

firementor

Επιχειρησιακό σύστημα
σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων
για διαχείριση δασικών πυρκαγιών

Νίκος Μαρκάτος, Καθηγητής ΕΜΠ

Βασίλης Βεσκούκης, Επ.Καθηγητής ΕΜΠ

Χρήστος Κυρανούδης, Επ.Καθηγητής ΕΜΠ

Το ΕΜΠ στην πρωτοπορία της Έρευνας και της Τεχνολογίας





Τίτλος:

- ⇒ Επιχειρησιακό Σύστημα Σχεδιασμού και Λήψης Αποφάσεων για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών

Πλαίσιο

- ⇒ Συντονισμένο Πρόγραμμα "Φυσικό Περιβάλλον"

Ιστορικά στοιχεία

- ⇒ Υποβολή πρότασης (Νοέμβριος 2002)
- ⇒ Έγκριση έργου (Μάρτιος 2003)
- ⇒ Υπογραφή σύμβασης (Οκτώβριος 2003)
- ⇒ Αρχική διάρκεια έργου 1.7.2003 - 31.6.2006
- ⇒ Παράταση (2005) έως 30.9.2006 (+3 μήνες)

Συμμετέχοντες φορείς



Ανάπτυξη συστήματος

- ⇒ ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών
Μονάδα Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής
Επιστημονικός υπεύθυνος Καθ. Νικόλαος Μαρκάτος
- ⇒ CMT Προοπτική ΕΠΕ
- ⇒ Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
- ⇒ ΜΑΡΑΚ Ηλεκτρονική ΑΒΕΕ
- ⇒ ΖΟΕλεκτρονικ ΕΠΕ

Χρήστες

- ⇒ Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος
- ⇒ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας
- ⇒ Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων



Αξιοποίηση - ολοκλήρωση - ανάπτυξη τεχνολογιών αιχμής στη δημιουργία καινοτομικών προϊόντων και υπηρεσιών για διαχείριση δασικών πυρκαγιών

- Αυτο-διοργανούμενα δίκτυα αισθητήρων
- Προσομοίωση εξέλιξης πυρκαγιών
- Logistics και επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης σε επιχειρησιακά προβλήματα
- Κατανεμημένες και ανοιχτές αρχιτεκτονικές λογισμικού
- Τεχνολογίες και πρότυπα XML για χάρτες και υπηρεσίες
- Επεξεργασία δορυφορικών εικόνων
- Χαρακτηρισμός δασικής καύσιμης ύλης



Διαχείριση δασικών πυρκαγιών =
προγραμματισμός +
επιχειρησιακή υποστήριξη +
εκπόνηση σεναρίων

- ⇒ Προγραμματισμός δράσεων
- ⇒ Προσομοίωση πυρκαγιών
- ⇒ Σενάρια εκδήλωσης περιστατικών
- ⇒ Επαγρύπνηση – παρακολούθηση δάσους
- ⇒ Επιχειρησιακή υποστήριξη
- ⇒ Ταξινόμηση γνώσης αντιμετώπισης
- ⇒ Ενημέρωση - εκπαίδευση εθελοντών
- ⇒ Υποστήριξη στην τεκμηρίωση αποφάσεων φορέων



Στοιχεία καινοτομίας

- Η ανάπτυξη ενός δικτύου αισθητήρων δασικής πυρκαγιάς
- Η ολοκλήρωση των συστημάτων προσομοίωσης πυρκαγιάς με operational logistics
- Η ανάπτυξη/εξέλιξη μαθηματικών μοντέλων
- Η διαχείριση γνώσης αντιμετώπισης
- Η παροχή μιας **ολοκληρωμένης λύσης – εργαλείου** για τους εμπλεκόμενους στο σχεδιασμό, την αντιμετώπιση και τη λήψη αποφάσεων



Περιβάλλον - πυρκαγιές

- ⇒ Επίκαιρο και αυταπόδεικτο...
- ⇒ Το έργο σχεδιάστηκε το 2002...

Πολιτική προστασία

- ⇒ Διαχείριση κρίσεων
- ⇒ Εκπόνηση σχεδίων

Ολοκληρωμένα συστήματα

- ⇒ Μετρήσεων
- ⇒ Αποθήκευσης
- ⇒ Απεικόνισης
- ⇒ Σχεδιασμού
- ⇒ Διαχείρισης



Κοινότητα Νέας Πεντέλης

- Δασική έκταση 500.000 τ.μ.
- Μεγάλη και ενεργή κοινότητα εθελοντών
- Τοπικές και ευρύτερες πρωτοβουλίες προστασίας του δασικού περιβάλλοντος του Πεντελικού όρους

Στόχοι της εφαρμογής

- Εξαντλητική δοκιμή δικτύου αισθητήρων
- Απόκτηση άποψης από τους τελικούς χρήστες
- Εκτίμηση διαδικασίας επέκτασης του συστήματος σε άλλες περιοχές
- Προτυποποίηση υπηρεσιών συστήματος για διαφορετικές κατηγορίες χρηστών

Προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν



Δίκτυο αισθητήρων

- ⇒ Ανάμεσα στις πρώτες προσπάθειες παγκοσμίως
- ⇒ Διαχείριση ενέργειας *vs* λειτουργίες δικτύου
- ⇒ Υλικά που απαγορεύτηκαν από την Ε.Ε. στα ηλεκτρονικά
- ⇒ Ιδιαιτερότητες της υλοποίησης τέτοιων δικτύων για τη συγκεκριμένη κατηγορία εφαρμογών

Προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν



Λογισμικό

- ⇒ Συνεργασία μοντέλων προσομοίωσης πυρκαγιάς με μοντέλα δρομολόγησης, χωροθέτησης, αποτίμησης ρίσκου, διαχείρισης γνώσης.
- ⇒ Χρήση ανοιχτών προτύπων (XML) για οργάνωση χωρικών δεδομένων
- ⇒ Ενοποίηση δεδομένων από διαφορετικές πηγές
- ⇒ Integration πολλών υπο-συστημάτων
- ⇒ Διαχείριση ποιότητας

Λοιπές

- ⇒ Ρόλοι εμπλεκόμενων φορέων
- ⇒ Ετερογένεια προσεγγίσεων και δεδομένων



Ένα σύγχρονο σύστημα επιτήρησης δασών
(δίκτυο αισθητήρων)

Λογισμικό για την υποστήριξη σχεδιασμού και επιχειρησιακής αντιμετώπισης πυρκαγιών

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα που περιλαμβάνει και τα δύο υποσυστήματα

Διάφορες επιμέρους εκδοχές (configurations) που περιλαμβάνουν ορισμένα μόνο από τα επιμέρους συστατικά του ολοκληρωμένου συστήματος

Αποτελέσματα του έργου



Ολοκληρωμένη λύση για

- ⇒ υποστήριξη του σχεδιασμού
- ⇒ άμεσο εντοπισμό και εποπτεία δασικών πυρκαγιών
- ⇒ επιχειρησιακή υποστήριξη
- ⇒ εκπαίδευση εθελοντών
- ⇒ ενημέρωση - ευαισθητοποίηση φορέων και πολιτών

Απευθύνεται σε

- ⇒ φορείς καταστολής
- ⇒ φορείς πολιτικής προστασίας
- ⇒ φορείς διαχείρισης δασών - περιβάλλοντος
- ⇒ τοπικές αρχές
- ⇒ εθελοντές, ΜΚΟ, κ.ά.



Δίκτυο αισθητήρων

- ⇒ Αυτοδιοργανούμενο δίκτυο αναλωσίμων αισθητήρων
- ⇒ Τοπικοί σταθμοί ελέγχου με επικοινωνία με κεντρικό κόμβο διαχείρισης συστήματος

Λογισμικό - υπηρεσίες

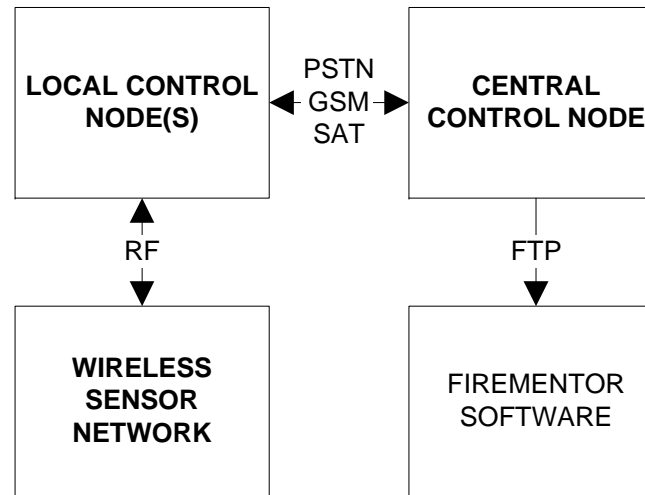
- ⇒ Επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης
- ⇒ Προσομοίωση πυρκαγιών
- ⇒ Διαχείριση σεναρίων

Δεδομένα

- ⇒ Παραγωγή χαρτών δασικής καύσιμης ύλης
- ⇒ Ενοποιημένη ανοιχτή πλατφόρμα διαχείρισης



Δομή του δικτύου



Λειτουργία

- Αναλώσιμοι αισθητήρες θερμοκρασίας
- Πλεονάζοντες κόμβοι επικοινωνίας
- «Ευφυής» δρομολόγηση μηνυμάτων
- Εντοπισμός και παρακολούθηση πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο



Λογισμικό

- ⇒ Εποπτεία του δάσους σε πραγματικό χρόνο
- ⇒ Προσομοίωση δασικής πυρκαγιάς
- ⇒ Δρομολόγηση στόλου οχημάτων
- ⇒ Χωροθέτηση μονάδων επέμβασης
- ⇒ Αποτίμηση ρίσκου κατά την εκκένωση
- ⇒ Καταγραφή κανόνων αντιμετώπισης περιστατικών
- ⇒ Καταγραφή σεναρίων περιστατικών και αποτελεσμάτων εκτέλεσης
- ⇒ Αναφορές σε μορφή HTML
- ⇒ Λήψη δεδομένων χαρτών κλπ σε μορφή XML

Επιχειρησιακή χρήση των αποτελεσμάτων



Εντοπισμός και εποπτεία φωτιάς σε πραγματικό χρόνο

- ➔ άμεσος εντοπισμός, προειδοποίηση πιθανότητας φυσικής εκδήλωσης πυρκαγιάς
- ➔ ακριβής κατεύθυνση πυροσβεστικών αεροσκαφών στο μέτωπο

Προσομοίωση πυρκαγιάς

- ➔ άμεσος εντοπισμός κινδύνων πολιτικής προστασίας
- ➔ αξιοποίηση πραγματικών δεδομένων κατάστασης

