

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟΥ «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ»

1. Υπολογίστε τη σύσταση του μίγματος ανακυκλώσιμων υλικών τα οποία συλλέγονται μέσω συστήματος αποκομιδής ανακυκλώσιμων από το πεζοδρόμιο. Το μίγμα αυτό περιλαμβάνει μικτό χαρτί, χαρτόνι, μικτά πλαστικά, γυαλί, λευκοσιδηρές συσκευασίες (κονσέρβες) και συσκευασίες αλουμινίου. Επίσης υπολογίστε τη σύσταση του μίγματος εάν 60% των συσκευασιών αλουμινίου απομακρύνονται (προς ανακύκλωση μέσω κέντρου συλλογής και εξαγοράς (buyback center)) πριν την ανάκτηση των υπόλοιπων ανακυκλώσιμων.

### ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

1. Η σύσταση των ανάμικτων ΑΣΑ και τα ποσοστά ανάκτησης υλικών (θεωρώντας 100% συμμετοχή των κατοίκων) δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 1.

Πίνακας 1

Συστατικό	Σύσταση (%)	Ποσοστό ανάκτησης υλικών διαχωρισμένων στην πηγή (%)
<i>Οργανικά</i>		
Ζυμώσιμα	8,0	
Χαρτί	35,8	50
Χαρτόνι	6,4	30
Πλαστικά	6,9	50
Υφάσματα	1,8	
Ελαστικά	0,4	
Δέρματα	0,4	
Υπολείμματα αυλών	17,3	
Ξύλα	1,8	
<i>Ανόργανα</i>		
Γυαλί	9,1	65
Λευκοσιδηρά	5,8	80
Αλουμίνιο	0,6	90
Άλλα μέταλλα	3,0	
Αδρανή	2,7	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>	

## ΛΥΣΗ

Βάση υπολογισμών : **100 kg ΑΣΑ**

1. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του Πίνακα 1 υπολογίζουμε τη μάζα των υλικών που ανακτώνται προς ανακύκλωση και το % καθενός υλικού στη συνολική μάζα των ανακυκλώσιμων.

Πίνακας 1

<b>Συστατικό</b>	<b>Μάζα υλικών (kg)</b>	<b>Ποσοστό ανάκτησης υλικών διαχωρισμένων στην πηγή (%)</b>	<b>Μάζα ανακτώμενων (kg)</b>	<b>% υλικών</b>
<i>Οργανικά</i>				
Ζυμώσιμα	8,0			
Χαρτί	35,8	50	17,9*	52,2 <sup>&amp;</sup>
Χαρτόνι	6,4	30	1,9	5,5
Πλαστικά	6,9	50	3,5	10,2
Υφάσματα	1,8			
Ελαστικά	0,4			
Δέρματα	0,4			
Υπολ/τα αυλών	17,3			
Ξύλα	1,8			
<i>Ανόργανα</i>				
Γυαλί	9,1	65	5,9	17,2
Λευκοσιδηρά	5,8	80	4,6	13,4
Αλουμίνιο	0,6	90	0,5	1,5
Άλλα μέταλλα	3,0			
Αδρανή	2,7			
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>		<b>34,3</b>	<b>100</b>

\*  $35,8 \cdot 50\% = 17,9$

&  $17,9 / 34,3 = 52,2\%$

2. Εστω 60% των συσκευασιών αλουμινίου απομακρύνονται (προς ανακύκλωση μέσω κέντρου συλλογής και εξαγοράς (buyback center)) πριν την ανάκτηση των υπόλοιπων ανακυκλωσίμων.

Συστατικό	Μάζα υλικών πριν την ανάκτηση Αλουμινίου (kg)	Μάζα υλικών μετά την ανάκτηση Αλουμινίου (kg)	Ποσοστό ανάκτησης υλικών διαχωρισμένων στην πηγή (%)	Μάζα ανακτώμενων (kg)	% υλικών
Χαρτί	35,8	35,8	50	17,9*	52,6
Χαρτόνι	6,4	6,4	30	1,9	5,6
Πλαστικά	6,9	6,9	50	3,5	10,3
Γυαλί	9,1	9,1	65	5,9	17,4
Λευκοσιδηρά	5,8	5,8	80	4,6	13,5
Αλουμίνιο	0,6	0,24*	90	0,2	0,6
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>64,6</b>	<b>64,24</b>		<b>34,0</b>	<b>100</b>

\*  $0,6 - (0,6 \times 60\%) = 0,24$

2. Υπολογίστε το ενεργειακό περιεχόμενο των ΑΣΑ με τη σύσταση του Πίνακα 2 και στη συνέχεια υπολογίστε τη μεταβολή του εάν οι κάτοικοι συμμετέχουν σε πρόγραμμα διαλογής στην πηγή μέσω του οποίου ανακτάται το 60% του χαρτιού και το 90% του χαρτονιού.

