

# ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως η ικανότητα για παραγωγή έργου. Ωστόσο, μπορούμε μόνο να αντιληφθούμε το έργο ως εκδήλωση της ενέργειας. Συνοπτικά, αιτία που προκαλεί τις μεταβολές οι οποίες γίνονται στα υλικά σώματα είναι η διαφοροποίηση της ενέργειας.

Η ενέργεια διακρίνεται στις εξής δύο κατηγορίες, στην:

**A) Ενέργεια που βρίσκεται σε κατάσταση αποθήκευσης (αποθηκευμένη ενέργεια) σε κάποιο φορέα:**

**1. Δυναμική ενέργεια:** είναι η ενέργεια που οφείλεται στην ύπαρξη ενός δυναμικού πεδίου και εμφανίζεται λόγω αυτού (π.χ. βαρύτητας).

**2. Κινητική ενέργεια:** είναι η μηχανική ενέργεια που κατέχει ένα σώμα το οποίο βρίσκεται σε κίνηση.

**3. Εσωτερική ενέργεια:** είναι η ενέργεια την οποία κατέχει μία ποσότητα ύλης και που οφείλεται στην κίνηση, την κατανομή και τη διαμόρφωση των μορίων από τα οποία απαρτίζεται η ύλη. (Το μέγεθος της εσωτερικής ενέργειας που περιέχεται σε μία γνωστή ποσότητα ύλης εκδηλώνεται με ιδιότητες, όπως π.χ. η πίεση, η θερμοκρασία κ.λπ.).

**4. Χημική ενέργεια:** είναι η ενέργεια που κατέχει η ύλη (ή μπορεί να κατέχει) και η οποία προέρχεται από την ατομική της δομή.

**5. Πυρηνική ενέργεια:** είναι η ενέργεια που βρίσκεται αποταμιευμένη μέσα στον πυρήνα του ατόμου.

## **B) Ενέργεια που έχει «ρέουσα μορφή» - Ενέργεια σε μεταβατική κατάσταση**

**6. Θερμότητα:** είναι η ενέργεια που μεταβιβάζεται από ένα υλικό σώμα - (σύστημα) σε ένα άλλο με ορισμένους τρόπους.

Όταν σε ένα σύστημα προσδίδεται θερμότητα είναι ενδεχόμενο να μεταβληθεί η θερμοκρασία του, δηλαδή η θερμική του κατάσταση.

- **Ειδική θερμότητα ( $\epsilon$ )** ενός σώματος είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτεί η μονάδα μάζας του σώματος για να ανέβει η θερμοκρασία του κατά ένα θερμοκρασιακό βαθμό.

Ενώ τα στερεά και υγρά έχουν μία τιμή ειδικής θερμότητας, τα αέρια έχουν δύο τιμές ειδικής θερμότητας, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο θερμαίνονται: ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο:  $C_v$  (θέρμανση υπό σταθερό όγκο) και ειδική θερμότητα υπό σταθερή πίεση:  $C_p$  (θέρμανση υπό σταθερή πίεση).

**Λανθάνουσα θερμότητα** είναι το ποσό της θερμότητας που λαμβάνεται ή αποδίδεται από ένα υλικό σώμα κατά τη μετάβαση του από την υγρή στην αέρια φάση (λανθάνουσα θερμότητα εξαερίωσης) ή κατά τη μετάβαση του από τη στερεή στην υγρή φάση (λανθάνουσα θερμότητα τήξης).

Οι λανθάνουσες θερμότητες των περισσοτέρων από τις συνήθεις ουσίες είναι αισθητά μικρότερες εκείνης του νερού.

Έτσι, η θερμότητα που απορροφάται από το νερό δεν μπορεί να χρησιμεύσει για διάδοση φλογών παραπέρα, από εξαερίωση άλλου υγρού ή από πυρόλυση άλλου στερεού. Αναντίρρητα η μεγάλη θερμότητα εξαερίωσης (αεριοποίησης) του νερού αποτελεί μία άλλη αιτία που κάνει το νερό αποτελεσματικό ως κατασβεστικό μέσο.

**7. Έργο:** είναι η μορφή εκείνη ενέργειας που βρίσκεται σε κατάσταση μεταβίβασης και αισθητοποιείται, συνήθως, ως δράση μιας δύναμης που μετατοπίζεται στο χώρο.

