

Πολυτεχνείο Κρήτης

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



εργονομική ανάλυση εργασίας

**Ανάλυση επικινδυνότητας,
εργασίας μεταφόρτωσης υγραερίου από
δεξαμενή σε βυτιοφόρο όχημα.**

case study: **ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΧΑΝΙΩΝ**

**ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
1999010046**

περιεχόμενα

εισαγωγή	3
κίνδυνοι κατά τη διαχείριση υγραερίου	3
κάποια φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά για το υγραέριο...	4
εισαγωγή στην εγκατάσταση.....	5
πώς λειτουργεί η εγκατάσταση.....	7
σύνδεση εγκατάστασης με το βυτιοφόρο όχημα.....	7
ανάλυση εργασίας σε βήματα.....	9
ιεραρχική ανάλυση εργασίας.....	10
ανάλυση λαθών.....	12
πίνακας καθηκόντων - ανθρωπίνων λαθών – συνεπειών.....	14
event tree.....	17
fault tree.....	21
event tree για τη δημιουργία σπινθήρα.....	22
event tree για την ύπαρξη διαρροής.....	23

Η **ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΑΕ** είναι η μεγαλύτερη εταιρία εμφιαλώσεως υγραερίου στην Ελλάδα.

Ο σταθμός Χανίων, διαθέτει τρεις δεξαμενές αποθήκευσης υγραερίου, οι οποίες ανεφοδιάζονται ανα τακτά χρονικά διαστήματα από ειδικό υγραεριοφόρο πλοίο. Από τις δεξαμενές αυτές, τροφοδοτείται η ειδική διάταξη εφοδιασμού φιαλών με υγραέριο, καθώς και το βυτιοφόρο όχημα που διανέμει το υγραέριο στους πελάτες με μεγαλύτερες ανάγκες κατανάλωσης και του οποίου η διαδικασία μεταφόρτωσης θα μας απασχολήσει, ως προς την μελέτη ανθρώπινου λάθους και εργονομικής ανάλυσης εργασίας.

κίνδυνοι κατά τη διαχείριση υγραερίου:

Λόγω του ότι πρόκειται για αέριο υπό υψηλή πίεση, έχουμε πάρα πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και για αυτό σε περίπτωση επαφής με τα μάτια ή του δέρματος, ή ακόμη και κατάποσης, υπάρχει ο κίνδυνος εγκαυμάτων, παρόμοιων με των κρυοπαγημάτων. Σε περίπτωση εισπνοής πολύ μεγάλων ποσοτήτων, μπορεί να επέλθει πλήρης δέσμευση του οξυγόνου και επομένως ασφυξία απουσία του.

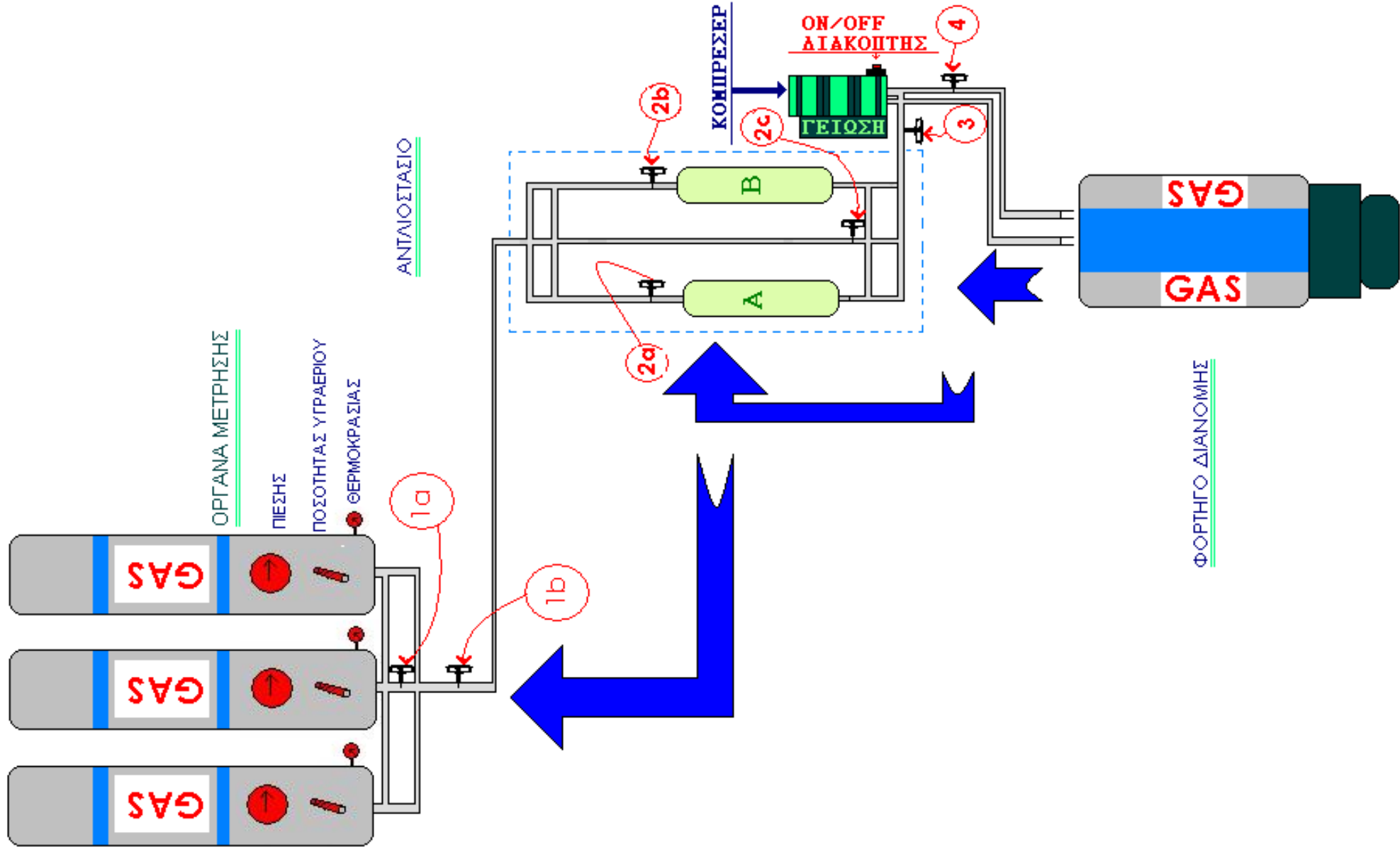
Παρ'όλα αυτά, ο μεγαλύτερος κίνδυνος που αντιμετωπίζεται είναι λόγω του ότι είναι εξαιρετικά εύφλεκτο υλικό, κάνοντας και την πιο μικρή διαρροή, αιτία εκδήλωσης ατυχήματος που πρέπει να αντιμετωπίζετε άμεσα. Επίσης η αντιμετώπιση πρέπει να γίνεται και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, διότι οι ατμοί υγραερίου είναι βαρύτεροι του ατμοσφαιρικού αέρα και έχουν τη ικανότητα να ταξιδέψουν για μεγάλες αποστάσεις μέχρι κάποια πηγή ανάφλεξης. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατό να αποτραπεί η εκδήλωση πυρκαγιάς, τότε πρέπει αυτή να αντιμετωπιστεί με ειδικό τρόπο –ξηρό αφρό– και σε καμία περίπτωση με νερό, όπως επίσης και με ειδικό εξοπλισμό. Τα παράγωγα της καύσης είναι το τοξικό μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το επίσης βλαβερό διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).

