

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

---

- ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ
- ΚΑΥΣΗ
- ΠΥΡΟΛΥΣΗ
- ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
- ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ - ΜΕΘΑΝΟΓΕΝΕΣΗ
- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
- ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

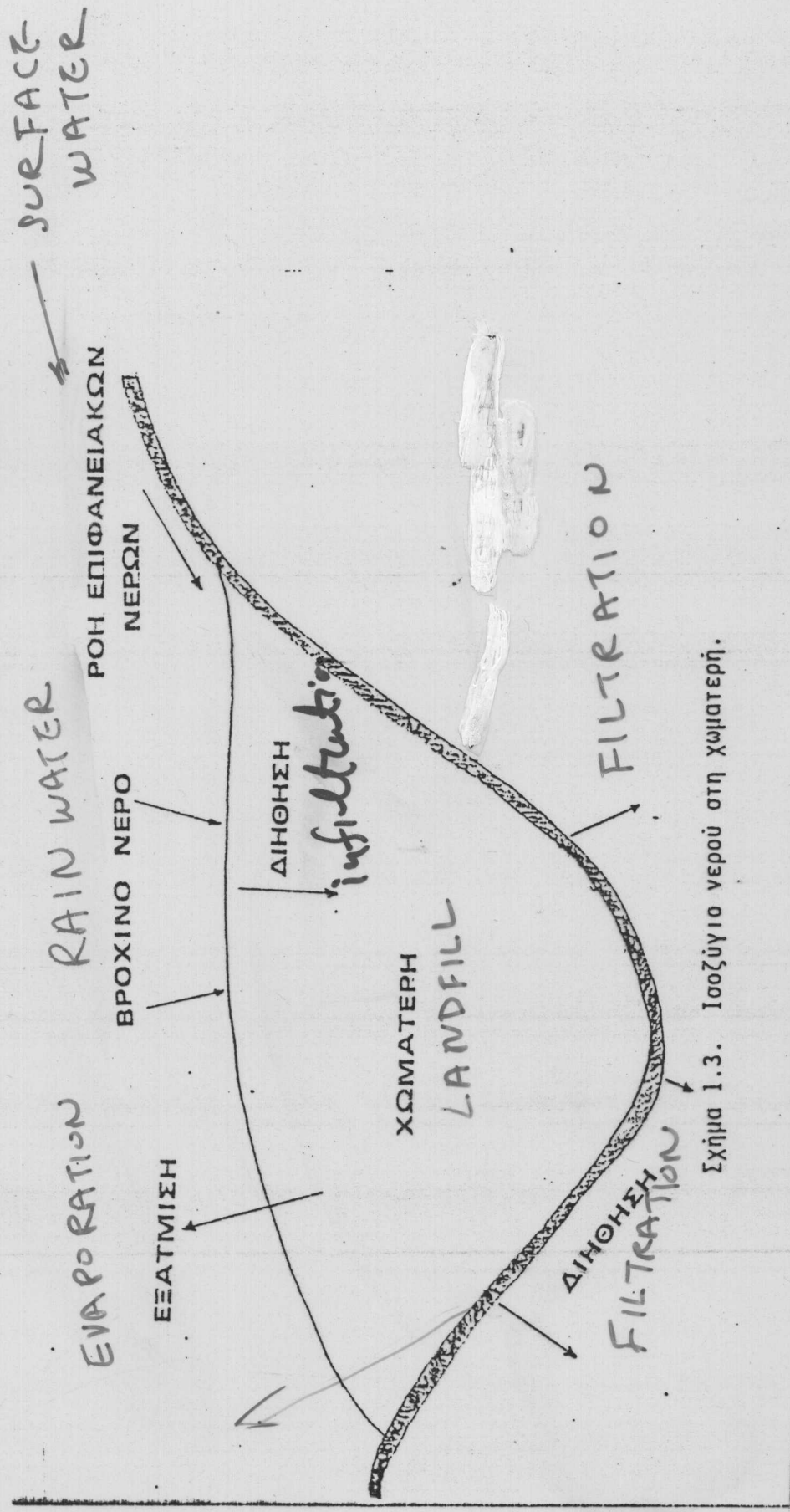
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ  
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΤΩΝ  
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**

# **ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ**

**ΒΙΟΑΕΡΙΟ**

**ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΑ**

**WATER BALANCE  
IN A LANDFILL**



Σχήμα 1.3. Ισοζύγιο νερού στη χωματερή.

