

## ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πούλος Σ.

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Γεωγραφίας και Κλιματολογίας,  
Πανεπιστημιούπολη, Ζωγράφου, Αθήνα 15487*

### Περίληψη

Ο Αμβρακικός Κόλπος είναι μια ημίκλειστη λεκάνη με βάθη <65 m, η οποία επικοινωνεί με το Ιόνιο Πέλαγος μέσω των στενών της Πρέβεζας (πλάτους περί τα 600 m και μέγιστο βάθος 8,5 m στο ρηχότερο σημείο του). Ο κόλπος έχει συνολική επιφάνεια 404,5 km<sup>2</sup>, όγκο 10,19 km<sup>3</sup> ενώ σε αυτόν αποστραγγίζεται μια περιοχή 3850 km<sup>2</sup>, από την οποία τα 2679 km<sup>2</sup> ανήκουν στις λεκάνες απορροής των δύο κύριων ποταμών Άραχθου και Λούρου. Υδρολογικά ο Αμβρακικός χαρακτηρίζεται από τη παρουσία δύο στρωμάτων νερού, ένα επιφανειακό που εκτείνεται μέχρι το βάθος των 10 m και το οποίο παρουσιάζει αισθητά χαμηλότερες τιμές αλατότητας καθ' όλο το χρόνο (16,5-34,0 ppt) σε σχέση με το Ιόνιο Πέλαγος και ένα υποκείμενο σχετικά ομογενές στρώμα στο οποίο η αλατότητα είναι >35ppt. Οι χαμηλές τιμές αλατότητας στο επιφανειακό στρώμα αποδίδονται στην επιφανειακή απορροή (ποτάμιας απορροές, βροχόπτωση), ενώ αυτές του κατώτερου στρώματος πρωτίστως στη κατά βάθος ανάμειξη των νερών του κόλπου και δευτερευόντως σε υποθαλάσσιες εκφορτίσεις γλυκού νερού. Οι μικρότερες τιμές αλατότητας ανεξαρτήτως βάθους και εποχής από τις αντίστοιχες του Ιονίου, με εξαίρεση ίσως μόνο τα βαθύτερα στρώματα τη θερινή περίοδο, υποδηλώνουν ότι ο Αμβρακικός Κόλπος είναι μια λεκάνη διάλυσης. Ο χρόνος ανανέωσης των δυο στρωμάτων διαφέρει από εποχή σε εποχή, ενώ σε ετήσια βάση για μεν το επιφανειακό στρώμα απαιτούνται περί τις 31 ημέρες, για δε το κατώτερο στρώμα 258 ημέρες.

### A STUDY OF THE WATER BUDGET OF THE AMVRAKIKOS GULF

Poulos S.

*National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of Geology and Geoenvironment,  
Department of Geography and Climatology, Panepistimioupolis-Zografou, Attiki, 15784.*

