

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Συντελεστής επιπλήσματος (ϵ) είναι ο λόγος του όγκου του υλικού μετά την εκσκαφή προς τον όγκο που καταλαμβάνει η ίδια ποσότητα υλικού στη φυσική της θέση. Εκφράζει δηλαδή την διόγκωση του συμπαγούς υλικού λόγω των κενών που δημιουργούνται.

Χρόνος κύκλου (t) είναι η χρονική περίοδος μέσα στην οποία συμπληρώνεται μία πλήρης παραγωγική φάση του μηχανήματος. Εξαρτάται από το μέγεθος του μηχανήματος, το υλικό, τη μέθοδο εργασίας και την ικανότητα του χειριστή.

Σταθερός χρόνος (t_s) είναι το άθροισμα της διάρκειας διαδικασιών που θεωρούνται κατά συνθήκη σταθερές (απόρριψη υλικού, ελιγμοί οχήματος).

Συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος (η_e) είναι μειωτικός συντελεστής με τον οποίο εκφράζονται οι αναπόφευκτες χρονικές απώλειες κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός μηχανήματος. Οι απώλειες αυτές οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα και στις συνθήκες λειτουργίας του εργοταξίου.

Συντελεστής απασχόλησης εργοταξίου (η_a) είναι μειωτικός συντελεστής με τον οποίο εκφράζονται οι χρονικές απώλειες από απεργίες, κακές καιρικές συνθήκες κλπ.

Μηχανικός βαθμός απόδοσης (η_μ) είναι το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταδίδεται από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς. Το γινόμενο του η_μ επί την ισχύ του μηχανήματος (N_e) εκφράζει την διαθέσιμη ισχύ του κινητήρα.

Συντελεστής πλήρωσης πτύου (ϕ) είναι αριθμός μικρότερος ή μεγαλύτερος της μονάδας ο οποίος εκφράζει το ποσοστό του πραγματικά χρησιμοποιούμενου όγκου του πτύου για τη μεταφορά υλικού. Μεταβάλλεται ανάλογα με το υλικό.

Υλικό	ϕ (%)
Βράχος λίγο / μέτρια / πολύ κερματισμένος	0.60-0.75 / 0.75-0.90 / 0.90-0.95
Αμμοχάλικα	0.95 – 1.10
Άμμος	1.10 - 1.15
Άργιλος	1.10-1.20
Χέρσο έδαφος	0.90

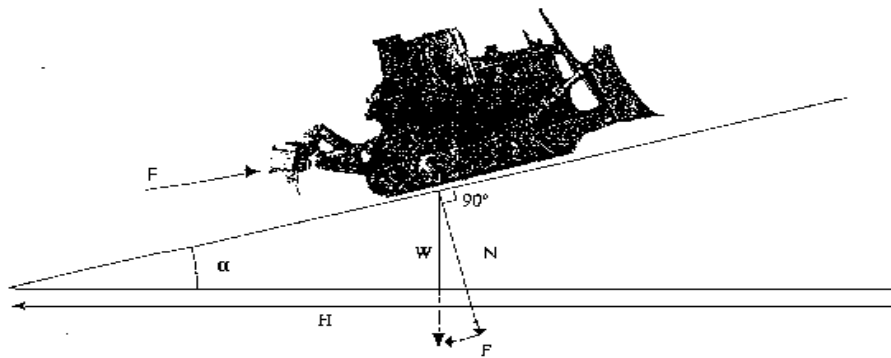
Πίνακας 1: Ενδεικτικές τιμές συντελεστή πλήρωσης

Αντίσταση κύλισης (W_r) είναι το μέγεθος (kp) που εκφράζει την επίδραση των τριβών στην κίνηση του μηχανήματος επί της επιφάνειας κύλισης. Ισούται με το γινόμενο του μικτού βάρους του οχήματος B (Mp) επί την ανηγμένη αντίσταση κύλισης w_r (kp/Mp), η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την ποιότητα της επιφάνειας του οδοστρώματος.

Ποιότητα επιφάνειας οδού	Ελαστικά	Ερπύστριες
Σκυρόδεμα στεγνό, τραχύ	18	27
Ασφαλτικός τάπητας	20-33	30-35
Χωματόδρομος καλά συντηρημένος	20-35	30-40
Χωματόδρομος μέτρια συντηρημένος	50-70	40-55
Χωματόδρομος χωρίς συντήρηση	90-110	70-90
Άμμος χαλαρή με χαλίκια	130-145	80-100
Έδαφος υγρό και μαλακό	150-200	100-120

Πίνακας 2: Τιμές ανηγμένης αντίστασης κύλισης w_r (kp/Mp)

Αντίσταση κλίσης (W_s) είναι το μέγεθος (kp) που εκφράζει την επίδραση της κλίσης στην κίνηση του μηχανήματος πάνω σε λεία επιφάνεια. Ισούται με το μικτό βάρος του οχήματος (Mp) επί την ανηγμένη αντίσταση κλίσης w_s (kp/Mp). Η w_s ισούται με το γινόμενο της εφαπτομένης της γωνίας κλίσης α επί 1000 (σχ.3). Όταν η γωνία α είναι μικρότερη των 10° τότε θεωρείται $\epsilon\phi\alpha = \eta\mu\alpha$ και άρα $w_s = 1000 \cdot \epsilon\phi\alpha$. Αν οι ανηγμένες αντιστάσεις w_r και w_s δίνονται σε ποσοστά επί τοις εκατό τότε πολλαπλασιάζονται επί 1000, ώστε να έχουν διάσταση kp/Mp.



Σχήμα 1: Ανάλυση δυνάμεων για κίνηση σε λεία επιφάνεια

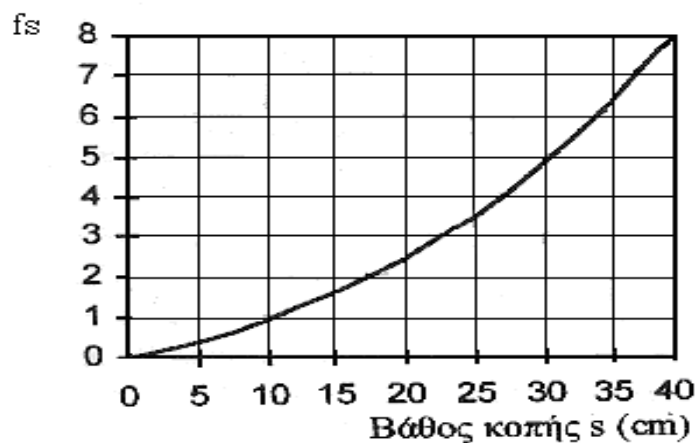
Συντελεστής ταχύτητας (η_r) είναι συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η μέγιστη ταχύτητα του οχήματος για να προκύψει η μέση ταχύτητα. Εξαρτάται από την κατάσταση της επιφάνειας κύλισης, τις συνθήκες κυκλοφορίας, την ικανότητα επιτάχυνσης του οχήματος, τη σχέση ισχύος κινητήρα προς μικτό βάρος οχήματος, το μήκος της διαδρομής και την ικανότητα του χειριστή.

Συνθήκες κυκλοφορίας	Με φορτίο	Χωρίς φορτίο
Ευνοϊκές	0.70 - 0.75	0.80 – 0.85
Μέτριες	0.60 – 0.70	0.75 – 0.80
Δυσμενείς	0.50 – 0.60	0.70 – 0.75

Πίνακας 3: Τιμές συντελεστή ταχύτητας η_t

Αντίσταση χαλάρωσης εδάφους (A_s) είναι η δύναμη την οποία πρέπει να αναπτύξει το εκσκαπτικό εργαλείο για τη χαλάρωση του εδάφους σε βάθος 10cm και υπό γωνία 45° . Η σχέση υπολογισμού της A_s για πλάτος κοπτήρα b , είναι : $A_s = f_s \cdot k_s \cdot b$. Όπου: f_s **συντελεστής βάθους** (Σχ.2).

k_s **συντελεστής χαλάρωσης του εδάφους** (Πιν. 4).



Σχήμα 2: Μεταβολή συντελεστή βάθους f_s συναρτήσει του βάθους κοπής

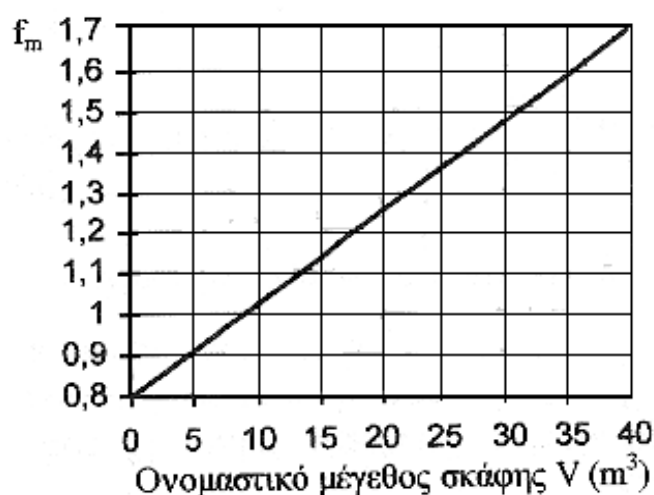
Έδαφος	k_s (kp/m)
Έδαφος μέσης σκληρότητας, μαλακή άργιλος	400
Αμμοχάλικα με συνεκτικό υλικό	500
Αμμοχάλικα με άργιλο, συμπυκνωμένη άργιλος	800
Σκληρή άργιλος	1200
Πολύ σκληρή άργιλος, χαλαρωμένο βραχώδες έδαφος	1650
Χαλαρωμένο έδαφος	400
Αμμώδες έδαφος	600
Συμπυκνωμένο έδαφος μέσης σκληρότητας	1000
Ισχυρά συμπυκνωμένο έδαφος	3400

Πίνακας 4: Τιμές συντελεστή χαλάρωσης εδάφους (kp/m)

Αντίσταση πλήρωσης A_f είναι η αντίσταση που συναντά κατά την κίνησή του το αποξεστικό όχημα. Δίδεται από τη σχέση: $A_f = f_m \cdot k_f \cdot B_{μετ}$. Όπου: f_m **συντελεστής μεγέθους** (Σχ.3)

k_f **ανηγμένη αντίσταση πλήρωσης** (kp/Mp) (Σχ.4).

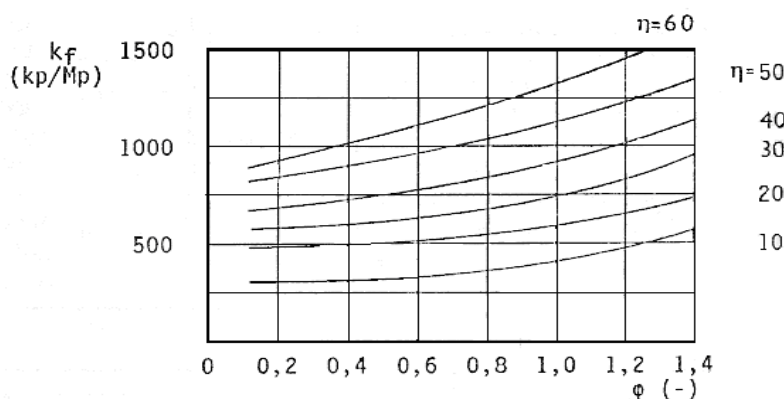
Ο συντελεστής μεγέθους f_m , εξαρτάται από την χωρητικότητα του κάδου V , ενώ η ανηγμένη αντίσταση πλήρωσης k_f , εξαρτάται από την κινητική συνεκτικότητα του εδάφους η_p (Πιν. 5) και το συντελεστή πλήρωσης ϕ .



Σχήμα 3: Μεταβολή του συντελεστή μεγέθους f_m συναρτήσει του όγκου της σκάφης

Υλικό	η_p
Έδαφος με σφαιρικούς κόκκους στεγνό/ υγρό	6/14
Λεπτόκοκκη άμμος στεγνή / υγρή	7-9 / 16-17
Χονδρόκοκκη άμμος στεγνή / υγρή	14/18
Χαλίκια λεπτόκοκκα/ χονδρόκοκκα	18/25
Αργιλικό έδαφος ανάλογα με τη σκληρότητα	15-55
Διάφορα εδάφη χαμηλής/ μέσης / ισχυρής συμπίκνωσης	12-20 / 20-44 / 40-60

Πίνακας 5: Τιμές κινητικής συνεκτικότητας η_p εδαφικού υλικού



Σχήμα 4: Ανηγμένη αντίσταση πλήρωσης k_f συναρτήσει η_p , ϕ

Συντελεστής πρόσφυσης (ρ) είναι συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται το βάρος που αντιστοιχεί σε κάθε τροχό ή ερπύστρια του μηχανήματος για τον προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης που μπορεί να ασκηθεί χωρίς να υπάρξει ολίσθηση. Εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας κίνησης και τον τύπο του μηχανήματος (Πιν. 6).

Ποιότητα επιφάνειας οδού	Ελαστικά	Ερπύστριες
Σκυρόδεμα στεγνό, τραχύ	0,80-1,00	0,45
Ξηρό αργιλώδες έδαφος	0,50-0,70	0,90
Υγρό αργιλώδες έδαφος	0,40-0,50	0,70
Υγρό αμμοχάλικο	0,30-0,40	0,35
Χαλαρή, ξηρή άμμος	0,20-0,30	0,30
Χιόνι	0,2	0,15-0,35
Πάγος	0,1	0,10-0,25

Πίνακας 6: Τιμές συντελεστή πρόσφυσης

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

2.1 Απαιτούμενη ωριαία απόδοση εργοταξίου

$$Q_{\text{απ}} = V \cdot \varepsilon / (T_h \cdot \eta_{\alpha}) \quad \text{σε m}^3/\text{h}$$

όπου :

V : όγκος υλικού (m^3)

ε : συντελεστής επιπλήσματος

T_h : συμβατική προθεσμία αποπεράτωσης του έργου (h)

η_{α} : συντελεστής απασχόλησης εργοταξίου

2.2 Συνδυασμός φορτωτή και αυτοκινήτου

1. Ωριαία απόδοση φορτωτή

$$Q_{\varphi} = 60 \cdot V_{\varphi} \cdot \varphi \cdot \eta_{\varepsilon} / t_{\varphi} \quad \text{σε m}^3/\text{h}$$

όπου:

60 : συντελεστής μετατροπής

V_{φ} : η χωρητικότητα του πτύου του φορτωτή (m^3)

φ : συντελεστής πλήρωσης του πτύου

η_{ε} : συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

t_{φ} : χρόνος κύκλου φορτωτή (min)

2. Ωριαία απόδοση αυτοκινήτου

$$Q_{\alpha} = 60 \cdot V_{\text{μετ}} \cdot \eta_{\varepsilon} / t_{\alpha} \quad \text{σε m}^3/\text{h}$$

όπου:

60 : συντελεστής μετατροπής

$V_{\text{μετ}}$: ο όγκος του υλικού που μεταφέρεται από το αυτοκίνητο (m^3)

η_{ε} : συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

t_{α} : χρόνος κύκλου αυτοκινήτου (min)

3. Έλεγχος μεταφερόμενου όγκου και βάρους

$$V_{\mu\epsilon\tau} = V_{\phi} * \phi_{\phi} * \xi < V_{\sigma} * \phi_{\alpha}$$

$$B_{\mu\epsilon\tau} = V_{\mu\epsilon\tau} * \gamma_{\phi} < B_o$$

όπου:

$V_{\mu\epsilon\tau}$	:ο όγκος του υλικού που μεταφέρεται από το αυτοκίνητο (m ³)
$B_{\mu\epsilon\tau}$	:το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αυτοκίνητο (Mp)
V_{σ}	:η χωρητικότητα της σκάφης του αυτοκινήτου (m ³)
B_o	:το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο του αυτοκινήτου (Mp)
V_{ϕ}	:η χωρητικότητα του πτύου του φορτωτή (m ³)
ϕ_{ϕ}	:συντελεστής πλήρωσης πτύου
ϕ_{α}	:συντελεστής πλήρωσης σκάφης
γ_{ϕ}	:το ειδικό βάρος του υλικού (Mp/m ³)
ξ	:ο απαιτούμενος αριθμός φορτώσεων για να γεμίσει το αυτοκίνητο

$$\xi = \min \begin{cases} [B_o / (V_{\phi} * \phi_{\phi} * \gamma_{\phi})] \\ [(V_{\sigma} * \phi_{\alpha}) / (V_{\phi} * \phi_{\phi})] \end{cases}$$

Εμπειρικό οικονομικό κριτήριο $4 \leq \xi \leq 6$

4. Χρόνος κύκλου αυτοκινήτου

$$t_{\alpha} = t_{\mu\epsilon\tau} + t_{\alpha\pi} + t_{\epsilon\pi} + t_{\epsilon\lambda} + t_{\phi\omicron\rho\rho\tau}$$

σε min

Αποτελείται από τους χρόνους μετάβασης, απόθεσης, επιστροφής, ελιγμών και φόρτωσης από το φορτωτικό μέσο.