# Leachate characteristics

ΣΠΔΟΕ

↓ Parameter

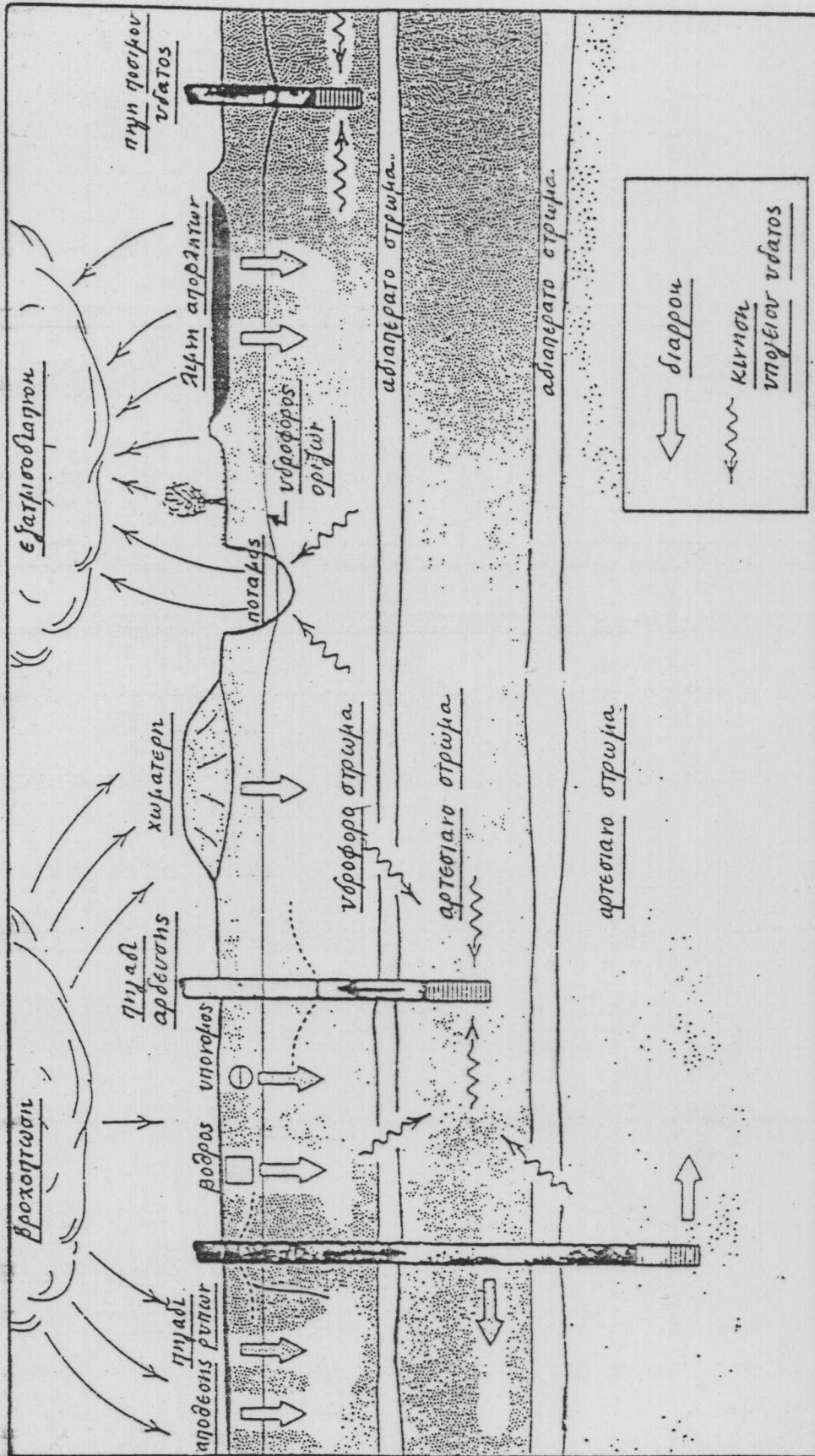
↙ at the point of production

Total Solids  
Dissolved Solids  
Suspended S.  
Sulphate  
Phosphate  
Ammonia  
chloride

Παράμετροι	Αναβλύζοντα
pH	8.0 - 8.5
Χρώμα - colour	4000 - 9000
BOD <sub>5</sub>	650 - 1150
COD	4000 - 8810
Ολικά Στερεά T.S	9000 - 19600
Διαλυμένα Στερεά D.S	8740 - 19250
Αιωρούμενα Στερεά	90 - 470
Θειικά (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	70 - 350
Φωσφορικά (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	5.0 - 14.2
Αμμωνιακά (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1650 - 3850
Χλωριόντα (Cl <sup>-</sup> )	760 - 2350
Ni	0.67 - 1.35
Cu	0.09 - 1.13
Cr	0.70 - 1.9
Fe	5.0 - 16
Mg	17.6 - 140

Πίνακας 3.33. Εύρος Συγκεντρώσεων των Ρυπαντικών Παραμέτρων στα Στραγγίσματα της Χωματερής Α. Λιοσίων. (1989-1992).

