

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

1. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΩΤΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Λειτουργική ανάλυση και κοστολόγηση έργου εκσκαφής, μεταφοράς, διάστρωσης και συμπύκνωσης υλικών για την κατασκευή αργιλικού πυρήνα χωματοφράγματος.

ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ :

Ο οικονομικότερος συνδυασμός μηχανημάτων εκσκαφής φόρτωσης και μεταφοράς ώστε το έργο συμπυκνωμένου όγκου V να τελειώσει μέσα σε χρόνο T .

ΔΙΝΟΝΤΑΙ :

Τεχνικά χαρακτηριστικά :

Γενικά :	
Όγκος	$V=1800000 \text{ m}^3$
Χρόνος	$T=38 \text{ μήνες}$
Συντ. εκμετάλλευσης	$\eta_1=0,8$
Συντ. απασχ. εργοταξίου	$\eta_a=0,86$
Συντ. επιπλήσματος	$\varepsilon=1,35$
Φαιν. ειδικό βάρος υλικού	$\gamma_\phi=1,65 \text{ Mp/m}^3$
Συντ. πλήρωσης	$\phi=1,20$
Σταθ. χρόνος αυτοκινήτου	$t_{\text{σταθ}}=1 \text{ min}$
Βαθμος μηχ. απόδοσης	$\eta_\mu=0,8$

Φορτωτής I :	
Χρόνος κύκλου	$t_\phi=0,6 \text{ min}$
Χωρητικότητα πτύου	$V_\phi=2,2 \text{ m}^3$
Ισχύς	$N_e=140 \text{ PS}$
Απόβαρο	$B_a=11,2 \text{ Mp}$

Φορτωτής II :	
Χρόνος κύκλου	$t_\phi=1,2 \text{ min}$
Χωρητικότητα πτύου	$V_\phi=3,1 \text{ m}^3$
Ισχύς	$N_e=190 \text{ PS}$
Απόβαρο	$B_a=17,8 \text{ Mp}$

Αυτοκίνητο I:	
Σταθεροί κύκλοι	$t_{\text{σταθ}}=1 \text{ min}$
Χωρητικότητα σκάφης	$V_\sigma=12 \text{ m}^3$
Απόβαρο	$B_a=13 \text{ Mp}$
Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο	$B_o=20 \text{ MP}$
Ισχύς	$N_e=360 \text{ PS}$

Αυτοκίνητο II:	
Σταθεροί κύκλοι	$t_{\text{σταθ}}=1 \text{ min}$
Χωρητικότητα σκάφης	$V_\sigma=11,1 \text{ m}^3$
Απόβαρο	$B_a=23,6 \text{ Mp}$
Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο	$B_o=23 \text{ MP}$
Ισχύς	$N_e=310 \text{ PS}$

Δρομολόγιο :		ΤΜΗΜΑ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3
Μήκος	L (m)	350	700	1000
Αντίσταση κύλισης	w_r (Kp/Mp)	60	70	40
Αντίσταση κλίσης	w_s (Kp/Mp)	45	60	40
Συντ. ταχυτ. φορτ.	η_{T1}	0,7	0,7	0,7
Συντ. Ταχυτ. άδειο	η_{T2}	0,8	0,8	0,8
Οριακή ταχύτητα	V_R (Km/h)	60	50	45

Οικονομικά δεδομένα:

Γενικά :	
Κατανάλωση καυσίμου	$b_e=0.195$ Kp/PS,h
Κόστος καυσίμου	$\delta_\chi=18,30$ χρ.μ./Kp
Κατανάλωση λιπαντικών	$s_e=3$ gr/PS,h
Κόστος λιπαντικών	$\delta_\lambda=88,30$ χρ.μ./kg
Συντελεστής φόρτισης	$f=0,55$

Στοιχεία λειτουργίας εργοταξίου :	
Ημερομίσθιο χειριστή	$P_{\eta\mu}=1.500$ χρ.μ./ημ
Ώρες εργασίας/ μήνα	$T_{\mu\eta\nu}=260$ h
Ώρες κανον. εργασίας/ημέρα	$T_{\eta\mu}=7,5$ h
Ώρες υπερωριών/ημέρα	$T_u=2,5$ h
Επιβάρυνση υπερωριών	$u=25$ %
Εργοδοτική επιβάρυνση	$\alpha=62,18$ %

Φορτωτής I	
Αξία κτήσης μηχανήματος	$A=3.400.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξυπ. κεφαλ.	$k_m=3,2$ %
Μην. συντ. επισκευών	$r_m=2,7$ %
Αξία κτήσης ελαστικών	$A_{\varepsilon\lambda}=154000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξ. κεφ. ελαστ.	$k_m^{\varepsilon\lambda}=4,4$ %

Φορτωτής II	
Αξία κτήσης μηχανήματος	$A=5.100.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξυπ. κεφαλ.	$k_m=3,2$ %
Μην. συντ. επισκευών	$r_m=2,7$ %
Αξία κτήσης ελαστικών	$A_{\varepsilon\lambda}=220.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξ. κεφ. ελαστ.	$k_m^{\varepsilon\lambda}=4,4$ %

Αυτοκίνητο I	
Αξία κτήσης μηχανήματος	$A=3.150.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξυπ. κεφαλ.	$k_m=2,5$ %
Μην. συντ. επισκευών	$r_m=2,2$ %
Αξία κτήσης ελαστικών	$A_{\varepsilon\lambda}=249.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξ. κεφ. ελαστ.	$k_m^{\varepsilon\lambda}=4,4$ %

Αυτοκίνητο II	
Αξία κτήσης μηχανήματος	$A=7.250.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξυπ. κεφαλ.	$k_m=2,5$ %
Μην. συντ. επισκευών	$r_m=2,2$ %
Αξία κτήσης ελαστικών	$A_{\varepsilon\lambda}=280.000$ χρ.μ.
Μην. συντ. εξ. κεφ. ελαστ.	$k_m^{\varepsilon\lambda}=4,4$ %

A. Επιλογή καταλλήλων συνδυασμών

Εμπειρικό κριτήριο : Ο αριθμός των φορτώσεων πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 4-6 για να είναι επιτυχής οικονομικά ο συνδυασμός.

$$\xi = \min [B_o / \gamma_\phi) / (V_\phi * \phi), V_{ox} * \phi / V_\phi * \phi]$$

1^{ος} συνδυασμός
Φορτωτής I Αυτοκίνητο I

$$\xi_{1,\alpha} = [(20/1,65)/(2,2*1,2)] = 4$$

$$\xi_{1,\beta} = [(12*1,2)/(2,2*1,2)] = 5$$

2^{ος} συνδυασμός
Φορτωτής II Αυτοκίνητο I

$$\xi_{2,\alpha} = [(20/1,65)/(3,1*1,2)] = 3$$

$$\xi_{2,\beta} = [(12*1,2)/(3,1*1,2)] = 3$$

3^{ος} συνδυασμός
Φορτωτής I Αυτοκίνητο II

$$\xi_{3,\alpha} = [(23/1,65)/(2,2*1,2)] = 5$$

$$\xi_{3,\beta} = [(11,1*1,2)/(2,2*1,2)] = 5$$

4^{ος} συνδυασμός
Φορτωτής II Αυτοκίνητο II

$$\xi_{4,\alpha} = [(23/1,65)/(3,1*1,2)] = 3$$

$$\xi_{4,\beta} = [(11,1*1,2)/(3,1*1,2)] = 3$$

Άρα θα εξεταστούν αναλυτικά τα ζεύγη I:I και I:II

B. Απαιτούμενη ωριαία απόδοση εργοταξίου

$$Q_{\alpha\pi} = V * \varepsilon / (T_{\mu\eta\nu} * T * \eta_\alpha) =$$

$$= 1,8 * 10^6 * 1,35 / (260 * 38 * 0,86) = 286 \text{ m}^3/\text{h}$$

Γ. Υπολογισμός σύνθεσης 1^{ου} συνδυασμού I:I

1. Έλεγχος όγκου και βάρους

$$V_{\mu\epsilon\tau} = \xi * V_\phi * \phi = 4 * 2,2 * 1,2 = 10,56 \text{ m}^3 < 12 * 1,2 = 14,4 \text{ m}^3$$

$$B_{\mu\epsilon\tau} = \gamma_\phi * V_{\mu\epsilon\tau} = 1,65 * 10,56 = 17,42 \text{ Mp} < 20 \text{ Mp}$$

2. Ωριαία παραγωγή φορτωτή

$$Q_\phi = 60 * V_\phi * \phi * \eta_\varepsilon / t_\phi = 60 * 2,2 * 1,2 * 0,80 / 0,6 = 211,20 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Υπολογισμός Χρόνου Κύκλου αυτοκινήτου

$$\text{Χρόνος κύκλου : } t_\alpha = t_{\phi\sigma\rho\tau} + t_{\sigma\tau\alpha\theta} + t_{\mu\epsilon\tau} + t_{\epsilon\pi}$$

Φ ό ρ τ ω σ η

$$t_\phi = \xi * t_\phi = 4 * 0,6 = 2,4 \text{ min}$$

Μ ε τ ά β α σ η

$$t_{\mu\epsilon\tau} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$\text{Μέγιστη ταχύτητα μετάβασης: } V_{\mu\epsilon\tau, \max} = (270 * N_e * \eta_\mu) / ((B_\alpha + B_{\epsilon\tau}) * (w_r + w_s)) < V_R$$

$$\text{Μέση ταχύτητα μετάβασης: } V_{\mu\epsilon\tau}^\mu = V_{\mu\epsilon\tau, \max} * \eta_{t1}$$