Πίνακας 2

<b>Συστατικό</b>	<b>Σύσταση (%)</b>	<b>Ενεργειακό περιεχόμενο (kcal/kg νωπού βάρους)</b>
<i>Οργανικά</i>		
Ζυμώσιμα	9,0	2.000
Χαρτί	34,0	7.200
Χαρτόνι	6,0	7.000
Πλαστικά	7,0	14.000
Υφάσματα	2,0	7.500
Ελαστικά	0,5	10.000
Δέρματα	0,5	7.500
Υπολείμματα αυλών	18,5	2.800
Ξύλα	2,0	8.000
<i>Ανόργανα</i>		
Γυαλί	8,0	60
Λευκοσιδηρά	6,0	300
Αλουμίνιο	0,5	-
Άλλα μέταλλα	3,0	300
Αδρανή	3,0	3.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>	

## ΛΥΣΗ

Βάση υπολογισμών : 100 kg ΑΣΑ

Συστατικό	Μάζα υλικών (kg)	Ενεργειακό περιεχόμενο (kcal/kg νοπού βάρους)	Ενέργεια συστατικού (kcal)
<i>Οργανικά</i>			
Ζυμώσιμα	9,0	2.000	18.000
Χαρτί	34,0	7.200	244.800
Χαρτόνι	6,0	7.000	42.000
Πλαστικά	7,0	14.000	98.000
Υφάσματα	2,0	7.500	15.000
Ελαστικά	0,5	10.000	5.000
Δέρματα	0,5	7.500	3.750
Υπολείμματα αυλών	18,5	2.800	51.800
Ξύλα	2,0	8.000	16.000
<i>Ανόργανα</i>			
Γυαλί	8,0	60	480
Λευκοσιδηρά	6,0	300	1.800
Αλουμίνιο	0,5	-	-
Άλλα μέταλλα	3,0	300	900
Αδρανή	3,0	3.000	9.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>		<b>506.530</b>

2. Με βάση την αρχική μάζα και χαρακτηριστικά των υλικών υπολογίζουμε την ενέργεια και τη μάζα του χαρτιού που ανακτάται:

(α) Ενέργεια του 60% χαρτιού

$$60\% * 244.800 \text{ kcal} = 146.880 \text{ kcal}$$

(β) Μάζα του 60% χαρτιού

$$60\% * 34 \text{ kg} = 20,4 \text{ kg}$$

3. Με βάση την αρχική μάζα και χαρακτηριστικά των υλικών υπολογίζουμε την ενέργεια και τη μάζα του χαρτονιού που ανακτάται:

(α) Ενέργεια του 90% χαρτονιού

$$90\% * 42.000 \text{ kcal} = 37.800 \text{ kcal}$$

(β) Μάζα του 90% χαρτονιού

$$90\% * 6 \text{ kg} = 5,4 \text{ kg}$$

4. Με βάση τα ανωτέρω υπολογίζουμε την επίδραση της ανάκτησης του 60% του χαρτιού και του 90% του χαρτονιού την συνολική ενέργεια και τη μάζα του μίγματος των υπόλοιπων ΑΣΑ:

(α) Συνολική Ενέργεια μετά την ανάκτηση του χαρτιού και χαρτονιού

$$506.530 - 146.880 - 37.800 = 321.850 \text{ kcal}$$

(β) Συνολική Μάζα μετά την ανάκτηση του χαρτιού και χαρτονιού

$$100 - 20,4 - 5,4 = 74,2 \text{ kg}$$

(γ) Ενεργειακό περιεχόμενο των ΑΣΑ ανά kg μετά την ανάκτηση

$$\frac{321.850}{74,2} = 4.338 \text{ kcal/kg}$$

έναντι

$$\frac{506.350}{100} = 5.065 \text{ kcal/kg}$$

του αρχικού μίγματος ΑΣΑ

**Άρα η ανάκτηση (αφαίρεση) του ~ 26% των υλικών (  $\frac{20,4+5,4}{100}$  ) έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 36,5% της συνολικής ενέργειας του μίγματος.**

**(5065-4338)/5065 = 14% μείωση του ενεργειακού περιεχομένου**

**(506530-321850)/506530 = 36,5% μείωση της συνολικής ενέργειας**

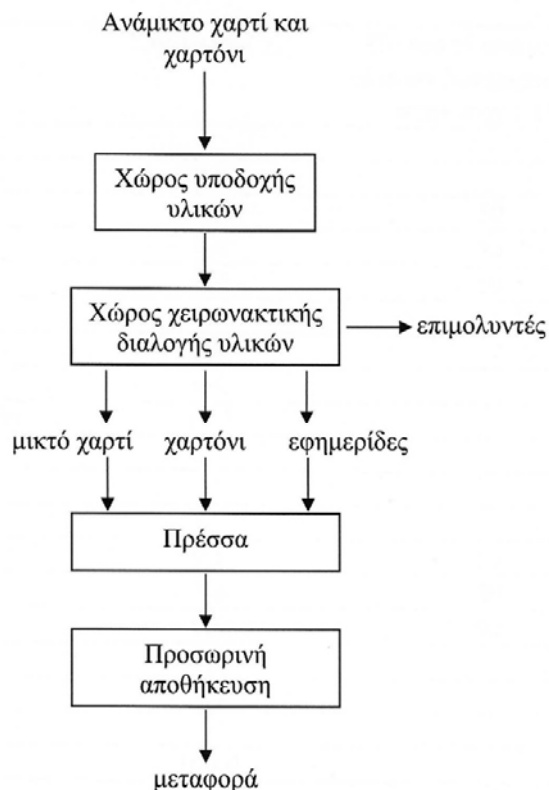
3. Υποθέστε μια μονάδα χειρωνακτικού διαχωρισμού 150 t/d μικτού χαρτιού που έχει προέλθει μετά από διαλογή στην πηγή. Η λειτουργία της μονάδας πραγματοποιείται σύμφωνα με το ακόλουθο σχηματικό διάγραμμα και βασίζεται σε 7h εργασίας/d. Θεωρήστε ότι ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Σύσταση διαλεγμένου στην πηγή μικτού χαρτιού