Διαχείριση γνώσης

- ➔ υποστήριξη και παροχή επιχειρησιακών δράσεων

Διαχείριση σεναρίων

- ➔ συσχέτιση επιχειρησιακών καταστάσεων με δουλεμένα σενάρια

Μη-επιχειρησιακή χρήση των αποτελεσμάτων



Εκπαιδευτικό εργαλείο

- ⇒ υποστήριξη της κατανόησης δασικών πυρκαγιών
- ⇒ εκπαίδευση εθελοντών και ομάδων πυρόσβεσης
- ⇒ ενημέρωση πολιτών σε περιοχές κινδύνου

Εργαλείο για τη διαμόρφωση πολιτικών

- ⇒ υποστήριξη τοπικών αρχών στην προετοιμασία αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών

Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων

- ⇒ για την υποστήριξη των αρχών πυρόσβεσης και επιχειρήσεων
- ⇒ τεκμηρίωση χαρτών επικινδυνότητας εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών



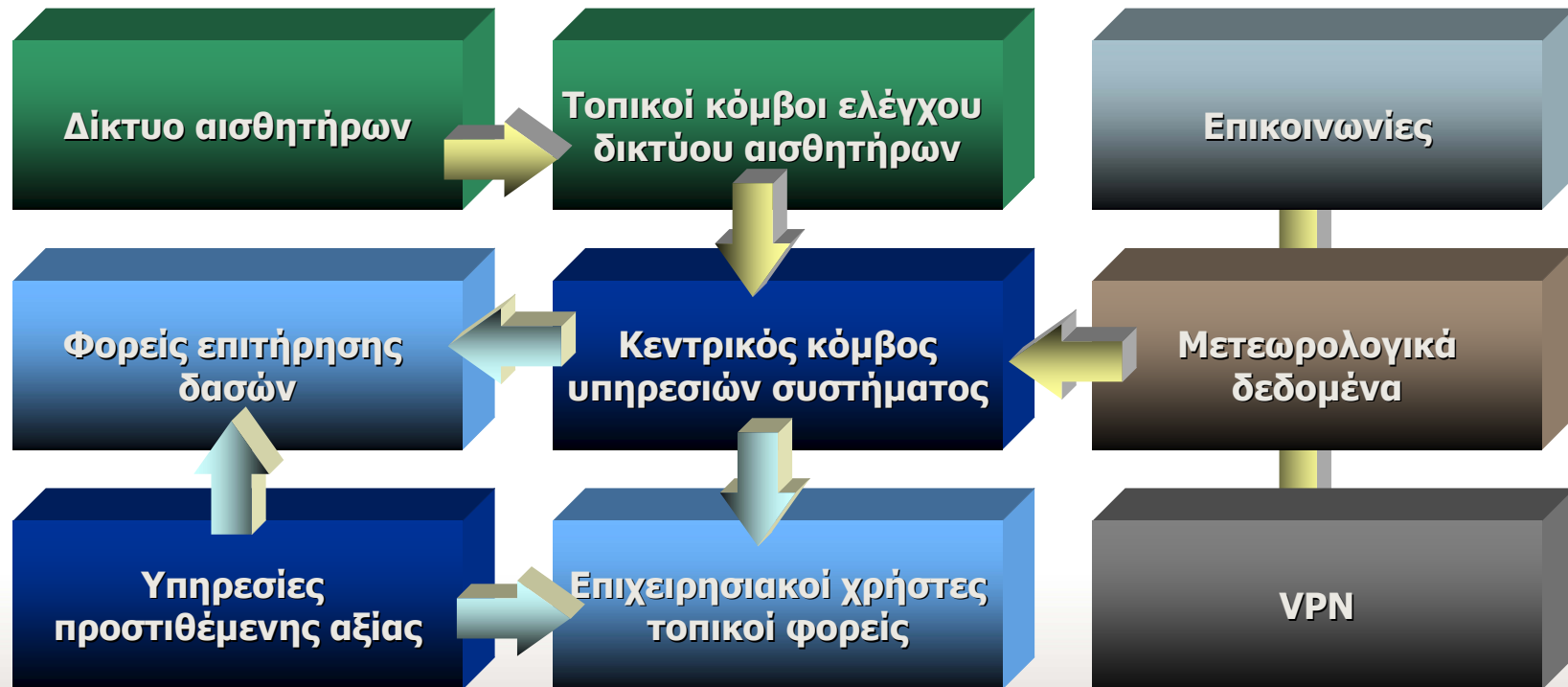
Υποστήριξη αποφάσεων

- Ποιοι δρόμοι θα επιβαρυνθούν περισσότερο σε περίπτωση εκκένωσης της περιοχής σε συνθήκη πανικού;
- Τι θα συμβεί αν δεσμεύσουμε κάποιους δρόμους για επιχειρησιακή δράση;
- Τι θα συμβεί αν διανοίξουμε νέους δασικούς δρόμους;
- Πόσα οχήματα πυρόσβεσης χρειάζονται και σε ποια σημεία πρέπει να τοποθετηθούν ώστε να καλύπτεται όλη η δασική περιοχή σε ελάχιστο χρόνο;
- Πόσα οχήματα παροχής υπηρεσιών πολιτικής υποστήριξης χρειάζονται και σε ποια σημεία πρέπει να τοποθετηθούν ώστε να καλύπτεται όλη η αστική περιοχή σε ελάχιστο χρόνο;