ΤΜΗΜΑ 1

$$V_1 = (270 * 360 * 0,8) / ((13 + 17,42) * (60 + 45)) = 24,34 \text{ Km/h} < V_R = 60 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = V_1 * \eta_{t1} = 11,93 * 0,7 = 8,35 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 0,06 * L_1 / V_\mu = 0,06 * 350 / 17,04 = 1,23 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 2

$$V_2 = (270 \cdot 360 \cdot 0,8) / ((13 + 17,42) \cdot (70 + 60)) = 19,66 \text{ Km/h} < V_R = 50 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = V_2 \cdot \eta_{12} = 19,66 \cdot 0,7 = 13,76 \text{ Km/h}$$

$$t_2 = 0,06 \cdot 700 / 13,76 = 3,05 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 3

$$V_3 = (270 \cdot 360 \cdot 0,8) / ((13 + 17,42) \cdot (40 + 40)) = 31,95 \text{ Km/h} < V_R = 45 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = V_3 \cdot \eta_{13} = 31,95 \cdot 0,7 = 22,36 \text{ Km/h}$$

$$t_3 = 0,06 \cdot 1000 / 22,36 = 2,68 \text{ min}$$

$$\text{Άρα : } t_{\mu\epsilon\tau} = 1,23 + 3,05 + 2,68 = 6,97 \text{ min}$$

Επιστροφή

$$t_{\epsilon\pi} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$\text{Μέγιστη ταχύτητα επιστροφής: } V_{\epsilon\pi, \max} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_\mu) / (B_a \cdot (w_r + w_s)) < V_{\text{οριακή}}$$

$$\text{Μέση ταχύτητα επιστροφής: } V_{\epsilon\pi}^\mu = V_{\epsilon\pi, \max} \cdot \eta_{\tau, \epsilon\pi}$$

ΤΜΗΜΑ 1

$$V_1 = (270 \cdot 360 \cdot 0,8) / (13 \cdot (60 + 45)) = 56,97 \text{ Km/h} < V_R = 60 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = V_1 \cdot \eta_{11} = 56,97 \cdot 0,8 = 45,57 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 0,06 \cdot L_1 / V_\mu = 0,06 \cdot 350 / 45,57 = 0,46 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 2

$$V_2 = (270 \cdot 360 \cdot 0,8) / (13 \cdot (60 + 70)) = 46,01 \text{ Km/h} < V_R = 50 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = 46,01 \cdot 0,8 = 36,81 \text{ Km/h}$$

$$t_2 = 0,06 \cdot 700 / 36,81 = 1,14 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 3

$$V_3 = (270 \cdot 360 \cdot 0,8) / (13 \cdot (40 + 40)) = 74,76 \text{ Km/h} > V_R = 45 \text{ Km/h} \Rightarrow V_3 = 45 \text{ Km/h}$$

$$V_\mu = 45 \cdot 0,8 = 36 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 0,06 \cdot 1000 / 36 = 1,67 \text{ min}$$

$$\text{Άρα : } t_{\epsilon\pi} = 0,46 + 1,14 + 1,67 = 3,27 \text{ min}$$

$$\text{Οπότε συνολικός χρόνος κύκλου αυτοκινήτου } t_a = 2,4 + 6,97 + 1,0 + 3,27 = 13,64 \text{ min}$$

$$4. \text{ Οριαία παραγωγή αυτοκινήτου : } Q_a = 60 \cdot V_{\mu\epsilon\tau} \cdot n_1 / t_a = 60 \cdot 10,56 \cdot 0,8 / 13,64 = 37,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

5. Αριθμός μηχανημάτων (Συνδ. Φορτωτής Ι, Αυτοκίνητο Ι)

Κρίσιμοι οι φορτωτές	Κρίσιμα τα αυτοκίνητα
$Z_\phi = [Q_{\alpha\pi} / Q_\phi] + 1 = [286 / 211,2] + 1 = 2$ φορτωτές	$Z_\alpha = [Q_{\alpha\pi} / Q_\alpha] + 1 = [286 / 37,17] + 1 = 8$ αυτοκίνητα
$Q_{o\mu} = Z_\phi \cdot Q_\phi = 2 \cdot 211,2 = 422,4 \text{ m}^3/\text{h}$	$Q_{o\mu} = Z_\alpha \cdot Q_\alpha = 8 \cdot 37,17 = 297,39 \text{ m}^3/\text{h}$
$Z_\alpha = [Q_{o\mu} / Q_\alpha] + 1 = [422,4 / 37,17] + 1 = 12$ αυτοκίνητα	$Z_\phi = [Q_{o\mu} / Q_\phi] + 1 = [297,39 / 211,2] + 1 = 2$ φορτωτές

Δ. Υπολογισμός Σύνθεσης Συνδυασμού Ι : II

1. Έλεγχος όγκου και βάρους

$$V_{\mu\epsilon\tau} = \xi \cdot V_{\phi} \cdot \phi = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 = 13,2 \text{ m}^3 < 11,1 \cdot 1,2 = 13,32 \text{ m}^3$$

$$B_{\mu\epsilon\tau} = \gamma_{\phi} \cdot V_{\mu\epsilon\tau} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 1,65 = 21,78 \text{ Mp} < 23 \text{ Mp}$$

2. Απόδοση φορτωτή

$$Q_{\phi} = 60 \cdot V_{\phi} \cdot \phi \cdot \eta_{\epsilon} / t_{\phi} = 60 \cdot 2,2 \cdot 1,20 \cdot 0,80 / 0,6 = 211,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Χρόνος κύκλου αυτοκινήτου

$$t_{\alpha} = t_{\text{φορτ}} + t_{\text{σταθ}} + t_{\mu\epsilon\tau} + t_{\epsilon\pi}$$

Μετάβαση

Επιστροφή

ΤΜΗΜΑ 1

$$V_1 = 14,05 \text{ Km/h} < 60 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 9,84 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 2,13 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 1

$$V_1 = 27,02 \text{ Km/h} < 60 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 21,62 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 0,97 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 2

$$V_2 = 11,35 \text{ Km/h} < 50 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 7,95 \text{ Km/h}$$

$$t_2 = 5,29 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 2

$$V_2 = 21,83 \text{ Km/h} < 50 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 17,46 \text{ Km/h}$$

$$t_2 = 2,41 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 3

$$V_3 = 18,44 \text{ Km/h} < 45 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 12,91 \text{ Km/h}$$

$$t_3 = 4,65 \text{ min}$$

ΤΜΗΜΑ 3

$$V_3 = 35,47 \text{ Km/h} < 45 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu} = 28,37 \text{ Km/h}$$

$$t_3 = 2,11 \text{ min}$$

Άρα :

$$t_{\mu\epsilon\tau} = 12,07 \text{ min}$$

$$t_{\epsilon\pi} = 5,49 \text{ min}$$

Φ ό ρ τ ω σ η

$$t_{\text{φορτ}} = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ min}$$

Συνεπώς :

$$t_{\alpha} = 3 + 12,07 + 1,0 + 5,49 = 21,56 \text{ min}$$

4. Ωριαία παραγωγή αυτοκινήτου

$$Q_{\alpha} = 60 \cdot V_{\mu\epsilon\tau} \cdot \eta_1 / t_{\alpha} = 60 \cdot 13,2 \cdot 0,8 / 21,56 = 29,39 \text{ Km/h}$$

5. Αριθμός μηχανημάτων (Συνδ. Φορτωτής I, Αυτοκίνητο II)

Κρίσιμοι οι φορτωτές

$$Z_{\phi} = [Q_{\alpha\pi} / Q_{\phi}] + 1 = [286 / 211,2] + 1 = 2 \text{ φορτωτές}$$

$$Q_{\text{ομ}} = Z_{\phi} \cdot Q_{\phi} = 2 \cdot 211,2 = 422,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\alpha} = [Q_{\text{ομ}} / Q_{\alpha}] + 1 = [422,4 / 29,39] + 1 = 15 \text{ αυτοκίνητα}$$

Κρίσιμα τα αυτοκίνητα

$$Z_{\alpha} = [Q_{\alpha\pi} / Q_{\alpha}] + 1 = [286 / 29,39] + 1 = 10 \text{ αυτοκίνητα}$$

$$Q_{\text{ομ}} = Z_{\alpha} \cdot Q_{\alpha} = 10 \cdot 29,39 = 293,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\phi} = [Q_{\text{ομ}} / Q_{\phi}] + 1 = 2 \text{ φορτωτές}$$

Ε. Κόστος

1. Ωριαίο κόστος εξοπλισμού

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Φορτωτής Ι	3400000	130	3,2	418,46	2,7	353,08	274,77	37,09
Ελαστικά	154000		4,4	26,06	-	-	-	-
Αυτοκίνητο Ι	3150000	360	2,5	302,88	2,2	266,54	706,56	95,36
Ελαστικά	249000		4,4	42,14	-	-	-	-
Αυτοκίνητο ΙΙ	7250000	310	2,5	697,12	2,2	613,46	608,43	82,12
Ελαστικά	280000		4,4	47,38	-	-	-	-

(1) : Είδος

(2) : Αξία κτήσης Α (χρ.μ.)

