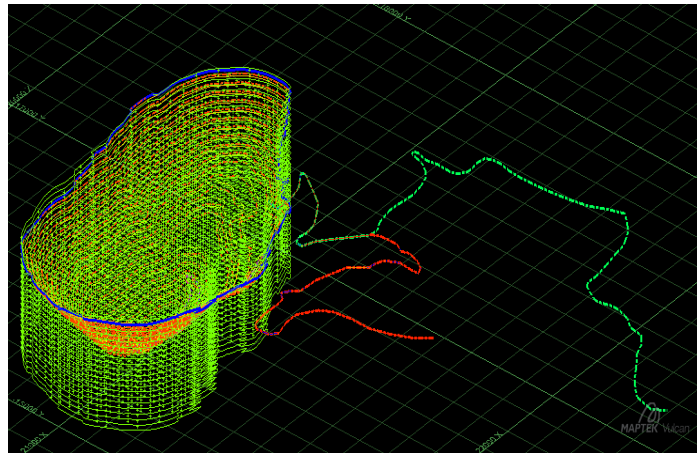


**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Γεωτεχνολογίας & Περιβάλλοντος

***ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΕ
ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΕΚΣΚΑΦΗ ΝΙΚΕΛΙΟΥ***



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Καρατσώρης Φοίβος
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Καπαγερίδης Ιωάννης

Κοζάνη, Ιούνιος 2011

Παραδόθηκε:

Βαθμολογία:

Εξεταστική Επιτροπή:

1.....

2.....

3.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1 Περίληψη	4
1.2 Υπαίθρια ορυχεία και νικέλιο	5
1.2.1 Υπαίθρια ορυχεία και λατομεία	5
1.2.2 Νικέλιο	6
1.3 Martek Vulcan software	9
1.3.1 Γενικά για το Vulcan	9
1.3.2 Haulage Profile	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	13
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΟΡΥΧΕΙΟΥ	13
2.1 Μεταφορά με φορτηγά	13
2.1.1 Γενική δυνατότητα εφαρμογής	13
2.1.2 Μέσα-συστήματα οδήγησης	18
2.1.3 Εκτίμηση διαδρομής μεταφοράς	26
2.1.4 Απόδοση	31
2.1.5 Κύκλος ζωής φορτηγού	39
2.1.6 Παραγωγή και απαιτούμενος στόλος	50
2.1.7 Διαθεσιμότητα και χρήση	51
2.1.8 Παραγωγή	54
2.1.9 Απαιτήσεις σε φορτηγά	58
2.1.10 Κόστη	59
2.2 Ανάλυση Προσομείωσης Συστημάτων Μεταφοράς	70
2.2.1 Εισαγωγή	70
2.2.2 Μαθηματική μοντελοποίηση	71
2.2.3 Συστήματα προσομείωσης	73
2.2.4 Ταξινόμηση στόλου φορτηγών	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	80
ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ HAULAGE PROFILE	80
3.1 Γενικά για το Haulage Profile	80
3.2 Βιβλιοθήκη Φορτηγών	83
3.3 Εκτίμηση κύκλου διαδρομών	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	103
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ HAULAGE PROFILE ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΕΚΣΚΑΦΗ ΝΙΚΕΛΙΟΥ	103
4.1 Πρώτο στάδιο (Truck Library)	103
4.2 Δεύτερο στάδιο (Route Cycle Estimation)	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	117
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	117
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περίληψη

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια και έχει ως αντικείμενο την μελέτη κύκλου διαδρομών μεταφοράς σε υπαίθρια εκμετάλλευση νικελίου. Παράλληλα με το γραπτό μέρος της εργασίας, υπάρχουν σε CD τα στοιχεία της εκσκαφής μας, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν και που είναι αποθηκευμένα σε λογιστικά φύλλα Excel.

Αναλυτικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αρχικά μια αναφορά-περίληψη της εργασίας που εκπονήθηκε και επιπλέον παρουσιάζονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά του Νικελίου, του μεταλλεύματος που εξορύσσεται στο ορυχείο που διενεργείται η μελέτη, όπως και κάποια γενικά στοιχεία για τις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις. Τέλος δίνονται και κάποια στοιχεία για το Martek Vulcan, το οποίο είναι το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την μελέτη αυτή και το οποίο θα παρουσιαστεί διεξοδικότερα στο τρίτο κεφάλαιο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο η πτυχιακή εστιάζει στις μεταφορές και πιο συγκεκριμένα στις μεταφορές με φορτηγά. Αναλύονται όλα τα είδη που χρησιμοποιούνται στην εκμετάλλευση. Ακόμα στην υποενότητα Ανάλυση Προσομοίωσης Συστημάτων Μεταφοράς δίνεται μια εικόνα των υπολογισμών για την εξοικονόμηση χρόνου και την μείωση κόστους μέσω μοντέλων προσομοίωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται σε γενικές γραμμές το πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Martek Vulcan. Το υποσύστημα του προγράμματος αυτού, Haulage Profile, αναλύεται διεξοδικότερα επειδή είναι το υποσύστημα που θα χρησιμοποιηθεί στις μετρήσεις. Με την βοήθεια εικόνων παρουσιάζεται με κατανοητό τρόπο πώς πρέπει να συμπληρώνονται τα πάνελ του υποσυστήματος και ποιες επιλογές αντιστοιχούν σε ποιες πραγματικές οντότητες-τιμές.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, το οποίο είναι και το κυρίως μέρος της εργασίας, παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμοί, η κάθε επιλογή που κάναμε, καθώς και τα αποτελέσματα που πήραμε στο πρακτικό κομμάτι της μελέτης. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται βήμα βήμα όλα οι ενέργειες που κάναμε στο πρόγραμμα, έως ότου πάρουμε τα ζητούμενα αποτελέσματα, συνοδευόμενες με επαρκείς εικόνες.

μαλακά πετρώματα (π.χ. λιγνίτης), η εκμετάλλευση γίνεται και με ηλεκτροκίνητους καδοφόρους εκσκαφείς και ταινιοδρόμους, ή με γιγαντιαίους εκσκαφείς τύπου dragline, μηχανικά πτύα και φορτηγά οχήματα off-road μεγάλου ωφέλιμου φορτίου. Σε προσχωματικά (αλουβιακά) κοιτάσματα χρυσού, ελμενίτη κ.λπ., η εξόρυξη γίνεται με την εκτόξευση νερού υπό πολύ υψηλή πίεση και το υλικό συγκεντρώνεται από ειδικές πλατφόρμες. Γενικά, η επιλογή του μηχανικού εξοπλισμού εξαρτάται κυρίως από την σκληρότητα των πετρωμάτων και του κοιτάσματος και από τον επιθυμητό ρυθμό παραγωγής

1.2.2 Νικέλιο

Το νικέλιο αποτελεί το 5ο πιο κοινό στοιχείο στη Γη. Είναι ένα στοιχείο το οποίο συναντάται κυρίως στη δομή θειούχων, οξειδίων και αλάτων ανόργανων ουσιών. Το νικέλιο είναι εξαιρετικά σημαντικό εμπορικό προϊόν, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια βιομηχανική ανάπτυξη παραμερίζοντας σχεδόν όλα τα υπόλοιπα βιομηχανικά μέταλλα.

Οι παράγοντες που καθιστούν το νικέλιο και τα κράματά του πολύτιμα, εμπορεύσιμα αγαθά, είναι η αντοχή, η αντίσταση στη διάβρωση, η ελαστικότητα, η καλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα μαγνητικά χαρακτηριστικά και οι καταλυτικές ιδιότητες που διαθέτει.

Το σιδηρονικέλιο είναι ένα κράμα που περιέχει νικέλιο και σίδηρο σε αναλογίες που διαφέρουν μεταξύ των παραγωγών και διακυμαίνονται από 20% - 40% νικέλιο και 60% - 80% σίδηρο.

Το νικέλιο χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή ανοξειδωτου χάλυβα μέσω του κράματος του σιδηρονικελίου (66%). Ωστόσο, χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή μη σιδηρούχων κραμάτων(12%), ειδικών κραμάτων χάλυβα(5%), στην επιμετάλλωση (7%), στη χύτευση των μετάλλων (3%) και στους συσσωρευτές(2%).

Το σιδηρονικέλιο χρησιμοποιείται πρωτίστως στην κατασκευή Ωστενιτικών ανοξειδωτων χάλυβων (γνωστών και ως σειρές 200 και 300). Αυτοί είναι μη μαγνητικοί και περιέχουν μεταξύ 8.5% και 25% νικέλιο, ενισχύοντας την αντιδιαβρωτική τους αντίσταση. Είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη ομάδα ανοξειδωτων χάλυβων, αναλογώντας στο 70%-75% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Οι Φερριτικοί ανοξειδωτοι χάλυβες (γνωστοί και ως σειρά 400) δεν περιέχουν νικέλιο.



Σχήμα 1.2 Οι χρήσεις του νικελίου

Σήμερα, το σιδηρονικέλιο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε όλες τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες οικονομίες. Χρησιμοποιείται σε μια πληθώρα εφαρμογών και τομείς: εφαρμοσμένη μηχανική, μεταφορές, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά, κτίρια και κατασκευές, μεταλλικά αντικείμενα, σωλήνες και εξαρτήματα σωλήνων.

Επίσης, καθιστά δυνατή την παραγωγή πολύ χρήσιμων προϊόντων με ειδικές ιδιότητες - μαγνητικές, ηλεκτρονικές, ελεγχόμενης διαστολής, καταλυτικές και ιδιότητες σχετιζόμενες με την τεχνολογία των επαναφορτιζόμενων συσσωρευτών.

Το σιδηρονικέλιο συμβάλλει σε αποδοτικές τηλεπικοινωνίες, ασφαλείς μεταφορές, αποδοτική παραγωγή πετρελαίου και βενζίνης, καθαρή και αξιόπιστη παραγωγή ενέργειας, υγιεινολογική κατεργασία τροφίμων και ποτών, ασφαλή και αξιόπιστο ιατρικό εξοπλισμό, καθώς και σε εξοπλισμό μειωμένων εκπομπών από συσκευές έκλυσης απαερίων έως υβριδικά οχήματα.

Η χρήση του σιδηρονικελίου είναι εξαιρετικά καινοτόμος, ενώ η μεγάλη του χρηστικότητα αντισταθμίζει το σχετικά υψηλό του κόστος. Με αποδειγμένη την καινοτόμο πορεία του, το σιδηρονικέλιο θα διαδραματίζει έναν ακόμα πιο σημαντικό ρόλο στις μελλοντικές κοινωνίες από ό,τι σήμερα.

Στην Ελλάδα, η βασική γεωλογική έρευνα και μελέτες, διεξάγονται κυρίως από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME) το οποίο παρέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με τη γεωλογική δομή της χώρας, το μέγεθος, την τοποθεσία και την ποιότητα των διαφόρων μεταλλείων της Ελλάδας και κατά δεύτερο λόγο από άλλους φορείς.

Με βάση τα δεδομένα που έχουμε συλλέξει οι ορυκτοί πόροι λατεριτικών σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων που υπάρχουν στη χώρα μας υπερβαίνουν τους 240 εκατομμύρια τόνους και είναι εξαπλωμένοι κυρίως σε τρεις μεγάλες περιοχές στους νομούς

- Εύβοιας
- Βοιωτίας
- Καστοριάς

Κατηγορίες λατεριτικών σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων

Τα λατεριτικά σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους.

- Ο πρώτος τύπος είναι οι μάλλον σπάνιοι στην Ελλάδα αυτόχθονοι λατερίτες, κοιτάσματα που σχηματίστηκαν από τη χημική αποσάθρωση υπερβασικών πετρωμάτων (οφιολίθων), κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Κοιτάσματα τέτοιου τύπου είναι αυτά που απαντούν στην περιοχή της Καστοριάς.
- Ο δεύτερος τύπος είναι οι ιζηματογενείς (μεταφερμένοι) λατερίτες . Είναι λατερίτες που έχουν διαβρωθεί και το υλικό τους μεταφέρθηκε με τη βοήθεια της βαρύτητας ή του νερού και αποτέθηκε εκ νέου σε άλλη περιοχή. Οι λατερίτες αυτού του τύπου είναι πιο ομοιόμορφοι και επομένως εξορύσσονται πιο εύκολα. Ωστόσο, έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε νικέλιο. Αυτού του τύπου είναι τα κοιτάσματα του Αγίου Ιωάννη και της Εύβοιας.

Η υπόγεια εκμετάλλευση είναι περιορισμένης κλίμακας (2%) και γίνεται με τη μέθοδο της κατακρήμνισης της οροφής. Η προσπέλαση στο κοιτάσμα γίνεται με οριζόντιες ασβεστολιθικές στοές και ελικοειδείς ράμπες. Οι κύριες φάσεις είναι η διάτρηση, η γόμωση των διατρημάτων με εκρηκτικά και η πυροδότησή τους, η συλλογή του παραγόμενου μεταλλεύματος και η υποστήριξη των στοών. Το παραγόμενο μέταλλευμα μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω ηλεκτρικού σιδηρόδρομου.

Η επιφανειακή εκμετάλλευση είναι αυτή που εφαρμόζεται κυρίως και συνδυάζει ανοιχτή και κλειστή εκσκαφή. Το ύψος των βαθμίδων κυμαίνεται μεταξύ 12 και 15μ, με το πλάτος να εξαρτάται από το αν είναι σε λειτουργία ή είναι κοντά στο όριο της εκσκαφής. Αρχικά, το πλάτος τους είναι περίπου 25μ, το οποίο όμως

μειώνεται προοδευτικά περίπου στα 12μ προς το όριο της τελικής εκσκαφής. Η αποκάλυψη γίνεται με τη χρήση εκρηκτικών ενώ η κοπή του μεταλλεύματος γίνεται με υδραυλική τσάπα ή προωθητή γαιών.

Το εξορυγμένο μέταλλευμα μεταφέρεται σε τριβεία για να υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία σε όρους θραύσης και εμπλουτισμού. Το εμπλουτισμένο μέταλλευμα οδηγείται στον αποθέτη και από αυτόν στην πλατεία ομογενοποίησης. Το ομογενοποιημένο μέταλλευμα φορτώνεται και μεταφέρεται στο εργοστάσιο, όπου ζυγίζεται και τροφοδοτείται στις περιστροφικές καμίνους για περαιτέρω επεξεργασία.

1.3 Maptek Vulcan software

1.3.1 Γενικά για το Vulcan

Το Maptek Vulcan είναι ένα πρωτοποριακό πρόγραμμα σχεδιασμού ορυχείου και τρισδιάστατης μοντελοποίησης, που καλύπτει ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός ορυχείου.

Γεωλογικά

- Αποθηκεύει γεωτρήσεις και στοιχεία δειγματοληψίας
- Συνδέεται με εξωτερικές βάσεις δεδομένων μέσω OBDC
- Απεικονίζει εύκολα τις τρισδιάστατες γεωτρητικές πληροφορίες
- Διαλογική τρισδιάστατη γεωλογική μοντελοποίηση
- Παρέχει ισχυρά στρατηγικά γραφικά εργαλεία μοντελοποίησης

Μοντελοποίηση Μπλοκ

- Δημιουργεί περιστρεφόμενα μοντέλα μπλοκ
- Έχει τις ικανότητες δημιουργίας υπό-μπλοκ για την ακριβή μοντελοποίηση γεωλογικών επαφών και ορίων
- Έχει την ικανότητα αποθήκευσης απεριόριστων μεταβλητών
- Δημιουργεί ενότητες και χρησιμοποιεί δυναμικό κατακερματισμό
- Ενσωματώνει γεωλογική απεικόνιση-ανάλυση για μοντέλο μπλοκ
- Απεικονίζει και σχεδιάζει τα ορυχεία βασισμένο στις πληροφορίες του μοντέλου μπλοκ

- Αποκλείει αυτόματα τις εκτός ορυχείου περιοχές για ενισχυμένο βαθμό φιλικότητας προς τον χρήστη
- Κράτηση ισχυρών εργαλείων και λεπτομερή κατανομή των πληροφοριών (Βαθμίδες, μέτωπα κτλ)

Εκτίμηση πόρων

- Πλήρης ακολουθία των στατιστικών εργαλείων
- Ενσωματωμένα εργαλεία βαριογραφίας που εμπεριέχουν κατευθυντική βαριογραφία
- Γεωστατιστική ανάλυση: Kriging, IVD, προσομοίωση
- Πολλαπλή ανάλυση παραμέτρων
- Αποθήκευση αποτελεσμάτων εκτιμήσεων σε ένα μοντέλο μπλόκ
- Υπολογισμός κρατούμενων χρησιμοποιώντας τριγωνισμούς

Σχεδιασμός ορυχείου

- Προσαρμοσμένα σχεδιαστικά εργαλεία για το ορυχείο και την απόθεση, συμπεριλαμβανομένου της σχεδίασης της ράμπας
- Ομαλή μετάβαση μεταξύ διαφορετικών κλίσεων τοιχωμάτων και βαθμίδων ασφαλείας (γωνία και πλάτος βαθμίδας)
- Ενσωματωμένα εργαλεία βελτιστοποίησης ορυχείων (Lerchs-Grossman, Floating Cone)
- Εφαρμογή πολλαπλών γωνιών κλίσεις τοιχωμάτων, ύψη βαθμίδων και πλάτη των βαθμίδων ασφαλείας
- Διαλογική έκδοση των υπογείων σχεδίων

Σχεδιασμός

- Σχέδιο επιφανειακού ορυχείου και υπόγειου περιβάλλοντος
- Ενσωμάτωση στόχων βασισμένων στο σχεδιασμό (Chronos)
- Σύντομος, μεσοπρόθεσμος και μακροπρόθεσμος σχεδιασμός
- Εφαρμογή πόρων/εξοπλισμών
- Δυναμική ανάλυση και ανατροφοδότηση μεταξύ του σχεδιασμού ορυχείου, γεωλογικών μοντέλων και σχεδιασμού

Άλλα υποσυστήματα του Vulcan

- Survey:Καθιερώνει μια ερευνητική βάση δεδομένων απευθείας από τα ερευνητικά σας όργανα στο Vulcan
- I-Roads:Δημιουργεί με λεπτομέρεια τους δρόμους της επιφάνειας
- In depth drill and blast design συμπεριλαμβάνει το σχεδιασμό των εκρηκτικών συνδέσεων
- Haulage Profile: Καθορίζει τις δαπάνες μεταφορών χρησιμοποιώντας μοντέλα μπλόκ
- Interface: με το ArcGIS
- Full 3D: Παρέχει πλήρη τρισδιάστατη γεωτεχνική εργαλειοθήκη: Plot stereonets, υπολογίζει τα ημερήσια παράθυρα και την ανατροπή.

1.3.2 Haulage Profile

Το υποσύστημα του Martek Vulcan, Haulage Profile, σας επιτρέπει τον υπολογισμό του κύκλου ζωής των φορηγών, τις αποστάσεις ως τον προορισμό από την βαθμίδα (μαζί με τις αποθέσεις, τον θραυστήρα και τα αποθέματα μεταλλεύματος) και την παραγωγικότητα φορηγών/εξοπλισμού.

Χρησιμοποιεί μια απλού εξοπλισμού βιβλιοθήκη και ψηφιοποιεί τις διαδρομές μεταφοράς με το Vulcan Envisage. Μπορείτε να καθορίζετε τις χωρητικότητες για κάθε φορηγό συμπεριλαμβανομένης μιας περαιτέρω κατανομής ανά υλικό. Τα αποτελέσματα είναι καταγεγραμμένα στο παράθυρο του Envisage καθώς και απευθείας σε Microsoft Excel και CSV αρχεία.

Η βιβλιοθήκη αυτή δέχεται εισαγωγές όπως:

- Χρόνος φόρτωσης
- Χρόνος απόθεσης
- Χρονικό σημείο κατά την φόρτωση
- Χρονικό σημείο κατά την απόθεση/θραύση/αποθέματα μεταλλεύματος
- Μέσες καθυστερήσεις μέσα στην διαδρομή, περιοχές χαμηλής ταχύτητας κ.τ.λ.
- Ικανότητα φορτωτή
- Κύκλος ζωής φορτωτή

- Διαφορετικές τιμές ταχύτητας για φορτωμένα και άδεια φορτηγά ανά κλίση δρόμου

Η επιλογή “Model Route Estimation” επιτρέπει στον χρήστη να αποθηκεύσει αποστάσεις, παραγωγικότητες και κύκλους ζωής ανάλογα τον τύπο των υλικών, σε μεταβλητές μοντέλων μπλόκ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθεματοποίηση και τον σχεδιασμό.

Το υποσύστημα Haulage Profile μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υπαίθριες και υπόγειες εκσκαφές. Τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του είναι ότι τα αποτελέσματα αποθηκεύονται σε λογιστικά φύλλα και σε ένα μοντέλο μπλόκ του Vulcan και δεν υπάρχει καμία εξαγωγή γραμμών CAD. Αυτό το υποσύστημα θα βοηθήσει τους αρμόδιους για τον σχεδιασμό μικρών και μεγάλων περιοχών, να κάνουν γρήγορες και ακριβείς διαδρομές μεταφορών, κάτι που θα οδηγήσει σε οικονομικές αποφάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΟΡΥΧΕΙΟΥ

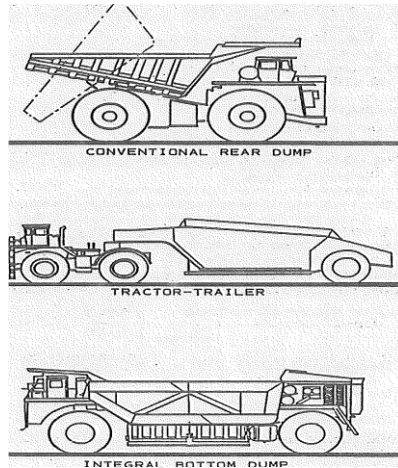
2.1 Μεταφορά με φορτηγά

Τα φορτηγά, που σχεδιάστηκαν συγκεκριμένα για εκτός-εθνικής οδού χρήση, είναι ο κύριος εξοπλισμός για την μεταφορά υλικών σε επιφανειακά ορυχεία. Στα μέσα της δεκαετίας του '30, τα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά ήταν εισηγμένα ήδη στην βιομηχανία εξορύξεων. Τα πρώτα φορτηγά, των περίπου 15 τόνων χωρητικότητας, αντικαταστάθηκαν με τα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά που ήταν τροποποιημένα για μεταφορά ορυχείων. Από τα μέσα της δεκαετίας του '50, 25 με 30 τόνων εκτός-εθνικής οδού φορτηγά ήταν σε κοινή χρήση με τα φορτηγά που ήταν διαθέσιμα με 60 τόνους χωρητικότητα. Στα τέλη του '50 παρουσιάστηκαν φορτηγά μονού πίσω άξονα. Κατά την διάρκεια των δεκαετιών του '60 και '70, μεγαλύτερα και καλύτερα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά είχαν εξελιχθεί, μαζί με ένα φορτηγό χωρητικότητας 350 τόνων, το οποίο παρουσιάστηκε στα μέσα του 70.

2.1.1 Γενική δυνατότητα εφαρμογής

Μεγαλύτερα και αποδοτικότερα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά, έκαναν εφικτή την εξέλιξη της εξορύξης των μεγάλων, χαμηλής κλίσης, κοιτασμάτων μεταλλεύματος και λιγνίτη. Αυτά τα κοιτάσματα, μαζί με μεγάλους λόγους αποκάλυψης και μεγάλες ποσότητες και αγόνων και μεταλλεύματος ή λιγνίτη, είναι εκμεταλλεύσιμα λόγω μιας οικονομικής κλίμακας που επιτυγχάνεται με τα μεγάλα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη χωρητικότητα των φορτηγών και την επακόλουθη αύξηση των κεφαλαίων και των λειτουργικών κοστών, κάνοντας αύξουσας σημασίας την ανάλυση των απαιτούμενων μεταφοράς.

Τα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά μπορούν να καταταχθούν σε τρεις βασικούς τύπους: (1) Συμβατικής οπίσθιας απόθεσης (2) τράκτορα-τρέιλερ, κατώτατου σημείου, πλευρικής και οπίσθιας απόθεσης και (3) ακέραιας αποφόρτισης πυθμένα. Αυτοί οι βασικοί τύποι φορτηγών και παρουσιάζονται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 Τύποι εκτός-εθνικής οδού φορηγών

Τα συμβατικά οπίσθια απόθεσης φορηγά είναι τα κυρίαρχα εκτός-εθνικής οδού φορηγά για τα επιφανειακά ορυχεία. Αυτά τα φορηγά με το άκαμπτο πλαίσιο και το βαρέων καθκόντων σώμα απόθεσης, είναι ταιριαστά για την μεταφορά σχεδόν όλων των υλικών. Το σώμα αποθέσεων που είναι τοποθετημένο πάνω στο σασί του φορηγού, αυξάνεται από ένα ολοκληρωτικά τοποθετημένο, υδραυλικό σύστημα ανέλκυσης. Τα φορηγά, τροφοδοτούνται από ντίζελ κινητήρες, με είτε μηχανική, είτε ηλεκτρική κίνηση των τροχών. Η μηχανική κίνηση είναι διαθέσιμη για φορηγά μεγαλύτερα των 130 τόνων χωρητικότητας, όταν η ηλεκτρική κίνηση τροχών είναι διαθέσιμη στους 85 με 350 τόνους σειράς χωρητικότητας.

Τα περισσότερα φορηγά συμβατικής οπίσθια απόθεσης, έχουν δύο άξονες με διπλές ρόδες στον πίσω άξονα. Ένα φορηγό με διπλό άξονα είναι κατασκευασμένο με δύο μπροστινούς και πισινούς άξονες οδήγησης και διπλά λάστιχα και στους δύο άξονες. Κάποια φορηγά κατασκευάζονται με τρεις άξονες. Αυτά μπορεί να έχουν μονά η διπλά λάστιχα στους πίσω διαδοχικούς άξονες και μπορεί να οδηγείται από έναν αλλά και τους δύο πίσω άξονες. Κάποια μικρής χωρητικότητας, τριαξονικά φορηγά έχουν αρθρωμένα πλαίσια μαζί με μπροστινή κίνηση, πίσω κίνηση και αριθμημένης μάρκας αξόνων, όλα με μονά λάστιχα.

Οι μονάδες τρακτόρων-τρέιλερ, έχουν ξεχωριστό τράκτορα ως βασικό κινητήριο μέρος και ένα τρέιλερ συνδεδεμένο με ένα αρθρωμένο ατέρμονα συρματοσχοίνο. Οι τράκτορες που χρησιμοποιούνται για φορηγά συμβατικής οπίσθια απόθεσης μπορούν να μετατρέπονται αφαιρώντας το σώμα απόθεσης και αντικαθιστώντας το πλαίσιο-ένωση με ατέρμονα συρματοσχοίνο. Οι τράκτορες συνήθως τροφοδοτούνται με ντίζελ κινητήρες και έχουν μηχανική κίνηση. Παράυτα, μονάδες με ηλεκτρική κίνηση υπάρχουν διαθέσιμες. Αυτές οι μονάδες συνήθως έχουν

τρεις άξονες: δύο στον τράκτορα και έναν στο τρέιλερ. Ο πίσω άξονας κίνησης του τράκτορα και ο άξονας του τρέιλερ έχουν συνήθως διπλά ελαστικά.

Οι μικρότερες τράκτορα-τρέιλερ μονάδες πάνω από 60 τόνων χωρητικότητας είναι διαθέσιμες σε overhung ή δύο αξόνων σχεδιασμό. Ένας αποξεστήρας με μονό άξονα χρησιμοποιείται ως βασικός κινητής. Αυτή η μονάδα έχει μεγαλύτερη ευελιξία από μια τριαξονική μονάδα.

Οι μονάδες τράκτορα-τρέιλερ είναι σχεδιασμένες για οπίσθια, πλευρική ή κατώτατου σημείου απόθεση. Οι μονάδες οπίσθιας απόθεσης συνήθως χρησιμοποιούνται για μεταφορά μεταλλεύματος ή βράχων, άλλα επίσης είναι διαθέσιμες για ελαφρύτερα υλικά, όπως ο λιγνίτης. Αυτές οι μονάδες, έχουν συνήθως ένα αέριο υδραυλικό σύστημα ανέλκυσης με πτυσσόμενη βάση στους τροχούς. Κατά συνέπεια, όταν η μονάδα είναι σε απόθεση, ο άξονας κίνησης και αυτός του συρόμενου υποχωρούν μαζί κοντύτερα όπως ο άξονας μαζί με τα φρένα μένει κλειδωμένος στάσιμος. Η πλάγια απόθεση μονάδα τράκτορα-τρέιλερ, χρησιμοποιείται είτε για μετάλλευμα, είτε για μεταφορά βράχων. Αυτές οι μονάδες μπορούν να έχουν είτε ξεχειλωμένη απόθεση είτε πλευρικής απόθεσης αποθετικές πόρτες που κρατούν το υλικό μακριά από τα ελαστικά. Το σώμα απόθεσης είναι αυξημένο, είτε από ένα εσωτερικό υδραυλικό σύστημα ανέλκυσης, είτε από μια εξωτερική ανέλκυση ή skyhook. Μονάδες με εσωτερικό υδραυλικό σύστημα ανέλκυσης, έχουν μεγαλύτερο καθαρό βάρος οχήματος, αλλά μπορούν να εκκενώσουν οπουδήποτε. Μαζί με μια εξωτερική ανέλκυση, οι μονάδες μπορούν να αποθέσουν μόνο σε περιοχές ανέλκυσης όπως είναι ο θραυστήρας. Οι μονάδες που χρειάζονται ένας εξωτερικό ανεγκυστήρα, συνήθως δεν είναι ευπροσάρμοστες, λόγω των περιορισμών στις αποθέσεις.

Οι κατώτατου σημείου αποθέσεις είναι οι περισσότερο κοινές μονάδες τράκτορα-τρέιλερ. Αυτές οι μονάδες είναι περιορισμένες σε ελεύθερη ροή υλικών και μαζί τα τρέιλερ είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν συγκεκριμένα υλικά όπως αλλουβιακαυτικά ή λιγνίτη. Τα υλικά αποθέτονται μέσω υδραυλικών πορτών σχεδιασμένων για ελεγχόμενο άνοιγμα και κλείσιμο και για μέγιστη εκκαθάριση του δαπέδου όταν ανοίγει.

Ένα βαγόνι (dolly) ή δεύτερο τρέιλερ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μερικές φορές, με πλευρικές ή και με κατώτατης απόθεσης μονάδες τράκτορα-τρέιλερ. Αυτά τα βαγόνια έχουν άξονες με διπλά λάστιχα, συνήθως και στους δύο άξονες.

Τα φορτηγά με ακέραιη κατώτατη απόθεση, με άκαμπτο πλαίσιο και μεγάλη ογκομετρική χωρητικότητα είναι διαθέσιμα σε 150 με 170 τόνους σειράς χωρητικότητας για μεταφορά λιγνίτη. Αυτά τα φορτηγά είναι τροφοδοτούμενα με ντίζελ κινητήρες με είτε μηχανική, είτε ηλεκτρική κίνηση. Αυτά τα φορτηγά έχουν δύο άξονες, με μονά ελαστικά και στους δύο, ή μπροστινό και πίσω με μονά λάστιχα μπροστά και διπλά στον πίσω ή διπλά και στους δύο. Οι πόρτες απόθεσης λειτουργούν υδραυλικά . Ο σχεδιασμός αυτών των φορτηγών βοηθάει στο να ξεπερνάει τα εμπόδια, έχει κυρτή περόνη με μονό άξονα, συνήθως παρέχοντας υψηλότερο ωφέλιμο φορτίο, σε ακαθάριστο βάρος οχήματος. (ABO)

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στους τρεις βασικούς σημερινούς τύπους φορτηγών είναι στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Μεγάλα εκτός-αυτοκινητόδρομου φορτηγά: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Φορτηγά συμβατικής πίσω απόθεσης

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μεταβλητότητα, μπορεί να μεταφέρει ευρεία ποικιλία υλικών	Φτωχό για μεγάλες αποστάσεις, δεν έχει υψηλές ταχύτητες μεταφοράς λόγω της υψηλής φόρτωσης ελαστικού.
Καλή δυνατότητα κίνησης σε κλίση, με ευνοϊκή υποδύναμη σε αναλογία βάρους (180 με 243 kg/kw) (300 με 4001b/hp)	Πρέπει να σταματήσει, να γυρίσει και να πάει πίσω κατά την απόθεση
Καλή πρόσφυση, λόγω της ευνοϊκής κατανομής βάρους (65% ή περισσότερο από το ακαθάριστο βάρος οχήματος, είναι πάνω στους τροχούς.	Χαμηλή εκτίμηση ωφέλιμο φορτίο στο ακαθάριστο βάρος οχήματος (εκτιμώμενο ωφέλιμο φορτίο 55 με 60% του ABO)
Καλή απόδοση κάτω από αντίξοες συνθήκες	
Καλή δυνατότητα ελιγμών, λόγω της μικρής απόστασης μεταξύ των αξόνων αλλά και της μικρής διαδρομής τιμονιού	
Ταιριάζει σε διάφορους φορτωτικούς	

τύπους	
Καλό για απόθεση σε περιορισμένες χοάνες και πάνω σε αποθήκες	
Παρέχει μεγάλη ευελιξία	
Πάνω από 350 τόνους χωρητικότητας	

Φορητά τράκτορα-τρέιλερ

Πλεονεκτήματα

Μειονεκτήματα

Μεταβλητότητα, μπορεί να μεταφέρει ευρεία ποικιλία υλικού ανάλογα τον τύπο του σώματος απόθεσης	Φτωχό σε ικανότητα κίνηση υπό κλίση, λόγω των μη ευνοϊκών KW (υποδύναμης) και αναλογίας βάρους (174 με 365 kg/kw) (450 με 600 lb/hp)
Ξεχωριστό πρωταρχικό κινητικό μέσο ή τράκτορας και τρέιλερ	Φτωχό σε πρόσφυση λόγω της μη ευνοϊκής κατανομής βάρους (35 με 45% του A.B.O. στους τροχούς οδήγησης).
Καλό στις μεγάλες αποστάσεις, σε υψηλές ταχύτητες μεταφοράς, λόγω της χαμηλής φόρτωσης των ελαστικών, που οφείλεται στον αριθμό των ελαστικών και στην αναλογία βάρους	Φτωχό κάτω από αντίξοες συνθήκες δρόμου
Καλό για την απόθεση πάνω στην χοάνη, στα παράθυρα κατασκευής και στην απόθεση ενώ κινείται	Φτωχό σε δυνατότητα ελιγμών, λόγω του μεγάλου κύκλου τιμονιού και του μακρού μήκους συνολικά, τράκτορα και τρέιλερ
Ευνοϊκή εκτίμηση ωφέλιμου φορτίου στο ακαθάριστο βάρος οχήματος, ειδικά στο κατώτατο επίπεδο των μεταφορέων λιγνίτη (ευνοϊκό ωφέλιμο φορτίο 60 με 65% του A.B.O.	Τα υλικά πρέπει να ρέουν στο κατώτατο επίπεδο απόθεσης

Φορτηγά αέρας κατώτατου επιπέδου απόθεσης

Πλεονεκτήματα

Μειονεκτήματα

Μέτρια ικανότητα σε κίνηση υπό κλίση (228 με 335 kg/kw) (375 με 550 lb/hp)	Τα υλικά πρέπει να είναι ελεύθερα να ρέουν
Μέτρια πρόσφυση (50 με 65% του A.B.O. στους τροχούς κίνησης)	Δεν ταιριάζει με διάφορους τύπους φορτωτών κατώτατου επιπέδου απόθεσης
Μέτρια εμφάνιση κάτω από αντίξοες συνθήκες στον δρόμο	
Μέτρια ικανότητα ελιγμών	
Καλό για μεγάλες αποστάσεις μεταφοράς λόγω ευνοϊκού φορτίου στα ελαστικά (όχι πάντα)	
Καλό για απόθεση στην χοάνη	
Ευνοϊκό ωφέλιμο φορτίο στο A.B.O. ωφέλιμο φορτίο (60 με 70% του A.B.O.	

2.1.2 Μέσα-συστήματα οδήγησης

1) Κινητήρες

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στα εκτός-αυτοκινητόδρομου φορτηγά είναι είτε πολύστροφοι (800 με 2100 rpm) είτε χαμηλόστροφοι (900 με 100 rpm) ντιζελοκινητήρες. Οι πολύστροφοι κινητήρες είναι αποτελεσματικοί πάνω από 210 τόνους. Οι χαμηλόστροφοι κινητήρες με αποτελέσματα στους 1650 με 3300 hp σειράς έχουν χρησιμοποιηθεί για πολύ μεγάλα φορτηγά που είναι 200 με 350 τόνους σειράς χωρητικότητας.

Οι πολύστροφοι ντιζελ κινητήρες, είναι είτε δικύλινδροι, είτε τετρακύλινδροι. Στα τελευταία χρόνια, οι κατασκευαστές έχουν εξελίξει την αξιοπιστία των κινητήρων, τη διάρκεια, την απόδοση και την αποδοτικότητα. Η μέγιστη αποδοτικότητα έχει ουσιαστικά βελτιωθεί, κυρίως με την υπέρτροφοδότηση και την μετάψυξη, που αυξάνει την εισαγωγή αέρα στον κινητήρα. Με την υπέρτροφοδότηση, ο κινητήρας επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερα ύψη χωρίς επανεκτίμηση.

Οι χαμηλόστροφοι ντιζελοκινητήρες, είναι δικύλινδροι κινητήρες, παρόμοιοι με αυτούς που χρησιμοποιούνται στις σιδηροδρομικές ηλεκτράμαξες. Οι χαμηλόστροφοι κινητήρες, έχουν μεγαλύτερο βάρος ανά κιλοβάτ από ό,τι οι υψηλόστροφοι κινητήρες, το οποίο είναι μεγάλο μειονέκτημα για εξοπλισμό μεταφοράς.

Η ισχύς του κινητήρα μεταδίδεται, είτε μηχανικά είτε ηλεκτρικά στους τροχούς κίνησης. Η μηχανική κίνηση αποτελείται από μια μετάδοση και την τελική κίνηση. Η μετάδοση είναι συνήθως ένα πλήρες αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων που αποτελείται από ένα μετατροπέα ροπής, ένα χρησιμοποιούμενο πλανητικό συμπλέκτη κιβωτίου και υδραυλικά κοντρόλ αυτόματης κατεύθυνσης της στήριξης της κίνησης σε όλες τις σειρές. Η μετάδοση, συνήθως προϋποθέτει την παρουσία ενός υδραυλικού επιβραδυντή, έτσι ώστε η μετάδοση να μπορεί να χρησιμοποιείται ως πέδηση. Το ποσοστό της εξέλιξης της μετάδοσης έχει επεκταθεί με μηχανική κίνηση στα φορτηγά οπίσθια απόθεσης στους 120 με 130 τόνους σειράς χωρητικότητας. Το τελικό τμήμα της κίνησης αποτελείται από τον άξονα κίνησης, το διαφορικό, γεμάτο με υγρά διαφορικού στον άξονα και τις πλανητικές ταχύτητες με την κίνηση των τροχών.