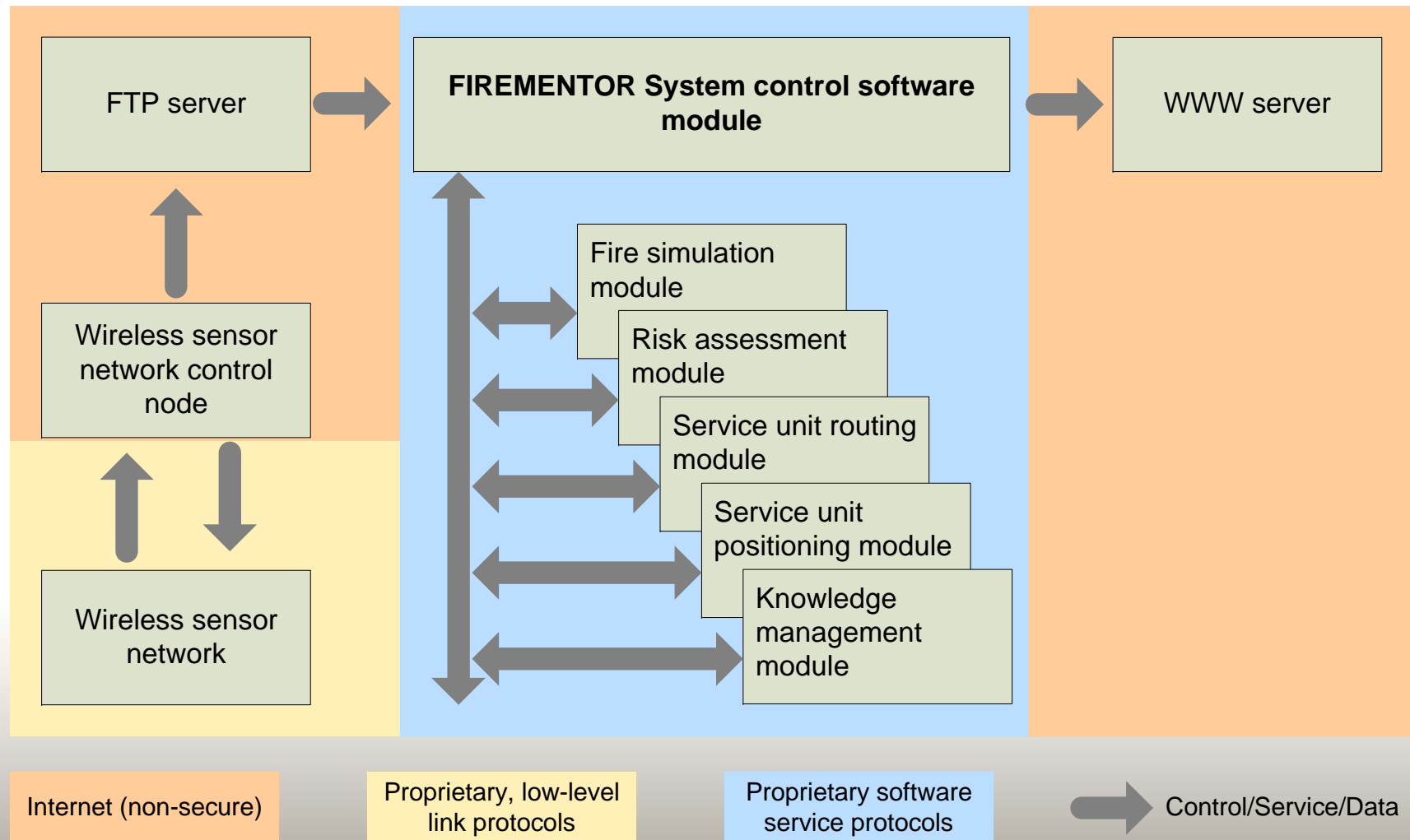


- Ποια σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος θα κινδυνέψουν και μετά από πόσο χρόνο, αν εκδηλωθεί πυρκαγιά σε δεδομένο σημείο και με τις τάδε μεταβαλλόμενες δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες;
- Πώς να δρομολογηθούν οχήματα καταστολής πυρκαγιάς ή πολιτικής προστασίας σε πολλά παράλληλα μέτωπα;
- Ποιες ενέργειες ενδείκνυται να λαμβάνουν χώρα από κάθε ομάδα καταστολής / πολιτικής προστασίας όταν ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες;
- Πώς όλα τα παραπάνω μπορούν να οργανωθούν σε επιχειρησιακά σενάρια για την προετοιμασία της καταστολής πυρκαγιών;

Αρχιτεκτονική του συστήματος



Αρχιτεκτονική του συστήματος (2)





- Δίκτυο αισθητήρων και τοπικοί κόμβοι ελέγχου δικτύου
 - Αυτο-διοργανούμενοι αισθητήρες που καταγράφουν και μεταδίδουν τη θερμοκρασία σε ένα κέντρο ελέγχου
- Κεντρικός κόμβος υπηρεσιών συστήματος
 - Εξυπηρετητές εφαρμογών που λαμβάνουν την κατάσταση του δικτύου και παρέχουν υπηρεσίες εφαρμογών και παρουσίασης σε κόμβους-πελάτες
- Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας
 - Διαχείριση γνώσης, σεναρίων, αναφορές, κ.ά.
- Μετεωρολογικά δεδομένα, VPN, επικοινωνίες
 - Ροή μετεωρολογικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και υπηρεσίες δικτύου μέσω διαφορετικών εναλλακτικών δικτύων

