

**Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

---

**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**

**Διατμηματικό Μεταπτυχιακό:**

**«ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**



# **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο**

**Κωστάκη Ευαγγελία  
Αθήνα 2010**

**Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

---

**ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Κύριος Χρήστος Καραβίτης  
Κύριος Διονύσης Ασημακόπουλος  
Κυρία Ελένη Γρηγοροπούλου

Ευχαριστώ πολύ την εταιρεία CHEMITEC και ιδιαίτερα τον Κύριο Πολυνίκη Ταζέ, την Κυρία Νάγια Δημοπούλου και τον Κύριο Κώστα Γεωργόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση. Η εταιρεία CHEMITEC, μας προσέφερε υλικό, τεχνογνωσία, επαφή με συστήματα αντίστροφης όσμωσης τόσο στο στάδιο της κατασκευής τους, όσο και στο στάδιο εγκατάστασης και λειτουργίας τους και μας παραχώρησε τα εργαστήριά της για πειραματική μελέτη.

Ευχαριστώ εξαιρετικά τον καθηγητή μου Κύριο Χρήστο Καραβίτη για την κατάλληλη επιλογή του θέματος, που βοήθησε στην ενασχόληση και κατάρτισή μου με ένα επίκαιρο και σημαντικό θέμα της σημερινής εποχής και για την συνεργασία. Τέλος ευχαριστώ τα μέλη της επιτροπής για την συμβολή τους στην επιτυχή διεκπαιρέωση και παρουσίαση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>3</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>5</b>
1.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ .....	5
1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ .....	8
1.3 ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ .....	11
1.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	12
<b>2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b> .....	<b>14</b>
2.1 ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ .....	14
2.2 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ .....	17
2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ .....	19
2.4 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΟΣΜΩΣΗ .....	20
2.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ .....	23
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ.....	26
2.7 ΒΟΡΙΟ.....	28
2.8 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΒΟΡΙΟΥ ΣΕ ΑΦΑΛΑΤΩΜΕΝΑ ΎΔΑΤΑ .....	29
<b>3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	<b>33</b>
<b>4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ</b> .....	<b>34</b>
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ DOW .....	34
<b>5 ΑΝΑΛΥΣΗ</b> .....	<b>35</b>
5.1 ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ROSA ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ DOW.....	36
<b>6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ</b> .....	<b>43</b>
<b>7 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ</b> .....	<b>46</b>
<b>8 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b> .....	<b>48</b>
<b>9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>49</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>50</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	<b>51</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>ΕΙΚΟΝΑ 1</b> : ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ .....	5
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2</b> : ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΑ .....	7
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3</b> : ΓΛΥΚΑ,ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ .....	8
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4</b> : ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΕΒΤΣΕΝΚΟ ΒΝ350 ΣΤΗΝ ΚΑΣΠΙΑ.....	20
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5</b> : ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ-ΣΤΑΔΙΑ ΦΙΛΤΡΑΝΣΗΣ.....	21
<b>ΕΙΚΟΝΑ 6</b> : ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	23
<b>ΕΙΚΟΝΑ 7</b> : ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	24
<b>ΕΙΚΟΝΑ 8</b> : ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	24
<b>ΕΙΚΟΝΑ 9</b> : ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ .....	25
<b>ΕΙΚΟΝΑ 10</b> : ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΙΟ .....	26
<b>ΕΙΚΟΝΑ 11</b> : ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ .....	27
<b>ΕΙΚΟΝΑ 12</b> : PROJECT INFORMATION, ΚΑΡΤΕΛΑ 1 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	36
<b>ΕΙΚΟΝΑ 13</b> : FEEDWATER DATA, ΚΑΡΤΕΛΑ 2 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	37
<b>ΕΙΚΟΝΑ 14</b> : SCALING INFORMATION, ΚΑΡΤΕΛΑ 3 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	37
<b>ΕΙΚΟΝΑ 15</b> : SYSTEM CONFIGURATION, ΚΑΡΤΕΛΑ 4 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	38
<b>ΕΙΚΟΝΑ 16</b> : SYSTEM CONFIGURATION, ΚΑΡΤΕΛΑ 4 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	38
<b>ΕΙΚΟΝΑ 17</b> : COST ANALYSIS, ΚΑΡΤΕΛΑ 5 <sup>η</sup> ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ROSA .....	43
<b>ΓΡΑΦΗΜΑ 1</b> : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΓΗ .....	9
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1</b> : ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ .....	9
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2</b> : ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ .....	22

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1</b> : ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	9
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2</b> : ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΑΚΗΝΙΣΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	10
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3</b> : ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΦΥΤΩΝ, ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ, ΧΛΩΡΙΟ, ΒΟΡΙΟ.....	29
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 4</b> : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	30
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5</b> : ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΒΟΡΙΟ .....	30
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 6</b> : ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ WILCOX-MAGSTAD .....	31
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 7</b> : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ CHRISTIANSEN .....	31
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 8</b> : ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.....	33
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 9</b> : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	39
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 10</b> : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΣΜΟΥ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΧΩΡΙΣ ΕΚΧΥΣΗ ΣΟΔΑΣ.....	40
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 11</b> : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΣΜΟΥ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΚΧΥΣΗ ΣΟΔΑΣ .....	41
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 12</b> : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ ΠΟΥ ΕΙΣΗΧΘΗΣΑΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ROSA .....	43
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 13</b> : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΘΟΥΝ .....	44
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 14</b> : ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ .....	46
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 15</b> : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΒΟΡΙΟΥ – ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ. ....	47

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει 9 κεφάλαια και ένα παράρτημα, όπου δίνονται πίνακες που συνοπτικά παρουσιάζουν τις βασικές παραμέτρους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας, για πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται ο ορισμός, οι αρχές οποίες βασίζεται η διεργασία της αφαλάτωσης και γίνεται μια εισαγωγική παρουσίαση της αφαλάτωσης, όσον αφορά στους λόγους διάδοσης της τα τελευταία χρόνια ως βιομηχανικής μεθόδου. Αναφέρονται συνοπτικά ορισμένα προγράμματα αφαλάτωσης συνδυασμένα με ανανεώσιμες μορφές ενέργειας σε διάφορα μέρη του πλανήτη, καθώς επίσης γίνεται και μια πολύ σύντομη αναφορά για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης και παρουσιάζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες του Βορίου, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του και πως επιδρά ως συστατικό του αφαλατωμένου νερό σε φυτά και ανθρώπους. Παραθέτοντας μάλιστα τα νομοθετικά όρια για την συγκέντρωση του Βορίου στο νερό καθίσταται σαφές ότι τα όρια αυτά είναι αυστηρότερα διαμορφωμένα και ανώτερα **για την άρδευση** σε σχέση με τα όρια που έχουν εδραιωθεί για τον ανθρώπινο οργανισμό και προσανατολίζουμε ως εκ τούτου την παρούσα εργασία για την εξέταση των βέλτιστων παραμέτρων βάση των αυστηρότερων, ανώτερων ορίων.

Τα επόμενα δύο κεφάλαια περιλαμβάνουν την περιγραφή του μοντέλου **ROSA** της εταιρείας DOW, το οποίο είναι και το εργαλείο μας για την εξέταση των προτεινόμενων σεναρίων και ποιες παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψη για να κατορθώσουμε να έχουμε την μέγιστη ανάκτηση προϊόντος, την βέλτιστη ποιότητα του παραγόμενου νερού και τον μεγαλύτερο χρόνο ζωής των μεμβρανών.

Εν συνεχεία στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση μεταξύ των προτεινόμενων μεθόδων για την παραγωγή αφαλατωμένου νερού με συγκεντρώσεις Βορίου εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί προσδιορίζεται πως οι παράγοντες οι οποίοι έχουν εξεταστεί διαμορφώνουν το κόστος του παραγόμενου αφαλατωμένου νερού.

Στο 8ο κεφάλαιο καταλήγουμε σε εφικτές και εφαρμόσιμες προτάσεις για τον ελληνικό χώρο και τέλος στο κεφάλαιο 9 συνοψίζονται τα συμπεράσματά μας από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε. Τέλος, ακολουθούν ως είθισται η βιβλιογραφία και το παράρτημα.

## **ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup> ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ**

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Από τα προϊστορικά ακόμα χρόνια το νερό υπήρξε για την ανθρωπότητα πηγή ζωής, σημείο εκκίνησης και πολιτιστικής αναφοράς, καθώς οι πρώτοι ανθρώπινοι οικισμοί χτίστηκαν κοντά σε λίμνες, ενώ όλοι οι μεγάλοι πολιτισμοί της ιστορίας αναπτύχθηκαν σε περιοχές με συνεχείς βροχοπτώσεις που ευνοούσαν την γεωργία. Η συνειδητοποίηση ότι το νερό ήταν και εξακολουθεί να είναι βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη του πολιτισμού, καθρεφτίζεται σε πολιτικές δοξασίες, στην μυθολογία και στις θρησκείες.<sup>1</sup>

#### **1.1 Υδρολογικός Κύκλος**

Το νερό της Γης είναι πάντα σε κίνηση και πάντα σε αλλαγή, από την υγρή μορφή στην αέρια ή σε πάγο ξανά και αντίστροφα. Η παρουσία και η περιγραφή του νερού στην επιφάνεια της γης περιγράφεται με τον υδρολογικό κύκλο ή κύκλο του νερού, που λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια. Η ζωή στη Γη εξαρτάται απ' αυτόν.



Εικόνα 1 : Υδρολογικός κύκλος

Σαν κύκλος που είναι, ο υδρολογικός κύκλος δεν έχει αρχή, αλλά είναι βολικό να ξεκινήσει κανείς απ' τη θάλασσα. Ο ήλιος, που κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα (στους ωκεανούς) το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και διαπνοή από την ξηρά συχνά δεν διακρίνονται και έτσι μιλούμε για εξατμισοδιαπνοή. Μια μικρή ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξάχνωση, μέσω της οποίας μόρια από πάγους και χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς χωρίς να περάσουν από την υγρή μορφή.

<sup>1</sup> Πηγή: [asda.gr/gym8per/Programes/water/water1.htm](http://asda.gr/gym8per/Programes/water/water1.htm)

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

---

Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Επειδή όμως σε χαμηλή θερμοκρασία ο αέρας δεν μπορεί πια να συγκρατεί όλη τη μάζα των υδρατμών, ένα μέρος τους συμπυκνώνεται και σχηματίζει τα σύννεφα. Τα ρεύματα του αέρα κινούν τα σύννεφα γύρω απ' την υδρόγειο. Παράλληλα τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα συγκρούονται και μεγαλώνουν, και τελικά πέφτουν απ' τον ουρανό ως κατακρημνίσματα, η συχνότερη μορφή των οποίων είναι η βροχή. Μια μορφή κατακρημνίσματος είναι το χιόνι, το οποίο όταν συσσωρεύεται σχηματίζει πάγους και παγετώνες. Σε σχετικά θερμότερα κλίματα, όταν έρχεται η άνοιξη, το χιόνι λιώνει και το ξεπαγωμένο νερό ρέει, σχηματίζοντας την απορροή από λιώσιμο του χιονιού. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς.

Από την ποσότητα που πέφτει στη στεριά, ένα σημαντικό μέρος καταλήγει και πάλι στους ωκεανούς ρέοντας υπό την επίδραση της βαρύτητας, ως επιφανειακή απορροή. Η μεγαλύτερη ποσότητα της επιφανειακής απορροής μεταφέρεται στους ωκεανούς από τα ποτάμια, με τη μορφή ροής σε υδατορεύματα. Η επιφανειακή απορροή μπορεί ακόμη να καταλήξει στις λίμνες, που αποτελούν, μαζί με τους ποταμούς, τις κυριότερες αποθήκες γλυκού νερού.

Ωστόσο, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Κάποιες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό. Μέρος του νερού αυτού μπορεί να ξαναβρεί το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα (και τους ωκεανούς) ως εκφόρτιση υπόγειου νερού. Όταν βρίσκει διόδους προς της επιφάνεια της γης εμφανίζεται με τη μορφή πηγών. Ένα άλλο μέρος του υπόγειου νερού πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα και το νερό αυτό όμως συνεχίζει να κινείται και με τη πάροδο του χρόνου μέρος του ξαναπαίει στους ωκεανούς όπου ο κύκλος του νερού "τελειώνει" ... και "ξεκινάει".

Η Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) έχει διακρίνει 16 μέρη του υδρολογικού κύκλου:

- ▶ Αποθήκευση νερού στη θάλασσα
- ▶ Εξάτμιση
- ▶ Εξατμοδιαπνοή
- ▶ Εξάχνωση
- ▶ Νερό στην ατμόσφαιρα
- ▶ Συμπύκνωση
- ▶ Κατακρημνίσματα
- ▶ Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια
- ▶ Απορροή από λιώσιμο του χιονιού
- ▶ Επιφανειακή απορροή
- ▶ Ροή σε υδατορεύματα
- ▶ Αποθήκευση γλυκού νερού
- ▶ Διήθηση
- ▶ Αποθήκευση υπόγειου νερού
- ▶ Εκφόρτιση υπόγειου νερού
- ▶ Πηγές
- ▶ Παγκόσμια κατανομή νερού

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.



Εικόνα 2 : Αποθήκευση νερού στην θάλασσα

Πολύ περισσότερο νερό από αυτό που βρίσκεται σε κίνηση στον υδρολογικό κύκλο είναι αποθηκευμένο στη θάλασσα, κυρίως στους ωκεανούς. Από τα 1.386.000.000 κυβικά χιλιόμετρα του νερού στη Γη, περίπου 1.338.000.000 κυβικά χιλιόμετρα (το 96,5%) είναι αποθηκευμένα στους ωκεανούς. Οι ωκεανοί παρέχουν περίπου το 88% του εξατμιζόμενου νερού που μπαίνει στον υδρολογικό κύκλο.



Γράφημα 1 : Κατανομή Νερού στη Γη

Η ποσότητα του νερού στους ωκεανούς αλλάζει κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων. Κατά τη διάρκεια πιο ψυχρών κλιματικών περιόδων, σχηματίζονται περισσότερα παγόβουνα και παγετώνες με αποτέλεσμα να υπάρχει λιγότερο νερό στους ωκεανούς. Το αντίθετο συμβαίνει στις θερμές κλιματικές περιόδους. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας εποχής των παγετώνων, η στάθμη των ωκεανών ήταν περίπου 122 μέτρα χαμηλότερη της σημερινής. Πριν από περίπου τρία εκατομμύρια χρόνια, όταν η Γη ήταν πιο θερμή, η στάθμη των ωκεανών μπορεί να ήταν μέχρι και 50 μέτρα πιο ψηλά από ό,τι σήμερα.

Στους ωκεανούς υπάρχουν ρεύματα που μετακινούν τεράστιες ποσότητες νερού από το ένα μέρος της Γης στο άλλο. Αυτές οι μετακινήσεις επηρεάζουν σημαντικά τον κύκλο του νερού και τον καιρό. Το Ρεύμα του Κόλπου είναι ένα γνωστό ρεύμα ζεστού νερού που διασχίζει τον Ατλαντικό μετακινώντας νερό από τον κόλπο του Μεξικού προς τη Μεγάλη Βρετανία. Με μια ταχύτητα 100 χιλιομέτρων την ημέρα, το Ρεύμα του Κόλπου μετακινεί 100 φορές περισσότερο νερό από όλα τα ποτάμια της Γης. Χάρη στο Ρεύμα του Κόλπου που μεταφέρει νερό από θερμότερα κλίματα, ο καιρός της Μεγάλης Βρετανίας είναι πιο ήπιος από τον καιρό άλλων χωρών του ίδιου γεωγραφικού πλάτους. Ένα μέρος του υδρολογικού κύκλου, που είναι προφανώς ζωτικής σημασίας για τη ζωή πάνω στη Γη, είναι το γλυκό νερό που βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους.

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Το επιφανειακό νερό περιλαμβάνει υδατορεύματα, λίμνες, ταμιευτήρες (τεχνητές λίμνες) και υγρότοπους γλυκού νερού.

Η ποσότητα του νερού στα ποτάμια και τις λίμνες αλλάζει συνεχώς λόγω της μεταβολής των εισροών (όπως των κατακρημνισμάτων και των παροχών των πηγών) και των εκροών (όπως της εξάτμισης και της διήθησης προς τους υπόγειους υδροφορείς). Η ποσότητα και η θέση του επιφανειακού νερού, αλλάζει στο χρόνο και το χώρο, ως αποτέλεσμα είτε φυσικών είτε ανθρωπογενών διεργασιών.



Εικόνα 3 : Γλυκά, επιφανειακά ύδατα

Όπως φαίνεται και από αυτή τη φωτογραφία του Δέλτα του Νείλου η ζωή μπορεί να ανθίσει και μέσα στην έρημο, αρκεί να υπάρχει παροχή επιφανειακού (ή υπόγειου) νερού. Το νερό στηρίζει ουσιαστικά τη ζωή στη Γη. Το γλυκό νερό είναι σχετικά σπάνιο στην επιφάνεια της Γης. Μόνο το 3% του νερού του πλανήτη είναι γλυκό ενώ όλες οι λίμνες και τα έλη μαζί περιέχουν μόνο το 0,29% του γλυκού αυτού νερού. Το 20% του συνολικού γλυκού νερού των λιμνών και ελών βρίσκεται σε μία λίμνη, τη λίμνη Βαϊκάλη στην Ασία. Άλλο ένα 20% βρίσκεται αποθηκευμένο στις Μεγάλες Λίμνες (Huron, Michigan, και Superior) στις ΗΠΑ. Τα ποτάμια περιέχουν μόνο το 0.006% του συνολικού γλυκού νερού του πλανήτη.

### **1.2 Παγκόσμια κατανομή νερού**

Το παρακάτω διάγραμμα και ο πίνακας δεδομένων, παρουσιάζουν μια λεπτομερή περιγραφή της κατανομής του νερού της Γης σε μια δεδομένη χρονική στιγμή.

Παρατηρούμε πως από τα συνολικά 1.386 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα του νερού στη Γη περισσότερο από 96% είναι αλμυρό. Επίσης, το 68% του γλυκού νερού είναι δεσμευμένο σε πάγο και παγετώνες. Ακόμα ένα 30% του γλυκού νερού βρίσκεται σε υπόγειους υδροφορείς. Το επιφανειακό γλυκό νερό που βρίσκεται σε ποτάμια και λίμνες είναι συνολικά 93.100 κυβικά χιλιόμετρα και αντιπροσωπεύει περίπου το 1/150 του 1% του συνολικού νερού στη Γη. Παρά ταύτα, τα ποτάμια και οι λίμνες είναι οι βασικές πηγές νερού για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών.



**Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**



Διάγραμμα 1 : Παγκόσμια κατανομή νερού

Πίνακας 1 : Εκτίμηση της Παγκόσμιας Κατανομής νερού

<b>Εκτίμηση της παγκόσμιας κατανομής νερού</b>			
<b>Μορφή Νερού</b>	<b>Όγκος νερού σε κυβικά χιλιόμετρα</b>	<b>Ποσοστό γλυκού νερού</b>	<b>Ποσοστό συνολικού νερού</b>
Ωκεανοί, Θάλασσες & Κόλποι	1.338.000.000	--	96,5
Παγόβουνα, Παγετώνες & Μόνιμο χιόνι	24.064.000	68,7	1,74
Υπόγειο Νερό	23.400.000	--	1,7
Γλυκό	10.530.000	30,1	0,76
Αλμυρό	12.870.000	--	0,94
Εδαφική Υγρασία	16.500	0,05	0,001
Εδαφικός πάγος & Μόνιμα παγωμένο έδαφος	300.000	0,86	0,022
Λίμνες	176.400	--	0,013
Γλυκές	91.000	0,26	0,007
Αλμυρές	85.400	--	0,006
Ατμόσφαιρα	12.900	0,04	0,001
Έλη	11.470	0,03	0,0008
Ποταμοί	2.120	0,006	0,0002
Βιολογικό Νερό	1.120	0,003	0,0001
<b>Σύνολο</b>	<b>1.386.000.000</b>	<b>-</b>	<b>100</b>

Πηγή: Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Το γεγονός ότι οι λίμνες και τα ποτάμια, δηλαδή τα επιφανειακά νερά, είναι οι κύριες πηγές νερού, ή αλλιώς υδατικοί πόροι, φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την εικόνα που δίνει ο παραπάνω πίνακας, σύμφωνα με την οποία τα υπόγεια νερά είναι κατά τάξεις μεγέθους περισσότερα από τα επιφανειακά. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αν σκεφτούμε ότι οι πόροι του νερού δεν είναι αποθεματικοί (όπως π.χ. είναι το πετρέλαιο) αλλά ανανεώσιμοι. Επομένως αυτό που έχει σημασία δεν είναι η ποσότητα νερού που είναι αποθηκευμένη αλλά αυτή που ανανεώνεται κάθε χρόνο. Έτσι, λοιπόν, τα επιφανειακά νερά διακινούνται – και άρα ανανεώνονται – με πολύ πιο γρήγορους ρυθμούς από τα υπόγεια.

Με άλλα λόγια δεν έχει τόσο σημασία η στατική εικόνα της αποθήκευσης του νερού, αλλά η δυναμική εικόνα της κυκλοφορίας του νερού στην υδρόγειο. Αυτή περιγράφεται από τις ποσότητες των διακινήσεων του νερού ανάμεσα στις διάφορες μορφές, δηλαδή τις ποσότητες που μεταφέρονται μέσα στον υδρολογικό κύκλο. Σε μέση ετήσια βάση, οι ποσότητες αυτές δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

Πίνακας 2 : Εκτίμηση των μέσων φυσικών διακινήσεων του νερού της Γης

<b>Εκτίμηση των μέσων ετήσιων φυσικών διακινήσεων του νερού της Γης (συνιστώσων του υδρολογικού κύκλου)</b>				
<b>Επιφάνεια αναφοράς</b>	<b>Έκταση σε δισεκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα</b>	<b>Διακίνηση</b>	<b>Μέσος ετήσιος όγκος σε km<sup>3</sup></b>	<b>Ποσοστό επί των κατακρημνισμάτων, %</b>
Σύνολο επιφάνειας Γης	510,0	Κατακρημνίσματα = Εξατμοδιαπνοή	577.000	100,0
Ωκεανοί	361,1	Κατακρημνίσματα	458.000	100,0
		Εξάτμιση	505.000	110,3
Ξηρά	148,9	Κατακρημνίσματα	119.000	100,0
		Εξατμοδιαπνοή	72.000	60,5
		Συνολική απορροή	47.000	39,5
		Επιφανειακή συνιστώσα απορροής	44.700	37,6
		Υπόγεια συνιστώσα απορροής	2.300	1,9

Πηγή: Δ. Κουτσογιάννης και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999. Η επιφανειακή και η υπόγεια συνιστώσα απορροής αναφέρονται στην έξοδο προς τη θάλασσα.

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Τα πιο χαρακτηριστικά στοιχεία που παρατηρούμε μελετώντας τον πίνακα είναι ότι:

- (1) Το χερσαίο τμήμα της Γης τροφοδοτείται από το θαλάσσιο, μέσω των μηχανισμών της εξάτμισης και της μεταφοράς από τους ανέμους, με υδρατμούς (δηλαδή νερό σε καθαρή μορφή) που φτάνουν στο 39,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων (το υπόλοιπο 60,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων προέρχεται από τη χερσαία εξατμισοδιαπνοή).
- (2) Η ίδια ποσότητα (39,5%) οδηγείται μέσω της επιφανειακής και υπόγειας απορροής από την ξηρά στη θάλασσα, για να κλείσει έτσι ο υδρολογικός κύκλος και το υδατικό ισοζύγιο της υδρογείου.
- (3) Από τη συνολική απορροή, η οποία αποτελεί και την οροφή του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού, τη μερίδα του λέοντος παίρνει η επιφανειακή απορροή (η επιφανειακή εκροή στη θάλασσα είναι περίπου 20 φορές μεγαλύτερη από την υπόγεια εκροή).<sup>2</sup>

### **1.3 Λειψυδρία**

**Ως λειψυδρία ορίζεται η έλλειψη ή η ανεπάρκεια του νερού** και είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που μας απειλεί πλέον έντονα και δεν αφορά μόνο τις χώρες της Αφρικής. Έρευνα που διεξήγαγε και παρουσίασε στη Γενεύη η περιβαλλοντολογική οργάνωση WWF, καταδεικνύει τον σημαντικό περιορισμό των υδάτινων αποθεμάτων παγκοσμίως, ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες. Στην αυξανόμενη λειψυδρία συμβάλλουν τόσο οι κλιματικές αλλαγές όσο και η λανθασμένη διαχείριση των φυσικών πόρων.

Σύμφωνα με τη μη-κυβερνητική οργάνωση, μια οικονομικά εύρωστη χώρα δεν είναι απαραίτητως και πλούσια σε νερό. Μερικές από τις πλέον ανεπτυγμένες πόλεις, όπως το Χιούστον και το Σίδνεϊ, καταναλώνουν περισσότερο νερό από όσο διαθέτουν. Αυτό συμβαίνει διότι στην προσπάθεια τους να καλύψουν τις υλικές ανάγκες των πολιτών, σπαταλούν μεγάλες ποσότητες νερού, κυρίως στο στοιχείο σχεδόν σε κάθε παραγωγική διαδικασία.

Επιπλέον, το WWF τονίζει πως η κακή συντήρηση στο ήδη πεπαλαιωμένο σύστημα υδροδότησης ενισχύει την εξάντληση των υδάτινων πόρων. Στο Λονδίνο υπολογίστηκε πως οι διαρροές από τους φθαρμένους υδραγωγούς αρκούν καθημερινά για να γεμίσουν 300 πισίνες ολυμπιακών διαστάσεων.

Παράλληλα, στη νότια Ευρώπη τα αποθέματα νερού λιγοστεύουν ολοένα και περισσότερο ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και της συρρίκνωσης των παγετώνων στις βόρειες Άλπεις (μια σημαντική πηγή νερού).<sup>3</sup>

Από την αρχαιότητα η Ελλάδα συνδέει την ιστορία της και τη ζωή της με το βασικό πρόβλημα της λειψυδρίας. Και αυτό γιατί τα επιφανειακά νερά ήταν πάντα λιγοστά καθώς δεν υπάρχουν μεγάλα ποτάμια και λίμνες κυρίως στην Αττική γη, όπου και κατοικεί πλέον το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας μας. Έτσι η υδροδότηση της πόλης γινόταν κατά το πλείστον από πηγές και από πηγάδια. Παράλληλα υπήρχαν πολλές κρήνες διάσπαρτες μέσα στην πόλη, όπως και πλήθος δεξαμενών, στις οποίες συγκεντρωνόταν βρόχινο νερό (ομβροδέκτες).

Από τα γνωστότερα αρχαία υδραγωγεία ήταν το Πεισιστράτειο, το οποίο κατασκεύασε ο τύραννος Πεισίστρατος το 530 π.Χ., μήκους 2.800 μ. και το οποίο αντλούσε νερό από τις

---

<sup>2</sup> Πηγή: [ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html](http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html)

<sup>3</sup> Πηγή: <http://www.focusmag.gr/articles/view-article.rx?oid=308519>

Πηγή: [http://www.netrino.gr/reloaded/blog-post.php?bp\\_id=819](http://www.netrino.gr/reloaded/blog-post.php?bp_id=819)

πηγές του Υμηττού. Υπήρχαν βέβαια και άλλα μικρότερα υδραγωγεία σε διάφορα σημεία της πόλης λαξευμένα σε σχιστόλιθο ή νεοκατασκευασμένα από κεραμικά τεμάχια συνδεδεμένα με μολυβδό καθώς και υδρομαστεύσεις βοηθούμενες από μικροφράγματα. Το σημαντικότερο ωστόσο ιστορικά έργο για την υδροδότηση της πόλης των Αθηνών ήταν το Αδριάνειο Υδραγωγείο που κατασκευάστηκε από τον Ρωμαίο Αυτοκράτορα Αδριανό (134 - 140 μ.Χ.). Ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας και κατέληγε στο Λυκαβηττό όπου κατασκευάστηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή, στην οποία αποθηκεύονταν τα νερά του υδραγωγείου. Τα νερά διοχετεύονταν με υδατογέφυρες στην πόλη των Αθηνών.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο και η Δεξαμενή λειτούργησαν υδροδοτώντας την περιοχή της Αθήνας μέχρι την εποχή της Τουρκοκρατίας. Τότε πια το Υδραγωγείο εγκαταλείφθηκε, με αποτέλεσμα να πέσουν τα σαθρά τοιχώματα του και να φραχθεί μεγάλο τμήμα του από χώματα. Έτσι, το Υδραγωγείο περιήλθε σε αχρηστία, όπως και η Δεξαμενή και τα περισσότερα μικρότερα υδραγωγεία που λειτουργούσαν από την αρχαιότητα στην Αθήνα. Υπ' αυτές τις συνθήκες οι Αθηναίοι την περίοδο της Τουρκοκρατίας στράφηκαν στην κατασκευή πηγαδιών στα σπίτια ή στους κήπους τους.<sup>4</sup>

#### **1.4 Διαχείριση Υδατικών Πόρων**

Η διαχείριση, που σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο αναφέρεται επίσημα σαν management, είναι ίσως το σημαντικότερο ζήτημα της ανάπτυξης και χρήσης των έργων των υδατικών πόρων. Ο κατάλογος των - σχετικών με το νερό- προβλημάτων είναι εντυπωσιακός (πλημμύρες, λειψυδρία, ρύπανση, μόλυνση, υψηλό κόστος ανάπτυξης και βελτίωσης κτλ.). Παρ' όλα αυτά χωρίς να υποτιμά κανείς την τεχνική επίλυση αυτών των ζητημάτων, φαίνεται ότι η αντιμετώπισή τους είναι θέμα περισσότερο διαχειριστικής πολιτικής και λήψης των σχετικών αποφάσεων. Αυτό που συχνά αποκαλείται «διαδικασία επίλυσης προβλημάτων», μπορεί να αναγνωρισθεί σαν την διαδικασία διαχείρισης που έχει πολλά κοινά σημεία με την διαδικασία σχεδιασμού. Αποτελείται συνοπτικά από τα ακόλουθα :

- Καθορισμός στόχων
- Εύρεση εναλλακτικών λύσεων
- Αξιολόγηση λύσεων
- Εφαρμογή της επιλεγμένης λύσης ( ή των επιλεγμένων λύσεων)

Η διαχείριση λοιπόν των υδατικών πόρων συνδέεται στενά με την πολιτική. Συνομογραφικά, μπορεί να λεχθεί ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες, σχετικά με την ανάπτυξη, διατήρηση, προστασία και τον έλεγχο προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους, κάτω απ' όλες τις συνθήκες, με την ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος και την αειφορία του πόρου. Η διαχείριση δηλαδή πρέπει να είναι προετοιμασμένη για όλα τα πιθανά συμβάντα και αυτό καθορίζει και τον βαθμό επιτυχίας της.

Τα μέτρα διαχείρισης επηρεάζουν το βαθμό και το ρυθμό αλλαγής στο περιβάλλον που εφαρμόζονται. Κάθε προσπάθεια διαχείρισης υδατικών πόρων είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει οικολογικές αξίες και περιβαλλοντικά κριτήρια, ώστε να μην υπονομεύεται η αειφορία των οικοσυστημάτων. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές μορφές κρίσεων τις οποίες καλείται να αντιμετωπίσει η διαχείριση των υδατικών πόρων<sup>5</sup> :

---

<sup>4</sup> Πηγή: [http://www.eydap.gr/index.asp?a\\_id=54](http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=54)

<sup>5</sup> Πηγή: ( Καραβίτης Χ., 2004 )

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

1. **Τεχνική κρίση**, έχει να κάνει με τα προβλήματα προσφοράς και ζήτησης νερού. Προτείνονται μέτρα όπως η εξερεύνηση νέων πηγών, η καλύτερη αξιοποίηση των ήδη υπαρχόντων, επαναχρησιμοποίηση του νερού κλπ.
2. **Οικολογική κρίση**, αφορά την ποιότητα του νερού που συνεχώς επιδεινώνεται λόγω ρύπανσης.
3. **Μεθοδολογική κρίση**, εννοώντας την κρίση δεδομένων και πληροφόρησης, όχι μόνο σαν διαθεσιμότητα και εγκυρότητα, αλλά και σαν μέρος του σχεδιασμού συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.
4. **Οργανωτική κρίση**, για την εξάλειψη της οποίας είναι αναγκαία η θεσμική κινητοποίηση και ο συντονισμός. Με άλλα λόγια το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο καθώς και το κατάλληλα εξειδικευμένο προσωπικό.

Κάθε επιστημονικός κλάδος δίνει διαφορετική διάσταση στον ορισμό της διαχείρισης. Όσον αφορά στους υδατικούς πόρους, ένας γενικός και περιεκτικός ορισμός δέχεται σαν διαχείριση υδατικών πόρων την **εφαρμογή δομικών και μη δομικών μέτρων για την κάλυψη – τόσο σε ποσότητα όσο και ποιότητα – των αναγκών του παρόντος σε νερό, λαμβάνοντας υπόψη τις μελλοντικές γενιές και την προστασία του περιβάλλοντος.** Ως καθήκοντα της διαχείρισης θεωρούνται τα εξής σύμφωνα με τον Grigg :

1. **Σχεδιασμός** (planning)
2. **Οργάνωση** (organization)
3. **Διεύθυνση** (command)
4. **Έλεγχος** (control)

Σημαντικό ρόλο παίζουν ακόμα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια και το οικονομικό πλαίσιο (χρηματοδότηση). Η εφαρμογή των δύο προαναφερθέντων παραγόντων στην λειτουργία και τη συντήρηση των έργων υδατικών πόρων είναι απαραίτητη.

Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική ανάλυση των καθηκόντων της διαχείρισης :

- I. Σε διαχειριστικό επίπεδο σαν **σχεδιασμός** ορίζεται η διαδικασία καθορισμού των στόχων, των σκοπών και προσδιορισμού των καθηκόντων των επιμέρους εργασιών.
- II. Η **οργάνωση** αποτελεί βασική αρχή και καθήκον της διαχείρισης. Μέσω της οργάνωσης θα εφαρμοστεί ο σχεδιασμός και συνήθως εκφράζεται από έναν «οργανισμό», η δομή του οποίου απορρέει από τον στόχο του. Ανεξάρτητα όμως από τα διαφορετικά στοιχεία κάθε οργανισμού που προσαρμόζονται στα αντίστοιχα καθήκοντά τους, παρατηρούνται σε όλους τους αποτελεσματικούς οργανισμούς στα εξής κοινά στοιχεία : επικοινωνία, έλεγχος , διοίκηση, πληροφόρηση.
- III. Η **διεύθυνση** που αποτελεί σημαντικό κομμάτι της διαχείρισης για την ανάθεση καθηκόντων και την αξιολόγηση αποτελεσμάτων, γίνεται κυρίως μέσω του οργανισμού.
- IV. Αναπόσπαστο στοιχείο της οργάνωσης και στην ουσία απαραίτητο για την αξιολόγηση των συνολικών στόχων της διαχείρισης είναι ο **έλεγχος**. Γι' αυτό και πολλές φορές μπορεί να εφαρμόζεται από διαφορετικούς οργανισμούς.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Πηγή: ( Καραβίτης Χ., 2004 )

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Από την αρχαιότητα ακόμα, η ανάγκη του ανθρώπου να αντιμετωπίσει ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι πλημμύρες και η ξηρασία, τον οδήγησε στην εφεύρεση τεχνικών για την καταλληλότερη διαχείριση των υδατικών πόρων. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της βιομηχανικής ανάπτυξης και της απότομης αύξησης του πληθυσμού, παρατηρείται μαζική κατασκευή υδραυλικών-μηχανικών έργων για τον έλεγχο των πλημμυρών, τον εφοδιασμό ύδατος, την υδροηλεκτρική ενέργεια και την άρδευση. Οι φυσικέ-μηχανικές λύσεις είναι η βάση του παραδοσιακού τρόπου προσέγγισης και αντιμετώπισης τέτοιων προβλημάτων. Καθώς όμως περνάνε τα χρόνια παρουσιάζονται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο σκέψης όσον αφορά την διαχείριση του νερού και την ικανοποίηση των αναγκών. Λαμβάνοντας υπόψη τα νέα δεδομένα, οι ειδικοί ανέπτυξαν νέες μεθόδους, οι οποίες όμως χρησιμοποιούσαν την ήδη υπάρχουσα υποδομή με κύριο στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Σήμερα γνωρίζουμε ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων δεν απευθύνεται αποκλειστικά στο κράτος, αλλά και σε τρεις ομάδες ενδιαφερομένων:

- Το κοινό (οι χρήστες του νερού)
- Τους λήπτες των αποφάσεων (πολιτικοί, κυβέρνηση)
- Τους μελετητές, ερευνητές, τεχνοκράτες

Για επιτυχημένη διαχείριση υδατικών πόρων είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των τριών κατηγοριών αυτών, όπως και η συναίνεσή τους. Είναι γεγονός ότι προσπάθειες διαχείρισης υδατικών πόρων είναι η ανάγκη συντονισμένης ενημέρωσης του κοινού και των μέσων ενημέρωσης.

Οι κύριες δραστηριότητες διαχείρισης των υδατικών πόρων πρέπει να είναι οι ακόλουθες<sup>7</sup> :

1. Συλλογή και ανάλυση των απαραίτητων ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων (μετεωρολογικά, υδρολογικά, πληθυσμιακά κτλ.)
2. Έρευνα και μελέτη της παρούσας κατάστασης των υδατικών πόρων και προβλέψεις για το μέλλον.
3. Ανάπτυξη τακτικής μέσω της διαμόρφωσης σεναρίων βελτίωσης.
4. Λήψη αποφάσεων και εξασφάλιση της αποδοχής και συμμετοχής των ενδιαφερομένων ομάδων.
5. Εφαρμογή της τακτικής.
6. Διόρθωση και βελτίωση των αποφάσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα.

---

<sup>7</sup> Πηγή: (Κώνστας Ι.,2004)

## **2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ**

### **2.1 Αφαλάτωση**

**Αφαλάτωση** είναι η διεργασία αφαίρεσης αλάτων από μια αλατούχα ουσία και κυρίως από αλατούχα ύδατα. Έτσι, κατ'επέκταση, η αφαλάτωση είναι μια μέθοδος ανάκτησης πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό, υφάλμυρα ποτάμια και λίμνες.

Εφαρμόζεται κυρίως σε περιοχές με ξηρό κλίμα, φτωχές σε πόσιμο νερό και με πρόσβαση όμως σε θαλασσινό νερό. Η αφαλάτωση άρχισε να αναπτύσσεται κατά τον 20ο αιώνα με την εμφάνιση λειψυδρίας σε πολλές περιοχές της Γης. Όπως είναι γνωστό το 97,3% περίπου των παγκόσμιων αποθεμάτων νερού βρίσκεται στη θάλασσα αναμεμιγμένο σε μεγάλες αναλογίες με διάφορα διαλυμένα άλατα σε τέτοια μορφή που η χρήση του, είτε ως πόσιμο, είτε ακόμα και για βιομηχανικές διεργασίες καθίσταται αδύνατη.<sup>8</sup>

Ιστορικά η ιδέα της αφαλάτωσης ανάγεται στους αρχαίους Έλληνες ναυτικούς που την εφαρμόζαν κατά τον 4ο π.Χ. αιώνα με την εξάτμιση του θαλασσινού νερού που την περιγράφει και ο Αριστοτέλης. Επίσης περιγραφή αφαλάτωσης αναφέρεται ως πραγματεία από Άραβα συγγραφέα του 8ου μ.Χ. αιώνα που βασίζεται στην απόσταξη του νερού.

