

Ανάλυση εισροών

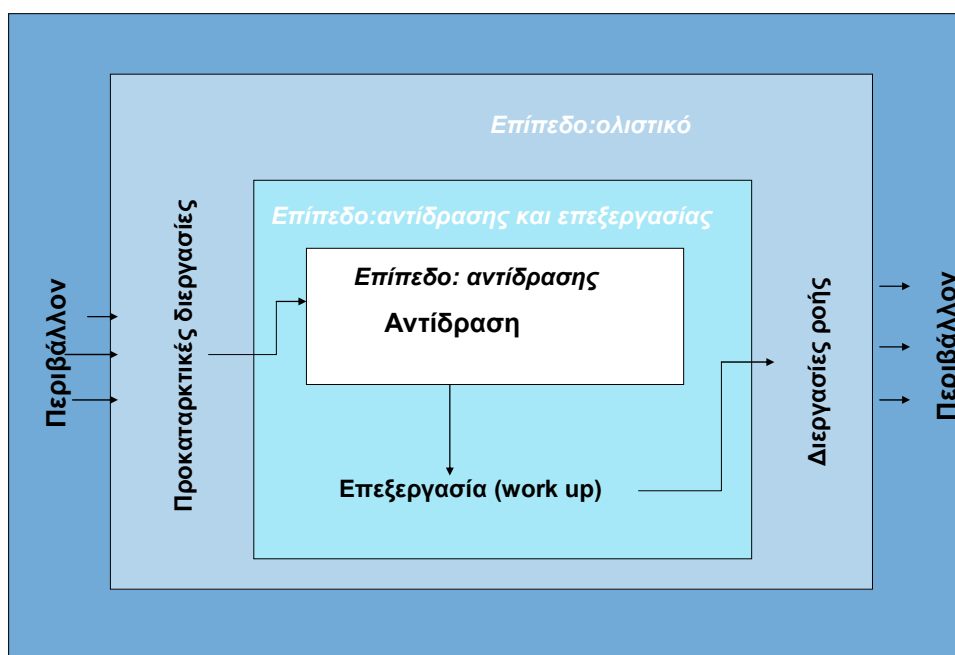
Περίληψη

Η ανάλυση εισροών είναι μια μέθοδος εντοπισμού των πρώτων ασθενών σημείων σε προϊόντα και διαδικασίες. Βασίζεται στον κανονισμό ISO 14040 για την διεξαγωγή των περιβαλλοντικών ισοζυγίων. Σε αντίθεση με τα περιβαλλοντικά ισοζύγια δεν περιλαμβάνει αξιολόγηση των επιπτώσεων. Οι εκτιμήσεις βασίζονται στην ανάλυση των ισοζυγίων μάζας και ενέργειας.

Τα ακόλουθα παραδείγματα μίας ανάλυσης εισροών-εκροών θα πρέπει να επιδεικνύουν την μεθοδική διαδικασία της ανάλυσης. Τα προκύπτοντα αποτελέσματα του παραδείγματος που ακολουθεί, θα συζητηθούν αλλού (βλέπε το κείμενο “Environmental Aspects of the Energy Supply of Chemical Reactions”).

Η ανάλυση εισροών σαν ένα παράδειγμα

Με βάση την ανάλυση εισροών εξετάζεται η καταλυόμενη από οξέα ακεταλοποίηση της 3-νιτροβενζαλδεΐδης με αιθανοδιόλη προς το 2-(3-νιτροφαινυλο)-1,3-διοξολάνιο. Για το σκοπό αυτό συγκρίθηκε η κλασσική διεξαγωγή της αντίδρασης με την εναλλακτική χρησιμοποίηση των μικροκυμάτων. Στο πλαίσιο της κλασσικής μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν για σύγκριση σαν πηγές θέρμανσης ελαιόλουτρο και θερμαινόμενος μανδύας. Στην ανάλυση η εξέταση έγινε σε διαφορετικά επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο, αυτό της αντίδρασης, εξετάζονται μόνο οι ροές μάζας και ενέργειας που συνδέονται άμεσα με την αντίδραση. Στο δεύτερο επίπεδο, το επίπεδο της σύνθεσης, περιλαμβάνονται οι εισροές (**input**) της αντίδρασης και η περαιτέρω κατεργασία (**work up**). Το τρίτο και τελευταίο επίπεδο έχει μια ολιστική άποψη. Στο επίπεδο αυτό ισοσταθμίζονται όλες οι εισροές, από την αναζήτηση των πρώτων υλών (**raw materials**) έως τα τελικά προϊόντα (η απόρριψη των αποβλήτων και των υπολειμμάτων από την παραλαβή των πρώτων υλών δεν εξετάζεται γιατί υποθέτουμε σταθερές ποσότητες αποβλήτων και συγκεκριμένη διαδικασία επεξεργασίας τους). Στην εικόνα 1 παρουσιάζονται σχηματικά τα διάφορα επίπεδα ανάλυσης



