

# Συστήματα υδροσυλλογής βρόχινου νερού

Rainwater harvesting: Μια σύγχρονη πρακτική, ερχόμενη από το παρελθόν

Διονύσης Νικολόπουλος, Υ.Δ. ΕΜΠ



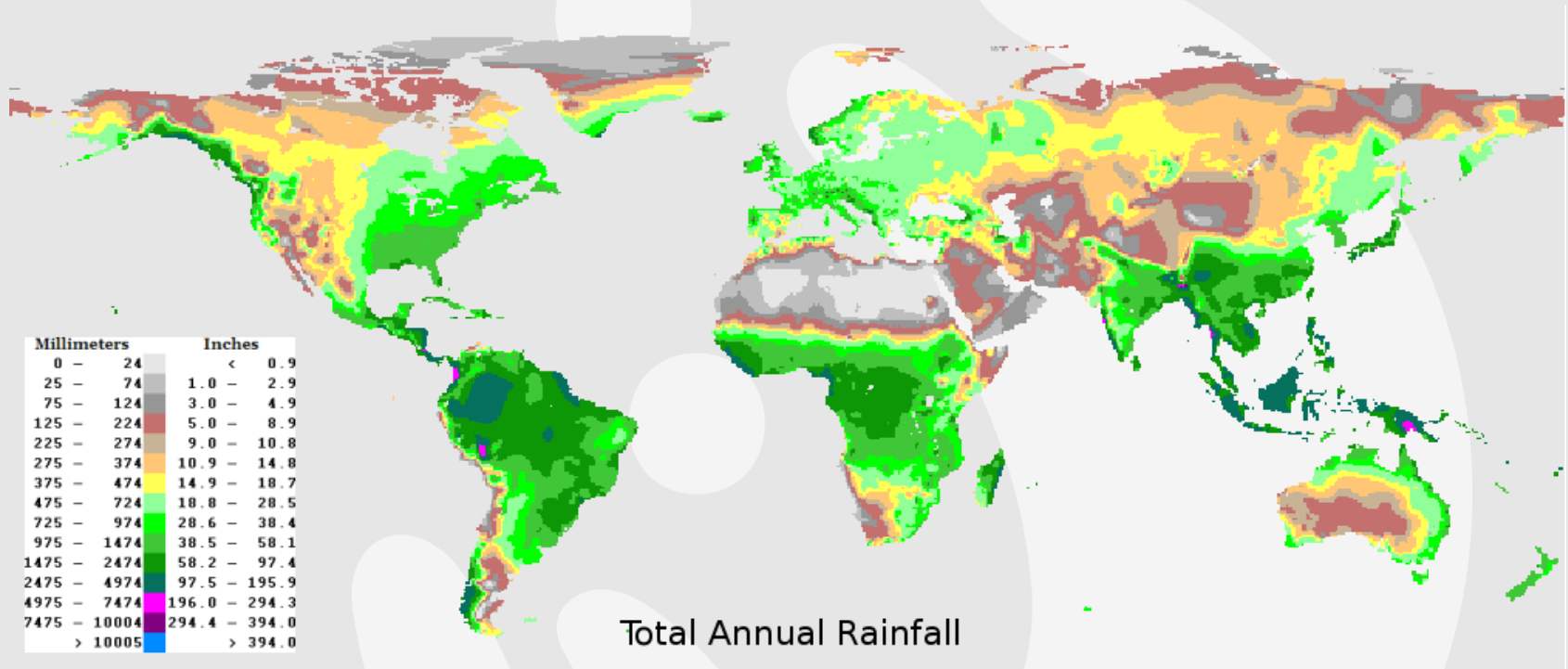
URBAN WATER  
MANAGEMENT AND  
HYDROINFORMATICS  
GROUP

National Technical  
University of Athens



# Βροχόπτωση

[World Precipitation Cycle](#)



1050 mm μέση βροχή → 45000 km<sup>3</sup> απορροή/έτος → 6300 m<sup>3</sup> /έτος σε κάθε άνθρωπο

Ετήσιες ανάγκες;



URBAN WATER  
MANAGEMENT AND  
HYDROINFORMATICS  
GROUP

National Technical  
University of Athens



# Ιστορία της συλλογής βρόχινου νερού

- Χρήση της τεχνολογίας εδώ χιλιάδες χρόνια
- Νεολιθικά χωριά στο Λίβανο: στεγανές δεξαμενές από ασβεστοκονίαμα
- Ινδία 3000 π.Χ.: απλές δεξαμενές από πέτρα
- Ναβαταίοι 2000 π.Χ., επιβιώνουν στην έρημο Negev μαζεύοντας την απορροή από τις πλαγιές των λόφων σε δεξαμενές
- Περιοχή Madaba: First Flush systems!
- Αρχαίοι Αιγύπτιοι: κατασκευή μεγάλων δεξαμενών, 20 – 200 m<sup>3</sup>
- Ταυλάνδη: «Tai-jar»
- Κίνα: Shugejo



# Ιστορία της συλλογής βρόχινου νερού

- Χρήση της τεχνολογίας εδώ χιλιάδες χρόνια
- Νεολιθικά χωριά στο Λίβανο: στεγανές δεξαμενές από ασβεστοκονίαμα
- Ινδία 3000 π.Χ.: απλές δεξαμενές από πέτρα
- Ναβαταίοι 2000 π.Χ., επιβιώνουν στην έρημο Negev μαζεύοντας την απορροή από τις πλαγιές των λόφων σε δεξαμενές
- Περιοχή Madaba: First Flush systems!
- Αρχαίοι Αιγύπτιοι: κατασκευή μεγάλων δεξαμενών, 20 – 200 m<sup>3</sup>
- Ταυλάνδη: «Tai-jar»
- Κίνα: Shugejo



# Ιστορία της συλλογής βρόχινου νερού

- Χρήση της τεχνολογίας εδώ χιλιάδες χρόνια
- Νεολιθικά χωριά στο Λίβανο: στεγανές δεξαμενές από ασβεστοκονίαμα
- Ινδία 3000 π.Χ.: απλές δεξαμενές από πέτρα
- Ναβαταίοι 2000 π.Χ., επιβιώνουν στην έρημο Negev μαζεύοντας την απορροή από τις πλαγιές των λόφων σε δεξαμενές
- Περιοχή Madaba: First Flush systems!
- Αρχαίοι Αιγύπτιοι: κατασκευή μεγάλων δεξαμενών, 20 – 200 m<sup>3</sup>
- Ταυλάνδη: «Tai-jar»
- Κίνα: Shugejo



# Πλεονεκτήματά RWH

- Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στο τόπο συλλογής και αποθήκευσης του
- Ο ιδιοκτήτης του συστήματος συλλογής είναι και ταυτόχρονα ο διαχειριστής του, μπορεί να υιοθετήσει εξατομικευμένες και βέλτιστες πρακτικές χρήσης
- Οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι πολύ περιορισμένες
- Το νερό της βροχής είναι σχετικά καθαρό και με καθόλου ή ελάχιστη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλές διαφορετικές χρήσεις
- Το κόστος του νερού που συλλέγεται είναι μηδαμινό αν δεν γίνει καμία επεξεργασία
- Η τεχνολογίες των σύγχρονων συστημάτων RWH είναι σχετικά φτηνές και δεν χρειάζονται ιδιαίτερα μεγάλο χώρο
- Σε ακριτικά νησιά, ημι-ερημικές περιοχές, φτωχές χώρες σε Αφρική, Λατινική Αμερική και Ασία μπορεί να αποτελέσει λύση για το πρόβλημα νερού σε καθημερινή βάση
- Το νερό που συλλέγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επαναφόρτιση υπόγειων υδροφορέων
- Έλεγχος πλημμυρών σε αστικές λεκάνες
- Μπορούν να δημιουργηθούν λεκάνες συλλογής πρακτικά οπουδήποτε υπάρχει βροχόπτωση και ελεύθερη επιφάνεια: Οροφές κτηρίων, σταδίων, νοσοκομείων, σε δρόμους και αεροδρόμια, στο έδαφος, σε πλαγίες βουνών κτλ