κάποια φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά για το υγραέριο

Λέγοντας υγραέριο, εννοούμε βουτάνιο ή προπάνιο. Σε πιο ευρεία κλίμακα προπάνιο, και για αυτό το λόγο αναφέρονται ενδεικτικά τα φυσικά χαρακτηριστικά του προπανίου, τα οποία φυσικά έχουν πολύ μικρές διαφορές από αυτά του βουτανίου μιας και τα δυο ανήκουν στην ομάδα των υδρογονανθράκων της πρώτης σειράς, των αερίων δηλ. Έτσι λοιπόν είναι αέριο και άοσμο, αν και συνήθως προστίθεται τεχνητά οσμή, μιας και αυτή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας ανίχνευσης πιθανής διαρροής. Η πίεση των ατμών κυμαίνεται περί τα 200 psi στους 38°C. Σημείο βρασμού -42°C και σημείο τήξης -190°C. Είναι δυσδιάλυτο στο νερό, για αυτό και δεν αναφέρονται έντονες ανησυχίες για τη μόλυνση των υδάτων. Πρέπει να φυλάσσεται σε δροσερό μέρος μακριά από πηγές ανάφλεξης. Για μεγάλες ποσότητες, οι υπαίθριες εγκαταστάσεις συνιστώνται. Αποφεύγονται αυστηρά όλα τα ισχυρά οξειδωτικά, χλώριο, φθόριο κ.α. Το υλικό αυτό είναι ασφυξιογόνο, δηλαδή μπορεί να ελαττώσει την συγκέντρωση οξυγόνου στον αέρα σε επικίνδυνα επίπεδα. Λόγω της έλλειψης του οξυγόνου, αυξάνετε η ένταση και ο ρυθμός της αναπνοής με αποτέλεσμα επεισόδια άσθματος, ζάλη, ναυτία έως και απώλεια αισθήσεων. Τα παράγωγα του αερίου αυτού, σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 0,1% δεν έχουν αναγνωρισθεί ως καρκινογόνα.

εισαγωγή στην εγκατάσταση.

Όπως αναφέρθη, η εγκατάσταση αποτελείτε από τις αποθηκευτικές μονάδες, τις δεξαμενές και δύο υποσταθμούς μεταφόρτωσης. Έναν ο οποίος αφορά τις φιάλες οικιακής χρήσης, και ο άλλος ο οποίος αφορά το φορηγό διανομής. Η εγκατάσταση είναι αρκετά πολύπλοκη, μιας και από τις δεξαμενές ξεκινά το δίκτυο εφοδιασμού και των δύο υποσταθμών που αναφέραμε. Ένα απλουστευμένο πρόχειρο σχεδιάγραμμα, που απεικονίζει τα βασικά σημεία που χειρίζεται ο εργάτης καθώς και τους χώρους στους οποίους κινείτε προκειμένου να ολοκληρώσει τη συγκεκριμένη εργασία, φαίνεται παρακάτω:



Στο σχεδιάγραμμα αυτό, φαίνονται οι κύριες περιοχές της εγκατάστασης μέσα στις οποίες κινείται ο εργαζόμενος.

Οι **δεξαμενές υγραερίου** οι οποίες είναι αποθηκευτικές μονάδες του καυσίμου. Επάνω σε κάθε δεξαμενή, υπάρχουν τρία όργανα από τα οποία παίρνουμε ενδείξεις για την πίεση του υγραερίου εντός της δεξαμενής, για την θερμοκρασία του καθώς και για τη ποσότητα του υγραερίου.

Το **αντλιοστάσιο**, το οποίο είναι ένας στεγασμένος χώρος, μέσα στον οποίο υπάρχουν δύο αντλίες η Α και η Β καθώς και ο πίνακας ελέγχου που θέτει τις αντλίες σε λειτουργία. Χρησιμοποιούνται για τη διακίνηση καυσίμου στην εγκατάσταση. Χρησιμοποιείτε κυρίως η αντλία Α ενώ η Β έχει κυρίως εφεδρικό ρόλο.

Το **κομπρεσέρ** και η **γείωση**. Βρίσκονται εκτός του στεγασμένου χώρου των αντλιών. Έχουν σημαντικό ρόλο στη μεταφόρτωση, κυρίως η γείωση η οποία απομακρύνει οποιαδήποτε μορφή ηλεκτρισμού, που θα μπορούσε να αποτελέσει πηγή ανάφλεξης.

Η θέση παρκαρίσματος του **βυτιοφόρου**. Επίσης, φαίνονται και οι βασικοί διακόπτες τύπου στρόφιγγας (βλ. φωτο) που χρησιμοποιεί ο εργάτης προκειμένου να ολοκληρώσει τη διαδικασία της πλήρωσης του βυτιοφόρου με υγραέριο.

Έτσι, ο διακόπτης :



- Ⓢ **1α** ελέγχει την έξοδο του αερίου από τις δεξαμενές
- Ⓢ **1β** εφεδρικός διακόπτης του 1α.
- Ⓢ **2α** όταν είναι ανοικτός, το υγραέριο διοχετεύεται από την αντλία Α.
- Ⓢ **2β** όταν είναι ανοικτός, το υγραέριο διοχετεύεται από την αντλία Β.
- Ⓢ **2c** όταν είναι ανοικτός, το υγραέριο εξέρχεται από την ελεύθερη σωλήνωση
- Ⓢ **3** ρυθμίζει την εκροή του υγραερίου από το αντλιοστάσιο
- Ⓢ **4** ρυθμίζει την εκροή ατμοσφαιρικού αέρα από το κομπρεσέρ.

Κάθε διακόπτης έχει και έναν εφεδρικό, τους οποίους για σχεδιαστική ευκολία παραλείψαμε. Μάλιστα, κατά την ενημέρωση των υπευθύνων, ανάμεσα σε δύο διακόπτες, υπάρχει πάντα ένας σύνδεσμος, δηλαδή ένα κομμάτι σωλήνωσης ξεχωριστό, το οποίο

ενώνετε με το δίκτυο. Έτσι σε περίπτωση εσωτερικής ανάφλεξης, λόγω της ισχυρής πίεσης των αερίων παραγώγων της καύσης, ο σύνδεσμος, ο οποίος αντέχει μικρότερη πίεση από τους διακόπτες, θα υποχωρήσει, παρεμποδίζοντας την εστία να προχωρήσει στο υπόλοιπο δίκτυο, εφόσον φυσικά το πρόβλημα εντοπιστεί άμεσα και το επικίνδυνο τμήμα απομονωθεί κλείνοντας τους κατάλληλους διακόπτες έγκαιρα.

Τέλος, τα μεγάλα μπλε βέλη δείχνουν τις διαδρομές που ακολουθεί ο εργάτης μέσα στην εγκατάσταση.