(3) : Ισχύς Ν (PS)

(4) : Μηνιαίος συντελεστής εξυπηρέτησης κεφαλαίου k_m (%)

(5) : Ωριαίο κόστος εξυπηρέτησης κεφαλαίου $= A \cdot k_m / T_{μην}$ (χρ.μ. /h)

(6) : Μηνιαίος συντελεστής επισκευών r_m (%)

(7) : Ωριαίο κόστος επισκευών $= A \cdot r_m / T_{μην}$ (χρ.μ. /h)

(8) : Ωριαίο κόστος καυσίμου $= N \cdot b_e \cdot \delta_k \cdot f$ (χρ.μ. /h)

(9) : Ωριαίο κόστος λιπαντικών

Με βάση τα παραπάνω και σύμφωνα με τη σχέση 2.6 σελ 74, το ωριαίο κόστος κάθε μηχανήματος (χωρίς τον χειριστή) είναι

Φορτωτής Ι : 1109,46 χρ.μ. /h

Αυτοκίνητο Ι : 1413,49 χρ.μ. /h

Αυτοκίνητο ΙΙ : 2048,51 χρ.μ. /h

2. Ωριαίο κόστος εργατικών

Ο χειριστής παίρνει για $T_{ημ}=7,5$ ώρες εργασίας την ημέρα 1500 χρ.μ. και πληρώνεται 25 % παραπάνω για κάθε υπερωριακή ώρα. Άρα το μέσο ωριαίο κόστος του χειριστή για τις $T_{ημ}+T_u$ ώρες εργασίας ανά ημέρα είναι:

$$P_h = P_{ημ} \cdot [1 + (T_u / T_{ημ}) \cdot (1 + u)] \cdot (1 + \alpha) / (T_{ημ} + T_u) = \\ = 1500 [1 + (2,5 / 7,5) \cdot 1,25] \cdot 1,6218 / 10 = 344,63 \text{ χρ.μ. /h}$$

3. Κόστος μονάδας παραγωγής συνδυασμών

1^η Σύνθεση ομάδας : 12 αυτοκίνητα τύπου Ι και 2 φορτωτές τύπου Ι

Ωριαίο κόστος ομάδας: $C_{ομ} = 12 \cdot 1413,19 + 2 \cdot 1109,46 + 14 \cdot 344,63 = 24002,02 \text{ χρ. μ./h}$

Ωριαία απόδοση ομάδας: $Q_{ομ} = 422,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Κόστος μονάδας παραγωγής: $C_{μον} = C_{ομ} / Q_{ομ} = 24002,02 / 422,4 = 56,82 \text{ χρ.μ./m}^3$

2^η Σύνθεση ομάδας : 8 αυτοκίνητα τύπου Ι και 2 φορτωτές τύπου Ι

$C_{ομ} = 16970,74 \text{ χρ.μ. /h}$ $Q_{ομ} = 297,39 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_{μον} = 16970,74 / 297,39 = 57,07 \text{ χρ.μ. /m}^3$

3^η Σύνθεση ομάδας : 15 αυτοκίνητα τύπου ΙΙ και 2 φορτωτές τύπου Ι

$C_{ομ} = 15 \cdot 2048,51 + 2 \cdot 1109,46 + 17 \cdot 344,63 = 38805,89 \text{ χρ.μ. /h}$ $Q_{ομ} = 422,4 \text{ m}^3/\text{h}$
 $C_{μον} = 38805,89 / 422,4 = 91,87 \text{ χρ.μ. /m}^3$

4^η Σύνθεση ομάδας : 10 αυτοκίνητα τύπου ΙΙ και 2 φορτωτές τύπου Ι

$C_{ομ} = 10 \cdot 2048,51 + 2 \cdot 1109,46 + 12 \cdot 344,63 = 26840,06 \text{ χρ.μ. /h}$ $Q_{ομ} = 293,88 \text{ m}^3/\text{h}$
 $C_{μον} = 26840,06 / 293,88 = 91,33 \text{ χρ.μ. /m}^3$

Άρα οικονομικότερος είναι ο 1^{ος} συνδυασμός

2. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΠΟΞΕΣΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΩΘΗΤΗ ΤΑΥΡΟΥ

Εκτελείται μεταφορά χωμάτων από τους δανειοθαλάμους Α,Β στον χώρο απόθεσης Γ. Οι δανειοθάλαμοι έχουν όγκο $V_{ΑΓ}$ και $V_{ΒΓ}$ αντίστοιχα. Θα χρησιμοποιηθούν φορτωτές και χωματουργικά οχήματα για την μεταφορά από τον δανειοθάλαμο Α και προωθητές και αποξεστικά οχήματα για την μεταφορά από τον δανειοθάλαμο Β. Απαιτείται πλήρης εκμετάλλευση των δυο δανειοθαλάμων σε χρόνο Τ. Στον δανειοθάλαμο Β το έδαφος είναι μαλακή στέγνη αμμώδης άργιλος.

ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ :

Οι συνδυασμοί των μηχανημάτων για την εκτέλεση του έργου σε χρόνο (0,9 έως 1,1)*Τ.

ΔΙΝΟΝΤΑΙ :

Τεχνικά δεδομένα :

Γενικά :	
Όγκος δανειοθαλάμου Α	$V_{ΑΓ}=1,5*10^4 \text{ m}^3$
Όγκος δανειοθαλάμου Β	$V_{ΒΓ}=0,8*10^5 \text{ m}^3$
Χρόνος	$T_h=350 \text{ ώρες}$
Φαιν. ειδ. βάρος χαλάρωσης εδάφους	$\gamma_\phi=1,7 \text{ Mp/m}^3$
Συντελεστής επιπλήσματος	$\varepsilon=1,25$
Συντελεστής κινητ. συνεκτικότητας	$\eta_p=30$
Συντ. πλήρωσης μηχανημάτων	$\phi=0,9$
Συντ. απασχόλησης εργοταξίου	$\eta_a=0,8$
Συντ. εκμετάλλευσης μηχ/των	$\eta_\varepsilon=0,85$
Βαθμός μηχανικής απόδοσης	$\eta_\mu=0,8$
Βάθος κοπής	$s=20 \text{ εκ.}$
Ερπυστριοφόρος Φορτωτής :	
Χωρητικότητα πτύου	$V_\phi=3 \text{ m}^3$
Ισχύς	$N_e=360 \text{ PS}$
Απόβαρο	$B_a=36.029 \text{ Kp}$
Χρόνος κύκλου	$t_\phi=2 \text{ min}$

Χωματοουργικό όχημα

Χωρητικότητα σκάφης	$V_o=14,9 \text{ m}^3$
Ισχύς	$N_e=220 \text{ PS}$
Απόβαρο	$B_a=16.715 \text{ Kp}$
Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο	$B_o=22.680 \text{ Kp}$
Συντ. ταχύτητας (φορτωμένο)	$\eta_{\tau1}=0,8$
Συντ. ταχύτητας (άδειο)	$\eta_{\tau2}=0,9$
Οριακή ταχύτητα	$V_R=25 \text{ Km/h}$
Χρόνος ελιγμών	$t_{ελ}=0,5 \text{ min}$
Χρόνος απόρριψης	$t_{απ}=0,6 \text{ min}$

Ερπυστριοφόρος προωθητής

Ισχύς	$N_e=410 \text{ PS}$
Απόβαρο	$B_\pi=42.780 \text{ Kp}$
Οριακή ταχύτητα	$V_R=10,8 \text{ Km/h}$
Συντ. ταχύτητας εκσκαφής	$\eta_{τε}=0,8$
Συντ. ταχύτητας επιστροφής	$\eta_d=0,85$
Χρόνος ελιγμών	$t_{ελ}=0,4 \text{ min}$
Αντίσταση κύλισης	$w_{rb}=30 \text{ Kp/Mp}$

Αποξεστικό όχημα	
Χωρητικότητα σκάφης	$V_s=24 \text{ m}^3$
Ισχύς	$N_e=550 \text{ PS}$
Βάρος	$B_a=46.200 \text{ Kp}$
Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο	$B_o=53.070 \text{ Kp}$
Πλάτος κοπτήρα	$b=3.450 \text{ mm}$
Οριακή ταχύτητα	$V_R=45 \text{ Km/h}$
Κατ.φορτίου κινητήριου άξονα	$\pi=54\%$
Συντ.ταχύτητας εκσκαφής	$\eta_{TE}=0,8$
Συντ.ταχύτητας (γεμάτο)	$\eta_{T1}=0,7$
Συντ.ταχύτητας (άδειο)	$\eta_{T2}=0,9$
Χρόνος ελιγμών	$t_{ελ}=0,6 \text{ min}$
Χρόνος απόθεσης	$t_{απ}=0,6 \text{ min}$

Δρομολόγιο :			
		ΤΜΗΜΑ ΑΓ	ΤΜΗΜΑ ΒΓ
Μήκος	L (km)	6	3
Αντίσταση κύλισης	W_r (Kp/Mp)	60	50
Κλίση	δ (μοίρες)	3,5	4

Ε Π Ι Λ Υ Σ Η

Δ Α Ν Ε Ι Ο Θ Α Λ Α Μ Ο Σ Α

A. Απαιτούμενη ωριαία απόδοση εργοταξίου

Πρέπει να βρεθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί που εξασφαλίζουν ωριαία απόδοση μεταξύ $Q_{απ,max}$ και $Q_{απ,min}$

για $T_{min}=0.9 \cdot T_h$

$$Q_{απ,max}=(V_{ΑΓ} \cdot \epsilon)/(0,9 \cdot T_h \cdot \eta_{α})=(15.000 \cdot 1,25) / (0,9 \cdot 350 \cdot 0,8)=74,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

για $T_{max}=1.1 \cdot T_h$

$$Q_{απ,min}=(V_{ΑΓ} \cdot \epsilon)/(1,1 \cdot T_h \cdot \eta_{α})=(15.000 \cdot 1,25) / (1,1 \cdot 350 \cdot 0,8)=60,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

B. Ωριαία απόδοση φορτωτή

$$Q_{\phi}=60 \cdot (V_{\phi} \cdot \phi) \cdot \eta_{\epsilon}/t_{\phi}=(60 \cdot 3 \cdot 0,9) \cdot 0,85/2=68,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Γ. Ωριαία απόδοση αυτοκινήτου

1.Αριθμός φορτώσεων

Ε μ π ε ι ρ ι κ ό κ ρ ι τ ή ρ ι ο : ο αριθμός φορτώσεων πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 4-6 ώστε να είναι επιτυχής οικονομικά ο συνδυασμός.

