

---

## Άρθρο Ανασκόπησης

**Επαναχρησιμοποίηση νερού στην Ευρώπη, έμφαση στην Ισπανία και σύγκριση με τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής**

**Συγγραφική ομάδα:**

Ιωάννου Γεώργιος , Γιαννακούδη Μαρία , Τσσουνίδης Ελευθέριος και  
Κατσογιάννης Ιωάννης\*

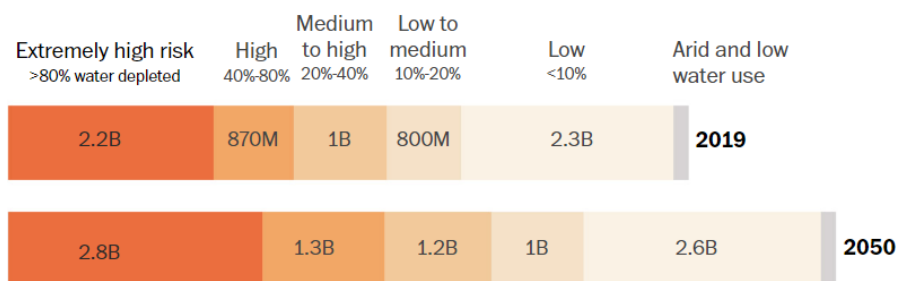
\*E-Mail επικοινωνίας: [ikatsogiannis@eplo.int](mailto:ikatsogiannis@eplo.int)

## Εισαγωγή

Το νερό κατέχει κύριο ρόλο στην παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη, καθώς συνδέεται άμεσα με τον άνθρωπο μέσω της γεωργίας, την παραγωγής, αλλά και της παροχής ενέργειας. Παρόλα αυτά, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση, η ρύπανση των υδάτινων πόρων και η κλιματική αλλαγή, δημιουργούν σοβαρά προβλήματα. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με ένα πλήθος επιπρόσθετων αλλαγών, όπως η αστικοποίηση και ο υπερκαταναλωτισμός, συντελούν στη διαρκή μείωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων.

Χαρακτηριστικά, η απόληψη νερού για γεωργική, βιομηχανική και αστική χρήση, πενταπλασιάστηκε μεταξύ του 1990 και του 2010 και θεωρείται πως θα αυξηθεί κατά 55% μέχρι το 2050. Όπως γίνεται κατανοητό, το διαθέσιμο νερό δεν είναι πια αρκετό για τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ανάγκες. Πιο συγκεκριμένα, η γεωργία ευθύνεται για το 70% της συνολικής κατανάλωσης νερού σε παγκόσμιο επίπεδο, με το ποσοστό να κυμαίνεται ανάλογα με την περιοχή. Στην Ευρώπη, οι γεωργικές δραστηριότητες εντοπίζονται κυρίως σε νότιες χώρες, με το νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση εκεί να ξεπερνά το 85%, με αποτέλεσμα οι χώρες αυτές να διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο σχετικά με τη διαθεσιμότητα σε υδάτινους πόρους [1].

### Population at risk of water stress



Εικόνα 1. Πληθυσμός που έρχεται αντιμέτωπος με έλλειψη νερού. Πηγή : [2].

## Επαναχρησιμοποίηση νερού και κυκλική οικονομία

Η στροφή προς επαναχρησιμοποίηση του νερού που πρακτικά σημαίνει στροφή προς την κυκλική οικονομία κρίνεται αναγκαία. Μέχρι πρότινος, το κύριο μοντέλο οικονομίας που εφαρμοζόταν ήταν το γραμμικό μοντέλο οικονομίας και παραγωγής, το οποίο βασίζεται στην αρχή «προμήθεια, παραγωγή, κατανάλωση, απόρριψη» (take, make, consume, dispose). Το γραμμικό οικονομικό πλαίσιο συντελεί εκτενώς στην εξάντληση των φυσικών πόρων που προσφέρει ο πλανήτης. Πρακτικά εκμεταλλεύεται τους πόρους για την παραγωγή προϊόντων, τα οποία μετά τη χρήση τους θεωρούνται απορρίμματα, ακόμα και όταν θα ήταν εφικτή η επαναχρησιμοποίησή τους ή η ανακύκλωσή τους. Επί

της ουσίας, πρόκειται για ένα οικονομικό σύστημα το οποίο δίνει μικρότερη διάρκεια ζωής (θεωρείται περιορισμένη) στα προϊόντα που διατίθενται.



Εικόνα 2: Γραμμικό μοντέλο οικονομίας. Πηγή : [3].

Με την πάροδο του χρόνου η μετάβαση από το γραμμικό οικονομικό μοντέλο στο κυκλικό άρχισε να θεωρείται μονόδρομος προκειμένου να επιτευχθεί η βιωσιμότητα στην οικονομία αλλά και στο περιβάλλον. Η κυκλική οικονομία θεμελιώνεται σε τρεις κύριους πυλώνες, συμβάλλοντας στη διατήρηση και ενίσχυση των φυσικών πόρων, στην αυξημένη απόδοσή τους, και τέλος, στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του συνολικού συστήματος. Ακολουθεί μια πορεία η οποία δίνει βαρύτητα στη «μείωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακύκλωση, ανάκτηση» (reduce, reuse, repair, recycle, recover). Προωθεί επομένως την αειφόρα ανάπτυξη [4], [5].

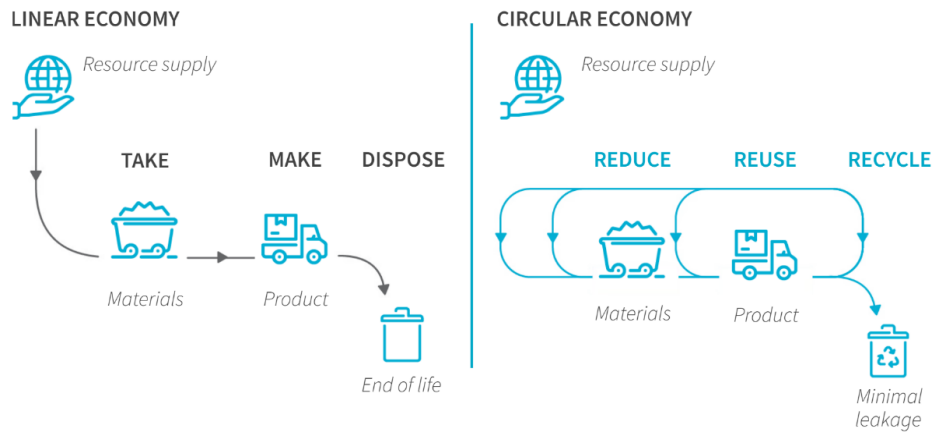


Εικόνα 3: Κυκλικό μοντέλο οικονομίας. Πηγή : [3].