πως λειτουργεί η εγκατάσταση

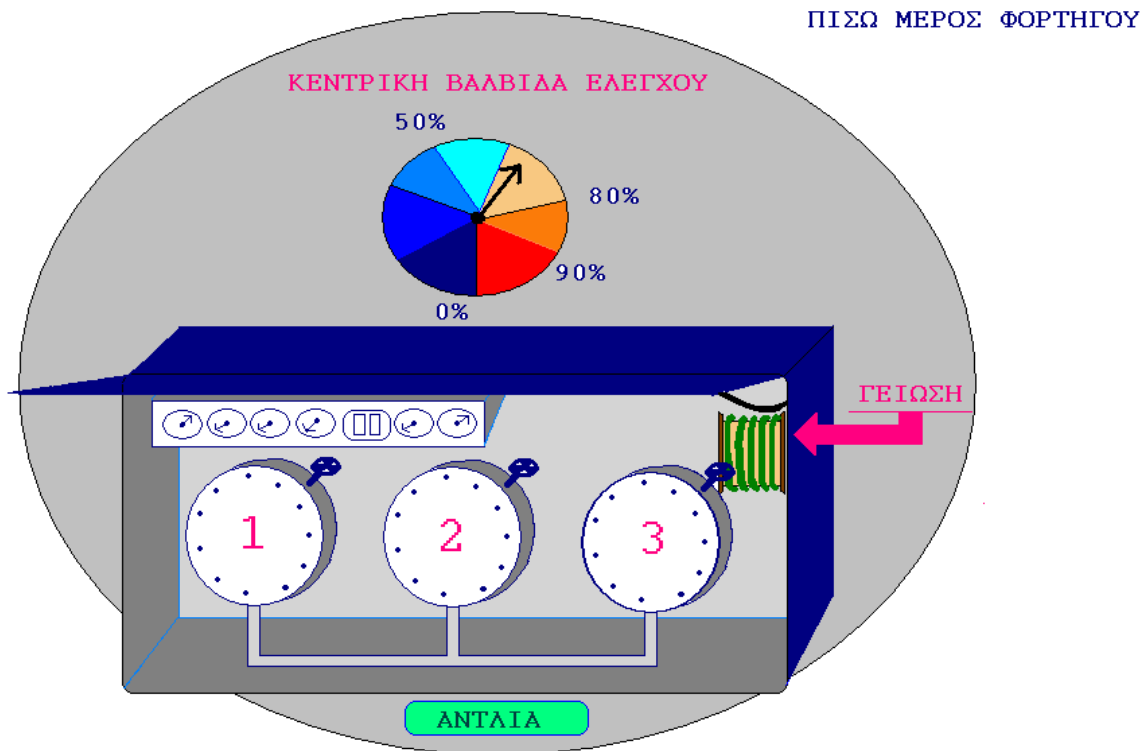
Υπάρχουν δύο τρόποι για την μετάγγιση υγραερίου από τις δεξαμενές στο βυτιοφόρο όχημα. Ο πρώτος είναι μέσω αντλίας. Όταν είναι σε λειτουργία η αντλία, θέτει σε κίνηση το αέριο με φορά από την δεξαμενή στο όχημα. Για την λειτουργία της αντλίας απαιτείτε η κατανάλωση καυσίμου. Εδώ diesel. Ο δεύτερος τρόπος είναι με την βοήθεια του κομπρεσέρ. Το κομπρεσέρ αφαιρεί τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσα από το όχημα, και λόγω της διαφοράς πιέσεως, το υγραέριο κυκλοφορεί με προορισμό το όχημα, γεμίζοντάς το. Και το κομπρεσέρ καταναλώνει καύσιμο.

Ο δεύτερος τρόπος προτιμάτε έναντι του πρώτου. Αυτό γιατί ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι αυτός ο οποίος συμπιέζεται μέσα στις σωληνώσεις για να κυκλοφορήσει ενώ το υγραέριο κυκλοφορεί αβίαστα. Έτσι, σε περίπτωση εμπλοκής είτε διακόπτη είτε του ίδιου του κομπρεσέρ, αυτό που θα απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα θα είναι αέρας και η κυκλοφορία υγραερίου απλά θα σταματήσει. Ενώ με τον πρώτο τρόπο, ο υγραέριο θα προσπαθήσει να διαφύγει, αποσκοπώντας σε εκτόνωση, με πιθανότητα ατυχήματος αν αποτύχουν τα ενδιάμεσα μέτρα ασφαλείας.

σύνδεση εγκατάστασης με το βυτιοφόρο όχημα

Από την εγκατάσταση, απολήγουν δύο ελεύθερες σωλήνες (όχι άκαμπτες μεταλλικές φυσικά, όπως της υπόλοιπης εγκατάστασης, αλλά εύκαμπτες) οι οποίες συνδέονται με το πίσω μέρος του φορτηγού. Τα βασικά σημεία συνδεσμολογίας του οχήματος με την εγκατάσταση φαίνονται στο πρόχειρο

σχεδιάγραμμα που ακολουθεί. (όσα αφορούν την εκφόρτωση υγραερίου –κατά τη διανομή- καθώς και εφεδρικά συστήματα παραλείπονται για σχεδιαστική ευκολία)



Τα σημεία **1** και **2** αφορούν τη σύνδεση με τις σωληνώσεις της εγκατάστασης. Στο σημείο **1** προσδένετε με σύστημα κοχλιώσεων ο σωλήνας της «υγρής φάσης» όπως αναφέρετε, ο σωλήνας δηλαδή που μεταφέρει το υγραέριο. Στο σημείο **2** προσδένετε ο σωλήνας από τον οποίο αφαιρείτε ο ατμοσφαιρικός αέρας από το όχημα, ή «αέρια φάση». Το σημείο **3** αναφέρετε στην διανομή υγραερίου, με την βοήθεια της αντλίας που υπάρχει ενσωματωμένη στο όχημα. Υπάρχει επίσης λιτρόμετρο που αναφέρει την ποσότητα διανομής.

Υπάρχουν επίσης τα εξής όργανα ελέγχου με τη σειρά που φαίνονται στο σχήμα:

- ✓ πίεση λαδιού της αντλίας
- ✓ πίεση της δεξαμενής του οχήματος
- ✓ πίεση αναρρόφησης
- ✓ διακόπτες αέρα
- ✓ πίεση καυσίμου στην έξοδο της αντλίας
- ✓ θερμοκρασία λαδιού της δεξαμενής.

Όπως ενημερώθηκα από τον χειριστή, τα παραπάνω όργανα δεν ελέγχονται παρά μόνο πριν την έναρξη της διαδικασίας μεταγγίσεως. Ως επί το πλείστον, το όργανο στο οποίο βασίζονται είναι η **κεντρική βαλβίδα ελέγχου** που βρίσκεται στο πάνω μέρος και δείχνει το πόσο γεμάτη είναι η δεξαμενή του οχήματος. Η διαδικασία του γεμίσματος σταματά όταν ο δείκτης φτάσει τα 80-85%.

Σε αυτό το σημείο, έκανα την εξής παρατήρηση. Το καπάκι που κλείνει μπροστά από το κουτί μέσα στο οποίο υπάρχουν τα σημεία σύνδεσης και τα όργανα ελέγχου, στερεώνετε όταν είναι τελείως ανοικτό, με αποτέλεσμα να καλύπτει την κεντρική βαλβίδα ελέγχου. Έτσι, ο εργάτης, προκειμένου να ελέγξει την πρόοδο της διαδικασίας, αναγκάζεται να ανοιγοκλείνει το καπάκι ανά τακτά χρονικά διαστήματα ενώ παράλληλα περιφέρετε στην εγκατάσταση ελέγχοντας τη σωστή λειτουργία των υπολοίπων σημείων.

Ακόμη, υπάρχει η γείωση. Το καλώδιο της γείωσης ξεκινά από το όχημα και συνδέεται με την αντίστοιχη γείωση που βρίσκεται κοντά στο κομπρεσέρ.

ανάλυση εργασίας σε βήματα

Κατά την εκπλήρωση της εργασίας, ο εργάτης ακολουθεί τα εξής βήματα:

- ☒ ελέγχει τα όργανα μέτρησης για τη σωστή λειτουργία των οργάνων που θα χρησιμοποιήσει (πχ πίεση λαδιού στις αντλίες κτλ)
 - ☒ συνδέει τη γείωση
- στη συνέχεια, ανάλογα με τον τρόπο που θα γεμίσει το όχημα, αν δηλαδή χρησιμοποιήσει το κομπρεσέρ ή την αντλία, έχουμε:

➔ Αν χρησιμοποιήσει το κομπρεσέρ

- ☒ με το διακόπτη αέρα που βρίσκεται πάνω στο όχημα, γεμίζει το βυτίο με αέρα.
- ☒ Συνδέει τις σωληνώσεις της υγρής και της αέριας φάσης