Τελικά, η ενέργεια είναι βασική προϋπόθεση για την πρόκληση και χημικών και φυσικών μεταβολών, ή, με άλλες λέξεις, χημικών και φυσικών φαινομένων.

## ΚΑΥΣΗ

Η καύση ή φωτιά είναι μια χημική αντίδραση που εμπεριέχει απελευθέρωση ενέργειας, μέρος της οποίας είναι σε φως - η φλόγα.

Τα περισσότερα καύσιμα αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο.

Ορισμένα καύσιμα, ιδίως πλαστικές ύλες, μπορεί να περιέχουν άλλα στοιχεία (άζωτο, χλώριο, φθόριο).

Για να προσδιορισθεί μια χημική αντίδραση ως καύση, πρέπει να απελευθερωθεί αντιληπτή ενέργεια: ο ρυθμός απελευθέρωσης ενέργειας ανά μονάδα όγκου της χημικής αντίδρασης καθορίζει εάν η αντίδραση είναι καύση.

**Μπορούμε να ταξινομήσουμε την καύση σε τέσσερα ξεκάθαρα φαινόμενα:**

### **1. Φλόγες διάδοσης.**

Η διάδοση φλόγας είναι μια διαδικασία ανάφλεξης όπου το καύσιμο αέριο και το οξυγόνο μεταφέρονται στην περιοχή αντίδρασης λόγω διαφορών συμπύκνωσης.

Αυτή η μεταφορά καλείται διάδοση και υπάγεται στον νόμο του FICK που λέει ότι μια δεδομένη ένωση (π.χ. σε σχέση με την καύση, οξυγόνο, καύσιμη ύλη,  $\text{CO}_2$ ) θα μετακινηθεί από μια υψηλή συμπύκνωση προς μια χαμηλή εντός του μίγματος.

Μια σταγόνα μελανιού σε ένα ποτήρι νερό θα διαχυθεί μέσα σ' αυτό για να μας δώσει μια μπλε απόχρωση. Το οξυγόνο του αέρα θα μετακινηθεί προς τη φλόγα η οποία έχει μια συμπύκνωση (εμπλουτισμό) ίση με μηδέν λόγω κατανάλωσης του στην αντίδραση.



Η καύσιμη ύλη μεταφέρεται στην αντίθετη πλευρά της φλόγας με την ίδια διαδικασία. Τα προϊόντα της καύσης διαχέονται μακριά από τη φλόγα και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Οι πιο φυσικές φλεγόμενες καύσεις είναι οι φλόγες διάδοσης.

Ένα σύνηθες παράδειγμα είναι η φλόγα ενός σπύρτου ή κεριού.

- Σε ένα κεριό η φλόγα λειώνει το κεριό οποίο μεταφέρεται προς τα επάνω στο φυτίλι λόγω τριχοειδούς ιδιότητος.

Η φλόγα τότε αεροποιεί το κεριό, και η αέρια καύσιμη ύλη διαδίδεται στη φλόγα όπου συναντά οξυγόνο.

Για το ξύλινο σπύρτο, το ξύλο αποσυντίθεται από την θερμότητα της φλόγας σε αέρια καύσιμη ύλη και ξυλάνθρακα.

Αυτή η διαδικασία αποσύνθεσης καλείται πυρόλυση.

Η φλόγα ενός κεριού είναι ένα παράδειγμα στοιχειοθετημένης φλόγας διάδοσης ελεγχόμενη από καθαρή μοριακή διάδοση.

Οποιαδήποτε φλόγα υψηλότερη από 1 πόδι θα εμπεριέχει απρογραμμάτιστη (τυχαία) μηχανική αστάθεια του ρευστού, απεικονιζόμενη με ορατές δίνες του καπνού και της φλόγας. Αυτό καλείται στροβιλισμός και έτσι έχουμε τις στροβιλιζόμενες φλόγες διάδοσης.

Η βαρύτητα επηρεάζει το σχήμα των φλογών διάδοσης και πολύ περισσότερο επηρεάζει τις διαδικασίες καύσεως γενικά.

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που δημιουργούνται από την καύση, τα θερμότερα (ελαφρύτερα) αέρια ανέρχονται ως αποτέλεσμα της άντωσης.