# Συστήματα RWH



Ενεργητικά

Παθητικά



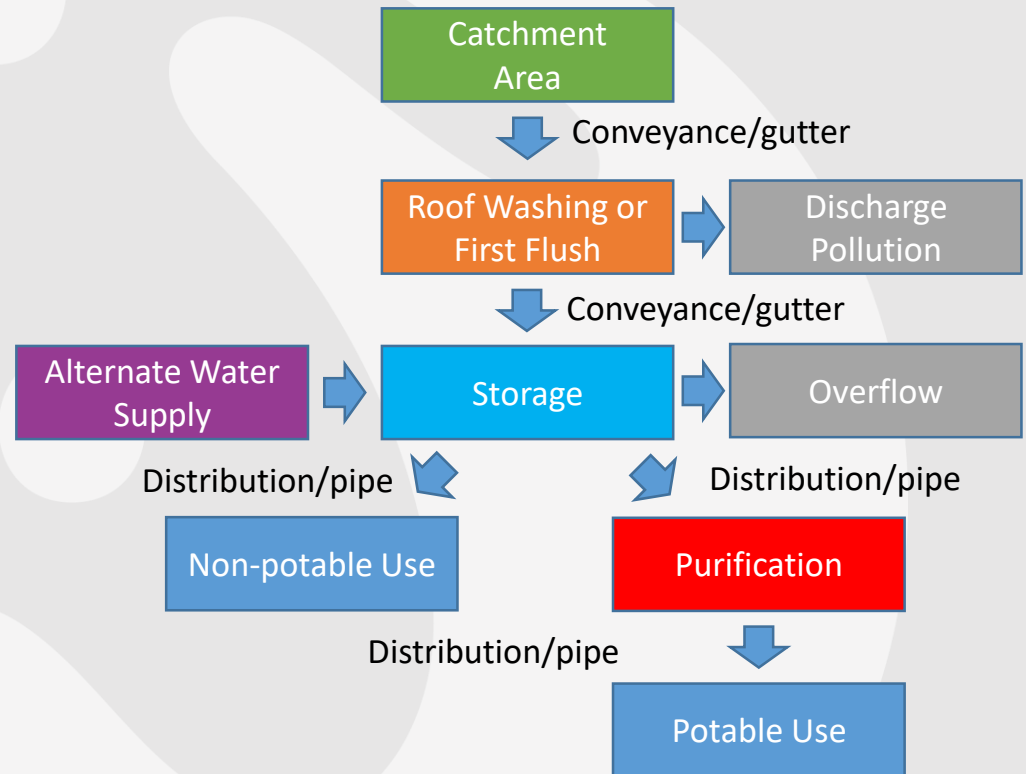
URBAN WATER  
MANAGEMENT AND  
HYDROINFORMATICS  
GROUP

National Technical  
University of Athens



# Οι έξι κύριες συνιστώσες ενός ενεργητικού συστήματος RWH

1. Συλλογή (Catchment Area)
2. Μεταφορά (Conveyance)
3. Έκπλυση (Roof washing)
4. Αποθήκευση (Storage)
5. Εξυγίανση (Purification)  
- Προαιρετικό
6. Διανομή (Distribution)



## Επιφάνεια Συλλογής (I)

- Συνήθως οροφές κτηρίων για RWH οικιακού επιπέδου
- Μη πόσιμη χρήση: Σχεδόν όλα τα υλικά οροφής είναι κατάλληλα
- Βρόχινο νερό: ελαφρώς όξινο, διαλύει τα υλικά επίστρωσης οροφών

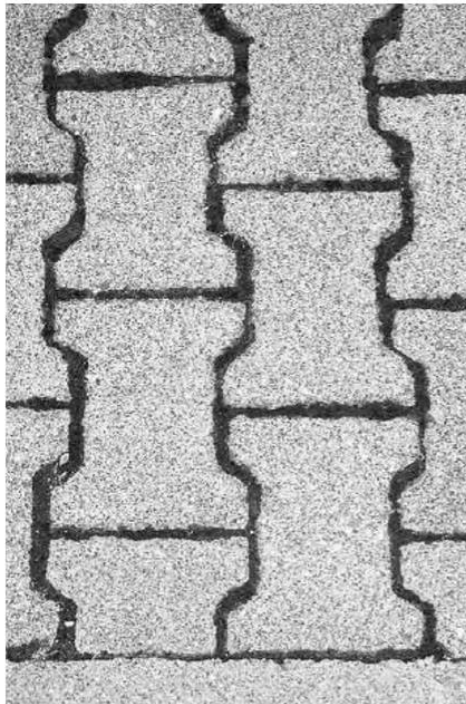


- **Χάλυβας/αλουμίνιο, πηλός, σκυρόδεμα** καλά υλικά για πόσιμη χρήση, **αποφυγή** επιστρώσεων οροφής από **χαλκό, τσίγκο** (ψευδάργυρος), **ασβεστοτσιμέντο, ή ασφαλτο**.  
**Απαγορεύεται** η χρήση επιστρώσεων από **μόλυβδο** ή το βάψιμο της οροφής με χρώματα που περιέχουν μόλυβδο.
- **Ελαστομερή υλικά** ιδανικά για οροφές (εφαρμογή πάχους 30 dry mils (~ 1 πιστωτική κάρτα)



## Επιφάνεια Συλλογής (II)

- Συχνά, ιδιαίτερα για κοινοτικές εφαρμογές, αξιοποιούνται και άλλου τύπου επιφάνειες όπως για παράδειγμα δρόμοι, αυλές, θέσεις parking κ.α. Αποφυγή χρήσης αν το νερό προορίζεται για χρήση πόσιμου, λόγω του ρίσκου ρύπανσης/μόλυνσης, εκτός αν υπάρχει σύστημα εξυγίανσης.



HEATHER KINKADE-LEVARIO



HEATHER KINKADE-LEVARIO

- Πλήθος τεχνολογιών για συστήματα παθητικής υδροσυλλογής.

## Επιφάνεια Συλλογής (III)

- Η επιφάνεια συλλογής παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του νερού. Όσο πιο **ομαλή** και **αδιαπέρατη** επιφάνεια τόσο καλύτερη ποιότητα.
- Τα χαρακτηριστικά της βροχής (**διάρκεια, ένταση**) και το **διάστημα** μεταξύ βροχοπτώσεων σημαντικός παράγοντας ποιότητας, αφού επηρεάζουν σημαντικά την καθαρότητα της επιφάνειας υδροσυλλογής
- Μικροβιακό φορτίο: συχνά *Salmonella*, *Legionella* – like spp, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium* και *Giardia*
- Συνήθως μικρό φορτίο, ανάπτυξη ανοσίας, μη επικίνδυνο γενικώς το νερό της βροχής
- Χαλαρά όρια για πόση σε αναπτυσσόμενες περιοχές
- Σε επιφανειακές λεκάνες συλλογής υψηλότερη επικινδυνότητα
- Γενικά σπάνια ακατάλληλο το νερό για χρήσεις εκτός κατανάλωσης

| Κατάταξη  | Ολικά κολοβακτηρίδια | Ποιότητα            |
|-----------|----------------------|---------------------|
| Class I   | 0 /100 ml            | Άριστη              |
| Class II  | 1-10 /100 ml         | Οριακή για πόση     |
| Class III | >10 /100ml           | Ακατάλληλο για πόση |



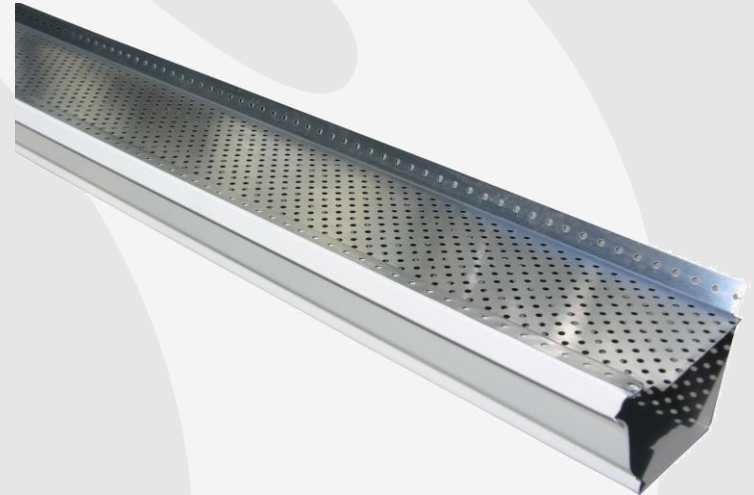
## Επιφάνεια Συλλογής (IV)

- Συντελεστής απόδοσης απορροής  $E = \frac{\text{volume of runoff}}{\text{volume of rainwater}}$
- Εκτίμηση απορροής επεισοδίου σε  $[m^3]$   $TW = CA * R * E/1000$ , όπου  $CA$  έκταση λεκάνης συλλογής σε  $[m^2]$ ,  $R$  η βροχή του επεισοδίου σε  $[mm]$
- Σε μεμονωμένα επεισόδια συντελεστής απόδοσης σε ομαλές καλά κατασκευασμένες επιφάνειες από σκυρόδεμα ή μέταλλο μπορεί να ξεπεράσει το 90%
- Γενικά μακροπρόθεσμα η απόδοση μειώνεται λόγω ανάγκης φιλτραρίσματος, παρεμπόδισης ροής (φύλλα κτλ.), ισχυρών ανέμων, χιονιού/χαλαζιού, υπερχειλίσης
- Σταθερότυπος σε καλά κατασκευασμένες οροφές το 80%

| Roof catchment           |           | Ground catchment     |           |
|--------------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Clay tile (hand-made)    | 0.24-0.31 | Concrete lined       | 0.73-0.76 |
| Clay tile (machine made) | 0.30-0.39 | Cement soil mix      | 0.33-0.42 |
| Cement tile              | 0.62-0.69 | Buried plastic sheet | 0.28-0.36 |
| Corrugated iron          | 0.8-0.85  | Compacted loess soil | 0.13-0.19 |