Εικόνα 1: Διάφορα επίπεδα ανάλυσης της σύνθεσης.

Η ανάλυση εισροών καταγράφει τις ποσότητες των υλικών που καταναλώνονται. Οι δυνητικές τοξικότητες κάθε ουσίας δεν λαμβάνονται υπόψη με την μέθοδο αυτή. Με τον τρόπο αυτό δεν είναι δυνατό να προκύψουν απόλυτα συμπεράσματα (*statements*) σχετιζόμενα με τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Παρ' όλα αυτά η διαδικασία αυτή μπορεί να αποκαλύψει τα ασθενή σημεία που σχετίζονται με την διαδικασία με μικρά έξοδα και να συμβάλει στην βελτίωση των διαδικασιών.

Τα καταγραφόμενα δεδομένα της αντίδρασης

Στην επόμενη παράγραφο περιγράφονται τα διαγράμματα ροής σε διάφορα επίπεδα επεξεργασίας από τις καταγραφόμενες μετρήσεις. Οι μάζες των υλικών ελήφθησαν όπως περιγράφονται στις οδηγίες. Τα δεδομένα της ενεργειακής κατανάλωσης καταγράφηκαν με την χρησιμοποίηση εμπορικά διαθέσιμων συσκευών. Μετρήθηκε η κατανάλωση του νερού ψύξης.

Ροές μάζας και ενέργειας της σύνθεσης – Εισροή

		Ελαιόλουτρο	Θερμαντικός μανδύας	Μικροκύματα	
Ουσίες και βοηθητικά υλικά	3-Νιτροβενζαλδεΐδη	7.55	7.55	7.55	g
	Αιθυλενογλυκόλη	3.42	3.42	3.42	g
	Μονοϋδρίτης	0.40	0.40	0.40	g
	4-τολουολοσουλφονικού οξέος	0.40	0.40	0.40	g
	Κυκλοεξάνιο	90.0	90.0	---	cm ³
	Νερό ψύξης	12.1	12.1	---	dm ³
Ενεργειακές απαιτήσεις	Παροχή θερμικής ενέργειας	1444	1008	180	kJ
	Ανάδευση	18	18	54	kJ
	Αντλία ελαίου/κρυοστατικός ρυθμιστής θερμοκρασίας	43	43	43	kJ

Πίνακας 1: Ροές μάζας και ενέργειας της σύνθεσης (Αντίδραση και κατεργασία) - Εισροή

		Ελαιόλουτρο	Θερμαντικός μανδύας	Μικροκύματα	
Ουσίες και βοηθητικά υλικά	3-Νιτροβενζαλδεΐδη	7.55	7.55	7.55	g
	Αιθυλενογλυκόλη	3.42	3.42	3.42	g
	Μονοϋδρίτης 4-τολουολοσουλφονικού οξέος	0.40	0.40	0.40	g
	Κυκλοεξάνιο	90.0	90.0	---	cm ³
	Νερό ψύξης	12.8	12.5	0.4	dm ³
	Πετρελαϊκός αιθέρας (40-60)	25.0	25.0	25.0	cm ³
	Διαιθυλαιθέρας	25.0	25.0	25.0	cm ³
Ενεργειακές απαιτήσεις	Παροχή θερμικής ενέργειας	1627	1044	216	kJ
	Ανάδευση	18	18	54	kJ
	Αντλία ελαίου/κρυοστάτης	86	86	86	kJ

Πίνακας 2: Ροές μάζας και ενέργειας της αντίδρασης - Εκροές

Ροές υλικών και ενέργειας της σύνθεσης – Εκροές

	Ελαιόλουτρο	Θερμαντικός μανδύας	Μικροκύματα	
Απόβλητα	108.16	108.16	47.31	g
1,3-Διοξάνιο	7.8	7.8	7.8	g
Νερό ψύξης	12.8	12.5	0.4	dm ³

