



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Χημικών Μηχανικών
Τομέας II: Ανάλυσης Σχεδιασμού και
Ανάπτυξης Διεργασιών και
Συστημάτων

Διπλωματική εργασία

**Υπολογισμός Υδατικού
Αποτυπώματος σε βιομηχανία
δύλισης πετρελαίου**

Μελισσάνθη-Χρυσάνθη
Παπαθεοδώρου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ελένη
Γρηγοροπούλου

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	5
Abstract	6
1 Ευρετήρια Συμβόλων Πινάκων και Διαγραμμάτων.....	8
1.1 Ευρετήριο Συμβόλων.....	8
1.2 Ευρετήριο Πινάκων	9
1.3 Ευρετήριο Διαγραμμάτων.....	10
2 Εισαγωγή.....	12
3 Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος.....	13
3.1 Μπλε συνιστώσα	13
3.2 Πράσινη συνιστώσα	13
3.3 Γκρι συνιστώσα	13
3.4 Εικονικό νερό	14
3.5 Υπολογισμός ΥΑ διαφόρων προϊόντων.....	14
4 Μέθοδος υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος μιας βιομηχανίας.....	15
4.1 1ο βήμα: καθορισμός των μονάδων της βιομηχανίας	15
4.2 2ο βήμα: υπολογισμός του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος.....	15
4.3 3ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας	16
4.4 4ο βήμα: υπολογισμός συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος	16
4.5 5ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος των προϊόντων ανά μονάδα της επιχείρησης.	17
4.6 6ο βήμα: υπολογισμός του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος της βιομηχανίας	17
5 Βιβλιογραφικά δεδομένα για την κατανάλωση νερού σε διυλιστήρια	18
6 Παρουσίαση του διυλιστηρίου Ασπροπύργου	20
6.1 Ιστορικά στοιχεία για τις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις Ασπροπύργου (BEA) ...	20
6.2 Τα προϊόντα του διυλιστηρίου	20
6.3 Οι μονάδες του διυλιστηρίου.....	22
7 Αποτελέσματα- Συζήτηση	23
7.1 1ο βήμα: καθορισμός των μονάδων της βιομηχανίας	23
7.2 2ο βήμα: υπολογισμός του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος.....	23
7.3 3ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας	25
7.4 4ο βήμα: υπολογισμός συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος κάθε μονάδας	25
7.5 5ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος των προϊόντων ανά μονάδα της επιχείρησης.	26
7.5.1 Υπολογισμός της συνιστώσας $W1j$ και $w1j$	28
7.5.2 Υπολογισμός της συνιστώσας $W2j$ και $w2j$	40

7.5.3	Συνολικό λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα προϊόντων	44
7.6	6ο βήμα: υπολογισμός του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος της βιομηχανίας	46
7.7	Δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔNK)	46
8	Συμπεράσματα.....	48
8.1	Συμπεράσματα για τη χρήση νερού στο διυλιστήριο Ασπροπύργου.....	48
8.2	Σύγκριση κατανάλωσης νερού με άλλα διυλιστήρια	49
9	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	50
10	Βιβλιογραφία.....	52
	Παραρτήματα	54
	Παράρτημα 1: Διάγραμμα ροής διυλιστηρίου Ασπροπύργου.....	55
	Παράρτημα 2: Νομοθεσία για τα όρια των ρυπαντών στα υγρά απόβλητα	57
	Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων.....	60

Περίληψη

Το νερό είναι αδιαμφισβήτητα ένα από τα σημαντικότερα αγαθά στον πλανήτη και ο ρόλος του είναι καθοριστικός για τη ζωή. Πολλές φορές όμως γίνεται αλόγιστη χρήση του από τον άνθρωπο με αποτέλεσμα να μειώνονται τα αποθέματά του στον πλανήτη. Στην προσπάθεια λύσης αυτού του προβλήματος αναπτύχθηκε η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΑ), το οποίο μπορεί να οριστεί για ένα άτομο, μια χώρα, μια επιχείρηση ή ένα προϊόν. Εκφράζει τον όγκο νερού που χρησιμοποιείται για να παραχθεί ένα αγαθό, ή να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται από το άτομο, τη χώρα ή την επιχείρηση. Ο υπολογισμός του ΥΑ για μια επιχείρηση γίνεται σε ετήσια βάση και αποτελείται από δύο μεγάλες συνιστώσες: το λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα (άμεση κατανάλωση νερού από την επιχείρηση) και το Υδατικό Αποτύπωμα εφοδιαστικής αλυσίδας (νερό που καταναλώθηκε για την παραγωγή των πρώτων υλών ή ακόμα -σε μερικές μεθοδολογίες υπολογισμού- το νερό που χρησιμοποιείται και κατά τη διάρκεια της κατανάλωσης του προϊόντος). Το λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα με τη σειρά του αποτελείται από την μπλε, την πράσινη και την γκρι συνιστώσα.

Στην παρούσα εργασία υπολογίζεται το λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα του διωλιστηρίου Ασπροπύργου των ΕΛ.ΠΕ. και των προϊόντων που παράγει, για δύο έτη: το 2014, το οποίο θεωρείται μια αντιπροσωπευτική χρονιά λειτουργίας της βιομηχανίας και το 2015 όπου πραγματοποιήθηκε γενικό σταμάτημα του διωλιστηρίου (general shutdown) για πενήντα ημέρες. Στην πρώτη περίπτωση το ΥΑ υπολογίστηκε $3.179.879\text{m}^3$ ενώ στη δεύτερη $3.867.602\text{m}^3$. Υπάρχει δηλαδή μια αύξηση της κατανάλωσης νερού της τάξης των 700.000m^3 κατά τη χρονιά του shutdown.

Όσον αφορά τα Υδατικά Αποτυπώματα των τελικών προϊόντων του διωλιστηρίου, τηρείται η αναλογία στα μεγέθη και τις δύο χρονιές. Το μεγαλύτερο ΥΑ κατέχουν τα προϊόντα θείου ($0,00153\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2014 και $0,00185\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2015) και ακολουθούν το προπάνιο ($0,00134\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2014 και $0,00150\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2015) και οι βενζίνες ($0,00067\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2014 και $0,00084\text{ m}^3$ νερού/ kg προϊόντος το 2015). Ακόμα τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο ΥΑ της βιομηχανίας έχει η κατηγορία των βενζινών καθώς είναι αυτή που αποτελείται από τα περισσότερα ενδιάμεσα προϊόντα και κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής.

Τέλος γίνεται η σύγκριση της κατανάλωσης νερού στο διωλιστήριο Ασπροπύργου σε σχέση με την κατανάλωση νερού σε άλλα διωλιστήρια παραπλήσιας και μεγαλύτερης δυναμικότητας. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του δείκτη κατανάλωσης νερού (ΔΚΝ) ο οποίος εκφράζεται ως ο όγκος του χρησιμοποιούμενου νερού ανά μονάδα όγκου αργού πετρελαίου που επεξεργάζεται. Οι ΔΚΝ για διάφορα διωλιστήρια ανά τον κόσμο κυμαίνονται από τιμές λίγο παρακάτω από 0,5 έως 1,5. Για το διωλιστήριο Ασπροπύργου ο ΔΚΝ υπολογίστηκε 0,504 και 0,667 για τα έτη 2014 και 2015 αντίστοιχα. Είναι δηλαδή από τις μικρότερες τιμές που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία.

Abstract

Water is beyond doubt one of the most important commodities on the planet and it plays a significant part in life. However sometimes humans use it irrationally and as a result its sources around the world become scarcer. In order to give a solution to this problem, the concept of Water Footprint was developed. It can be defined for a person, a country, a business or a product. It expresses the volume of water used to produce the product or the goods and services consumed by the person, the country or the business. The Water Footprint of a business is calculated on year basis and it consists of two major components: the operational Water Footprint (direct water consumption from the business) and the supply chain Water Footprint (water consumed for the production of raw materials or even -in some calculation methods- water consumed during the life cycle of the product. The operational Water Footprint in turn consists of the blue, the green and grey component.

This paper aims to calculate the operational Water Footprint of Aspropyrgos refinery (HELPE) and its products for two years: 2014 which is considered as a representative year of the industry and 2015 when a general shutdown took place for fifty days. In the first case the Water Footprint was calculated $3.179.879\text{m}^3$, while in the second case $3.867.602\text{m}^3$. There is an increase in water consumption of approximately 700.000m^3 during the year of shutdown.

As far as the Water Footprints of final products of the refinery are concerned, the results are relevant in the two years. The largest Water Footprint is held by the sulphur products ($0,00153\text{ m}^3$ water/kg of product in 2014 and $0,00185\text{ m}^3$ of water/kg of product in 2015) followed by propane ($0,00134\text{ m}^3$ water/kg of product in 2014 and $0,00150\text{ m}^3$ of water/kg of product in 2015) and petrol ($0,00067\text{ m}^3$ water/kg of product in 2014 and $0,00084\text{ m}^3$ of water/kg of product in 2015). The biggest contribution to the business Water Footprint is held by the category of petrol since it consists of the most intermediate products and holds the largest share of the production.

Finally, the water consumption in Aspropyrgos refinery was compared to the water consumption of other refineries of the same or greater capacity. In order to do this comparison we used the water consumption index (WCI) expressed as the volume of water used per unit of volume of crude oil processed. The WCI of various refineries around the world range from prices a little below 0,5 to 1,5. In Aspropyrgos refinery the WCI was calculated 0,504 and 0,667 for the years 2014 and 2015 respectively. These numbers are close to the smallest appearing in the literature.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους εκείνους οι οποίοι άμεσα ή έμμεσα με βοήθησαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Ευχαριστώ ιδιαίτερα την καθηγήτρια κα Γρηγοροπούλου για την ανάθεση ενός τόσο ενδιαφέροντος και επίκαιρου θέματος όπως και για την βοήθεια και καθοδήγησή της καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα 'Ελληνικά Πετρέλαια' για το σύνολο των στοιχείων που έθεσαν στη διάθεσή μου και ιδιαίτερα ευχαριστώ του κυρίους Κατσιαδάκη και Λυμπερόπουλο για τη συλλογή των στοιχείων, καθώς και την κα Ταντόγλου η οποία με προθυμία και ενδιαφέρον συνεργάστηκε μαζί μου σε όλα τα στάδια συλλογής και μελέτης των στοιχείων.

1 Ευρετήρια Συμβόλων Πινάκων και Διαγραμμμάτων

1.1 Ευρετήριο Συμβόλων

- * i : οι παραγωγικές μονάδες, $i=1, \dots, m$
- * j : τα τελικά προϊόντα, $j=1, \dots, p$
- * $BWF_{\lambda}[i]$: λειτουργικό ΥΑ της μονάδας i της βιομηχανίας (m^3/yr)
- * $BWF_{\lambda, \mu\pi\lambda\epsilon}[i]$: μπλε συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)
- * $BWF_{\lambda, \pi\rho\acute{\alpha}\sigma\iota\nu\omicron}[i]$: πράσινη συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)
- * $BWF_{\lambda, \gamma\kappa\rho\iota}[i]$: γκρι συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)
- * $BWF_{\epsilon}[i]$: ΥΑ εφοδιαστικής αλυσίδας για τη μονάδα i της βιομηχανίας (m^3/yr)
- * AY : συνολικός αριθμός πρώτων υλών
- * Π : συνολικός αριθμός προμηθευτών
- * $PWF[q, r]$: ΥΑ της a' ύλης r από τον προμηθευτή q ($m^3/μονάδα\ a'\ \acute{\upsilon}\lambda\eta\varsigma$)
- * $I[q, r, i]$: ο ετήσιος όγκος εισροής της a' ύλης r από τον προμηθευτή q στη μονάδα i της βιομηχανίας (μονάδα $a'\ \acute{\upsilon}\lambda\eta\varsigma/yr$)
- * $BWF[i]$: συνολικό ΥΑ της μονάδας i (m^3/yr)
- * $PWF[i, j]$: το ΥΑ του προϊόντος j το οποίο παράγεται στη μονάδα i ($m^3/ποσότητα\ \pi\rho\acute{\omicron}\iota\upsilon\omicron\tau\omicron\varsigma$)
- * $E[i, j]$: η οικονομική αξία του προϊόντος j που παράγεται στη μονάδα i (χρηματικές μονάδες/yr)
- * $E_t[i]$: η συνολική οικονομική αξία των προϊόντων της μονάδας i (χρηματικές μονάδες/yr)
- * $O[i, j]$: ποσότητα (σε μάζα ή όγκο) προϊόντος j που παράγεται στη μονάδα i το χρόνο
- * BWF : το συνολικό ΥΑ της βιομηχανίας (m^3/yr)
- * $O^*[i, j]$: ο ετήσιος όγκος προϊόντος j από τη μονάδα i σε άλλη μονάδα της βιομηχανίας (ποσότητα (σε μάζα ή όγκο) προϊόντος $j/χρόνο$)
- * k : τα ενδιάμεσα προϊόντα του διυλιστηρίου, $k=1, \dots, e$
- * J : κατηγορία προϊόντων (π.χ. βενζίνες ή καύσιμα αεροπορίας)
- * W_i : το ποσό του νερού που χρησιμοποιήσε η μονάδα i όλο το έτος (σε m^3 νερού)
- * W_{1k} : το ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του ενδιάμεσου προϊόντος k μέσω των μονάδων παραγωγής (σε m^3 νερού/yr)
- * W_{1j} : το ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του τελικού προϊόντος j μέσω των μονάδων παραγωγής (σε m^3 νερού/yr)
- * x_{ik} : το ποσοστό του ενδιάμεσου προϊόντος k στη μονάδα i , όπως αυτό υπολογίζεται από τις αποδόσεις σε προϊόντα των μονάδων του διυλιστηρίου
- * y_{kj} : το ποσοστό του ενδιάμεσου προϊόντος k που καταλήγει στη μονάδα ανάμιξης της κατηγορίας προϊόντων J .
- * W_{2j} : το ποσό νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' που αντιστοιχεί στο προϊόν j (m^3 νερού/yr)
- * $m_{\pi\rho\acute{\omicron}\iota\upsilon\omicron\tau\omicron\varsigma}$: η μάζα του προϊόντος j που παρήχθη σε ένα χρόνο (kg προϊόντος/yr)

- * συνολική $m_{\text{προϊόντων}}$: η μάζα όλων των προϊόντων που παρήχθησαν σε ένα χρόνο (kg προϊόντων/yr)
- * $W_{\text{other uses}}$: ο συνολικός όγκος του νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' που καταναλώθηκε σε όλο το διυλιστήριο (m^3/yr)
- * w_{1j} : συνιστώσα του ΥΑ του προϊόντος j που αναφέρεται στο ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του προϊόντος μέσω των μονάδων παραγωγής (σε m^3 νερού /kg προϊόντος yr).
- * w_{2j} : συνιστώσα του ΥΑ του προϊόντος j που αναφέρεται στο ποσό νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' που αντιστοιχεί στο προϊόν (σε m^3 νερού /kg προϊόντος yr).
- * w_j : ΥΑ του τελικού προϊόντος j

1.2 Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 5.1 Δεδομένα για την κατανάλωση νερού (συναρτήσεως της δυναμικότητας) σε ορισμένα διυλιστήρια της Βραζιλίας (έτος 2011).....	18
Πίνακας 5.2 Δεδομένα για κατανάλωση νερού κατά την εξόρυξη και κατεργασία αργού πετρελαίου από κοιτάσματα της Αμερικής και της Σαουδικής Αραβίας.....	19
Πίνακας 6.1 Παρουσίαση των εμπορεύσιμων προϊόντων του διυλιστηρίου.....	20
Πίνακας 6.2 Παρουσίαση και σύντομη περιγραφή των μονάδων του διυλιστηρίου.....	22
Πίνακας 7.1 Οι τρεις βασικές συνιστώσες της κατανάλωσης νερού δικτύου μέσα στο διυλιστήριο Ασπροπύργου.....	24
Πίνακας 7.2 Κατανομή του νερού δικτύου στις παραγωγικές μονάδες του διυλιστηρίου.....	24
Πίνακας 7.3 Παρουσίαση και περιγραφή των ενδιάμεσων προϊόντων του διυλιστηρίου.....	28
Πίνακας 7.4 Συσχέτιση ενδιάμεσων προϊόντων (k) και τελικών προϊόντων (J) με βάση τις αναλογίες ανάμιξης y_{kj}	30
Πίνακας 7.5 Σύγκριση υπολογισμένου ΥΑ της βιομηχανίας με την ετήσια κατανάλωση νερού όπως αυτή προκύπτει από τους μετρητές της ΕΥΔΑΠ.....	46
Πίνακας 7.6 Δείκτης κατανάλωσης νερού του διυλιστηρίου Ασπροπύργου για τα έτη 2014 και 2015.....	47

Π2. 1 Ετήσιος μέσος όρος συγκεντρώσεων των σημαντικότερων ρύπων στα υγρά απόβλητα του διυλιστηρίου για τα έτη 2014 και 2015.....

Π3. 1 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Α.....	60
Π3. 2 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Β.....	60
Π3. 3 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Γ.....	61
Π3. 4 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Δ.....	61
Π3. 5 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ε.....	62
Π3. 6 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ζ.....	62
Π3. 7 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Η.....	63
Π3. 8 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Θ.....	63

Π3. 9 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν I.....	63
Π3. 10 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν K.....	64
Π3. 11 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Λ.....	64
Π3. 12 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Μ.....	65
Π3. 13 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ν.....	65
Π3. 14 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ξ.....	66
Π3. 15 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ο.....	66
Π3. 16 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Π.....	67
Π3. 17 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ρ.....	67
Π3. 18 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Σ.....	68
Π3. 19 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Τ.....	68
Π3. 20 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Υ.....	68
Π3. 21 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Φ.....	69
Π3. 22 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Χ.....	69
Π3. 23 Ποσότητα νερού που καταναλώθηκε για κάθε κατηγορία τελικών προϊόντων..	69
Π3. 24 Πίνακας υπολογισμών για την ετήσια κατανάλωση νερού του κάθε τελικού προϊόντος (W1j).....	70
Π3. 25 Υπολογισμός της συνιστώσας w_{ij} του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος κάθε προϊόντος.....	72
Π3. 26 Πίνακας υπολογισμού της κατανομής του νερού "άλλες χρήσεις" στα τελικά προϊόντα.....	73
Π3. 27 Υπολογισμός συνολικού λειτουργικού Αποτυπώματος των τελικών προϊόντων	75

1.3 Έυρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 7.1 Κατανομή νερού στα ενδιάμεσα προϊόντα.....	29
Διάγραμμα 7.2 Κατανομή του νερού που καταναλώθηκε στις μονάδες (συνιστώσα W1j) στις διάφορες κατηγορίες προϊόντων.....	31
Διάγραμμα 7.3 Κλάσμα μάζας κάθε προϊόντος στην κατηγορία 'Υγραέρια εκτός C3' η οποία περιλαμβάνει όλα τα υγραέρια εκτός προπανίου και προπυλενίου.....	32
Διάγραμμα 7.4 Κλάσμα μάζας κάθε προϊόντος βενζίνης.....	33
Διάγραμμα 7.5 Κλάσματα μάζας στα προϊόντα της κατηγορίας καυσίμων αεροπορίας..	33
Διάγραμμα 7.6 Κλάσματα μάζας στα προϊόντα diesel κίνησης.....	34
Διάγραμμα 7.7 Κλάσματα μάζας στα προϊόντα diesel θέρμανσης.....	35
Διάγραμμα 7.8 Κλάσματα μάζας των προϊόντων στην κατηγορία των μαζούτ.....	36
Διάγραμμα 7.9 Κλάσματα μάζας της κατηγορίας των προϊόντων ασφάλτου.....	36
Διάγραμμα 7.10 Κλάσματα μάζας των προϊόντων θείου.....	37
Διάγραμμα 7.11 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των υγραερίων, των βενζινών, και των καυσίμων αεροπορίας.....	38
Διάγραμμα 7.12 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των diesel θέρμανσης και κίνησης.....	38
Διάγραμμα 7.13 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των μαζούτ, της ασφάλτου και του θείου.....	39

Διάγραμμα 7.14 Συνιστώσα w1j του ΥΑ για κάθε τελικό προϊόν (σε m^3/kg προϊόντος γρ).....	40
Διάγραμμα 7.15 Άθροισμα των συντελεστών μάζας σε κάθε συγκεντρωτική κατηγορία	41
Διάγραμμα 7.16 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 1: υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας.....	41
Διάγραμμα 7.17 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 2: Diesel.....	42
Διάγραμμα 7.18 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 3: Μαζούτ, άσφαλτος, θείο.....	42
Διάγραμμα 7.19 Ποσότητα νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' (W2j) που καταναλώθηκε για κάθε προϊόν της κατηγορίας 1: Υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας.....	43
Διάγραμμα 7.20 Ποσότητα νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' (W2j) που καταναλώθηκε για κάθε προϊόν της κατηγορίας 2: Diesel.....	43
Διάγραμμα 7.21 Ποσότητα νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' (W2j) που καταναλώθηκε για κάθε προϊόν της κατηγορίας 3: Μαζούτ, άσφαλτος, θείο.....	44
Διάγραμμα 7.22 Λειτουργικά Υδατικά Αποτυπώματα των τελικών προϊόντων για το έτος 2014.....	45
Διάγραμμα 7.23 Λειτουργικά Υδατικά Αποτυπώματα των τελικών προϊόντων για το έτος 2015.....	45
Δ3. 1 Ποσοστό επί της τελικής παραγωγής κάθε κατηγορίας προϊόντος.....	76

2 Εισαγωγή

Το νερό είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας τόσο για τη ζωή του ανθρώπου όσο και γενικότερα για τη ζωή στον πλανήτη. Από τις απαρχές της ιστορίας, αποτελούσε σημαντικό στοιχείο ανάπτυξης των ανθρώπινων πολιτισμών και χωρίς αυτό δεν θα εμφανιζόταν ζωή στον πλανήτη. Ο ρόλος του είναι κυρίαρχος στην καθημερινή ζωή και στην παραγωγή προϊόντων. Σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο η κατανάλωση νερού κατανέμεται μεταξύ της γεωργίας/κτηνοτροφίας, της βιομηχανίας/εμπορίου και της οικιακής/δημόσιας αστικής χρήσης.

Δραστηριότητες στις οποίες η χρήση του νερού είναι προφανής, αποτελούν κάποιες όπως η άρδευση των καλλιεργειών και η άμεση κατανάλωση από τους ανθρώπους και τα ζώα. Νερό όμως καταναλώνεται και σε άλλες δραστηριότητες όπου ο ρόλος του είναι 'κρυμμένος'. Η κατανάλωση διαφόρων αγαθών στην καθημερινή ζωή συνεπάγεται κατανάλωση νερού. Αυτό συμβαίνει γιατί στην παραγωγή τους έχει χρησιμοποιηθεί ποσότητα νερού ακόμα και αν αυτή δεν περιέχεται στο τελικό προϊόν. Για παράδειγμα σε προϊόντα όπως οι ξηροί καρποί και τα αποξηραμένα φρούτα περιέχεται ελάχιστη ποσότητα νερού. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παραγωγή τους δεν απαιτεί κατανάλωσή του. Ο όγκος που θα χρησιμοποιηθεί ακόμα και για το πλύσιμο του εξοπλισμού του εργοστασίου, είναι απαραίτητη ποσότητα νερού που δεν θα καταναλώνονταν αν δεν παράγονταν τα συγκεκριμένα προϊόντα.

Ωστόσο το νερό είναι ένας φυσικός πόρος ο οποίος δεν βρίσκεται σε αφθονία και μάλιστα υπάρχει άνιση κατανομή του ανά τον κόσμο. Λέγεται μάλιστα ότι η αιτία του τρίτου παγκοσμίου πολέμου θα είναι το νερό. Ενώ λοιπόν υπάρχουν πολλές περιοχές στον πλανήτη οι οποίες υποφέρουν από έλλειψη, στον σύγχρονο δυτικό κόσμο, πολλές φορές το νερό θεωρείται ως δεδομένο αγαθό και συχνά γίνεται αλόγιστη χρήση του.

Γι'αυτό το λόγο έχει γίνει πλέον επιτακτική η ανάγκη ορθολογικής διαχείρισής του και υιοθέτησης μιας κουλτούρας που το αντιμετωπίζει ως φυσικό πόρο σε ανεπάρκεια. Πάνω σε αυτό το σκεπτικό αναπτύχθηκαν διάφορες έννοιες οι οποίες σκοπό έχουν την ποσοτικοποίηση και διαχείριση του νερού που χρησιμοποιείται για διάφορες δραστηριότητες.

Μια από αυτές τις έννοιες είναι και το Υδατικό Αποτύπωμα το οποίο αναλύεται παρακάτω. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο υπολογισμός και η μελέτη του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος του διυλιστηρίου Ασπροπύργου, αλλά και των Υδατικών Αποτυπωμάτων των επιμέρους προϊόντων που αυτή παράγει.

3 Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος

Είναι χρήσιμο να έχουμε κάποια ένδειξη για το ποσό του νερού που χρησιμοποιείται συναρτήσει των αγαθών που παράγονται ή του πληθυσμού μιας κοινωνίας. Έτσι το 2002 ο Α.Υ. Hoekstra εισήγαγε την έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος: Το Υδατικό Αποτύπωμα (ΥΑ) μπορεί να οριστεί για ένα άτομο, μια επιχείρηση ή μια χώρα και είναι ο συνολικός όγκος του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται από το άτομο, την επιχείρηση ή τη χώρα (1). Πιο συγκεκριμένα το Υδατικό Αποτύπωμα μιας επιχείρησης ορίζεται ως ο όγκος του νερού που καταναλώνεται για να λειτουργήσει και να υποστηριχθεί η επιχείρηση (2). Αυτό λοιπόν έχει δύο συνιστώσες: το λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα και το Υδατικό Αποτύπωμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα είναι το νερό που χρησιμοποιείται μέσα στη μονάδα παραγωγής, ενώ αυτό της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι το ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των προϊόντων και υπηρεσιών που εισέρχονται στη βιομηχανία ως πρώτες ύλες (2). Το λειτουργικό ΥΑ αποτελείται από τρεις συνιστώσες, το μπλε, το πράσινο και το γκρι νερό. Το ΥΑ της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι το άθροισμα των γινομένων της κάθε πρώτης ύλης επί το Υδατικό της Αποτύπωμα. Για την επιχείρηση που μελετάται το ΥΑ της εφοδιαστικής αλυσίδας δεν διακρίνεται στις τρεις συνιστώσες που αναφέρθηκαν πιο πάνω (μπλε, γκρι και πράσινη). Το ΥΑ των πρώτων υλών όμως, που περιέχεται μέσα σε αυτό της εφοδιαστικής αλυσίδας, υπολογίστηκε στη βάση αυτών των τριών συνιστωσών.