# Συστήματα μεταφοράς (I)

- Οικιακές τεχνολογίες: Ρεΐθρα (gutter), υδρορροές (downspouts), rainschains  
**Ρεΐθρα**



- Υλικά κατασκευής: βινύλιο, γαλβανισμένος χάλυβας, αλουμίνιο, ανοξείδωτο ατσάλι
- Τετραγωνική ή ημικυκλική μορφή, άνοιγμα συνήθως 12 με 15 εκατοστά, splash guards, υπερύψωση εξωτερικής παρειάς, κλίση συνήθως 0.5‰ - 2‰, συνδέσεις κάθε 75 cm

# Συστήματα μεταφοράς (II)

## Υδροροές

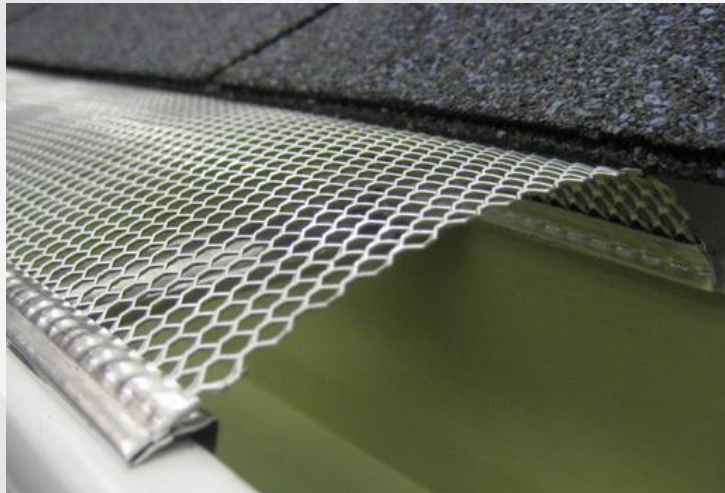
- Συνήθη υλικά κατασκευής πλαστικά PVC ή ABS. Για πόσιμη χρήση μόνο PVC 40 επιτρέπεται ή αλουμίνιο.
- Τυπική διάμετρος  $\Phi 75 - \Phi 100$ : Απαιτείται συνολική διάμετρος 1  $\Phi 25$  περίπου κάθε 10 m<sup>2</sup> οροφής

## Rainchains



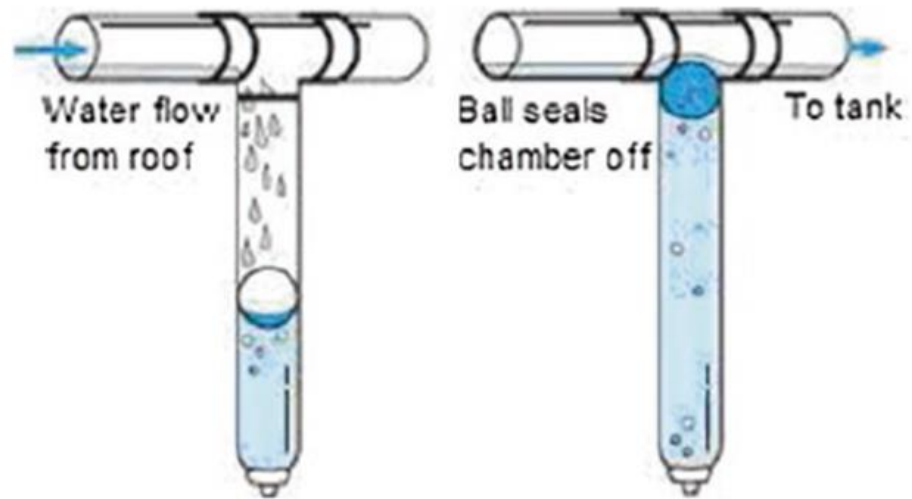
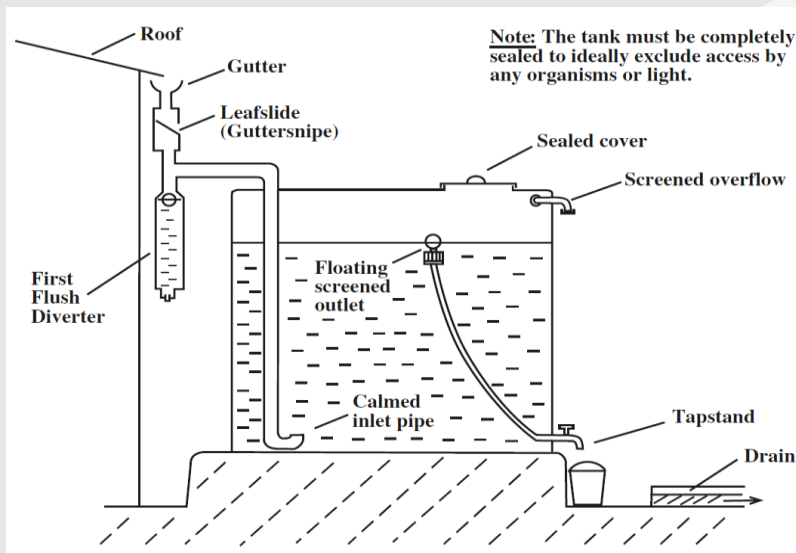
## Συστήματα μεταφοράς (III)

- Χωρισμός συστημάτων μεταφοράς βρόχινου νερού σε υγρού και στεγνού τύπου (wet/dry) ανάλογα με το αν παραμένει νερό στο σύστημα μεταφοράς μετά την είσοδού του στο σύστημα αποθήκευσης.
- Τα ξηρού τύπου συστήματα είναι προτιμότερα γιατί μειώνεται η εμφάνιση κουνουπιών και επειδή έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Ειδικά για τα ρείθρα απαιτείται συνεχής καθαρισμός τους: τα άδεια ρείθρα στεγνώνουν ως και τρεις φορές γρηγορότερα.
- Leaf screens: απαραίτητα για τα ρείθρα, σύνηθες άνοιγμα οπών 0.25"



# Συστήματα έκπλυσης (I)

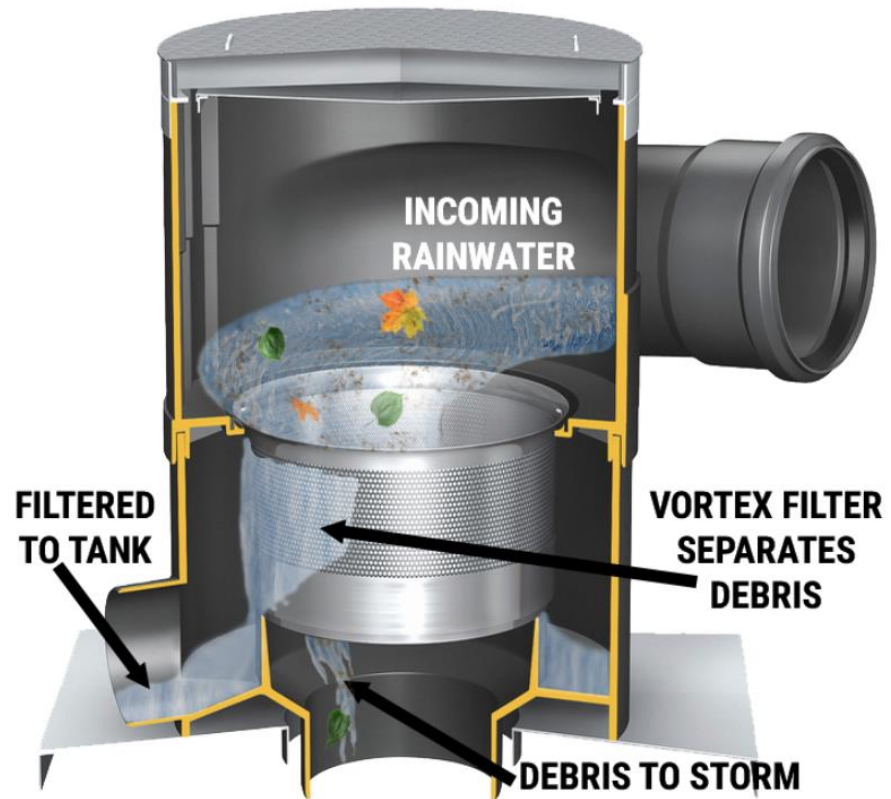
- Όλες οι εκτεθειμένες επιφάνειες ρυπαίνονται από σκόνη, γύρη, φύλλα, ατμοσφαιρικούς ρύπους (οργανοχλωρίνες, οργανοφωσφορικά, βαρέα μέταλλα), περιπτώματα πτηνών/άλλων ζώων κ.α.
- Τα πρώτα mm βροχής συμπαράσύρουν σε σημαντικό ποσοστό τους ρύπους → χρήση διατάξεων “First Flush” αναγκαία για ανθρώπινη χρήση. Για συνήθεις χρήσεις 5-10 L αρκούν, τυπικά 20 με 30 L ανά 100 m<sup>2</sup> οροφής.