Πίνακας 3 : Ροές υλικών και ενέργειας της σύνθεσης – Εκροές

Στο επίπεδο της αντίδρασης και σύνθεσης οι εισροές και εκροές ήταν σχετικά εύκολο να προσδιοριστούν λόγω του περιορισμένου αριθμού των διαφόρων ρευμάτων. Όμως σε μια ολιστική άποψη είναι περισσότερο δύσκολο να καταγραφούν τα διάφορα ρεύματα υλικών. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να συγκεντρωθούν δεδομένα από διάφορες βάσεις τα οποία στην συνέχεια να διασταυρωθούν μεταξύ τους.

Ροές Μάζας και Ενέργειας. Ολιστική Άποψη

Από ολιστική άποψη η καταγραφή των ροών μάζας και ενέργειας είναι πολύ εκτεταμένη. Για το λόγο αυτό στην περιγραφή αυτή δίδονται σε παράρτημα. Μετά τον καθορισμό των ροών υλικών και ενέργειας τα δεδομένα από τα διαφορετικά πειράματα θα συγκριθούν μεταξύ τους και θα αξιολογηθούν.

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των πειραμάτων ακολουθεί δυο πορείες, την ροή μάζας και την ροή ενέργειας.

Κατανάλωση ενέργειας

Από ενεργειακή άποψη είναι εύκολο να διαπιστωθεί, ότι η χρήση των μικροκυμάτων είναι η πλέον ευνοϊκή μέθοδος. Ο μικρότερος χρόνος αντίδρασης παίζει έναν προεξέχοντα ρόλο. Στις κλασσικές μεθόδους παροχής ενέργειας προτιμάται η χρήση του θερμαινόμενου μανδύα. Ο λόγος γι' αυτό είναι η καλύτερη μόνωση της θερμαντικής υποδοχής, σε σύγκριση με το ελαιόλουτρο. Στον πίνακα 4 φαίνεται η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για κάθε εκδοχή της διαδικασίας.

	Μικροκύματα	Ελαιόλουτρο	Θερμαινόμενος μανδίας	
Ενεργειακές απαιτήσεις αντίδρασης	277	1505	1069	kJ
Ενεργειακές απαιτήσεις επεξεργασίας	79	227	79	kJ
Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις	356	1732	1148	kJ

Πίνακας 4: Καταναλώσεις ενέργειας επιμέρους διαδικασιών

Ανάμεσα στις διαφορές που προκύπτουν για την κατανάλωση ενέργειας από τα διάφορες παραλλαγές της αντίδρασης, η κατανομή της στα διάφορα στάδια της σύνθεσης παρουσιάζει ενδιαφέρον. Σε ότι αφορά την εξεταζόμενη σύνθεση, μπορεί να δειχθεί ότι η συμμετοχή της κατεργασίας στην κατανάλωση ενέργειας είναι αμελητέα σε σχέση με την ενέργεια της αντίδρασης. Για τον λόγο αυτό οι πιθανές βελτιώσεις θα πρέπει να έχουν στόχο την αντίδραση και όχι την μέθοδο κατεργασίας. Η ενέργεια που απαιτείται για την κατεργασία δίνεται στην εικόνα 2 σε σχέση με την συνολική κατανάλωση ενέργειας.



Εικ. 2: Κατανάλωση ενέργειας από την αντίδραση και την κατεργασία

Κατανάλωση υλικών

Συγκρίνοντας τις διαφορές που προέκυψαν στις ροές μάζας, η εναλλακτική μέθοδος της θέρμανσης με μικροκύματα προκύπτει ότι είναι καλύτερη από ότι η θέρμανση με τις κλασσικές μεθόδους. Η χρήση των μικροκυμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς κυκλοεξάνιο και νερό και με τις ίδιες ποσότητες πρώτων υλών και καταλυτών. Το πλεονεκτήμα της σύνθεσης με τα μικροκύματα γίνεται εμφανές αν ληφθούν υπόψιν οι προκαταρκτικές διεργασίες που απαιτούνται με την κλασσική μέθοδο. Η αφαίρεση του κυκλοεξάνιου έχει σαν αποτέλεσμα να αποφεύγεται η περιβαλλοντική μόλυνση που προκαλείται από την διαδικασία παραγωγής του. Από μία ολιστική άποψη, θα πρέπει επιπροσθέτως να σημειωθεί ότι η ελάττωση στην κατανάλωση ενέργειας οδηγεί σε πιο μικρές καταναλώσεις των περιορισμένων πρωταρχικών πηγών ενέργειας, όπως είναι το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Παράρτημα