- ☒ Θέτει σε λειτουργία το κομπρεσέρ και όταν έχει δημιουργηθεί το κατάλληλο κενό αέρος
- ☒ Ανοίγει με τη σειρά τους διακόπτες των σωληνώσεων, ξεκινώντας από αυτούς των δεξαμενών
- Όταν η διαδικασία της πλήρωσης φτάσει τα 80%
- ☒ Σταματά τη λειτουργία του κομπρεσέρ
- ☒ Κλείνει τους διακόπτες των σωληνώσεων ξεκινώντας από αυτούς του φορτηγού
- ☒ Αποσυνδέει τις σωληνώσεις από το πίσω μέρος του φορτηγού
- ☒ Αποσυνδέει τη γείωση
- ➔ Αν για την πλήρωση χρησιμοποιήσει τις αντλίες:
- ☒ Συνδέει τις σωληνώσεις της υγρής και της αέριας φάσης
- ☒ Θέτει σε λειτουργία την αντλία
- ☒ Ανοίγει με τη σειρά τους διακόπτες των σωληνώσεων, ξεκινώντας από αυτούς των δεξαμενών
- Όταν η διαδικασία της πλήρωσης φτάσει τα 80%
- ☒ Σταματά τη λειτουργία της αντλίας
- ☒ Κλείνει τους διακόπτες των σωληνώσεων ξεκινώντας από αυτούς του φορτηγού
- ☒ Αποσυνδέει τις σωληνώσεις από το πίσω μέρος του φορτηγού
- ☒ Αποσυνδέει τη γείωση

ιεραρχική ανάλυση εργασίας

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει την ιεραρχική ανάλυση εργασίας. Παρουσιάζονται δηλαδή όλες οι εργασίες που κάνει ο εργάτης, ενταγμένες σε πλάνα- υποπεριπτώσεις. Έτσι εξηγούνται αναλυτικά, όλες οι εργασίες που κάνει και τότε πρέπει αυτές να γίνουν.

Έτσι παρατηρούμε ότι οι κύριες εργασίες για τις οποίες πρέπει να φροντίζει ο εργάτης, είναι:

1. να ελέγχει ανά τακτά χρονικά σημεία την κεντρική βαλβίδα ελέγχου
2. να συνδέσει το βυτίο με το δίκτυο της εγκατάστασης
3. να επιλέξει αν θα χρησιμοποιήσει το κομπρεσέρ ή την αντλία
4. να ανοίξει το κατάλληλο δίκτυο
5. να αποσυνδέσει το βυτίο από το δίκτυο.

Το πλάνο που ακολουθείτε για αυτές τις εργασίες είναι, η εργασία 1 γίνεται συχνά, οι εργασίες 2, 3 και 4 γίνονται με τη σειρά και όταν η συνθήκη της εργασίας 1 πραγματοποιείται, εκτελείτε η εργασία 5. Έτσι το **event tree** διαμορφώνετε ως εξής:

ΓΕΜΙΣΜΑ ΒΥΤΙΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΕΡΙΟ

ΠΑΛΑΝΟ: ΚΑΝΕ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΗΣ ΣΕΙΡΑ: 2, 3, 4 ΚΑΙ ΟΤΑΝ 1=TRUE ΚΑΝΕ 5

1

ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΓΑΝΩΝ

ΠΑΛΑΝΟ 1.1
ΚΑΝΕ ΑΝΑ ΤΑΚΤΑ
ΧΡΟΝΙΚΑ
ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ

1.1.1

ΕΛΕΓΞΕ
ΑΝ ΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ
ΕΧΟΥΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟ

1.1.2

ΑΝ Η ΚΕΝΤΡΙΚΗ
ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΙΝΑΙ
ΣΤΑ 80%

2.1.1

ΣΥΝΔΕΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ

2.1.2

ΣΥΝΔΕΣΗ ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

2.1.3

ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ

2

ΣΥΝΔΕΣΗ ΒΥΤΙΟΥ
ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΠΑΛΑΝΟ 2.1
ΚΑΝΕ ΜΕ ΤΗ ΣΕΙΡΑ

3.1.1

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ

3.1.2

ΑΝΟΙΓΜΑ ΑΝΤΑΙΑΣ

3

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΠΟΥ
ΓΕΜΙΣΜΑΤΟΣ

ΠΑΛΑΝΟ 3.1
ΚΑΝΕ Η ΤΟ 3.1.1
Η ΤΟ 3.1.2

4.1.1

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2
ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ

4.1.2

ΓΕΜΙΣΜΑ ΒΥΤΙΟΥ ΜΕ ΑΕΡΑ

4.1.3

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2
ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ

4.1.4

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1α

4.1.5

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2c

4.1.6

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 3

4.1.7

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 4

4.1.8

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1
ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

4

ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ

ΠΑΛΑΝΟ 4.1
ΑΝ ΕΧΕΙ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ Η 3.1.1
ΚΑΝΕ ΜΕ ΤΗ ΣΕΙΡΑ

4.2.1

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1α

4.2.2

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2α

4.2.3

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 3

4.2.4

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 4

4.2.5

ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1
ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

5

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΒΥΤΙΟΥ
ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΠΑΛΑΝΟ 5.1
ΑΝ ΕΧΕΙ
ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ
Η 3.1.1
ΚΑΝΕ ΜΕ
ΤΗ ΣΕΙΡΑ

ΠΑΛΑΝΟ 5.2
ΑΝ ΕΧΕΙ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ
Η 3.1.2 ΚΑΝΕ ΜΕ ΤΗ ΣΕΙΡΑ

5.1.1

ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ

5.1.2

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1
ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

5.1.3

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 4

5.1.4

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 3

5.1.5

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2c

5.1.6

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1α

5.1.7

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ

5.1.8

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

5.1.9

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ

5.2.1

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΑΝΤΑΙΑΣ

5.2.2

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1
ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

5.2.3

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 4

5.2.4

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 3

5.2.5

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 2α

5.2.6

ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 1α

5.2.7

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ

5.2.8

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ

5.2.9

ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ

Τα αναλυτικά τμήματα της κάθε εργασίας , έχουν ένα κωδικό όνομα τριών ψηφίων, όπου το πρώτο ψηφίο φανερώνει την κύρια κατηγορία εργασίας στην οποία ανήκει, το δεύτερο ψηφίο το πλάνο στο οποίο ανήκει, και το τρίτο ψηφίο τον αριθμό κατάταξης που κατέχει μέσα στο πλάνο.

ανάλυση λαθών

Οι βασικές κατηγορίες λαθών, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΛΑΘΟΥΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΓΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΛΑΘΟΥΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΛΑΘΟΥΣ
1) ΛΑΘΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΓΕΙΩΣΗΣ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΕΣΤΙΑ ΣΠΙΝΘΗΡΑ ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΠΑΡΟΧΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ
2) ΛΑΘΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΥΓΡΗΣ ΦΑΣΗΣ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
3) ΛΑΘΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΔΙΑΡΡΟΗ
4) ΛΑΘΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
5) Η ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΙΝΑΙ ΑΔΕΙΑ	ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΜΗ ΔΥΝΑΤΗ ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
6) Η ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΤΟΥ ΒΥΤΙΟΥ ΞΕΠΕΡΝΑ ΤΑ 80%	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
7) ΛΑΘΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΠΙΘΑΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
8) ΛΑΘΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗΣ	ΣΥΝΑΔΕΛΦΟΣ	ΠΙΘΑΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ

Παρατηρούμε ότι οι ενδείξεις για τον εντοπισμό των λαθών είναι επιεικώς ελλιπείς. Έτσι όλες οι εργασίες, γίνονται παρουσία επιβλέποντος, ο οποίος έχει την ευθύνη να βεβαιώνει ότι όλα γίνονται σωστά.

Κατασκευάζουμε την παρακάτω κλίμακα επικινδυνότητας, προκειμένου να κατηγοριοποιήσουμε τα παραπάνω λάθη.

ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ	ΠΟΛΥ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ	ΛΙΓΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ	ΚΑΘΟΛΟΥ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ
5	4	3	2	1

Αναλυτικότερα, για το λάθος :

- 1) Ο εργάτης είτε ξεχνά να συνδέσει τη γείωση είτε δεν την συνδέει σωστά. Σε αυτή τη περίπτωση, έχουμε πηγή σπινθήρα, η οποία αν συνδυαστεί με διαρροή υγραερίου, θα υπάρξει εστία πυρκαγιάς, μεγάλη ή μικρή, ανάλογη της διαρροής. Κάτι τέτοιο, σε κλίμακα επικινδυνότητας από το 1-5, με 5 το πιο επικίνδυνο, θα έπαιρνε 5 λόγω του ότι μικρο-διαρροές συμβαίνουν πάντοτε κατά τη μετάγγιση.
- 2) Ο εργάτης, δεν βιδώνει καλά τους κοχλίες με τους οποίους προσδένετε ο σωλήνας στο βυτίο. Σε αυτή τη περίπτωση θα υπάρξει διαρροή του εισερχόμενου υγραερίου. Η διαρροή αυτή δεν θα είναι μικρή, αφού η υγρή φάση είναι η παροχή, και έτσι καθιστάτε ιδιαίτερα επικίνδυνη, και στην κλίμακα θα βαθμολογούνταν με 4 γιατί αν και μεγάλη η διαρροή, από μόνη της δεν είναι αιτία ατυχήματος. Χρειάζεται και η παρουσία σπινθήρα.
- 3) Εδώ, το λάθος αφορά πάλι την κοχλίωση του σωλήνα της αέριας φάσης. Η αέρια φάση όμως, αφορά την εξαγωγή του αέρα από το βυτίο και έτσι η διαρροή θα είναι πολύ μικρή ή μηδαμινή. Σε αυτή τη περίπτωση η επικινδυνότητα βαθμολογείτε με 2.
- 4) Επειδή υπάρχει η δυνατότητα ο εργάτης να διαλέξει τρόπο γεμίσματος, είτε την αντλία είτε το κομπρεσέρ, πρέπει να επιλέξει και κατάλληλο δίκτυο. Αν λοιπόν ανοιχτεί κάποιος πλεονάζων διακόπτης ή κάποιος άλλος στη θέση του σωστού, κατά την έναρξη της λειτουργίας του κομπρεσέρ ή της αντλίας, θα έχουμε μεγάλη διαρροή. Έτσι, και αυτή η πιθανότητα, βαθμολογείτε ως πολύ επικίνδυνη, με 4.
- 5) Αν η δεξαμενή είναι άδεια, τότε απλά δε υπάρχει υγραέριο για να μεταγγιστεί στο βυτίο και η εργασία δεν θα γίνει. Για το εντοπισμό κάτι τέτοιου υπάρχουν όργανα – μετρητές της στάθμης της δεξαμενής. Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη περίπτωση, αν και σημαίνει την αποτυχία της εργασίας, δεν επικίνδυνο. Επομένως, στην κλίμακα θα έπαιρνε 1.
- 6) Για να γίνει αυτό, σημαίνει ότι ο εργάτης αμέλησε να ελέγχει την βαλβίδα, ή την έλεγξε αλλά δεν την ανάγνωσε σωστά ή ότι η βαλβίδα κόλλησε. Σε περίπτωση που συμβεί κάτι τέτοιο, και δεν διορθωθεί άμεσα (μέχρι δηλ το 90%) το σφάλμα, τότε θα υπερχειλίσει το βυτίο και θα αυξηθεί πάρα πολύ η εσωτερική του πίεση. Έτσι θα έχουμε μεγάλη διαρροή και μάλιστα υπό μεγάλη πίεση, πράγμα που κάνει τη διαρροή από μόνη της επικίνδυνη για τραυματισμό. Με την παραμικρή εκκίνηση σπινθήρα θα αναπτυχθεί αμέσως εστία φωτιάς και μάλιστα μεγάλης. Επίσης, λόγω της μεγάλης πίεσης που θα αναπτυχθεί στο εσωτερικό του βυτίου, υπάρχει ο κίνδυνος να αναπτυχθούν ρωγμές στα τοιχώματα, που είτε άμεσα είτε εν καιρώ θα δημιουργήσουν περαιτέρω προβλήματα διαρροών. Επομένως αυτή η περίπτωση, βαθμολογείτε με 5, ως εξαιρετικά επικίνδυνη.
- 7) Εδώ ο εργάτης αναμένετε να κάνει κάποιο λάθος στη σειρά των βημάτων που πρέπει να ακολουθήσει για να γίνει η εργασία. Για παράδειγμα να θέσει σε λειτουργία την αντλία ενώ δεν έχει ακόμα συνδέσει το φορτηγό στην εγκατάσταση, να ανοίξει τους διακόπτες της δεξαμενής, ενώ δεν έχει επιλέξει το δίκτυο στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η μετάγγιση. Κάτι τέτοιο αναμένετε να προξενήσει κάποια διαρροή, ή και να

μην δημιουργήσει κανένα πρόβλημα. Επομένως, στη κλίμακα επικινδυνότητας θα αμειβόταν με 3.

8) Όμοια με πριν, κάτι τέτοιο μπορεί να προκαλέσει μεγάλο ή μικρό πρόβλημα, ανάλογα με τις εργασίες που δεν ιεράρχησε, επομένως και εδώ 3.

πίνακας καθηκόντων - ανθρωπίνων λαθών – συνεπειών

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται συγκεντρωτικά, για κάθε ένα από τα βήματα καθηκόντων και τα αντίστοιχα πιθανά ανθρώπινα λάθη, όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες που είναι δυνατόν να οδήγησαν στα λάθη αυτά - πιθανές ελλείψεις σε εκπαίδευση, οι αδυναμίες των εγχειριδίων εργασίας που χρησιμοποιούνται, τα μειονεκτήματα των οργάνων ελέγχου, καθώς και ο φόρτος εργασίας του χειριστή. Επίσης, καταγράφεται η δυνατότητα που ίσως έχει ο εργάτης προκειμένου να διορθώσει κάποια από τα λάθη του . Τέλος, καταγράφονται και οι πιθανοί κίνδυνοι και οι συνέπειες που θα επιφέρει το κάθε ανθρώπινο λάθος. Σκοπός του πίνακα που ακολουθεί είναι να δώσει συνοπτικά την εικόνα της εργασίας από τη σκοπιά των καθηκόντων που πρέπει να εκτελεσθούν και να προβλέψει τους σημαντικότερους λόγους που μπορούν να οδηγήσουν σε ένα λάθος και τον αντίκτυπο του λάθους αυτού.

<u>Καθήκοντα</u>	<u>Λάθη</u>	<u>Εκπαίδευση</u>	<u>Εγχειρίδια</u>	<u>Πίνακας Ελέγχου</u>	<u>Φόρτος Εργασίας</u>	<u>Επανόρθωση Λάθους</u>	<u>Κίνδυνοι/ Συνέπειες</u>
Σύνδεση γείωσης	Παράλειψη σύνδεσης	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Άμεσα	Δημιουργία σπινθήρα πολύ κοντά σε παροχή υγραερίου. Σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς
	Κακή σύνδεση	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	-	Δημιουργία σπινθήρα πολύ κοντά σε παροχή υγραερίου. Σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς
Σύνδεση υγρής φάσης	Παράλειψη σύνδεσης	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Άμεσα	Διαρροή μεγάλης ποσότητας υγραερίου
	Κακή σύνδεση	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Διαρροή μικρής ποσότητας υγραερίου
Σύνδεση αέριας φάσης	Παράλειψη σύνδεσης	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Άμεσα	Διαρροή αερίου υπό υψηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία
	Κακή σύνδεση	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Διαρροή αερίου υπό υψηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία
Σύνδεση δικτύου	Παράλειψη σύνδεσης	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-	-επιπρόσθετα καθήκοντα -υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Διαρροή μεγάλης ποσότητας υγραερίου
	Κακή σύνδεση	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-	-επιπρόσθετα καθήκοντα -υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Διαρροή μεγάλης ποσότητας υγραερίου
Άνοιγμα αντλίας/ κομπρεσέρ	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης -θόρυβος λειτουργίας μηχανής	-επιπρόσθετα καθήκοντα	Αναμενόμενη (**)	Αδύνατη εκκίνηση εργασίας