Τον 18ο αιώνα, με την ανάπτυξη της ατμοπλοΐας, η αναγκαιότητα μεγάλης ποσότητας ύδατος στη χρήση των ατμομηχανών κατέστησε επιτακτική ανάγκη την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού ώστε να μη προκαλείται ταχύτερη διάβρωση των μηχανών. Το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας αφαλάτωσης νερού δόθηκε στην Αγγλία το 1869. Η σπουδαιότητα αυτής της ανακάλυψης φάνηκε από το γεγονός ότι τον ίδιο αμέσως χρόνο οι Άγγλοι εγκατέστησαν τη πρώτη μεγάλη μονάδα αφαλάτωσης θαλασσινού ύδατος στο Άντεν για τις ανάγκες του στόλου τους. Ο πρώτος μεγάλος εργοστασιακός σταθμός αφαλάτωσης θαλασσινού ύδατος για εμπορική και βιομηχανική χρήση εγκαταστάθηκε στην Αρούμπα (τότε Ολλανδικές Αντίλλες) το 1930.<sup>9</sup>

Η αφαλάτωση για παραγωγή πόσιμου νερού διακρίνεται κυρίως σε:

- **Αφαλάτωση υφάλμυρου νερού**
- **Αφαλάτωση εφάλμυρου νερού**

#### **2.1.1.Αφαλάτωση Υφάλμυρου νερού**

Όλα τα νερά που χρησιμοποιούνται για πότισμα, από οπουδήποτε και αν προέρχονται (πηγές, ποταμούς, υδατοφράκτες, γεωτρήσεις) περιέχουν πάντοτε ορισμένες ποσότητες διαλυτών αλάτων. Για το λόγο αυτό το νερό που χρησιμοποιείται για πότισμα θεωρείται η μεγαλύτερη πηγή αλάτων μέσα στο έδαφος.

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν ένα ιδιαίτερα ελκυστικό περιβάλλον, που προσφέρεται για την ανθρώπινη διαβίωση. Δεν αποτελεί επομένως παράδοξο το γεγονός, ότι συνήθως πρόκειται για πυκνοκατοικημένες περιοχές στις οποίες ο πληθυσμός ασχολείται με τη γεωργία, την κτηνοτροφία, την αλιεία, τη βιομηχανία, ενώ ακμάζει επίσης το εμπόριο και ο τουρισμός.

---

<sup>8</sup> Πηγή: [http://www.ternica.gr/?page\\_id=46](http://www.ternica.gr/?page_id=46)

<sup>9</sup> Πηγή: Αλεξάκης Α., Φύση και Πολιτισμός, 2003

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Όλοι οι παραπάνω τομείς της παραγωγής καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες γλυκού νερού, το οποίο συνήθως προέρχεται από τους υπόγειους υδροφορείς. Σημαντικός είναι και ο συνολικός όγκος του νερού, που χρησιμοποιείται για την ύδρευση των κατοίκων, ένα μέγεθος που, ειδικά το καλοκαίρι εξαιτίας του τουρισμού, αυξάνεται δραματικά. Η κατανάλωση των υδατικών πόρων, όταν γίνεται χωρίς ορθολογική διαχείριση των αποθεμάτων τους, οδηγεί σε υπεράντληση του νερού και υποβάθμιση της ποιότητάς του.

Η υπεράντληση των υδάτων στις παράκτιες περιοχές συνδέεται με τη διείσδυση της θάλασσας στους υπόγειους υδροφορείς, με αποτέλεσμα τη μετατροπή του γλυκού νερού σε υφάλμυρο. Η θάλασσα αυτή διείσδυση αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο που ονομάζεται υφαλμύρωση και πρόκειται στην πραγματικότητα για μία μορφή ρύπανσης των υπόγειων νερών.

Η υφαλμύρωση είναι ένα ιδιαίτερα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα, καθώς το υφάλμυρο νερό δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο. Ταυτόχρονα η απορρύπανσή του είναι μία διαδικασία εξαιρετικά χρονοβόρα, μιας και μπορεί να διαρκέσει ως και εκατοντάδες χρόνια. Το φαινόμενο αυτό έχει σοβαρό κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων που ζουν σε παραθαλάσσιες περιοχές.

Αφαλάτωση υφάλμυρου νερού εφαρμόζεται όταν η περιεκτικότητά των υπόγειων υδάτων (πηγάδια- γεωτρήσεις) σε άλατα είναι εκτός των ορίων του πόσιμου και παρουσιάζουν συνήθως άλατα νατρίου (αλμυρότητα) ή/και άλατα ασβεστίου και μαγνησίου (σκληρότητα).

Η δαπάνη κτήσης για σύστημα αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού προσεγγιστικά υπολογίζεται :

1. Για τις ανάγκες πόσιμου νερού μιας οικογένειας, από 1.200 μέχρι 3.000 ευρώ για κάθε κυβικό παραγόμενου νερού με κόστος παραγόμενου νερού περίπου 0,15 ως 2 ευρώ / m<sup>3</sup>.
2. Για τις ανάγκες πόσιμου νερού εστιατορίων, εξοχικών κέντρων, bar ξενοδοχείων κλπ. από 600 μέχρι 1.500 ευρώ για κάθε κυβικό μέτρο παραγόμενου νερού, ανά 24ωρο και κόστος παραγωγής 0,25 ως 0,5 ευρώ/ m<sup>3</sup>.

Για τις ανάγκες ενός εργοστασίου, ξενοδοχείου ή ενός Δήμου (πόσιμο, για γενική χρήση, για παραγωγή κ.λπ. πάνω από 100 m<sup>3</sup>/24ωρο), η δαπάνη κτήσης υπολογίζεται σε 200 ως 500 ευρώ για κάθε κυβικό μέτρο παραγόμενου νερού ανά 24ωρο και το κόστος παραγωγής από 0,15 ως 0,3 ευρώ ανά κυβικό μέτρο αφαλατωμένου νερού.<sup>10</sup>

### **2.1.2 Αφαλάτωση Εφάλμυρου νερού**

Το θαλασσινό νερό περιέχει αλάτι σε ποσοστό 3%. Σε περιπτώσεις άνυδρων περιοχών, η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με τη χρήση της τεχνολογίας μεμβρανών, είναι η περισσότερο διαδεδομένη και συμφέρουσα.

Η δαπάνη κτήσης για σύστημα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού προσεγγιστικά υπολογίζεται :

<sup>10</sup> Πηγή: <http://invenio.lib.auth.gr/record/100838>  
Πηγή: [www.hydromedia.gr](http://www.hydromedia.gr) > ... > Υδάτινοι πόροι



## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

1. Για τις ανάγκες μιας οικογένειας (πόσιμο και για χρήση) από 5.000 μέχρι 10.000 ευρώ ανά κυβικό μέτρο παραγόμενου νερού με κόστος παραγωγής 2 ως 5 ευρώ ανά κυβικό μέτρο νερού.
2. Για τις ανάγκες εστιατορίων, εξοχικών κέντρων, bar ξενοδοχείων κ.λπ. (πόσιμο και για χρήση) από 2.000 ως 3.500 ευρώ ανά κυβικό μέτρο παραγόμενου νερού, με κόστος παραγωγής 2 ως 4 ευρώ ανά κυβικό μέτρο νερού.
3. Για τις ανάγκες ενός εργοστασίου, ξενοδοχείου, Δήμου (πόσιμο, για γενική χρήση, για παραγωγή κ.λπ.), η δαπάνη κτήσης υπολογίζεται σε 800 ως 2.000 ευρώ για κάθε κυβικό μέτρο παραγόμενου νερού ανά 24ωρο και το κόστος παραγωγής από 0,35 ως 0,80 ευρώ ανά κυβικό μέτρο αφαλατωμένου νερού.

Οι αποκλίσεις στα κόστη που παρατηρούνται παραπάνω έχουν να κάνουν με την ανάγκη σε αφαλατωμένο νερό, από τη χημική σύσταση του υφάλμυρου νερού ή του θαλασσινού νερού καθώς και από το βαθμό αυτοματοποίησης του συστήματος.

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστεί με το αφαλατωμένο νερό είναι ο έλεγχος της συγκέντρωσης του Βορίου. Το όριο συγκέντρωσης του βορίου στα νερά, πάνω από το οποίο γίνεται επικίνδυνο, έχει οριστεί 0.5 mg/l (σύμφωνα με το WHO) - 1 mg/l (σύμφωνα με τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης ) νερού με τα επίπεδα στο περιβάλλον να είναι γενικά κάτω από αυτό το όριο. Χαρακτηριστική μέση τιμή για την Ευρώπη είναι τα 0,6 mg/l. Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι πιο ανεκτικός στα επίπεδα βορίου του νερού σε αντίθεση με τα φυτά που είναι πιο ευπαθή. Το ανώτατο όριο συγκέντρωσης του βορίου σε νερά που θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0.3 mg/l νερού.<sup>11</sup>

### **2.2 Αναγκαιότητα Αφαλάτωσης**

Η μείωση των βροχοπτώσεων, οι ακραίες μετεωρολογικές μεταβολές και η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων είναι μερικοί παράγοντες που οδήγησαν πολλές χώρες στον κόσμο σε αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ύδρευσης. Η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων, που θεωρείται από τα σημαντικότερα αίτια στο πρόβλημα της λειψυδρίας, οφείλεται στην υπερεκμετάλλευση του υπόγειου και του επιφανειακού υδροφόρου ορίζοντα, στην έλλειψη σχεδίου διαχείρισης, στην κακή υποδομή όσον αφορά στα δίκτυα ύδρευσης και αποθήκευσης νερού, αλλά και στην τάση για προσωρινές και μη αποτελεσματικές λύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, οι εναλλακτικές λύσεις που εφαρμόστηκαν, όπως λχ. η κατασκευή λιμνοδεξαμενών, δεν θεωρήθηκαν ικανές ή οικονομικά βιώσιμες για να αποτελέσουν τη λύση στο πρόβλημα της λειψυδρίας. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της μεταφοράς νερού με δεξαμενόπλοια στα ελληνικά νησιά που αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια τον πιο διαδεδομένο τρόπο παροχής νερού, γεγονός όμως που επιβαρύνει κατά πολύ το ταμείο του κράτους. Από αναφορές, στα ελληνικά νησιά το κόστος του νερού ανά κυβικό μέτρο κυμαίνεται από 2 έως 7 ευρώ, ενώ ποιοτικά δεν χαρακτηρίζεται ως πόσιμο. Επιπλέον, η διάθεσή του δεν είναι πάντα εφικτή είτε λόγω της αυξημένης ζήτησης ή είτε λόγω της αδυναμίας προσέγγισης των δεξαμενόπλοιων στα λιμάνια των μικρών νησιών. Παρ' όλα αυτά ακόμα και σήμερα θεωρείται από πολλούς ως η μοναδική λύση στο πρόβλημα της λειψυδρίας των ελληνικών νησιών. Η χρήση μονάδων αφαλάτωσης για την παραγωγή καθαρού νερού (πόσιμου ή αποσταγμένου) από υφάλμυρο ή θαλασσινό νερό είναι ίσως η πιο αξιόπιστη λύση στην ουσιαστική αντιμετώπιση της λειψυδρίας.

Ήδη αρκετές χώρες της Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής, όπως η Ισπανία, η Μάλτα και η Σαουδική Αραβία καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών τους σε νερό με τη χρήση συστημάτων αφαλάτωσης. Επιπλέον, χώρες όπως η Ινδία και η Κίνα που χαρακτηρίζονται

<sup>11</sup> Πηγή: [www.hydromedia.gr](http://www.hydromedia.gr) > ... > Υδάτινοι πόροι

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

---

από συνεχή πληθυσμιακή αύξηση και ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία, έχουν ξεκινήσει να επενδύουν δυναμικά σε μονάδες αφαλάτωσης για τη παραγωγή καθαρού νερού.<sup>12</sup>

Οφείλουμε να παρουσιάσουμε, όμως και την άλλη όψη του νομίσματος. Αν και κάποιος θα περίμενε ότι η αφαλάτωση εκμεταλλεύεται μια σχεδόν ανεξάντλητη πηγή και ό,τι έχει πολύ μικρό αντίκτυπο στο περιβάλλον, η πραγματικότητα είναι απέναντι. Το πρώτο σίγουρο είναι ότι η αφαλάτωση απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Όπως θα δείτε και στους αριθμούς, μια μονάδα αφαλάτωσης μπορεί να χρειαστεί την ενέργεια, που μπορεί να ηλεκτροδοτήσει 3,000 σπίτια. Δεν είναι τυχαίο ότι η αφαλάτωση ξεκίνησε να χρησιμοποιείται κυρίως στην Μέση Ανατολή όπου υπάρχει έλλειψη νερού αλλά άφθονη ενέργεια με την μορφή του πετρελαίου.

Η δεύτερη σημαντική επίπτωση είναι η τοπική διατάραξη του οικοσυστήματος. Με την απορρόφηση θαλασσινού νερού, απορροφούνται θαλάσσιοι μικροοργανισμοί και πλαγκτόν, μέχρι και μικρά ψάρια.

Η τρίτη επίπτωση είναι ότι τα υπολείμματα της αφαλάτωσης η άλμη, είναι μείγμα υψηλής αλατότητας, που όπου και αν εναποτεθεί επηρεάζει σημαντικά το τοπικό οικοσύστημα. Δεν μπορεί να ταφεί στην γη, διότι μπορεί να καταστρέψει τις καλλιέργειες. Αρκεί να θυμηθούμε ότι το μεγάλο πρόβλημα με ένα τσουνάμι, ή μια πλημμύρα της θάλασσας δεν είναι η πλημμύρα αυτή καθ' αυτή, αλλά το αλάτι που αφήνει πίσω της και καθιστά τα χωράφια άγονα για πάρα πολλά χρόνια.

Στην περίπτωση που τα υπολείμματα της αφαλάτωσης επιστρέφουν στην θάλασσα είναι πιθανό στην γύρω θαλάσσια περιοχή να αλλάξει η χημική σύσταση του θαλασσινού νερού με απρόβλεπτες συνέπειες για το τοπικό οικοσύστημα.

Για όλα τα παραπάνω βέβαια υπάρχουν λύσεις και παίρνονται μέτρα. Οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να προσφέρουν ενέργεια για τις ανάγκες της αφαλάτωσης, η μείωση της ταχύτητας απορρόφησης του θαλασσινού νερού δεν τραβάει μεγαλύτερα ψάρια, και η επιστροφή της άλμης με μεγάλη πίεση επιτρέπει την διάσπορά της σε μεγάλη έκταση, ελαττώνοντας την αλλαγή στην αλμυρότητα. Έχει παρατηρηθεί ότι 500 μέτρα από το σημείο επιστροφής των υπολειμμάτων δεν υπάρχει αλλαγή στην αλμυρότητα του νερού. Συμπερασματικά η αφαλάτωση είναι μια μέθοδος που μπορεί να προσφέρει σταθερή παροχή νερού ανεξάρτητα από το κλίμα και πρέπει να αναπτυχθεί και να επιδιωχθεί σαν λύση, όμως για το ορατό μέλλον είναι αδύνατο να καλύψει όλες τις ανάγκες ύδρευσης. Η αφαλάτωση δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να υποσκελίσει τις προσπάθειες για συγκράτηση του βρόχινου νερού, τον περιορισμό των διαρροών από το δίκτυο ύδρευσης και της εξοικονόμησης νερού στην αγροτική παραγωγή επιλέγοντας καλλιέργειες που δεν είναι υδροβόρες. 'μάννα εκ θαλάσσης' (για να απαντήσουμε στο αρχικό μας ερώτημα) δεν είναι.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>

Πηγή: [http://www.enthesis.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=115:enthes5592&catid=10:water&Itemid=4](http://www.enthesis.net/index.php?option=com_content&view=article&id=115:enthes5592&catid=10:water&Itemid=4)

<sup>13</sup> Πηγή: <http://ionianislands.greekliberals.net/101000104>

### **2.3 Μέθοδοι αφαλάτωσης**

Για την παραγωγή πόσιμου ή αρδευτικού αλλά και βιομηχανικού νερού, από θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό, έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι αφαλάτωσης. Οι μέθοδοι αυτές χωρίζονται κυρίως σε δύο κατηγορίες: στις μεθόδους εξάτμισης και στις μεθόδους μεμβρανών.

Πιο συγκεκριμένα :

1. Μέθοδοι εξάτμισης - Διύλιση
  - Multi-Stage Flash (MSF)
  - Multiple-Effect (MED | ME)
  - Συμπύκνωση ατμού
  - Εξαέρωση/Συμπύκνωση
2. Μέθοδοι με μεμβράνες
  - Ηλεκτρόλυση
  - Αντίστροφη όσμωση
  - Νανόφιλτρα
3. Πάγωμα
4. Διύλιση με μεμβράνες
5. Γεωθερμικά αφαλάτωση
6. Κρυσταλλοποίηση με υδρικό αιθάνιο
7. Υψηλής ποιότητας ανακύκλωση νερού

Μέθοδοι όπως η αντίστροφη όσμωση (Α/Ο) και η πολυβάθμια εκτόνωση (MSF) μέχρι σήμερα έχουν σημειώσει σημαντικό αριθμό εφαρμογών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η επιλογή μεθόδου αφαλάτωσης βασίζεται σε παράγοντες όπως η ποιότητα του νερού τροφοδοσίας, η απαιτούμενη ποιότητα του παραγόμενου νερού, το μέγεθος της μονάδας, η διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας, η διαθεσιμότητα του περιβάλλοντος χώρου, ο προϋπολογισμός της επένδυσης και ο απαιτούμενος χρόνος παράδοσης της μονάδας.

Παρ' όλο που όλες οι μέθοδοι αφαλάτωσης χαρακτηρίζονται ως ενεργοβόρες, με ενδεικτικές τιμές 15 kWh/κ.μ. για τις μονάδες VC ή καταναλώσεις που μπορεί να ξεπερνούν τις 20 kWh/κ.μ. για μονάδες MSF, η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης με τη χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας (energy recovery devices) έχει καταφέρει να μειώσει δραστικά την ενεργειακή της κατανάλωση περίπου στις 2,5 kWh/κ.μ. σε μεγάλες μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού. Για μονάδες που δεν κάνουν χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας οι ενεργειακές καταναλώσεις είναι της τάξεως των 5-8 kWh/κ.μ.

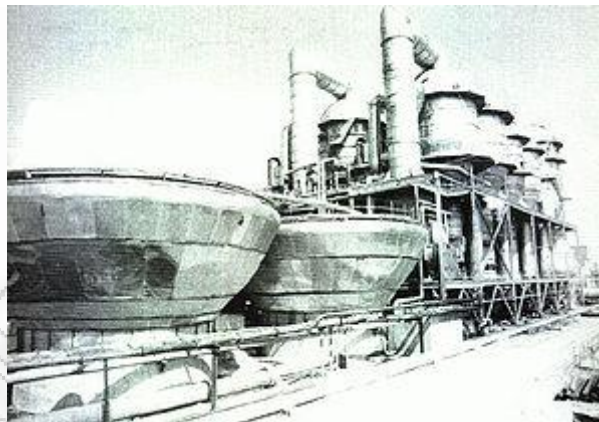
Η συνεχής εξέλιξη των μεμβρανών, η βελτίωση της απόδοσης των αντλιών, η χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας αλλά και η σωστή σχεδίαση και επιλογή υλικών, έχουν μειώσει δραστικά το κόστος του παραγόμενου νερού σε 0,75-1,5 ευρώ/κ.μ. για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού και σε λιγότερο από 0,5 ευρώ/κ.μ. για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού. Παρ' όλα αυτά το τελικό κόστος του παραγόμενου νερού κάθε μονάδας επηρεάζεται από τη λογική του "economies of scale" και από τοπικούς παράγοντες όπως το κόστος του ανθρώπινου δυναμικού, το κόστος χημικών, το κόστος μεταφοράς νερού, κλπ.

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το κόστος του παραγόμενου νερού είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται στο απορριπτό νερό (άλμη) από τις μονάδες αφαλάτωσης. Η μελέτη της θαλάσσιας περιοχής, η σωστή σχεδίαση του συστήματος απόρριψης (χρήση διανομέων άλμης (brine distributors), χρήση αγωγών νερού απόρριψης μεγάλου μήκους σε απόσταση από την ακτή, κλπ.) ενδέχεται να αυξήσουν κατά ένα ποσοστό το κόστος επένδυσης, όμως θεωρούνται απαραίτητα μέσα πρόληψης για τη θαλάσσια ισορροπία της περιοχής.

Η μέχρι σήμερα έρευνα και λειτουργία πιλοτικών συστημάτων έχουν αποδείξει ότι υπάρχουν τεχνολογίες που είναι αρκετά υποσχόμενες όσον αφορά στη δυνατότητα κάλυψης μιας περιοχής με νερό καλή ποιότητας σε κόστος συγκρίσιμο ή χαμηλότερο σε ορισμένες περιπτώσεις από άλλες πηγές νερού. Το πόσο εφικτός ή «πολλά υποσχόμενος» είναι ένας Συνδιασμός αφαλάτωσης με ΑΠΕ εξαρτάται από παραμέτρους όπως το δυναμικό ΑΠΕ (αιολικό δυναμικό, ηλιακό δυναμικό), η ποιότητα νερού τροφοδοσίας (υφάλμυρο ή θαλασσινό), η ενεργειακή κατανάλωση της μονάδας αφαλάτωσης, κλπ.

Από τις υπάρχουσες εφαρμογές το κόστος του παραγόμενου νερού από μονάδες αντίστροφης όσμωσης (Α/Ο) με ΑΠΕ κυμαίνεται από 2,5-10 ευρώ/κ.μ (Πίνακας 1). Σημειώνεται ότι το κόστος αυτό είναι ενδεικτικό εφόσον οι περισσότερες από τις εφαρμογές είναι μικρές πιλοτικές μονάδες και όχι μονάδες που λειτουργούν υπό πραγματικές συνθήκες. Το κόστος του παραγόμενου νερού ανά μονάδα κυβικού από τα συστήματα αφαλάτωσης με ΑΠΕ εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, όπως από τη διαθεσιμότητα του δυναμικού ΑΠΕ, την αγωγιμότητα του νερού τροφοδοσίας, το μέγεθος του συστήματος, το σχεδιασμό της μονάδας, κλπ.<sup>14</sup>



Εικόνα 4 : Η μονάδα αφαλάτωσης Σεβτσένκο BN350 στην Κασπία.

<sup>14</sup> Πηγή: [www.enthesis.net/index.php](http://www.enthesis.net/index.php)

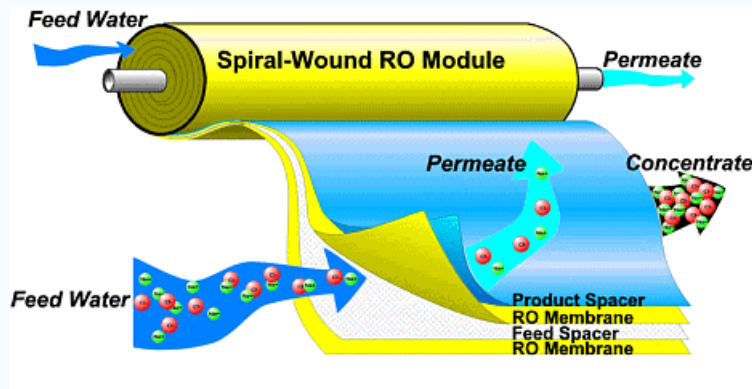
Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7>

## **2.4 Αντίστροφη Όσμωση**

Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με τη χρήση της τεχνικής της αντιστροφής ή ανάστροφης όσμωσης είναι πλέον μια δοκιμασμένη και αναγνωρισμένη τεχνολογία που μπορεί να παρέχει υψηλής ποιότητας νερό ύδρευσης.

Η αντίστροφη όσμωση πρωτοεφαρμόστηκε το 1962 για την αφαλάτωση του θαλασσίου ύδατος από το πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ. Χρειάστηκε να περάσουν πολλά χρόνια μέχρι τη δεκαετία του 90 που άρχισε να διαδίδεται και σε εφαρμογές αφαλάτωσης θαλασσίου και υφάλμυρου ύδατος στην ξηρά. Σήμερα είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος αφαλάτωσης παγκόσμια και υπολογίζεται μάλιστα ότι πάνω από 1 δισεκατομμύριο κάτοικοι του πλανήτη μας υδροδοτούνται με πόσιμο νερό που προέρχεται από εργοστάσια ανάστροφης όσμωσης.

Η τεχνική βασίζεται στην διέλευση του θαλασσινού νερού σε υψηλή πίεση μέσα από μεμβράνες που διαχωρίζουν το νερό εισόδου σε δυο κλάσματα. Το διήθημα (permeate), δηλαδή το νερό που διέρχεται από την μεμβράνη (30 - 40% του νερού εισόδου) και το συμπύκνωμα (concentrate) (60 - 70%), δηλαδή το νερό που δεν διέρχεται. Στο συμπύκνωμα παραμένει το 99.8% των αλάτων του διηθήματος. Το διήθημα είναι νερό υψηλής ποιότητας με εξαιρετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα κατάλληλο για φαρμακευτική και ιατρική χρήση, για ύδρευση, άρδευση και τις περισσότερες βιομηχανικές χρήσεις. Η μεμβράνη είναι εγκατεστημένη μέσα σε μία ειδική μεμβρανοθήκη από υλικό που αντέχει σε υψηλές πιέσεις και στη διάβρωση. Όλες οι μονάδες τροφοδοτούνται από ηλεκτροκίνητες αντλίες κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα και η πίεση ρυθμίζεται από ρυθμιστική βαλβίδα. Όλα τα παραπάνω μαζί με τον πίνακα ελέγχου είναι εγκατεστημένα επί ανοξείδωτης αυτοφερόμενης βάσης.<sup>15</sup>



Εικόνα 5 :Τα συστήματα ανάστροφης όσμωσης αποτελούνται συνήθως από 3 στάδια φίλτρανσης, την προφίλτραση, την ανάστροφη όσμωση και τη μετεπεξεργασία.

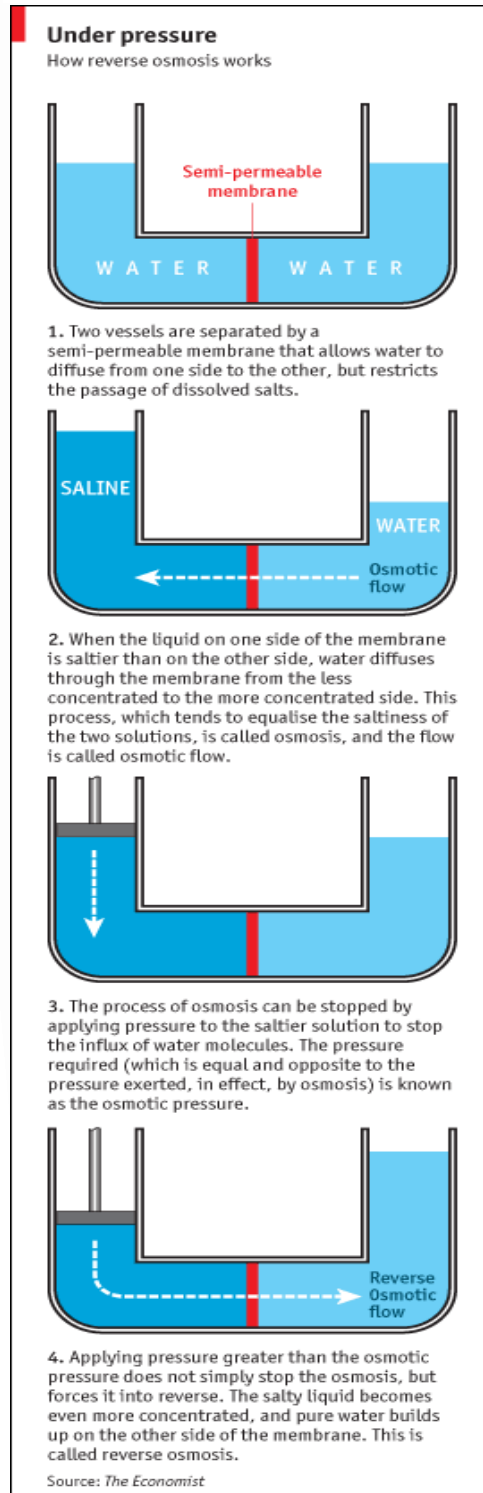
Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με τη χρήση της τεχνικής της αντιστροφής όσμωσης είναι πλέον μια δοκιμασμένη και αναγνωρισμένη τεχνολογία που μπορεί να παρέχει υψηλής ποιότητας νερό ύδρευσης. Με τη μέθοδο της Αντίστροφης Όσμωσης, η αφαλάτωση αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο φίλτρανσης υγρών. Ενώ τα συνηθισμένα συστήματα φίλτρανσης χρησιμοποιούν φίλτρα για την απομάκρυνση στερεών σωματιδίων από το νερό, η Αντίστροφη Όσμωση χρησιμοποιεί μεμβράνες για την απομάκρυνση των διαλυτών ορυκτών.

<sup>15</sup> Πηγή: [http://www.ternica.gr/?page\\_id=46](http://www.ternica.gr/?page_id=46)

Πηγή: <http://ionianislands.greekliberals.net/1010000104>

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Οι προηγμένες μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού αποτελούν την πλέον δόκιμη λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ποιότητας αλλά και της επάρκειας νερού σε δήμους, στη βιομηχανία και σε ξενοδοχειακές μονάδες.



Με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης (reverse osmosis) το θαλασσινό νερό οδηγείται υπό υψηλή πίεση μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης, η οποία συγκρατεί τα σωματίδια και το αλάτι, και περνά μόνο το πόσιμο νερό. Η πίεση που πρέπει να εφαρμοστεί, όπως γίνεται φανερό και από την ονομασία της τεχνολογίας πρέπει να είναι υπερβεί την οσμωτική πίεση της άλμης, η οποία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων του διαλύματος..

Η μέθοδος ονομάζεται έτσι γιατί αντιστρέφει την φυσική διαδικασία κατά την οποία όταν υγρό με αυξημένη αλμυρότητα βρεθεί σε επαφή μέσω μιας πορώδους μεμβράνης με υγρό ελαττωμένης αλμυρότητας, το καθαρό υγρό θα περάσει στην περιοχή υψηλής αλμυρότητας, ώστε στο τέλος η αλμυρότητα να εξισωθεί και από τις δύο πλευρές της μεμβράνης. Τέτοιες μεμβράνες υπάρχουν άφθονες στην φύση (οι μεμβράνες των κυττάρων είναι πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα), αλλά για να βρεθεί το κατάλληλο υλικό για τις μεμβράνες της αφαλάτωσης χρειάστηκε να περάσουν 40 χρόνια.

Η μέθοδος αυτή χρειάζεται λιγότερη ενέργεια και είναι πολύ πιο φθηνή από άλλες μεθόδους. Η μέθοδος της ανάστροφης όσμωσης, βελτιώνεται διαρκώς με νέες μεμβράνες οι οποίες αφήνουν περισσότερο καθαρό νερό να περάσει. Προς το παρόν μόνο το 50% του νερού από την διαδικασία παράγεται σαν καθαρό νερό. Το υπόλοιπο είναι νερό που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και θεωρούνταν υπόλειμμα (waste stream), αλλά νέες μέθοδοι το χρησιμοποιούν για να κινήσουν τουρμπίνες και να παράγουν ενέργεια ώστε να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες της αφαλάτωσης. Πριν μόλις δύο χρόνια εμφανίστηκαν μελέτες για μεμβράνες βασισμένες στην νανοτεχνολογία που μπορούν να επιτρέψουν μεγαλύτερα ποσοστά πόσιμου νερού να περάσουν.

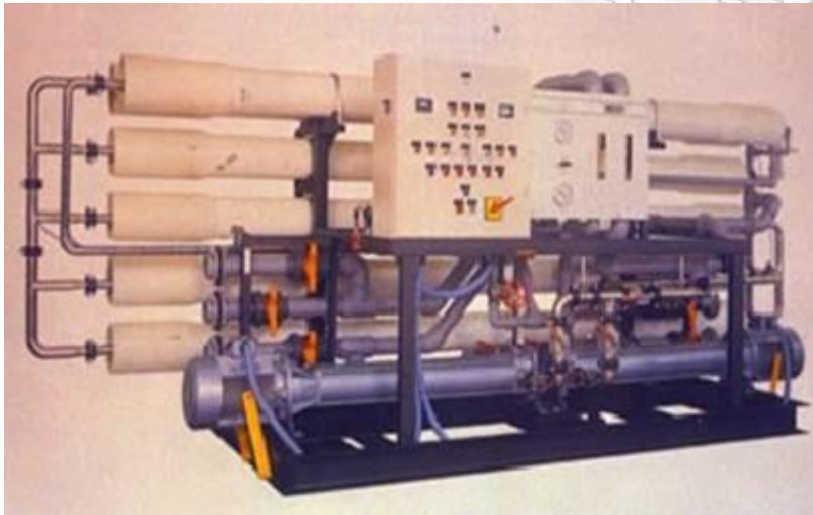
Όλες οι μέθοδοι αφαλάτωσης απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, γεγονός που καθιστά πολλές από αυτές δύσκολα εφαρμόσιμες. Όπως δείχνουν και οι αριθμοί, μια μονάδα αφαλάτωσης μπορεί να χρειαστεί την ενέργεια, που μπορεί να ηλεκτροδοτήσει 3,000 σπίτια. Δεν είναι τυχαίο ότι η αφαλάτωση ξεκίνησε να χρησιμοποιείται κυρίως στην Μέση Ανατολή όπου υπάρχει έλλειψη νερού αλλά άφθονη ενέργεια με την μορφή του πετρελαίου. Είναι πολύ σημαντικό λοιπόν που η μέθοδος την αντίστροφης όσμωσης είναι λιγότερο ενεργοβόρα μέθοδος.

Διάγραμμα 2 : Απεικόνιση και επεξήγηση της διαδικασίας της αντίστροφης όσμωσης.

## **2.5 Εφαρμογές Αντίστροφης Όσμωσης**

Τα ολοκληρωμένα συστήματα της αντίστροφης όσμωσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις παρακάτω περιπτώσεις<sup>16</sup>:

- Πόσιμο νερό (οικισμοί, ξενοδοχεία κ.λ.π.)
- Παραγωγή νερού τροφοδοσίας για χαμηλής και υψηλής πίεσης λέβητες
- Παραγωγή νερού για βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρονικών κυκλωμάτων
- Παραγωγή νερού διάλυσης χημικών
- Άρδευση
- Γεωργία
- Παραγωγή πάγου
- Απομάκρυνση ραδιενεργών ιόντων από το νερό ψύξης
- Βαφεία
- Θερμοκήπια
- Πλυντήρια Αυτοκινήτων



Εικόνα 6 : Μονάδα αντίστροφης Όσμωσης για επεξεργασία αποϊονισμένου νερού.

Μερικοί από τους λόγους που η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης έχει επικρατήσει για την αφαλάτωση θαλασσινού και υφάλμυρου νερού είναι η αξιοπιστία της σε όλο το εύρος μεγεθών (από μερικά λίτρα έως χιλιάδες κυβικά μέτρα την ημέρα), η σχετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, η συμπαγής και "modular" κατασκευή της και ο σχετικά μικρός χρόνος κατασκευής της σε σχέση με άλλες μεθόδους.

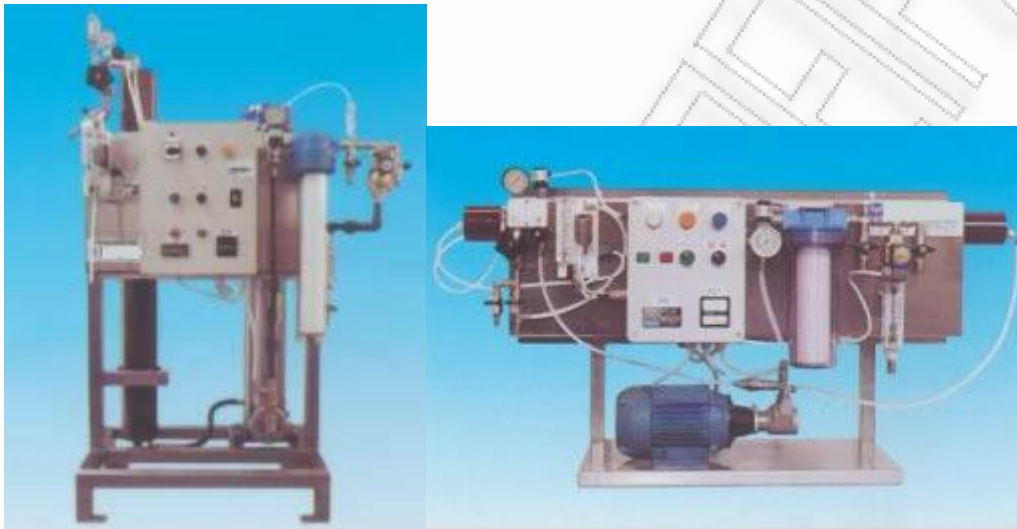
Οι περισσότερες από τις υπάρχουσες εφαρμογές συνδυάζουν την τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης (Α/Ο) με την ηλιακή (χρήση φωτοβολταϊκών, Φ/Β) και την αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτριες, Α/Γ). Επίσης ένας σημαντικός αριθμός εφαρμογών αφορά στο συνδυασμό ηλιακών θερμικών συστημάτων με τεχνολογίες εξάτμισης και κυρίως με την τεχνολογία πολλαπλής εξάτμισης ατμών (MED). Ελάχιστες εφαρμογές αφορούν στο συνδυασμό των υπόλοιπων τεχνολογιών, αιολική ενέργεια με μηχανική συμπίεση ατμών (MVC), φωτοβολταϊκά με ηλεκτροδιάλυση, ηλιακά θερμικά με εξάτμιση πολλαπλών σταδίων (MSF) και γεωθερμία με τεχνολογία πολλαπλής εξάτμισης ατμών (MED).

<sup>16</sup> Πηγή: [http://www.ternica.gr/?page\\_id=46](http://www.ternica.gr/?page_id=46)

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**



Εικόνα 7 : Σύστημα αντίστροφης όσμωσης για την παραγωγή πόσιμου νερού από εφάλμυρο νερό έως και 7.000 ppm TDS



Εικόνα 8 : Σύστημα αντίστροφης όσμωσης για την παραγωγή πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό έως και 46.000 ppm TDS

Η απαίτηση των τεχνολογιών αφαλάτωσης για σταθερή ισχύ και συνεχή λειτουργία προϋποθέτει ιδιαίτερο σχεδιασμό και χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας στα αυτόνομα συστήματα. Για τη μείωση του κόστους έχουν γίνει προσπάθειες για την αποφυγή της χρήσης συσσωρευτών που εξασφαλίζουν την παροχή σταθερής ισχύος στη μονάδα αφαλάτωσης αλλά και την αποθήκευση ενέργειας στα αυτόνομα συστήματα. Συστήματα που αναπτύχθηκαν και λειτούργησαν χωρίς τη χρήση αποθήκευσης ενέργειας δεν έχουν αποδείξει ακόμη την επίδοσή τους.

Το ΚΑΠΕ, το 2001, στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος, ανέπτυξε ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα αντίστροφης όσμωσης για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού. Το σύστημα αποτελείται από μονάδα Α/Ο με δυνατότητα ωριαίας παραγωγής πόσιμου νερού 130 λίτρα, ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 900 W, φωτοβολταϊκό σύστημα 3,96 kWp, ρυθμιστές φόρτισης, συσσωρευτές ενέργειας και δυο μετατροπείς ισχύος. Στο πλαίσιο του έργου αναπτύχθηκε επίσης λογισμικό πρόγραμμα για την παρακολούθηση και τη λειτουργία του συστήματος εξ αποστάσεως. Το σύστημα λειτουργεί από το 2001 με επιτυχία και με στόχο τη διάδοση και προώθηση τέτοιων συστημάτων σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές. Η μονάδα έχει εγκατασταθεί στο Αιολικό Πάρκο του ΚΑΠΕ στην Κερατέα.

Στην Ελλάδα, δύο από τις πιο πρόσφατες εφαρμογές αφορούν στην ανάπτυξη και εγκατάσταση συστημάτων αντίστροφης όσμωσης με ΑΠΕ στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητας (Μέτρο 6.3 και Μέτρο 4.5). Συγκεκριμένα, το πρώτο έργο αφορά στη σχεδίαση και εγκατάσταση μονάδας Α/Ο θαλασσινού νερού, ημερήσιας παραγωγής 2x1000 κ.μ. στη Μήλο. Μια ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 850 kW



## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

συνδεδεμένη στο δίκτυο παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια στη μονάδα αφαλάτωσης. Από σχετική αναφορά, η ενεργειακή κατανάλωση της μονάδας Α/Ο κυμαίνεται στις 2,23-2,5 kWh/κ.μ. λόγω της χρήσης συστήματος ανάκτησης ενέργειας και αντλιών υψηλής απόδοσης. Όπως επίσης αναφέρεται, το κόστος για την προμήθεια του πόσιμου νερού από τη μονάδα αφαλάτωσης στον τελικό αποδέκτη ανέρχεται στα 1,8 ευρώ/κ.μ. (για 10 έτη με τιμαριθμική προσαρμογή) συμπεριλαμβανομένου του κόστους υποδομής και της εγκατάστασης της μονάδας Α/Ο και της Α/Γ.