α. Μετάβαση

$$V_{\mu\epsilon\tau} = (270 * Ne * \eta_{\mu} / [(B_{\alpha} + B_{\mu\epsilon\tau}) * (w_r + w_s)])$$

σε Km/h

όπου:

$V_{\mu\epsilon\tau}$	:μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα
270	:συντελεστής μετατροπής
Ne	:ισχύς μηχανήματος (PS)
η_{μ}	:μηχανικός βαθμός απόδοσης
B_{α}	:απόβαρο μηχανήματος (Mp)
$B_{\mu\epsilon\tau}$	:το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αυτοκίνητο (Mp)
w_r	:ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)
w_s	:ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)
V_R	:οριακή ταχύτητα μηχανήματος (Km/h)

$$V_{μετ} \leq V_R$$

$$V_{μετ}^μ = V_{μετ} * \eta_{T1}$$

σε Km/h

όπου:

$V_{μετ}^μ$: μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου

$V_{μετ}$: η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο (Km/h)

η_{T1} : συντελεστής ταχύτητας για γεμάτο αυτοκίνητο

$$t_{μετ} = 0,06 * L / V_{μετ}^μ$$

σε min

όπου :

$t_{μετ}$: ο χρόνος μετάβασης

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : μήκος οδού (m)

$V_{μετ}^μ$: η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου (Km/h)

β. Επιστροφή

$$V_{επ} = (270 * N_e * \eta_{\mu}) / [B_{\alpha} * (w_r + w_s)]$$

σε Km/h

όπου:

$V_{επ}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{α} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

V_R : οριακή ταχύτητα μηχανήματος (Km/h)

$$V_{επ} \leq V_R$$

$$V_{επ}^μ = V_{επ} * \eta_{T2}$$

σε Km/h

όπου:

$V_{επ}^μ$: η μέση μέγιστη ταχύτητα του αυτοκινήτου κατά την επιστροφή

$V_{επ}$: η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο κατά την επιστροφή (Km/h)

η_{T2} : συντελεστής ταχύτητας για άδειο αυτοκίνητο

$$t_{επ} = 0,06 * L / V_{επ}^μ$$

σε min

όπου:

$t_{επ}$: ο χρόνος επιστροφής

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : το μήκος της οδού στο οποίο πραγματοποιείται η επιστροφή (m)

$V_{επ}^μ$: η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου (Km/h)

Σημείωση : Στην περίπτωση κατωφέρειας το πρόσημο της αντίστασης κύλισης τίθεται αρνητικό μόνον όταν το μηχανήμα διαθέτει αυτόματο σύστημα επιβράδυνσης.

5. Σύνθεση ομάδας εργασίας

α. Κρίσιμο μηχάνημα : φορτωτής

$$Z_{\phi}=[Q_{\alpha\pi}/Q_{\phi}]+1$$

$$Q_{\text{ομ}}=Z_{\phi} \cdot Q_{\phi}$$

$$Z_{\alpha}=[Q_{\text{ομ}}/Q_{\alpha}]+1$$

όπου:

Z_{ϕ} :ο αριθμός των φορτωτών

$Q_{\alpha\pi}$:η απαιτούμενη ωριαία απόδοση του εργοταξίου (m^3/h)

Q_{ϕ} :η ωριαία απόδοση φορτωτή (m^3/h)

$Q_{\text{ομ}}$:η απόδοση της ομάδας των μηχανημάτων (m^3/h)

Z_{α} :ο αριθμός των αυτοκινήτων

Q_{α} :η ωριαία απόδοση αυτοκινήτου (m^3/h)

β. Κρίσιμο μηχάνημα : αυτοκίνητο

$$Z_{\alpha}=[Q_{\alpha\pi}/Q_{\alpha}]+1$$

$$Q_{\text{ομ}}=Z_{\alpha} \cdot Q_{\alpha}$$

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

όπου:

Z_{α} :ο αριθμός των αυτοκινήτων

Q_{α} :η ωριαία απόδοση αυτοκινήτου (m^3/h)

$Q_{\alpha\pi}$:η απαιτούμενη ωριαία απόδοση του εργοταξίου (m^3/h)

$Q_{\text{ομ}}$:η απόδοση της ομάδας των μηχανημάτων (m^3/h)

Z_{ϕ} :ο αριθμός των φορτωτών

Q_{ϕ} :η ωριαία απόδοση φορτωτή (m^3/h)

2.3 Συνδυασμός προωθητή και αποξεστικού

1. Έλεγχος μεταφερόμενου όγκου και βάρους

$$V_{\text{μετ}}=V_s \cdot \phi$$

$$B_{\text{μετ}}=V_{\text{μετ}} \cdot \gamma_{\phi} < B_o$$

όπου:

$V_{\text{μετ}}$:ο όγκος του υλικού που μεταφέρεται από το αποξεστικό (m^3)

$B_{\text{μετ}}$:το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αποξεστικό (Mp)

V_s :η χωρητικότητα της σκάφης του αποξεστικού (m^3)

B_o :το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο του αποξεστικού (Mp)

ϕ :συντελεστής πλήρωσης σκάφης αποξεστικού

γ_{ϕ} :το ειδικό βάρος του υλικού (Mp/ m^3)

2. Δυνάμεις και αντιστάσεις στην εκσκαφή

α. Αντιστάσεις

$$A_o=A_1+A_2+A_3$$

σε **Kp**

όπου :

A_0 = συνολική αντίσταση που αναπτύσσεται στην φάση εκσκαφής

A_1 = αντίσταση μεταφοράς του υλικού

A_2 = αντίσταση χαλάρωσης του υλικού

A_3 = αντίσταση πλήρωσης

$$A_1 = (B_\alpha + B_{\mu\epsilon\tau}) \cdot (w_r + w_s)$$

σε Kp

όπου :

B_α : απόβαρο αποξεστικού (Mp)

$B_{\mu\epsilon\tau}$: το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αποξεστικό (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

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

σε Kp

όπου :

f_s : συντελεστής βάθους

k_s : ανηγμένη δύναμη εκσκαφής ανά μέτρο πλάτους εκσκαφής (kp/m)

b : πλάτος σκαπτικού εργαλείου (m)

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

σε Kp

όπου :

f_m : συντελεστής μεγέθους σκάφης

k_f : ανηγμένη αντίσταση πλήρωσης (Kp/Mp)

$B_{\mu\epsilon\tau}$: το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αποξεστικό (Mp)

β. Δυνάμεις

$$P_A = \min(P, R)$$

όπου :

P_A : διατιθέμενη δύναμη έλξης μηχανήματος (Mp)

$$P = (B_\alpha + B_{\mu\epsilon\tau}) \cdot \rho \cdot \pi_\gamma$$

σε Mp

όπου :

P : δύναμη στους κινητήριους τροχούς

$B_\alpha + B_{\mu\epsilon\tau}$: μικτό βάρος μηχανήματος (Mp)

ρ : συντελεστής πρόσφυσης

π_γ : συντελεστής κατανομής βάρους στους κινητήριους τροχούς(%)

$$R = (270 \cdot N_e \cdot \eta_\mu) / V_\mu$$

σε Kp

όπου :

270 : συντελεστής μετατροπής

V_{μ} : η ταχύτητα που αναπτύσσει το μηχάνημα (Km/h) στη φάση εκσκαφής.
Συνήθως 1 έως 3 Km/h

N_e : ισχύς μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

Έλεγχος :

$A_0 < P_A \Rightarrow$ δεν απαιτείται προωθητής

$A_0 > P_A \Rightarrow$ απαιτείται προωθητής

$Z = A_0 - P_A$ σε Mp

όπου :

Z : απαιτούμενη πρόσθετη δύναμη ώθησης για το αποξεστικό (Mp)

$Z_{\pi} = B_{\pi} * \rho$ σε Mp

όπου :

Z_{π} : παρεχομένη δύναμη από τον προωθητή (Mp)

B_{π} : απόβαρο προωθητή (Mp)

ρ : συντελεστής πρόσφυσης

$A_{1\pi} = B_{\pi} * (w_r + w_s)$ σε Kp

όπου :

$A_{1\pi}$: αντίσταση που αναπτύσσεται κατά την κίνηση του προωθητή

B_{π} : απόβαρο προωθητή (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

1^{ος} έλεγχος

Αρκεί $Z_{\pi} > A_{1\pi} + Z$

2^{ος} έλεγχος

Υπολογισμός ταχύτητας προωθητή κατά την εκσκαφή

$V_{εκ} = (270 * N_e * \eta_{\mu}) / (Z + A_{1\pi})$ σε Km/h

όπου :

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

Z : απαιτούμενη πρόσθετη δύναμη ώθησης για το αποξεστικό (Mp)

$A_{1\pi}$: αντίσταση που αναπτύσσεται κατά την κίνηση του προωθητή (Mp)

Εξετάζεται αν για αυτή την κοινή ταχύτητα κίνησης προωθητή και αποξεστικού κατά την εκσκαφή, το αποξεστικό αναπτύσσει την προϋπολογισμένη δύναμη.

$R_1 = (270 * N_e * \eta_{\mu}) / V_{εκ}$ σε Mp

Αν $R_1 > P_A \Rightarrow$ δεν υπάρχει πρόβλημα

Αν $R_1 < P_A \Rightarrow P_A = R_1$ και $V = V_{EK}$ και στη συνέχεια επανυπολογίζονται όλα τα άλλα μεγέθη.

3. Χρόνος κύκλου προωθητή

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

Αποτελείται από τους χρόνους ελιγμών, εκσκαφής και επιστροφής.

α. Εκσκαφής

$$V_{EK} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (Z + A_{1\pi}) \quad \text{σε Km/h}$$

όπου :

V_{EK} : μέγιστη ταχύτητα εκσκαφής

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

Z : απαιτούμενη πρόσθετη δύναμη ώθησης για το αποξεστικό (Mp)

$A_{1\pi}$: αντίσταση που αναπτύσσεται κατά την κίνηση του προωθητή (Mp)

$$V_{EK}^{\mu} = V_{EK} \cdot \eta_{TE} \quad \text{σε Km/h}$$

όπου :

V_{EK}^{μ} : μέση ταχύτητα εκσκαφής

V_{EK} : μέγιστη ταχύτητα εκσκαφής (Km/h)

η_{TE} : συντελεστής ταχύτητας εκσκαφής

$$t_{EK} = 0,06 \cdot L_e / V_{EK}^{\mu} \quad \text{σε min}$$

όπου :

t_{EK} : χρόνος εκσκαφής

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L_e : μήκος εκσκαφής (m)

V_{EK}^{μ} : μέση ταχύτητα εκσκαφής (Km/h)

β. Επιστροφή

$$V_{\pi\pi} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / [B_{\pi} \cdot (w_r + w_s)] \quad \text{σε Km/h}$$

όπου :

$V_{\pi\pi}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{π} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

$$V_{\pi\pi} < V_R$$

$$V_{\text{επ}}^{\mu} = V_{\text{επ}} * \eta_d$$

σε Km/h

όπου :

$V_{\text{επ}}^{\mu}$: η μέση ταχύτητα του μηχανήματος (Km/h)

$V_{\text{επ}}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα (Km/h)

η_d : συντελεστής ταχύτητας επιστροφής προωθητή

$$t_{\text{επ}} = 0,06 * L_e / V_{\text{επ}}^{\mu}$$

σε min

όπου :

$t_{\text{επ}}$: χρόνος επιστροφής

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L_e : μήκος οδού στο οποίο πραγματοποιείται η επιστροφή (m)

$V_{\text{επ}}^{\mu}$: μέση ταχύτητα του μηχανήματος (Km/h)

4. Ωριαία απόδοση αποξεστικού

$$Q_s = 60 * V_{\text{μετ}} * \eta_{\epsilon} / t_s$$

σε m³/h

όπου :

60 : συντελεστής μετατροπής

$V_{\text{μετ}}$: ο μεταφερόμενος όγκος του υλικού (m³)

η_{ϵ} : συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

t_s : χρόνος κύκλου αποξεστικού (min)

5. Χρόνος κύκλου αποξεστικού

$$t_s = t_{\epsilon\kappa} + t_{\text{μετ}} + t_{\text{απ}} + t_{\text{επ}} + t_{\epsilon\lambda}$$

σε min

Αποτελείται από τους χρόνους εκσκαφής, μετάβασης, απόθεσης, επιστροφής και ελιγμών.

Ο χρόνος εκσκαφής έχει υπολογισθεί προηγουμένως.

α. Μετάβαση

$$V_{\text{μετ}} = (270 * N_e * \eta_{\mu}) / [(B_{\alpha} + B_{\text{μετ}}) * (w_r + w_s)]$$

σε Km/h

όπου :

$V_{\text{μετ}}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{α} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

$B_{\text{μετ}}$: το βάρος του υλικού που μεταφέρεται από το αποξεστικό (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

V_R : οριακή ταχύτητα αποξεστικού (Km/h)

$$V_{\text{μετ}} < V_R$$

$$V_{\mu}^{\mu}=V_{\mu\epsilon\tau}*\eta_{\tau1}$$

σε Km/h

όπου :

V_{μ}^{μ} : η μέση ταχύτητα του μηχανήματος (Km/h)

$V_{\mu\epsilon\tau}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα (Km/h)

$\eta_{\tau1}$: συντελεστής ταχύτητας για γεμάτο αποξεστικό

$$t_{\mu\epsilon\tau}=0,06*L/V_{\mu}^{\mu}$$

σε min

$t_{\mu\epsilon\tau}$: χρόνος μετάβασης (min)

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : μήκος οδού (m)

V_{μ}^{μ} : μέση ταχύτητα του αποξεστικού (Km/h)

β. Επιστροφή

$$V_{\epsilon\pi}=(270*N_e*\eta_{\mu})/[B_{\alpha}*(w_r+w_s)]$$

σε Km/h

όπου :

$V_{\epsilon\pi}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα (Km/h)

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{α} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

V_R : οριακή ταχύτητα αποξεστικού (Km/h)

$$V_{\epsilon\pi}<V_R$$

$$V_{\mu}^{\mu}=V_{\epsilon\pi}*\eta_{\tau2}$$

σε Km/h

όπου :

V_{μ}^{μ} : η μέση ταχύτητα του μηχανήματος

$V_{\epsilon\pi}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα (Km/h)

$\eta_{\tau2}$: συντελεστής ταχύτητας για άδειο αποξεστικό

$$t_{\epsilon\pi}=0,06*L/V_{\mu}^{\mu}$$

σε min

$t_{\epsilon\pi}$: χρόνος μετάβασης

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : μήκος οδού (m)

V_{μ}^{μ} : μέση ταχύτητα του αποξεστικού (Km/h)

Σημείωση : Στην περίπτωση κατωφέρειας το πρόσημο της αντίστασης κύλισης τίθεται αρνητικό μόνον όταν το μηχανήμα διαθέτει αυτόματο σύστημα επιβράδυνσης

6.Σύνθεση ομάδας εργασίας

$$Z_s=[Q_{\alpha\pi}/Q_s]+1$$

$$Q_{\text{ομ}}=Z_s*Q_s$$

$$Z_{\pi}=[Z_s/(t_s/t_{\pi})]+1$$

όπου:

Z_s :ο αριθμός των αποξεστικών

Q_s :η ωριαία απόδοση αποξεστικού (m^3/h)

$Q_{\alpha\pi}$:η απαιτούμενη ωριαία απόδοση του εργοταξίου (m^3/h)

$Q_{\text{ομ}}$:η απόδοση της ομάδας των μηχανημάτων (m^3/h)

Z_{π} :ο αριθμός των αποξεστικών

t_s/t_{π} :ο αριθμός των αποξεστικών ανά προωθητή

2.4 Προωθητής

1. Δυνάμεις και αντιστάσεις στην εκσκαφή

α. Αντιστάσεις

$$A_o=A_1+A_2$$

όπου : A_o :συνολική αντίσταση που αναπτύσσεται στην φάση εκσκαφής

A_1 :αντίσταση κατά την κίνηση του προωθητή

A_2 : αντίσταση χαλάρωσης του υλικού

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

σε **Kp**

όπου:

B_{π} :απόβαρο προωθητή (Mp)

w_r :ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s :ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

$$A_2 = f_s*k_s*b$$

σε

Kp

όπου :

f_s :συντελεστής βάθους εκσκαφής

k_s :ανηγμένη δύναμη εκσκαφής ανά μέτρο πλάτους εκσκαφής (Kp/m)

b :πλάτος σκαπτικού εργαλείου (m)

β. Δυνάμεις

$$Z_{\pi}=B_{\pi}*\rho$$

σε **Mp**

όπου :

Z_{π} :μέγιστη αναπτυσσόμενη δύναμη

B_{π} :απόβαρο προωθητή (Mp)

ρ :συντελεστής πρόσφυσης

Έλεγχος : $Z_{\pi}>A_o$

2. Μήκος εκσκαφής

Από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοπτήρα του προωθητή ισχύει :

$$V_{\mu\epsilon\tau}=1/2 *b*h*(h/\epsilon\varphi\omega) = b*s*L_e*\epsilon \quad \text{σε } m^3$$

όπου :

L_e :μήκος κίνησης προωθητή μέχρι ο κοπτήρας να συγκεντρώσει
υλικό όγκου $V_{\mu\epsilon\tau}$ (m)

$V_{\mu\epsilon\tau}$:ο όγκος του υλικού που μεταφέρει ο κοπτήρας (m^3)

b :το πλάτος του κοπτήρα (m)

h :το ύψος του κοπτήρα (m)

s :το βάθος εκσκαφής (m)

ω :η γωνία που σχηματίζει με το έδαφος το υλικό μπροστά από τον κοπτήρα

ϵ :συντελεστής επιπλήσματος

3 .Απόδοση προωθητή

$$Q_{\pi}=60*V_{\mu\epsilon\tau}*\eta_{\epsilon}/t_{\pi} \quad \text{σε } m^3/h$$

όπου :

60 :συντελεστής μετατροπής

$V_{\mu\epsilon\tau}$:ο μεταφερόμενος όγκος του υλικού (m^3)

η_{ϵ} :συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

t_{π} :χρόνος κύκλου προωθητή (min)

4.Χρόνος κύκλου προωθητή

$$t_{\pi}=t_{\epsilon\lambda}+t_{\epsilon\kappa}+t_{\pi\rho}+t_{\epsilon\pi} \quad \text{σε } min$$

Αποτελείται από τους χρόνους εκσκαφής, προώθησης, επιστροφής και ελιγμών.