Οι ηλεκτρικοί κινούμενοι τροχοί συνήθως αποτελούνται από μια d-c γεννήτρια ή μετατροπέα, ένα exciter d-c ηλεκτρικής κίνησης κινητήρα προσκολλημένο μαζί με το πλαίσιο με κάθε ένα τροχό κίνησης. Σε κίνηση, σε φορτηγά 170 τόνων χωρητικότητας μεγαλύτερες οπίσθια απόθεσης, οι ηλεκτροκινητήρες κίνησης τροχών δίνουν άδεια στον κινητήρα να λειτουργήσει μια σταθερή ταχύτητα μαζί με ομαλή ενέργεια φόρτωσης. Οι ηλεκτροκινητήρες επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επιβραδυντές, μαζί με την μετατροπή του κινητήρα σε γεννήτρια και ενεργειακό διαλυόμενο όπως η ζέστη από τους αεροψύκτες και αντιστάτες

Με την ηλεκτρική κίνηση τροχών, ο ντιζελοκινητήρας μπορεί να βοηθηθεί από μια επεκταμένη υπερυψωμένη, ηλεκτρικής ενέργειας πηγή. Κάτω από τη βοήθεια τρόλεϊ, η ηλεκτρική ενέργεια που συλλέγεται από τον φτιαγμένο ως επικεφαλή αγωγό που παρέχει άμεσα στους ηλεκτροκινητήρες των τροχών.

2) Πέδηση

Τα εκτός αυτοκινητόδρομου φορτηγά, συνήθως είναι εξοπλισμένα με τέσσερα συστήματα πέδησης. Η αρχική πέδηση πραγματοποιείται από τον επιβραδυντή. Τα μηχανικής κίνησης φορτηγά, έχουν ένα υδραυλικό επιβραδυντή ο οποίος είναι ακέραιος μαζί με την μετάδοση ή το πίσω σύστημα πέδησης. Ο ακέραιος υδραυλικός επιβραδυντής μαζί με την μετάδοση είναι τοποθετημένα μεταξύ της ροπής στρέψης,

του μετατροπέα και της πλανητικής συνεργασίας. Ο επιβραδυντής αποτελείται από ένα λογχοειδή στροφέα, που στρίβει από τον εξωτερικό μετατροπέα ταχυτήτων, ένα φτιαγμένο περίβλημα ή αυτής με βάνες και ένα σύστημα κυκλοφορίας λαδιού. Ο επιβραδυντής, ολοκληρωμένος με την πλήρωση του περιβλήματος με λάδι, προκαλεί ρευστή αντίσταση ενάντια στην περιστροφική κίνηση. Ο ακέραιος επιβραδυντής με το πίσω σύστημα πέδησης αποτελείται από ένα λάδι ψυκτικό, πολλαπλούς δίσκους φρένων και ένα κυκλοφορικό σύστημα λαδιού καθώς και ένα σύστημα ψύξης.

Τα ηλεκτρικής κίνησης φορτηγά, είναι εξοπλισμένα με δυναμικούς επιβραδυντές οι οποίοι αποτελούνται από κινητήρες κίνησης, πλέγμα αντιστατών και γίνονται ενεργειακές γεννήτριες που διαλυόμενοι όπως η ζέστη από τα πλέγματα αντίστασης.

Το σύστημα της πέδησης, παρέχει μια δευτερεύουσα πέδηση που πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο όταν το φορτηγό πρέπει να ακινητοποιηθεί. Το σύστημα της πέδησης είναι είτε με ταμπούρα είτε με δίσκους φρένων. Αυτά τα φρένα μπορεί να είναι με αέρα (αερόφρενα), αέρα-υδραυλικά ή ολοκληρωτικά υδραυλικής ενεργοποίησης. Τα ταμπούρα είναι αερόψυκτα, όταν οι δίσκοι των φρένων μπορεί να είναι, είτε αερόψυκτοι, είτε ελαιόψυκτοι. Τα φορτηγά, μερικές φορές, είναι εξοπλισμένα με ταμπούρα στον μπροστά στον άξονα και δίσκους στον πίσω άξονα.

Τα έκτακτης ανάγκης φρένα, συνήθως είναι ακέραια μαζί με το σύστημα πέδησης και μπορεί να εφαρμόζονται χειροκίνητα ή αυτόματα επάνω στην απώλεια της λειτουργούσας πίεσης στο σύστημα πέδησης.

Το χειρόφρενο, σε μηχανικά κινούμενα φορτηγά συνήθως είναι μια ακέραια επέκταση του ταμπούρου, πάνω στην μετάδοση στο εξωτερικό του άξονα. Για τους ηλεκτρικά κινούμενους τροχούς, το χειρόφρενο μπορεί να είναι ακέραιο μαζί με το σύστημα φρένων ή κολλημένο πάνω στον οπλισμό του κινητήρα κίνησης.

3) Ελαστικά

Τα μεγάλα ελαστικά των φορτηγών είναι, είτε συνεχούς, είτε ακτινωτής κατασκευής. Το ελαστικό πτυχής με τάση πόλωσης και εσωτερική ενίσχυση με ελαστική μεταφορική ταινία είναι κατασκευασμένο από στρώματα πτυχών, που είναι 20 με 40 στρώματα από μειωμένο λάστιχο, από νάυλον με εναλλασσόμενες πτυχές του σκοινιού που τρέχουν, από χάντρα σε χάντρα και περνάνε την κεντρική γραμμή νημάτων κατά προσέγγιση 30 μοιρών (bias). Στην περιοχή του βήματος, το σώμα των πτυχών είναι επιστρωμένο με βήμα πτυχών, που βελτιώνουν την carcass ευθεία και

προστατεύουν τις πτυχές του σώματος. Τα ακτινωτά κατασκευής με εσωτερική ενίσχυση ελαστικής μεταφορικής ταινίας, είναι κατασκευασμένα από μία μονή, βαριά πτυχή, με ατσάλινα καλώδια που τρέχουν ακτινωτά (90 μοίρες bias γωνία) από χάντρα σε χάντρα. Η εσωτερική ενίσχυση, της ελαστικής μεταφορικής ταινίας, είναι επιστρωμένη στην περιοχή βήματος με πτυχές από ατσάλινα καλώδια που διαπερνούν το κέντρο της περιοχής βήματος κατά γωνία, μαζί με την γωνία reverse από την προηγούμενη ζώνη. Αυτές οι ζώνες, παρέχουν στο ελαστικό ακτινωτή δύναμη και έτσι διατηρεί την φόρμα του ελαστικού κάτω από το φορτηγό. Και στα δύο ελαστικά, το βήμα επικοινωνεί με το έδαφος μεταφέροντας το βάρος του φορτηγού στο έδαφος και παρέχοντας πρόσφυση, επίπλευση, μειωμένη αντίσταση και μακρινή ένδυση.

Τα ακτινωτά ελαστικά έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα όταν συγκρίνονται με τα ελαστικά πτυχής με τάση πόλωσης και εσωτερική ενίσχυση ελαστικής μεταφορικής ταινίας: (1) μικρότερη θερμοκρασία δημιουργίας και συγκέντρωσης (2) χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και (3) μεγαλύτερη ζωή γόμας. Η θερμοκρασία δημιουργίας, οφείλεται στην ελαστικότητα του ελαστικού και την ακεραιότητα στην τριβή, μεταξύ των διάφορων πτυχών που μειώνεται, λόγω της μονής πτυχής εσωτερικής ενίσχυσης ελαστικής, μεταφορικής ταινίας. Τα ακτινωτά ελαστικά, έχουν επίσης λιγότερη θερμοκρασίας συγκέντρωσης, επειδή οι ατσάλινες πτυχές διώχνουν την ζέστη μακριά από το βήμα και η λεπτή εσωτερική ενίσχυση της ελαστικής μεταφορικής ταινίας, παρέχει σκεδασμό της θερμότητας. Η θερμοκρασία συγκέντρωσης είναι πολύ σημαντική, γιατί τα ελαστικά όταν αρχίζουν να αδυνατίζουν στους περίπου 93,3 βαθμούς εμφανίζεται επαναφορά του λάστιχου και κατά συνέπεια των ελαστικών και ο χωρισμός επίκειται. Η χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου συμβαίνει λόγω της εσωτερικής τριβής. Η μεγαλύτερη ζωή πέλματος είναι αποτέλεσμα της μικρότερης σχετικά κίνησης στο αποτύπωμα των ελαστικών η squirm , που στα ακτινωτά ελαστικά έχει το μειονέκτημα του λεπτού πλαϊνού τμήματος, το οποίο κάνει το ελαστικό πιο ευαίσθητο σε πλαϊνές καταστροφές.

Η ονοματολογία του μεγέθους του ελαστικού, υποδεικνύεται στην μπροστινή πλευρά του ελαστικού, στο ενδιαμέσο του πλαισίου. Για παράδειγμα, ένα 30,00-51(46) ελαστικό, είναι ένα ελαστικό πτυχής, κλασικής βάσης, που έχει κατά προσέγγιση πλάτος (30 in) και μεταξύ της εξωτερικής από τα πλαϊνά, πλαίσιο διαμέτρου (51 in) και εκτίμηση πλέξης 46. Το ίδιο ελαστικό είναι υποδεικνυόμενο στους 30,000 R 51. Η εκτίμηση πλέξης είναι δείκτης της αντοχής του ελαστικού και όχι απαραίτητα ο αριθμός των πτυχών του ελαστικού. Η ΈΝΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ

ΠΛΑΙΣΙΩΝ' έχουν τους παρακάτω κωδικούς αναγνώρισης για τα εκτός αυτοκινητόδρομου, επιγείων μεταφορέων ελαστικά.

E-1 πλευρικά

E-2 πρόσφυσης

E-3 βράχων

E-4 βαθύ βήμα σε βράχους

E-5 επίπλευσης

Τα E-3 και E-4 ελαστικά είναι τα πιο κοινά, είναι για μεταφορά στα ορυχεία και ακόμα τα E-4 ελαστικά έχουν περίπου 50% περισσότερο βήμα από τα E-3 ελαστικά. Οι κατασκευές ακτινωτών ελαστικών συνήθως χρησιμοποιούν διαφορετικούς κωδικούς αναγνώρισης.

Τα ελαστικά με ικανότητα φόρτωσης-μεταφοράς, που βασίζονται στην εκτίμηση T8RA, έχουν το μέγιστο φόρτωμα που μπορούν τα ελαστικά αυτά να κουβαλήσουν. Αυτή, η ικανότητα κουβαλήματος, κάποιες φορές μπορεί να επεκταθεί από 10 σε 15% και οφείλεται σε παραλλαγές στην φόρτωση του φορτηγού χωρίς δραστική μείωση ζωής των ελαστικών. Η βέλτιστη στάνταρ πίεση της βάσης των ελαστικών, (κρύα), είναι 70 psi για τα ελαστικά πτυχής με τάση πόλωσης και εσωτερική ενίσχυση ελαστικής μεταφορικής ταινίας, νάυλον ελαστική και 85 psi για τα ακτινωτά ελαστικά. Είναι σημαντικό να διατηρεί τον κατάλληλο 'πληθωρισμό' στα ελαστικά επειδή η θερμοκρασία 'συγκέντρωσης' και overinflation θερμοκρασίες οδηγούν σε μειωμένη αντίσταση.

Τα περισσότερα εκτός-εθνικής οδού ελαστικά, έχουν βαθμονόμηση σε τόνους-χιλιόμετρα ανά ώρα, μέτρηση η οποία είναι δείκτης για την εργασία των ελαστικών σε σχέση με την συγκέντρωση θερμοκρασίας. Τα απαιτούμενα t-km/h είναι σημαντικά την φορά που φορτώνονται τα ελαστικά, για τον υπολογισμό μέσης ταχύτητας. Η μέση ωριαία ταχύτητα είναι η μέγιστη μέση ταχύτητα κατά την διάρκεια οποιασδήποτε ώρας λειτουργίας. Τα απαιτούμενα t-km/h πρέπει να μην ξεπερνούν τα εκτιμώμενα t-km/h του ελαστικού, για να αποφευχθεί υπερβολική συγκέντρωση θερμοκρασίας.

Σε μία επιλογή ελαστικών εκτός-εθνικής οδού, οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε σειρά προτεραιότητας είναι (1) εκτίμηση t-km/h (2) ικανότητα αντοχής φορτίου (3) ευαισθησία βήματος.

4) Σώματα απόθεσης

Τα οπίσθια σώματα απόθεσης είναι διαθέσιμα σε αρκετές βασικές μορφές με τα παρακάτω να είναι τα πιο κοινά:

Εγκάρσια, V-διαμόρφωσης επίπεδα, κατώτατου επιπέδου πατώματος

Εγκάρσια, V-διαμόρφωσης διαμήκη, V-διαμόρφωσης πατώματος

Οριζόντια επίπεδης, κατώτατου επιπέδου πατώματος

Στα οριζόντια, διαμήκη V- διαμόρφωσης, η κλίση των πλακών κατωφέρειας από πίσω προς τα μπροστά, διαμορφώνει ένα διαμήκη V μαζί με το μπροστινό πιάτο. Για τα οριζόντια σώματα, τα πύατα του πατώματος είναι οριζόντια. Ένα επίπεδο κατώτατου επιπέδου πατώματος, έχει επίπεδες πλάκες. Ένα διαμήκη, V-διαμόρφωσης πάτωμα έχει πλάκες πατώματος χυμένες προς τα πίσω από τις πλαϊνές πλάκες προς το κέντρο. Όλοι οι τύποι σώματος μπορούν να έχουν μια ανωφερειακή ουρά, για την έκχυση υδατοπτώσεως ή ουρά πάπιας προς τα πίσω, για την διατήρηση των φορτίων. Τα σώματα έχουν είτε πλευρικά, είτε οριζόντια ενισχυτικά, που παρέχουν δομική δύναμη και ακαμψία.

Τα σώματα οπίσθιας απόθεσης, συνήθως είναι κατασκευασμένα για μεγάλη δύναμη, οπότε είναι από κράματα ατσαλιού. Παρ' όλα αυτά, τα ελαφρότερου βάρους, αλουμινίου σώματα, είναι επίσης διαθέσιμα. Τα σώματα θερμαίνονται από την δρομολόγηση των αερίων της εξάτμισης, μέσα από δομική αποτροπή των υλικών, στο να παγώσουν το σώμα. Ατσάλι ή λαστιχένιες λωρίδες, οι πλάκες και οι μπάρες μπορεί να είναι εγκατεστημένες για να μειώσουν την φθορά. Οι κορυφαίες επεκτάσεις (side boards) και ή στοά επιστροφής αερισμού, μπορεί να είναι εγκατεστημένες για την αύξηση της ογκομετρικής ικανότητας. Παρ' όλα αυτά, η πρόσθεση βάρους που οφείλεται στις λωρίδες, τα side boards και η στοά επιστροφής αερισμού μειώνει την χωρητικότητα του φορτηγού.

Το κατώτατου επιπέδου σώματα απόθεσης, για μονάδες τρακτόρων-τρέιλερ είναι κατασκευασμένα σε μεγάλη ποικιλία μορφών. Τα τρέιλερ για μεταφορά λιγνίτη συνήθως είναι μακρύτερα, στενότερα και χαμηλότερα από τα σώματα οπίσθιας απόθεσης. Τα σώματα των τρέιλερ συνήθως είναι κατασκευασμένα με υψηλής δύναμης κράμα από ατσάλι, άλλα με ελαφρότερο διαμέτρημα από ότι χρησιμοποιείται στα σώματα οπίσθιας απόθεσης.

Τα σώματα οπίσθιας απόθεσης και τα σώματα των τρέιλερ είναι σχεδιασμένα για μεταφορά συγκεκριμένων υλικών, καταλήγοντας σε σειρές από ογκομετρικής

ικανότητας, υλικών κατασκευής και μεθόδων και προστασίας του σώματος, για την ίδια ογκομετρική ικανότητα. Παρ' όλα αυτά, το σώμα πάντα είναι σχεδιασμένο να διευκολύνει την απόθεση και να ελαχιστοποιεί τα υλικά που κολλάνε και οδηγούν σε έμφραξη οδού ροής και για την μετατροπή της συνέπειας του βάρους του μαζί με αποδεκτή αποτελεσματικότητα και φθορά.

5) Προδιαγραφές

Οι κατασκευαστές των εκτός-εθνικής οδού φορτηγών, παρέχουν προδιαγραφές σημαντικών λειτουργιών του φορτηγού. Αυτές οι προδιαγραφές συχνά είναι καθορισμένες σε συμφωνία μαζί με τις διαδικασίες που καθορίζονται από την Society of Automotive Engineers (SAE) ή άλλων οργανισμών.

Ο σχεδιασμός πλήρωσης ή διευκρινιζόμενη ογκομετρική ικανότητα είναι το βάρος του φορτηγού που είναι σχεδιασμένο να κουβαλάει, μαζί με το εργοστασιακό βασικό εξοπλισμό. Αν ο προαιρετικός εξοπλισμός ουσιαστικά αυξάνει το βάρος των φορτηγών, ο σχεδιασμός πλήρωσης πρέπει να μειωθεί από το αντίστοιχο βάρος. Η πραγματική πλήρωση είναι το πραγματικό βάρος των φορτωμένων υλικών, το οποίο εξαρτάται από την πυκνότητα του υλικού, τον εξοπλισμό φόρτωσης και των όρων λειτουργίας που ποικίλουν από φορτίο σε φορτίο. Η απόδοση του φορτηγού και τα κόστη λειτουργίας είναι βασισμένα στην πραγματική πλήρωση, και όχι στην πλήρωση σχεδιασμού. Ως ένας γνωστός κανόνας, είναι, ότι ο μέσος όρος πραγματικής πλήρωσης, πρέπει να είναι τόσο κοντά, έτσι ώστε στην πράξη να μην ξεπερνά ποτέ το 110% της πλήρωσης σχεδιασμού.

Η ογκομετρική ικανότητα του σώματος του φορτηγού, συσσωρεύεται σε 2:1 χωρητικότητα. Καμία από τις δύο χωρητικότητες δεν αναπαριστά τον όγκο των υλικών που μπορούν να φορτωθούν και να μεταφέρουν τα φορτηγά. Η εμπειρία δείχνει ότι η πραγματική χωρητικότητα είναι περίπου 105 με 130% της struck χωρητικότητας, μαζί με το ποσοστό των μεγαλύτερων φορτηγών, με μεγάλα σώματα και ψηλές προεκτάσεις.

Η ιπποδύναμη του κινητήρα, είναι βασισμένη στην εκτίμηση των φρένων της σφονδυλικής ενέργειας. Η εκτιμώμενη ενέργεια των φρένων, είναι η ιπποδύναμη του κινητήρα, των παραγόμενων στροφών rpm μαζί με την συγκεκριμένη εργοστασιακή ρύθμιση καυσίμων. Η ροπή της ιπποδύναμης και η κατανάλωση καυσίμου στις στροφές, συνήθως προσαρμόζονται στους βασικούς βαθμούς SAE J816b μαζί με συνθήκες από 152,4 m ύψος (0,7366 m Hg dry) 29.4 βαθμούς κελσίου εισαγόμενη

θερμοκρασία αέρα 0,965 cm Mg ατμού νερό. Τα συννημένα εξαρτήματα του κινητήρα συνήθως περιλαμβάνει την αντλία νερού, αντλία λιπαντικού λαδιού, σύστημα καυσίμων και φίλτρο αέρα. Η σφονδυλική δύναμη είναι διαθέσιμη σε εξαγωγή υποδύναμη κινητήρα ή στην εισαγωγή στην μετάδοση για μηχανική κίνηση ή στις γεννήτριες ή μετατροπείς για τους ηλεκτροκινητήρες στους τροχούς. Σε προσθήκη των απωλειών ενέργειας των εξαρτημάτων για την υποδύναμη φρεναρίσματος, η σφυλονδική υποδύναμη συνήθως περιλαμβάνει απώλειες ανεμιστήρων, συμπιεστών αέρα, μετατροπέων, ανεμιστήρων ψύξης κινητήρων κίνησης των υδραυλικών αντλιών (χωρίς φορτίο). Η πραγματική υποδύναμη του κινητήρα μπορεί να ποικίλει $\pm 5\%$ από την διευκρινιζόμενη υποδύναμη.

Το καθαρό βάρος οχήματος (NVW) είναι το βάρος ενός άδειου φορτηγού μαζί με το βασικό εργοστασιακό εξοπλισμό. Το NVW μπορεί να είναι διευκρινισμένο ως ξηρό, υγρό ή λειτουργικό βάρος, υγρό ή λειτουργικό NVW συμπεριλαμβάνει λιπαντικά, ψυκτικά, καύσιμα και χωριστά. Το NVW πρέπει να ρυθμίζονται για τα εγκατεστημένους προαιρετικούς εξοπλισμούς. Το NVW για κάποιο διευκρινισμένο φορτηγό μπορεί να περιμένετε εύρος $\pm 5\%$. Το ακαθάριστο βάρος οχήματος (ABO) είναι το NVW μαζί με το βασικό εξοπλισμό συν την σχεδίαση πλήρωσης.

Το εργοστασιακό διευκρινισμένο βάρος, εκφράζεται σε κάθε άξονα για ένα άδειο και φορτωμένο φορτηγό στο επίπεδο του εδάφους. Παρ'αύτα, το διανεμόμενο βάρος, δεν είναι τόσο απλά καθορισμένο από το φορτηγό, αλλά από την τοποθέτηση του φορτίου και την κλίση του δρόμου μεταφοράς. Η διανομή του βάρους είναι σημαντική στο καθορισμό της φόρτωσης των ελαστικών στην έλξη.

Το ύψος φόρτωσης του φορτηγού, είναι σημαντικό στο να ταιριάζει το φορτηγό και ο εξοπλισμός φόρτωσης. Πρέπει να υπάρχει επαρκεί εκκαθάριση, έτσι ώστε να ο κάδος φόρτωσης ή ο κάδος του μηχανικού πτύου να μην συγκρούεται μαζί με το σώμα απόθεσης του φορτηγού της κορυφαίας σιδηροτροχιάς.

Η εκκαθάριση του περιστρεφόμενου κύκλου, δείχνει την απαιτούμενη απόσταση για τα φορτηγά, ώστε να κάνουν 180 μοίρες στροφή χωρίς υποστήριξη. Αυτό καθορίζει την ευελιξία των φορτηγών και μπορεί να επηρεάσει τον σχεδιασμό του ορυχείου και την επιλογή του εξοπλισμού φόρτωσης.

Οι ολικές διαστάσεις του φορτηγού είναι σημαντικές για τον σχεδιασμό των περιοχών φόρτωσης και απόθεσης, των διάδρομων μεταφοράς και των εγκαταστάσεων συντήρησης. Αυτές οι διαστάσεις επίσης επηρεάζουν τον σχεδιασμό ορυχείου και την επιλογή εξοπλισμού.

6) Πρόσθετος εξοπλισμός

Τα εκτός-εθνικής οδού φορτηγά μπορεί να είναι εξοπλισμένα μαζί με μια ποικιλία πρόσθετων εξοπλισμών, που μειώνουν την συντήρηση, προστατεύουν τον εξοπλισμό, βελτιώνουν τις επικοινωνίες και αυξάνουν την παραγωγικότητα. Η συντήρηση μπορεί να μειωθεί από ειδικούς καθαριστές αέρα, αντικατάσταση θερμοαντικού σώματος σωλήνων πυρήνα, αυτόματα συστήματα λίπανσης και αυτόματα συστήματα πληθωρισμού ελαστικών. Οργάνωση και καταγραφή, όπως με ταχογράφους που είναι διαθέσιμοι στα όργανα ελέγχου, είναι ζωτικής σημασίας στοιχεία κίνησης. Συστήματα για την προστασία του φορτηγού συμπεριλαμβάνουν συναγερμό πολλών χρήσεων, διάφορα κλειδώματα, βοηθήματα τιμονιού, κλείσιμο επιπέδου εδάφους και για καταστολή φωτιάς. Ειδικοί καθρέφτες είναι διαθέσιμοι για την βελτίωση της ορατότητας. Μαζί, φωνητικά και ψηφιακά συστήματα είναι διαθέσιμα για τα όργανα ελέγχου του φορτηγού. Η παραγωγικότητα του φορτηγού μπορεί να αυξηθεί, από γρήγορα συστήματα καυσίμου, κλίμα στην καμπίνα ελέγχου και δείκτες φορτίου.

2.1.3 Εκτίμηση διαδρομής μεταφοράς

Η διαδρομή μεταφοράς των επιφανειακών ορυχείων πρέπει να είναι τοποθετημένη έτσι, ώστε να ελαχιστοποιεί το κόστος μεταφοράς, ενώ ταυτόχρονα είναι συνεπείς με τους άλλους στόχους του σχεδιασμού ορυχείου. Αυτές οι διαδρομές πρέπει να κατασκευάζονται εξασφαλίζοντας την απόδοση και την ασφάλεια των διαδρομών των φορτηγών.

1) Μήκος

Το μήκος διαδρομής μεταφοράς είναι σημαντικό να εκτιμάται στην επιλογή του φορτηγού, τη ζωή των ελαστικών, την παραγωγή των φορτηγών και του κόστους μεταφοράς. Γενικά, το μήκος διαδρομής για να είναι συνεπές, πρέπει να ελαχιστοποιείται και να είναι με λογικές κλίσης δρόμου.

2) Κλίση δρόμου

Η κλίση δρόμου μεταφοράς συνήθως ορίζεται ως ποσοστό κλίσης [(κάθετη άνοδος/οριζόντια απόσταση)*100]. Η ανηφορική κλίση ή κάθετη άνοδος είναι δυσμενής κλίση και εκφράζεται με θετικό (+) ποσοστό. Οι κατηφορικές κλίσεις ή κάθετη κάθοδος είναι επιθυμητές κλίσεις και εκφράζονται με αρνητικά (-) ποσοστά. Επιλεγόμενες κλίσεις για συμβατικά φορτηγά οπίσθιας απόθεσης είναι συνήθως 7 με 10%, αλλά πρέπει να αξιολογούνται για συγκεκριμένα φορτηγά. Για μικρές αποστάσεις, η κλίση μπορεί να είναι μεγαλύτερη, όπως 15%. Οι μονάδες τρακτόρων-τρέιλερ λειτουργούν σε χαμηλότερες κλίσεις από τα συμβατικά οπίσθιας απόθεσης φορτηγά. Οι κανονισμοί επιφανειακών ορυχείων για λιγνίτη, έχουν ανώτερα όρια κλίσης, με ένα μέγιστο 10%.

Οι μέγιστες, μη-ευνοϊκές κλίσεις, είναι περιορισμένες από τις ράγες κίνησης του φορτηγού, την έλξη και την δυνατότητα να κρατάει την οπίσθια κίνηση του φορτηγού. Οι μέγιστες ευνοϊκές κλίσεις, είναι περιορισμένες κυρίως από την ικανότητα επιβράδυνσης και την απόσταση ακινητοποίησης έκτακτης ανάγκης. Παρ' όλα αυτά, η δυνατότητα να κρατάει φορτηγά που πάνε να δραπετεύσουν επίσης πρέπει να αξιολογείται. Τα μικρά φορτηγά μπορούν να κινηθούν αξιοπρεπέστερα σε απότομες κλίσεις και σε μεγαλύτερες ταχύτητες, από ό,τι τα μεγαλύτερα φορτηγά. Για παράδειγμα, σε μια 10% κλίση, ένα φορτωμένο 50 τόνων φορτηγό μπορεί να διανύσει με μέγιστη ταχύτητα 34 km/h, όταν για ένα 100 τόνων φορτηγό η μέγιστη ταχύτητα είναι περιορισμένη στα 24 km/h.

3) Η απόσταση ορατότητας

Οι δρόμοι μεταφορών πρέπει να είναι σχεδιασμένοι, με επαρκή απόσταση ορατότητας, ώστε ο χειριστής να μπορεί να σταματήσει την κίνηση του φορτηγού, σε λειτουργική ταχύτητα πριν την επίτευξη του κινδύνου. Η απόσταση ορατότητας είναι περιορισμένη σε κάθετες στροφές λόφων, που οφείλονται στην επιφάνεια του δρόμου και στις οριζόντιες στροφές που οφείλονται στις βαθμίδες ασφαλείας, σε απότομα κοψίματα βράχων, δέντρα, δομές κ.τ.λ.

4) Κατασκευή

Ο δρόμος μεταφοράς πρέπει να έχει σταθερή βάση, για την επαρκή υποστήριξη μεγάλων βαρών από τα φορτηγά εκτός-εθνικής οδού. Σε πολλές περιπτώσεις, τα φυσικά στρώματα παρέχουν μια ικανοποιητική βάση. Η βάση του δρόμου πρέπει να είναι επιστρωμένη με επιφανειακά υλικά, όπως συντετριμμένη πέτρα ή αμμοχάλικα,

χονδροειδή εντειχιζόμενα τμήματα ή σταθεροποιημένη γη. Τα επιφανειακά υλικά πρέπει να έχουν υψηλή τριβή ή συντελεστή έλξης κάτω από συνθήκες λειτουργίας.

Το πλάτος των δρόμων μεταφοράς, για ένα και δύο ρευμάτων κίνησης πρέπει να είναι 2,0 και 3,5 φορές το πλάτος του φορτηγού αντίστοιχα. Ο δρόμος πρέπει να χύνεται στις πλευρές 2,08 cm/m, για κατάλληλη αποστράγγιση. Οι αποστραγγιστικοί τάφροι, πρέπει να πλαισιώνουν κατά μήκος των πλαινών του δρόμου, για να ελέγχουν τα νερά, από τον δρόμο και την γύρω περιοχή, για να αποφευχθεί ζημιά στο δρόμο.

Στις στροφές, το υψόμετρο της επιφάνειας του δρόμου πρέπει να αυξάνεται από την εσωτερική προς την εξωτερική πλευρά της στροφής (υπερανύψωση). Αυτή η υπερανύψωση, είναι απαραίτητη ως αντίσταση στη φυγόκεντρο δύναμη, μειώνοντας την πίεση στα ελαστικά, το τιμόνι και σε άλλα εξαρτήματα του οχήματος. Η απαιτούμενη υπερανύψωση, βασίζεται στους παράγοντες της τριβής, της ταχύτητας οχήματος και της ακτίνας της στροφής. Σε απότομες στροφές, είναι συχνά απαραίτητο να φαρδύνει το πλάτος του δρόμου λόγω του μικρού κύκλου τιμονιού και την εκκαθάριση.

Σήματα κυκλοφορίας, πρέπει να χρησιμοποιούνται για ένδειξη ορίων ταχύτητας, στάσεις, καμπυλών και ενδιάμεσων τμημάτων προειδοποιήσεις , σχεδιασμένων περιορισμών πρόσβασης και ένδειξης ασφαλούς πρόσβασης. Οι βαθμίδες ασφαλείας, πρέπει να πλαισιώνονται παράλληλα με την εξωτερική τράπεζα των υψωμένων δρόμων, με χαρακτηριστικό γνώρισμα ασφαλείας. Δρόμοι εξόδων διαφυγής για τα φορτηγά και/ή σύγκρουση βαθμίδων ασφαλείας, είναι απαραίτητα για να κρατάει τα οχήματα που πάνε να φύγουν από τον δρόμο.

5) Αντίσταση

Η κλίση και η αντίσταση κύλισης, παρέχουν αντίσταση στην κίνηση των φορτηγών. Η αντίσταση κλίσης, είναι η επιβράδυνση ή η ενισχυτική δύναμη της βαρύτητας, η οποία είναι αρνητική όταν κινείται ανηφορικά και θετική όταν κινείται κατηφορικά. Η αντίσταση κλίσης στην κίνηση, που οφείλεται στην κλίση του δρόμου μεταφοράς, εκφράζεται σε ποσοστό κλίσης ή παράγοντα αντίστασης κλίσης GRF, υπολογίζεται από:

$$GRF=10 \text{ kg 1t} * \% \text{ κλίσης}$$

ή

$$GRF=20 \text{ lb / ton} * \% \text{ κλίσης}$$

Όπου 1% του βάρους οχήματος ισοδύναμο με 10 kg/t (20 lb ανά τόνο). Η αντίσταση κλίσης GR, υπολογίζεται από:

$$Gr=10 \text{ kg/t} * \text{βάρους οχήματος σε τόνους} * \% \text{ κλίση}$$

ή

$$Gr=20 \text{ lb/ton} * \text{βάρους οχήματος σε tons} * \% \text{ κλίση}$$

ή

$$Gr=GRF * \text{βάρους οχήματος σε τόνους}$$

Για παράδειγμα ένα φορτηγό που ζυγίζει 136078kg, που κινείται προς τα κάτω σε 8 % κλίση, έχει παράγοντα αντίστασης κλίσης των 80 kg/t και μια αντίσταση κλίσης των -10,886 kg .

Αυτή η ισοδυναμία χρησιμοποιεί ποσοστό κλίσης ή εφαπτόμενη της γωνίας κλίσης η οποία είναι ικανοποιητική για χαμηλές κλίσεις, όπου η εφαπτόμενη και το ημίτονο της γωνίας κλίσης είναι υποθετικά ίσα. Για απότομες κλίσεις, αυτές οι ισότητες, πρέπει να χρησιμοποιούν το ημίτονο της γωνίας κλίσης.

Η αντίσταση κύλισης, είναι αντίσταση κίνησης που οφείλεται στην κάμψη των ελαστικών κάτω από φόρτωση, στον παράγοντα των εδράνων των τροχών, της διείσδυσης του ελαστικού στο έδαφος και του ανέμου ή κίνησης του αέρα. Η αντίσταση κύλισης είναι συνήθως σε kilogram ανά τόνο του βάρους οχήματος άλλα και επίσης μπορεί να εκφραστεί σε ένα ποσοστό του βάρους οχήματος όπου 10 kg/t ισούται 1%. Ο παράγοντας κύλισης, RRF σε kilogram ανά τόνο υπολογίζεται από:

$$RRF=Rf+RsP+(KAV^2/W)$$

Όπου Rf είναι η αντίσταση που οφείλεται στην κάμψη του ελαστικού και τον παράγοντα του εδράνων των τροχών, συνήθως 15 kg/t για ακτινωτά ελαστικά, m 10 kgle για ελαστικά με τάση πολώσεως πτυχής.

Rs είναι η αντίσταση, ανά ίντσα της διείσδυσης του ελαστικού 5, 9 kg/t

P είναι η διείσδυση του ελαστικού cm (in)

K είναι ο συντελεστής της αντίστασης του αέρα, για 0, 0066 SI (0.0035 English) στα εκτός αυτοκινητόδρομου φορτηγά

A είναι η περιοχή που καλύπτει το μπροστινό μέρος του φορτηγού

V είναι η ταχύτητα του αέρα Km/h και

W είναι το βάρος του φορτηγού σε τόνους

Η αντίσταση που οφείλεται στην κάμψη του ελαστικού και τον παράγοντα των εδράνων των τροχών επηρεάζεται από τον τύπο των ελαστικών την πληθωριστική πίεση του ελαστικού και τον σχεδιασμό των εδράνων των τροχών. Η διείδυση του ελαστικού επηρεάζεται κυρίως από την επιφάνεια του δρόμου μεταφοράς και την κατασκευή, άλλα επίσης από τον τύπο του ελαστικού, το σχέδιο του βήματος καθώς και τον πληθωρισμό πίεσης του ελαστικού. Η αντίσταση του αέρα συνήθως δεν εξετάζεται στον καθορισμό της αντίστασης κύλισης.

Η συνολική αντίσταση TR είναι το ποσό της αντίστασης κλίσης και κύλισης. Η συνολική αντίσταση είναι η συνολική δύναμη της αντίστασης στην κίνηση του οχήματος και συνήθως είναι εκφρασμένη ως αποτελεσματική κλίση ή το ποσοστό του βάρους οχήματος.

6) Έλξη

Η έλξη είναι η χρησιμοποιούμενη δύναμη οδήγησης, εξελισσόμενη από τα ελαστικά του φορτηγού και την επιφάνεια του δρόμου. Αυτή η χρησιμοποιούμενη οδηγική δύναμη, είναι περιορισμένη από κάθε οδηγό τρένων ή την επιφάνειας του δρόμου. Η μέγιστη δύναμη F_m , η οποία μπορεί να προσφερθεί από τα ελαστικά στην επιφάνεια του δρόμου, είναι ένας παράγοντας του συντελεστή της πρόσφυσης μεταξύ του ελαστικού και της επιφάνειας του δρόμου (μ) και της νορμάλ δύναμης στην επιφάνεια του δρόμου (N). Κατά συνέπεια η μέγιστη δύναμη είναι:

$$F_m = \mu M = \mu w \cos \theta$$

Όπου w είναι το βάρος στο ελαστικό και θ είναι η γωνία κλίσης.

7) Όρια ταχύτητας

Τα όρια ταχύτητας των φορτηγών είναι απαραίτητα, για ευνοϊκές κατηφορικές κλίσεις, για τις στροφές, για τις περιοχές φόρτωσης και απόθεσης και για τις περιοχές πυκνής κυκλοφορίας. Σε ευνοϊκές κλίσεις, η ταχύτητα του φορτηγού εξαρτάται κυρίως από την ικανότητα επιβράδυνσης και την απόσταση άμεσης ακινητοποίησης. Σε στροφές, η ταχύτητα του φορτηγού πρέπει να είναι αποτελεσματική μαζί με την υπερανύψωση του δρόμου. Κατά τις περιοχές φόρτωσης και απόθεσης, η ταχύτητα

του φορτηγού συνήθως περιορίζεται στα 13 με 16 km/h και εξαρτάται από τις συνθήκες εδάφους και κορεσμού.

8) Συντήρηση

Η καλή συντήρηση του δρόμου μεταφοράς είναι ουσιαστική για την αποφυγή ακριβών προβλημάτων λειτουργίας του φορτηγού και προβλήματα συντήρησης. Ένας ισοπεδωτήρας πρέπει να χρησιμοποιείται συνεχώς για να γεμίζει και να ομαλοποιεί λακούβες, αυλακιές, καταθλίψεις και πρόσκρουσης. Συντήρηση διαγωνίων κλίσεων και την αφαίρεση εκχύσεων πάγου και χιόνια. Η σκόνη στους δρόμους μεταφοράς πρέπει να ελέγχεται με βρέξιμο και/ή χημικά. Παρ'αύτα, πάρα πολύ νερό πρέπει να αποφεύγεται.