Η επακολουθούσα ροή παραμορφώνει τη φλόγα και τελικά η αστάθεια της ροής προκαλεί στροβιλισμούς.

Για πυρκαγιές μεγάλων εκτάσεων όπως πυρκαγιές δασών ή μεγάλες πυρκαγιές πόλεων, η ροή αέρος μπορεί να τραβηχτεί από ψηλά καθώς και από τα πλάγια.

## **2. Αργή Καύση (Υποβόσκουσα Φωτιά)**

Η αργή καύση είναι μια διαδικασία καύσεως που πραγματοποιείται μεταξύ του οξυγόνου του αέρα και μιας στερεάς καύσιμης ύλης.

Η αντίδραση δημιουργείται επί της στερεάς επιφανείας και το οξυγόνο διαχέεται στην επιφάνεια.

Η επιφάνεια υφίσταται πυράκτωση και αποτέφρωση.

Αυτή η πυράκτωση είναι ενδεικτική ότι η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 1000 C.

Η αργή καύση μπορεί να επανέλθει σε φλεγόμενη καύση, κυρίως λόγω κάποιας αλλαγής, χαρακτηριστικά μιας αύξησης, του ρυθμού ροής του αέρα πάνω από την καύσιμη ύλη.

Η ατέλεια της διαδικασίας της καύσης προκαλεί υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα (CO) αντί διοξειδίου CO<sub>2</sub>. Περισσότερο από 10% της μάζας της καύσιμης ύλης μετατρέπεται σε CO.

### 3. Αυτοανάφλεξη

Η αυτοανάφλεξη είναι μια διαδικασία καύσης που μπορεί να αρχίσει με μια αργή οξείδωση σε μια καύσιμη ύλη που έχει εκτεθεί σε αέρα.

Η χημική αντίδραση είναι σχετικά αργή έτσι που πιθανόν να μη γίνει αισθητή ή στην καλύτερη περίπτωση να βρίσκεται σε μια χαμηλής μορφής βραδεία καύση.

Η απελευθέρωση της ενέργειας από την χημική αντίδραση συναγωνίζεται με την ικανότητα της καύσιμης ύλης να εκδιώξει θερμότητα στον περιβάλλοντα αέρα.

Εάν εκδιωχθεί ανεπαρκής θερμότητα, η θερμοκρασία της καύσιμης ύλης μπορεί να αυξηθεί, και κατά συνέπεια προκαλείται μια γρηγορότερη χημική αντίδραση.

Αυτή η αντίδραση οδηγεί σε μια θερμική διαφυγή (μια επιταχυνόμενη χημική αντίδραση λόγω της μετάδοσης θερμότητας) και τελικά η διαδικασία μπορεί να καταλήξει σε φλεγόμενη καύση (μια φλόγα μετάδοσης) ή ενεργή βραδεία καύση.

Η όλη διαδικασία από την έναρξη μέχρι την εμφάνιση φλογών μπορεί να διαρκέσει ώρες ακόμη και ημέρες.

Για να πραγματοποιηθεί, χρειάζονται ορισμένες κρίσιμες περιβαλλοντολογικές ή θερμοκρασιακές συνθήκες.

Για παράδειγμα αποτελεί η αυτοανάφλεξη των κουρελιών καθαρισμού που είναι διαποτισμένα με υλικά βαφής.

## 4. Προαναμεμιγμένες Φλόγες

Μια προαναμεμιγμένη φλόγα είναι μια διαδικασία καύσης στην οποία το καύσιμο αέριο και ο αέρας (ή οξυγόνο) αρχικά αναμιγνύονται πριν την έναυση και την εν συνεχεία αναπαραγωγή.

Σε περιορισμένο χώρο, μια τέτοια διαδικασία μπορεί να προκαλέσει απότομη αύξηση της πίεσης που εκδηλώνεται ως μια έκρηξη.

Εάν αρκετή πίεση δημιουργηθεί πίσω απ' αυτή την αναπαραγόμενη φλόγα, ένα κύμα κρούσης μπορεί να σχηματισθεί μπροστά από τη φλόγα.

Αυτό το γεγονός καλείται εκτόνωση. Ένα τέτοιο γεγονός δεν έχει μόνο πιθανότητες πρόκλησης μεγάλων ζημιών, αλλά η προωθημένη από την πίεση φλόγα σπρώχνει τη φλόγα σε υπερβολικά μεγάλες ταχύτητες.