### Abstract

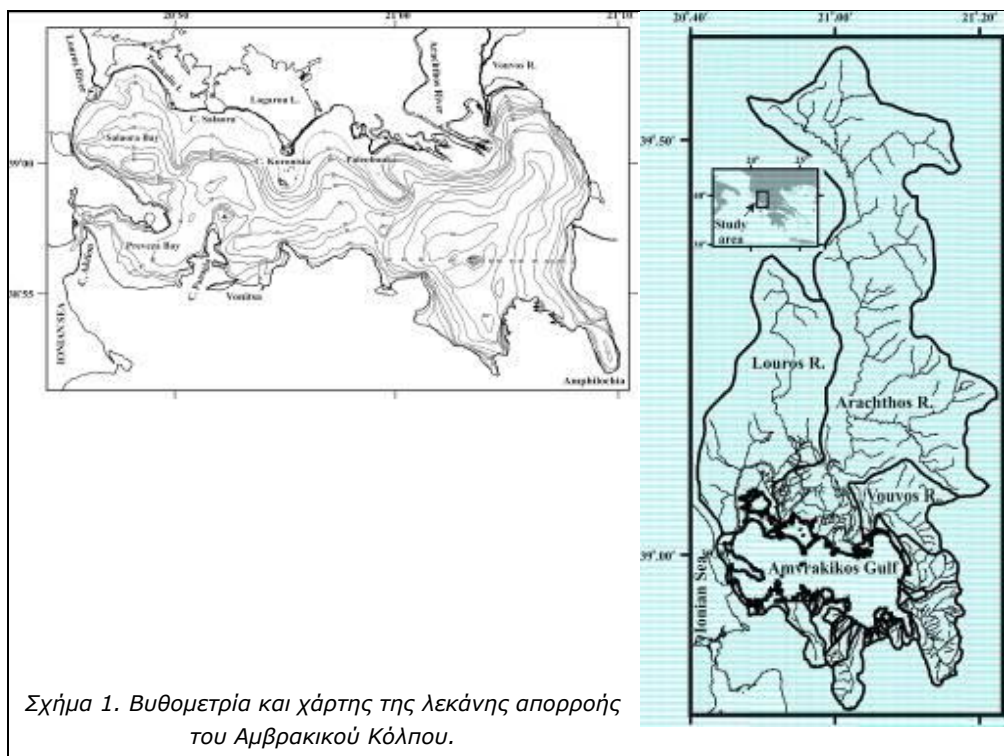
The Amvrakikos Gulf is a semi-enclosed embayment with water depths up to 63 m, communicating with the open Ionian Sea through the strait of Preveza (600 m wide and 8.5 m deep). It has a surface of 404.5 km<sup>2</sup>, a total volume of 10.2 km<sup>3</sup> and receives the freshwater inputs from a drainage basin of 3850 km<sup>2</sup>, from which the 2679 km<sup>2</sup> belongs to the rivers Arachthos and Louros. The gulf is characterised by the presence of two layers, a surface one (0-10 m water depth) being substantially less saline (16.5-34.0 ppt) throughout the year compared to the Ionian Sea and a lower layer with salinities >35 ppt. The low salinity values of the **surface layer are attributed to the freshwater influx from the Gulf's catchment and the water cycle over its surface**, whilst the slightly smaller salinity values of the lower layer to the downward movement of the surficial less-saline waters and to the groundwater influx along its coast. The fact that both layers, with exception only of the lower layer during the late summer period, have more fresh waters than the Ionian Sea shows that the Amvrakikos Gulf is a dilution basin. The two layers present different times of renewal from one season to another, while on an annual basis the surface layer needs 31 days and the lower 258 days to be renewed.

**Λέξεις κλειδιά:** υδρολογικό ισοζύγιο, Αμβρακικός Κόλπος, χρόνος ανανέωσης.

**Key words:** water budget, Amvrakikos Gulf, renewal time.

## 1. Εισαγωγή

Ο Αμβρακικός Κόλπος είναι μια ημίκλειστη λεκάνη με βάθη <65 m, η οποία επικοινωνεί με το Ιόνιο Πέλαγος με ένα στενό διάυλο πλάτους περί τα 600 m και βάθους <5 m, ενώ έχει διανοιχτεί και ένα κανάλι ναυσιπλοΐας βάθους 8,5 m. Ο κόλπος έχει συνολικ *Σχήμα 1. Βυθομετρία και χάρτης της λεκάνης απορροής του Αμβρακικού Κόλπου.*



Υδρολογικά, ο Αμβρακικός χαρακτηρίζεται από τη παρουσία δύο στρωμάτων νερού, ένα επιφανειακό που εκτείνεται μέχρι τα 10 m βάθος και το οποίο παρουσιάζει αισθητά χαμηλότερες τιμές αλατότητας (16,5-34,0 ppt) και ένα υποκείμενο σχετικά ομογενές στρώμα στο οποίο η αλατότητα κυμαίνεται μεταξύ 35 και 36 ppt (Voutsinou-Taliadouri and Baloropoulos, 1991) Οι χαμηλές τιμές αλατότητας στο επιφανειακό στρώμα αποδίδονται στις ποτάμιες απορροές και τη βροχοπτώση, ενώ αυτές του υποκείμενου στρώματος στη κατά βάθος ανάμιξη των νερών του κόλπου. Πάντως όλες οι τιμές αλατότητας ανεξαρτήτως βάθους και εποχής είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες του Ιονίου, υποδηλώνοντας ότι ο Αμβρακικός Κόλπος είναι μια λεκάνη διάλυσης (Μαρίνος, 1984).