3.1 Μπλε συνιστώσα

Αντιπροσωπεύει τον όγκο του γλυκού νερού (επιφανειακά και υπόγεια ύδατα) που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός προϊόντος (2).

3.2 Πράσινη συνιστώσα

Αποτελείται από το βρόχινο νερό που εξατμίζεται από το χώμα και τα φύλλα των δέντρων (απευθείας ή μέσω της διαπνοής των φυτών) (3). Από τον ορισμό αυτό συμπεραίνουμε ότι πράσινη συνιστώσα θα έχουν μόνο τα προϊόντα τα οποία στη γραμμή παραγωγής τους περιλαμβάνουν κάποια γεωργική δραστηριότητα.

3.3 Γκρι συνιστώσα

Είναι ο όγκος του ρυπασμένου νερού που σχετίζεται με την παραγωγική διαδικασία του προϊόντος (2). Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό, η γκρι συνιστώσα αναφέρεται στον όγκο του νερού που απαιτείται ώστε να αραιωθούν τα απόβλητα της βιομηχανίας σε συγκεντρώσεις μειωμένες μέχρι τα ανώτατα επιτρεπτά όρια (3). Δηλαδή το γκρι νερό είναι η ποσότητα του γλυκού νερού που θα χρησιμοποιήσει η βιομηχανία για να διαλύσει τα απόβλητά της έως τα όρια της νομοθεσίας πριν αυτά καταλήξουν στον αποδέκτη. Αυτό συνεπάγεται ότι εάν μια μονάδα επεξεργάζεται τα απόβλητά της (π.χ. βιολογικός καθαρισμός) με τέτοιο τρόπο ώστε να μην απαιτείται αραιώση πριν τη διάθεσή τους στον αποδέκτη, ή οι συγκεντρώσεις των αποβλήτων που παράγει είναι εντός των νομοθετικών ορίων, τότε η γκρι συνιστώσα του Υδατικού της Αποτυπώματος είναι μηδενική.

Αξίζει ακόμα να σημειωθεί ότι στον υπολογισμό του ΥΑ δεν λαμβάνεται υπ' όψη το θαλασσινό νερό καθώς υπάρχει σε αφθονία (2) και δεν είναι ζωτικής σημασίας για τις περισσότερες ανθρώπινες ανάγκες (4).

3.4 *Εικονικό νερό*

Μια άλλη έννοια η οποία σχετίζεται στενά με τη χρήση νερού και την παραγωγή των προϊόντων είναι το 'εικονικό νερό' (virtual water). Πρόκειται για έναν όρο ο οποίος χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά (από τον J. A. Allan (5), (6)) σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της έλλειψης νερού σε χώρες της Μέσης Ανατολής, εισάγοντας προϊόντα των οποίων η παραγωγή απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, αντί της εισαγωγής πραγματικού νερού (3). Το εικονικό νερό λοιπόν ορίζεται ως το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για να παραχθεί ένα εμπορεύσιμο αγαθό, και ονομάζεται ακόμα και ενσωματωμένο νερό (7). Με αυτό τον τρόπο λοιπόν γίνεται εικονική εισαγωγή νερού στις χώρες με έλλειψη, όχι άμεσα αλλά έμμεσα μέσω των αγαθών που διακινούνται σε αυτές.

3.5 *Υπολογισμός ΥΑ διαφόρων προϊόντων*

Οι πρώτοι που ανέπτυξαν μεθοδολογία και υπολόγισαν Υδατικά Αποτυπώματα προϊόντων ήταν οι Charagain και Hoekstra. Μερικά από αυτά είναι τα εξής: τσάι και καφές (8), ρύζι (9) και βαμβάκι (7). Στη συνέχεια παρουσιάστηκε μια τροποποιημένη μεθοδολογία υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος προϊόντων από τους Ridoutt και Pfister η οποία στηρίζεται σε αυτή των Charagain και Hoekstra αλλά διαφοροποιείται κυρίως στο γεγονός ότι δεν λαμβάνει υπόψη της πράσινη συνιστώσα. Με βάση αυτή υπολογίστηκαν τα Υδατικά Αποτυπώματα σάλτσας ντομάτας και συσκευασμένων ξηρών καρπών, τα οποία βρέθηκαν να είναι 202L νερού ανά συσκευασία σάλτσας (575g) και 1153L νερού ανά συσκευασία ξηρών καρπών (250g) (10).

4 Μέθοδος υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος μιας βιομηχανίας

Το Υδατικό Αποτύπωμα μιας βιομηχανίας είναι διαφορετικό από αυτό ενός προϊόντος. Έτσι το 2008 οι P. W. Gerbens-Leenes και Hoekstra επεδίωξαν να αναπτύξουν μια μεθοδολογία υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος η οποία όμως να μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε τύπο βιομηχανίας (μικρή, μεγάλη, ιδιωτική, δημόσια κλπ.). Στον ορισμό που δίνουν για την βιομηχανία αναφέρεται ότι: βιομηχανία είναι η οντότητα ή η δραστηριότητα η οποία χαρακτηρίζεται από συνοχή με σκοπό τη μετατροπή πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα. Ακόμα, για τον υπολογισμό του ΥΑ θα πρέπει η βιομηχανία η οποία μελετάται να έχει καθορισμένα όρια και διάγραμμα ροής. Δηλαδή να βρίσκεται σε συγκεκριμένη τοποθεσία και η παραγωγική της διαδικασία να είναι σαφώς ορισμένη.

Ο υπολογισμός του ΥΑ περιγράφεται σε έξι βήματα:

4.1 1ο βήμα: καθορισμός των μονάδων της βιομηχανίας

Κατ' αρχάς γίνεται η καταγραφή των μονάδων της βιομηχανίας και καθορίζονται οι εισροές και εκροές σε αυτές. Γενικά προτιμάται -εάν είναι δυνατόν- οι μονάδες να επιλέγονται έτσι ώστε να είναι αρκετά μικρές, τοποθετημένες σε ένα σημείο και η κάθε μια να παράγει ένα ομογενές προϊόν.

4.2 2ο βήμα: υπολογισμός του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος

Σε αυτό το βήμα γίνεται ο υπολογισμός του λειτουργικού ΥΑ κάθε μονάδας της βιομηχανίας, δηλαδή του όγκου του νερού που χρησιμοποιείται άμεσα στην παραγωγική διαδικασία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το λειτουργικό ΥΑ αποτελείται από τρεις συνιστώσες: το μπλε το πράσινο και το γκρι νερό επομένως ο τύπος για τον υπολογισμό του είναι:

$$BWF_{\lambda}[i] = BWF_{\lambda,\mu\pi\lambda\epsilon}[i] + BWF_{\lambda,\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\iota\nu\omicron}[i] + BWF_{\lambda,\gamma\kappa\rho\iota}[i]$$

Εξίσωση 4-1

όπου: $BWF_{\lambda}[i]$ =λειτουργικό ΥΑ της μονάδας i της βιομηχανίας (m^3/yr)

$BWF_{\lambda,\mu\pi\lambda\epsilon}[i]$ = μπλε συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)

$BWF_{\lambda,\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\iota\nu\omicron}[i]$ = πράσινη συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)

$BWF_{\lambda,\gamma\kappa\rho\iota}[i]$ = γκρι συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ μονάδας i (m^3/yr)

Είναι προφανές ότι για τον υπολογισμό του λειτουργικού ΥΑ ολόκληρης της βιομηχανίας θα γίνει το άθροισμα των λειτουργικών ΥΑ των επιμέρους μονάδων.

Η τιμή της πράσινης συνιστώσας υπολογίζεται από τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από τους Charagain και Hoekstra (1), ενώ η τιμή του μπλε παράγοντα υπολογίζεται από τα δεδομένα της βιομηχανίας και την καταγραφή του γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε, ενώ δεδομένα για τη γκρι συνιστώσα συλλέγονται από μετρήσεις

της συγκέντρωσης των ρύπων που γίνονται στα απόβλητα της βιομηχανίας και σύγκρισης αυτών με τα όρια που θεσπίζει η νομοθεσία για τον αποδέκτη.

4.3 3ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας

Εδώ γίνεται ο υπολογισμός του ΥΑ της κάθε πρώτης ύλης που εισέρχεται στη βιομηχανία. Για το σκοπό αυτό χρειάζεται να συνδυαστούν δεδομένα από τη διαδρομή της κάθε πρώτης ύλης πριν αυτή εισέλθει στη βιομηχανία η οποία μελετάται. Για παράδειγμα, αν η βιομηχανία χρησιμοποιεί ΑΥ πρώτες ύλες από Π προμηθευτές, για τον υπολογισμό του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής της αλυσίδας θα χρειαστεί να συλλέξει δεδομένα κατανάλωσης νερού για την παραγωγή των πρώτων υλών της από τους Π προμηθευτές της. Ο υπολογισμός του ΥΑ της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται με βάση τον τύπο:

$$BWF_{\varepsilon}[i] = \sum_{r=1}^{AY} \left(\sum_{q=1}^{\Pi} (PWF[q, r] * I[q, r, i]) \right)$$

Εξίσωση 4-2

όπου: $BWF_{\varepsilon}[i]$ = ΥΑ εφοδιαστικής αλυσίδας για τη μονάδα i της βιομηχανίας (m^3/yr)

ΑΥ = συνολικός αριθμός πρώτων υλών

Π = συνολικός αριθμός προμηθευτών

$PWF[q, r]$ = ΥΑ της a' ύλης r από τον προμηθευτή q ($m^3/μονάδα$ a' ύλης)

$I[q, r, i]$ = ο ετήσιος όγκος εισροής της a' ύλης r από τον προμηθευτή q στη μονάδα i της βιομηχανίας (μονάδα a' ύλης/ yr)

Είναι φανερό ότι για τον υπολογισμό του ΥΑ της εφοδιαστικής αλυσίδας ολόκληρης της βιομηχανίας αρκεί να αθροιστούν τα ΥΑ εφοδιαστικής αλυσίδας των μονάδων.

Η τιμή $PWF[q, r]$ εξαρτάται από τον προμηθευτή της πρώτης ύλης, επομένως αν μια επιχείρηση επιθυμεί να μειώσει το συνολικό Υδατικό της Αποτύπωμα, ένας τρόπος είναι η επιλογή προμηθευτών με χαμηλό ΥΑ ή ακόμα και η επιλογή διαφορετικών πρώτων υλών οι οποίες καταναλώνουν μικρότερο ποσό νερού στην παραγωγή τους.

4.4 4ο βήμα: υπολογισμός συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος της κάθε μονάδας γίνεται πρόσθεση του λειτουργικού και του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

$$BWF[i] = BWF_{\lambda}[i] + BWF_{\varepsilon}[i]$$

Εξίσωση 4-3

όπου: $BWF[i]$ = συνολικό ΥΑ της μονάδας i (m^3/yr)

4.5 5ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος των προϊόντων ανά μονάδα της επιχείρησης.

Για την εύρεση του Υδατικού Αποτυπώματος του κάθε προϊόντος διαιρείται το ΥΑ της κάθε μονάδας με την ποσότητα του προϊόντος που παρήχθη. Αν όμως η μονάδα παράγει παραπάνω από ένα προϊόντα, με τον παραπάνω τρόπο υπολογισμού, υπονοείται ότι όλο το νερό που χρησιμοποιεί η μονάδα μετράται παραπάνω από μια φορές, αφού χρεώνεται από μια φορά σε κάθε ένα προϊόν. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να υπάρχει μια κατανομή του νερού της μονάδας σε κάθε προϊόν. Αυτό μπορεί να γίνει με ένα συντελεστή που βασίζεται είτε στη μάζα των προϊόντων, είτε στην ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή τους ή στην οικονομική τους αξία. Οι Gerbens-Leenes και Hoekstra, στην εργασία τους για τον υπολογισμό του ΥΑ βιομηχανίας (2) χρησιμοποιούν τον τελευταίο συντελεστή και έτσι το ΥΑ του κάθε προϊόντος της μονάδας δίνεται από τον τύπο:

$$PWF[i,j] = \frac{\frac{E[i,j]}{E_t[i]} * BWF[i]}{O[i,j]}$$

Εξίσωση 4-4

όπου: $PWF[i,j]$ = το ΥΑ του προϊόντος j το οποίο παράγεται στη μονάδα i (m^3 /ποσότητα προϊόντος)

$E[i,j]$ = η οικονομική αξία του προϊόντος j που παράγεται στη μονάδα i (χρηματικές μονάδες/yr)

$E_t[i]$ = η συνολική οικονομική αξία των προϊόντων της μονάδας i (χρηματικές μονάδες/yr)

$O[i,j]$ = ποσότητα (σε μάζα ή όγκο) προϊόντος j που παράγεται στη μονάδα i το χρόνο

4.6 6ο βήμα: υπολογισμός του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος της βιομηχανίας

Σε αυτό το βήμα υπολογίζεται το συνολικό ΥΑ της βιομηχανίας αθροίζοντας τα ΥΑ των επιμέρους m μονάδων. Για να αποφευχθεί ο διπλός υπολογισμός θα πρέπει να αφαιρεθεί από το σύνολο ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή προϊόντων που τροφοδοτούν άλλες μονάδες της βιομηχανίας. Η μαθηματική διατύπωση αυτού είναι η εξής:

$$BWF = \sum_{i=1}^m BWF[i] - \sum_{i=1}^m (PWF[i,j] * O^*[i,j])$$

Εξίσωση 4-5

όπου BWF : το συνολικό ΥΑ της βιομηχανίας (m^3 /yr)

$O^*[i,j]$: ο ετήσιος όγκος προϊόντος j από τη μονάδα i σε άλλη μονάδα της βιομηχανίας (ποσότητα (σε μάζα ή όγκο) προϊόντος j /χρόνο) (2)

5 Βιβλιογραφικά δεδομένα για την κατανάλωση νερού σε διυλιστήρια

Καθώς η έννοια του ΥΑ είναι αρκετά καινούρια και δεν έχει εφαρμοστεί σε πολλές βιομηχανίες, δεν υπάρχουν πολλά διαθέσιμα δεδομένα για την κατανάλωση νερού σε διυλιστήρια, πόσο μάλλον δεδομένα για τα ΥΑ. Ωστόσο βιβλιογραφικά δεδομένα δίνουν ότι ο μέσος όρος κατανάλωσης νερού σε ένα τυπικό διυλιστήριο είναι 1m^3 νερού/ m^3 αργού πετρελαίου (11). Σύμφωνα με άλλες πηγές όμως, η κατανάλωση νερού σε ένα διυλιστήριο φτάνει έως και τα 90gal νερού ανά βαρέλι αργού που επεξεργάζεται (δηλαδή περίπου $3,4\text{m}^3$ νερού/ m^3 αργού πετρελαίου) (12). Παρακάτω (Πίνακας 5.1) δίνεται η ημερήσια κατανάλωση νερού διάφορων διυλιστηρίων της Βραζιλίας καθώς και η ημερήσια επεξεργασία αργού. Με την διαίρεση αυτών των δύο ποσοτήτων προκύπτει ο δείκτης κατανάλωσης νερού, ο οποίος είναι ένα μέτρο κατανόησης και σύγκρισης της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιεί ένα διυλιστήριο (13).

Πίνακας 5.1 Δεδομένα για την κατανάλωση νερού (συναρτήσεως της δυναμικότητας) σε ορισμένα διυλιστήρια της Βραζιλίας (έτος 2011)

Όνομα διυλιστηρίου	Τοποθεσία	Δυναμικότητα (m^3 αργού/day)	Χρήση νερού (m^3 νερού/day)	Δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔΚΝ) (m^3 νερού/ m^3 αργού)
REMAN	Manaus (Brazil)	6.804	3.062	0,450
RECAP	Maua (Brazil)	6.826	5.939	0,870
REFAP	Canoas (Brazil)	23.852	19.082	0,800
REGAP	Betim (Brazil)	21.231	22.506	1,060
RPBC	Cubatao (Brazil)	24.126	27.504	1,140
REPAR	Araucaria (Brazil)	30.915	17.622	0,570
REVAP	Sao Jose dos Campos (Brazil)	38.469	21.543	0,560
REDUC	Rio de Janeiro (Brazil)	34.575	41.144	1,190
RLAM	Sao Francisco do Conde (Brazil)	38.013	26.229	0,690
REPLAN	Paulinia (Brazil)	55.025	37.967	0,690

Ακόμα τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν ότι ένα διυλιστήριο της Τεχεράνης καταναλώνει 505m^3 νερού/h (δηλαδή 12120m^3 νερού/day) ενώ επεξεργάζεται 225.000bbl αργού πετρελαίου την ημέρα. Από αυτά εξάγεται ότι ο δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔΚΝ) σε αυτό το διυλιστήριο είναι $0,339\text{m}^3$ νερού/ m^3 αργού (14).

Όσο αφορά το νερό που καταναλώνεται κατά τη φάση της εξόρυξης του πετρελαίου, έχει καταγραφεί ότι το 2005, σε αμερικάνικα κοιτάσματα χρησιμοποιήθηκαν από 2,1 έως $5,4\text{m}^3$ νερού/ m^3 αργού πετρελαίου που ανακτήθηκε, ενώ στη Σαουδική Αραβία

τα νούμερα είναι ελάχιστα μικρότερα (1,4 έως 4,6 m³ νερού/m³ αργού). Πρέπει βέβαια να τονιστεί ότι το νερό που καταναλώνεται κατά την ανάκτηση του αργού πετρελαίου εξαρτάται από το κοιτάσμα, την ηλικία του κοιτάσματος και τη μέθοδο εξόρυξης που χρησιμοποιείται. Για την κατεργασία και διύλιση, η ίδια πηγή αναφέρει ότι χρησιμοποιείται περίπου 1,5 m³ νερού/m³ αργού πετρελαίου (15). Τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται συνοπτικά στο επόμενο Πίνακα 5.2:

Πίνακας 5.2 Δεδομένα για κατανάλωση νερού κατά την εξόρυξη και κατεργασία αργού πετρελαίου από κοιτάσματα της Αμερικής και της Σαουδικής Αραβίας

	Δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔΚΝ) κατά την εξόρυξη (m ³ νερού/m ³ αργού)	Δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔΚΝ) κατά την διύλιση (m ³ νερού/m ³ αργού)	Συνολικός ΔΚΝ (m ³ νερού/m ³ αργού)
Πετρέλαιο από αμερικάνικα κοιτάσματα	2,1-5,4	1,5	3,6-6,9
Πετρέλαιο από κοιτάσματα της Σαουδικής Αραβίας	1,4-4,6	1,5	2,9-6,1

6 Παρουσίαση του διυλιστηρίου Ασπροπύργου

Κάθε διυλιστήριο είναι ουσιαστικά μια διαδικασία επεξεργασίας που μετατρέπει το αργό πετρέλαιο σε εμπορεύσιμα προϊόντα. Το διυλιστήριο Ασπροπύργου σήμερα είναι ένα σύνθετο διυλιστήριο (complex) το οποίο περιλαμβάνει μονάδες μετατροπής με στόχο την παραγωγή περισσότερων 'λευκών' προϊόντων σε βάρος του μαζούτ.

6.1 Ιστορικά στοιχεία για τις Βιομηχανικές Έγκαταστάσεις Ασπροπύργου (ΒΕΑ)

Η κατασκευή του διυλιστηρίου άρχισε το 1956 και το ίδιο εγκαινιάστηκε δύο χρόνια αργότερα. Τότε αποτελούσε hydroskimming refinery, δηλαδή όλη η παραγωγική διαδικασία είχε ως κεντρική την τότε μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης, που ονομαζόταν 100. Από τότε μεγάλες αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία έχουν γίνει τις δεκαετίες του '70, '80 και το 2000 για να φτάσει να έχει το διυλιστήριο τη σημερινή του μορφή.

Πιο συγκεκριμένα το 1972, γίνεται η πρώτη αναβάθμιση της βιομηχανικής εγκατάστασης. Μπαίνει σε λειτουργία μια καινούρια μεγαλύτερη μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης, η 2100 (η οποία λειτουργεί μέχρι και σήμερα). Ακόμα, καθώς ανοίγει η αγορά του αργού πετρελαίου και για οικονομικούς λόγους γίνεται προμήθεια αργού υψηλότερου ποσοστού σε θείο, προκύπτει η ανάγκη της ενίσχυσης της αποθείωσης. Έτσι κατασκευάζονται δύο καινούριες μονάδες αποθείωσης.

Η δεύτερη και μεγαλύτερη αναβάθμιση του διυλιστηρίου γίνεται το 1987, με την οποία παίρνει ουσιαστικά τη μορφή που έχει σήμερα. Προστίθενται όλες οι μονάδες μετατροπής, όπως ο FCC και η απόσταξη κενού, και το διυλιστήριο μετατρέπεται από hydroskimming σε complex. Ακόμα κατασκευάζονται δύο αεριοστρόβιλοι και ένας ατμοστρόβιλος για παραγωγή ενέργειας και ανεξαρτητοποίηση από τη ΔΕΗ. Παράλληλα τη δεκαετία του '80 επεκτείνεται η περιβαλλοντική νομοθεσία και ως εκ τούτου, το '87, με την αναβάθμιση του διυλιστηρίου εγκαινιάζονται οι μονάδες Claus και ο βιολογικός καθαρισμός.

Η τελευταία σημαντική μετατροπή γίνεται το 2000 όταν πλέον το διυλιστήριο ανήκει στον όμιλο "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε" (ΕΛ.ΠΕ). Μια καινούρια μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης σε συνδυασμό με μια μονάδα απόσταξης υπό κενό (2000 και 2050) αντικαθιστούν την παλαιότερη ατμοσφαιρική απόσταξη, την 100.

6.2 Τα προϊόντα του διυλιστηρίου

Το διυλιστήριο αυτή τη στιγμή παράγει τόσο 'λευκά' όσο και 'βαριά' προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα παράγονται υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας, πετρέλαια diesel, μαζούτ αλλά και άσφαλτος και θειάφι. Όλα αυτά φαίνονται με περισσότερη λεπτομέρεια στον παρακάτω Πίνακα 6.1:

Πίνακας 6.1 Παρουσίαση των εμπορεύσιμων προϊόντων του διυλιστηρίου

Προϊόντα	
Υγραέρια	Υγροποιημένο προπάνιο
	Υγροποιημένο βουτάνιο

	Υγρ. μίγμα	
	Υγραέριο κίνησης	
	Προπυλένιο	
Βενζίνες	Αμόλυβδη 100 RON	
	Βενζίνη αμόλυβδη 92 RON	
	Βενζίνη αμόλυβδη 95 RON 10ppm	
	Βενζίνη αμόλυβδη 98 (SUPER PLUS)	
	Βενζίνη LRP 96 RON 10ppm	
Καύσιμα αεροπορίας	JP-8	
	JA-1	
	Φωτιστικό πετρέλαιο ειδικής προδιαγραφής	
Diesel	Πετρέλαιο κίνησης ΔΕΗ	
	Diesel κίνησης μηχανημάτων Δ.Ε	
	Πετρέλαιο κίνησης BIO 10 ppm	
	Πετρέλαιο στρατού 10ppm	
	Πετρέλαιο ναυτικού	
	Πετρέλαιο marine 0,1% S max 0.	
	Πετρέλαιο marine άχρωμο 0.1% S	
	Πετρέλαιο άχρωμο 0,1% S max 0.	
	Πετρέλαιο θέρμανσης 0,1% S	
	Πετρέλαιο κίνησης 10 ppm	
	Πετρέλαιο κίνησης BIO 10ppm ΕΙΔΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ	
	Πετρέλαιο marine 0,1% S	
	Άχρωμο gasoil για εξαγωγή	
	Πετρέλαιο άχρωμο 0,1% S	
	Πετρέλαιο ναυτικού ανταλλαγής	
	Μαζούτ	Μαζούτ Υ.Θ. 380
		Μαζούτ Υ.Θ. 180
		Μαζούτ No 3 ΥΘ Εφοδ. πλ. 380
Μαζούτ NO 1 1%S		
Μαζούτ NO 3 1%S		
Μαζούτ RMG 380 1% S		
Μαζούτ RMG 380 HS LCR		
Μαζούτ RME 180 1% S		
Μαζούτ No 3 ΥΘ Εκτός Προδιαγραφής		
Μαζούτ No 3 ΧΘ Εκτός Προδιαγραφής		
Μαζούτ ανταλλαγής (No 3)		
Άσφαλτος	Άσφαλτος 80/100	

Θείο	Άσφαλτος 50/70
	Άσφαλτος 35/50
	Θειάφι στερεό
	Θειάφι υγρό

6.3 Οι μονάδες του διυλιστηρίου

Οι μονάδες οι οποίες λειτουργούν αυτή τη στιγμή στο διυλιστήριο Ασπροπύργου, καθώς και η λειτουργία της κάθε μιας, δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 6.2:

Πίνακας 6.2 Παρουσίαση και σύντομη περιγραφή των μονάδων του διυλιστηρίου

Όνομα μονάδας	Περιγραφή
U-2100	Ατμοσφαιρική απόσταξη αργού
U-2000	Ατμοσφαιρική απόσταξη αργού
3500 (2500)	Δέσμευση και διαχωρισμός H ₂ S (έκπλυση με αμίνη)
U-3700A/B, U-2750	Ανάκτηση θείου (S) από τα όξινα αέρια (Claus)
U-2200	Υδρογονοαποθείωση νάφθας
U-3800	Απογύμνωση όξινων νερών
U-550	Γλύκανση κηροζίνης
U-2400	Αποθείωση gasoil (για παραγωγή diesel θέρμανσης)
U-3200	Υδρογονοαποθείωση νάφθας
U-3400	Αποθείωση gasoil (για παραγωγή diesel κίνησης)
U-2600	Καθαρισμός και διαχωρισμός υγραερίων
U-4600	Ισομερισμός ελαφριάς νάφθας
U-9200	Αποθείωση βενζίνης FCC
U-2050	Απόσταξη κενού (τροφοδοτείται από την 2000)
U-3100	Απόσταξη κενού (τροφοδοτείται από την 2100)
U-4700	Μονάδα παραγωγής H ₂ (βρίσκεται σε ετοιμότητα)
U-4400	Παραγωγή MTBE
U-3300	Καταλυτική αναμόρφωση βαριάς νάφθας
U-4100	FCC
U-4000	Αποθείωση VGO πριν την είσοδο στον FCC
U-4250	Διαχωρισμός προπανίου/προπυλενίου
U-4900	Παραγωγή TAME
U-4800	Καταλυτική υδρογόνωση βενζολίου της αναμορφωμένης Νάφθας
U-3900	Ιξωδόλυση
U-8650	Ανάμιξη βενζίνης
U-8450	Ανάμιξη diesel
U-8400	Ανάμιξη μαζούτ
U-2070	Ανάμιξη ασφάλτου

Στο Παράρτημα 1: Διάγραμμα ροής διυλιστηρίου Ασπροπύργου δίνεται το συνολικό διάγραμμα ροής του διυλιστηρίου στο οποίο απεικονίζονται και οι συνδέσεις μεταξύ των μονάδων.