Σχήμα 1.3: Ρύπανση των Υπογείων Υδάτων από Απόθεση και Διανομή Ρύπων (Χωματερές, Υπόνομοι, Βόθροι, Πηγάδια Απόθεσης)

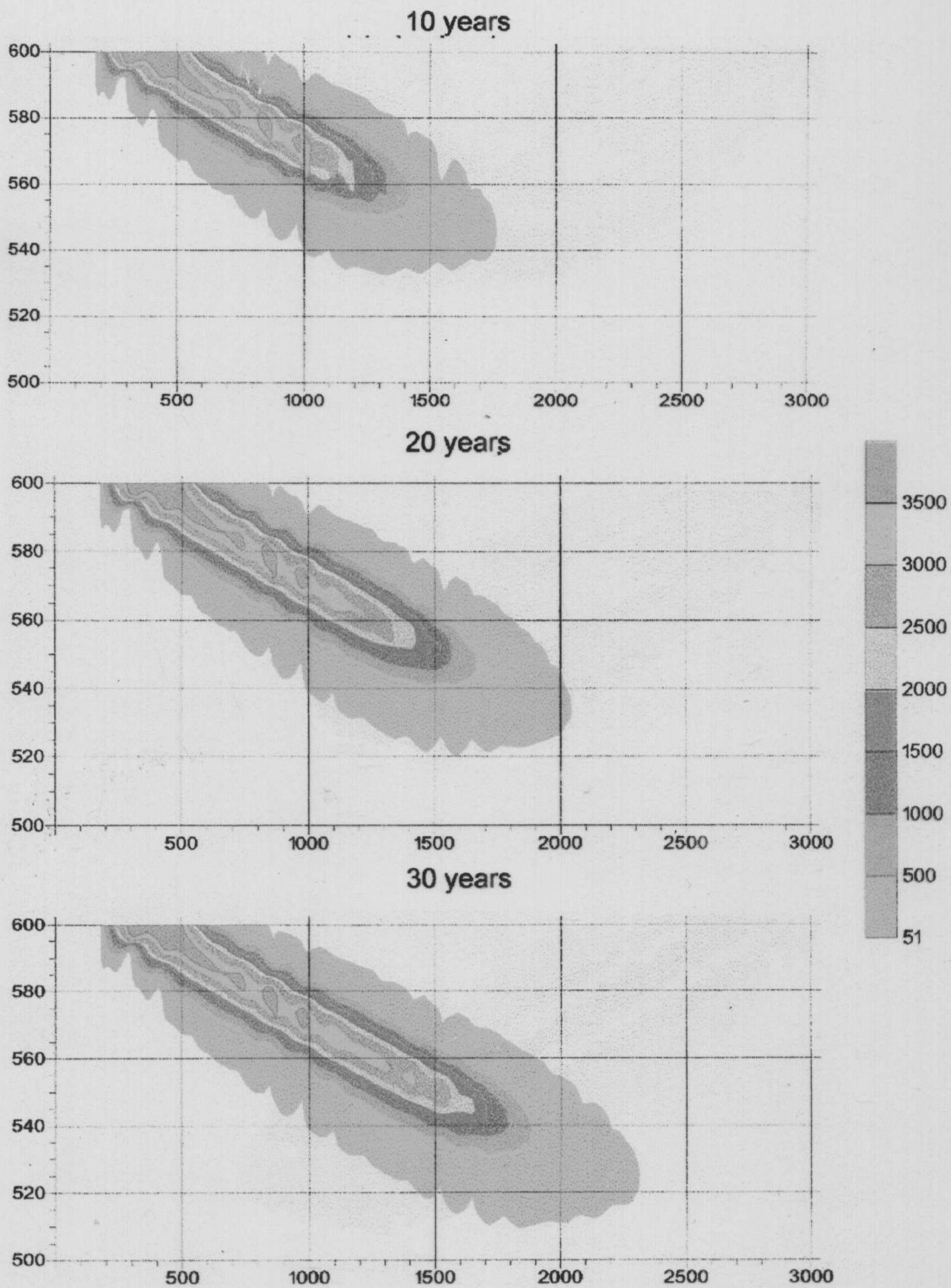


# Effect of leachates on the underground water. *upstream*

Επίδραση των υγρών των απορριμμάτων στο υπόγειο νερό  
(κατά Α. Gouver, 1990)