Στην εργασία αυτή διερευνώνται οι επιμέρους παράμετροι που διαμορφώνουν το

υδρολογικό ισοζύγιο του Αμβρακικού Κόλπου και ειδικότερα η σχέση μεταξύ των όγκων γλυκού και αλμυρού (θαλάσσιου) νερού, ενώ προσεγγίζεται και ο χρόνος ανανέωσης του υδάτινου όγκου του σε εποχιακή βάση.

**2. Συλλογή δεδομένων – Μεθοδολογία**

Ο προσδιορισμός της συνολικής επιφάνειας το κόλπου, όπως και του όγκου του επιφανειακού και κατώτερου στρώματος έγινε μετά από ψηφιοποίηση της βυθομετρίας (χάρτης Νο. 2131 της Υδρογραφικής Υπηρεσίας Π.Ν., κλίμακας 1:50.000) και χρήση λογισμικού ARC-GIS.

Οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας προέρχονται από τους σταθμούς της Ε.Μ.Υ. που είναι εγκατεστημένοι στην Άρτα και την Πρέβεζα (Πίνακας 1).

Οι μέσες τιμές παροχής νερού Λούρου και Άραχθου προέρχονται από την εργασία του Θεριανού (1974) και παραθέτονται επίσης στον Πίνακα 1. Για δε τις υπόγειες εκφορτίσεις γλυκού νερού, που λόγω της λιθολογίας αναμένεται να γίνεται σε βάθη μεγαλύτερα των 10 m διαθέτουμε μόνο τον συνολικό ετήσιο όγκο τους ( $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ) (Μαρίνος, 1984). Για δε την εποχιακή των κατανομή, αυτή υπολογίστηκε (προσεγγιστικά) με βάση τα αντίστοιχα εποχιακά ποσοστά βροχόπτωσης, κάνοντας τη παραδοχή ότι σε εποχιακή βάση είναι άμεσα εξαρτώμενα από αυτήν.

Πίνακας 1. Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας ατμόσφαιρας(T), βροχόπτωσης (P) και παροχής ποταμών (R)

	Φθινόπωρο			Χειμώνας			Άνοιξη			Καλοκαίρι			ΕΤ
	Σ	Ο	Ν	Δ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	
<b>Θερμοκρασία ατμόσφαιρας (T, °C)</b>													
Άρτα	23,1	18,3	13,5	9,9	8,7	9,4	11,9	15,2	19,9	24,0	26,5	26,5	17,2
Πρέβεζα	22,8	18,8	14,0	10,7	9,5	10,2	12,2	14,9	19,0	22,9	25,0	25,4	17,1
<b>Βροχόπτωση (P, mm)</b>													
Άρτα	43,5	115,4	186,0	187,5	131,8	135,0	93,8	81,5	58,5	21,8	12,6	17,5	1084,6
Πρέβεζα	45,2	109,0	172,8	129,3	97,1	107,2	80,0	63,3	34,6	10,3	7,9	15,5	872,2
<b>Παροχή νερού (R, m<sup>3</sup>/s)</b>													
Άραχθος	8,0	20,0	94,0	167,0	143,0	125,0	93,0	80,0	63,0	31,0	9,5	4,0	69,8
Λούρος	10,4	10,2	12,6	19,8	24,9	26,6	24,6	21,2	17,4	14,5	12,6	11,0	17,1

Οι εποχιακές τιμές θερμοκρασίας και αλατότητας τόσο του επιφανειακού όσο και του κατώτερου στρώματος του Αμβρακικού Κόλπου αλλά και του Ιονίου Πελάγους εξήχθησαν από τις εργασίες των Γκότση κ.α. (1994) και των Voutsinou-Taliadouri and Balopoulos (1991) και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, μαζί με τις επιφανειακές εποχιακές τιμές της λανθάνουσας ενέργειας λόγω εξάτμισης, η οποία έχει υπολογιστεί με βάση τη μηνιαία κατανομή της σε αντίστοιχο γεωγραφικό πλάτος του Αιγαίου Πελάγους (Poulos et al., 1997).