7 Αποτελέσματα- Συζήτηση

Με βάση τη μεθοδολογία που δίνεται από τη βιβλιογραφία (2) και περιγράφηκε παραπάνω, γίνονται οι υπολογισμοί για το Υδατικό Αποτύπωμα του διυλιστηρίου Ασπροπύργου των Ελληνικών Πετρελαίων.

7.1 1ο βήμα: καθορισμός των μονάδων της βιομηχανίας

Κατά τη βιβλιογραφία σε αυτό το βήμα καθορίζονται οι μονάδες της βιομηχανίας με τρόπο ώστε κάθε μονάδα να παράγει ένα ομοιογενές προϊόν. Στην περίπτωση του διυλιστηρίου βέβαια, αυτό δεν είναι εφικτό καθώς πρόκειται για μια διαδικασία συνεχών διαχωρισμών και αναμίξεων μέχρι τα τελικά προϊόντα, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής του διυλιστηρίου (Παράρτημα 1: Διάγραμμα ροής διυλιστηρίου Ασπροπύργου). Γι'αυτό το λόγο δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός για το ποιο τελικό προϊόν παράγεται σε ποιά μονάδα. Οι μονάδες του διυλιστηρίου Ασπροπύργου φαίνονται στον Πίνακα 6.2. Καθώς η φύση της βιομηχανίας είναι τέτοια έτσι ώστε δεν έχουμε παραγωγή κάθε προϊόντος από μια μονάδα, δεν έχει νόημα σε αυτό το βήμα να γίνει η καταγραφή των εισροών και εκροών σε κάθε μονάδα.

7.2 2ο βήμα: υπολογισμός του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω ο όγκος του νερού που χρησιμοποιείται σε κάθε μονάδα (λειτουργικό Υδατικό Αποτύπωμα μονάδας) έχει τρεις συνιστώσες και δίνεται από την Εξίσωση 4-1:

$$BWF_{\lambda}[i] = BWF_{\lambda,\mu\pi\lambda\epsilon}[i] + BWF_{\lambda,\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\iota\nu\omicron}[i] + BWF_{\lambda,\gamma\kappa\rho\iota}[i]$$

Σε ένα διυλιστήριο όμως δεν χρησιμοποιείται βρόχινο νερό για αγροτικές εργασίες καθώς τέτοιες δεν εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία. Επομένως εδώ η πράσινη συνιστώσα είναι μηδενική ($BWF_{\lambda,\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\iota\nu\omicron}[i] = 0$). Ακόμα, καθώς το διυλιστήριο διαθέτει εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού για την επεξεργασία των αποβλήτων τους μέχρι συγκεντρώσεις κατώτερες των νομοθετικών ορίων, όπως αυτά ορίζονται από τη νομαρχιακή απόφαση 17823/79 (Φ.Ε.Κ. 1132/Β/79) (Παράρτημα 2: Νομοθεσία για τα όρια των ρυπαντών στα υγρά απόβλητα) η γκρι συνιστώσα ισούται επίσης με μηδέν ($BWF_{\lambda,\gamma\kappa\rho\iota}[i]=0$). Οι συγκεντρώσεις των σημαντικότερων ρύπων στα απόβλητα της βιομηχανίας δίνονται στο Παράρτημα 2: Νομοθεσία για τα όρια των ρυπαντών στα υγρά απόβλητα (Π2. 1). Επομένως το λειτουργικό ΥΑ της κάθε μονάδας είναι η μπλε συνιστώσα, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό δικτύου (νερό ΕΥΔΑΠ) καθώς είναι η μόνη πηγή γλυκού νερού που χρησιμοποιείται στο διυλιστήριο. Το νερό της ΕΥΔΑΠ κατανέμεται στο διυλιστήριο σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: το ρεύμα που πάει για απιονισμό και έπειτα στις μονάδες ('κατανάλωση νερού ΕΥΔΑΠ στις μονάδες ως ατμός' και 'απευθείας κατανάλωση νερού ΕΥΔΑΠ'), το ρεύμα που πάει για συμπλήρωμα στον πύργο ψύξης ('κατανάλωση νερού στις μονάδες ως ψυκτικό υγρό') και το ρεύμα που πάει στις 'άλλες χρήσεις' όπως τα αποδυτήρια το εστιατόριο κλπ. Η κατανάλωση σε αυτές τις τρεις μεγάλες κατηγορίες για τα έτη 2014 και 2015 φαίνεται στον Πίνακα 7.1 που ακολουθεί:

Πίνακας 7.1 Οι τρεις βασικές συνιστώσες της κατανάλωσης νερού δικτύου μέσα στο διυλιστήριο Ασπροπύργου

	2014 (m ³)	2015 (m ³)	Διαφορά 2015-2014 (m ³)
'κατανάλωση νερού ΕΥΔΑΠ στις μονάδες ως ατμός' και 'απευθείας κατανάλωση νερού ΕΥΔΑΠ'	1.805.000	1.401.000	-404.000
'κατανάλωση νερού στις μονάδες ως ψυκτικό υγρό'	1.469.000	1.370.000	-99.000
'άλλες χρήσεις' (απώλειες, εστιατόρια, αποδυτήρια, πυρασφάλεια, μη μετρήσιμα κλπ)	300.000	1.344.000	1.044.000
Συνολική κατανάλωση ΕΥΔΑΠ	3.574.000	4.115.000	541.000

Παρατηρείται ότι τη χρονιά 2015 όπου υπήρξε κλείσιμο του διυλιστηρίου (GSD) για 50 μέρες η συνολική κατανάλωση μπλε νερού (νερού ΕΥΔΑΠ) είναι αυξημένη κατά περίπου μισό εκατομμύριο κυβικά μέτρα. Παρ'όλα αυτά εμφανίζεται μειωμένη η κατανάλωση του πύργου ψύξης και των μονάδων παραγωγής, ενώ υπάρχει αύξηση στις 'άλλες χρήσεις'. Αυτό είναι λογικό καθώς σε ένα shutdown δεν λειτουργούν οι μονάδες αλλά υπάρχουν χρήσεις όπως εστιατόρια αποδυτήρια κλπ.

Στον επόμενο Πίνακα 7.2 φαίνεται ο όγκος του νερού που καταναλώθηκε στην κάθε μονάδα όπως προέκυψε από τις μετρήσεις των ροόμετρων νερού κατά τα έτη 2014 και 2015.

Πίνακας 7.2 Κατανομή του νερού δικτύου στις παραγωγικές μονάδες του διυλιστηρίου

Μονάδα	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΩΣ ΑΤΜΟΣ (m ³ /year)		ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ (m ³ /year)		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΩΣ ΨΥΚΤΙΚΟ ΝΕΡΟ (m ³ /year)		Σύνολο (m ³ /year) ή: BWF _λ [i]	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
U-2100	43.092	34.374			176.248	164.152	219.340	198.526
U-2000	32.819	28.053	30.207	34.337	117.499	109.435	180.525	171.825
U-3100	203.998	167.166	21.822	17.496	146.873	136.793	372.693	321.455
U-2050	39.343	33.190	0	0	73.437	68.397	112.780	101.586
U-550	9.726	7.874	0	0	0	0	9.726	7.874
U-2200	289.158	231.742	0	0	44.062	41.038	333.220	272.780
U-3200	129.760	104.096	0	0	29.375	27.359	159.134	131.455

Μονάδα	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΩΣ ΑΤΜΟΣ (m ³ /year)		ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ (m ³ /year)		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΕΥΔΑΠ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΩΣ ΨΥΚΤΙΚΟ ΝΕΡΟ (m ³ /year)		Σύνολο (m ³ /year) ή: BWF _λ [i]	
U-4600	58.993	43.243	0	0	58.749	54.717	117.742	97.960
U-3300	64.399	54.750	0	0	132.186	123.114	196.585	177.864
U-2600	32.761	27.263	0	0	0	0	32.761	27.263
U-3900	35.176	28.081	21.822	17.496	117.499	109.435	174.496	155.011
U-4000	57.658	46.957	35.964	65.070	102.811	95.755	196.433	207.783
U-4100	143.489	112.952	72.739	58.320	176.248	164.152	392.476	335.424
U-4250	1.192	941	0	0	14.687	13.679	15.879	14.620
U-4400	44.582	36.072	24.797	20.582	0	0	69.380	56.654
U-4900	140.225	112.529	0	0	58.749	54.717	198.974	167.246
U-9200	27.375	22.183	0	0	44.062	41.038	71.437	63.221
U-4200	0	0	0	0	0	0	0	0
U-3400	29.053	23.725	0	0	44.062	41.038	73.115	64.763
U-2400	12.512	10.075	0	0	58.749	54.717	71.261	64.792
U-3700A/B U-2750	14.652	11.376	0	0	73.437	68.397	88.089	79.773

7.3 3ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας

Καθώς οι πρώτες ύλες του διυλιστηρίου είναι αργό πετρέλαιο από ξένες χώρες όπως η Αραβία, η Αίγυπτος, το Ιράν η Ρωσία κ.ά., δεν είναι εύκολη η συγκέντρωση στοιχείων για του υπολογισμό του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για αυτό το λόγο στην παρούσα εργασία, αυτό το βήμα παραλείπεται χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε από την εξόρυξη του πετρελαίου μέχρι αυτό να φτάσει στην πύλη του διυλιστηρίου είναι αμελητέος.

7.4 4ο βήμα: υπολογισμός συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος κάθε μονάδας

Όπως φαίνεται και στην περιγραφή της μεθοδολογίας, το συνολικό Υδατικό Αποτύπωμα της κάθε μονάδας είναι το άθροισμα του λειτουργικού και του Υδατικού Αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Εξίσωση 4-3):

$$BWF[i] = BWF_{\lambda}[i] + BWF_{\epsilon}[i]$$

Καθώς στην παρούσα εργασία δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του $BWF_{\epsilon}[i]$, στο Υδατικό Αποτύπωμα της κάθε μονάδας θα υπολογίζεται μόνο το αντίστοιχο λειτουργικό (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτό της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αμελητέο): $BWF[i] = BWF_{\lambda}[i]$ το οποίο είναι αυτό που παρουσιάστηκε στον Πίνακα 7.2. Το ίδιο θα ισχύει και για το ΥΑ ολόκληρης της βιομηχανίας.

7.5 5ο βήμα: υπολογισμός του Υδατικού Αποτυπώματος των προϊόντων ανά μονάδα της επιχείρησης.

Αφού η φύση ενός διυλιστηρίου είναι τέτοια έτσι ώστε το κάθε προϊόν παράγεται από περισσότερες από μια μονάδες ο τρόπος υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος των τελικών προϊόντων θα είναι διαφορετικός από αυτόν που παρουσιάζει η βιβλιογραφία. Η κεντρική ιδέα είναι η εξής: κάθε τελικό προϊόν προκύπτει από ανάμιξη κάποιων άλλων παραγώγων τα οποία ονομάζονται ενδιάμεσα προϊόντα και για να παραχθούν έχουν περάσει από διάφορες μονάδες της βιομηχανίας. Για παράδειγμα η βενζίνη (τελικό προϊόν) έχει ως συστατικό την αναμορφωμένη νάφθα (reformate) (Πίνακας 7.4). Γίνεται λοιπόν μια αντιστοιχισή του κάθε ενδιάμεσου προϊόντος σε μονάδες. Για παράδειγμα η κηροζίνη περνά από στήλη ατμοσφαιρικής απόσταξης και από μονάδα γλύκανσης. Έτσι της αντιστοιχίζεται ένα ποσοστό (με κριτήριο το κλάσμα μάζας) της μονάδας ατμοσφαιρικής απόσταξης (καθώς αυτή παράγει και άλλα προϊόντα πέρα από τη κηροζίνη) και όλη η μονάδα της γλύκανσης (αφού το μόνο προϊόν αυτής είναι η κηροζίνη). Στη συνέχεια γίνεται συσχέτιση των ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων και με αυτόν τον τρόπο έχουμε αντιστοιχισή τελικών προϊόντων σε μονάδες. Στη συνέχεια το νερό που καταναλώνεται σε κάθε μονάδα (και φαίνεται στο 2ο βήμα) κατανέμεται στα τελικά προϊόντα με βάση τα ποσοστά που αυτά κατέχουν από κάθε μονάδα:

Πιο αναλυτικά:

Έστω i : οι μονάδες του διυλιστηρίου, $i=1, \dots, m$

j : τα τελικά προϊόντα του διυλιστηρίου, $j=1, \dots, p$

k : τα ενδιάμεσα προϊόντα του διυλιστηρίου, $k=1, \dots, e$

J : κατηγορία προϊόντων (π.χ. βενζίνες ή καύσιμα αεροπορίας)

W_i : το ποσό του νερού που χρησιμοποίησε η μονάδα i όλο το έτος (σε m^3 νερού)

W_{1k} : το ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του ενδιάμεσου προϊόντος k μέσω των μονάδων παραγωγής (σε m^3 νερού/yr)

W_{1j} : το ποσό του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του τελικού προϊόντος j μέσω των μονάδων παραγωγής (σε m^3 νερού/yr)

x_{ik} : το ποσοστό του ενδιάμεσου προϊόντος k στη μονάδα i , όπως αυτό υπολογίζεται από τις αποδόσεις σε προϊόντα των μονάδων του διυλιστηρίου

y_{kj} : το ποσοστό του ενδιάμεσου προϊόντος k που καταλήγει στη μονάδα ανάμιξης της κατηγορίας προϊόντων J .

$$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$$

Εξίσωση 7-1

$$W_{1j} = \sum_{k=1}^e W_{1k} y_{kj}$$

Εξίσωση 7-2

$$W_{1j} = W_{1j} * \frac{m_{\text{προϊόντος}}}{m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}}$$

Εξίσωση 7-3

Αν η ποσότητα W_{1j} διαιρεθεί με τη μάζα του προϊόντος j που παρήχθη ετησίως στο διυλιστήριο τότε θα προκύψει η συνιστώσα w_{1j} του ΥΑ του προϊόντος (σε m^3 νερού /kg προϊόντος ·yr).

Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις όμως χρησιμοποιείται και νερό για άλλες χρήσεις όπως εστιατόρια, αποδυτήρια κ.ά.. Αυτό το νερό χρησιμοποιείται έμμεσα για την παραγωγή, επομένως θα πρέπει να καταναλωθεί και αυτό στα προϊόντα. Στην παρούσα εργασία αυτό γίνεται με τη βοήθεια ενός συντελεστή ο οποίος υπολογίζεται ως το πηλίκο της μάζας του κάθε προϊόντος που παρήχθη το χρόνο, προς τη συνολική μάζα όλων των προϊόντων που παρήχθησαν την ίδια χρονιά. Θεωρείται δηλαδή ότι όλα τα προϊόντα καταναλώνουν εξίσου αυτό το ποσό νερού. Αυτό είναι λογικό αφού η αναλογία παραγωγής προϊόντων μαζούτ και βενζίνης δεν επηρεάζει το νερό που καταναλώνεται στο εστιατόριο ή τα αποδυτήρια. Η κατανομή αυτού του ποσού νερού σε κάθε προϊόν δίνεται από την εξίσωση:

$$W_{2j} = W_{\text{other uses}} * \frac{m_{\text{προϊόντος}}}{\text{συνολική } m_{\text{προϊόντων}}}$$

Εξίσωση 7-4

όπου: W_{2j} : το ποσό νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' που αντιστοιχεί στο προϊόν j (m^3 νερού/yr)

$m_{\text{προϊόντος}}$: η μάζα του προϊόντος j που παρήχθη σε ένα χρόνο (kg προϊόντος/yr)

$\text{συνολική } m_{\text{προϊόντων}}$: η μάζα όλων των προϊόντων που παρήχθησαν σε ένα χρόνο (kg προϊόντων/yr)

$W_{\text{other uses}}$: ο συνολικός όγκος του νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' που καταναλώθηκε σε όλο το διυλιστήριο (m^3 /yr)

Αν η ποσότητα W_{2j} διαιρεθεί με τη μάζα του προϊόντος j που παρήχθη ετησίως στο διυλιστήριο τότε θα προκύψει η συνιστώσα w_{2j} του ΥΑ του προϊόντος (σε m^3 νερού/kg προϊόντος $\cdot yr$).

Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω, το λειτουργικό ΥΑ του κάθε προϊόντος δίνεται σε m^3 νερού/kg προϊόντος $\cdot yr$ από τον τύπο:

$$w_j = w_{1j} + w_{2j}$$

Εξίσωση 7-5

7.5.1 Υπολογισμός της συνιστώσας W_{1j} και w_{1j}

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω επειδή είναι πιο εύκολη η συσχέτιση των ενδιάμεσων προϊόντων με την κατανάλωση νερού στις μονάδες, πρώτα κατανέμεται το νερό στα ενδιάμεσα και έπειτα με τις αναλογίες ανάμιξης που ισχύουν γίνονται οι υπολογισμοί για τα τελικά. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα ενδιάμεσα προϊόντα τα οποία καταλήγουν στις δεξαμενές ανάμιξης ώστε να δώσουν τα τελικά.

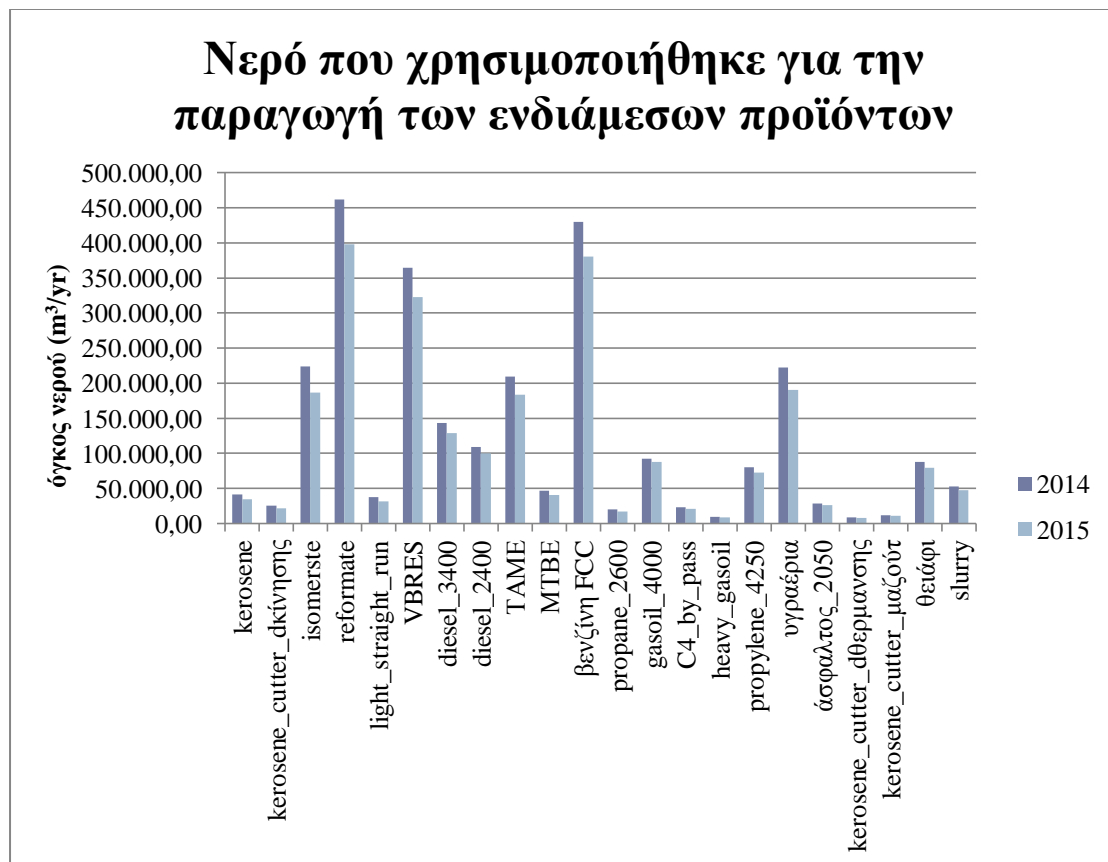
Πίνακας 7.3 Παρουσίαση και περιγραφή των ενδιάμεσων προϊόντων του διυλιστηρίου

Ενδιάμεσο προϊόν	Περιγραφή
Kerosene (A) ¹	Κηροζίνη για καύσιμα αεροπορίας
Kerosene_cutter_κίνησης (B)	Κηροζίνη για ελαφρύ κλάσμα του diesel κίνησης
Isomate (Γ)	Προϊόν ισομερισμού νάφθας προς παραγωγή βενζινών
Reformate (Δ)	Προϊόν αναμόρφωσης νάφθας προς παραγωγή βενζινών
light_straight_run (E)	Κλάσμα νάφθας ατμοσφαιρικής απόσταξης προς παραγωγή βενζινών
VBRES (Z)	Υπόλειμμα ιξωδόλυσης προς παραγωγή μαζούτ
Diesel_3400 (H)	Κύριο κλάσμα του diesel κίνησης
Diesel_2400 (Θ)	Κύριο κλάσμα του diesel θέρμανσης
TAME (I)	TAME προς παραγωγή βενζινών
MTBE (K)	MTBE προς παραγωγή βενζινών
Βενζίνη FCC (Λ)	Προϊόν καταλυτικής πυρόλυσης προς παραγωγή βενζινών
Propane_2600 (M)	Κλάσμα προπανίου
Gasoil_4000 (N)	Κλάσμα για diesel θέρμανσης
C4_by_pass (Ξ)	Κλάσμα προς παραγωγή βενζινών
Heavy_gasoil (O)	Κλάσμα ατμοσφαιρικής απόσταξης για diesel θέρμανσης
Propylene_4250 (Π)	Προπυλένιο ως τελικό προϊόν

¹ Στον Πίνακα 7.4 τα ενδιάμεσα προϊόντα προσδιορίζονται με το γράμμα της παρένθεσης αντί ολόκληρου ονόματός τους, για λόγους συντομίας.

Ενδιάμεσο προϊόν	Περιγραφή
Υγραέρια (P)	Κλάσμα προς βουτάνιο, υγρ. μίγμα, μίγμα υγραερίων
Άσφαλτος_2050 (Σ)	Άσφαλτος ως τελικό προϊόν
Kerosene_cutter_θέρμανσης (T)	Κηροζίνη ως κλάσμα του diesel θέρμανσης
Kerosene_cutter_μαζούτ (Y)	Κηροζίνη ως κλάσμα του μαζούτ
Θειάφι (Φ)	Θείο
Slurry (X)	Κλάσμα προς μαζούτ (προέρχεται από τον FCC)

Μετά από την ανάλυση της διεργασίας του διυλιστηρίου και λαμβάνοντας υπ' όψη τα κλάσματα μάζας σε κάθε παραγωγική μονάδα, προέκυψε η παρακάτω αντιστοίχιση του νερού που καταναλώνεται στις διάφορες παραγωγικές μονάδες για κάθε ενδιάμεσο προϊόν. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα και οι υπολογισμοί αυτού του διαγράμματος δίνονται στους Πίνακες του Παραρτήματος (Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων, Π3. 1 έως Π3. 22).



Διάγραμμα 7.1 Κατανομή νερού στα ενδιάμεσα προϊόντα

Στη συνέχεια γίνεται η συσχέτιση των ενδιάμεσων προϊόντων με τα τελικά, η οποία φαίνεται στον επόμενο Πίνακα 7.4:

Πίνακας 7.4 Συσχέτιση ενδιάμεσων προϊόντων (k) και τελικών προϊόντων (J) με βάση τις αναλογίες ανάμιξης y_{kj}

k \ J	Προπάνιο	Υγραέρια εκτός C3 ²	Προπυλένιο	Βενζίνη	Καύσιμα αεροπορίας	Diesel κίνησης	Diesel θέρμανσης	Μαζούτ	Ασφαλτός	Θείο
A ³	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Γ	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Δ	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Z	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
H	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Θ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
I	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
K	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Λ	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
N	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Ξ	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
O	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Π	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
P	7%	93%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Σ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
T	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%

² Η κατηγορία των υγραερίων εξαιρουμένων των προπάνιο και προπυλένιο³ Το πλήρες όνομα του κάθε ενδιάμεσου προϊόντος φαίνεται στον Πίνακα 7.3

K \ J	Προπάνιο	Υγραέρια εκτός C3 ²	Προπυλένιο	Βενζίνη	Καύσιμα αεροπορίας	Diesel κίνησης	Diesel θέρμανσης	Μαζούτ	Άσφαλτος	Θείο
Υ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Φ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Χ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%

Σε κάθε κελί του Πίνακα 7.4 φαίνεται το ποσοστό του αντίστοιχου ενδιάμεσου προϊόντος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των τελικών (y_{kj}). Για παράδειγμα όλο το isomerate (Γ) χρησιμοποιείται στην παραγωγή βενζινών.

Με βάση τον παραπάνω πίνακα και τα δεδομένα για την κατανάλωση νερού σε κάθε ενδιάμεσο προϊόν (Διάγραμμα 7.1), προκύπτει η κατανάλωση νερού για κάθε κατηγορία τελικών προϊόντων. Τα αποτελέσματα δίνονται στο παρακάτω διάγραμμα, ενώ τα αναλυτικά αποτελέσματα δίνονται σε πίνακα στο παράρτημα (Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων, Π3. 23).