## Συστήματα έκπλυσης (II)

- Χρήση φίλτρων πολύ διαδεδομένη. WISY φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα, 90%-95% απόδοση από το πρώτο L.
- Πολύ μικρές οπές (0.28-0.38 mm)

[Operation Video](#)

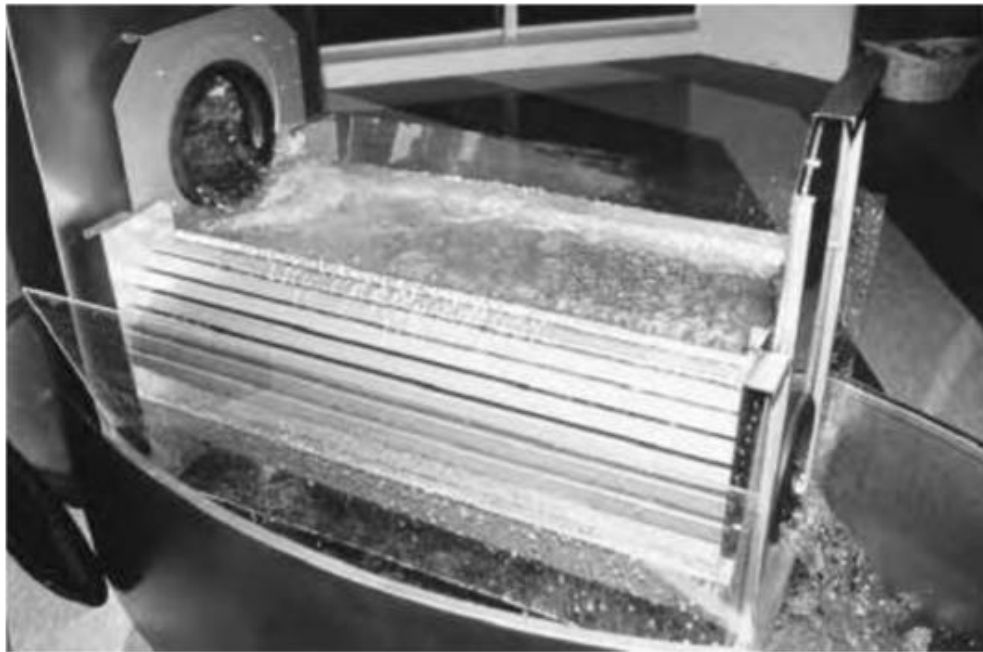


[WISY Filter](#)



## Συστήματα έκπλυσης (III)

- Απλά φίλτρα εισόδου δεξαμενής και υδρορροής



HEATHER KINKADE-LEVARIO



SANDY MURDOCH, RAIN HARVESTING PTY LTD



# Δεξαμενές αποθήκευσης (I)

- Σε τυπικά συστήματα το μεγαλύτερο τμήμα του κόστους. Χωρισμός σε **επιφανειακές, υπόγειες ή ενσωματωμένες** στο κτήριο

Επιφανειακές ή υπερυψωμένες δεξαμενές, κοινές σε συστήματα όπου η συλλογή γίνεται σε οροφή

- Υλικά κατασκευής: ferrocement, πλαστικό, σκυρόδεμα, πέτρα, κεραμικά, τούβλα κτλ.
- Εύκολη απόληψη – συνήθως με βαρύτητα
- Εύκολα εφαρμόσιμη σε κτήριο
- Δυνατότητα ενσωμάτωσης στο φορέα του κτηρίου
- Χωρητικότητες ποικίλουν 1-40 m<sup>3</sup> ή και πάνω από 1500 m<sup>3</sup> οι μεταλλικές.
- Σχετικά αυξημένο κόστος ανά m<sup>3</sup>
- Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης, σε πολλές περιοχές του

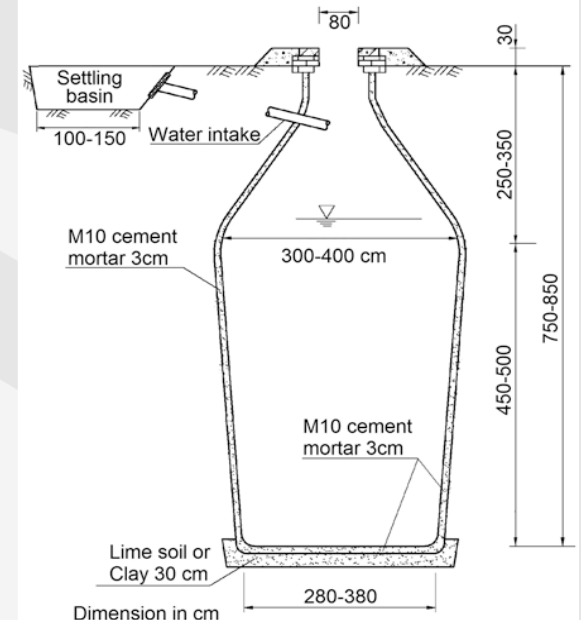


HEATHER KINKADE-LEVARIO

# Δεξαμενές αποθήκευσης (II)

## Υπόγειες δεξαμενές

- Υλικά κατασκευής παρόμοια με των επιφανειακών, συνήθως λεπτότερα τοιχώματα
- Προσοχή στις ωθήσεις γαιών-παραμορφώσεις
- Σχήμα κυλινδρικό ή ημισφαιρικό για αντοχή
- Προσοχή στην κάθιση λόγω άνωσης
- Σε αδιαπέρατα εδάφη κατασκευή χωρίς επένδυση εφικτή, αλλά προβλήματα διαφυγών και ποιότητας
- Χαμηλό κόστος ανά κυβικό, μεγάλες χωρητικότητες
- Δεν δεσμεύουν χώρο
- Απαραίτητη η άντληση ή πρόσβαση με σκάλα
- Διαδεδομένη μέθοδος στην Ανατολική Αφρική (σχολεία, άρδευση) και στη Κίνα (αναβαθμισμένα παραδοσιακά «Shuijiao»)

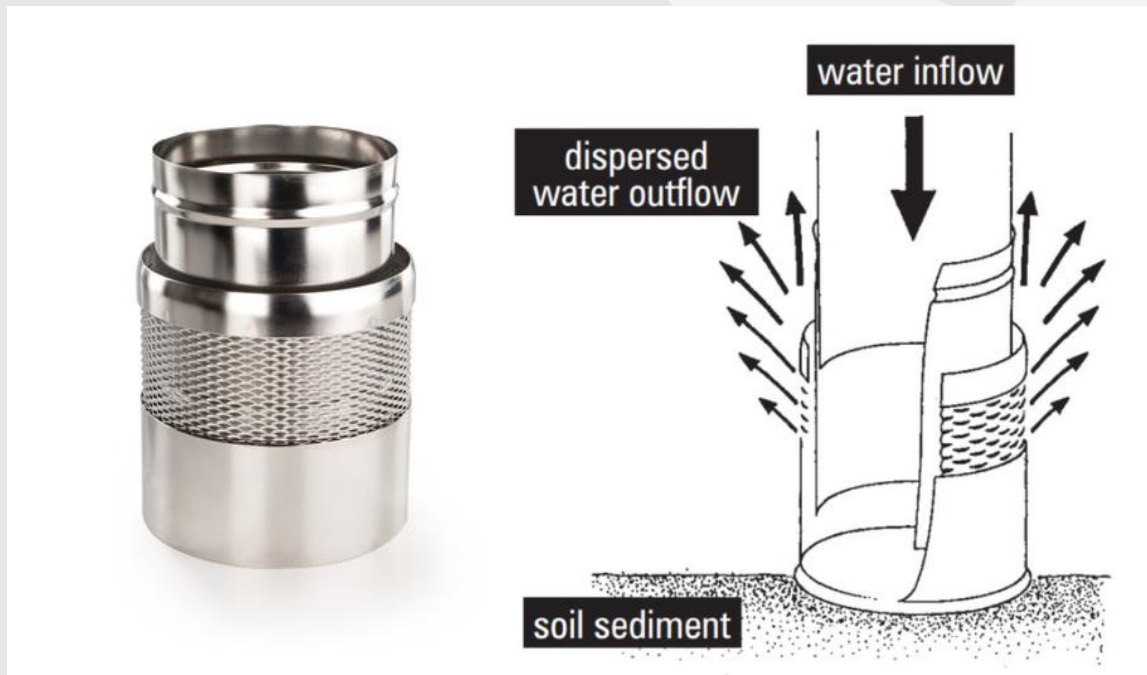


## Δεξαμενές αποθήκευσης (III)

- Δεξαμενές πάντα **κλειστές** ώστε να μην εξατμίζεται το νερό, να μην αναπαράγονται τα κουνούπια και να μην εισέρχονται ζώα
- Αν εισέρχεται **φως** στη δεξαμενή, αναπτύσσονται **άλγη**
- Πολλαπλά διαμερίσματα ευνοούν την καθίζηση ρύπων αντί της αιώρησης
- Υπερχειλιστής δεξαμενής **πάντα ίδιου μεγέθους** με την είσοδο
- Σε δεξαμενές όπου υπάρχει και δευτερεύουσα εισροή νερού (π.χ. νερό από το δίκτυο) ένα σημαντικό κενό πρέπει να διατηρείται μεταξύ της στάθμης εισόδου της δευτερεύουσας ροής και της μέγιστης στάθμης (τυπικά 30-40 cm). Επίσης τοποθετείται βαλβίδα περιορισμού της ανάστροφης ροής ώστε να αποφευχθεί τυχόν μόλυνση του δικτύου.
- Δεξαμενή κρύα και μακριά από το φως: **αύξηση ποιότητας με το χρόνο** αφού μικροοργανισμοί πεθαίνουν
- **Διαστρωμάτωση** νερού σε **τρία επίπεδα** στη δεξαμενή: Το άνω στρώμα (αερόβια ζώνη) είναι το πιο παλαιό νερό, το μέσο είναι νερό που παλαιώνει και το κάτω στρώμα είναι νερό μείξης σε αναερόβιες συνθήκες και περιέχει τα περισσότερα στερεά.