Δομή και υπηρεσίες του firementor



Αρχιτεκτονική του συστήματος

Αυτο-διοργανούμενο δίκτυο αισθητήρων

Κύκλος λειτουργίας αισθητήρα

Υπηρεσίες συστήματος

Δεδομένα και παράμετροι

Σενάρια και διαχείριση γνώσης

Εφαρμογές

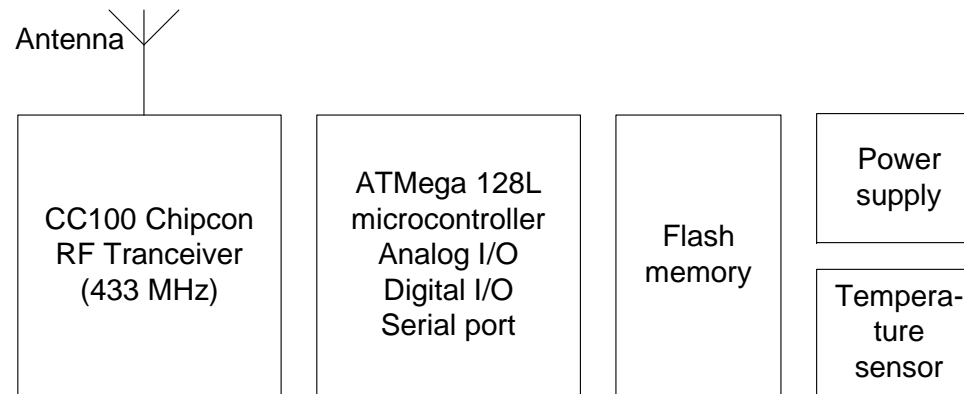
Αυτο-διοργανούμενο δίκτυο



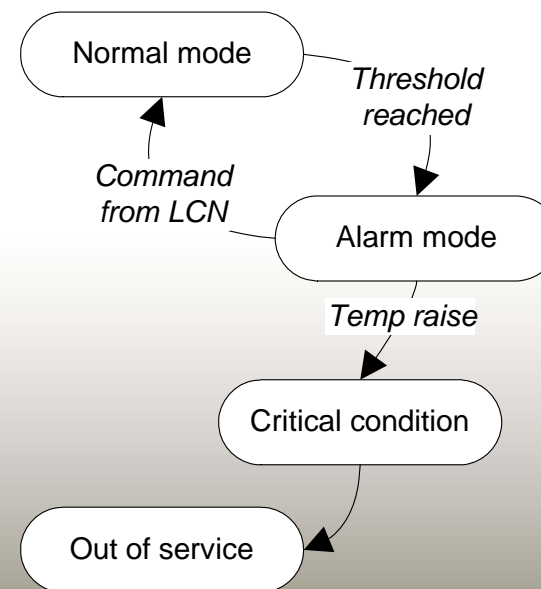
- Μικροί αναλώσιμοι αισθητήρες που τροφοδοτούνται από μπαταρία και τοποθετούνται σε δέντρα με πυκνότητα της τάξης των 400-500 ανά τετραγωνικό χλμ.
- Κάθε αισθητήρας μετρά θερμοκρασία και τη μεταδίδει στη γειτονιά του, πάνω από τη μπάντα των 433 MHz
- Τα μηνύματα φτάνουν στον τοπικό κόμβο ελέγχου δικτύου, και από εκεί στο κέντρο διαχείρισης του συστήματος
- Η δρομολόγηση των μηνυμάτων επανα-προσδιορίζεται στην περίπτωση καταστροφής αισθητήρων ή του ενεργού κόμβου ελέγχου δικτύου
- Η επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου γίνεται με δίκτυο PSTN, ISDN, GSM/GPRS, ή δορυφορικά