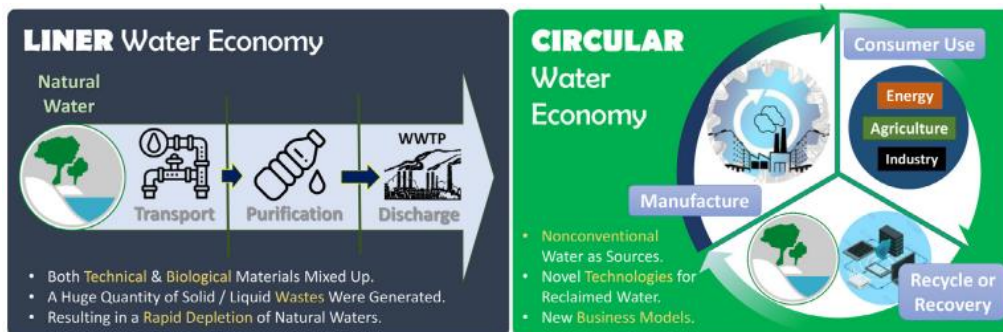
Η εφαρμογή ενός κυκλικού μοντέλου οικονομίας- που συμπεριλαμβάνει σαφώς την επαναχρησιμοποίηση νερού- μπορεί να επιφέρει πλήθος οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την Ellen Macarthur το 2015, αναφέρεται πως **"Το ευρωπαϊκό ΑΕΠ θα μπορούσε να αυξηθεί έως και το 11% έως το 2030 και κατά 27% έως το 2050, σε σύγκριση με το 4% και το 15% στο σημερινό αναπτυξιακό σενάριο"**. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων της επαναχρησιμοποίησης του νερού αναφέρονται

1. Αυξημένη διαθεσιμότητα νερού.
2. Βιώσιμη χρήση υδάτινων πόρων.
3. Μείωση κόστους παραγωγής και αύξηση αξίας, αφού αυξάνεται η βελτιώνεται η αποδοτικότητα εισροών.
4. Μείωση αποβλήτων, μέσα από τη μεγιστοποίηση κύκλου ζωής προϊόντων.

5. Μειωμένη ρύπανση περιβάλλοντος.
6. Διατήρηση φυσικών πόρων.
7. Αναβάθμιση βιοτικού επιπέδου.
8. Ενίσχυση οικονομίας, με εύρεση νέων θέσεων εργασίας.



Εικόνα 4: Γραμμικό και κυκλικό μοντέλο οικονομίας. Πηγή : [6].



Εικόνα 5: Ανάγκη για αλλαγή μοντέλου οικονομίας. Πηγή : [7].

## Τρόποι επαναχρησιμοποίησης νερού

Έχοντας αναφέρει όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα που προκύπτουν με την εφαρμογή μοντέλου κυκλικής οικονομίας και συνεπώς με την επαναχρησιμοποίηση νερού, είναι εξίσου σημαντικό να αναφερθούν και οι τομείς στους οποίους μπορεί να αξιοποιηθεί αυτό το νερό. Στην Ευρώπη θεωρείται

πως το ανακτημένο νερό που μπορεί να αντικαταστήσει το freshwater κυμαίνεται μεταξύ 1 – 17%, με το ποσοστό αυτό να είναι υψηλότερο σε τοπικές κλίμακες.

### ✓ Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία

Η επαναχρησιμοποίηση νερού, μπορεί να αποβεί πολύ χρήσιμη στη γεωργία. Αναλόγως με την ποιότητα του νερού, τα προϊόντα των καλλιεργειών καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλου είδους επεξεργασία και δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Κάποια παραδείγματα, είναι καλλιέργειες ζωοτροφών, λιβάδια, βιομηχανικές καλλιέργειες, δέντρα (εκτός των σπυροφόρων), καλλιέργειες σπόρων κ.α.. Όσον αφορά την χρήση πολύ υψηλής ποιότητας επαναχρησιμοποιούμενου νερού άρδευση, τα προϊόντα των καλλιεργειών καταναλώνονται ωμά, όπως λαχανικά, αμπέλια, σπυροφόρα δέντρα κ.α., ενώ αφορά επίσης και ανθοκομικές καλλιέργειες. Η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση είναι ασφαλής αν γίνει κάτω από προϋποθέσεις. Ο λόγος είναι πως αποφεύγεται η υποβάθμιση της ποιότητας των αποδεκτών και γίνεται εξοικονόμηση νερού, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου οι υδατικοί πόροι είναι σε ανεπάρκεια. Επίσης πραγματοποιείται μια φυσική προσθήκη θρεπτικών συστατικών στο έδαφος που βοηθούν την ανάπτυξη των φυτών.



Εικόνα 6: Επαναχρησιμοποίηση στην άρδευση. Πηγή : [5].

### ✓ Εμπλουτισμός υπόγειων υδάτων

Σκοπός του εμπλουτισμού είναι η ποιότητα των υπόγειων υδάτων να γίνει σχεδόν ισοδύναμη με την ποιότητα που απαιτείται για απεριόριστη αρδευτική ή αστική χρήση. Επίσης, σημαντική είναι η αποφυγή συσσώρευσης οργανικών στα υπόγεια ύδατα. Απαραίτητη είναι η σωστή επεξεργασία με κατάλληλες μεθόδους για την αποφυγή διαλυτού οργανικού φορτίου. Ο εμπλουτισμός μπορεί να γίνει μόνο όταν ο υδροφόρας δεν χρησιμοποιείται για ύδρευση.

### ✓ Επαναχρησιμοποίηση στη Βιομηχανία

Επεξεργασμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υψηλό βαθμό σε βιομηχανίες, καθώς στην προκειμένη περίπτωση δεν απαιτείται ποιότητα πόσιμου νερού. Η κατανάλωση φυσικού νερού είναι μεγάλη, διότι αποτελεί το 94% της συνολικής κατανάλωσης νερού που προορίζεται για ενεργειακή παραγωγή. Το 6% της συνολικής κατανάλωσης φυσικού νερού, αποτελούν όλοι οι υπόλοιποι τύποι ενεργειακής παραγωγής. Το επεξεργασμένο νερό, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί σε μια βιομηχανία ως νερό ψύξης, τροφοδοσίας λεβήτων και ως νερό κατεργασίας.