Το δεύτερο έργο αφορά στη σχεδίαση και κατασκευή μιας πιλοτικής πλωτής μονάδας Α/Ο με Α/Γ και Φ/Β. Η καινοτόμα αυτή μονάδα έχει εγκατασταθεί στη νήσο Ηρακλειά, με σκοπό τη δοκιμαστική λειτουργία της και την κάλυψη μέρους των αναγκών νερού του νησιού. Η μονάδα Α/Ο έχει ονομαστική δυναμικότητα παραγωγής νερού 3,3 κ.μ./ώρα. Το σύστημα είναι αυτόνομο και καλύπτει τις ενεργειακές του απαιτήσεις κυρίως από μια Α/Γ ονομαστικής ισχύος 30 kW. Το κόστος του παραγόμενου νερού αναμένεται να είναι υψηλό λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής του συστήματος πλεύσης αλλά και του αναμενόμενου κόστους συντήρησης του.

Επίσης το 2008, στο πλαίσιο του Κοινοτικού έργου ADIRA (No ME8/AIDCO/2001/0515/59610) τέθηκαν σε λειτουργία 9 μονάδες αντίστροφης ώσμωσης σε συνδυασμό με Φ/Β, οι οποίες λειτουργούν υπό πραγματικές συνθήκες και καλύπτουν βασικές ανάγκες σε πόσιμο νερό σε απομακρυσμένες περιοχές στο Μαρόκο, την Ιορδανία, και την Τουρκία.

Όσον αφορά μεγαλύτερα συστήματα Α/Ο σε συνδυασμό με ΑΠΕ και την παράλληλη σύνδεσή τους με το ηλεκτρικό δίκτυο, πέραν των εφαρμογών που ήδη υπάρχουν, πρέπει να αναφερθεί ότι στην αγορά υπάρχουν πλέον εμπορικές εταιρίες που παρέχουν ολοκληρωμένα συστήματα αφαλάτωσης με ΑΠΕ. Οι πρώτες πραγματικές εφαρμογές σε μεγάλη κλίμακα, καθώς και τα αποτελέσματά τους αναμένονται τα επόμενα χρόνια.<sup>17</sup>



Εικόνα 9 : Το εσωτερικό μιας μονάδας αφαλάτωσης αναστροφής όσμωσης στην Κύπρο<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Πηγή: <http://www.open-resource-project.org/gnosi/WET/documents/analytika/RO-technology.pdf>

<sup>18</sup> Πηγή: [International Desalination Association](http://www.international-desalination-association.org/)

## **2.6 Εφαρμογές αφαλάτωσης παγκοσμίως**

Από το 1970 άρχισαν να τίθενται σε λειτουργία μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις αφαλάτωσης στις ΗΠΑ, στη Ρωσία, στο Μεξικό, στην Μέση Ανατολή, σε παράλιες χώρες όπως είναι η Σαουδική Αραβία (24% της παγκόσμιας χρήσης), το Κουβέιτ, η Αίγυπτος αλλά και το Ισραήλ. Στον δυτικό κόσμο ο μεγαλύτερος χρήστης της μεθόδου είναι η Ισπανία, όπου ξεκίνησε μαζική χρήση αφαλάτωσης στα Κανάρια Νησιά. Το μεγαλύτερο εργοστάσιο αφαλάτωσης της Ευρώπης βρίσκεται σήμερα στο Καρμπονέρας της Νότιας Ισπανίας.

Στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος, μια εναλλακτική εφαρμογή των συστημάτων αφαλάτωσης, όσον αφορά στις ενεργειακές τους καταναλώσεις, είναι ο Συνδυασμός τους με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Ο Συνδυασμός των δύο τεχνολογιών είναι τεχνικά εφικτός και έχει πλέον αρκετές εφαρμογές παγκοσμίως. Η πλειονότητα των εφαρμογών αυτών αφορά σε μικρές, αυτόνομες πιλοτικές μονάδες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο εθνικών ή κοινοτικών προγραμμάτων. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί παγκοσμίως πάνω από 100 εφαρμογές Συνδυασμού των δύο τεχνολογιών για την αφαλάτωση θαλασσινού και υφάλμυρου νερού. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές αυτές είναι "custom designed", για συγκεκριμένες περιοχές και κάνουν χρήση κυρίως ηλιακής και αιολικής ενέργειας για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Οι προηγμένες μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού αποτελούν την πλέον δόκιμη λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ποιότητας αλλά και της επάρκειας νερού σε δήμους, στη βιομηχανία και σε ξενοδοχειακές μονάδες.

### ➤ Στην Ελλάδα

Η αφαλάτωση στην Ελλάδα δεν χρησιμοποιείται ευρέως. Πολλοί θεωρούν ότι θα ήταν μια χρήσιμη μέθοδος για τα πολύ ξηρά ελληνικά νησιά στις Κυκλάδες, τα οποία σήμερα υδροδοτούνται με υδροφόρα πλοία. Πάντως σχετικά μικρές μονάδες αφαλάτωσης έχουν ήδη εγκατασταθεί στη Σύρο, στη Νίσυρο, στην Αίγινα και αλλού.



Εικόνα 10 : Η οικολογική μονάδα αφαλάτωσης της Ίου

Με μονάδες αφαλάτωσης προσπαθούν τα νησιά του Αιγαίου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της λειψυδρίας.

Οι μονάδες αφαλάτωσης έχουν τη δυνατότητα να προμηθεύουν με καλής ποιότητας πόσιμο νερό, όμως έχουν και αρνητικά σημεία, αφού επιβαρύνουν το περιβάλλον με ρύπους όταν η

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

παραγωγή ενέργειας γίνεται με συμβατικές μεθόδους, ενώ αλλοιώνουν το θαλάσσιο περιβάλλον με τη διάθεση της άλμης.

Οι χώρες που έχουν αναπτύξει την τεχνολογία της αφαλάτωσης είναι η Σαουδική Αραβία, η Ισπανία και οι ΗΠΑ, ενώ υπολογίζεται ότι και στις τρίτες χώρες παράγονται τουλάχιστον ένα δισεκατομμύριο κυβικά με αυτή τη μέθοδο. Στην Ελλάδα, μονάδες αφαλάτωσης λειτουργούν ήδη σε νησιά των Κυκλάδων με θετικά αποτελέσματα.

Παράδειγμα προς μίμηση αποτελεί η Ίος, αφού στο νησί λειτουργεί ήδη μία μονάδα από το 2000 ενώ υπάρχουν σχέδια για άλλη μία. Παράλληλα δημιουργείται υβριδικό πάρκο για αφαλάτωση με ανεμογεννήτριες. Ανάλογο έργο που θα λειτουργεί με καθαρές πηγές ενέργειας σχεδιάζεται και για τη Μήλο.

### ➤ Στην Κύπρο

Η Μονάδα Αφαλάτωσης Δεκέλειας κατασκευάστηκε και λειτουργεί από τον Απρίλιο του 1997 και έχει δυναμικότητα 40.000 m<sup>3</sup>/ ημέρα. Η Μονάδα αυτή εξυπηρετεί τις υδρευτικές ανάγκες της Ελεύθερης περιοχής Αμμοχώστου και μέρος των αναγκών της Λάρνακας και της Λευκωσίας. Η Μονάδα από τον Ιούλιο του 2008 επεκτάθηκε κατά 10.000 m<sup>3</sup>/ημέρα και επεκτείνεται για να αυξήσει την παραγωγή της κατά ακόμα 10.000 m<sup>3</sup> /ημέρα τον Απρίλιο 2009, ούτως ώστε η συνολική παραγωγή να αυξηθεί στις 60.000 m<sup>3</sup>/ημέρα. Η Μονάδα Αφαλάτωσης Λάρνακας λειτούργησε τον Μάιο 2001 και έχει δυναμικότητα 52.000 κυβικά μέτρα νερού την ημέρα. Και αυτή η Μονάδα αναβαθμίστηκε ούτως ώστε από τον Ιανουάριο 2009 παράγει επιπλέον 10.000 m<sup>3</sup>/ημέρα αυξάνοντας την παραγωγή στις 62.000 m<sup>3</sup>/ημέρα.



Εικόνα 11 : Μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο

### ➤ Στον υπόλοιπο κόσμο

**Τις μεγαλύτερες επενδύσεις** θα πραγματοποιήσει το Ισραήλ, ενώ στην Αλγερία θα κατασκευαστεί η μεγαλύτερη σε όλο τον κόσμο μονάδα αφαλάτωσης που θα προσφέρει 500.000 κυβικά μέτρα νερού την ημέρα.

## **2.7 Βόριο**

Το βόριο είναι το χημικό στοιχείο με σύμβολο B και ατομικό αριθμό 5. Είναι το πρώτο μέλος και το μοναδικό αμέταλλο στοιχείο της IIIA (13) ομάδας του περιοδικού πίνακα των στοιχείων. Παρουσιάζει αρκετές αλλοτροπικές μορφές, που όλες είναι στερεές. Το άμορφο βόριο έχει μορφή καφέ σκόνης, ενώ το κρυσταλλικό είναι μαύρο και πολύ σκληρό (έχει σκληρότητα 9,13/12 στην κλίμακα Mohs).

Είναι στερεό, είτε κρυσταλλικό είτε άμορφο, με χημικές ιδιότητες που το κατατάσσουν στην ιδιαίτερη ομάδα των μεταλλοειδών, δηλαδή χημικών στοιχείων που άλλοτε συμπεριφέρονται ως μέταλλα και άλλοτε ως αμέταλλα.

Στη φύση δεν ανευρίσκεται ποτέ ελεύθερο παρά σε ενώσεις με άλλα χημικά στοιχεία κυρίως με τη μορφή του ορυκτού βόρακα (τετραβορικό νάτριο).

Το όνομα του βορίου (boron) υποδεικνύει την κυριότερη πηγή του (βόρακας) και την συγγενεία του με τον άνθρακα: bor(ax + carb)on.

Το στοιχειακό βόριο χρησιμοποιείται ως πρόσθετο στη βιομηχανία των ημιαγωγών, ενώ οι ενώσεις του βορίου χρησιμοποιούνται στην υαλουργία για την παρασκευή ειδικών τύπων γυαλιού (pyrex, υαλοβάμβακας), στη παρασκευή απορρυπαντικών, εντομοκτόνων, ελαφρών δομικών υλικών με εφαρμογή στην αεροναυπηγική, καθώς και ως αντιδραστήρια στη συνθετική Χημεία.

Το βόριο είναι ένα απαραίτητο διατροφικό στοιχείο για τα φυτά, αν και όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο έδαφος γίνεται τοξικό. Επίσης, ως υπεριχνοστοιχείο είναι απαραίτητο για την καλή υγεία των αρουραίων και ορισμένων άλλων θηλαστικών, αν και ο φυσιολογικός του ρόλος στα ζώα είναι πενιχρά ακόμη κατανοητός.

Το βόριο μπορεί να γίνει πολύ τοξικό και για τον άνθρωπο, επιδρά πάνω στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ενώ παρατεταμένη πρόσληψη μπορεί να οδηγήσει σ' ένα κλινικό σύνδρομο που είναι γνωστό σαν βορισμός.

Το χημικό στοιχείο βόριο είναι μη-τοξικό ενώ και οι πιο συνηθισμένες ενώσεις του έχουν χαμηλή τοξικότητα. Το ημερήσιο ανεκτό όριο πρόσληψης για το βόριο έχει οριστεί στα 0,4 mg/kg σωματικού βάρους ενώ υπολογίζεται ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη βορίου κυμαίνεται από 1,5 – 1,9 mg την ημέρα πολύ χαμηλότερα από το παραπάνω όριο. Η κύρια πηγή πρόσληψης είναι μέσω της διατροφής (1,2 mg την ημέρα) και ιδιαίτερα από τα φρούτα, λαχανικά, όσπρια και καρύδια. Αντίθετα, τα γαλακτοκομικά, τα ψάρια, το κρέας και τα δημητριακά περιέχουν πολύ λίγο βόριο.

Για τα φυτά το βόριο είναι βασικό θρεπτικό συστατικό σε μικρές ποσότητες, με την βέλτιστη ποσότητα να διαφέρει σε κάθε φυτό. Παίζει σημαντικό ρόλο στα κύτταρα των φυτών και συγκεκριμένα στην κυτταρική διαίρεση, στο μεταβολισμό και στην κυτταρική μεμβράνη. Συνήθως υπάρχει μια στενή περιοχή βέλτιστης συγκέντρωσης βορίου στα φυτά. Κάτω από αυτήν παρουσιάζονται συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου αυτού και πάνω από αυτή γίνεται τοξικό.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF>

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

### **2.8 Επιπτώσεις Υψηλών Συγκεντρώσεων Βορίου σε Αφαλατωμένα Ύδατα**

Το βόριο, σε αντίθεση με το νάτριο, αποτελεί βασικό θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη των διαφόρων καλλιεργειών, αλλά σε πολύ μικρή ποσότητα. Έτσι, μια σχετικά μικρή συγκέντρωση βορίου στο νερό άρδευσης, μπορεί να είναι τοξική σε ορισμένες ευαίσθητες στο βόριο καλλιέργειες. Για παράδειγμα, νερό με περιεκτικότητα βορίου 1 ppm αναμένεται να δημιουργήσει προβλήματα στα εσπεριδοειδή, ενώ το ίδιο νερό θεωρείται κατάλληλο για άρδευση πολλών άλλων καλλιεργειών, όπως είναι οι πατάτες, οι ντομάτες και το τριφύλλι. Για το λόγο αυτό νερό με την ίδια περιεκτικότητα σε βόριο, για τη μια καλλιέργεια μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ακατάλληλο και για μια άλλη σαν κατάλληλο. Ο Πίνακας 3 δείχνει την αντοχή των διαφόρων καλλιεργειών σε βόριο.

Πίνακας 3: Κατάταξη των φυτών βάση της αντοχής τους σε αλατότητα, χλώριο και βόριο.

<b>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>Ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού ποτίσματος χωρίς μείωση παραγωγής (dS/m)</b>	<b>Συγκέντρωση Χλωρίου στο νερό άρδευσης χωρίς μείωση παραγωγής (μ.σ.ε)</b>	<b>Μέγιστη συγκέντρωση Βορίου στο εδαφικό διάλυμα χωρίς μείωση παραγωγής (μ.σ.ε)</b>
<b>ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b>			
ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΕΣ	1,10	180-500	0,50-0,75
ΓΚΡΕΪΠΦΟΥΤ	1,20	180-500	0,50-0,75
ΑΜΠΕΛΙΑ	1,00	450-900	0,50-0,75
ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ	1,00	150-600	0,50-0,75
ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	1,10	150-600	0,50-0,75
ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΕΣ	1,20	150-600	0,50-0,75
ΧΡΥΣΟΜΗΛΙΕΣ	1,00	150-600	0,50-0,75
ΕΛΙΕΣ	3,00		0,75-2,00
ΡΟΔΙΕΣ	3,00		0,75-2,00
ΦΟΙΝΙΚΙΕΣ	2,70		6,00-8,00
ΣΥΚΙΕΣ	3,00		0,75-2,00
<b>ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ</b>			
ΚΡΙΘΑΡΙ	5,30		1,00-2,00
ΣΙΤΑΡΙ	4,00		1,00-2,00
ΦΙΣΤΙΚΙΑ	2,10		0,75-1,00
<b>ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ</b>			
ΤΡΙΦΥΛΛΙ	2,50	500	4,00-6,00
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	1,10		
<b>ΛΑΧΑΝΙΚΑ</b>			
ΦΡΑΟΥΛΑ	0,70	250	0,75-1,00
ΦΑΣΟΛΙΑ	0,70	250	0,75-1,00
ΚΡΑΜΠΙΑ	1,20	350	2,00-3,00
ΜΑΡΟΥΛΙΑ	0,90	250	1,00-2,00
ΠΙΠΕΡΙΑ	1,00	350	1,00-2,00
ΠΑΤΑΤΕΣ	1,10	350	1,00-2,00
ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΑ	1,20	350	2,00-3,00
ΑΓΓΟΥΡΑΚΙΑ	1,70	600	1,00-2,00
ΝΤΟΜΑΤΕΣ	1,70	600	4,00-6,00
ΚΟΛΟΚΥΘΑΚΙΑ	3,20	900	2,00-4,00
ΠΕΠΟΝΟΕΙΔΗ	2,50		2,00-4,00

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

ΚΡΕΜΜΥΔΙΑ	0,80	250	0,50-1,00
ΚΑΡΟΤΑ	0,70	250	1,00-2,00
ΑΓΚΙΝΑΡΕΣ			2,00-4,00
ΣΠΑΡΑΓΓΙΑ	2,80		6,00-10,00

Τα συμπτώματα τοξικότητας βορίου παρουσιάζονται πρώτα στα παλιά φύλλα σαν κιτρινίσματα, κηλίδες ή περιφερειακές ξηράνσεις των άκρων των φύλλων. Με την πάροδο του χρόνου οι χλωρώσεις και οι ξηράνσεις συνήθως προχωρούν στο εσωτερικό των φύλλων μεταξύ των νεκρώσεων.<sup>20</sup>

Πίνακας 4 : Κατηγορίες αρδευτικού νερού σε σχέση με την περιεκτικότητα σε Βόριο και την αντοχή των καλλιεργειών σ' αυτό.

Ποιότητα Νερού	Ομάδες φυτών		
	Ευπαθή (ppm)	Μετρίως ανθεκτικά (ppm)	Ανθεκτικά (ppm)
Άριστη	<0.33	<0.67	<1.00
Πολύ καλή	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
Καλή	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
Κακή	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
Χείριστη	>1.25	>2.50	>3.75

Πίνακας 5 : Ταξινόμηση των καλλιεργειών από πλευράς αντοχής στη συγκέντρωση Βορίου.

Ευπαθή φυτά	Μετρίως Ανθεκτικά φυτά	Ανθεκτικά φυτά
Αχλαδιά	Ηλιάνθος	Αρμυρίκι
Μηλιά	Πατάτα	Σπαράγγι
Αμπέλι	Βαμβάκι	Τεύτλα
Κερασιά	Ντομάτα	Μηδική
Ροδακινιά	Ελιά	Κρεμμύδι
Βερικοκιά	Κριθάρι	Λάχανο
Πορτοκαλιά	Καλαμπόκι	Μαρούλι
Λεμονιά	Βρώμη	Καρότο

Έχουν προταθεί από ερευνητές και οργανισμούς συστήματα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού προκειμένου να γίνεται ποιοτικός έλεγχος των αφαλατωμένων υδάτων πριν την χρήση τους. Το σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα πλησιάζοντας την γενική αναγνώριση. Τα κυριότερα συστήματα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού είναι:

1. Ο Scofield (1936) πρότεινε ένα σύστημα που περιλαμβάνει τους δείκτες: αλατότητα. Νάτριο, Χλώριο, και Θειικά.
2. Σύστημα των Wilcox και Magistad (1943)  
Οι Wilcox και Magistad πρότειναν την ταξινόμηση που φαίνεται στον Πίν. 3 χρησιμοποιώντας ως δείκτες την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, το περιεχόμενο Νάτριο (%), και τη συγκέντρωση του Χλωρίου και του Βορίου.
3. Σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ (1954)

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Στο σύστημα αυτό διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες: C1, C2, C3, και C4 για την ολική συγκέντρωση αλάτων και S1, S2, S3, S4. για τις αντίστοιχες τιμές του S.A.R.

Πίνακας 6 : Σύστημα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού κατά Wilcox και Magistad.

Κατηγορία	I	II	III
Δείκτες	Άριστη μέχρι Καλή	Καλή μέχρι επιζήμια	Επιζήμια μέχρι ακατάλληλη
Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC στους 25 °C.μmho/cm)	<1000	1000-3000	>3000
Νάτριο, (%)	<60	60-75	>75
Χλώριο, (meq/lit)	<5	5-10	>10
Βόριο, (ppm)	<0.5	0.5-2	>2

### 4. Σύστημα Doneen

Κατά το σύστημα Doneen (1958) ο κίνδυνος αλατώσεως εκτιμάται όχι με την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα αλλά με μια ποσότητα που ονομάζεται "ενεργός αλατότητα" (effective salinity, ES) και εκφράζεται συνήθως σε meq/lit:. Κατά την θεωρία της "ενεργού αλατότητας" το ανθρακικό ασβέστιο, το ανθρακικό μαγνήσιο και το θειικό ασβέστιο δεν πρέπει να περιλαμβάνονται στον προσδιορισμό της ολικής αλατότητας λόγω της μικρής των διαλυτότητας. Συνεπώς αυτά αφαιρούνται από το σύνολο των αλάτων με αποτέλεσμα να προσδιορίζεται η ενεργός αλατότητα.

Σύμφωνα με το σύστημα Doneen οι δείκτες για την κατάταξη του αρδευτικού νερού είναι η ενεργός αλατότητα και οι συνθήκες στράγγισης του εδάφους.

### 5. Χημική Ανάλυση

Σχετικά με την χημική ανάλυση που εξακολουθεί κατά κύριο λόγο να χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του αρδευτικού νερού έχει επικρατήσει η άποψη να υπολογίζονται οι ακόλουθες επτά ποσότητες (Christiansen et al, 1977):

- Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, EC
- Εκατοστιαίο ποσοστό Νατρίου, Na(%)
- Λόγος προσροφήσεως Νατρίου, SAR
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Χλώριο, Cl –
- Ενεργός αλατότητα, ES
- Βόριο

Έξι κατηγορίες αρδευτικού νερού προτείνονται σε σχέση με τους παραπάνω δείκτες που εφαρμόζονται χωριστά. Τα άνω όρια κάθε κατηγορίας που προέρχονται από πολλές βιβλιογραφικές πηγές παρουσιάζονται στον Πιν.4.

Πίνακας 7 : Κατηγορίες ποιότητας νερού (Christiansen et al, 1977)

Κατηγορία	EC(mmho/cm)	Na <sup>+</sup> (%)	SAR	NaCO <sub>3</sub> (meq/lit)	Cl <sup>-</sup> (meq/lit)	ES (meq/lit)	B (ppm)
1	0.5	40	3	0.5	3	4	0.5
2	1.0	60	6	1.0	6	8	1.0
3	2.0	70	9	2.0	10	16	2.0
4	3.0	80	12	3.0	15	24	3.0
5	4.0	90	15	4.0	20	32	4.0
6	>4,0	>90	>15	>4.0	>20	>32	>4.0

#### Νεότερες Απόψεις

Παρά τη χρησιμότητα της ταξινόμησης του αρδευτικού νερού χρησιμοποιώντας 1,2 ή περισσότερα κριτήρια εντούτοις δεν είναι εύκολο πάντα να αποφανθεί κανείς για την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού χωρίς να λάβει υπόψη του τις καλλιέργειες, το κλίμα, το έδαφος, τις συνθήκες στραγγίσεως, την διαχείριση του αρδευτικού νερού την υπάρχουσα τεχνολογία μεταφοράς νερού και αρδεύσεων ως και τους σχετικούς οικονομικούς παράγοντες. Γενικά η καταλληλότητα του νερού για άρδευση είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που δεν μπορεί πάντα να λύνεται απ' ευθείας και μονοσήμαντα. Αν για παράδειγμα οι ανάγκες αρδεύσεως είναι μεγάλες και το διαθέσιμο νερό κρίνεται ακατάλληλο για ένα υπό μελέτη έργο σύμφωνα με τα κριτήρια ενός συστήματος ταξινομήσεως, δεν σημαίνει ότι γι' αυτό τον λόγο η αγροτική ανάπτυξη της περιοχής θα διακοπεί.

Σ' αυτήν την περίπτωση εξετάζονται άλλες εναλλακτικές λύσεις όπως π.χ. η υιοθέτηση διαφορετικής διαχείρισης του νερού ή ακόμα και η αλλαγή των καλλιεργειών και η υιοθέτηση άλλων ανθεκτικότερων στη παρουσία του συστατικού που δημιουργεί το πρόβλημα. Αν προς την κατεύθυνση αυτή δεν υπάρχει πρόσφορη λύση μπορεί να μελετηθεί και η βελτίωση του νερού με διάφορες μεθόδους εφόσον κρίνεται οικονομικά εφικτό.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Πηγή: Γ. Τσακίρης, 2004



## **ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ**

### **3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Στην παρούσα διπλωματική στόχος μας είναι να γίνει μία διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο. Χρησιμοποιώντας τα ποιοτικά στοιχεία του θαλασσινού νερού της μονάδας που λειτουργεί στο Σούνιο για να καλύψει τις ανάγκες ενός ξενοδοχείου και η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 27/04/2009 και φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 8, και θεωρώντας δεδομένο ότι η μέθοδος που θα εφαρμοστεί για την αφαλάτωσή του είναι η αντίστροφη όσμωση θέλουμε να εκτιμήσουμε την επίδραση των εξείς παραγόντων στην τελική συγκέντρωση Βορίου του προϊόντος μας :

1. Θερμοκρασία τροφοδοσίας
2. pH τροφοδοσίας
3. Πίεση λειτουργίας της μονάδας

Πίνακας 8 : Χημική Ανάλυση νερού τροφοδοσίας

Όνομασία στοιχείου	Περιεκτικότητα στο νερό τροφοδοσίας (mg/l as Ion)
NH <sub>4</sub>	0.00
K	70.00
Na	13500.00
Mg	1520.00
Ca	460.00
Sr	2.00
Ba	0.10
CO <sub>3</sub>	27.98
HCO <sub>3</sub>	154.07
NO <sub>3</sub>	1.99
Cl	24352.22
F	0.20
SO <sub>4</sub>	2236.22
SiO <sub>2</sub>	3.00
Boron (≤5,00 ppm)	4.51
CO <sub>2</sub>	0.60
TDS (αλατότητα)	42348.30
pH	8.10

Για την εκτίμηση της συγκέντρωσης του βόριου στο τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα **ROSA της εταιρείας DOW**, που είναι και κορυφαία εταιρεία στις εφαρμογές αφαλάτωσης. Τα αποτελέσματα θα προκύψουν συναρτήσει των χαρακτηριστικών της τροφοδοσίας και των οικονομικών στοιχείων. Τέλος θα εξεταστεί και η πιθανότητα συνδυασμού περισσότερων του ενός συστήματος αφαλάτωσης με επαναχρησιμοποίηση του απορριπτόμενου υφάλμυρου που σχηματίζεται από την πρώτη αφαλάτωση για την βελτίωση της παροχής της δεύτερης αφαλάτωσης.

#### **4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Το πρόγραμμα που εκτελείται βασίζεται σε μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς και των προβλημάτων που μπορεί να παρουσιαστούν σε συστήματα μεμβρανών αντίστροφης ώσμωσης. Τα μοντέλα είναι βεβαίως μόνο αναπαραστάσεις μίας πραγματικότητας και ίσως δίνουν αβέβαια αποτελέσματα λόγω έλλειψης επαρκούς γνώσης αστάθμητων παραγόντων.

##### **4.1. Περιγραφή Προγράμματος ROSA της εταιρείας DOW**

Το πρόγραμμα ROSA (Reverse Osmosis System Analysis - Ανάλυση Συστημάτων Αντίστροφης Όσμωσης) είναι ένα περιεκτικό εργαλείο εφαρμοσμένης μηχανικής μεμβρανών για το σχέδιο συστημάτων και την αξιολόγηση της υπάρχουσας απόδοσης εγκαταστάσεων.

Το πρόγραμμα ROSA τρέχει με βάση ένα σχεδιαστικό μοντέλο που υπολογίζει την απόδοση των στοιχείων FILMTEC και συστημάτων μεμβρανών. Χρησιμοποιεί την ονομαστική ροή προϊόντων και τις τιμές των ποσοτήτων των απορριπτόμενων αλάτων για να υπολογίσει την απόδοση και την ανάκτηση αφαλατωμένου ύδατος. Δεν προβλέπει ακριβώς την απόδοση των τομέων δεδομένου ότι η απόδοση κάθε μεμβράνης θα ποικίλει λίγο, αλλά παρέχει μια καλή εκτίμηση αυτό της απόδοσης των συστημάτων μεμβρανών σας.

Το πρόγραμμα ROSA 7.0.1 που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διπλωματική περιλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως:

- ✓ Δυνατότητα επισκόπησης του σχεδιαζόμενου συστήματος και λεπτομερή έκθεση για το σύστημα αυτό που να συμπεριλαμβάνει ποσότητες όπως : η καταναλισκόμενη ενέργεια και ισχύς και η ωσμωτική πίεση.
- ✓ Τμήμα διαμόρφωσης: Η επιλογή Συνδυασμού έχει προστεθεί και για τα ενιαία και για τα διπλά συστήματα μεμβρανών.
- ✓ Την εντολή EVA (Element Value Analysis Ανάλυση Αξίας Στοιχείων) που υπολογίζει σε ένα λογιστικό φύλλο (spreadsheet) του Excel τα οικονομικά στοιχεία δύο συστημάτων μεμβρανών και επιτρέπει στον χρήστη να τα συγκρίνει.
- ✓ Υπολογισμό της βέλτιστης παροχής θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού καθώς και τον όγκο του παραγόμενου νερού/μονάδα επιφάνειας/ώρα.
- ✓ Δείκτες όπως ο Langelier για τον υπολογισμό της τάσης εναπόθεσης αλάτων και την εκτίμηση του ρυθμού φραγής των μεμβρανών.
- ✓ Διορθωτικό Παράγοντα για τα Χλωριούχα.

## **5. ΑΝΑΛΥΣΗ**

Το σύστημα που θα εξετάσουμε θα περιλαμβάνει 4 δοχεία πίεσης με 6 μεμβράνες έκαστο, δηλαδή 24 μεμβράνες στο σύνολο.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν έντονα το Βόριο είναι η θερμοκρασία και το pH. Συγκεκριμένα όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας τόσο χαμηλότερη είναι και η περιεκτικότητα του Βορίου στο τελικό μας προϊόν ενώ αντίθετα όσο υψηλότερο είναι το pH του προς αφαλάτωση θαλασσινού νερού τόσο καλύτερο ποιοτικά θα είναι το προϊόν της επεξεργασίας μας. Η θερμοκρασία της θάλασσας ανάλογα με την εποχή που γίνεται η δειγματοληψία μπορεί να κυμαίνεται από 14 έως 28 °C και το pH της από 7 έως 8.

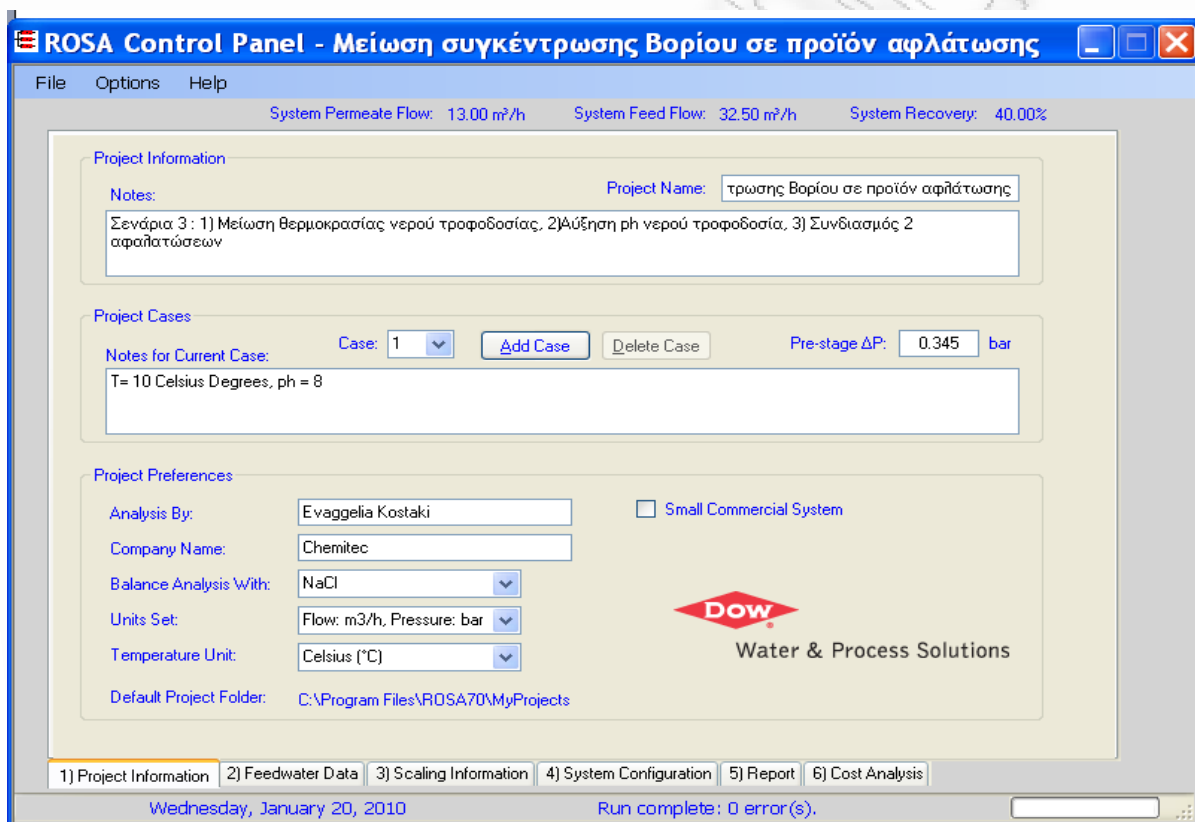
Τα σενάρια που θα εξετάσουμε είναι :

- Σενάριο 1 : Ψύξη του νερού τροφοδοσίας με εναλλάκτη πριν την εισαγωγή του στο σύστημα μεμβρανών. Είναι μία συμφέρουσα πρόταση και ως επένδυση αλλά και όσον αφορά το προϊόν που προκύπτει τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Με την μέθοδο της ψύξης του νερού τροφοδοσίας αυξάνεται η συγκέντρωση των απορριπτόμενων αλάτων και παράγεται περισσότερο προϊόν, καλύτερο ποιοτικά με χαμηλότερη συγκέντρωση σε Βόριο. Θα εξεταστεί λοιπόν η θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας ως ένας παράγοντας σε εύρος 15 - 25 °C, ώστε η ψύξη να είναι εφικτή οικονομικά, λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμοκρασία της Θάλασσας κυμαίνεται 17 - 28 °C. Υπάρχει πιθανότητα να καταλήξουμε σε άλλο σενάριο για τους χειμερινούς μήνες και σε άλλο για τους καλοκαιρινούς, δεδομένου ότι πρέπει να σκεφτούμε και πως θα αξιοποιηθεί το παραγόμενο θερμό νερό που θα προκύπτει.
- Σενάριο 2 : Αύξηση του pH με προσθήκη καυστικής σόδας, μέθοδος που μειώνει την συγκέντρωση του Βορίου στο τελικό προϊόν αλλά αυξάνει τον δείκτη Langelier. Ο δείκτης Langelier αντιπροσωπεύει την εναπόθεση  $\text{CaCO}_3$  στις μεμβράνες, συνεπώς γίνεται κατανοητό ότι όσο αυξάνεται ο δείκτης αυτός τόσο ταχύτερα φράζουν οι μεμβράνες και μειώνεται ο χρόνος ζωής τους. Αύξηση του pH θα μπορούσε να επιτευχθεί και με προσθήκη αντιθαλατοτικού, το οποίο όμως είναι ένα ακριβό προϊόν και η πρόταση αυτή θα εξεταστεί με αυστηρό έλεγχο κόστους. Οι τιμές του pH που θα εξετάσουμε θα είναι 8 - 9, εφόσον ο παράγοντας Langelier σε υψηλά pH ικανοποιεί την συνθήκη  $L \leq +2.3$ , σε συνδιασμό με τις διάφορες τιμές θερμοκρασίας που έχουμε να προτείνουμε. Είναι προφανές ότι η λύση που θα προτείνουμε τελικά ως πιο αποτελεσματική και συμφέρουσα μπορεί να απαιτεί και ψύξη του νερού τροφοδοσίας και αύξηση του pH.
- Σενάριο 3: Συνδιασμός δύο συστημάτων αφαλάτωσης. Αυτή η τρίτη πρόταση αποσκοπεί στο να μειωθεί το TDS ( **Total Dissolved Solids** ή αλλιώς αλατότητα / συνολικά διαλυμένα στερεά) της τροφοδοσίας κατά την δεύτερη αφαλάτωση. Φυσικά σε αυτή την περίπτωση ως τροφοδοσία θα έχουμε πια υφάλμυρο νερό.

### 5.1 Μέθοδος Δοκιμή και Σφάλμα στο Πρόγραμμα ROSA της εταιρείας DOW

Θα παρουσιαστούν πρώτα από όλα τα βήματα της εκτέλεσης του προγράμματος.

✓ Βήμα 1ο : Η πρώτη καρτέλα που μας ανοίγει το πρόγραμμα έχει την ονομασία Project Information, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω και συμπληρώνουμε στοιχεία της εργασίας μας όπως ονομασία, σημειώσεις κλπ. Σημαντικό είναι να προσέξουμε να θέσουμε σωστά τις μονάδες μέτρησης που μας ζητούνται ως Unit set και Temperature Unit όπως επίσης και να θέσουμε ως διορθωτικό παράγοντα το NaCl ώστε να μας διορθώσει την περιεκτικότητα των αλάτων που υπολογίζεται από το πρόγραμμα ότι είναι η σωστή.



Εικόνα 12 : Project Information, καρτέλα 1η του προγράμματος Rosa

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

✓ Βήμα 2ο : Στην δεύτερη καρτέλα με ονομασία Feedwater Data εισάγουμε την χημική ανάλυση του νερού τροφοδοσίας μας καθώς επίσης και τις τιμές των μεταβλητών παραγόντων που θα εξετάσουμε της Θερμοκρασίας και του pH.

**ROSA Control Panel - Μείωση συγκέντρωσης Βορίου σε προϊόν αφλάτωσης**

File Options Help

System Permeate Flow: 13.00 m<sup>3</sup>/h System Feed Flow: 32.50 m<sup>3</sup>/h System Recovery: 40.00%

Water Type: Seawater (Open Intake) SDI < 5

Feed Percentage: 100.0 (%) Feed Number: 1 Feed Streams: 1

Ions	mg/l	ppm CaCO <sub>3</sub>	meq/l	Total Conc.(mg/l)
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	0	0.000	0.000	0.00
Potassium (K)	70	89.509	1.790	70.00
Sodium (Na)	12650	27511.960	550.239	12650.00
Magnesium (Mg)	1520	6252.057	125.041	1520.00
Calcium (Ca)	460	1147.705	22.954	460.00
Strontium (Sr)	2	2.283	0.046	2.00
Barium (Ba)	0.1	0.073	0.001	0.10
Carbonate (CO <sub>3</sub> )	206.24	343.680	6.874	206.24
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )	146.34	119.941	2.399	146.34
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	1.89	1.524	0.030	1.89
Chloride (Cl)	23131	32622.060	652.441	23131.00
Fluoride (F)	0.5	1.316	0.026	0.50
Sulfate (SO <sub>4</sub> )	2124	2212.500	44.250	2124.00
Silica (SiO <sub>2</sub> )	3	n.a.	n.a.	3.00
Boron (B)	4.56	n.a.	n.a.	n.a.

System Temp: 25.0 °C System pH: 9.0

Total Dissolved Solids: 40341.3 mg/l

Charge Balance: Cations: 700.07, Anions: 706.27, Balance: -6.19

Note: Any changes in raw feedwater composition will affect scaling calculations. Please review scaling calculations.