$$\xi = \min \{ [(B_o/\gamma_{\phi})/(V_{\phi} \cdot \phi); V_{ox} \cdot \phi / V_{\phi} \cdot \phi] = \min [(22,68/1,7)/(3 \cdot 0,9); (14,9 \cdot 0,9)/(3 \cdot 0,9)]=4$$

2. Έλεγχος μεταφερόμενου βάρους και όγκου αυτοκινήτου

$$V_{μετ}=\xi \cdot V_{\phi} \cdot \phi=4 \cdot 3 \cdot 0,9=10,8 \text{ m}^3 < 14,9 \cdot 0,9 = 13,41 \text{ m}^3$$

$$B_{μετ}=V_{μετ} \cdot \gamma_{\phi}=10,8 \cdot 1,7=18,36 \text{ Mp} < 22,68 \text{ Mp}$$

3. Χρόνος κύκλου αυτοκινήτου

$$t_a = t_{\text{φορτ}} + t_{\text{απ}} + t_{\text{μετ}} + t_{\text{επ}} + t_{\text{ελ}}$$

$$t = 0,06 \cdot L / v_{\mu}$$

$$V_{\mu} = V \cdot \eta_T$$

$$V = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / ((B_{\alpha} + B_{\text{μετ}}) \cdot (w_r + w_s))$$

Φ ό ρ τ ω σ η

$$t_{\text{φορτ}} = \xi \cdot t_{\varphi} = 4 \cdot 2 = 8$$

Σ τ α θ ε ρ ο ί χ ρ ό ν ο ι

$$t_{\text{σταθ}} = t_{\text{ελ}} + t_{\text{απ}} = 0,5 + 0,6 = 1,1 \text{ min}$$

Μ ε τ ά β α σ η

$$w_s = 1000 \cdot \varepsilon_{\varphi} \delta = 61,2 \text{ Kp/Mp}$$

$$V_{\text{μετ}} = (270 \cdot 220 \cdot 0,8) / ((16,715 + 18,36) \cdot (60 + 61,2)) = 11,18 \text{ Km/h} < V_R$$

$$V_{\text{μετ}}^{\mu} = V_{\text{μετ}} \cdot \eta_{T1} = 11,18 \cdot 0,8 = 8,94 \text{ Km/h}$$

$$\text{Άρα : } t_{\text{μετ}} = 0,06 \cdot 6000 / 8,94 = 40,27 \text{ min}$$

Ε π ι σ τ ρ ο φ ή

$$V_{\text{επ}} = (270 \cdot 220 \cdot 0,8) / (16,715 \cdot (60 + 61,2)) = 23,46 \text{ Km/h} < 25 \text{ Km/h}$$

$$V_{\text{επ}}^{\mu} = V_{\text{επ}} \cdot \eta_{T2} = 23,46 \cdot 0,9 = 21,11 \text{ Km/h}$$

$$\text{Άρα : } t_{\text{επ}} = 0,06 \cdot 6000 / 21,11 = 17,05 \text{ min}$$

Συνεπώς :

$$t_a = 8 + 1,1 + 40,27 + 17,05 = 66,42 \text{ min}$$

4. Ωριαία απόδοση αυτοκίνητου

$$Q_{\alpha} = 60 \cdot V_{\text{μετ}} \cdot \eta_{\varepsilon} / t_a =$$

$$= 60 \cdot 10,8 \cdot 0,85 / 66,4 = 8,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Δ. Σύνθεση ομάδας εργασίας

Για $T_{\min}$

Κρίσιμοι οι φορτωτές

$$Z_{\varphi} = [Q_{\alpha\pi, \max} / Q_{\varphi}] = [74,40 / 68,85] = 1 \text{ φορτωτής}$$

Το +1 παραλείπεται γιατί ο χρόνος εκτέλεσης δεν μπορεί να μειωθεί περισσότερο.

$$Q_{\text{ομ}} = Z_{\varphi} \cdot Q_{\varphi} = 1 \cdot 68,85 = 68,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\alpha} = [Q_{\text{ομ}} / Q_{\alpha}] + 1 = [68,85 / 8,3] + 1 = 9 \text{ αυτοκίνητα}$$

Κρίσιμα τα αυτοκίνητα

$$Z_{\alpha} = [Q_{\alpha\pi, \max} / Q_{\alpha}] = [74,40 / 8,3] = 8 \text{ αυτοκίνητα}$$

$$Q_{\text{ομ}} = Z_{\alpha} \cdot Q_{\alpha} = 8 \cdot 8,3 = 66,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\varphi} = [Q_{\text{ομ}} / Q_{\varphi}] + 1 = [66,7 / 68,85] + 1 = 1 \text{ φορτωτής}$$

Για $T_{\max}$

Κρίσιμοι οι φορτωτές

$$Z_{\varphi}=[Q_{\text{απ, min}}/Q_{\varphi}]+1=[60,88/68,85]+1=1 \text{ φορτωτής}$$

$$Q_{\text{ομ}}=Z_{\varphi} \cdot Q_{\varphi}=1 \cdot 68,85=68,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\alpha}=[Q_{\text{ομ}}/Q_{\alpha}]+1=[68,85/8,3]+1=9 \text{ αυτοκίνητα}$$

Κρίσιμα τα αυτοκίνητα

$$Z_{\alpha}=[Q_{\text{απ, min}}/Q_{\alpha}]+1=[60,88/8,3]+1=8 \text{ αυτοκίνητα}$$

$$Q_{\text{ομ}}=Z_{\alpha} \cdot Q_{\alpha}=8 \cdot 8,3=66,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\varphi}=[Q_{\text{ομ}}/Q_{\varphi}]+1=[66,40/68,85]+1=1 \text{ φορτωτής}$$

Ε. Πίνακας συνδυασμών

Κρίσιμο μηχάνημα	Φορτωτές	Αυτοκίνητα	Απόδοση ομάδας
Φορτωτής	1	9	68,85 m ³ /h
Αυτοκίνητο	1	8	66,40 m ³ /h

Δ ΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΟΣ Β

Α. Απαιτούμενη ωριαία απόδοση εργοταξίου

Πρέπει να βρεθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί που εξασφαλίζουν ωριαία απόδοση μεταξύ $Q_{\text{απ, min}}$ και $Q_{\text{απ, max}}$

$$\text{για } T_{\min}=0,9 \cdot T_h$$

$$Q_{\text{απ, max}}=(V_{\text{ΒΓ}} \cdot \epsilon)/(0,9 \cdot T_h \cdot \eta_{\alpha})=(80000 \cdot 1,25)/(0,9 \cdot 350 \cdot 0,8)=396,83 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{για } T_{\max}=1,1 \cdot T_h$$

$$Q_{\text{απ, min}}=(V_{\text{ΒΓ}} \cdot \epsilon)/(1,1 \cdot T_h \cdot \eta_{\alpha})=(80000 \cdot 1,25)/(1,1 \cdot 350 \cdot 0,8)=324,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

Β. Έλεγχος μεταφερομένου όγκου και βάρους

$$B_{\text{μετ}}=V_s \cdot \varphi \cdot \gamma_{\varphi}=24 \cdot 0,9 \cdot 1,7=36,72 \text{ Mp} < 53,07 \text{ Mp}$$

$$V_{\text{μετ}}=B_{\text{μετ}}/\gamma_{\varphi}=36,72/1,7=21,6 \text{ m}^3$$

Γ. Υπολογισμός δυνάμεων κατά την απόξεση

1. Αντιστάσεις

$$A_o=A_1+A_2+A_3$$

Αντίσταση μεταφοράς

$$A_1=(B_{\alpha}+B_{\text{μετ}}) \cdot (w_s+w_r)=(46,2+36,72) \cdot (50+0)=4146 \text{ Kp}$$

$w_s=0$ γιατί θεωρείται ότι η εκσκαφή γίνεται σε επίπεδο έδαφος

Αντίσταση χαλάρωσης

$$A_2=f_s \cdot k_s \cdot b$$

Επιλέγονται από τα σχετικά διαγράμματα $f_s=2,5$ $k_s=400 \text{ Kp/m}$

$$A_2=2,5 \cdot 400 \cdot 3,45=3450 \text{ Kp}$$

Αντίσταση πλήρωσης

$$A_3 = f_m \cdot k_f \cdot B_{\mu\epsilon\tau}$$

Επιλέγονται από τα σχετικά διαγράμματα $f_m=1,35$ $k_f=750$ Kp/Mp

$$A_3 = 1,35 \cdot 750 \cdot 36,72 = 37179 \text{ Kp}$$

$$\text{Άρα : } A_o = 44,78 \text{ Mp}$$

2. Διαθέσιμη δύναμη έλξης $\min(P, R)$

Επιλέγεται από το σχετικό πίνακα $\rho=0,5$

$$P = (B_a + B_{\mu\epsilon\tau}) \cdot \rho \cdot \pi = (46,2 + 36,72) \cdot 0,5 \cdot 0,54 = 22,39 \text{ Mp}$$

$$R = (270 \cdot N_e \cdot \eta_\mu) / V = 270 \cdot 550 \cdot 0,8 / 1,5 = 79,2 \text{ Mp}$$

Θεωρήθηκε ενδεικτική τιμή ταχύτητας απόξεσης 1,5 km/h.