### ✓ Αστική επαναχρησιμοποίηση

Στη συγκεκριμένη περίπτωση συγκαταλέγονται εφαρμογές που αφορούν αστικές περιοχές αλλά δεν σχετίζονται με πόση. Με την πάροδο των χρόνων, η αστικοποίηση έχει αυξήσει τις ανάγκες για υδάτινους πόρους εντός πόλεων. Μεταξύ των σημαντικότερων χρήσεων είναι το πότισμα δημοσίων πάρκων, αθλητικών χώρων, νησίδων αυτοκινητοδρόμων και χώρων πρασίνου γύρω από δημόσια κτίρια και εγκαταστάσεις. Επιπρόσθετα η χρήση του για πυροπροστασία, έλεγχο σκόνης σε δομές, έκπλυση δημόσιων ουρητηρίων, οδών, πεζοδρομίων, αλλά και για σιντριβάνια είναι σημαντική.

### ✓ Αποκατάσταση φυσικού περιβάλλοντος/ κέντρα αναψυχής

Η επαναχρησιμοποίηση νερού για τη δημιουργία περιβάλλοντος όπου θα αναπτυχθεί ζωή είναι πολύ σημαντική. Η διατήρηση ροής υδατορευμάτων, ο εμπλουτισμός υδροβιότοπων, η ενίσχυση χείμαρρων, η δημιουργία τεχνητών λιμνών και η δημιουργία υδροβιότοπων αναψυχής, αποτελούν κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα.

### ✓ Επαναχρησιμοποίηση για ύδρευση

Η επαναχρησιμοποίηση για πόσιμους σκοπούς, μπορεί να γίνει είτε άμεσα, είτε έμμεσα. Το τελευταίο αφορά την τροφοδότηση ποταμιών και υπόγειων φορέων, από όπου γίνεται λήψη νερού για πόσιμους σκοπούς. Από την άλλη πλευρά, άμεση πόση επεξεργασμένου νερού γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, λόγω σοβαρών ελλείψεων νερού. Υπάρχει συνεχής παρακολούθηση για κινδύνους που ελλοχεύουν όπως παθογόνοι μικροοργανισμοί και έμμονοι ρύποι [4].

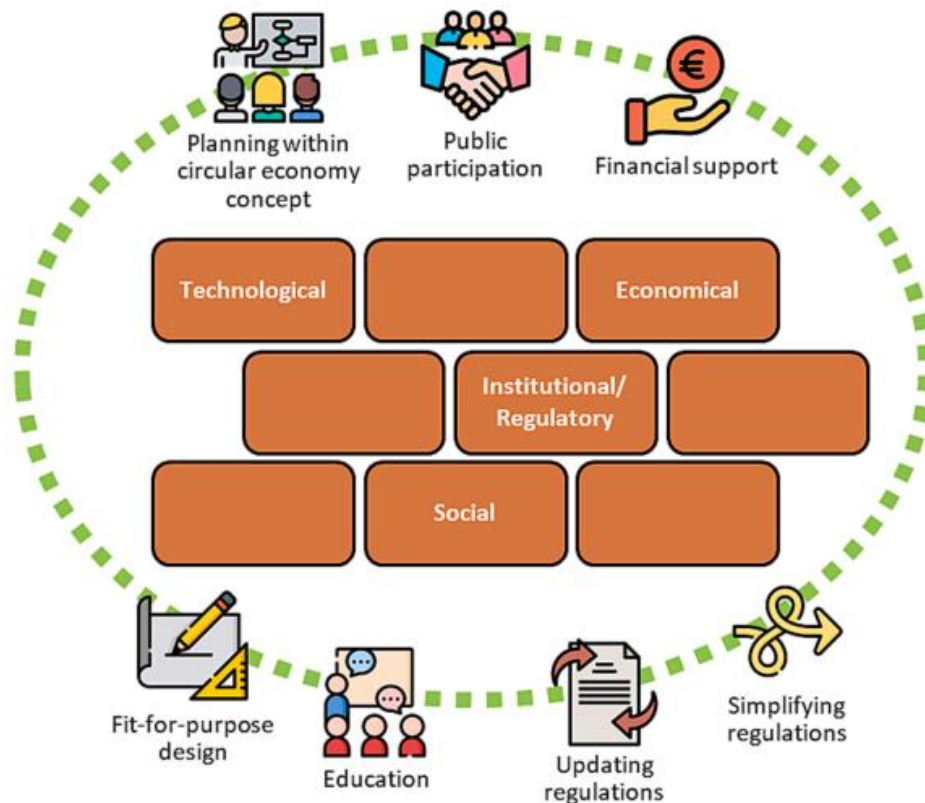
## Εμπόδια στην επαναχρησιμοποίηση του νερού

Η επαναχρησιμοποίηση του καθαρισμένου νερού που εξέρχεται από μία αποκεντρωμένη εγκατάσταση κατεργασίας υγρών αποβλήτων εφαρμόζεται κυρίως στον τομέα της άρδευσης γεωργικών καλλιεργειών – σε ένα ποσοστό που υπερβαίνει το 50% του συνολικά επαναχρησιμοποιημένου νερού – αλλά και στην βιομηχανία (πχ. νερό ψύξης), στην κατάσβεση πυρκαγιών, σε ψυχαγωγικούς σκοπούς, στην επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτινων πόρων, στην ύδρευση για καθημερινή οικιακή χρήση (πχ. καζανάκι) ή ακόμη και για πόσιμο νερό. Είναι γεγονός πως ενώ σε πολλές χώρες γίνεται κατάλληλη κατεργασία μεγάλου μέρους των αστικών λυμάτων, πολύ μικρό ποσοστό του κατεργασμένου νερού αξιοποιείται. Τα αίτια της εν λόγω διαπίστωσης καταγράφονται σε τρεις κατηγορίες που ονομαστικά είναι τα τεχνικά και οικονομικά εμπόδια, τα θεσμικά – ρυθμιστικά και κοινωνικά εμπόδια [1].