Τα δεδομένα που δίνονται στους παρακάτω πίνακες παριστάνουν τις εισροές και εκροές από το εξεταζόμενο παράδειγμα «ακεταλοποίηση». Τα υλικά τα οποία δεν συνδέονται άμεσα με την αντίδραση αναφέρονται σε προκαταρκτικές διεργασίες.

Πίνακας: Ροές Υλικών και Ενέργειας Ολιστική Άποψη – Εισροές

	Θερμανόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Βασικά χημικά υλικά						
Ανόργανα βασικά χημικά υλικά						
Οξινο ανθρακικό νάτριο	5.39	g	5.39	g	5.39	g
Οξυγόνο	3.87	g	3.87	g	3.87	g
Οργανικά βασικά χημικά υλικά						
Διαιθυλαιθέρας	17.84	g	17.84	g	17.84	g
Πετρελαϊκός αιθέρας	16.60	g	16.60	g	16.60	g
<i>tert.</i> Βουτυλο μεθυλο αιθέρας	79.81	g	79.81	g	79.81	g
Αέρας	1035.43	g	1035.43	g	1035.43	g
Χημικές ουσίες (fine chemicals)						
Μονοενυδατωμένο 4-Τολουολοσουλφονικό οξύ	400.00	mg	400.00	mg	400.00	mg
Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις (CED)	20368.13	kJ	13351.52	kJ	22362.69	kJ

Συνέχεια	Θερμαινόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Ορυκτά						
Θειικό νάτριο	43142.86	mg	43142.86	mg	43142.86	mg
Αποθέματα ακατέργαστων υλικών (RiD)						
Ενεργειακές πηγές (RiD)						
Λιγνίτης (Brown coal)	472.88	g	386.99	g	536.03	g
Φυσικό αέριο	98.38	g	42.36	g	101.62	g
Ορυκτέλαιο	59.52	g	14.46	g	60.36	g
Ξυλεία	3.70	mg	3.70	mg	3.70	mg
Ανθρακίτης	137.11	g	105.83	g	158.70	g
Ουράνιο	7.07	mg	7.07	mg	7.07	mg
Πηγές ενέργειας μη χρησιμοποιούμενες ενεργητικά (RiD)			0.05	kg	0.05	kg
Βωξίτης	32.89	mg	9.47	mg	32.89	mg
Μπεντονίτης	14.59	mg	2.23	mg	14.59	mg
Θειικό ασβέστιο	1.46	mg	0.22	mg	1.46	mg
Δολομίτης	0.61	mg	0.09	mg	0.61	mg
Σίδηρος	55.86	mg	8.24	mg	55.86	mg
Ασβεστόλιθος	15323.53	mg	14114.45	mg	16175.79	mg
Χαλίκι	0.15	mg	0.02	mg	0.15	mg
Ορυκτά (RiD)						
Φθοριούχο ασβέστιο	0.09	mg	0.09	mg	0.09	mg
Χλωριούχο νάτριο	153.69	mg	95.43	mg	153.69	mg
Ολιβίνης	0.46	mg	0.07	mg	0.46	mg
Άμμος	277.08	mg	269.87	mg	277.08	mg
Σχιστόλιθος	4.03	mg	0.65	mg	4.03	mg
Θείο	35263.64	mg	35255.11	mg	35263.64	mg
Πηλός	1.25	mg	0.14	mg	1.25	mg
Νερό	380.30	kg	305.82	kg	389.35	kg
kJ	20368.13	kJ	13351.52	kJ	22362.69	kJ
kg	382.32	kg	307.62	kg	391.46	kg