α. Εκσκαφή

$$V_{\epsilon\kappa}=(270*N_e*\eta_{\mu})/A_o \quad \text{σε } Km/h$$

όπου :

$V_{\epsilon\kappa}$:μέγιστη ταχύτητα εκσκαφής

270 :συντελεστής μετατροπής

N_e :ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} :μηχανικός βαθμός απόδοσης

A_o :αντίσταση που αναπτύσσεται στη φάση της εκσκαφής (Mr)

V_R :οριακή ταχύτητα μηχανήματος (Km/h)

$$V_{\epsilon\kappa}\leq V_R$$

$$V_{\epsilon\kappa}^{\mu}=V_{\epsilon\kappa}*\eta_{\epsilon} \quad \text{σε } Km/h$$

όπου :

$V_{\epsilon\kappa}^{\mu}$:μέση ταχύτητα εκσκαφής (Km/h)

$V_{\epsilon\kappa}$:μέγιστη ταχύτητα εκσκαφής (Km/h)

η_{TE} : συντελεστής ταχύτητας εκσκαφής

$$t_{EK}=0,06 \cdot L_e / v_{EK}^{\mu}$$

t_{EK} : χρόνος εκσκαφής

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L_e : μήκος κίνησης προωθητή μέχρι ο κοπτήρας να γεμίσει υλικό όγκου V_{MET} (m)

v_{EPT}^{μ} : μέση ταχύτητα εκσκαφής (Km/h)

β. Προώθηση

$$V_{\pi p} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r + w_s) + G) \leq V_R \quad \text{σε Km/h}$$

όπου :

$V_{\pi p}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχάνημα

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{π} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

V_R : οριακή ταχύτητα μηχανήματος (Km/h)

G : αντίσταση από την τριβή του υλικού που είναι συσσωρευμένο μπροστά στον κοπτήρα με το έδαφος (Mp)

$$G = V_{MET} \cdot \gamma_{\phi} \cdot c \quad \text{σε Mp}$$

όπου :

c : συντελεστής στατικής τριβής γαιών

γ_{ϕ} : ειδικό βάρος υλικού (Mp/m³)

V_{MET} : ο όγκος του υλικού που μεταφέρεται από τον προωθητή (m³)

$$v_{\pi p}^{\mu} = V_{\pi p} \cdot \eta_T \quad \text{σε Km/h}$$

όπου :

$v_{\pi p}^{\mu}$: η μέση ταχύτητα του μηχανήματος

$V_{\pi p}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχάνημα (Km/h)

η_T : συντελεστής ταχύτητα προώθησης

$$t_{\pi p} = 0,06 \cdot (L - L_e) / v_{\pi p}^{\mu} \quad \text{σε min}$$

όπου :

$t_{\pi p}$: ο χρόνος προώθησης

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : ολικό μήκος μεταξύ σημείου αρχής εκσκαφής και σημείου απόθεσης (m)

L_e : μήκος εκσκαφής (m)

$v_{\pi p}^{\mu}$: η μέση ταχύτητα προώθησης (Km/h)

γ. Επιστροφή

$$V_{\varepsilon\pi} = (270 \cdot N_e \cdot \eta_{\mu}) / (B_{\pi} \cdot (w_r + w_s))$$

σε Km/h

όπου :

$V_{\varepsilon\pi}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα

270 : συντελεστής μετατροπής

N_e : ισχύς του μηχανήματος (PS)

η_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

B_{π} : απόβαρο μηχανήματος (Mp)

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (Kp/Mp)

w_s : ανηγμένη αντίσταση κλίσης (Kp/Mp)

V_R : οριακή ταχύτητα μηχανήματος (Km/h)

$$V_{\varepsilon\pi} \leq V_R$$

$$V^{\mu}_{\varepsilon\pi} = V_{\varepsilon\pi} \cdot \eta_d$$

σε Km/h

όπου :

$V^{\mu}_{\varepsilon\pi}$: η μέση ταχύτητα του μηχανήματος

$V_{\varepsilon\pi}$: μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το μηχανήμα (Km/h)

η_d : συντελεστής ταχύτητας επιστροφής προωθητή

$$t_{\varepsilon\pi} = 0,06 \cdot L / V^{\mu}_{\varepsilon\pi}$$

σε min

όπου :

$t_{\varepsilon\pi}$: χρόνος επιστροφής

0,06 : συντελεστής μετατροπής

L : ολικό μήκος μεταξύ σημείου εκσκαφής και σημείου απόθεσης (m)

$V^{\mu}_{\varepsilon\pi}$: μέση ταχύτητα επιστροφής (Km/h)

2.5 Ισοπεδωτής – Συμπυκνωτής

Ωριαία απόδοση

$$Q = 1000 \cdot V \cdot D \cdot d \cdot \eta_{\varepsilon} / j$$

σε m³/h

όπου :

V : η μέση ταχύτητα κίνησης (Km/h)

d : το πάχος της στρώσης (m)

η_{ε} : συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

D : το πραγματικό πλάτος λωρίδας εργασίας (m)

j : ο αριθμός διελεύσεων

$$D = B / \zeta$$

όπου :

B : το πλάτος της οδού (m)

ζ : ο απαιτούμενος αριθμός διαδρόμων προκειμένου να καλυφθεί όλο το πλάτος

B της οδού. Σε κάθε διαδρομή καλύπτεται πλάτος D.

Αν ο ισοπεδωτής / συμπυκνωτής έχει πλάτος λεπίδας / κυλίνδρου b τότε το γινόμενο ζ*b πρέπει να είναι τόσο ώστε να καλύπτεται όλος ο δρόμος και κάθε διαδρομή να καλύπτει την προηγούμενη κατά e, όπου e η ελάχιστη επικάλυψη λωρίδων εργασίας (αν ζητείται). Αν οι διαδρομές είναι ζ τότε ο αριθμός των επικαλύψεων είναι ζ-1.

$$\zeta*b*=B+(\zeta-1)*e$$

2.6 Ωριαίο κόστος λειτουργίας μηχανήματος

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

σε χρ.μ./h

όπου :

A	:αξία κτήσης μηχανήματος (χρ. μον)
k _m	:μηνιαίος συντελεστής εξυπηρέτησης κεφαλαίου
r _m	:μηνιαίος συντελεστής επισκευών
T _{μην}	:ώρες λειτουργίας ανά μήνα (S)
N _e	:ισχύς μηχανήματος (PS)
b _e	:ειδική κατανάλωση καυσίμου (kg/PS,h)
δ _κ	:κόστος καυσίμου (χρ.μ./Kg)
f	:συντελεστής φόρτισης
λ	:συντελεστής λιπαντικών
P _h	:ωριαίο κόστος χειριστών ή εργατών (χρ.μ./h)

$$P_h=P_{\eta\mu}*(1+\alpha)/T_{\eta\mu}$$

σε χρ.μ./h

όπου :

P _{ημ}	:ημερομίσθιο προσωπικού (χρ.μ.)
T _{ημ}	:ώρες εργασίας ανά ημέρα (h)
α	:συντελεστής εργοδοτικής επιβάρυνσης (%)

2.7 Ωριαίο κόστος ομάδας εργασίας

Περιλαμβάνει το συνολικό κόστος των μηχανημάτων και του προσωπικού που εργάζεται στο εργοτάξιο για το συγκεκριμένο έργο.

2.8 Κόστος μονάδας παραγωγής

$$C_{\mu\omicron\nu}=C_{o\mu}/Q_{o\mu}$$

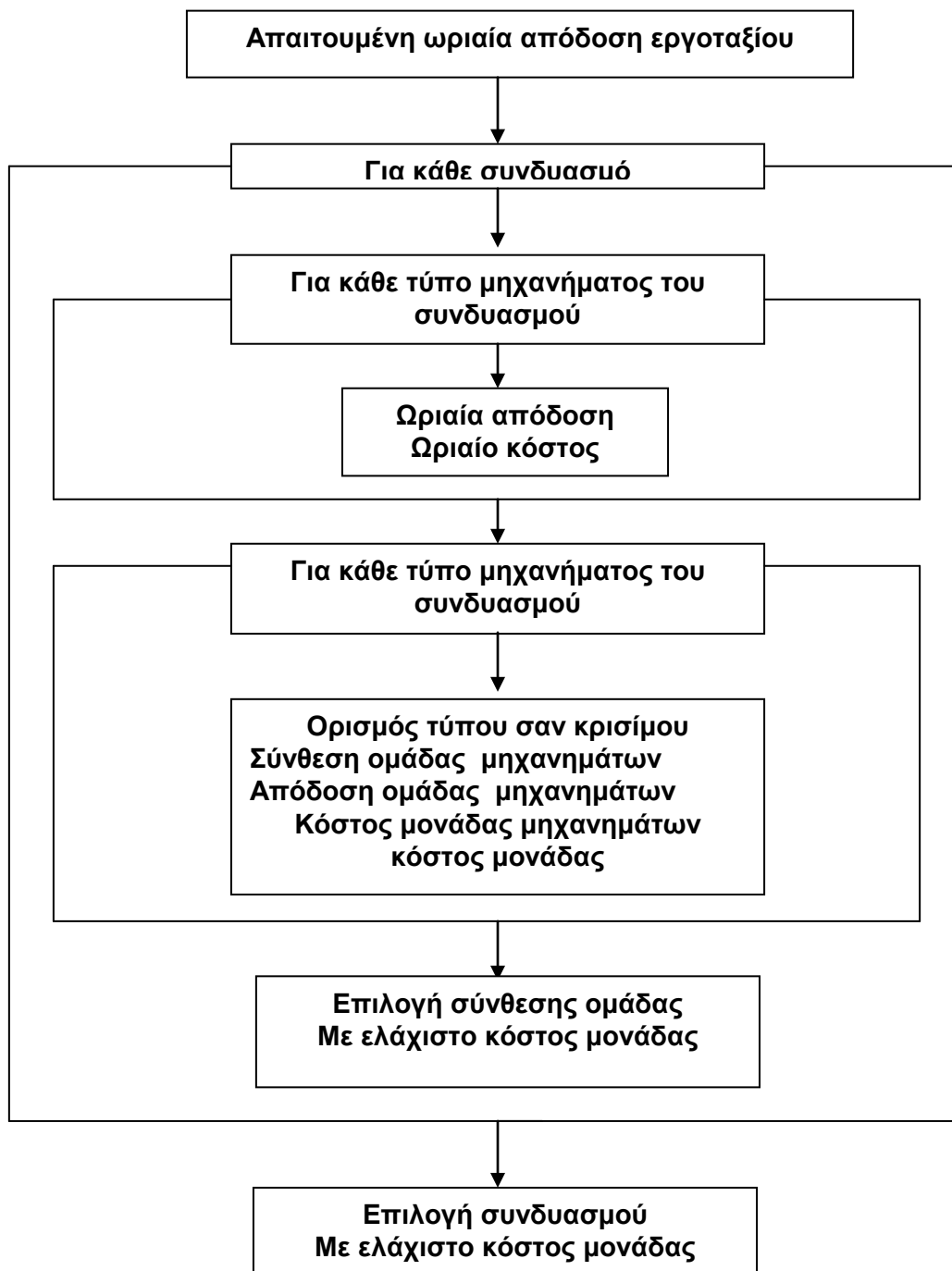
σε χρ.μ./m³

όπου :

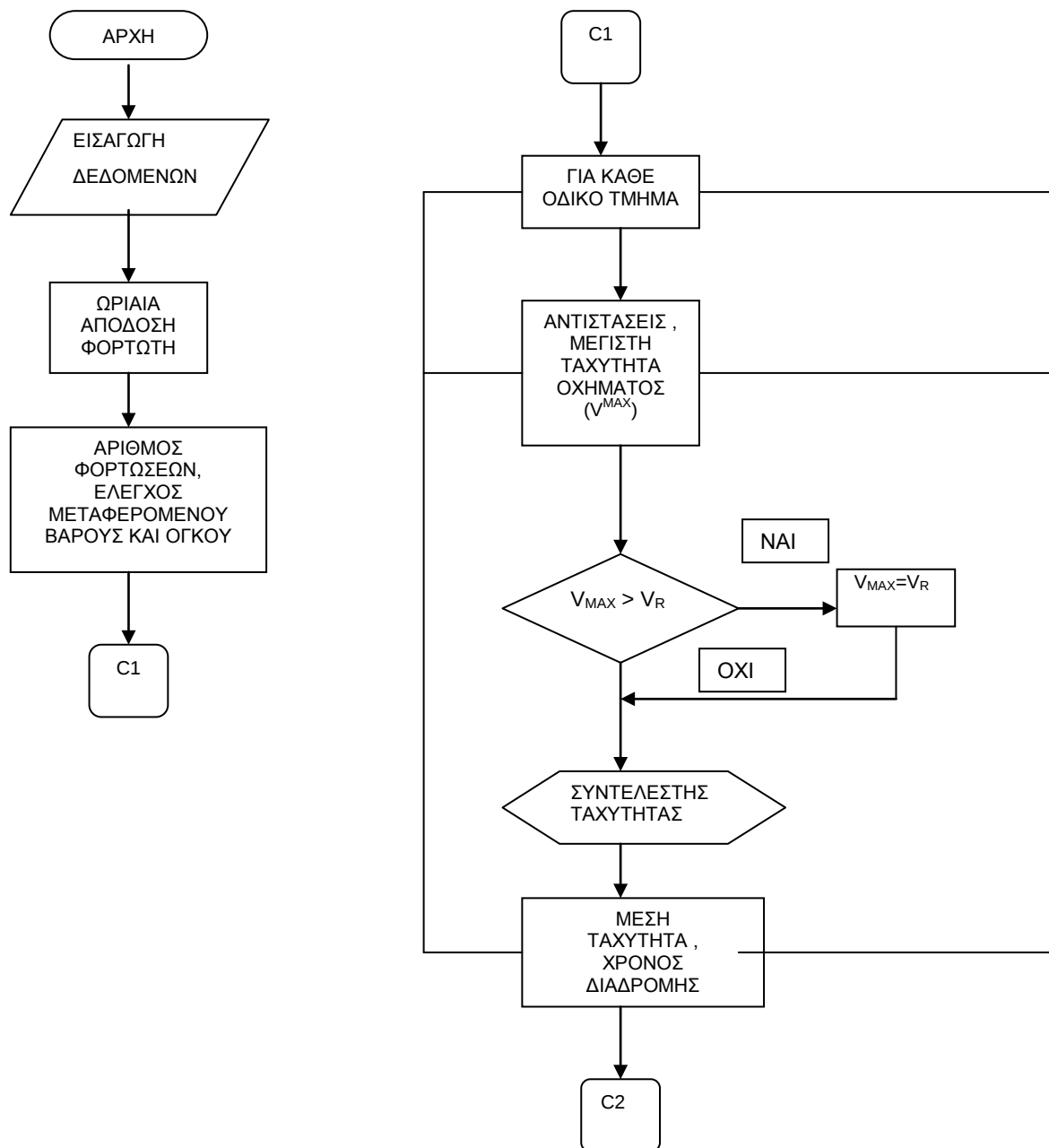
C _{ομ}	: συνολικό ωριαίο κόστος ομάδων εργασίας (χρ.μ./h)
Q _{ομ}	:απόδοση κρίσιμης ομάδας εργασίας (m ³ /h)

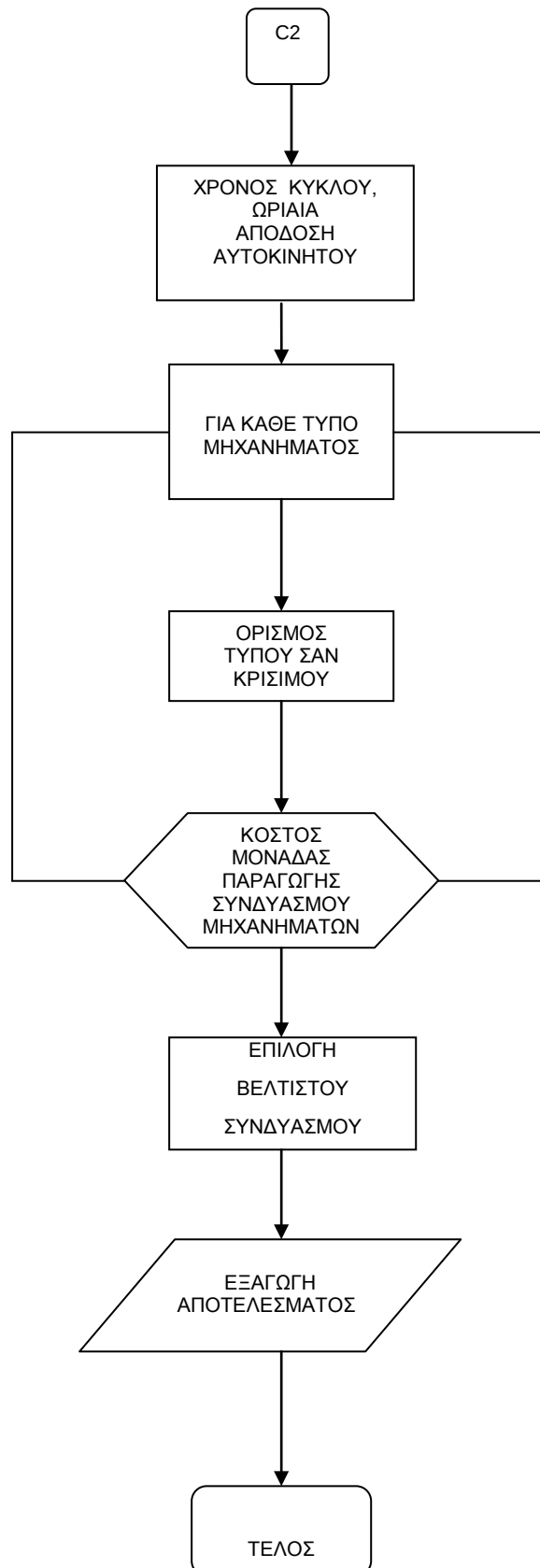
3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