Όταν σβηστεί η φλόγα του κεριού, ο άσπρος ατμός του κεριού και της καύσιμης ύλης, αναμιγνύεται με τον αέρα καθώς ανυψώνεται με το διακριτικό λοφίο του.

Προσπάθειες για επανανάφλεξη του λοφίου ατμού θα πετύχουν, εφ' όσον η φλόγα έναυσης τοποθετηθεί στο ρεύμα του λοφίου του ατμού και στη σωστή συμπύκνωση.

Τα αέρια καύσιμα θα "ανάψουν" σε συγκεκριμένα όρια συμπύκνωσης της καύσιμης ύλης.

Για κάθε καύσιμο αέριο στην ατμόσφαιρα, υπάρχει ένα ανώτερο και κατώτερο όριο αναφλέξιμης συμπύκνωσης, όπου μπορεί να δημιουργηθεί διάδοση της φλόγας.

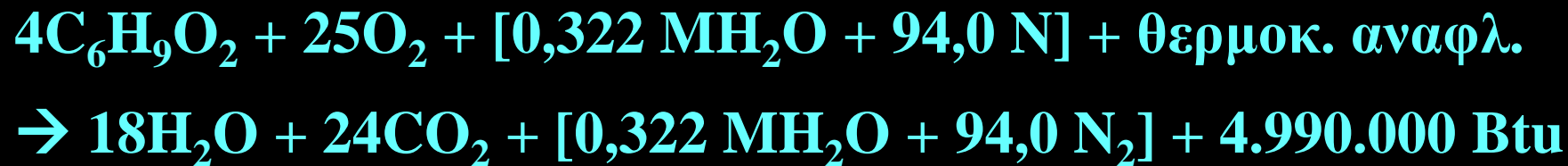
## ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Είναι το αποτέλεσμα της καύσης, που είναι μια χημική αντίδραση που περιλαμβάνει καύσιμη ύλη, θερμότητα και οξυγόνο . Και τα τρία αυτά στοιχεία είναι απαραίτητα για να έχουμε καύση, ενώ αντίθετα η απομάκρυνση ενός μόνο στοιχείου, έχει ως αποτέλεσμα το σβήσιμο της φωτιάς.

Το τρίγωνο της φωτιάς



Η χημική αντίδραση της τέλει καύσης του ξύλου και των άλλων ξυλώδων ουσιών δίνεται από την εξίσωση:



Η περιεχόμενη εντός των κύτταρων και μεσοκυττάρων χώρων των ξυλωδών φυτών υγρασία, καθώς επίσης και το άζωτο της ατμόσφαιρας, ως αδρανής χημική ουσία, δεν λαμβάνουν χώρα στην αντίδραση.

Η καύση είναι μια εξώθερμη αντίδραση.

Για να αρχίσει η καύση πρέπει η θερμοκρασία της καύσιμης ύλης να ανεβεί στο σημείο ανάφλεξης που εξαρτάται από το είδος της καύσιμης ύλης και της περιεχόμενης υγρασίας.

Γενικά για να αρχίσει η ανάφλεξη της δασικής ύλης η θερμοκρασία της πρέπει να ανεβεί γύρω στους 350°C.

Η πορεία της καύσης των δασικών καύσιμων υλών στο ύπαιθρο αρχίζει με την **προθέρμανση** του υλικού.

Το υλικό ξεραίνεται λίγο δηλ. χάνει μέρος της υγρασίας του, όπως και μέρος των υπολοίπων **πτητικών ουσιών** του (περίπου στους 190°C).

Στο δεύτερο στάδιο συνεχίζεται το χάσιμο των πτητικών ουσιών, αρχίζει σιγά-σιγά (στους 280°C περίπου) η **πυράκτωση** της καύσιμης ύλης, ενώ οι πτητικές ουσίες καίγονται μεταξύ 380° - 425°C.

## ΚΑΥΣΙΜΗ ΥΛΗ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την καύση των καύσιμων υλών είναι η φύση και η υφή της καύσιμης ύλης.

Ειδικότερα το ειδικό βάρος των καύσιμων υλών και του ξύλου, επηρεάζει σοβαρά την ικανότητα ανάφλεξης, καθώς και την ταχύτητα καύσεως, κατά τρόπο αντιστρόφως ανάλογο.