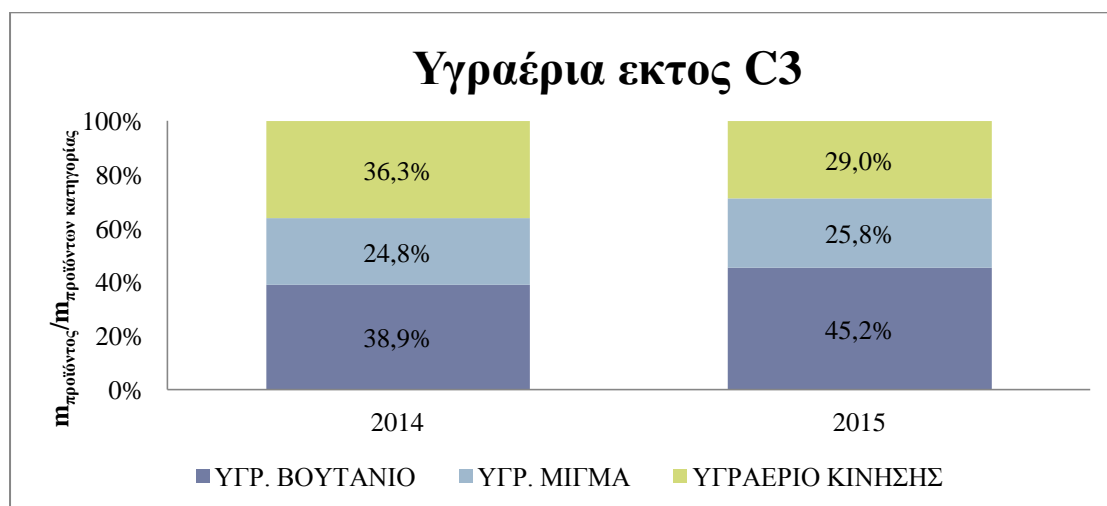
Διάγραμμα 7.2 Κατανομή του νερού που καταναλώθηκε στις μονάδες (συνιστώσα W_{1j}) στις διάφορες κατηγορίες προϊόντων

Τα υγραέρια (προπάνιο, βουτάνιο, υγρ. μίγμα, υγραέριο κίνησης και προπυλένιο) δεν αναφέρονται συνολικά ως κατηγορία 'υγραέρια' γιατί δεν έχουν όλα την ίδια σύσταση σε ενδιάμεσα προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα μόνο τα τελικά προϊόντα 'υγρ. βουτάνιο',

'υγρ. μίγμα' και 'υγραέριο κίνησης' θεωρείται ότι έχουν την ίδια σύσταση μεταξύ τους, ενώ το προπάνιο και το προπυλένιο διαφοροποιούνται (όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 7.4 Συσχέτιση ενδιάμεσων προϊόντων (k) και τελικών προϊόντων (J) με βάση τις αναλογίες ανάμιξης y_{kj} Πίνακας 7.4 Συσχέτιση ενδιάμεσων προϊόντων (k) και τελικών προϊόντων (J) με βάση τις αναλογίες ανάμιξης y_{kj}). Γι' αυτό εδώ παρουσιάζονται ξεχωριστά ενώ για τους παρακάτω υπολογισμούς τα 'υγρ. βουτάνιο', 'υγρ. μίγμα' και υγραέριο κίνησης θεωρούνται ως μια κατηγορία που ονομάζεται 'Υγραέρια εκτός C3'.

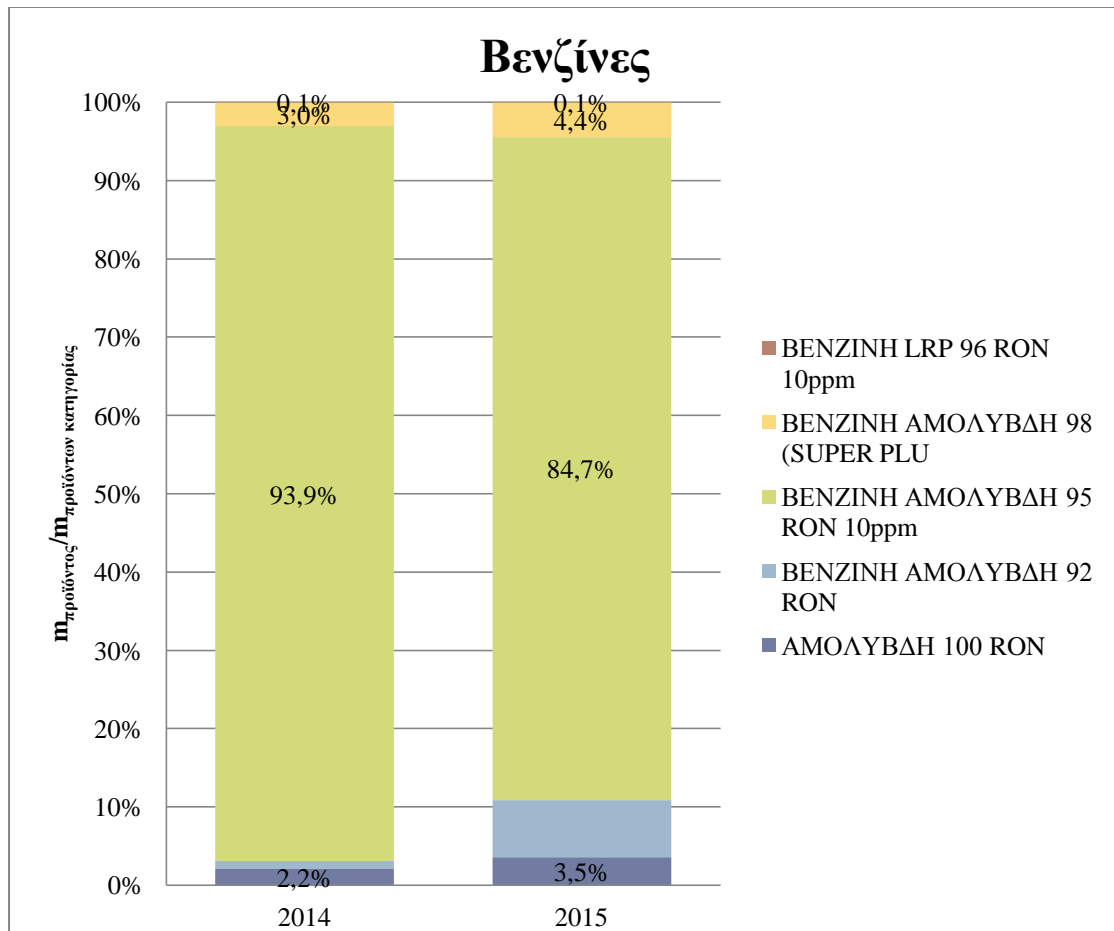
Είναι φανερό ότι οι βενζίνες είναι αυτές που καταναλώνουν το μεγαλύτερο ποσό νερού -και με μεγάλη διαφορά- από όλα τα παραγόμενα προϊόντα του διυλιστηρίου. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι ενώ όλες οι άλλες κατηγορίες τελικών προϊόντων συντίθενται από το πολύ τέσσερα ενδιάμεσα προϊόντα, οι βενζίνες προκύπτουν από ανάμιξη επτά (και μάλιστα αρκετά υδροβόρων) ενδιάμεσων προϊόντων (Πίνακας 7.4, Διάγραμμα 7.1).

Στη συνέχεια θα πρέπει το νερό κάθε κατηγορίας να κατανεμηθεί σε κάθε ένα από τα προϊόντα της, με βάση ένα συντελεστή μάζας ($m_{\text{προϊόντος}}/m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}$). Έτσι θα προκύψει το νερό που κατανάλωσε όλη η ποσότητα κάθε τελικού προϊόντος στη διάρκεια του χρόνου (σε m^3/yr). Κάθε ένα από τα παρακάτω διαγράμματα αντιπροσωπεύει μια κατηγορία τελικών προϊόντων και δείχνει τους συντελεστές μάζας ($m_{\text{προϊόντος}}/m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}$) για κάθε ένα από τα προϊόντα που την αποτελούν.

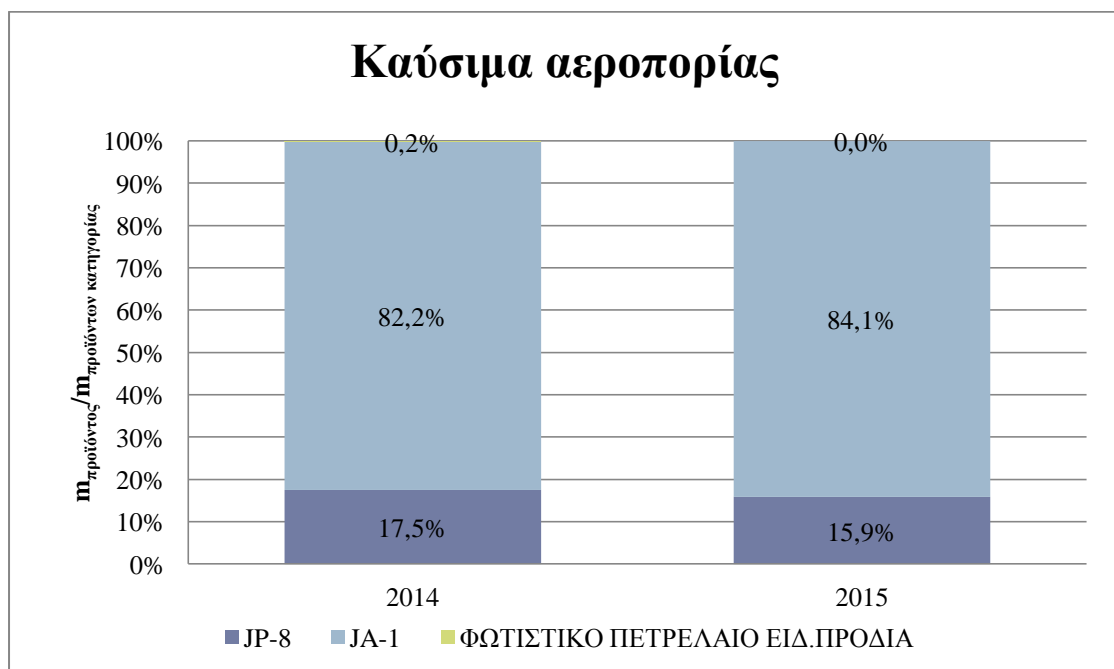


Διάγραμμα 7.3 Κλάσμα μάζας κάθε προϊόντος στην κατηγορία 'Υγραέρια εκτός C3' η οποία περιλαμβάνει όλα τα υγραέρια εκτός προπανίου και προπυλενίου

Ο όγκος του νερού για το προπάνιο και το προπυλένιο υπολογίζεται κατ' ευθείαν από τα δεδομένα του Διαγράμματος 7.1 Κατανομή νερού στα ενδιάμεσα προϊόντα και του Πίνακα 7.4 Συσχέτιση ενδιάμεσων προϊόντων (k) και τελικών προϊόντων (J) με βάση τις αναλογίες ανάμιξης y_{kj} . Παρατηρείται ότι στην κατηγορία 'Υγραέρια εκτός C3' παρατηρείται σχεδόν ισοκατανομή στην αναλογία παραγωγής και των τριών προϊόντων.



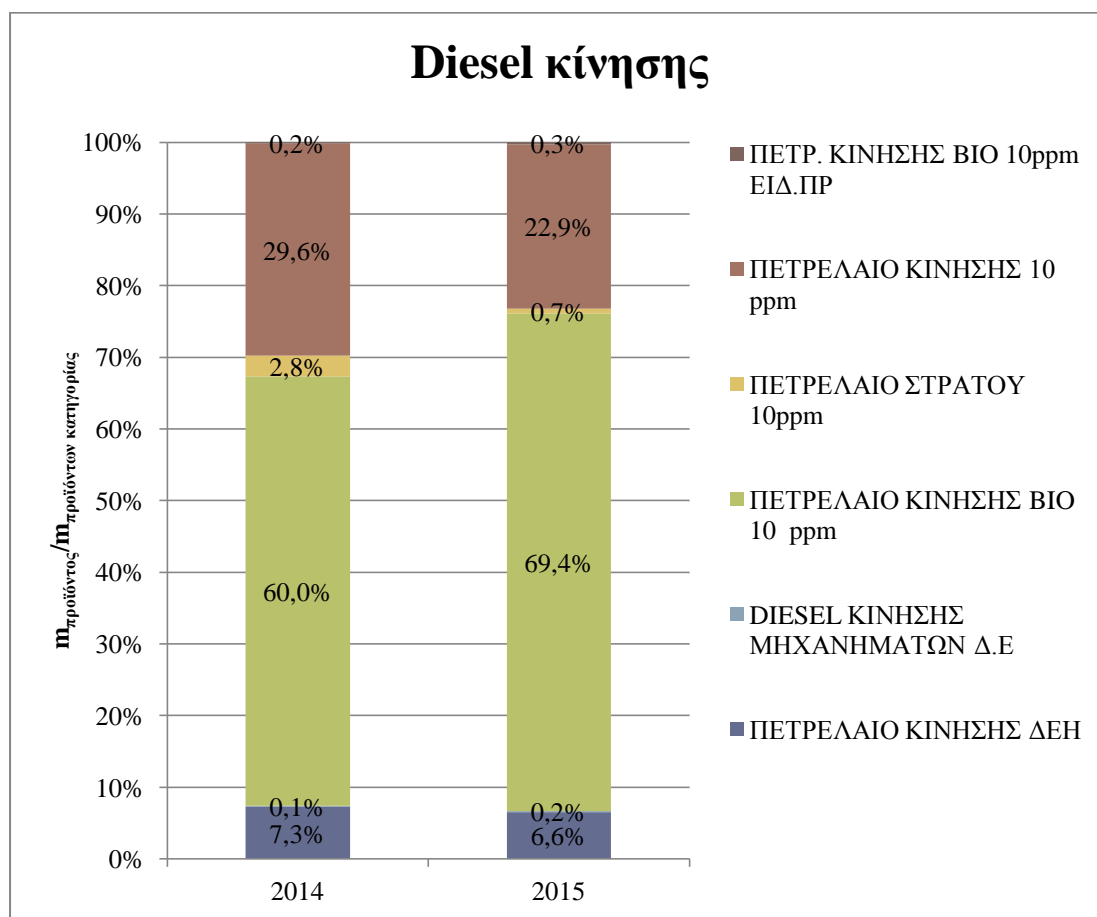
Διάγραμμα 7.4 Κλάσμα μάζας κάθε προϊόντος βενζίνης



Διάγραμμα 7.5 Κλάσματα μάζα στα προϊόντα της κατηγορίας καυσίμων αεροπορίας

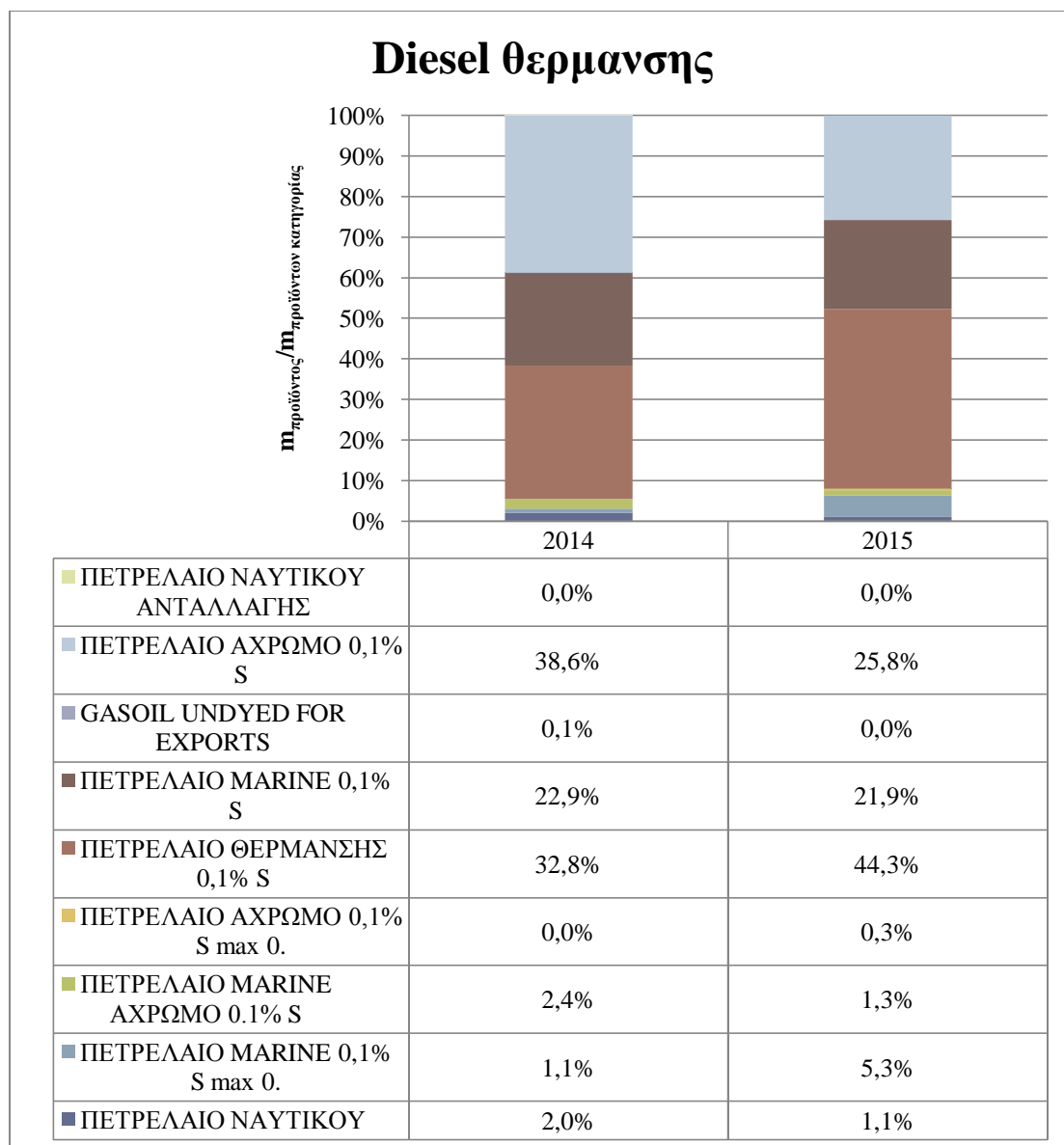
Από το Διάγραμμα 7.4 είναι ξεκάθαρο πως η ποσότητα παραγωγής της αμόλυβδης βενζίνης 95 RON είναι πολύ μεγαλύτερη έναντι των υπολοίπων, πράγμα που

σημαίνει πώς θα της αντιστοιχεί το μεγαλύτερο ποσό νερού που καταναλώθηκε για την κατηγορία 'βενζίνες'. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με το καύσιμο JA-1 της κατηγορίας των 'καυσίμων αεροπορίας' (Διάγραμμα 7.5)



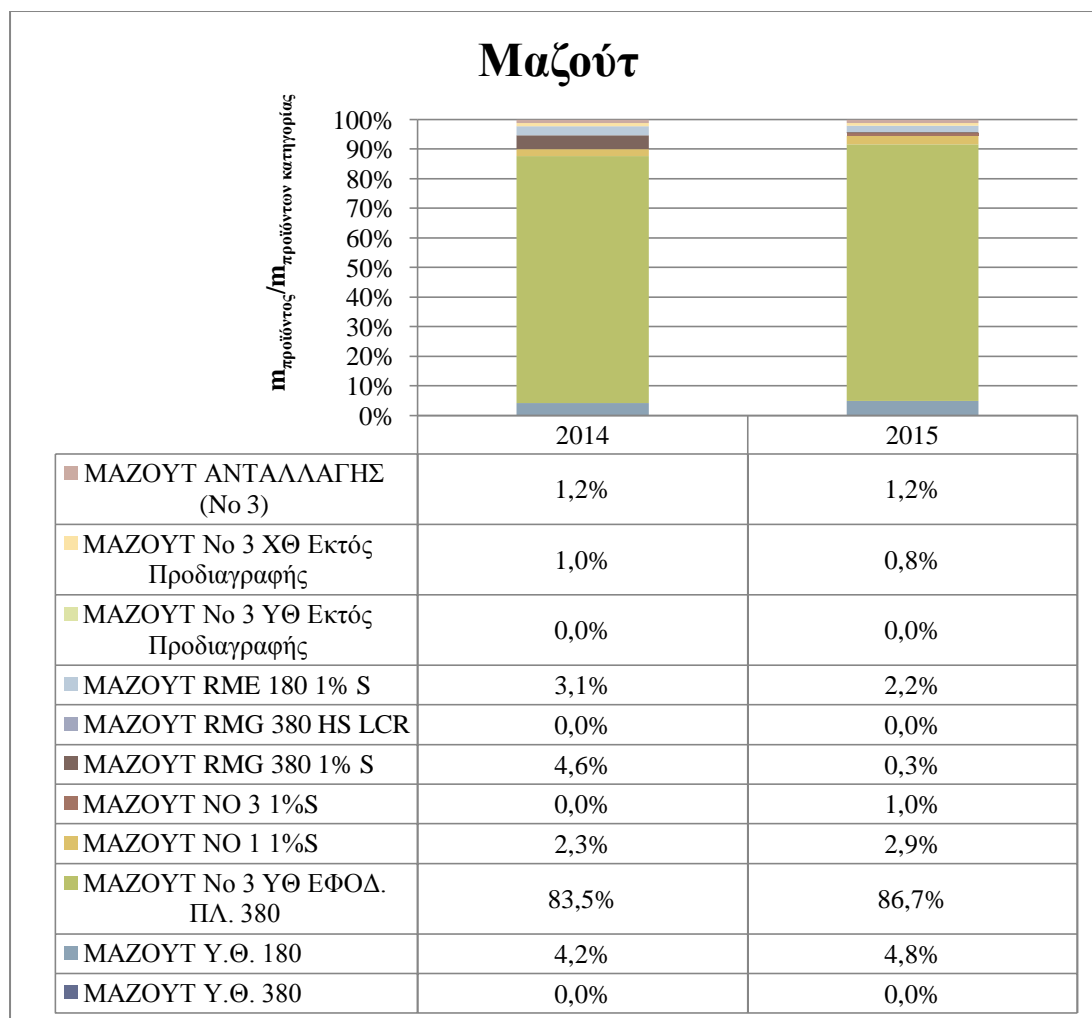
Διάγραμμα 7.6 Κλάσματα μάζας στα προϊόντα diesel κίνησης

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω Διάγραμμα 7.6 την κατηγορία 'Diesel κίνησης' το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής καλύπτεται από το πετρέλαιο κίνησης ΒΙΟ 10ppm ενώ σημαντική ποσότητα αποτελεί και το πετρέλαιο κίνησης 10ppm.

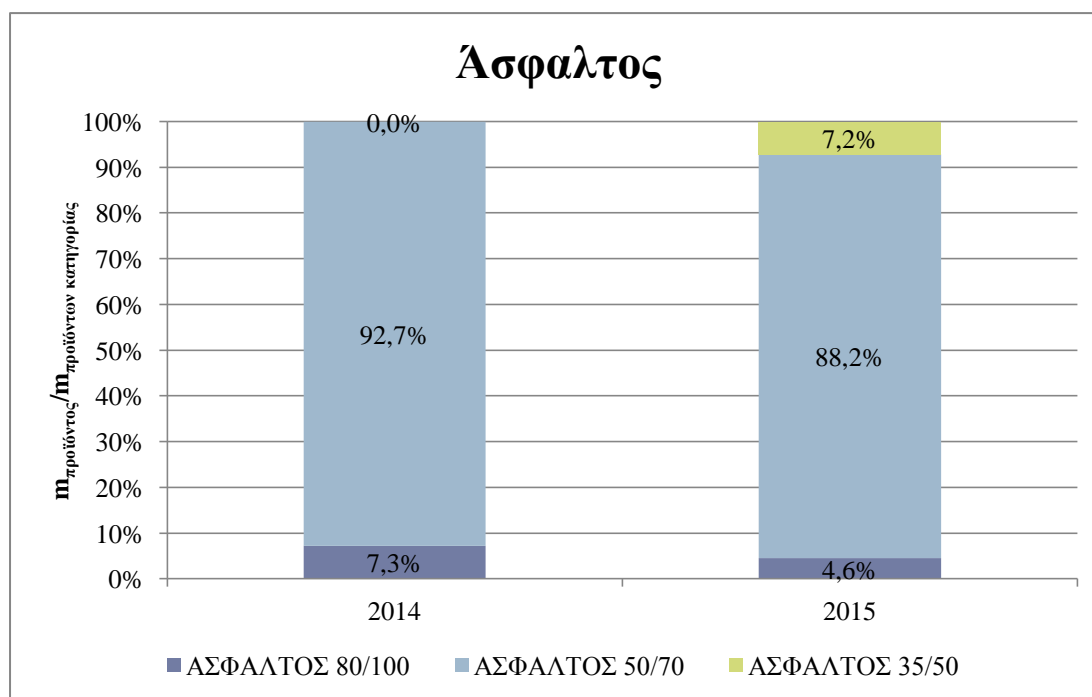


Διάγραμμα 7.7 Κλάσματα μάζας στα προϊόντα diesel θέρμανσης

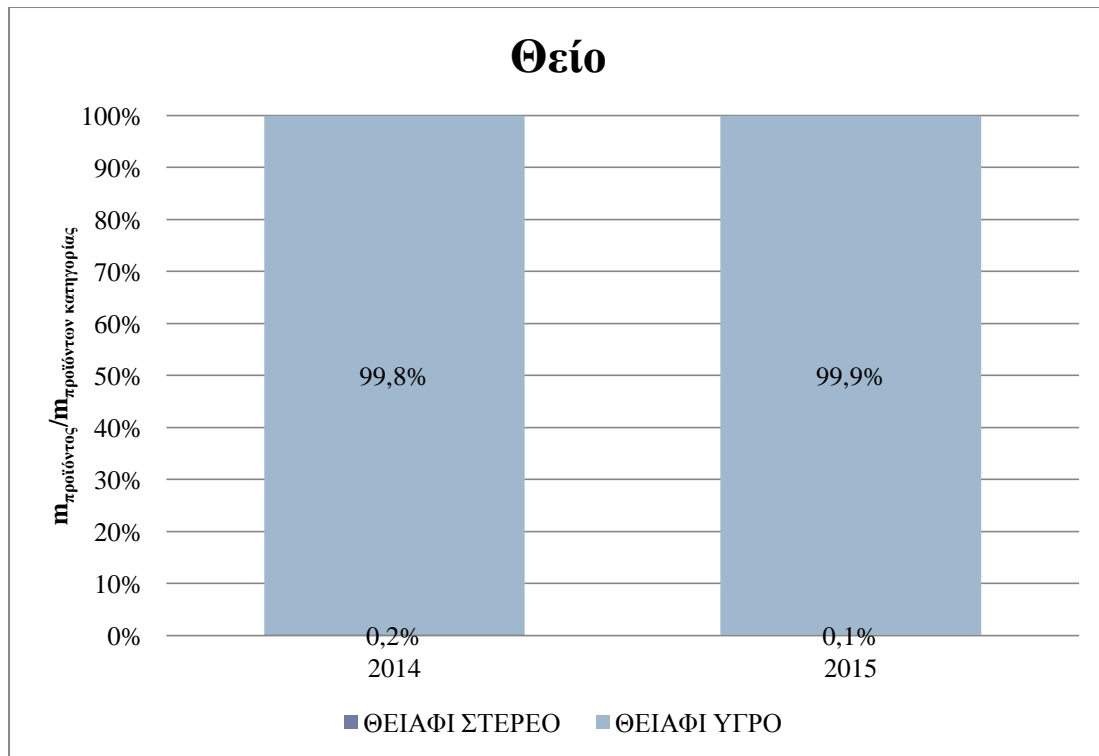
Από το Διάγραμμα 7.7, που απεικονίζει τα κλάσματα μάζας των Diesel θέρμανσης, παρατηρείται ότι μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα πετρέλαιο άχρωμο 0,1% S και πετρέλαιο θέρμανσης 0,1%S.