Αναφορικά με την πρώτη κατηγορία, υπάρχει μία σειρά από προϋποθέσεις που χρειάζεται να εκπληρωθούν για να θεωρηθεί επαρκής ο καθαρισμός των λυμάτων και σχετίζονται με ανώτατα όρια συγκέντρωσης κάποιων συστατικών στην εκροή. Αυτά μπορεί να είναι ανόργανα συστατικά όπως το Ν,

το S, ο P, το Cl και οι ενώσεις τους ή τοξικά βαρέα μέταλλα – που περιέχονται κυρίως σε βιομηχανικά απόβλητα – όπως Cu, Pb, B, As και Zn. Ως οργανικοί ρύποι καθίστανται ενώσεις όπως λιπίδια, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, τασενεργές ενώσεις – που περιέχονται στα διάφορα σαπουνία και απορρυπαντικά – φαινόλες, φάρμακα και φυτοφάρμακα, που μάλιστα κατηγοριοποιούνται ως επίμονοι οργανικοί ρύποι καθώς η καταστροφή ή απομάκρυνσή τους είναι δύσκολη, αλλά και πλήθος άλλων συστατικών. Άλλα χαρακτηριστικά των αποβλήτων που χρήζουν αντιμετώπισης είναι το pH και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που ευθύνονται για την πρόκληση ασθενειών [8]. **Ο συνδυασμός της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας κατεργασίας δεν επαρκεί για την παραγωγή νερού κατάλληλου για άρδευση και έτσι στον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται και η τριτοβάθμια.** Τέτοιες διεργασίες είναι η διήθηση με μεμβράνες (υπερδιήθηση, βιοαντιδραστήρες μεμβρανών), προχωρημένες οξειδωτικές μέθοδοι (οζονισμός, χρήση ακτινοβολίας UV) και η προσρόφηση με κάποιο υλικό που διαθέτει μεγάλη ειδική επιφάνεια όπως ο κοκκώδης ενεργός άνθρακας. Το ζήτημα είναι ότι ενώ οι διεργασίες αυτές επιτυγχάνουν μεγάλη απόδοση καθαρισμού έτσι ώστε το εξερχόμενο ρεύμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και ως πόσιμο, αυξάνουν σημαντικά το κόστος. Αναμένεται, όμως, ότι η πρόοδος στην τεχνολογία, την απόδοση και λειτουργία των μεθόδων κατεργασίας και την εκπαίδευση του σχετικού προσωπικού θα υπερκεράσουν τις τωρινές παρεμποδίσεις [1].

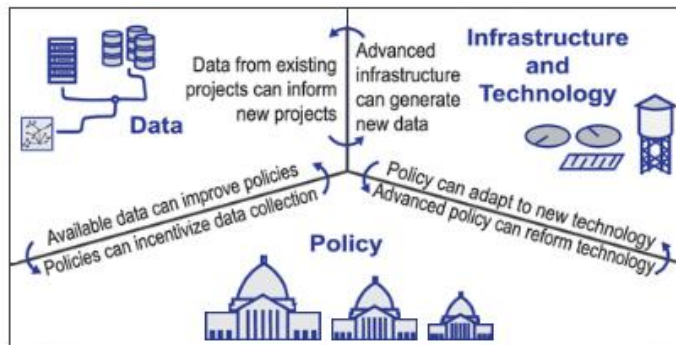
Ένα άλλο μεγάλο κεφάλαιο των τεχνοοικονομικών παρεμποδίσεων είναι το δίκτυο διανομής. Ειδικότερα, ο μεγαλύτερος όγκος των αστικών αποβλήτων καταλήγει σε μεγάλες αποκεντρωμένες μονάδες οι οποίες βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο ώστε να φτάνει εκεί με την βοήθεια της βαρύτητας και άρα να εξοικονομείται ενέργεια για την άντληση. Είναι ευνόητο ότι το νερό της εκροής των μονάδων αυτών δεν μπορεί να διανεμηθεί ούτε μέσω του δικτύου της αποχέτευσης ούτε της ύδρευσης και άρδευσης. Συνεπώς, η μεταφορά του στις καλλιέργειες απαιτεί εκτός από λειτουργικό κόστος και την κατασκευή ενός καινούριου δικτύου. Το μέγεθος του ζητήματος γίνεται κατανοητό όταν ληφθούν υπόψη οι τεράστιες αποστάσεις που μπορεί να έχουν οι διάφορες καλλιέργειες από τις εγκαταστάσεις [1].



Εικόνα 7. Σχηματική αναπαράσταση των παρεμποδίσεων που αποτρέπουν την ευρεία επαναχρησιμοποίηση του νερού εκροής των μονάδων κατεργασίας λυμάτων και των τρόπων αντιμετώπισής τους. Πηγή : [9].

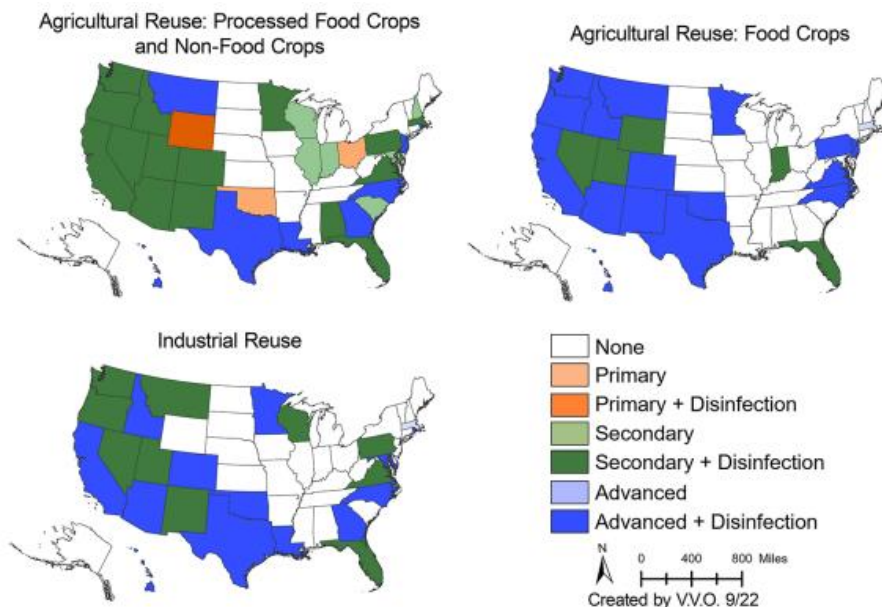
Έχει υποστηριχθεί η άποψη πως το θεσμικό ανάχωμα μπορεί να επιδρά ακόμη πιο καταλυτικά από την προαναφερθείσα κατηγορία. Η ελλιπής ενημέρωση και, πιθανώς, ευαισθητοποίηση των φορέων πολιτικής συντελούν στην ατελέσφορη νομοθετική υποδομή. Η ποιότητα του νερού είναι ζωτικής σημασίας για την καλή ποιότητα των καλλιεργειών και συνεπώς της υγείας των καταναλωτών. Με γνώμονα αυτό τα αυστηρά κριτήρια στο ανακυκλωμένο νερό τίθενται ορθώς. Από την άλλη, τα όρια αυτά θα πρέπει να καθορίζονται προσεκτικά ειδάλλως η πλειοψηφία του διαθέσιμου ανακυκλωμένου νερού θα καταστεί ακατάλληλη. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα του Ισραήλ και της Ιταλίας όπου το πρώτο – πρωτοπόρος στην επαναχρησιμοποίηση νερού – διαθέτει πιο ευέλικτη νομοθεσία που σχετίζεται και με τον τύπο των αγαθών ενώ το δεύτερο εμφανίζει περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση εξαιτίας των ρυθμιστικών διατάξεων. Οι νομοθεσίες θα πρέπει να συμβαδίζουν με την ερευνητική πρόοδο η οποία συνεχώς εφαρμόζεται στις υπάρχουσες διεργασίες. Με την σειρά τους οι εφαρμογές τροφοδοτούν τον τομέα της έρευνας με πολύτιμα δεδομένα και έτσι δημιουργείται ένας εποικοδομητικός αέναος κύκλος αίτιου - αιτιατού. Ωστόσο, συχνά συναντάται ασυμφωνία ανάμεσα στους φορείς (πχ. γεωργίας και κατεργασίας λυμάτων) που αποθαρρύνουν την κοινή γνώμη.





