



Α.Τ.Ε.Ι

ΑΝΩΤΑΤΟ.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ.ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ.ΙΔΡΥΜΑ.ΚΡΗΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ,ΜΕΘΟΔΟΙ  
ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ,ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



ΉΤΗΣ

ΑΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΚΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΚΑΤΣΑΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ.ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
	ΤΜΗΜΑ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΕΠΩΝΥΜΟ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ
ΟΝΟΜΑ	ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ	4405
ΣΧΟΛΗ	Σ.Τ.ΕΦ (ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ)
ΤΜΗΜΑ	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε
ΤΟΠΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΕΤΟΣ	2011-2012



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Περιγραφή θέματος.....	8
2.Εισαγωγή θέματος.....	9
3.Οι σημερινές τάσεις.....	10-11
4.Το χρονικό τις αφαλάτωσης.....	12
5.Νομοθετικό πλαίσιο.....	13-17
6.Τυπικό διάγραμμα μονάδων αφαλάτωσης.....	18
7.Καταγραφή των σύγχρονων μεθόδων τις αφαλάτωσης.....	19
<b><u>(8) Πολυβάθμια εκτόνωση</u></b> .....	<b>20-</b>
(8.1) Πολυπάθεια εκτόνωση.....	20
(8.2) Εκτονωτική εξάτμιση.....	20-21
<b><u>(9) Πολυπάθεια εξάτμιση</u></b> .....	<b>22-23</b>
(9.1) Πολυπάθεια εξάτμιση.....	22-23
(9.2) Εξάτμιση πολλαπλών βαθμίδων.....	22-23
(9.3) Σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας.....	24-25
(9.4) Εξατμιστήρες πολλαπλών βαθμίδων με τροφοδότηση ομόρους.....	24-25
(9.5) Εξατμιστήρες πολλαπλών βαθμίδων σε αντίρροπη .....	26-27
(9.6) Εξατμιστήρες αντλίας θερμότητας.....	26-27
(9.7)Εξατμιστήρες αντίστροφη όσμωση / εξάτμιση.....	28-29
(9.8) Εξάτμιση πολλαπλών βαθμίδων.....	28-29
(9.9) Εξατμιστήρες μιας βαθμίδας.....	28-29
(9.10) Τύποι εξατμιστούν.....	29
(9.11) Ανοικτού δοχείου.....	30
(9.12) Βραχέων κατακόρυφων σωλήνων.....	31
(9.13) Φυσικής κυκλοφορίας οριζοντίων σωλήνων.....	32



(9.14) Εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.....	33
(9.15) Ηλιακοί Εξατμιστήρες ανοικτής δεξαμενής.....	34
(9.16) Πίπτοντας λεπτού στρώματος.....	35
(9.17) Ανερχόμενου λεπτού στρώματος.....	36
(9.18) Με πλάκες.....	37-38
(9.19) Φυγοκεντρικοί.....	37-38
(9.20) Αναδύομένου λεπτού στρώματος (φιλμ).....	37-38
<b><u>(10) Πολυπάθεια εξάτμιση συμπίεσης ατμών</u></b>	<b><u>39-40</u></b>
(10.1) Συμπίεσης ατμών.....	39-40
(10.2) Συμπίεσης ατμών.....	40-41
<b><u>(11) Ηλιακή απόσταξη</u></b>	<b><u>42</u></b>
(11.1) Ηλιακή απόσταξη.....	42
<b><u>(12) Μembrάνες</u></b>	<b><u>43-47</u></b>
(12.1) Εισαγωγή.....	43-47
(12.2) Ταξινόμηση των μεμβρανών και των διεργασιών με μεμβράνες.....	43-47
(12.3) Στοιχειά μεμβρανών.....	48-50
(12.4) Στοιχειό σπειροειδούς περιέλιξης.....	48-50
(12.5) Στοιχειά κοίλων ινών.....	50-52
(12.6) Διεργασίες διαχωρισμού με μεμβράνες όπου ωθούσα δύναμη είναι η πίεση....	52-54
(12.7) Οσμωτική πίεση διαλύματος αλάτων για τις μεμβράνες.....	55
(12.8) Ικανότητα παροχής επεξεργασμένου νερού μιας μεμβράνης ως συνάρτηση του λόγου ανάκτησης.....	55
(12.9) Επίδραση της θερμοκρασίας στην παροχή επεξεργασμένου νερού μιας μεμβράνης, μιας μεμβράνης, μιας μεμβράνης για σταθερή πίεση, λόγο ανάκτησης και σύνολο διαλυμάτων στερεών.....	56-57