Διάγραμμα 7.8 Κλάσματα μάζας των προϊόντων στην κατηγορία των μαζούτ



Διάγραμμα 7.9 Κλάσματα μάζας της κατηγορίας των προϊόντων ασφάλτου



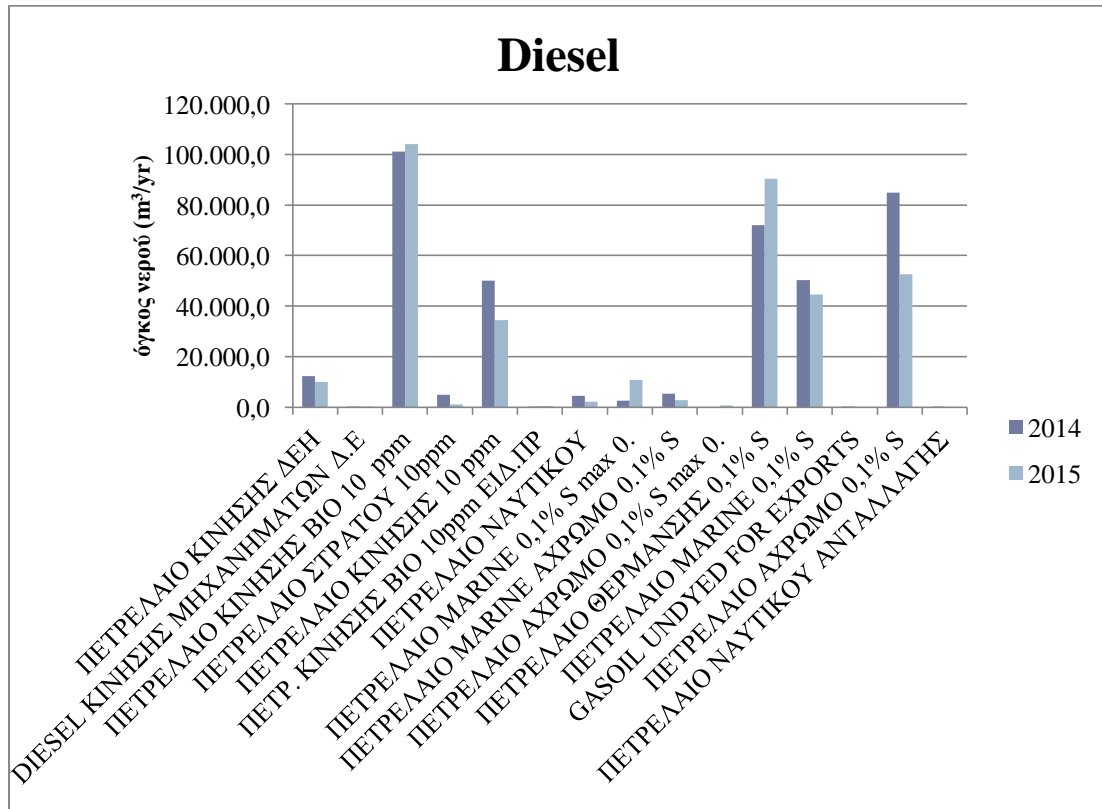
Διάγραμμα 7.10 Κλάσματα μάζας των προϊόντων θείου

Από το Διάγραμμα 7.8 είναι ξεκάθαρο πώς το μαζούτ Νο 3 εφοδιασμού πλοίων είναι το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού μαζούτ που παράγεται. Η κατηγορία της 'Ασφάλτου' αποτελείται ως επί το πλείστον από την ασφαλτο 50/70 (Διάγραμμα 7.9) ενώ πρακτικά από προϊόντα 'Θείου' παράγεται μόνο υγρό θειάφι (Διάγραμμα 7.10).

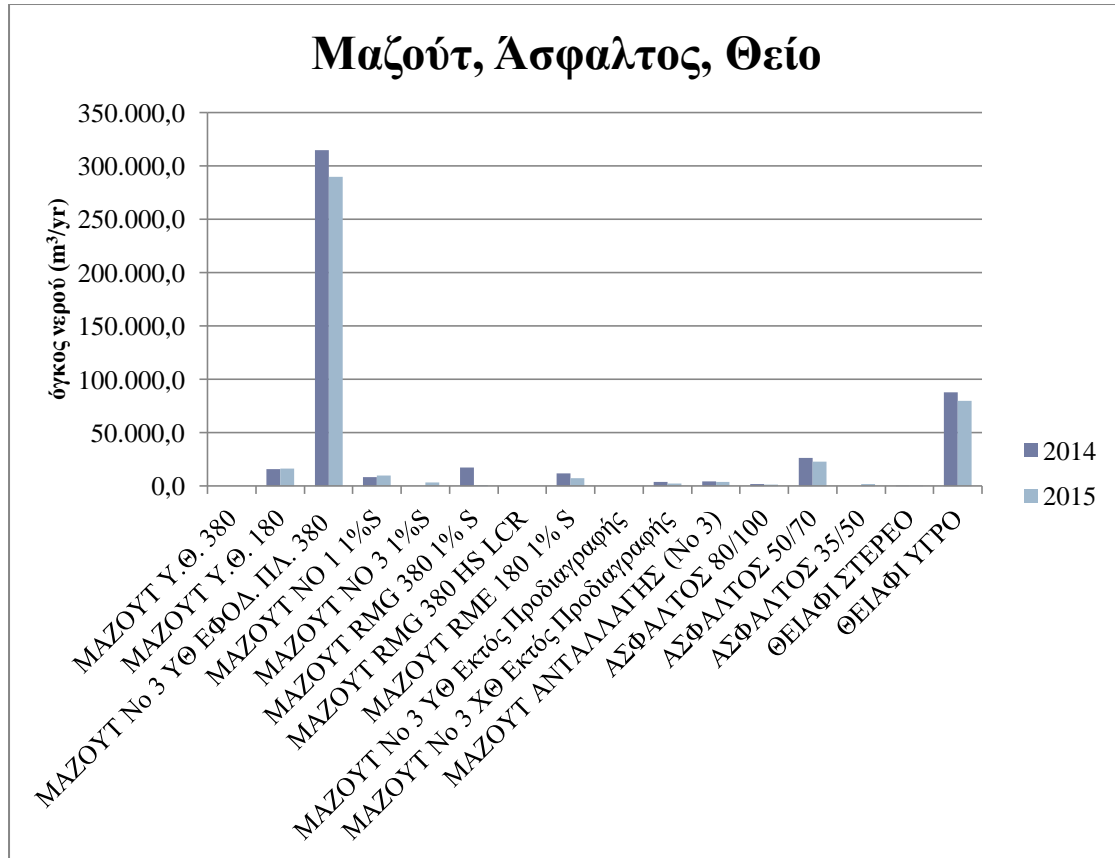
Πολλαπλασιάζοντας λοιπόν τον συντελεστή κάθε προϊόντος (Διάγραμμα 7.3 έως Διάγραμμα 7.10) με τον όγκο του νερού της κατηγορίας στην οποία ανήκει (Διάγραμμα 7.2) προκύπτει ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε άμεσα για την παραγωγή του κάθε προϊόντος (W_{1j} , σε m^3/yr) και φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα (Διάγραμμα 7.11 έως Διάγραμμα 7.13). Σε αυτά υπάρχει ομαδοποίηση των κατηγοριών που παρουσιάστηκαν παραπάνω για λόγους συντομίας, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι κατηγορίες έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί δίνονται στο Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων (Π3. 24).



Διάγραμμα 7.11 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των υγραερίων, των βενζινών, και των καυσίμων αεροπορίας



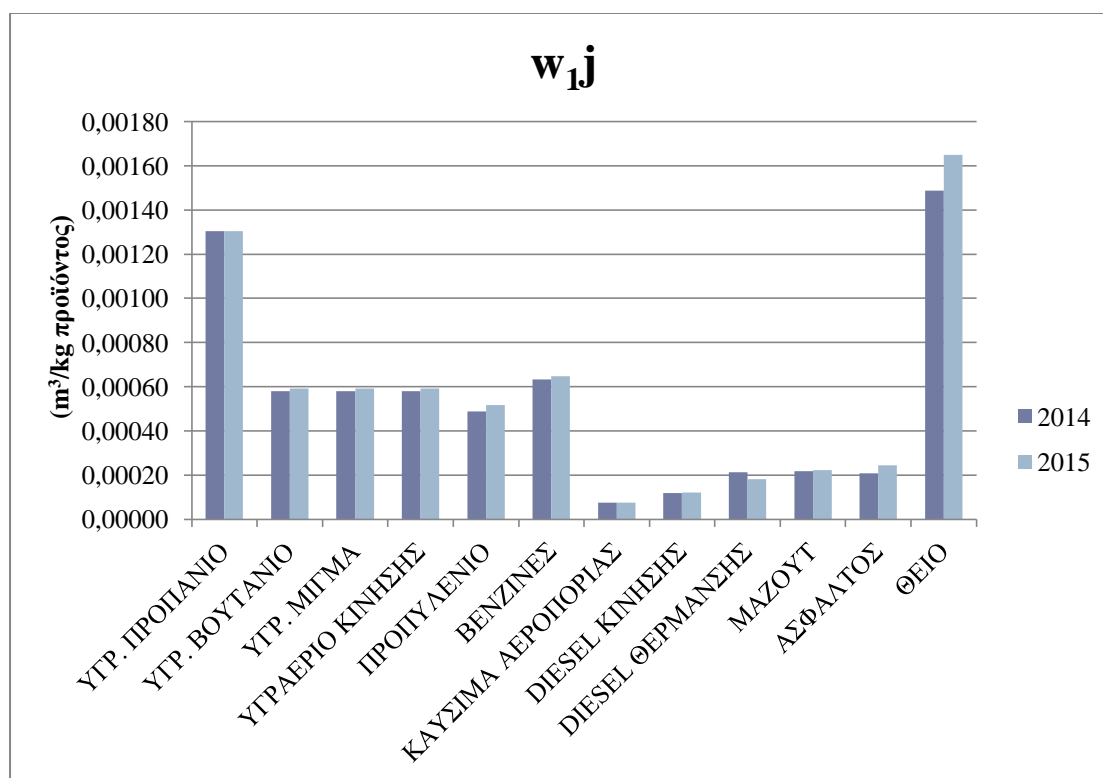
Διάγραμμα 7.12 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των diesel θέρμανσης και κίνησης



Διάγραμμα 7.13 Ποσότητα του νερού που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή των μαζούτ, της ασφάλτου και του θείου

Από τα τρία παραπάνω διαγράμματα (Διάγραμμα 7.11 έως Διάγραμμα 7.13) είναι φανερό ότι η κατανομή του νερού σε κάθε τελικό προϊόν έγινε όπως υποδείκνυαν τα διαγράμματα των συντελεστών μάζας (Διάγραμμα 7.3 έως Διάγραμμα 7.10). Δηλαδή στις βενζίνες τη μεγαλύτερη κατανάλωση έχει η αμόλυβδη 95 RON, στα Diesel το πετρέλαιο κίνησης BIO 10ppm (κίνησης), το πετρέλαιο άχρωμο 0,1S και το πετρέλαιο θέρμανσης 0,1S (θέρμανσης) ενώ στα μαζούτ, το No 3 εφοδιασμού πλοίων καταναλώνει με διαφορά το περισσότερο νερό.

Εάν τώρα το ποσό νερού κάθε τελικού προϊόντος (W_{1j}) διαιρεθεί με τη μάζα που παρήχθη ετησίως θα προκύψει η w_{1j} συνιστώσα του λειτουργικού ΥΑ του καθενός (σε m^3/kg προϊόντος $\cdot yr$). Φυσικά λόγω της μεθοδολογίας υπολογισμού, τα προϊόντα της ίδιας κατηγορίας θα έχουν το ίδιο w_{1j} , αφού θεωρήθηκε ότι έχουν ίδια σύσταση σε ενδιάμεσα προϊόντα. Εξαιρέση αποτελούν τα προϊόντα της κατηγορίας των υγραερίων, τα οποία όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.4 δεν έχουν όλα την ίδια σύσταση. Γι'αυτό το λόγο στο παρακάτω διάγραμμα που δείχνει τη συνιστώσα w_{1j} του λειτουργικού ΥΑ των τελικών προϊόντων, αναφέρονται ξεχωριστά το κάθε ένα και όχι ως μια κατηγορία όπως τα υπόλοιπα τελικά προϊόντα.

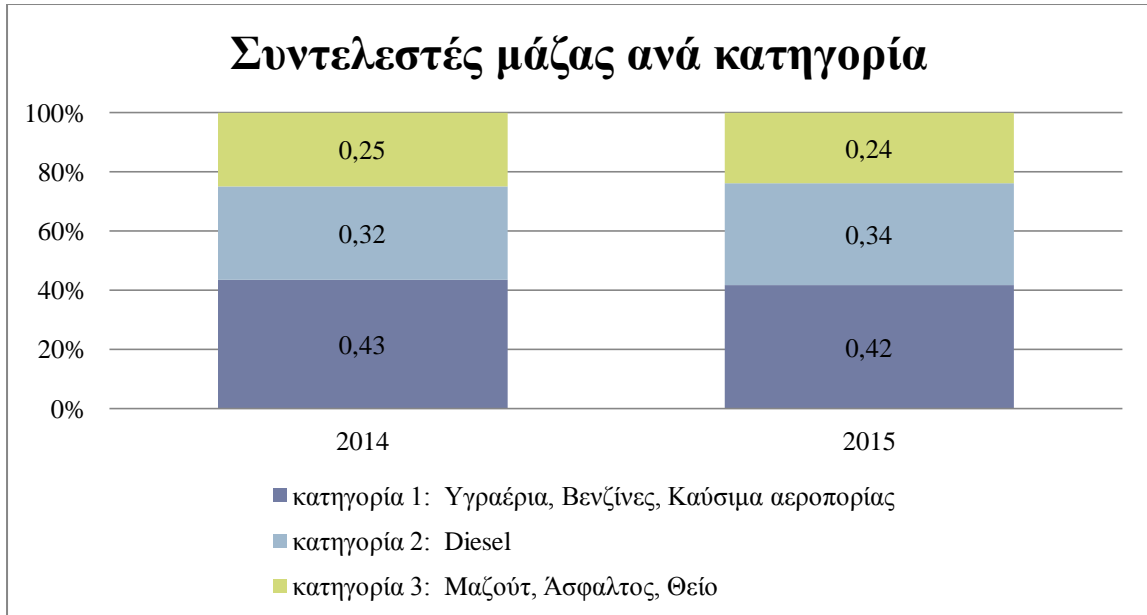


Διάγραμμα 7.14 Συνιστώσα w_{1j} του ΥΑ για κάθε τελικό προϊόν (σε m^3/kg προϊόντος \cdot yr)

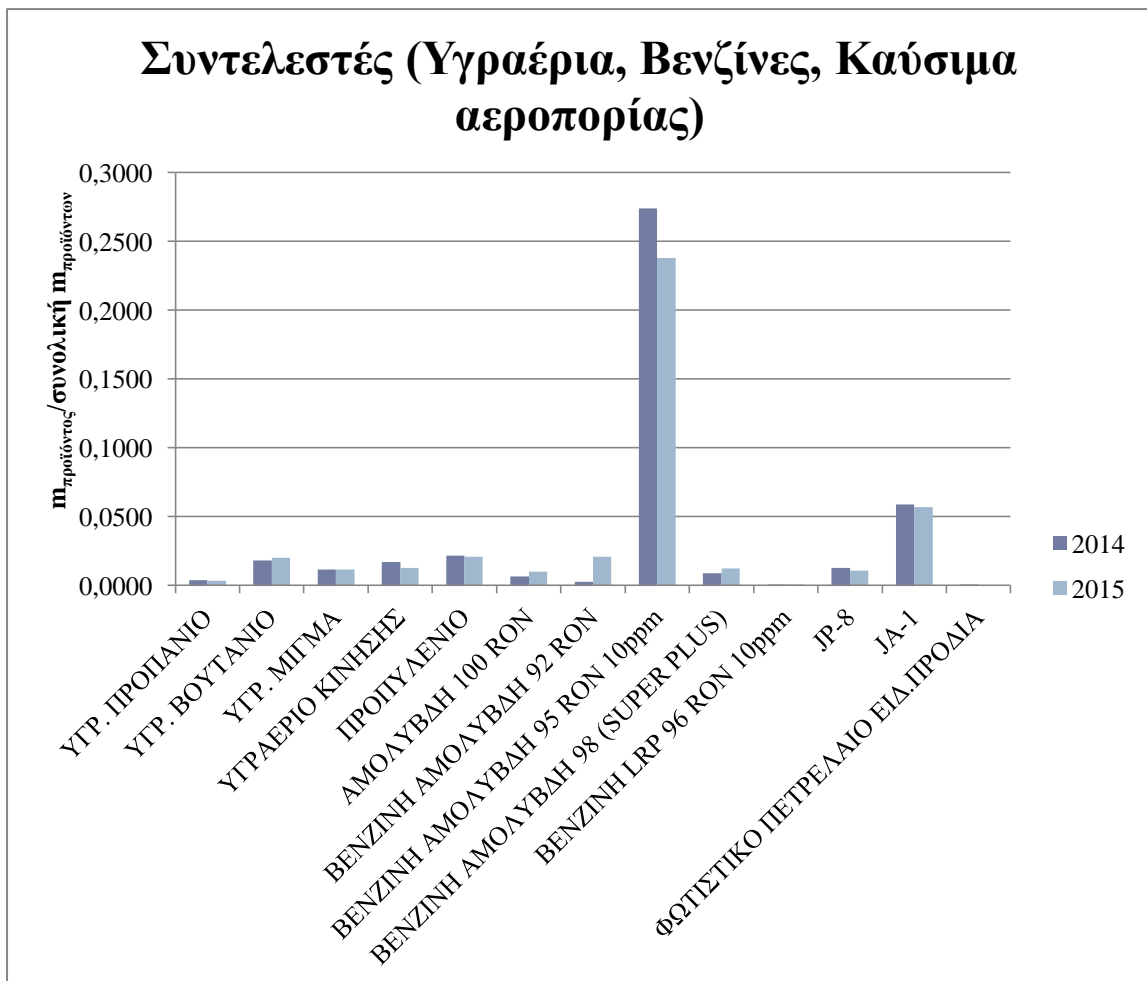
Οι τιμές που παρουσιάζονται στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται στο Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων (Π3. 25).

7.5.2 Υπολογισμός της συνιστώσας W_{2j} και w_{2j}

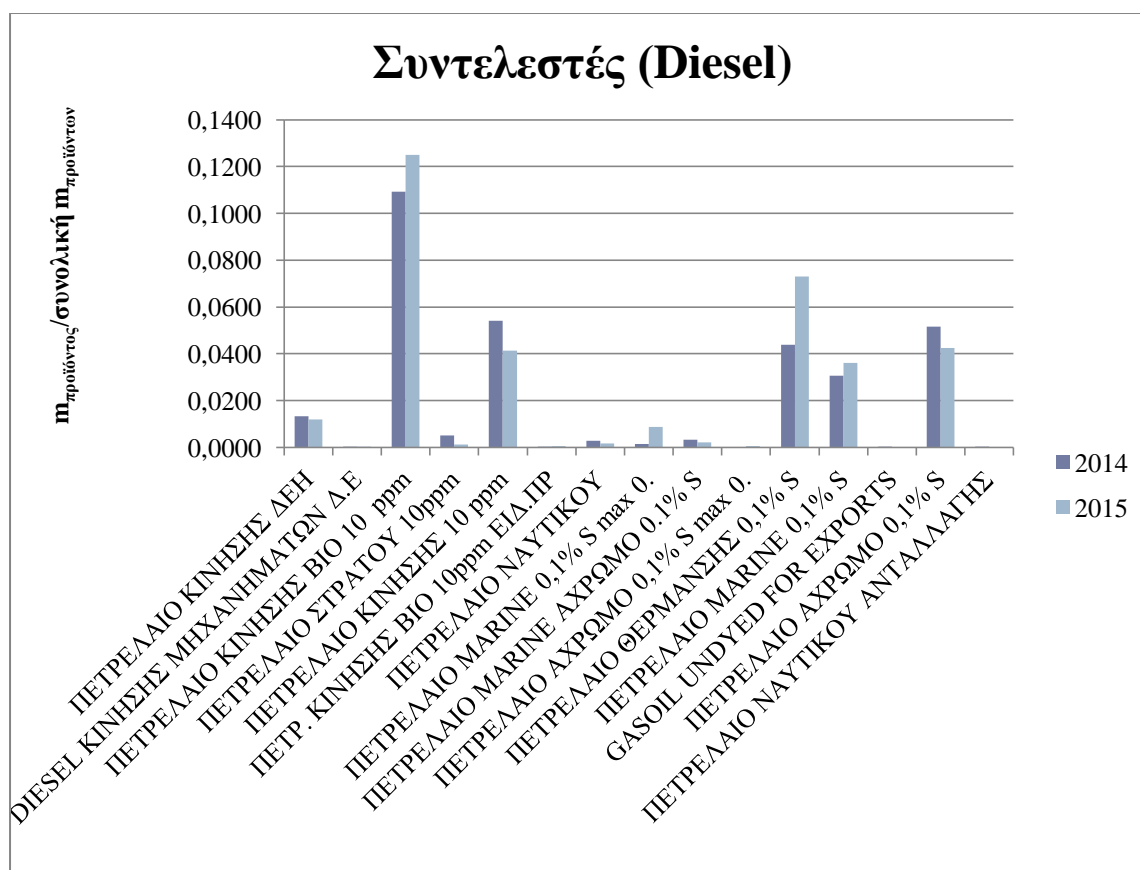
Η ροή νερού ΕΥΔΑΠ η οποία αναφέρεται ως 'άλλες χρήσεις' δεν έχει άμεση σχέση με την παραγωγή των προϊόντων και για αυτό το λόγο η κατανομή αυτού του ποσού του νερού σε κάθε τελικό προϊόν θα γίνει ως εξής: Θεωρείται για κάθε προϊόν ένας συντελεστής ο οποίος υπολογίζεται ως το πηλίκο της μάζας του κάθε προϊόντος που παράχθηκε το χρόνο, προς τη συνολική μάζα όλων των προϊόντων που παράχθηκαν την ίδια χρονιά. Παρακάτω δίνονται οι τιμές αυτών των συντελεστών τόσο για το έτος 2015 όσο και για το 2014 (Διάγραμμα 7.15 έως Διάγραμμα 7.18) . Αρχικά συγκεντρωτικά (χωρίζοντας τα προϊόντα σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: κατηγορία 1: υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας, κατηγορία 2: Diesel, κατηγορία 3: Μαζούτ, Άσφαλτος, Θείο και δίνοντας το άθροισμα των συντελεστών μάζας της κάθε κατηγορίας) και έπειτα σε ραβδοδιαγράμματα (όπου δίνεται ο συντελεστής του κάθε τελικού προϊόντος ξεχωριστά).