Εικόνα 13 : Feedwater Data, καρτέλα 2η του προγράμματος Rosa

✓ Βήμα 3ο : Στην Τρίτη καρτέλα με την ονομασία Scaling Information επεξεργαζόμαστε στοιχεία της τροφοδοσίας και πιο συγκεκριμένα το pH. Η έρευνα που ακολουθεί στηρίζεται και στην μεταβολή του pH, η οποία επιτυγχάνεται με προσθήκη NaOH στην τροφοδοσία ή και στο 2<sup>ο</sup> πέρασμα στις αντίστοιχες περιπτώσεις. Με την καρτέλα αυτή υπολογίζουμε τις απαραίτητες ποσότητες NaOH, το κόστος του πρόσθετου χημικού συστατικού και άλλους παράγοντες όπως την μεταβολή του δείκτη Langelier, που υποδεικνύει το χρόνο βιωσιμότητας των μεμβρανών με κριτήριο την διάβρωση που υφίστανται από διάφορους παράγοντες.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

System Permeate Flow: 13.00 m<sup>3</sup>/h    System Feed Flow: 32.50 m<sup>3</sup>/h    System Recovery: 40.00%

Scaling Calculations Options

- No chemicals added
- User-adjusted pH
- Ion-exchange softening

Antiscalants are required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

	Feed	Adj. Feed	Concentrate
pH	8.0	8.2	8.42
LSI	0.899	1.079	1.733
Stiff & Davis Index	-0.094	0.086	0.564
TDS (mg/l)	40.149	40.167	66.944
Ionic Strength (molal)	0.830	0.830	1.423
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	146.340	139.686	232.909
CO <sub>2</sub> (mg/l)	0.894	0.539	0.539
CO <sub>3</sub> (mg/l)	13.754	20.771	34.618
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.57	29.38
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.84	233.73	440.86
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.77
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.61	2.32	3.38
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	1.31	6.06

Ion-exchange Leakage

Ca Leakage: 0.1 (mg/L)  
Mg Leakage: 0 (mg/L)

Recovery and Temperature

Recovery: 40.00 (%)  
Temperature: 15.0 °C

User-adjusted pH

Dosing Chemical: NaOH  
pH: 8.2 GO  
Concentrate S&DSI: 0.564 GO

1) Project Information    2) Feedwater Data    3) Scaling Information    4) System Configuration    5) Report    6) Cost Analysis

Thursday, April 15, 2010    Run complete: 0 error(s).

Εικόνα 14 : Scaling Information, καρτέλα 3η του προγράμματος Rosa

✓ Βήμα 4<sup>ο</sup>: Στην συνέχεια προχωρούμε στην τέταρτη και πιο σημαντική καρτέλα για τα αποτελέσματα που θα προκύψουν που ονομάζεται System Configuration. Εισάγουμε στο σύστημα το ποσοστό ανάκτησης που επιθυμούμε (35 – 45% ορίζεται ως ένα καλό εφικτό ποσοστό) και τα χαρακτηριστικά της μονάδας μας. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε ένα σύστημα με 4 δοχεία πίεσης και 6 μεμβράνες σε κάθε δοχείο, δηλαδή συνολικά 24 μεμβράνες. Στο πλαίσιο System Configuration βλέπουμε μια γραφική αναπαράσταση του συστήματος. Το γραμμικό σύστημα θα εξεταστεί για τα σενάρια μεταβολής pH και Θερμοκρασίας νερού τροφοδοσίας ενώ για το σενάριο με το συνδυασμό 2 συστημάτων αφαλάτωσης παρουσιάζεται μια διακλαδωμένη αναπαράσταση 2 συστημάτων, όπου στο 2<sup>ο</sup> σύστημα αφαλάτωσης θα έχουμε δύο στάδια καθ' ένα από τα οποία θα περιλαμβάνει 1 δοχείο πίεσης με 6 μεμβράνες.

System Permeate Flow: 13.00 m<sup>3</sup>/h    System Feed Flow: 32.50 m<sup>3</sup>/h    System Recovery: 40.00%

No. Passes: 1    Current Pass: 1

Dosing Chemical: None    Adjusted pH: None

Configuration for Pass 1

Stages in Pass: 1    Permeate Flow: 13.00 m<sup>3</sup>/h    Recirculation Loops: Blend Permeate (None m<sup>3</sup>/h)

Fouling Factor: 0.85    Recovery: 40.00 %    Pass 1 Conc to Pass 1 Feed (None m<sup>3</sup>/h)

Operating Temp: 10.0 °C    Feed Flow: 32.50 m<sup>3</sup>/h    Pass 2 Conc to Pass 1 Feed (None m<sup>3</sup>/h)

Permeate Flux: 14.58 l/mh

Configuration for Stage 1 in Pass 1

Stage in Pass: Stage 1    ISD: ?    System Configuration

Feed Pressure: None bar    Pump Efficiency: 80.0 %

Boost (2-pass): Calc    Back Pressure: None bar

Same back pressure for all stages:     Pressure vessels in each stage: 4

Elements in each vessel: 6

Total elements in stage: 24

Products: SW30HRLE-400    Specs

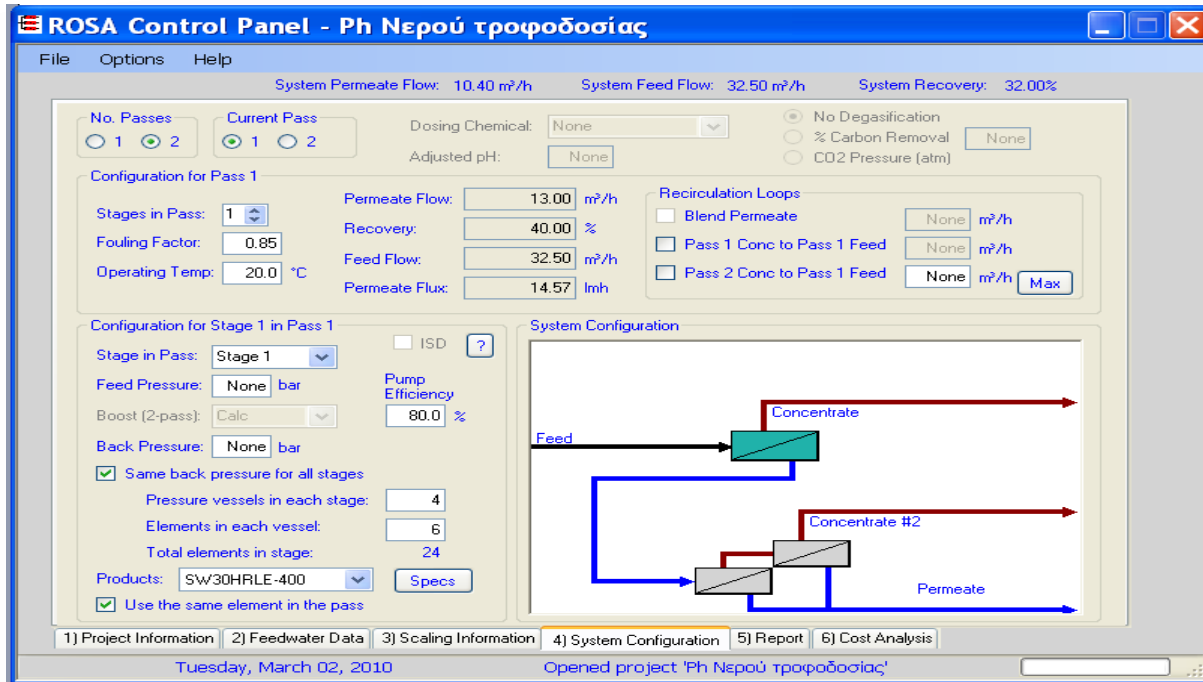
Use the same element in the pass:

1) Project Information    2) Feedwater Data    3) Scaling Information    4) System Configuration    5) Report    6) Cost Analysis

Wednesday, January 20, 2010    Run complete: 0 error(s).

Εικόνα 15 : System Configuration, καρτέλα 4η του προγράμματος Rosa για το απλό γραμμικό σύστημα αφαλάτωσης.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.



Εικόνα 15 : System Configuration, καρτέλα 4η του προγράμματος Rosa για την περίπτωση του συνδυασμού 2 συστημάτων αφαλάτωσης.

✓ Βήμα 5ο : Πατώντας στην 5η καρτέλα του προγράμματος με την ονομασία Report το σύστημα μας δίνει αναφορές σαν αυτές που θα δούμε παρακάτω στις οποίες προκύπτουν αποτελέσματα για την χημική ανάλυση του παραγόμενου νερού, καθώς επίσης και βελτιστοποιούνται παράμετροι όπως ο ρυθμός διέλευσης του νερού ανά μονάδα επιφάνειας ανά ώρα (Permate Flux), ο ρυθμός τροφοδοσίας (Feed Flow) κλπ. Τέλος η 6η καρτέλα μας δίνει την οικονομική ανάλυση της κάθε μεθόδου που επίσης θα εξετάσουμε παρακάτω.

### 5.1.1. Σενάριο 1 : Μεταβολή της Θερμοκρασίας του Νερού Τροφοδοσίας.

### 5.1.2. Σενάριο 2: Μεταβολή του pH του Νερού Τροφοδοσίας.

Τις δύο αυτές περιπτώσεις θα τις εξετάσουμε συνδυαστικά. Στο παράρτημα παρατίθενται αναλυτικά όλα τα report όπως προκύπτουν από την εκτέλεση του προγράμματος. Επεξεργαζόμενοι τις αναφορές του συστήματος προκύπτει η συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί.

Ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν από την εκτέλεση του προγράμματος ROSA.

Πίνακας 9 : Παρουσίαση και Ανάλυση αποτελεσμάτων απλού γραμμικού συστήματος.

Στοιχεία τροφοδοσίας			Προστιθέμενη ποσότητα καυστικής σόδας (NaOH) σε mg/l	Συγκέντρωση Βορίου σε mg/ion	Ποιότητα αφαλατωμένου ύδατος για καλλιέργειες		
T (°C)	pH <sub>αρχικό</sub>	pH <sub>τελικό</sub>			Ευπαθή φυτά	Μετρίως ευπαθή φυτά	Ανθεκτικά φυτά
15	8	8	-	0,49	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
20	8	8	-	0,65	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη <sup>22</sup>
25	8	8	-	0,85	Καλή	Πολύ καλή	Άριστη <sup>23</sup>
15	8	8.2	4,37	0,47	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
20	8	8.2	5,12	0,62	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8.2	5,98	0,81	Καλή	Πολύ καλή	Άριστη <sup>24</sup>
15	8	8.4	10,30	0,44	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
20	8	8.4	11,97	0,58	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8.4	13,78	0,74	Καλή	Πολύ καλή	Άριστη <sup>25</sup>

<sup>22</sup> Προτεινόμενη λύση

<sup>23</sup> Απορρίπτεται

<sup>24</sup> Απορρίπτεται

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

15	8	8.6	18,02	0,40	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
20	8	8.6	20,64	0,52	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
<b>25</b>	<b>8</b>	<b>8.6</b>	<b>23,38</b>	<b>0,67</b>	<b>Καλή</b>	<b>Πολύ καλή</b>	<b>Άριστη<sup>26</sup></b>
15	8	8.8	27,43	0,35	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
20	8	8.8	30,82	0,48	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8.8	34,21	0,57	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη <sup>27</sup>
15	8	9	37,96	0,30	Άριστη	Άριστη	Άριστη <sup>28</sup>
20	8	9	41,73	0,38	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη

Η τελευταία περίπτωση, που εξετάστηκε, σύμφωνα με την οποία προβλεπόταν τροφοδοσία νερού θερμοκρασίας 25 °C και pH 9 απορρίπτεται διότι ο περιορισμός για τον παράγοντα Langelier σε υψηλά pH που προβλέπει ότι  $L \leq +2.2$ , παραβιάζεται οριακά. Συνεπώς η αύξηση του pH είναι εφικτή μέχρι την τιμή 9.

Οι βέλτιστες λύσεις που προκύπτουν είναι: 1<sup>ov</sup> το νερό τροφοδοσίας να εισάγεται στο σύστημά μας με  $T=15$  °C,  $pH=9$  με προσθήκη NaOH 37,96 mg/l ώστε το προϊόν που προκύπτει να έχει συγκέντρωση σε Βόριο Boron=0.30mg/I, 2<sup>ov</sup> το νερό τροφοδοσίας να εισάγεται στο σύστημά μας με  $T=20$  °C,  $pH=8$  ώστε το προϊόν που προκύπτει να έχει συγκέντρωση σε Βόριο Boron=0.45mg/I και 3<sup>ov</sup> το νερό τροφοδοσίας να εισάγεται στο σύστημά μας με  $T=25$  °C και  $pH=8.8$  με προσθήκη NaOH 27,43 mg/l ώστε το προϊόν που προκύπτει να έχει συγκέντρωση σε Βόριο Boron=0.45mg/I.

Προτιμάται το σενάριο με  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25$  °C, διότι όπως αναφέρεται και παρακάτω στην οικονομική ανάλυση το κόστος ψύξης του νερού είναι πολύ μεγάλο. Όπως γίνεται εμφανές επιτυγχάνεται μόνο σε μια περίπτωση η συνθήκη της άριστης ποιότητας νερού άρδευσης για τα ευπαθέστερα φυτά όπου Boron  $\leq 0.33$  mg/i. Οι περιπτώσεις όπου Boron  $\geq 0.67$  πρέπει να απορριφθούν για να εξασφαλίσουμε πολύ καλή ποιότητα νερού για τα ευπαθή φυτά και άριστη ποιότητα για τα μετρίως ευπαθή.

### 5.1.3. Συνδυασμός δύο συστημάτων αφαλάτωσης.

Στα προς εξέταση σενάρια του συνδυασμού δύο συστημάτων αφαλάτωσης, δεν συμπεριλαμβάνεται το σενάριο που απορρίφθηκε παραπάνω, λόγω του παράγοντα Langelier, διότι όπως γίνεται κατανοητό στην περίπτωση των δύο συστημάτων αφαλάτωσης σε συνδυασμό, το 1<sup>o</sup> στάδιο-σύστημα έχει τα ίδια χαρακτηριστικά ποιότητας προϊόντος με το απλό γραμμικό σύστημα που εξετάστηκε παραπάνω.

#### Περίπτωση 1<sup>η</sup> : Χωρίς ενδιάμεση έκχυση σόδας

Κατόπιν επεξεργασίας των αναφορών του συστήματος προκύπτει η συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί.

Πίνακας 10 : Παρουσίαση και Ανάλυση αποτελεσμάτων συνδυασμού δύο συστημάτων χωρίς ενδιάμεση έκχυση σόδας.

Στοιχεία τροφοδοσίας			Προστιθέμενη ποσότητα καυστικής σόδας (NaOH) σε mg/l	Συγκέντρωση Βορίου σε mg/ion	Ποιότητα αφαλατωμένου ύδατος για καλλιέργειες		
T (°C)	pH <sub>αρχικό</sub>	pH <sub>τελικό</sub>			Ευπαθή φυτά	Μετρίως ευπαθή φυτά	Ανθεκτικά φυτά
15	8	8	-	0,29	Άριστη	Άριστη	Άριστη <sup>29</sup>

<sup>25</sup> Απορρίπτεται

<sup>26</sup> Απορρίπτεται

<sup>27</sup> Προτεινόμενη λύση

<sup>28</sup> Προτεινόμενη λύση



## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

20	8	8	-	0,45	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8	-	0,65	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	8,2	4,38	0,28	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	8,2	5,13	0,46	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8,2	5,98	0,60	Πολύ Καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	8,4	10,30	0,26	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	8,4	11,97	0,39	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8,4	13,78	0,55	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	8,6	18,02	0,23	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	8,6	20,64	0,34	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	8,6	23,38	0,48	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	8,8	27,43	0,19	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	8,8	30,82	0,27	Άριστη	Άριστη	Άριστη <sup>30</sup>
25	8	8,8	34,21	0,38	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	9	37,96	0,13	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	9	41,73	0,20	Άριστη	Άριστη	Άριστη
25	8	9	45,33	0,27	Άριστη	Άριστη	Άριστη <sup>31</sup>

Η τελευταία περίπτωση γίνεται οριακά δεκτή διότι ο περιορισμός για τον παράγοντα Langelier σε υψηλά pH προβλέπει ότι  $L \leq +2.2$ .

Η παραπάνω ανάλυση μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε ότι η βέλτιστη τροφοδοσία για προϊόν με την χαμηλότερη δυνατή περιεκτικότητα σε Βόριο ( $Boron_{min}=0.13mg/i$ ) προβλέπει ιδιότητες νερού :  $T=15\text{ }^{\circ}C$ ,  $pH=9$ . Καθίσταται επίσης σαφές ότι τις προϋποθέσεις της Παγκόσμιας κοινότητας, για να χαρακτηριστεί το προϊόν μας ως άριστα ποιοτικώς για οποιαδήποτε καλλιέργεια, ικανοποιούν πιο εφικτά και σίγουρα πιο οικονομικά σενάρια. Συνεπώς οι προτεινόμενες λύσεις είναι: 1<sup>ov</sup>  $T=15\text{ }^{\circ}C$ ,  $pH=8$  ώστε το προϊόν που προκύπτει να έχει συγκέντρωση σε Βόριο  $Boron=0.29mg/I$ , 2<sup>ov</sup>  $T=20\text{ }^{\circ}C$ ,  $pH=8,8$  και συγκέντρωση σε Βόριο  $Boron=0.27mg/I$  και 3<sup>ov</sup>  $T=25\text{ }^{\circ}C$ ,  $pH=9$  και  $L_{max}=2.2$  και συγκέντρωση σε Βόριο  $Boron=0.27mg/I$ .

Όπως γίνεται εμφανές επιτυγχάνεται σε περισσότερες από μία περιπτώσεις η συνθήκη της άριστης ποιότητας νερού άρδευσης για τα ευπαθέστερα φυτά όπου  $Boron \leq 0.33mg/i$ .

### Περίπτωση 2<sup>η</sup> : Με ενδιάμεση έκχυση σόδας

Μελετάται παρακάτω η περίπτωση προσωπικής παρέμβασης μεταξύ των δύο σταδίων προς αύξηση το pH, με έκχυση σόδας. Εξετάζεται αυτή η μέθοδος ως οικονομικότερη και πιο συμφέρουσα από την σκοπιά βιωσιμότητας των φίλτρων μας καθώς χαμηλότερου pH τροφοδοσία θα εξασφαλίζει μικρότερες τιμές για τον δείκτη Langelier. Την τιμή της σόδας θα την υπολογίσουμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο που ακολουθεί.

Εφόσον λοιπόν θα προστεθεί NaOH ανάμεσα στα στάδια προς αύξηση του pH θα εξεταστούν οι εξής συνδυασμοί:

- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,6$
- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,8$
- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8,2$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,6$
- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8,2$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,8$
- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8,4$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,6$
- ✓  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8,4$  και ενδιάμεση προσθήκη σόδας μέχρι  $pH_{2\text{ου σταδίου}} = 8,8$

Ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν από την εκτέλεση του προγράμματος ROSA.

Πίνακας 11 : Παρουσίαση και Ανάλυση αποτελεσμάτων συνδυασμού δύο συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας.

<sup>29</sup> Προτεινόμενη λύση.

<sup>30</sup> Προτεινόμενη λύση.

<sup>31</sup> Προτεινόμενη λύση.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Στοιχεία τροφοδοσίας						Συγκέντρωση Βορίου σε mg/lion	Ποιότητα αφαλατωμένου ύδατος για καλλιέργειες		
T (°C)	pH <sub>αρχικό</sub> τροφοδοσία	C <sub>NaOH</sub> (mg/l)	pH <sub>τελικό</sub> τροφοδοσίας	C <sub>NaOH</sub> 2ου σταδίου (mg/l)	pH <sub>2ου</sub> σταδίου		Ευπαθή φυτά	Μετρίως ευπαθή φυτά	Ανθεκτικά φυτά
15	8	-	8	1,48	8.6	0,24	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	-	8	1,51	8.6	0,36	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	-	8	1,6	8.6	0,51	Πολύ Καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	-	8	1,72	8.8	0,22	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	-	8	1,82	8.8	0,32	Άριστη	Άριστη	Άριστη
25	8	-	8	1,98	8.8	0,45	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	4,38	8,2	1,01	8.6	0,23	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	5,13	8,2	1,07	8.6	0,34	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
25	8	5,98	8,2	1,16	8.6	0,48	Πολύ Καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	4,38	8,2	1,25	8.8	0,21	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	5,13	8,2	1,36	8.8	0,31	Άριστη	Άριστη	Άριστη
25	8	5,98	8,2	1,53	8.8	0,43	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	10,30	8,4	0,68	8.6	0,21	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	11,97	8,4	0,74	8.6	0,32	Άριστη	Άριστη	Άριστη
25	8	13,78	8,4	0,83	8.6	0,44	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
15	8	10,30	8,4	0,90	8.8	0,19	Άριστη	Άριστη	Άριστη
20	8	11,97	8,4	1,01	8.8	0,28	Άριστη	Άριστη	Άριστη
25	8	13,78	8,4	1,17	8.8	0,39	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη

Από την ανάλυση των αναφορών που παρατίθενται στο παράρτημα προκύπτει ότι η βέλτιστη τροφοδοσία για προϊόν με την χαμηλότερη δυνατή περιεκτικότητα σε Βόριο ( $C_{\text{Boron, min}} = 0.10 \text{ mg/l}$ ) προβλέπει ιδιότητες νερού :  $T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8.4$ , με έκχυση σόδας ενδιάμεσα σε συγκέντρωση  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} = 0.95$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$ . Τις προϋποθέσεις της Παγκόσμιας κοινότητας, για να χαρακτηριστεί το προϊόν μας ως άριστα ποιοτικώς για οποιαδήποτε καλλιέργεια, ικανοποιούν πιο εφικτά και σίγουρα πιο οικονομικά σενάρια. Στην προκειμένη περίπτωση προκύπτουν σχεδόν ίδια αποτελέσματα, όσον αφορά την συγκέντρωση του Βορίου, αλλά πολύ διαφορετικές συγκεντρώσεις προσπιθέμενης σόδας σε αρκετά σενάρια. Καθοριστικό συνεπώς ρόλο για την επιλογή βέλτιστης λύσης θα παίξει το κόστος αυτών.

Οι πιθανώς προτεινόμενες λύσεις, όπως προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα συνοψίζονται στα εξής:

1. Για τους επενδυτές με δική τους γεώτρηση ιδανικά φαίνονται τα σενάρια που προβλέπουν στοιχεία τροφοδοσίας:

✓  $T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} \text{ συνολικά} = 1.48 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$  με συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.24 \text{ mg/l}$ .

✓  $T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} \text{ συνολικά} = 1.72 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$  συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.22 \text{ mg/l}$ .

2. Για τους ψυχρότερους μήνες του χρόνου ιδανικά φαίνονται τα σενάρια που προβλέπουν στοιχεία τροφοδοσίας:

✓  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} \text{ συνολικά} = 1.1 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$  με συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.32 \text{ mg/l}$ .

✓  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8.2$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} \text{ συνολικά} = 6.49 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$  με συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.31 \text{ mg/l}$ .

3. Για τους θερμότερους μήνες του χρόνου δεν επιτυγχάνεται άριστη ποιότητα αφαλατωμένου ύδατος, έτσι τα σενάρια που προτείνονται εξασφαλίζουν αρκετά καλή ποιότητα νερού με βάση των περιορισμό  $B \leq 0.67$ , και προβλέπουν στοιχεία τροφοδοσίας:

✓  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} = 1.60 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$  με συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.51 \text{ mg/l}$ .

✓  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8$ ,  $C_{\text{προσπιθέμενου NaOH}} = 1.98 \text{ mg/l}$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$  με συγκέντρωση σε Βόριο  $C_{\text{Boron}} = 0.45 \text{ mg/l}$ .

Τα σενάρια αυτά θα τα εξεταστούν εν συνεχεία από οικονομική σκοπιά. Ο λόγος για τον οποίο προτείνονται τα παραπάνω σενάρια αφορά την επεξεργασία της τροφοδοσίας του

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

πρώτου σταδίου. Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω η ψύξη του νερού τροφοδοσίας είναι πολύ δύσκολη και δαπανηρή, σε συνδυασμό μάλιστα με την απαίτηση αύξησης του pH είναι εύκολο να αντιληφθεί κάποιος την δυσκολία και ακρίβεια της εφαρμογής. Οι ποσότητες NaOH που πρέπει να προστεθούν συνολικά είναι σημαντικές και θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή προτεινόμενου σεναρίου στην οικονομική ανάλυση που ακολουθεί.

### **6. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ**

Η 6<sup>η</sup> καρτέλα του προγράμματος ROSA που ονομάζεται Cost Analysis μας δίνει την δυνατότητα να υπολογίσουμε κεφαλαιουχικά και λειτουργικά το κόστος των εξεταζόμενων σεναρίων μας.

	A	B
1	<b>Project Identification</b>	
2	Project Name	συγκέντρωσης Βορίου σε προϊόν αφλάτωσης
3	Σενάριο	1
4	<b>Project Overview</b>	
5	Unit set for economic evaluation	m³·m³/h·bar
6	System water production (m³/h)	13.00
7	System recovery (%)	40.00
8	<b>Project Economic Variables</b>	
9	Project Life (years)	10
10	Interest rate (%)	10
11	Power cost (\$/kWh)	0.12
12	<b>Pass 1</b>	
13	<b>Projection Results</b>	
14	Pass 1 permeate production (m³/h)	13.00
15	Pass 1 feed pressure (bar)	0.35
16	Pass 1 concentrate pressure (bar)	0.00
17	Pass 1 recovery (%)	40.00
18	Pass 1 energy recovery efficiency (%)	100 %
19	<b>Capital Expense</b>	
20	Pass 1 pressure vessels	4
21	Pressure vessel cost (\$/vessel)	2460

Εικόνα 17 : Cost Analysis, καρτέλα 6η του προγράμματος Rosa.

Το πρόγραμμα ROSA μας υπολογίζει μόνο το κόστος του συστήματος αφαλάτωσης. Συνεπώς το κόστος της τεχνολογία που χρησιμοποιούμε 1<sup>ov</sup>: για να ψύξουμε το νερό τροφοδοσίας, 2<sup>ov</sup>: για να αυξήσουμε το pH τροφοδοσίας, καθώς και 3<sup>ov</sup>: το κόστος της σόδας που προσθέτουμε ενδιάμεσα σε κάποια από τα προτεινόμενα σεναρία θα τα υπολογίσουμε

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Ξεχωριστά και θα τα προσθέσουμε στο κεφαλαιουχικό κόστος και το λειτουργικό κόστος αντίστοιχα, όπου απαιτείται ο συνυπολογισμός τους.

Πίνακας 12 : Παρουσίαση των μεταβλητών εξόδων που εισήχθησαν στο πρόγραμμα ROSA.

Δοχείο Πίεσης 6m	Εφάλμυρου Νερού	1.800 €	2.460 \$
	Υφάλμυρου Νερού	1.200 €	1.640 \$
Μεμβράνες 1m	SW 30HRLE 400	800 €	1.093 \$
	BW 30-400	600 €	820 \$
Κόστος Αντικατάστασης Μεμβρανών 1m	SW 30HRLE 400	800 €	1.093 \$
	BW 30-400	600 €	820 \$
Κόστος Ενέργειας	-	0,12 €/KWh	0.16 \$/KWh

Στο παράρτημα παρουσιάζονται οι 3 διαφορετικές φόρμες και τιμές που προκύπτουν για το απλό γραμμικό σύστημα και για το σενάριο συνδυασμού δύο συστημάτων χωρίς και με ενδιάμεση έκχυση σόδας. Αρκεί να παρουσιαστούν αυτές οι 3 οικονομικές αναλύσεις γιατί συνοψίζουν όλα όσα το πρόγραμμα ROSA μπορεί να μας υπολογίσει.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα κόστη που απαιτείται να συνυπολογίσουμε για να έχουμε μία πλήρη και ρεαλιστική εικόνα των οικονομικών απαιτήσεων του κάθε σεναρίου.

Στην οικονομική ανάλυση δεν θα συμπεριληφθεί το κόστος ψύξης νερού. Η ψύξη του νερού τροφοδοσίας στους 15 °C δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα πρόταση, παρά μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες και εφόσον υπάρχει γεώτρηση. Η διαδικασία ψύξης του θαλασσινού νερού χωρίς γεώτρηση είναι ενεργοβόρα διαδικασία και απαιτεί εγκατάσταση πύργου ψύξης με υψηλό λειτουργικό κόστος. **Συνεπώς συνιστούμε το σενάρια που απαιτούν  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  μόνο για τους επενδυτές με δική τους γεώτρηση**, οι οποίοι θα έχουν την ευχέρεια να μειώσουν την θερμοκρασία του θαλασσινού νερού φέρνοντάς το σε επαφή με το νερό της γεώτρησης εγκαθιστώντας ειδικούς σωλήνες.

Οι ποσότητες καθαρής σόδας (100% NaOH) που πρέπει να προστεθούν για την αύξηση του pH σε θαλασσινό νερό είναι αρκετά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στο υφάλμυρο νερό.

Πίνακας 13 : Παρουσίαση των μεταβλητών εξόδων που πρέπει να συνυπολογισθούν.

	Αρχικό pH	Τελικό pH	Θερμοκρασία	$C_{\text{προστιθέμενης σόδας}}$	Κόστος σε €	Κόστος σε \$
Κόστος Προστιθέμενης σόδας (NaOH) σε Θαλασσινό νερό	8	8,2	15	4,38	2,19	2,72
			20	5,13	2,57	3,19
			25	5,98	2,99	3,72
	8	8.4	15	10,30	5,15	6,40
			20	11,97	5,99	7,44
			25	13,78	6,89	8,56
	8	8.6	15	18,02	9,01	11,20
			20	20,64	10,32	12,83
			25	23,38	11,69	14,53
	8	8.8	15	27,43	13,72	17,05
			20	30,82	15,41	19,15
			25	34,21	17,11	21,26
8	9	15	37,96	18,98	23,59	
		20	41,73	20,87	25,94	
		25	45,33	22,67	28,17	
Κόστος Προστιθέμενης σόδας (NaOH)	8	8.6	15	1,48	0,74	0,92
			20	1,51	0,76	0,95
			25	1,6	0,8	0,99
	8	8.8	15	1,72	0,34	0,42

**Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

σε Υφάλμυρο νερό , προϊόν αφαλάτωσης			20	1,82	1,91	2,37
			25	1,98	0,99	1,23
			15	1,01	0,51	0,63
	8,2	8.6	20	1,07	0,54	0,67
			25	1,16	0,58	0,72
			15	1,25	0,75	0,93
	8,2	8.8	20	1,36	0,68	0,85
			25	1,53	1,03	1,28
			15	0,68	0,34	0,42
	8.4	8.6	20	0,74	0,37	0,46
			25	0,83	0,33	0,41
			15	0,90	0,45	0,56
	8.4	8.8	20	1,01	0,51	0,63
			25	1,17	0,59	0,73

Η τιμή της καθαρής σόδας προκύπτει κατόπιν έρευνας στα 0.50 €/ kg. Το συνολικό κόστος της σόδας που χρησιμοποιήθηκε προκύπτει από τους ακόλουθους υπολογισμούς:

^ Για την αύξηση του pH του Θαλασσινού νερού που εισάγεται στο σύστημα με παροχή 32,5 m<sup>3</sup>/h και σε ποσότητα χ kg/ m<sup>3</sup> :

$$\left[ \left( 32,5 \text{ m}^3/\text{h} * \chi \text{ kg/ m}^3 * 24\text{h/day} \right) * 2 \right] * 0.50 \text{ €/kg} \quad \text{ή}$$

$$\left[ \left( 32,5 \text{ m}^3/\text{h} * \chi \text{ kg/ m}^3 * 24\text{h/day} \right) * 2 \right] * 0.62 \text{ \$/kg}$$

^ Για την αύξηση του pH του Υφάλμυρου νερού, προϊόν αφαλάτωσης, που εισάγεται στο σύστημα με παροχή 13 m<sup>3</sup>/h και σε ποσότητα χ kg/ m<sup>3</sup> :

$$\left[ \left( 13 \text{ m}^3/\text{h} * \chi \text{ kg/ m}^3 * 24\text{h/day} \right) * 2 \right] * 0.50 \text{ €/kg} \quad \text{ή}$$

$$\left[ \left( 13 \text{ m}^3/\text{h} * \chi \text{ kg/ m}^3 * 24\text{h/day} \right) * 2 \right] * 0.62 \text{ \$/kg}$$

Όπου χ οι μεταβλητές ποσότητες 100% NaOH που υπολογίστηκαν ότι πρέπει να προστεθεί για την αύξηση του pH από 0,2-1 μονάδα και αναγράφηκαν συγκεντρωτικά στον παραπάνω πίνακα.

Ο πολλαπλασιασμός με το 2 γίνεται γιατί στο εμπόριο υπάρχει σόδα σε μορφή διαλύματος 50% ενώ εμείς υπολογίζουμε την ποσότητα καθαρής σόδας 100% που πρέπει να προστεθεί για το επιθυμητό αποτέλεσμα.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

### 7.ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να παρουσιαστούν συνοπτικά τα ποιοτικά και ποσοτικά αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων. Οι παράγοντες, συγκέντρωση Βορίου στο τελικό προϊόν και κόστος, που εξετάστηκαν χωριστά μέχρι στιγμής, τώρα πρέπει να συνδιαστούν για να προκύψουν σωστές, συμφέρουσες και κατάλληλες λύσεις για την αξιοποίηση και εφαρμογή τους.

Πίνακας 14 : Συνολική Παρουσίαση και Ανάλυση Προτεινόμενων Σεναρίων.

Στοιχεία Προτεινόμενων Σεναρίων	Στοιχεία τροφοδοσίας					Συγκέντρωση Βορίου σε mg/lion	Κόστος σε €		Ποιότητα αφαλατωμένου ύδατος για καλλιέργειες		
	T	pH <sub>1ου</sub> σταδίου	C <sub>προσπιθέμενου NaOH σε (mg/l)</sub> Θαλασσινό νερό	Υφάλμυρο νερό	pH <sub>2ου</sub> σταδίου		Μεταβλητό	Λειτουργικό	Ευπαθή φυτά	Μετρίως ευπαθή φυτά	Ανθεκτικά φυτά
Απλό Γραμμικό Σύστημα	15	9	37,96	-	-	0,30	29.608	96.299,81	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Απλό Γραμμικό Σύστημα	20	8	-	-	-	0,65	-	96.299,81	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
Απλό Γραμμικό Σύστημα	25	8,8	34,21	-	-	0,57	16.683,8	96.299,81	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	15	8	-	-	-	0,29	-	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	20	8,8	30,82	-	-	0,27	24.039,6	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	25	9	45,33	-	-	0,27	35.357,4	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας	15	8	-	1,48	8,6	0,24	461,76	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας	15	8	-	1,72	8,8	0,22	536,64	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση	20	8	-	1,82	8,6	0,32	567,84	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

σάδας											
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	20	8,2	5,13	1,36	8,8	0,31	4.425,72	109.161,45	Άριστη	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	25	8	-	1,60	8,6	0,51	499,2	109.161,45	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	25	8	-	1,98	8,8	0,45	617,76	109.161,45	Πολύ καλή	Άριστη	Άριστη

Από τον παραπάνω πίνακα λαμβάνονται τα προστιθέμενα κόστη που πρέπει να συνηυπολογιστούν στο σύνολο των λειτουργικών εξόδων που προέκυψαν από το σύστημα και έχουμε αναφέρει στους πίνακες παραπάνω για να προκύψουν και τα συμπεράσματά μας λαμβάνοντας υπόψιν και το πάγιο κόστος επένδυσης.

Συνεπώς σχηματίζεται ο παρακάτω πίνακας :

Πίνακας 15 : Συγκέντρωση Βορίου - Συνολικό Κόστος Σεναρίων.

Στοιχεία Προτεινόμενων Σεναρίων	Στοιχεία τροφοδοσίας			Συγκέντρωση Βορίου σε mg/lion	Κόστος σε €				
	T (°C)	pH <sub>1ου σταδίου</sub>	pH <sub>2ου σταδίου</sub>		Μεταβλητό	Λειτουργικό	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	Πάγιο	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Απλό Γραμμικό Σύστημα	15	9	-	0,30	29.608	96.299,81	125.907,81	29.024,78	154.932,59
Απλό Γραμμικό Σύστημα	20	8	-	0,65	-	96.299,81	96.299,81	29.024,78	125.324,59
Απλό Γραμμικό Σύστημα	25	8,8	-	0,57	16.683,8	96.299,81	112.983,61	29.024,78	142.008,39
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	15	8	-	0,29	-	109.161,45	109.161,45	39.587,59	148.749,04
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	20	8,8	-	0,27	24.039,6	109.161,45	133.201,05	39.587,59	172.788,64
Συνδυασμός 2 Συστημάτων	25	9	-	0,27	35.357,4	109.161,45	144.518,85	39.587,59	184.106,44
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	15	8	8,6	0,24	461,76	109.161,45	109.623,21	39.587,59	149.210,80
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	15	8	8,8	0,22	536,64	109.161,45	109.698,09	39.587,59	149.285,68
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	20	8	8,6	0,32	567,84	109.161,45	109.729,29	39.587,59	149.316,88
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σάδας	20	8,2	8,8	0,31	4.425,72	109.161,45	113.587,17	39.587,59	153.174,76

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας	25	8	8.6	0,51	499,2	109.161,45	109.660,65	39.587,59	149.248,24
Συνδυασμός 2 Συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας	25	8	8.8	0,45	617,76	109.161,45	109.779,21	39.587,59	149.366,80

Τα υπογραμμισμένα σενάρια μας εξασφαλίζουν χαμηλό κόστος και ικανοποιητικά χαμηλή συγκέντρωση Βορίου στο προϊόν μας. Είναι προφανές ότι η Θερμοκρασία είναι καθοριστικός παράγοντας και επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό και το κόστος αλλά και την ποιότητα του προϊόντος σε σχέση με την επίδραση που έχει σε αυτούς τους συντελεστές το pH. Το κόστος επηρεάζεται έμμεσα από την θερμοκρασία, διότι όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του προς επεξεργασία ύδατος, τόσο υψηλότερες απαιτήσεις σε NaOH σημειώνονται προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, ενώ η ποιότητα του προϊόντος επηρεάζεται άμεσα καθώς υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται μικρότερη απόρριψη αλάτων και μικρότερη ποσότητα προϊόντος καθώς και υψηλότερη συγκέντρωση Βορίου στο αφαλατωμένο ύδωρ που προκύπτει. Η αδυναμία επεξεργασίας της θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας στρέφει το ενδιαφέρον και την έρευνα στο pH που είναι ένας ευκολότερα μεταβαλλόμενος παράγοντας.

## 8. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα και τα κριτήρια της παραπάνω ανάλυσης καταλήγω σε προτάσεις που βασίζονται κυρίως στους περιορισμούς του Βορίου, δευτερευόντως στο λειτουργικό κόστος μίας μονάδας αφαλάτωσης και τέλος στο πάγιο κόστος εγκατάστασής της.

Πίνακας 16 : Προτεινόμενη Μέθοδος για κάθε διαφορετικό είδος καλλιέργειας.

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΒΟΡΙΟΥ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΓΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
Αχλαδιά Μηλιά Αμπέλι Κερασιά Ροδακινιά Βερικοκιά Πορτοκαλιά Λεμονιά	Συνδυασμός 2 συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας και $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20^{\circ}\text{C}$ , $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$ και $\text{pH}_{20\text{ου σταδίου}} = 8,6$	0,32	109.729,29	39.587,59
Ηλιάνθος Πατάτα Βαμβάκι Ντομάτα Ελιά Κριθάρι Καλαμπόκι Βρώμη	Απλό Γραμμικό Σύστημα με $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20^{\circ}\text{C}$ και $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$	0,65	96.299,81	29.024,78
Αρμυρίκι Σπαράγγι Τεύτλα Μηδική Κρεμμύδι	Απλό Γραμμικό Σύστημα με $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20^{\circ}\text{C}$ και $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$	0,65	96.299,81	29.024,78



## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Λάχανο				
Μαρούλι				
Καρότο				

Σημείο τονισμού αποτελεί ότι τα σενάρια που προβλέπουν  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  συστήνονται μόνο στους ενδιαφερόμενους με δική τους γεώτρηση, διότι είναι πολύ ενεργοβόρα και ακριβή διαδικασία η εγκατάσταση πύργου ψύξης.

Πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι επιλέχθηκε η μέθοδος προσθήκης NaOH (σόδας) για την αύξηση του pH έναντι της εναλλακτικής, που προβλέπει προσθήκη ειδικής ρητίνης για περιβαλλοντολογικούς λόγους. Η ρητίνη με την δέσμευση του Βορίου υφίσταται κορεσμό και για την αναγέννησή της απαιτείται πυκνό διάλυμα σόδας και υδροχλωρικό οξύ, συστατικά που δεν μπορούν να απορριφθούν στο περιβάλλον. Μία ακόμα μέθοδος μείωσης του pH ήταν η προσθήκη αντιθαλατοτικού, το οποίο όμως είναι πολύ ακριβό και για τις ποσότητες των τόνων που πραγματευόμαστε στην παρούσα εργασία θα προέκυπταν ασύμφορα και απαγορευτικά αποτελέσματα όσον αφορά το κόστος.