2.1.4 Απόδοση

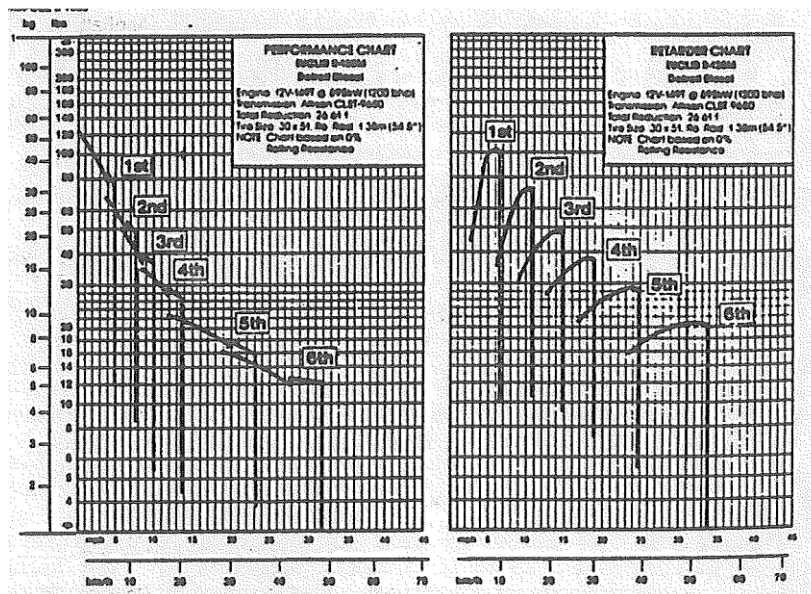
Ο καθορισμός της χαρακτηριστικής απόδοσης των φορτηγών είναι η δυνατότητα για την αποτελεσματική μεταφορά των υλικών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μεταφοράς. Η απόδοση είναι καθορισμένη από την αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτηγού και των περιβαλλοντικών συνθηκών μεταφοράς, μαζί με ειδικά σχεδιασμένα φορτηγά στο να μεταφέρουν πολύ αποτελεσματικά κάτω από ειδικές συνθήκες μεταφοράς. Ιδιαίτερης σπουδαιότητας παράγοντας, είναι το βάρος φορτηγού και η διανομή των κιλών του, η κίνηση τρένου, συστήματα επιβράδυνσης και φρένων καθώς και τα ελαστικά. Για την μέγιστη χρησιμοποίηση και διαθεσιμότητα, είναι επίσης σημαντικά από τον σχεδιασμό και την κατασκευή του φορτηγού για αξιοπιστία, συντηρητικότητα και αποδεκτικότητα οδηγού. Συγκεκριμένες συνθήκες μεταφοράς, επηρεάζουν την απόδοση όπως η απόσταση του δρόμου μεταφοράς, κλίσης, κατασκευή και συντήρηση, ύψος και θερμοκρασία και λειτουργικές διαδικασίες και πρακτικές.

1) Χρήση υποδύναμης

Η καμπύλη απόδοσης ή rimpull vs καμπύλης ταχύτητα χαρακτηρίζει την απόδοση κίνησης τρένου, όταν το φορτηγό λειτουργεί ενάντια σε θετική αντίσταση κίνησης. Οι εικόνες 2 και 3 παρουσιάζουν τυπική καμπύλη απόδοσης για μηχανικά και

ηλεκτρικά κινούμενα φορτηγά, αξιοπρεπή. Ο κάθετος άξονας είναι το rimpull ή δύναμη κίνησης τρένου μπορεί να παράγει κατά την οδήγηση την επαφή ελαστικών-εδάφους. Ο οριζόντιος άξονας είναι η ταχύτητα του φορτηγού. Το γράφημα απόδοσης δείχνει το μέγιστο rimpull οδήγησης τρένου μπορεί να παρέχει όταν το φορτηγό κινείται στην διευκρινιζόμενη ταχύτητα. Επειδή το φορτηγό πρέπει να υπερνικά την αντίσταση στην κίνηση, το γράφημα απόδοσης δείχνει πότε η δύναμη αντίστασης είναι ίση με την rimpull δύναμη του φορτηγού.

Το γράφημα απόδοσης για τα μηχανικής κίνησης φορτηγά (σχήμα 2.2) έχει σειρές από ασύνδετα αναπαριστάμενες αλλαγές ταχύτητας. Οι χαμηλότερες μερίδες που εμφανίζονται στις στροφές είναι όταν η δύναμη είναι μεταδιδόμενη από το μετατροπέα. Οι ανώτερες μερίδες εμφανίζονται όταν η μετάδοση είναι κλειδωμένη και η ολίσθηση είναι eliminated. Το γράφημα απόδοσης για τα ηλεκτρικά κινούμενα έχει τρεις ασυνέχειες που οφείλονται στην τάση και τους τρέχοντες περιορισμούς και στις μετακινήσεις ηλεκτρικών πεδίων. Σε χαμηλές ταχύτητες, το rimpull περιορίζεται από το τρέχων μέγιστο. Σε υψηλές ταχύτητες, η ταχύτητα είναι περιορισμένη από την μέγιστη τάση.



Σχήμα 2.2 Γράφημα απόδοσης για τα μηχανικής κίνησης φορτηγά

Το πλαίσιο της Killowatt, Kwr (hpa) ή δύναμη οδήγησης τρένου μεταδίδεται στην οδήγηση επαφή ελαστικών εδαφών και υπολογίζεται από:

$$KW_r = \text{rimpull (kg)} * \text{ταχύτητα (km/h)/367.1}$$

ή

$$\text{HPr}=\text{rimpull}(1b) * \text{ταχύτητα (mpb)} / 375$$

Η αποδοτικότητα της κίνησης τρένου είναι το κόμματα από τα H. kilowatt (ιπποδύναμη) κινητήρα που είναι διαθέσιμο ως πλαίσιο kilowatt (ιπποδύναμη). Η αποδοτικότητα της κίνησης τροχού συνήθως είναι βασισμένη στα κιλοβάτ (ιπποδύναμη) του στροφάλου.

Αυτό που είναι σημαντικό για την λειτουργία κίνησης, είναι ένα υψηλό επίπεδο αποδοτικότητας, συνήθως γύρω στο 80 με 90%. Η χαμηλή ενέργεια κίνησης, εμφανίζεται ως θερμοκρασία, η οποία πρέπει να διαλύεται στο περιβάλλον. Οι μηχανικές κινήσεις, είναι σχεδιασμένες μαζί με εξαγωγές θερμοκρασίας, συνδεδεμένες στο σύστημα ψύξης, για να ψύχουν τον μετατροπέα ροπής, την κύρια πηγή θερμοκρασίας. Η ικανότητα ψύξης, συνήθως είναι επαρκής στο να διαλύσει 30% από την σφονδυλωτή kilowatt (ιπποδύναμη), πάνω σε μία συνεχόμενη βάση, κάτω από συνηθισμένες περιβαλλοντολογικές θερμοκρασίες και υγρασία. Επίσης, η συνεχόμενη λειτουργία της κίνησης σε αποδοτικότητα κάτω από 70% , μπορούν να προκαλέσουν υπερθέρμανση και ενδεχόμενες αστοχίες υλικών. Οι μηχανές ηλεκτρικής κίνησης, είναι παρεχόμενες αναγκαστικά με βεντιλατέρ για ψύξη. Η παραγωγή θερμοκρασίας, που υπερβαίνει την ικανότητα ψύξης, μπορεί να προκαλέσει επιδείνωση των μονωτικών και το ενδεχόμενο ζημιάς στον κινητήρα. Αν το φορτηγό πρέπει να λειτουργεί σε χαμηλή σειρά αποδοτικότητας ή κάτω από ακραίες περιβαλλοντολογικές συνθήκες, ο κατασκευαστής πρέπει να ερωτάται, για να διευκρινιστεί το ταίριασμα του φορτηγού και την πιθανή πρόσθετη ικανότητα ψύξης.

Η αποδοτικότητα των στροφών του κατασκευαστή, πρέπει να μπορούν να ρυθμίζονται για υψόμετρο, θερμοκρασία και μέγεθος ελαστικού, αν είναι διαφορετικά από τα διευκρινισμένα. Όταν αυξάνεται το ύψος ή ανεβαίνει η θερμοκρασία, μειώνεται η πυκνότητα του αέρα, ενάντια στην ενεργειακή απόδοση του κινητήρα.

Οι κατασκευαστές κινητήρων παρέχουν πληροφορίες, πάνω στην απώλεια απόδοσης, για κάθε διευκρινισμένο κινητήρα. Φυσικά, οι κινητήρες μπορεί να έχουν απώλειες σε μεγαλύτερα ύψη από 304,8 m πάνω από το ύψος της θάλασσας, όταν τουρμποσυμπιεζόμενοι με μετάψυξη κινητήρες, ίσως να μην έχουν απώλειες κάτω από ύψη 1524 μέτρων ή και περισσότερο πάνω από την θάλασσα. Ρυθμίζοντας την κίνηση, η απόδοση μπορεί να έχει απώλειες στο rimpull πάνω από τις αποδοτικές εργοστασιακές στροφές.

Η απόδοση εργοστασιακών στροφών, είναι για ένα διευκρινιζόμενο μέγεθος ελαστικών. Από όταν το rimpull είναι για τους τροχούς ή η διαιρούμενη ροπή πλήμνης, είναι από αποτελεσματικά φορτωμένα ακτινωτά ελαστικά και η ταχύτητα στον τροχό, (rpm) διαιρούμενα ελαστικά ανά χιλιόμετρο και τα δύο rimpull και η ταχύτητα πρέπει να είναι ρυθμισμένα για το μέγεθος των ελαστικών. Και οι δύο ρυθμίσεις, χρησιμοποιούν ελαστικά ανά χιλιόμετρο, τα οποία είναι ανάλογα στην επίδραση των φορτωμένων ελαστικών. Rimpull, F_i , ταχύτητα, V_i και κατάσταση ελαστικών ανά χιλιόμετρο, R_i είναι ρυθμισμένα όπως παρακάτω:

$$F_2 = F_1 * (R_1/R_2)$$

και

$$V_2 = V_1 * (R_1/R_2)$$

Όπου i είναι 1 για εργοστασιακή απόδοση στροφών και i είναι 2 για ρυθμισμένες τιμές με προαιρετικά ελαστικά. Η ίδια προσέγγιση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για την αποδοτικότητα στροφών και για διαφορετική σειρά αναλογιών ταχυτήτων.

Το Rimpull που διευκρινίζεται από την αποδοτικότητα στροφών του κατασκευαστή, μπορεί να έχει απώλειες καταπονώντας τον κινητήρα για εκτεταμένες ώρες λειτουργίας ή φτωχών μηχανικών συνθηκών. Παρ' όλα αυτά, η λειτουργική εμπειρία δείχνει, ότι η απόδοση ενός καλά συντηρημένου και κατάλληλα ρυθμισμένου κινητήρα δεν επιδεινώνει ουσιαστικά την νορμάλ ζωή του κινητήρα.

Για το rimpull είναι χρήσιμη η κινητική δύναμη, η οποία πρέπει να μεταδίδεται από τα ελαστικά στην επιφάνεια του δρόμου λόγω της κίνησης του φορτηγού. Η μεταφορά του rimpull στην επιφάνεια του δρόμου, μπορεί να είναι περιορισμένη λόγω του φτωχού επιφανειακού δρόμου ή του βάρους των κινούμενων ελαστικών (δες την προηγούμενη ενότητα, αυτή της έλξης). Επίσης, η χρήσιμη δύναμη κίνησης (χρήσιμο rimpull ή έλξη) μπορεί να είναι περιορισμένη, είτε από το rimpull ή τη μέγιστη δύναμη που μπορεί να προσφερθεί από το ελαστικό, στην επιφάνεια του δρόμου, σε οποιοδήποτε είναι λιγότερο.

2) Καθυστέρηση

Όταν το φορτηγό είναι σε λειτουργία, μαζί με την αρνητική αντίσταση στην κίνηση, η ικανότητα επιβράδυνσης της κίνησης του φορτηγού και των σχετικών συστημάτων είναι χαρακτηρισμένη από την επιβράδυνση των στροφών. Οι καμπύλες επιβράδυνσης και οι καμπύλες απόδοσης είναι παρόμοιες, εκτός του όταν το rimpull είναι κατά το διάγραμμα επιβράδυνσης, αρνητικό, με μία αντίσταση κίνησης.

Το διάγραμμα επιβράδυνσης, δείχνει την δύναμη επιβράδυνσης, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος πέδησης, είναι διαθέσιμη όταν το φορτηγό ταξιδεύει με συγκεκριμένη ταχύτητα. Η καμπύλη επιβράδυνσης, για τα μηχανικής κίνησης φορτηγά, πρέπει να είναι μια σειρά από ασυνέχειες, συνδεδεμένες στις ποικίλες ταχύτητες της μετάδοσης. Για τα ηλεκτρικά κινούμενα φορτηγά, το βήμα επεκτείνει την σειρά επιβράδυνσης, παρέχοντας ασυνέχειες, σε κατώτερης σειράς ταχύτητας.

Αποδεκτή πρακτική, είναι να λειτουργεί το φορτηγό σε ταχύτητες χαμηλότερες από τις συνιστώμενες, από τον κατασκευαστή, καμπύλες επιβράδυνσης, επειδή οι καμπύλες είναι το μέγιστο της ικανότητας επιβράδυνσης. Για μηχανικά κινούμενα φορτηγά, συνήθως είναι σε λειτουργία τουλάχιστον μια ταχύτητα χαμηλότερη από την συνιστώμενη από τις καμπύλες επιβράδυνσης.

Οι εργοστασιακές καμπύλες επιβράδυνσης, είναι για συγκεκριμένο μέγεθος ελαστικών. Αν το μέγεθος ελαστικού διαφέρει από το συγκεκριμένο αυτό, και οι δύο, και η δύναμη επιβράδυνσης και η ταχύτητα καμπύλων επιβράδυνσης, πρέπει να ρυθμιστούν με το ίδιο τρόπο, όπως το rimpull και η ταχύτητα ρυθμίζονται για την καμπύλη απόδοσης.

Τα συστήματα επιβράδυνσης δεν είναι ικανά να σταματήσουν τα φορτηγά, κατά συνέπεια, τα συστήματα πέδησης είναι αναγκαία, για να φέρουν το φορτηγό σε πλήρη στάση.

3) Gradeability

Gradeability, είναι η δυνατότητα του φορτηγού να διαπραγματευτεί έναν δρόμο μεταφοράς, παίρνοντας στην εκτίμηση την ολική αντίσταση στην κίνηση, συμπεριλαμβανομένου της κλίσης και της αντίστασης κύλισης (δες την ενότητα 'Αντίσταση'). Ο χρόνος ταξιδιού που απαιτείται, για ένα φορτηγό που ταξιδεύει από μια τοποθεσία σε μία άλλη, είναι βασισμένο στην καμπύλη απόδοσης του φορτηγού, την καμπύλη επιβράδυνσης το καθαρό βάρος οχήματος (NVW), στο πραγματικό ωφέλιμο φορτίο, την κλίση του δρόμου μεταφοράς, την αντίσταση κύλισης, τα όρια ταχύτητας και άλλους λειτουργικούς περιορισμούς στην λειτουργική απόδοση.

Τα προγράμματα υπολογιστών προσομείωσης είναι διαθέσιμα, για τον υπολογισμό θεωρητικού χρόνου ταξιδιού. Αυτά τα προγράμματα παρέχουν γρήγορο, ακριβή και ανέξοδο υπολογισμό του χρόνου ταξιδιού, ανάλυση εκτεταμένης άδειας και συγκριτικά των φορτηγών, σχέδια των δρόμων μεταφοράς και πρακτικές λειτουργίας. Αυτά τα προγράμματα υπολογιστών, χρησιμοποιούν μια ποικιλία μεθόδων και διαδικασιών, αλλά η εκτίμηση χρόνου ταξιδιού για τα περισσότερα προγράμματα είναι χωρίς αποδεκτούς περιορισμούς. Αυτά τα προγράμματα απαιτούν ότι το σχεδιάγραμμα του δρόμου μεταφοράς, είναι διαιρεμένο σε τμήματα με κάθε τμήμα να έχει συγκεκριμένο μήκος, κλίση, αντίσταση κύλισης και περιορισμούς ταχύτητας.

Η επιτάχυνση, η περιστρεφόμενη μάζα, η αλλαγή βάρδιας, οι χρόνοι καθυστέρησης, η αντίσταση στην κίνηση, η επιβράδυνση και η πέδηση μπορεί να αντιμετωπίζονται διαφορετικά στα προγράμματα. Προσοχή πρέπει να δοθεί, στην ασφάλεια ότι τα ποσοστά επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, είναι χωρίς σειρά αποδεκτά στους χειριστές του φορτηγού. Αποδεκτά ποσοστά μέγιστης επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, συνήθως είναι μεταξύ 4,8 και 9,7 km/h/s και 3,2 και 6,4 km/h/s, αντίστοιχα.

Ο θεωρητικός χρόνος ταξιδιού, μετά, πρέπει να ρυθμιστεί σε πραγματικό χρόνο ταξιδιού, βασισμένο στην απόδοση του χειριστή. Για κοντινές αποστάσεις μεταφοράς της τάξης των 350 με 610 m, ένα φορτηγό μπορεί να λειτουργεί στο 80 με 85% της θεωρητικής απόδοσης. Για μεγάλες μεταφορές των 2,4 km ή περισσότερο, το 95% της θεωρητικής απόδοσης μπορεί να επιτευχθεί.

4) Βοήθεια μεταφορέα

Η βοήθεια μεταφορέα, για τα ηλεκτρικής κίνησης φορτηγά, χρησιμοποιεί μια επικεφαλής πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, για να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στους ηλεκτροκινητήρες των τροχών. Αυτή η εκτεταμένη ηλεκτρική ενέργεια συμπληρώνει τη διαθέσιμη ενέργεια από τον ντιζελοκινητήρα και την d-c γεννήτρια ή μετατροπέα.

Ένας ηλεκτρικά βοηθούμενος μεταφορέας αποτελείται από μια επικεφαλής πηγή ενέργειας κατά μήκος του δρόμου μεταφοράς και την τοποθετημένη στο φορτηγό συλλογή ενέργειας και τον βοηθητικό εξοπλισμό ελέγχου. Η επικεφαλής πηγή ενέργειας, είναι πρώτιστα ένα σύστημα d-c ενεργειακής δύναμης, που τροφοδοτείται ένα αποκατεστημένο σύστημα διανομής d-c ενέργειας, το οποίο αποτελείται από σταθερά καλώδια ή από αποσταλμένες μπάρες τροφοδότησης ,πάνω

στον δρόμο μεταφοράς. Ο σταθμός μετασχηματιστή-διορθωτή κάτω βήματος και μετατροπής, διαθέτει εμπορικά διαθέσιμα a-c ενέργειας σε d-c ενέργειας. Το μέγεθος του σταθμού και η τοποθεσία, εξαρτάται από διευκρινισμένες απαιτήσεις ορυχείων όπως: η πυκνότητα κυκλοφορίας φορτηγών, το μήκος της μεταφοράς του μεταφορέα, το διευκρινισμένο σύστημα κίνησης του φορτηγού και η συχνότητα επανεντοπισμού του επικεφαλής εξοπλισμού.

Το σταθερό σύστημα επικεφαλής dc μετάδοσης, μπορεί να χρησιμοποιεί ή καλώδια ή μπάρες τροφοδότησης. Τα καλώδια έχουν το πλεονέκτημα του αρχικού χαμηλού κόστους, αλλά το μειονέκτημα του χαμηλού τρέχων και της καθίζησης των καλωδίων. Οι ηλεκτρικές τρέχουσες απαιτήσεις, μπορεί να απαιτούν μεγαλύτερα καλώδια και πολλαπλά σημεία τροφοδότησης. Η καθίζηση μπορεί να διορθωθεί με διάστημα πολλών συσκευών που εντείνουν και πλήρη catenary υποστήριξη. Οι μπάρες τροφοδότησης, μπορεί να έχουν χαμηλό συνολικό κόστος, λόγω μεγαλύτερης ευελιξίας στο να συναντά αλλαγμένες πυκνότητες κυκλοφορίας, λιγότερα σημεία τροφοδότησης και την εύκολη επισκευή των τμηματοποιημένων μπαρών τροφοδοσίας.

Η ηλεκτρική ενέργεια, συλλέγεται είτε από το επικεφαλής d-c μετάδοσης σύστημα, είτε από πόλο μεταφορέα ή παντογράφου συντήρησης πάνω στο φορτηγό. Ο πόλος μεταφορέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με τα επικεφαλής καλώδια. Ο πόλος μεταφορέα, μπορεί να προσαρμόσει εκτεταμένες αλλαγές και παραλλαγή της λογικής κατεύθυνσης, αλλά απαιτεί οδηγό εισόδου συνέλευσης, στην δέσμευση του πόλου μεταφορέα, στα επικεφαλής καλώδια ή τις μπάρες τροφοδοσίας. Ο παντογράφος, μπορεί να δεσμεύσει το επικεφαλής καλώδιο, σε οποιοδήποτε σημείο κατά μήκος του καλωδίου, αλλά έχει το μειονέκτημα του να έχει μεγαλύτερη δομή και δίνει μειωμένη ορατότητα στον χειριστή.

Οι μεταφορείς ηλεκτρονικού ελέγχου, οι ηλεκτρονόμοι λογικής και οι παραγωγοί ενέργειας είναι συντηρητές-φορτηγών. Υπάρχοντες αντιστάτες επιβράδυνσης, που είναι επίσης δυνατόν να χρησιμοποιούνται ως αντιστάτες βημάτων επιτάχυνσης μεταφορέα. Τα προστατευτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνουν, ανιχνευτή τρέχουσας διαρροής εδάφους, προστασία αντίστασης πλέγματος, προστασία υπερτρέχων κινητήρα τροχών, προστασία γραμμής τάσης, προστασία ενδασφάλισης και deadman ελέγχου. Η συλλογή ενέργειας και ο εξοπλισμός ελέγχου, μπορεί να είναι εγκατεστημένοι εκ νέου ή στο σέρβις των ηλεκτροκινητήρων των τροχών του φορτηγού.

Μία βοήθεια μεταφορέα που εξοπλίζει ηλεκτροκινητήρες τροχών φορτηγού, μπορεί να είναι σε λειτουργία από ή ντίζελ ή τρόπου λειτουργίας μεταφορέα. Στο τρόπο με ντίζελ, το φορτηγό είναι τροφοδοτημένο από το ντιζελοκινητήρα του οχήματος. Στον τρόπο μεταφορέα, το φορτηγό τροφοδοτείται κυρίως από εξωτερική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας και μαζί με τον ντιζελοκινητήρα παρέχουν ενέργεια για το πλέγμα αντιστάσεων και την ψύξη του αέρα στην μηχανή καθώς και όλα τα βοηθητικά συστήματα του κινητήρα για την οδήγηση. Ο χειριστής του φορτηγού, μπορεί να υπερπηδήσει τον αυτόματο έλεγχο μεταφορέα, για να σταματήσει σε κλίση, να ρυθμίσει την ταχύτητα ή να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας σε ντίζελ.

Σημαντικά πλεονεκτήματα της χρήσης βοήθεια μεταφορέα, είναι η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου, η αυξημένη παραγωγικότητα που βελτιώνει την ικανότητα όρυξης σε βάθος κοιλώματος και μειώνει την συντήρηση του ντιζελοκινητήρα. Σημαντικά μειονεκτήματα, είναι η αύξηση του εξοπλισμού του φορτηγού, η συντήρηση των ηλεκτρικών, την φθορά των ελαστικών και την συντήρηση των ηλεκτρικών μηχανών των τροχών.

Η βοήθεια μεταφορέα, είναι πιο εφαρμόσιμη σε ορυχεία με υψηλά κόστη, με περιορισμένη διαθεσιμότητα από καύσιμα με ντίζελ και χαμηλού κόστους άφθονη ηλεκτρική ενέργεια. Σε αυτά τα ορυχεία, το χαμηλό εμπορικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να αντικαταστήσει τα υψηλά κόστη των καυσίμων ντίζελ. Αυξημένη παραγωγικότητα εμφανίζεται, λόγω των βοηθητικών μεταφορέων των φορτηγών, συνήθως μπορώντας να πετύχει υψηλότερες ταχύτητες στις κλίσεις διαδρομής. Οι έξοδοι ενέργειας, από τα ντιζελοκίνητα φορτηγά γενικά είναι λιγότερη ενέργεια εξόδου από αυτή των ηλεκτρικών μηχανών των τροχών. Κατά συνέπεια, ο τροχός του μεταφορέα αφήνει ένα φορτηγό να λειτουργήσει, σε μέγιστη ενέργεια εξόδου από ένα μηχανήμα ηλεκτροκινητήρα, αντί για την χαμηλότερη ενέργεια του ντίζελ κινητήρα.

Η βελτιωμένη ικανότητα ενός ορυχείου σε μεγάλο βάθος εμφανίζεται, όταν οι ηλεκτροκινητήρες τροχών είναι πιο αποδοτικοί μαζί με την βοήθεια μεταφορέα, μειώνοντας την δημιουργία θερμοκρασίας σε υψηλές κλίσεις. Η συντήρηση του ντιζελοκινητήρα, είναι μειωμένη λόγω του μειωμένου κύκλου καθηκόντων του κινητήρα, αλλά η συντήρηση του ηλεκτροκινητήρα, αυξάνεται λόγω της αύξησης της εξόδου της μηχανής. Η φθορά του ελαστικού, θα αυξάνεται λόγω του αυξημένου rimpull και της υψηλότερης μέσης ταχύτητας. Παρ' όλα αυτά, τα συνολικά κόστη,

μαζί με τα αυξημένα κόστη συντήρησης ηλεκτροκινητήρα και ένδυσης ελαστικών, μπορεί να είναι εξισωθούν από μια αυξημένη παραγωγικότητα.

5) Αυτόματος έλεγχος φορτηγού (ATC)

Το σύστημα ATC είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα, που ελέγχει τον στόλο των φορτηγών μεταφοράς, με παρεχόμενο αυτόματο έλεγχο των όλων κανονικών ολοκληρωτικών λειτουργιών του οχήματος, από το χειριστή του κάθε φορτηγού. Οι ελεγχόμενες λειτουργίες περιλαμβάνουν, την οδήγηση του φορτηγού, την κατεύθυνση, την επιτάχυνση, ταχύτητα επιβράδυνσης, την πέδηση, την ακινητοποίηση, τον χωρισμό, την απόθεση κ.τ.λ. Το σύστημα επίσης, έχει όργανα ελέγχου πίεσης λαδιού, θερμοκρασία νερού, πίεση ελαστικών και άλλων σημαντικών λειτουργιών του φορτηγού.

Το σύστημα αποτελείται από έναν εξοπλισμό ελέγχου κρασπέδου καθώς και πάνω στο όχημα. Ο εξοπλισμός κρασπέδου, αποτελείται από έναν οδηγό καλωδίων που είναι θαμμένα στον δρόμο μεταφοράς, στην πορεία του φορτηγού, στις μονάδες ελέγχου φραγμών, στον κεντρικό έλεγχο και παρέχει προκαθορισμένα σήματα. Οι κεραίες λαμβάνουν εντολές από τον εξοπλισμό κρασπέδου και μετά στον έλεγχο εξοπλισμού των λειτουργιών του φορτηγού. Αισθητήρες των οργάνων ελέγχου κρίσιμων λειτουργιών του φορτηγού, μεταδίδουν τις πληροφορίες στον εξοπλισμό κρασπέδου. Κατά το γεγονός μιας δυσλειτουργίας, ο εξοπλισμός του οχήματος φέρνει το φορτηγό σε ένα ασφαλή σταμάτημα. Για τις φορτώσεις και τις αποθέσεις, το φορτηγό πρέπει να χειρίζεται χειροκίνητα ή από ασύρματο από μακριά έλεγχο.

Τα συστήματα ATC, έχουν το βασικό πλεονέκτημα της μείωσης της λειτουργικής εργασίας, αυξάνοντας την χρησιμότητα του φορτηγού και του πύου, μειώνοντας την συντήρηση του φορτηγού και χρόνου διακοπής, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου, δίνοντας βεβαίωση κατάλληλης φορτώσεως και αποθέσεως προορισμών και ασφαλέστερες λειτουργικές συνθήκες.

2.1.5 Κύκλος ζωής φορτηγού

Ο κύκλος ζωής του φορτηγού, είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε το φορτηγό να ολοκληρώσει ένα μονό κύκλο που περιλαμβάνει, σημείο και φόρτωση, μεταφορά φορτωμένο, στροφή και απόθεση, επιστροφή άδειο, αναμονή και καθυστέρηση. Η

παραγωγικότητα της λειτουργίας του φορτηγού, εξαρτάται από την μέση τιμή του πραγματικού ωφέλιμου φορτίου και του μέσου κύκλου ζωής. Το ταίριασμα του εξοπλισμού φόρτωσης (μπροστινού τέρματος φόρτωσης, πτύου κτλ) και τα φορτηγά είναι σημαντικό να εξασφαλίζει το κατάλληλο ωφέλιμο φορτίο και χρόνο φόρτωσης. Η μέθοδος του σημείου έχει επιρροή φόρτωσης φορτηγών σημείου και χρόνου φορτίου. Το σχεδιάγραμμα και το σχέδιο του δρόμου μεταφοράς, συμπεριλαμβάνει το ύψος, την κλίση, αντίσταση κύλισης, τις καμπύλες και όρια ταχύτητας που επηρεάζουν χρόνους ταξιδιού. Οι χρόνοι ταξιδιού, επίσης επηρεάζονται από την ικανότητα του οδηγού κατά την τοποθέτηση, την συντήρηση του δρόμου και την συντήρηση του φορτηγού. Η ταχύτητα ή ο χρόνος ταξιδιού για τα αργότερα φορτηγά του στόλου, ενσωματώνεται στο σχέδιο στόλου, ειδικά όταν υπάρχει τακτική μη προσπεράσματος. Το διάστημα και οι συνθήκες εδάφους, επίσης όπως η απαραίτητη υποστήριξη εξοπλισμού, επηρεάζει τις στροφές και τις φορές απόθεσης. Το κλίμα και οι συνθήκες του καιρού μπορεί να έχουν αποτέλεσμα, φτωχή απόδοση εξοπλισμού και καθυστερήσεις λειτουργίας. Η μεταφορά με φορτηγά, μαζί με πολλά λειτουργικά φορτηγά είναι υψηλής έντασης κεφαλαίου, απαιτούν καλό μηχανικό και επίβλεψη για να σιγουρευτεί η μέγιστη αποδοτικότητα με βάση τον διαθέσιμο εξοπλισμό.

Μεγάλης κλίμακας συστήματα μεταφοράς με φορτηγά, έχουν πολύπλοκες διαδικασίες, που απαιτούν συγχρονισμό του φορτωτικού και μεταφορικού εξοπλισμού. Για να αναλυθεί το πολύπλοκο αυτό σύστημα, είναι απαραίτητη η διακοπή και η εξέταση διαφορετικών στοιχείων, στον κύκλο ζωής του φορτηγού. Αυτή η ανάλυση, βασίζεται πάνω στο χρόνο μελέτης και σε παλιότερη λειτουργική εμπειρία. Χρησιμοποιούνται πληροφορίες σχεδιασμού ορυχείου ώστε να καθιερωθεί ακολουθία και σχεδιασμός δρόμου μεταφοράς, οι κύκλοι ζωής του φορτηγού ώστε και τα αποτελεσματικά συστήματα παραγωγής να μπορούν να αναλυθούν.

Τα πολύπλοκα συστήματα μεταφοράς, συνήθως αναλύονται από προσομοιώσεις υπολογιστών. Η προσομείωση μπορεί να είναι είτε απλά αιτιοκρατική ή περίπλοκη πιθανολογική προσομείωση. Η αιτιοκρατική προσομείωση, χρησιμοποιεί σταθερές τιμές για συστήματα παραμέτρων, όπως το πραγματικό ωφέλιμο φορτίο και παραμέτρους, σχετικά με τον κύκλο ζωής του φορτηγού. Η πιθανολογική προσομείωση, χρησιμοποιεί τεχνικές πιθανοτήτων, όπως η μέθοδος Monte Carlo, για διάφορες τιμές από σύστημα παραμέτρων. Η στοχαστική προσομείωση, απαιτεί εκτεταμένες πληροφορίες πεδίου, πάνω στην μεταβλητότητα παραμέτρων. Τέτοιες πληροφορίες, μπορούν να είναι καλά συλλεγμένες, μαζί με τα

συστήματα ελέγχου πραγματικού χρόνου, όπως αυτά που αναπτύσσονται για να παρέχουν πληροφορίες, για αυτοματοποιημένη αποστολή φορητών. Πληροφορίες από προηγούμενη στοχαστική προσομοίωση, υπάρχει οπότε μια αιτιοκρατική προσομοίωση, μπορεί να περιέχει πιθανολογικό αντίκτυπο για ορισμένες περιπτώσεις μεταφοράς.

1) Σημείο και φορτίο

Ο χρόνος σημείου, είναι ο χρόνος που χρειάζεται το φορητό για να κάνει ελιγμό ώστε να πάρει θέση για φόρτωση. Ο χρόνος φόρτωσης, είναι ο χρόνος που απαιτείται για να κάνει η μηχανή φόρτωσης τον απαιτούμενο αριθμό περασμάτων, ώστε να φορτώσει το φορητό. Αυτές οι φορές, μπορεί να αλληλεπιδρούν επειδή η μηχανή φόρτωσης μπορεί να εκτελεί τμήματα από τον κύκλο δουλειάς του, όταν το φορητό είναι επισημασμένο.

Ο συνδυασμός σημείου και χρόνου φόρτωσης εξαρτώνται, από το διάστημα και τις συνθήκες εδάφους, τον εξοπλισμό φόρτωσης, τη μέθοδο φόρτωσης, το τεμαχισμό βράχων και τέλος, το ταίριασμα εξοπλισμού φόρτωσης και φορητού. Τα φορητά, μπορούν να φορτώνονται από μια ποικιλία εξοπλισμού, όπως τροχοφόρα ή ακολουθούμενα μπρός από προηγούμενο φορητό, υδραυλικά ή καλωδιακά μηχανικά πτύα, backhoes, εκσκαφείς με συρόμενο κάδο, εκσκαφείς με τροχοφόρους κάδους και φορητές με μεταφορική ταινία και χοάνες ή δοχεία με ελεγχόμενες πόρτες.

Οι τροχοφόροι ακολουθούμενοι φορητές, είναι συνήθως, αυτά που χρησιμοποιούνται από ανατιναγμένες προσόψεις βράχων και αποθέματα μεταλλεύματος. Ο φορητός, είναι υψηλής κινητικότητας ευέλικτος, άλλα απαιτεί καλές συνθήκες εδάφους, λόγω των υψηλών πιέσεων εδάφους-εδράνων κατά την επαφή του ελαστικού στο έδαφος. Η δύναμη εκσκαφής, κατά των ακολουθούμενο φορητό, γενικά είναι μικρότερη από αυτά των καλωδιακών ή υδραυλικών πτύων. Κατά συνέπεια ο φορητός μπορεί να απαιτεί μια μπουλντόζα να σπρώχνει τα υλικά στον φορητό, να σπάει τα εμπόδια που μπλοκάρουν από δύσκολη εκσκαφή υλικά. Ο φορητός και το φορητό, πρέπει να ταιριάζουν κατάλληλα και επιπλέον ο φορητός πρέπει να έχει επαρκή χωρητικότητα κάδου και προσιτότητα.

Τρεις βασικές μέθοδοι φόρτωσης, που χρησιμοποιούν ακολουθούμενους φορητές είναι:

- 1) Μονής φόρτωσης φορτηγού, όπου το φορτηγό είναι επισημασμένο από υποστήριξη, δίπλα στην πρόσοψη και φορτωμένο από την μια πλευρά του φορτηγού, από έναν μονό φορτωτή
- 2) Διαδοχική φόρτωση, όπου το φορτηγό είναι επισημασμένο από υποστήριξη και ακινητοποιείται δίπλα στο πρόσωπο, φορτώνεται και από τις δυο μεριές, από δύο φορτωτές του φορτηγού, ένα για την κάθε μεριά του φορτηγού
- 3) Κίνηση κατά την φόρτωση, όπου το φορτηγό κινείται μπροστά και σταματά δίπλα στον φορτωτή, είναι φορτωμένο από την μια πλευρά του φορτηγού, από ένα μόνο φορτωτή (κοινό για τις μονάδες τράκτορα-τρέιλερ)

Άλλοι πιο πολύπλοκοι μέθοδοι έχουν εξελιχθεί, όπως το τρικλισμένο διαδοχικό και αλυσιδωτής φόρτωσης. Η μέθοδος φόρτωσης, εξαρτάται από το πρηνές της βαθμίδας, το διαθέσιμο διάστημα, την απαιτούμενη παραγωγή, την βαθμονόμηση των περιορισμών μεταλλεύματος, καθώς και την εμπειρία του χειριστή.

Ο χρόνος σημείου για μεγάλα οπίσθια απόθεσης φορτηγά, συνήθως είναι μεταξύ 0,40 και 0,70 min. Ο χρόνος στάσης, για μονάδες τράκτορες-τρέιλερ μπορεί ανά σειρά να είναι, από 0,15 σε 1,00 min και εξαρτάται από την μέθοδο φόρτωσης και την ανάγκη για υποστήριξη.

Ο χρόνος φορτίου, είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε ο φορτωτής να φορτώσει το φορτηγό. Ο χρόνος φορτίου εξαρτάται από τον αριθμό των απαιτούμενων περασμάτων, που απαιτούνται για να φορτωθεί το φορτηγό και τον κύκλο ζωής των εργασιών. Ο αριθμός των περασμάτων N_p , μπορεί να υπολογιστεί από :

$$N_p = C_t / C_i * F_f * F_s * P$$

Όπου C_t είναι η χωρητικότητα του φορτηγού (τόνους)

C_i είναι ο βαθμός ικανότητας του φορτωτή

m^3 (cuyd)

F_f είναι ο παράγοντας του γεμίσματος του κάδου του φορτωτή, δεκαδικός

F_s είναι ο παράγοντας εξογκώσεως του υλικού, δεκαδικός και το

P είναι ο φαινομενικός ειδικός όγκος υλικών t / m^3 (st ανά cu yd).

Ο παράγοντας γεμίσματος του κάδου, είναι η αναλογία του όγκου των χαλαρών υλικών στον κάδο, με βαθμονομημένη χωρητικότητα του κάδου. Παράγοντας

εξόγκωσης του υλικού είναι η αναλογία των χαλαρών υλικών, σε φαινομενικά ειδικά βάρη τραπεζών.

Η χωρητικότητα του φορτηγού συνήθως βασίζεται στον σχεδιασμό του ωφέλιμου φορτίου του φορτηγού, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να περιορίζεται από την ογκομετρική ικανότητα του φορτηγού. Στον γενικό κανόνα, ο αριθμός των περασμάτων πρέπει να είναι ένας ακέραιος, έτσι ώστε το μέσο πραγματικό ωφέλιμο φορτίο του φορτηγού, να μην ξεπερνά το σχεδιαστικό ωφέλιμο φορτίο. Οι πιο οικονομικοί αριθμοί των περασμάτων, συνήθως είναι 4 με 6 για συμβατικά οπίσθια απόθεσης φορτηγά. Λιγότερο από 4 περάσματα, συνήθως απαιτούν ένα πολύ βαρύ φορτωτή, με ακριβό κόστος κεφαλαίου, όταν περισσότερα από 6 περάσματα αυξάνουν τις απαιτήσεις του φορτηγού, επειδή αυξάνουν τον χρόνο φόρτωσης.