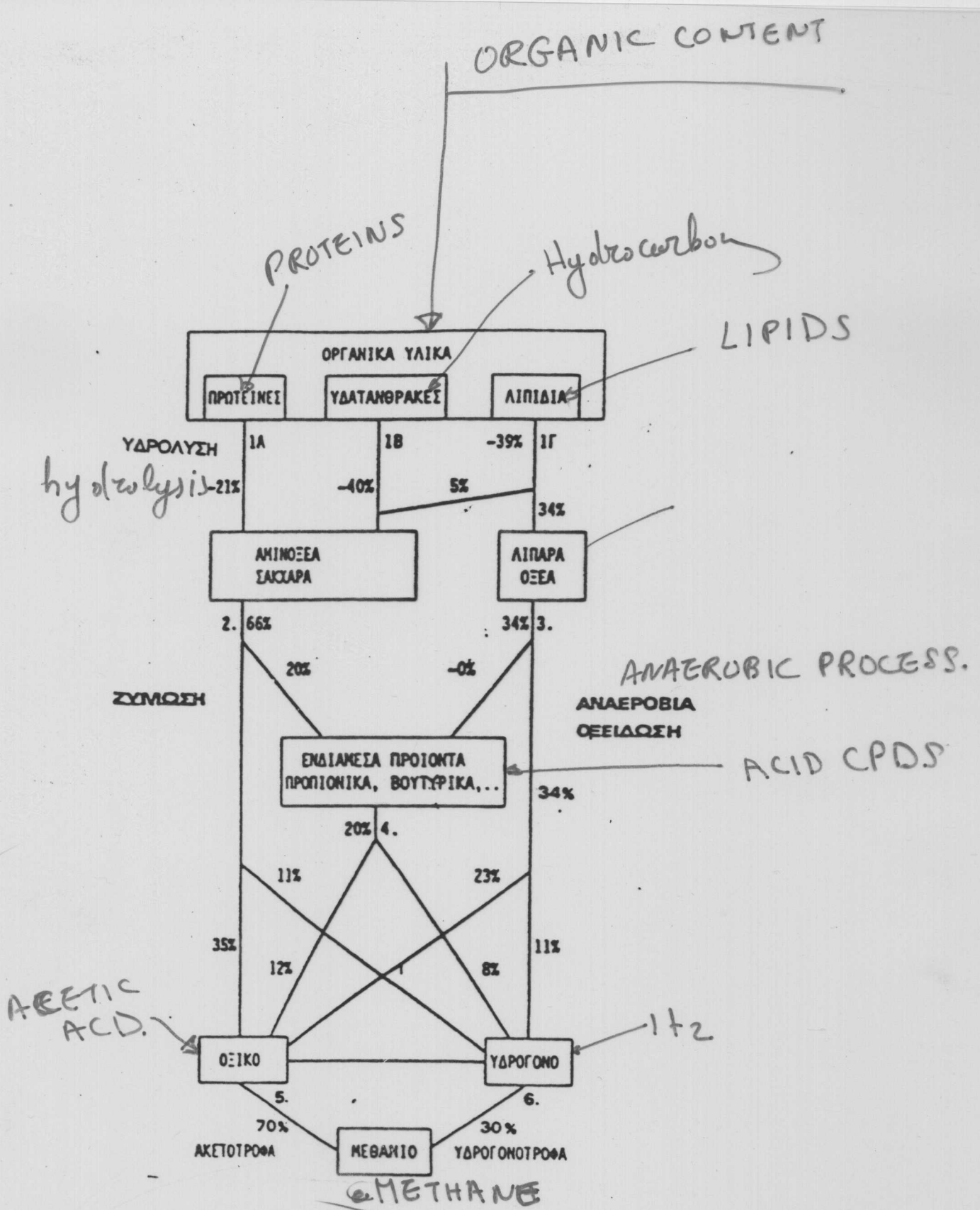
*down stream*

	Ανάντι του χώρου διάθεσης		Κατάντι του χώρου διάθεσης	
	Μεγ. <i>MAX</i>	Μέση <i>MEAN</i>	Μεγ. <i>MAX</i>	Μέση <i>MEAN</i>
Θερμοκρασία °C - <i>Temperature</i>	14,2	10,7	19,8	13,4
pH	7,6	7,3	6,95	6,6
Αγωγιμότης μS - <i>Conductivity</i>	690	500	11100 *	3800 +
KMnO <sub>4</sub> mg/l	13	4,4	835	286 *
H <sub>2</sub> S "	0,01	0,004	1,23 *	0,7 *
O <sub>2</sub> "	10,5	7,1	καθόλου	καθόλου
Na <sup>+</sup> "	23,2	14	1166 *	413
K <sup>+</sup> "	6,6	3,3	705	173 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> "	0,12	0,01	440 *	101 *
Ca <sup>2+</sup> "	127	97	997	337
Mg <sup>2+</sup> "	32,6	23	256	104
Fe <sup>2+</sup> "	0,26	0,03	181	75
Mn <sup>2+</sup> "	0,34	0,07	49,6	12,3
Cl <sup>-</sup> "	37	20	2027 *	473 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> "	62,2	32	3,6	0,3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> "	0,2	0,02	0,08	0,01
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> "	277	222	5934	1921 *
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> "	163	87	1242 *	536 *
Ελεύθερο CO <sub>2</sub> "	34	16	1890 *	566 *



**Figure 2.** Prediction of underground water pollution from landfills. Various colours indicate the extend of the pollution (4000 - 51 mg/l). The horizontal axis indicates the pollution in meters away from the landfill while the vertical axis indicates the pollution of aquifer (depth 500 - 600 m).





Διάγραμμα 1.3. Βιοαποδόμηση του οργανικού φορτίου των απορριμμάτων (Crawford και Smith 1985)

Biodegradation of ORGANICS.