3.1 Επιλογή συνδυασμού με ελάχιστο κόστος μονάδας

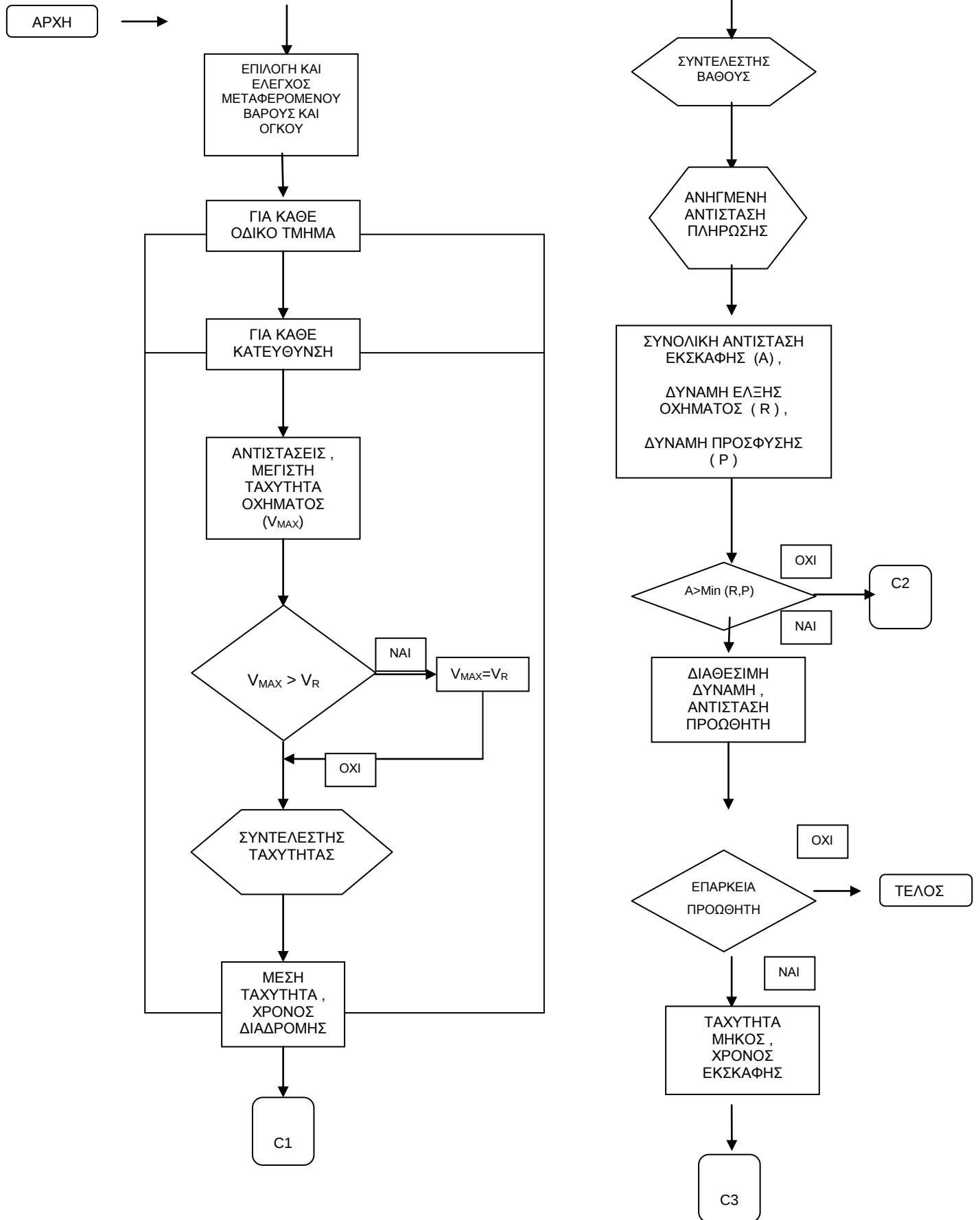


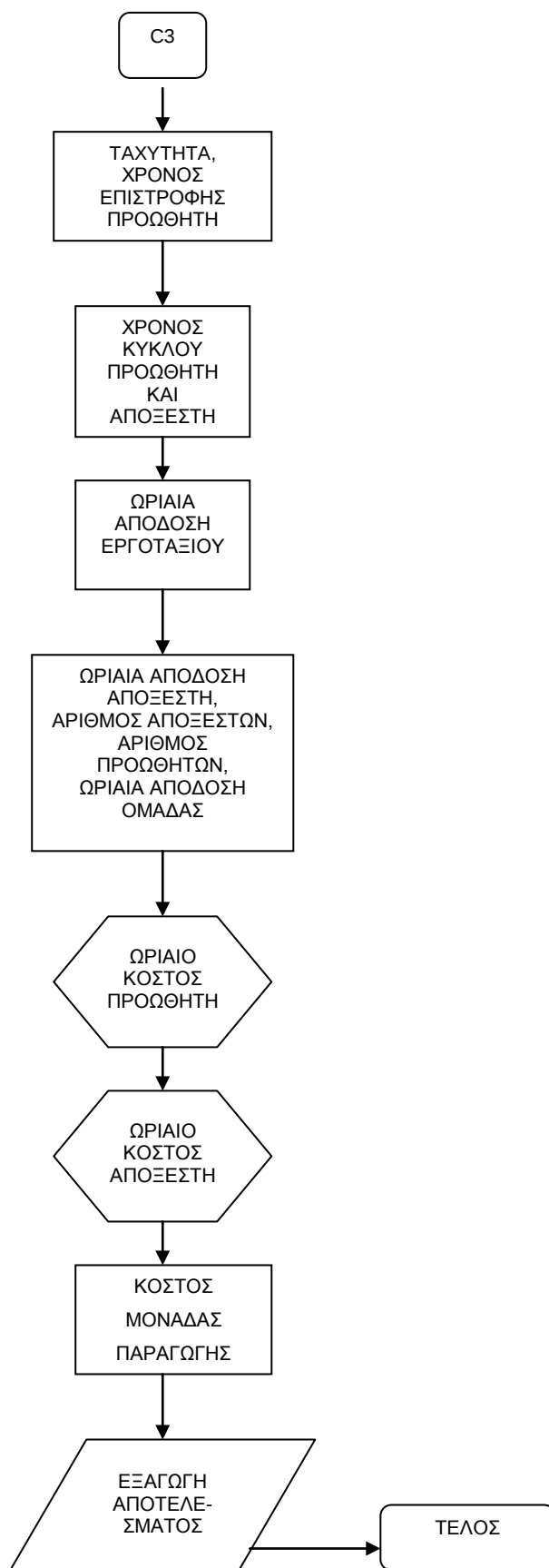
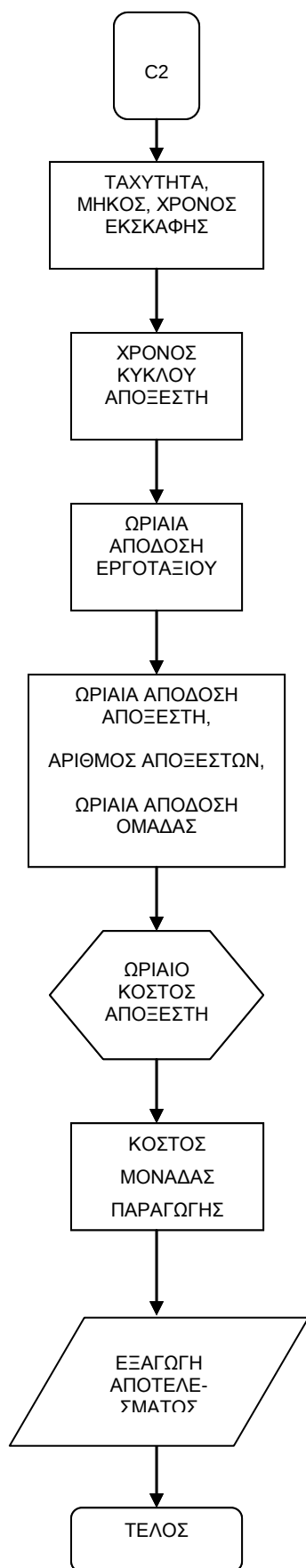
3.2 Συνδυασμός φορτωτή και χωματουργικού οχήματος



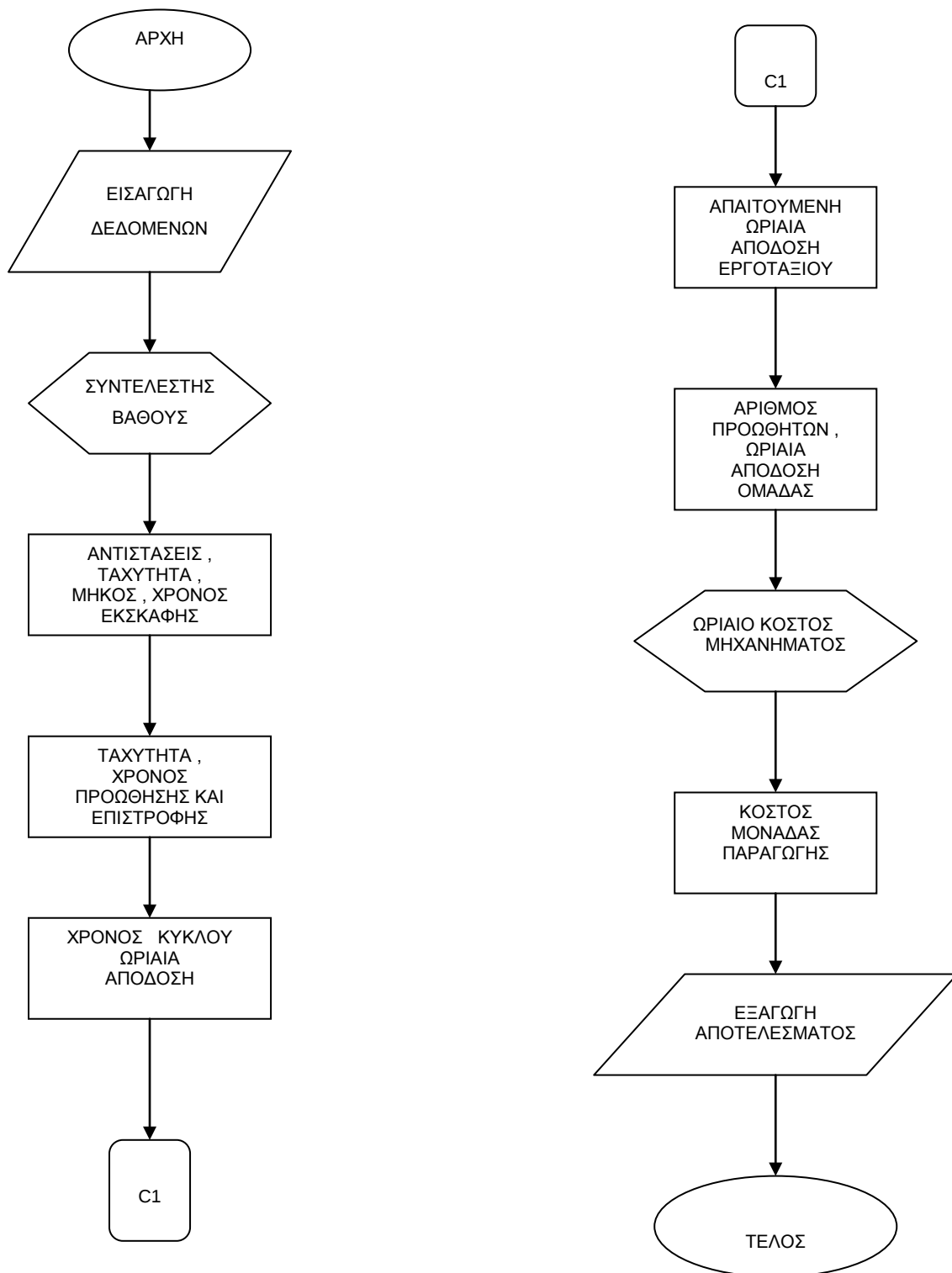


3.3 Συνδυασμός αποξεστικού μηχανήματος με ταύρο

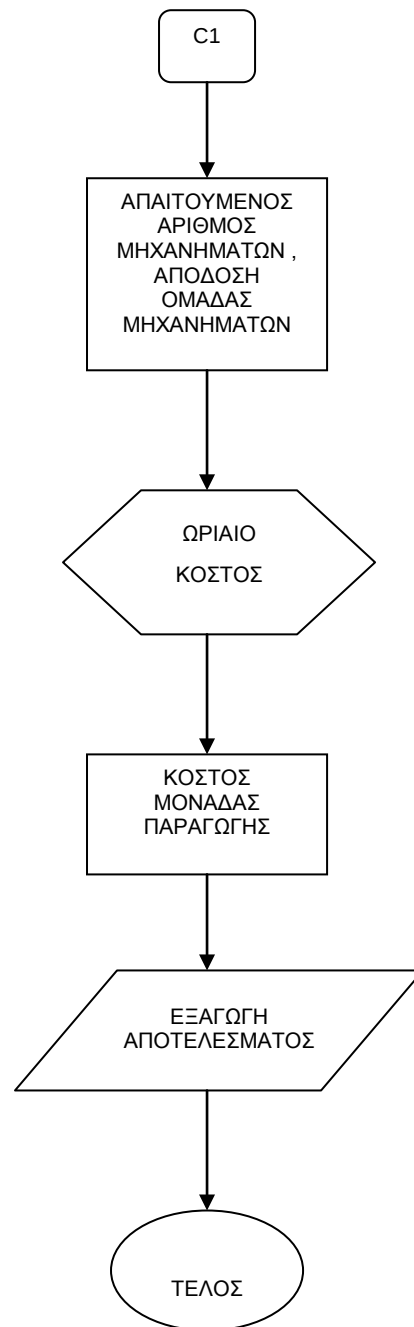
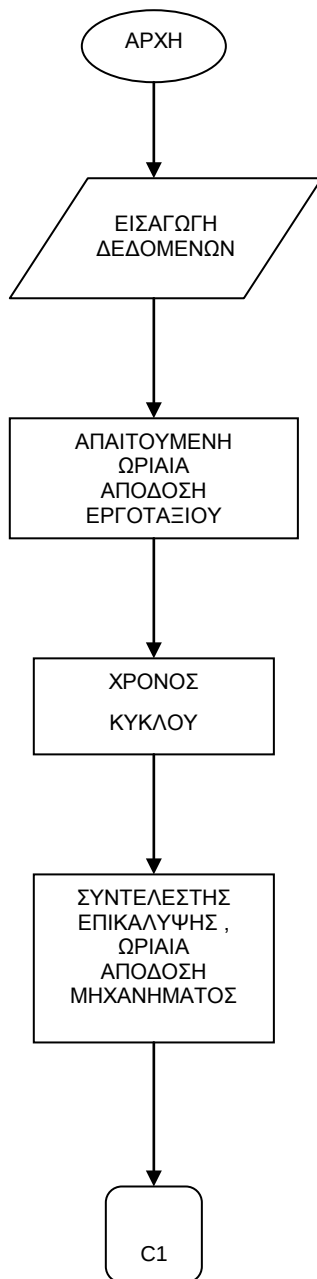