Εικόνα 8. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πολιτικών, τα δεδομένα της έρευνας και τις εγκαταστάσεις καθαρισμού των αποβλήτων. Πηγή : [10].

Ο ευρωπαϊκός κανονισμός 2020/741 που καθορίζει τα όρια των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS, Total Suspended Solids), της θολερότητας, του βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD, Biological Oxygen Demand) και των βακτηρίων *Escherichia coli* αποτελεί μία προσπάθεια για την χάραξη κοινής πολιτικής, την διασφάλιση της ποιότητας του νερού για άρδευση και της ενημέρωσης των πολιτών. Εντούτοις, δεν έχει εξαλειφθεί ο αριθμός των κρατών-μελών της ένωσης που τάσσονται κατά της μελετώμενης πρακτικής [1], [10]. Στις ΗΠΑ η ανακύκλωση του νερού κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος εξαιτίας των ανησυχητικών δεδομένων και προβλέψεων που αφορούν την διαθεσιμότητα των συμβατικών υδατικών πόρων. Και εκεί χρησιμοποιείται κυρίως για την άρδευση και δευτερευόντως την βιομηχανία. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός πως οι κανονισμοί μεταξύ των διάφορων πολιτειών – ακόμα και αυτών που γειτνιάζουν – παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία. Αυτό απεικονίζεται και στην αμέσως επόμενη εικόνα. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως η ανάγκη επαναχρησιμοποίησης – που εκφράζεται μέσω των πιο επιεικών διατάξεων – είναι ένα πολύ εντοπισμένο πρόβλημα που συνήθως πηγάζει από την χαμηλή διαθεσιμότητα των συμβατικών υδατικών πόρων [10]



*Εικόνα 9. Χάρτης με το απαιτούμενο επίπεδο κατεργασίας των υγρών αποβλήτων για την επαναχρησιμοποίηση του καθαρισμένου νερού της εκροής σε μη βρώσιμες καλλιέργειες, επεξεργασμένες και μη- καλλιέργειες και βιομηχανική χρήση όπως ορίζεται από την νομοθεσία. Πηγή : [10].*

**Είναι γεγονός πως η ανακύκλωση του νερού δεν χαιρεί ευρείας κοινωνικής αποδοχής. Μέρος της αιτίας είναι η ελλιπής ενημέρωση του κοινού που στέκει διστακτικό μπροστά στην πρωτοφανή αυτή πρακτική του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας.** Από την μεριά τους, οι αγρότες είναι επιφυλακτικοί στην χρήση του για λόγους που σχετίζονται με τα σταθερά επίπεδα της ποιότητας του, κινδύνους αναφορικά με την ποιότητα των καλλιεργειών και των εκτάσεων της γης και την εμπορική αξία των παραγόμενων προϊόντων. Τυχόν οικονομικές διευκολύνσεις στην παροχή του νερού καθώς και το γεγονός πως η υψηλή περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά όπως N και P μειώνει την ανάγκη χρήσης λιπασμάτων είναι δύο λόγοι που μπορούν να στρέψουν την προσοχή τους σε αυτό. Η Κύπρος παρέχει οικονομικά κίνητρα στους επαγγελματίες και επιπλέον πρέπει να τονιστεί πως η διαχείριση της επεξεργασίας των αποβλήτων γίνεται από το κράτος διασφαλίζοντας έτσι την ποιότητα του νερού. Για την εδραίωση της ανακύκλωσης του νερού θα πρέπει η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών να συμβαδίζει με την παραγωγή των προϊόντων από καλλιέργειες που αρδεύονται με αυτό. Σε αυτήν μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο η συνεισφορά της ακαδημαϊκής κοινότητας. Στο πανεπιστήμιο του Παλέρμο στην Ιταλία οι πράσινες εκτάσεις της πανεπιστημιούπολης και το θερμοκήπιο του ιδρύματος ποτίστηκαν με την αξιοποίηση νερού από την κατεργασία αποβλήτων σε μία πιλοτική μονάδα που κατασκευάστηκε. Έτσι, δόθηκε η δυνατότητα της ενεργούς συμμετοχής των φοιτητών στο εγχείρημα, έγινε κατάλληλη ενημέρωση της τοπικής κοινωνίας και τονίσθηκε η ανάγκη για την στροφή προς την κυκλική οικονομία του νερού [1]

## **To status quo της επαναχρησιμοποίησης νερού**

Οι τρέχουσες τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων επιτρέπουν την ανάκτηση νερού με επαρκή ποιότητα για τις περισσότερες χρήσεις. Επομένως, η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση πρέπει μεν να πληροί κάποια όρια ποιότητας χωρίς όμως την ανάγκη να αγγίζει την ποιότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο. Αυτό επιτρέπει τη διατήρηση των πόρων καλύτερης ποιότητας (πόσιμο νερό) για οικιακές χρήσεις καθώς και την εξοικονόμηση τους.