Οι κύκλοι ζωής των ακολουθούμενης φόρτωσης φορτωτών, είναι ο χρόνος που απαιτείται, ώστε να κάνει ο φορτωτής έναν πλήρη κύκλο σκαψίματος από την τράπεζα, υποχωρώντας από την πρόσοψη, η πρόοδος από το φορτηγό, στον κάδο αποθέσεων, υποχωρεί από το φορτηγό, πρόοδος στο πρόσωπο και η θέση στην πρόσοψη. Ο πίνακας 2.2 παρουσιάζει ονομαστικά κύκλους ζωής δουλειάς για ποικίλες χωρητικότητες ακολουθούμενης φόρτωσης φορτωτές. Αυτοί οι ονομαστικοί χρόνοι είναι βασισμένοι πάνω στο ότι, ο φορτωτής χειρίζεται κατάλληλα και έχει επαρκή δυνάμεις σκαψίματος και κατάλληλους κάδους για τα σκαμμένα υλικά. Κατά συνέπεια, μπορεί να είναι απαραίτητο να ρυθμίζονται αυτοί οι ονομαστικοί χρόνοι, με βάση τον διακεκριμένο φορτωτή, την εμπειρία του χρήστη, τα χαρακτηριστικά των υλικών και των συνθηκών λειτουργίας. Αυτές οι ονομαστικές τιμές, μπορεί επίσης να αυξηθούν λόγω υπερβολικών ταξιδιών του φορτωτή και/ ή του χρόνου ελιγμών που οφείλονται σε φτωχή επισήμανση του φορτηγού. Μακρύς ή μεταβλητός κύκλος ζωής δουλειάς, δείχνει ανεπάρκεια της χωρητικότητας του φορτωτή ή φτωχών διαδικασιών λειτουργίας. Σε κάποιες περιπτώσεις, η ανεπάρκεια του φορτωτή σε δυνάμεις εκσκαφής μπορεί να υπερκεραστεί με ανατίναξη, για καλύτερο τεμαχισμό και/ή από μια μπουλντόζα που σπρώχνει στον φορτωτή.

Πίνακας 2.2

Κύκλος ζωής δουλειάς ακολουθούμενης φόρτωσης φορτωτών

Χωρητικότητα κάδου m³ (cu yd)

Ονομαστικά λεπτά

0-3,1 (0-4)	0,45
-------------	------

3,1-5,4 (4-7)	0,50
5,4-7,6 (7-10)	0,55
7,6-15,3 (10-20)	0,60

Εάν το σημείο , είναι λιγότερο από τον κύκλο ζωής δουλειάς του φορτωτή, συνδυάζεται σημείο και χρόνος φορτίου, t_{tl} σε λεπτά και μπορεί να υπολογιστεί από:

$$t_{tl} = (N_p - 1)t_{lc} + t_c = N_p t_c + t_s - t_{lc}$$

όπου t_s είναι ο χρόνος σημείου του φορτηγού σε λεπτά.

Κοινά υδραυλικά ή και καλωδιακά πτύα, χρησιμοποιούνται για ανασκαφές και φορτία δυσκολότερης εκσκαφής υλικών, μαζί με καλωδιακά πτύα που είναι τοποθετημένα, πάνω σε συνέλευση διαδρομής αντισπασθιακών αλυσίδων. Αυτές οι μηχανές είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν με χαμηλές πιέσεις στα έδρανα εδάφους. Φτωχή κινητικότητα του πτύου, συνήθως απαιτεί μια μπουλντόζα να καθαρίζει γύρω από το πτύο.

Οι τέσσερις κύριοι μέθοδοι φόρτωσης χρησιμοποιώντας πτύο είναι:

i) Μονάδες εφεδρικής φόρτωσης, όπου το φορτηγό είναι τοποθετημένο πάνω από την μεριά του χειριστή του πτύου και σταματάει δίπλα στην πρόσοψη, έτσι ώστε το πτύο να είναι μαζί με διαδρομές που ευθυγραμμίζονται προς την πρόσοψη και μιας μέγιστης ταλάντευσης των 90 μοιρών.

ii) Διπλής εφεδρικής φόρτωσης, όπου τα φορτηγά τοποθετούνται και φορτώνονται και από τις δυο μεριές του πτύου, από φορτηγά διαφορετικών υποστηρίξεων και ακινητοποιούνται δίπλα στην πρόσοψη, πάνω από την μεριά του χειριστή και μετά πάνω στην αντίθετη πλευρά του πτύου, μαζί με την διαδρομή του πτύου ευθυγραμμίζεται με την πρόσοψη και με μια μέγιστη ταλάντευση όχι υπερβαίνοντας τις 90 μοίρες.

iii) Κινούμενα από τον φορτωτή, όταν η διαδρομή του πτύου είναι προσανατολισμένη παράλληλα μαζί με την πρόσοψη και το φορτηγό κινείται μπροστά και ακινητοποιείται ακριβώς αντίθετα από το πτύο, με μία μέγιστη ταλάντευση, μη υπερβαίνοντας της 180 μοίρες.

iv) Τροποποιημένης κίνησης από τη φόρτωση, όπου η διαδρομή του πτύου είναι ευθυγραμμισμένη παράλληλα με την πρόσοψη και την κίνηση του φορτηγού μπροστά, κάτω από του μονοπατιού ταλάντευσης, μαζί με κάδους απόθεσης δίπλα στην πρόσοψη, με μια μέγιστη ταλάντωση του πτύου, σε γωνία 120 μοιρών.

Για όλες της μεθόδους φόρτωσης, τα φορτηγά πρέπει να επισημαίνονται έτσι ώστε τα μονοπάτια ταλάντωσης του κάδου του πτύου να είναι κατά τη διάρκεια του σημαντικού άξονα του σώματος του φορτηγού, παρουσιάζοντας το μέγιστο στόχο περιοχής και κέντρου του ωφέλιμου φορτίου. Η επιλογή της μεθόδου φόρτωσης, εξαρτάται από την φόρμα της βαθμίδας, το διαθέσιμο διάστημα, τις απαιτήσεις των παραγωγών στην βαθμονόμηση των περιορισμών του μεταλλεύματος και την εμπειρία του χειριστή.

Οι χρόνοι σημείου για τα φορτηγά στα πτύα, είναι αντίστοιχοι με τα χρονικά σημεία στις προηγούμενης φόρτωσης και εξαρτάται από την μέθοδο φόρτωσης. Όπως με τους φορτωτές ακολουθούμενης φόρτωσης, ο χρόνος φόρτωσης για τα πτύα εξαρτάται από τον αριθμό των περασμάτων και τον κύκλο ζωής εργασίας του πτύου. Για τα πτύα, ο αριθμός των περασμάτων μπορεί να υπολογιστεί με το ίδιο τρόπο όπως περιγράφηκε για τους ακολουθούμενης φόρτωσης φορτωτές, μαζί με τον οικονομικότερο αριθμό περασμάτων που συνήθως εκτείνεται από 3 σε 6, για συμβατικά οπίσθια απόθεσης φορτηγά. Παρ' όλα αυτά, ο αριθμός των περασμάτων μερικές φορές μπορεί για να υπολογιστεί, να χρησιμοποιείται, ο παράγοντας του κάδου, από το γέμισμα του κάδου και τους παράγοντες εξόγκωσης των υλικών. Ο παράγοντας κάδου, είναι η αναλογία του όγκου του υλικού μέσο στον κάδο και βασίζεται στην τράπεζα υλικών ή τον όγκο για την εκτίμηση της χωρητικότητας του κάδου.

Αυτοί οι παράγοντες είναι σχετικοί από:

$$Fd = Ff * Fs$$

όπου F_d είναι ο παράγοντας του κάδου του πτύου, δεκαδικός

F_f είναι ο παράγοντας γεμίματος του κάδου του πτύου, δεκαδικός και

F_s είναι ο παράγοντας εξόγκωσης των υλικών, δεκαδικός

Ο κύκλος ζωής της εργασίας του πτύου, είναι ο απαιτούμενος χρόνος ώστε το πτύο να κάνει ένα πλήρη γύρο από την εκσκαφή και τον καθορισμό της τράπεζας, ταλαντεύει στην θέση απόθεσης, στον κάδο απόθεσης, ταλάντευση πίσω από τον

χαμηλωμένο κάδο της τράπεζας και τη θέση στο εκσκαφή. Ο πίνακας 2.3 παρουσιάζει ονομαστικούς κύκλους ζωής δουλειάς καλωδιακών πτύων που βασίζονται σε δύσκολης εκσκαφής υλικά και 90 μοίρες ταλάντευση. Αυτοί οι ονομαστικοί χρόνοι, πρέπει να μειώνονται 0,08 min για συνθήκες εύκολης εκσκαφής και 0,04 min για μέτρια δυσκολίας συνθηκών εκσκαφής και να αυξάνονται 0,04 min για πολύ δύσκολες συνθήκες σκαψίματος. Αυτοί οι ονομαστικοί χρόνοι, μπορούν επίσης να ρυθμιστούν από αυξημένα ή μειωμένα κόστοι ζωής εργασίας του πτύου, 0,01 min για κάθε 5 μοίρες αύξηση ή μείωση στην μέση ταλάντευση.

Οι καλωδιακοί ονομαστικοί κύκλοι ζωής εργασίας του πτύου, στον πίνακα 2.3, βασίζονται σε σύγχρονα ηλεκτρικά πτύα εξόρυξης, μαζί με πλήρη συστήματα a-c κίνησης, χρησιμοποιώντας πολύπλοκους ηλεκτρονικούς ελέγχους. Ο κύκλος ζωής εργασίας μπορεί να ποικίλει και εξαρτάται από το διακεκριμένο σύστημα κίνησης και τις συνθήκες σκαψίματος. Ουσιαστικά, μεγαλύτεροι χρόνοι μπορεί να εμφανιστούν για παλαιότερα πτύα που έχουν συστήματα κίνησης Ward Leonard. Για υδραυλικά πτύα, οι ονομαστικοί χρόνοι κύκλου εργασίας, μπορεί να είναι μειωμένοι περίπου 0,05 min. Σε συνδυασμό με το σύστημα κίνησης και των συνθηκών εκσκαφής, ο κύκλος εργασίας του πτύου, μπορεί επίσης να επηρεαστεί από τον σχεδιασμό του, την εμπειρία του χειριστή, το ύψος της τράπεζας και άλλων συνθηκών λειτουργίας. Ο συνδυασμός σημείου και χρόνου φορτίου για τα πτύα, υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο, όπως πριν περιγράφηκε για τους ακολουθούμενης φόρτωσης φορτωτές.

2) Ταξίδι

Ο χρόνος ταξιδιού περιλαμβάνει το χρόνο μεταφοράς φορτωμένο στο σημείο απόθεσης και την επιστροφή άδειο στον εξοπλισμό φόρτωσης. Ο χρόνος ταξιδιού εξαρτάται από την του φορτηγού, τον δρόμο μεταφοράς, τους περιορισμούς λειτουργίας, την απόδοση του χειριστή και μπορεί να υπολογιστεί καλύτερα στο πρόγραμμα υπολογιστών προσομοίωσης (δες την ενότητα gradeability). Περιορισμοί λειτουργίας, όπως τα όρια ταχύτητας, απαιτούνται για κατηφόρες ή ευνοϊκές κλίσεις, καμπύλες, στενές γέφυρες ή τούνελ, σε περάσματα περιοχών με κυκλοφοριακό και κορεσμένης κυκλοφορίας περιοχές. Τα όρια ταχύτητας, μπορεί να είναι περαιτέρω περιορισμένα λόγω δυσμενούς καιρού, όπως χιόνι, πάγος, ομίχλη και βροχή. Τα όρια ταχύτητας μπορεί επίσης να απαιτούνται, ώστε να κρατήσουν τα ελαστικά φορτηγού κάτω από τόνους-χιλιόμετρα, ανά ώρα βαθμονόμησης τους. Η ταχύτητα του αργότερου φορτηγού στο στόλο, μπορεί να περιορίσει την ταχύτητα των υπόλοιπων

φορτηγών. Καλή συντήρηση του δρόμου μεταφοράς θα μειώσει σημαντικά τον χρόνο ταξιδιού.

3) Στροφή και απόθεση

Ο χρόνος στροφής και απόθεσης εξαρτάται από τον τύπο του φορτηγού και τις διαστάσεις του, τα χαρακτηριστικά του υλικού, τις ρυθμίσεις απόθεσης, τα διαθέσιμα διαστήματα, τις συνθήκες εδάφους και των πρακτικών λειτουργίας. Ένα οπίσθιας απόθεσης φορτηγό μπαίνει στην περιοχή απόθεσης, στρίβει, υποστηρίζει, σταματά, αναστρέφει το σώμα στην απόθεση του ωφέλιμου φορτίου και χαμηλώνει το σώμα. Ο χρόνος ανέλκυσης και χαμηλώματος του σώματος των σειρών οπίσθιας απόθεσης φορτηγών είναι από περίπου 0,30 με 0,70 min. Ο χρόνος γενικά αυξάνεται μαζί με το ωφέλιμο φορτίο. Μία μονάδα κατώτατου σημείου απόθεσης τράκτορα-τρέιλερ, κινείται μπροστά μέσα ή πάνω από την περιοχή απόθεσης κάποιες φορές αποθέτοντας χωρίς καν να σταματήσει.

Ονομαστικοί χρόνοι στροφής και απόθεσης είναι, 1,00 min για φορτηγά συμβατικής οπίσθιας απόθεσης και 0,50 για μονάδες τράκτορα-τρέιλερ. Χωρίς ροή, κολλώδης και ή παγωμένα υλικά μπορούν ουσιαστικά να αυξάνουν αυτούς τους χρόνους και μειώνουν το πραγματικό ωφέλιμο φορτίο. Αυτές οι ονομαστικές τιμές μπορούν να είναι μικρότερες όταν αποθέτει μέσα σε χοάνη και μεγαλύτερες όταν αποθέτει σε απόθεση αγόνων. Σε απόθεση αγόνων, βοηθητικός εξοπλισμός όπως η μπουλντόζα ή γκρέιντερ συνήθως απαιτούνται στην κατάλληλη κατασκευή απόθεσης. Όσο για το διάστημα, συνήθως είναι περιορισμένο σε απόθεση αγόνων και στα αποθέματα, όπου μπορεί να υπάρχουν φτωχές συνθήκες εδάφους. Πρακτικές λειτουργίας, διατηρούν την περιοχή απόθεσης και ελαχιστοποιούν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και ασφαλών κινδύνων, μπορεί να μειώσουν στροφές και χρόνους απόθεσης.

Πίνακας 2.3

Κύκλοι εργασίας πτύου σκληρής εκσκαφής συνθηκών

Ονομαστικά λεπτά

Χωρητικότητα κάδου πτύου m^3 (cuy2)
ταλάντευση

(βασισμένα σε 90 μοίρες

4,6 (6)	0,47
---------	------

6,9 (9)	0,48
9,8 (12)	0,49
11,5 (15)	0,50
15,3 (20)	0,52
19,1 (25)	0,53

4) Αναμονή

Ο χρόνος αναμονής του φορτηγού εμφανίζεται, όταν το φορτηγό πρέπει να αναμένει για να φορτωθεί ή να αποθέσει λόγω του ασυγχρονισμού, σε ένα σύστημα μεταφοράς. Ο χρόνος αναμονής εμφανίζεται λόγω των παρακάτω:

- Μεταφορά με φορτηγά υπάρχει όταν ο αριθμός των φορτηγών στο σύστημα υπερβαίνει και/ή ικανοτήτων απόθεσης.
- Αποτέλεσμα συσσώρευσης, όταν το διάστημα μεταξύ φορτηγών είναι μειωμένο και οφείλεται στην ανάμιξη γρήγορων και πιο αργά φορτηγών ή το ξεκίνημα του στόλου.
- Κακός συνδυασμός του εξοπλισμού που υπάρχει, όταν το σύστημα έχει μεταβλητό μέγεθος εξοπλισμού, μαζί με μεταβλητά χαρακτηριστικά απόδοσης (όταν μικρά και μεγάλα φορτηγά είναι στον ίδιο στόλο) καταλήγοντας σε μεταβλητούς κύκλους ζωής των φορτηγών
- Καιρικές συνθήκες, όπως η βροχή ή ο πάγος με κατάληξη σε μεταβλητούς κύκλους ζωής των φορτηγών
- Η απόδοση του χειριστή προκαλεί παραλλαγές στον κύκλο ζωής του φορτηγού και οφείλεται στην ανθρώπινη συμμετοχή.

Οι χρόνοι αναμονής μπορεί να μειωθούν με την εξέλιξη της κατανομής, της επίβλεψης και από συστήματα αποστολής.

Ο χρόνος αναμονής που οφείλεται στην μεταβλητότητα του κύκλου ζωής του φορτηγού μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τον συντελεστή των μεταβλητών του κύκλου ζωής. Ο συντελεστής της μεταβλητότητας, C_v υπολογίζεται από:

$$C_v = \sigma / \chi$$

Όπου σ είναι η συνηθισμένη απόκλιση και χ το mean. Ο συντελεστής της μεταβλητότητας συνήθως είναι από 0,10 σε 0,20 για κύκλους ζωής φορτηγών. Ένας

χαμηλός συντελεστής από παραλλαγές δείχνει ένα καλά συγχρονισμένο σύστημα μαζί με ένα ελάχιστο χρόνο αναμονής.

Μέθοδοι για την εκτίμηση του χρόνου αναμονής περιλαμβάνουν μελέτες πεδίου, συντελεστές παραγόντων και προσομοίωση. Αν πρακτικά, ο χρόνος αναμονής μπορεί να εκτιμηθεί από προσομοίωση βασίζεται σε μελέτες πεδίου παρά από απλής δουλειάς συντελεστών παραγόντων.

5) Καθυστερήσεις

Λειτουργικές καθυστερήσεις που μειώνουν την παραγωγή μπορούν να ταξινομηθούν ως σταθερές ή μεταβλητές καθυστερήσεις. Οι σταθερές καθυστερήσεις είναι προβλεπόμενες όπως ο χρόνος ενός περαστικού και η διάρκεια όπως μια αλλαγή ταχύτητας (μετάπισης), επιθεώρηση εξοπλισμού, φρένα, ανεφοδιασμό καυσίμων, ανατίναξη κ.τ.λ. Οι σταθερές καθυστερήσεις συνήθως δεν λαμβάνονται υπόψη στον κύκλο ζωής ενός φορτηγού. Οι μεταβλητές καθυστερήσεις δεν είναι προβλέψιμες όπως αυτές του χρόνου περαστικού και την διάρκεια του. Μεταβλητές καθυστέρησης περιλαμβάνουν καθυστερήσεις για συντήρηση των δρόμων μεταφοράς, καθάρισμα περιοχής φόρτωσης, στάση για ξεκούραση του οδηγού, φόρτωση ενός πολύ μεγάλου μεγέθους βράχου κ.τ.λ. και είναι εξεταζόμενα στον κύκλο ζωής των φορτηγών. Απρογραμματίστες μηχανικές καθυστερήσεις είναι μεταβλητές καθυστερήσεις, άλλα αυτές δεν εξετάζονται στον κύκλο ζωής του φορτηγού.

Μεταβλητές καθυστερήσεις που προκαλούν παραλλαγές στον κύκλο ζωής του φορτηγού θα προκαλέσουν αύξηση του χρόνου αναμονής του φορτηγού. Αυτές οι καθυστερήσεις και οι αποκλίσεις χρόνου αναμονής μπορούν να εκτιμηθούν από κάποιες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του χρόνου αναμονής.

6) Συνολικός κύκλος ζωής

Ο συνολικός κύκλος ζωής φορτηγού είναι το άθροισμα του σημείου και του φορτίου, της μεταφοράς φορτωμένο, στροφής και απόθεσης, μεταφοράς άδειο, της αναμονής και των χρόνων καθυστέρησης. Ο συνολικός κύκλος ζωής συνήθως εκφράζεται ως ένα μέσος χρόνος για ένα συγκεκριμένο εξοπλισμό φόρτωσης και λειτουργίας φορτηγών σε ένα συγκεκριμένο δρόμο μεταφοράς

2.1.6 Παραγωγή και απαιτούμενος στόλος

Η παραγωγή του φορτηγού και οι απαιτήσεις στόλου επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες: σχέδιο ορυχείου, δρόμοι μεταφοράς, απαιτήσεις παραγωγής ορυχείου, εξοπλισμό φόρτωσης, απόδοση φορτηγού και κύκλος ζωής, μέθοδοι λειτουργίας και πρακτικές, ταίριασμα του εξοπλισμού εξόρυξης και των φορτηγών, διαθεσιμότητα εξοπλισμών και χρησιμότητα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση και την αξιολόγηση της παραγωγής του φορτηγού και των απαιτήσεων στόλου ποικίλουν από απλούς κανόνες με αντίχειρα σε πολύπλοκες προσομοίωσης υπολογιστών.

Βασισμένα στον κύκλο του φορτηγού και στα σημεία και του χρόνου φορτίου, τα φορτηγά και ο εξοπλισμός φόρτωσης πρέπει να ταιριάζουν για την αποφυγή υπερβολικής υπερφόρτωσης ή υποφόρτωσης από την μεταφορά του φορτηγού στον φορτωτή ή στο πτύο. Ο θεωρητικός αριθμός των φορτηγών που μπορούν να εξυπηρετηθούν από ένα φορτηγό ή πτύο, N_t μπορεί να βρεθεί από:

$$N_t = t_{tv} / t_{tl}$$

όπου t_{tc} είναι ο συνολικός θεωρητικός κύκλος ζωής (χωρίς χρόνο αναμονής) σε λεπτά και t_{tl} είναι το σημείο φορτηγού και ο χρόνος φορτίου σε λεπτά. Για τον υπολογισμό του θεωρητικού αριθμού φορτηγών N_t , ο χρόνος αναμονής πρέπει να αφαιρείται από τον κύκλο ζωής του φορτηγού. Για μέθοδο φόρτωσης όπου ένα φορτηγό σε άφιξη είναι τοποθετημένο όταν ένα άλλο φορτηγό είναι φορτωμένο, το σημείο φορτηγού και ο χρόνος φορτίου είναι αντικατεστημένος από τον χρόνο φόρτωσης του φορτωτή ή του πτύου.

Εάν ο αριθμός των φορτηγών είναι μικρότερος από το N_t , ο φορτωτής ή το πτύο θα είναι υποφορτωμένα. Οι χρόνοι αναμονής του φορτηγού είναι λιγότεροι με μια υποφόρτωση του φορτηγού οπότε με υπερφόρτωση. Παρ' όλα αυτά, οι χρόνοι αναμονής του φορτωτή ή του πτύου είναι μεγαλύτεροι μαζί με υπερφορτωμένο φορτηγό. Ο σκοπός των συστημάτων αποστολής φορτηγών είναι να ελέγχει την υπέρ-υπό φόρτωση της μεταφορά από φορτηγά πετυχαίνονται συνδυαστικά κατώτερα κόστη φόρτωσης και μεταφοράς.

Πίνακας 2.4

Κύκλοι ζωής φορτηγού 109-t (120 τόνου) πραγματικό και ελαστικό φορτίο

Αριθμός φορτηγών στόλου	1	2	3	4	5	6
Κύκλοι ζωής φορτηγών (λεπτά)						
Σημείο και φορτίο	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Μεταφορά φορτωμένο	7,50	7,50	7,00	7,00	7,00	7,00
Στροφή και απόθεση	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Επιστροφή άδειο	4,00	4,00	4,50	4,50	4,50	4,50
Αναμονή	0,00	0,00	0,45	1,15	2,40	4,40
Μεταβλητές καθυστέρησης	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Συνολικά	15,80	15,80	16,25	16,95	18,20	20,20

Ο πίνακας 2.4 παρουσιάζει μέσους κύκλους ζωής φορτηγού για ένα στόλο από ένα έξι 120 τόνων φορτηγών. Επειδή η παρέμβαση μεταξύ των φορτηγών η οποία προκαλεί μεταβλητότητα στον πραγματικό κύκλο ζωής του φορτηγού, ο χρόνος αναμονής αυξάνεται όσο το μέγεθος του στόλου μεγαλώνει. Στον πίνακα 2.4 ο θεωρητικός αριθμός των φορτηγών είναι 4,94 ($15,80/3,20/$ ή πέντε φορτηγά

2.1.7 Διαθεσιμότητα και χρήση

Η διαθεσιμότητα και η χρήση δεν έχουν τυποποιημένο καθορισμό και κατά συνέπεια, αυτοί οι όροι πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεκτικά. Ανεξάρτητα από τη διαθεσιμότητα και τη χρήση, το ποσοστό της χρήσης, ή του πραγματικού χρόνου λειτουργίας, απαιτείται για την εκτίμηση της παραγωγής φορτηγών. Ο χρόνος πραγματικής λειτουργίας, μπορεί να οριστεί, ως ο χρόνος που το φορτηγό λειτουργεί

με τον ορισμένο, γι αυτό, τρόπο λειτουργίας, όπως το φορτίο, η έλξη, η απόθεση, η επιστροφή, η αναμονή και οι διάφορες καθυστερήσεις. Αυτός ο χρόνος δεν μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τα στοιχεία διαθεσιμότητας και χρήσης, όπως συνήθως καθορίζονται, αλλά μπορεί να εκτιμηθεί με ανάπτυξη λεπτομερών χρονικών διανομών.

Οι πίνακες 2.6 και 2.7, παρουσιάζουν αντίστοιχα, τη διανομή στον σχεδιασμένο και τον πραγματικό χρόνο του φορτηγού, για ένα στόλο φορτηγών που λειτουργεί σε διαφορετικά προγράμματα ορυχείων και απαιτήσεις μηχανικών διακοπών. Τα δυο προγράμματα είναι για ορυχεία που λειτουργούν με 5 ή 20 βάρδιες ανά εβδομάδα, αντίστοιχα. Οι δυο μηχανικές απαιτήσεις χρόνου διακοπής είναι για αναλογία του πραγματικού συνολικού χρόνου επισκευής προς τον πραγματικά ενεργό χρόνο λειτουργίας των 0,25 ή 0,50. Η αναλογία της λειτουργίας των απρογραμμάτιστων πραγματικών βαρδιών, προς το συνολικό πραγματικό χρόνο επισκευής είναι 0,20. Εξαιτίας του απρογραμμάτιστου χρόνου επισκευής, ο διαθέσιμος χρόνος λειτουργίας, (πίνακας 2.7), είναι μικρότερος από τον προγραμματισμένο χρόνο λειτουργίας (πίνακας 2.6) Ο χρόνος του στόλου φορτηγών μπορεί να αποκτηθεί με τον πολλαπλασιασμό του προγραμματισμένου και πραγματικού χρόνου με τον αριθμό των φορτηγών του στόλου.

Η πιθανότητα του να είναι διαθέσιμο ένα μοναδικό φορτηγό σε οποιαδήποτε στιγμή P, μπορεί να καθοριστεί ως:

$$P = \frac{\text{Διαθέσιμος χρόνος λειτουργίας}}{\text{Προγραμματισμένος χρόνος λειτουργίας}}$$

Χρησιμοποιώντας την περίπτωση C για παράδειγμα, ο προγραμματισμένος και ο διαθέσιμος χρόνος στους πίνακες 2.6 και 2.7, είναι 144.00 και 138.33 ώρες, αντίστοιχα, καταλήγοντας σε μια 0,9606 ή 96% πιθανότητα να είναι διαθέσιμο ένα μοναδικό φορτηγό.

Υποθέτοντας ότι η διαθεσιμότητα ενός συγκεκριμένου φορτηγού είναι ανεξάρτητη από τη διαθεσιμότητα οποιουδήποτε άλλου φορτηγού, η πιθανότητα να είναι k φορτηγά διαθέσιμα, Pk, μπορεί να καθοριστεί ως:

$$k \quad n - k \quad -n$$

$$P_k = P \times (1 - P)^{n-k} \times C_k$$

όπου P είναι η πιθανότητα του να είναι διαθέσιμο ένα μοναδικό φορτηγό, n είναι το σύνολο των φορτηγών του στόλου, k είναι τα διαθέσιμα φορτηγά και

n

$$C_k = n! / k! (n - k)!$$

Πίνακας 2.5. Κυκλικοί χρόνοι φορτηγών 109t(120ton) πραγματικό ωφέλιμο φορτίο

Αρ. Φορτηγά. Στόλου.....	1.....	2.....	3.....	4.....	5.....	6.....
Κυκλ.χρόνος φορτηγά. σε λεπτά						
Σημείο και φορτίο.....	3,20.....	3,20.....	3,20.....	3,20.....	3,20.....	3,20.....
Haul loaded.....	7,50.....	7,50.....	7,00.....	7,00.....	7,00.....	7,00.....
Στροφή και απόρριψη.....	0,60.....	0,60.....	0,60.....	0,60.....	0,60.....	0,60.....
Επιστροφή άδειο.....	4,00.....	4,00.....	4,50.....	4,50.....	4,50.....	4,50.....
Αναμονή.....	0,00.....	0,00.....	0,45.....	1,15.....	2,40.....	4,40.....
Καθυστερήσεις, μεταβλητή	0,50.....	0,50.....	0,50.....	0,50.....	0,50.....	0,50.....
Σύνολο.....	15,80.....	15,80.....	16,25.....	16,95.....	18,20.....	20,20.....

Πίνακας 2.6. Διανομές προγραμματισμένου χρόνου φορτηγού

Μη προγραμματισμένη στάση

Περίπτωση.....A,B.....C,D

Προγραμματισμένα,

Shifts / εβδομάδα.....5.....20

Συντήρηση.....10.....21

Διανομές, ώρες/εβδ.

Operating shifts

Λειτουργία, προγραμματισμένη

Idle.....1,50.....6,00

Λειτουργία, ενεργή.....29,50.....118,00

Καθυστερήσεις, fixed.....5,00.....20,00

Υποσύνολο.....	36,00.....	144,00
PM, προγραμματισμένο.....	1,50.....	6,00
Επισκευή, προγραμματισμ.....	2,50.....	10,00
Επισκευή, μη προγραμ.....	-	-
Standby.....	-	-

Σύνολο.....40,00.....160,00

2.1.8 Παραγωγή

Η παραγωγή των φορτηγών, υποθέτοντας 100% διαθεσιμότητα και / ή χρήση, μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$P_t = \frac{60 \times L_t}{t_{tc}}$$

όπου, P_t είναι το ποσοστό της παραγωγής φορτηγών βασισμένη σε πραγματικό ενεργό χρόνο λειτουργίας, t/h (stph), L_t είναι το πραγματικό ωφέλιμο φορτίο του φορτηγού, t (ton) και t_{tc} είναι ο συνολικός χρόνος κύκλου του φορτηγού, σε λεπτά.

Τα ταξίδια ανά ώρα που γίνονται από ένα φορτηγό, T , μπορούν να υπολογιστούν ως:

$$T = 60 / t_{tc}$$

Κατά συνέπεια, το ποσοστό της παραγωγής φορτηγών, υπολογίζεται ως:

$$P_t = T \times L_t$$

Η παραγωγή στόλου φορτηγών, P_f , σε μια συγκεκριμένη στιγμή, υπολογίζεται ως:

$$P_f = k \times P_t$$

όπου k είναι τα διαθέσιμα φορτηγά του στόλου σε μια συγκεκριμένη στιγμή.

Ο πίνακας 2.8 παρουσιάζει την κατ' εκτίμηση παραγωγή για ένα στόλο από πέντε 109t (120ton) φορτηγά, με τους χρόνους κύκλου φορτηγού στον πίνακα 2.5 και τους χρόνους ενεργής λειτουργίας στον πίνακα 2.7. Θα πρέπει να τονιστεί, ότι ο χρόνος κύκλου του φορτηγού, τα ταξίδια του φορτηγού ανά ώρα ενεργής λειτουργίας, η παραγωγή φορτηγού και στόλου ανά ώρα ενεργής λειτουργίας και η παραγωγή στόλου ανά ώρα διαθέσιμης λειτουργίας, είναι τα ίδια σε όλες τις περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, η παραγωγή στόλου ανά ώρα προγραμματισμένης λειτουργίας και ανά βάρδια, είναι διαφορετική, γιατί αυτή εξαρτάται από τις ώρες ενεργής λειτουργίας ανά βάρδια.

Η παραγωγή του στόλου φορτηγών στον πίνακα 2.8, έχει υπολογιστεί με δυο διαφορετικές διαδικασίες. Στην πρώτη διαδικασία, η παραγωγή βασίζεται και στα 5 φορτηγά να είναι διαθέσιμα. Η παραγωγή ανά ώρες διαθέσιμης και προγραμματισμένης λειτουργίας βασίζεται στην αναλογία του χρόνου ενεργής λειτουργίας προς το διαθέσιμο και προγραμματισμένο χρόνο λειτουργίας. Η παραγωγή ανά βάρδια βασίζεται στην παραγωγή ανά ενεργού χρόνου λειτουργίας και στις ώρες ενεργής λειτουργίας ανά βάρδια.

Στη δεύτερη διαδικασία, η παραγωγή βασίζεται στην πιθανότητα του να είναι τα φορτηγά διαθέσιμα κατά τη διάρκεια του προγραμματισμένου χρόνου λειτουργίας. Ο πίνακας 2.9 παρουσιάζει την διαδικασία που χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η παραγωγή ανά ώρα προγραμματισμένης λειτουργίας για την περίπτωση C. Σε κάθε περίπτωση, η παραγωγή ανά ώρα διαθέσιμης λειτουργίας βασίζεται στο χρόνο κύκλου του φορτηγού στον πίνακα 2.5, και στην αναλογία του ενεργού χρόνου λειτουργίας προς το διαθέσιμο χρόνο λειτουργίας. Η παραγωγή ανά βάρδια, βασίζεται στην παραγωγή ανά προγραμματισμένες ώρες λειτουργίας ανά βάρδια.

Ο πίνακας 2.10 παρουσιάζει τις διανομές του πραγματικού χρόνου όταν οι απαιτήσεις παραγωγής του στόλου φορτηγών περιορίζονται στο λιγότερο από τις ικανότητες παραγωγής του στόλου. Αυτό οδηγεί στο χρόνο χρόνο αναμονής του φορτηγού. Σε ορισμένες καταστάσεις, όπως στην περίπτωση D, οι διανομές χρόνου και η πιθανότητα να είναι ένα φορτηγό διαθέσιμο, ίσως πρέπει να εκτιμηθούν με διαδοχικές προσεγγίσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά παραγωγής στόλου φορτηγών που παρουσιάζονται στον πίνακα 2.8 και 2.10, υποθέτουν πως ο εξοπλισμός φόρτωσης

είναι πάντα διαθέσιμος όπως απαιτείται από τα φορτηγά. Από τη στιγμή που αυτό δεν ισχύει, το ποσοστό παραγωγής για το σύστημα φόρτωσης και μεταφοράς θα είναι μικρότερο από το ποσοστό παραγωγής στόλου φορτηγών εξαιτίας της πιθανότητας να μην είναι διαθέσιμος ο εξοπλισμός φόρτωσης.

Πίνακας 2.7. Διανομές πραγματικού χρόνου φορτηγού
Μη προγραμματισμένο standby

Περίπτωση	A	B	C	D
Προγραμμ. βάρδιες/ εβδομ.λειτουργ.	5	5	20	20
Συντήρηση	10	10	21	21
Αναλογία*				
R1	0,25	0,50	0,25	0,50
R2	0,20	0,20	0,20	0,20
Διανομή, ώρες/εβδομ. λειτουργίας βάρδιας				
Λειτουργία, διαθέσιμη				
Idle	1,44	1,39	5,76	4,96
Λειτουργία, ενεργή	28,34	27,27	113,36	97,66
Σταθερές καθυστερήσεις,	4,80	4,62	19,21	16,55
Υποσύνολο	34,58	33,28	138,33	119,17
PM, προγραμματισμένο	1,50	1,50	6,00	6,00
Επισκευή, προγραμματισμ.	2,50	2,50	10,00	10,00
Επισκευή, μη προγραμμ.	1,42	2,72	5,67	24,83
Χρόνος αναμονής	-	-	-	-
Σύνολο	40,00	40,00	160,00	160,00
Συντήρηση				
Idle	38,33	33,09	1,33	-
Επισκευή	1,67	6,91	6,67	8,00

Σύνολο.....	40,00.....	40,00.....	8,00.....	8,00
Διαθέσιμος χρόνος λειτουργίας.....	34,58.....	33,28.....	138,33...	119,17
Προγραμμ. Χρον. Λειτουργγ.....	36,00.....	36,00.....	144,00...	144,00
<u>Πιθανότητα.....</u>	<u>0,9606.....</u>	<u>0,9244....</u>	<u>0,9606.....</u>	<u>0,8276</u>

*R1= η αναλογία συνολικού χρόνου επισκευής προς ενεργό χρόνο λειτουργίας

R2= η αναλογία μη προγραμματισμένου χρόνου επισκευής προς το συνολικό χρόνο επισκευής.

Πίνακας 2.8. Παραγωγή στόλου φορτηγών

Περίπτωση	A	B	C
D			
Πραγματικό ωφέλιμο φορτίο			
σε τόνους.....	109(120)	109(120)	109(120)
109(120)			
Αριθμός			
φορτηγών.....	5.....	5.....	5.....
Σχεδιασμός, μετατοπίσεις/ Εβδομάδα			
λειτουργίας.....	5.....	5.....	20.....
Χρόνος λειτουργίας, ενεργό			
Ωρες/εβδομάδα.....	28,34.....	27,27.....	113,36.....
....97,66			
Ωρες/μετατόπιση.....	5,67.....	5,45.....	5,67.....
.....4,88			
Χρόνος κύκλου φορτηγού			
σε			
λεπτά.....	18,20.....	18,20.....	18,20.....
.18,20			
Ταξίδια φορτηγού/ώρες			
ενεργού			
λειτουργίας.....	3.30.....	3,30.....	3,30.....
0			

Παραγωγή φορτηγών σε		
τόνους/ώρες	ενεργού	λειτουργίας
.....359(396).....359(396).....359(396).....359(396)		
Παραγωγή στόλου φορτηγών		
βασισμένη σε όλα τα φορτηγά		
τόνοι/ώρα		ενεργού
λειτουργίας.....1,795(1,980).....1,795(1980).....1,795(1980).....1,795(1980)		
τόνοι/ώρα		διαθέσιμης
λειτουργίας...1,471(1,623).....1,471(1,623)....1,471(1,623).....1,471(1,623)		
τόνοι/ώρα		σχεδιασμένης
λειτουργ...1,413(1,558).....1,360(1,500)...1,413(1,558).....1,217(1,343)		
τόνοι/μετατόπιση.....10,174(11,227)...9,790(10,791)...10,084(11,227)		
...8,765(9,662)		
Παραγωγή στόλου φορτηγών		
βασισμένη στην πιθανότητα		
τόνοι/ώρα		σχεδιασμένης
λειτ.....1,430(1,576).....1,390(1,532).....1,430(1,576).....1,173(1,403)		
τόνοι/μετατόπιση.....10,294(11,347)...10,006(11,030)...10,294(11,347)		
...9,164(10,102)		

2.1.9 Απαιτήσεις σε φορτηγά

Ο αριθμός των φορτηγών που απαιτούνται για το στόλο, καθορίζονται από τη σύγκριση ποικιλίας παραγωγής στόλου και κόστους με τις απαιτήσεις παραγωγικότητας και επιλέγοντας το χαμηλότερο κόστος στόλου με επαρκή ικανότητα παραγωγής. Ο πίνακας 2.11 παρουσιάζει υπολογισμούς παραγωγής για συστήματα φόρτωσης και μεταφοράς, χρησιμοποιώντας στόλους από 5 και 6 φορτηγά 109t(120ton) με 1 ή 2 φορτωτές ή φτυάρια, που να έχουν 0,85 ή 85% πιθανότητα να είναι διαθέσιμα.