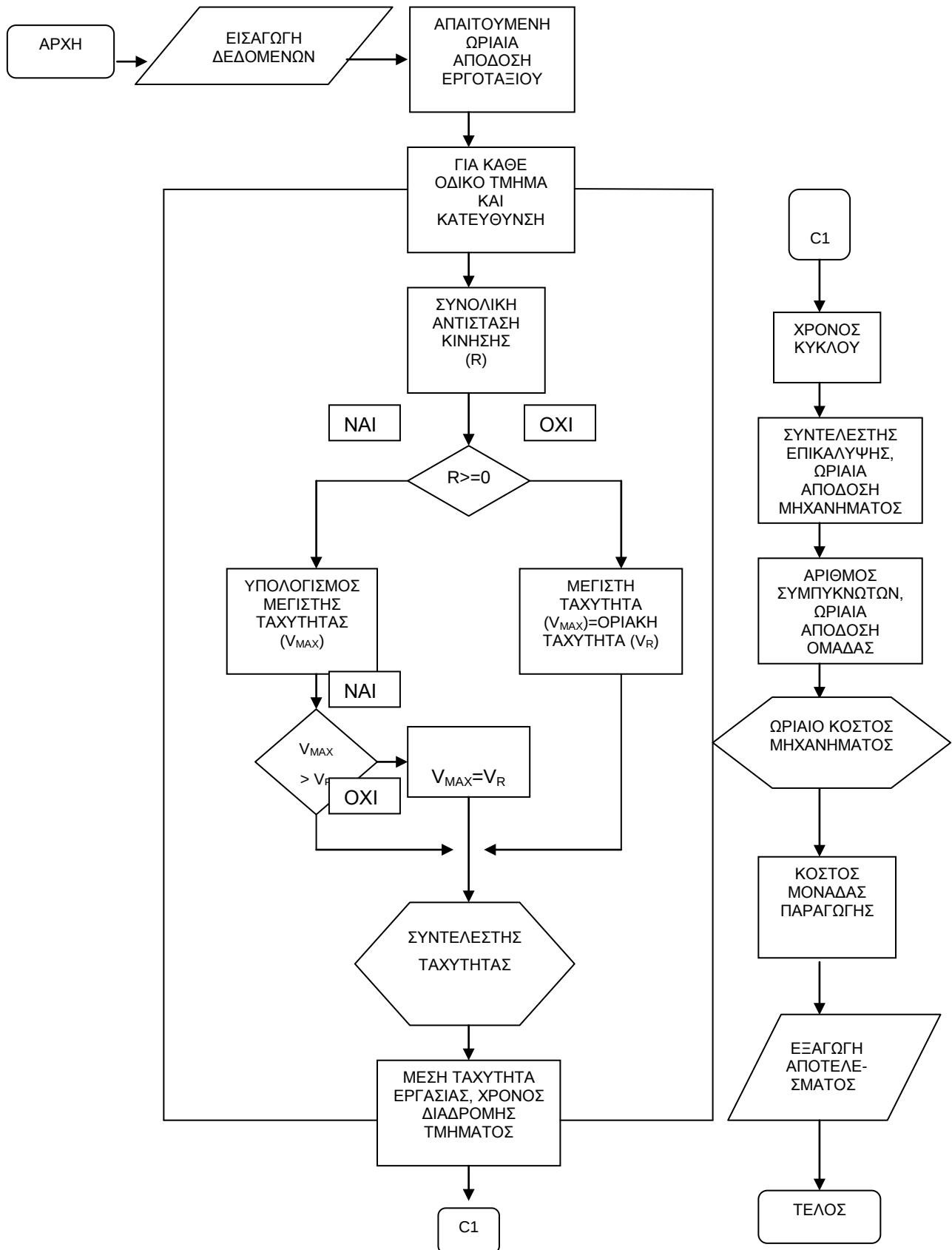
3.4 Προωθητής



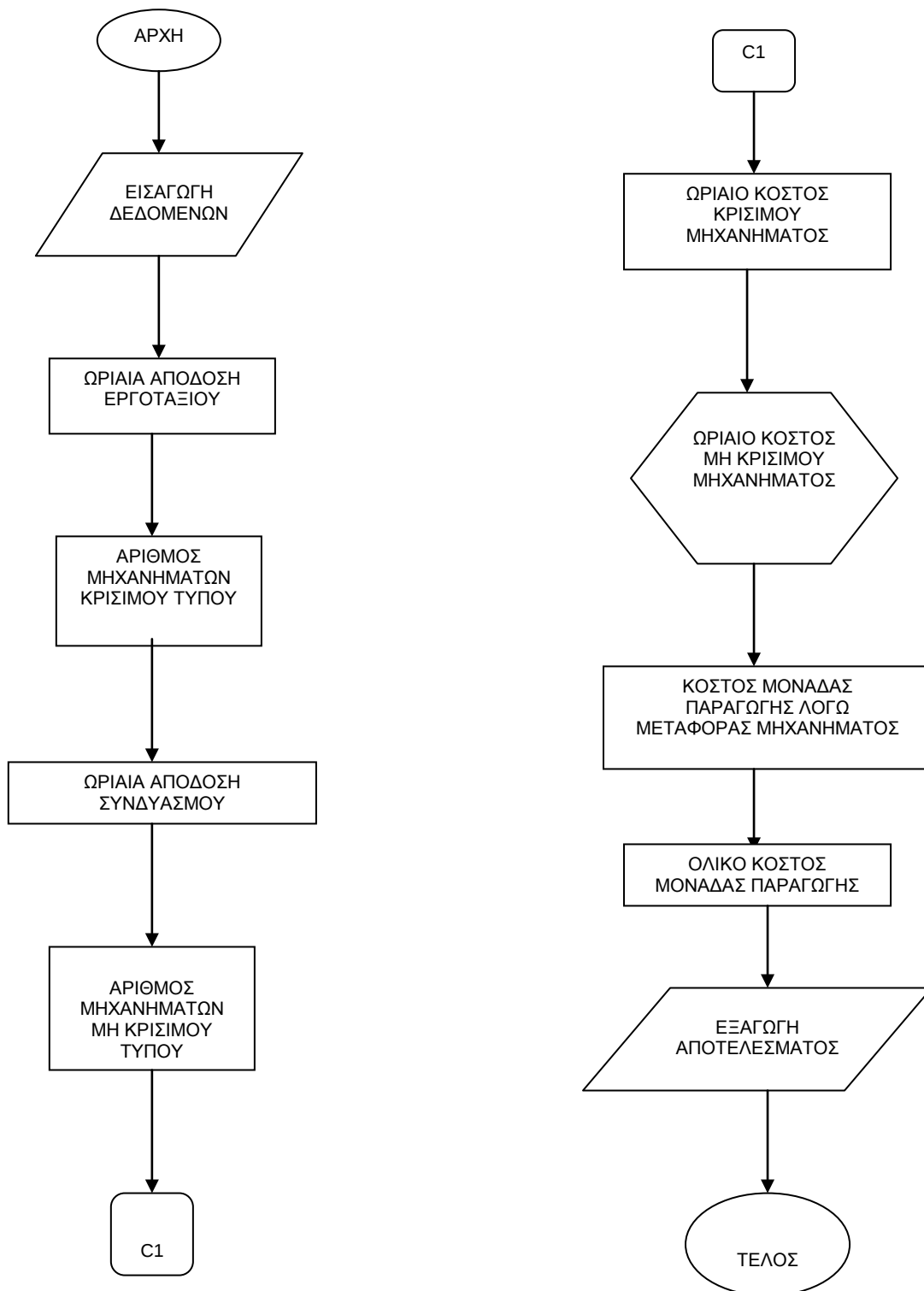
3.5 Ισοπεδωτής



3.6 Συμπυκνωτής



3.7 Κόστος μονάδας παραγωγής συνδυασμού μηχανημάτων



4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΑΧΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

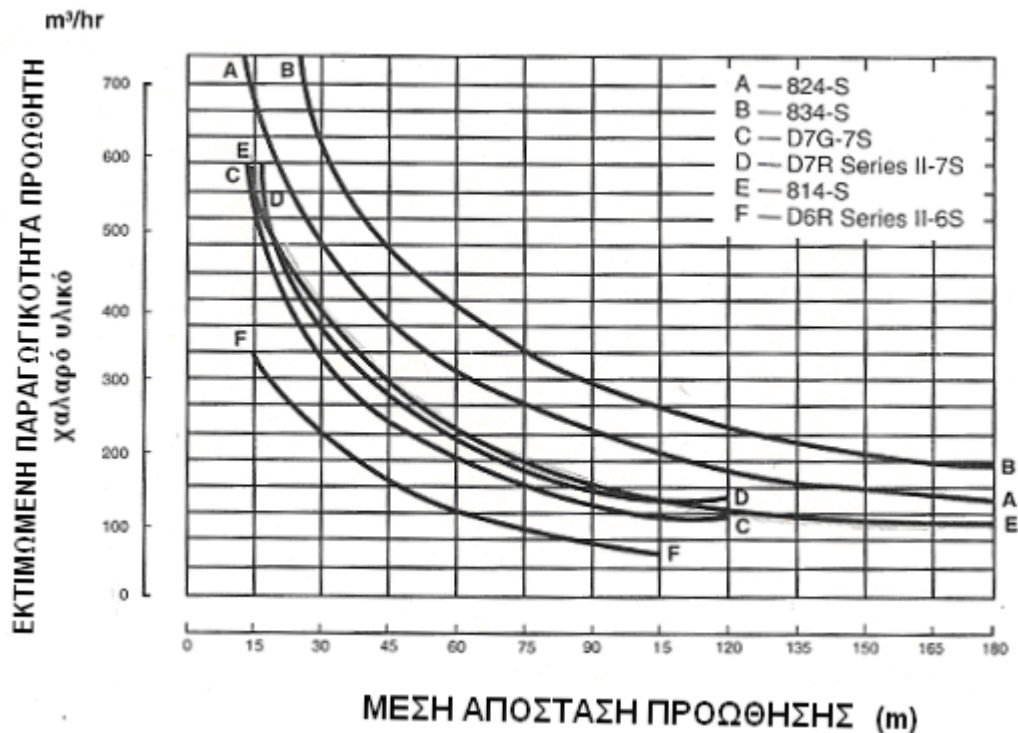
Για τον ταχύ υπολογισμό των αποδόσεων των μηχανημάτων και τη διευκόλυνση του προσδιορισμού του καταλληλότερου για τις συνθήκες του έργου, μοντέλου, οι κατασκευαστές παρέχουν γραφήματα με τις απαραίτητες πληροφορίες.

4.1 Προωθητής

Τα σχετικά διαγράμματα για την προώθηση γαιών έχουν προκύψει με βάση τις ακόλουθες παραδοχές:

- ο Συντελεστής εκμετάλλευσης ίσος με τη μονάδα, δηλαδή γίνεται πλήρης εκμετάλλευση των 60 λεπτών της ώρας
- ο Η φόρτωση γίνεται επί μήκους 15m
- ο Η πυκνότητα του σχηματισμού σε χαλαρή κατάσταση είναι 1370 kg/m^3
- ο Ο συντελεστής πρόσφυσης θεωρείται ίσος με 0.5 για ερπυστριοφόρο όχημα και 0.4 για ελαστικοφόρο όχημα
- ο Η λεπίδα λειτουργεί με υδραυλικό μηχανισμό

Ενδεικτικά, το παρακάτω διάγραμμα συσχετίζει την απόσταση κίνησης του προωθητή με την αναμενόμενη παραγωγικότητά του σε m^3 χαλαρού υλικού / h για διάφορα μοντέλα που φέρουν κατακόρυφο κοπτήρα.

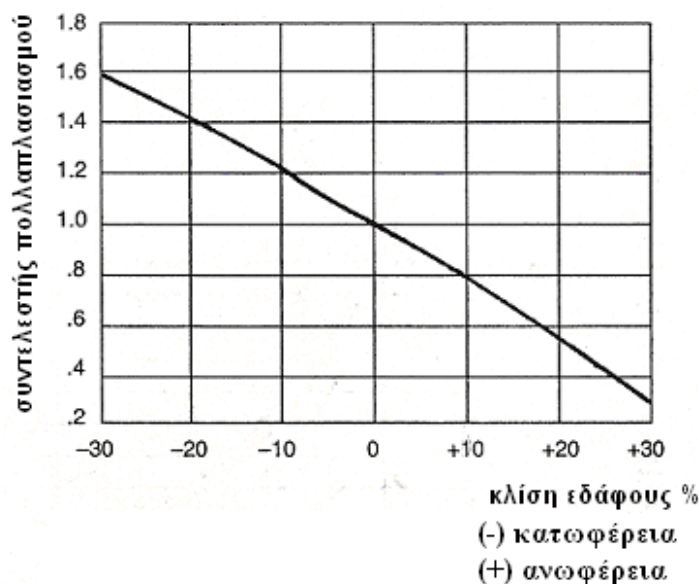


Σχήμα 4: Εκτίμηση παραγωγικότητας προωθητή με ευθεία λεπίδα

Για την προσαρμογή της πρότυπης καμπύλης που αντιστοιχεί στο μηχάνημα, στις συνθήκες του έργου χρησιμοποιούνται κατάλληλοι διορθωτικοί συντελεστές σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.

	ΠΡΩΘΗΤΗΣ	
	ΕΡΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΟΣ	ΕΛΑΣΤΙΚΟΦΟΡΟΣ
ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ		
Πολύ πεπειραμένος	1,00	1,00
Μέτρια πεπειραμένος	0,75	0,60
Λίγο πεπειραμένος	0,60	0,50
ΥΛΙΚΟ		
Χαλαρό σωρευμένο	1,20	1,20
Σκληρό/παγωμένο	0,80	0,75
Δύσκολα προωθούμενο (μη συνεκτικό και ξηρό ή πολύ υγρό)	0,80	0,80
βράχος σπασμένος	0,60-0,80	---
ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ		
Σκόνη, βροχή, χιόνι, ομίχλη ή σκοτάδι	0,80	0,70
ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ		
50' / h	0,83	0,83
40' / h	0,67	0,67
ΚΛΙΣΗ	βλ. ακόλουθο διάγραμμα	

Πίνακας 5: Διορθωτικοί συντελεστές για εκτίμηση παραγωγικότητας προωθητή



Σχήμα 5: Διορθωτικός συντελεστής κλίσης

4.2 Φορτωτής

Για τον ταχύ προσδιορισμό του κατάλληλου για συγκεκριμένο έργο φορτωτή και της απαιτούμενης χωρητικότητας του πτύου του γίνεται χρήση νομογραφημάτων από το εγχειρίδιο του αντίστοιχου κατασκευαστή μηχανημάτων.

Παράδειγμα: Η απαιτούμενη ωριαία απόδοση ερπυστριοφόρου φορτωτή έχει προσδιοριστεί στα 200 m³ (χαλαρό υλικό). Ο χρόνος κύκλου του φορτωτή εκτιμάται σε 0.5 λεπτά, ο συντελεστής εκμετάλλευσης σε 0.83, ο συντελεστής πλήρωσης του πτύου σε 1,1 και η πυκνότητα του υλικού είναι 1600kg/m³ (χαλαρό υλικό). Ζητείται ο προσδιορισμός της χωρητικότητας του απαιτούμενου πτύου, το κατάλληλο μοντέλο φορτωτή CATERPILLAR μεταξύ αυτών του πίνακα και η προκύπτουσα ωριαία παραγωγή σε τόνους και m³.

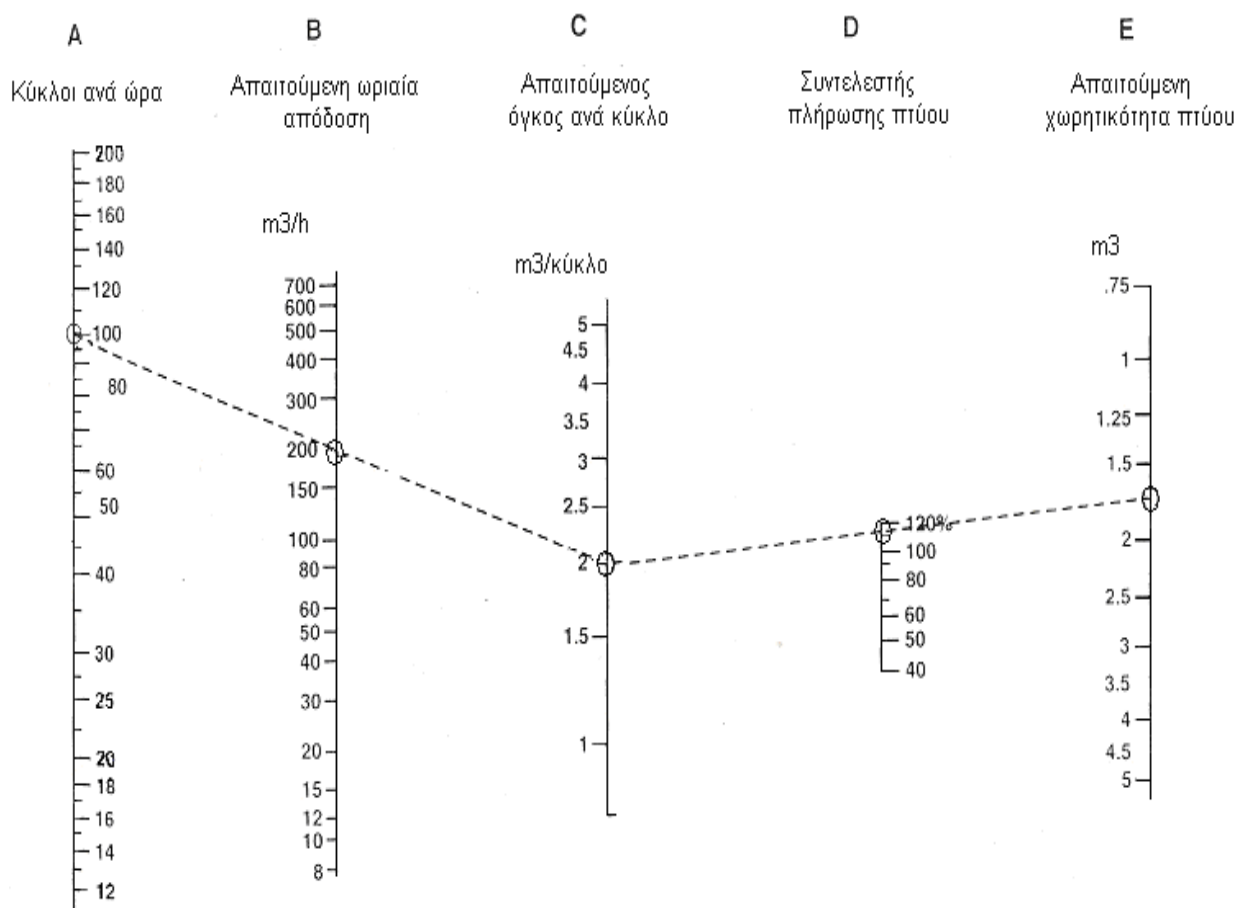
Μοντέλο	Χωρητικότητα πτύου (m ³)	Μέγιστο μεταφερόμενο βάρος (kg)
939C	1,15	2040
953C	1,85	3340
963C	2,45	4550
973C	3,2	6750

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά διαθέσιμων φορτωτών

Βήμα 1: Υπολογισμός πλήθους κύκλων φόρτωσης την ώρα
 Σε 60 λεπτά πραγματοποιούνται $0,83 \cdot 60 / 0,5 = 100$ κύκλοι φόρτωσης.