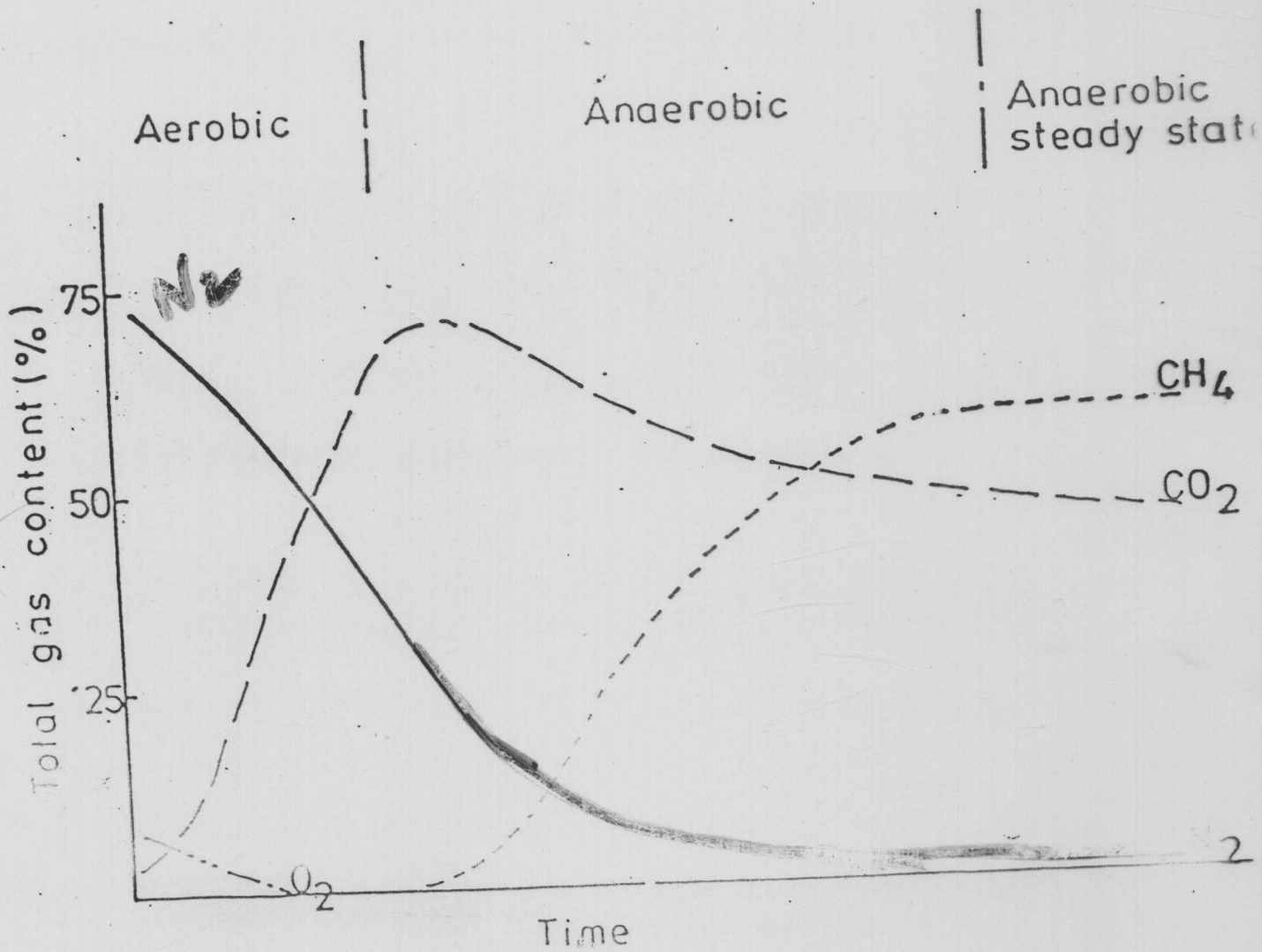
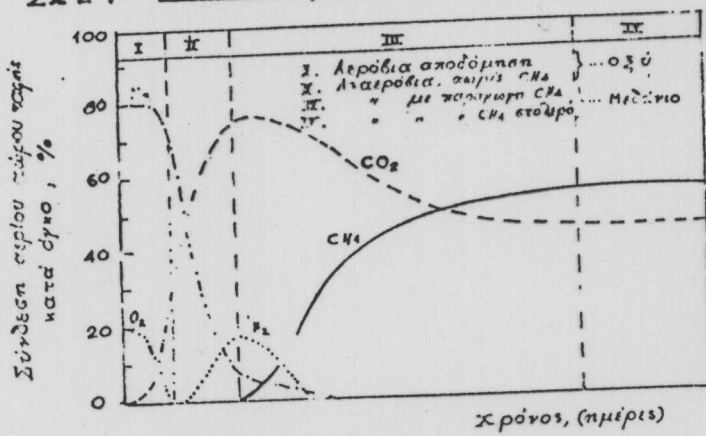
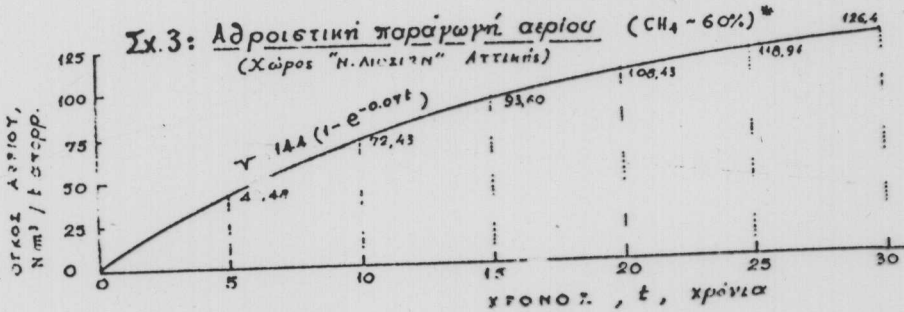