Πίνακας 2. Εποχιακές τιμές αλατότητα θερμοκρασίας και απώλειας θερμότητας λόγω εξάτμισης του Αμβρακικού Κόλπου και του Ιονίου Πελάγους

	Φθινόπωρο		Χειμώνας		Άνοιξη		Καλοκαίρι		Ετήσια	
	Επιφ.	≥10m	Επιφ.	≥10m	Επιφ.	≥10m	Επιφ.	≥10m	Επιφ.	≥10m
<b>Αμβρακικός Κόλπος</b>										
S (ppt)	32,75	35,70	31,70	35,20	23,90	35,50	28,30		29,15	
T(°C)	16,10		9,90		16,50		25,20		15,90	
<b>Ιόνιο Πέλαγος</b>										
S (ppt)	38,5		38,75		38,75		38,75			
<b>Απώλεια θερμότητας λόγω εξάτμισης στην θαλάσσια επιφάνεια</b>										
Q <sub>e</sub>	119,0		109,0		69,0		80,0			

Η επιφανειακή απορροή ( $R_f$ ) που αφορά την επιφάνεια της λεκάνης απορροής του Κόλπου, πέραν αυτής που αποστραγγίζεται από δυο κύριους ποταμούς Λούρο και Άραχθο, εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία υπολογισμού του υδατικού ισοζυγείου κατά Thorngwight (Mather, 1978), με βάση τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Πρέβεζας (38° 58' Β) και θεωρώντας ότι είναι διαθέσιμα 300 mm νερού προς κατείσδυση στον επιφανειακό εδαφικό ορίζοντα, ώστε να κορεσθεί. Στον πίνακα 3 που ακολουθεί δίνονται ορισμένα από τα μηνιαία αποτελέσματα της μεθόδου, όπως είναι οι μηνιαίες τιμές δυνητικής και πραγματικής εξατμισοδιαπνοής αλλά και της τελικής επιφανειακής απορροής.

Η δε εξάτμιση ( $E$  σε mm/day) από την επιφάνεια του Αμβρακικού Κόλπου, υπολογίζεται μέσω της λανθάνουσας ενέργειας λόγω εξάτμισης ( $Q_e$ , W/m<sup>2</sup>) και χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Beer (1983)  $Q_e = E \rho L$ , όπου  $\rho$  είναι η πυκνότητα του νερού και υπολογίζεται από τη θερμοκρασία και αλατότητα του επιφανειακού στρώματος και  $L = 2,6 \cdot 10^6$  J/kg.

Πίνακας 3. Εποχιακές και ετήσιες τιμές (σε mm) της δυνητικής ( $PE$ ), πραγματικής ( $AE$  και επιφανειακής απορροής ( $RF$ ) της λεκάνης απορροής και της εξάτμισης ( $E$ ) της επιφάνειας του Αμβρακικού Κόλπου.

	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Ετήσια
<b>PE</b>	218,2	72,5	155,8	348,2	794,7
<b>AE</b>	168,9	60,7	174,5	215,7	619,8
<b>R<sub>f</sub></b>	1,8	130,0	105,8	14,5	252,1
<b>E</b>	4,1	3,7	2,4	2,8	3,2

**3. Ανάλυση - Αποτελέσματα – συζήτηση**

Στον Πίνακα 4 παραθέτονται τα κυριότερα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά τόσο του Κόλπου, όσο και της λεκάνης απορροής του, τα οποία προέκυψαν από τη ψηφιακή επεξεργασία των βαθών του Αμβρακικού Κόλπου και χρησιμοποιούνται παρακάτω στον προσδιορισμό του υδρολογικού ισοζυγίου.

Πίνακας 4. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά του Αμβρακικού Κόλπου και της λεκάνης που αποστραγγίζεται σε αυτόν.