Βήμα 2: Χρήση Νομογραφήματος 1 (Σχ. 6)

Από τα γνωστά σημεία των στηλών A και B προκύπτει το σημείο της στήλης C που αντιστοιχεί στον απαιτούμενο όγκο ανά κύκλο, ήτοι 2,0 m³. Στη συνέχεια ενώνεται το σημείο της στήλης C με την τιμή της στήλης D που αντιστοιχεί στον υπόψη συντελεστή πλήρωσης 1,1 και το προκύπτον τμήμα επεκτείνεται μέχρι την στήλη E, από την οποία προσδιορίζεται η απαιτούμενη χωρητικότητα του πτύου ίση με 1,8 m³.



Σχήμα 6: Ταχύς υπολογισμός χωρητικότητας πτύου φορτωτή

Βήμα 3: Χρήση Νομογραφήματος 2 (Σχ. 7)

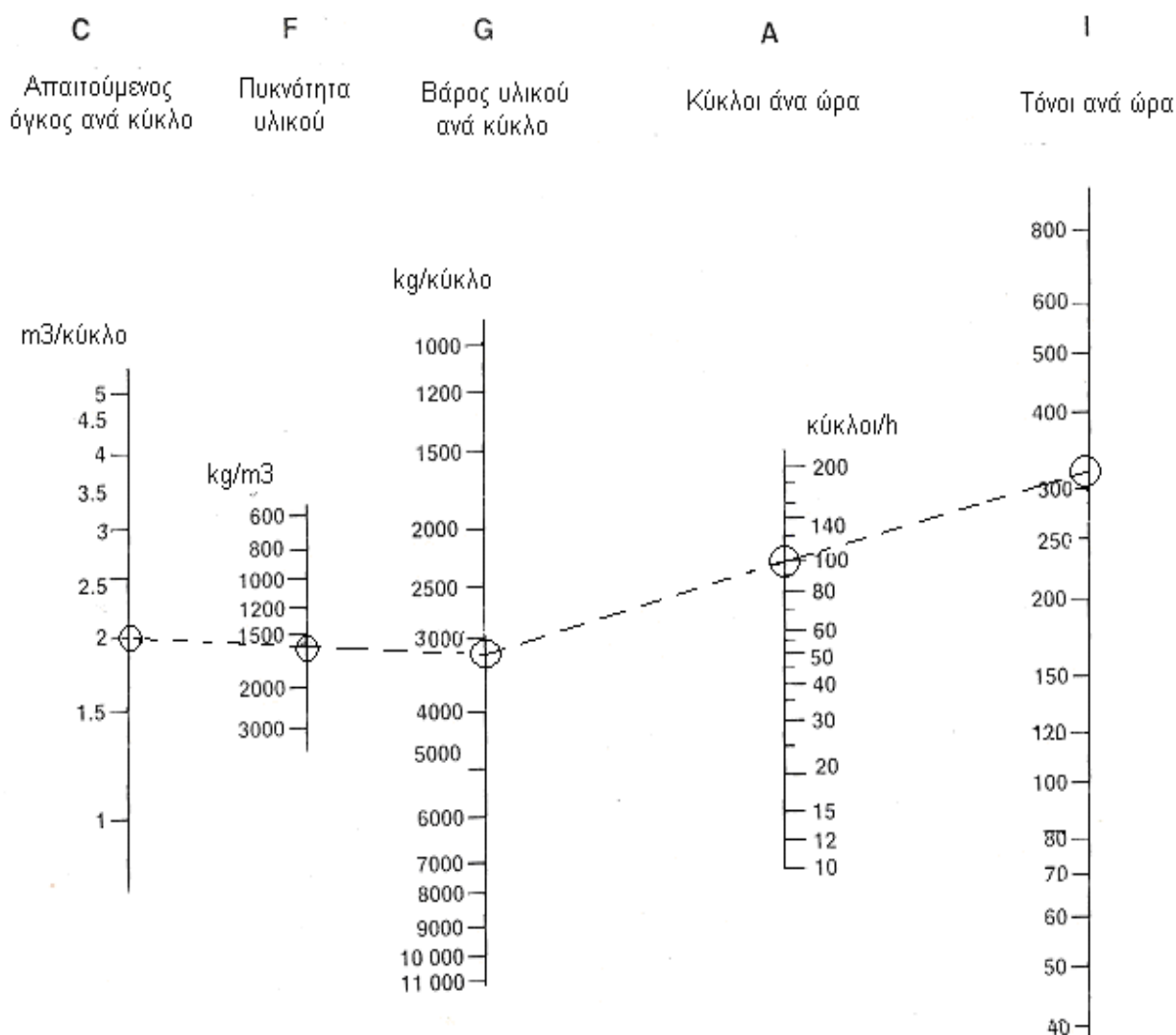
Χαράσσεται ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει το γνωστό σημείο της στήλης C με τη γνωστή πυκνότητα του υλικού, 1600 kg/m^3 , το οποίο καταλήγει σε σημείο της στήλης G με τιμή ίση με το βάρος του μεταφερόμενου υλικού σε κάθε κύκλο. Για το υπόψη παράδειγμα είναι 3.150 kg .

Βήμα 4: Επιλογή μηχανήματος

Στο σημείο αυτό έχουν προκύψει επαρκείς πληροφορίες ώστε να είναι δυνατή η επιλογή μοντέλου φορτωτή CATERPILLAR. Ο καταλληλότερος φορτωτής διαθέτει πύο χωρητικότητας περίπου $1,8 \text{ m}^3$ και ικανότητα μεταφοράς υλικού βάρους άνω των 3.150 kg . Από τον σχετικό πίνακα της εκφώνησης καταλληλότερο μοντέλο προκύπτει το 953C.

Βήμα 5: Υπολογισμός ωριαίας παραγωγής σε τόνους και m^3

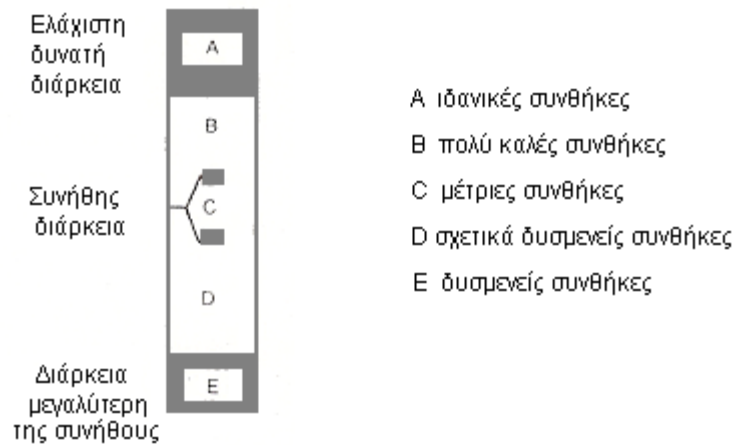
Γνωρίζοντας το βάρος του υλικού ανά κύκλο (στήλη G) για το δεδομένο πλήθος κύκλων την ώρα (στήλη A) με ένωση των αντίστοιχων σημείων και επέκταση του τμήματος προς τη στήλη I προκύπτει η ωριαία παραγωγή ίση με 315 tn ή $315/1,6 = 200 \text{ m}^3/\text{h}$.



Σχήμα 7: Ταχύς υπολογισμός ωριαίας απόδοσης φορτωτή

4.3 Εκσκαφέας

Από το εγχειρίδιο του κατασκευαστή προσδιορίζεται για κάθε μηχανήμα το εύρος στο οποίο κυμαίνεται ο χρόνος κύκλου του (περιοχές Α-Ε) ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν (Σχ.8)



Σχήμα 8: Χρόνος κύκλου μηχανήματος ανάλογα με τις συνθήκες

Περιοχή Α: Χαλαρός σχηματισμός (έδαφος, άμμος, χαλίκι), βάθος εκσκαφής μικρότερο του 40% της μέγιστης ικανότητας του μηχανήματος, μέγιστη γωνία περιστροφής έως 30°, απόθεση σε σωρό, απουσία εμποδίων, πεπειραμένος χειριστής.

Περιοχή Β: Ολίγον – μέτρια σκληρός σχηματισμός (συμπιεσμένο έδαφος, υγρή άργιλος, έδαφος με λιγότερο από 25% βραχώδη τεμάχια), βάθος εκσκαφής μικρότερο του 50% της μέγιστης ικανότητας του μηχανήματος, μέγιστη γωνία περιστροφής έως 60°, μεγάλη επιφάνεια απόθεσης, λίγα εμπόδια.

Περιοχή Γ: Μέτρια – αρκετά σκληρός σχηματισμός (πολύ συμπιεσμένο έδαφος με περιεκτικότητα σε βραχώδη τεμάχια έως 50%), βάθος εκσκαφής έως το 70% της μέγιστης ικανότητας του μηχανήματος, μέγιστη γωνία περιστροφής έως 90°, απόθεση σε σκάφη οχήματος σταθμευμένου κοντά στον εκσκαφέα.

Περιοχή Δ: Πολύ σκληρός σχηματισμός (κερματισμένος βράχος ή έδαφος με περιεκτικότητα σε βραχώδη τεμάχια έως 75%), βάθος εκσκαφής έως το 90% της μέγιστης ικανότητας του μηχανήματος, μέγιστη γωνία περιστροφής έως 120°, μικρή επιφάνεια απόθεσης, ύπαρξη αγωγών στο πεδίο της εκσκαφής.

Περιοχή Ε: Ψαμμίτης, σχιστόλιθος, ασβεστόλιθος, άλλος παγωμένος σχηματισμός, βάθος εκσκαφής μεγαλύτερο του 90% της μέγιστης ικανότητας του μηχανήματος, μέγιστη γωνία περιστροφής μεγαλύτερη από 120°, πολύ μικρή επιφάνεια απόθεσης, ύπαρξη ατόμων και εμποδίων στο πεδίο της εκσκαφής.

ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ SEC	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΥ ΑΝΑ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΣΚΑΦΕΑ												ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ min
	307 C	311C	312C M313 C	M315C M316C 315CL	M318C 318 CL	M322C 320C	322C	325C	330C	345B II	365BL II	385 B	
10													0.17
15													0.25
20													0.33
25													0.42
30													0.50
35													0.58
40													0.67
45													0.75
50													0.83
55													0.92
60													1.0

Σχήμα 9: Εύρος χρόνου κύκλου εκσκαφέα

Ο καταλληλότερος εκσκαφέας για δεδομένη απαιτούμενη ωριαία απόδοση προκύπτει από τα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων αλλά και τις συνθήκες του έργου. Με γνωστά τα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων από τους πίνακες του κατασκευαστή εφαρμόζεται η εξής διαδικασία:

Βήμα 1: Καθορισμός υλικού και εκτίμηση συντελεστή πλήρωσης

Βήμα 2: Προσεγγιστική εκτίμηση μέσης τιμής χρόνου κύκλου εξεταζόμενων μοντέλων από το διάγραμμα του κατασκευαστή

Βήμα 3: Προσεγγιστικός υπολογισμός πραγματοποιούμενων κύκλων ανά ώρα στις συνθήκες του έργου

Βήμα 4: Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας πτύου

Βήμα 5: Προσαρμογή αποτελέσματος βήματος 4 στα ανά μοντέλο διατιθέμενα μεγέθη πτύου

Βήμα 6: Επιλογή και επανάληψη βημάτων 2-5 με βάση τον χρόνο κύκλου του επιλεγέντος μηχανήματος

Παράδειγμα: Ζητείται ο προσδιορισμός του καταλληλότερου εκσκαφέα CATERPILLAR μεταξύ των δεδομένων με τα χαρακτηριστικά των πινάκων 7 και 8 για εκσκαφή μετρίως κερματισμένου βράχου με ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση 500tn/h. Πυκνότητα χαλαρού υλικού: 1,6 tn/m³.

Κατάλληλοι σχηματισμοί	Εδάφη					Άμμος / Χαλίκια			
Μοντέλο	307C	311C	312C 312CL	315C 315CL	318C 318C L 318C N	M312 M313C M315C	M315 M316C	M318C	M322C
Ικανότητα εκσκαφής (m)	1,5	1,5	1,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Χωρητικότητα πτύου (m ³)	0,28	0,45	0,52	0,52	0,80	0,61	0,75	0,9	1,05
Ελάχιστος χρόνος κύκλου (min)	0,22	0,21	0,21	0,24	0,28	0,17	0,18	0,20	0,23

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά διαθέσιμων εκσκαφών

Κατάλληλοι σχηματισμοί	Σκληρή άργιλος / Κερματισμένος βράχος						
Μοντέλο	320C	322C	325C	330C	345B II	365B II	385 B
Ικανότητα εκσκαφής (m)	2,3	3,2	3,2	3,4	4,0	4,2	5,6
Χωρητικότητα πτύου (m ³)	0,8	1,0	1,1	1,4	2,4	1,9	3,76
Ελάχιστος χρόνος κύκλου (min)	0,23	0,25	0,25	0,27	0,28	0,30	0,35

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά διαθέσιμων εκσκαφών

Βήμα 1: Σύμφωνα με τον σχετικό πίνακα, ο συντελεστής πλήρωσης πτύου για μετρίως κερματισμένο βράχο κυμαίνεται μεταξύ 0,75-0,90. Θεωρείται μέση τιμή 0.85

Βήμα 2: Ο χρόνος κύκλου για τα κατάλληλα μοντέλα εκσκαφών για τον δεδομένο σχηματισμό (πχ. 330C, 345B II, 365B II, 385 B) κυμαίνεται μεταξύ 0,35-0,45 min κατά προσέγγιση. Θεωρείται μέση τιμή χρόνου κύκλου 0,40 min.

Βήμα 3: Για μέτριες συνθήκες υποτίθενται: Συντελεστής εμπειρίας χειριστή 0,9
Συντελεστής διαθεσιμότητας μηχανήματος 0,95
Συντελεστής εκμετάλλευσης 0.83 (50 min/h)

Άρα στη διάρκεια μίας ώρας πραγματοποιούνται $(60/0.40)*0,9*0,95*0,83=106$ κύκλοι

Βήμα 4: Με απαιτούμενη **απόδοση ίση με 500 tn/h**, η ανά κύκλο απαιτούμενη απόδοση υπολογίζεται σε $500/106= 4,72 \text{ tn}$ δηλαδή $4,72/1,6= 2,95 \text{ m}^3$ (χαλαρό υλικό). Η χωρητικότητα του πτύου για συντελεστή πλήρωσης 0,85 εκτιμάται σε $2,95/0,85 = 3,47 \text{ m}^3$.

Βήμα 5: Το πλησιέστερο προς το απαιτούμενο μέγεθος διατιθέμενο πτύο έχει χωρητικότητα $3,76 \text{ m}^3$ σύμφωνα με τον σχετικό πίνακα.

Βήμα 6: Ο εκσκαφέας που αντιστοιχεί στην απαιτούμενη χωρητικότητα πτύου είναι ο 385B με μέσο χρόνο κύκλου για μέτριες συνθήκες 0,40 min, όσο δηλαδή θεωρήθηκε αρχικά, κατά συνέπεια δεν είναι απαραίτητη η επανάληψη των βημάτων 2 έως 5.

Παράδειγμα: Ανάδοχος έργου αναλαμβάνει την εκσκαφή και τη φόρτωση 15.300 m^3 υγρής αμώδους άργιλου εντός 10 ημερών. Το μέσο βάθος εκσκαφής είναι 2,0 m και η γωνία περιστροφής κυμαίνεται μεταξύ $60^\circ - 90^\circ$. Ο ανάδοχος προγραμματίζει 10ωρη εργασία ημερησίως με συντελεστή εκμετάλλευσης 0,83. Στη διάθεσή του έχει δύο εκσκαφείς που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, ένα 320C με χωρητικότητα πτύου $1,0 \text{ m}^3$ και ένα 330C με χωρητικότητα πτύου $1,9 \text{ m}^3$. Ο συντελεστής επιπλήσματος εκτιμάται ίσος με 1,25. Ζητείται ο προσδιορισμός του καταλληλότερου για την περίπτωση εκσκαφέα με βάση τον Πίνακα 9 και το Σχήμα 9.