<b><u>(13) Αντίστροφη όσμωση</u></b>	<b><u>58-59</u></b>
(13.1) Αντίστροφη όσμωση .....	58-59
(13.2) Νανοδιήθησης και αντίστροφη όσμωση .....	59-60
(13.3) Απαιτήσεις επεξεργασίας .....	61-63
(13.4) Παρουσίαση εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού που βασίζονται στις διεργασίες της αντιστροφής όσμωσης η της νανοδιήθησης.....	63-65
(13.5) Εγκατάσταση στο Palm Beach, Son Tugores.....	63-65
(13.6) Μικροδιήθηση και υπερδιήθηση.....	65-69
(13.7) Διάγραμμα ροής αντιστροφής όσμωσης.....	69
(13.8) Ενδεικτικό ποσοστό απόρριψης ιόντων στην αντίστροφη όσμωση.....	70
(13.9) Εφαρμογές αντιστροφής όσμωσης.....	71
<b><u>(14) Ηλεκτροδιαπίδυσης</u></b>	<b><u>72-75</u></b>
(14.1) Ηλεκτροδιαπίδυσης.....	72-75
(14.2) Εφαρμογές τις ηλεκτροδιαπίδυσης.....	76
(14.3) Εφαρμογές τις ηλεκτροδιαπίδυσης.....	77
<b><u>(15) Σύγκριση των μονάδων αφαλάτωσης.</u></b>	<b><u>78</u></b>
(15.1) Σύγκριση των μονάδων αφαλάτωσης.....	79-80
<b><u>(16) Καταγραφή των σημαντικότερων μονάδων.</u></b>	<b><u>81-82</u></b>
(16.1) Καταγραφή των σημαντικότερων μονάδων αφαλάτωσης στην Ελλάδα.....	81-82
(16.2) Καταγραφή των σημαντικότερων μονάδων αφαλάτωσης στον κόσμο.....	83-84
(16.3) Τυπική μονάδα αφαλάτωσης.....	84-85



<u>(17) Διαδικασία καθαρισμού του νερού.</u>	<u>85-86</u>
(17.1) Σχεδιασμός και λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού.....	85-86
(17.2) Διεργασίες για την αφαίρεση ανόργανων συστατικών.....	86
(17.3) Αριθμοί για αφαλάτωση.....	87-88
<u>(18) Έμφραξη- καθαρισμός.</u>	<u>89</u>
(18.1) Επικαθήσεις αλάτων.....	89
(18.2) Επικαθήσεις υδροξειδίων των μετάλλων.....	89
(18.3) Βιολογικές επικαθήσεις.....	90
(18.4) Επικαθήσεις κολλοειδών.....	90
(18.5) Ρύπανση των μεμβρανών.....	90
<u>(19) Μελέτη περιβαντολογικών επιπτώσεων</u>	<u>91</u>
(19.1) Κατηγορίες περιβαντολογικών επιπτώσεων.....	91
(19.2) Επιπτώσεις στο περιβάλλον από της μονάδες αφαλάτωσης.....	92
<u>(20) Μέθοδοι αντιμετώπισης της άλμης.</u>	<u>93-94</u>
(20.1) Βασικά περιβαντολογικά στοιχεία : αέριοι ρύποι, διάθεση της άλμης..	93-94
<u>(21) Κόστος μονάδων αφαλάτωσης.</u>	<u>95</u>
(21.1) (Α) Κόστος αρχικής επένδυσης.....	95
(21.2) (Β) Κόστος λειτουργίας-συντήρησης.....	96-97
(21.3) (Γ) Κόστος παραγόμενου νερού.....	96-97
(21.4) Ανάλυση σχέσεις κόστους του παραγόμενου νερού, με την δυναμικότητα και με την χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας.....	98



<u>(22) Προοπτικές σε εναλλακτικές μορφές ενεργείας όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενεργείας Α.Π.Ε</u>	<u>99</u>
(22.1) Διάγραμμα ροής Α.Π.Ε.....	99
(22.2) Εισαγωγή.....	100
(22.3) Συνδυασμός μονάδων αφαλάτωσης με ανεμογεννήτριες.....	101
(22.4) Συνδυασμός μονάδων αφαλάτωσης με φωτοβολταικά πάνελ.....	102
(22.5) Συνδυασμός άλλων Α.Π.Ε με αφαλάτωση.....	103
<u>(23) Συμπεράσματα.</u>	<u>104</u>
<u>(24) Αναφορές-σχόλια</u>	<u>105-106</u>



## **(1) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της εφαρμογής των τεχνολογιών αφαλάτωσης στην Ελλάδα. Θα γίνει παρουσίαση του νομοθετικού πλαισίου , καταγραφή των σύγχρονων μεθόδων αφαλάτωσης θαλασσινού και υφάλμυρου νερού , παράθεση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των διαφόρων τεχνολογιών, καθώς και μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή των μονάδων αφαλάτωσης. Θα επιχειρηθεί επίσης να γίνει καταγραφή των σημαντικότερων μονάδων αφαλάτωσης στη χώρα μας, με στοιχεία για τη δυναμικότητα τους, την τεχνολογία που εφαρμόζουν και τις προδιαγραφές ποιότητας νερού που τηρούν.