Η ανατομική υφή της καύσιμης ύλης και ειδικότερα το πορώδες του ξύλου παρέχει μεγαλύτερη ευκολία στην ανάφλεξη.

Η διαστάσεις των τεμαχιδίων της καύσιμης ύλης επιδρούν αντιστρόφως ανάλογα στην ταχύτητα της καύσης.

Τραχιές και ανώμαλες επιφάνειες αναφλέγονται και καίγονται ευκολότερα.

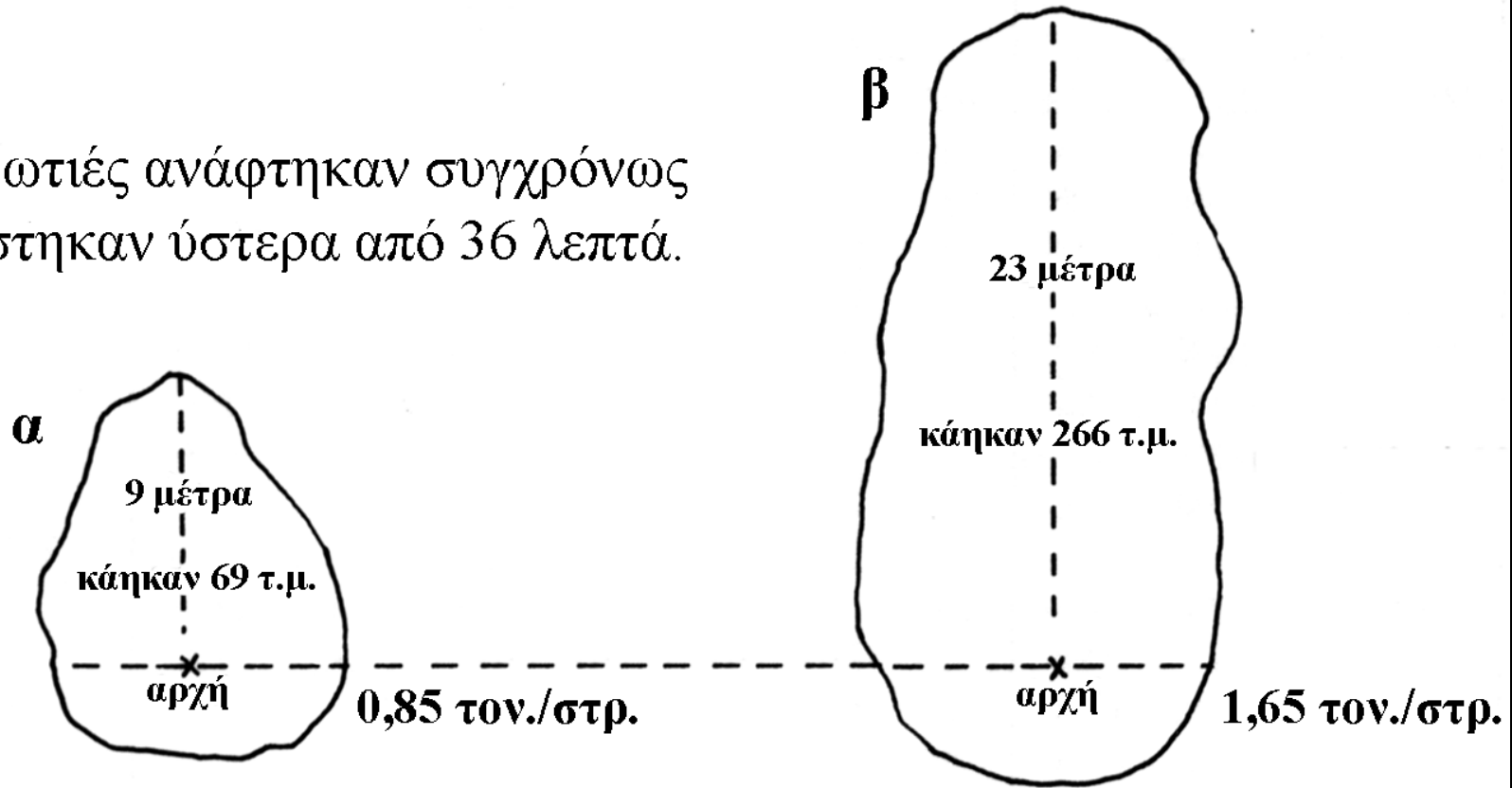
Ακόμα η περιεκτικότητα των καύσιμων υλών σε ρητίνη αυξάνει την διάρκεια καύσεως ενώ η παρουσία μεταλλικών αλάτων και ιδίως πυριτικών ευνοεί την μεταφορά της θερμότητας.