Σε αρκετές περιπτώσεις σε όλο τον κόσμο, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, τα ανακτημένα ύδατα έχουν χρησιμοποιηθεί για την παροχή οικολογικών ροών ή περιβαλλοντικών όγκων που ικανοποιούν, κατά συνέπεια, πολλές απαιτήσεις που καθορίζονται από σχετικούς κανόνες. Αυτού του είδους τα νερά μπορούν να ανακτηθούν για βιομηχανικές, γεωργικές ή ψυχαγωγικές χρήσεις.

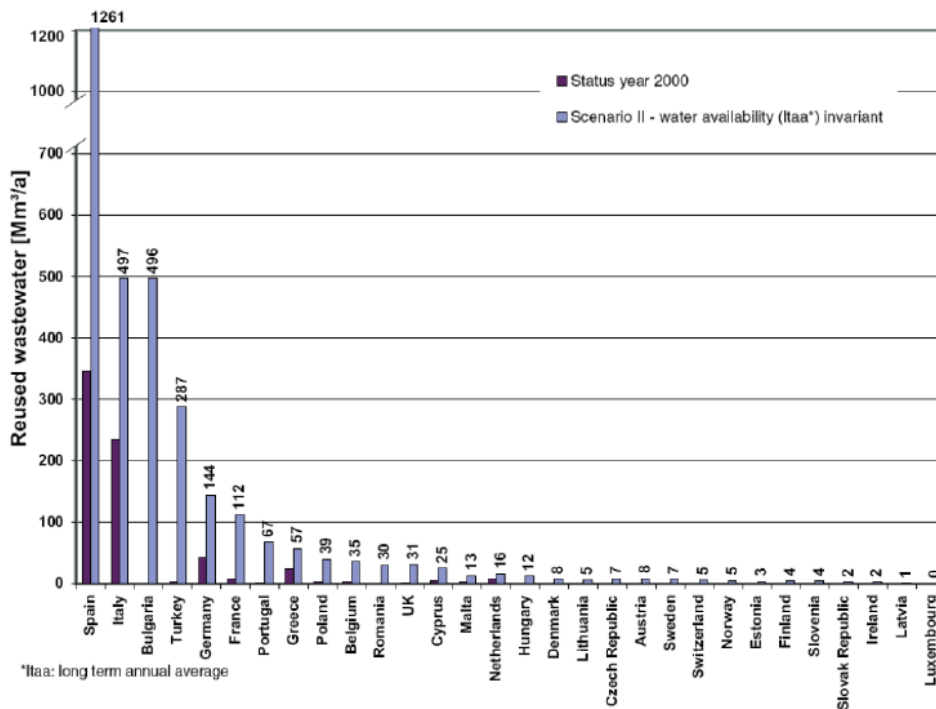
Η χρήση ανακτημένων υδάτων στη γεωργία μειώνει την κατανάλωση λιπασμάτων λόγω του γεγονότος ότι τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται σε αυτά τα νερά μπορούν να αξιοποιηθούν από το έδαφος με συνέπεια τη γενική βελτίωση της παραγωγής των καλλιεργειών. Παρέχει επίσης εναλλακτικές λύσεις για την απόρριψη επεξεργασμένων λυμάτων σε περιοχές όπου η απόρριψη είναι δύσκολη, όπως, για παράδειγμα, σε χώρους που περιλαμβάνονται στη δημόσια περιουσία.

Παρά την αναπτυγμένη τεχνολογία και τα αποδεδειγμένα κέρδη από την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, επί του παρόντος δεν υπάρχει διεθνής κανονιστική πράξη υπό αυτή την έννοια. Υπάρχουν συστάσεις αναφοράς σε παγκόσμιο επίπεδο – ιδίως για τη γεωργική χρήση – από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), οι οποίες δημοσιεύθηκαν το 1989 με μεταγενέστερες αναθεωρήσεις και επεκτάσεις.

Στη βόρεια Ευρώπη, το 51 % του ανακτηθέντος νερού χρησιμοποιείται για περιβαλλοντικούς σκοπούς (ενίσχυση των υφιστάμενων πηγών νερού, δημιουργία υγροτόπων κ.λπ.), ενώ στη νότια Ευρώπη χρησιμοποιείται κυρίως για άρδευση (44 %) . Ισπανία, Ιταλία, Κύπρος και Ελλάδα είναι πρωτοπόροι στη χρήση του ανακτημένου νερού στη γεωργία. Η Κύπρος χρησιμοποιεί το 76 % (το 2013) των επεξεργασμένων λυμάτων ως νερό άρδευσης. Στην Ισπανία, το 10% των υγρών αποβλήτων ανακτάται και το 61 % αυτού χρησιμοποιείται στη γεωργία το 2016. Ερευνητές δήλωσαν ότι με τις τρέχουσες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης νερού στην ΕΕ, η μείωση του υδατικού στρες προβλέπεται να είναι μόνο 1 % έως το 2030, αν και το δυναμικό είχε εκτιμηθεί σε 14%. Στο Ισραήλ, η επαναχρησιμοποίηση νερού καλύπτει το 50 % των αναγκών σε νερό άρδευσης, παρακολουθεί λιγότερες από δώδεκα παραμέτρους αλλά ορίζει το απαιτούμενο επίπεδο επεξεργασίας και τον τύπο καλλιέργειας/προϊόντος, και την τεχνική άρδευσης. Από την άλλη πλευρά, η Ιταλία ορίζει όρια παραμέτρων με κάποια από αυτά να είναι πιο αυστηρά από αυτά του πόσιμου νερού.