## (2) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Οι βασικοί στόχοι μιας εγκατάστασης καθαρισμού του νερού έχουν παραμείνει περίπου οι ίδιοι κατά την διάρκεια των τελευταίων 100 ετών. Οι στόχοι αυτοί είναι η παράγωγή νερού που να είναι: (α) ασφαλές για την ανθρωπινή υγεία, (β) ευχάριστο στους καταναλωτές και (γ) επεξεργασμένο έτσι ώστε να μην προκαλεί προβλήματα διάβρωσης ή απόθεσης πουριού κατά την χρησιμοποίησή του. Σήμερα οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού πρέπει να σχεδιάζονται πιο προσεκτικά διότι: (α) πρέπει να αντιμετωπίζουν έναν μεγάλο αριθμό από χημικά συστήματα με τα όποια έχουν ρυπανθεί οι πηγές υδροληψίας, (β) οι προδιαγραφές για την ποιότητα του ποσίμου νερού γίνονται όλο και οι πιο αυστηρότερες και (γ) οι καταναλωτές αναζητούν όλο και πιο ευχάριστο πόσιμο νερό. Για να είναι ασφαλές το νερό για την ανθρωπινή υγεία θα πρέπει να είναι ελεύθερο από παθογόνους μικροοργανισμούς και ακόμη να μην περιέχει ανόργανα ή οργανικά που προκαλούν συστατικά ή ενώσεις με μακροχρόνιες επιπτώσεις. Παράλληλα το πόσιμο νερό θα πρέπει να είναι και αισθητικά αποδεκτό.

Η αφαλάτωση χαρακτηρίζεται ως μια διεργασία πολλή σπουδαία που έχει ως στόχο την αφαίρεση των αλάτων από μια αλατούχα ουσία και συνήθως από αλατούχα ύδατα με απώτερο στόχο την ανάδειξη της μεθόδου ανάκτησης ποσίμου νερού από την θάλασσα, τις λίμνες και τα ποτάμια. Η ανάπτυξη αυτής της μεθόδου ξεκίνησε να έχει ευρεία εφαρμογή τον 20αίωνα ενώ εφαρμοζόταν σε περιοχές όπου τα ποσοστά της λειψυδρίας ήταν σε υψηλό επίπεδο. Ανατρέχοντας στην ιστορία πολλές είναι οι περιγραφές για την αρχή της διαδικασίας της αφαλάτωσης. Από πηγές του Αριστοτέλη είναι φανερό ότι η αφαλάτωση χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια, γύρω στον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.χ., στον τομέα της ναυτιλίας της χώρας μας όπου οι έλληνες ναυτικοί εξάτμιζαν το θαλασσινό νερό. Άλλη περιγραφή της αφαλάτωσης συναντάται στην ανατολή, των 8<sup>ο</sup> αιώνα, σε γραπτά κείμενα άραβη συγγραφέα που βασίζεται στην διαδικασία απόσταξης του νερού. Αλλά και στα νεότερα χρόνια η αφαλάτωση του νερού ήταν απαραίτητη διαδικασία καθώς με την ανάπτυξη της ατμοπλοΐας παρουσιάστηκε μεγάλη ανάγκη ποσοτήτων καθαρού ύδατος για την κίνηση των ατμομηχανών. Με το πέρασμα των χρόνων η διαδικασία της αφαλάτωσης κέρδισε μεγάλη απήχηση σε διάφορες χώρες του κόσμου. Πρώτοι οι Άγγλοι, το 1869, απέκτησαν το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για αφαλάτωση νερού ενώ παράλληλα εγκατέστησαν την πρώτη μονάδα αφαλάτωσης στο Άντεν. Το 1930 ιδρύθηκε το πρώτο μεγάλο εργοστάσιο αφαλάτωσης στις Ολλανδικές Αντίλλες ενώ κατά την δεκαετία του 1970 ξεκίνησε η λειτουργία μεγάλων βιομηχανικών μονάδων αφαλάτωσης σε διάφορες χώρες ( Ρωσία, Αίγυπτο, ΗΠΑ κλπ). Η Ισπανία ξεκίνησε την αφαλάτωση πριν 40 χρόνια και σήμερα διαθέτει ένα από μεγαλύτερα εργοστάσια αφαλάτωσης στην χώρα. Τέλος στις μέρες μας οι μονάδες αφαλάτωσης που λειτουργούν παγκοσμίως είναι 13600. Το 11% αυτών εγκαταστάθηκαν πριν το 2000. Το 38% αυτών βρίσκονται στον Περσικό κόλπο και το 17% στις ΗΠΑ.



### (3) ΟΙ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

Αρκετά νερά πρέπει να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία πριν χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο ύδρευσης. Κυρίως επιδιώκεται η αφαίρεση θολότητας ( το νερό πρέπει να είναι διαυγές ), η θανάτωση των μικροοργανισμών (απολύμανση) και η αφαίρεση οργανικού υλικού που συνήθως βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης αλλά και πιο σημαντικά ίσως προβλήματα με των σχηματισμό παραπροϊόντων απολύμανσης ( μερικά από τα παραπροϊόντα αυτά είναι ύποπτες καρκινογόνος ενώσεις) επίσης στόχος τις επεξεργασίας του νερού είναι η αφαίρεση ανόργανων συστατικών τα όποια βρίσκονται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από εκείνες που επιτρέπονται από τις προδιαγραφές καθώς και η ρύθμιση τις διαβρωτικότητας του.