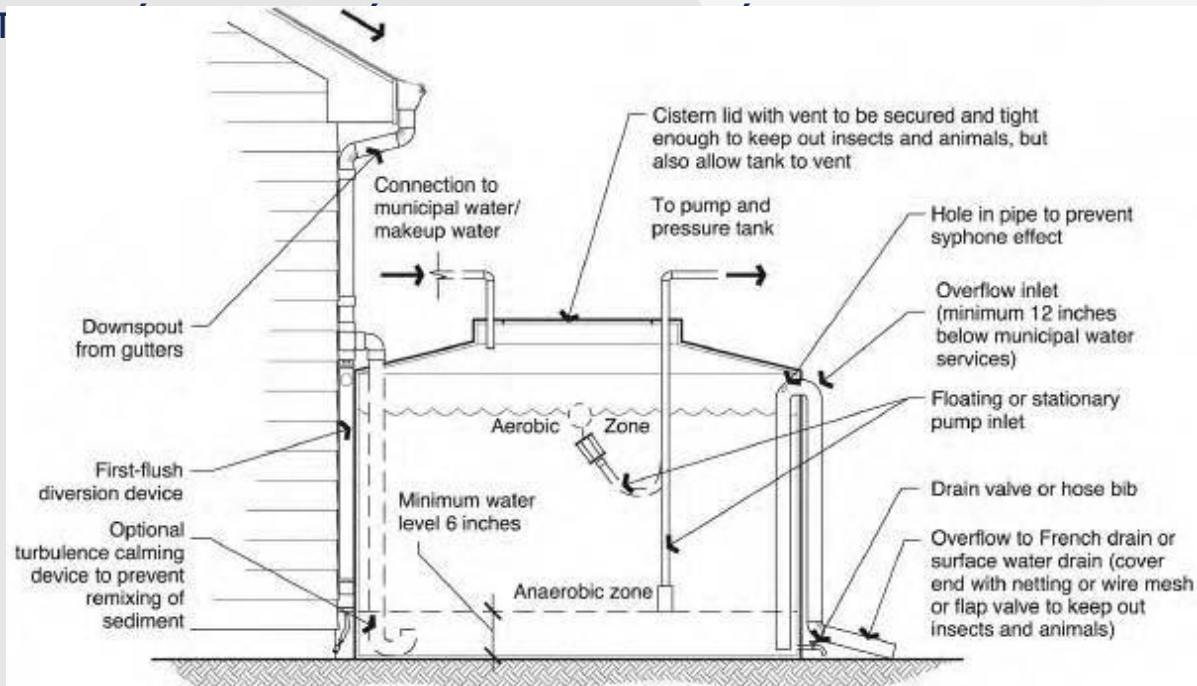
## Δεξαμενές αποθήκευσης (IV)

- Κάθε επεισόδιο βροχής φέρνει νέο νερό με στερεά και μικροοργανισμούς (οσμή, χρώμα νερού). Ειδικές διαμορφώσεις (inflow smoothing filters, turbulence dissipaters) κατασκευάζονται για να μην δημιουργείται αναταραχή και τύρβη (άρα ανάμειξη) στο νερό της δεξαμενής



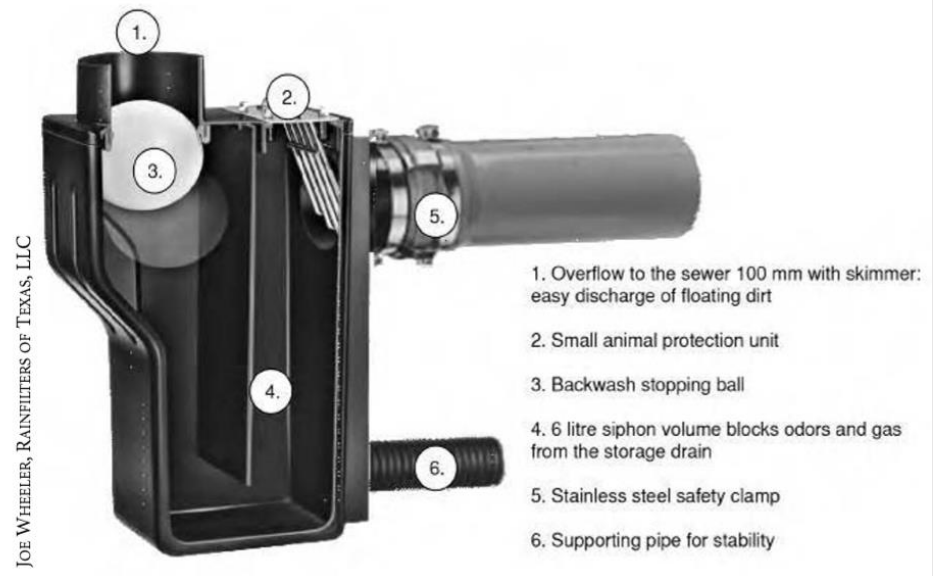
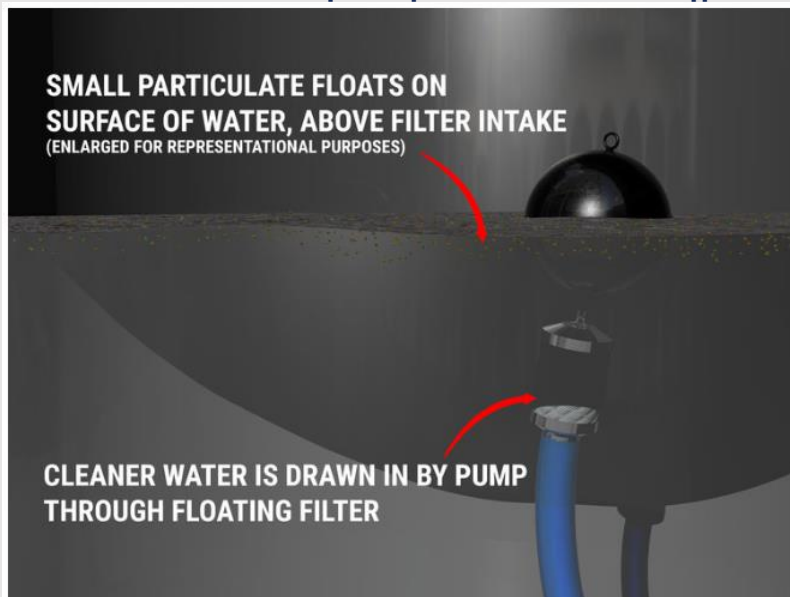
## Δεξαμενές αποθήκευσης (V)

- Τα καλά σχεδιασμένα συστήματα έχουν δύο υδροληψίες: 1 **μεταβλητή** ώστε να τροφοδοτείται από το πιο παλιό νερό (αλλά όχι από το φιλμ της επιφάνειας) και μία **σταθερή χαμηλότερα** για να επιτρέπει την **ανάμειξη** όταν το νερό δεν προορίζεται για πόσιμη χρήση. Η υπερχειλίση ιδανικά σχεδιάζεται έτσι ώστε να απομακρύνει νερό από το **χαμηλότερο** σημείο της δεξαμενής – ή συστήματα που αναρροφούν τη λάσπη στο πάτο της δεξαμενής – αλλά στη πράξη αυτό είναι δύσκολο και π