Figure Evolution of gas from landfill

Σχ 2: Φάσεις παραγωγής αερίου (I-IV)



Σχ 3: Αδρωτική παραγωγή αερίου ( $CH_4$  - 60%)<sup>\*</sup>  
(Χώρος "Η. ΛΙΣΙΤΗ" Αττικής)



ΠΗΓΗ: Le Pht K. Younas J. (1977): Recuperation d'energie a partir du gaz de decharge, Travail de diplome postgrade, Lausanne.

# ΒΙΟΓΑΣ COMPOSITION

Πίνακας 1.6

Τυπική σύσταση βιοαερίου χλωματερών

Συστατικό	% κ.ο. (Ξηρή βάση)
Μεθάνιο	47.5
Διοξειδίο του άνθρακα - CO <sub>2</sub>	47.0
Αζωτο	3.7
Οξυγόνο	0.8
Παραφινικοί υδρογονάνθρακες <sup>1</sup>	0.1
Αρωματικοί & κυκλικοί υδρογονάνθρακες	0.2
Υδρογόνο	0.1
Υδρόθειο	0.01
Μονοξειδίο του άνθρακα	0.1
Ιχνοενώσεις	0.5

<sup>1</sup> κυρίως C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub>

(Ham et al., 1979)

TABLE 20

TRACE ORGANIC COMPONENTS IN BIOGAS FROM MOUNTAIN VIEW  
LANDFILL IN CALIFORNIA, U.S.A.

Type or Name of Compound	Biogas Concentration Raw mg/m <sup>3</sup>	Biogas Concentration Treated mg/m <sup>3</sup>	Removal Efficiency %
<b>Chain Hydrocarbons</b>			
4-Carbon chain	65.00	0.30	99.5
5-Carbon Chain	9.00	0.70	92.2
6-Carbon Chain	5.50	4.50	18.2
7-Carbon Chain	191.00	2.50	98.7
8-Carbon Chain	402.00	2.50	99.4
9-Carbon Chain	970.00	5.70	99.4
10-Carbon Chain	1600.00	3.20	99.8
11-Carbon Chain	49.00	0.00	100.0
12-Carbon Chain	73.00	0.00	100.0
Total Chain HC	3364.50	19.40	99.4
Total Aromatic HC	587.00	6.70	98.9
Total Halogenated HC	472.00	5.80	98.8
Total Oxygenated HC	731.00	0.70	99.9
Total Chromatographable Volatile Organics	5154.50	32.60	99.4
<b>Environmentally Significant Compounds Identified</b>			
1,2-Dichloroethylene	58.00	0.20	99.7
Dichloromethane	40.00	0.20	99.5
Benzene	31.00	1.30	95.8
Trichloroethylene	132.00	2.30	98.7
Dimethyldisulfide	3.60	0.00	100.0
Tetrachloroethylene	184.00	2.80	98.5
Chlorobenzene	7.30	0.03	99.6
Xylene	253.00	2.70	98.9
Trimethyl benzene	42.00	0.00	100.0
Toluene	116.00	2.70	97.7

Reference: Flynn et.al., 1981

Πίνακας 1.7

Ιχνοενώσεις στο βιοαέριο χωματερών

Συστατικό	Συγκέντρωση - Βιβλιογρ. αναφορά			
	Α mg/m <sup>3</sup>	Β mg/m <sup>3</sup>	Γ ppm	Δ ppm
Χλωρομεθάνιο			0.2	
Διχλωρομεθάνιο	10.2	40.0	6.0	
Τριχλωρομεθάνιο	9.9		0.5	0.61
Τετραχλωράνθρακας			0.1	0.011
Διχλωροφθορομεθάνιο			2.0	
Διχλωροδιφθορομεθάνιο	33.7		20.0	
Τριχλωροφθορομεθάνιο	44.5		7.0	
Διφθοροχλωρομεθάνιο			5.0	
1,2-Διχλωροαιθάνιο			15.0 <sup>2</sup>	19.0
1,1,1-Τριχλωροαιθάνιο	<0.6		0.1 <sup>3</sup>	3.6
1,1,2-Τριχλωροτριφθοροαιθάνιο	1.6		0.2	
Χλωροαιθυλένιο	8.8		6.0	44.0
1,1-Διχλωροαιθυλένιο	7.1		8.0 <sup>4</sup>	
trans 1,2-Διχλωροαιθυλένιο	14.7	58.0 <sup>1</sup>		59.0
cis 1,2-Διχλωροαιθυλένιο	255.3			
Τριχλωροαιθυλένιο	29.5	182.0	10.0	13.0
Τετραχλωροαιθυλένιο	77.9	184.0	35.0	19.0
Βενζόλιο		31.0	20.0	32.0
Τολουόλιο		116.0	200.0	150.0
Ξυλόλιο		253.0	120.0	
Τριμεθυλοβενζόλιο		42.0	2.0	
Χλωροβενζόλιο		7.3		