Τα επιφανειακά νερά ( ποτάμια, λίμνες, ταμιευτήρες) παρουσιάζουν συνήθως προβλήματα η ακόμη και προβλήματα αυξημένων συγκεντρώσεων οργανικού υλικού. Ένα μέρος από Αυτό το οργανικό υλικό έχει φυσική προέλευση αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό οφείλεται συνήθως σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις συνήθως (πχ διάθεση απόβλητων). Τα υπόγεια νερά παρουσιάζουν συνήθως προβλήματα σκληρότητας αλλά σε μερικές περιπτώσεις περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε σίδηρο η / και μαγγάνιο. Σημειώνεται πάντως ότι σε μερικές περιοχές ( πχ με έντονη ανάπτυξη) τα υπόγεια νερά ενδέχεται να παρουσιάζουν και προβλήματα από εδαφική η υπεδάφεια διάθεση απόβλητων.

Για την μείωση τις θολότητας και μικροοργανισμών σε επιφανειακά νερά γίνεται διήθηση. Η διήθηση μπορεί να γίνεται είτε σε φίλτρα με πλερωτικά υλικό ( διύλιση) είτε με μεμβράνες. Πριν απ όταν διήθηση γίνεται κατάλληλη κατά περίπτωση επεξεργασία.

Για θανάτωση μικροοργανισμών γίνεται απολύμανση. Συνήθη απολυμαντικά είναι το χλώριο, το διοξείδιο του χλωρίου, το όζον και η υπεριώδεις ακτινοβολία.

Για αφαίρεση οργανικού υλικού από επιφανειακά νερά χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διεργασίες: αερισμός, προσρόφηση σε κλεινές με κοκκώδη ενεργό άνθρακα, προσρόφηση σε κωνιοποιημένο ενεργό άνθρακα, χημική οξείδωση, και αντίστροφη όσμωση. Για αφαίρεση ανόργανων συστατικών χρησιμοποιούνται εκτός από τις συνήθεις μεθόδους επεξεργασίας που στοχεύουν σε αφαίρεση θολότητας και σκληρότητας και τεχνολογίες με μεμβράνες, με εναλλαγή ιόντων και με ενεργοποιημένη αλούμινα.

Για των έλεγχο τις διάβρωσης γίνεται ρύθμιση του PH καθώς και προσθήκη κατάλληλων ουσιών που επιβραδύνουν την διάβρωση.

Το κόστος του ποσίου νερού αυξάνεται καθώς οι προδιαγραφές για την ποιότητα του γίνονται αυστηρότερες και η κατανάλωση του παρουσιάζει αυξητική τάση. Πάντως το κόστος



του νερού παραμένει ακόμα χαμηλό σχετικής με το κόστος άλλων υπηρεσιών όπως πχ το ηλεκτρικό ρεύμα και ο Ο.Τ.Ε.

Παρόλο που υπάρχουν κατάλληλες τεχνολογίες επεξεργασίας για την αφαίρεση κάθε ανεπιθύμητου συστατικού από το νερό, το σχετικό κόστος είναι σε μερικές περιπτώσεις απαγορευτικό. Έτσι θα πρέπει όπου Αυτό είναι δυνατόν να λαμβάνονται τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα για την αποφυγή εισόδου διαφόρων ρύπων στα φυσικά υδατικά αποθέματα.

Κατά τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σε μερικές περιπτώσεις επιτυχώς τεχνολογίες με μεμβράνες για την αφαίρεση διαφορών συστατικών και Αυτό έχει γίνει πρακτικό λόγο κυρίως τις μείωσης του κόστους των μεμβρανών.

Η χρήση βιολογικών μεθόδων για την αφαίρεση οργανικού υλικού καθώς και για την αφαίρεση αμμωνίας και νιτρικών από νερό που προορίζεται για πόσιμο έχει αρχίσει να εξετάζεται σοβαρά κατά τα τελευταία χρόνια.

Επίσης εκτός από την πρόοδο στην ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας έχει γίνει σημαντική πρόοδος και στις τεχνικές μετρήσεις των χαρακτηριστικών ποιότητας του νερού έτσι ώστε να είναι δυνατή η συστηματική παρακολούθηση τις και η αποφυγή ανεπιθύμητων επεισοδίων.



#### (4) ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

350 π.χ. Ο Αριστοτέλης πειραματίζεται με τον διαχωρισμό νερού και αλατιού.

200 μ. Ναυτικοί μεταφέρουν μικρές πρωτόγονες μονάδες αφαλάτωσης στα πλοία τους 5.

16ος αιώνας Τα πλοία που εξερευνούν τους ωκεανούς μεταφέρουν μονάδες αφαλάτωσης οι οποίες επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο σε περίπτωση ανάγκης.

1890 Στην Δυτική Αυστραλία λόγω του ξηρού κλίματος κατασκευάζονται μονάδες αφαλάτωσης (πάντα με την θερμαντική μέθοδο). Το νερό ήταν ακριβό, δεδομένου ότι τα 4.5 λίτρα νερού κόστιζαν όσο το ένα τρίτο του μισθού του ανειδίκευτου εργάτη.