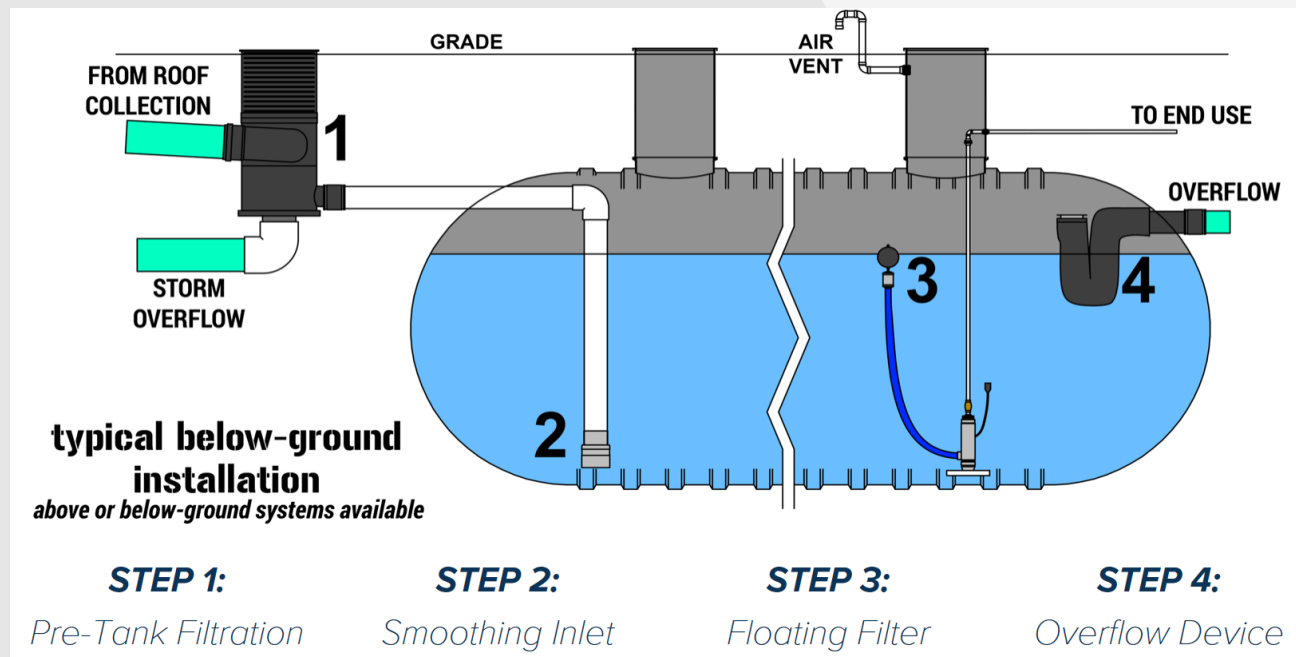
## Δεξαμενές αποθήκευσης (V)

- Τα καλά σχεδιασμένα συστήματα έχουν δύο υδροληψίες: 1 **μεταβλητή** ώστε να τροφοδοτείται από το πιο παλιό νερό (αλλά όχι από το φιλμ της επιφάνειας) και μία **σταθερή χαμηλότερα** για να επιτρέπει την **ανάμειξη** όταν το νερό δεν προορίζεται για πόσιμη χρήση. Η υπερχειλίση ιδανικά σχεδιάζεται έτσι ώστε να απομακρύνει νερό από το **χαμηλότερο** σημείο της δεξαμενής – ή συστήματα που αναρροφούν τη λάσπη στο πάτο της δεξαμενής – αλλά στη πράξη αυτό είναι δύσκολο και προτιμώνται συστήματα επιφανειακά



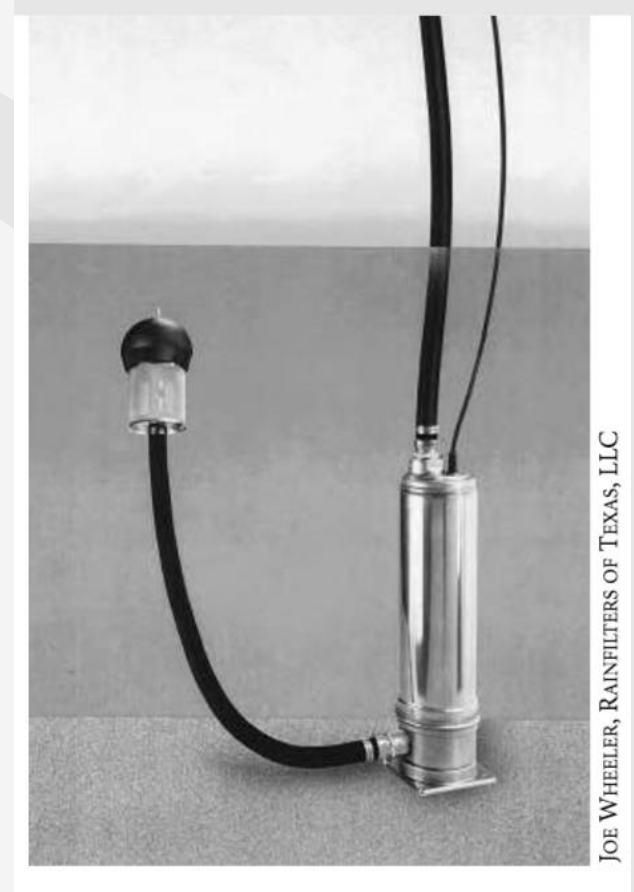
## Δεξαμενές αποθήκευσης (VI)

- Ιδιαίτερη προσοχή στη διαμόρφωση θεμελίωσης των δεξαμενών
- Ειδικά για τις υπόγειες δεξαμενές είναι απαραίτητη η διαμόρφωση θυρίδων/οπών επισκέψεως
- Τοποθέτηση δεξαμενών προτιμητέα σε θέση όπου μπορεί να προσφέρει νερό με βαρύτητα



# Συστήματα διανομής (I)

- Βαρύτητα ή άντληση
- Για εφαρμογές άρδευσης τουλάχιστον 1.4 bar / 20 psi
- Χρήση αυτόματων αντλιών βέλτιστη λόγω των λεπτόκοκκων ιζημάτων στο πάτο της δεξαμενής. Συχνά υπάρχει χρονοκαθυστέρηση μετά από επεισόδιο βροχής.
- Η υπερχείλιση της δεξαμενής συνιστάται να διανέμει το νερό σε κάποιο υπαίθριο χώρο πρασίνου
- Μεταφορά νερού στις οικιακές συσκευές



JOE WHEELER, RAINFILTERS OF TEXAS, LLC



## Συστήματα διανομής (II)

- Σύγχρονα συστήματα διαθέτουν αισθητήρες και αυτοματισμούς
- DOMOTICA (home automation) εφαρμογές → Υδροπληροφορική ;-)



# Συστήματα εξυγίανσης (I)

- Βασικά στάδια: φιλτράρισμα, απολύμανση, βελτίωση pH

## Φιλτράρισμα

- Ενεργός άνθρακας, αντίστροφη όσμωση, nano-φιλτράρισμα, slow sand
- Για κατανάλωση το νερό πρέπει να περάσει από φίλτρο μέγιστης διάστασης 5 micron για τα ιζήματα, ακολουθούμενο από ενεργό άνθρακα 0.5 micron (απομακρύνει οσμές)
- Τα φίλτρα απομακρύνουν γενικά κύστες *Giardia* και *Cryptosporidium*
- Χρειάζεται προσοχή στην συχνότητα αλλαγής τους



## Συστήματα εξυγίανσης (II)

### Απολύμανση

- Χλωρίωση, οζόνωση, χρήση UV
- Συνηθέστερη η χρήση UV στο επίπεδο οικίας
- Τύπος ακτινοβολίας: UV-C (βραχύ μήκος κύματος) 250-280 nm.
- Καταστρέφει το DNA των παθογόνων μικροοργανισμών → αδύνατη η αναπαραγωγή τους
- Για μέγιστη απόδοση το νερό πρέπει να έχει φιλτραριστεί καλά