Είδος χαρτιού	% νωπού βάρους
Παλιές εφημερίδες	71%
Μικτό χαρτί	14%
Παλιό χαρτόνι	13%
Λοιπά συστατικά (επιμολυντές)	2%

- Ένας μέσος εργάτης διαχωρίζει περίπου 2,5 t χαρτιού/h.
- Ο συντελεστής ανάκτησης για τις παλιές εφημερίδες, το μικτό χαρτί και το χαρτόνι είναι 95%.
- Η πρέσσα έχει δυναμικότητα 16 t/h. Χρησιμοποιείται και για συμπίεση πλαστικών οπότε τροφοδοτείται σε batches μόνο όταν συσσωρευτούν 4 τόνοι χαρτιού (για περίπου 15 min).

Εκτιμήστε τις ανάγκες για εργατικό προσωπικό καθώς και την επάρκεια της πρέσσας για τη λειτουργία της μονάδας.



## ΛΥΣΗ

Βάση υπολογισμών : **150 ton ανάμικτου ανακτημένου χαρτιού**

1. Με βάση τα δεδομένα και ισοζύγια μάζας κατασκευάζουμε τον ακόλουθο πίνακα :

Συστατικό	% νοπού βάρους	Μάζα υλικών (ton)	Συντελεστής ανάκτησης υλικού	Ανακτημένα υλικά (ton)
Παλιές εφημερίδες	71%	106,5	95%	101,2
Μικτό χαρτί	14%	21,0	95%	20
Παλιό χαρτόνι	13%	19,5	95%	18,5
Λοιπά συστατικά (επιμολυντές)	2%	3,0		10,3*
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>	<b>150</b>		<b>150</b>

$$* 3 + (106,5 - 101,2) + (21 - 20) + (19,5 - 18,5) = 10,3$$

2. Υπολογίζουμε τον αριθμό των εργατών που απαιτούνται σε κάθε γραμμή διαχωρισμού :

$$\text{Εργάτες} = 150 \text{ ton/d} * (1 \text{ d} / 7\text{h}) * 1 \text{ εργάτης} / 2,5 \text{ ton/h} = 8,6 \text{ εργάτες} \rightarrow 9 \text{ εργάτες}$$

Αρα το φορτίο ανά εργάτη θα είναι:

$$150 \text{ ton/d} * (1 \text{ d} / 7\text{h}) / 9 \text{ εργάτες} = 2,4 \text{ ton/h}$$

3. Υπολογίζουμε τον ρυθμό ανάκτησης υλικών σε κάθε γραμμή εργασίας και τον απαιτούμενο χρόνο για να συσσωρευτούν 4 ton που χρειάζεται η πρέσσα:

### (α) Παλιές εφημερίδες

- Ρυθμός ανάκτησης υλικού :  $101,2 \text{ ton/d} * (1 \text{ d} / 7\text{h}) = 14,5 \text{ ton/h}$
- Χρόνος για συσσώρευση 4 ton :  $4 \text{ ton} / 14,5 \text{ ton/h} = 0,28 \text{ h} (16,8 \text{ min})$

### (β) Μικτό χαρτί

- Ρυθμός ανάκτησης υλικού :  $20 \text{ ton/d} * (1 \text{ d} / 7\text{h}) = 2,9 \text{ ton/h}$
- Χρόνος για συσσώρευση 4 ton :  $4 \text{ ton} / 2,9 \text{ ton/h} = 1.4 \text{ h}$

### (γ) Παλιό χαρτόνι

- Ρυθμός ανάκτησης υλικού :  $18,5 \text{ ton/d} * (1 \text{ d} / 7\text{h}) = 2,6 \text{ ton/h}$
- Χρόνος για συσσώρευση 4 ton :  $4 \text{ ton} / 2,6 \text{ ton/h} = 1.5 \text{ h}$

Αρα η πρέσσα θα χρησιμοποιείται εξ ολοκλήρου για τη συμπίεση των παλιών εφημερίδων κατά τη διάρκεια της 7ωρης βάρδιας. Τα υπόλοιπα υλικά θα συλλέγονται και θα δημιουργούν σωρό που θα συμπιέζεται εκτός ωραρίου από την ίδια πρέσσα, ή διαφορετικά θα πρέπει να αγοραστεί καινούργια.