Η παραγωγή συστημάτων φόρτωσης και μεταφοράς, για στόλο 5 φορτηγών, με 1 φορτωτή ή πτύο, που έχει 1,00 πιθανότητα είναι το ίδιο όπως φαίνεται στον

πίνακα 2.8. Με 1 φορτωτή ή φτυάρι, έχοντας 0,85 πιθανότητα, η παραγωγή είναι το 85% της παραγωγής με 1,00 πιθανότητα. Αν είναι διαθέσιμοι 2 φορτωτές ή 2 πτύα, αλλά μόνο το ένα χρησιμοποιείται κάθε φορά, η πιθανότητα του ενός τουλάχιστο φορτωτή ή πτύου να είναι διαθέσιμο, είναι 0,9775 ή 97,75% της παραγωγής με 1,00 πιθανότητα. Η παραγωγή ενός στόλου 6 φορτηγών, υπολογίστηκε με τις ίδιες διαδικασίες όπως για τον στόλο 5 φορτηγών.

Αν παραγωγή 9072 τόνων (10,000st) ανά στόλο απαιτείται για το σύστημα φόρτωσης και μεταφοράς, για τις περιπτώσεις A,B,C, μπορεί να αποκτηθεί με: 1. πέντε φορτηγά και δυο φορτωτές ή πτύα, ή 2. έξι φορτηγά και ένα φορτωτή ή πτύο. Για την περίπτωση D, έξι φορτηγά και δυο φορτωτές ή φτυάρια χρειάζονται για την απαιτούμενη παραγωγή. Το κόστος φόρτωσης και μεταφοράς χρησιμοποιώντας διάφορους στόλους πρέπει μετά να υπολογίζεται για να καθοριστεί το χαμηλότερο κόστος του συστήματος.

Οι μέθοδοι που παρουσιάστηκαν επεξηγούν μερικές από τις περιπλοκές στον υπολογισμό της παραγωγής φορτηγών και τις απαιτήσεις του στόλου. Για να καθοριστούν οι απαιτήσεις, χρειάζεται να ληφθεί υπόψη, ο διαφορετικός χρόνος κύκλου του φορτηγού, ο σχεδιασμένος και πραγματικός χρόνος διανομής, πιθανότητες εξοπλισμού που είναι διαθέσιμες και οι απαιτήσεις παραγωγής.

2.1.10 Κόστη

Κόστη που σχετίζονται γενικά με φορτηγά, είναι το κόστος ιδιοκτησίας και το κόστος λειτουργίας. Το κόστος αγοράς και λειτουργίας ενός φορτηγού ποικίλει ευρέως και εξαρτάται από την τιμή παράδοσης του φορτηγού, και περιλαμβάνεται το κόστος θαλάσσιας μεταφοράς (shipping cost), οι τρέχουσες δαπάνες χρηματοδότησης, η εφαρμογή του φορτηγού και οι συνθήκες φόρτωσης και

Πίνακας 2.9. Παραγωγή στόλου φορτηγών για την περίπτωση C
Βασισμένη στην πιθανότητα 0,9606

Φορτηγά	Πιθανότητα των	Παραγωγή	Παραγωγή
k	k φορτηγών	τόνοι ανά ώρα	τόνοι ανά ώρα
	Διαθεσιμότητας Pk	διαθέσιμης λειτουργίας	σχεδιασμένης λειτουργ.

0.....	0,0000.....	0(0).....	0(0)
1.....	0,0000.....	339(374).....	0(0)
2.....	0,0006.....	678(747).....	0(0)
3.....	0,0138.....	988(1089).....	14(15)
4.....	0,1677.....	1263(1393).....	212(234)
5.....	0,8179.....	1471(1623).....	1203(1327)
	<hr/>		
Σύνολο	1,0000		1429(1576)

Πίνακας 2.10

Πραγματικός χρόνος διανομής φορτηγών, Παραγωγή στόλου
φορτηγών 9072t (10000ton) ανά μετατόπιση

Περίπτωση	A	B	C	D
<hr/>				
Σχεδιασμένο, Μετατόπιση ανά				
Εβδομ.λειτουργγ.....	5.....	5.....	20.....	20
Συντήρηση.....	10.....	10.....	21.....	21
Αναλογία*				
R1.....	0,25.....	0,50.....	0,25.....	0,50
R2.....	0,20.....	0,20.....	0,20.....	0,20
Διανομή/ώρα/ εβδομάδα λειτουρ. μετατόπισης λειτουρ.,διαθεσιμ.				
Ακινήσια.....	1,27.....	1,26.....	5,08.....	4,90
Ενεργή λειτουρ...24,98.....	24,72.....	99,90.....	96,56	
Αργοπορήσ.σταθ..4,23.....	4,19.....	16,93.....	16,36	
Υποσύνολο.....	<hr/> 30,48.....	<hr/> 30,17.....	<hr/> 121,91.....	<hr/> 117,82
PM,σχεδιασμένο.....	1,50.....	1,50.....	6,00.....	6,00
Επισκευή, σχεδιασμ.2,50.....	2,50.....	10,00.....	10,00	
Επισκευή, μη σχεδ...1,25.....	2,47.....	5,00.....	24,28	
Εφεδρεία.....	4,27.....	3,36.....	17,09.....	1,90
	<hr/>			
Σύνολο.....	40,00.....	40,00.....	160,00.....	160,00

Συντήρηση

Ακινήσια.....	39,00.....	34,11.....	4,02.....	-
Επισκευή.....	1,00.....	5,89.....	3,98.....	8,00
<hr/>				
Σύνολο.....	40,00.....	40,00.....	8,00.....	8,00
Διαθέσιμος χρ. Λειτ.	30,48.....	30,17.....	121,91.....	142,10
Σχεδιασμ.χρ.λειτουργ.	31,73.....	32,64.....	126,91.....	142,10
Πιθανότητα.....	0,9606.....	0,9243.....	0,9606.....	0,8291
<hr/>				

*R1= αναλογία συνολικού χρόνου επισκευής προς ενεργό χρόνο επισκευής

R2= Αναλογία μη σχεδιασμένου χρόνου επισκευής προς το συνολικό χρόνο επισκευής.

μεταφοράς, οι τοπικές τιμές σε καύσιμα και λιπαντικά, διαθεσιμότητα μερών (parts) και τιμές, τοπική διαθεσιμότητα εργασίας, δεξιότητες, μισθοί κτλ. Αξιοπίστος υπολογισμός κόστους, πρέπει να βασίζεται σε ακριβή αξιολόγηση των συνθηκών όρυξης και ακριβή τοπικά στοιχεία. Γι αυτό, οι μέθοδοι που παρουσιάστηκαν για το κόστος, είναι γενικές και όχι ακριβείς στον υπολογισμό του κόστους.

Τα κόστη ιδιοκτησίας και λειτουργίας μπορούν να παρουσιαστούν ως ετήσια ή ωριαία κόστη. Το ωριαίο κόστος, συνήθως, βασίζεται στο χρόνο πραγματικής λειτουργίας του φορτηγού, στον οποίο δεν περιλαμβάνονται η ακινήσια, η καθυστέρηση, η προληπτική συντήρηση και ο χρόνος λειτουργίας σε ακινήσια.

Τα κόστη ιδιοκτησίας και λειτουργίας, σε conjunction με την παραγωγή στόλου, χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό του κόστους παραγωγής μεταφορών. Το κόστος μεταφοράς, συνήθως, είναι μια σημαντική μερίδα του συνολικού κόστους όρυξης και του κόστους ανά μονάδα υλικού εξόρυξης. Παρ'όλα αυτά, το κόστος μεταφοράς δεν απεικονίζει τα κόστη διάτρησης και ανατίναξης, φόρτωσης, την κατασκευή δρόμου μεταφοράς και συντήρησή της, την εποπτεία, και άλλες δραστηριότητες που μπορεί να επηρεάσουν το κόστος μεταφοράς. Έτσι, η απόφαση επιλογής στόλου φορτηγών, πρέπει να βασίζεται στο συνολικό κόστος όρυξης κι όχι μόνο στο κόστος μεταφοράς, διότι ο στόλος φορτηγών διαδρά με τη λειτουργία των άλλων μονάδων και εξοπλισμού.

1) Κόστη ιδιοκτησίας

Το κόστος ιδιοκτησίας, συνήθως, είναι σταθερή δαπάνη που υφίσταται με το να έχεις εξοπλισμό στο ορυχείο. Για φορολογικούς σκοπούς, αυτά τα κόστη, μπορεί να εμφανίζονται είτε ως κεφάλαιο, οικονομικό, υποτίμησης ή δαπάνες λειτουργίας και μπορεί να είναι και τα δυο καθορισμένα ως ετήσια ή ωριαία κόστη.

Οι δαπάνες κεφαλαίου για τα φορτηγά, ή η υποτιμητέα αξία που επιφέρει το κόστος φορτηγών, περιλαμβάνει το βασικό και προαιρετικό εξοπλισμό του φορτηγού, το φορτίο και την ανέγερση στο ορυχείο, αλλά όχι τα ελαστικά.. Το κόστος του προαιρετικού εξοπλισμού του φορτηγού μπορεί να διαφέρει από τη λίστα τιμών του κατασκευαστή, κι εξαρτάται από την αγορά φορτηγών τη στιγμή της αγοράς. Ο κατάλογος τιμών κανονικά περιλαμβάνει τα ελαστικά, όμως τα φορτηγά συχνά είναι αγορασμένα χωρίς ελαστικά γιατί το ορυχείο μπορεί και αγοράζει απευθείας λάστιχα σε χαμηλότερη τιμή.

Το κόστος φορτίου εξαρτάται από το shipping βάρος του φορτηγού το οποίο μπορεί να παρέχει ο κατασκευαστής. Το κόστος φορτίου μπορεί να είναι ουσιαστικό για φορτία εξαγωγών, τα οποία επίσης μπορεί να απαιτούν πληρωμή δασμού εισαγωγής. Το κόστος ανέγερσης εξαρτάται από το βαθμό διακοπής του φορτηγού για την αποστολή και την διαθεσιμότητα εξοπλισμού και προσωπικού ανέγερσης. Το κόστος ελαστικών θα έπρεπε αποκτάται από τοπικούς διανομείς ελαστικών. Το κόστος των ελαστικών βασισμένο στην έκπτωση του στόλου συνήθως είναι 45-55% της τιμής καταλόγου ελαστικών συν το φόρο.

Ο χρήσιμος χρόνος ζωής του φορτηγού ποικίλει ευρέως εξαρτώμενο από την εφαρμογή του φορτηγού, και τις συνθήκες φόρτωσης και μεταφοράς, λειτουργικές μεθόδους και διαδικασίες, και προγράμματα συντήρησης. Η ζωή του φορτηγού, συνήθως, καθορίζεται από ώρες λειτουργίας. Μικρά μηχανοκίνητα φορτηγά έχουν χρόνο χρήσιμης ζωής 20.000-30.000 ώρες και μεγάλα ηλεκτροκίνητα φορτηγά έχουν χρόνο χρήσιμης ζωής 30.000-40.000 ώρες. Σε κάποια ορυχεία, τα φορτηγά είναι επισκευασμένα και επανοικοδομημένα για να επεκταθεί ο χρόνος χρήσιμης ζωής σχεδόν επ' άοριστο χρόνο. Οι ώρες λειτουργίας των φορτηγών ανά έτος, εξαρτάται από το σχεδιασμό του φορτηγού και μπορεί να πλησιάζει τις 6000 ώρες ανά έτος για ορυχεία που λειτουργούν 20 μετατοπίσεις ανά εβδομάδα.

Ο μέσος όρος της ετήσιας επένδυσης μπορεί να υπολογιστεί :

$$\text{Μέσος όρος ετήσιας επένδυσης} = \text{υποτιμητέα αξία} \times \frac{N+1}{2N}$$

όπου N η χρήσιμη ζωή ανά έτος. Η ετήσια χρέωση για το ενδιαφέρον (interest) και οι φόροι, συχνά υπολογίζονται ως ποσοστά % του μέσου όρου ετήσιας επένδυσης.

Οι δαπάνες του κεφαλαίου φορτηγών μπορεί να ανακτηθεί με μια ετήσια ή ωριαία δαπάνη υποτίμησης. Η δαπάνη υποτίμησης μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την υποτιμητέα αξία του φορτηγού και τη χρήσιμη ζωή, ή κάποιες άλλες μεθόδους καθιερωμένους από τον κώδικα φορολογίας. Δαπάνες για το ενδιαφέρον (interest), ασφάλιση και φορολογία, συχνά είναι δύσκολο να καθοριστούν για συγκεκριμένο εξοπλισμό γιατί αυτά μπορεί να καλύπτονται από εταιρική χρηματοδότηση, ασφαλιστικές πολιτικές και φορολογικά ποσοστά (tax rates).

Ο πίνακας 2.12, δείχνει τις δαπάνες κεφαλαίου για ένα 120 τόνων συμβατικό, ηλεκτροκίνητο φορτηγό οπίσθιας απόθεσης. Τα κόστη ιδιοκτησίας βασίζονται σε 30.000 ώρες χρήσιμης ζωής σε περίοδο πάνω από 6 χρόνια.

2) Κόστη λειτουργίας

Τα κόστη λειτουργίας είναι μεταβλητές δαπάνες άμεσα εφαρμόσιμες στη λειτουργία του φορτηγού. Αυτά, κανονικά, περιλαμβάνουν καύσιμα, ελαστικά και επισκευές ελαστικών, προληπτική συντήρηση, μηχανικές επισκευές και αμοιβές του χειριστή. Τα κόστη λειτουργίας, κανονικά, δεν περιλαμβάνουν έμμεσα κόστη ορυχείου που σχετίζονται με εγκαταστάσεις ορυχείου και την επίβλεψη. Τα κόστη λειτουργίας μπορούν να εκτιμηθούν με μελέτες τομέα και αρχεία ορυχείων.

Το κόστος του καυσίμου εξαρτάται από την κατανάλωση καυσίμου και τις τοπικές τιμές καυσίμων. Η κατανάλωση καυσίμου, Cf, σε λίτρα ανά ώρα (γαλόνια ανά ώρα) μπορεί να υπολογιστεί :

$$Cf = \frac{CsfXP}{pF} \times FI$$

όπου:

Csf είναι η κατανάλωση συγκεκριμένου καυσίμου στη μηχανή, σε πλήρη δύναμη, κιλά καυσίμου/bkW-h (lb καύσιμο ανά bhp-hr)

P είναι η εκτιμηθείσα δύναμη φρένων, kW (hp)

Pf είναι η πυκνότητα καυσίμου, kg/L (ib/gal)

F1 είναι ο παράγοντας φορτίου μηχανής, δεκαδικός.

Η κατανάλωση συγκεκριμένου καυσίμου στη μηχανή, σε πλήρη ισχύ, κυμαίνεται από 0,213 σε 0,268 kg/bkW-r (0,35 to 0,33 ib per bhp-h) με μικρότερη κατανάλωση καυσίμου για τις νεότερες μηχανές με στροβιλοσυμπιεστή και μετά- ψύξη. Οι κατασκευαστές μηχανών παρέχουν τυποποιημένα στοιχεία απόδοσης μηχανών, που περιλαμβάνουν κιλοβάτ φρένων (ιπποδύναμη) και συγκεκριμένη κατανάλωση καυσίμων, για τη συνολική ταχύτητα λειτουργίας της μηχανής (rpm). Η πυκνότητα καυσίμων ντίζελ κυμαίνεται από 0,84 σε 0,96 kg/L (7.0 με 8.0 Ib per gal) με Νο 2 καύσιμο ντίζελ που έχει κανονική πυκνότητα περίπου 0,85 kg/L (7,1 Ib per gal). Στοιχεία πυκνότητας καυσίμων θα πρέπει να αποκτώνται από τοπικούς προμηθευτές.

Ο παράγοντας φορτίου της μηχανής, είναι το μέρος της πλήρους δύναμης που απαιτείται από το φορτηγό. Σε κατάσταση λειτουργίας σε ακινησία (idling and retarding), η μηχανή ενός φορτηγού, λειτουργεί με το 10% περίπου της πλήρους δύναμης, με ένα παράγοντα φορτίου 0,10. Όταν κινείται, ο παράγοντας φορτίου είναι η αναλογία του rimpull που απαιτείται ή χρησιμοποιείται στο διαθέσιμο rimpull, στην ταχύτητα στην οποία το φορτηγό κινείται. Κατά την επιτάχυνση, η μηχανή συνήθως λειτουργεί με πλήρη δύναμη, ή με το μέγιστο του διαθέσιμου rimpull με τον παράγοντα φορτίου στο 1,00. Για λειτουργία σε σταθερή ταχύτητα, το rimpull που απαιτείται, είναι ίσο με την αντίσταση στην κίνηση. Ο πίνακας 2.13 παρουσιάζει τον παράγοντα φορτίου για τους 3 κύριους τύπους φορτηγών, όταν λειτουργού υπό φως, κατά μέσο όρο, και συνθήκες βαριάς μεταφοράς. Οι παράγοντες φορτίου, μπορούν επίσης να υπολογιστούν με προγράμματα προσομοίωσης σε κομπιούτερ, στα οποία υπολογίζεται ο χρόνος του ταξιδιού.

Το ωριαίο κόστος καυσίμου είναι κατανάλωση καυσίμου σε λίτρα ανά ώρα (γαλόνια ανά ώρα) τοπική τιμή καυσίμων.

Το κόστος των ελαστικών περιλαμβάνει την αλλαγή ελαστικών και την επισκευή τους και βασίζεται στο χρόνο ζωής των ελαστικών. Η ζωή των ελαστικών επηρεάζεται: Από την κατασκευή, τον τύπο και την συντήρηση. Την εφαρμογή στο φορτηγό και την ταχύτητά του. Την κατασκευή του δρόμου μεταφοράς, τη συντήρησή του, συντήρησή του, το βαθμό κλίσης και τις καμπύλες. Το φορτίο των ελαστικών και η θέση τους (εμπρός, κίνησης, ή στο συρόμενο) Η ζωή των ελαστικών μετρείται σε χιλιόμετρα (μίλια) ή ώρες. Σε ιδανικές συνθήκες, E-3 (rock

) και E-4 (rock deep tread) bias ply tires, αναμένεται να έχουν χρόνο ζωής 40.200 με 56.300 χιλιόμετρα (250000 με 350000 μίλια) και 563000 με 724000 χιλιόμετρα (35000 με 45000 μίλια) αντίστοιχα. Ακτινωτά ελαστικά με βαθύ πέλμα αναμένεται να έχουν χρόνο ζωής 64.400 με 80.500 χμ. (40000 με 50000 μίλια). Παίρνοντας το μέσο όρο ταχύτητας του φορτηγού 16,1 χμ την ώρα (10mph), αυτά τα λάστιχα ζουν αντίστοιχα 2500 με 3500 hr για τα E-3 λάστιχα, 3500 με 4500hr για τα E-4 λάστιχα, και 4000-5000 hr για τα ακτινωτά λάστιχα με βαθύ πέλμα. Η ζωή των ελαστικών τείνει να είναι μικρότερη για μικρότερα φορτηγά από ότι για μεγαλύτερα, και μειώνεται ουσιαστικά στα ορυχεία, όπου συχνά προβλήματα εμφανίζονται στις ρόδες λόγω της υπερφόρτωσης, από κοψίματα από βράχια και οπές. Η εμπειρία σε ορυχεία έχει επίσης δείξει, ότι η ζωή των ελαστικών μπορεί να αυξηθεί ουσιαστικά με πολύ ευνοϊκές συνθήκες λειτουργίας.

Το κόστος του ωριαίου (hourly) ελαστικού και της επισκευής του ελαστικού, είναι 115% του κόστους αντικατάστασης ελαστικού όταν το κόστος αντικατάστασης είναι κόστος ελαστικού χωριστά από τη ζωή του ελαστικού σε ώρες. Αυτό επιτρέπει 15% κόστος συντήρησης και επισκευής για τα ελαστικά.

Πίνακας 2.11. Κόστος ιδιοκτησίας και λειτουργίας φορτηγού 109-t (120 ton)
895 kW (1200 hp) Ηλεκτρική Κίνηση Τροχών

Κύριο κόστος

Τυποποιημένο φορτηγό, fob εργοστασίου.....	\$675,000
Προαιρετικός εξοπλισμός, fob εργοστασίου.....	32,000
Φορτίο (193.000lb σε 5,7 ;/ lb).....	11,000
Ανέγερση.....	6,000
Κόστος παράδοσης.....	<u>724,000</u>
Λάστιχα (30.00-51(46) E-4).....	43,000
Αξία υποτίμησης.....	<u>681,000</u>

Χρόνος ζωής ελαστικών

Χρόνια.....	6
Ωρες.....	30,000

Μέσος όρος ετήσιας επένδυσης.....\$397,250

Κόστος ιδιοκτησίας.....	\$/hr.....	\$/yr
Υποτίμηση.....	22,70.....	113,500
Ενδιαφέρον*.....	11,92.....	59,588
Ασφάλεια**.....	1,59.....	7,945
Φόροι***.....	1,59.....	7,945
Ολικό κόστος ιδιοκτησίας.....	37,80.....	188,978

*15% Μ.Ο. ετήσιας επένδυσης

** 2% Μ.Ο. ετήσιας επένδυσης

*** 2% Μ.Ο. ετήσιας επένδυσης

Κόστος λειτουργίας

Καύσιμο (0,40 παράγοντας φορτίου)

97,3 L/hr at \$0.330/L

(25,7 gal/hr at \$1,25/gal).....32,13.....160,625

Λάστιχα κι επισκευή ελαστικών(4000hr)

(\$43.000/4000hr)x1,10.....11,83.....59,125

Προληπτική συντήρηση

(0,20 x \$ 32,13).....6,43.....32,125

Επισκευή(0,40 παράγοντας επισκευής)

((\$681,000/10,000)x0,40x0,65x1,00).....17,71.....88,530

Χειριστής.....18,00.....90,00

Ολικό κόστος λειτουργίας.....86,10.....430,405

Ολικό κόστος ιδιοκτ. και λειτουργίας.....123,90.....619,383

ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.12. Παραγωγή συστημάτων φόρτωσης και μεταφοράς

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ.....	A.....	B.....	C.....	D.....
Πραγματικό ωφέλιμο φορτίων.....	109(120).....	109(120).....	109(120).....	109(120).....
φορτηγών, τόνοι, (st)				
Αριθμός φορτηγών.....	5.....	5.....	5.....	5.....
Εξοπλισμός φόρτωσης				
Αριθμό φορτωτών.....	1.....	1.....	1.....	1.....
Πιθανότητα.....	1.00.....	1.00.....	1.00.....	1.00.....

Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	10,294		
(11,347)....	10,006(11,030).....	10,294(11,347).....	9,164(10,102)
Εξοπλισμός φόρτωσης			
Αριθμός φορτωτών.....	1.....	1.....	1.....
Πιθανότητα.....	0,85.....	0,85.....	0,85.....
Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	8,750(9,645).....	8,506(9,376).....	8,750(9,645).....
)			7,790(8,587)
Εξοπλισμός φόρτωσης			
Αριθμός φορτωτών.....	2.....	2.....	2.....
Πιθανότητα.....	0,85.....	0,85.....	0,85.....
Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	10,062(11,092).....	9,781(10,782).....	10,062(11,092).....
Αριθμός φορτηγών.....	6.....	6.....	6.....
Εξοπλισμός φόρτωσης			
Αριθμός φορτωτών.....	1.....	1.....	1.....
Πιθανότητα.....	1.00.....	1.00.....	1.00.....
Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	11,222(12,370).....	10,993(12,370).....	11,222(12,370).....
0)			10,287(11,340)
Εξοπλισμός φόρτωσης			
Αριθμός φορτωτών.....	1.....	1.....	1.....
Πιθανότητα.....	0,85.....	0,85.....	0,85.....
Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	9,539(10,515).....	9,344(10,300).....	9,539(10,515).....
			8,744(9,639)
Εξοπλισμός φόρτωσης			
Αριθμός φορτωτών*.....	2.....	2.....	2.....
Πιθανότητα.....	0,85.....	0,85.....	0,85.....
Παραγωγή συστημάτων			
Τόνοι(st)/μετατόπιση.....	10,970(12,092).....	10,746(11,845).....	10,970(12,092).....
)			10,056(11,085)

*Χρησιμοποιείται μόνο ο ένας φορτωτής. Ο άλλος είναι σε αναμονή.

Το κόστος των ελαστικών συχνά μειώνεται με την ανακεφαλαίωση, με τις τιμές ανακεφαλαίωσης αποκτηθείσες από τοπικούς διανομείς ελαστικών.

Το κόστος προληπτικής συντήρησης των ελαστικών περιλαμβάνει λιπαντικά πετρέλαια και λίπη, φίλτρα και διάφορα μέρη και εργασίες που απαιτούνται για το σέρβις του φορτηγού. Το κόστος προληπτικής συντήρησης των ελαστικών είναι

περίπου το 20% του κόστους καυσίμων. Μια πιο λεπτομερής εκτίμηση και των δυο μερών και της εργασίας μπορεί να βασιστεί στην ικανότητα σέρβις του φορτηγού. Τα διαστήματα σέρβις που προτείνει ο κατασκευαστής. Το τοπικό κόστος σε πετρέλαιο, λάδια, φίλτρα και εργασία.

Το κόστος επισκευής περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες συντήρησης του φορτηγού που δεν περιλαμβάνονται στην προληπτική συντήρηση. Αυτό περιλαμβάνει και τα δυο μέρη και εργασίες για το φορτηγό: εξετάσεις και επανοικοδομήσεις. Δυο συνηθισμένες μέθοδοι εκτίμησης του κόστους επισκευής, βασίζονται είτε στην υποτιμητέα αξία είτε στην κατανάλωση καυσίμου.

Χρησιμοποιώντας την υποτιμητέα αξία, το κόστος επισκευής R_c , σε δολάρια ανά ώρα, μπορεί να υπολογιστεί ως εξής.

$$R_c = \frac{Vd}{10,000} \times Fr$$

όπου Vd , η υποτιμητέα αξία και Fr , ο παράγοντας επισκευής. Είναι σημαντικό, η υποτιμητέα αξία να είναι η τρέχουσα αξία για να απεικονίζει το τρέχον κόστος επισκευής. Ο πίνακας 2.14 παρουσιάζει τους παράγοντες επισκευής για μια σειρά από συνθήκες επισκευών. Αυτοί οι παράγοντες επισκευής είναι για μηχανοκίνητα φορτηγά και πρέπει να μειώνονται για τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά. Ο πίνακας 2.15 παρουσιάζει ρυθμιστικούς παράγοντες που ρυθμίζουν τον παράγοντα επισκευής για την ηλικία του φορτηγού.

Η χρήση της κατανάλωσης καυσίμου για να υπολογιστεί το κόστος επισκευής, αφορά το κόστος επισκευής στον παράγοντα φορτίου της μηχανής ή της εργασίας που διενεργεί το φορτηγό. Χρησιμοποιώντας τα τρέχοντα (1983) μέρη και τις εργατικές τιμές, το κόστος επισκευής για τα συμβατικά φορτηγά οπίσθιας απόθεσης, κυμαίνεται από \$ 0,24 έως \$ 0,42 / L. (\$0,90 to \$1,60 per gal) καυσίμου στα μηχανοκίνητα φορτηγά, και από \$0,16 έως \$0,28 / L (\$0,60 to \$ 1,05 per gal) για τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά. Αυτά τα κόστη επισκευής

Πίνακας 2.13. Παράγοντες φορτίου μηχανής φορτηγών

Τύπος φορτηγού	Παράγοντας φορτίου*		
	Ελαφρύ	Μέσο	Βαρύ
Συμβατικά οπίσθιας			
Απόθεσης.....	0,25.....	0,35.....	0,50
Συρόμενο.....	0,35.....	0,50.....	0,65
Ακέραιας κατώτατης απόθεσης.....	0,25.....	0,35.....	0,50

Πίνακας 2.14. Παράγοντες επισκευής φορτηγών

	Παράγοντας επισκευής*			
	Ευνοϊκός	Μέσος	Δυσμενής	Πολύ δυσμενής
Συμβατικό				
οπίσθιας απόθεσης	0,30	0,50	0,75	1,00
Συρόμενο	0,25	0,40	0,60	0,80

* Παράγοντες επισκευής για μηχανοκίνητα φορτηγά. Πολλαπλασιάζουμε επί 0,65 για τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά.

βασίζονται στο μέσο όρο κόστους για ένα 30,000 hr χρόνου ζωής. Για παράδειγμα, το κόστος επισκευής στον πίνακα 2.12, για ένα 109t(120ton) φορτηγό, μπορεί να κυμαίνεται από \$15,42 έως \$ 26,99 / hr χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο υπολογισμού.

Το κόστος του χειριστή, είναι αμοιβές του χειριστή του φορτηγού και κανονικά περιλαμβάνει το βασικό μισθό, ωφέλει περιθωρίου, εκπαίδευση κτλ.

3)Κόστος παραγωγής

Το κόστος παραγωγής μεταφορών, συνήθως παρουσιάζεται ως κόστος ανά τόνο (ton)ή κόστος ανά τόνο – χιλιόμετρο (ton-mile). Το κόστος ανά τόνο, είναι

απλώς το συνολικό κόστος του φορτηγού χωριστά από τους συνολικούς τόνους που μεταφέρονται από το φορτηγό. Το κόστος ανά τόνο-χιλιόμετρο, λαμβάνει υπόψη την απόσταση που το υλικό μεταφέρεται, και υπολογίζεται με το συνολικό κόστος του φορτηγού χωριστά από τα συσσωρευμένα τόνους-χιλιόμετρα που είναι η συσσώρευση βάρους επί απόσταση. Για παράδειγμα, ένα φορτηγό 109t (120) τόνων ωφέλιμου φορτίου, που κάνει 3,3 κυκλικά ταξίδια ανά ώρα ενεργής λειτουργίας, με ένα κόστος λειτουργίας \$86,10 / hr, πίνακας 2.12, έχει κόστος λειτουργίας \$ 0,2397 / t (\$0,2174/ton). Αν η απόσταση μιας μονής διαδρομής μεταφοράς είναι 2438 μ. (8000 ft), το κόστος λειτουργίας είναι \$0,0983/τόνο-χιλιόμετρο (\$0,1435/τόνο-μίλι).

Πίνακας 2.15. Παράγοντες επισκευής φορτηγού ρυθμιστικός παράγοντας για την ηλικία του φορτηγού

Ηλικία φορτηγού, hr	Ρυθμιστικός παράγοντας	
	Αυξημένος	Μέσος
5,000.....	0,65.....	0,65
10,000.....	0,80.....	0,73
15,000.....	0,95.....	0,80
20,000.....	1,10.....	0,88
30,000.....	1,25.....	1,00
40,000.....	1,75.....	1,19

2.2 Ανάλυση Προσωμείωσης Συστημάτων Μεταφοράς

2.2.1 Εισαγωγή

Σε μια μεταλλευτική λειτουργία, το σύστημα μεταφοράς είναι το ενδιάμεσο στοιχείο μεταξύ των συστημάτων φόρτωσης και απόθεσης. Μαζί, τα τρία, σχηματίζουν το σύστημα χειρισμού υλικών. Τα συστήματα χειρισμού υλικών χαρακτηρίζονται από ένα συνδυασμό διαδικασιών απογραφής, γραμμής αναμονής, κατανομής και αντικατάστασης. Αποτελεσματικά και αποδοτικά συστήματα χειρισμού μπορούν να αναπτυχθούν μόνο μέσω μιας λεπτομερούς μελέτης αυτών των διαδικασιών σε ένα

πλαίσιο ανάλυσης συστημάτων. Διαφορετικά, υπερφόρτωση και δυσχέρεια παραγωγής θα καταλήξουν σε απροσδόκητες θέσεις στο σύστημα εξόρυξης. Ο όρος ανάλυση συστημάτων, χρησιμοποιείται εδώ, για να περιγράψει μια ενσωματωμένη προσέγγιση, η οποία εξετάζει ένα πλήρες σύστημα στοιχείων σαν μια οντότητα περισσότερο, παρά σαν μια συνάθροιση τμημάτων, πχ ένα σύστημα στο οποίο κάθε στοιχείο είναι σχεδιασμένο να ταιριάζει με τα άλλα στοιχεία περισσότερο παρά να λειτουργεί μόνο του.

Στα ορυχεία επιφανείας, η μεταφορά υλικών από τον τόπο παραγωγής στα σημεία εκφόρτωσης, πραγματοποιείται σιδηροδρομικώς, με βαγονέτα, με ταινιόδρομο, υδραυλική μεταφορά ή με μεταλλικούς κάδους μεταφοράς. Σε ένα μοντέλο ανάλυσης συστημάτων αυτού του συστήματος μεταφοράς, για να το εφοδιάσουμε με συνοχή και πληρότητα, είναι σύνηθες να περιλαμβάνουμε τα δυο πιο σημαντικά αλληλένδετα συστήματα – το σύστημα φόρτωσης και το σύστημα εκφόρτωσης. Μερικές από τις πιο πρόσφατες εφαρμογές υπολογιστών στην επιφανειακή εξόρυξη ήταν στο σύστημα χειρισμού υλικών (Ware, 1955 Dunlop and Jacobs, 1955). Κατασκευαστές σιδηροδρομικών μηχανών, φορτηγών και εξοπλισμού ιμάντων χρησιμοποιούν προγράμματα προσομοίωσης στον υπολογιστή για να προβλέψουν την απόδοση του εξοπλισμού μεταφοράς πάνω σε δεδομένα προφίλ ρυμούλκησης. Καθώς τα συστήματα εκσκαφής είναι τα πιο συνηθισμένα στα μεταλλεία ανοιχτών κοιλωμάτων, κάποια μοντέλα υπολογιστών έχουν αναπτυχθεί για να μελετούν αυτά τα συστήματα. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία του και τη συνάφεια στην ανάλυση των συστημάτων μεταφοράς, αυτός ο τομέας στην προσομοίωση καλύπτει ευρέως, με αριθμητικά παραδείγματα, μια σειρά από θέματα στις περιοχές του μοντελισμού, κατανομής 2 πιθανοτήτων, το Μόντε Κάρλο σαν δείγμα αιτιοκρατικής και πιθανολογικής προσομοίωσης και μοντέλων προσομοίωσης

2.2.2 Μαθηματική μοντελοποίηση

Στις βιομηχανικές και επιχειρηματικές εγκαταστάσεις, η λήψη αποφάσεων περιορίζεται από μερικούς εξωτερικούς παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός και η αγορά, πάνω στα οποία μπορεί να υπάρχει λίγος ή καθόλου έλεγχος. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει ένας υψηλός βαθμός επιλεκτικότητας όσον αφορά εσωτερικούς παράγοντες, όπως μέθοδοι λειτουργίας, εξοπλισμού και διοίκησης. Για παράδειγμα, στην επιλογή ενός συστήματος για επιφανειακό ορυχείο, η τοποθέτηση του όγκου

μεταλλεύματος, η ποιότητα του μεταλλεύματος και η μεταλλοποίηση, αν και σημαντικά, δεν μπορούν να ποικίλουν. Ωστόσο, υπάρχει μια σημαντική προσαρμοστικότητα στην επιλογή μεθόδου μεταφοράς (βαγόνια, φορτηγά, μάντες, σωλήνες, κ.τ.λ.) στην επιλογή εξοπλισμού για τη μέθοδο μεταφοράς (μικρή, μεγάλη, κατώτατη απόθεση, δευτερεύουσα απόθεση, κ.τ.λ) και στην τοποθέτηση ευκολιών εξόρυξης (εκφορτώσεις, σάκοι μεταλλευμάτων, κάδοι, κ.τ.λ.) Ο σκοπός της λήψης αποφάσεων, στο πλαίσιο ανάλυσης συστημάτων, είναι να επιλέξουμε από ένα ολόκληρο σύνολο ελεγχόμενων και μη παραγόντων, οι οποίοι συμβάλλουν περισσότερο στην συνολική ανάπτυξη της εταιρείας. Συμβολικά, το πρόβλημα μπορεί να απεικονιστεί ως:

$$Z = F(\chi_i, y_j) \quad i=1,2,\dots,M; J=1,2,\dots,N \quad (;$$

Όπου, Z = η μέτρηση αποτελεσματικότητας (κόστος, όφελος, παραγωγή, κ.τ.λ.)

χ_i = ελεγχόμενες μεταβλητές

y_j = μη ελεγχόμενες μεταβλητές

F = λειτουργικός χειριστής.

Αυτό το συμβολικό μοντέλο περιγράφει σε γενικές γραμμές τα ουσιώδη για την προσέγγιση συστημάτων στη λήψη αποφάσεων. Πρώτον, οι ελεγχόμενες και ή ελεγχόμενες μεταβλητές, πρέπει να προσδιοριστούν. Δεύτερον, το μέτρο αποτελεσματικότητας της λήψης αποφάσεων πρέπει να καθοριστεί. Τρίτον, η κλίμακα μέτρησης της αποτελεσματικότητας πρέπει να συγκροτηθεί και τέταρτον, οι σχέσεις μεταξύ των ελεγχόμενων και μη ελεγχόμενων μεταβλητών, πρέπει να καθοριστούν λειτουργικά. Τέλος, η λύση ή το αποτέλεσμα των λειτουργικών σχέσεων πρέπει να ενσωματωθεί σε μια μέτρηση πάνω στην κλίμακα αποτελεσματικότητας, για να χρησιμεύσει σαν ένδειξη της αξίας της έκβασης μιας συγκεκριμένης απόφασης.

Η απλότητα του συμβολικού μοντέλου, διαψεύδει την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος λήψης αποφάσεων, ιδιαίτερα οι κοινωνικοανθρωπιστικές όψεις, οι οποίες ίσως να μην διαμορφωθούν εύκολα. Πρακτικά, η μέτρηση αποτελεσματικότητας σπάνια εκτιμάται μονομερώς. Προβλήματα παρουσιάζονται στο να προσδιοριστούν τα όρια του συστήματος που αναλύεται. Συχνά, δεν είναι δυνατόν να λύσουμε τις λειτουργικές σχέσεις χρησιμοποιώντας κλασσικές μεθόδους μαθηματικών.