Στην εικόνα παρουσιάζεται ένα μοντέλο εξόδου για το δυναμικό επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων των ευρωπαϊκών χωρών με στόχο το 2025. Η Ισπανία παρουσιάζει μακράν το υψηλότερο δυναμικό επαναχρησιμοποίησης, οι υπολογισμοί υποδηλώνουν μια τιμή άνω των 1200 Mm<sup>3</sup>/yr. Η Ιταλία και η Βουλγαρία παρουσιάζουν και οι δύο εκτιμώμενο δυναμικό επαναχρησιμοποίησης περίπου 500 Mm<sup>3</sup>/yr. Οι εκτιμήσεις επαναχρησιμοποίησης ανακτημένου νερού για την Τουρκία ανέρχονται σε 287 Mm<sup>3</sup>/yr, ενώ η Γερμανία και η Γαλλία θα μπορούσαν δυνητικά να επαναχρησιμοποιήσουν 144 και 112 Mm<sup>3</sup>/yr, αντίστοιχα. Η Πορτογαλία και η **Ελλάδα** αντιπροσωπεύουν δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης μικρότερες από 100 Mm<sup>3</sup>/yr (67 εκατ. Mm<sup>3</sup>/yr και 57 Mm<sup>3</sup>/yr, αντίστοιχα). Συνολικά, οι εκτιμήσεις υποδηλώνουν δυναμικό επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων ύψους 3 222 Mm<sup>3</sup>/yr [1], [4].

H



Εικόνα 10: Αποτελέσματα του μοντέλου για το δυναμικό επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων των ευρωπαϊκών χωρών με projection horizon 2015. Πηγή : [4].

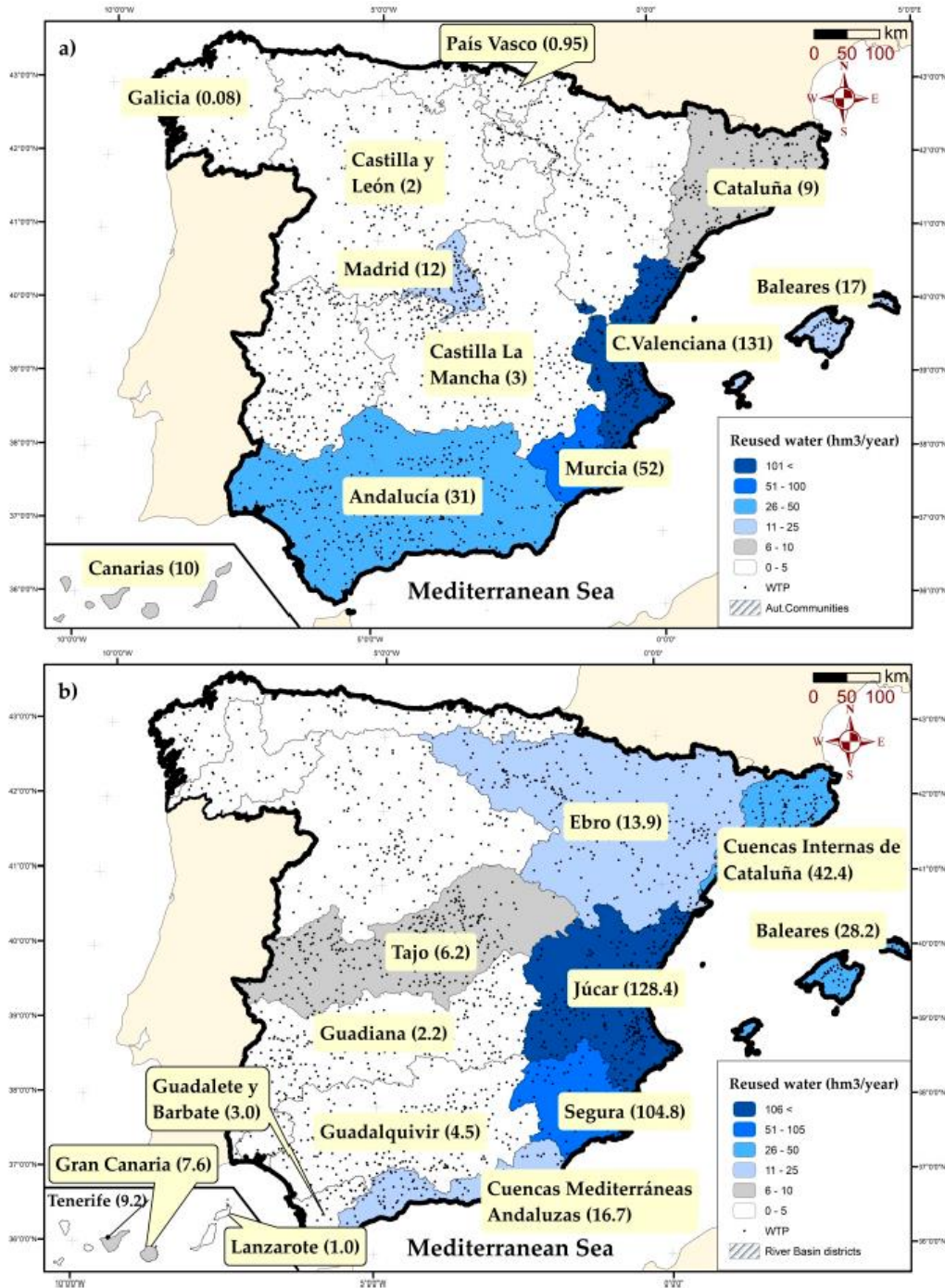
## Επαναχρησιμοποίηση νερού στην Ισπανία

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον συνεπώς στην επαναχρησιμοποίηση νερού εμφανίζει η Ισπανία, η οποία φέρει ήδη το μεγαλύτερο φορτίο στην Ευρώπη (ενώ είναι 10η παγκοσμίως) και προβλέπεται να συνεχίσει να βρίσκεται στη πρώτη θέση. Η Ισπανία δείχνει μεγάλες διαφορές στην κατανομή υδάτινων πόρων στην επικράτεια της, με τα μεγαλύτερα προβλήματα λειψυδρίας να εμφανίζονται στα νοτιοανατολικά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η προέλευση της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων στο ισπανικό νομικό σύστημα χρονολογείται από το 1985.