Τέλη 19ου αιώνα Η μέθοδος απόσταξης του Rillieux αρχίζει και εφαρμόζεται και στην αφαλάτωση.

1950 Η Αμερικανική κυβέρνηση ιδρύει το Τμήμα Αλμυρού Νερού με σκοπό να υποστηρίξει την έρευνα για την αφαλάτωση.

1950 Ξεκινά μια νέα μέθοδος θερμαντικής αφαλάτωσης και εφαρμόζεται σε χώρες της Μέσης Ανατολής.

1960 Ξεκινούν στο πανεπιστήμιο UCLA της Καλιφόρνια τα πειράματα πάνω στην αντίστροφη ώσμωση με την κατασκευή των πρώτων μεμβρανών από δύο ερευνητές, τους Sydney Loeb και Shrinivasa Sourirajan.

1965 Η πρώτη πειραματική μονάδα αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με την μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης.

τέλος δεκαετίας '70 Ο J.Cadotte του America's Midwest Research Institute και του Film Tec Corporation εφεύρει μια πολύ βελτιωμένη μεμβράνη που θα χρησιμοποιηθεί καθολικά στα επόμενα χρόνια.

1980 Η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης που εξυπηρετεί πόλη, ξεκινά την λειτουργία της στην Jeda της Σαουδικής Αραβίας.

1990-2003 Το κόστος της αφαλάτωσης πέφτει στο ένα τρίτο. 6.

2006 Μελέτη που δημοσιεύεται στο επιστημονικό περιοδικό Science αναφέρει ότι η χρήση ναυοσωλήνων άνθρακα μπορεί να βελτιώσει πολύ την παραγωγή καθαρού νερού.

2006 Μελέτη στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αφαλάτωσης από το Pacific Institute (όχι απαγορευτικές αλλά ούτε και αμελητέες).



## (5) ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΕΝΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Η Ίδρυση και η Λειτουργία τους βασίζεται στο Νόμο 3325/11-3-2005 “Περί Ίδρυσης και Λειτουργίας των Βιομηχανικών – Βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις”.

2.2 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ (Ι) Άδεια Εγκατάστασης από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση. Για την έκδοση άδειας εγκατάστασης (ΥΑ Αριθ.Φ15/οικ.7815/615), απαιτείται η υποβολή Αίτησης.

Μηχανολογικής Εγκατάστασης που να συνοδεύεται από:

ΓΕΝΙΚΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ

Συμπλήρωση ερωτηματολογίου (Ν.3325/2005).

Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), με συνημμένη την Εγκεκριμένη Μελέτη.

Βεβαίωση Χρήσης Γης (Πολεοδομικές Υπηρεσίες).

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ ΚΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ δεν απαιτείται άδεια εγκατάστασης για μηχ. εγκαταστάσεις με κινητήρια ισχύ έως 22 k W ή θερμική έως 50 K w (χαμηλής όχλησης).

2.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΥΑ Η.Π.15393/2332/5-8-2002 «Κατάταξη δημοσίων και Ιδιωτικών Έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με το Άρθρο 3 του Ν1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το Άρθρο 1 του Ν3010/2002». Έργων και Δραστηριοτήτων σε Κατηγορίες, Περιεχόμενα ΜΠΕ, Καθορισμός Περιεχομένου Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών σύμφωνα με τον Ν1650/1986.

2.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ Ν 3010/25-4-2002[1] «Εναρμόνιση του Ν1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε και 96/61 ΕΕ, \_Διαδικασία Οριοθέτησης και Ρυθμίσεις θεμάτων για τα Υδατορέματα και άλλες διατάξεις, κατηγοριοποίηση των έργων και δραστηριοτήτων ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον». [1] Αντικαθιστά την ΥΑ 69269/5387/1990 Περί Κατάταξης Έργων και Δραστηριοτήτων σε Κατηγορίες, Περιεχόμενα ΜΠΕ,



Καθορισμός Περιεχομένου Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών σύμφωνα με τον Ν1650/1986.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α - περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που λόγω της φύσης τους μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β - περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που χωρίς να προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, υποβάλλονται για την προστασία του περιβάλλοντος σε γενικές προδιαγραφές.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ - περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η κατάταξη των έργων και δραστηριοτήτων μπορεί να διαφοροποιείται [1] Αντικαθιστά την ΥΑ 69269/5387/1990 Περί Κατάταξης.

2.5 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΟ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΑ Η.Π.11014/703/Φ104/2003 «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο) σύμφωνα με Άρθρο 4 του Ν1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε από το Άρθρο 2 του Ν3010/2002.

2.6 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΒΑΘΜΟΥΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΚΥΑ Αρ.13727/724/2003 «Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα»

2.7 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ (II)

ΑΔΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Για την έκδοση άδειας λειτουργίας απαιτούνται:

ΓΕΝΙΚΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ Υπεύθυνες Δηλώσεις για την: τήρηση της μελέτης κατασκευής, τον αριθμό και την ειδικότητα των τεχνικών που θα εργασθούν και του υπεύθυνου της λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού.