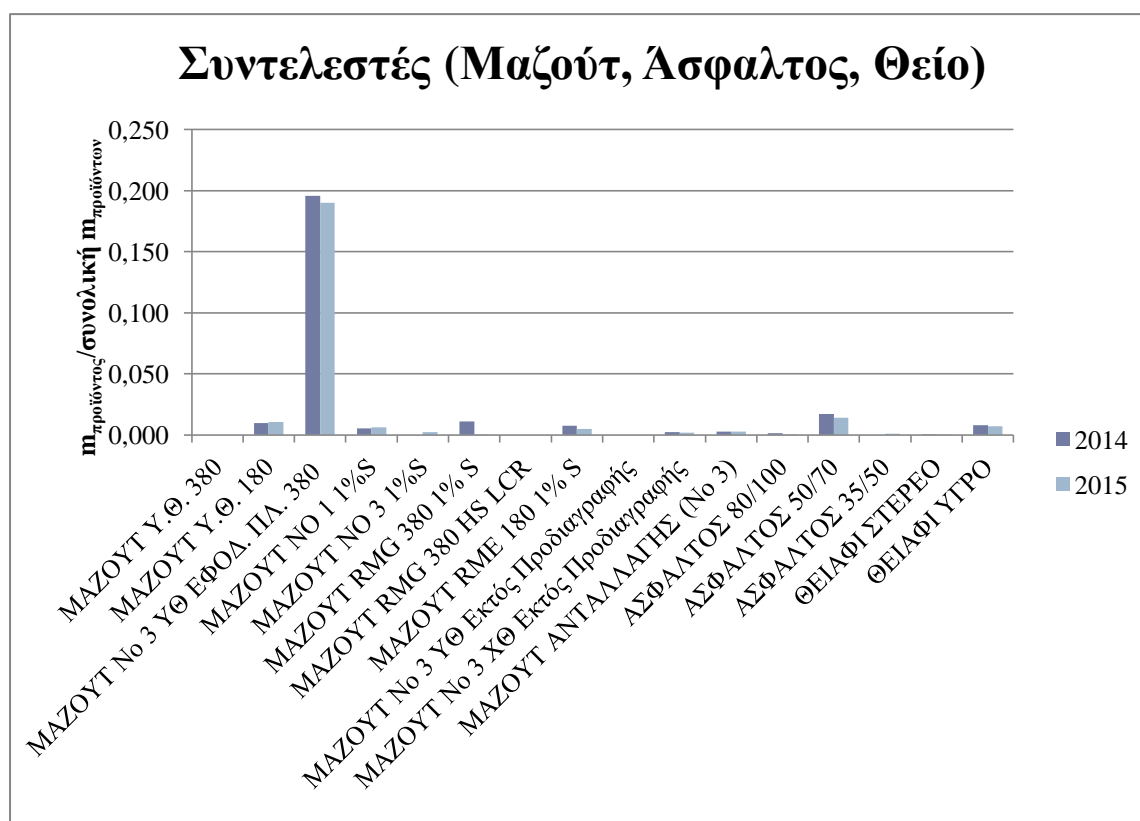
Διάγραμμα 7.15 Άθροισμα των συντελεστών μάζας σε κάθε συγκεντρωτική κατηγορία



Διάγραμμα 7.16 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 1: υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας



Διάγραμμα 7.17 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 2: Diesel

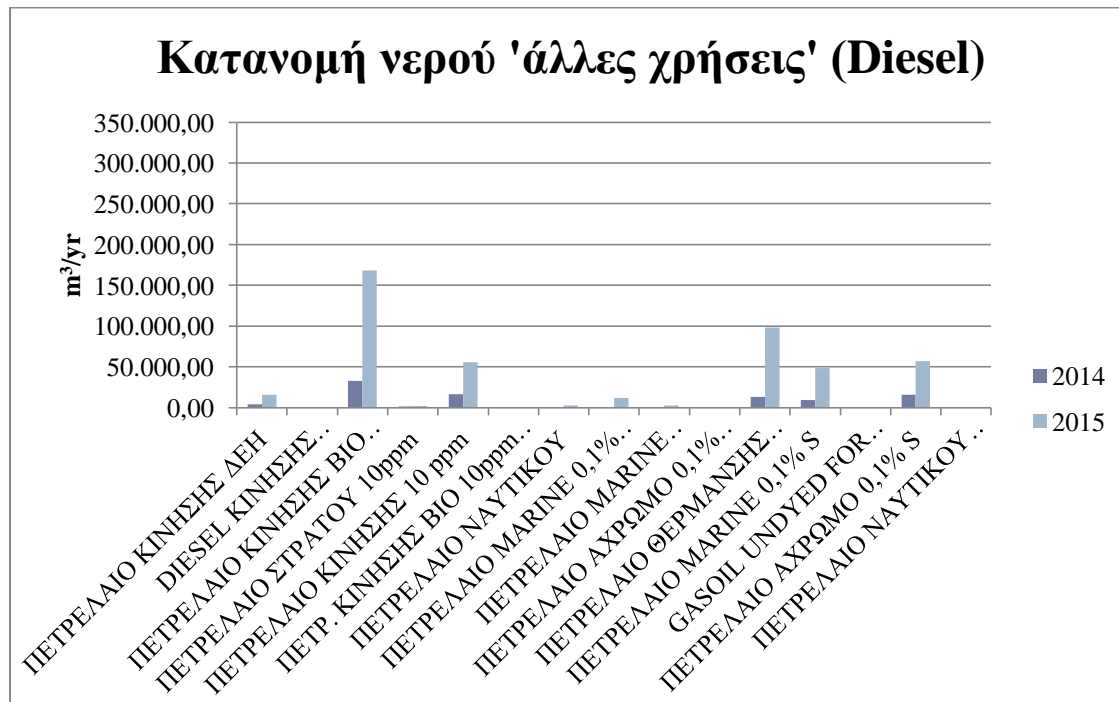


Διάγραμμα 7.18 Συντελεστές μάζας κάθε προϊόντος της κατηγορίας 3: Μαζούτ, άσφαλτος, θείο

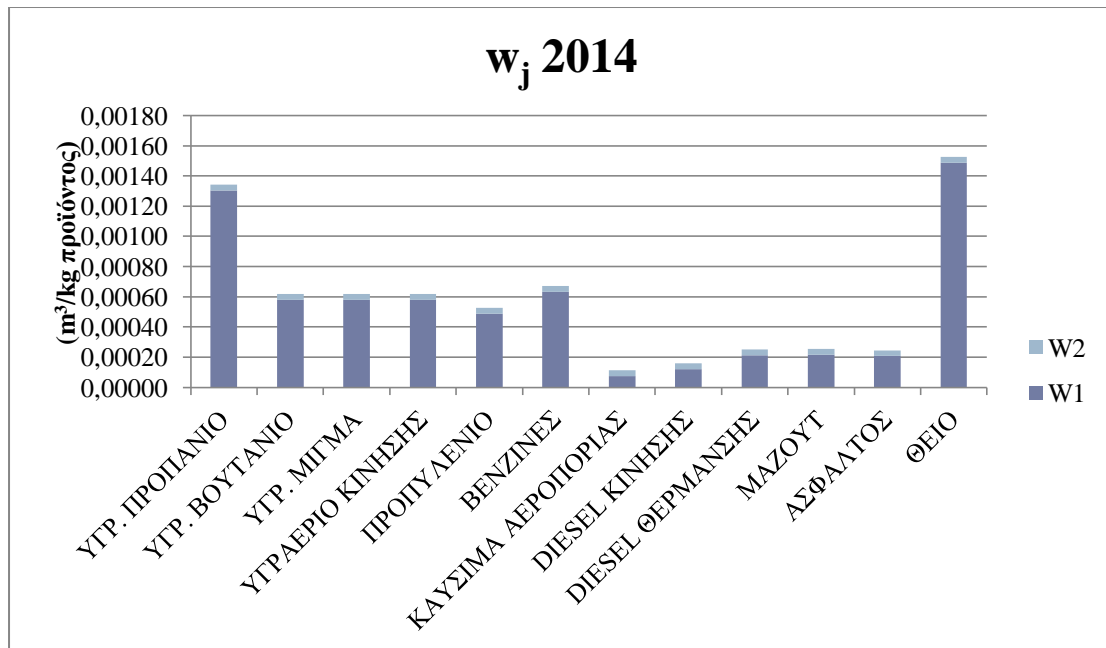
Η ποσότητα του νερού στη ροή 'άλλες χρήσεις' είναι 300.000 m³ για το 2014 και 1.344.000 m³ για το 2015. Για να κατανοηθούν αυτές οι ποσότητες στα τελικά προϊόντα πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή κάθε προϊόντος (όπως αυτός φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα). Έτσι προκύπτει το ποσό νερού της ροής 'άλλες χρήσεις' (σε m³/yr) που αντιστοιχεί σε κάθε προϊόν. Τα αποτελέσματα δίνονται στα παρακάτω διαγράμματα, ενώ τα αναλυτικά αποτελέσματα και υπολογισμοί δίνονται στο Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων (Π3. 26).



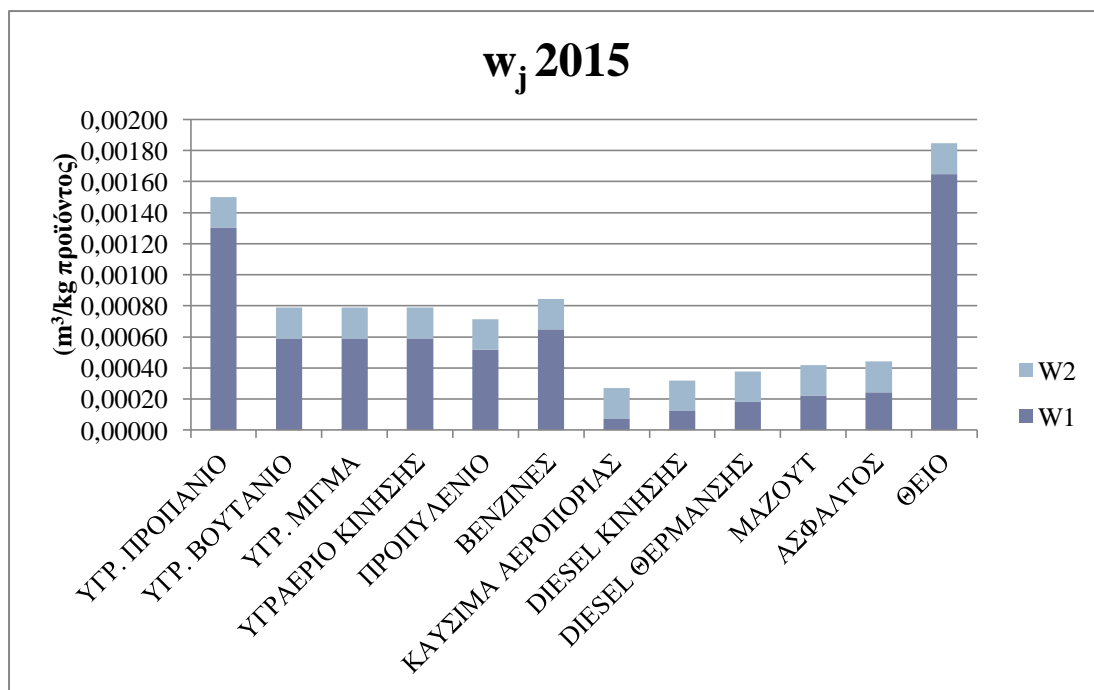
Διάγραμμα 7.19 Ποσότητα νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' (W_{2j}) που καταναλώθηκε για κάθε προϊόν της κατηγορίας 1: Υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεροπορίας



Διάγραμμα 7.20 Ποσότητα νερού της συνιστώσας 'άλλες χρήσεις' (W_{2j}) που καταναλώθηκε για κάθε προϊόν της κατηγορίας 2: Diesel



Διάγραμμα 7.22 Λειτουργικά Υδατικά Αποτυπώματα των τελικών προϊόντων για το έτος 2014



Διάγραμμα 7.23 Λειτουργικά Υδατικά Αποτυπώματα των τελικών προϊόντων για το έτος 2015

Παρά το γεγονός ότι το 2015 η συνιστώσα 'άλλες χρήσεις' έχει μεγαλύτερο ποσοστό στο λειτουργικό ΥΑ κάθε προϊόντος, παρατηρείται ίδια αναλογία στην κατανομή του νερού και στα δύο έτη. Το μικρότερο ΥΑ έχουν τα καύσιμα αεροπορίας, πράγμα που δικαιολογείται από το γεγονός ότι περνούν μόνο από δύο μονάδες (ατμοσφαιρική απόσταξη και γλύκανση κηροζίνης) ενώ το μεγαλύτερο ΥΑ αντιστοιχεί στο θείο, στο οποίο χρεώνεται όλο το νερό που καταναλώνουν οι μονάδες Claus (U-3700A/B και U-2750: 88.089m³ το 2014 και 79.773 m³ το 2015) (Πίνακας 7.2).

7.6 6ο βήμα: υπολογισμός του συνολικού Υδατικού Αποτυπώματος της βιομηχανίας

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία σε αυτό το βήμα αθροίζονται τα ΥΑ των μονάδων, εφόσον κάθε προϊόν προκύπτει από μία μονάδα. Αλλά αυτό δεν ισχύει στο διυλιστήριο, γι'αυτό για να υπολογιστεί το ΥΑ όλου του διυλιστηρίου θα αθροιστούν οι επιμέρους καταναλώσεις νερού των σαραντατεσσάρων τελικών προϊόντων (j) σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$BWF = \sum_{\pi=1}^{44} W_j.$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η μόνη συνιστώσα του Υδατικού Αποτυπώματος που δεν είναι μηδενική, είναι η μπλε η οποία περιέχει μόνο το νερό δικτύου. Έτσι το συνολικό Αποτύπωμα της βιομηχανίας, ταυτίζεται με την κατανάλωση νερού ΕΥΔΑΠ. Επομένως το αποτέλεσμα της παραπάνω εξίσωσης θα πρέπει να συμπίπτει με την ετήσια κατανάλωση νερού δικτύου στο διυλιστήριο, όπως αυτή αναφέρεται στα τιμολόγια της ΕΥΔΑΠ και δίνεται στον Πίνακα 7.1. Παρόλα αυτά υπάρχει μια διαφοροποίηση στις τιμές (που κυμαίνεται στο 10%) η οποία πιθανώς οφείλεται στη θεωρούμενη ποσότητα κατανάλωσης νερού στις μονάδες καθώς και στα κλάσματα μάζας που κατέχουν τα ενδιάμεσα προϊόντα σε αυτές. Οι τιμές του συνολικού ΥΑ για το διυλιστήριο συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5 Σύγκριση υπολογισμένου ΥΑ της βιομηχανίας με την ετήσια κατανάλωση νερού όπως αυτή προκύπτει από τους μετρητές της ΕΥΔΑΠ

Έτος	Συνολικό ΥΑ διυλιστηρίου $BWF = \sum_{\pi=1}^{44} W_j$ (m ³)	Συνολική κατανάλωση ΕΥΔΑΠ (m ³)	Σφάλμα
2014	3.179.879	3.574.000	11%
2015	3.867.602	4.115.000	6%

Οι τιμές του παραπάνω πίνακα αποτελούν ένα μέτρο για τον έλεγχο των υπολογισμών. Εάν το σφάλμα είναι πολύ μεγάλο είναι προφανές ότι έχουν γίνει κάποια λάθη: δεν έχει ληφθεί υπόψη κάποια ποσότητα νερού ή αντίθετα έχει κατανεμηθεί το ίδιο ποσό νερού σε παραπάνω από μια μονάδες. Στην πρώτη περίπτωση το συνολικό ΥΑ του διυλιστηρίου θα υπολογιζόταν μικρότερο από τη συνολική κατανάλωση της ΕΥΔΑΠ, ενώ στη δεύτερη μεγαλύτερο.

7.7 Δείκτης κατανάλωσης νερού (ΔΝΚ)

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω, τα ΥΑ άλλων διυλιστηρίων δεν είναι διαθέσιμα, επομένως η σύγκριση θα πρέπει να γίνει με δεδομένα κατανάλωσης νερού στο διυλιστήριο, σε σχέση με το αργό που επεξεργάζεται ετησίως. Αυτά τα στοιχεία για το διυλιστήριο του Ασπροπύργου δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 7.6 και η διαίρεσή τους είναι ο δείκτης κατανάλωσης νερού (13):

Πίνακας 7.6 Δείκτης κατανάλωσης νερού του διυλιστηρίου Ασπροπύργου για τα έτη 2014 και 2015

Έτος	Δυναμικότητα (m ³ _{αργού} /yr)	Χρήση νερού (m ³ _{νερού} /yr)	Δείκτης κατανάλωσης νερού (m ³ _{νερού} / m ³ _{αργού})
2014	7.090.050	3.574.000	0,504
2015	6.168.375	4.115.000	0,667

8 Συμπεράσματα

8.1 Συμπεράσματα για τη χρήση νερού στο διυλιστήριο Ασπροπύργου

Η χρήση νερού μέσα στο διυλιστήριο διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: άμεσα στην παραγωγή (π.χ. ως ατμός ή ψυκτικό υγρό) και σε βοηθητικές λειτουργίες όπως για παράδειγμα στο εστιατόριο ή τα αποδυτήρια. Η πρώτη κατηγορία καταναλώνει πολύ περισσότερο νερό από τη δεύτερη. Με βάση τον υπολογισμό κατανάλωσης νερού στις μονάδες παραγωγής (Πίνακας 7.2) προκύπτει ότι για να μειωθεί το ΥΑ των τελικών προϊόντων του διυλιστηρίου (και κατά συνέπεια το συνολικό ΥΑ της βιομηχανίας), η πρώτη κίνηση που πρέπει να γίνει είναι η ελάττωση της κατανάλωσης νερού των μονάδων. Φυσικά αποτελεσματικότερος περιορισμός του ΥΑ θα επιτευχθεί με μείωση της κατανάλωσης νερού των πιο υδροβόρων μονάδων. Από τα δεδομένα του Πίνακα 7.2 Κατανομή του νερού δικτύου στις παραγωγικές μονάδες του διυλιστηρίου, είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς ότι οι μονάδες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση νερού είναι οι U-3100 (απόσταξη υπό κενό), U-2200 (αποθείωση νάφθας), U-4100 (καταλυτική πυρόλυση) και η U-2100 (ατμοσφαιρική απόσταξη).

Το προϊόν τα οποίο εμφανίζει το μεγαλύτερο ΥΑ (σε m^3 νερού/kg προϊόντος $\cdot yr$) είναι και στις δύο χρονιές το θείο (που θεωρείται ότι είναι το προϊόν των μονάδων Claus και έτσι χρεώνεται όλο το νερό που καταναλώνεται σε αυτές). Ακολουθούν το προπάνιο και οι βενζίνες.

Η κατηγορία προϊόντων που φαίνεται να καταναλώνει συνολικά το μεγαλύτερο όγκο νερού ετησίως (σε m^3 νερού/yr) είναι αυτή των βενζινών (Διάγραμμα 7.2). Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η κατηγορία αυτή προκύπτει από ανάμιξη επτά ενδιάμεσων (και αρκετά υδροβόρων) προϊόντων, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες συντίθενται από το πολύ τέσσερα προϊόντα. Ακόμα, οι βενζίνες είναι η κατηγορία προϊόντων με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής μέσα στο διυλιστήριο (Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων, Δ3. 1) άρα είναι λογικό αφού έχουν τη μεγαλύτερη παραγωγή να καταναλώνουν περισσότερο νερό σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες προϊόντων.

Ένα άλλο σημείο το οποίο αξίζει να σχολιαστεί είναι η διαφορά κατανάλωσης νερού τα έτη 2014 και 2015. Το πρώτο μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα αντιπροσωπευτικό έτος παραγωγής ενώ στο δεύτερο υπήρξε γενικό κλείσιμο του διυλιστηρίου (GSD) για 50 ημέρες. Αυτό σημαίνει ότι οι μονάδες δεν λειτουργούσαν (επομένως δεν καταναλώναν νερό) αλλά γίνονταν εργασίες, πράγμα που συνεπάγεται την κατανάλωση νερού σε τομείς όπως τα αποδυτήρια, το εστιατόριο και η πυρασφάλεια ('άλλες χρήσεις'). Για αυτό το λόγο, και δεδομένου ότι προκύπτει από τη διαφορά της συνολικής κατανάλωσης νερού από τις επιμέρους μετρημένες καταναλώσεις των παραγωγικών μονάδων, το κλάσμα του νερού δικτύου στις 'άλλες χρήσεις' εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερο το 2015 (περίπου τεσσερισήμισι φορές) σε σχέση με το 2014 (Πίνακας 7.1). Ως συνέπεια συνεισφέρει περισσότερο στα ΥΑ των προϊόντων το έτος 2015 συγκριτικά με το 2014 (Διάγραμμα 7.22 και Διάγραμμα 7.23).

8.2 Σύγκριση κατανάλωσης νερού με άλλα διυλιστήρια

Από τον Πίνακα 7.6 παρατηρείται ότι, στο διυλιστήριο Ασπροπύργου, για κάθε κυβικό μέτρο αργού πετρελαίου που επεξεργάζεται, καταναλώνεται περίπου η μισή ποσότητα σε νερό. Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη ότι το έτος 2015 υπήρξε γενικό κλείσιμο του διυλιστηρίου για 50 μέρες, μπορεί να θεωρηθεί ότι ο αυξημένος δείκτης κατανάλωσης νερού εκείνης της χρονιάς δεν είναι αντιπροσωπευτικός. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά με τους δείκτες κατανάλωσης νερού των διυλιστηρίων της Βραζιλίας, που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 5 (Πίνακας 5.1) παρατηρείται ότι οι δείκτες του διυλιστηρίου Ασπροπύργου είναι από τους μικρότερους. Εκτός αυτού άλλες βιβλιογραφικές πηγές ((11), (12), (15)) αναφέρουν ΔΚΝ ίσους ή ακόμα και μεγαλύτερους της μονάδας, πράγμα που σημαίνει ότι χρειάζονται περισσότερο όγκο νερού από τον όγκο του αργού που επεξεργάζονται. Πρέπει να τονιστεί ωστόσο ότι τα δεδομένα με τα οποία έγινε η σύγκριση είναι αρκετά περιορισμένα πράγμα που επηρεάζει την ασφάλεια αυτού του συμπεράσματος.

9 Προτάσεις για περεταίρω έρευνα

Με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης νερού στο διυλιστήριο, θα ήταν χρήσιμο να γίνει κάποια μελέτη ώστε να ελαττωθεί η χρήση νερού σε κάποια από τις πιο υδροβόρες μονάδες που αναφέρθηκαν πιο πάνω στην ενότητα 8.1. Ακόμα αν λάβει κανείς υπόψη του το γεγονός ότι από την ατμοσφαιρική απόταξη, U-2100 και από την υπό κενό απόσταξη, U-3100 περνούν όλα τα προϊόντα, μείωση νερού σε αυτές τις μονάδες συνεπάγεται ελάττωση του ΥΑ όλων των προϊόντων (εκτός του θείου για το οποίο στην παρούσα μελέτη έγινε η παραδοχή ότι προέρχεται αποκλειστικά από τις μονάδες Claus (U-3700A/B U-2750)).

Καθώς η συλλογή δεδομένων για την κατανάλωση νερού κατά τη φάση της εξόρυξης του αργού πετρελαίου δεν ήταν δυνατή στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, δεν έγινε ο υπολογισμός του ΥΑ της εφοδιαστικής αλυσίδας του διυλιστηρίου Ασπροπύργου. Ωστόσο, όπως τονίστηκε και παραπάνω, το ποσό νερού που καταναλώθηκε μέχρι το αργό πετρέλαιο να φτάσει στο διυλιστήριο δεν είναι αμελητέο. Αυτό μπορεί να το διαπιστώσει κανείς και από τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την κατανάλωση νερού κατά την ανάκτηση πετρελαίου από κοιτάσματα της Αμερικής και της Σαουδικής Αραβίας (Πίνακας 5.2). Εκεί φαίνεται ότι ο δείκτης κατανάλωσης νερού της εξόρυξης του αργού μπορεί να είναι έως και τετραπλάσιος από αυτό της διύλισης. Θα ήταν χρήσιμο λοιπόν, σε κάποια επόμενη μελέτη, να συλλεχθούν στοιχεία με στόχο τον υπολογισμό του ΥΑ εφοδιαστικής αλυσίδας. Εάν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, θα μπορούσαν να γίνουν κάποιες εκτιμήσεις με βάση βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την εξόρυξη του αργού πετρελαίου σε περιοχές από της οποίες προμηθεύεται αργό το διυλιστήριο Ασπροπύργου και έτσι προσεγγιστικά να υπολογιστεί μια τιμή για το ΥΑ εφοδιαστικής αλυσίδας του διυλιστηρίου.

Μια σημαντική παραδοχή που έχει γίνει σε αυτή την εργασία είναι ότι όλα τα προϊόντα της ίδιας κατηγορίας έχουν την ίδια σύσταση. Για παράδειγμα όλες οι βενζίνες αποτελούνται από τα συστατικά τους σε ίδιες αναλογίες. Αυτό όμως δεν είναι απόλυτα σωστό αφού ναι μεν όλες οι βενζίνες αποτελούνται από τα ίδια ενδιάμεσα προϊόντα όχι όμως στα ίδια ποσοστά. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει τα ΥΑ των τελικών προϊόντων αφού όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 7.1 δεν καταναλώνουν όλα τα ενδιάμεσα προϊόντα την ίδια ποσότητα νερού. Έτσι ένα επόμενο βήμα για μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό των ΥΑ των τελικών προϊόντων θα ήταν η εύρεση της σύστασης κάθε τελικού προϊόντος στα ενδιάμεσα τα οποία το αποτελούν. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει διαφοροποίηση στα ΥΑ των προϊόντων της ίδιας κατηγορίας.

Τέλος, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης νερού, θα μπορούσε να μελετηθεί ένα σύστημα ανακύκλωσης της εκροής του βιολογικού καθαρισμού που καταλήγει στη θάλασσα, έτσι ώστε να ξαναχρησιμοποιηθεί (ως νερό ψύξης για παράδειγμα). Ακόμα, με δεδομένο το γεγονός ότι το θαλασσινό νερό δεν υπολογίζεται στο ΥΑ, θα μπορούσε να γίνει χρήση του για ψυκτικό νερό, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση του νερού δικτύου (άρα θα υπήρχε ελάττωση και του Υδατικού Αποτυπώματος). Τέτοιες τεχνικές βέβαια προϋποθέτουν κατάλληλο εξοπλισμό έτσι ώστε να μην υπάρξουν

αποθέσεις στα τοιχώματα και φθορές από ουσίες που μπορεί να περιέχονται στο θαλασσινό νερό ή αυτό του βιολογικού καθαρισμού.