Έλεγχος : $A_o > \min(P, R) \Rightarrow$ Απαιτείται επιπλέον δύναμη

$$Z = A_o - \min(R, P) = 44,78 - 22,39 = 22,39 \text{ Mp}$$

Άρα κατά την φάση της εκσκαφής απαιτείται ταύρος

3. Έλεγχος επάρκειας διαθέσιμου προωθητή

Επιλέγεται από τον σχετικό πίνακα $\rho_\pi=0,7$

$$\text{Διαθέσιμη δύναμη προωθητή } Z_\pi = B_\pi \cdot \rho_\pi = 42,78 \cdot 0,7 = 29,95 \text{ Mp}$$

$$\text{Αντίσταση προωθητή } A_{1\pi} = B_\pi \cdot (w_{rb} + w_s) = 42,78 \cdot 30 \text{ Kp/Mp} = 1,28 \text{ Mp}$$

$w_s=0$ γιατί θεωρούμε ότι η εκσκαφή γίνεται σε οριζόντιο επίπεδο.

$$\text{Έλεγχος : } Z_\pi > Z + A_{1\pi} \Rightarrow 29,95 \text{ Mp} > 22,39 + 1,28 = 23,67 \text{ Mp}$$

Δ. Χρόνος κύκλου προωθητή

$$t_\pi = t_{\epsilon\lambda} + t_{\epsilon\kappa} + t_{\epsilon\pi}$$

Εκσκαφή

Η ταχύτητα εκσκαφής προσδιορίζεται από την ταχύτητα του ταύρου

$$V_{\epsilon\kappa} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_\mu) / (Z + A_{1\pi}) = (270 \cdot 410 \cdot 0,8) / 23,67 = 3,74 \text{ Km/h}$$

Έλεγχος

Αν για αυτή την ταχύτητα κίνησης του ταύρου προσδίδεται στο αποξεστικό η απαιτούμενη επιπλέον δύναμη 22,39 Mp

$$R = 270 \cdot 550 \cdot 0,8 / 3,74 = 31,76 \text{ Mp} > P = 22,39 \text{ Mp}$$

$$V_{\epsilon\kappa}^\mu = V_{\epsilon\kappa} \cdot \eta_{\tau\epsilon} = 3,74 \cdot 0,8 = 3 \text{ Km/h}$$

Μήκος εκσκαφής

$$L_e = 1,05 \cdot V_{\mu\epsilon\tau} / (b \cdot s \cdot e) = 1,05 \cdot 24 \cdot 0,9 / (3,45 \cdot 0,2 \cdot 1,25) = 26,30 \text{ m}$$

1,05 : διορθωτικός εμπειρικός συντελεστής

Άρα :

$$t_{\epsilon\kappa} = 0,06 \cdot L_e / V_{\epsilon\kappa}^\mu = 26,30 \cdot 0,06 / 3 = 0,53 \text{ min}$$

Επιστροφή

$$V_{\varepsilon\pi} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\alpha} \cdot w_{rb}) = (270 \cdot 410 \cdot 0,8) / (42,78 \cdot 30) > 10,8 \text{ Km/h} \Rightarrow V_{\varepsilon\pi} = 10,8 \text{ Km/h}$$

$$V_{\varepsilon\pi}^{\mu} = V_{\varepsilon\pi} \cdot \eta_d = 10,8 \cdot 0,85 = 9,18 \text{ Km/h}$$

$$t_{\varepsilon\pi} = 0,06 \cdot L_e / V_{\varepsilon\pi}^{\mu} = 0,06 \cdot 26,30 / 9,18 = 0,17 \text{ min}$$

Συνεπώς :

$$t_{\pi} = 0,6 + 0,53 + 0,17 = 1,30 \text{ min}$$

Ε. Χρόνος κύκλου αποξεστικού

$$t_s = t_{\text{φορτ}} + t_{\mu\text{ετ}} + t_{\alpha\pi} + t_{\varepsilon\pi} + t_{\varepsilon\lambda}$$

Εκκαφή (φόρτωση)

Η ταχύτητα εκκαφής του αποξεστικού είναι αυτή του ταύρου

$$\Rightarrow t_{\text{φορτ}} = 0,53 \text{ min (κοινός χρόνος για ταύρο και αποξεστικό)}$$

Μετάβαση

$$V_{\mu\text{ετ}} = (270 \cdot 550 \cdot 0,8) / ((46,2 + 36,72) \cdot (50 + 70)) = 11,94 \text{ Km/h} < 45 \text{ Km/h}$$

$$W_s = 1000 \cdot \varepsilon\varphi\delta = 70 \text{ Kr/Mp}$$

$$V_{\mu\text{ετ}}^{\mu} = V_{\mu\text{ετ}} \cdot \eta_{\tau 1} = 11,94 \cdot 0,7 = 8,36 \text{ Km/h}$$

Άρα :

$$t_{\mu\text{ετ}} = L \cdot 0,06 / V_{\mu\text{ετ}}^{\mu} = 0,06 \cdot 3000 / 8,36 = 21,53 \text{ min}$$

Επιστροφή

$$V_{\varepsilon\pi} = (270 \cdot 550 \cdot 0,8) / (46,2 \cdot (50 + 70)) = 21,43 \text{ Km/h} < 45 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu\text{ετ}}^{\mu} = V_{\varepsilon\pi} \cdot \eta_{\tau 2} = 21,43 \cdot 0,9 = 19,29 \text{ Km/h}$$

Άρα :

$$t_{\varepsilon\pi} = 0,06 \cdot 3000 / 19,29 = 9,33 \text{ min}$$

Συνεπώς :

$$t_s = 0,6 + 0,53 + 21,53 + 0,4 + 9,33 = 32,4 \text{ min}$$

ΣΤ. Απόδοση αποξεστικού

$$Q_s = 60 \cdot V_{\mu\text{ετ}} \cdot \eta_{\varepsilon} / t_s =$$

$$= 60 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 0,85 / 32,40 = 34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ζ. Σύνθεση ομάδας εργασίας

Για $T_{\min}$

Κρίσιμα αποξεστικά

$$Z_s = [Q_{\text{απ,max}} / Q_s] = [396,83 / 34] = 11 \text{ αποξεστικά}$$

Το +1 παραλείπεται γιατί ο χρόνος εκτέλεσης δεν μπορεί να μειωθεί περισσότερο

$$Q_{\text{ομ}} = Z_s \cdot Q_s = 11 \cdot 34 = 374 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Αριθμός αποξεστικών ανά ταύρο} = t_s / t_{\pi} = 32,4 / 1,3 = 24,92$$

$$Z_{\pi} = [11 / 24,92] + 1 = 1 \text{ προωθητής}$$

Για $T_{\max}$

Κρίσιμα τα αποξεστικά

$$Z_s = [Q_{\text{απ, min}} / Q_s] + 1 = [324,67/34] + 1 = 10 \text{ αποξεστικά}$$

$$Q_{\text{ομ}} = Z_s \cdot Q_s = 10 \cdot 34 = 340 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Z_{\text{π}} = [10/24,92] = 1 \text{ προωθητής}$$

Ε. Πίνακας συνδυασμών

Κρίσιμο μηχάνημα	Προωθητές	Αποξεστικά	Απόδοση ομάδας
Αποξεστικό Ι	1	12	374 m ³ /h
Αποξεστικό ΙΙ	1	10	340 m ³ /h

3. ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Για την μεταφορά χωμάτων από τους δανειοθαλάμους Α, Β στο χώρο απόθεσης Γ (εφαρμογή 3) να βρεθεί για κάθε δανειοθάλαμο η ομάδα μηχανημάτων που δίνει το ελάχιστο (κατά BGL) κόστος μονάδας παραγωγής.

ΔΙΝΟΝΤΑΙ:

Γενικά :	
Κόστος καυσίμου	$\delta_k = 45 \text{ χρ.μ./Kgr}$
Συντελεστής λιπαντικών	$\lambda = 20\%$
Ειδική κατανάλωση καυσίμου	$b_e = 0,18 \text{ Kg/PS,h}$
Επιτόκιο	$i' = 12\%$

Στοιχεία λειτουργίας εργοταξίου:	
Ημερομίσθιο χειριστή	$P_{\eta\mu} = 3000 \text{ χρ.μ./ημ}$
Συμβ. ώρες εργασίας/ημέρα	$T_{\eta\mu} = 6,83 \text{ h}$
Συμβ. ώρες εργασίας/μήνα	$T_{\mu\eta\nu} = 200 \text{ h}$
Εργοδοτική επιβάρυνση	$\alpha = 75,30 \%$
Επιβάρυνση υπερωριών	μηδέν

Κόστος κτήσης :	
Φορτωτής	31800000 χρ.μ.
Χωματοургικό όχημα	15720000 χρ.μ.
Προωθητής	47580000 χρ.μ.
Αποξεστικό όχημα	57300000 χρ.μ.
Ελαστικά φορτωτή	1620000 χρ.μ.
Ελαστικά χωματοургικού μηχανήματος	1052000 χρ.μ.
Ελαστικό αποξεστικού μηχανήματος	4056000 χρ.μ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑ BGL

Είδος	n (έτη απόσβεσης)	k _m %	r _m %	f
Φορτωτής	4	3,2	2,7	0,6
Ελαστικά	3	4,4	-	-
Χωμ. Όχημα	4	2,5	2,2	0,45
Ελαστικά	3	4,4	-	-
Προωθητής	4	3,2	3,1	0,60
Αποξ. Όχημα	4	3,2	2,7	0,55
Ελαστικά	3	4,4	-	-

A. Αναπροσαρμογή δεδομένων

Για την μετατροπή των συντελεστών εξυπηρέτησης κεφαλαίου και επισκευών k_m και r_m αντίστοιχα σε k'_m και r'_m για επιτόκιο i' ισχύουν οι εξής σχέσεις :

$$k'_m = ((2+i' \cdot n)/(2+i \cdot n)) \cdot k_m \quad \text{για μηχανήματα και ελαστικά}$$

$$r'_m = ((2+i' \cdot n)/(2+i \cdot n)) \cdot r_m \quad \text{για μηχανήματα}$$

Μηχανήματα	n Έτη	k_m %	k'_m %	r_m %	r'_m %
Φορτωτής	4	3,2	3,51	2,7	2,96
Ελαστικά φορτωτή	3	4,4	4,73	-	-
Αυτοκίνητο	4	2,5	2,74	2,2	2,41
Ελαστικά αυτοκινήτου	3	4,4	4,73	-	-
Πρωθητής	4	3,2	3,51	3,1	3,40
Αποξεστικό	4	3,2	3,51	2,7	2,96
Ελαστικά αποξεστικού	3	4,4	4,73	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Αναπροσαρμογή των k_m , r_m για επιτόκιο $i'=12\%$