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική έγινε μια προσπάθεια για την προσέγγιση του θέματος της καταλληλότητας του αφαλατωμένου ύδατος για τα διάφορα είδη καλλιεργειών. Κατά την εφαρμογή του μοντέλου εξετάστηκε η μεταβολή όλων των παραγόντων που υπήρχε δυνατότητα να μετατραπούν. Τυχόν διακυμάνσεις στις τιμές κατά την πρακτική εφαρμογή των προτεινόμενων μεθόδων μπορεί να οφείλεται:

- ▲ Στην εξιδανίκευση των αποτελεσμάτων από το σύστημα.
- ▲ Σε εξωγενείς παράγοντες, που μπορεί να αφορούν την συντήρηση του συστήματος αφαλάτωσης.

Για να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη αξιοπιστία ίσως θα ήταν προτιμότερο να επιλεχθούν εξ ' αρχής εγκατάσταση συστημάτων, που θα εξασφαλίζουν αποτελέσματα αρκετά χαμηλότερα από ό,τι προβλέπεται από τα όρια του Βορίου. Η λύση αυτή βέβαια θα συνεπαγόταν μεγαλύτερο κόστος, που είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή συστήματος, αλλά οι στόχοι της παραγωγής θα εξυπηρετούνταν με βεβαιότητα, γεγονός που συντελεί άμεσα στην απόσβεση της επένδυσης.

Το μοντέλο Rosa της Dow αποδείχθηκε πλήρες και με εξαιρετικά ικανοποιητικές δυνατότητες όσον αφορά την ανάλυση σεναρίων και πιθανοτήτων. Μας επέτρεψε να υπολογίσουμε και τα μεταβλητά κόστη που προκύπτουν από την προσθήκη χημικών ουσιών. Αποδείχθηκε πολύτιμο εργαλείο σε όλα τα στάδια της εργασίας και ιδιαίτερα στον καθορισμό των ποσοτήτων της καυστικής σόδας, που φάνηκε εξαιρετικά δύσκολο με πειραματική διαδικασία, που ακολουθήθηκε στα εργαστήρια της εταιρείας Chemitec. Τα πειράματα που έλαβαν χώρα αφορούσαν την μεταβολή του pH σε ύδωρ που συλλέχθηκε από την θάλασσα, προσθέτοντας σε αυτό διάφορα διαλύματα NaOH 5%, 20% και 50%. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν κρίθηκαν μη ικανοποιητικά και μας οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι πέραν της ανάμειξης του ύδατος με τα διαλύματα του NaOH, καθοριστικό ρόλο πρέπει να παίζουν οι ποσότητες των 2 συστατικών καθώς και η πίεση λειτουργίας του συστήματός μας. Η σκέψη της γραμμικής

## **Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.**

---

αύξησης της προστιθέμενης ποσότητας NaOH συναρτήσει της ποσότητας του ύδατος ναυάγησε και δεν υπήρχε η δυνατότητα δοκιμής σε τόνους νερού όπως προβλέπεται από το σύστημα.

Ένα άλλο σημαντικό και παρεμφερές πρόγραμμα είναι το IMS Design της εταιρείας Hydranautics. Θα ήταν χρήσιμο για την επαλήθευση των προτάσεών μας η δοκιμή εκτέλεσης και αυτού του προγράμματος για τα σενάρια που εξετάστηκαν. Η έρευνα που διεξήχθη με το ROSA όμως αποδείχθηκε χρονοβόρα και απαιτητική για την περαιτέρω συνέχισή της. Θα μπορούσε, παρ' όλα αυτά, να αποτελέσει έναυσμα η διαπίστωση αυτή για περαιτέρω μελέτη.

Όσα προτάθηκαν παραπάνω είναι εφαρμόσιμα και η έρευνα που έγινε με βάση τα πιο αυστηρά όρια, που προβλέπονται για το Βόριο, μας εξασφαλίζει άριστης ποιότητας αφαλατωμένο ύδωρ που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί τόσο για καλλιέργεια, όσο και για κατανάλωση από τον άνθρωπο, καθώς τα αντίστοιχα όρια που προβλέπονται για τον άνθρωπο αρκεί να μην ξεπερνούν το 1.00 ppm.

Η έλλειψη νερού (ποσοτική και ποιοτική) είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα με μακροπρόθεσμες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Η αντιμετώπισή του σε τοπικό επίπεδο δεν εξαρτάται μόνο από τεχνικά έργα αλλά και από την ανάπτυξη νέων, ολοκληρωμένων εργαλείων και πολιτικών διαχείρισης. Είναι εξαιρετικά σημαντικό και επίκαιρο να στραφούμε σε εναλλακτικές μεθόδους εξασφάλισης πόσιμου και αρδεύσιμου ύδατος.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

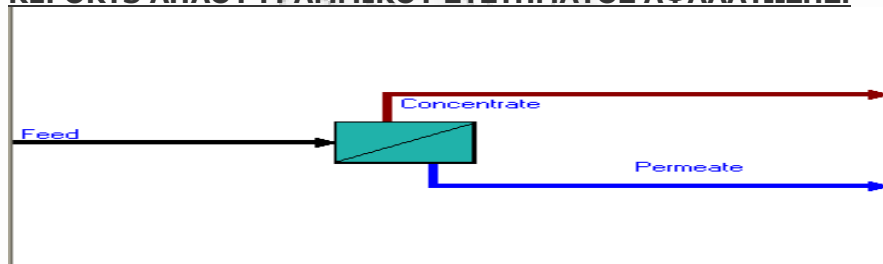
- ▲ [asda.gr/gym8per/Programes/water/water1.htm](http://asda.gr/gym8per/Programes/water/water1.htm)
- ▲ [ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html](http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html)
- ▲ <http://www.focusmag.gr/articles/view-article.rx?oid=308519>
- ▲ [http://www.netrino.gr/reloaded/blog-post.php?bp\\_id=819](http://www.netrino.gr/reloaded/blog-post.php?bp_id=819)
- ▲ [http://www.eydap.gr/index.asp?a\\_id=54](http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=54)
- ▲ Καραβίτης ΧΑ., 2004 "Σημειώσεις για το μάθημα Σχεδιασμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων."
- ▲ Καραβίτης ΧΑ., 2004 "Σημειώσεις για το μάθημα Διαχείριση Φυσικών Πόρων"
- ▲ [http://www.ternica.gr/?page\\_id=46](http://www.ternica.gr/?page_id=46)
- ▲ Αλεξάκης Α., Φύση και Πολιτισμός, 2003
- ▲ <http://invenio.lib.auth.gr/record/100838>
- ▲ [www.hydromedia.gr](http://www.hydromedia.gr) > ... > Υδάτινοι πόροι
- ▲ [http://www.enthesis.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=115:enthesis5592&catid=10:water&Itemid=4](http://www.enthesis.net/index.php?option=com_content&view=article&id=115:enthesis5592&catid=10:water&Itemid=4)
- ▲ <http://ionianislands.greekliberals.net/1010000104>
- ▲ [www.enthesis.net/index.php](http://www.enthesis.net/index.php)
- ▲ <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7>
- ▲ <http://www.open-resource-project.org/gnosi/WET/documents/analytika/RO-technology.pdf>
- ▲ [International Desalination Association](http://www.international-desalination-association.org)
- ▲ <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF>
- ▲ [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement)
- ▲ Γ.Τσακίρης (1995);. Τεχνική Υδρολογία, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

- ▲ Ασημακόπουλος Διονύσης, 2008 "AquaStress: Mitigation of Water Stress through New Approaches to Integrating Management, Technical, Economic and Institutional Instruments. "

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

#### 1. REPORTS ΑΠΛΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.



Περίπτωση 1<sup>η</sup> : T = 15 °C , pH = 8

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.03 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.42 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.44 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.95	0.00	19.50	61.66	13.00	14.58	0.00	0.00	107.60

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.27	0.27	0.27
Na	12650.00	12650.00	21057.62	38.52	38.52	38.52
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	13.73	24.55	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34	240.47	0.67	0.67	0.67
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.11	38534.72	63.10	63.10	63.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.51	4.51	7.19	0.49	0.49	0.49
CO2	0.09	0.09	1.03	1.03	1.03	1.03
TDS	40148.31	40163.42	66865.88	107.60	107.60	107.60
pH	8.00	8.00	8.00	6.04	6.04	6.04

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langlier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.10	0.80	60.28	8.13	40163.42	62.95
2		0.09	0.69	75.82	7.33	44513.75	62.66
3		0.09	0.58	96.88	6.64	49129.09	62.41
4		0.08	0.48	125.74	6.06	53860.71	62.19
5		0.07	0.39	165.36	5.57	58517.12	62.00
6		0.06	0.31	219.78	5.18	62905.20	61.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.00	8.00
Langlier Saturation Index	0.99	0.99	1.32
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.09	0.15
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40148.31	40163.42	66865.88
HCO3	146.34	146.34	240.47
CO2	0.89	0.89	1.71
CO3	13.73	13.73	24.55
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.39
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.86	441.01
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.89	4.35
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.52	0.86

To balance: 15.11 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 2<sup>η</sup> : T = 20 °C , pH = 8**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.58 bar
Feed Pressure	61.08 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40162.70 mg/l	Average	38.74 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	21.51 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.94 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.55	13.00	14.57	0.00	0.00	143.37

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37	0.37
Na	12650.00	12650.00	21047.50	51.34	51.34	51.34
Mg	1520.00	1520.00	2532.05	1.64	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.85	16.85	29.77	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.42	0.85	0.85	0.85
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.27	38511.44	84.10	84.10	84.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00	4.99	0.00	0.00	0.00
Boron	4.51	4.51	7.08	0.65	0.65	0.65
CO <sub>2</sub>	0.80	0.80	1.35	0.93	0.93	0.93
TDS	40151.43	40162.70	66835.96	143.37	143.37	143.37
pH	8.00	8.00	7.99	6.15	6.15	6.15

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.19	8.13	40162.70	60.74
	2	0.10	0.71	98.55	7.28	44802.11	60.47
	3	0.09	0.58	129.69	6.57	49645.19	60.24
	4	0.08	0.47	173.37	5.99	54482.86	60.04
	5	0.07	0.36	234.67	5.52	59082.14	59.86
	6	0.05	0.28	320.25	5.15	63241.99	59.70

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99
Langelier Saturation Index	1.01	1.01	1.43
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.00	0.24
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40151.43	40162.70	66835.96
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.42
CO <sub>2</sub>	0.80	0.80	1.55
CO <sub>3</sub>	16.85	16.85	29.77
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.39
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.82	233.86	440.97
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.43
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.39	2.89	3.99
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.52	0.83

To balance: 11.27 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 3<sup>η</sup> : T = 25 °C , pH = 8**

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.55 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40162.20 mg/l	Average	39.52 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 l/mh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.21

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.34	0.48	0.48
Na	12650.00	12650.00	21037.87	67.79	67.79
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.17	2.17
Ca	460.00	460.00	766.23	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	20.54	20.54	35.98	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.33	1.10	1.10
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.73	38488.36	111.03	111.03
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04
SiO <sub>2</sub>	2.20	2.20	2.89	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.05	0.85	0.85
CO <sub>2</sub>	0.72	0.72	1.42	0.32	0.32
TDS	40155.47	40162.20	66808.91	189.21	189.21
pH	8.00	8.00	7.99	6.28	6.28

### Design Warnings

-None-

### Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.26	8.13	40161.88	59.21
	2	0.10	0.73	127.07	7.23	45124.55	58.96
	3	0.09	0.58	172.61	6.50	50209.72	58.75
	4	0.08	0.45	238.19	5.91	55143.37	58.56
	5	0.06	0.34	332.07	5.46	59658.20	58.40
	6	0.05	0.25	464.77	5.13	63570.14	58.25

### Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99
Langelier Saturation Index	1.13	1.13	1.54
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.09	0.32
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40155.13	40161.88	66808.42
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.34
CO <sub>2</sub>	0.72	0.72	1.41
CO <sub>3</sub>	20.54	20.54	35.98
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.39
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.79	233.86	441.02
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.20	2.89	3.67
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.52	0.82

To balance: 6.75 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 4<sup>η</sup> : pH = 8,2 , T = 15 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.46 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	4.27 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.45 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.96	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.56

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.28	0.28
Na	12650.00	12653.35	21063.19	38.53	38.53
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	13.75	20.77	36.10	0.00	0.00
HCO3	146.34	139.69	230.08	0.68	0.68
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.06	38534.62	63.12	63.12
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59
SiO2	2.00	2.00	3.33	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57	7.30	0.47	0.47
CO2	0.89	0.54	1.07	0.30	0.58
TDS	40148.68	40167.46	66873.14	107.56	107.56
pH	8.00	8.20	8.18	6.30	6.30

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.24	8.13	40167.46	62.96
	2	0.09	0.69	75.78	7.33	44518.42	62.67
	3	0.09	0.58	96.83	6.64	49134.42	62.42
	4	0.08	0.48	125.69	6.06	53866.68	62.20
	5	0.07	0.39	165.31	5.57	58523.64	62.00
	6	0.06	0.31	219.72	5.18	62912.15	61.83

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18
Langelier Saturation Index	0.90	1.08	1.49
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.09	0.32
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40148.68	40167.46	66873.14
HCO3	146.34	139.69	230.08
CO2	0.89	0.54	1.07
CO3	13.75	20.77	36.10
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39
BaSO4 (% Saturation)	233.80	233.73	440.92
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.89
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.03

To balance: 15.06 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 5<sup>n</sup> : pH = 8,2 , T = 20 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.09 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.20 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.12 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	994.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.95 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.30

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37	0.37
Na	12650.00	12653.88	21053.92	51.36	51.36	51.36
Mg	1520.00	1520.00	2532.04	1.64	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.89	25.23	43.60	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	138.29	227.63	0.86	0.86	0.86
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.20	38511.24	84.13	84.13	84.13
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.80	3.80	4.99	0.00	0.00	0.00
Boron	4.57	4.57	7.20	0.62	0.62	0.62
CO <sub>2</sub>	0.80	0.48	0.93	0.49	0.49	0.49
TDS	40151.82	40167.20	66843.87	143.30	143.30	143.30
pH	8.00	8.20	8.18	6.43	6.43	6.43

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.14	8.13	40167.20	60.74
	2	0.10	0.71	98.49	7.28	44807.35	60.47
	3	0.09	0.58	129.62	6.57	49651.17	60.24
	4	0.08	0.47	173.29	5.99	54489.52	60.04
	5	0.07	0.36	234.58	5.52	59089.36	59.86
	6	0.05	0.28	320.15	5.15	63249.63	59.70

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18
Langelier Saturation Index	1.01	1.19	1.60
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.18	0.40
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40151.82	40167.20	66843.87
HCO <sub>3</sub>	146.34	138.29	227.63
CO <sub>2</sub>	0.80	0.48	0.95
CO <sub>3</sub>	16.89	25.23	43.60
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.38
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.82	233.77	440.88
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.43
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.39	2.37	3.56
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.55	2.00

To balance: 11.20 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 6<sup>n</sup> : pH = 8,2 , T = 25 °C**



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.56 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40166.93 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.98 mg	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW3oHRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.04

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.34	0.49	0.49	0.49
Na	12650.00	12654.49	21045.34	67.81	67.81	67.81
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.16	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00	766.23	0.65	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	20.54	30.42	52.34	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	136.70	224.84	1.10	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.33	111.07	111.07	111.07
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04	1.04
SiO2	2.00	2.00	3.28	0.02	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.08	0.81	0.81	0.81
CO2	6.72	6.13	3.83	0.41	0.41	0.41
TDS	40155.47	40166.93	66817.39	189.04	189.04	189.04
pH	8.00	8.20	8.18	6.58	6.58	6.58

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.19	8.13	40166.93	59.21
	2	0.10	0.73	126.98	7.23	45130.50	58.97
	3	0.09	0.58	172.51	6.50	50216.55	58.76
	4	0.08	0.45	238.07	5.91	55150.99	58.57
	5	0.06	0.34	331.93	5.46	59666.44	58.41
	6	0.05	0.25	464.62	5.13	63578.82	58.26

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18
Langelier Saturation Index	1.13	1.30	1.70
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.26	0.48
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40155.47	40166.93	66817.39
HCO3	146.34	136.70	224.84
CO2	0.72	0.42	0.85
CO3	20.54	30.42	52.34
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.39
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.77	440.90
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.37	3.27
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	1.98

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 7<sup>n</sup> : pH = 8,4 , T = 15 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.31 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.91 bar
Emulsing Factor	0.85	Feed TDS	40172.19 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	10.30 mg	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.46 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.97	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.46

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)				
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate Total
			Stage 1	Stage 1	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.28	0.28
Na	12650.00	12657.91	21070.77	38.54	38.54
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	13.73	30.63	52.57	0.00	0.00
HCO3	146.34	129.95	214.17	0.71	0.71
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.63	63.14	63.14
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59
SiO2	3.44	3.00	4.99	0.01	0.01
Boron	4.57	4.58	7.33	0.44	0.44
CO2	0.89	0.39	0.64	0.20	0.26
TDS	40148.66	40172.19	66881.44	107.46	107.46
pH	8.00	8.40	8.38	6.68	6.68

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.18	8.13	40172.19	62.97
	2	0.09	0.69	75.71	7.33	44523.88	62.68
	3	0.09	0.58	96.74	6.64	49140.63	62.43
	4	0.08	0.48	125.57	6.06	53873.59	62.20
	5	0.07	0.39	165.16	5.57	58531.16	62.01
	6	0.06	0.31	219.53	5.18	62920.14	61.83

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38
Langelier Saturation Index	0.90	1.25	1.65
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.25	0.48
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40148.66	40172.19	66881.44
HCO3	146.34	129.95	214.17
CO2	0.89	0.32	0.64
CO3	13.73	30.63	52.57
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.38
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.77	440.82
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.37	3.46
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	4.96

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 8<sup>n</sup> : pH = 8,4 , T = 20 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.53 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	11.07 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.96 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW3oHRLE-400	4	6	32.50	60.75	0.00	19.50	59.56	13.00	14.37	0.00	0.00	143.14

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.40	0.38	0.38	0.38
Na	12650.00	12659.10	21062.55	51.38	51.38	51.38
Mg	1520.00	1520.00	2532.04	1.64	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	16.85	36.69	62.79	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	126.88	208.87	0.89	0.89	0.89
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.19	84.17	84.17	84.17
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.19	0.79	0.79	0.79
SiO2	3.08	3.08	4.93	0.02	0.02	0.02
Boron	4.57	4.58	7.24	0.58	0.58	0.58
CO2	0.80	0.28	0.50	0.19	0.19	0.19
TDS	40151.78	40172.53	66853.05	143.14	143.14	143.14
pH	8.00	8.40	8.38	6.87	6.87	6.87

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.10	0.84	76.05	8.13	40172.53	60.75
2		0.10	0.71	98.37	7.28	44813.53	60.48
3		0.09	0.58	129.47	6.57	49658.21	60.25
4		0.08	0.47	173.10	5.99	54497.33	60.05
5		0.07	0.36	234.34	5.52	59097.81	59.87
6		0.05	0.28	319.85	5.15	63258.53	59.71

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38
Langelier Saturation Index	1.01	1.35	1.76
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.34	0.56
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40151.78	40172.53	66853.05
HCO3	146.34	126.88	208.87
CO2	0.80	0.28	0.56
CO3	16.85	36.69	62.79
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.37
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.77	440.72
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.37	3.16
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	4.92

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 9<sup>η</sup> : pH = 8,4 , T = 25 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.57 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.87 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	13.78 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 l/mh	Power	67.23 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.22	0.00	19.50	58.13	13.00	14.58	0.00	0.00	188.80

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.33	0.31	0.51
Na	12650.00	12660.38		21055.14	67.84	67.84
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	43.58		74.42	0.00	0.00
HCO3	146.34	123.57		203.15	1.11	1.11
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.29	111.13	111.13
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3339.26	1.04	1.04
SiO2	8.00	8.40		13.9	0.02	0.02
Boron	4.37	4.58		7.14	0.74	0.74
CO2	0.72	0.24		0.22	0.12	0.12
TDS	40155.47	40172.87		66827.78	188.80	188.80
pH	8.00	8.40		8.38	7.11	7.11

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.08	8.13	40172.53	59.23
	2	0.10	0.73	126.88	7.23	45137.01	58.98
	3	0.09	0.58	172.39	6.50	50224.05	58.77
	4	0.08	0.45	237.93	5.91	55159.33	58.58
	5	0.06	0.34	331.76	5.46	59675.40	58.42
	6	0.05	0.25	464.41	5.13	63588.16	58.27

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.40	8.30
Langelier Saturation Index	1.01	1.35	1.79
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.34	0.57
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40155.46	40172.53	66826.93
HCO3	146.34	126.88	207.80
CO2	0.80	0.25	0.60
CO3	20.54	36.69	63.60
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.38
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.77	440.79
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.37	3.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	3.42

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 10<sup>n</sup> : pH = 8,6 , T = 15 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.32 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40178.11 mg/l	Average	37.98 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	18.02 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.47 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.98	0.00	19.50	61.68	13.00	14.58	0.00	0.00	107.31

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	70.00	70.00	116.47	0.29	0.29	
Na	12650.00	12663.83	21080.63	38.56	38.56	
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	
CO3	13.73	43.66	74.41	0.00	0.00	
HCO3	146.34	116.89	192.53	0.73	0.73	
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	
Cl	23131.00	23146.09	38534.61	63.18	63.18	
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	
SiO2	3.30	3.00	4.93	0.01	0.01	
Boron	4.57	4.58	7.37	0.40	0.40	
CO2	0.89	0.48	0.36	0.04	0.04	
TDS	40148.66	40178.11	66891.66	107.31	107.31	
pH	8.00	8.60	8.58	7.53	7.53	

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.09	8.13	40178.11	62.98
	2	0.09	0.69	75.60	7.33	44330.69	62.69
	3	0.09	0.58	96.61	6.64	49148.34	62.43
	4	0.08	0.48	125.41	6.06	53882.16	62.21
	5	0.07	0.39	164.94	5.57	58540.46	62.02
	6	0.06	0.31	219.25	5.18	62929.99	61.84

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.60	8.58
Langelier Saturation Index	0.90	1.40	1.80
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.41	0.63
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40148.66	40178.11	66891.66
HCO <sub>3</sub>	146.34	116.89	192.53
CO <sub>2</sub>	0.89	0.18	0.36
CO <sub>3</sub>	13.73	43.66	74.41
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.37
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.84	233.77	440.66
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.61	2.37	3.07
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.55	12.30

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 10<sup>1</sup> : pH = 8,6 , T = 20 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.60 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40179.08 mg/l	Average	38.76 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	20.64 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.97 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.76	0.00	19.50	59.57	13.00	14.57	0.00	0.00	142.87

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.39	0.39	0.39
Na	12650.00	12665.70		21073.45	51.41	51.41
Mg	1520.00	1520.00		2532.03	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00		766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	51.39		87.43	0.00	0.00
HCO3	146.34	112.11		184.35	0.84	0.84
NO3	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38511.02	84.22	84.22
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.18	0.79	0.79
SiO2	2.39	2.39		3.37	0.00	0.02
Boron	4.57	4.58		7.29	0.52	0.52
CO2	0.80	0.15		0.31	0.02	0.02
TDS	40151.78	40179.08		66864.11	142.87	142.87
pH	8.00	8.60		8.58	7.77	7.77

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.86	8.13	40179.08	60.76
	2	0.10	0.71	98.16	7.28	44821.10	60.49
	3	0.09	0.58	129.22	6.57	49666.78	60.26
	4	0.08	0.47	172.79	5.99	54506.82	60.06
	5	0.07	0.36	233.94	5.52	59108.03	59.88
	6	0.05	0.28	319.32	5.15	63269.27	59.72

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.60	8.58
Langelier Saturation Index	1.01	1.50	1.90
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.48	0.70
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40151.78	40179.08	66864.11
HCO <sub>3</sub>	146.34	112.11	184.35
CO <sub>2</sub>	0.80	0.15	0.31
CO <sub>3</sub>	16.85	51.39	87.43
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.36
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.82	233.77	440.54
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.43
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.39	2.37	2.80
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.55	12.26

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 11<sup>n</sup> : pH = 8,6 , T = 25 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.58 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.93 bar
Scaling Factor	0.85	Feed TDS	40180.02 mg/l	Average	39.54 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	23.38 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	89.184 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.25 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.23	0.00	19.50	58.14	13.00	14.58	0.00	0.00	188.36

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.32	0.52	0.52
Na	12650.00	12667.63	21067.19	67.89	67.89
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00	766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	59.89	101.77	0.01	0.01
HCO3	146.34	107.14	175.83	0.98	0.98
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.24	111.21	111.21
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.39	3.39	4.89	0.03	0.03
Boron	4.57	4.59	7.20	0.67	0.67
CO2	0.72	0.72	0.27	0.02	0.02
TDS	40155.47	40180.02	66840.13	188.36	188.36
pH	8.00	8.60	8.57	7.91	7.91

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.82	8.13	40179.08	59.24
	2	0.10	0.73	126.62	7.23	45144.71	58.99
	3	0.09	0.58	172.07	6.50	50232.86	58.78
	4	0.08	0.45	237.52	5.91	55169.11	58.59
	5	0.06	0.34	331.23	5.46	59685.93	58.43
	6	0.05	0.25	463.73	5.13	63599.22	58.28

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.60	8.50
Langelier Saturation Index	1.01	1.50	1.93
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.48	0.71
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40155.46	40179.08	66838.32
HCO3	146.34	112.11	183.20
CO2	0.80	0.14	0.33
CO3	20.54	51.39	88.38
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.37
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.77	440.61
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.37	2.70
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	8.51

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 12<sup>η</sup> : pH = 8,8 , T = 15 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.05 bar
Feed Pressure	63.33 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.93 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40185.19 mg/l	Average	37.99 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	27.43 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	89.84 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.48 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.99	0.00	19.50	61.69	13.00	14.58	0.00	0.00	106.98

Pass Streams (mg/l as ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.46	0.30	0.30	0.30
Na	12650.00	12671.03	21092.61	38.59	38.59	38.59
Mg	1320.00	1320.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	59.64	101.22	0.01	0.01	0.01
HCO3	146.34	100.75	165.63	0.58	0.58	0.58
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.57	63.22	63.22	63.22
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.59	7.42	0.35	0.35	0.35
CO2	0.89	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00
TDS	40148.66	40185.19	66903.72	106.98	106.98	106.98
pH	8.00	8.80	8.77	8.34	8.34	8.34

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	59.87	8.13	40185.19	62.99
	2	0.09	0.69	75.34	7.33	44538.81	62.70
	3	0.09	0.58	96.30	6.64	49157.53	62.44
	4	0.08	0.48	125.04	6.06	53892.34	62.22
	5	0.07	0.39	164.50	5.57	58551.48	62.03
	6	0.06	0.31	218.70	5.18	62941.65	61.85

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.80	8.77
Langelier Saturation Index	0.90	1.54	1.94
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.54	0.77
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40148.66	40185.19	66903.72
HCO3	146.34	100.75	165.63
CO2	0.89	0.10	0.20
CO3	13.73	59.64	101.22
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.35
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.77	440.46
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.37	2.72
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	30.78

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 13<sup>n</sup> : pH = 8,8 , T = 20 °C**



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.60 bar
Feed Pressure	61.12 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.93 bar
Recovery Factor	0.83	Feed TDS	40186.67 mg/l	Average	38.77 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	30.82 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.37 lmh	Power	68.98 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.77	0.00	19.50	59.58	13.00	14.57	0.00	0.00	142.43

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.38	0.41	0.41
Na	12650.00	12673.44	21086.22	51.44	51.44
Mg	1520.00	1520.00	2532.02	1.63	1.63
Ca	460.00	460.00	766.27	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	68.72	116.47	0.01	0.01
HCO3	146.34	94.59	155.15	0.67	0.67
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38510.80	84.28	84.28
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.16	0.79	0.79
SiO2	2.00	2.00	4.00	0.02	0.02
Boron	4.57	4.59	7.35	0.45	0.45
CO2	0.82	0.08	0.15	0.00	0.00
TDS	40151.78	40186.67	66876.77	142.43	142.43
pH	8.00	8.80	8.77	8.35	8.35

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.65	8.13	40185.19	60.77
	2	0.10	0.71	97.97	7.28	44828.09	60.50
	3	0.09	0.58	128.98	6.57	49674.71	60.27
	4	0.08	0.47	172.50	5.99	54515.58	60.07
	5	0.07	0.36	233.59	5.52	59117.43	59.89
	6	0.05	0.28	318.90	5.15	63279.08	59.73

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.80	8.69
Langelier Saturation Index	0.90	1.54	1.97
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.54	0.77
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40151.76	40185.19	66874.13
HCO3	146.34	100.75	164.45
CO2	0.89	0.09	0.21
CO3	16.85	59.64	102.22
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.35
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.77	440.40
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.37	2.61
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	21.07

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 14<sup>n</sup> : pH = 8,8 , T = 25 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.16 bar
Feed Pressure	59.59 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.94 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40188.04 mg/l	Average	39.55 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	34.21 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.26 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.25	0.00	19.50	58.16	13.00	14.58	0.00	0.00	187.82

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.30	0.54	0.54
Na	12650.00	12675.83		21080.82	67.93	67.93
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	78.36		132.71	0.01	0.01
HCO3	146.34	88.45		144.69	0.79	0.79
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.17	111.29	111.29
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	2.00	5.33		1.38	0.02	0.03
Boron	4.57	4.59		7.28	0.57	0.57
CO2	0.72	0.85		0.81	0.01	0.01
TDS	40155.47	40188.04		66853.88	187.82	187.82
pH	8.00	8.80		8.77	8.34	8.34

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.56	8.13	40185.19	59.25
	2	0.10	0.73	126.38	7.23	45151.82	59.00
	3	0.09	0.58	171.78	6.50	50241.01	58.79
	4	0.08	0.45	237.16	5.91	55178.17	58.60
	5	0.06	0.34	330.80	5.46	59695.65	58.44
	6	0.05	0.25	463.21	5.13	63609.37	58.29

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	8.80	8.61
Langelier Saturation Index	0.90	1.54	2.00
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.54	0.78
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42
TDS (mg/l)	40155.46	40185.19	66848.70
HCO3	146.34	100.75	163.28
CO2	0.89	0.08	0.23
CO3	20.54	59.64	103.24
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.36
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.77	440.48
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.37	2.52
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	14.62

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 15<sup>η</sup> : pH = 9 , T = 15 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.06 bar
Feed Pressure	63.34 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.94 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40193.01 mg/l	Average	38.00 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	37.96 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.44 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.49 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	63.00	0.00	19.50	61.71	13.00	14.58	0.00	0.00	106.66

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.46	0.32	0.32
Na	12650.00	12679.02		21105.91	38.61	38.61
Mg	1520.00	1520.00		2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00		766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	13.75	77.54		131.18	0.01	0.01
HCO3	146.34	82.65		135.44	0.45	0.45
NO3	1.89	1.89		3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.06		38534.48	63.26	63.26
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.60	0.59	0.59
SiO2	2.00	3.33		1.23	0.01	0.01
Boron	4.57	4.60		7.47	0.30	0.30
CO2	0.83	0.05		0.00	0.00	0.00
TDS	40148.68	40193.01		66916.96	106.66	106.66
pH	8.00	9.00		8.98	8.72	8.72

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	59.69	8.13	40193.01	63.00
	2	0.09	0.69	75.11	7.33	44547.78	62.71
	3	0.09	0.58	96.01	6.64	49167.65	62.46
	4	0.08	0.48	124.67	6.06	53903.55	62.24
	5	0.07	0.39	164.03	5.57	58563.61	62.04
	6	0.06	0.31	218.11	5.18	62954.46	61.87

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	9.00	8.98
Langelier Saturation Index	0.90	1.65	2.05
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.66	0.88
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43
TDS (mg/l)	40148.68	40193.01	66916.96
HCO3	146.34	82.65	135.44
CO2	0.89	0.05	0.10
CO3	13.75	77.54	131.18
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.34
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.79	440.24
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.60	2.41
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	77.38

To balance: 15.06 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 16<sup>n</sup> : pH = 9 , T = 20 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.61 bar
Feed Pressure	61.13 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.94 bar
Equilibr Factor	0.85	Feed TDS	40194.73 mg/l	Average	38.78 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	41.73 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.53 bar
Total Active Area	891.84 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.99 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.78	0.00	19.50	59.60	13.00	14.57	0.00	0.00	142.02

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.37	0.42	0.42
Na	12650.00	12681.69		21099.83	51.48	51.48
Mg	1520.00	1520.00		2532.00	1.63	1.63
Ca	460.00	460.00		766.27	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	87.26		147.47	0.01	0.01
HCO3	146.34	75.79		123.84	0.53	0.53
NO3	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38510.53	84.35	84.35
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.14	0.79	0.79
SiO2	2.39	3.99		4.32	0.00	0.02
Boron	4.57	4.60		7.42	0.38	0.38
CO2	0.80	0.34		0.00	0.00	0.00
TDS	40151.78	40194.73		66890.10	142.02	142.02
pH	8.00	9.00		8.98	8.69	8.69

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO4 (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.36	8.13	40194.73	60.78
	2	0.10	0.71	97.53	7.28	44839.14	60.52
	3	0.09	0.58	128.41	6.37	49687.17	60.28
	4	0.08	0.47	171.78	5.99	54529.31	60.08
	5	0.07	0.36	232.68	5.52	59132.17	59.91
	6	0.05	0.28	317.75	5.15	63294.56	59.74

## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	9.00	8.98
Langelier Saturation Index	1.01	1.73	2.13
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.71	0.93
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43
TDS (mg/l)	40151.78	40194.73	66890.10
HCO3	146.34	75.79	123.84
CO2	0.80	0.04	0.08
CO3	16.85	87.26	147.47
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.33
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.79	440.09
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.70
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.42
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.60	2.20
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	77.43

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

**Περίπτωση 17<sup>n</sup> : pH = 9 , T = 25 °C**

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.17 bar
Feed Pressure	59.60 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.95 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40196.22 mg/l	Average	39.56 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	45.33 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.31 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.27 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.18 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW3oHRLE-400	4	6	32.50	59.26	0.00	19.50	58.17	13.00	14.58	0.00	0.00	187.28

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.29	0.56	0.56
Na	12650.00	12684.22	21094.77	67.98	67.98
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.15	2.15
Ca	460.00	460.00	766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	97.27	164.27	0.02	0.02
HCO3	146.34	69.28	112.81	0.63	0.63
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.11	111.38	111.38
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.88	3.88	4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.60	7.36	0.47	0.47
CO2	0.72	0.83	0.00	0.00	0.00
TDS	40155.47	40196.22	66867.87	187.28	187.28
pH	8.00	9.00	8.98	8.66	8.66

## Design Warnings

-None-

## Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.12	8.13	40196.22	59.26
	2	0.10	0.73	125.64	7.23	45164.85	59.01
	3	0.09	0.58	170.82	6.50	50255.79	58.80
	4	0.08	0.45	235.93	5.91	55194.50	58.62
	5	0.06	0.34	329.24	5.46	59713.24	58.45
	6	0.05	0.25	461.27	5.13	63627.88	58.31

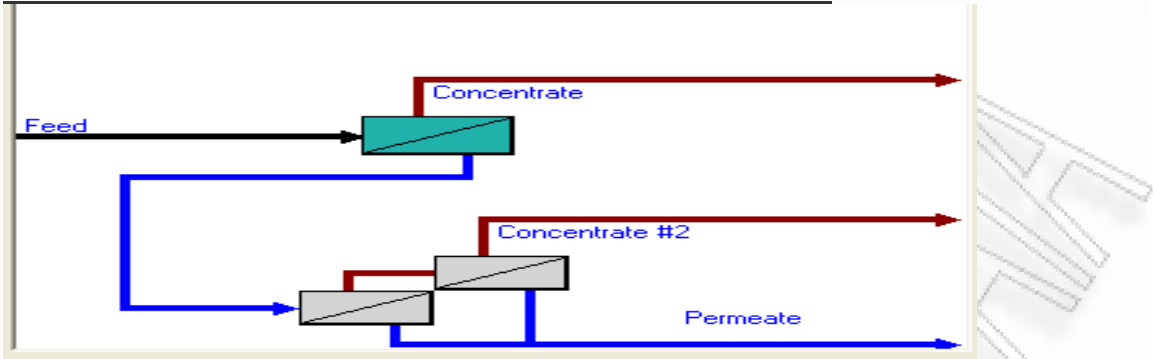
## Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	8.00	9.00	8.98
Langelier Saturation Index	1.13	1.80	2.20
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.77	0.98
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43
TDS (mg/l)	40155.47	40196.22	66867.87
HCO3	146.34	69.28	112.81
CO2	0.72	0.03	0.07
CO3	20.54	97.27	164.27
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.33
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.79	440.08
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.70
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.60	2.02
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.55	77.64

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## 2. REPORTS ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.