Πίνακας: Ροές υλικών και ενέργειας Ολιστική άποψη – Εκροές

Απόβλητα	Θερμαινόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Απόβλητα, για απόρριψη (WfD)						
Απόβλητα, για αποτέφρωση	108.12	g	108.12	g	38.01	g
Απόβλητα, οικιακού τύπου	62.02	mg	62.02	mg	6.35	mg
Απόβλητα, άλλα (WfD)						
Βοθρολύματα, λασπώδη	2.92	mg	3.57	mg	2.05	mg
Απόβλητα, μη χαρακτηρισμένα	213.75	mg	213.75	mg	153.60	mg

Συνέχεια	Θερμανόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Μπάζα	3019.41	g	3019.41	g	3018.85	g
Στάκτες και τέφρες	8696.78	mg	12917.99	mg	2843.89	mg
Μέταλλα	0.48	mg	0.48	mg	0.09	mg
Ραδιενεργά απόβλητα (υψηλής ραδιενέργειας)						
Επικίνδυνα απόβλητα	2.89	mg	2.89	mg	2.89	mg
Ειδικά απορρίματα	42.42	mg	47.90	mg	3.67	mg
Απόβλητα για βιομηχανική εκμετάλευση (WfE)						
Απόβλητα, άλλα (WfE)						
Στάκτες και τέφρες	4907.43	mg	7312.27	mg	1641.61	mg
Κόνεις φίλτρων	2301.52	mg	2301.52	mg	2301.52	mg
Γύψος (REA)	7946.59	mg	7946.59	mg	7946.59	mg
Κοινές τέφρες	344.03	mg	344.03	mg	344.03	mg
Θειικό νάτριο	75.49	mg	75.49	mg	75.49	mg
Pellets από θαλάμους τήξεως	2884.42	mg	2884.42	mg	2884.42	mg
Μίγματα δυνητικά ανακυκλώσιμα	10.41	mg	10.41	mg		
Ρευστοποιημένες τέφρες κλίνης (Fluidised bed ashes)	230.15	mg	230.15	mg	230.15	mg
Απόβλητα, μη χαρακτηρισμένα	30.92	mg	41.83	mg	16.10	mg
Αραιωμένο νιτρικό οξύ και νιτρικά άλατα	1075.51	g	1075.51	g	1075.51	g
Βασικά Χημικά υλικά						
Ανόργανα βασικά χημικά υλικά						
Οξίνο ανθρακικό νάτριο	5.39	g	5.39	g	5.39	g
Βασικά Οργανικά χημικά υλικά	0.08	kg	0.08	kg	0.08	kg
Βενζοϊκό οξύ	2272.18	mg	2272.18	mg	2272.18	mg
Μηλεϊνικό οξύ	2272.18	mg	2272.18	mg	2272.18	mg
tert. Βουτυλο μεθυλο αιθέρας	79.81	g	79.81	g	79.81	g
Εκπομπές (εδάφος)						
Μεταλλα (W)						
Αργίλιο	1.63	mg	1.63	mg	0.59	mg
Μόλυβδος	0.30	mg	0.30	mg	0.30	mg
Μαγγάνιο	0.58	mg	0.58	mg	0.58	mg
Μέταλλα μη χαρακτηρισμένα	21.92	mg	21.92	mg	5.35	mg
Μολυβδαίνιο	0.07	mg	0.07	mg	0.07	mg
Νάτριο	14.84	mg	14.84	mg	3.12	mg
Ουράνιο	0.10	mg	0.10	mg	0.10	mg
ΒανάδιοVanadium	0.06	mg	0.06	mg	0.06	mg
Εκπομπές (αέρας)						
Σωματίδια	0.14	mg	0.14	mg	0.14	mg
Κόνις	218.43	mg	291.38	mg	61.94	mg
κόνις (>PM10)	9.36	mg	9.36	mg	9.36	mg
Κόνις (PM10)	21.87	mg	21.87	mg	21.87	mg
Ανόργανες ενώσεις. (L)						
Αμμωνία	22.17	mg	22.83	mg	18.73	mg
Υδροχλώριο	61.60	mg	81.24	mg	33.74	mg