- <sup>1</sup> Δεν αναφέρεται αν πρόκειται για την μορφή cis ή trans.
- <sup>2</sup> Αναφέρονται δύο διχλωροαιθάνια με συγκεντρώσεις 15.0ppm το ένα και 8.0ppm το άλλο χωρίς να διευκρινίζεται για ποια πρόκειται.
- <sup>3</sup> Ομοίως αναφέρονται δύο τριχλωροαιθάνια με συγκεντρώσεις 6ppm το ένα και 0.1ppm το άλλο.
- <sup>4</sup> Αναφέρεται απλώς διχλωροαιθυλένιο.

Α: Χωματερή Braunschweig, Δ. Γερμανία, [Dernbach, 1984]  
 Β: Χωματερή Mountain-View, Καλλιφόρνια ΗΠΑ, [Flynn et al., 1981]  
 Γ: ΗΠΑ, [Kumar & Van Sloun, 1989]  
 Δ: Μέγιστες συγκεντρώσεις των συστατικών από 20 χωματερές, ΗΠΑ, [Wood & Porter, 1987]

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την ανίχνευση των ουσιών ήταν αέρια χρωματογραφία (με κατάλληλους ανιχνευτές κάθε φορά) και φασματογραφία μάζας.

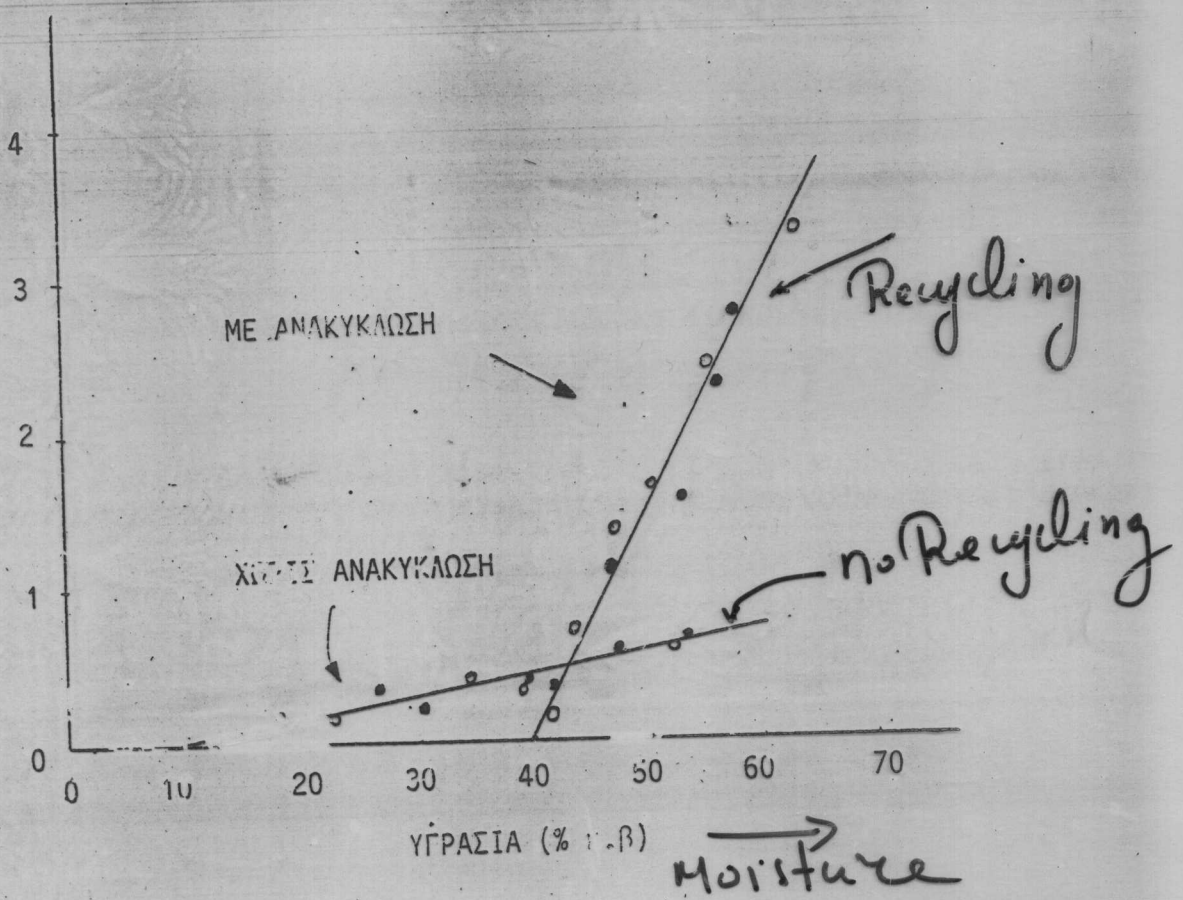
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.3.1