Έλεγχος κεντρικής βαλβίδας φορτηγού	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-επιπρόσθετα καθήκοντα -υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Περιθώριο αντίληψης απο 80-90% (περίπου 10 λεπτά)	Επικίνδυνη αύξηση πίεσης στο εσωτερικό του βυτίου. Σίγουρη διαρροή υγραερίου. Πιθανότητα δημιουργίας ρωγμών στο βυτίο.
	Λανθασμένους έλεγχος	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-επιπρόσθετα καθήκοντα -υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Περιθώριο αντίληψης απο 80-90% (περίπου 10 λεπτά)	Επικίνδυνη αύξηση πίεσης στο εσωτερικό του βυτίου. Σίγουρη διαρροή υγραερίου. Πιθανότητα δημιουργίας ρωγμών στο βυτίο.
Κλείσιμο αντλίας/ κομπρεσέρ	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης -θόρυβος λειτουργίας μηχανής	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Περιθώριο αντίληψης απο 80-90% (περίπου 10 λεπτά)	Επικίνδυνη αύξηση πίεσης στο εσωτερικό του βυτίου. Σίγουρη διαρροή υγραερίου. Πιθανότητα δημιουργίας ρωγμών στο βυτίο.
Αποσύνδεση δικτύου	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-	-επιπρόσθετα καθήκοντα -υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Μικρή ποσότητα υγραερίου, θα εγκλωβιστεί στις σωληνώσεις , και θα διαρρεύσει κατά την αποσύνδεση της υγρής- αέριας φάσης.
Αποσύνδεση υγρής φάσης	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Κατά την απομάκρυνσή του, το φορτηγό θα καταστρέψει το σύστημα πρόσδεσής και μέρος του δικτύου
Αποσύνδεση αέριας φάσης	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Κατά την απομάκρυνσή του, το φορτηγό θα καταστρέψει το σύστημα πρόσδεσής και μέρος του δικτύου
Αποσύνδεση γείωσης	Παράλειψη	απειρία χειριστή	έλλειψη checklists	-έλλειψη φωτεινής/ ηχητικής προειδοποίησης	-υψηλός φόρτος εργασίας (*)	Αναμενόμενη (**)	Κατά την απομάκρυνση του φορτηγού, θα δημιουργηθεί επικίνδυνος σπινθήρας σε περιοχή με υγραέριο, μιας και κατά την αποσύνδεση πάντοτε υπάρχει μικροδιαρροή

Υψηλός φόρτος εργασίας(*): Για κάποιο λόγο καθυστέρησε η εκκίνηση της εργασίας και υπάρχει βιασύνη για να μην μείνει πίσω το πρόγραμμα της διανομής.
Αναμενόμενη()**: Λόγω κάποιας διαρροής η οποία κάνει θόρυβο, λόγω του ότι το αέριο είναι υπό μεγάλη πίεση, η αδυναμία εκκίνησης της εργασίας, ο εργάτης είναι αναμενόμενο να αντιληφθεί το πρόβλημα και να προβεί σε διόρθωση.

event tree

Το event tree που ακολουθεί έχει σκοπό να δώσει σε πρώτη φάση, την αλληλουχία των βασικών λαθών, όπως αυτά αναφέρονται στον αντίστοιχο πίνακα, η οποία είναι δυνατό να οδηγήσει σε ατύχημα. Μέσα από αυτό το δέντρο, εξετάζεται και δυνατότητα διόρθωσης ή μη του κάθε λάθους.

Έτσι, έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

Η δεξαμενή είναι άδεια: Κάποιος αμέλησε να ελέγξει ! Αν δεν διορθωθεί, τότε η εκκίνηση της εργασίας είναι αδύνατη και καταλήγουμε στο γεγονός **ΑΠΟΤΥΧΙΑ**. Δεν υπάρχει ιδιαίτερη επικινδυνότητα σε αυτό το γεγονός, αλλά χρησιμοποιούμε κόκκινο πλαίσιο γιατί αφενός η εργασία δεν θα γίνει, αλλά θα καθυστερήσει πάρα πολύ ο ανεφοδιασμός, μιας και αυτός γίνεται μέσω πλοίου και οι εργασίες της εγκατάστασης θα μείνουν πολύ πίσω με σημαντικό κόστος για την εταιρία. Αν διορθωθεί, τότε προχωρούμε στα επόμενα λάθη και σημειώνουμε το γεγονός **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**, αναφερόμενοι σ' αυτή τη κατηγορία λάθους.

Λάθος συνδεσμολογία γείωσης: Το ακροφύσιο της γείωσης δεν «έπιασε» καλά πάνω στο μέταλλο που γειώνει το σύστημα. Αν το λάθος αυτό δεν γίνει έγκαιρα αντιληπτό και επομένως δεν διορθωθεί, θα δημιουργηθεί σπινθήρας σε μία περιοχή που κατά πάσα πιθανότητα υπάρχει υγραέριο, αφού όπως ξανά είπαμε, πάντοτε διαφεύγει μία μικρή ποσότητα κατά τη μετάγγιση. Είναι λοιπόν αναπόφευκτο να υπάρξει εστία πυρκαγιάς, έστω και μικρή. Το γεγονός αυτό είναι άκρως επικίνδυνο και για αυτό σημειώνουμε **ΑΤΥΧΗΜΑ**. Αν διορθωθεί, τότε δεν υπάρχει πρόβλημα οπότε σημειώνουμε **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**. Αν δεν υπάρξει καθόλου τέτοιο ζήτημα, προχωρούμε στην επόμενη κατηγορία.

Λάθος συνδεσμολογία υγρής φάσης: Για κάποιο λόγο ο σωλήνας της υγρής φάσης δεν συνδέεται σωστά (σφάλμα μηχανολογικό, κακή κοχλίωση κτλ). Σ' αυτή τη περίπτωση, θα υπάρξει μεγάλη διαρροή και ακόμα και αν δεν υπάρχει σπινθήρας για να πυροδοτήσει έκρηξη, ο εργάτης μπορεί να τραυματιστεί με φοβερά εγκαύματα, παρόμοια των κρυοπαγημάτων. Οπότε σημειώνουμε **ΔΙΑΡΡΟΗ** με το σήμα της προσοχής. Αν το λάθος διορθωθεί τότε σημειώνουμε **ΕΠΙΤΥΧΙΑ** και αν δεν προκύψει καθόλου τέτοια περίπτωση προχωρούμε στην επόμενη κατηγορία.