Ο όγκος του επαναχρησιμοποιούμενου νερού στην Ισπανία ανά έτος φαίνεται να εμφανίζει πολύ μεγάλες διακυμάνσεις, λόγω διαφορετικών πηγών πληροφόρησης. Ωστόσο κάποιες τυπικές τιμές είναι:

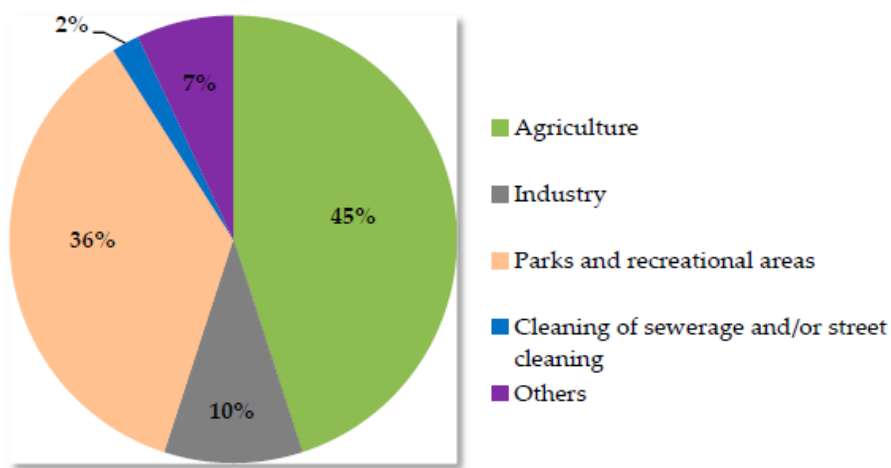
- Από το 2008, ο όγκος του επαναχρησιμοποιούμενου νερού είναι 447 Mm<sup>3</sup>/yr
- Από το 2012, ο όγκος του επαναχρησιμοποιούμενου νερού είναι 408 Mm<sup>3</sup>/yr
- Το 2014, ο όγκος του επαναχρησιμοποιούμενου νερού είναι 796,8 Mm<sup>3</sup>/yr (CEDEX), 531 Mm<sup>3</sup>/yr (INE), 373 Mm<sup>3</sup>/yr (AEAS).
- Το 2016, ο όγκος του επαναχρησιμοποιούμενου νερού είναι 493 Mm<sup>3</sup>/yr (INE), 268 Mm<sup>3</sup>/yr (AEAS).

Το 2016 η Ισπανία πλήγηκε με σοβαρή ξηρασία με αποτέλεσμα να μειωθούν οι τιμές του επαναχρησιμοποιούμενου νερού σε σχέση με το 2014. Η επαναχρησιμοποίηση εντοπίζεται αρκετά πιο έντονα στα νοτιοανατολικά της Ισπανίας, γεγονός που βοηθά στη διατήρηση των μειωμένων αποθεμάτων νερού.



Εικόνα 11: (α) Επαναχρησιμοποιούμενα υγρά απόβλητα στις ισπανικές αυτόνομες κοινότητες (Mm<sup>3</sup>/yr) το 2016 – (β) Υγρά απόβλητα που επαναχρησιμοποιήθηκαν στα ισπανικά RBD [11].

Η μεγαλύτερη χρήση παρουσιάζεται στον γεωργικό τομέα, με περισσότερο από το 40% του συνόλου των επαναχρησιμοποιούμενων υγρών αποβλήτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την άρδευση βοσκοτόπων, τη γεωργία, τις ξυλώδεις καλλιέργειες, τα καλλωπιστικά φυτά, τα φυτώρια και τις ζωοτροφές, τα προϊόντα της ανθρώπινης κατανάλωσης σε νωπά, μεταξύ άλλων. Μετά τη γεωργική χρήση, η άρδευση των πάρκων και των χώρων αναψυχής καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση (36% της συνολικής επαναχρησιμοποίησης), με τη βιομηχανία να καταλαμβάνει το 10%. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι τελικά το ανακτημένο νερό καλύπτει το 5,4% της συνολικής χρήσης νερού στην Ισπανία, ωστόσο το ποσοστό αυτό μπορεί να αγγίζει πάνω από 25% σε συγκεκριμένες περιοχές.



Εικόνα 22: Χρήσεις του ανακτημένου νερού στη Ισπανία (%) [11].

Σε αντίθεση όμως με την πολύ υψηλή για ευρωπαϊκά και παγκόσμια δεδομένα επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, η Ισπανία τα τελευταία χρόνια απέτυχε να ανταποκριθεί σε ορισμένες ευρωπαϊκές απαιτήσεις (οδηγίες) σχετικά με την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση του νερού και, κατά συνέπεια, έλαβε πολλές κυρώσεις από την Ευρωπαϊκή Ένωση [11].

## Βιβλιογραφία

- [1] G. Mannina, H. Gulhan, and B. J. Ni, “Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector,” *Bioresource Technology*, vol. 363. Elsevier Ltd, Nov. 01, 2022. doi: 10.1016/j.biortech.2022.127951.
- [2] V. Penney and J. Muyskens, “Here’s where water is running out in the world — and why.”
- [3] “Circular economy and second life - Parnoplast | Láminas de plástico por extrusión.” Accessed: Dec. 08, 2023. [Online]. Available: <https://parnoplast.es/en/circular-economy-and-second-life/>
- [4] L. A. Sanz and B. M. Gawlik, “Water Reuse in Europe Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation,” 2014, doi: 10.2788/29234.
- [5] V. Lazarova, *Water reuse: a pillar of the circular water economy*. IWA Publishing, 2022. doi: 10.2166/9781780409566.
- [6] “Linear Economy Exhibit.” Accessed: Dec. 08, 2023. [Online]. Available: <https://interactive.oliverwyman.com/sofs-exhibit-1/p/1>
- [7] C. Y. Chen, S. W. Wang, H. Kim, S. Y. Pan, C. Fan, and Y. J. Lin, “Non-conventional water reuse in agriculture: A circular water economy,” *Water Research*, vol. 199. Elsevier Ltd, Jul. 01, 2021. doi: 10.1016/j.watres.2021.117193.
- [8] Metcalf & Eddy, *ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ - Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση (Τόμος Α)*, vol. A. 2006. Accessed: Oct. 27, 2023. [Online]. Available: <http://www.tziola.gr>
- [9] G. Mannina, H. Gulhan, and B. J. Ni, “Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector,” *Bioresource Technology*, vol. 363. Elsevier Ltd, Nov. 01, 2022. doi: 10.1016/j.biortech.2022.127951.
- [10] A. G. Hastie, V. V. Otrubina, and A. S. Stillwell, “Lack of Clarity Around Policies, Data Management, and Infrastructure May Hinder the Efficient Use of Reclaimed Water Resources in the United States,” *ACS ES and T Water*, vol. 2, no. 12. American Chemical Society, pp. 2289–2296, Dec. 09, 2022. doi: 10.1021/acsestwater.2c00307.
- [11] A. Jodar-Abellan, M. I. López-Ortiz, and J. Melgarejo-Moreno, “Wastewater treatment and water reuse in Spain. Current situation and perspectives,” *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 8, 2019, doi: 10.3390/w11081551.