Επιφάνεια Κόλπου (A)	404,5 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
Συνολική επιφάνεια λεκάνης αποστράγγισης (Λ=E <sub>1</sub> +E <sub>2</sub> )	3850 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
Άθροισμα εμβαδών των λεκανών απορροής Λούρου και Άραχθου (E <sub>1</sub> )	2679 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
Εμβαδόν υπόλοιπου λεκάνης απορροής E <sub>2</sub> (=Λ-E <sub>1</sub> )	1171 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
Συνολικός Όγκος το Κόλπου (V <sub>T</sub> )	10.190 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Όγκος επιφανειακού στρώματος V <sub>A</sub> (0-10 m)	454 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Όγκος κατώτερου στρώματος V <sub>K</sub> (10-63 m)	9.736 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Μέσο βάθος (M <sub>d</sub> )	25,2 m

Το υδρολογικό ισοζύγιο του Κόλπου διαμορφώνεται ανάλογα με τον όγκο του γλυκού νερού (V<sub>fr</sub>) που δέχεται επιφανειακά και υπόγεια από τη λεκάνη απορροής του (W<sub>D</sub>) και τον όγκο που δέχεται απευθείας στην επιφάνεια του (W<sub>S</sub>) από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (κυρίως βροχόπτωση). Ο όγκος W<sub>D</sub> είναι το άθροισμα των όγκων του νερού των κυρίων ποταμών Άραχθου και Λούρου (W<sub>R</sub>), των υπόγειων νερών (W<sub>G</sub>) και των επιφανειακών νερών (W<sub>E2</sub>) από την υπόλοιπη έκταση της λεκάνης απορροής του (E<sub>2</sub>) και ο όποιος δίνεται στον Πίνακα 4.

$$V_{fr} = W_D + W_S$$

όταν W<sub>D</sub> = W<sub>R</sub> + W<sub>G</sub> + W<sub>E2</sub>, W<sub>E2</sub> = R<sub>f</sub> × E<sub>2</sub> (για τις τιμές των R<sub>f</sub> και E<sub>2</sub>, βλέπε τους πίνακες 1 και 3) και

$$W_S = (P-E) \times A, \text{ (οι τιμές των P και E δίνονται στον πίνακα 3).}$$

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστηκαν οι εποχιακές και η ετήσια τιμή του υδρολογικού ισοζυγίου του Αμβρακικού Κόλπου (Πίνακας 5), από όπου προκύπτει ότι η συνολική εισροή γλυκού νερού έχει ετήσιο όγκο 3095 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> που αντιστοιχεί στο 30% της συνολικής χωρητικότητας της λεκάνης του Αμβρακικού Κόλπου. Τούτο σημαίνει ότι για να ανανεωθεί πλήρως με γλυκό νερό απαιτούνται περί τα 3,33 χρόνια, γεγονός που θα ίσχυε εάν ο Κόλπος ήταν απολύτως ομογενοποιημένος.

Πίνακας 5. Οι εποχιακοί και ετήσιοι όγκοι γλυκού νερού που δέχεται ο Αμβρακικός Κόλπος και τα αντίστοιχα ποσοστά των ως προς το συνολικό όγκο του Κόλπου (V<sub>T</sub>)

	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Ετήσια
V <sub>fr</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	316,4	892,7	512,9	73,2	2017,5
V <sub>fr</sub> / V <sub>T</sub> (%)	3,1	8,8	5,0	0,7	19,8

Ο κόλπος όμως παρουσιάζει έντονη στρωμάτωση σχεδόν καθ’ όλη τη διάρκεια του έτους, έχοντας ένα επιφανειακό στρώμα μέχρι του βάθους περίπου των 10 m, το οποίο παρουσιάζει σαφώς χαμηλότερη αλατότητα από αυτή του Ιονίου. Μάλιστα πιθανότατα το πάχος των 10 m να οφείλεται στο βάθος του διαύλου επικοινωνίας, άρα και ανταλλαγής υδάτινων μαζών, το οποίο φθάνει τα 8,5 μέτρα. Έτσι το μεν επιφανειακό στρώμα (V<sub>A</sub>) με όγκο 454 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