### Περίπτωση 1<sup>η</sup> : Χωρίς ενδιάμεση έκχυση σόδας

► T<sub>ΤΟΟΦΟΔΟΣΙΑΣ</sub> = 15 °C, pH<sub>ΤΟΟΦΟΔΟΣΙΑΣ</sub> = 8

System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.03 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.74 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.44 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.95	0.00	19.50	61.66	13.00	14.58	0.00	0.00	107.64

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate Stage 1		Permeate Stage 1	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.27	0.27	0.27
Na	12650.00	12650.00	21057.62	38.52	38.52	38.52
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.75	13.75	24.39	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34	240.48	0.67	0.67	0.67
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.06	38534.63	63.10	63.10	63.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57	7.28	0.49	0.49	0.49
CO2	0.89	0.89	1.71	1.05	1.05	1.05
TDS	40148.68	40163.74	66866.39	107.64	107.64	107.64
pH	8.00	8.00	8.00	6.04	6.04	6.04

Design Warnings -- Pass 1

-None-

Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.30	8.13	40163.74	62.95
	2	0.09	0.69	75.85	7.33	44514.10	62.66
	3	0.09	0.58	96.91	6.64	49129.48	62.41
	4	0.08	0.48	125.78	6.06	53861.13	62.19
	5	0.07	0.39	165.42	5.57	58517.57	62.00
	6	0.06	0.31	219.85	5.18	62905.68	61.82

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	107.64 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.00	5.59	25.06	0.00	0.00	2.15
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.82	21.60	0.00	0.00	4.05

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.27	0.27	0.48	1.35	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	38.52	38.52	67.33	190.93	0.29	0.63	0.45	0.45
Mg	1.23	1.23	2.16	6.13	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.67	0.67	1.15	3.20	0.15	0.17	0.16	0.16
NO3	0.04	0.04	0.07	0.18	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	63.10	63.10	110.31	312.86	0.46	1.01	0.71	0.71
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.49	0.49	0.70	1.29	0.22	0.38	0.29	0.29
CO2	1.05	1.05	1.87	5.39	0.95	0.90	0.96	0.96
TDS	107.64	107.64	187.22	526.90	2.15	4.05	3.03	3.03
pH	6.04	6.04	6.25	6.65	5.50	5.53	5.51	5.51

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.08	1.00	1.75	13.00	107.64	14.49
2		0.08	0.97	1.90	12.00	116.46	13.94
3		0.08	0.94	2.06	11.04	126.49	13.44
4		0.09	0.91	2.23	10.10	138.06	13.01
5		0.10	0.89	2.42	9.18	151.57	12.62
6		0.11	0.88	2.64	8.29	167.66	12.29
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.11	0.84	2.93	7.41	187.22	11.66
2		0.13	0.83	3.25	6.57	210.91	11.42
3		0.14	0.81	3.63	5.74	240.84	11.21
4		0.16	0.79	4.12	4.93	279.86	11.05
5		0.19	0.78	4.79	4.14	332.87	10.91
6		0.23	0.76	5.76	3.36	408.95	10.81

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	8.00	6.65
Langelier Saturation Index	0.90	0.90	1.32	-4.41
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.09	0.15	-3.71
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.68	40163.74	66866.39	526.90
HCO3	146.34	146.34	240.48	3.20
CO2	0.89	0.89	1.71	1.09
CO3	13.75	13.75	24.59	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.52	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	232.87	440.94	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	1.35	4.35	0.07
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	20.74	0.86	0.00

To balance: 15.06 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

>  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.58 bar
Feed Pressure	61.08 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.03 mg/l	Average	38.74 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	21.51 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.94 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.55	13.00	14.57	0.00	0.00	143.42

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.41	0.37	0.37
Na	12650.00	12650.00		21047.50	51.34	51.34
Mg	1520.00	1520.00		2532.03	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00		766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.85	16.85		29.77	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34		240.42	0.85	0.85
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38511.41	84.10	84.10
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00		3539.20	0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00		4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57		7.18	0.66	0.66
CO <sub>2</sub>	0.80	0.80		1.55	0.93	0.93
TDS	40151.78	40163.03		66836.46	143.42	143.42
pH	8.00	8.00		7.99	6.15	6.15

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.22	8.13	40163.03	60.74
	2	0.10	0.71	98.59	7.28	44802.47	60.47
	3	0.09	0.58	129.73	6.57	49645.58	60.24
	4	0.08	0.47	173.43	5.99	54483.28	60.04
	5	0.07	0.36	234.75	5.52	59082.59	59.86
	6	0.05	0.28	320.35	5.15	63242.47	59.70



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.31 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	143.42 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.33	9.68	5.67	25.44	0.00	0.00	3.42
2	BW30-400	1	6	7.33	9.33	0.00	2.60	8.50	4.73	21.20	0.00	0.00	6.39

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.64	1.79	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	51.34	51.34	90.73	253.69	0.49	1.12	0.77	0.77
Mg	1.64	1.64	2.91	8.15	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.85	0.85	1.49	4.10	0.16	0.17	0.16	0.16
NO3	0.05	0.05	0.09	0.24	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	84.10	84.10	148.63	415.69	0.78	1.78	1.24	1.24
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.66	0.66	0.90	1.50	0.34	0.57	0.43	0.43
CO2	0.93	0.93	0.93	0.37	0.83	0.83	0.84	0.84
TDS	143.42	143.42	251.94	698.71	3.42	6.39	4.77	4.77
pH	6.15	6.15	6.37	6.76	5.53	5.56	5.54	5.54

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	2.79	13.00	143.42	11.97
	2	0.08	0.99	3.02	11.97	155.48	11.45
	3	0.09	0.95	3.27	10.99	169.18	11.00
	4	0.09	0.92	3.54	10.03	184.95	10.60
	5	0.10	0.90	3.84	9.11	203.36	10.24
	6	0.11	0.88	4.18	8.21	225.27	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	4.65	7.33	251.94	9.33
	2	0.13	0.82	5.14	6.48	284.03	9.11
	3	0.14	0.80	5.74	5.66	324.40	8.93
	4	0.16	0.78	6.51	4.87	376.76	8.77
	5	0.19	0.76	7.57	4.09	447.32	8.65
	6	0.22	0.73	9.14	3.33	547.26	8.56

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	6.76
Langlier Saturation Index	1.01	1.01	1.43	-3.93
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.00	0.24	-3.38
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40163.03	66836.46	698.71
HCO3	146.34	146.34	240.42	4.10
CO2	0.80	0.80	1.55	0.97
CO3	16.85	16.85	29.77	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.52	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	232.87	440.97	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	1.35	3.99	0.08
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	20.74	0.84	0.00

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤ **T<sub>τροφοδοσίας</sub> = 25 °C, pH<sub>τροφοδοσίας</sub> = 8**  
 System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.55 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40162.20 mg/l	Average	39.52 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.21

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.34	0.48	0.48
Na	12650.00	12650.00		21037.87	67.79	67.79
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.17	2.17
Ca	460.00	460.00		766.23	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	20.54		35.99	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34		240.33	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.36	111.03	111.03
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57		7.05	0.85	0.85
CO2	0.72	0.72		1.41	0.82	0.82
TDS	40155.47	40162.20		66808.91	189.21	189.21
pH	8.00	8.00		7.99	6.28	6.28

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.30	8.13	40162.20	59.21
	2	0.10	0.73	127.12	7.23	45124.91	58.96
	3	0.09	0.58	172.67	6.50	50210.10	58.75
	4	0.08	0.45	238.27	5.91	55143.79	58.56
	5	0.06	0.34	332.18	5.46	59658.65	58.40
	6	0.05	0.25	464.91	5.13	63570.61	58.25

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.73 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	189.21 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.06	0.00	7.22	7.95	5.78	25.92	0.00	0.00	5.21
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	9.92

Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate		
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total
			NH4	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.48	0.48	0.86	2.35	0.01	0.03	0.02
Na	67.79	67.79	121.39	333.58	0.80	1.96	1.32
Mg	2.17	2.17	3.89	10.73	0.01	0.04	0.02
Ca	0.65	0.65	1.16	3.20	0.00	0.01	0.01
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	1.10	1.94	5.28	0.16	0.18	0.17
NO3	0.07	0.07	0.12	0.30	0.01	0.02	0.01
Cl	111.03	111.03	198.86	546.61	1.28	3.13	2.10
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.17	0.00	0.01	0.01
SiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.85	0.85	1.12	1.70	0.51	0.79	0.64
CO2	0.82	0.82	0.94	0.86	0.73	0.74	0.73
TDS	189.21	189.21	336.55	917.11	5.21	9.92	7.30
pH	6.28	6.28	6.50	6.88	5.56	5.59	5.57

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	4.26	13.00	189.21	10.06
	2	0.08	1.01	4.61	11.94	205.61	9.59
	3	0.09	0.97	4.99	10.93	224.22	9.17
	4	0.09	0.94	5.41	9.96	245.61	8.80
	5	0.10	0.91	5.86	9.02	270.59	8.47
	6	0.11	0.89	6.37	8.11	300.32	8.19
Stage 2	1	0.12	0.84	7.11	7.22	336.55	7.61
	2	0.13	0.81	7.89	6.38	379.84	7.41
	3	0.14	0.79	8.86	5.57	434.06	7.24
	4	0.16	0.76	10.13	4.79	503.92	7.10
	5	0.18	0.73	11.90	4.03	597.06	6.99
	6	0.21	0.70	14.56	3.30	726.67	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	6.88
Langelier Saturation Index	1.13	1.13	1.54	-3.48
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.09	0.32	-3.05
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40162.20	66808.91	917.11
HCO3	146.34	146.34	240.33	5.28
CO2	0.72	0.72	1.41	0.86
CO3	20.54	20.54	35.99	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.52	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	232.87	441.02	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	1.35	3.67	0.10
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	20.74	0.82	0.00

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.05	Feed TDS	40167.47 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	4.38 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.45 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.96	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.56

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.48	0.28	0.28
Na	12650.00	12653.36		21063.20	38.53	38.53
Mg	1520.00	1520.00		2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00		766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	13.73	20.77		36.09	0.00	0.00
HCO3	146.34	139.66		230.04	0.68	0.68
NO3	1.89	1.89		3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09		38534.67	63.12	63.12
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.60	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00		4.99	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57		7.30	0.47	0.47
CO2	0.89	0.54		1.07	0.58	0.58
TDS	40148.66	40167.47		66873.16	107.56	107.56
pH	8.00	8.20		8.18	6.30	6.30

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.24	8.13	40167.47	62.96
	2	0.09	0.69	75.78	7.33	44518.44	62.67
	3	0.09	0.58	96.83	6.64	49134.44	62.42
	4	0.08	0.48	125.69	6.06	53866.70	62.20
	5	0.07	0.39	165.31	5.57	58523.66	62.00
	6	0.06	0.31	219.72	5.18	62912.17	61.83

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	107.56 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.00	5.59	25.06	0.00	0.00	1.94
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.60	0.00	0.00	3.63

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.49	1.37	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	38.53	38.53	67.38	191.28	0.24	0.53	0.37	0.37
Mg	1.23	1.23	2.16	6.13	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.68	0.68	1.17	3.29	0.12	0.13	0.12	0.12
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	63.12	63.12	110.40	313.42	0.38	0.85	0.60	0.60
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.47	0.47	0.67	1.23	0.21	0.37	0.28	0.28
CO2	0.50	0.50	0.89	2.61	0.51	0.52	0.51	0.51
TDS	107.56	107.56	187.22	527.61	1.94	3.63	2.72	2.72
pH	6.30	6.30	6.52	6.91	5.65	5.68	5.67	5.67

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.59	13.00	107.56	14.49
	2	0.08	0.97	1.72	12.00	116.38	13.94
	3	0.08	0.94	1.85	11.04	126.42	13.44
	4	0.09	0.91	2.00	10.10	138.00	13.01
	5	0.10	0.89	2.17	9.18	151.53	12.62
	6	0.11	0.88	2.36	8.29	167.63	12.29
Stage 2	1	0.11	0.84	2.62	7.41	187.22	11.66
	2	0.13	0.83	2.90	6.57	210.95	11.42
	3	0.14	0.81	3.24	5.74	240.93	11.21
	4	0.16	0.79	3.69	4.93	280.03	11.05
	5	0.19	0.78	4.31	4.14	333.14	10.91
	6	0.23	0.76	5.22	3.36	409.39	10.81

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	6.91
Langelier Saturation Index	0.90	1.08	1.49	-4.11
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.09	0.32	-3.43
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40167.47	66873.16	527.61
HCO3	146.34	139.66	230.04	3.29
CO2	0.89	0.54	1.07	0.61
CO3	13.73	20.77	36.09	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.38	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.92	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.89	0.07
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.03	0.00

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤ **T<sub>τροφοδοσίας</sub> = 20 °C, pH<sub>τροφοδοσίας</sub> = 8.2**

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.09 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.22 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.13 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.87 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.95 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.30

Pass Streams (mg/l as Ion)					
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37
Na	12650.00	12653.89	21053.94	51.36	51.36
Mg	1520.00	1520.00	2532.04	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	25.23	43.59	0.00	0.00
HCO3	146.34	138.25	227.58	0.86	0.86
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.31	84.13	84.13
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.20	0.62	0.62
CO2	0.80	0.48	0.95	0.49	0.49
TDS	40151.78	40167.22	66843.90	143.30	143.30
pH	8.00	8.20	8.18	6.43	6.43

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.17	8.13	40167.47	60.74
	2	0.10	0.71	98.53	7.28	44807.50	60.48
	3	0.09	0.58	129.67	6.57	49651.35	60.25
	4	0.08	0.47	173.36	5.99	54489.71	60.04
	5	0.07	0.36	234.68	5.52	59089.52	59.87
	6	0.05	0.28	320.27	5.15	63249.73	59.71

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.31 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	143.36 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.33	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	3.17
2	BW30-400	1	6	7.33	9.33	0.00	2.60	8.50	4.73	21.20	0.00	0.00	5.95

Pass Streams (mg/l as Ion)								
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate			Total
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.65	1.81	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	51.36	51.36	90.80	254.11	0.43	1.00	0.69	0.69
Mg	1.64	1.64	2.91	8.15	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.85	0.85	1.48	4.10	0.13	0.14	0.13	0.13
NO3	0.05	0.05	0.09	0.24	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	84.14	84.14	148.77	416.40	0.68	1.59	1.10	1.10
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.64	0.64	0.87	1.46	0.33	0.55	0.43	0.43
CO2	0.61	0.61	0.62	0.64	0.53	0.54	0.53	0.53
TDS	143.36	143.36	252.01	699.63	3.17	5.95	4.44	4.44
pH	6.34	6.34	6.55	6.94	5.64	5.67	5.65	5.65

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	2.60	13.00	143.36	11.97
	2	0.08	0.99	2.81	11.97	155.43	11.46
	3	0.09	0.95	3.04	10.99	169.14	11.00
	4	0.09	0.92	3.28	10.03	184.93	10.60
	5	0.10	0.90	3.56	9.11	203.36	10.25
	6	0.11	0.88	3.86	8.21	225.30	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	4.30	7.33	252.01	9.33
	2	0.13	0.82	4.75	6.48	284.15	9.11
	3	0.14	0.80	5.32	5.66	324.59	8.93
	4	0.16	0.78	6.06	4.87	377.05	8.78
	5	0.19	0.76	7.09	4.09	447.74	8.66
	6	0.22	0.73	8.61	3.33	547.88	8.56

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.10	6.94
Langelier Saturation Index	0.90	1.08	1.52	-3.75
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.09	0.33	-3.21
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.76	40167.47	66843.88	699.63
HCO3	146.34	139.66	228.96	4.10
CO2	0.89	0.48	1.14	0.64
CO3	16.85	20.77	36.77	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.90	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.72	0.08
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	1.40	0.00

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.56 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40166.93 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.98 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.04

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.34	0.49	0.49
Na	12650.00	12654.49		21045.34	67.81	67.81
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	30.42		52.34	0.00	0.00
HCO3	146.34	136.70		224.84	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.33	111.07	111.07
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57		7.08	0.81	0.81
CO2	0.72	0.42		0.85	0.41	0.41
TDS	40155.47	40166.93		66817.39	189.04	189.04
pH	8.00	8.20		8.18	6.58	6.58

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.19	8.13	40166.93	59.21
	2	0.10	0.73	126.98	7.23	45130.50	58.97
	3	0.09	0.58	172.51	6.50	50216.55	58.76
	4	0.08	0.45	238.07	5.91	55150.99	58.57
	5	0.06	0.34	331.93	5.46	59666.44	58.41
	6	0.05	0.25	464.62	5.13	63578.82	58.26



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.73 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	189.04 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	4.58
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	8.97

Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate		
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total
			(mg/l as Ion)				
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.49	0.49	0.88	2.41	0.01	0.02	0.02
Na	67.81	67.81	121.57	334.50	0.64	1.71	1.12
Mg	2.16	2.16	3.89	10.74	0.01	0.03	0.02
Ca	0.65	0.65	1.16	3.20	0.00	0.01	0.01
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	1.10	1.96	5.34	0.11	0.13	0.12
NO3	0.07	0.07	0.12	0.31	0.01	0.02	0.01
Cl	111.07	111.07	199.15	548.09	1.03	2.74	1.79
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.01
SiO2	0.83	0.83	0.83	0.13	0.00	0.00	0.00
Boron	0.81	0.81	1.06	1.61	0.48	0.75	0.60
CO2	3.11	0.41	0.42	0.44	0.24	0.23	0.33
TDS	189.04	189.04	336.73	919.16	4.58	8.97	6.53
pH	6.58	6.58	6.81	7.17	5.74	5.78	5.76

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	3.74	13.00	189.04	10.07
	2	0.08	1.01	4.05	11.94	205.47	9.59
	3	0.09	0.97	4.39	10.93	224.11	9.17
	4	0.09	0.94	4.75	9.96	245.55	8.80
	5	0.10	0.91	5.17	9.02	270.59	8.47
	6	0.11	0.89	5.63	8.11	300.40	8.19
Stage 2	1	0.12	0.84	6.32	7.22	336.73	7.61
	2	0.13	0.81	7.04	6.38	380.14	7.41
	3	0.14	0.79	7.95	5.57	434.53	7.24
	4	0.16	0.76	9.16	4.78	504.61	7.10
	5	0.18	0.73	10.86	4.03	598.05	6.99
	6	0.21	0.70	13.40	3.30	728.09	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	7.17
Langelier Saturation Index	1.13	1.30	1.70	-3.19
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.26	0.48	-2.76
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40166.93	66817.39	919.16
HCO3	146.34	136.70	224.84	5.34
CO2	0.72	0.42	0.85	0.44
CO3	20.54	30.42	52.34	0.01
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.90	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	3.27	0.10
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	1.98	0.00

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤ **T<sub>τροφοδοσίας</sub> = 15 °C, pH<sub>τροφοδοσίας</sub> = 8.4**

## System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.31 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.19 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	10.30 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.46 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.97	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.46

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	70.00	70.00	116.48	0.28	0.28	
Na	12650.00	12657.91	21070.77	38.54	38.54	
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	
CO3	13.73	30.63	32.37	0.00	0.00	
HCO3	146.34	129.95	214.17	0.71	0.71	
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	
Cl	23131.00	23146.09	38534.63	63.14	63.14	
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	
Boron	4.57	4.58	7.33	0.44	0.44	
CO2	0.89	0.32	0.64	0.26	0.26	
TDS	40148.66	40172.19	66881.44	107.46	107.46	
pH	8.00	8.40	8.38	6.68	6.68	

## Design Warnings -- Pass 1

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.10	0.80	60.18	8.13	40172.19	62.97
2		0.09	0.69	75.71	7.33	44523.88	62.68
3		0.09	0.58	96.74	6.64	49140.63	62.43
4		0.08	0.48	125.57	6.06	53873.59	62.20
5		0.07	0.39	165.16	5.57	58531.16	62.01
6		0.06	0.31	219.53	5.18	62920.14	61.83

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	107.46 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.00	5.59	25.06	0.00	0.00	1.66
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.60	0.00	0.00	3.22

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.50	1.41	0.00	0.01	0.00	
Na	38.54	38.54	67.46	191.64	0.18	0.44	0.30	
Mg	1.23	1.23	2.16	6.13	0.00	0.01	0.01	
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
HCO3	0.71	0.71	1.23	3.46	0.08	0.09	0.08	
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.01	0.00	
Cl	63.14	63.14	110.51	314.01	0.29	0.70	0.48	
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
SO4	0.59	0.59	1.04	2.95	0.00	0.00	0.00	
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	
Boron	0.44	0.44	0.63	1.16	0.19	0.34	0.26	
CO2	0.20	0.20	0.20	0.29	0.20	0.21	0.21	
TDS	107.46	107.46	187.23	528.33	1.66	3.22	2.38	
pH	6.68	6.68	6.89	7.27	5.88	5.90	5.89	

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.08	1.00	1.36	13.00	107.46	14.49
2		0.08	0.97	1.47	12.00	116.29	13.94
3		0.08	0.94	1.59	11.04	126.35	13.45
4		0.09	0.91	1.72	10.10	137.93	13.01
5		0.10	0.89	1.87	9.18	151.48	12.63
6		0.11	0.88	2.04	8.29	167.61	12.29
1		0.11	0.84	2.28	7.41	187.23	11.66
2		0.13	0.83	2.53	6.57	211.01	11.42
3		0.14	0.81	2.85	5.74	241.04	11.21
4		0.16	0.79	3.27	4.93	280.21	11.05
5		0.19	0.78	3.84	4.14	333.44	10.92
6		0.23	0.76	4.70	3.36	409.84	10.81

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	7.27
Langelier Saturation Index	0.90	1.25	1.65	-3.76
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.25	0.48	-3.06
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40172.19	66881.44	528.33
HCO3	146.34	129.95	214.17	3.46
CO2	0.89	0.32	0.64	0.28
CO3	13.73	30.63	52.37	0.00
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.82	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.46	0.07
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.96	0.00

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.53 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	11.97 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.96 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.75	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.14

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.40	0.38	0.38
Na	12650.00	12659.10		21062.55	51.38	51.38
Mg	1520.00	1520.00		2532.04	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00		766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	36.69		62.79	0.00	0.00
HCO3	146.34	126.88		208.87	0.89	0.89
NO3	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38511.19	84.17	84.17
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.19	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00		4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.58		7.24	0.58	0.58
CO2	0.80	0.28		0.56	0.19	0.19
TDS	40151.78	40172.53		66853.05	143.14	143.14
pH	8.00	8.40		8.38	6.87	6.87

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.10	0.84	76.05	8.13	40172.53	60.75
2		0.10	0.71	98.37	7.28	44813.53	60.48
3		0.09	0.58	129.47	6.57	49658.21	60.25
4		0.08	0.47	173.10	5.99	54497.33	60.05
5		0.07	0.36	234.34	5.52	59097.81	59.87
6		0.05	0.28	319.85	5.15	63258.53	59.71

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.31 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	143.14 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	2.61
2	BW30-400	1	6	7.32	9.33	0.00	2.60	8.50	4.73	21.20	0.00	0.00	5.09

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.38	0.38	0.67	1.88	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.38	51.38	90.95	254.86	0.30	0.81	0.53	0.53
Mg	1.64	1.64	2.90	8.16	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	0.89	0.89	1.56	4.30	0.07	0.08	0.08	0.08
NO <sub>3</sub>	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	84.17	84.17	148.99	417.58	0.49	1.29	0.85	0.85
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
boron	0.58	0.58	0.80	1.33	0.30	0.50	0.39	0.39
CO <sub>2</sub>	0.19	0.19	0.19	0.22	0.14	0.15	0.15	0.15
TDS	143.14	143.14	252.03	701.13	2.61	5.09	3.74	3.74
pH	6.87	6.87	7.08	7.42	5.96	5.98	5.97	5.97

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.08	1.03	2.12	13.00	143.14	11.97
	2	0.08	0.99	2.29	11.97	155.23	11.46
	3	0.09	0.95	2.49	10.99	168.97	11.00
	4	0.09	0.92	2.70	10.03	184.79	10.60
	5	0.10	0.90	2.94	9.11	203.27	10.25
	6	0.11	0.88	3.21	8.21	225.26	9.94
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.84	3.59	7.32	252.03	9.33
	2	0.13	0.82	4.00	6.48	284.26	9.11
	3	0.14	0.80	4.52	5.66	324.82	8.93
	4	0.16	0.78	5.19	4.87	377.44	8.78
	5	0.19	0.76	6.12	4.09	448.36	8.66
	6	0.22	0.73	7.51	3.33	548.84	8.56

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	7.42
Langelier Saturation Index	1.01	1.35	1.76	-3.25
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.34	0.56	-2.71
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40172.53	66853.05	701.13
HCO <sub>3</sub>	146.34	126.88	208.87	4.30
CO <sub>2</sub>	0.80	0.28	0.56	0.22
CO <sub>3</sub>	16.85	36.69	62.79	0.01
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.82	233.73	440.72	0.07
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.39	2.32	3.16	0.08
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	1.31	4.92	0.00

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.57 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.87 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	13.78 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.23 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.22	0.00	19.50	58.13	13.00	14.58	0.00	0.00	188.80

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.33	0.51	0.51
Na	12650.00	12660.38		21055.14	67.84	67.84
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	43.58		74.42	0.00	0.00
HCO3	146.34	123.57		203.16	1.11	1.11
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.29	111.13	111.13
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.58		7.14	0.74	0.74
CO2	0.72	0.24		0.49	0.12	0.12
TDS	40155.47	40172.87		66827.78	188.80	188.80
pH	8.00	8.40		8.38	7.11	7.11

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.11	0.90	95.04	8.13	40172.87	59.22
2		0.10	0.73	126.80	7.23	45137.48	58.98
3		0.09	0.58	172.28	6.50	50224.55	58.76
4		0.08	0.45	237.78	5.91	55159.89	58.58
5		0.06	0.34	331.56	5.46	59676.04	58.42
6		0.05	0.25	464.15	5.13	63588.90	58.27

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.73 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	188.80 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	3.95
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	7.93

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.51	0.51	0.91	2.48	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.84	67.84	121.74	335.40	0.51	1.47	0.94	0.94
Mg	2.16	2.16	3.89	10.74	0.01	0.03	0.02	0.02
Ca	0.64	0.64	1.16	3.20	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.11	1.11	1.97	5.34	0.06	0.08	0.07	0.07
NO3	0.07	0.07	0.12	0.31	0.01	0.02	0.01	0.01
Cl	111.13	111.13	199.44	549.56	0.81	2.35	1.49	1.49
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.01	0.01
SiO2	0.09	0.09	0.13	0.17	0.09	0.10	0.09	0.09
Boron	0.74	0.74	0.98	1.51	0.44	0.69	0.55	0.55
CO2	0.12	0.12	0.13	0.17	0.09	0.10	0.09	0.09
TDS	188.80	188.80	336.79	921.02	3.95	7.93	5.72	5.72
pH	7.11	7.11	7.30	7.59	6.08	6.12	6.10	6.10

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	3.19	13.00	188.80	10.07
	2	0.08	1.01	3.46	11.94	205.25	9.59
	3	0.09	0.97	3.76	10.93	223.93	9.17
	4	0.09	0.94	4.10	9.96	245.41	8.80
	5	0.10	0.91	4.47	9.02	270.49	8.48
	6	0.11	0.89	4.89	8.11	300.37	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	5.51	7.22	336.79	7.61
	2	0.13	0.81	6.17	6.38	380.31	7.41
	3	0.14	0.79	7.00	5.57	434.84	7.24
	4	0.16	0.76	8.10	4.78	505.13	7.10
	5	0.18	0.73	9.65	4.03	598.86	7.00
	6	0.21	0.69	11.98	3.30	729.31	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	7.59
Langelier Saturation Index	1.13	1.45	1.85	-2.76
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.42	0.64	-2.34
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40172.87	66827.78	921.02
HCO3	146.34	123.57	203.16	5.34
CO2	0.72	0.24	0.49	0.17
CO3	20.54	43.58	74.42	0.02
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.74	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	2.91	0.10
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.90	0.00

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.32 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40178.11 mg/l	Average	37.98 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	18.02 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.47 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.98	0.00	19.50	61.68	13.00	14.58	0.00	0.00	107.31

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.47	0.29	0.29	0.29
Na	12650.00	12663.83	21080.63	38.56	38.56	38.56
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	43.66	74.41	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	116.89	192.53	0.73	0.73	0.73
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.61	63.18	63.18	63.18
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.58	7.37	0.40	0.40	0.40
CO2	0.89	0.18	0.36	0.04	0.04	0.04
TDS	40148.66	40178.11	66891.66	107.31	107.31	107.31
pH	8.00	8.60	8.58	7.53	7.53	7.53

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.09	8.13	40178.11	62.98
	2	0.09	0.69	75.60	7.33	44530.69	62.69
	3	0.09	0.58	96.61	6.64	49148.34	62.43
	4	0.08	0.48	125.41	6.06	53882.16	62.21
	5	0.07	0.39	164.94	5.57	58540.46	62.02
	6	0.06	0.31	219.25	5.18	62929.99	61.84



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	107.31 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.36
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.59	0.00	0.00	2.71

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	0.29	0.29	0.51	1.45	0.00	0.01	0.00	
Na	38.56	38.56	67.53	192.03	0.13	0.34	0.23	
Mg	1.23	1.23	2.15	6.13	0.00	0.01	0.00	
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	
HCO3	0.73	0.73	1.26	3.53	0.04	0.05	0.04	
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	
Cl	63.18	63.18	110.64	314.64	0.20	0.55	0.36	
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	
SiO2	0.01	0.01	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	
Boron	0.40	0.40	0.37	1.06	0.17	0.31	0.23	
CO2	0.04	0.04	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	
TDS	107.31	107.31	187.16	528.97	1.36	2.71	1.99	
pH	7.53	7.53	7.65	7.86	6.61	6.59	6.60	

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.10	13.00	107.31	14.49
	2	0.08	0.97	1.19	12.00	116.15	13.94
	3	0.08	0.94	1.30	11.04	126.21	13.45
	4	0.09	0.91	1.41	10.10	137.81	13.01
	5	0.10	0.89	1.54	9.18	151.37	12.63
	6	0.11	0.88	1.69	8.29	167.52	12.29
Stage 2	1	0.11	0.84	1.89	7.41	187.16	11.66
	2	0.13	0.83	2.12	6.57	210.97	11.42
	3	0.14	0.81	2.40	5.74	241.05	11.21
	4	0.16	0.79	2.76	4.93	280.29	11.05
	5	0.19	0.78	3.26	4.14	333.63	10.92
	6	0.23	0.76	4.01	3.36	410.20	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.60	8.58	7.86
Langelier Saturation Index	0.90	1.40	1.80	-3.16
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.41	0.63	-2.46
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40178.11	66891.66	528.97
HCO3	146.34	116.89	192.53	3.53
CO2	0.89	0.18	0.36	0.07
CO3	13.73	43.66	74.41	0.02
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.66	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.07	0.07
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	12.30	0.00

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.60 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40179.08 mg/l	Average	38.76 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	20.64 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.97 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.76	0.00	19.50	59.57	13.00	14.57	0.00	0.00	142.87

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)				
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.39	0.39	0.39
Na	12650.00	12665.70	21073.45	51.41	51.41
Mg	1520.00	1520.00	2532.03	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	51.39	87.43	0.00	0.00
HCO3	146.34	112.11	184.35	0.84	0.84
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.02	84.22	84.22
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.18	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.58	7.29	0.52	0.52
CO2	0.80	0.15	0.31	0.02	0.02
TDS	40151.78	40179.08	66864.11	142.87	142.87
pH	8.00	8.60	8.58	7.77	7.77

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.86	8.13	40179.08	60.76
	2	0.10	0.71	98.16	7.28	44821.10	60.49
	3	0.09	0.58	129.22	6.57	49666.78	60.26
	4	0.08	0.47	172.79	5.99	54506.82	60.06
	5	0.07	0.36	233.94	5.52	59108.03	59.88
	6	0.05	0.28	319.32	5.15	63269.27	59.72

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	142.87 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	2.13
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.20	0.00	0.00	4.24

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.39	0.39	0.70	1.94	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.41	51.41	91.07	255.32	0.22	0.63	0.41	0.41
Mg	1.64	1.64	2.90	8.16	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.84	0.84	1.48	4.09	0.03	0.05	0.04	0.04
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	84.22	84.22	149.19	418.65	0.35	1.00	0.65	0.65
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.52	0.52	0.72	1.24	0.26	0.44	0.34	0.34
CO2	0.02	0.02	0.03	0.09	0.00	0.01	0.01	0.01
TDS	142.87	142.87	251.89	702.23	2.13	4.24	3.09	3.09
pH	7.77	7.77	7.87	8.05	7.07	7.04	7.05	7.05

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.71	13.00	142.87	11.97
	2	0.08	0.99	1.86	11.97	154.96	11.46
	3	0.09	0.95	2.02	10.99	168.71	11.00
	4	0.09	0.92	2.20	10.03	184.55	10.60
	5	0.10	0.90	2.41	9.11	203.05	10.25
	6	0.11	0.88	2.64	8.21	225.07	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	2.96	7.32	251.89	9.34
	2	0.13	0.82	3.30	6.48	284.18	9.11
	3	0.14	0.80	3.74	5.66	324.82	8.93
	4	0.16	0.78	4.32	4.86	377.57	8.78
	5	0.19	0.76	5.11	4.09	448.68	8.66
	6	0.22	0.73	6.32	3.33	549.45	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.60	8.58	8.05
Langelier Saturation Index	1.01	1.50	1.90	-2.64
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.48	0.70	-2.10
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40179.08	66864.11	702.23
HCO3	146.34	112.11	184.35	4.09
CO2	0.80	0.15	0.31	0.05
CO3	16.85	51.39	87.43	0.04
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.37	29.36	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.54	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	2.80	0.08
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	12.26	0.00

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.6$

## System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.58 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.93 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40180.02 mg/l	Average	39.54 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	23.38 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.25 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.23	0.00	19.50	58.14	13.00	14.58	0.00	0.00	188.36

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.32	0.52	0.52
Na	12650.00	12667.63		21067.19	67.89	67.89
Mg	1520.00	1520.00		2331.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	59.89		101.77	0.01	0.01
HCO3	146.34	107.14		175.83	0.98	0.98
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.23	111.21	111.21
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.59		7.20	0.67	0.67
CO2	0.72	0.13		0.27	0.02	0.02
TDS	40155.47	40180.02		66840.13	188.36	188.36
pH	8.00	8.60		8.57	7.91	7.91

## Design Warnings -- Pass 1

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.75	8.13	40180.02	59.23
	2	0.10	0.73	126.46	7.23	45145.87	58.99
	3	0.09	0.58	171.87	6.50	50234.13	58.78
	4	0.08	0.45	237.26	5.91	55170.52	58.59
	5	0.06	0.34	330.90	5.46	59687.48	58.43
	6	0.05	0.25	463.32	5.13	63600.90	58.28

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	188.36 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	3.22
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	6.70

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.52	0.52	0.94	2.57	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.89	67.89	121.92	336.34	0.38	1.22	0.75	0.75
Mg	2.16	2.16	3.88	10.74	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.64	0.64	1.16	3.20	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.01	0.01	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.98	0.98	1.75	4.75	0.03	0.05	0.04	0.04
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.21	111.21	199.74	551.09	0.61	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.03	0.03	0.05	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.67	0.67	0.89	1.42	0.38	0.60	0.48	0.48
CO2	0.02	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	188.36	188.36	336.57	922.56	3.22	6.70	4.76	4.76
pH	7.91	7.91	8.01	8.20	7.28	7.28	7.28	7.28

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.59	13.00	188.36	10.07
	2	0.08	1.01	2.82	11.94	204.82	9.59
	3	0.09	0.97	3.07	10.93	223.52	9.17
	4	0.09	0.94	3.35	9.96	245.03	8.80
	5	0.10	0.91	3.66	9.02	270.15	8.48
	6	0.11	0.89	4.01	8.11	300.08	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	4.53	7.22	336.57	7.61
	2	0.13	0.81	5.11	6.38	380.19	7.41
	3	0.14	0.79	5.84	5.57	434.87	7.24
	4	0.16	0.76	6.83	4.78	505.35	7.11
	5	0.18	0.73	8.23	4.02	599.36	7.00
	6	0.21	0.69	10.37	3.30	730.23	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.60	8.57	8.20
Langelier Saturation Index	1.13	1.59	1.99	-2.21
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.56	0.77	-1.78
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40180.02	66840.13	922.56
HCO3	146.34	107.14	175.83	4.75
CO2	0.72	0.13	0.27	0.04
CO3	20.54	59.89	101.77	0.07
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.36	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.54	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	2.58	0.08
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	12.25	0.01

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.05 bar
Feed Pressure	63.33 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.93 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40185.19 mg/l	Average	37.99 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	27.43 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.48 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.99	0.00	19.50	61.69	13.00	14.58	0.00	0.00	106.98

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.46	0.30	0.30	0.30
Na	12650.00	12671.03	21092.61	38.59	38.59	38.59
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	59.64	101.22	0.01	0.01	0.01
HCO3	146.34	100.75	165.63	0.58	0.58	0.58
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.57	63.22	63.22	63.22
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.59	7.42	0.35	0.35	0.35
CO2	0.89	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00
TDS	40148.66	40185.19	66903.72	106.98	106.98	106.98
pH	8.00	8.80	8.77	8.34	8.34	8.34

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	59.87	8.13	40185.19	62.99
	2	0.09	0.69	75.34	7.33	44538.81	62.70
	3	0.09	0.58	96.30	6.64	49157.53	62.44
	4	0.08	0.48	125.04	6.06	53892.34	62.22
	5	0.07	0.39	164.50	5.57	58551.48	62.03
	6	0.06	0.31	218.70	5.18	62941.65	61.85

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	106.98 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.11
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.59	0.00	0.00	2.24

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.30	0.30	0.33	1.51	0.00	0.01	0.01	0.00
Na	38.59	38.59	67.59	192.25	0.11	0.31	0.20	0.00
Mg	1.23	1.23	2.15	6.13	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.01	0.01	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.58	0.58	1.01	2.83	0.01	0.01	0.01	0.01
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.22	63.22	110.74	315.02	0.17	0.50	0.32	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.35	0.35	0.51	1.01	0.14	0.24	0.10	0.00
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	106.98	106.98	186.78	528.75	1.11	2.24	1.63	0.00
pH	8.34	8.34	8.47	8.69	8.18	8.25	8.22	0.00

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.08	1.00	0.89	13.00	106.98	14.49
	2	0.08	0.97	0.97	12.00	115.81	13.94
	3	0.08	0.94	1.05	11.04	125.86	13.45
	4	0.09	0.91	1.15	10.10	137.45	13.01
	5	0.10	0.89	1.25	9.18	151.01	12.63
	6	0.11	0.88	1.38	8.29	167.14	12.29
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.84	1.54	7.41	186.78	11.66
	2	0.13	0.83	1.73	6.57	210.59	11.42
	3	0.14	0.81	1.96	5.74	240.67	11.21
	4	0.16	0.79	2.27	4.93	279.92	11.05
	5	0.19	0.78	2.71	4.14	333.27	10.92
	6	0.23	0.76	3.37	3.36	409.89	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.80	8.77	8.69
Langelier Saturation Index	0.90	1.54	1.94	-2.42
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.54	0.77	-1.72
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40185.19	66903.72	528.75
HCO3	146.34	100.75	165.63	2.83
CO2	0.89	0.10	0.20	0.01
CO3	13.73	59.64	101.22	0.09
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.35	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.46	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	2.72	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	30.78	0.05

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.60 bar
Feed Pressure	61.12 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.93 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40186.67 mg/l	Average	38.77 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	30.82 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.98 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.77	0.00	19.50	59.58	13.00	14.57	0.00	0.00	142.43

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.38	0.41	0.41	0.41
Na	12650.00	12673.44	21086.22	51.44	51.44	51.44
Mg	1520.00	1520.00	2532.02	1.63	1.63	1.63
Ca	460.00	460.00	766.27	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	16.85	68.71	116.47	0.01	0.01	0.01
HCO3	146.34	94.59	155.15	0.67	0.67	0.67
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38510.80	84.28	84.28	84.28
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.16	0.79	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02	0.02
Boron	4.57	4.59	7.35	0.45	0.45	0.45
CO2	0.80	0.08	0.17	0.00	0.00	0.00
TDS	40151.78	40186.67	66876.77	142.43	142.43	142.43
pH	8.00	8.80	8.77	8.35	8.35	8.35

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.59	8.13	40186.67	60.77
	2	0.10	0.71	97.83	7.28	44829.85	60.50
	3	0.09	0.58	128.80	6.57	49676.68	60.27
	4	0.08	0.47	172.28	5.99	54517.75	60.07
	5	0.07	0.36	233.31	5.52	59119.77	59.89
	6	0.05	0.28	318.55	5.15	63281.58	59.73



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	142.43 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	1.76
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.20	0.00	0.00	3.65

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.41	0.41	0.72	2.01	0.00	0.01	0.01	
Na	51.44	51.44	91.14	255.75	0.20	0.62	0.39	
Mg	1.63	1.63	2.90	8.15	0.00	0.01	0.01	
Ca	0.49	0.49	0.86	2.43	0.00	0.00	0.00	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	0.01	0.01	0.02	0.13	0.00	0.00	0.00	
HCO3	0.67	0.67	1.18	3.24	0.01	0.02	0.01	
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	
Cl	84.28	84.28	149.32	419.06	0.32	0.98	0.62	
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	
Boron	0.45	0.45	0.64	1.19	0.21	0.34	0.27	
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TDS	142.43	142.43	251.40	701.91	1.76	3.65	2.62	
pH	8.35	8.35	8.48	8.70	8.09	8.15	8.12	

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.41	13.00	142.43	11.97
	2	0.08	0.99	1.54	11.97	154.52	11.46
	3	0.09	0.95	1.68	10.99	168.26	11.00
	4	0.09	0.92	1.83	10.03	184.08	10.60
	5	0.10	0.90	2.00	9.11	202.57	10.25
	6	0.11	0.88	2.20	8.21	224.59	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	2.48	7.32	251.40	9.34
	2	0.13	0.82	2.79	6.48	283.69	9.11
	3	0.14	0.80	3.18	5.66	324.34	8.93
	4	0.16	0.78	3.71	4.86	377.10	8.78
	5	0.19	0.76	4.45	4.09	448.23	8.66
	6	0.22	0.73	5.58	3.33	549.05	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.80	8.77	8.70
Langelier Saturation Index	1.01	1.62	2.02	-2.09
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.61	0.83	-1.55
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40186.67	66876.77	701.91
HCO3	146.34	94.59	155.15	3.24
CO2	0.80	0.08	0.17	0.01
CO3	16.85	68.71	116.47	0.13
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.35	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.32	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	2.48	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	30.75	0.07

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $pH_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.16 bar
Feed Pressure	59.59 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.94 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40188.04 mg/l	Average	39.55 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	34.21 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.26 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.25	0.00	19.50	58.16	13.00	14.58	0.00	0.00	187.82

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.30	0.34	0.54
Na	12650.00	12675.83		21080.82	67.93	67.93
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	78.36		132.71	0.01	0.01
HCO3	146.34	88.45		144.69	0.79	0.79
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.17	111.29	111.29
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.59		7.28	0.57	0.57
CO2	0.72	0.07		0.14	0.01	0.01
TDS	40155.47	40188.04		66853.88	187.82	187.82
pH	8.00	8.80		8.77	8.34	8.34

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.42	8.13	40188.04	59.25
	2	0.10	0.73	126.04	7.23	45155.26	59.00
	3	0.09	0.58	171.33	6.50	50244.85	58.79
	4	0.08	0.45	236.60	5.91	55182.39	58.60
	5	0.06	0.34	330.08	5.46	59700.23	58.44
	6	0.05	0.25	462.31	5.13	63614.26	58.29

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	187.82 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	2.74
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	5.95