Δομή του αισθητήρα



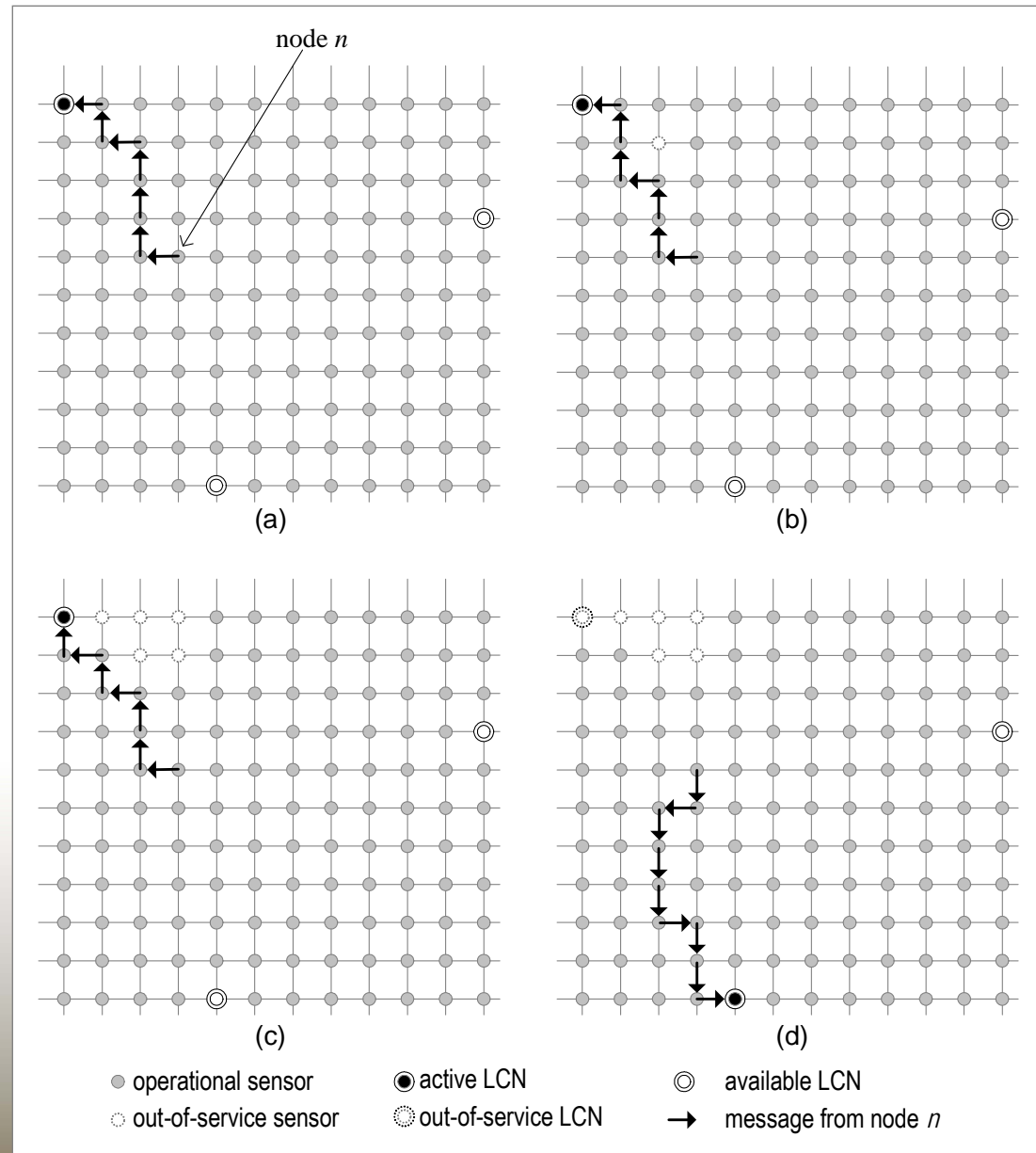
Κύκλος ζωής αισθητήρα



Λειτουργία δικτύου



⇒ Δυναμική
δρομολόγηση
μηνυμάτων



Λειτουργία δικτύου (2)



Λειτουργία κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς

- ⇒ Μεγιστοποίηση συχνότητας εκπομπής μηνυμάτων
- ⇒ Καταστροφή αισθητήρων από τη φωτιά
- ⇒ Δυναμική επανα-δρομολόγηση δικτύου
- ⇒ Ενεργοποίηση εναλλακτικών κόμβων ελέγχου
- ⇒ Χρήση εναλλακτικών επικοινωνιών



Εποπτεία-έλεγχος δικτύου αισθητήρων

Αμεση ανίχνευση και παρακολούθηση εξέλιξης πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο

Προσομοίωση πυρκαγιάς

Αποτίμηση ρίσκου κατά την εκκένωση περιοχής σε πανικό

Βέλτιστη χωροθέτηση μονάδων επέμβασης

Δρομολόγηση μονάδων επέμβασης

Διαχείριση γνώσης και σεναρίων

Δεδομένα που απαιτούνται



Για το σύνολο των υπηρεσιών

- ⇒ 3D ψηφιακός χάρτης της περιοχής
- ⇒ Δορυφορικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας
- ⇒ Οικοδομικά τετράγωνα και πληθυσμός
- ⇒ Ψηφιακοί χάρτες οδικού δικτύου
- ⇒ Χάρτης καύσιμης ύλης
- ⇒ Ροή μετεωρολογικών δεδομένων

Η διαθεσιμότητα και η ακρίβεια των δεδομένων επηρεάζει τις υπηρεσίες

Χρησιμοποιούνται ανοιχτά πρότυπα XML

Παράμετροι υπηρεσιών (1)