2.2.3 Συστήματα προσομείωσης

Τα μαθηματικά μοντέλα, έχουν ταξινομηθεί ως γραμμικά ή μη γραμμικά, σταθερά ή ασταθή, σταθερής κατάστασης ή προσωρινά, ανοιχτά ή κλειστά και αιτιοκρατικά ή στοχαστικά. (Forester, 1961). Ασταθή, απεριόριστα μοντέλα καταλήγουν σε εκρηκτικές ταλαντώσεις και δεν είναι αντιπροσωπευτικά των πραγματικών συστημάτων. Το μοντέλο ανάπτυξης ίσως να βασίζεται σε θεωρητική γνώση του συστήματος ή στην ανάπτυξη δεδομένων από το σύστημα. Στη δεύτερη μέθοδο, οι αξίες για μερικές μεταβλητές συστήματος καταγράφονται κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εμπειρικές σχέσεις μεταξύ εισόδου και εξόδου μεταβλητών καθορίζονται μέσα από τη χρήση στατιστικών τεχνικών. Το μοντέλο ανάπτυξης ίσως χρησιμοποιεί ποικίλους συνδυασμούς θεωρητικής γνώσης και εμπειρικών ευρημάτων. Υπάρχει μια αποθήκη εργαλείων και τεχνικών και προσεγγίσεων για να αναπτυχθεί ένα μοντέλο ενός συστήματος.

Μαθηματικά μοντέλα πολύπλοκων συστημάτων είναι δύσκολα όχι μόνο να τα αναπτύξουμε αλλά επίσης να τα λύσουμε. Για μια μελέτη συγκεκριμένου συστήματος μεταφοράς, αν δεχτούμε ότι τα συστήματα φόρτωσης και εκφόρτωσης σταθεροποιούνται με το ποσοστό παραγωγής, το z μπορεί να καθοριστεί ως το συνολικό κόστος μεταφοράς, το x ως οι ελεγχόμενες μεταβλητές του συστήματος μεταφοράς (ο τύπος του συστήματος μεταφοράς, το μέγεθος και ο αριθμός του εξοπλισμού μεταφοράς, το προφίλ δρόμου ρυμούλκησης και συνθήκες, κτλ), και το y οι μη ελεγχόμενες μεταβλητές (η επιθυμητή παραγωγή και τα συστήματα φόρτωσης και εκφόρτωσης και τα χαρακτηριστικά τους και οι τοποθεσίες τους.)

Όπως αναφέρεται εδώ, ο υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων, ενδιαφέρεται να ελαχιστοποιήσει το κόστος μεταφοράς για μια καθορισμένη παραγωγή μέσω της καλύτερης επιλογής του τύπου του συστήματος μεταφοράς και το μέγεθος και αριθμό του εξοπλισμού για το επιλεγμένο σύστημα. Σχετικοί στόχοι περιλαμβάνουν ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής και μεγιστοποίησης της χρήσης όλου του εξοπλισμού σε μια πρωταρχική βάση.

Στα επιφανειακά ορυχεία, η πολύπλοκη αλληλεξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών στο σύστημα μεταφοράς και των δυναμικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ του συστήματος μεταφοράς και άλλων σχετικών συστημάτων, φτιάχνουν ένα μοντέλο συστήματος μεταφοράς τόσο πολύπλοκο για να αναπτυχθεί με κλασσικά εργαλεία και τεχνικές. Ειδικότερα, σε ένα σύστημα μεταφοράς εκσκαφέα, ο χρόνος

φόρτωσης του φορτηγού και το φορτίο (ποσότητα του υλικού) στο φορτηγό είναι στατιστικές μεταβλητές. Η απόδοση του φορτηγού στην οδική ρυμούλκηση είναι μια λειτουργία της καμπύλης ταχύτητας *rimpull* του φορτηγού, του οδικού σχεδιαγράμματος έλξης και συνθηκών, και το φορτίο στο φορτηγό. Οι χρόνοι ταξιδιού του φορτηγού, είναι επίσης μια λειτουργία του αριθμού και τύπου των φορτηγών στην οδική ρυμούλκηση. Κατά συνέπεια, ένα μοντέλο συστήματος εκσκαφής πρέπει να έχει στατικά, δυναμικά, κινηματικά και στατιστικά στοιχεία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μια συστηματική προσέγγιση να βελτιώσουμε πάνω στη διαίσθηση και εμπειρία είναι να χτίσουμε ένα μοντέλο προσομοίωσης του συστήματος. Η προσομοίωση συστήματος καθορίζεται ως η τεχνική της λύσης προβλημάτων ακολουθώντας αλλαγές υπερωριακές σε ένα δυναμικό μοντέλο του συστήματος. Τα συστήματα προσομοίωσης μπορεί να είναι ιδιαίτερα, συνεχόμενα ή ένας συνδυασμός των δύο, στις διαστάσεις χρόνου και αξίας μεταβλητών (Emsoff and Sisson, 1970, Gordon 1969) Η τεχνική δεν επιχειρεί να λύσει τις εξισώσεις ενός μοντέλου. Περισσότερο παρατηρεί τον τρόπο με τον οποίο οι ελεγχόμενες μεταβλητές του μοντέλου αλλάζουν με το χρόνο.

Καθώς δυναμικά φυσικά μοντέλα μπορούν να είναι χρήσιμα για τις μελέτες προσομοίωσης, το μοντέλο στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή στο οποίο η θεωρητική γνώση και τα εμπειρικά ευρήματα για το σύστημα, ενσωματώνονται. Η είσοδος δεδομένων στο πρόγραμμα αποτελείται από τις αξίες των ελεγχόμενων και μη ελεγχόμενων μεταβλητών. Οι αποδόσεις του προγράμματος είναι μέτρα της απόδοσης ή του κόστους. Υπάρχει, συνήθως, μη ξεκάθαρη βελτιστοποίηση στην προσομοίωση. Η καλύτερη λύση βρίσκεται διεξάγοντας έναν αριθμό πειραμάτων, στο καθένα από τα οποία η είσοδος δεδομένων αναπτύσσεται πάνω στη βάση αποτελεσμάτων προηγούμενων προσομοιώσεων, διαίσθησης και εμπειρίας. Στην ουσία, η προσομοίωση είναι μια τεχνική πειραματικής λύσης προβλήματος.

Η προσέγγιση προσομοίωσης είναι εφαρμόσιμη σε συστήματα όπου οι κλασσικές αναλυτικές τεχνικές δεν είναι εφικτές. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες στο πώς να προσομοιώσεις ένα σύστημα. Αυτές οι δυο ιδιότητες – γενική ικανότητα εφαρμογής και έλλειψη οδηγιών – έχουν δώσει στην προσομοίωση μεγάλη προσαρμοστικότητα και ευρεία χρήση, αλλά εξαιτίας αυτών των ιδιοτήτων, υπάρχει επίσης η δυνατότητα κακής εφαρμογής και κατάχρησης. Ωστόσο, οι κατασκευαστές

μοντέλων πρέπει να επιβεβαιώνουν ότι το μοντέλο προσομοίωσης ενός συστήματος στην πραγματικότητα είναι μια έγκυρη αναπαράσταση της πραγματικότητας.

Τρία σημεία αξίζει να σημειωθούν σε αυτό το στάδιο. Πρώτον, ο στόχος του μοντελισμού είναι η σύνοψη της πραγματικότητας πάνω στην οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν πειράματα για να κατανοήσουμε την πραγματικότητα. Ωστόσο, προσπάθειες να αναπτυχθούν μοντέλα τα οποία αντιγράφουν την πραγματικότητα σε όλες τις όψεις, ίσως να μην είναι πολύ χρήσιμα ή δυνατά. Σε πολύ λεπτομερή μοντέλα, οι διαφορές των αποδόσεων, ίσως να μην είναι ανιχνεύσιμες σε αλλαγές στην είσοδο δεδομένων, πχ η σχέση αιτίας και αποτελέσματος ίσως να μην καθιερώνεται καθαρά για να βοηθήσει τη λήψη αποφάσεων. Ο στόχος έπρεπε να είναι η σύλληψη της ουσίας του συστήματος του πραγματικού κόσμου. Δεύτερον, κανένα μοντέλο, ωστόσο λεπτομερές και σχετιζόμενο σύμφωνα με τους ισχυρισμούς με ένα σύστημα για το οποίο είναι μοντέλο, δεν μπορεί να εξηγήσει όλες τις παρατηρήσεις. Στην αποδοχή ή απόρριψη ενός μοντέλου για χρήση, θα έπρεπε, ωστόσο, να υπάρχει πάντα ένα στοιχείο κρίσης. Τρίτον, τα δεδομένα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και εφαρμογή οποιουδήποτε μοντέλου. Ωστόσο, κανείς δεν πρέπει να απαιτεί να είναι η συλλογή δεδομένων προϋπόθεση κατασκευής μοντέλου. Κάποια συστήματα ίσως απαιτούν πρώτα κατασκευή μοντέλου και έπειτα συλλογή δεδομένων. Είναι δύσκολο να καθιερώσεις την επάρκεια των δεδομένων και με αυτό το σεβασμό, οι ανάγκες δεδομένων κάθε συστήματος πρέπει να εκτιμώνται ατομικά.

Οι έννοιες που παρουσιάζονται εδώ, επεξηγούνται σε έναν αριθμό μοντέλων – αιτιοκρατία, στατιστικά και προσομοίωση – τα οποία αναπτύσσονται σε ακόλουθα τμήματα.

ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΥΚΛΟΥ ΧΡΟΝΩΝ

Ο κύκλος χρόνου για ένα τμήμα ρυμούλκησης μπορεί να εκφραστεί ως (Suboleski, 1975)Q

$$LCT = STL + LT + TL + STD \quad (1)$$

$$DT + TE + AD$$

Όπου,

LCT: κύκλος χρόνου για ένα τμήμα ρυμούλκησης, min

STL: χρόνος σημείων στο φορτωτή, min

LT: χρόνος φορτώματος στη ρυμούλκηση τμήματος, min

TL: χρόνος ταξιδιού (φορτωμένου), min

STD : χρόνος σημείων στην εκφόρτωση, min

DT : χρόνος εκφόρτωσης, min

TE : χρόνος ταξιδιού (άδειο), min

AD : μέση καθυστέρηση σε έναν κύκλο ρυμούλκησης, min, (αναμονή στην εκφόρτωση, αναμονή στο φορτωτή ή επιβράδυνση στην οδική ρυμούλκηση).

$$\text{Επίσης, } LT = TCP / LR \quad (2)$$

Όπου,

TCP = χωρητικότητα του τμήματος ρυμούλκησης, μικροί τόνοι (short tons)

LR = ποσοστό φορτώματος στο φορτωτή, st./ min.

Με τα συστήματα εκσκαφής,

$$LT = [TCP / BCP] * x CTL \quad (3)$$

Όπου,

BCP = χωρητικότητα κουβά του φορτωτή, st (προσαρμοσμένο για παράγοντα γεμίσματος, κτλ)

CTL = κύκλος χρόνου για το φορτωτή, min (προσαρμοσμένο για φορτωτική αποδοτικότητα κτλ)

[] * δείχνει ότι η αξία ανακεφαλαιώνεται (ή στρογγυλοποιείται;) στον επόμενο υψηλότερο ακέραιο αριθμό.

$$TL = HD / SL \quad (4)$$

$$TE = HD / SE \quad (5)$$

Όπου,

HD = απόσταση ρυμούλκησης απ-ό το φορτωτή στην απόθεση, ft

SL = ταχύτητα φορτωμένου τμήματος ρυμούλκησης, ft/min

SE = ταχύτητα ενός άδειου τμήματος ρυμούλκησης, ft/min.

Η αξία του AD, μπορεί να προσδιοριστεί από το χρόνο μελέτης δεδομένων. Μπορεί, επίσης, να υπολογιστεί από μια ανάλυση του συστήματος.

Αν δεχτούμε ότι δεν υπάρχει καθυστέρηση στην εκφόρτωση ή στην οδική ρυμούλκηση, ο χρόνος των τμημάτων ρυμούλκησης που απαιτείται για να κρατήσει το τμήμα φόρτωσης απασχολημένο, δίνεται από:

$$N = [LCT / STL + LT]^* \quad (6)$$

Όπου, []* δείχνει ότι η αξία ανακεφαλαιώνεται(ή στρογγυλοποιείται) στον επόμενο υψηλότερο ακέραιο αριθμό.

$$\text{Ισοδύναμα μέτρησης st x 0,907 184 7 = t,}$$

$$\text{ft x 0,3048 = m}$$

$$\text{mph x 1,609 = km/h}$$

Όρος για το χρόνο αναμονής του φορτωτή για να είναι στο μηδέν ή χαμηλότερα δίνεται από

$$W = \frac{4,5HD}{5000} - 3,20 N + 3,7 \leq 0$$

$$\text{ή} \quad N \geq \frac{4,5HD}{16000} + 1,16$$

$$N \geq 0,00028 [HD] + 1,16$$

$$\text{Για: HD = 5000ft} \quad N > 2,56 \quad N=3$$

$$\text{HD = 7500ft} \quad N > 3,26 \quad N=4$$

$$\text{HD = 10000ft} \quad N > 3,96 \quad N=4$$

$$\text{HD = 12500ft} \quad N > 4,66 \quad N=5$$

$$\text{HD = 15000ft} \quad N > 5,36 \quad N=6$$

Η παραγωγή της μετατόπισης είναι μια σύνθετη λειτουργία πολλών παραγόντων, όπως, ο αριθμός μονάδων φόρτωσης, ο αριθμός μονάδων έλξης, ο αριθμός των απορρίψεων, η διαθεσιμότητα αυτών των μονάδων, το μήκος του δρόμου μεταφοράς, η ταχύτητα της έλξης. Η συνολική απόδοση του συστήματος του μεταλλείου, είναι το αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης όλων αυτών των παραγόντων. Αιτιολογικοί

υπολογισμοί, όπως παρουσιάστηκαν προηγουμένως, είναι χρήσιμοι για την προκαταρκτική αξιολόγηση. Από την άλλη, οι διάφοροι στοιχειώδεις χρόνοι, σε ένα κύκλο, μπορεί να είναι, και συχνά είναι, τυχαίες μεταβλητές. Γι αυτό, όποτε είναι διαθέσιμα τα στοιχεία, η εφαρμογή στατιστικών τεχνικών, παρέχει καλύτερες απαντήσεις.

2.2.4 Ταξινόμηση στόλου φορτηγών

Ένα από τα πιο σημαντικά κριτήρια για την επιλογή εξοπλισμού στα ορυχεία επιφανείας, είναι ο προσδιορισμός της ταξινόμησης του στόλου των φορτηγών. Συνηθίζεται να καθορίζεται το συνολικό μέγεθος του στόλου, ως:

$$(11) \text{ Συνολικό μέγεθος στόλου} = \frac{\text{Αριθμός φορτηγών που απαιτούνται λειτουργικά}}{\text{Η διαθεσιμότητα ενός φορτηγού}}$$

$$(12) \text{ Διαθεσιμότητα} = \frac{\text{Πιθανές ώρες-Ωρες χρόνου διακοπής}}{\text{Πιθανές ώρες}}$$

Για παράδειγμα, αν 16 φορτηγά απαιτούνται για την παραγωγή, και η διαθεσιμότητα ενός φορτηγού είναι 0,8, τότε το συνολικό μέγεθος του στόλου υπολογίζεται σε $(16/0,8)=20$. Είκοσι φορτηγά στο στόλο είναι ανεπαρκής αριθμός για να συναντήσουν τις λειτουργικές ανάγκες των 16 φορτηγών. Ένας καλύτερος τρόπος να υπολογίσουμε Το μέγεθος του στόλου φορτηγών, χρησιμοποιώντας μια δυωνυμική διανομή, παρουσιάζεται από τον Connel (1969,1973). Ορίζονται:

P_n = πιθανότητα ότι ακριβώς n μονάδες είναι διαθέσιμες

P_a = πιθανότητα ότι μια μοναδική μονάδα είναι διαθέσιμη

P_{na} = πιθανότητα ότι μια μοναδική μονάδα δεν είναι διαθέσιμη = $(1-P_a)$

N =ολικός αριθμός των μονάδων του συστήματος

N_{cn} = ολικός αριθμός από N πράγματα, ληφθέντα n σε κάποιο χρόνο ($n \leq N$)

$$P_n = Nc_n (P_a)^n (P_{na})^{N-n} \quad (13)$$

Επίσης,

$$P_{ln} = \sum_{x=n}^N C_x (P_a)^x (P_{na})^{N-x}$$

όπου P_{ln} είναι η πιθανότητα τουλάχιστον n μονάδων που θα είναι διαθέσιμες. Ως N και n αύξηση, είναι προτιμότερη η χρήση προγράμματος υπολογιστή για τον υπολογισμό τέτοιων πιθανοτήτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ HAULAGE PROFILE

3.1 Γενικά για το Haulage Profile

Το υποσύστημα Haulage Profile αποτελείται από τις ακόλουθες επιλογές:

- Βιβλιοθήκη φορτηγών
- Εκτίμηση κύκλου διαδρομών
- Πρότυπος υπολογισμός διαδρομών
- Όψη βαθμίδας

Οι επιλογές που απαριθμούνται πιο πάνω μπορούν επίσης να επιλεγούν από την μπάρα του Haulage

Εφαρμογές του Haulage Profile

- Χρόνος υπολογισμού ταξιδιού μεταφορικών φορτηγών από την βαθμίδα, που αποθηκεύει τριγωνισμούς σε μπλόκ μοντέλων μπλόκ.
- Χρόνος παραγωγής φορτηγών μεταφοράς που αποθηκεύεται σε μπλόκ μοντέλων μπλόκ.
- Κύκλος ζωής φορτηγού μεταφοράς που αποθηκεύει σε μπλόκ μοντέλων μπλόκ.
- Εκτίμηση παραγωγικότητας στόλου για το μακροπρόθεσμο και βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό.
- Ανάλυση ευαισθησίας σε κριτήρια οδικού σχεδίου
- Έκθεση αρχείων μορφής Microsoft Excel και CSV (Comma Separated Valag) από την βαθμίδα και τον τύπο του υλικού.
- Χρήση των CAD εργαλείων του Envisage για τον σχεδιασμό των διαδρομών.

Εξισώσεις του Haulage Profile:

Ο κύκλος ζωής για μια μονάδα μεταφοράς μπορεί να εκφραστεί από:

$$LCT=STL+LT+TL+STD+DT+TE+AD$$

όπου:

Μεταβλητή

Περιγραφή

LCT	Κύκλος ζωής μιας μονάδας μεταφοράς, λεπτά
STL	Χρονικό σημείο κατά τον φορτωτή
LT	Χρόνος φορτίου στην μονάδα μεταφοράς, λεπτά
TL	Χρόνος ταξιδιού
STD	Χρονικό σημείο κατά την απόθεση
DT	Χρόνος απόθεσης, λεπτά
TE	Χρόνος ταξιδιού (άδειο), λεπτά
AD	Μέση καθυστέρηση στον κύκλο μεταφοράς, λεπτά (καθυστέρηση κατά την μεταφορά ή η ταχύτητα ή σημείων στάσεων στον δρόμο μεταφοράς

Επίσης: $LT=TCP/LR$

Όπου:

Μεταβλητή

Περιγραφή

LT	Χρόνος φορτίου της μονάδας μεταφοράς, λεπτά
TCP	Χωρητικότητα της μονάδας μεταφοράς, σύντομοι τόνοι
LR	Ποσοστό φόρτωσης κατά τον φορτωτή, st/min

Μαζί με συστήματα πτύον φορτηγών

$$LT=(TCP/BCP)/CTL$$

Όπου:

Μεταβλητή

Περιγραφή

LT	Χρόνος φορτίου της μονάδας μεταφοράς, λεπτά
TCP	Χωρητικότητα της μονάδας μεταφοράς,

	σύντομοι τόνοι
BCP	Χωρητικότητα κάδου του φορτωτή (ρυθμισμένο για τον παράγοντα γεμίσματος)
CTL	Κύκλος ζωής του φορτωτή, λεπτά (ρυθμισμένο για αποδοτικότητα φορτωτή)

$$TL=HD/SL$$

$$TE=HD/SE$$

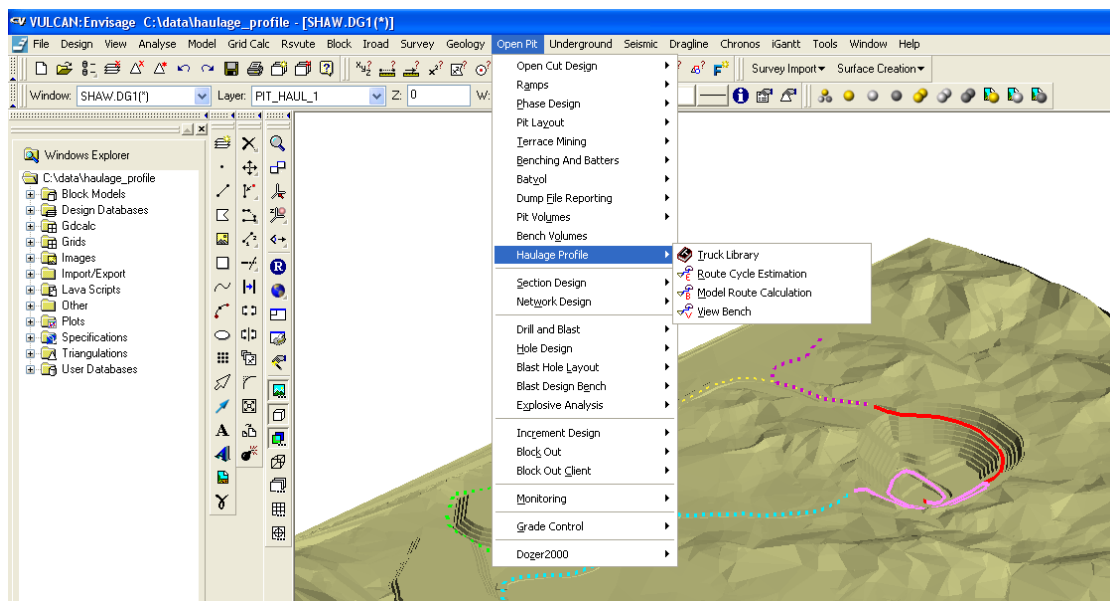
Όπου:

Μεταβλητή	Περιγραφή
TL	Χρόνος ταξιδιού (φορτωμένο), λεπτα
HD	Απόσταση μεταφορά από τον φορτωτή στην απόθεση (πόδια ή μέτρα)
SL	Ταχύτητα της φορτωμένης μονάδας μεταφοράς (πόδια/λεπτό ή μέτρα/λεπτό ή km) h
SE	Ταχύτητα άδειας μονάδας μεταφοράς (teed/min ή meters/min ή km/h ή miles/h

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Οι διαθέσιμες επιλογές είναι:

- Να υπολογίζει εύκολα αποστάσεις, τον χρόνο και την παραγωγικότητα για υπαίθρια και υπόγεια ορυχεία
- Να αποθηκεύει αποστάσεις, παραγωγικότητες και κύκλους ζωής σε μοντέλα μπλόκ του Vulcan.
- Να τοποθετεί τα αποτελέσματα απευθείας σε Excel και CSV τύπους αρχείων.
- Να εξάγει σχεδιαστικά layer μαζί με αντικείμενα που περιέχουν πληροφορίες χρόνου και απόστασης.



Σχήμα 3.1 Haulage Profile

3.2 Βιβλιοθήκη Φορτηγών

Δημιουργία μιας βιβλιοθήκης φορτηγών

Η επιλογή Truck Library μας επιτρέπει να ορίσουμε τις προδιαγραφές όπως ταχύτητα, χρόνος φόρτωσης, χωρητικότητα κάδου, χωρητικότητα φορτηγού κτλ για το υποσύστημα Haulage Profile. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν στο haulage_truck_library.spc αρχείο.

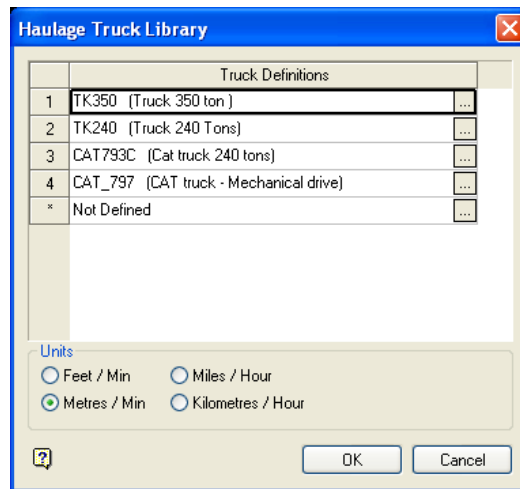
Σημείωση:

Δεν υπάρχει κανένα όριο στο ποσό του εξοπλισμού που μπορεί να καθοριστεί.

Οδηγίες:

- Επιλέξτε το μενού Open Pit
- Επιλέξτε το υπομενού Haulage Profile
- Επιλέξτε την επιλογή Truck Library

Εμφανίζεται το παρακάτω πάνελ



Σχήμα 3.2 Haulage truck library panel

Haulage truck library panel

Αυτό το τμήμα χρησιμοποιεί ένα συμφραστικά εξαρτώμενο μενού που σας επιτρέπει να εκτελείτε επιλογές όπως η εισαγωγή και η διαγραφή σειρών, αντιγραφή και επικόλληση κελιών κτλ.

Truck Definition

Αυτή η στήλη είναι μια λίστα όλων των καθορισμένων φορτηγών που είναι τοποθετημένα στο haulage_truck_library.spc αρχείο. Για την δημιουργία ή για την ρύθμιση ενός καθορισμένου φορτηγού απλά επιλέξτε το εικονίδιο ΕΙΚΟΝΑ. Μόλις επιλεγεί, θα εμφανίσει το πάνελ καθορισμού φορτηγού.

Units

Αυτή η ενότητα επιτρέπει να συγκεκριμενοποιήσετε τις μονάδες μέτρησης για τα καθορισμένα φορτηγά όπως χιλιόμετρα ανά ώρα, πόδια ανά λεπτό κτλ. Αυτές οι μονάδες μπορούν να αλλαχτούν ανά πάσα στιγμή. Με το που μια μονάδα μέτρησης επιλεγεί, αυτόματα όλες οι τιμές μετατρέπονται.

Επιλέξτε OK για να αποθηκευτούν οι προδιαγραφές στο haulage_truck_library_spc αρχείο.

Δημιουργία

Truck Definition

Κάντε κλικ στο κουμπί δεξιά για να δημιουργήσετε ένα νέο καθορισμό φορτηγού.

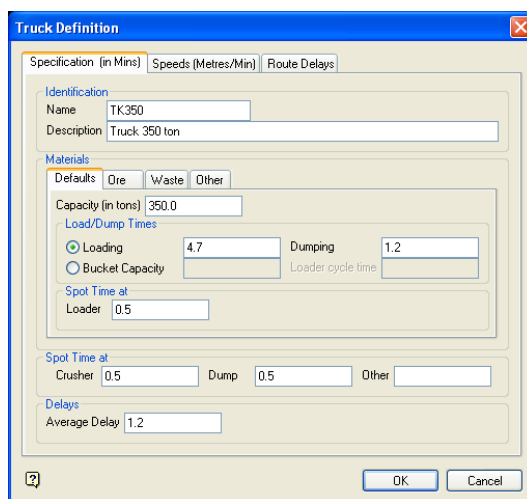
Truck Definition panel

Αυτό το πάνελ διαιρείται σε 3 διαφορετικές ετικέτες-πάνελ

- Specification
- Speeds
- Route Delays

Οι μονάδες μέτρησης που επιλέγονται μέσω του Haulage Truck library πάνελ θα εμφανίζονται μετά σε κάθε ετικέτα.

Specification



The screenshot shows the 'Truck Definition' dialog box with the 'Specification' tab selected. The 'Identification' section contains 'Name: TK350' and 'Description: Truck 350 ton'. The 'Materials' section has tabs for 'Defaults', 'Ore', 'Waste', and 'Other', with 'Defaults' active. It shows 'Capacity (in tons): 350.0'. Under 'Load/Dump Times', 'Loading' is selected with a value of 4.7, and 'Dumping' is 1.2. 'Spot Time at Loader' is 0.5. 'Spot Time at Crusher' is 0.5, 'Dump' is 0.5, and 'Other' is empty. 'Average Delay' is 1.2. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

Σχήμα 3.3 Truck Definition (Specification)

Identification

Name

Εισάγετε το όνομα του φορτηγού

Description

Εισάγετε την περιγραφή για τον καθορισμό του φορτηγού
π.χ. Cat 3516B- Eki Engine

Materials

Αυτή η ενότητα, η οποία διαιρείται σε 4 ετικέτες-πάνελ, σας επιτρέπει να καθορίσετε την ταξινόμηση υλικών. Χρησιμοποίησε το Default tab αν κάποια τιμή όπως π.χ. χρόνος φόρτωσης και απόθεσης είναι εφαρμόσιμο σε όλα τα υλικά. Αν μόνο το Default tab παρέχει τιμές τότε οι τιμές για τις ετικέτες μεταλλευμάτων αγόνων και “άλλα” ετικέτες δεν θα χρησιμοποιηθούν.

Σημείωση:

Ο όρος “Other” χρησιμοποιείται για να περιγράψει κάθε άλλο υλικό αντί για μετάλλευμα ή άγονο.

Τα ακόλουθα πεδία πρέπει να διευκρινιστούν για κάθε υλικό όπως μετάλλευμα, άγονα και άλλα. Αν μια τιμή δεν διευκρινιστεί τότε η αντιστοιχία τιμής κάτω από τη Default ετικέτα θα χρησιμοποιηθεί.

Capacity

Εισάγετε τη χωρητικότητα

Load-Dump times

Loading

Εισάγετε το ποσό του χρόνου που χρειάζεται για την φόρτωση του υλικού πάνω στο φορτηγό.

Dumping

Εισάγετε το ποσό του χρόνου κάδου δηλαδή το ποσό του υλικού που ο κάδος του πτύου που συγκρατεί.

Loader cycle time

Εισάγετε το ποσό του χρόνου (σε λεπτά) που παίρνει το πτύο να σηκώσει το υλικό και να το αποθέσει στο φορτηγό.

Spot time at

Loader

Εισάγετε το ποσό του χρόνου που το φορτηγό ξοδεύει στην γραμμή περιμένοντας να φορτωθεί με υλικό.

Crusher

Εισάγετε το ποσό του χρόνου που το φορτηγό ξοδεύει περιμένοντας στην γραμμή στον θραυστήρα. Αυτή η τιμή είναι εφαρμοσμένη μόνο στα υλικά μεταλλεύματος.

Dump

Εισάγετε το ποσό του χρόνου που το φορτηγό ξοδεύει στην γραμμή για την απόθεση. Αυτή η τιμή είναι εφαρμόσιμη μόνο στα άγονα υλικά.

Other

Εισάγετε το ποσό του χρόνου που το φορτηγό ξοδεύει στην γραμμή για τον προορισμό του.

Delays

Average delays

Εισάγετε το ποσό του πρόσθετου χρόνου που γίνεται στην διαδρομή.

Speeds

Truck Definition

Specification (in Mins) | **Speeds (Metres/Min)** | Route Delays

Flat
Loaded: 1083.333 | Empty: 1166.667

Loaded

	Cutoff%	Uphill	Downhill	Colour	L
1	3.0	333.333	416.667	[Pattern]	[Icon]
2	6.0	316.667	350.0	[Pattern]	[Icon]
3	8.0	283.333	316.667	[Pattern]	[Icon]
4	15.0	166.667	333.333	[Pattern]	[Icon]

Empty

	Cutoff%	Uphill	Downhill	Colour	L
1	3.0	333.333	416.667	[Pattern]	[Icon]
2	6.0	316.667	350.0	[Pattern]	[Icon]
3	8.0	283.333	316.667	[Pattern]	[Icon]
4	15.0	166.667	333.333	[Pattern]	[Icon]

OK Cancel

Σχήμα 3.4 Truck Definition(Speeds)

Αυτή η ετικέτα σας επιτρέπει να ορίσετε τις ταχύτητες των φορτηγών

Flat

Αυτή η ενότητα σας επιτρέπει να εισάγετε την ταχύτητα του φορτηγού σε ίσια επιφάνεια.

Loaded/Empty

Αυτή η ενότητα σας επιτρέπει να διευκρινίσετε την ταχύτητα του φορτηγού όταν κινείται ανηφορικά ή κατηφορικά. Ένα χρώμα και ένας τύπος γραμμής μπορεί να οριστεί για κάθε διακοπή. Αυτές οι ιδιότητες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσω της επιλογής Route Cycle Estimation.

Σημείωση:

Σιγουρευτείτε ότι όλες οι διακοπόμενες κλίσεις, οι οποίες εισάγονται ως ποσοστά, είναι ανοδικά, δηλαδή από το χαμηλότερο στο ψηλότερο.

Flat				
Loaded		32.0	Empty 45.0	
Loaded				
	Cutoff%	Uphill	Downhill	
1	3.0	28.0	28.0	
2	5.0	25.0	26.0	
3	8.0	21.0	20.0	
4	15.0	15.0	16.0	
*				
Empty				
	Cutoff%	Uphill	Downhill	
1	3.0	30.0	30.0	
2	5.0	26.0	27.0	
3	8.0	22.0	21.0	
4	15.0	18.0	27.0	
*				

Σχήμα 3.5 Flat panel

Route Delays

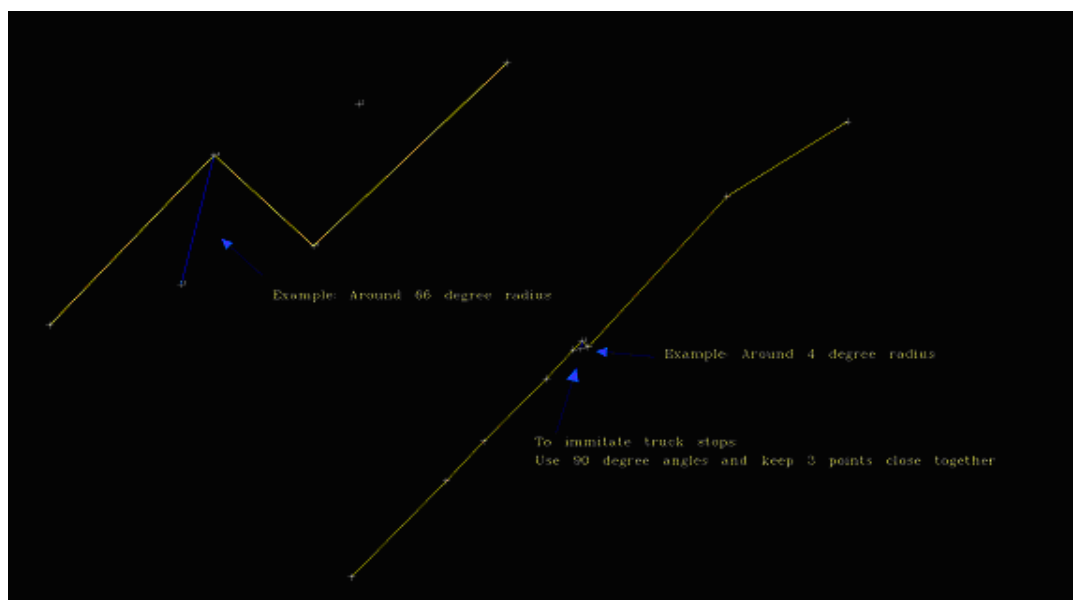
Σχήμα 3.6 Truck Definition(Route Delays)

Delays at Truck start

Διευκρινίστε τις ταχύτητες που εφαρμόζονται στο ξεκίνημα της διαδρομής (μέσα στο ορυχείο αντί για την θέση απόθεσης ή τον θραυστήρα). Μπορείτε να διευκρινίσετε χαμηλότερες ταχύτητες για τον απολογισμό της ταχύτητας ξεκινήματος, κατά τον θραυστήρα ή την θέση απόθεσης.

Delays based on Radius of Curvature

Διευκρινίστε τις καθυστερήσεις στην ταχύτητα που εφαρμόζονται όταν η γραμμή συναντά ορισμένες απότομες στροφές. Στο επόμενο παράδειγμα, μια βαθμίδα 90 μοιρών έχει χρησιμοποιηθεί για να μιμηθεί το σταμάτημα.



Σχήμα 3.7 Βαθμίδα 90 μοιρών

Επιλέξτε OK για να επιστρέψετε στο πάνελ Haulage Profile Truck Library.

3.3 Εκτίμηση κύκλου διαδρομών

Αυτή η επιλογή επιτρέπει στον χρήστη να προσημειώνει αυτόματα όλους τους διαφορετικούς χρόνους, από μια συγκεκριμένη βαθμίδα του ορυχείου σε όλες τις βαθμίδες στην απόθεση, βασισμένη σε μόνο 3 ψηφιοποιημένες γραμμές. Άλλα πακέτα λογισμικού απαιτούν από τον χρήστη, να σύρει κάθε διαδρομή την μια βαθμίδα του ορυχείου, σε κάθε βαθμίδα του ορυχείου κατά την απόθεση.

Η επιλογή Route Cycle Estimation, επιτρέπει τον υπολογισμό κύκλου διαδρομών χωρίς την ανάγκη ενός μοντέλου μπλοκ.

Προαπαιτούμενα

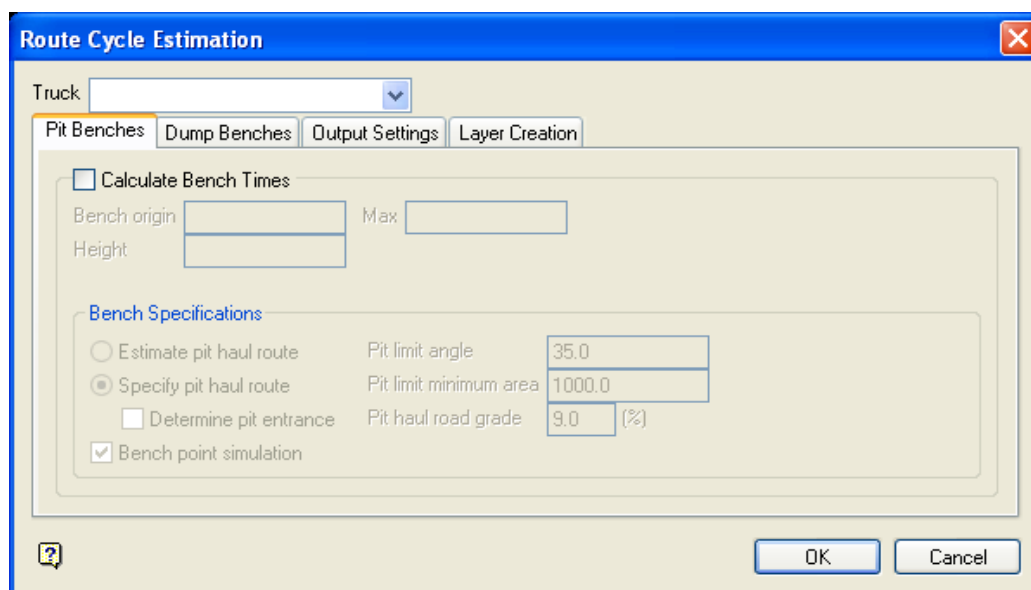
Χρειάζεται να καθοριστεί ο εξοπλισμός μέσω της βιβλιοθήκης φορτηγών(χρησιμοποιώντας την επιλογή truck library)

Όλες οι διαδρομές πρέπει να είναι σπασμένες απότομα σε ένα τοπογραφικό ή να καταχωρηθούν από τον φορτωτή/πτύο προς τον θραυστήρα/απόθεση/αποθέματα μεταλλεύματος. Η αλληλουχία των σημείων είναι πολύ σημαντική.