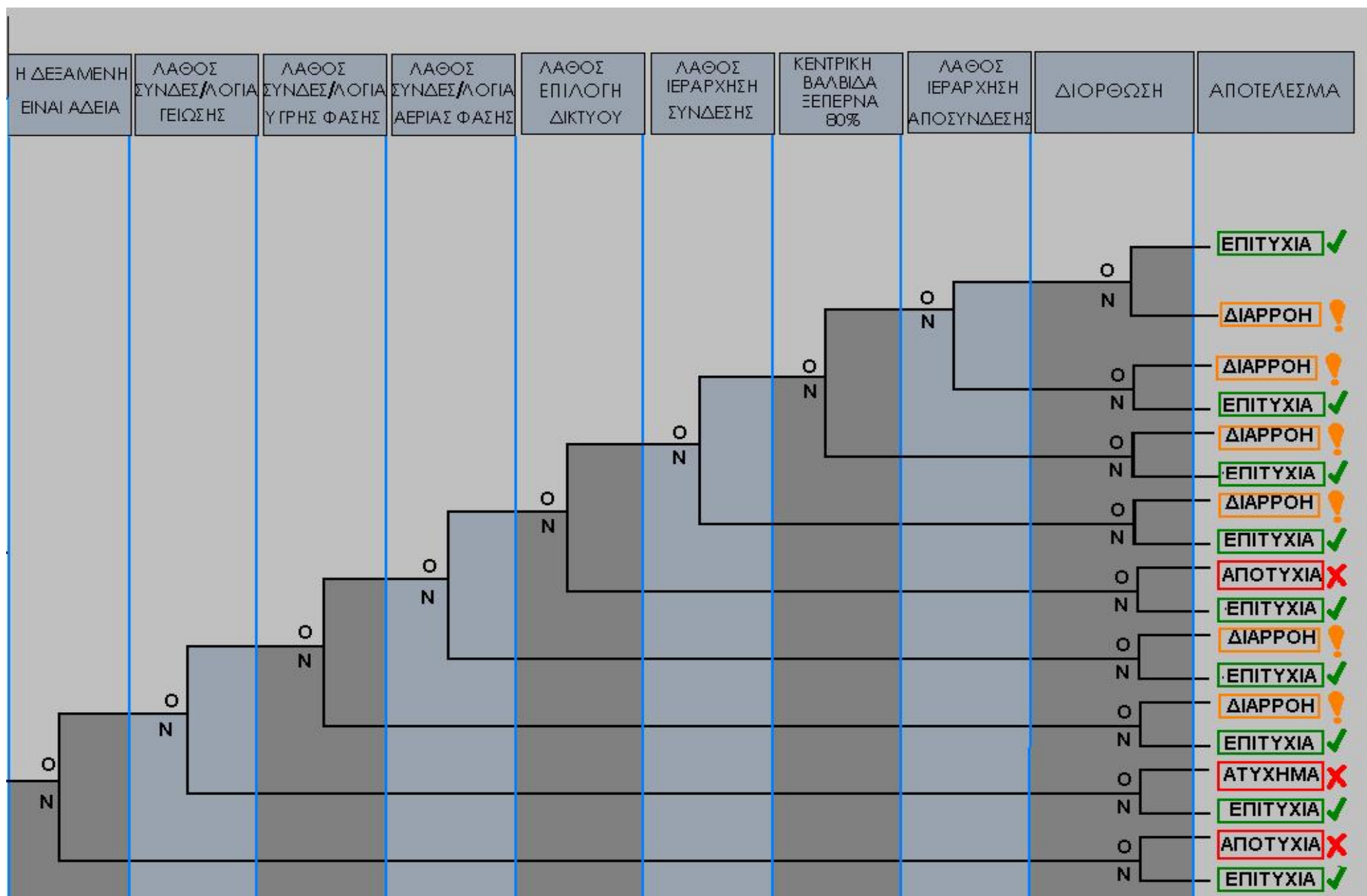
Λάθος συνδεσμολογία αέριας φάσης: Εδώ ισχύουν ακριβώς τα ίδια με πριν, μόνο που ο κίνδυνος σε αυτή τη περίπτωση δεν περιλαμβάνει έκρηξη λόγω του ότι από αυτό το σωλήνα φεύγει μόνο αέρας υπό υψηλή πίεση και ο κίνδυνος αφορά τραυματισμό του εργάτη.

Λάθος επιλογή δικτύου: Θα επιλέξει λανθασμένα τη διαδρομή που θα ακολουθήσει το υγραέριο μέχρι το βυτίο. Άρα θα υπάρξει μεγάλη διαρροή και ακόμα και αν δεν είναι κοντά σε εστία σπινθήρα, λόγω του ότι το υγραέριο έχει τη δυνατότητα να ταξιδεύει σαν σύννεφο όπως είδαμε, μπορεί να συναντήσει εστία σπινθήρα ή ακόμα να το εισπνεύσει κάποιος και να υποστεί δηλητηρίαση. Κάτι τέτοιο λοιπόν είναι άκρως επικίνδυνο και για αυτό σημειώνουμε **ΑΠΟΤΥΧΙΑ** διότι η εργασία δεν θα πραγματοποιηθεί και σε κόκκινο πλαίσιο για να τονίσουμε την επικινδυνότητα της κατάστασης. Αν δεν υπάρξει τέτοιο πρόβλημα σημειώνουμε **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**. Αν κάτι τέτοιο δεν συμβεί, προχωρούμε στην επόμενη κατηγορία.

Λάθος ιεράρχηση σύνδεσης: Επειδή για να συνδεθεί το βυτίο στο δίκτυο πρέπει να ανοίξουν πολλοί διακόπτες, υπάρχει πιθανότητα ο εργάτης να κάνει λάθος στην σειρά με την οποία αυτοί πρέπει να ανοιχτούν και επομένως να υπάρξει κάποια διαρροή, και αυτό είναι και το σημείο που γράφουμε: **ΔΙΑΡΡΟΗ**. Αν διορθωθεί τότε σημειώνουμε **ΕΠΙΤΥΧΙΑ** και αν δεν υπάρξει καθόλου τέτοιο ζήτημα προχωρούμε στο επόμενο βήμα.

Η κεντρική βαλβίδα ξεπερνά τα 80%: είτε λόγω του ότι ο εργάτης αμέλησε να την ελέγξει, είτε την ανάγνωσε λανθασμένα, είτε ακόμα και αν υπάρχει πρόβλημα με τη βαλβίδα και «κόλλησε» το βυτίο θα υπερχειλίσει και θα έχουμε μεγάλη διαρροή υγραερίου, συν το κίνδυνο καταστροφής του. Άρα σημειώνουμε **ΔΙΑΡΡΟΗ** μεγάλης επικινδυνότητας και ανάγκη προσοχής. Αν το λάθος διορθωθεί, σημειώνουμε **ΕΠΙΤΥΧΙΑ** και αν δεν υπάρξει 'τετοια περίπτωση προχωρούμε στο επόμενο βήμα.