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ		ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΤΥΟΥ m ³																			κύκλοι / min	κύκλοι / h
SEC	MIN	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	4.0		
10.0	0.17																				6.0	360
11.0	0.18																				5.5	330
12.0	0.20	60	90	150	210	270															5.0	300
13.3	0.22	54	81	135	189	243	297	351	405	459	513	567	621	675	729	783	837	891	945	1080	4.5	270
15.0	0.25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552	600	648	696	744	792	840	960	4.0	240
17.1	0.29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	840	3.5	210
20.0	0.33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	594	630	720	3.0	180
24.0	0.40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	600	2.5	150
30.0	0.50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	480	2.0	120
35.0	0.58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	408	1.7	102
40.0	0.67					81	99	177	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	360	1.5	90
45.0	0.75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	312	1.3	78
50.0	0.83																				1.2	72

Πίνακας 9: Εκτίμηση χρόνου κύκλου εκσκαφέα

Βήμα 1: Υπολογισμός απαιτούμενης ωριαίας παραγωγής

Ο όγκος του χαλαρού υλικού που προκύπτει είναι ίσος με $1,25 \cdot 15.300 = 19.125 \text{ m}^3$. Άρα η ημερήσια απαιτούμενη παραγωγή ισούται με $19.125/10 = 1912,5 \text{ m}^3$ και η αντίστοιχη ωριαία είναι $191,25 \text{ m}^3/\text{h}$. Λαμβανομένου υπόψη του συντελεστή εκμετάλλευσης, η τελικώς απαιτούμενη ωριαία παραγωγή ανέρχεται στα $191,25 / 0,83 = 230 \text{ m}^3/\text{h}$.

Βήμα 2: Εκτίμηση απαιτούμενου χρόνου κύκλου εκσκαφέα

Από τον Πίνακα εκτίμησης χρόνου κύκλου εκσκαφέα, για ωριαία παραγωγή 230 m^3 κατά προσέγγιση προκύπτει για τον εκσκαφέα με πτύο $1,0 \text{ m}^3$, χρόνος κύκλου 15 sec και αντίστοιχα για τον εκσκαφέα με πτύο $1,9 \text{ m}^3$, χρόνος κύκλου 30 sec. Οι τιμές που βρίσκονται εντός του εσωτερικού περιγράμματος αντιστοιχούν στις περιοχές B, C και D, ενώ οι τιμές άνω και κάτω του περιγράμματος αντιστοιχούν στις περιοχές A και E αντίστοιχως.

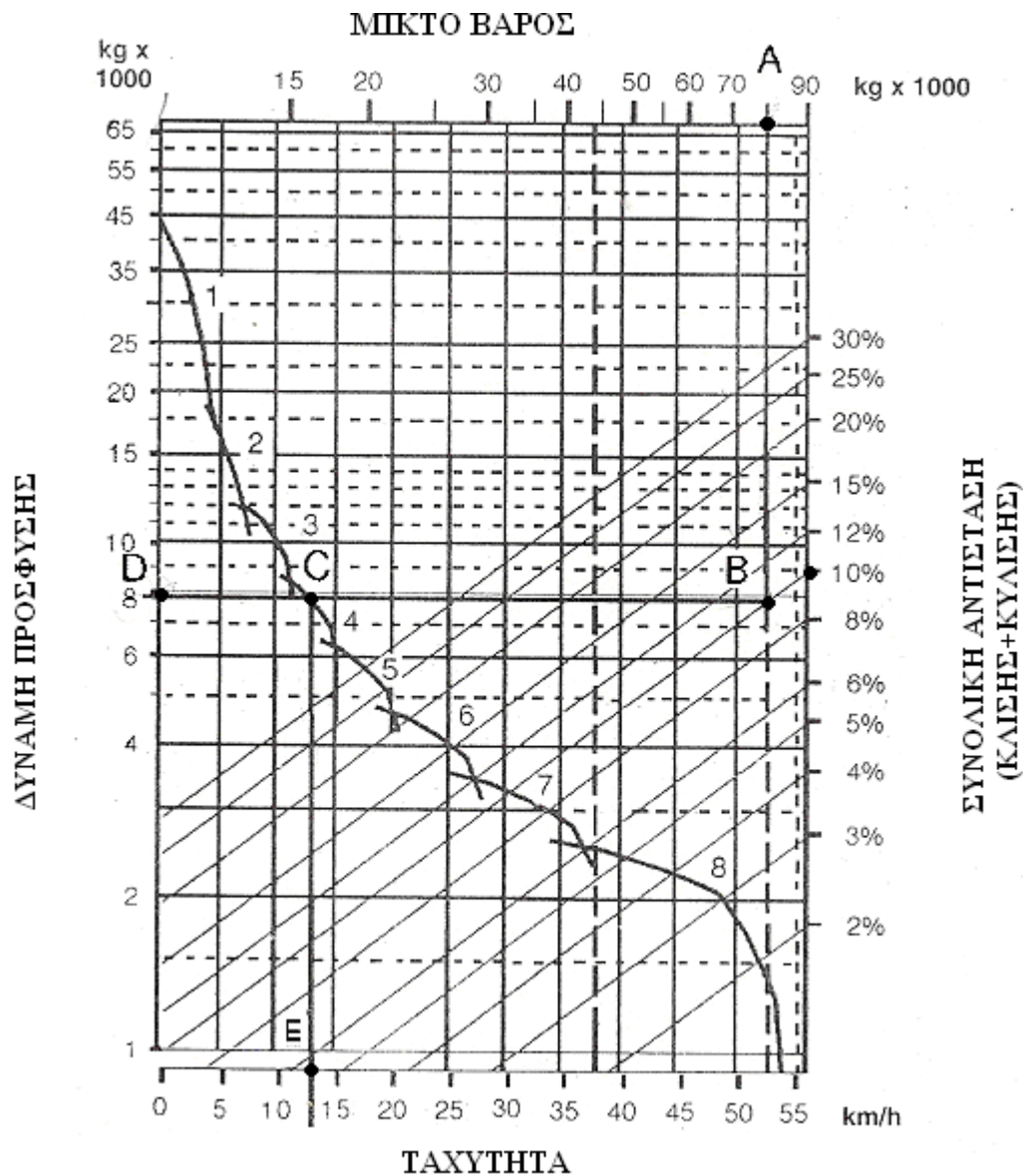
Βήμα 3: Επιλογή καταλληλότερου μηχανήματος

Από το **σχήμα 3** και τον Πίνακα 9 προκύπτει ότι ο εκσκαφέας 320C θα πρέπει να εργαστεί κοντά στο μέγιστο της ικανότητάς του. Αυτό επιτυγχάνεται για συνθήκες κοντά στις ιδανικές οι οποίες όμως δεν πληρούνται σύμφωνα με τα δεδομένα του προβλήματος. Αντίθετα, ο 330C θα πρέπει να επιτύχει μία μέτρια για τις δυνατότητές του απόδοση και άρα θα εκτελέσει την εργασία με μεγαλύτερη ευκολία. Με δεδομένο το συμπέρασμα αυτό αλλά και συνεκτιμώντας παράγοντες όπως η εμπειρία του χειριστή και η ευκολία προσέγγισης στο σημείο του έργου για κάθε μηχανήμα, λαμβάνεται η τελική απόφαση.

4.4 Αποξεστικό όχημα

Με τη βοήθεια κατάλληλων διαγραμμάτων και εφόσον είναι γνωστά το βάρος του μηχανήματος και οι αντιστάσεις κίνησης, είναι δυνατός ο προσδιορισμός της μέγιστης επιτυγχανόμενης ταχύτητας κίνησης, της απαιτούμενης μηχανικής ταχύτητας και της διατιθέμενης δύναμης πρόσφυσης. Σημειώνεται ότι η δύναμη πρόσφυσης είναι συνάρτηση της ιπποδύναμης του μηχανήματος, η οποία όμως μειώνεται όταν το υψόμετρο ξεπερνά τα 750m οπότε πρέπει να λαμβάνεται νέα τιμή από τους Πίνακες του κατασκευαστή.

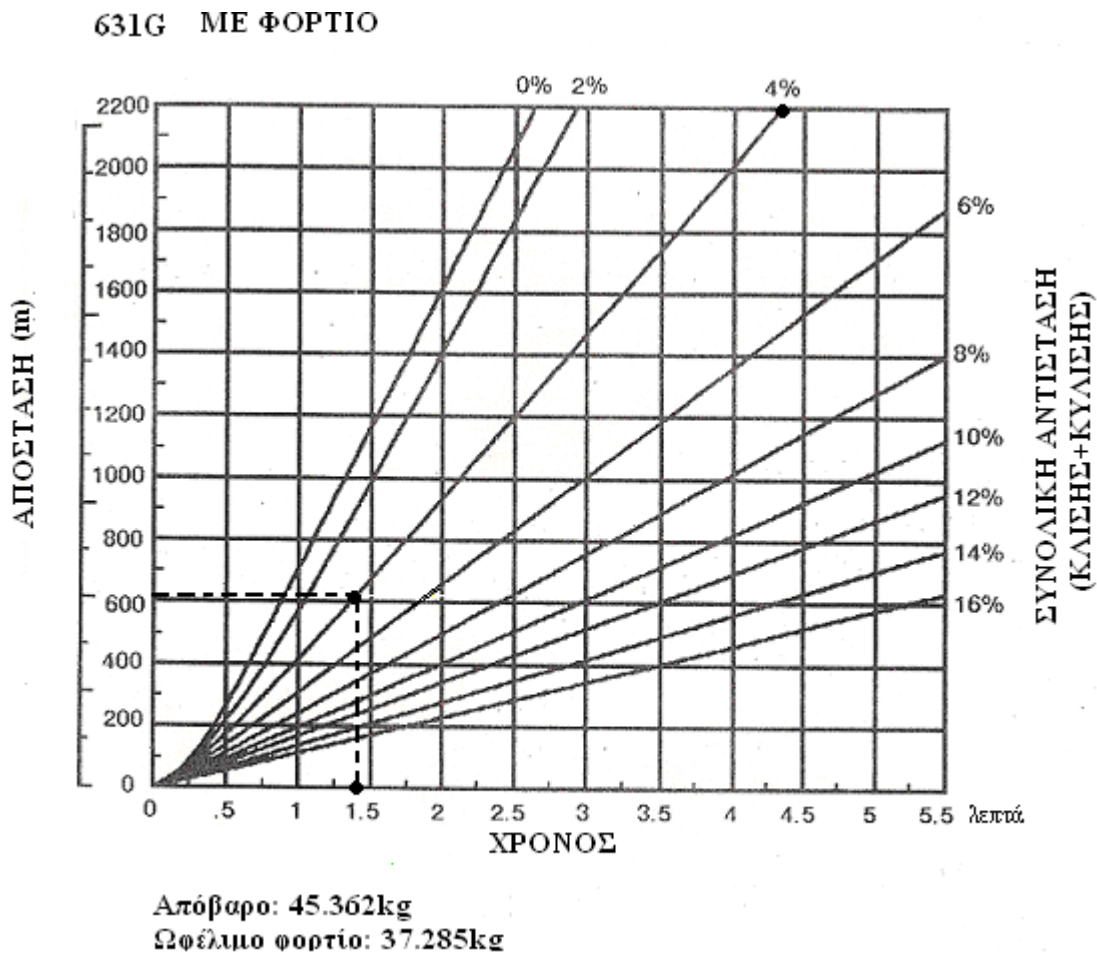
Παράδειγμα: Έστω αποξεστικό όχημα τύπου CAT 631G, με εκτιμώμενο φορτίο λειτουργίας ίσο με 37.285 kg, το οποίο λειτουργεί με συνολική αντίσταση κίνησης 10%. Το απόβαρο του μηχανήματος ισούται με 45.362 kg. Ζητείται η αναπτυσσόμενη δύναμη πρόσφυσης και η μέγιστη επιτυγχανόμενη ταχύτητα βάσει του αντίστοιχου διαγράμματος (Σχ. 10).



Σχήμα 10: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης αποξεστικού

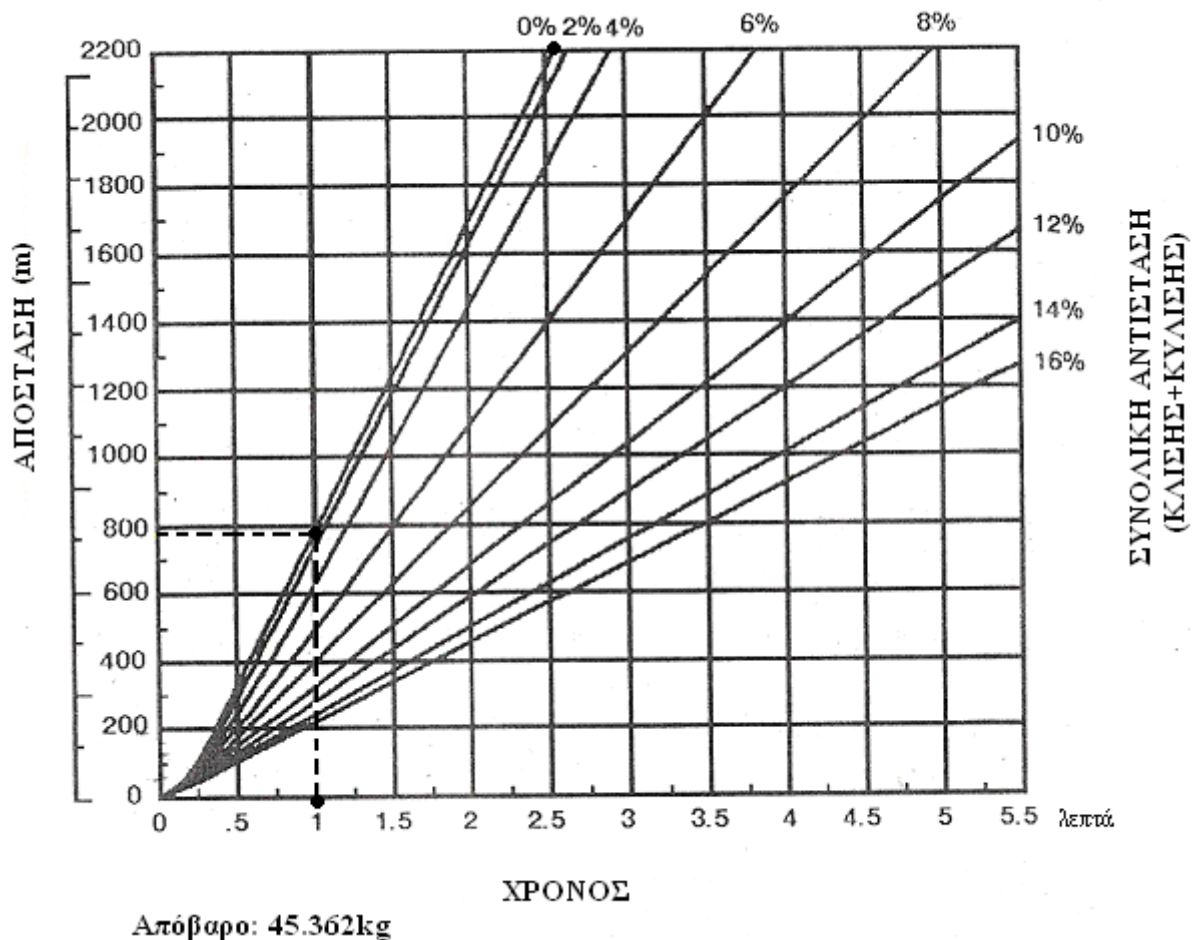
Το μικτό βάρος του μηχανήματος (φορτίο λειτουργίας + απόβαρο) ισούται με 82.647 kg. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: Από το σημείο του άνω οριζόντιου άξονα που αντιστοιχεί στην τιμή 82.647 (σημείο A) χαράσσεται κάθετος η οποία τέμνει την κεκλιμένη ευθεία που αντιστοιχεί σε συνολική αντίσταση κίνησης 10% σε κάποιο σημείο, έστω B. Από το σημείο B χαράσσεται οριζόντια ευθεία η οποία τέμνει τον κατακόρυφο άξονα (άξονας δύναμης πρόσφυσης) στο σημείο που αντιστοιχεί στη ζητούμενη τιμή της δύναμης πρόσφυσης. Η τιμή αυτή είναι ίση με 7800kg. Η ίδια οριζόντια ευθεία τέμνει επίσης ένα από τα καμπύλα τμήματα που αντιστοιχούν στις μηχανικές ταχύτητες (σημείο C). Εν προκειμένω, το τμήμα που περιλαμβάνει την τομή αντιστοιχεί στην τέταρτη ταχύτητα. Φέρνοντας κάθετο από το σημείο C, προκύπτει η ζητούμενη ταχύτητα κίνησης, ίση με 13km/h .

Παράδειγμα: Έστω αποξεστικό όχημα τύπου CAT 631G με εκτιμώμενο φορτίο λειτουργίας ίσο με 37.285 kg το οποίο μετά την φόρτωση προσεγγίζει τον χώρο απόθεσης του υλικού μέσω δρόμου μήκους 610m. Η συνολική αντίσταση κίνησης ισούται με 4%. Η επιστροφή γίνεται από δρόμο μήκους 760m και οι παρατηρούμενες συνολικές αντιστάσεις είναι μηδενικές. Οι σταθεροί χρόνοι ελιγμών και απόθεσης ισούνται με 1,3min. Ζητείται ο χρόνος κύκλου του αποξεστικού οχήματος.



