

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟΥ
«ΧΥΤΑ» #1

1. Να υπολογιστεί το μεθάνιο που παράγεται από την ταφή των ΑΣΑ μιας πόλης 1.500.000 κατοίκων σε έναν ΧΥΤΑ. Με πόσους τόνους πετρελαίου ανά ημέρα αντιστοιχεί η ποσότητα του παραγόμενου μεθανίου;

α. Θεωρείστε ότι η ακόλουθη σχέση (Tabasaran, 1981) περιγράφει την παραγωγή βιοαερίου ανά τόνο ΑΣΑ:

$$V = 1868 \cdot C \cdot (0.014T + 0.28) \cdot (1 - e^{-kt})$$

Όπου $V = m^3$ παραγόμενου βιοαερίου ανά τόνο ΑΣΑ που θάβεται στον ΧΥΤΑ

C = κλάσμα οργανικού άνθρακα

T = μέση θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου

k = κινητική σταθερά ρυθμού αποδόμησης οργανικών (0.07)

t = χρόνος (σε έτη)

β. περιεκτικότητα των ΑΣΑ σε βιοαποδομήσιμο άνθρακα 12.2% ($C=0.122$)

γ. ειδικό βάρος μεθανίου, $\varepsilon = 0.716 \text{ kg/m}^3$

δ. θερμογόνος δύναμη μεθανίου : 11970 kcal/kg

ε. θερμογόνος δύναμη πετρελαίου : 10100 kcal/kg

στ. από το παραγόμενο βιοαέριο συλλέγεται και αξιοποιείται το 40%

ζ. το βιοαέριο περιέχει 60% μεθάνιο.

η. μέση θερμοκρασία θαμμένων ΑΣΑ : 25°C

θ. διάρκεια ταφής και αποδόμησης οργανικών : 30 χρόνια

2. Ζητείται να εκτιμηθεί για πόσο χρόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συγκεκριμένος χώρος για τη υγειονομική ταφή των απορριμμάτων μιας πόλης 6000 κατοίκων.

α. παραγωγή απορριμμάτων : 0,8 kg / κάτοικο και ημέρα.

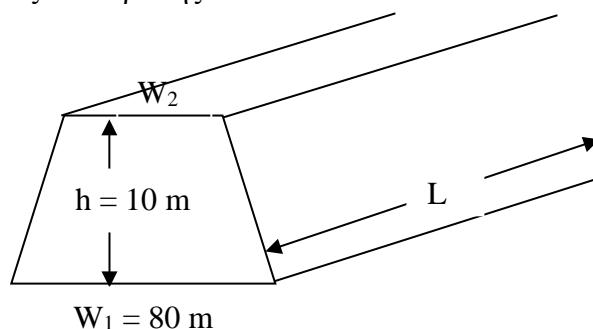
β. επιτυγχανόμενη συμπίεση : 600 kg/m³

γ. ολικό ύψος εναπόθεσης απορριμμάτων : 10 m

δ. ογκομετρική κατανομή των υλικών για ταφή: 80% απορρίμματα, 20% έδαφος για κάλυψη

ε. διαθέσιμη έκταση 20 στρέμματα, από τα οποία τα 14 στρέμματα θα χρησιμοποιηθούν για τη διάθεση των απορριμμάτων και τα υπόλοιπα για βοηθητικούς χώρους.

στ. Τα απορρίμματα θα σχηματίσουν μια πυραμίδα της οποίας η πάνω βάση θα έχει τη μισή έκταση από την κάτω. Πλάτος κάτω βάσης : 80 m.



3. Υπολογίστε την συνολική θεωρητική ποσότητα αερίων τα οποία παράγονται κάτω από αναερόβιες συνθήκες σ'έναν ΧΥΤΑ ανά μονάδα μάζας στερεών αποβλήτων. Υποθέστε ότι τα οργανικά συστατικά αποτελούν το 80% της συνολικής νωπής μάζας των ΑΣΑ και ότι ο εμπειρικός τύπος για τα συστατικά αυτά είναι $C_{60}H_{94.3}O_{37.8}N$. Υποθέστε ότι τα οργανικά περιέχουν 41,9% υγρασία, 5% στάχτη (σε ξηρή βάση) και βιοαποδομησιμότητα 50%. Δίνονται επίσης τα ειδικά βάρη του μεθανίου = 0,7176 kg/m³ και του διοξειδίου του άνθρακα = 1,9783 kg/m³.

1. Το παραγόμενο βιοαέριο ανά τόνο ΑΣΑ που θάβονται στον ΧΥΤΑ :

$$V = 1868 * 0.122 * (0.014 * 25 + 0.28) * (1 - e^{-0.07 * 30}) = 143.57 * (1 - e^{-2.1}) = 126 \text{ m}^3/\text{tn ΑΣΑ}$$

$$\text{Μεθάνιο} = 126 \text{ m}^3/\text{tn ΑΣΑ} * 60\% = 75.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Η } 75.6 \text{ m}^3 * 0.716 \text{ kg/m}^3 = 54.13 \text{ kg CH}_4/\text{tn ΑΣΑ.}$$

Από το παραγόμενο βιοαέριο συλλέγεται το 40%, άρα : $54.13 * 0.4 = 21.65 \text{ kg CH}_4/\text{tn ΑΣΑ.}$