δεχόμενο το μεγαλύτερο ποσόν του εισρέοντος γλυκού νερού αναμένεται να ανανεώνεται πολύ πιο γρήγορα από το κατώτερο στρώμα ( $V_B$ ) και όγκου  $9.736 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , το οποίο ουσιαστικά ανανεώνεται δεχόμενο τις υπόγειες εκφορτίσεις γλυκού νερού ( $W_G$ ) συν έναν όγκο  $V_X$  που προέρχεται από τη κατακόρυφη ανάμειξη του επιφανειακού με το κατώτερο λόγω πρωτίστως της διαφορετικής των αλατότητας (άρα και πυκνότητας). Ο δε όγκος αυτός ( $V_X$ ) μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τη διαφορά σε αλατότητα (φαινόμενο όσμωσης) των δυο στρωμάτων με βάση τη σχέση:

$$V_X = V_K \cdot \left( \frac{S_K - S_I}{S_E - S_K} \right)$$

όπου  $V_K$ , είναι ο όγκος του κατώτερου στρώματος (Πίνακας 1),  $S_K$  είναι η αλατότητά του,  $S_E$  η αλατότητα του επιφανειακού στρώματος και  $S_I$  είναι η αλατότητα του Ιονίου (οι τιμές αλατότητας δίδονται στον Πίνακα 2).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, ο όγκος νερού που δέχεται το επιφανειακό στρώμα ( $V_A$ ) θα είναι ίσος με τον όγκο  $V_1$  που συμπεριλαμβάνει την ποτάμια απορροή ( $W_R$ ) και την επιφανειακή απορροή ( $W_{E2}$ ), τον όγκο του νερού που δέχεται απευθείας στην επιφάνεια του ( $W_S$ ) αλλά και έναν όγκο ο οποίος θα πρέπει να είναι ίσος με τον όγκο  $V_X$  που βυθίζεται και ο οποίος αντικαθιστά έναν ίσο όγκο νερού ο οποίος στη συνέχεια θα πρέπει να εξέλθει προς το Ιόνιο ώστε να διατηρηθεί σταθερή η στάθμη της επιφάνειας του Κόλπου:

$$V_1 = W_R + W_{E2} + W_S + V_X$$

Ο δε όγκος  $V_2$  είναι το άθροισμα των όγκων νερού που κατυσδύουν ( $V_X$ ) και εκφορτίζονται υπόγεια ( $W_G$ ):

$$V_2 = V_X + W_G$$

Οι εποχιακές τιμές των όγκων ανανέωσης  $V_1$  και  $V_2$ , όπως και οι αντίστοιχοι χρόνοι ανανέωσης (σε ημέρες) της μάζας του νερού του επιφανειακού ( $T_E = V_E/V_1$ ) και του κατώτερου ( $T_K = V_K/V_2$ ) στρώματος είναι συγκεντρωμένοι στον Πίνακα 5, από όπου προκύπτει ότι το επιφανειακό στρώμα με εξαίρεση την καλοκαιρινή περίοδο μπορεί να ανανεώνεται πιο λιγότερο από 13 ημέρες, ενώ οι ρυθμοί ανανέωσης του κατώτερου στρώματος είναι πολύ πιο αργοί ξεπερνώντας το διάστημα των τριών μηνών. Σε ετήσια όμως βάση φαίνεται ότι το επιφανειακό στρώμα σε λιγότερο από ένα 1 μήνα δύναται τελικά να ανανεώνεται, ενώ για το κατώτερο στρώμα απαιτούνται σχεδόν 9 μήνες. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τις χαμηλές τιμές αλατότητας που παρατηρούνται στο επιφανειακό στρώμα αλλά και με το γεγονός ότι δια-εποχιακά το κατώτερο στρώμα διατηρεί έστω και μικρή διαφορά (1-2 ppt) χαμηλότερη αλατότητα από αυτή του Ιονίου. Μάλιστα η αργή αυτή ανανέωση υποδεικνύεται από τις πολύ χαμηλές αλλά όχι μηδενικές τιμές στη συγκέντρωση οξυγόνου σε βάθη >40 m.