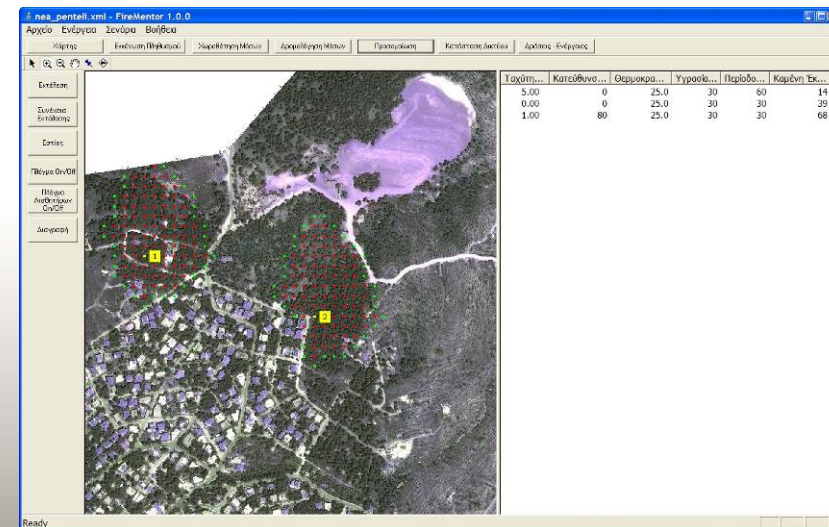
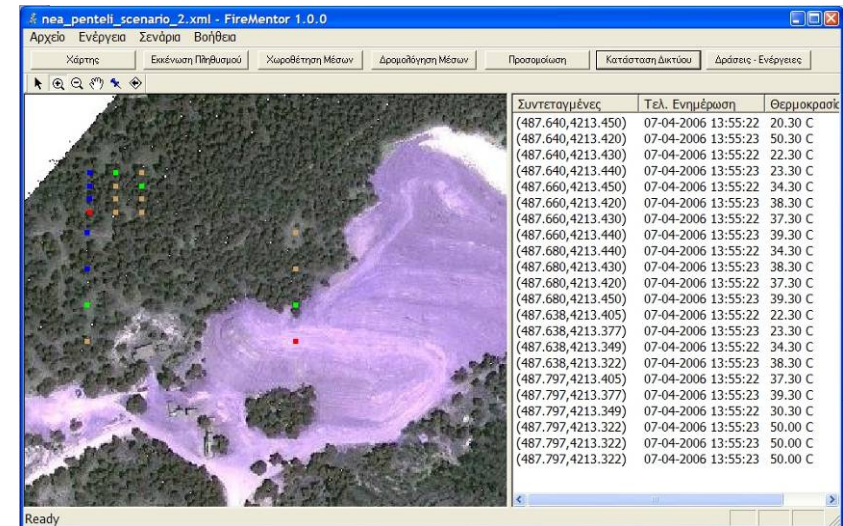


Εποπτεία δικτύου αισθητήρων

- ⇒ Θέση αισθητήρων
- ⇒ Ροή δεδομένων

Προσομοίωση πυρκαγιάς

- ⇒ Χάρτης καύσιμης ύλης
- ⇒ Σημεία έναρξης
- ⇒ Στοιχεία ανέμου
- ⇒ Θερμοκρασία, υγρασία
- ⇒ Χρόνος προσομοίωσης



Παράμετροι υπηρεσιών (2)