Θεωρούμε ότι παράγονται 1,3 kg ΑΣΑ/κάτοικο ημέρα. Άρα:

$$1.500.000 \text{ κάτοικοι} * 1,3 \text{ kg ΑΣΑ/κάτοικο ημέρα} = 1950000 \text{ kg} = 1950 \text{ tn /d}$$

$$\text{Παραγωγή μεθανίου} = 21.65 \text{ kg CH}_4/\text{tn ΑΣΑ} * 1950 \text{ tn/d} = 42218 \text{ kg CH}_4/\text{d}$$

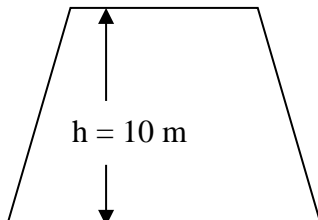
$$\text{Παραγωγή ενέργειας} : 42218 \text{ kg CH}_4/\text{d} * 11970 \text{ kcal/kg} = 505349460 \text{ kcal} = 505.3 \cdot 10^6 \text{ kcal/d.}$$

Η ίδια ποσότητα ενέργειας μπορεί να παραχθεί από:

$$505349460 \text{ kcal} / 10100 \text{ kcal/kg} = 50035 = 50 \text{ tn πετρελαίου /d}$$

2. Για να υπολογιστεί ο χρόνος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ΧΥΤΑ πρέπει να υπολογιστεί ο διαθέσιμος όγκος.

$$E_1 \text{ το εμβαδόν της κάτω βάσης και } E_2 \text{ το εμβαδόν της πάνω και } E_2 = E_1/2 = 14000/2 = 7000 \text{ m}^2.$$



$$E_1 = W_1 * L = 14000 \text{ m}^2 \text{ Για } W_1 = 80 \text{ m το } L = 14000/80 = 175 \text{ m}$$

$$E_2 = W_2 * L = 7000 \text{ m}^2 \text{ Άρα } W_2 = W_1/2 = 80/2 = 40 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{2} * (80 + 40) * 10 * 175 = 105000 \text{ m}^3$$

$$V_{\omega\phi} = 80\% * 105000 \text{ m}^3 = 82506 \text{ m}^3 \text{ (το 20\% είναι εδαφική κάλυψη).}$$

$$\text{Ετήσιος όγκος απορριμμάτων} : V_{\text{πόλης στον ΧΥΤΑ}} = 0,8 \text{ kg / κάτοικο} * 6000 \text{ κάτ.} * 365 / 600 \text{ kg/m}^3 = 2920 \text{ m}^3$$

Οπότε ο χρόνος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο συγκεκριμένος ΧΥΤΑ είναι :

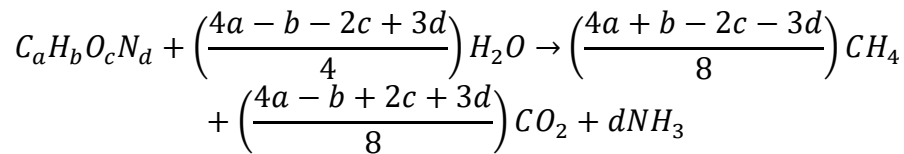
$$t = 82506 \text{ m}^3 / 2920 \text{ m}^3 = \mathbf{28.3 \text{ χρόνια}}$$

3. Θεωρώντας 100 kg οργανικά ΑΣΑ η ποσότητα των βιοαποδομήσιμων στερεών (σε ξηρή βάση) είναι:

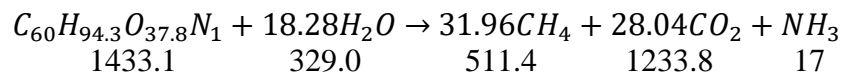
$$100 \text{ kg} * (1-0.419 \text{ υγρασία}) * (1-0.05 \text{ στάχτη}) * 50\% \text{ βιοποδομησιμότητα} = 27.6 \text{ kg}$$

$\underbrace{\hspace{15em}}_{55.2 \text{ kg}}$

Αναερόβια αποδόμηση οργανικών:



Για τον δεδομένο εμπειρικό τύπο έχουμε:



$$CH_4 = \frac{511.4}{1433.1} * 27.6 \text{ kg} = 9.85 \text{ kg}$$

$$CO_2 = \frac{1233.8}{1433.1} * 27.6 \text{ kg} = 23.8 \text{ kg}$$

Μετατροπή του βάρους των αερίων σε όγκο :

$$CH_4 = \frac{9.85 \text{ kg}}{0.7176 \text{ kg/m}^3} = 13.73 \text{ m}^3$$

$$CO_2 = \frac{23.8 \text{ kg}}{1.9783 \text{ kg/m}^3} = 12.03 \text{ m}^3$$

Αναλογία στο βιοαέριο:

$$CH_4 = \frac{13.73 \text{ m}^3}{13.73+12.03 \text{ m}^3} = 53.3\%$$

$$CO_2 = 100\% - 53.3\% = 46.7\%$$

Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου ανά μονάδα βάρους ΑΣΑ

$$\text{Με βάση την καθαρή ξηρή οργανική μάζα των ΑΣΑ (χωρίς στάχτη)} : \frac{13.73+12.03 \text{ m}^3}{55.2 \text{ kg}} = 0.467 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Με βάση την αρχική βάση των 100 kg οργανικών ΑΣΑ} : \frac{13.73+12.03 \text{ m}^3}{100 \text{ kg}} = 0.258 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Με βάση την αρχική βάση των συνολικών ΑΣΑ} : \frac{13.73+12.03 \text{ m}^3}{100/0.8 \text{ kg}} = 0.206 \text{ m}^3/\text{kg}$$