Επίσης η περιεχόμενη στις καύσιμες ύλες υγρασία επηρεάζει το φαινόμενο της καύσης και της ανάφλεξης αλλά και καθορίζει την ποσότητα της θερμικής ενέργειας που δύναται να εκλυθεί κατά την καύση.

Τέλος ο χρόνος καύσης επηρεάζεται αντιστρόφως ανάλογα από την παρεχόμενη θερμοκρασία κατά σχέση μάλιστα αντιστρόφως ανάλογη.

Όμως η ποσότητα των καύσιμων υλών δεν παρουσιάζει τόσο ενδιαφέρον για την διάδοση και επέκταση των πυρκαγιών, όσο η κατανομή αυτής στο έδαφος, σε οριζόντια και σε κατακόρυφη έννοια.

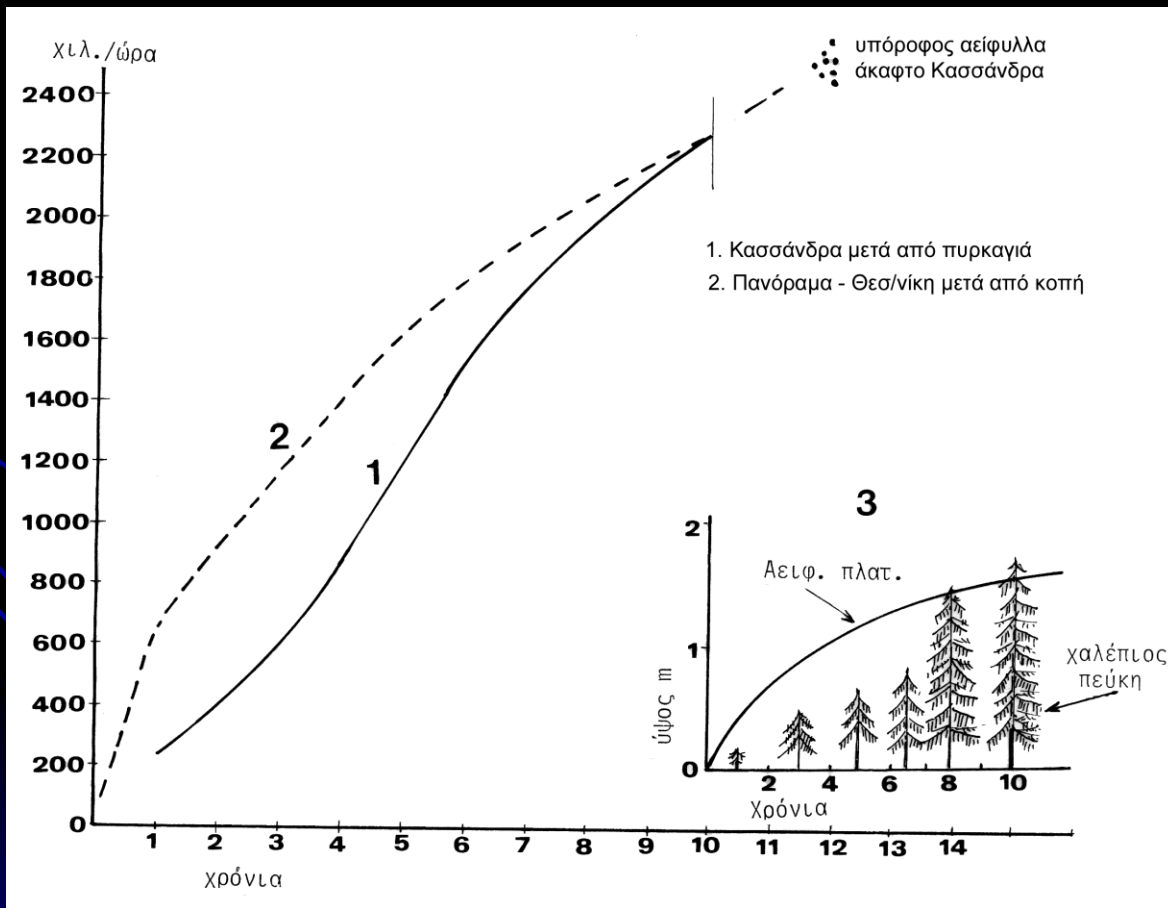
Οι δύο φωτιές ανάφτηκαν συγχρόνως και σβήστηκαν ύστερα από 36 λεπτά.