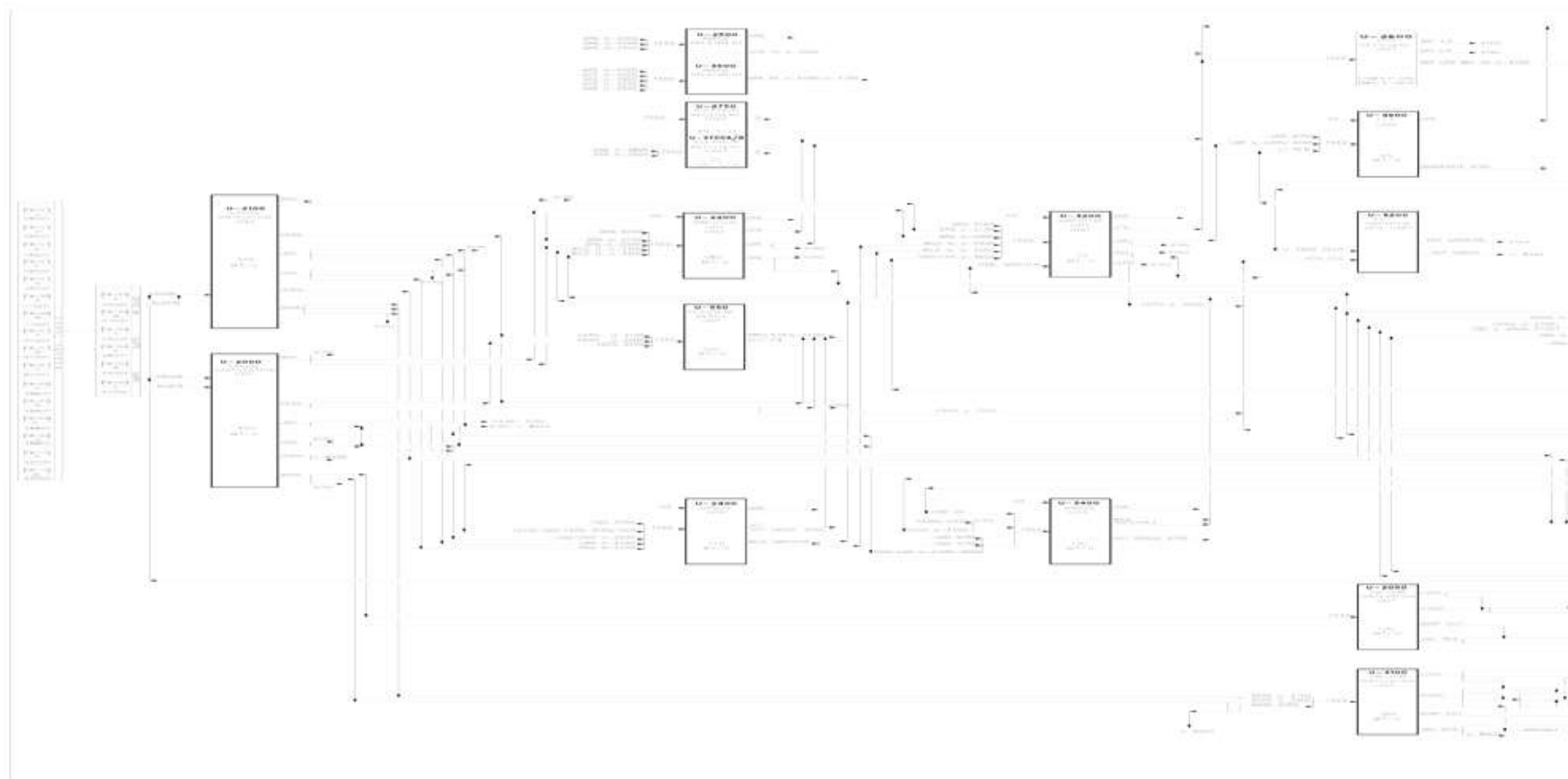
10 Βιβλιογραφία

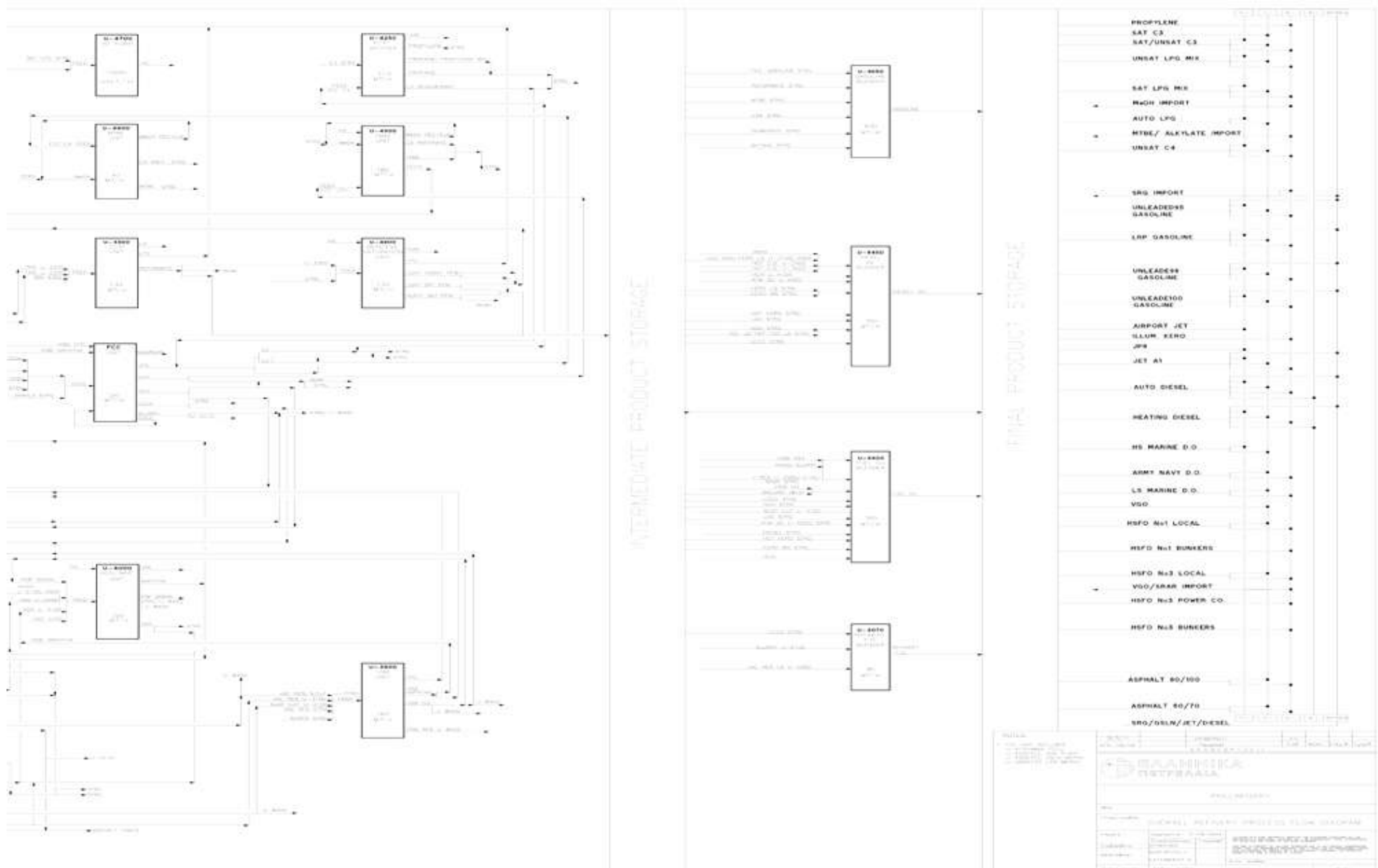
1. **A. K. Chapagain, A. Y. Hoekstra.** *Water footprints of nations- Volume 1: Main report.* s.l. : UNESCO-IHE Institute for water education, 2004.
2. **P. W. Gerbens-Leenes, A. Y. Hoekstra.** *Business water footprint accounting- a tool to assess how production of goods and services impacts on freshwater resources worldwide.* s.l. : UNESCO- IHE Institute for water education, 2008.
3. **A. Y. Hoekstra, A. K. Chapagain.** *The water footprints of Morocco and the Netherlands: Global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities.* s.l. : Science Direct, 2007. σσ. 143-151.
4. **C. D. Scown, A. Horvath, T. E. McKone.** *Water footprint of U.S. transportation fuels.* s.l. : Environmental science and technology, 2011. σσ. 2541-2553.
5. **Allan, J. A.** *Watersheds and problemsheds: explaining the absence of armed conflict over water in the Middle East.* s.l. : Middle East review of international affairs, 1998a. σσ. 49-51.
6. **Allan, J. A.** *Virtual water: A strategic resource, global solutions to regional deficits.* s.l. : Groundwater, 1998b. σσ. 545-546.
7. **A. K. Chapagain, A. Y. Hoekstra, H. H. G. Savenije, R. Gautam.** *The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries.* s.l. : Science Direct, 2006. σσ. 186-203.
8. **A. K. Chapagain, A. Y. Hoekstra.** *The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands.* s.l. : Science Direct, 2007. σσ. 109-118.
9. **A. K. Chapagain, A. Y. Hoekstra.** *The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives.* s.l. : Ecological Economics, 2011. σσ. 749-758.
10. **B. G. Ridoutt, S. Pfister.** *A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity.* s.l. : Global Environmental Change, 2010. σσ. 113-120.
11. **A.A. Ulson de Souza, E. Forgiarini , H.L. Brandão, M.F. Xavier , F.L.P. Pessoa, S.M.A. Guelli U. Souza.** *Application of Water Source Diagram (WSD) method for the reduction of water.* s.l. : Resources, Conservation and Recycling, 2009. σσ. 149-154.
12. **Alberto Alva-Argaez, Antonis C. Kokossis, Robin Smith.** *The design of water-using systems in petroleum refining.* s.l. : Chemical Engineering Journal, 2007. σσ. 33-46.

13. **Felipe Ramalho Pombo, Alessandra Magrini, Alexandre Szklo.** *An analysis of water management in Brazilian petroleum refineries using rationalization techniques.* s.l. : Resources, Conservation and Recycling, 2013. σσ. 172-179.
14. **Wasif Mughees, Malik Al-Ahmad.** *Application of water pinch technology in minimization of water consumption at a refinery.* s.l. : Computers and Chemical Engineering, 2015. σσ. 34-42.
15. **May Wu, Yiwen Chiu.** *Consumptive Water Use in the Production of Ethanol and Petroleum Gasoline.* s.l. : Argonne National Laboratory, 2011.

Παραρτήματα

Παράρτημα 1: Διάγραμμα ροής διολισθηρίου Ασπροπύργου







ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΗ 21 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1979

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
1132

ΥΠΟΥΡΓΙΚΑΙ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αρ: 9. 17823

Περί διαθέσεως υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στο Σαρωνικό Κόλπο.

ΟΙ ΑΝΑΠΛ. ΝΟΜΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛ. ΑΤΤΙΚΗΣ, ΔΥΤ. ΑΤΤΙΚΗΣ, ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ Ο ΝΟΜΑΡΧΗΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Έχοντας υπόψη :

- Τὸ Ν.Δ.1147/72 ἀπερὶ Διακρίσεως Μεζόνος Πρωτεύουσας.
- Τὴν ΕΠβ)221/22.1.65 Ὑγειον. Διάταξη ἀπερὶ διαθέσεως λυμάτων καὶ βιομηχανικῶν ἀποβλήτων, ὅπως τροποποιήθηκε.
- Τὴν ΥΠ.179182/656/22.5.79 κοινὴ ἀπόφαση ἀπερὶ διαθέσεως υγρῶν βιομηχανικῶν ἀποβλήτων, διὰ τοῦ δικτύου ὑπονόμων τοῦ Ο.Α.Π. καὶ τῶν ρευσμάτων, ἐπὶ ὁλόκληρον περιοχὴν Κερατσινίου Πειραιῶς, Φ.Ε.Κ. 582/τ.Β' /79.
- Τὸ 63312/4799/4.10.79 ἔγγραφο τοῦ ΥΠ.Β.Ε., κατὰ μὲ ἐνδεικτικὸ πῖνακα εἰδικῶν ὄρων διαθέσεως υγρῶν ἀποβλήτων ἐπὶ Σαρωνικὸ Κόλπο.
- Τὴ χωροταξία τῶν βιομηχανικῶν καὶ λοιπῶν ἐγκαταστάσεων, ἐπὶ χωρστικῆ καὶ νησιώτικῆ περιοχῆ τοῦ Σαρωνικοῦ Κόλπου.
- Τὸ ἀπὸ 31.10.1979 πρακτικὸ τῆς Γνωμοδοτικῆς Ἐπιτροπῆς, ποῦ συγκροτήσαμε μὲ τὴ 16424/24.10.1979 ἀπόφασή μας καὶ
- Τὴν ἀνάγκη λήψεως μέτρων προστασίας τῆς Δημόσιας Ὑγείας, διὰ τῆς ἀναγκαιότητας τῆς ρυπάνσεως τοῦ Σαρωνικοῦ Κόλπου ἀπὸ υγρῶν βιομ. ἀποβλήτων καὶ λυμάτων, ἀποφασίζομε :

1. Περιοχὴς Διαθέσεως ἐπὶ Σαρωνικὸ Κόλπο Ὑγρῶν Βιομ. Ἀποβλήτων καὶ Λυμάτων.

Προσδιορίζομε τὶς περιοχὰς (ἀπὸ τὸ ἀριστερὸν Σῶνιο μέχρι τὰ ὅρια τῶν Νομῶν Κορινθίας καὶ Ἀργολίδας) τῶν ἀκτῶν τοῦ Σαρωνικοῦ Κόλπου καὶ τῶν νήσων αὐτοῦ, ὅπου ἤδη γίνεται καὶ ἐπιτρέπεται ἡ διάθεση υγρῶν βιομηχανικῶν ἀποβλήτων καὶ λυμάτων, κατόπιν πλήρους ἐπεξεργασίας τοῦτον, ὡς ἀκολουθεῖ :

α) Στὴ θέση τῆς ἀκτῆς «Λαγονήσι», ὅπου διατίθενται λύματα.

β) Στὴν ἀκτὴ Βάρκιζας (θέση Γλυκὰ Νερά) καὶ ἐπὶ Μικρὸ Καβούρι Βουλιαγμένης, ὅπου διατίθενται λύματα.

γ) Στὴν ἀκτὴ Ν.Φαλήρου (μέτω τῶν χειμάρρων Κηφισοῦ καὶ Ἰλισσοῦ), ποῦ ἐποπτεύονται ἀπὸ τὸν Ο.Α.Π. καὶ ἐπιτρέπονται ἐπὶ Κ.Α.Α., γιὰ τὴ ρυθμιζομένη διέξοδο τῶν ἀποχετευομένων ὑδάτων ἀπορροῆς.

δ) Στὸς λιμένες Πειραιῶς, Μικρολίμανου, Πασσαλιμνίου καὶ Ζέας, μέσω τοῦ Δημοτικοῦ ἀποχετευτικοῦ δικτύου Πειραιῶς, ποῦ ρυθμιζέται ἀπὸ τὸν Κανονισμὸ Λειτουργίας Δικτύου Ὑπονόμων τοῦ Ο.Α.Π.

ε) Στὴν ἀκτὴ Ἀκροκεράμου Κερατσινίου, μὲ βάση τὸ ἰσχύον καθεστὸς ἀποχετεύσεως, ὅπως ἔχει προσδιορισθεῖ μὲ τὴν ΥΠ.179182/656/27.5.79 κοινὴ ἀπόφαση τῶν Ἀν. Νομαρχῶν Ἀττικῆς.

στ) Στὴν ἀκτὴ Περάματος Πειραιῶς, γιὰ τὴ διάθεση υγρῶν ἀποβλήτων καὶ λυμάτων ἀπὸ βιομηχανικῆς καὶ λοιπῆς ἐγκαταστάσεως.

ζ) Στὶς ἀκτῆς Σακουμαγιά, Ἀσπροπόργου καὶ Ἐλευσίνας, μέχρι τὴ θέση Εὐταξία, γιὰ τὴ διάθεση υγρῶν ἀποβλήτων καὶ λυμάτων ἀπὸ βιομηχανικῆς καὶ λοιπῆς ἐγκαταστάσεως.

η) Στὸ ὄριον Ἀγίου Γεωργίου Ἀσπροπόργου, ποῦ ἐκβάλλει ἐπὶ τὴν ἀκτὴ ἀπέναντι ἀπὸ τὰ Δωλοστήρια Ἀσπροπόργου, (σχετικὴ ἡ 24649/1.10.76 ἀπόφαση τοῦ Ἀν.Νομάρχου Δυτ. Ἀττικῆς), γιὰ τὴ διάθεση υγρῶν βιομηχανικῶν ἀποβλήτων.

θ) Στὴν ἀκτὴ Ν. Περάμου, μυστὰ ἐπὶ τὴ Σχολὴ Πυροβολικοῦ, (σχετικὴ ἡ Δ.Υ.4804/23.3.1978 ἀπόφαση τοῦ Ἀν. Νομάρχου Δυτ. Ἀττικῆς), γιὰ τὴ διάθεση λυμάτων τῆς Σχολῆς.

ι) Στὴν ἀκτὴ Ἀγίας Τριάδας (θέση Ἀλμύρες) γιὰ τὴ διάθεση ἀστικῶν λυμάτων καὶ υγρῶν ἀποβλήτων περιοχῆς Μεγάρων.

ια) Στὴν ἀκτὴ μεταξὺ Ἀγίων Θεοδώρων καὶ Καλαμακίου Κορινθίας, ἀπὸ τὸ 70 ὡς τὸ 75 χιλ. τῆς Παλαιᾶς Ἐθνικῆς Ὁδοῦ Ἀθηνῶν - Κορινθίου, γιὰ τὴ διάθεση υγρῶν ἀποβλήτων καὶ λυμάτων ἀπὸ βιομηχανικῆς καὶ λοιπῆς ἐγκαταστάσεως.

ιβ) Στὸς λιμένες τῶν νήσων Σιλαμίνας (Παλοῖνια, Νόρι Σιλαμίνας καὶ Σελήνια), Αἰγίνας, Μεθάνων, Πόρου Γαλιτῆ Τροϊζηνίας, Ὑδρας καὶ Σπετσῶν, γιὰ τὴ διάθεση ἀστικῶν λυμάτων ποῦ ἤδη γίνεται μέχρι τὴν κατασκευὴν, ἀπὸ τὴν Τοπικὴ Δημοτικὴ ἢ Κοινοτικὴ Ἀρχή, κατάλληλου δικτύου ἀποχετεύσεως καὶ ἐγκαταστάσεως ἐπεξεργασίας λυμάτων.

9778

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ)

γ) Στην ακτή 'Αμπελακίων Σαλαμίνας για τη διάθεση αποβλήτων υδάτων (σχετική ή ΥΓ.194450/1539/20.10.79 απόφαση του 'Αν. Νομάρχη, Πειραιώς) από βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

2. Χρήση των Θαλάσσιων Περιοχών στις 'Ακτές του Σαρωνικού Κόλπου και των Νήσων αυτού.

Προσδιορίζουμε την ανωτέρα τάξεως χρήση των υδάτων του Σαρωνικού Κόλπου και των παρακτίων υδάτων των νήσων αυτού, ως ακολούθως :

α) Στις περιοχές που επιτρέπεται η διάθεση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων, για άλιετα ιχθύων και κάθε άλλη χρήση, πλην της κολυμβήσεως και της άλιετα δστρακοειδών και εχινόδερμων, με εξαίρεση τις περιοχές της παρ. 1, εδάφ. (α), (β) και (θ), της παρούσης, όπου απαιτείται ανάλογου μήκους και βάθους αγωγός

τελικής διαθέσεως λυμάτων μέσα στη θάλασσα, σύμφωνα με την Ε1β/221/65 'Υγειονομική Διάταξη, ώστε να είναι δυνατή και η κολύμβηση.

β) Στις υπόλοιπες περιοχές για κολύμβηση και άλιετα ιχθύων.

γ) Για την καθορισμό περιοχών του Σαρωνικού Κόλπου, ως κατάλληλων για άλιετα δστρακοειδών και εχινόδερμων, απαιτείται ειδική απόφαση του οικείου Νομάρχη.

3. Χαρακτηριστικά 'Αποδέκτη.

'Αναλόγως των χρήσεων, όπως αναφέρονται ανωτέρω, ισχύουν χαρακτηριστικά αποδέκτη, σύμφωνα με το άρθρο 4 παρ. 2 της Ε1β/221/65 'Υγειον. Δ/ξεως.

4. Καθορισμός Ειδικών Όρων Διαθέσεως 'Υγρών Βιομ. 'Αποβλήτων - Λυμάτων στις 'Επιτρεπόμενες Περιοχές του Σαρωνικού Κόλπου και 'Ακτές των Νήσων αυτού.

Α. 'Ανώτατα επιτρεπτά όρια έκπομπής των υγρών αποβλήτων.

1. ΡΗ.	6,0-9,0
2. Θερμοκρασία.	35°C
3. Χρώμα	Να μην είναι όρατο σε διάλυση 1 : 20 και σε σταβάδα πάχους 10 cm
4. 'Επιπλέοντα ύλικά (μεγαλύτερα από 1 cm)	'Απουσία - μηδέν
5. Καθιζήζοντα Μl/l } (Μετρούμενα σε κώνο IMHOFF Διαχωριζόμενα Μl/l } μετά από 2 ώρες)	0,5 0,5
6. Αιωρούμενα στερεά ύλικά Μg/l	40
7. 'Ολικά διαλελυμένα στερεά Μg/l	1500
8. BOD 5 Μg/l	40
9. COD Μg/l	150
10. 'Απορρυπαντικά Μg/l (βιοδιασπάσιμα κατά 80 %)	5
11. Λίπη - έλαια (ζωικά - φυτικά) Μg/l	20
12. 'Ορυκτά έλαια - υδρογονάνθρακες Μg/l	15
13. Σύνολο τοξικών μετάλλων Μg/l	3
14. 'Αργύλλιο Μg/l	5
15. 'Αρσενικό Μg/l	0,5
16. Βάριο Μg/l	20
17. Βόριο Μg/l	2
18. Κάδμιο Μg/l	0,1
19. Χρώμιο ³ Μg/l	2
20. Χρώμιο ⁶ Μg/l	0,2
21. Σίδηρος Μg/l	2
22. Μαγγάνιο Μg/l	2
23. 'Υδράργυρος Μg/l	0,005
24. Νικέλιο Μg/l	2
25. Μόλυβδος Μg/l	0,1
26. Χαλκός Μg/l	1,5
27. Σελήνιο Μg/l	0,1
28. Κασσίτερος Μg/l	10
29. Ψευδάργυρος Μg/l	1
30. Κυανιοϋχα Μg/l	0,5
31. Χλώριο ελεύθερο Μg/l	0,7
32. Θειώδη Μg/l	1
33. Θειοϋχα Μg/l	2
34. Φθοριοϋχα Μg/l	6
35. Φώσφορος Μg/l	10
36. 'Ολική αμμωνία Μg/l (NH ₄)	15
37. 'Αζωτο σαν N ₂ σε (NO ₂) Μg/l	0,6

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ)

9779

38. 'Αζωτο σαν N σε (NO ₃) Μg/l	20,0
39. Φαινόλες ελικές Μg/l	0,5
40. 'Αλδεϋδες Μg/l	1
41. 'Αρωματικοί διαλύτες Μg/l	0,2
42. 'Αζωτοϋχοι διαλύτες Μg/l	0,1
43. Χλωροϋχοι διαλύτες Μg/l	1

Π2. 1 Ετήσιος μέσος όρος συγκεντρώσεων των σημαντικότερων ρύπων στα υγρά απόβλητα του διυλιστηρίου για τα έτη 2014 και 2015

	2014	2015	Όριο
pH	7,30	7,4	6,0-9,0
COD (mg/L)	40,07	70,1	150
BOD (mg/L)	9,57	11,9	40
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	14,05	14,2	40
Φαινόλες (mg/L)	0,046	0,072	0,5
Κυανιούχα (mg/L)	0,003	0,003	0,5
Χρώμιο ⁶⁺ (mg/L)	0,004	0,000	0,2
Ολική αμμωνία (NH ₃) (mg/L)	4,8	9,7	15
Ολικά διαλελυμένα στερεά (mg/L)	599,5	1014,7	1500
Ορυκτά έλαια- υδρογονάνθρακες (mg/L)	1,3	2,0	15

Παράρτημα 3: Πίνακες αποτελεσμάτων

Π3. 1 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Α

Kerosene (A)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-200	6,77%	219.340	171.825	14.842,9	11.627,5
U-2100	7,54%	219.340	198.526	16.536,1	14.967,0
U-550	100%	9.726	7.874	9.726,4	7.873,7
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				41.105,5	34.468,2

Π3. 2 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Β

Kerosene cutter_δκίνησης (B)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-3200	13,53%	159.134	131.455	21.530,9	17.785,8
U-4000	0,28%	196.433	207.783	544,8	576,3
U-3900	0,55%	174.496	155.011	968,0	859,9
U-3100	0,39%	372.693	321.455	1.458,6	1.258,1
U-2050	0,32%	112.780	101.586	360,3	324,5
U-2000	0,14%	180.525	171.825	258,2	245,7
U-2100	0,19%	219.340	198.526	422,6	382,5
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				25.543,3	21.432,8

Π3. 3 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Γ

Isomerate (Γ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-4600	93,80%	117.742	97.960	110.441,9	91.886,7
U-2200	20,90%	333.220	272.780	69.651,3	57.018,0
U-3200	15,96%	159.134	131.455	25.396,8	20.979,3
U-2100	3,47%	219.340	198.526	7.600,3	6.879,1
U-2000	3,85%	180.525	171.825	6.949,3	6.614,4
U-2050	0,38%	112.780	101.586	424,9	382,8
U-3100	0,46%	372.693	321.455	1.720,5	1.483,9
U-3900	0,65%	174.496	155.011	1.141,8	1.014,3
U-4000	0,33%	196.433	207.783	642,7	679,8
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				223.969,6	186.938,2

Π3. 4 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Δ

Reformate (Δ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-3300	82,70%	196.585	177.864	162.575,9	147.093,8
U-2200	52,66%	333.220	272.780	175.484,8	143.655,3
U-3200	46,99%	159.134	131.455	74.777,5	61.770,8
U-2100	9,05%	219.340	198.526	19.841,0	17.958,2
U-2000	10,02%	180.525	171.825	18.084,3	17.212,7
U-2050	1,11%	112.780	101.586	1.251,2	1.127,0
U-3100	1,36%	372.693	321.455	5.065,7	4.369,3
U-3900	1,93%	174.496	155.011	3.361,8	2.986,4
U-4000	0,96%	196.433	207.783	1.892,2	2.001,6
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				462.334,5	398.175,1

Π3. 5 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν E

light_straight_run (E)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-2200	6,86%	333.220	272.780	22.866,5	18.719,0
U-3200	5,24%	159.134	131.455	8.337,8	6.887,5
U-2100	1,14%	219.340	198.526	2.495,2	2.258,4
U-2000	1,26%	180.525	171.825	2.281,5	2.171,5
U-2050	0,12%	112.780	101.586	139,5	125,7
U-3100	0,15%	372.693	321.455	564,8	487,2
U-3900	0,21%	174.496	155.011	374,8	333,0
U-4000	0,11%	196.433	207.783	211,0	223,2
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				37.271,1	31.205,4

Π3. 6 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Z

VBRES (Z)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-3900	85,65%	174.496	155.011	149.455,8	132.767,0
U-3100	35,20%	372.693	321.455	131.195,9	113.159,2
U-2050	25,98%	112.780	101.586	29.300,8	26.392,6
U-2100	16,21%	219.340	198.526	35.557,3	32.183,1
U-2000	10,77%	180.525	171.825	19.438,1	18.501,3
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				364.948,0	323.003,3

Π3. 7 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Η

Diesel_3400 (Η)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-3900	7,05%	174.496	155.011	12.302,0	10.928,3
U-3100	2,90%	372.693	321.455	10.799,0	9.314,3
U-2050	2,14%	112.780	101.586	2.411,8	2.172,4
U-2100	10,27%	219.340	198.526	22.524,4	20.386,9
U-2000	12,26%	180.525	171.825	22.124,6	21.058,3
U-3400	100,00%	73.115	64.763	73.115,2	64.762,8
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				143.276,9	128.623,0

Π3. 8 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Θ

Diesel_2400 (Θ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-2100	8,42%	219.340	198.526	18.477,4	16.724,0
U-2000	10,72%	180.525	171.825	19.356,8	18.423,9
U-2400	100%	71.261	64.792	71.261,2	64.792,2
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				109.095,4	99.940,1