Συνέχεια	Θερμαινόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Επιτεταρτοξείδιο του αζώτου(Dinitrogen monoxide)	482.77	mg	483.55	mg	481.71	mg
υδροφθόριο	8.39	mg	11.10	mg	4.71	mg
Διοξείδιο του άνθρακα (L)	1.03	kg	1.15	kg	0.77	kg
Διοξείδιο του άνθρακα fossile	1031.75	g	1154.70	g	768.98	g
Μονοξείδιο του άνθρακα	301.32	mg	315.80	mg	180.62	mg
Μέταλλα (L)						
Μέταλλα μη χαρακτηρισμένα	0.16	mg	0.16	mg	0.02	mg
Νικέλιο	0.09	mg	0.10	mg	0.08	mg
Σελήνιο	0.09	mg	0.09	mg	0.09	mg
NOx	1997.64	mg	2144.39	mg	1368.71	mg
Ραδιο νουκλίδια(L)	431.85	kBq	431.85	kBq	431.85	kBq
Ραδιο νουκλίδια ολικά	431852	Bq	431852.39	Bq	431852.39	Bq
Διοξείδιο του θείου	2729.63	mg	3253.10	mg	1706.05	mg
Υδροθείο	0.18	mg	0.18	mg	0.18	mg
Υδρογόνο	1.56	mg	1.56	mg	0.65	mg
VOC (L)						
Μεθάνιο	2420.85	mg	2748.18	mg	1533.88	mg
NMVOC (L)						
Βενζόλιο	0.13	mg	0.17	mg	0.08	mg
NMVOC, αρωματικά μη χαρακτηρισμένα	4.39	mg	4.39	mg	0.75	mg
Εξάνιο	0.12	mg	0.12	mg	0.12	mg
NMVOC, περιέχον οξυγόνο (L)	0.00	kg	0.00	kg	0.00	kg
Φορμαλδεύδη	0.08	mg	0.08	mg	0.08	mg
NMVOC, μη χαρακτηρισμένο	175.02	mg	178.75	mg	169.95	mg
VOC (υδρογονάνθρακες)	108.74	mg	108.74	mg		
Εκπομπές (νερό)						
Εκπομπές (W)						
Ανθρακικά	13.72	mg	13.72	mg	2.01	mg
Χλωριούχα	120.24	mg	120.24	mg	67.86	mg
Στερεά διαλυμένα	10.78	mg	10.78	mg	3.57	mg
Στερεά, αιωρούμενα	15.98	mg	15.98	mg	3.21	mg
Φθοριούχα	0.13	mg	0.13	mg	0.13	mg
Οξέα σαν H(+)	4.05	mg	4.05	mg	0.62	mg
Αμμωνία	0.29	mg	0.29	mg	0.29	mg
Αμμωνιακά	1.42	mg	1.42	mg	1.16	mg
Νιτρικά	0.42	mg	0.42	mg	0.16	mg
Ενώσεις αζώτου μη χαρακτηρισμένες	0.49	mg	0.49	mg	0.17	mg
Θειικά	628.11	mg	628.11	mg	609.93	mg
Ανόργανες ενώσεις (W)						
Χλώριο	0.87	mg	0.87	mg	0.87	mg
Απορρυπαντικά, έλαιο	4.01	mg	4.01	mg	0.43	mg
Υδρογονάνθρακες						
Υδρογονάνθρακες μη χαρακτηρισμένοι	3.03	mg	3.03	mg	0.42	mg

Συνέχεια	Θερμαινόμενος μανδύας		Μικροκύματα		Ελαιόλουτρο	
Υδρογονάνθρακες μη χαρακτηρισμένοι	0.65	mg	0.65	mg	0.65	mg
Φαινόλες	0.07	mg	0.07	mg	0.00	mg
Οργανικές ενώσεις διαλυμένες	1.17	mg	1.17	mg		
Οργανικές ενώσεις μη χαρακτηρισμένες	0.13	mg	0.13	mg		
Δείκτης παραμέτρων						
BSB-5	2.55	mg	2.55	mg	0.71	mg
CSB	15.76	mg	15.76	mg	4.03	mg
TOC	1.37	mg	1.37	mg	1.37	mg
Χημικές ουσίες (fine chemicals)						
1.3 Διοξολάνιο	7800.00	mg	7800.00	mg	7800.00	mg
Μεταλλεύματα						
Γύψος (REA)	3125.44	mg	4666.75	mg	1032.30	mg
Θειϊκό νάτριο	43142.9	mg	43142.86	mg	43142.86	mg
Νερό	379.28	kg	388.15	kg	305.05	kg
kJ	20368.1	kJ	22362.69	kJ	13351.52	kJ
kg	382.32	kg	391.46	kg	307.62	kg