Οδηγίες

- Επιλέξτε το μενού Open pit
- Επιλέξτε το υπομενού Haulage Profile
- Επιλέξτε την επιλογή Route Cycle Estimation

Εμφανίζεται το ακόλουθο πάνελ



Σχήμα 3.8 Route Cycle Estimation(Pit benches)

Route Cycle Estimation

Truck

Επιλέξτε ένα φορτηγό από την λίστα επιλογών. Η λίστα διαθέσιμων επιλογών εμφανίζει όλα τα φορτηγά που περιλαμβάνονται στο αρχείο haulage_truck_library.spc. Εάν η λίστα διαθέσιμων επιλογών δεν περιλαμβάνει καθόλου φορτηγά, τότε πρέπει να ορίσουμε χρησιμοποιώντας την επιλογή Truck library.

Calculate bench times

Τσεκάρετε αυτήν την επιλογή εάν θέλετε να υπολογίσετε κύκλο διαδρομών (ανά βαθμίδα) πάνω από μια διευκρινισμένη σειρά βαθμίδων.

Οι παρακάτω επιλογές είναι διαθέσιμες όταν υπολογίζουμε κύκλους βαθμίδων

Bench Origin

Εδώ μπαίνει η προέλευση βαθμίδας. Αυτή η τιμή η οποία είναι συνήθως η ανύψωση ποδιού της μιας από τις βαθμίδες του ορυχείου, καθορίζει το σημείο όπου ο υπολογισμός ξεκινάει. Ανύψωση βαθμίδων χαμηλότερη από την διευκρινιζόμενη τιμή δεν θα συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό.

Max

Εδώ μπαίνει το μέγιστο επίπεδο Z. Αυτή η τιμή, η οποία είναι συνήθως το ανυψωμένο φρύδι της μιας από τις βαθμίδες του ορυχείου καθορίζει την μέγιστη ανύψωση βαθμίδας, για τον υπολογισμό ή αλλιώς εκεί όπου ο υπολογισμός σταματάει. Υψηλότερη ανύψωση βαθμίδας από την διευκρινιζόμενη τιμή, δεν θα συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό.

Height

Εδώ μπαίνει το ύψος της βαθμίδας. Αυτή η τιμή καθορίζει το ύψος της βαθμίδας επιφανειακών ορυχείων.

Bench Specifications

Estimate pit haul route

Επιλέξτε αυτή την επιλογή εάν θέλετε να υπολογίσετε την διαδρομή μεταφοράς αντί να χρησιμοποιήσετε ένα υπάρχον string.

Specify pit haul route

Επιλέξτε αυτή την επιλογή, εάν θέλετε να χρησιμοποιήσετε ένα υπάρχον string, για τον καθορισμό της διαδρομής μεταφοράς του ορυχείου.

Pit limit angle

Εδώ μπαίνει η γωνία ορίου του ορυχείου. Η διευκρινιζόμενη τιμή θα χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλίσει ότι τα σημεία δεν δημιουργήθηκαν έξω από το προβαλλόμενο πολύγωνο, όταν χρησιμοποιήσαμε την επιλογή Bench Point Simulation.

Pit limit minimum area

Η διευκρινιζόμενη τιμή θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του μεγέθους του προβαλλόμενου πολυγώνου. Η επιφανειακή περιοχή της κάθε πολυγωνικής βαθμίδας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την διευκρινιζόμενη τιμή.

Pit haul rout grade

Εδώ μπαίνει η κλίση που θα χρησιμοποιηθεί, για την εκτίμηση της μεταφοράς από την είσοδο/έξοδο του ορυχείου. Αυτή η τιμή θα πρέπει να διευκρινιστεί εάν η μεταφορά στο ορυχείο δεν έχει καθοριστεί.

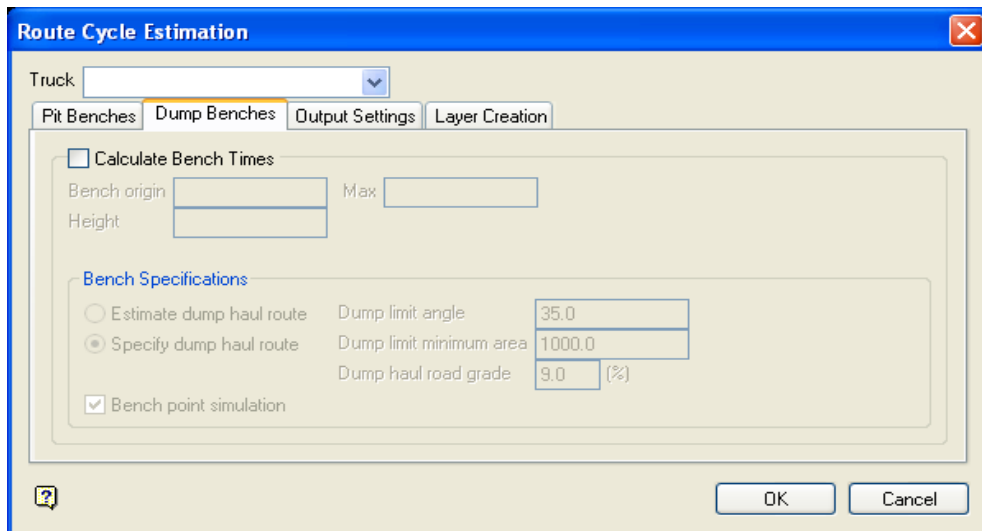
Determine pit entrance

Συνιστάτε να τσεκάρετε αυτή την επιλογή εάν έχετε ορυχείο όπου η έξοδος είναι χαμηλότερα από την ανώτερη βαθμίδα και το string του ορυχείου πάει πάνω από το σημείο εξόδου. Εάν δεν τσεκαριστεί αυτή η επιλογή, τότε όλα τα φορτηγά που πηγαίνουν κατηφορικά από την υψηλότερη βαθμίδα στην έξοδο του ορυχείου θα υπολογίζονται χρησιμοποιώντας ανηφορική φόρτωση, αντί για κατηφορική φόρτωση.

Bench pit Simulation

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή εάν θέλετε να πάρετε ένα μέσο όρο απόστασης μεταξύ σημείων μέσω ενός πολυγώνου και μέσου όρου αυτών έξω, πριν προστεθούν στην συνολική απόσταση διαδρομής. Εάν είναι τσεκαρισμένη αυτή η επιλογή, τότε θα πρέπει να ψηφιοποιήσετε ένα πολύγωνο όταν έχει ολοκληρωθεί το Route Estimation πάνελ.

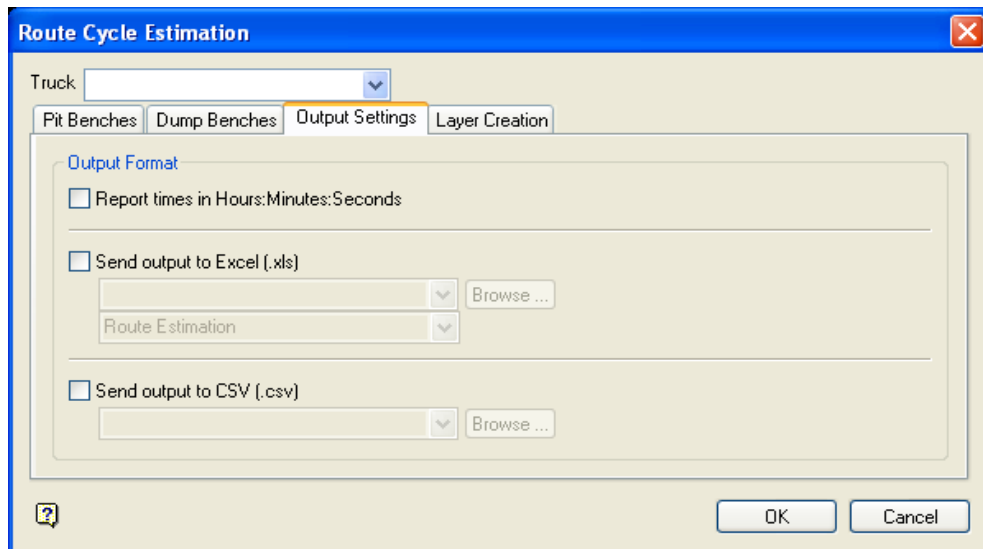
Ετικέτα Dump Benches



Σχήμα 3.9 Route Cycle Estimation(Dump benches)

Χρησιμοποιείται μόνο όταν έχουμε βαθμίδες απόθεσης
 Η συμπλήρωση των στοιχείων είναι αντίστοιχη με τα προηγούμενα.

Ετικέτα Output Setting



Σχήμα 3.10 Route Cycle Estimation(Output Settings)

Output format

Report times in Hours:Minutes:Seconds

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή εάν θέλετε την αναφορά των χρόνων σε ώρες, λεπτά, δευτερολεπτα.

Send output to Excel (.xls)

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή εάν θέλετε να αποσταλεί η αναφορά σε λογιστικό φύλλο Excel.

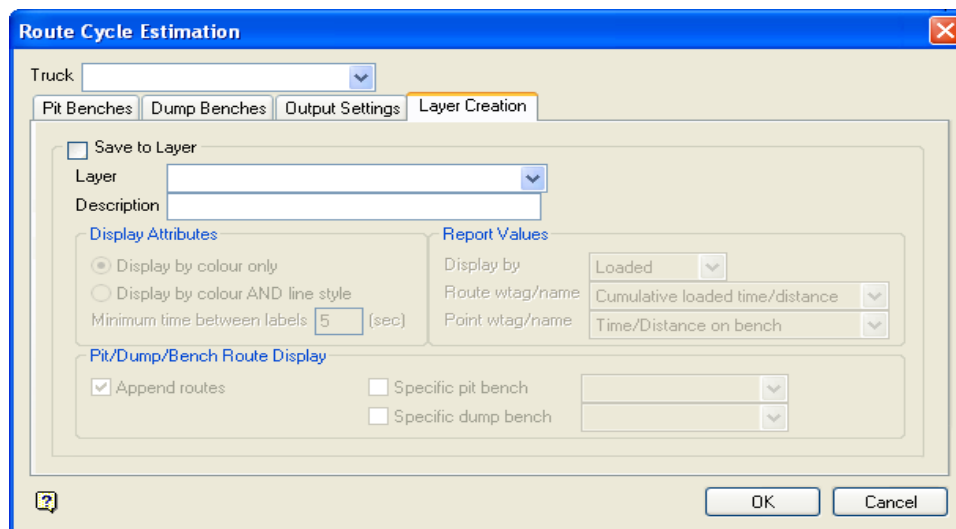
Για τη δημιουργία ενός νέου αρχείου, απλά τοποθετούμε το όνομα του αρχείου και την επέκταση. Από προεπιλογή, το αρχείο αποτελέσματος αποθηκεύεται στην τρέχουσα τοποθεσία εργασίας. Χρησιμοποιώντας το Browse ορίζουμε διαφορετική τοποθεσία αποθήκευσης.

Για την αποστολή αναφοράς αποτελέσματος σε ένα νέο λογιστικό φύλλο, απλά διευκρινίζουμε το όνομα του λογιστικού φύλλου. Η διαθέσιμη λίστα επιλογών θα εμφανίζει όλα τα φύλλα αναφοράς Excel, που βρίσκονται μέσα στην τρέχουσα τοποθεσία εργασίας. Χρησιμοποιείτε το Browse για να επιλεγεί αρχείο από άλλη τοποθεσία.

Σημείωση:

Βεβαιωθείτε ότι η εφαρμογή Microsoft Excel, δεν τρέχει όταν στέλνεται η αναφορά σε ένα υπάρχον λογιστικό φύλλο.

Ετικέτα Layer Creation



Σχήμα 3.11 Route Cycle Estimation(Layer Creation)

Save to layer

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή για να ενεργοποιήσετε τα πεδία αυτής της ετικέτας.

Layer

Εισάγετε ή επιλέξτε από την λίστα επιλογής όνομα του layer που θα χρησιμοποιηθεί για να αποθηκευτεί το εξαγόμενο. Η διαθέσιμη λίστα επιλογής περιέχει τα ονόματα όλων των layers, που βρίσκονται μέσω της τρέχουσας βάσης ανοιχτών σχεδιαστικών δεδομένων. Εάν επιλέξετε ένα υπάρχον layer ,τότε τα δεδομένα θα είναι επισυναπτόμενα στο ορισμένο layer.Εάν τοποθετήσετε το όνομα ενός υπάρχον layer που δεν είναι κατάλληλα φορτωμένο, τότε θα χρειαστεί να επιβεβαιωθείτε ότι είτε θα φορτωθεί το layer είτε θα αντικατασταθεί. Για την δημιουργία ενός νέου layer, απλά εισάγετε το όνομα του layer.Τα ονόματα των layer μπορεί να φτάσουν τους 40 αριθμοαλφαβητικούς χαρακτήρες (διαστήματα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν) και εμφανίζονται πάντα με κεφαλαία.

Description

Εισάγετε μια περιγραφή για περαιτέρω ανάλυση αυτού του layer.Το μέγιστο μέγεθος είναι 80 αριθμοαλφαβητικοί χαρακτήρες (διαστήματα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν). Εάν η περιγραφή δεν εισαχθεί τότε μια προεπιλεγμένη περιγραφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντ' αυτού. Εάν το επιλεγμένο layer έχει ήδη μια ορισμένη περιγραφή, τότε αυτή θα εμφανίζεται όταν επιλέγετε το layer.Υπάρχουσα περιγραφή μπορεί να τροποποιηθεί.

Display attributes

Display by color only

Επιλέξτε αυτή την επιλογή αν θέλετε μόνο να χρησιμοποιήσετε χρώματα, που ορίζονται μέσω της επιλογής της βιβλιοθήκης φορτηγών, όταν εμφανίζεται το ορυχείο, η θέση απόθεσης και οι διαδρομές μεταφοράς.

Display by color AND line style

Επιλέξτε αυτή την επιλογή αν θέλετε να χρησιμοποιήσετε και τα δύο, και χρώματα και τύπους γραμμών που ορίζονται μέσω της βιβλιοθήκης φορτηγών, όταν εμφανίζεται το ορυχείο, η θέση απόθεσης και οι διαδρομές μεταφοράς

Minimum time between labels

Εισάγετε το ελάχιστο ποσό του χρόνου(σε δευτερόλεπτα) αναμονής όταν εμφανίζονται οι ετικέτες(labels).Εάν έχετε ένα μεγάλο αριθμό σημείων, τότε συνιστάτε να ορίζεται τιμή 10 δευτερολέπτων ή μεγαλύτερη. Αυτό εξασφαλίζει ότι τα labels δεν θα επικαλυφθούν.

Report Values

Display by

Επιλέξτε εάν χρησιμοποιείτε χρόνους φορτωμένο ή μη όταν αποθηκευτεί κύκλους διαδρομών μέσω των W ετικετών και των ονομάτων των σημείων.

Route W tag/name

Ορίστε τι τιμές μπορούν να αποθηκευτούν με την W ετικέτα και των τιμών των ονομάτων των σημείων, των σημείων που παρέχονται μέσω του ορυχείου, της θέσης απόθεσης και του string διαδρομών.

Οι ακόλουθες τιμές παρέχονται μέσω μιας διαθέσιμης λίστας επιλογής

- Grade
- Cumulative loaded/time distance
- Cumulative empty/time/distance
- Line segment loaded time
- Line segment empty time

Point Wtag/name

Ορίστε τι τιμές μπορούν να αποθηκευτούν με το Wtag και τις τιμές των ονομάτων των σημείων, στα σημεία.

Οι ακόλουθες τιμές παρέχονται μέσω μιας διαθέσιμης λίστας επιλογής

- Time/Distance on bench
- Time/Distance to dump/pit

Pit/Dump/Bench Route Display

Append routes

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή αν θέλετε να συνδυάσετε το ορυχείο, την θέση απόθεσης και τις διαδρομές μεταφοράς

Specific pit bench

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή, αν θέλετε η διαδρομή να μπορεί να υπολογιστεί, χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη βαθμίδα του ορυχείου. Χρησιμοποιώντας αυτή την επιλογή, σας επιτρέπει να βρείτε τους κύκλους διαδρομής και τις αποστάσεις, από το κατώτερο σημείο του ορυχείου, ως την απόθεση. Τα αποτελέσματα θα μπορούν να διασπώνται ανά βαθμίδα και ως αποτέλεσμα θα απαιτείται να ψηφιοποιείται μια

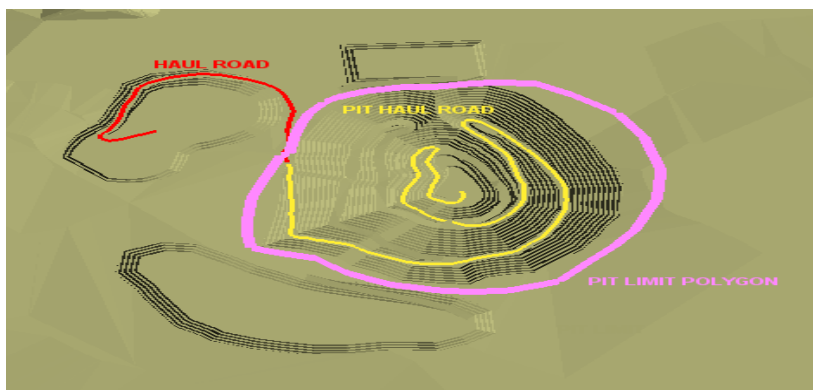
γραμμή, από κάθε βαθμίδα της απόθεσης. Δεν χρειάζεται να τσεκάρετε αυτή την επιλογή, εάν θέλετε να βρείτε μόνο την απόσταση, από μια ψηφιοποιημένη γραμμή.

Specific dump bench

Τσεκάρετε αυτή την επιλογή, εάν θέλετε να υπολογίσετε αποστάσεις και κύκλους διαδρομών, από μια συγκεκριμένη βαθμίδα σε πολλαπλές βαθμίδες μέσω της απόθεσης.

Επιλέξτε OK

Τώρα πρέπει να επιλέξετε την διαδρομή του ορυχείου.



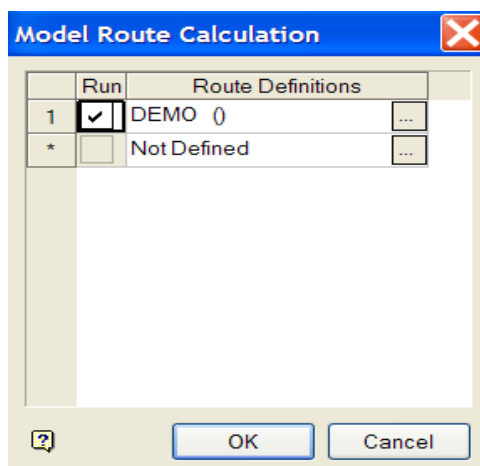
Σχήμα 3.12 Επιλογή διαδρομής

Object	Distance	Units	Loaded	Empty	Total				Load
Bench	Distance	Units	Pit Lift	Route - Delays	Ore + Delays	Waste + Delays	Other + Delays		Load
LINE_3	1095.164	Metres	1.554	1.475	3.029				
150	1596.768	Metres	1.131	4.160	11.010	10.910	11.910		
140	1686.161	Metres	1.435	4.465	11.315	11.215	12.215		
130	1810.505	Metres	1.829	4.858	11.708	11.608	12.608		
120	1947.589	Metres	2.221	5.250	12.100	12.000	13.000		
110	2018.737	Metres	2.474	5.503	12.353	12.253	13.253		
100	2130.722	Metres	2.620	5.849	12.699	12.599	13.599		
90	2246.923	Metres	3.159	6.188	13.036	12.936	13.936		
80	2406.359	Metres	3.625	6.654	13.504	13.404	14.404		
70	2518.873	Metres	3.968	6.997	13.847	13.747	14.747		
60	2632.566	Metres	4.311	7.340	14.190	14.090	15.090		
50	2748.327	Metres	4.661	7.690	14.540	14.440	15.440		
40	2872.768	Metres	5.027	8.056	14.906	14.806	15.806		
30	3023.046	Metres	5.451	8.480	15.330	15.230	16.230		
20	3141.734	Metres	5.805	8.834	15.684	15.584	16.584		
10	3237.129	Metres	6.103	9.132	15.982	15.882	16.882		
0	3352.343	Metres	6.445	9.474	16.324	16.224	17.224		
-10	3496.294	Metres	6.861	9.890	16.740	16.640	17.640		
-20	3650.401	Metres	7.300	10.329	17.179	17.079	18.079		
-30	3795.002	Metres	7.732	10.761	17.611	17.511	18.511		
-40	3928.483	Metres	8.119	11.148	17.998	17.898	18.898		
-50	4147.422	Metres	8.694	11.723	18.573	18.473	19.473		
-60	4252.987	Metres	9.020	12.049	18.899	18.799	19.799		
-70	4467.452	Metres	9.607	12.636	19.486	19.386	20.386		

Σχήμα 3.13 Αποτελέσματα Excel

Εκτίμηση μοντελοποίησης block του Haulage

- Η μονόδρομη απόσταση, ο κύκλος ζωής και η παραγωγικότητα που είναι βασισμένα πάνω σε διαφορετικές διαδρομές και τύπους υλικών μπορούν να αποθηκευτούν.
- Πολλαπλά σενάρια μπορούν να καθοριστούν. Ένα σενάριο τρέχει απλά τσεκάροντας την επιλογή Run.



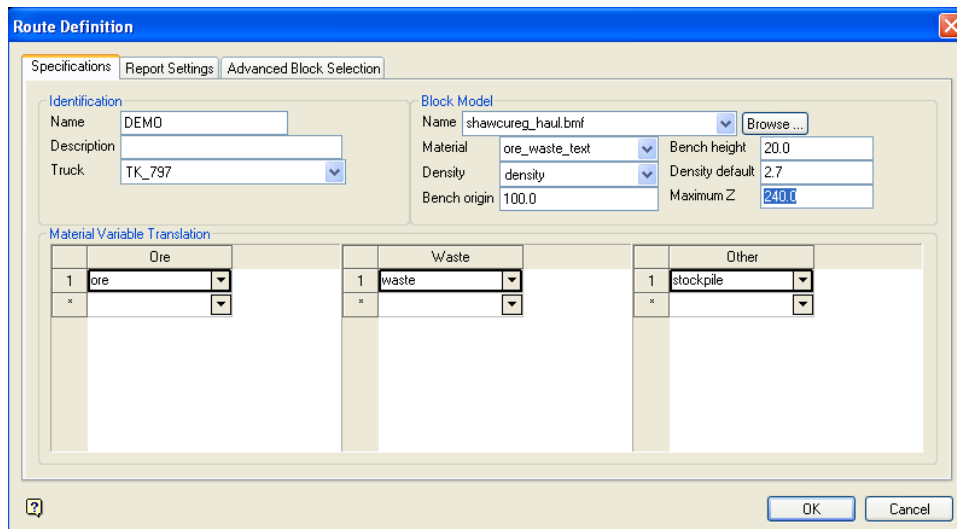
Σχήμα 3.14 Model Route Calculation

Ένωση

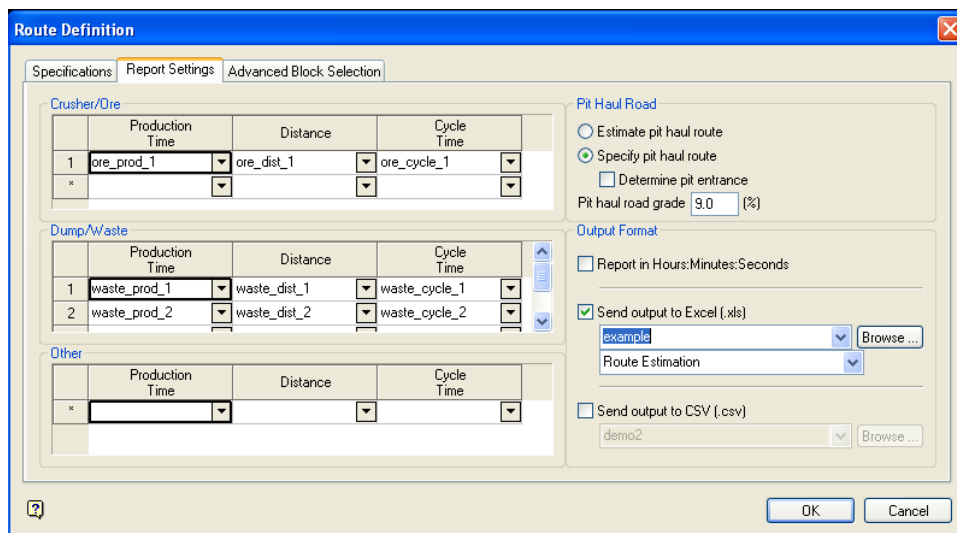
- Καθορισμός φορτηγών
- Όνομα μοντέλου μπλόκ

Ταξινόμηση μεταβλητών

- Πυκνότητα
- Αρχή και τέλους βαθμίδα
- Πολλαπλές μεταφράσεις τιμών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό κάθε διαδρομής.



Σχήμα 3.15 Route Definition(Specifications)



Σχήμα 3.16 Route Definition(Report Settings)

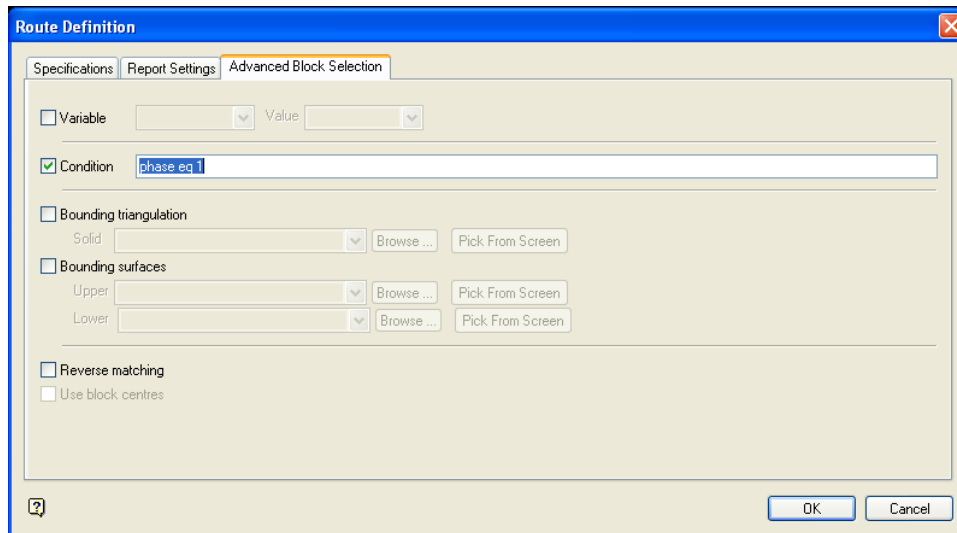
Ο χρήστης πρέπει να δημιουργήσει, όλες τις μεταβλητές του μοντέλου μπλόκ, για κάθε διαδρομή.

Το Vulcan υπολογίζει:

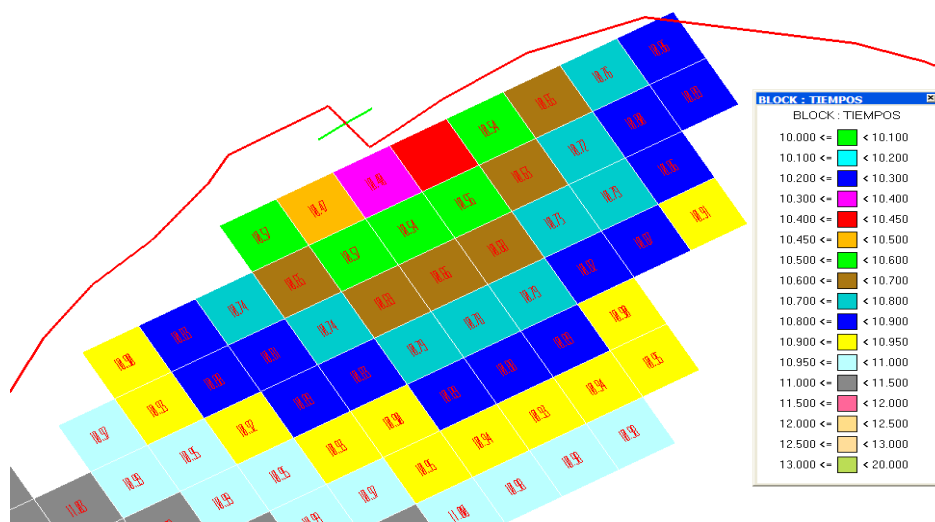
- Παραγωγικότητα: Αυτό είναι πόσα λεπτά παίρνει να εξαχθεί ένα μπλόκ με Ν τόνους. Με βάση αυτό που αποθηκεύεται, μπορεί μετά να υπολογίσει πόσες ώρες μεταφοράς χρειάζονται για να εξορυχθεί, για παράδειγμα ένας τριγωνισμός βαθμίδας.
- Μονόδρομη απόσταση
- Κύκλος ζωής πάνω σε ένα μπλόκ από την βάση του (όχι μέσο όρο). Αυτό είναι όσο ακριβές καθόσον παίρνει.

Ο χρήστης μπορεί να φιλτράρει τα block με βάση:

- Μεταβλητή αξία (Φάση 1)
- Τις συνθήκες
- Τους τριγωνισμούς κ.τ.λ.



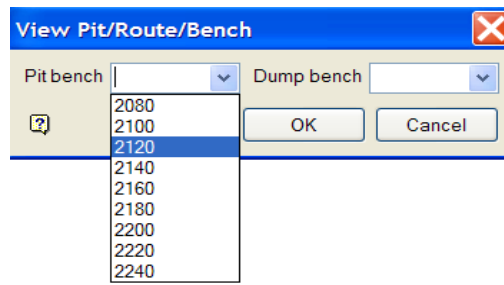
Σχήμα 3.17 Route Definition(Advanced Block Selection)



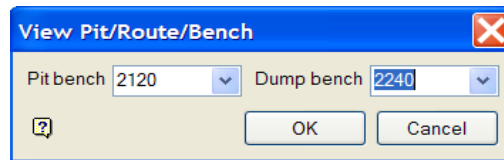
Σχήμα 3.18 Blocks

ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΑΓΩΜΕΝΩΝ

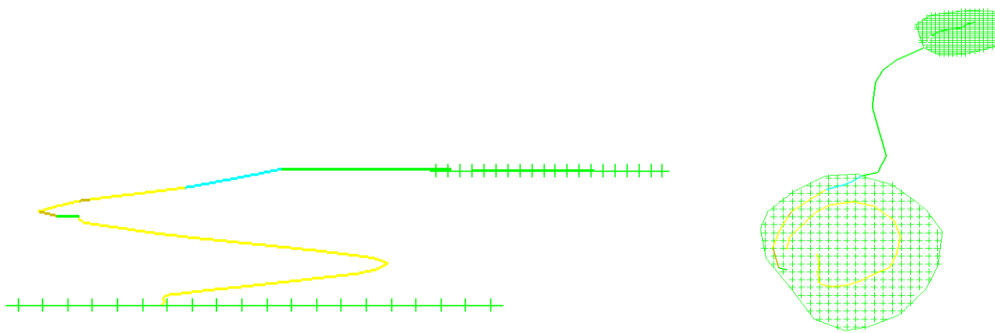
Το “View” βαθμίδα επιτρέπει στον χρήστη, να δει τα αποτελέσματα από οποιαδήποτε βαθμίδα στο ορυχείο, σε οποιαδήποτε βαθμίδα στην απόθεση.



Σχήμα 3.19 Pit bench



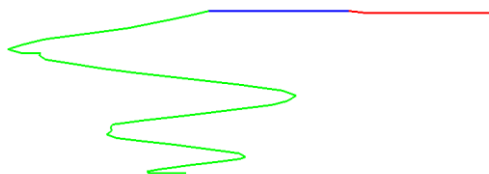
Σχήμα 3.20 Dump bench



Σχήμα 3.21 Διαδρομές

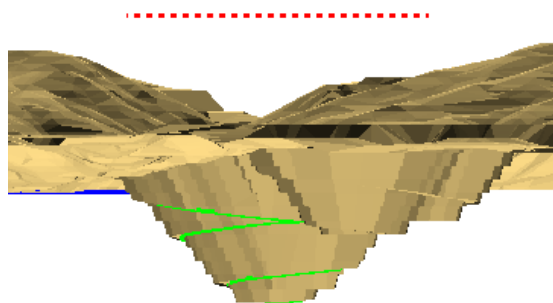
ΑΠΛΟΙ ΟΡΟΙ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ HAULAGE PROFILE

- Ορισμός σημείου. Πάντα ψηφιοποιείται από το πτύο στον προορισμό



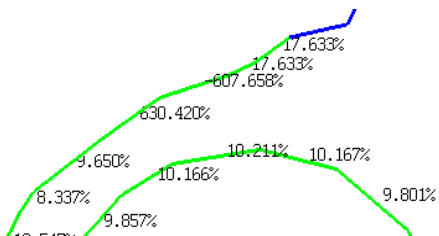
Σχήμα 3.22 Διαδρομή

- Ψηφιοποίησε το πολύγωνο γύρω από το σημείο εξόδου



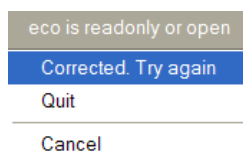
Σχήμα 3.23 Πολύγωνο

- Έλεγε τις ψηφιοποιημένες κλίσεις οδού. Μην καταχωρείτε τα strings (ένα κακό τοπογραφικό θα προκαλέσει λάθος αποτελέσματα)



Σχήμα 3.24 Κλίσεις οδού

- Κλείστε το Excel πριν τρέξετε κάποια άλλη εκτίμηση.



Σχήμα 3.25 Παράθυρο εξόδου

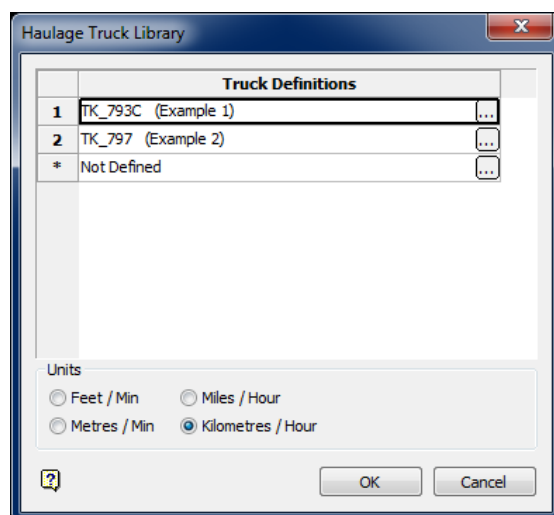
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ HAULAGE PROFILE ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΕΚΣΚΑΦΗ ΝΙΚΕΛΙΟΥ

4.1 Πρώτο στάδιο (Truck Library)

Σε πρώτο στάδιο, προτού ξεκινήσουμε το Route Cycle Estimation, πρέπει μέσω της βιβλιοθήκης φορτηγού, να φτιάξουμε τα στοιχεία που θα συμπεριλάβουμε στους υπολογισμούς μας.

Αφού είμαστε στην επιφάνεια εργασίας του Envisage, του Vulcan πηγαίνουμε Open Pit/Haulage Profile/Truck Library , όπου ανοίγει το πάνελ Truck Library.

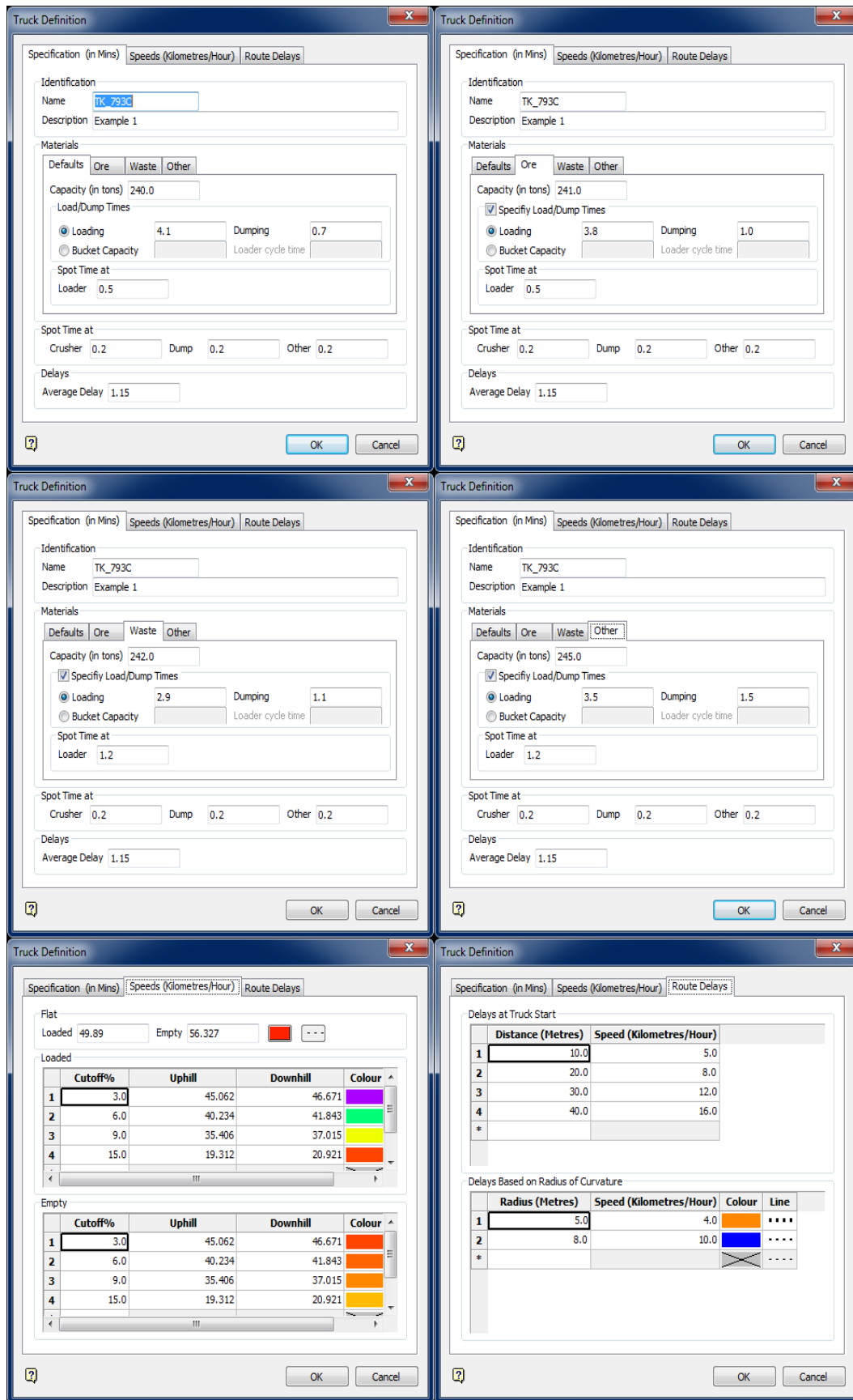


Σχήμα 4.1 Truck Library

Ως επιλογή διαλέγουμε το TK_793C (Example 1), το οποίο περιέχει τα στοιχεία που εμείς θέλουμε.