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.54	0.54	0.97	2.66	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.93	67.93	122.02	336.58	0.37	1.22	0.75	0.75
Mg	2.16	2.16	3.88	10.73	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.64	0.64	1.16	3.20	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.01	0.01	0.03	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.79	0.79	1.41	3.79	0.01	0.02	0.02	0.02
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.29	111.29	199.90	551.53	0.39	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.57	0.57	0.79	1.36	0.30	0.47	0.38	0.38
CO2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	187.82	187.82	335.98	922.18	2.74	5.95	4.17	4.17
pH	8.34	8.34	8.48	8.71	7.98	8.04	8.02	8.02

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.18	13.00	187.82	10.07
	2	0.08	1.01	2.38	11.94	204.27	9.59
	3	0.09	0.97	2.60	10.93	222.95	9.17
	4	0.09	0.94	2.85	9.96	244.45	8.80
	5	0.10	0.91	3.13	9.02	269.57	8.48
	6	0.11	0.89	3.46	8.11	299.49	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	3.94	7.22	335.98	7.61
	2	0.13	0.81	4.46	6.38	379.60	7.41
	3	0.14	0.79	5.14	5.57	434.28	7.24
	4	0.16	0.76	6.06	4.78	504.78	7.11
	5	0.18	0.73	7.38	4.02	598.82	7.00
	6	0.21	0.69	9.42	3.30	729.75	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.80	8.77	8.71
Langlier Saturation Index	1.13	1.71	2.11	-1.79
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.67	0.89	-1.37
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40188.04	66853.88	922.18
HCO3	146.34	88.45	144.69	3.79
CO2	0.72	0.07	0.14	0.01
CO3	20.54	78.36	132.71	0.18
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.34	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.31	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.70	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	2.28	0.06
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	30.77	0.10

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 9$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.06 bar
Feed Pressure	63.34 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.94 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40193.02 mg/l	Average	38.00 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	37.96 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.44 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.49 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	63.00	0.00	19.50	61.71	13.00	14.58	0.00	0.00	106.66

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.46	0.32	0.32	0.32
Na	12650.00	12679.03	21105.92	38.61	38.61	38.61
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	77.53	131.16	0.01	0.01	0.01
HCO3	146.34	82.63	135.42	0.45	0.45	0.45
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.53	63.26	63.26	63.26
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.60	7.47	0.30	0.30	0.30
CO2	0.89	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00
TDS	40148.66	40193.02	66916.97	106.66	106.66	106.66
pH	8.00	9.00	8.98	8.72	8.72	8.72

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	59.69	8.13	40193.02	63.00
	2	0.09	0.69	75.11	7.33	44547.79	62.71
	3	0.09	0.58	96.01	6.64	49167.66	62.46
	4	0.08	0.48	124.67	6.06	53903.56	62.24
	5	0.07	0.39	164.03	5.57	58563.62	62.04
	6	0.06	0.31	218.11	5.18	62954.47	61.87

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	106.66 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>2</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.49	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	0.94
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.59	0.00	0.00	1.90

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)						
			Concentrate		Permeate		Total		
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2			
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.32	0.32	0.55	1.56	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Na	38.61	38.61	67.63	192.38	0.11	0.31	0.31	0.20	0.20
Mg	1.23	1.23	2.15	6.12	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.01	0.01	0.03	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.45	0.45	0.78	2.11	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.26	63.26	110.82	315.24	0.17	0.50	0.50	0.32	0.32
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.30	0.30	0.44	0.94	0.10	0.17	0.17	0.13	0.13
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	106.66	106.66	186.37	528.23	0.94	1.90	1.90	1.39	1.39
pH	8.72	8.72	8.86	9.11	8.64	8.76	8.76	8.70	8.70

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	0.76	13.00	106.66	14.49
	2	0.08	0.97	0.82	12.00	115.48	13.94
	3	0.08	0.94	0.89	11.04	125.52	13.45
	4	0.09	0.91	0.97	10.10	137.09	13.01
	5	0.10	0.89	1.06	9.18	150.63	12.63
	6	0.11	0.88	1.16	8.29	166.75	12.29
Stage 2	1	0.11	0.84	1.31	7.41	186.37	11.66
	2	0.13	0.83	1.46	6.57	210.16	11.42
	3	0.14	0.81	1.66	5.74	240.22	11.21
	4	0.16	0.79	1.93	4.93	279.45	11.05
	5	0.19	0.78	2.30	4.14	332.78	10.92
	6	0.23	0.76	2.87	3.36	409.38	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	9.00	8.98	9.11
Langelier Saturation Index	0.90	1.65	2.05	-2.10
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.66	0.88	-1.43
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40193.02	66916.97	528.23
HCO3	146.34	82.63	135.42	2.11
CO2	0.89	0.05	0.10	0.00
CO3	13.73	77.53	131.16	0.17
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.55	29.34	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.29	440.22	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	1.43	2.41	0.03
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	52.10	77.38	0.35

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 9$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	39.99 %	Feed	28.61 bar
Feed Pressure	61.13 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.94 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40194.73 mg/l	Average	38.78 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	41.73 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.53 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.99 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.78	0.00	19.50	59.60	13.00	14.57	0.00	0.00	142.02

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.37	0.42	0.42
Na	12650.00	12681.69		21099.83	51.48	51.48
Mg	1520.00	1520.00		2332.00	1.63	1.63
Ca	460.00	460.00		766.27	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	87.26		147.47	0.01	0.01
HCO3	146.34	75.79		123.84	0.53	0.53
NO3	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38510.53	84.35	84.35
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.14	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00		4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.60		7.42	0.38	0.38
CO2	0.80	0.04		0.08	0.00	0.00
TDS	40151.78	40194.73		66890.10	142.02	142.02
pH	8.00	9.00		8.98	8.69	8.69

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	75.36	8.13	40194.73	60.78
	2	0.10	0.71	97.53	7.28	44839.14	60.52
	3	0.09	0.58	128.41	6.57	49687.17	60.28
	4	0.08	0.47	171.78	5.99	54529.31	60.08
	5	0.07	0.36	232.68	5.52	59132.17	59.91
	6	0.05	0.28	317.75	5.15	63294.56	59.74

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.31 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.55 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	142.02 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	9.60 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	31.99 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.33	9.68	5.67	25.44	0.00	0.00	1.47
2	BW30-400	1	6	7.33	9.33	0.00	2.60	8.50	4.72	21.19	0.00	0.00	3.13

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.42	0.42	0.75	2.09	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.48	51.48	91.19	255.79	0.20	0.62	0.39	0.39
Mg	1.63	1.63	2.89	8.13	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.86	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.01	0.01	0.04	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.53	0.53	0.92	2.46	0.00	0.01	0.01	0.01
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	0.00
Cl	84.35	84.35	149.42	419.17	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.38	0.38	0.55	1.11	0.15	0.25	0.20	0.20
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	142.02	142.02	250.88	701.08	1.47	3.13	2.23	2.23
pH	8.69	8.69	8.83	9.07	8.33	8.63	8.58	8.58

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.18	13.00	142.02	11.97
	2	0.08	0.99	1.28	11.97	154.09	11.46
	3	0.09	0.95	1.40	10.99	167.81	11.00
	4	0.09	0.92	1.53	10.03	183.62	10.60
	5	0.10	0.90	1.68	9.11	202.09	10.25
	6	0.11	0.88	1.85	8.21	224.09	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	2.09	7.33	250.88	9.33
	2	0.13	0.82	2.36	6.48	283.15	9.11
	3	0.14	0.80	2.71	5.66	323.77	8.93
	4	0.16	0.78	3.17	4.87	376.49	8.78
	5	0.19	0.76	3.84	4.09	447.58	8.66
	6	0.22	0.73	4.88	3.33	548.33	8.56

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	9.00	8.98	9.07
Langelier Saturation Index	1.01	1.73	2.13	-1.85
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.71	0.93	-1.30
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40194.73	66890.10	701.08
HCO3	146.34	75.79	123.84	2.46
CO2	0.80	0.04	0.08	0.00
CO3	16.85	87.26	147.47	0.22
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.55	29.33	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.29	440.10	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.70	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.42	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	1.43	2.20	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	52.10	77.43	0.39

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 9$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.17 bar
Feed Pressure	59.60 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.95 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40196.22 mg/l	Average	39.56 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	45.33 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.31 bar
Total Active Area	89.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.27 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.18 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	31.99 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.26	0.00	19.50	58.17	13.00	14.58	0.00	0.00	187.28

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.29	0.56	0.56
Na	12650.00	12684.22	21094.77	67.98	67.98
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.15	2.15
Ca	460.00	460.00	766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	97.27	164.27	0.02	0.02
HCO3	146.34	69.28	112.81	0.63	0.63
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.11	111.38	111.38
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00	4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.60	7.36	0.47	0.47
CO2	0.72	0.03	0.07	0.00	0.00
TDS	40155.47	40196.22	66867.87	187.28	187.28
pH	8.00	9.00	8.98	8.66	8.66

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	94.12	8.13	40196.22	59.26
	2	0.10	0.73	125.64	7.23	45164.85	59.01
	3	0.09	0.58	170.82	6.50	50255.79	58.80
	4	0.08	0.45	235.93	5.91	55194.50	58.62
	5	0.06	0.34	329.24	5.46	59713.24	58.45
	6	0.05	0.25	461.27	5.13	63627.88	58.31



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	79.98 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.41 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	187.28 mg/l	Average	0.44 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	31.99 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	2.29
2	BW30-400	1	6	7.22	7.61	0.00	2.60	6.85	4.62	20.71	0.00	0.00	5.23

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.56	0.56	1.01	2.76	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.98	67.98	122.09	336.62	0.37	1.22	0.37	1.22
Mg	2.15	2.15	3.87	10.71	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.64	0.64	1.16	3.19	0.00	0.01	0.00	0.01
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.02	0.02	0.05	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.63	0.63	1.11	2.90	0.01	0.02	0.01	0.01
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.00	0.01
Cl	111.38	111.38	200.05	551.67	0.59	1.95	0.59	1.95
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.01
SiO2	0.03	0.03	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.47	0.47	0.68	1.28	0.22	0.34	0.22	0.34
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	187.28	187.28	335.35	921.27	2.29	5.23	2.29	5.23
pH	8.66	8.66	8.80	9.04	8.41	8.50	8.41	8.46

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	1.80	13.00	187.28	10.07
	2	0.08	1.01	1.97	11.94	203.72	9.59
	3	0.09	0.97	2.17	10.93	222.39	9.17
	4	0.09	0.94	2.39	9.96	243.87	8.80
	5	0.10	0.91	2.64	9.02	268.98	8.48
	6	0.11	0.89	2.93	8.11	298.88	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	3.36	7.22	335.35	7.61
	2	0.13	0.81	3.84	6.38	378.95	7.41
	3	0.14	0.79	4.46	5.57	433.61	7.24
	4	0.16	0.76	5.32	4.78	504.08	7.11
	5	0.18	0.73	6.56	4.03	598.09	7.00
	6	0.21	0.69	8.51	3.30	728.96	6.91

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.66	9.00	8.50	8.04
Langelier Saturation Index	1.13	1.80	2.20	-1.58
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.77	0.98	-1.15
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.43	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40196.22	66867.87	921.27
HCO3	146.34	69.28	112.81	2.90
CO2	0.72	0.03	0.07	0.00
CO3	20.54	97.27	164.27	0.30
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.55	29.33	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.29	440.08	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.70	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	1.43	2.02	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	52.10	77.64	0.45

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## Περίπτωση 2<sup>η</sup> : Με ενδιάμεση έκχυση σόδας

➤ T<sub>τροφοδοσίας</sub> = 15 °C, pH<sub>τροφοδοσίας</sub> = 8 και pH<sub>2ου σταδίου</sub> = 8.6

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.03 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.75 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.44 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.95	0.00	19.50	61.66	13.00	14.58	0.00	0.00	107.64

Name	Pass Streams (mg/l as Ion)					
	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	70.00	70.00	116.48	0.27	0.27	
Na	12650.00	12650.00	21037.62	38.52	38.52	
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	
CO <sub>3</sub>	13.73	13.73	24.56	0.00	0.00	
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.47	0.67	0.67	
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	
Cl	23131.00	23146.09	38534.68	63.10	63.10	
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	
Boron	4.57	4.57	7.28	0.49	0.49	
CO <sub>2</sub>	0.89	0.89	1.71	1.05	1.05	
TDS	40148.66	40163.75	66866.39	107.64	107.64	
pH	8.00	8.00	8.00	6.04	6.04	

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%  
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.30	8.13	40163.75	62.95
	2	0.09	0.69	75.85	7.33	44514.10	62.66
	3	0.09	0.58	96.91	6.64	49129.48	62.41
	4	0.08	0.48	125.78	6.06	53861.13	62.19
	5	0.07	0.39	165.42	5.57	58517.58	62.00
	6	0.06	0.31	219.85	5.18	62905.68	61.82

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.09 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.42 bar
Fouling Factor	0.00	Feed TDS	109.99 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.48 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 l/mh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.37
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.75	4.81	21.59	0.00	0.00	2.70

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.27	0.27	0.48	1.36	0.00	0.01	0.01	0.00
Na	38.52	39.37	68.96	196.14	0.11	0.32	0.21	0.00
Mg	1.23	1.23	2.16	6.15	0.00	0.01	0.01	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	0.00	0.04	0.10	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	0.67	2.08	3.61	10.01	0.02	0.04	0.03	0.00
NO <sub>3</sub>	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.10	63.10	110.54	314.43	0.17	0.50	0.32	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.49	0.49	0.73	1.50	0.18	0.31	0.24	0.00
CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	107.64	109.99	191.88	542.37	1.37	2.70	1.99	0.00
pH	6.04	8.60	8.72	8.90	8.40	8.43	8.42	0.00

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.11	13.00	109.99	14.50
	2	0.08	0.97	1.21	12.00	119.06	13.94
	3	0.08	0.94	1.31	11.04	129.37	13.45
	4	0.09	0.91	1.42	10.10	141.27	13.01
	5	0.10	0.89	1.55	9.18	155.17	12.63
	6	0.11	0.88	1.69	8.29	171.73	12.30
Stage 2	1	0.11	0.84	1.89	7.41	191.88	11.66
	2	0.13	0.83	2.11	6.57	216.30	11.42
	3	0.14	0.81	2.38	5.74	247.15	11.22
	4	0.16	0.79	2.74	4.93	287.40	11.05
	5	0.19	0.78	3.24	4.14	342.09	10.92
	6	0.23	0.76	3.99	3.36	420.61	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	8.00	8.90
Langelier Saturation Index	0.90	0.90	1.32	-1.66
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.09	0.15	-0.97
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40163.75	66866.39	542.37
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.47	10.01
CO <sub>2</sub>	0.89	0.89	1.71	0.02
CO <sub>3</sub>	13.73	13.73	24.56	0.51
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	15.58	15.58	29.39	0.00
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	233.84	233.82	441.03	0.04
SrSO <sub>4</sub> (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	2.61	2.61	4.35	0.04
Mg(OH) <sub>2</sub> (% Saturation)	0.52	0.52	0.86	0.14

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.6$

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.58 bar
Feed Pressure	61.08 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.03 mg/l	Average	38.74 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	21.51 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.94 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.55	13.00	14.57	0.00	0.00	143.42

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37
Na	12650.00	12650.00	21047.50	51.34	51.34
Mg	1520.00	1520.00	2532.05	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.85	16.85	29.77	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	146.34	240.42	0.85	0.85
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.41	84.10	84.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.18	0.66	0.66
CO <sub>2</sub>	0.80	0.80	1.55	0.93	0.93
TDS	40151.78	40163.03	66836.46	143.42	143.42
pH	8.00	8.00	7.99	6.15	6.15

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.22	8.13	40163.03	60.74
	2	0.10	0.71	98.59	7.28	44802.47	60.47
	3	0.09	0.58	129.73	6.57	49645.58	60.24
	4	0.08	0.47	173.43	5.99	54483.28	60.04
	5	0.07	0.36	234.75	5.52	59082.59	59.86
	6	0.05	0.28	320.35	5.15	63242.47	59.70

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Feed TDS	143.42 mg/l	Feed TDS	145.63 mg/l	Average	0.34 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.51 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	2.18
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.19	0.00	0.00	4.35

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.65	1.80	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.34	52.21	92.51	259.54	0.20	0.63	0.40	0.40
Mg	1.64	1.64	2.91	8.18	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.05	0.12	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.85	2.09	3.67	9.96	0.02	0.04	0.03	0.03
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	0.00
Cl	84.10	84.10	149.02	418.14	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.32	0.32	0.93	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.66	0.66	0.95	1.84	0.28	0.46	0.36	0.36
CO2	0.93	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.42	145.63	256.77	715.61	2.18	4.35	3.17	3.17
pH	6.15	8.60	8.72	8.91	8.29	8.31	8.30	8.30

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.77	13.00	143.63	11.97
	2	0.08	0.99	1.92	11.97	157.96	11.46
	3	0.09	0.95	2.08	10.99	171.98	11.01
	4	0.09	0.92	2.26	10.03	188.12	10.60
	5	0.10	0.90	2.47	9.11	206.98	10.25
	6	0.11	0.88	2.70	8.21	229.43	9.95
Stage 2	1	0.11	0.84	3.02	7.32	256.77	9.34
	2	0.13	0.82	3.38	6.48	289.68	9.12
	3	0.14	0.80	3.83	5.66	331.12	8.93
	4	0.16	0.78	4.42	4.86	384.88	8.78
	5	0.19	0.76	5.26	4.09	457.35	8.66
	6	0.22	0.73	6.53	3.33	560.03	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	8.91
Langelier Saturation Index	1.01	1.01	1.43	-1.39
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.00	0.24	-0.85
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40163.03	66836.46	715.61
HCO3	146.34	146.34	240.42	9.96
CO2	0.80	0.80	1.55	0.02
CO3	16.85	16.85	29.77	0.63
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.82	440.97	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.61	3.99	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.52	0.84	0.19

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.55 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40162.20 mg/l	Average	39.52 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.21

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.34	0.48	0.48	0.48
Na	12650.00	12650.00	21037.87	67.79	67.79	67.79
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.17	2.17	2.17
Ca	460.00	460.00	766.23	0.65	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	20.54	20.54	35.99	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34	240.33	1.10	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.36	111.03	111.03	111.03
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00	4.98	0.03	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57	7.05	0.85	0.85	0.85
CO2	0.72	0.72	1.41	0.82	0.82	0.82
TDS	40155.47	40162.20	66808.91	189.21	189.21	189.21
pH	8.00	8.00	7.99	6.28	6.28	6.28

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.30	8.13	40162.20	59.21
	2	0.10	0.73	127.12	7.23	45124.91	58.96
	3	0.09	0.58	172.67	6.50	50210.10	58.75
	4	0.08	0.45	238.27	5.91	55143.79	58.56
	5	0.06	0.34	332.18	5.46	59658.65	58.40
	6	0.05	0.25	464.91	5.13	63570.61	58.25

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	191.31 mg/l	Average	0.45 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.60 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.93	0.00	0.00	3.37
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.86	4.62	20.71	0.00	0.00	6.97

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.48	0.48	0.87	2.37	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.79	68.71	123.42	340.41	0.38	1.24	0.76	0.76
Mg	2.17	2.17	3.89	10.77	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.65	0.65	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.01
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.06	0.15	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	2.17	3.85	10.20	0.02	0.06	0.04	0.04
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.03	111.03	199.46	530.24	0.39	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.01
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.85	0.85	1.20	2.21	0.41	0.64	0.51	0.51
CO2	0.82	0.81	0.81	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	189.21	191.31	341.80	936.40	3.37	6.97	4.97	4.97
pH	6.28	8.60	8.73	8.93	8.17	8.20	8.18	8.18

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.08	1.06	2.71	13.00	191.31	10.07
	2	0.08	1.01	2.95	11.94	208.03	9.60
	3	0.09	0.97	3.21	10.93	227.01	9.17
	4	0.09	0.94	3.50	9.96	248.85	8.80
	5	0.10	0.91	3.82	9.02	274.36	8.48
	6	0.11	0.89	4.20	8.11	304.75	8.20
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.12	0.84	4.74	7.22	341.80	7.62
	2	0.13	0.81	5.33	6.38	386.09	7.42
	3	0.14	0.79	6.09	5.57	441.60	7.25
	4	0.16	0.76	7.10	4.78	513.14	7.11
	5	0.18	0.73	8.35	4.02	608.56	7.00
	6	0.21	0.69	10.78	3.29	741.35	6.92

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	8.93
Langelier Saturation Index	1.13	1.13	1.54	-1.15
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.09	0.32	-0.72
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40162.20	66808.91	936.40
HCO3	146.34	146.34	240.33	10.20
CO2	0.72	0.72	1.41	0.01
CO3	20.54	20.54	35.99	0.80
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.82	441.02	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.61	3.67	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.52	0.82	0.27

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.8$

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.03 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.75 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.44 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.95	0.00	19.50	61.66	13.00	14.58	0.00	0.00	107.64

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.27	0.27	0.27
Na	12650.00	12650.00	21057.62	38.52	38.52	38.52
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	13.73	24.56	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34	240.47	0.67	0.67	0.67
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.68	63.10	63.10	63.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57	7.28	0.49	0.49	0.49
CO2	0.89	0.89	1.71	1.05	1.05	1.05
TDS	40148.66	40163.75	66866.39	107.64	107.64	107.64
pH	8.00	8.00	8.00	6.04	6.04	6.04

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.30	8.13	40163.75	62.95
	2	0.09	0.69	75.85	7.33	44514.10	62.66
	3	0.09	0.58	96.91	6.64	49129.48	62.41
	4	0.08	0.48	125.78	6.06	53861.13	62.19
	5	0.07	0.39	165.42	5.57	58517.58	62.00
	6	0.06	0.31	219.85	5.18	62905.68	61.82



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.09 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.42 bar
Scaling Factor	0.83	Feed TDS	110.18 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.72 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.30
2	BW30-400	1	6	7.41	11.67	0.00	2.60	10.75	4.81	21.59	0.00	0.00	2.55

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.27	0.27	0.48	1.36	0.00	0.01	0.00	
Na	38.52	39.51	69.21	196.85	0.11	0.32	0.21	
Mg	1.23	1.23	2.16	6.15	0.00	0.01	0.00	
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	0.00	0.06	0.15	0.80	0.00	0.00	0.00	
HCO3	0.67	2.06	3.56	9.75	0.01	0.03	0.02	
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	
Cl	63.10	63.10	110.54	314.43	0.17	0.50	0.32	
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	
Boron	0.49	0.49	0.74	1.60	0.16	0.28	0.22	
CO2	1.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
TDS	107.64	110.18	192.26	543.72	1.30	2.55	1.88	
pH	6.04	8.80	8.92	9.11	8.64	8.69	8.67	

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.06	13.00	110.18	14.50
	2	0.08	0.97	1.15	12.00	119.26	13.94
	3	0.08	0.94	1.24	11.04	129.60	13.45
	4	0.09	0.91	1.35	10.10	141.52	13.01
	5	0.10	0.89	1.47	9.18	155.46	12.63
	6	0.11	0.88	1.60	8.29	172.06	12.30
Stage 2	1	0.11	0.84	1.79	7.41	192.26	11.67
	2	0.13	0.83	1.99	6.57	216.74	11.42
	3	0.14	0.81	2.25	5.74	247.68	11.22
	4	0.16	0.79	2.58	4.93	288.03	11.05
	5	0.19	0.78	3.06	4.14	342.88	10.92
	6	0.23	0.76	3.77	3.36	421.62	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	8.00	9.11
Langelier Saturation Index	0.90	0.90	1.32	-1.46
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.09	0.15	-0.77
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40163.75	66866.39	543.72
HCO3	146.34	146.34	240.47	9.75
CO2	0.89	0.89	1.71	0.01
CO3	13.73	13.73	24.56	0.80
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.58	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.84	441.03	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.61	4.35	0.03
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	0.52	0.86	0.36

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.58 bar
Feed Pressure	61.08 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40163.02 mg/l	Average	38.74 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	21.51 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.94 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.55	13.00	14.57	0.00	0.00	143.42

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37	0.37
Na	12650.00	12650.00	21047.50	51.34	51.34	51.34
Mg	1520.00	1520.00	2332.05	1.64	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	16.89	16.89	29.83	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34	240.43	0.85	0.85	0.85
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.20	38511.33	84.10	84.10	84.10
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.18	0.66	0.66	0.66
CO2	0.80	0.80	1.55	0.93	0.93	0.93
TDS	40151.82	40163.02	66836.45	143.42	143.42	143.42
pH	8.00	8.00	7.99	6.15	6.15	6.15

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.22	8.13	40163.02	60.74
	2	0.10	0.71	98.59	7.28	44802.46	60.47
	3	0.09	0.58	129.73	6.57	49645.57	60.24
	4	0.08	0.47	173.43	5.99	54483.27	60.04
	5	0.07	0.36	234.75	5.52	59082.59	59.86
	6	0.05	0.28	320.35	5.15	63242.46	59.70

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Scaling Factor	0.85	Feed TDS	145.84 mg/l	Average	0.34 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.82 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	443.92 m <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.98	0.00	7.32	9.69	5.67	25.45	0.00	0.00	2.04
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.72	21.19	0.00	0.00	4.10

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.65	1.80	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.34	52.39	92.82	260.42	0.21	0.63	0.40	0.40
Mg	1.64	1.64	2.91	8.18	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.07	0.18	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.85	2.07	3.60	9.64	0.02	0.04	0.03	0.03
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	0.00
Cl	84.10	84.10	149.02	418.14	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.66	0.66	0.97	1.99	0.25	0.41	0.32	0.32
CO2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.42	145.84	257.25	717.40	2.04	4.10	2.98	2.98
pH	6.15	8.80	8.92	9.12	8.54	8.58	8.56	8.56

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.66	13.00	145.84	11.98
	2	0.08	0.99	1.80	11.97	158.20	11.46
	3	0.09	0.95	1.95	10.99	172.25	11.01
	4	0.09	0.92	2.12	10.03	188.43	10.60
	5	0.10	0.90	2.31	9.11	207.34	10.25
	6	0.11	0.88	2.53	8.21	229.84	9.95
Stage 2	1	0.11	0.84	2.83	7.32	257.25	9.34
	2	0.13	0.82	3.17	6.48	290.26	9.12
	3	0.14	0.80	3.60	5.66	331.81	8.93
	4	0.16	0.78	4.17	4.86	385.72	8.78
	5	0.19	0.76	4.97	4.09	458.40	8.66
	6	0.22	0.73	6.19	3.33	561.37	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	9.12
Langelier Saturation Index	1.01	1.01	1.43	-1.21
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.00	0.24	-0.67
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.82	40163.02	66836.45	717.40
HCO3	146.34	146.34	240.43	9.64
CO2	0.80	0.80	1.55	0.01
CO3	16.89	16.89	29.83	0.97
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.52	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	232.89	440.98	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	1.35	3.98	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	20.74	0.84	0.48

To balance: 11.20 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.55 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40162.20 mg/l	Average	39.52 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.21

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.34	0.48	0.48
Na	12650.00	12650.00		21037.87	67.79	67.79
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.17	2.17
Ca	460.00	460.00		766.23	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	20.54		35.99	0.00	0.00
HCO3	146.34	146.34		240.33	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.36	111.03	111.03
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57		7.05	0.85	0.85
CO2	0.72	0.72		1.41	0.82	0.82
TDS	40155.47	40162.20		66808.91	189.21	189.21
pH	8.00	8.00		7.99	6.28	6.28

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.30	8.13	40162.20	59.21
	2	0.10	0.73	127.12	7.23	45124.91	58.96
	3	0.09	0.58	172.67	6.50	50210.10	58.75
	4	0.08	0.45	238.27	5.91	55143.79	58.56
	5	0.06	0.34	332.18	5.46	59658.65	58.40
	6	0.05	0.25	464.91	5.13	63570.61	58.25

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.75 bar
Scaling Factor	0.85	Feed TDS	191.57 mg/l	Average	0.45 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.98 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Feed to Pass	145.99 M	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.93	0.00	0.00	3.13
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.86	4.62	20.71	0.00	0.00	6.59

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.48	0.48	0.87	2.37	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.79	68.93	123.82	341.50	0.38	1.24	0.76	0.76
Mg	2.17	2.17	3.89	10.77	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.65	0.65	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.09	0.23	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	2.14	3.77	9.80	0.02	0.05	0.03	0.03
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.03	111.03	199.47	550.23	0.39	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.03	0.03	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.85	0.85	1.24	2.43	0.36	0.57	0.45	0.45
CO2	0.82	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	189.21	191.57	342.46	938.80	3.13	6.59	4.67	4.67
pH	6.28	8.80	8.93	9.13	8.43	8.31	8.37	8.37

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.52	13.00	191.57	10.07
	2	0.08	1.01	2.74	11.94	208.33	9.60
	3	0.09	0.97	2.98	10.93	227.36	9.18
	4	0.09	0.94	3.25	9.96	249.25	8.81
	5	0.10	0.91	3.56	9.02	274.83	8.48
	6	0.11	0.89	3.92	8.11	305.30	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	4.44	7.22	342.46	7.62
	2	0.13	0.81	5.01	6.38	386.87	7.42
	3	0.14	0.79	5.74	5.57	442.54	7.25
	4	0.16	0.76	6.73	4.78	514.30	7.11
	5	0.18	0.73	8.11	4.02	610.00	7.00
	6	0.21	0.69	10.30	3.29	743.18	6.92

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.00	7.99	9.13
Langelier Saturation Index	1.13	1.13	1.54	-0.96
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.09	0.32	-0.54
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40162.20	66808.91	938.80
HCO3	146.34	146.34	240.33	9.80
CO2	0.72	0.72	1.41	0.01
CO3	20.54	20.54	35.99	1.23
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.52	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	232.89	441.02	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.68	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	1.35	3.67	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	20.74	0.82	0.67

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.47 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	4.38 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.45 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.96	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.56

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.48	0.28	0.28
Na	12650.00	12653.36		21063.20	38.53	38.53
Mg	1520.00	1520.00		2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00		766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	13.73	20.77		36.09	0.00	0.00
HCO3	146.34	130.66		230.04	0.68	0.68
NO3	1.89	1.89		3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09		38534.67	63.12	63.12
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.60	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00		4.99	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57		7.30	0.47	0.47
CO2	0.89	0.54		1.07	0.58	0.58
TDS	40148.66	40167.47		66873.16	107.56	107.56
pH	8.00	8.20		8.18	6.30	6.30

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.24	8.13	40167.47	62.96
	2	0.09	0.69	75.78	7.33	44518.44	62.67
	3	0.09	0.58	96.83	6.64	49134.44	62.42
	4	0.08	0.48	125.69	6.06	53866.70	62.20
	5	0.07	0.39	165.31	5.57	58523.66	62.00
	6	0.06	0.31	219.72	5.18	62912.17	61.83

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	109.00 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.01 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.32
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.75	4.81	21.59	0.00	0.00	2.60

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.49	1.38	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	38.53	39.11	68.51	194.87	0.11	0.32	0.20	0.20
Mg	1.23	1.23	2.16	6.15	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.03	0.07	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.68	1.46	2.53	7.00	0.01	0.03	0.02	0.02
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.12	63.12	110.57	314.52	0.17	0.50	0.32	0.32
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.47	0.47	0.70	1.44	0.17	0.30	0.23	0.23
CO2	0.50	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	107.56	109.00	190.17	537.69	1.32	2.60	1.92	1.92
pH	6.30	8.60	8.72	8.92	8.42	8.46	8.44	8.44

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.08	1.00	1.07	13.00	109.00	14.50
2		0.08	0.97	1.16	12.00	117.98	13.94
3		0.08	0.94	1.26	11.04	128.21	13.45
4		0.09	0.91	1.37	10.10	140.00	13.01
5		0.10	0.89	1.49	9.18	153.78	12.63
6		0.11	0.88	1.63	8.29	170.20	12.29
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.11	0.84	1.82	7.41	190.17	11.66
2		0.13	0.83	2.03	6.57	214.38	11.42
3		0.14	0.81	2.29	5.74	244.97	11.22
4		0.16	0.79	2.64	4.93	284.86	11.05
5		0.19	0.78	3.13	4.14	339.09	10.92
6		0.23	0.76	3.85	3.36	416.95	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	8.92
Langelier Saturation Index	0.90	1.08	1.49	-1.78
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.09	0.32	-1.11
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40167.47	66873.16	537.69
HCO3	146.34	139.66	230.04	7.00
CO2	0.89	0.54	1.07	0.01
CO3	13.73	20.77	36.09	0.37
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.92	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.89	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.03	0.15

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.09 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.22 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.13 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.95 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.30

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1		Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41		0.37	0.37
Na	12650.00	12653.89	21053.94		51.36	51.36
Mg	1520.00	1520.00	2332.04		1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28		0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33		0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17		0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.85	25.23	43.59		0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	138.25	227.58		0.86	0.86
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89	3.11		0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.31		84.13	84.13
F	0.50	0.50	0.83		0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00	3539.20		0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00	4.99		0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.20		0.62	0.62
CO <sub>2</sub>	0.80	0.48	0.95		0.49	0.49
TDS	40151.78	40167.22	66843.90		143.30	143.30
pH	8.00	8.20	8.18		6.43	6.43

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.14	8.13	40167.22	60.74
	2	0.10	0.71	98.49	7.28	44807.37	60.47
	3	0.09	0.58	129.62	6.57	49651.20	60.24
	4	0.08	0.47	173.29	5.99	54489.55	60.04
	5	0.07	0.36	234.58	5.52	59089.40	59.86
	6	0.05	0.28	320.15	5.15	63249.66	59.70



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Fouling Factor	1.05	Feed TDS	144.65 mg/l	Average	0.34 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.07 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	115.32 m <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	2.10
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.19	0.00	0.00	4.20

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.66	1.84	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.36	51.97	92.08	258.36	0.20	0.62	0.39	0.39
Mg	1.64	1.64	2.91	8.17	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.03	0.08	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.86	1.51	2.64	7.17	0.01	0.03	0.02	0.02
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	0.00
Cl	84.13	84.13	149.06	418.28	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.62	0.62	0.90	1.75	0.27	0.44	0.34	0.34
CO2	0.49	0.61	0.81	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.30	144.65	255.08	711.16	2.10	4.20	3.05	3.05
pH	6.43	8.60	8.72	8.93	8.31	8.34	8.32	8.32

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.08	1.03	1.70	13.00	144.65	11.97
2		0.08	0.99	1.84	11.97	156.90	11.46
3		0.09	0.95	2.00	10.99	170.83	11.00
4		0.09	0.92	2.18	10.03	186.87	10.60
5		0.10	0.90	2.37	9.11	205.61	10.25
6		0.11	0.88	2.60	8.21	227.92	9.95
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.11	0.84	2.91	7.32	255.08	9.34
2		0.13	0.82	3.26	6.48	287.79	9.12
3		0.14	0.80	3.69	5.66	328.97	8.93
4		0.16	0.78	4.27	4.86	382.40	8.78
5		0.19	0.76	5.08	4.09	454.43	8.66
6		0.22	0.73	6.31	3.33	556.49	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	8.93
Langelier Saturation Index	1.01	1.19	1.60	-1.52
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.18	0.40	-0.98
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40167.22	66843.90	711.16
HCO3	146.34	138.25	227.58	7.17
CO2	0.80	0.48	0.95	0.01
CO3	16.85	25.23	43.59	0.47
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.86	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	3.56	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.00	0.20

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.56 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40166.93 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.98 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.04

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.34	0.49	0.49
Na	12650.00	12654.49		21045.34	67.81	67.81
Mg	1520.00	1520.00		2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00		766.23	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	30.42		52.34	0.00	0.00
HCO3	146.34	136.70		224.84	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89		3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72		38488.33	111.07	111.07
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00		4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57		7.08	0.81	0.81
CO2	0.72	0.42		0.85	0.41	0.41
TDS	40155.47	40166.93		66817.39	189.04	189.04
pH	8.00	8.20		8.18	6.58	6.58

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0  
 Stiff & Davis Stability Index > 0  
 BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.19	8.13	40166.93	59.21
	2	0.10	0.73	126.98	7.23	45130.50	58.97
	3	0.09	0.58	172.51	6.50	50216.55	58.76
	4	0.08	0.45	238.07	5.91	55150.99	58.57
	5	0.06	0.34	331.93	5.46	59666.44	58.41
	6	0.05	0.25	464.62	5.13	63578.82	58.26

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.05	Feed TDS	190.32 mg/l	Average	0.45 bar
<b>Chem. Dose (100% NaOH)</b>	<b>1.16 mg/l</b>	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.93	0.00	0.00	3.24
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	6.75

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.49	0.49	0.88	2.42	0.01	0.02	0.02	0.01
Na	67.81	68.48	123.01	339.30	0.38	1.23	0.76	0.76
Mg	2.16	2.16	3.89	10.76	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.65	0.65	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.04	0.11	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	1.62	2.87	7.59	0.02	0.04	0.03	0.03
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.07	111.07	199.53	550.45	0.59	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Boron</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>1.14</b>	<b>2.10</b>	<b>0.39</b>	<b>0.60</b>	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>
CO2	0.41	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	189.04	190.32	340.10	932.11	3.24	6.75	4.80	4.80
pH	6.58	8.60	8.73	8.94	8.19	8.23	8.21	8.21

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.60	13.00	190.32	10.07
	2	0.08	1.01	2.83	11.94	206.96	9.59
	3	0.09	0.97	3.08	10.93	225.85	9.17
	4	0.09	0.94	3.36	9.96	247.59	8.80
	5	0.10	0.91	3.68	9.02	272.98	8.48
	6	0.11	0.89	4.04	8.11	303.22	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	4.57	7.22	340.10	7.62
	2	0.13	0.81	5.14	6.38	384.19	7.41
	3	0.14	0.79	5.88	5.57	439.44	7.25
	4	0.16	0.76	6.88	4.78	510.67	7.11
	5	0.18	0.73	8.29	4.02	603.66	7.00
	6	0.21	0.69	10.47	3.30	737.87	6.92

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	8.94
Langelier Saturation Index	1.13	1.30	1.70	-1.26
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.26	0.48	-0.84
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40166.93	66817.39	932.11
HCO3	146.34	136.70	224.84	7.59
CO2	0.72	0.42	0.85	0.01
CO3	20.54	30.42	52.34	0.62
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.90	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	3.27	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	1.98	0.28

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$

## System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.30 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.47 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	4.38 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.45 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.96	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.56

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.48	0.28	0.28
Na	12650.00	12653.36		21063.20	38.53	38.53
Mg	1520.00	1520.00		2532.51	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00		766.42	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO3	13.73	20.77		36.09	0.00	0.00
HCO3	146.34	139.67		230.04	0.68	0.68
NO3	1.89	1.89		3.12	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09		38534.66	63.12	63.12
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00		3539.60	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00		4.99	0.01	0.01
Boron	4.57	4.57		7.30	0.47	0.47
CO2	0.89	0.54		1.07	0.58	0.58
TDS	40148.66	40167.47		66873.16	107.56	107.56
pH	8.00	8.20		8.18	6.30	6.30

## Design Warnings -- Pass 1

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

## Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.24	8.13	40167.47	62.96
	2	0.09	0.69	75.78	7.33	44518.44	62.67
	3	0.09	0.58	96.83	6.64	49134.44	62.42
	4	0.08	0.48	125.69	6.06	53866.70	62.20
	5	0.07	0.39	165.31	5.57	58523.66	62.00
	6	0.06	0.31	219.72	5.18	62912.17	61.83

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.42 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	109.18 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.25 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Chlorine	1.092 mg/l	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.26
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.75	4.81	21.59	0.00	0.00	2.46

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.49	1.38	0.00	0.01	0.00	
Na	38.53	39.25	68.75	195.55	0.11	0.32	0.21	
Mg	1.23	1.23	2.16	6.15	0.00	0.01	0.00	
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	0.00	0.04	0.11	0.58	0.00	0.00	0.00	
HCO3	0.68	1.44	2.49	6.80	0.01	0.02	0.01	
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	
Cl	63.12	63.12	110.57	314.51	0.17	0.50	0.32	
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	
SiO2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
Boron	0.47	0.47	0.71	1.53	0.16	0.27	0.21	
CO2	0.58	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
TDS	107.56	109.18	190.53	538.98	1.26	2.46	1.82	
pH	6.30	8.80	8.93	9.13	8.66	8.72	8.69	

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.03	13.00	109.18	14.50
	2	0.08	0.97	1.11	12.00	118.18	13.94
	3	0.08	0.94	1.20	11.04	128.43	13.45
	4	0.09	0.91	1.30	10.10	140.24	13.01
	5	0.10	0.89	1.42	9.18	154.06	12.63
	6	0.11	0.88	1.55	8.29	170.51	12.30
Stage 2	1	0.11	0.84	1.72	7.41	190.53	11.66
	2	0.13	0.83	1.92	6.57	214.80	11.42
	3	0.14	0.81	2.17	5.74	245.47	11.22
	4	0.16	0.79	2.49	4.93	285.47	11.05
	5	0.19	0.78	2.95	4.14	339.84	10.92
	6	0.23	0.76	3.64	3.36	417.91	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	9.13
Langelier Saturation Index	0.90	1.08	1.49	-1.60
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.09	0.32	-0.91
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40167.47	66873.16	538.98
HCO3	146.34	139.67	230.04	6.80
CO2	0.89	0.54	1.07	0.01
CO3	13.73	20.77	36.09	0.58
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.94	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.89	0.03
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.03	0.39

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαιρωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.2$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.09 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.90 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40167.22 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.13 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.95 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.30 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.74	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.30

Pass Streams (mg/l as Ion)					
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate Total
			Stage 1	Stage 1	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.41	0.37	0.37
Na	12650.00	12653.89	21053.94	51.36	51.36
Mg	1520.00	1520.00	2532.04	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	16.85	25.23	43.59	0.00	0.00
HCO3	146.34	138.25	227.58	0.86	0.86
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.31	84.13	84.13
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.20	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.57	7.20	0.62	0.62
CO2	0.80	0.48	0.95	0.49	0.49
TDS	40151.78	40167.22	66843.90	143.30	143.30
pH	8.00	8.20	8.18	6.43	6.43

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.14	8.13	40167.22	60.74
	2	0.10	0.71	98.49	7.28	44807.37	60.47
	3	0.09	0.58	129.62	6.57	49651.20	60.24
	4	0.08	0.47	173.29	5.99	54489.55	60.04
	5	0.07	0.36	234.58	5.52	59089.40	59.86
	6	0.05	0.28	320.15	5.15	63249.66	59.70

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	144.85 mg/l	Average	0.34 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.36 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	443.92 m <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	1.97
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.19	0.00	0.00	3.96

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.37	0.37	0.66	1.84	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.36	52.14	92.38	259.20	0.20	0.63	0.63	0.40
Mg	1.64	1.64	2.91	8.17	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.05	0.13	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.86	1.49	2.60	6.93	0.01	0.03	0.02	0.02
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.01	0.00
Cl	84.13	84.13	149.07	418.28	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.62	0.62	0.92	1.90	0.24	0.39	0.31	0.31
CO2	0.49	0.49	0.88	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.30	144.85	255.55	712.90	1.97	3.96	2.88	2.88
pH	6.43	8.80	8.93	9.14	8.56	8.60	8.58	8.58

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.08	1.03	1.60	13.00	144.85	11.97
	2	0.08	0.99	1.73	11.97	157.13	11.46
	3	0.09	0.95	1.88	10.99	171.09	11.01
	4	0.09	0.92	2.04	10.03	187.17	10.60
	5	0.10	0.90	2.23	9.11	205.95	10.25
	6	0.11	0.88	2.44	8.21	228.32	9.95
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.84	2.73	7.32	255.55	9.34
	2	0.13	0.82	3.06	6.48	288.35	9.12
	3	0.14	0.80	3.47	5.66	329.64	8.93
	4	0.16	0.78	4.02	4.86	383.21	8.78
	5	0.19	0.76	4.80	4.09	455.44	8.66
	6	0.22	0.73	5.99	3.33	557.79	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	9.14
Langlier Saturation Index	1.01	1.19	1.60	-1.33
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.18	0.40	-0.79
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40167.22	66843.90	712.90
HCO3	146.34	138.25	227.58	6.93
CO2	0.80	0.48	0.95	0.01
CO3	16.85	25.23	43.99	0.73
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.86	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	3.56	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	2.00	0.52

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαιρωμένων υδάτων σε Βόριο.