Αποτίμηση ρίσκου εκκένωσης

⇒ Ψηφιακός οδικός χάρτης

Χωροθέτηση μονάδων επέμβασης

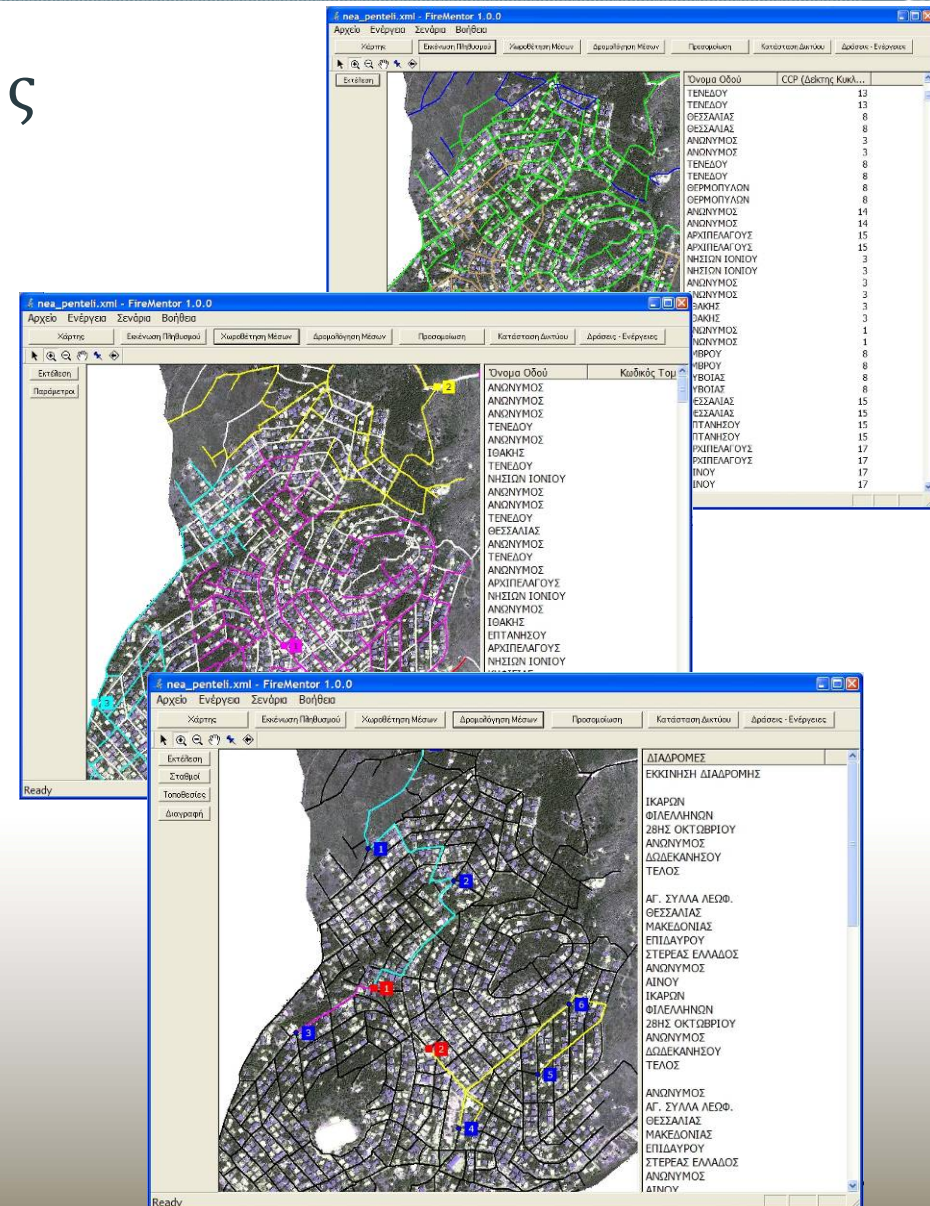
⇒ Οδικός χάρτης

⇒ Μέγιστη απόσταση κάλυψης για κάθε όχημα

Δρομολόγηση μονάδων επέμβασης

⇒ Θέσεις σταθμών

⇒ Σημεία πρόσβασης



Σενάρια και διαχείριση γνώσης

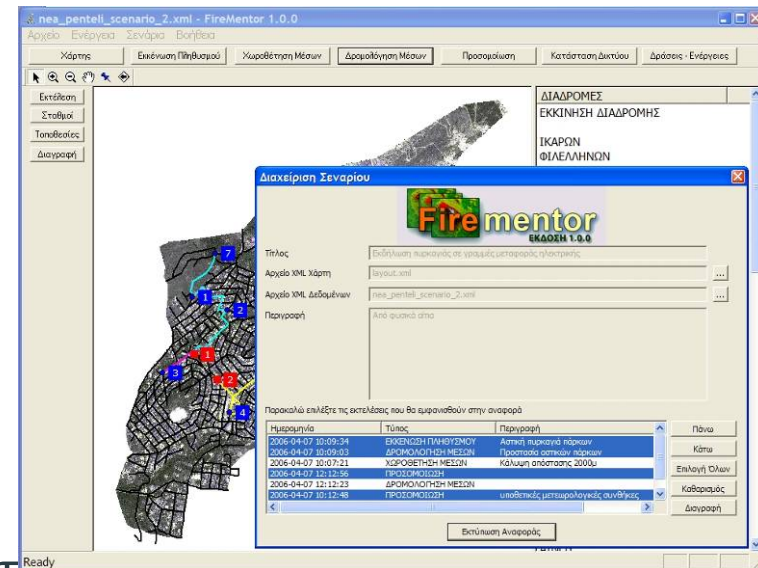


Διαχείριση γνώσης

- ➔ Συνθήκες/δράσεις/εμπιστοσύνη
- ➔ Αντιστοίχιση M:N

Διαχείριση σεναρίων

- ➔ Ενα σενάριο είναι
 - Ενα σύνολο από συνθήκες που συσχετίζεται με...
 - ...ενα σύνολο τιμών παραμέτρων παρεχομένων υπηρεσιών
- ➔ Χρήση σεναρίων
 - Επιχειρησιακή, για παρόμοιες πραγματικές συνθήκες
 - Υποστήριξη Πολιτικής Προστασίας, εκπαίδευση εθελοντών
 - Υποστήριξη αποφάσεων επιχειρησιακού σχεδιασμού
 - Αναφορές σε μορφή HTML





Συνθήκη

- ⇒ Μια υποθετική μακροσκοπική κατάσταση που περιγράφεται από παραδοχές και από τιμές μεγεθών θερμοκρασίας – υγρασίας – ανέμου – βλάστησης
- ⇒ Μια υποθετική επιχειρησιακή κατάσταση

Δράση

- ⇒ Μια στοιχειώδης ενέργεια που μπορεί να λάβει χώρα για την καταστολή της πυρκαγιάς ή την προστασία του πληθυσμού

Απεικόνιση

- ⇒ Συνθήκες σε Δράσεις (πολλά-προς-πολλά)
- ⇒ Κλασική προσέγγιση διαχείρισης γνώσης



Σενάριο

Μια υποθετική κατάσταση στην οποία ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς με βάση τις οποίες εκτελούνται μία ή περισσότερες από τις λειτουργίες που περιγράφηκαν, και αποθηκεύονται τα αποτελέσματά τους (εικόνα + δεδομένα)

Αξία της διαχείρισης σεναρίων

- Προετοιμασία επιχειρησιακών μέσων
- Πολιτική προστασία – ενημέρωση
- Αποτίμηση επιπτώσεων
- Υποστήριξη αποφάσεων

Η έννοια του σεναρίου



Ένα σενάριο είναι ένα εργαλείο αποθήκευσης

- ⇒ Μεταβαλλόμενων δεδομένων – παραμέτρων
- ⇒ Συνθηκών που ισχύουν

καθώς και απεικόνισης των αποτελεσμάτων όλων ή μερικών λειτουργιών του λογισμικού

- ⇒ Χρήση HTML / XML
- ⇒ Εύκολη αξιοποίηση αποτελεσμάτων
- ⇒ Συνεργασία με άλλα συστήματα

Δημοσιότητα έργου



Εντυπα

- Καθημερινή, Ελευθεροτυπία, Εθνος, Αδέσμευτος, Μετρό, ne.o, ΕΛΚΕ, Πυροσβεστική επιθεώρηση, Handelsblatt, Stern, κ.ά.

ΜΜΕ

- ET1, NET, EPT δορυφορική, ALPHA TV, MEGA, Reuters, BBC World, Deutsche Welle, Al Jazeera κ.ά.
- Μεγάλος αριθμός δικτυακών τόπων

Εκδηλώσεις

- ΕΙΕ, ΤΕΕ, Δήμος Νέας Πεντέλης, Φορείς – χρήστες