B. Ωριαίο κόστος μηχανημάτων

Το ωριαίο κόστος μηχανημάτων C_h υπολογίζεται με βάση την παρακάτω σχέση :

$$C_h = A \cdot ((k'_m + r'_m)/T_{\mu\eta\nu}) + A_{\epsilon\lambda} \cdot (k^{\epsilon\lambda}_m/T_{\mu\eta\nu}) + P_h + (1+\lambda) \cdot N_e \cdot b_e \cdot \delta_k \cdot f$$

Στην συνέχεια υπολογίζονται αναλυτικά τα ωριαία κόστη :

Κόστος κεφαλαίου Κόστος επισκευών Κόστος καυσίμων-λιπαντικών

$$K_h = A \cdot k_m / T_{\mu\eta\nu} \quad R_h = A \cdot r_m / T_{\mu\eta\nu} \quad B_h + S_h = N_e \cdot b_e \cdot \delta_k \cdot f \cdot (1+\lambda)$$

Ωριαίο κόστος χειριστή :

$$P_h = P_{\eta\mu} \cdot (1+\alpha) / T_{\eta\mu} = 3000 \cdot (1+0,753) / 6,83 = 770 \text{ χρ.μ./h}$$

ΜΗΧ/ΤΑ	ΑΞΙΑ A χρ.μ.	N έτη	k'_m %	r'_m %	K_h χρ.μ./h	R_h χρ.μ./h
Φορτωτής	31800000	4	3,51	2,96	5583,29	4710,91
Ελαστικά	1620000	3	4,73	-	383,19	-
Όχημα	15720000	4	2,74	2,41	2156,28	1897,53
Ελαστικά	1052000	3	4,73	-	248,84	-
Πρωθητής	47580000	4	3,51	3,40	8353,87	8092,80
Αποξεστικό	57300000	4	3,51	2,96	10060,46	8488,51
Ελαστικά	4056000	3	4,73	-	959,40	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Αναλυτικός υπολογισμός ωριαίου κόστους εξυπηρέτησης κεφαλαίου και επισκευών μηχανημάτων

ΜΗΧ/ΤΑ	N_e PS	f	b_e χρ.μ./PS,h	δ_k χρ.μ.	λ	$B_h + S_h$ χρ.μ./h
Φορτωτής	360	0,60	0,18	45	0,20	2098,8
Αυτοκίνητο	220	0,45	0,18	45	0,20	962,3
Πρωθητής	410	0,60	0,18	45	0,20	2391,1
Αποξεστικό	550	0,55	0,18	45	0,20	2940,4

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Υπολογισμός ωριαίου κόστους καυσίμου και λιπαντικών

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	K_h χρ.μ./h	R_h χρ.μ./h	P_h χρ.μ./h	B_h+S_h χρ.μ./h	C_h χρ.μ./h
Φορτωτής	5583,29	4710,91	770	2098,8	13547
Ελαστ.φορτ.	383,19				
Αυτοκίνητο	2156,28	1897,53	770	962,3	6035
Ελαστ.αυτ.	248,84				
Πρωθητής	8353,87	8092,80	770	2391,1	19608
Αποξεστικό	10060,46	8488,51	770	2940,4	23219
Ελαστ. αποξ	959,40				

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Υπολογισμός συνολικού ωριαίου κόστους μηχανημάτων

Γ. Κ ό σ τ ο ς μ ο ν ά δ α ς π α ρ α γ ω γ ή ς				
Ομάδα εργασίας	Κρίσιμο μηχάνημα	Απόδοση ομάδας	Ωριαίο κόστος	Κόστος παραγωγής

ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΟΣ Α

1 Φ – 9 Αυτ.	Φορτωτής	68,85 m ³ /h	67862 χρ.μ./h	985,65 χρ.μ./ m ³
1 Φ – 8 Αυτ.	Αυτοκίνητο	66,40 m ³ /h	61764 χρ.μ./h	930,18 χρ.μ./ m ³

ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΟΣ Β

1Π – 12 Απ.	Αποξεστικό	408 m ³ /h	275017 χρ.μ./h	674,06 χρ.μ./ m ³
1Π – 10 Απ.	Αποξεστικό	340 m ³ /h	251798 χρ.μ./h	740,58 χρ.μ./ m ³

Συνεπώς η οικονομικότερη λύση είναι για τον δανειοθάλαμο Α ένας φορτωτής με οκτώ οχήματα και για τον δανειοθάλαμο Β ένας ταύρος με δώδεκα αποξεστικά. Το κόστος μονάδας παραγωγής είναι αντίστοιχα :

$$C_{A\mu\omicron\nu} = 930,18 \text{ χρ.μ./m}^3 \quad \text{και} \quad C_{B\mu\omicron\nu} = 674,06 \text{ χρ.μ./m}^3$$

4. ΠΡΩΘΗΤΗΣ

Η κατασκευή απλού χωματουργικού έργου γίνεται με ερπυστριοφόρους πρωθητές του ίδιου τύπου. Η εκσκαφή του εδάφους κλίσης δ γίνεται από πάνω προς τα κάτω με την δύναμη που απαιτείται και που μπορεί να αναπτύξει ο πρωθητής. Τα χώματα μετά την εκσκαφή προωθούνται μέχρι το χείλος πρανούς.

Ζ Η Τ Ο Υ Ν Τ Α Ι

Να χαραχθούν οι καμπύλες:

- Ωριαίας παραγωγής του ερπυστριοφόρου πρωθητή σε συνάρτηση με την συνολική απόσταση μεταφοράς (εκσκαφή + προώθηση) για ακτίνα ενεργείας του πρωθητή μέχρι 60 μέτρα.
- Κόστους μονάδας παραγωγής του ερπυστριοφόρου πρωθητή σε συνάρτηση με την συνολική απόσταση μεταφοράς (εκσκαφή + προώθηση) για την ακτίνα ενεργείας.

Δ Ι Ν Ο Ν Τ Α Ι :

Γ ε ν ι κ ά :	
Κλίση εδάφους	δ=3μοίρες
Βάθος εκσκαφής	s=20cm
Συντελεστής χαλάρωσης	$k_s=900 \text{ Kp/m}$
Συντελεστής πρόσφυσης	$\rho=0,9$
Ειδ. βάρος χαλαρού υλικού	$\gamma_\phi=1,5 \text{ Mp/m}^3$
Συντ. στατικής τριβής γαιών	c=0,8
Συντ. επιπλήσματος	$\varepsilon=1,25$
Γωνία ισορροπίας γαιών	$\omega=45^\circ$

Π ρ ο ω θ η τ ή ς:

Απόβαρο	$B_{\pi}=36M_p$
Ισχύς	$N_e=220P_s$
Πλάτος κοπτήρα	$b=4,2\text{ m}$
Ύψος κοπτήρα	$h=1,4\text{ m}$
Χρόνος ελιγμών	$t_{ελ}=0,9\text{ min}$
Οριακή ταχύτητα	$V_R=9\text{ K}_m/h$
Αντίσταση κύλισης	$w_r=140\text{ Kp/Mp}$
Συντ.εκμετάλλευσης	$\eta_e=0,83$
Βαθμ. μηχ. απόδοσης	$\eta_{\mu}=0,85$

Σ τ ο ι χ ε ί α λ ε ι τ ο υ ρ γ ί α ς ε ρ γ ο τ α ξ ί ο υ:

Ημερομίσθιο χειριστή	$P_{\eta\mu}=2.800\text{ χρ.μ.}$
Ώρες λειτουργίας/μήνα	$T_{\mu\eta\nu}=175$
Ώρες λειτουργίας/ημέρα	$T_{\eta\mu}=6,83$
Εργοδοτική επιβάρυνση	$\alpha=0,75$

Π ρ ο ω θ η τ ή ς:

Αξία κτήσης	$A=28.000.000\text{ χρ.μ.}$
Μην. συντ. εξυπν. κεφαλαίου	$k_m=3\%$
Μην. συντ. επισκευών	$r_m=2,2\%$
Κόστος καυσίμου	$\delta\kappa=42\text{ χρ.μ./kg}$
Ειδ.κατανάλωση καυσίμου	$b_e=0,22\text{ kg/PS, h}$
Συντελεστής λιπαντικών	$\lambda=20\%$
Συντελεστής φόρτισης	$f=0,75$

Ε Π Ι Λ Υ Σ Η

Ω Ρ Ι Α Ι Α Α Π Ο Δ Ο Σ Η Ε Ρ Γ Ο Τ Α Ξ Ι Ο Υ**A. Μ ή κ ο ς ε κ σ κ α φ ή ς**

Ο κοπτήρας πληρούται με τον όγκο του χώματος που εκσκάπτεται σε μήκος L_e :

$$V_{μετ}=h^2*b*/(2 * \text{εφ}\omega) = s*b*L_e*\epsilon \Rightarrow$$

$$L_e=h^2/(s*\epsilon^2) = 1,4^2 / (0,2*1,25^2) = 3,92\text{ m}$$

B. Δ υ ν ά μ ε ι ς κ α τ ά τ η ν φ ά σ η τ η ς ε κ σ κ α φ η ς

1.Αντιστάσεις

$$A_0=A_1+A_2$$

$$A_1=B_{\pi}*(w_r+w_s)$$

$$w_s=1000*\epsilon\phi\delta=52,41\text{ Kp/Mp} \Rightarrow A_1=36*(140-52,41)=3,15\text{ Mp}$$

$$A_2=f_s*k_s*b=2,6*900*4,2=9,83\text{ Mp}$$

$$A_0=3,15+9,83=12,98\text{ Mp}$$

2. Δύναμη πρόσφυσης

$$Z_{\pi}=B_{\pi}*\rho=36*0,9=32,4\text{ Mp}$$

Έ λ ε γ χ ο ς : Πρέπει $Z_{\pi}>A_0$, ισχύει.