Σχήμα 11: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης αποξεστικού

Μετάβαση: Από το Σχ. 11 που αντιστοιχεί στο μηχάνημα της εκφώνησης σε έμφορτη κατάσταση εντοπίζεται το σημείο τομής των ευθειών τιμής αντίστασης 4% και μήκους 610m. Η προβολή του σημείου στον οριζόντιο άξονα δίνει τη ζητούμενη τιμή του χρόνου, η οποία είναι ίση με 1.4 min.



Σχήμα 12: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης αποξεστικού

Επιστροφή: Από το Σχ. 12 που αντιστοιχεί στο μηχάνημα της εκφώνησης χωρίς φορτίο και με εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας, ο ζητούμενος χρόνος επιστροφής προκύπτει ίσος με 1min.

Συνεπώς ο χρόνος κύκλου ισούται με $t=1,3+1,4+1=3,7$ min

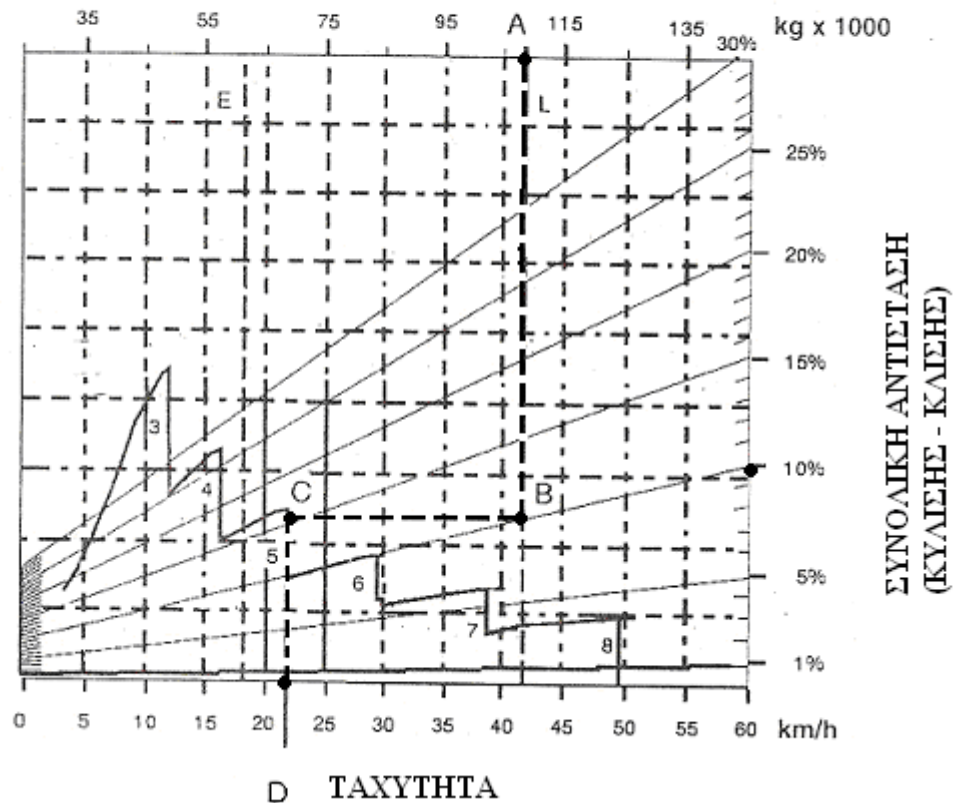
Σε περίπτωση που η συνολική αντίσταση κίνησης είναι αρνητική, το οποίο συμβαίνει όταν η αντίσταση κλίσης είναι αρνητική και κατ'απόλυτη τιμή μεγαλύτερη της πάντα θετικής αντίστασης κύλισης, δεν χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα του προηγούμενου παραδείγματος αλλά διαφορετικά, τα οποία έχουν προκύψει με τη θεώρηση της ύπαρξης αυτόματου συστήματος επιβράδυνσης.

Παράδειγμα: Έστω αποξεστικό όχημα τύπου CAT 651E με εκτιμώμενο φορτίο λειτουργίας ίσο με 47.175kg, το οποίο κινείται σε κατωφέρεια μήκους 610m και κλίσης 15% με παρατηρούμενες αντιστάσεις κύλισης 5%. Το απόβαρο του οχήματος ισούται με 60.950 kg. Ζητείται η σταθερή ταχύτητα κίνησης, η απαιτούμενη μηχανική ταχύτητα και ο χρόνος κίνησης με βάση το Σχ.13.

651E

αρνητική αντίσταση κίνησης

ΜΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ



Σχήμα 13: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης αποξεστικού

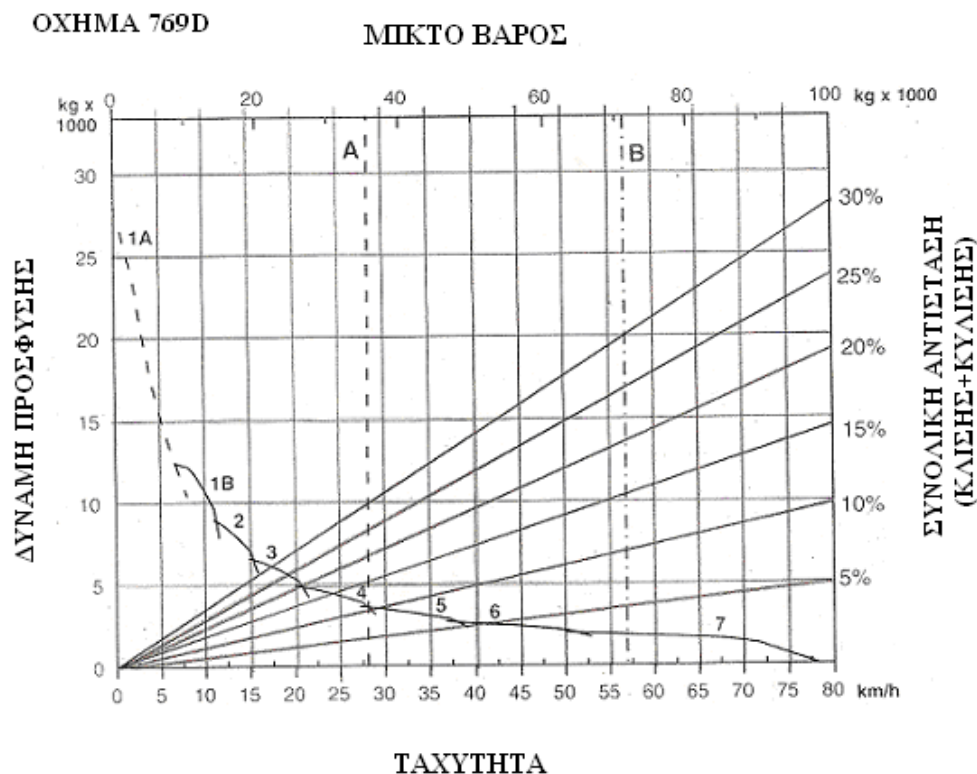
Η συνολική αντίσταση που δέχεται το όχημα ισούται με $w = w_s + w_r = -15 + 5 = -10\%$

Μικτό βάρος οχήματος = $47.175 + 60.950 = 108.125 \text{ kg}$

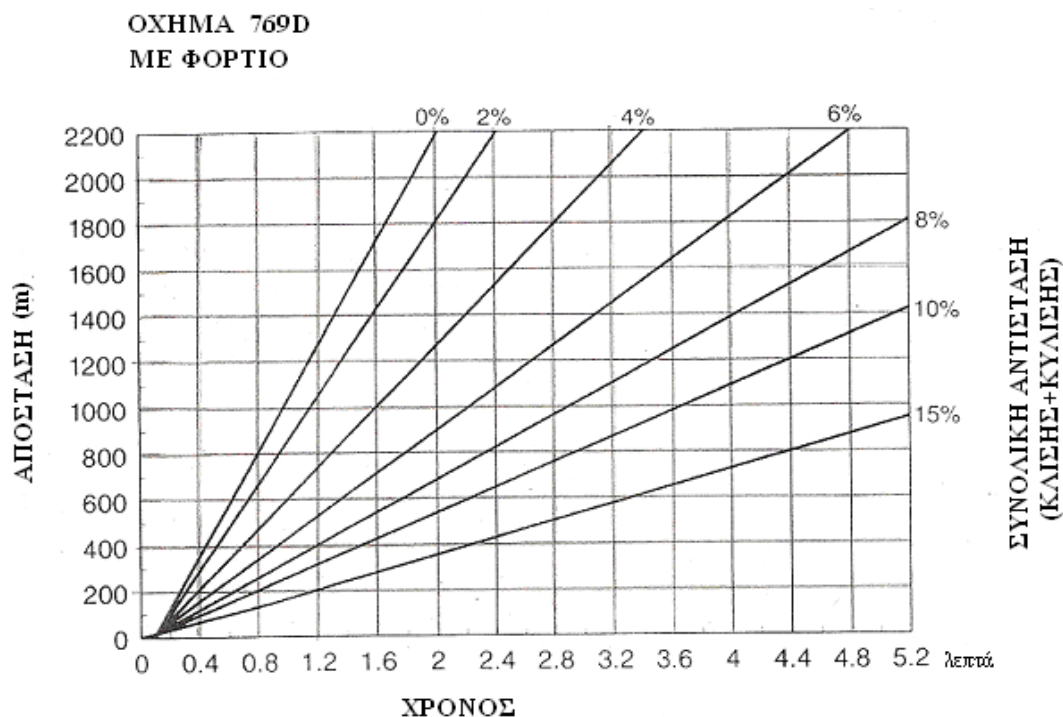
Από το σημείο του άνω οριζώντιου άξονα που αντιστοιχεί στην τιμή 108.125 (σημείο A) χαράσσεται κάθετος η οποία τέμνει την κεκλιμένη ευθεία που αντιστοιχεί σε συνολική αντίσταση κίνησης 10% στο σημείο B. Από το σημείο B χαράσσεται οριζόντια ευθεία η οποία τέμνει ένα από τα ευθύγραμμα τμήματα που αντιστοιχούν στις μηχανικές ταχύτητες (σημείο C). Στο υπόψη παράδειγμα, το τμήμα που τέμνεται αντιστοιχεί στην πέμπτη ταχύτητα. Με κάθετο από το σημείο C, προκύπτει η ζητούμενη ταχύτητα κίνησης, ίση με 22 km/h. Γνωρίζοντας την ταχύτητα κίνησης και με δεδομένη την απόσταση υπολογίζεται ο χρόνος κίνησης $t = 610 \cdot 60 / 22000 = 1,66 \text{ min}$.

4.5 Χωματοουργικό Όχημα

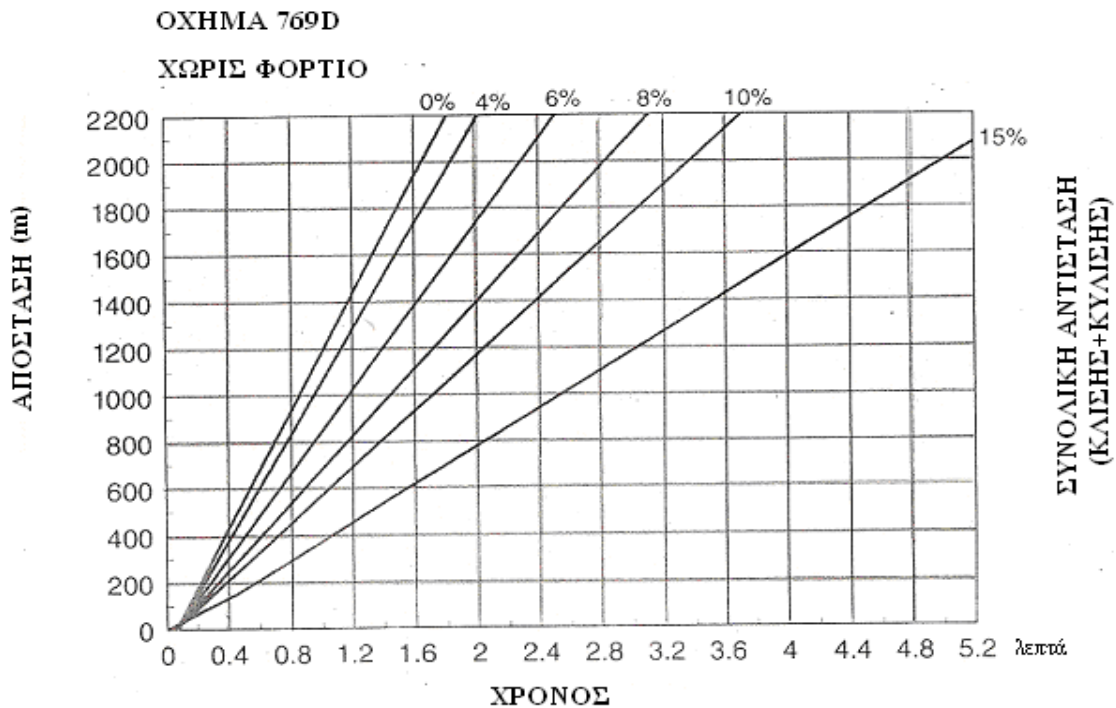
Κατ'αναλογία με τα προηγούμενα, για κάθε χωματοουργικό όχημα δίνονται αντίστοιχα διαγράμματα από τα οποία υπολογίζονται ταχύως τα ζητούμενα μεγέθη. Ενδεικτικά, παρουσιάζονται τα διαγράμματα για όχημα τύπου CAT 769D (Σχ. 14, 15, 16, 17).



Σχήμα 14: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης χωματοουργικού οχήματος

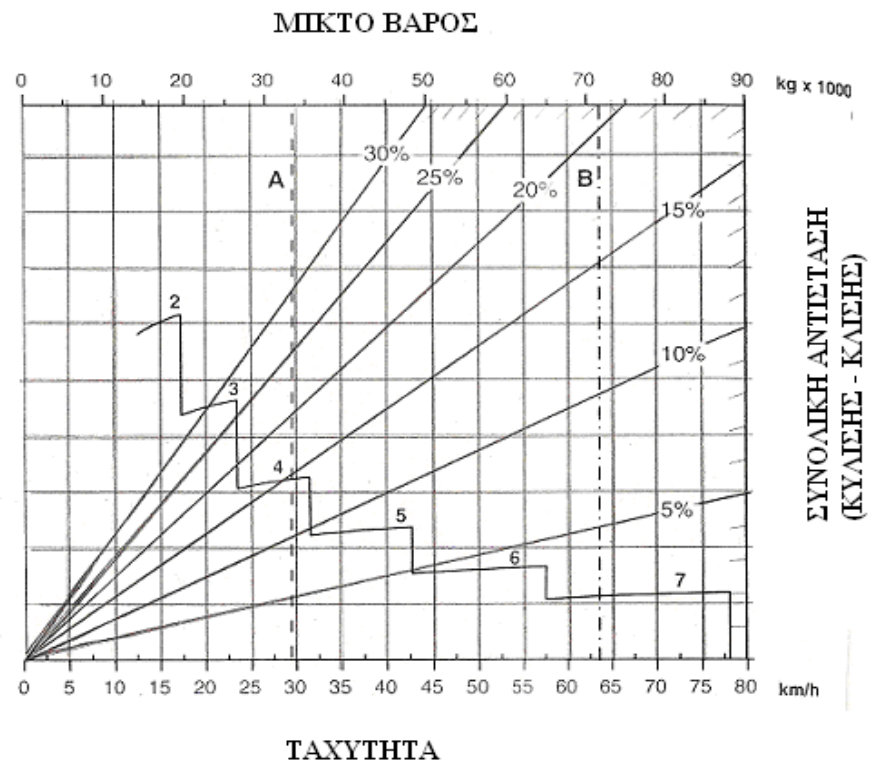


Σχήμα 15: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης χωματοουργικού οχήματος



Σχήμα 16: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης χωματουργικού οχήματος

ΟΧΗΜΑ 769D
αρνητική αντίσταση κίνησης



A - Απόβαρο: 33.545 kg
B - Μικτό φορτίο: 71.400 kg

Σχήμα 17: Διάγραμμα στοιχείων κίνησης χωματουργικού οχήματος

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Ελληνική

Εφραιμίδης Χ., Δομικές Μηχανές, Αθήνα
Κοπανέζου Ε., Λαμπρόπουλος Σ., Εφαρμογές Λειτουργικής Ανάλυσης, Αθήνα

5.2 Διεθνής

Hammond R., Earth Moving and Excavating Plant, CR Books Ltd, London
Kuhn, G., Die Mechanik des Baubetriebes, Teil 1: Transportmechanik, Bauverlag GmbH Wiesbaden
Peurifoy, R.L., Construction Planning, Equipment and Methods, McGraw-Hill Inc., New York
Caterpillar Tractor Company, Caterpillar Performance Handbook, Peoria, Illinois
Fiatallis Europe SpA, Fiatallis Performance Handbook, Torino, Italy
International Harvester Company Basic Estimating
Komatsu Ltd, Minato-Ku, Specifications and Applications Handbook of Komatsu, Tokyo
Liebherr, Technisches Handbuch Erdbewegung.

5.3 Ιστοσελίδες

www.forconstructionpros.com
www.equipmentworld.com
www.ergotaxiaka.gr
www.constructionmachineryguide.com