Επέκταση πυρκαγιών σε δύο επιφάνειες με διαφορετικές ποσότητες καυόμενης ύλης (από Foster 1976, κατά Mc Arthur 1975).



1. Ποσότητα καύσιμης ύλης μετά από πυρκαγιά χαλεπίου πεύκης+υπόροφ. αείφυλλα και 10 χρόνια μετά την πυρκαγιά. 2. Ποσότητα καύσιμης ύλης μετά από κοπή στο φυτεμένο δάσος τραχείας πεύκης στο Πανόραμα - Θεσ/νίκης. 3. Μετά από την πυρκαγιά τα πεύκα (χαλέπιος π.) φτάνουν και ξεπερνούν το ύψος των πλατύφυλλων ύστερα από 8-10 χρόνια.



## ΚΑΥΣΙΜΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΛΗ

### I. Προέλευση της καύσιμης δασικής ύλης

- α) ίδια δασικά δέντρα, υπόροφος από χόρτα και θάμνους
- β) υπολείματα υλοτομιών και αραιώσεις (επιλογικές υλοτομίες – αποψιλωτικές υλοτομίες)

### II. Είδη της καύσιμης δασικής ύλης

#### α) Επιδάφια καύσιμη ύλη

1. Φυλλόστρωμα (αποσυνθεμένο ή ημιαποσυνθεμένο)
2. Φύλλα ή βελόνες στο έδαφος
3. Χόρτα
4. Φρύγανα



**Βελονοτάπητας τραχείας πεύκης 600-800 χιλ./στρ. στο δάσος πάρκο Θεσ/νίκης.**



**Βοσκότοποι (ακανθώδεις ημίθαμνοι + φρύγανα) στην Κρήτη**

5. Θάμνοι (αείφυλλα πλατύφυλλα = πολύ εύφλεκτο υλικό και επικίνδυνο)
6. Νεαρά δενδρύλια
7. Λεπτοί κλάδοι (<5 εκ)
8. Χονδρά κλαδιά

### β) Εναέρια καύσιμη ύλη

Υλικό που καίγεται ζωντανό ή νεκρό σε ύψος πάνω από 2 μ.

1. Κλαδιά δέντρα και φύλλωμα
2. Όρθια νεκρά δέντρα (σάπια)
3. Φυτά αναρριχώμενα

### γ) Σάπιες ρίζες

### δ) Καλάμια, άχυρα

## **ΑΠΟΓΡΑΦΗ – ΜΕΤΡΗΣΗ – ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ**

Το είδος, η ποσότητα και η συνέχεια της καύσιμης δασικής ύλης έχει σπουδαιότατη σημασία στις δασικές πυρκαγιές, π.χ. στα κωνοφόρα είναι: οι βελόνες, τα πολύ λεπτά κλαδιά, το βελονόστρωμα, τυχόν υπόροφος, χόρτα κλπ.

Γενικά στα δάση και στις διάφορες φυτοκοινωνίες η ποσότητα σε μερικές καύσιμες φυτικές ύλες ελαττώνεται με το χρόνο, σε άλλες αυξάνεται και σε άλλες αφού στην αρχή έχουμε αύξηση στη συνέχεια έχουμε σταθερή ποσότητα.

**Χάρτες καύσιμης ύλης:** γίνονται σε ορισμένη κλίμακα οπότε με διάφορα χρώματα ή σύμβολα, καταγράφουμε το είδος, την ποσότητα της νεκρής και ζωντανής καύσιμης ύλης, τοπογραφική διαμόρφωση, την ύπαρξη ή όχι δρόμων κλπ.

**Χάρτης πυρκαγιών**



# Ερωτήσεις - Συζήτηση