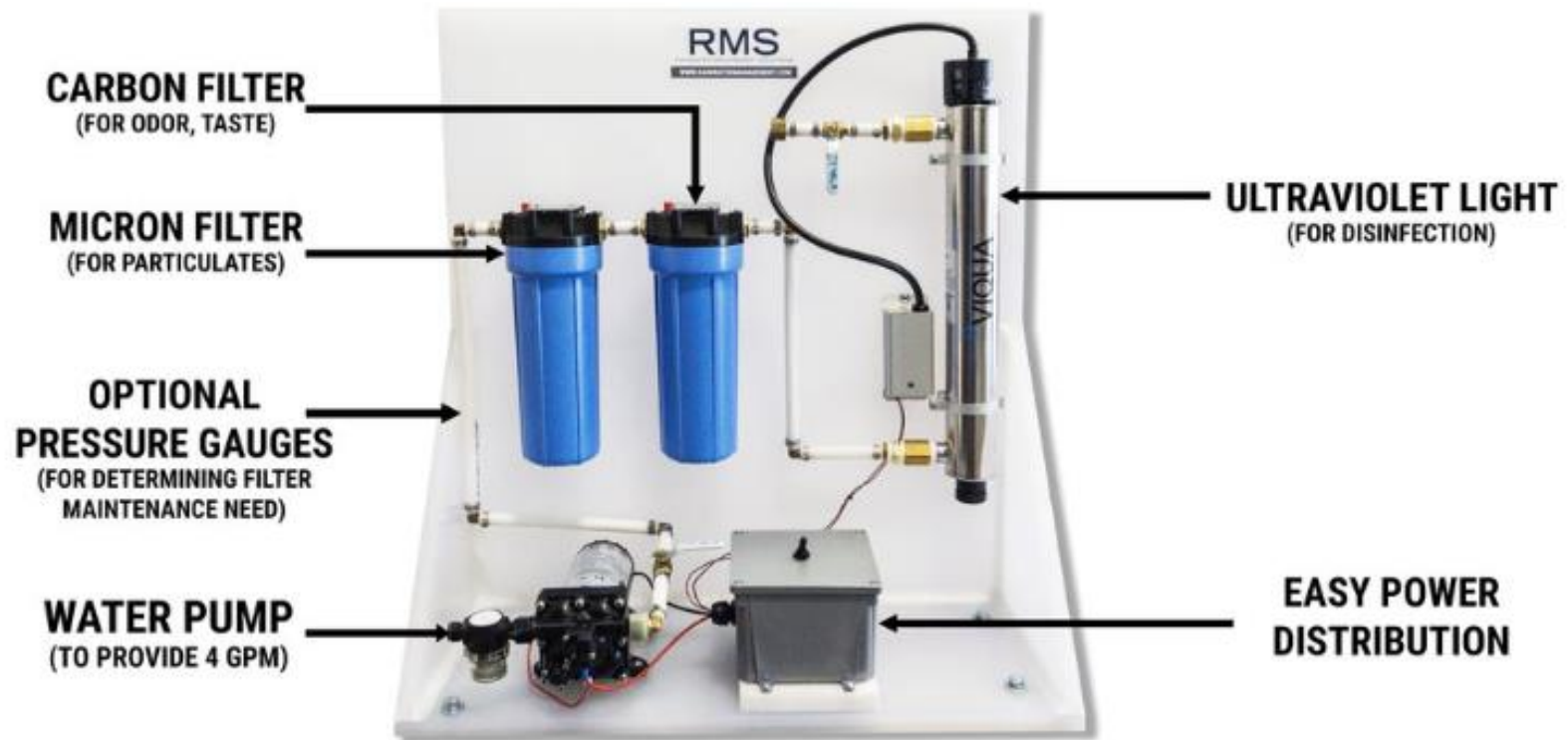
## Συστήματα εξυγίανσης (III)

- Ηλιακή απόσταξη (Solar Water Distillation)
- Δε χρειάζεται ενέργεια ή σύνθετο εξοπλισμό
- Γενικά πρόσιμη ποιότητα
- Η απλούστερη και οικονομικότερη μέθοδος
- Αργή απόκριση συστήματος

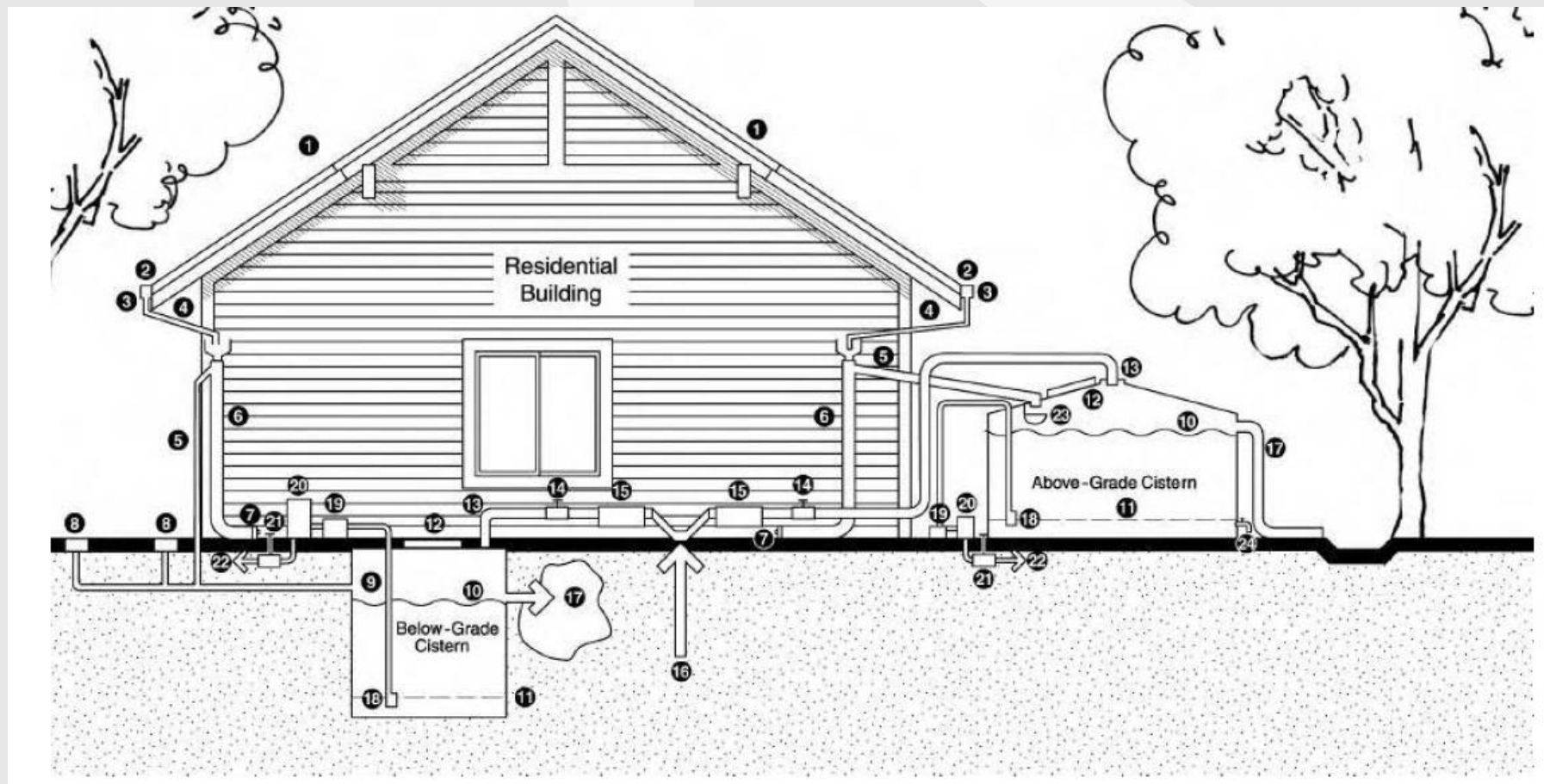


# Συστήματα εξυγίανσης (IV)

## Ολοκληρωμένα συστήματα



# Λεπτομέρεια διάταξης οικιακού RWH



# Τύποι συστημάτων υδροσυλλογής

- Κατάταξη ανάλογα το μέγεθος δεξαμενής: 4-20 m<sup>3</sup> μικρό, 20-40 m<sup>3</sup> μεσαίο, >40 m<sup>3</sup> μεγάλο. Η τυπική διαθεσιμότητα νερού (συχνότητα) καθορίζει το μέγεθος δεξαμενής.
- Κατάταξη σύμφωνα με συχνότητα χρήσης:
- **Περιστασιακή χρήση:** Αποθήκευση νερού για 1-2 μέρες χρήσης. Κατάλληλο για κλίματα με ομοιόμορφη βροχόπτωση στο έτος και ελάχιστες ξηρές μέρες, όπου τότε αξιοποιείται εναλλακτική πηγή νερού.
- **Εποχική χρήση:** μικρή ως μεσαία δεξαμενή, χρήση νερού κατά την μοναδική υγρή περίοδο και χρήση εναλλακτικής πηγής νερού την ξηρή περίοδο.
- **Μερική χρήση:** μεσαία ως μεγάλη δεξαμενή, καλύπτει μερικώς το σύνολο της ζήτησης σε όλο το έτος. Κατάλληλο για κλίματα με μία ή δύο σύντομες υγρές περιόδους
- **Πλήρης χρήση:** Τυπικά μεγάλες δεξαμενές, αυστηρή παρακολούθηση και κανονισμοί, καλύπτει όλες τις ανάγκες στο έτος. Κατάλληλο για περιοχές όπου δεν υπάρχει εναλλακτική πηγή νερού.