Από κάτω στις μονάδες μέτρησης, επιλέγουμε χιλιόμετρα ανά ώρα.

Παρακάτω, φαίνονται τα στοιχεία του “Truck” που επιλέξαμε, τα οποία ταιριάζουν με αυτό που θέλουμε, οπότε και δεν τα τροποποιούμε.



Σχήμα 4.2 Επιλογές Truck

4.2 Δεύτερο στάδιο (Route Cycle Estimation)

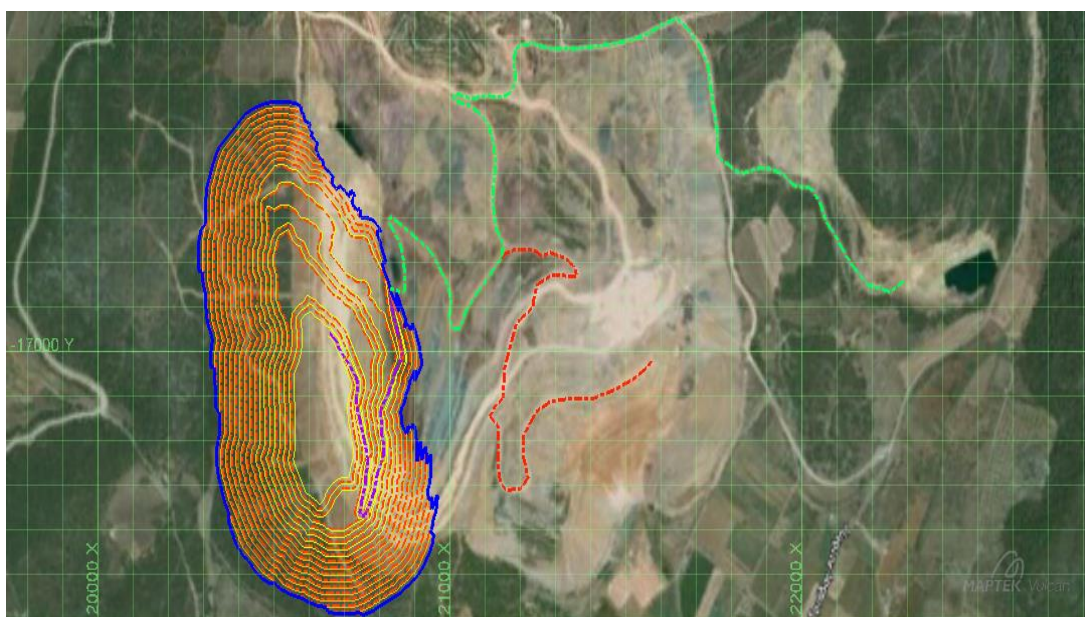
Αφού έχουμε ήδη καθορίσει τον εξοπλισμό μέσω του Truck Library και έχουμε έτοιμο

το τοπογραφικό

το σχέδιο εκσκαφής “PITX2”

το όριο εκσκαφής “INTERSECT”:

- Σχεδιάζουμε (αποτύπωση) της διαδρομής της ράμπας, εντός της εκσκαφής από την κατώτερη βαθμίδα ως και την έξοδο-είσοδο του ορυχείου. “inpit_ramp”.
- Έπειτα σχεδιάζουμε την διαδρομή, από το τέλος της ράμπας σημείο σημείο έως την θέση απόθεσης, έτσι ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε μετά την διαδρομή των στείρων. Το αρχείο το ονομάζουμε “WASTE_ROUTE”
- Το ίδιο κάνουμε σχεδιάζοντας την διαδρομή, από το τέλος της ράμπας ως την θέση του θραυστήρα. έτσι ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε την διαδρομή του μεταλλεύματος. Το αρχείο το ονομάζουμε “ORE_ROUTE”

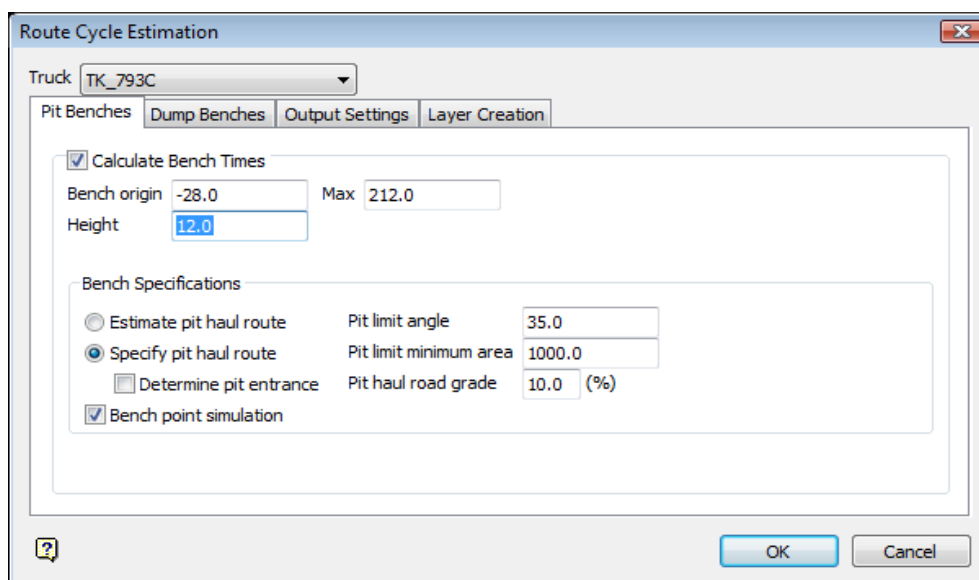


Σχήμα 4.3 Το μοντέλο του ορυχείου μαζί με τις διαδρομές, πάνω σε πραγματικό χάρτη

Τώρα που έχουμε ότι χρειαζόμαστε ξεκινάμε το Route Cycle Estimation. Σε πρώτη φάση, εκτελούμε την διαδικασία για τα στείρα και μετά για το μεταλλεύμα.

Αφού είμαστε στην επιφάνεια εργασίας του Envisage του Vulcan πηγαίνουμε:

Open Pit/Haulage Profile/ Route Cycle Estimation, όπου ανοίγει το πάνελ, Route Cycle Estimation.

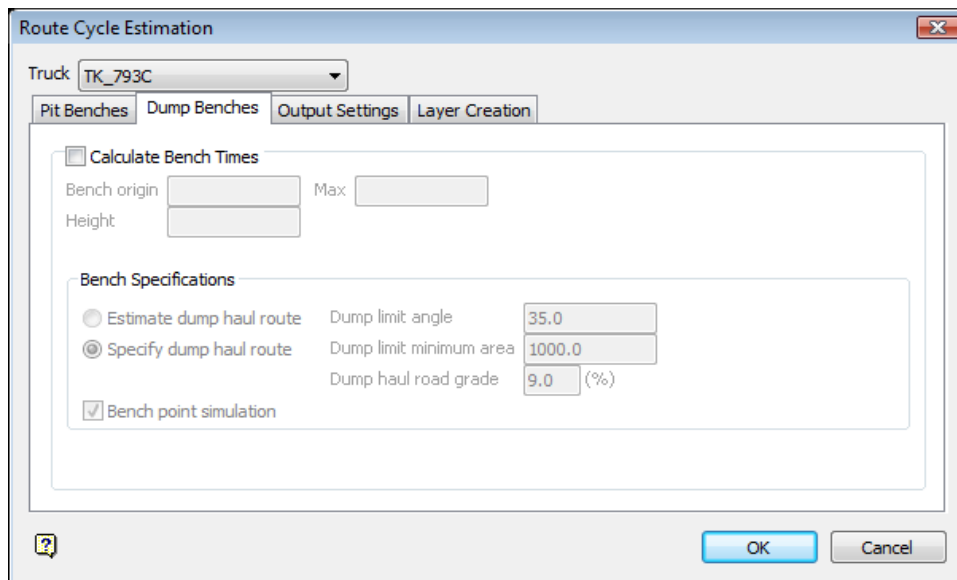


Σχήμα 4.4 Pit Benches

Στο εμφανιζόμενο πάνελ, επιλέγουμε στην επιλογή “Truck”, το φορτηγό “TK_793C” που ορίσαμε πιο πριν στο “Truck Library” ,με τις επιλογές που θέλουμε στις μετρήσεις μας.

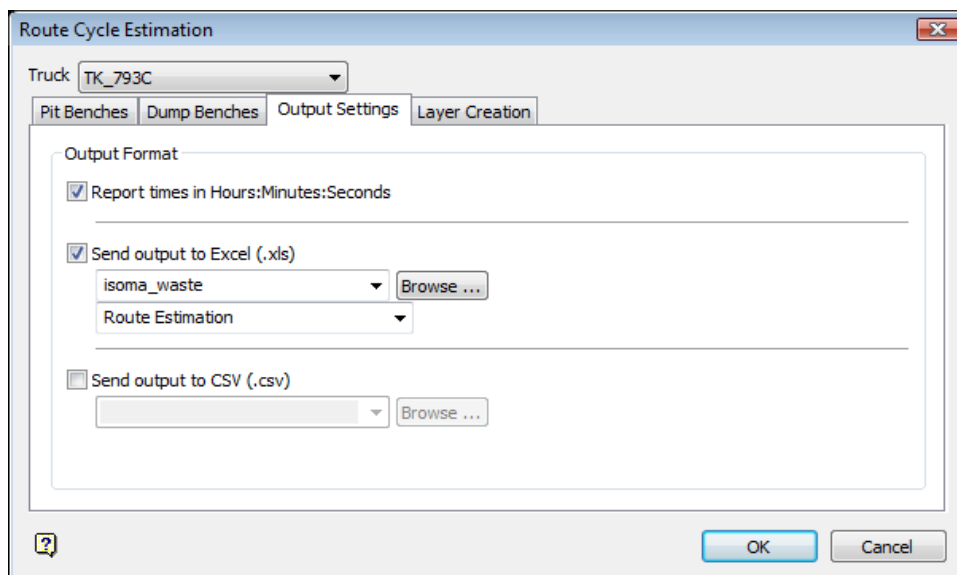
- Στην ετικέτα “Pit Benches” τσεκάρουμε την επιλογή “Calculate Bench Times”, διότι θέλουμε να υπολογίσουμε κύκλο διαδρομών, πάνω από μια διευκρινισμένη σειρά βαθμίδων.
- Στην επιλογή “Bench Origin”, βάζουμε μείον 28 μέτρα που είναι η κατώτερη βαθμίδα (μείον γιατί είναι από κάτω). Στο “Max” βάζουμε 212 μέτρα που είναι το υψηλότερο σημείο.
- Ως “Height”, βάζουμε 12 μέτρα, που είναι το ύψος της βαθμίδας.
- Επιλέγουμε τσεκάροντας, το “Specify pit haul route”, γιατί θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα υπάρχον string για τον καθορισμό της μεταφοράς.
- Ως οριακή γωνία(Pit limit angle) βάζουμε τις 35 μοίρες και “Pit limit minimum area” 1000 και για κλίση “Pit haul road grade” 10%.
- Δεν τσεκάρουμε το “Determine pit entrance”, λόγω του ότι δεν έχουμε ψηλότερη βαθμίδα από την έξοδο-είσοδο του ορυχείου.

- Τέλος για την ετικέτα “Pit Benches”, τσεκάρουμε “Bench point simulation”, επειδή θέλουμε να πάρουμε ένα μέσο όρο απόστασης μεταξύ σημείων, πριν προστεθούν στην συνολική απόσταση διαδρομής.



Σχήμα 4.5 Dump Benches

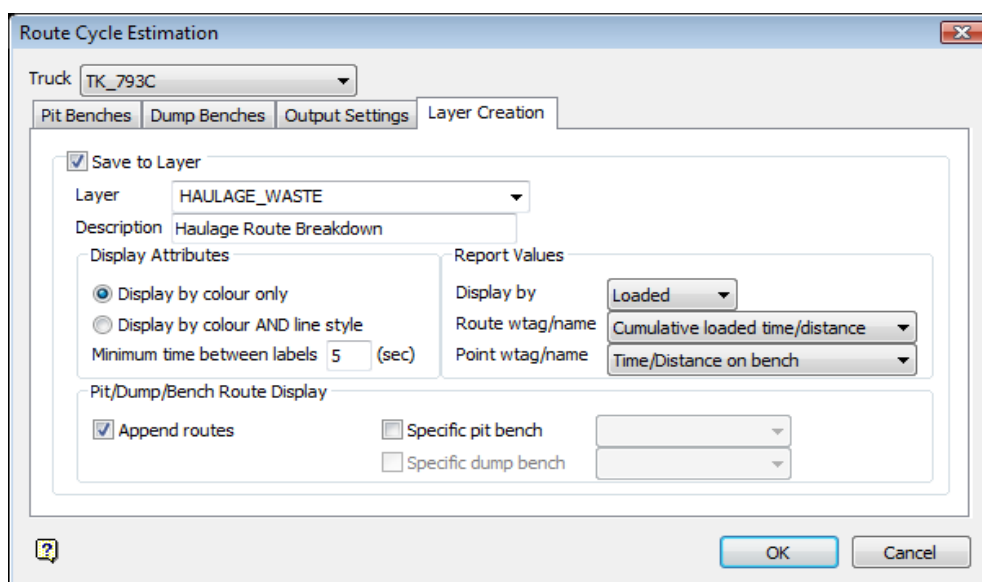
Την ετικέτα “Dump Benches”, την αφήνουμε κενή, γιατί δεν έχουμε βαθμίδες στην θέση απόθεσης, οπότε και δεν συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό.



Σχήμα 4.6 Output Settings

Στην ετικέτα “Output Settings”, τσεκάρουμε την επιλογή “Report times in hours:minutes:seconds”, ώστε τα αποτελέσματα να ορίζονται ως ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα.

Επίσης τσεκάρουμε την επιλογή “Send output to Excel(.xls)”, επειδή θέλουμε τα αποτελέσματα σε λογιστικό φύλλο “Excel” και όχι αρχείο “CSV”. Μέσω του “browse”, δημιουργούμε ένα όνομα αποθήκευσης αρχείου, “isoma_waste”.



Σχήμα 4.7 Layer Creation

Στην ετικέτα “Layer Creation”, τσεκάρουμε αρχικά την επιλογή “Save to Layer”, ενεργοποιώντας τις παρακάτω επιλογές. Βάζουμε το όνομα “HAULAGE_WASTE” στην επιλογή “layer” και την περιγραφή “Haulage Route Breakdown”, ως επιλογή “Description” .

- Τσεκάρουμε το “Display by color only”, ώστε να εμφανίζεται μόνο με χρώματα.
- Ορίζουμε ως χρόνο αναμονής 5 δευτερόλεπτα στο “Minimum time between labels”, λόγω και του ότι δεν έχουμε μεγάλο αριθμό σημείων. Επιλέγουμε “φορτωμένο”, στο “Display by”, μετά επιλέγουμε από τη μπάρα κύλισης του “Route wtag/name”, το “Cumulative loaded time/distance”, ως τιμές και ως “Point wtag/name”, το “Time/Distance on bench”.
- Τσεκάρουμε το “Append routes”, γιατί θέλουμε η διαδρομή να μπορεί να υπολογιστεί και χρησιμοποιώντας μια μεμονωμένη βαθμίδα του ορυχείου.

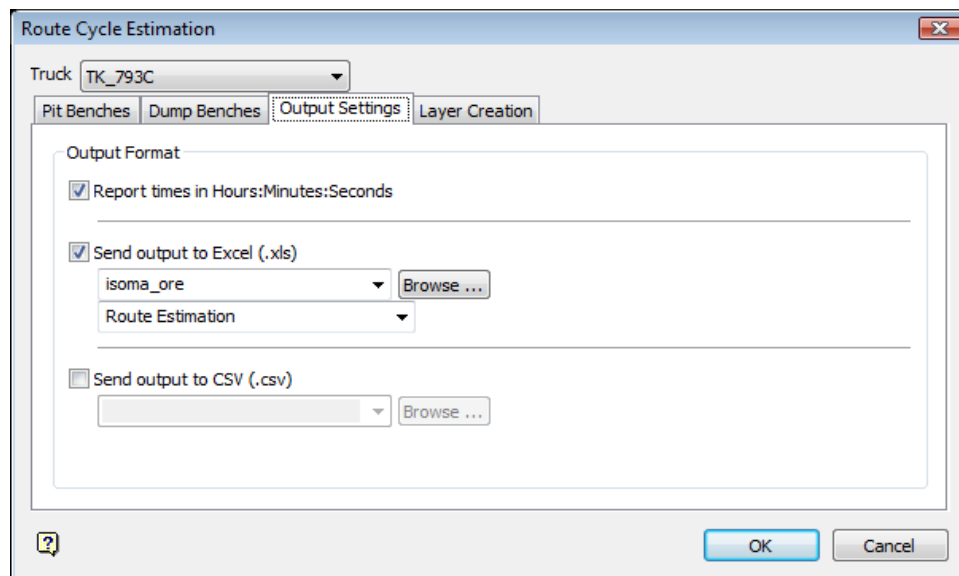
Τέλος πατάμε OK και επιλέγουμε την διαδρομή της ράμπας, εντός του ορυχείου και τη διαδρομή για τη θέση απόθεσης εκτός του ορυχείου και ξεκινάει ο υπολογισμός.



Σχήμα 4.8 Υπολογισμός

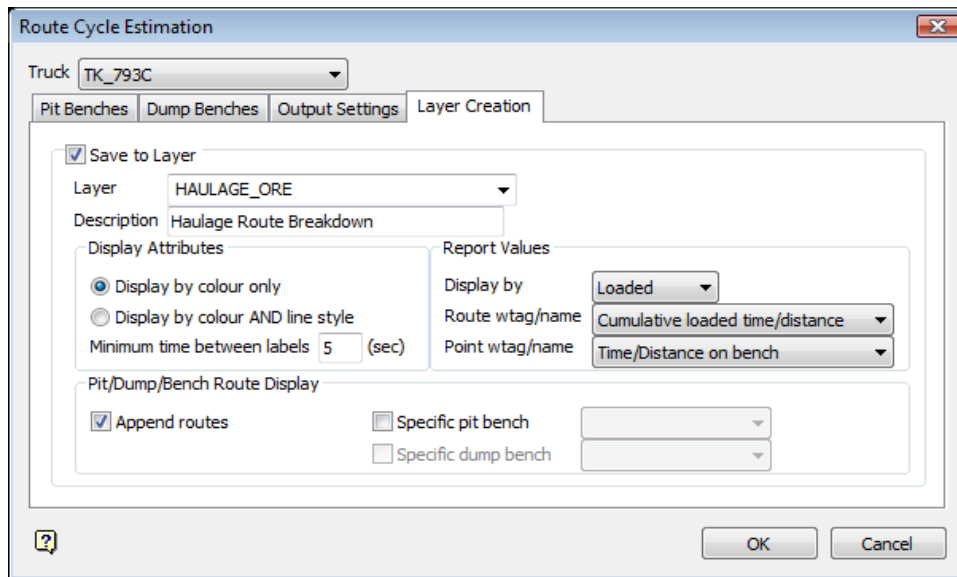
Για το μετάλλευμα ακολουθούμε ακριβώς την ίδια διαδικασία, που ακολουθήσαμε για τα στείρα με τρεις διαφορές μόνο.

1^{ον} Στην ετικέτα “Output Settings”, βάζουμε όνομα “isoma_ore” στην επιλογή “Send output to Excel(.xls)”.



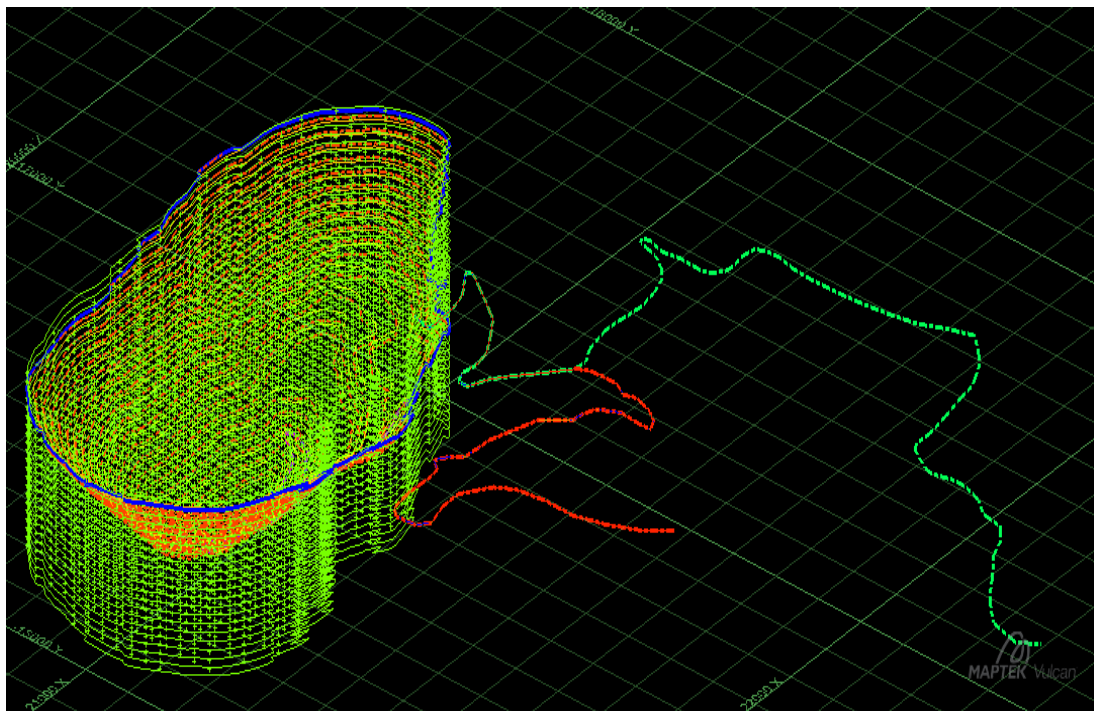
Σχήμα 4.9 Output Settings Ore

2^{ον} Στην ετικέτα “Layer Creation”, βάζουμε το όνομα “HAULAGE_ORE” για όνομα “layer”



Σχήμα 4.10 Layer Creation Ore

3^{ov} Επιλέγουμε την διαδρομή για τον θραυστήρα, αντί για αυτή για τη θέση απόθεσης.



Σχήμα 4.11 Τρισδιάστατη απεικόνιση υπολογισμού

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΕΙΡΑ (ΟΡΥΧΕΙΟ-ΘΕΣΗ ΑΠΟΘΕΣΗΣ)

Object	Distance	Units	Loaded	Empty	Total			Loaded flat	Empty flat
Bench	Distance	Pit Route	Lift	Route - Delays	Ore + Delays	Waste + Delays	Other + Delays	Loaded flat	Empty flat
LINE_2	2261.675686	Metres	0:05:05	0:04:46	0:09:52			2261.676	2261.676
-28	3955.503027		0:07:32	0:17:24	0:24:03	0:23:57	0:24:57	529.022	529.022
-16	3783.301121		0:06:29	0:16:21	0:23:00	0:22:54	0:23:54	474.712	474.712
-4	3672.853466		0:06:07	0:15:59	0:22:38	0:22:32	0:23:32	469.617	469.617
8	3512.829602		0:04:53	0:14:45	0:21:24	0:21:18	0:22:18	426.655	426.655
20	3404.704787		0:04:30	0:14:22	0:21:01	0:20:55	0:21:55	434.646	434.646
32	3315.565104		0:04:11	0:14:03	0:20:42	0:20:36	0:21:36	466.749	466.749
44	3209.926737		0:03:05	0:12:58	0:19:37	0:19:31	0:20:31	475.522	475.522
56	3061.67618		0:02:38	0:12:30	0:19:09	0:19:03	0:20:03	446.586	446.586
68	2916.14078		0:02:10	0:12:03	0:18:42	0:18:36	0:19:36	421.881	421.881
80	2829.397503		0:01:51	0:11:43	0:18:22	0:18:16	0:19:16	453.128	453.128
92	2683.598548		0:01:24	0:11:16	0:17:55	0:17:49	0:18:49	421.923	421.923
104	2803.598548		0:01:48	0:11:40	0:18:19	0:18:13	0:19:13	421.923	421.923
116	2923.598548		0:02:11	0:12:04	0:18:43	0:18:37	0:19:37	421.923	421.923
128	3043.598548		0:02:35	0:12:28	0:19:07	0:19:01	0:20:01	421.923	421.923
140	3163.598548		0:02:59	0:12:52	0:19:31	0:19:25	0:20:25	421.923	421.923
152	3283.598548		0:03:23	0:13:15	0:19:54	0:19:48	0:20:48	421.923	421.923
164	3403.598548		0:03:47	0:13:39	0:20:18	0:20:12	0:21:12	421.923	421.923
176	3523.598548		0:04:11	0:14:03	0:20:42	0:20:36	0:21:36	421.923	421.923
188	3643.598548		0:04:35	0:14:27	0:21:06	0:21:00	0:22:00	421.923	421.923
200	3763.598548		0:04:59	0:14:51	0:21:30	0:21:24	0:22:24	421.923	421.923
212	3883.598548		0:05:22	0:15:15	0:21:54	0:21:48	0:22:48	421.923	421.923

Object	Loaded 3.0% uphill	Loaded 3.0% downhill	Loaded 6.0% uphill	Loaded 6.0% downhill	Loaded 9.0% uphill	Loaded 9.0% downhill	Loaded 15.0% uphill	Loaded 15.0% downhill
Ben ch	Loaded 3.0% uphill	Loaded 3.0% downhill	Loaded 6.0% uphill	Loaded 6.0% downhill	Loaded 9.0% uphill	Loaded 9.0% downhill	Loaded 15.0% uphill	Loaded 15.0% downhill
LINE 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-28	10.478	0.000	301.092	0.586	791.527	0.073	61.050	0.000
-16	10.478	0.000	277.545	0.586	700.652	0.073	57.581	0.000
-4	10.478	0.000	242.456	0.586	639.764	0.073	48.204	0.000
8	7.768	0.000	221.862	0.000	555.677	0.073	39.119	0.000
20	3.907	0.000	204.001	0.000	469.574	0.000	30.902	0.000
32	3.907	0.000	162.677	0.000	393.089	0.000	27.468	0.000
44	3.907	0.000	118.165	0.000	327.077	0.000	23.580	0.000
56	3.907	0.000	73.573	0.000	257.799	0.000	18.136	0.000
68	2.574	0.000	38.183	0.000	178.992	0.000	12.835	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	111.324	0.000	3.270	0.000
92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000
116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	240.000	0.000	0.000
128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	360.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	480.000	0.000	0.000
152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	600.000	0.000	0.000
164	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	720.000	0.000	0.000
176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	840.000	0.000	0.000
188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	960.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1080.000	0.000	0.000
212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1200.000	0.000	0.000

Object	Empty 3.0% uphill	Empty 3.0% downhill	Empty 6.0% uphill	Empty 6.0% downhill	Empty 9.0% uphill	Empty 9.0% downhill	Empty 15.0% uphill	Empty 15.0% downhill
Bench	Empty 3.0% uphill	Empty 3.0% downhill	Empty 6.0% uphill	Empty 6.0% downhill	Empty 9.0% uphill	Empty 9.0% downhill	Empty 15.0% uphill	Empty 15.0% downhill
LINE 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-28	0.000	10.478	0.586	301.092	0.073	791.527	0.000	61.050
-16	0.000	10.478	0.586	277.545	0.073	700.652	0.000	57.581
-4	0.000	10.478	0.586	242.456	0.073	639.764	0.000	48.204
8	0.000	7.768	0.000	221.862	0.073	555.677	0.000	39.119
20	0.000	3.907	0.000	204.001	0.000	469.574	0.000	30.902
32	0.000	3.907	0.000	162.677	0.000	393.089	0.000	27.468
44	0.000	3.907	0.000	118.165	0.000	327.077	0.000	23.580
56	0.000	3.907	0.000	73.573	0.000	257.799	0.000	18.136
68	0.000	2.574	0.000	38.183	0.000	178.992	0.000	12.835
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	111.324	0.000	3.270
92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
104	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000	0.000
116	0.000	0.000	0.000	0.000	240.000	0.000	0.000	0.000
128	0.000	0.000	0.000	0.000	360.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	480.000	0.000	0.000	0.000
152	0.000	0.000	0.000	0.000	600.000	0.000	0.000	0.000
164	0.000	0.000	0.000	0.000	720.000	0.000	0.000	0.000
176	0.000	0.000	0.000	0.000	840.000	0.000	0.000	0.000
188	0.000	0.000	0.000	0.000	960.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	1080.000	0.000	0.000	0.000
212	0.000	0.000	0.000	0.000	1200.000	0.000	0.000	0.000

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑ (ΟΡΥΧΕΙΟ-ΘΡΑΥΣΤΗΡΑ)

Object	Distance	Units	Loaded	Empty	Total			Loaded flat	Empty flat
Bench	Distance	Pit Route	Lift	Route - Delays	Ore + Delays	Waste + Delays	Other + Delays	Loaded flat	Empty flat
LINE 4	2969.62113	Metres	0:05:24	0:05:00	0:10:25			2969.621	2969.621
-28	4768.408102		0:07:53	0:18:18	0:24:57	0:24:51	0:25:51	525.938	525.938
-16	4596.206195		0:06:29	0:16:54	0:23:33	0:23:27	0:24:27	471.627	471.627
-4	4485.75854		0:06:07	0:16:32	0:23:11	0:23:05	0:24:05	466.533	466.533
8	4325.734677		0:04:53	0:15:18	0:21:57	0:21:51	0:22:51	423.571	423.571
20	4217.609862		0:04:30	0:14:55	0:21:34	0:21:28	0:22:28	431.561	431.561
32	4128.470179		0:04:11	0:14:36	0:21:15	0:21:09	0:22:09	463.665	463.665
44	4022.831811		0:03:05	0:13:30	0:20:09	0:20:03	0:21:03	472.438	472.438
56	3874.581254		0:02:38	0:13:03	0:19:42	0:19:36	0:20:36	443.502	443.502
68	3729.045854		0:02:10	0:12:36	0:19:15	0:19:09	0:20:09	418.797	418.797
80	3642.302577		0:01:51	0:12:16	0:18:55	0:18:49	0:19:49	450.044	450.044
92	4471.543992		0:04:59	0:15:24	0:22:03	0:21:57	0:22:57	421.923	421.923
104	4351.543992		0:04:35	0:15:00	0:21:39	0:21:33	0:22:33	421.923	421.923
116	4231.543992		0:04:11	0:14:36	0:21:15	0:21:09	0:22:09	421.923	421.923
128	4111.543992		0:03:47	0:14:12	0:20:51	0:20:45	0:21:45	421.923	421.923
140	3991.543992		0:03:23	0:13:48	0:20:27	0:20:21	0:21:21	421.923	421.923
152	3871.543992		0:02:59	0:13:24	0:20:03	0:19:57	0:20:57	421.923	421.923
164	3751.543992		0:02:35	0:13:00	0:19:39	0:19:33	0:20:33	421.923	421.923
176	3631.543992		0:02:11	0:12:37	0:19:16	0:19:10	0:20:10	421.923	421.923
188	3511.543992		0:01:48	0:12:13	0:18:52	0:18:46	0:19:46	421.923	421.923
200	3391.543992		0:01:24	0:11:49	0:18:28	0:18:22	0:19:22	421.923	421.923
212	3511.543992		0:01:48	0:12:13	0:18:52	0:18:46	0:19:46	421.923	421.923

Object	Loaded 3.0% uphill	Loaded 3.0% downhill	Loaded 6.0% uphill	Loaded 6.0% downhill	Loaded 9.0% uphill	Loaded 9.0% downhill	Loaded 15.0% uphill	Loaded 15.0% downhill
Ben ch	Loaded 3.0% uphill	Loaded 3.0% downhill	Loaded 6.0% uphill	Loaded 6.0% downhill	Loaded 9.0% uphill	Loaded 9.0% downhill	Loaded 15.0% uphill	Loaded 15.0% downhill
LINE 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-28	10.478	0.000	301.092	0.586	899.571	0.073	61.050	0.000
-16	10.478	0.000	277.545	0.586	808.696	0.073	57.581	0.000
-4	10.478	0.000	242.456	0.586	747.808	0.073	48.204	0.000
8	7.768	0.000	221.862	0.000	663.721	0.073	39.119	0.000
20	3.907	0.000	204.001	0.000	577.618	0.000	30.902	0.000
32	3.907	0.000	162.677	0.000	501.133	0.000	27.468	0.000
44	3.907	0.000	118.165	0.000	435.121	0.000	23.580	0.000
56	3.907	0.000	73.573	0.000	365.843	0.000	18.136	0.000
68	2.574	0.000	38.183	0.000	287.036	0.000	12.835	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	219.368	0.000	3.270	0.000
92	0.000	0.000	0.000	0.000	1080.000	0.000	0.000	0.000
104	0.000	0.000	0.000	0.000	960.000	0.000	0.000	0.000
116	0.000	0.000	0.000	0.000	840.000	0.000	0.000	0.000
128	0.000	0.000	0.000	0.000	720.000	0.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	600.000	0.000	0.000	0.000
152	0.000	0.000	0.000	0.000	480.000	0.000	0.000	0.000
164	0.000	0.000	0.000	0.000	360.000	0.000	0.000	0.000
176	0.000	0.000	0.000	0.000	240.000	0.000	0.000	0.000
188	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000

Object	Empty 3.0% uphill	Empty 3.0% downhill	Empty 6.0% uphill	Empty 6.0% downhill	Empty 9.0% uphill	Empty 9.0% downhill	Empty 15.0% uphill	Empty 15.0% downhill
Bench	Empty 3.0% uphill	Empty 3.0% downhill	Empty 6.0% uphill	Empty 6.0% downhill	Empty 9.0% uphill	Empty 9.0% downhill	Empty 15.0% uphill	Empty 15.0% downhill
LINE 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-28	0.000	10.478	0.586	301.092	0.073	899.571	0.000	61.050
-16	0.000	10.478	0.586	277.545	0.073	808.696	0.000	57.581
-4	0.000	10.478	0.586	242.456	0.073	747.808	0.000	48.204
8	0.000	7.768	0.000	221.862	0.073	663.721	0.000	39.119
20	0.000	3.907	0.000	204.001	0.000	577.618	0.000	30.902
32	0.000	3.907	0.000	162.677	0.000	501.133	0.000	27.468
44	0.000	3.907	0.000	118.165	0.000	435.121	0.000	23.580
56	0.000	3.907	0.000	73.573	0.000	365.843	0.000	18.136
68	0.000	2.574	0.000	38.183	0.000	287.036	0.000	12.835
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	219.368	0.000	3.270
92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1080.000	0.000	0.000
104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	960.000	0.000	0.000
116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	840.000	0.000	0.000
128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	720.000	0.000	0.000
140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	600.000	0.000	0.000
152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	480.000	0.000	0.000
164	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	360.000	0.000	0.000
176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	240.000	0.000	0.000
188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
212	0.000	0.000	0.000	0.000	120.000	0.000	0.000	0.000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πτυχιακή αυτή εργασία , είχε ως κύριο σκοπό να παρουσιάσει μια θεωρητική αλλά και, κυρίως, πρακτική ανάλυση της μελέτης κύκλου διαδρομών σε μια υπαίθρια εκσκαφή νικελίου.

Το καθαρά θεωρητικό μέρος της εργασίας , είχε ως σκοπό να δώσει μια λιτή , αλλά περιεκτική ανάλυση, κάθε τομέα της μεταφοράς και ταυτόχρονα να παρουσιάσει το πρόγραμμα Vulcan. Με αυτόν τον τρόπο ,δίνεται στον τεχνικό ή οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο μια βάση στην οποία θα στηριχθεί για να προχωρήσει στο τεχνικό κομμάτι.

Η πρακτική ανάλυση έχει επιτευχθεί με μια σταδιακή παρουσίαση όλων των βημάτων, από την αρχή των υπολογισμών έως και τα τελικά αποτελέσματα. Η παρουσίαση των βημάτων συνοδεύεται από επεξήγηση της χρήσης του προγράμματος , με όλες τις μεταβλητές , έτσι ώστε να λειτουργεί ως ένα μελλοντικό πρότυπο χρήσης , σε οποιονδήποτε τεχνικό ή οποιονδήποτε θέλει να εκτελέσει μια αντίστοιχη μελέτη , σε οποιαδήποτε εκμετάλλευση και με οποιεσδήποτε μεταβλητές.

Η εργασία αυτή , θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά στην περίπτωση που θα θέλαμε να δούμε αποτελέσματα με άλλου τύπου εξοπλισμό , ακολουθώντας ως “οδηγό” το τρίτο κεφάλαιο στο Truck Library , ενώ για παραλλαγές διαδρομών το Route Cycle Estimation , που είναι στο ίδιο κεφάλαιο.

Εν κατακλείδι , τα αποτελέσματα που είναι αποθηκευμένα στο αρχείο Excel , χρήζουν διεξοδικής ανάλυσης από τεχνικούς, για τον προγραμματισμό εκμετάλλευσης , αλλά και την βέλτιστη χρήση εξοπλισμού και προσωπικού, την μείωση του χρόνου και φυσικά για την μείωση του κόστους. Όλα αυτά , μέσω της μελέτης που διεκπεραιώσαμε , αφορούν μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει αποτελέσματα , που αντιστοιχούν στο παρόν αλλά και το μέλλον των εργασιών στο ορυχείο,μέχρι το πέρας αυτών. Αυτό είναι άλλωστε ένα από μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της χρήσης του Vulcan και Haulage Profile.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία-Εντυπα

- 1] Surface mining, 2d ed. by Bruce A. Kennedy (1990)
- 2] Maptek Vulcan brochure
- 3] Vulcan Users Conference 2005. 2007

Αρχεία Προγράμματος Maptec Vulcan

- 1] Overview Maptek Vulcan
- 2] Help of Vulcan

Ίντερνετ

- 1] <http://www.larco.gr/>
- 2] <http://l.wikipedia.org/wiki/Μεταλλευτική>