(συνέχεια)

<u>Ενωση</u>	<u>Συγκέντρωση (mg/m<sup>3</sup>)</u>
Πινένια	8
Βενζόλιο	16
Τολουόλιο	188
Αιθυλοβενζόλιο	32
Ευλόλια	119
Μεθυλοχλωρίδιο	<1
Αιθυλοχλωρίδιο	<1
Προπυλοχλωρίδιο	<1
Διχλωρομεθάνιο	8
Χλωροφόρμιο	2
Τετραχλωράνθρακας	<1
Διχλωροαιθάνια	6
Μεθυλοχλωροφόρμιο	<1
Τριχλωροαιθάνια (άλλα)	2
Τετραχλωροαιθάνια	1
Βινυλοχλωρίδιο	16
Διχλωροαιθυλένια	12
Τριχλωροαιθυλένιο	8
Τετραχλωροαιθυλένιο	19
Μεθανόλη	2
Αιθανόλη	4
Προπανόλες	4
Βουτανόλες	6
Ακετόνη	15
Μεθυλαιθυλοκετόνη	10
Οξικό Βινύλιο	<1
Ακρυλονιτρίλιο	<1
Φορμαλδεΰδη	<1
Ακρολεΐνη	<1
Οξικός Αιθυλεστέρας	1

→ CH<sub>4</sub> production

ΡΥΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ CH<sub>4</sub>  
m<sup>3</sup>/kg ε.β. x ΗΜΕΡΑ



ΣΧΗΜΑ 2.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΑΙΩΛΩΜΗΝ ΤΗΣ ΧΟΜΑΤΕΡΗΣ [2]

Recycling of leachate  
and effect on CH<sub>4</sub>  
methane production.



## Προβλήματα από την ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου

Σε κάθε χώρο διάθεσης απορριμμάτων είναι απαραίτητος ο έλεγχος για την αντιμετώπιση της αποφυγή της ανεξέλεγκτης διαφυγής βιοαερίου στον περιβάλλοντα χώρο. Οι πιο σημαντικοί λόγοι για την εφαρμογή του ελέγχου αυτού είναι οι εξής:

- Μερικά από τα συστατικά που υπάρχουν στο παραγόμενο βιοαέριο, όπως το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες, πάνω από κάποια τιμή συγκέντρωσης, προκαλούν σοβαρά προβλήματα δυσσομίας στις περιοχές που βρίσκονται πλησίον του χώρου διάθεσης.

## Προβλήματα από την ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου

- Υφίσταται κίνδυνος ανεξέλεγκτης ρύπανσης λόγω διαρροών μέσω υπογείων ρηγμάτων, με τους συνεπαγόμενους κινδύνους για τις πλησίον προς το χώρο διάθεσης περιοχές (φαινόμενο μετανάστευσης). Η μετανάστευση του βιοαερίου, που αποτελεί τον πιο σημαντικό κίνδυνο της ανεξέλεγκτης διαφυγής του, εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως τα γεωλογικά και τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά καθώς και τις κλιματολογικές συνθήκες του χώρου.

## Προβλήματα από την ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου

- Υφίσταται κίνδυνος για τη χλωρίδα του περιβάλλοντος χώρου λόγω υπόγειας μεταφοράς του βιοαερίου προς τις ρίζες των φυτών και συνεπακόλουθη εκδίωξη του οξυγόνου καθώς και λόγω της υγροσκοπικότητας του μεθανίου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον μαρασμό και την ξήρανση των φυτών. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο κατά τη φάση της ανάπλασης του χώρου διάθεσης αφού ενδέχεται να υπάρξει πρόβλημα ανάπτυξης της βλάστησης.
- Υφίσταται κίνδυνος κίνησης του διοξειδίου του άνθρακα προς τα κατώτερα στρώματα του χώρου, λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για αέριο πυκνότερο του αέρα και του μεθανίου κατά 1.5 και 2.8 φορές αντίστοιχα. Επίσης υπάρχει η πιθανότητα περαιτέρω κατείσδυσης του προς τα υπόγεια ύδατα, επιφέροντας αύξηση στην οξύτητα και τη σκληρότητα των υπογείων υδάτων (λόγω της μεγάλης του διαλυτότητας στο νερό).