	Q_{RW} (60%)	Q_{RW} (60%)	100%* _(60%)	-	
		Q_{UNB} (5%)	Q_{UNB} (5%)	100%* _(5%)	-	
	Q_{NRW} (40%)	Q_{AL} (15%)	Q_{WTH} (2%)	-	100%* _(2%)	-
			Q_{MER} (10%)	100%* _(10%)	-	
		Q_{RER} (3%)	-	100%* _(3%)	-	
		Q_{RL} (20%)	$Q_{CARL-EARL}$ (5%)	-	100%* _(5%)	-
			$Q_{EARL-UARL}$ (5%)	$a\%*$ _(5%)	$(1-a)\%*$ _(5%)	-
			$Q_{UARL-UARLopt}$ (2%)	-	100%* _(2%)	-
			$Q_{UARLopt}$ (8%)	100%* _(8%)	-	
						$Q_{CUST}=(83+5a)\%*Q_{SIV}$

$$60\% < a = 87.37\% < 100\%$$



Αποδοτικότητα Ενέργειας και Χρήση Νερού

Αποδοτικότητα Ενέργειας και χρήση νερού I

- Η ενέργεια και το νερό είναι αλληλοσυνδεόμενα
- Τα συστήματα παροχής και διανομής νερού είναι μεγάλοι καταναλωτές ενέργειας
- Η κατανάλωση ενέργειας αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό συστατικό του προϋπολογισμού στις εταιρείες παροχής νερού
- 8% της ενέργειας στις ΗΠΑ καταναλώνεται στην βιομηχανία νερού



Αποδοτικότητα Ενέργειας και χρήση νερού II

- 19% της ενέργειας στην Καλιφόρνια καταναλώνεται στην επεξεργασία, μεταφορά και χρήση νερού
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης οδηγεί σε μείωση έως και 30% της ενεργειακής κατανάλωσης που με τη σειρά της οδηγεί σε αντίστοιχη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 50% (ειδικότερα στην Ανατολική Ευρώπη και Κεντρική Ασία) (IWA, 2009)
- Αυξημένη κατανάλωση νερού εξαιτίας της μη αποδοτικής χρήσης του ή των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης, οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας.



Αποδοτικότητα Ενέργειας και χρήση νερού III

- Οι απώλειες νερού στα δίκτυα ύδρευσης ανέρχονται σε 30% κατά μέσο όρο σε παγκόσμιο επίπεδο - σε παρόμοια επίπεδα βρίσκονται και οι απώλειες ενέργειας
- Οι διαρροές συνδέονται με το 25% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται (Feldman, 2009)
- Η παροχή πόσιμου νερού αποτελεί μία περίπλοκη διεργασία ελέγχου, λόγω της πολυπλοκότητας ενός δικτύου ύδρευσης
- Υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος πρέπει να συσχετιστεί με την κατασκευή, την εγκατάσταση και την λειτουργία των δικτύων ύδρευσης



Διαχείριση Ενέργειας



Η Διαχείριση της Ενέργειας είναι ουσιώδης για την μείωση των απωλειών νερού και της κατανάλωσης ενέργειας

Πηγή: Fantozzi, 2013



Εξοικονόμηση Ενέργειας

- Αντικατάσταση PRVs με τουρμπίνες ή αντλίες – τουρμπίνες (Pumps as turbines – PATs) – παραγωγή ενέργειας ή καλύτερα μερική ανάκτηση ενέργειας in situ
- Υπάρχουν προϋποθέσεις:
 - Βέλτιστη επιλογή τουρμπίνας
 - Επαρκής πίεση δικτύου
 - Κατάλληλες συνθήκες υγιεινής
 - Προστασία από ζημιές στους αγωγούς εξαιτίας υδραυλικού πλήγματος
- Εφαρμογή στην Ιταλία είχε τα εξής αποτελέσματα (Fontanazza et al., 2012):
 - Παραγωγή ενέργειας 300,1MWh/έτος
 - Περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης 2,5 έτη



Βιβλιογραφία

- Fontanazza, C.M., Freni, G., Faso, G., Notaro, V., Puleo, V. (2012). Pump as turbines (PAT) in intermittent distribution networks. 10th International Conference on Hydroinformatics, HIC2012, Hamburg, Germany, 14-18 July.
- Fantozzi, M. (2013). Presentation in the 1st EWaS-MED International Conference, Thessaloniki, 11-13 April.
- Feldman, M. (2009). *Aspects of Energy Efficiency in Water Supply systems*. Paper presented at the International Specialty Conference Water Loss 2009, Cape Town, South Africa
- Kanakoudis, V., & Gonelas, K. (2014). Applying pressure management to reduce water losses in two Greek cities' WDSs: Expectations, problems, results and revisions. *Procedia Engineering*, 89, 318-325
- Kanakoudis V., Tsitsifli S., Cerk, M., Banovec, P., Samaras, P., Zouboulis, A.I. (2015). Basic Principles of a DSS Tool developed to prioritize NRW Reduction measures in Water Pipe Networks. *Water Quality Exposure and Health*, 7(1), pp.39-51, DOI 10.1007/s12403-014-0111-y



Τέλος Ενότητας

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Διαχείρισης
Υδροδοτικών Συστημάτων

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βασίλης Κανακούδης 2015. Βασίλης Κανακούδης . «Διαχείριση και Προσομοίωση Υδροδοτικών Συστημάτων. Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Διαχείρισης Υδροδοτικών Συστημάτων». Έκδοση: 1.0. Βόλος 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.uth.gr/eclass/courses/MHXC131/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