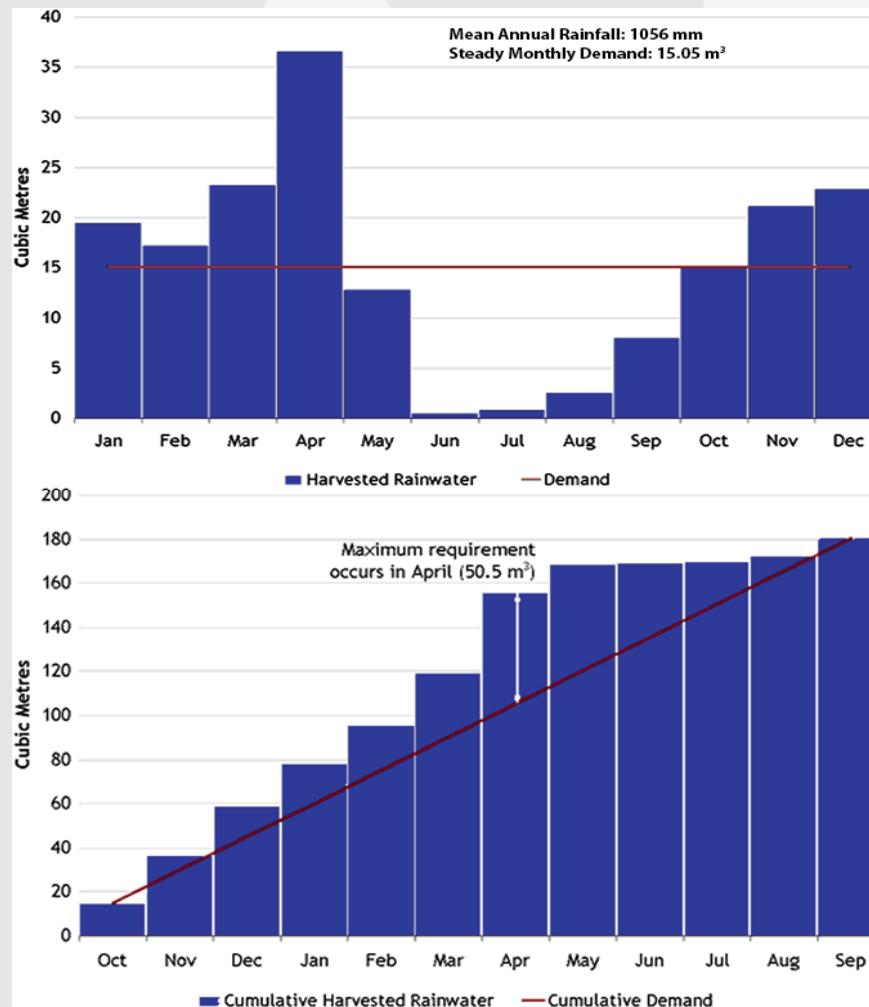
# Σχεδιασμός συστημάτων υδροσυλλογής (I)

**Καθορισμός προσφοράς βρόχινου νερού:**  $S = R * A * C_r$  όπου R ετήσια βροχόπτωση, A επιφάνεια λεκάνης συλλογής. Ιστορικά δεδομένα τουλάχιστον 10 ετών με βέλτιστο μήκος 20 έτη.

**Καθορισμός μεγέθους δεξαμενής:** Πολλές μέθοδοι - διαφέρουν ως προς τα απαιτούμενα δεδομένα, το σκοπό του έργου, τον διαχειριστή/χρήστη, διαθεσιμότητα υπολογιστικών εργαλείων και εξειδικευμένου προσωπικού κ.α.

- Δύο συνήθεις και απλές μέθοδοι: Μέθοδος ζήτησης: Απλή μέθοδος, δεν απαιτεί στοιχεία βροχοπτώσεων ούτε λογισμικό. Υπολογίζεται ο μεγαλύτερος απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης βασισμένος στους ρυθμούς κατανάλωσης  $C$ , το μέγεθος του νοικοκυριού  $n$ , και το μήκος της ξηρής περιόδου  $l$ :  $S = C * n * l$
- Μέθοδος προσφοράς: Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε περιοχές όπου το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης είναι μικρό ή υπάρχει έντονη ανομοιομορφία στην εποχική διακύμανση της βροχής, καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο καθορισμό της δεξαμενής. Ο όγκος υπολογίζεται από τη διαμόρφωση των αθροιστικών καμπυλών προσφοράς και ζήτησης. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της προσφοράς και ζήτησης είναι ο απαιτούμενος όγκος.

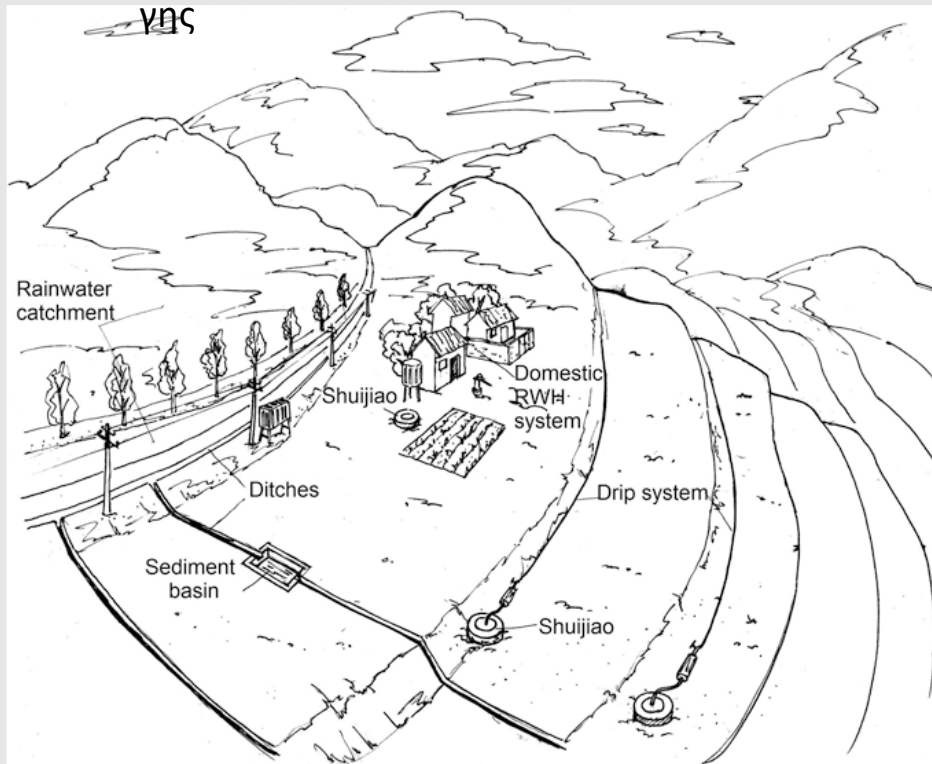
# Σχεδιασμός συστημάτων υδροσυλλογής (II)



# Παραδείγματα εφαρμογής

**Κίνα, Περιφέρεια Gansu** : Άνυδρη περιοχή- μέση ετήσια βροχόπτωση 300 mm, εξατμηση 1500-2000 mm.

- 1995- Εφαρμογή σχεδίου της τοπικής αυτοδιοίκησης για μεγάλης κλίμακας RWH. Συστήματα τοποθετήθηκαν τόσο σε οροφές όσο και σε πλαγιές βουνών, δρόμους ή σπήλαια.
- 2000 -Κατασκευάστηκαν ή αναβαθμίστηκαν 2183000 δεξαμενές με συνολική χωρητικότητα  $73.1 \text{ hm}^3$  που παρέχουν πόσιμο νερό σε 1.97 εκ. ανθρώπους και συμπληρωματική άρδευση σε 236,400 ha γης. Παρόμοιες εφαρμογές υιοθετήθηκαν και από άλλες περιφέρειες. Συνολικά κατασκευάστηκαν 5.6 εκ. δεξαμενές χωρητικότητας  $1800 \text{ hm}^3$  από τις οποίες υδρεύονται 15 εκ. κάτοικοι και αρδεύονται 1.2 εκ ha



## Παραδείγματα εφαρμογής

**Ιαπωνία:** Χρήση σε μεγάλα κτήρια του Τόκυο για εξοικονόμηση νερού, πότισμα κήπων, έλεγχο πλημμυρών. Μεγάλο έργο στο στάδιο Ryogoku Kokugikan όπου νερό συλλέγεται σε στέγαστρο έκτασης 8400 m<sup>3</sup> και υπόγεια δεξαμενή 1000 m<sup>3</sup>

**Βερμούδα:** Μέση ετήσια βροχόπτωση 1470 mm. Διαδεδομένη χρήση RWH και λεκάνες συλλογής σε οροφές. Σφηνοειδείς οροφές από ασβεστόλιθο, καθέτοι οδηγοί και επικλινείς υδρορροές. Εσωτερικές υπόγειες δεξαμενές από σκυρόδεμα με επίστρωση πάχους 1.5 cm στα τοιχώματα. Η νομοθεσία της Bermuda επιβάλλει τη χρήση άσπρης μπογιάς με συστατικό το latex στις λεκάνες χωρίς ευδιάλυτα μέταλλα στις λεκάνες συλλογής. Οι χρήστες οφείλουν να διατηρούν καθαρές τις λεκάνες, να βάφουν τις οροφές κάθε 2 με 3 χρόνια και να καθαρίζουν τις δεξαμενές κάθε 6 χρόνια.



# Παραδείγματα εφαρμογής

**Βραζιλία:** Ο Βορράς ημι-άνυδρος, μακρά ξηρή περίοδος και πολύ χαμηλό βιοτικό επίπεδο. Τοποθέτηση από ΜΚΟ και Κυβέρνηση 400,000 δεξαμενών για πρόσβαση σε πόσιμο νερό, συμπληρωματική άρδευση και πτηνοτροφία



# Ευχαριστώ για τη προσοχή σας



URBAN WATER  
MANAGEMENT AND  
HYDROINFORMATICS  
GROUP

National Technical  
University of Athens