Πίνακας 5. Εποχιακοί και ετήσιοι όγκοι και χρόνοι ανανέωσης του επιφανειακού και κατώτερου υδάτινου στρώματος του Αμβρακικού Κόλπου

	<b>Φθινόπωρο</b>	<b>Χειμώνας</b>	<b>Άνοιξη</b>	<b>Καλοκαίρι</b>	<b>Ετήσιο</b>
$V_1$ ( $10^6 \text{ m}^3$ )	9.895,4	10.767,8	3.240,7	117,0	5.387,6
$V_2$ ( $10^6 \text{ m}^3$ )	9.601,2	9.904,4	2.742,9	50,2	3.440,1
$T_E$ (ημέρες)	4,2	3,8	12,9	348,2	30,8
$T_K$ (ημέρες)	92,3	89,4	326,6	17.660,3	257,5

#### 4. Συμπεράσματα

Ο Αμβρακικός Κόλπος είναι μια ημίκλειστη λεκάνη με χωρητικότητα  $10.190 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  νερού και επιφάνειας  $404,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ . Το μέγιστο βάθος είναι 63 m, ενώ το μέσο βάθος του είναι 25,2 m. Από ωκεανογραφικής σκοπιάς χαρακτηρίζεται από τη παρουσία ενός επιφανειακού στρώματος (μέχρι τα 10 m βάθος) με σαφώς χαμηλότερες τιμές αλατότητας από αυτές του Ιονίου Πελάγους και ένα κατώτερο σχεδόν ομοιογενές στρώμα που και αυτό διατηρεί δια-εποχιακά (με εξαίρεση τη θερινή περίοδο) τιμές αλατότητας λίγο (1-2 ppt) μικρότερες του Ιονίου.

Η λεκάνη του Αμβρακικού Κόλπου και ειδικότερα το επιφανειακό στρώμα του ( $V_A = 454 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ) αποτελεί μια λεκάνη διάλυσης, η οποία δέχεται ετησίως περί τα  $2017,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  γλυκού νερού από την λεκάνη αποστράγγισης του αλλά και απευθείας στην επιφάνεια του από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Λόγω δε της έντονης στρωμάτωσης της στήλης του νερού αλλά και των διαφορετικών των όγκων των ( $V_K/V_A=22,4$ ), οι χρόνοι ανανέωσης (εποχιακοί και ετήσιοι) των είναι πολύ διαφορετικοί, με το ανώτερο στρώμα να μπορεί να ανανεώνεται σε ετήσια βάση μέσα σε 31 ημέρες, ενώ ο χρόνος ανανέωσης του κατώτερου στρώματος να ανέρχεται σε 257.

#### Βιβλιογραφία

Γκότση Ο., Ψόχιου Ε., Λεμπέσης Γ., Μπράμπα Δ., Θεοδώρου Α. και Μπαλόπουλος Ε., 1994. Εποχιακή διακύμανση φυτοπλαγκτού και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε ημίκλειστη θαλάσσια περιοχή (Αμβρακικός Κόλπος). 40 Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Αθήνα, σελ. 512-516.

Μαρίνος Γ., 1984. Υποδειγματική μελέτη συνδυασμένης διαχείρισης των υδάτων των λεκανών Λούρου και Άραχθου. Υπουργείο Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, Αθήνα.

Θερίανος, Α.Δ., 1974. Η γεωγραφική κατανομή της παροχής νερού των Ελληνικών ποταμών Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, ΧΑ, 28-58

Beer T., 1983: Environmental Oceanography, Pergamon Press London.

Poulos S., Drakopoulos P., Collins M. 1997 : Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean), Journal of Marine Systems, 13 225-244.

Mather J.R., 1978. The climatic water balance in environmental analysis. DC Heath and Company, Lexington, Massachusetts, 239pp.

Voutsinou-Taliadouri F. and Balopoulos E., 1991. Geochemical and physical oceanographic aspects of the Amvrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). Toxicological and Environmental Chemistry, 31-32, 177-185.