Γ. Χρόνος κύκλου προωθητή

1. Εκσκαφή

$$V_{EK} = 270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu} / A_o = 270 \cdot 220 \cdot 0,85 / 12980 = 3,88 \text{ Km/h}$$

$$V_{EK}^{\mu} = \eta_{TE} \cdot V_{EK} \Rightarrow V_{EK}^{\mu} = V_{EK}$$

$$t_{EK} = (0,06 \cdot L_e / V_{EK}) = 0,06 \cdot 3,92 / 3,88 = 0,06 \text{ min}$$

2. Προώθηση

$$V_{\pi p} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r + w_s) + G) = (270 \cdot 220 \cdot 0,85) / (36 \cdot (140 - 52) + G) = 6,27 \text{ Km/h}$$

Σημείωση : Ο προωθητής εκτός από το βάρος του πρέπει να υπερνικήσει και την αντίσταση G λόγω της τριβής του υλικού που είναι μπροστά στον κοπτήρα του.

$$G = b \cdot h^2 \cdot 0,5 \cdot \gamma_{\varphi} \cdot c / \epsilon \phi \omega = 4,2 \cdot 1,4^2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 4,94 \text{ Mp}$$

$$V_{\pi p}^{\mu} = \eta_T \cdot V_{\pi p} \Rightarrow V_{\pi p}^{\mu} = V_{\pi p}$$

$$t_{\pi p} = 0,06 \cdot (L - L_e) / V_{\pi p} = 0,06 \cdot (L - 3,92) / 6,27 = 0,0096L - 0,03 \text{ min}$$

3. Επιστροφή

$$V_{\epsilon \pi} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r + w_s)) = (270 \cdot 220 \cdot 0,85) / (36 \cdot (140 + 52)) = 7,3 < 9 \text{ km/h}$$

$$t_{\epsilon \pi} = 0,06 \cdot L / V_{\epsilon \pi} = 0,06 \cdot L / 7,3 = 0,0082L$$

$$\begin{aligned} \text{Άρα : } t_{\pi} &= t_{EK} + t_{\pi p} + t_{\epsilon \lambda} + t_{\epsilon \pi} = 0,06 + 0,0096L - 0,03 + 0,9 + 0,0082L \\ &= 0,0178L + 0,93 \text{ min} \end{aligned}$$

Ε. Απόδοση προωθητή

$$Q_{\pi} = 60 \cdot V_{\mu \epsilon \tau} \cdot \eta_{\epsilon} / t_{\pi}$$

$$= 60 \cdot (1/2 \cdot h^2 \cdot b / \epsilon \phi \omega) \cdot \eta_{\epsilon} / (0,0178L + 0,93) = 205 / (0,0178L + 0,93)$$

Από την παραπάνω σχέση που είναι συνάρτηση του L είναι δυνατή η χάραξη της πρώτης ζητούμενης καμπύλης.

ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Α. Ωριαίο κόστος μηχανήματος

$$C_h = (A \cdot (k_m + r_m) / T_{\mu \eta \nu}) + (1 + \lambda) \cdot N_e \cdot b \cdot f \cdot \delta_k + P_h$$

$$P_h = P_{\eta \mu} \cdot (1 + \alpha) / T_{\eta \mu} = 2800 \cdot (1 + 0,75) / 6,83 = 717 \text{ χρ.μ./h}$$

$$\text{Άρα : } C_h = (28.000.000 \cdot (0,03 + 0,022) / 175) + 1,2 \cdot 220 \cdot 0,22 \cdot 42 \cdot 0,75 + 717 = 10867 \text{ χρ.μ./h}$$

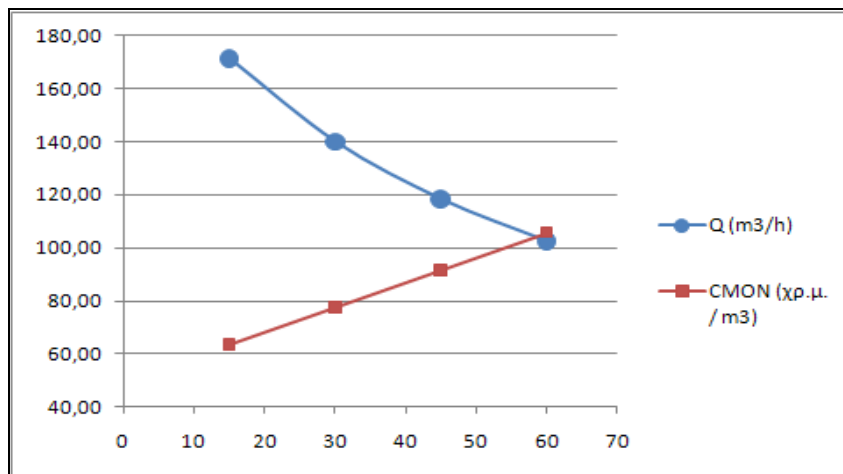
Β. Κόστος μονάδας παραγωγής

$$C_{\mu \nu} = C_h / Q_{\pi} = 10867 / (205 / (0,0178L + 0,93)) = 49,3 + 0,94L$$

Από την παραπάνω γραμμική σχέση είναι δυνατή η χάραξη της ζητούμενης καμπύλης.

Γ. Χάραξη των καμπυλών

L(m)	Q _π (m ³ /h)	C _{μον} (χρ.μ./m ³)
15	171,26	63,45
30	140,03	77,59
45	118,43	91,74
60	102,60	105,88



5. ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ

Ζεύγος ερπυστριοφόρου ελκυστήρα και ρυμουλκούμενου συμπυκνωτή συμπυκνώνουν υλικά επιχωμάτωσης σε οδό συνολικού μήκους L, πλάτους B και ενιαίας κλίσης δ. Η συμπύκνωση γίνεται και προς τις δύο φορές κίνησης. Το έργο πρέπει να τελειώσει σε T ημέρες.

ΖΗΤΕΙΤΑΙ:

Ο ελάχιστος αριθμός ζευγών συμπύκνωσης για να τελειώσει το έργο εμπρόθεσμα

ΔΙΝΟΝΤΑΙ:

Γενικά:

Προθεσμία	T= 20 ημέρες
Ωρες εργασίας ανά ημέρα	T _{ημ} =10 ώρες
Συντ. απασχ. εργοταξίου	η _α = 0,8
Συντ. εκμετάλλευσης	η _ε = 0,75
Βαθμ.μηχ.απόδοσης	η _μ =0,8
Οριακή ταχύτητα	V _R =6 Km/h
Χρόνος ελιγμών ζεύγους	t _{ελ} = 0
Συντ.ταχύτητας ζεύγους	η _τ = 1
Απαιτ. Αριθμός διελεύσεων	j= 6

Στοιχεία οδού:

Μήκος	L = 43 km
Πλάτος	B= 11 m
Κλίση	δ= 5°

Προωθητής:

Βάρος	B _π = 15 Mp
Αντίσταση κύλισης	w _r = 90kp/Mp
Ισχύς	N _ε = 140 PS

Συμπυκνωτής:

Βάρος

 $B_o = 15 \text{ Mp}$

Πλάτος κυλίνδρου

 $b = 2,60 \text{ m}$

Αντίσταση κύλισης

 $w_r = 250 \text{ kp/Mp}$ **Ε Π Ι Λ Υ Σ Η****A. Απαιτούμενη ωριαία απόδοση εργοταξίου**

Επειδή δεν δίνεται το πάχος της στρώσης η απόδοση θα υπολογισθεί σε m^2/h αντί σε m^3/h

$$Q_{\text{απ}} = (L \cdot B \cdot j) / (T \cdot \eta_{\mu} \cdot \eta_{\alpha}) = (43.000 \cdot 11 \cdot 6) / (20 \cdot 10 \cdot 0,8) = 17.737,5 \text{ m}^2/\text{h}$$

B. Χρόνος κύκλου ζεύγους

Το κάθε ζεύγος έχει κύκλο εργασίας κατά τον οποίο πραγματοποιείται άνοδος (μετάβαση) και κάθοδος (επιστροφή) ενός τμήματος της οδού, μήκους L_1 (που δεν είναι γνωστό) και πλάτους όσο το πλάτος b του κυλίνδρου συμπύκνωσης.

$$t_z = t_{\mu\epsilon\tau} + t_{\epsilon\pi} + t_{\epsilon\lambda} \Rightarrow t_z = t_{\mu\epsilon\tau} + t_{\epsilon\pi}$$

Μετáβαση

$$w_s = 1000 \cdot \epsilon \varphi \delta = 1000 \cdot \epsilon \varphi 5^\circ = 1000 \cdot 0,87 = 87 \text{ Kp/Mp}$$

$$V_{\mu\epsilon\tau} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r + w_s) + B_{\sigma} \cdot (w_r' + w_s))$$

$$= (270 \cdot 140 \cdot 0,8) / (15 \cdot (90 + 87) + 15 \cdot (250 + 87)) = 3,92 \text{ Km/h} < V_R = 6 \text{ Km/h}$$

$$V_{\mu\epsilon\tau}^{\mu} = V_{\mu\epsilon\tau} \cdot \eta_T \rightarrow V_{\mu\epsilon\tau}^{\mu} = V_{\mu\epsilon\tau} \cdot 1 = 3,92 \text{ Km/h}$$

$$t_{\mu\epsilon\tau} = 0,06 \cdot L_1 / V_{\mu\epsilon\tau}^{\mu} = 0,06 \cdot L_1 / 3,92 = 0,015 \cdot L_1$$

Επιστροφή

$$V_{\epsilon\pi} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r - w_s) + B_{\sigma} \cdot (w_r' - w_s)) =$$

$$= (270 \cdot 140 \cdot 0,8) / (15 \cdot (90 - 87) + 15 \cdot (250 - 87)) = 12,14 \text{ Km/h} > V_R = 6 \text{ Km/h} \rightarrow V_{\epsilon\pi} = V_R = 6 \text{ Km/h}$$

$$V_{\epsilon\pi}^{\mu} = V_{\epsilon\pi} \cdot \eta_T \rightarrow V_{\epsilon\pi}^{\mu} = V_{\epsilon\pi}$$

$$t_{\epsilon\pi} = 0,06 \cdot L_1 / V_{\epsilon\pi}^{\mu} = 0,06 \cdot L_1 / 6 = 0,010 \cdot L_1$$

Συνεπώς :

$$t_z = 0,015 \cdot L_1 + 0,010 \cdot L_1 = 0,025 \cdot L_1$$

Σημείωση : Επειδή στον κατήφορο η κλίση του εδάφους βοηθά στην υπερνίκηση της αντίστασης κύλισης κατά την φάση της επιστροφής τίθεται με αρνητικό πρόσημο.