Λάθος ιεράρχηση αποσύνδεσης: Εδώ συμβαίνει ακριβώς ότι και για την σύνδεση



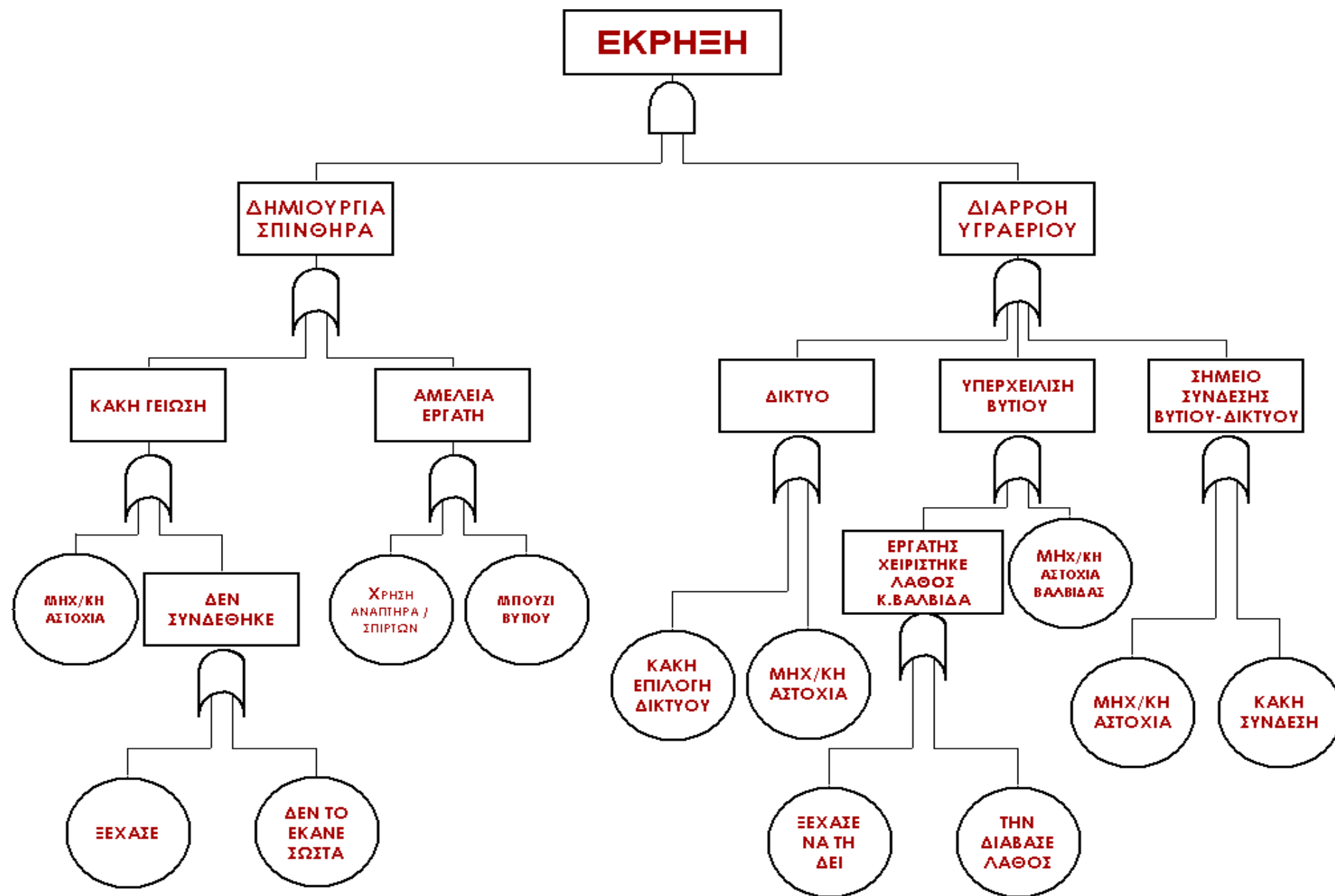
fault tree

Το διάγραμμα που ακολουθεί, εξετάζει τη περίπτωση της έκρηξης. Δηλαδή τι λάθη πρέπει να γίνουν ώστε να οδηγηθούμε σε αυτό το καταστροφικό ατύχημα. Ξεκινά λοιπόν με το γεγονός της έκρηξης και με πύλες **and** και **or** εξετάζει όλα τα ενδεχόμενα. Έτσι, προκειμένου να συμβεί μία έκρηξη, πρέπει να υπάρξει σπινθήρας που θα την ενεργοποιήσει **και** διαρροή υγραερίου, για αυτό και τα δύο αυτά γεγονότα συνδέονται με πύλη **and** .

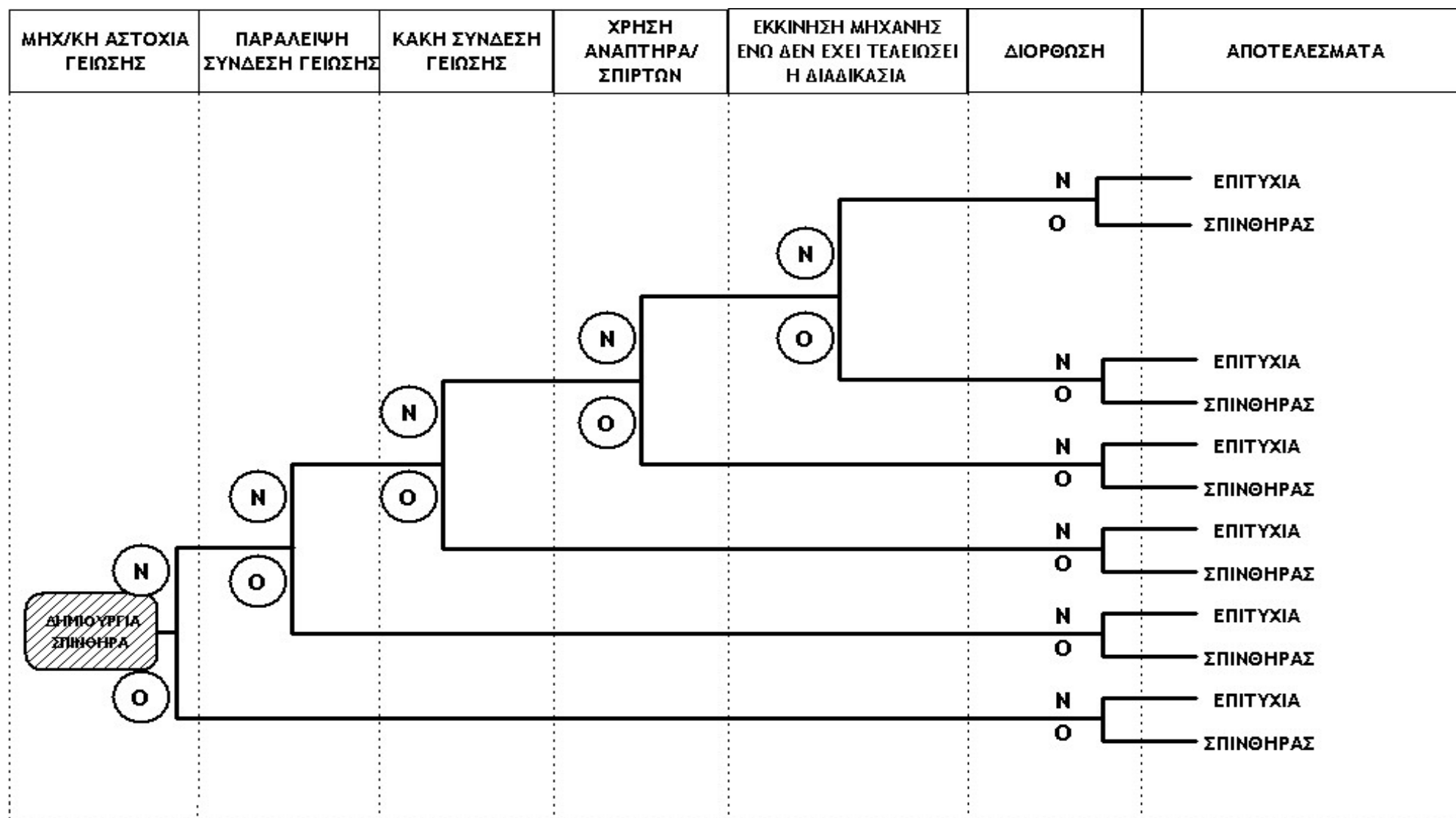
Για την ύπαρξη σπινθήρα ευθύνεται είτε η γείωση **ή** ο εργάτης δεν τήρησε τους κανόνες ασφαλείας. **α)** Αν ευθύνεται η γείωση τότε είναι είτε γιατί είναι ελαττωματική **ή** γιατί δεν συνδέθηκε. Για να μην συνδεθεί **ή** ο εργάτης το ξέχασε **ή** το έκανε λανθασμένα. **β)** Αν ο εργάτης από δική του αμέλεια προκάλεσε το σπινθήρα είναι είτε γιατί χρησιμοποίησε αναπτήρα, σπύρτα **ή** κρατούσε τσιγάρο **ή** γιατί ενεργοποίησε τη μηχανή του φορτηγού ενώ η διαδικασία δεν είχε τελειώσει και δημιουργήθηκε σπινθήρας από τον αναφλεκτήρα (μπουζί).

Για την διαρροή, υπάρχουν τρία βασικά σημεία για τα οποία μπορεί να εμφανιστεί. Στο δίκτυο **ή** να υπερχειλίζει το βυτίο **ή** στο σημείο σύνδεσης του βυτίου με το δίκτυο. **α)** Στο δίκτυο θα υπάρξει διαρροή **ή** γιατί ο εργάτης επέλεξε λάθος δίκτυο **ή** γιατί υπάρχει κάποια βλάβη σ' αυτό. **β)** Για να υπερχειλίζει το βυτίο πρέπει ο εργάτης να χειριστεί λάθος τη βαλβίδα **ή** να υπάρχει πρόβλημα μηχανολογικό σ' αυτή. Για να χειριστεί ο εργάτης λάθος τη βαλβίδα πρέπει να ξεχάσει να την ελέγχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα **ή** να την αναγνώσει λανθασμένα. **γ)** Για εμφανιστεί διαρροή στο σημείο σύνδεσης Βυτίου – δικτύου πρέπει να υπάρχει π'ροβλημα στην εγκατάσταση **ή** να συνδεθεί λάθος το δίκτυο.

Σχηματικά λοιπόν, έχουμε το παρακάτω δέντρο.



event tree για τη δημιουργία σπινθήρα



event tree για τη ύπαρξη διαρροής