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ

Πιστοποιητικό πυροπροστασίας

Άδεια Οικοδομής, (εφόσον προβλέπεται)

Άδεια χρήσης νερού (Ν 3199/2003)



Άδεια κατασκευής λιμενικού έργου και χρήσης αιγιαλού και παραλίας, (Ν 2971/2001)

Άδεια διάθεσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΥΑ Αριθ. Ειβ 221/65)

Βεβαίωση καταλληλότητας από την αρμόδια υπηρεσία Υγείας - πιστοποιητικό ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την ΥΑ ΟΥΓ/Γ.Π οικ.38295/26-4-2007, Τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης ΚΥΑ Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού Ανθρώπινης Κατανάλωσης» σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83/ΕΚ της ΕΕ.

ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000», (ΦΕΚ Α΄ 280/9.12.2003).

Για την παροχή νερού, τη χρήση νερού και την εκτέλεση έργου για την αξιοποίηση υδατικών πόρων, καθώς και για κάθε έργο ή δραστηριότητα που αποσκοπεί στην προστασία από τη ρύπανση λόγω απόρριψης υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον, από φυσικό ή νομικό πρόσωπο του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα, απαιτείται άδεια. Η άδεια εκδίδεται από την οικεία Περιφέρεια. Η άδεια χρήσης νερού εκδίδεται κατόπιν της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).

2.8 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΔΕΙΩΝ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΥΑ 43504/20-12-2005 «Κατηγορίες Αδειών Χρήσης Υδάτων Εκτέλεσης Έργων Αξιοποίησης τους, Διαδικασία έκδοσης, Περιεχόμενο και Διάρκεια Ισχύος Αυτών».

Τα έργα για τα οποία απαιτείται η έκδοση άδειας χρήσης νερού είναι:

τα έργα υδροληψίας,

μεταφοράς νερού,

έργα δικτύων,

ρύθμισης - αποθήκευσης,

επεξεργασίας νερού,

τροφοδότησης και έργα προστασίας - συντήρησης.



2.9 ΑΔΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΛΙΜΕΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΑΙΓΙΑΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΙΑΣ Νόμος 2971/19-12-2001 «Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις» Λιμενικά έργα είναι εκείνα, που εκτελούνται ολικώς ή μερικώς στον αιγιαλό, την παραλία ή την παράκτια ζώνη, μέσα στη θάλασσα, στον πυθμένα της θάλασσας και στο υπέδαφος του βυθού, καθώς και εκείνα που επιφέρουν διαμόρφωση ή αλλοίωση των χώρων αυτών ή που προβλέπονται από τις διατάξεις περί Λιμενικών Ταμείων.

Ο καθορισμός ορίων αιγιαλού και παραλίας γίνεται σε επίπεδο Νομού από Επιτροπή που συγκροτείται από την Κτηματική Υπηρεσία, τον αρμόδιο λιμενάρχη, Δ/νηση Πολεοδομίας, τον Δ/νητη χωροταξίας και Περιβάλλοντος της ΓΓ. της Περιφέρειας. Η διαδικασία απαιτείται και για τα έργα του Δημοσίου και έχει ως εξής: Υποβολή αίτησης προς την αρμόδια Κτηματική Υπηρεσία συνοδευόμενη από τεχνικό φάκελο.

Απαιτείται γνωμοδότηση του φακέλου από :

1. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
2. ΓΕΝ
3. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ
4. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
5. ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
6. ΕΟΤ
7. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
8. ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ οικείου ΟΤΑ
9. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
10. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) εγκρίνεται κατόπιν της γνωμοδότησης των παραπάνω φορέων. Μετά την έγκριση της ΜΠΕ εκδίδεται η απόφαση παραχώρησης από την Κτηματική Υπηρεσία.





2.2.1 ΑΔΕΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΥΑ Αριθ. Ειβ 221/65 «Περί Διαθέσεως λυμάτων και Βιομηχανικών Αποβλήτων», Άρθρο 4 Απαιτούμενα χαρακτηριστικά επιφανειακών υδάτων αναλόγως της χρήσεως αυτών»

#### Άρθρο 4.2 Θαλάσσια Ύδατα

2.1 Ύδατα δη' αλίευαν εδωδίμων οστρακόδερμων και πάσαν ετέρων χρήσιν. Με απόφαση του Νομάρχη και με δημοσίευση της απόφασης στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως καθορίζεται το σημείο εκβολής των λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και οι τυχόν απαιτούμενοι όροι.

2.2.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ Θεσμοθέτηση συγκεκριμένων διαδικασιών για την τεχνολογία αφαλάτωσης υφάλμυρου ή θαλασσινού νερού. Απλοποίηση και Επιτάχυνση διαδικασιών. Απαλλαγή από την πολύπλοκη διαδικασία αδειοδότησης μονάδων αφαλάτωσης δυναμικότητας κάτω των 10 κ. μ /η μ. όταν προβλέπονται για δημόσια χρήση (κάλυψη σε νερό περιοχών όπως η Ψέριμος, οι Αρκιοί, κλπ).