Γ. Ωριαία απόδοση ζεύγους**1.Μεικτή απόδοση**

$$Q_z = (60 \cdot 2 \cdot L_1 \cdot b \cdot \eta_{\epsilon}) / t_z = (60 \cdot 2 \cdot L_1 \cdot 2,60 \cdot 0,75) / 0,025 \cdot L_1 = 9360 \text{ m}^2/\text{h}$$

2. Πραγματική ωριαία απόδοση ζεύγους

Η πραγματική ωριαία απόδοση του ζεύγους είναι :

$$Q_z^{\text{πραγμ}} = Q_z \cdot \eta, \text{ όπου } \eta \text{ ο συντελεστής επικάλυψης κάθε διαδρομής } \eta = B/(b \cdot \zeta)$$

Αν ζ είναι ο απαιτούμενος αριθμός διαδρομών κατά πλάτος και ο συμπυκνωτής έχει πλάτος κυλίνδρου b τότε το γινόμενο $\zeta \cdot b$ πρέπει να είναι τόσο ώστε να καλύπτεται όλο το πλάτος του δρόμου και η απαιτούμενη επικάλυψη e κάθε διαδρομής. Επειδή στην περίπτωση του παραδείγματος δεν απαιτείται επικάλυψη πρέπει να ισχύει : $\zeta > B/b \rightarrow \zeta > 11/2,60 = 4,23 \rightarrow \zeta = 5$. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε διαδρομή επανασυμπυκνώνεται τμήμα της προηγούμενης.

Το ποσοστό που δίνει το καθαρό τμήμα του δρόμου που συμπυκνώνεται ανά διαδρομή είναι ο συντελεστής επικάλυψης.

$$\eta = 11/(2,60 \cdot 5) = 0,846$$

$$\text{Άρα τελικά : } Q_z^{\text{πραγμ}} = 0,846 \cdot Q_z = 0,846 \cdot 9360 = 7918,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Δ. Αριθμός ζευγών

Αν είναι i_z ο απαιτούμενος αριθμός των ζευγών, τότε :

$$I_z = Q_{\text{απ}}/Q_z^{\text{πραγ}} = 17737,7/7918,6 = 2,24 \Rightarrow i = 3$$

6. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Ορολογία	Συμβολισμός	Μονάδες
Χρόνοι μηχανημάτων :		
Χρόνος κύκλου φορτωτή	T_ϕ	min
Χρόνος κύκλου αυτοκινήτου	T_α	min
Χρόνος κύκλου αποξεστικού	t_s	min
Χρόνος κύκλου προωθητή	t_π	min
Χρόνος κύκλου ζεύγους	t_z	min
Χρόνος μετάβασης μηχανήματος	$t_{\text{μετ}}$	min
Χρόνος επιστροφής μηχανήματος	$t_{\text{επ}}$	min
Χρόνος ελιγμών	$t_{\text{ελ}}$	min
Χρόνος φόρτωσης αυτοκινήτου	$t_{\text{φορτ}}$	min
Χρόνος εκσκαφής	$t_{\text{εκ}}$	min
Χρόνος απόθεσης υλικού	$t_{\text{απ}}$	min
Χρόνος προώθησης υλικού	$t_{\text{πρ}}$	min

Στοιχεία ταχυτήτων μηχανημάτων :		
Ταχύτητα μετάβασης	$V_{\text{μετ}}$	Km/h
Ταχύτητα επιστροφής	$V_{\text{επ}}$	Km/h
Μέση ταχύτητα μετάβασης	$V_{\text{μετ}}^{\mu}$	Km/h

Μέση ταχύτητα επιστροφής	$V_{\epsilon\pi}^{\mu}$	Km/h
Ταχύτητα προώθησης υλικού	$V_{\pi\rho}$	Km/h
Μέση ταχύτητα εκσκαφή	$V_{\epsilon\kappa}^{\mu}$ ή V_{μ}	Km/h
Συντελεστής ταχύτητας :		
άδειου μηχανήματος	$\eta_{\tau 2}$	
γεμάτου μηχανήματος	$\eta_{\tau 1}$	
ζεύγους μηχανημάτων	η_{ζ}	
εκσκαφής	$\eta_{\tau\epsilon}$	
επιστροφής προωθητή	η_d	
προώθησης	η_{τ}	

Αντιστάσεις μηχανημάτων :		
Συνολική αντίσταση	A_0	Kp ή Mp
Αντίσταση κατά την μεταφορά	A_1	Kp ή Mp
Αντίσταση κατά την χαλάρωση	A_2	Kp ή Mp
Αντίσταση κατά την πλήρωση	A_3	Kp ή Mp
Ανηγμένη αντίσταση πλήρωσης	k_f	Kp/Mp
Διαθέσιμη δύναμη έλξης	P_A	Kp ή Mp
Δύναμη στους κινητήριους τροχούς	P, R	Kp ή Mp
Πρόσθετη απαιτούμενη δύναμη ώθησης	Z	Kp ή Mp
Παρεχομένη δύναμη προωθητή	Z_{π}	Kp ή Mp
Αντίσταση τριβής	G	Kp ή Mp

Στοιχεία δρομολογίου :		
Μήκος οδού	L	m
Πλάτος οδού	B	m
Κλίση οδού	δ	μοίρες
Ανηγμένη αντίσταση κύλισης	w_r	Kp/Mp
Ανηγμένη αντίσταση κλίσης	w_s	Kp/Mp

Αριθμός μηχανημάτων		
Αριθμός μηχανημάτων	Z_{μ}	
Αριθμός ζευγών μηχανημάτων	i_z	

Ωριαία απόδοση μηχανημάτων		
Απόδοση μηχανήματος	Q_{μ}	m^3/h
Απαιτούμενη απόδοση εργοταξίου	$Q_{\alpha\pi}$	m^3/h
Απόδοση ομάδας μηχανημάτων	$Q_{\omicron\mu}$	m^3/h

Στοιχεία λειτουργίας εργοταξίου:		
Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	$T_{\eta\mu}$	
Ώρες λειτουργίας ανά μήνα	$T_{\mu\eta\nu}$	
Ώρες υπερωριών ανά ημέρα	T_u	
Ημερομίσθιο	$P_{\eta\mu}$	Χρ.μ.
Ωριαίο κόστος προσωπικού μηχανημάτων	P_h	Χρ.μ./h
Ωρομίσθιο εργάτη	Ω_ϵ	Χρ.μ./h
Ωρομίσθιο χειριστή	Ω_χ	Χρ.μ./h
Επιβάρυνση υπερωριών	u	%
Εργοδοτική επιβάρυνση	α	%
Κόστος ομάδας εργασίας	$C_{\sigma\mu}$	Χρ.μ./h
Κόστος μονάδας παραγωγής	$C_{\mu\omicron\nu}$	Χρ.μ./ m ³

Στοιχεία μηχανημάτων :		
Αξία κτήσης μηχανήματος	A	Χρ.μ.
Αξία κτήσης ελαστικών	$A_{\epsilon\lambda}$	Χρ.μ.
Μηνιαίος συντελεστής εξυπηρέτησης κεφαλαίου	K_m	%
Μηνιαίος συντελ. εξυπηρ. κεφαλαίου ελαστικών	$K_m^{\epsilon\lambda}$	%
Μηνιαίος συντελ. επισκευών	r_m	%
Ωριαίο κόστος εξυπηρέτησης κεφαλαίου	K_h	Χρ.μ./h
Ωριαίο κόστος επισκευών	R_h	Χρ.μ./h
Συμβατικό επιτόκιο	i	%
Τρέχον επιτόκιο	i'	%
Χρόνος απόσβεσης μηχανήματος	n	έτη
Χρόνος απόσβεσης ελαστικών	n'	έτη
Συντελεστής φόρτισης	f	
Συντελεστής λιπαντικών	λ	%
Ειδική κατανάλωση καυσίμου	b_e	Χρ.μ./PS,h
Ειδική κατανάλωση λιπαντικού	s_e	Χρ.μ./Kg
Κόστος καυσίμου	δ_κ	Χρ.μ./Kg
Κόστος λιπαντελαίου	δ_λ	Χρ.μ./KWH
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	δ_η	Χρ.μ./h
Ωριαίο κόστος καυσίμου	B_h	Χρ.μ./h
Ωριαίο κόστος λιπαντικών	S_h	Χρ.μ./h
Ωριαίο κόστος μηχανήματος	C_h	Χρ.μ./m ³