Π3. 9 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ι

TAME (Ι)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-4100	17,90%	392.476	335.424	70.264,6	60.050,6
U-4000	13,66%	196.433	207.783	26.832,5	28.383,0

U-3100	2,70%	372.693	321.455	10.045,2	8.664,2
U-2050	2,49%	112.780	101.586	2.812,7	2.533,5
U-2100	1,85%	219.340	198.526	4.065,9	3.680,1
U-2000	1,56%	180.525	171.825	2.810,2	2.674,7
U-4900	46,50%	198.974	167.246	92.525,1	77.771,2
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				209.356,1	183.757,2

Π3. 10 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν K

MTBE (K)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
4400	29,40%	69.380	56.654	20.397,7	16.656,2
4100	3,16%	392.476	335.424	12.398,2	10.596,0
4000	2,41%	196.433	207.783	4.734,6	5.008,2
3100	1,42%	372.693	321.455	5.291,0	4.563,6
2050	1,31%	112.780	101.586	1.481,5	1.334,5
2100	0,76%	219.340	198.526	1.671,0	1.512,5
2000	0,64%	180.525	171.825	1.149,4	1.094,0
4200	13,86%	0	0	0,0	0,0
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				47.123,5	40.764,9

Π3. 11 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Λ

Βενζίνη FCC (Λ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-9200	100%	71.437	63.221	71.437,1	63.220,7
U-4100	29,82%	392.476	335.424	117.025,2	100.013,8
U-4000	22,75%	196.433	207.783	44.689,4	47.271,6
U-3100	13,40%	372.693	321.455	49.940,9	43.075,1
U-2050	12,40%	112.780	101.586	13.983,6	12.595,7
U-2100	7,19%	219.340	198.526	15.772,7	14.275,9
U-2000	6,01%	180.525	171.825	10.849,3	10.326,5

U-4900	53,50%	198.974	167.246	106.449,4	89.475,2
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				430.147,5	380.254,5

Π3. 12 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν M

Propane_2600 (M)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2600	17,50%	32.761	27.263	5.733,2	4.771,1
4600	1,49%	117.742	97.960	1.751,4	1.457,2
3300	0,63%	196.585	177.864	1.238,5	1.120,5
2200	1,91%	333.220	272.780	6.360,0	5.206,5
3200	1,84%	159.134	131.455	2.935,7	2.425,1
2100	0,34%	219.340	198.526	750,1	678,9
2000	0,38%	180.525	171.825	679,1	646,3
2050	0,04%	112.780	101.586	49,1	44,2
3100	0,05%	372.693	321.455	198,9	171,5
3900	0,08%	174.496	155.011	132,0	117,2
4000	0,04%	196.433	207.783	74,3	78,6
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				19.902,2	16.717,2

Π3. 13 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν N

Gasoil_4000 (N)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
4000	15,60%	196.433	207.783	30.643,5	32.414,2
3100	9,19%	372.693	321.455	34.244,5	29.536,6
2050	8,50%	112.780	101.586	9.588,5	8.636,9
2100	4,93%	219.340	198.526	10.815,3	9.789,0
2000	4,12%	180.525	171.825	7.439,4	7.080,9

Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος		
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$	92.731,3	87.457,5

Π3. 14 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ξ

C4_by_pass (Ξ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
4100	2,72%	392.476	335.424	10.682,8	9.129,9
4000	2,08%	196.433	207.783	4.079,5	4.315,2
3100	1,22%	372.693	321.455	4.558,9	3.932,2
2050	1,13%	112.780	101.586	1.276,5	1.149,8
2100	0,66%	219.340	198.526	1.439,8	1.303,2
2000	0,55%	180.525	171.825	990,4	942,7
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				23.027,9	20.772,9

Π3. 15 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ο

Heavy_gasoil (Ο)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2100	2,46%	219.340	198.526	5.385,7	4.874,7
2000	2,19%	180.525	171.825	3.945,5	3.755,4
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος					
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				9.331,3	8.630,0

Π3. 16 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Π

Propylene 4250 (Π)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
4250	84,00%	15.879	14.620	13.338,6	12.281,2
4100	7,95%	392.476	335.424	31.196,0	26.661,2
4000	6,06%	196.433	207.783	11.913,1	12.601,5
3100	3,57%	372.693	321.455	13.313,0	11.482,8
2050	3,31%	112.780	101.586	3.727,7	3.357,7
2100	1,92%	219.340	198.526	4.204,6	3.805,6
2000	1,60%	180.525	171.825	2.892,2	2.752,8
4200	34,88%	0	0	0,0	0,0
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				80.585,2	72.942,8

Π3. 17 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Ρ

Υγραέριο (Ρ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2600	82,50%	32.761	27.263	27.027,9	22.492,3
4600	7,01%	117.742	97.960	8.256,7	6.869,5
3300	2,97%	196.585	177.864	5.838,6	5.282,6
2200	9,00%	333.220	272.780	29.983,0	24.544,7
3200	8,70%	159.134	131.455	13.839,8	11.432,5
2100	3,77%	219.340	198.526	8.267,1	6.757,7
2000	3,58%	180.525	171.825	6.454,3	5.618,9
2050	3,99%	112.780	101.586	4.499,2	3.413,1
3100	4,34%	372.693	321.455	16.179,0	11.767,5
3900	0,36%	174.496	155.011	622,2	552,7
4000	7,12%	196.433	207.783	13.988,9	12.396,9
4400	70,60%	69.380	56.654	48.982,1	39.997,6
4100	9,10%	392.476	335.424	35.714,7	25.444,7
4200	39,93%	0	0	0,0	0,0
4250	16,00%	15.879	27.263	2.540,7	22.492,3
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				222.194,1	176.570,7

Π3. 18 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Σ

Άσφαλτος 2050 (Σ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2000	6,29%	180.525	171.825	11.347,4	10.800,6
2050	15,17%	112.780	101.586	17.104,9	15.407,3
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				28.452,4	26.207,8

Π3. 19 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν T

Kerosene_cutter_δθερμανσης (T)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2100	2,28%	219.340	198.526	4.994,0	4.520,1
2000	2,04%	180.525	171.825	3.689,4	3.511,6
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος $W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$				8.683,4	8.031,7

Π3. 20 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Y

Kerosene_cutter_μαζούτ (Y)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
2100	3,11%	219.340	198.526	6.817,5	6.170,6
2000	2,79%	180.525	171.825	5.036,5	4.793,8

Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος		
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$	11.854,1	10.964,4

Π3. 21 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν Φ

Θειάφι (Φ)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
U-3700A/B U-2750	100,00%	88.089	79.773	88.089,0	79.773,0
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος				88.089,0	79.773,0
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$					

Π3. 22 Υπολογισμός της κατανάλωσης νερού για το ενδιάμεσο προϊόν X

Slurry (X)					
Μονάδα	Ποσοστό ενδιάμεσου στη μονάδα (x_{ik})	Ποσό νερού που καταναλώνεται συνολικά στη μονάδα (W_i)		Ποσό νερού που καταναλώνεται στη μονάδα για το ενδιάμεσο προϊόν ($x_{ik} * W_i$)	
		2014	2015	2014	2015
4100	6,30%	392.476	335.424	24.726,0	21.131,7
4000	4,81%	196.433	207.783	9.442,3	9.987,9
3100	2,83%	372.693	321.455	10.551,9	9.101,3
2050	2,62%	112.780	101.586	2.954,6	2.661,3
2100	1,30%	219.340	198.526	2.859,8	2.588,4
2000	1,09%	180.525	171.825	1.960,1	1.865,6
Συνολικό ποσό νερού ενδιάμεσου προϊόντος				52.494,7	47.336,3
$W_{1k} = \sum_{i=1}^m W_i x_{ik}$					

Π3. 23 Ποσότητα νερού που καταναλώθηκε για κάθε κατηγορία τελικών προϊόντων

	Κατανάλωση νερού (m ³ /yr)	
	2014	2015
ΥΓΡ. ΠΡΟΠΑΝΙΟ	35.784,38	30.545,95
ΥΓΡ. ΒΟΥΤΑΝΙΟ	80.228,04	79.874,53

ΥΓΡ. ΜΙΓΜΑ	51.226,24	45.570,64
ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	74.857,70	51.190,59
ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	80.585,16	72.942,75
BENZINEΣ	1.433.230,30	1.241.868,35
ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ	41.105,47	34.468,18
DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ	168.820,16	150.055,79
DIESEL ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	219.841,33	204.059,29
ΜΑΖΟΥΤ	429.296,75	381.303,95
ΑΣΦΑΛΤΟΣ	28.452,36	26.207,81
ΘΕΙΟ	88.089,03	79.773,03

Π3. 24 Πίνακας υπολογισμών για την ετήσια κατανάλωση νερού του κάθε τελικού προϊόντος (W_{1j})

	Καθαρό σύνολο παραγωγής (kg)		Συντελεστής μάζας: $\frac{m_{\text{προϊόντος}}}{m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}}$		Ποσό νερού (W_{1j} σε m^3) $\frac{m_{\text{προϊόντος}}}{m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}} \cdot *$ σύνολο νερού στην κατηγορία	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
ΥΓΡ. ΠΡΟΠΑΝΙΟ	27.431.906	23.407.071			35.784,4	30.546,0
ΥΓΡ. ΒΟΥΤΑΝΙΟ	138.571.307	135.198.295	38,9%	45,2%	80.228,0	79.874,5
ΥΓΡ. ΜΙΓΜΑ	88.478.878	77.134.394	24,8%	25,8%	51.226,2	45.570,6
ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	129.295.551	86.646.913	36,3%	29,0%	74.857,7	51.190,6
ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	165.607.289	140.861.820			80.585,2	72.942,8
ΣΥΝΟΛΟ ΥΓΡΑΕΡΙΩΝ	356.345.736	298.979.602	100,0%	100,0%		
Σύνολο νερού στην κατηγορία	206.312,0	176.635,8				
ΑΜΟΛΥΒΔΗ 100 RON	49.240.526	68.091.377	2,2%	3,5%	31.158,6	44.050,0
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 92 RON	20.370.978	140.678.925	0,9%	7,3%	12.890,4	91.008,6
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 95 RON 10ppm	2.126.336.798	1.625.470.759	93,9%	84,7%	1.345.509,2	1.051.556,8
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 98 (SUPER PLU)	67.548.905	84.276.812	3,0%	4,4%	42.743,8	54.520,7
BENZINΗ LRP 96 RON 10ppm	1.467.054	1.131.796	0,1%	0,1%	928,3	732,2
ΣΥΝΟΛΟ ΑΜΟΛΥΒΔΗΣ	2.264.964.261	1.919.649.669	100,0%	100,0%		
Σύνολο νερού στην κατηγορία	1.433.230,3	1.241.868,4				
JP-8	97.259.748	73.258.001	17,5%	15,9%	7.209,4	5.471,2
JA-1	456.007.182	388.261.294	82,2%	84,1%	33.801,8	28.997,0
ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	1.271.265	0	0,2%	0,0%	94,2	0,0

	Καθαρό σύνολο παραγωγής (kg)		Συντελεστής μάζας: $m_{\text{προϊόντος}} /$ $m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}$		Ποσό νερού (W_{1i} σε m^3) $\frac{m_{\text{προϊόντος}}}{m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}}$ * σύνολο νερού στην κατηγορία	
ΕΙΔ.ΠΡΟΔΙΑ						
ΣΥΝΟΛΟ ΑΕΡΟΠΟΡ. ΚΑΥΣΙΜΩΝ	554.538.195	461.519.295	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	41.105,5	34.468,2				
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΔΕΗ	103.011.461	80.727.309	7,3%	6,6%	12.294,7	9.835,6
DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ Δ.Ε	1.663.911	1.853.293	0,1%	0,2%	198,6	225,8
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟ 10 ppm	847.994.195	854.780.338	60,0%	69,4%	101.210,4	104.144,1
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ 10ppm	40.276.678	8.535.348	2,8%	0,7%	4.807,1	1.039,9
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ 10 ppm	418.966.916	282.039.383	29,6%	22,9%	50.004,9	34.362,9
ΠΕΤΡ. ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟ 10ppm ΕΙΔ.ΠΡ	2.550.836	3.672.332	0,2%	0,3%	304,4	447,4
ΣΥΝΟΛΟ DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ	1.414.463.997	1.231.608.003	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	168.820,2	150.055,8				
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΑΥΤΙΚΟΥ	20.984.847	11.981.919	2,0%	1,1%	4.448,7	2.174,5
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE 0,1% S max 0.	11.578.326	59.371.731	1,1%	5,3%	2.454,5	10.775,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE ΑΧΡΩΜΟ 0.1% S	24.953.515	15.031.000	2,4%	1,3%	5.290,0	2.727,9
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΑΧΡΩΜΟ 0,1% S max 0.	0	3.438.296	0,0%	0,3%	0,0	624,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ 0,1% S	339.789.831	498.356.314	32,8%	44,3%	72.033,4	90.443,9
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE 0,1% S	237.153.874	245.997.529	22,9%	21,9%	50.275,2	44.644,7
GASOIL UNDYED FOR EXPORTS	1.490.350	0	0,1%	0,0%	315,9	0,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΑΧΡΩΜΟ 0,1% S	400.724.138	290.212.858	38,6%	25,8%	84.951,2	52.669,1
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ	341.333	0	0,0%	0,0%	72,4	0,0
ΣΥΝΟΛΟ DIESEL	1.037.016.214	1.124.389.647	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	219.841,3	204.059,3				

	Καθαρό σύνολο παραγωγής (kg)		Συντελεστής μάζας: $m_{\text{προϊόντος}} / m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}$		Ποσό νερού (W_{1j} σε m^3) $\frac{m_{\text{προϊόντος}}}{m_{\text{προϊόντων κατηγορίας}}} * \text{συνολο νερού στην κατηγορία}$	
ΜΑΖΟΥΤ Υ.Θ. 380	0	0	0,0%	0,0%	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ Υ.Θ. 180	72.593.079	72.645.481	4,2%	4,8%	15.726,7	16.194,3
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΥΘ ΕΦΟΔ. ΠΛ. 380	1.452.797.349	1.299.004.512	83,5%	86,7%	314.737,3	289.577,1
ΜΑΖΟΥΤ ΝΟ 1 1%S	39.679.153	43.512.101	2,3%	2,9%	8.596,2	9.699,8
ΜΑΖΟΥΤ ΝΟ 3 1%S	0	15.383.774	0,0%	1,0%	0,0	3.429,4
ΜΑΖΟΥΤ RMG 380 1% S	80.551.204	4.666.853	4,6%	0,3%	17.450,8	1.040,3
ΜΑΖΟΥΤ RMG 380 HS LCR	0	0	0,0%	0,0%	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ RME 180 1% S	54.501.237	32.675.174	3,1%	2,2%	11.807,3	7.284,0
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΥΘ Εκτός Προδιαγραφής	0	0	0,0%	0,0%	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΧΘ Εκτός Προδιαγραφής	18.143.795	11.751.160	1,0%	0,8%	3.930,7	2.619,6
ΜΑΖΟΥΤ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ (Νο 3)	21.016.305	18.495.797	1,2%	1,2%	4.553,0	4.123,1
ΣΥΝΟΛΟ ΜΑΖΟΥΤ	1.739.282.122	1.498.134.852	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	376.802,0	333.967,7				
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 80/100	9.990.511	4.902.393	7,3%	4,6%	2.067,6	1.196,0
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 50/70	127.489.289	94.784.605	92,7%	88,2%	26.384,8	23.123,6
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 35/50	0	7.739.801	0,0%	7,2%	0,0	1.888,2
ΣΥΝΟΛΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	137.479.800	107.426.799	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	28.452,4	26.207,8				
ΘΕΙΑΦΙ ΣΤΕΡΕΟ	112.873	44.000	0,2%	0,1%	167,8	72,6
ΘΕΙΑΦΙ ΥΓΡΟ	59.148.053	48.316.474	99,8%	99,9%	87.921,3	79.700,5
ΣΥΝΟΛΟ	59.260.926	48.360.474	100,0%	100,0%		
<i>Σύνολο νερού στην κατηγορία</i>	88.089,0	79.773,0				

Π3. 25 Υπολογισμός της συνιστώσας w_{1j} του λειτουργικού Υδατικού Αποτυπώματος κάθε προϊόντος

	w_{1j} (m^3/kg προϊόντος)	
	2014	2015
ΥΓΡ. ΠΡΟΠΑΝΙΟ	0,00130	0,00130
ΥΓΡ. ΒΟΥΤΑΝΙΟ	0,00058	0,00059
ΥΓΡ. ΜΙΓΜΑ	0,00058	0,00059
ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	0,00058	0,00059
ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	0,00049	0,00052
BENZINΗ	0,00063	0,00065

	w_{ij} (m ³ /kg προϊόντος)	
ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ	0,00007	0,00007
DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ	0,00012	0,00012
DIESEL ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	0,00021	0,00018
ΜΑΖΟΥΤ	0,00022	0,00022
ΑΣΦΑΛΤΟΣ	0,00021	0,00024
ΘΕΙΟ	0,00149	0,00165

Π3. 26 Πίνακας υπολογισμού της κατανομής του νερού "άλλες χρήσεις" στα τελικά προϊόντα

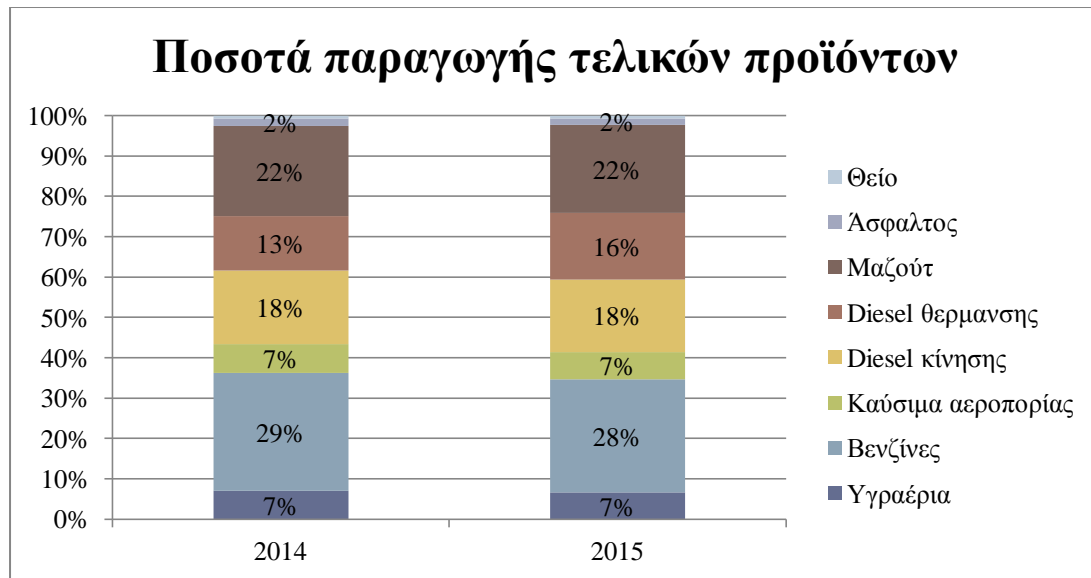
	Ποσότητα (kg)		Ποσοστό ($m_{\text{προϊόντος}}/\text{συνολική}$ $m_{\text{προϊόντων}}$)		Κατανομή νερού 'άλλες χρήσεις' W_{2j}	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
ΥΓΡ. ΠΡΟΠΑΝΙΟ	27.431.906	23.407.071	0,004	0,003	1.109,3	4.603,9
ΥΓΡ. ΒΟΥΤΑΝΙΟ	138.571.307	135.198.295	0,019	0,020	5.603,5	26.591,9
ΥΓΡ. ΜΙΓΜΑ	88.478.878	77.134.394	0,012	0,011	3.577,9	15.171,4
ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	129.295.551	86.646.913	0,017	0,013	5.228,4	17.042,4
ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	165.607.289	140.861.820	0,022	0,021	6.696,8	27.705,8
ΑΜΟΛΥΒΔΗ 100 RON	49.240.526	68.091.377	0,007	0,010	1.991,2	13.392,8
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 92 RON	20.370.978	140.678.925	0,003	0,021	823,8	27.669,9
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 95 RON 10ppm	2.126.336.798	1.625.470.759	0,287	0,238	85.984,3	319.710,5
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ 98 (SUPER PLUS)	67.548.905	84.276.812	0,009	0,012	2.731,5	16.576,2
BENZINΗ LRP 96 RON 10ppm	1.467.054	1.131.796	0,000	0,000	59,3	222,6
JP-8	97.259.748	73.258.001	0,013	0,011	3.933,0	14.409,0
JA-1	456.007.182	388.261.294	0,061	0,057	18.439,9	76.366,3
ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΕΙΔ.ΠΡΟΔΙΑ	1.271.265	0	0,000	0,000	51,4	0,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΔΕΗ	103.011.461	80.727.309	0,014	0,012	4.165,6	15.878,1
DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ Δ.Ε	1.663.911	1.853.293	0,000	0,000	67,3	364,5
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ BIO 10 ppm	847.994.195	854.780.338	0,114	0,125	34.291,0	168.125,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ 10ppm	40.276.678	8.535.348	0,005	0,001	1.628,7	1.678,8
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	418.966.916	282.039.383	0,056	0,041	16.942,1	55.473,8

	Ποσότητα (kg)		Ποσοστό (μ.προϊόντος/συνολική μ.προϊόντων)		Κατανομή νερού 'άλλες χρήσεις' W _{2j}	
ΚΙΝΗΣΗΣ 10 ppm						
ΠΕΤΡ. ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟ 10ppm ΕΙΔ.ΠΡ	2.550.836	3.672.332	0,000	0,001	103,2	722,3
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΑΥΤΙΚΟΥ	20.984.847	11.981.919	0,003	0,002	848,6	2.356,7
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE 0,1% S max 0.	11.578.326	59.371.731	0,002	0,009	468,2	11.677,7
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE ΑΧΡΩΜΟ 0.1% S	24.953.515	15.031.000	0,003	0,002	1.009,1	2.956,4
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΑΧΡΩΜΟ 0,1% S max 0.		3.438.296	0,000	0,001	0,0	676,3
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ 0,1% S	0	498.356.314	0,000	0,073	0,0	98.020,7
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ MARINE 0,1% S	2.550.836	245.997.529	0,000	0,036	103,2	48.384,8
GASOIL UNDYED FOR EXPORTS	237.153.874	0	0,032	0,000	9.590,0	0,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΑΧΡΩΜΟ 0,1% S	1.490.350	290.212.858	0,000	0,042	60,3	57.081,4
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ	400.724.138	0	0,054	0,000	16.204,4	0,0
ΜΑΖΟΥΤ Υ.Θ. 380	0	0	0,000	0,000	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ Υ.Θ. 180	72.593.079	72.645.481	0,010	0,011	2.935,5	14.288,5
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΥΘ ΕΦΟΔ. ΠΛ. 380	1.452.797.349	1.299.004.512	0,196	0,190	58.747,9	255.498,6
ΜΑΖΟΥΤ NO 1 1%S	39.679.153	43.512.101	0,005	0,006	1.604,5	8.558,3
ΜΑΖΟΥΤ NO 3 1%S	0	15.383.774	0,000	0,002	0,0	3.025,8
ΜΑΖΟΥΤ RMG 380 1% S	80.551.204	4.666.853	0,011	0,001	3.257,3	917,9
ΜΑΖΟΥΤ RMG 380 HS LCR	0	0	0,000	0,000	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ RME 180 1% S	54.501.237	32.675.174	0,007	0,005	2.203,9	6.426,8
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΥΘ Εκτός Προδιαγραφής	0	0	0,000	0,000	0,0	0,0
ΜΑΖΟΥΤ Νο 3 ΧΘ Εκτός Προδιαγραφής	18.143.795	11.751.160	0,002	0,002	733,7	2.311,3
ΜΑΖΟΥΤ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ (No 3)	21.016.305	18.495.797	0,003	0,003	849,9	3.637,9

	Ποσότητα (kg)		Ποσοστό ($m_{\text{προϊόντος}}/\text{συνολική } m_{\text{προϊόντων}}$)		Κατανομή νερού 'άλλες χρήσεις' W_{2j}	
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 80/100	9.990.511	4.902.393	0,001	0,001	404,0	964,2
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 50/70	127.489.289	94.784.605	0,017	0,014	5.155,4	18.643,0
ΑΣΦΑΛΤΟΣ 35/50	0	7.739.801	0,000	0,001	0,0	1.522,3
ΘΕΙΑΦΙ ΣΤΕΡΕΟ	112.873	44.000	0,000	0,000	4,6	8,7
ΘΕΙΑΦΙ ΥΓΡΟ	59.148.053	48.316.474	0,008	0,007	2.391,8	9.503,3
ΚΑΘΑΡΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	7.418.810.118	6.854.337.232				

Π3. 27 Υπολογισμός συνολικού λειτουργικού Αποτυπώματος των τελικών προϊόντων

	Λειτουργικό ΥΑ προϊόντος (m^3 νερού/ ποσότητα προϊόντος kg) w_{1j}		Άλλες χρήσεις (m^3 νερού/ ποσότητα προϊόντος σε kg) w_{2j}		Συνολικό λειτουργικό ΥΑ Προϊόντος, $w_{1j}+w_{2j}$ (m^3 νερού/ ποσότητα προϊόντος σε kg)	
	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
	ΥΓΡ. ΠΡΟΠΑΝΙΟ	0,00130	0,00130	0,00004	0,00020	0,00134
ΥΓΡ. ΒΟΥΤΑΝΙΟ	0,00058	0,00059	0,00004	0,00020	0,00062	0,00079
ΥΓΡ. ΜΙΓΜΑ	0,00058	0,00059	0,00004	0,00020	0,00062	0,00079
ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	0,00058	0,00059	0,00004	0,00020	0,00062	0,00079
ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ	0,00049	0,00052	0,00004	0,00020	0,00053	0,00071
BENZINEΣ	0,00063	0,00065	0,00004	0,00020	0,00067	0,00084
ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ	0,00007	0,00007	0,00004	0,00020	0,00011	0,00027
DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ	0,00012	0,00012	0,00004	0,00020	0,00016	0,00032
DIESEL ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	0,00021	0,00018	0,00004	0,00020	0,00025	0,00038
ΜΑΖΟΥΤ	0,00022	0,00022	0,00004	0,00020	0,00026	0,00042
ΑΣΦΑΛΤΟΣ	0,00021	0,00024	0,00004	0,00020	0,00025	0,00044
ΘΕΙΟ	0,00149	0,00165	0,00004	0,00020	0,00153	0,00185



Δ3. 1 Ποσοστό επί της τελικής παραγωγής κάθε κατηγορίας προϊόντος