Πινάκας 1:

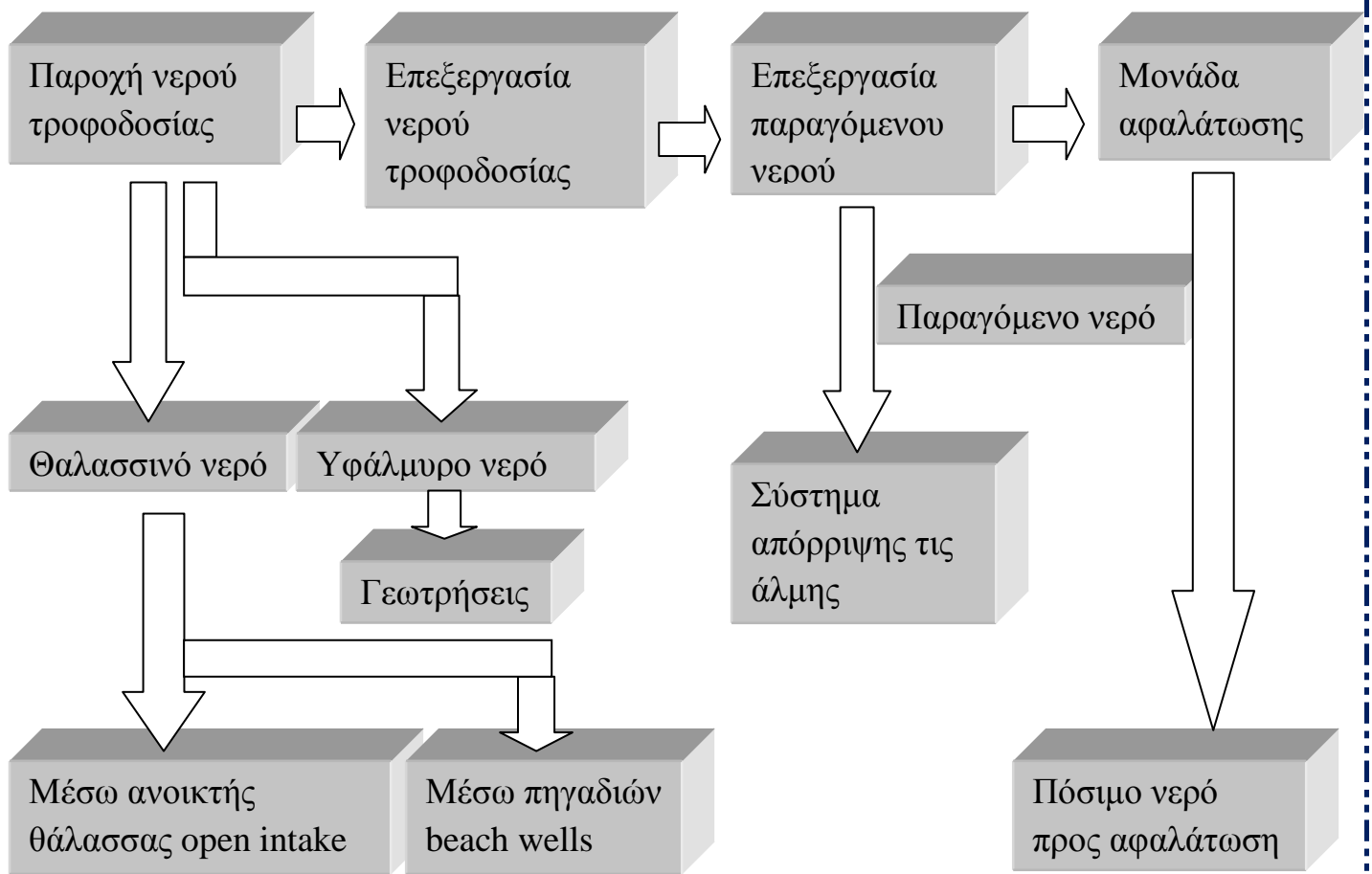
Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ Ή ΔΡΑΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΣΥΕ	ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
			ΥΨΗΛΗ	ΜΕΣΗ	
264	Κατασκευή μεταφορών	354.0 α			
264.1	Κατασκευή μεταφορών με κίνηση μέσω ποταμιών	354.0 β			
264.2	Κατασκευή μεταφορών	354.0 γ			
264.3	Κατασκευή μεταφορών με κίνηση μέσω ποταμιών	354.0 δ			
264.4	Κατασκευή μεταφορών με κίνηση μέσω ποταμιών	354.0 ε			
265	Αφαλάτωση νερού	410.0 α			
266	Επιλογή, καθαρισμός και διανομή νερού (δωλίστημα νερού)	410.0 β			

Πινάκας 2:

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ Ή ΔΡΑΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΣΥΕ	ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
			ΥΨΗΛΗ	ΜΕΣΗ	ΧΑΜΗΛΗ	
265	Κατασκευή αναπνευστικών αμαξιδίων	354.3			Το σύνολο	
266	Κατασκευή λουτού εξοπλισμού μεταφορών μ.α.κ.	355.0			Το σύνολο	
<b>ΣΥΛΛΟΓΗ, ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ</b>						
267	Αφαλάτωση νερού	410.0 α		> 100 m <sup>3</sup> /ημέρα	≤ 100 m <sup>3</sup> /ημέρα	Οι κοστίτες αναφέρονται στην δυναμικότητα της εγκατάστασης ως προς το παραγόμενο προϊόν (όγκος νερού)
268	Συλλογή, καθαρισμός και διανομή νερού (δωλίστημα νερού)	410.0 β		Το σύνολο		



## (6) ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ





## **(7) ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ**

### **ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ**

#### **1.ΑΠΟΣΤΑΞΗ**

- (8) ΠΟΛΥΒΑΘΜΙΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗ (Multiple Stage Flashing, MSF)
- (9) ΠΟΛΥΒΑΘΜΙΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗ (Multiple Effect Distillation, MED)
- (10) ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΑΤΜΩΝ ( Vapor Compression, VC)
- (11) ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ ( Solar Distillation)
- (12) MEMBRANES

#### **2.ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ**

### **ΥΓΡΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ**

- (13) ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΟΣΜΩΣΗ (Reverse Osmosis, RO)
- (14) ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ (Electrodialysis, ED)



## **(8) ΠΟΛΥΒΑΘΜΙΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗ (Multiple Stage Flashing, MSF)**

### **(8.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΟΛΥΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ**

Αρχικά το θαλασσινό νερό θερμαίνεται λίγο πριν το σημείο βρασμού και στην συνέχεια εισέρχεται στον πρώτο θάλαμο που έχει πίεση χαμηλότερη από την πίεση κορεσμού και έτσι ατμοποιείται. Έπειτα αφού εισαχθεί ο ατμός σε σωλήνες που μεταφέρουν κρύο νερό υγροποιείται και τέλος συλλέγεται ως καθαρό νερό. Η διαδικασία που αναφέρθηκε επαναλαμβάνεται και στους επομένους θαλάμους με την υπολειπομένη άλμη και με την πίεση συνεχώς μειούμενη για να επιτύχουμε την μείωση της θερμοκρασίας της άλμης. Συνήθως οι εγκαταστάσεις της αφαλάτωσης συμφέρει να βρίσκονται κοντά σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, ώστε ο ατμός υψηλής πίεσης να εκτονώνεται πρώτα στον αμμοστρόβιλο για την παράγωγή ισχύος και έπειτα να χρησιμοποιείται για την αφαλάτωση. Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνεται η καλύτερη αξιοποίηση του καυσίμου. Τυπικός βαθμός απόδοσης των θερμικών μονάδων αφαλάτωσης θεωρείται το ηλίκο της μάζας του παραγόμενου νερού προς την μάζα του ατμού που χρησιμοποιήθηκε. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην μέση ανατολή (Σαουδική Αραβία, Εμιράτα, Κουβέιτ, καλύπτοντας το 40% της παγκόσμιας χρήσης αφαλάτωσης).

### **(8.2) ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΗ**

Στο σχήμα 3 φαίνεται μια διάταξη που επιτυγχάνει αφαλάτωση με εκτονωτική εξάτμιση (flash evaporation) το τροφοδοτούμενο θαλασσινό νερό αρχικά προθερμαίνεται (σε εναλλάκτες θερμότητας από όταν αφαιρούμενη άλμη και από το συμπυκνούμενο ατμό που αποτελεί το καθαρό αφυδατωμένο νερό) και στην συνέχεια διέρχεται διάμεσου εναλλακτών θερμότητας που βρίσκονται στο πάνω μέρος των δοχείων των σταδίων της διάταξης. Μετά από την προθέρμανση ακόλουθη θέρμανση του τροφοδοτούμενου θαλασσινού με εξωτερικό ατμό και στην συνέχεια εκτόνωση στο δοχείο του πρώτου σταδίου όπου επικρατεί χαμηλότερη πίεση και έτσι λαμβάνει χώρα απότομη εξάτμιση (flashing) και πτώση της θερμοκρασίας μέχρι των λειτουργικών συνθηκών της πρώτης βαθμίδας. Ο παραγόμενος ατμός συμπυκνώνεται καθώς θερμαίνει το τροφοδοτούμενο θαλασσινό νερό που διέρχεται από των εναλλάκτη ο οποίος βρίσκεται στο πάνω μέρος του δοχείου του πρώτου σταδίου. Ο ατμός που συμπυκνώνεται συλλέγεται σε κατάλληλα χωρίσματα και οδηγείται εκτός δοχείου. Στην συνέχεια το νερό από τον πυθμένα της πρώτης βαθμίδας εκτονώνεται στην δεύτερη. Ο ατμός που παράγεται στις διαφορές βαθμίδες αποτελεί το αφαλατωμένο νερό. Από των πυθμένα των δοχείων της διάταξης απομακρύνεται ένα ποσοστό άλμης ώστε να μην αναβαίνει η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών πάνω από ένα επίπεδο.