System Details -- Pass 1  
 T<sub>τροφοδοσίας</sub> = 25 °C, pH<sub>τροφοδοσίας</sub> = 8.2 και pH<sub>2ου σταδίου</sub> = 8.8

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.14 bar
Feed Pressure	59.56 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40166.93 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	5.98 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.29 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.22 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.21	0.00	19.50	58.12	13.00	14.58	0.00	0.00	189.04

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.34	0.49	0.49	0.49
Na	12650.00	12654.49	21045.34	67.81	67.81	67.81
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.16	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00	766.23	0.65	0.65	0.65
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	20.54	30.42	52.34	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	136.70	224.84	1.10	1.10	1.10
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.33	111.07	111.07	111.07
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00	4.98	0.03	0.03	0.03
Boron	4.57	4.57	7.08	0.81	0.81	0.81
CO2	0.72	0.42	0.85	0.41	0.41	0.41
TDS	40155.47	40166.93	66817.39	189.04	189.04	189.04
pH	8.00	8.20	8.18	6.58	6.58	6.58

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.19	8.13	40166.93	59.21
	2	0.10	0.73	126.98	7.23	45130.50	58.97
	3	0.09	0.58	172.51	6.50	50216.55	58.76
	4	0.08	0.45	238.07	5.91	55150.99	58.57
	5	0.06	0.34	331.93	5.46	59666.44	58.41
	6	0.05	0.25	464.62	5.13	63578.82	58.26



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	190.57 mg/l	Average	0.45 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.53 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.93	0.00	0.00	3.02
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.86	4.62	20.71	0.00	0.00	6.39

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.49	0.49	0.88	2.42	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.81	68.69	123.39	340.33	0.38	1.24	0.76	0.76
Mg	2.16	2.16	3.89	10.76	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.65	0.65	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.06	0.17	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.10	1.60	2.81	7.28	0.01	0.04	0.02	0.02
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.07	111.07	199.34	550.43	0.39	1.93	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.81	0.81	1.17	2.31	0.34	0.53	0.43	0.43
CO2	0.41	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	189.04	190.57	340.73	934.40	3.02	6.39	4.51	4.51
pH	6.58	8.80	8.93	9.14	8.44	8.34	8.39	8.39

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.42	13.00	190.57	10.07
	2	0.08	1.01	2.63	11.94	207.24	9.60
	3	0.09	0.97	2.87	10.93	226.18	9.17
	4	0.09	0.94	3.14	9.96	247.97	8.80
	5	0.10	0.91	3.43	9.02	273.43	8.48
	6	0.11	0.89	3.78	8.11	303.75	8.20
Stage 2	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.12	0.84	4.28	7.22	340.73	7.62
	2	0.13	0.81	4.84	6.38	384.93	7.42
	3	0.14	0.79	5.55	5.57	440.34	7.25
	4	0.16	0.76	6.32	4.78	511.77	7.11
	5	0.18	0.73	7.86	4.02	607.03	7.00
6	0.21	0.69	10.00	3.29	739.62	6.92	

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.20	8.18	9.14
Langelier Saturation Index	1.13	1.30	1.70	-1.08
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.26	0.48	-0.65
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40166.93	66817.39	934.40
HCO3	146.34	136.70	224.84	7.28
CO2	0.72	0.42	0.85	0.01
CO3	20.54	30.42	52.34	0.94
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.39	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.90	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	3.27	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	1.98	0.72

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.31 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.19 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	10.30 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.46 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.97	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.46

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.28	0.28	0.28
Na	12650.00	12657.91	21070.77	38.54	38.54	38.54
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	30.63	52.57	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	129.95	214.17	0.71	0.71	0.71
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.63	63.14	63.14	63.14
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.58	7.33	0.44	0.44	0.44
CO2	0.89	0.32	0.64	0.26	0.26	0.26
TDS	40148.66	40172.19	66881.44	107.46	107.46	107.46
pH	8.00	8.40	8.38	6.68	6.68	6.68

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.10	0.80	60.18	8.13	40172.19	62.97
2		0.09	0.69	75.71	7.33	44523.88	62.68
3		0.09	0.58	96.74	6.64	49140.63	62.43
4		0.08	0.48	125.57	6.06	53873.59	62.20
5		0.07	0.39	165.16	5.57	58531.16	62.01
6		0.06	0.31	219.53	5.18	62920.14	61.83

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Feed TDS	108.25 mg/l	Feed TDS	108.25 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	0.68 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.26
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.74	4.81	21.59	0.00	0.00	2.48

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.50	1.41	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	38.54	38.93	68.20	193.98	0.11	0.31	0.11	0.20
Mg	1.23	1.23	2.16	6.14	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.02	0.05	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.71	1.04	1.81	4.99	0.01	0.02	0.01	0.01
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.14	63.14	110.61	314.64	0.17	0.50	0.17	0.32
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.44	0.44	0.65	1.35	0.16	0.28	0.16	0.21
CO2	0.20	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	107.46	108.25	188.91	534.34	1.26	2.48	1.26	1.82
pH	6.68	8.60	8.73	8.93	8.43	8.49	8.43	8.46

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	1.02	13.00	108.25	14.50
	2	0.08	0.97	1.10	12.00	117.18	13.94
	3	0.08	0.94	1.19	11.04	127.34	13.45
	4	0.09	0.91	1.30	10.10	139.05	13.01
	5	0.10	0.89	1.42	9.18	152.75	12.63
	6	0.11	0.88	1.55	8.29	169.06	12.29
Stage 2	1	0.11	0.84	1.73	7.41	188.91	11.66
	2	0.13	0.83	1.93	6.57	212.97	11.42
	3	0.14	0.81	2.18	5.74	243.37	11.22
	4	0.16	0.79	2.52	4.93	283.02	11.05
	5	0.19	0.78	2.98	4.14	336.92	10.92
	6	0.23	0.76	3.68	3.36	414.30	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	8.93
Langelier Saturation Index	0.90	1.25	1.65	1.93
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.25	0.48	-1.24
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40172.19	66881.44	534.34
HCO3	146.34	129.95	214.17	4.99
CO2	0.89	0.32	0.64	0.01
CO3	13.73	30.63	52.57	0.27
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.82	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.46	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.96	0.16

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.53 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	11.97 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.04 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.96 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.75	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.14

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.40	0.38	0.38	0.38
Na	12650.00	12659.10	21062.55	51.38	51.38	51.38
Mg	1520.00	1520.00	2532.04	1.64	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00	766.28	0.49	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	16.85	36.69	62.79	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	126.88	208.87	0.89	0.89	0.89
NO3	1.89	1.89	3.11	0.05	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25	38511.19	84.17	84.17	84.17
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.19	0.79	0.79	0.79
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.02	0.02	0.02
Boron	4.57	4.58	7.24	0.58	0.58	0.58
CO2	0.80	0.28	0.56	0.19	0.19	0.19
TDS	40151.78	40172.53	66853.05	143.14	143.14	143.14
pH	8.00	8.40	8.38	6.87	6.87	6.87

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langlier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.05	8.13	40172.53	60.75
	2	0.10	0.71	98.37	7.28	44813.53	60.48
	3	0.09	0.58	129.47	6.57	49658.21	60.25
	4	0.08	0.47	173.10	5.99	54497.33	60.05
	5	0.07	0.36	234.34	5.52	59097.81	59.87
	6	0.05	0.28	319.85	5.15	63258.53	59.71

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	143.88 mg/l	Average	0.33 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	0.74 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	1.99
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.19	0.00	0.00	4.01

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.38	0.38	0.67	1.88	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.38	51.81	91.78	257.53	0.20	0.62	0.62	0.39
Mg	1.64	1.64	2.91	8.17	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.02	0.06	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.89	1.12	1.96	5.31	0.01	0.02	0.02	0.02
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.01	0.00
Cl	84.17	84.17	149.13	418.49	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.02	0.02	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.58	0.58	0.84	1.63	0.25	0.40	0.32	0.32
CO2	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.14	143.88	253.79	707.91	1.99	4.01	2.91	2.91
pH	6.87	8.60	8.73	8.94	8.33	8.37	8.35	8.35

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.61	13.00	143.88	11.97
	2	0.08	0.99	1.74	11.97	156.07	11.46
	3	0.09	0.95	1.89	10.99	169.93	11.00
	4	0.09	0.92	2.06	10.03	183.89	10.60
	5	0.10	0.90	2.25	9.11	204.54	10.25
	6	0.11	0.88	2.47	8.21	226.75	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	2.77	7.32	253.79	9.34
	2	0.13	0.82	3.10	6.48	286.35	9.12
	3	0.14	0.80	3.52	5.66	327.34	8.93
	4	0.16	0.78	4.07	4.86	380.54	8.78
	5	0.19	0.76	4.86	4.09	452.25	8.66
	6	0.22	0.73	6.05	3.33	553.87	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	8.94
Langelier Saturation Index	1.01	1.35	1.76	-1.64
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.34	0.56	-1.10
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40172.53	66853.05	707.91
HCO3	146.34	126.88	208.87	5.31
CO2	0.80	0.28	0.56	0.01
CO3	16.85	36.69	62.79	0.35
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.72	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	3.16	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.92	0.21

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.6$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.57 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.87 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	13.78 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.64 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.23 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.22	0.00	19.50	58.13	13.00	14.58	0.00	0.00	188.80

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)		
			Concentrate		Permeate
			Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.33	0.51	0.51
Na	12650.00	12660.38	21055.14	67.84	67.84
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00	766.23	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00
CO3	20.54	43.58	74.42	0.00	0.00
HCO3	146.34	123.57	203.16	1.11	1.11
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.29	111.13	111.13
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00	4.98	0.03	0.03
Boron	4.57	4.58	7.14	0.74	0.74
CO2	0.72	0.24	0.49	0.12	0.12
TDS	40155.47	40172.87	66827.78	188.80	188.80
pH	8.00	8.40	8.38	7.11	7.11

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langlier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO4 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.04	8.13	40172.87	59.22
	2	0.10	0.73	126.80	7.23	45137.48	58.98
	3	0.09	0.58	172.28	6.50	50224.55	58.76
	4	0.08	0.45	237.78	5.91	55159.89	58.58
	5	0.06	0.34	331.56	5.46	59676.04	58.42
	6	0.05	0.25	464.15	5.13	63588.90	58.27

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	189.49 mg/l	Average	0.45 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	0.83 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	443.92 m <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 lmh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.92	0.00	0.00	3.07
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	6.47

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.51	0.51	0.91	2.48	0.01	0.01	0.02	0.01
Na	67.84	68.32	122.72	338.50	0.37	1.23	0.75	0.75
Mg	2.16	2.16	3.89	10.75	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	0.64	0.64	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.03	0.09	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.11	1.24	2.20	5.82	0.01	0.03	0.02	0.02
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01
Cl	111.13	111.13	199.63	550.74	0.59	1.95	1.20	1.20
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.00
SiO2	0.03	0.03	0.05	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.74	0.74	1.05	1.95	0.36	0.55	0.44	0.44
CO2	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	188.80	189.49	338.75	928.87	3.07	6.47	4.58	4.58
pH	7.11	8.60	8.73	8.95	8.22	8.26	8.24	8.24

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.46	13.00	189.49	10.07
	2	0.08	1.01	2.68	11.94	206.07	9.59
	3	0.09	0.97	2.92	10.93	224.89	9.17
	4	0.09	0.94	3.18	9.96	246.55	8.80
	5	0.10	0.91	3.49	9.02	271.85	8.48
	6	0.11	0.89	3.84	8.11	301.99	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	4.35	7.22	338.75	7.62
	2	0.13	0.81	4.90	6.38	382.68	7.41
	3	0.14	0.79	5.62	5.57	437.75	7.25
	4	0.16	0.76	6.59	4.78	508.73	7.11
	5	0.18	0.73	7.97	4.02	603.42	7.00
	6	0.21	0.69	10.10	3.30	735.22	6.92

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	8.95
Langelier Saturation Index	1.13	1.45	1.85	-1.37
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.42	0.64	-0.94
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40172.87	66827.78	928.87
HCO3	146.34	123.57	203.16	5.82
CO2	0.72	0.24	0.49	0.01
CO3	20.54	43.58	74.42	0.48
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.74	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	2.91	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.90	0.30

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{2\text{ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.04 bar
Feed Pressure	63.31 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	47.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.19 mg/l	Average	37.97 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	10.30 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	24.43 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	71.46 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.50 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	62.97	0.00	19.50	61.67	13.00	14.58	0.00	0.00	107.46

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.48	0.28	0.28	0.28
Na	12650.00	12657.91	21070.77	38.54	38.54	38.54
Mg	1520.00	1520.00	2532.51	1.23	1.23	1.23
Ca	460.00	460.00	766.42	0.37	0.37	0.37
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	13.73	30.63	52.57	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	129.95	214.17	0.71	0.71	0.71
NO3	1.89	1.89	3.12	0.04	0.04	0.04
Cl	23131.00	23146.09	38534.63	63.14	63.14	63.14
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.60	0.59	0.59	0.59
SiO2	3.00	3.00	4.99	0.01	0.01	0.01
Boron	4.57	4.58	7.33	0.44	0.44	0.44
CO2	0.89	0.32	0.64	0.26	0.26	0.26
TDS	40148.66	40172.19	66881.44	107.46	107.46	107.46
pH	8.00	8.40	8.38	6.68	6.68	6.68

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langlier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.80	60.18	8.13	40172.19	62.97
	2	0.09	0.69	75.71	7.33	44523.88	62.68
	3	0.09	0.58	96.74	6.64	49140.63	62.43
	4	0.08	0.48	125.57	6.06	53873.59	62.20
	5	0.07	0.39	165.16	5.57	58531.16	62.01
	6	0.06	0.31	219.53	5.18	62920.14	61.83



# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.08 bar
Feed Pressure	14.84 bar	Feed Temperature	15.0 C	Concentrate	0.41 bar
Scaling Factor	0.05	Feed TDS	108.42 mg/l	Average	0.25 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	0.90 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	12.03 bar
Total Membrane Area	145.22 m <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.33 lmh	Power	6.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.64 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.01 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	14.50	0.00	7.41	12.01	5.59	25.06	0.00	0.00	1.20
2	BW30-400	1	6	7.41	11.66	0.00	2.60	10.75	4.81	21.59	0.00	0.00	2.35

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as ion)					
			Concentrate		Permeate		Total	
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.28	0.28	0.50	1.41	0.00	0.01	0.01	0.00
Na	38.54	39.06	68.42	194.62	0.11	0.32	0.32	0.20
Mg	1.23	1.23	2.16	6.14	0.00	0.01	0.01	0.00
Ca	0.37	0.37	0.64	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.03	0.08	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.71	1.03	1.78	4.85	0.01	0.01	0.01	0.01
NO3	0.04	0.04	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	63.14	63.14	110.61	314.64	0.17	0.50	0.32	0.32
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.59	0.59	1.04	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.01	0.01	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.44	0.44	0.66	1.44	0.15	0.25	0.19	0.19
CO2	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	107.46	108.42	189.26	535.57	1.20	2.35	1.73	1.73
pH	6.68	8.80	8.93	9.15	8.67	8.75	8.71	8.71

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.00	0.98	13.00	108.42	14.50
	2	0.08	0.97	1.06	12.00	117.36	13.94
	3	0.08	0.94	1.14	11.04	127.55	13.45
	4	0.09	0.91	1.24	10.10	139.29	13.01
	5	0.10	0.89	1.35	9.18	153.02	12.63
	6	0.11	0.88	1.47	8.29	169.36	12.29
Stage 2	1	0.11	0.84	1.64	7.41	189.26	11.66
	2	0.13	0.83	1.83	6.57	213.37	11.42
	3	0.14	0.81	2.07	5.74	243.84	11.22
	4	0.16	0.79	2.38	4.93	283.60	11.05
	5	0.19	0.78	2.82	4.14	337.63	10.92
	6	0.23	0.76	3.48	3.36	415.22	10.82

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	9.15
Langelier Saturation Index	0.90	1.25	1.65	-1.73
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	0.25	0.48	-1.04
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40148.66	40172.19	66881.44	535.57
HCO3	146.34	129.95	214.17	4.85
CO2	0.89	0.32	0.64	0.01
CO3	13.73	30.63	52.57	0.43
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.38	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.84	233.73	440.82	0.04
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.53	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.61	2.32	3.46	0.03
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.96	0.42

To balance: 15.09 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαιρωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	28.59 bar
Feed Pressure	61.10 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	48.91 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.53 mg/l	Average	38.75 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	11.97 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	21.52 bar
Total Active Area	891.04 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.57 lmh	Power	68.96 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.31 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	60.75	0.00	19.50	59.56	13.00	14.57	0.00	0.00	143.14

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00		116.40	0.38	0.38
Na	12650.00	12659.10		21062.55	51.38	51.38
Mg	1520.00	1520.00		2532.04	1.64	1.64
Ca	460.00	460.00		766.28	0.49	0.49
Sr	2.00	2.00		3.33	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10		0.17	0.00	0.00
CO <sub>3</sub>	16.85	36.69		62.79	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	146.34	126.88		208.87	0.89	0.89
NO <sub>3</sub>	1.89	1.89		3.11	0.05	0.05
Cl	23131.00	23142.25		38511.19	84.17	84.17
F	0.50	0.50		0.83	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	2124.00	2124.00		3539.19	0.79	0.79
SiO <sub>2</sub>	3.00	3.00		4.99	0.02	0.02
Boron	4.57	4.58		7.24	0.58	0.58
CO <sub>2</sub>	0.80	0.28		0.56	0.19	0.19
TDS	40151.78	40172.53		66853.05	143.14	143.14
pH	8.00	8.40		8.38	6.87	6.87

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.10	0.84	76.05	8.13	40172.53	60.75
	2	0.10	0.71	98.37	7.28	44813.53	60.48
	3	0.09	0.58	129.47	6.57	49658.21	60.25
	4	0.08	0.47	173.10	5.99	54497.33	60.05
	5	0.07	0.36	234.34	5.52	59097.81	59.87
	6	0.05	0.28	319.85	5.15	63258.53	59.71

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.01 %	Feed	0.11 bar
Feed Pressure	12.32 bar	Feed Temperature	20.0 C	Concentrate	0.56 bar
Feed TDS	144.07 mg/l	Feed TDS	144.07 mg/l	Average	0.34 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.01 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	9.61 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	5.56 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.53 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	11.97	0.00	7.32	9.68	5.67	25.45	0.00	0.00	1.87
2	BW30-400	1	6	7.32	9.34	0.00	2.60	8.50	4.73	21.19	0.00	0.00	3.79

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.38	0.38	0.67	1.88	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	51.38	51.96	92.06	258.32	0.20	0.62	0.39	0.39
Mg	1.64	1.64	2.91	8.17	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.49	0.87	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.04	0.10	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	0.89	1.11	1.93	5.12	0.01	0.02	0.01	0.01
NO3	0.05	0.05	0.09	0.25	0.00	0.01	0.00	0.00
Cl	84.17	84.17	149.13	418.48	0.32	0.99	0.62	0.62
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	0.79	0.79	1.40	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.58	0.58	0.86	1.77	0.22	0.36	0.28	0.28
CO2	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	143.14	144.07	254.24	709.54	1.87	3.79	2.74	2.74
pH	6.87	8.80	8.93	9.15	8.58	8.64	8.61	8.61

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.03	1.51	13.00	144.07	11.97
	2	0.08	0.99	1.64	11.97	156.29	11.46
	3	0.09	0.95	1.78	10.99	170.18	11.00
	4	0.09	0.92	1.94	10.03	186.18	10.60
	5	0.10	0.90	2.12	9.11	204.87	10.25
	6	0.11	0.88	2.32	8.21	227.13	9.94
Stage 2	1	0.11	0.84	2.60	7.32	254.24	9.34
	2	0.13	0.82	2.92	6.48	286.88	9.12
	3	0.14	0.80	3.31	5.66	327.97	8.93
	4	0.16	0.78	3.85	4.86	381.30	8.78
	5	0.19	0.76	4.60	4.09	453.21	8.66
	6	0.22	0.73	5.75	3.33	555.10	8.57

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	9.15
Langlier Saturation Index	1.01	1.35	1.76	-1.44
Stiff & Davis Stability Index	0.00	0.34	0.56	-0.91
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.01
TDS (mg/l)	40151.78	40172.53	66853.05	709.54
HCO3	146.34	126.88	208.87	5.12
CO2	0.80	0.28	0.56	0.00
CO3	16.85	36.69	62.79	0.56
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.82	233.73	440.72	0.07
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.43	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.39	2.32	3.16	0.04
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.92	0.56

To balance: 11.25 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

➤  $T_{\text{τροφοδοσίας}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}_{\text{τροφοδοσίας}} = 8.4$  και  $\text{pH}_{\text{2ου σταδίου}} = 8.8$

### System Details -- Pass 1

Feed Flow to Stage 1	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Permeate Flow	13.00 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	29.15 bar
Feed Pressure	59.57 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	49.92 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	40172.87 mg/l	Average	39.53 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	13.78 mg/l	Number of Elements	24	Average NDP	19.30 bar
Total Active Area	891.84 M <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	14.58 lmh	Power	67.23 kW
Water Classification: Seawater (Open Intake) SDI < 5				Specific Energy	5.17 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %			Conc. Flow from Pass 2	0.00 m <sup>3</sup> /h

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	SW30HRLE-400	4	6	32.50	59.22	0.00	19.50	58.13	13.00	14.58	0.00	0.00	188.80

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	70.00	70.00	116.33	0.51	0.51	0.51
Na	12650.00	12660.38	21055.14	67.84	67.84	67.84
Mg	1520.00	1520.00	2531.86	2.16	2.16	2.16
Ca	460.00	460.00	766.23	0.64	0.64	0.64
Sr	2.00	2.00	3.33	0.00	0.00	0.00
Ba	0.10	0.10	0.17	0.00	0.00	0.00
CO3	20.54	43.58	74.42	0.00	0.00	0.00
HCO3	146.34	123.57	203.16	1.11	1.11	1.11
NO3	1.89	1.89	3.10	0.07	0.07	0.07
Cl	23131.00	23137.72	38488.29	111.13	111.13	111.13
F	0.50	0.50	0.83	0.00	0.00	0.00
SO4	2124.00	2124.00	3539.26	1.04	1.04	1.04
SiO2	3.00	3.00	4.98	0.03	0.03	0.03
Boron	4.57	4.58	7.14	0.74	0.74	0.74
CO2	0.72	0.24	0.49	0.12	0.12	0.12
TDS	40155.47	40172.87	66827.78	188.80	188.80	188.80
pH	8.00	8.40	8.38	7.11	7.11	7.11

### Design Warnings -- Pass 1

-None-

### Solubility Warnings -- Pass 1

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

BaSO<sub>4</sub> (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

### Stage Details -- Pass 1

Stage 1	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
	1	0.11	0.90	95.04	8.13	40172.87	59.22
	2	0.10	0.73	126.80	7.23	45137.48	58.98
	3	0.09	0.58	172.28	6.50	50224.55	58.76
	4	0.08	0.45	237.78	5.91	55159.89	58.58
	5	0.06	0.34	331.56	5.46	59676.04	58.42
	6	0.05	0.25	464.15	5.13	63588.90	58.27

# Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

## System Details -- Pass 2

Feed Flow to Stage 1	13.00 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Permeate Flow	10.40 m <sup>3</sup> /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	32.50 m <sup>3</sup> /h	Pass 2 Recovery	80.00 %	Feed	0.15 bar
Feed Pressure	10.42 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	0.74 bar
Fouling Factor	0.03	Feed TDS	189.73 mg/l	Average	0.45 bar
Chem. Dose (100% NaOH)	1.17 mg/l	Number of Elements	12	Average NDP	7.77 bar
Total Active Area	445.92 M <sup>2</sup>	Average Pass 2 Flux	23.32 l/mh	Power	4.70 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.45 kWh/m <sup>3</sup>
System Recovery	32.00 %				

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-400	1	6	13.00	10.07	0.00	7.22	7.96	5.78	25.93	0.00	0.00	2.87
2	BW30-400	1	6	7.22	7.62	0.00	2.60	6.85	4.62	20.72	0.00	0.00	6.13

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.51	0.51	0.91	2.48	0.01	0.02	0.01	0.01
Na	67.84	68.52	123.08	339.47	0.38	1.23	0.38	1.23
Mg	2.16	2.16	3.89	10.75	0.01	0.02	0.01	0.02
Ca	0.64	0.64	1.16	3.21	0.00	0.01	0.00	0.01
Sr	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	0.00	0.05	0.13	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	1.11	1.23	2.16	5.57	0.01	0.03	0.01	0.03
NO3	0.07	0.07	0.12	0.32	0.00	0.01	0.00	0.01
Cl	111.13	111.13	199.64	550.74	0.59	1.95	0.59	1.95
F	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	1.04	1.04	1.87	5.18	0.00	0.01	0.00	0.01
SiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron	0.74	0.74	1.09	2.14	0.32	0.49	0.32	0.49
CO2	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TDS	188.80	189.73	339.33	931.01	2.87	6.13	2.87	6.13
pH	7.11	8.80	8.94	9.16	8.47	8.37	8.47	8.37

## Design Warnings -- Pass 2

-None-

## Solubility Warnings -- Pass 2

-None-

## Stage Details -- Pass 2

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.08	1.06	2.29	13.00	189.73	10.07
	2	0.08	1.01	2.50	11.94	206.34	9.59
	3	0.09	0.97	2.72	10.93	225.20	9.17
	4	0.09	0.94	2.98	9.96	246.91	8.80
	5	0.10	0.91	3.26	9.02	272.27	8.48
	6	0.11	0.89	3.60	8.11	302.49	8.20
Stage 2	1	0.12	0.84	4.09	7.22	339.33	7.62
	2	0.13	0.81	4.62	6.38	383.37	7.41
	3	0.14	0.79	5.31	5.57	438.59	7.25
	4	0.16	0.76	6.25	4.78	509.76	7.11
	5	0.18	0.73	7.56	4.02	604.70	7.00
	6	0.21	0.69	9.65	3.30	736.85	6.92

## Scaling Calculations

	Raw Water	Pass 1 Adjusted Feed	Pass 1 Concentrate	Pass 2 Concentrate
pH	8.00	8.40	8.38	9.16
Langelier Saturation Index	1.13	1.45	1.85	-1.18
Stiff & Davis Stability Index	0.09	0.42	0.64	-0.76
Ionic Strength (Molal)	0.83	0.83	1.42	0.02
TDS (mg/l)	40155.47	40172.87	66827.78	931.01
HCO3	146.34	123.57	203.16	5.57
CO2	0.72	0.24	0.49	0.00
CO3	20.54	43.58	74.42	0.74
CaSO4 (% Saturation)	15.58	15.57	29.37	0.00
BaSO4 (% Saturation)	233.79	233.73	440.74	0.12
SrSO4 (% Saturation)	2.69	2.69	5.71	0.00
CaF2 (% Saturation)	15.29	15.29	70.34	0.00
SiO2 (% Saturation)	2.20	2.32	2.91	0.05
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.52	1.31	4.90	0.76

To balance: 6.72 mg/l Cl added to feed.

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

### ▲ COST ANALYSIS ΓΙΑ ΤΟ ΑΠΛΟ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

<b>Project Identification</b>	
Project Name 1 <sup>η</sup> Περίπτωση	Μείωση συγκέντρωσης Βορίου σε προϊόν αφαλάτωσης Γραμμικό απλό σύστημα
<b>Project Overview</b>	
Unit set for economic evaluation	m <sup>3</sup> -m <sup>3</sup> /h-bar
System water production (m <sup>3</sup> /h)	13,00 <sup>32</sup>
System recovery (%)	40,00
<b>Project Economic Variables</b>	
Project Life (years)	20 <sup>33</sup>
Interest rate (%)	8
Power cost (\$/kWh)	0,16
<b>Pass 1</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 1 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	13,00
Pass 1 feed pressure (bar)	0,35
Pass 1 concentrate pressure (bar)	0,00
Pass 1 recovery (%)	40,00
Pass 1 energy recovery efficiency (%)	100, %
<b>Capital Expense</b>	
Pass 1 pressure vessels	4
Pressure vessel cost (\$/vessel)	2460
Pass 1 capital for pressure vessels	\$9840,00 <sup>34</sup>
Product	SW30HRLE-400 (6)
Pass 1 total elements	24
Element cost (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 capital for elements (\$)	\$26232,00
Pass 1 capital (\$)	\$36072,00
Pass 1 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,26
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 1 pumping power (kW)	0,00
Pass 1 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Brine energy recovery (kWh/m <sup>3</sup> )	-563,87
Pass 1 net energy consumption (kWh/m <sup>3</sup> )	563,87
Pass 1 net energy cost (\$/year)	\$616433,11
Energy expense NPV (\$)	77054,14
Pass 1 energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$90,22
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 1 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 replacement cost for elements (\$/year)	\$341016,00
Pass 1 replacement membrane NPV (\$)	\$42627,00
Pass 1 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$49,91
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 1 operating expense NPV (\$)	\$119681,14
Pass 1 operating expense per m <sup>3</sup>	\$133,22
<b>Pass 1 Total</b>	
Pass 1 cost NPV (\$)	\$155753,14
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$1,14
<b>Total System</b>	
Capital	\$36072,00 ή €29024,78
Operating expense NPV (\$)	\$119681,14 ή €96299,6
Cost of water NPV (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,26 ή €0,21

### ▲ COST ANALYSIS ΓΙΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

<b>Project Identification</b>	
-------------------------------	--

<sup>32</sup> Τα γκρι κελιά είναι σταθερά, αμετάβλητα ορισμένα από το σύστημα ROSA

<sup>33</sup> Τα κίτρινα κελιά συμπληρώνονται από τον χρήστη ανάλογα με τις ανάγκες της μελέτης

<sup>34</sup> Τα λευκά κελιά υπολογίζονται από το σύστημα ROSA συναρτήσει των γκρι και των κίτρινων κελιών

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Project Name	Μείωση συγκέντρωσης Βορίου σε προϊόν αφαλάτωσης
2 <sup>η</sup> Περίπτωση	Συνδυασμός 2 συστημάτων
<b>Project Overview</b>	
Unit set for economic evaluation	m <sup>3</sup> -m <sup>3</sup> /h-bar
System water production (m <sup>3</sup> /h)	10,40
System recovery (%)	32,00
<b>Project Economic Variables</b>	
Project Life (years)	20
Interest rate (%)	8
Power cost (\$/kWh)	0,16
<b>Pass 1</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 1 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	13,00
Pass 1 feed pressure (bar)	0,35
Pass 1 concentrate pressure (bar)	0,00
Pass 1 recovery (%)	40,00
Pass 1 energy recovery efficiency (%)	100, %
<b>Capital Expense</b>	
Pass 1 pressure vessels	4
Pressure vessel cost (\$/vessel)	2460
Pass 1 capital for pressure vessels	\$9840,00
Product	SW30HRLE-400 (6)
Pass 1 total elements	24
Element cost (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 capital for elements (\$)	\$26232,00
Pass 1 capital (\$)	\$36072,00
Pass 1 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,26
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 1 pumping power (kW)	0,00
Pass 1 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Brine energy recovery (kWh/m <sup>3</sup> )	-563,87
Pass 1 net energy consumption (KWh/m <sup>3</sup> )	563,87
Pass 1 net energy cost (\$/year)	\$616377,30
Energy expense NPV (\$)	77047,16
Pass 1 energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$90,22
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 1 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 replacement cost for elements (\$/year)	\$341016,00
Pass 1 replacement membrane NPV (\$)	\$42627,00
Pass 1 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$49,91
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 1 operating expense NPV (\$)	\$119674,16
Pass 1 operating expense per m <sup>3</sup>	\$133,22
<b>Pass 1 Total</b>	
Pass 1 cost NPV (\$)	\$155746,16
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$1,42
<b>Pass 2</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 2 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	10,40
Pass 2 feed pressure (bar)	0,35
Pass 2 concentrate pressure (bar)	0,00
Pass 2 recovery (%)	80,00
<b>Capital Expense</b>	
Pass 2 pressure vessels	2
Pressure vessel cost (\$/vessel)	1640
Pass 2 capital for pressure vessels	\$3280,00
Product	BW30-400 (6) BW30-400 (6)
Pass 2 total elements	12
Element cost (\$/element)	\$820,00
Pass 2 capital for elements (\$)	\$9840,00

## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφαλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Pass 2 capital (\$)	\$13120,00
Pass 2 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,12
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 2 pumping power (kW)	0,00
Pass 2 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Pass 2 net energy cost (\$/year)	\$0,00
Pass 2 energy expense NPV (\$)	\$0,00
Energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,00
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 2 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$820,00
Pass 2 replacement cost for elements (\$/year)	\$127920,00
Pass 2 replacement membrane NPV (\$)	\$15990,00
Pass 2 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$23,40
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 2 operating expense NPV (\$)	\$15990,00
Pass 2 operating expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$23,40
<b>Pass 2 Total</b>	
Pass 2 cost NPV (\$)	\$29110,00
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,00
<b>Total System</b>	
Capital	\$49192,00 ή €39581,59
Operating expense NPV (\$)	\$135664,16 ή €109160,09
Cost of water NPV (\$/m <sup>3</sup> )	\$1,69 ή €1,36

### ▲ COST ANALYSIS ΓΙΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΕΚΧΥΣΗ ΣΟΔΑΣ

<b>Project Identification</b>	
Project Name	Μείωση συγκέντρωσης Βορίου σε προϊόν αφαλάτωσης
3 <sup>η</sup> Περίπτωση	Συνδυασμός 2 συστημάτων με ενδιάμεση έκχυση σόδας
<b>Project Overview</b>	
Unit set for economic evaluation	m <sup>3</sup> -m <sup>3</sup> /h-bar
System water production (m <sup>3</sup> /h)	13,00
System recovery (%)	40,00
<b>Project Economic Variables</b>	
Project Life (years)	20
Interest rate (%)	8
Power cost (\$/kWh)	0,16
<b>Pass 1</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 1 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	13,00
Pass 1 feed pressure (bar)	0,35
Pass 1 concentrate pressure (bar)	0,00
Pass 1 recovery (%)	40,00
Pass 1 energy recovery efficiency (%)	100, %
<b>Capital Expense</b>	
Pass 1 pressure vessels	4
Pressure vessel cost (\$/vessel)	2460
Pass 1 capital for pressure vessels	\$9840,00
Product	SW30HRLE-400 (6)
Pass 1 total elements	24
Element cost (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 capital for elements (\$)	\$26232,00
Pass 1 capital (\$)	\$36072,00
Pass 1 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,26
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 1 pumping power (kW)	0,00
Pass 1 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Brine energy recovery (kWh/m <sup>3</sup> )	-563,87



## Διερεύνηση μεθόδων για την μείωση της περιεκτικότητας των αφραλατωμένων υδάτων σε Βόριο.

Pass 1 net energy consumption (KWh/m <sup>3</sup> )	563,87
Pass 1 net energy cost (\$/year)	\$616377,30
Energy expense NPV (\$)	77047,16
Pass 1 energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$90,22
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 1 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$1093,00
Pass 1 replacement cost for elements (\$/year)	\$341016,00
Pass 1 replacement membrane NPV (\$)	\$42627,00
Pass 1 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$49,91
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 1 operating expense NPV (\$)	\$119674,16
Pass 1 operating expense per m <sup>3</sup>	\$133,22
<b>Pass 1 Total</b>	
Pass 1 cost NPV (\$)	\$155746,16
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$1,14
<b>Pass 2</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 2 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	10,40
Pass 2 feed pressure (bar)	0,35
Pass 2 concentrate pressure (bar)	0,00
Pass 2 recovery (%)	80,00
<b>Capital Expense</b>	
Pass 2 pressure vessels	2
Pressure vessel cost (\$/vessel)	1640
Pass 2 capital for pressure vessels	\$3280,00
Product	BW30-400 (6) BW30-400 (6)
Pass 2 total elements	12
Element cost (\$/element)	\$820,00
Pass 2 capital for elements (\$)	\$9840,00
Pass 2 capital (\$)	\$13120,00
Pass 2 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,12
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 2 pumping power (kW)	0,00
Pass 2 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Pass 2 net energy cost (\$/year)	\$0,00
Pass 2 energy expense NPV (\$)	\$0,00
Energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,00
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 2 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$820,00
Pass 2 replacement cost for elements (\$/year)	\$127920,00
Pass 2 replacement membrane NPV (\$)	\$15990,00
Pass 2 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$23,40
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 2 operating expense NPV (\$)	\$15990,00
Pass 2 operating expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$23,40
<b>Pass 2 Total</b>	
Pass 2 cost NPV (\$)	\$29110,00
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,00
<b>Total System</b>	
Capital	\$49192,00 ή €39581,59
Operating expense NPV (\$)	\$135664,16 ή €109160,09
Cost of water NPV (\$/m <sup>3</sup> )	\$1,35 ή €1,36