

Έλεγχος και Παρακολούθηση λειτουργίας Α/Π
με κινητή τηλεφωνία (μηνύματα SMS, WAP) και Internet (web, e-mail)

Δ. Φουσέκης
Δρ. Φυσικός, Τμήμα Αιολικής Ενέργειας, ΚΑΠΕ
e-mail: dfousek@cres.gr, τηλ. 210 660 3300

Το επιδεικτικό Αιολικό Πάρκο του ΚΑΠΕ ισχύος 3,01MW βρίσκεται στην περιοχή της Λαυρεωτικής στην Αττική και αποτελείται από πέντε Α/Γ, εκ των οποίων οι τρεις αγοράστηκαν από το εξωτερικό (NEG-Micon 750kW, Enercon E-40 500kW και Vestas V47/660kW) και οι δύο είναι ελληνικής προέλευσης (ΟΑ-500kW και ΟΑ-600kW, κατασκευής ΠΥΡΚΑΛ)¹. Το Α/Π χρηματοδοτήθηκε από το Β'ΚΠΣ στα πλαίσια του ΕΠΕ-3.3. Σε πλήρη λειτουργία αναμένεται να παράγει 7.9GWh/έτος.



Το Επιδεικτικό Αιολικό Πάρκο 3MW του ΚΑΠΕ, στην Λαυρεωτική Αττικής

Βασικός στόχος του Α/Π είναι η αξιολόγηση ανεμογεννητριών με διαφορετικές αρχές λειτουργίας, σε συνθήκες σύνθετης τοπογραφίας, που είναι οι κατ' εξοχήν χώροι εγκατάστασης Α/Π στην χώρα μας. Συγκεκριμένα υπάρχουν οι εξής τύποι Α/Γ: α) με έλεγχο ισχύος λόγω αεροδυναμικής αποκόλλησης (*stall*) ή λόγω μεταβλητής γωνίας πτερυγίου (*pitch*), β) με σταθερές ή μεταβαλλόμενες στροφές δρομέα γ) με σύγχρονες ή ασύγχρονες ηλεκτρογεννήτριες. Επίσης, το γεγονός ότι το Α/Π βρίσκεται εντός της Αττικής, αποτελεί μία πρώτης τάξης ευκαιρία για την επίδειξη σε ένα μεγάλο μέρος του ελληνικού πληθυσμού, της τεχνολογίας των Α/Γ, της αιολικής ενέργειας και των ΑΠΕ γενικότερα.

Η *on-line* παρακολούθηση της λειτουργίας του Α/Π, καθώς και διάφορες άλλες σχετικές πληροφορίες, βρίσκονται σε ειδική παραπομπή (*link*) στην ιστοσελίδα του ΚΑΠΕ: www.cres.gr

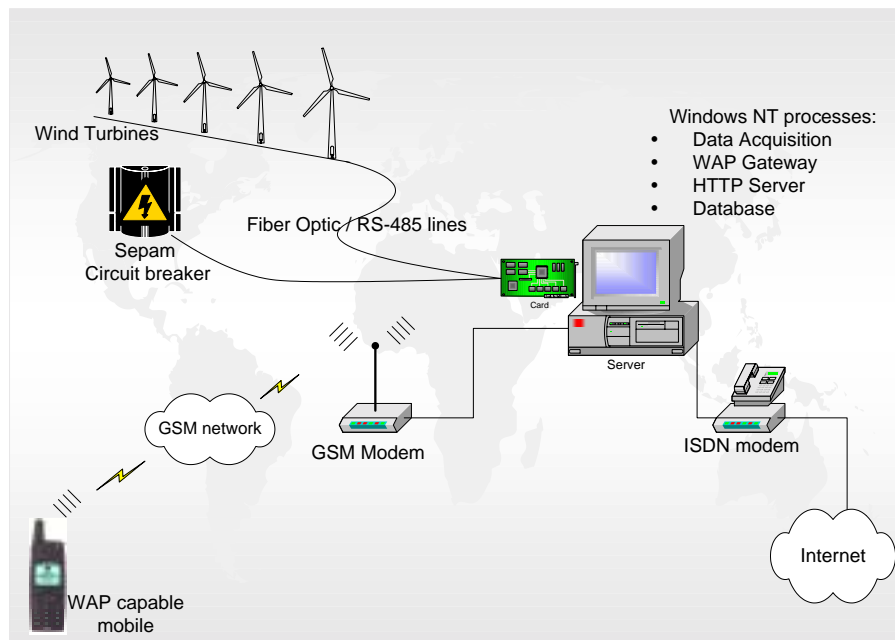
Το πρόγραμμα επικοινωνίας

Συνήθως, η παρακολούθηση της λειτουργίας (remote monitoring) και ο εξ' αποστάσεως έλεγχος Α/Γ (remote control), γίνεται με προγράμματα που παραδίδει ο εκάστοτε κατασκευαστής και τα οποία επικοινωνούν με το Α/Π με γραμμές σταθερής τηλεφωνίας. Δυστυχώς, μεταξύ των κατασκευαστών Α/Γ, δεν υπάρχει καμία συμβατότητα στα προγράμματα αυτά, με αποτέλεσμα ο έλεγχος και η

¹ Αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τις Α/Γ ελληνικής σχεδίασης και κατασκευής, υπάρχουν στο τεύχος 8 (Απρίλιος 2001) των Ανεμολογιών.

παρακολούθηση της λειτουργίας πολλών διαφορετικών Α/Γ, να καθίσταται περίπλοκος και χρονοβόρος διαδικασία.

Το πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου που αναπτύχθηκε, επικοινωνεί με τον ελεγκτή (controller) της κάθε Α/Γ, μέσω καλωδίου οπτικών ινών και με ξεχωριστό τρόπο ανάλογα την Α/Γ (πρωτόκολλα: *Jbus/Modbus*, *RS-232/485*, *VMP*). Αν χρειαστεί μπορεί να επικοινωνήσει μέσω ειδικού καλωδίου σημάτων και με ανεξάρτητες μετρητικές συσκευές (transducers, ανεμόμετρα, κλπ) που ενδέχεται να εγκατασταθούν σε κάποιο σημείο του Α/Π. Παρόμοια, συνδέεται και ο κεντρικός διακόπτης της χαμηλής τάσης του Α/Π (Sepam 2000), για την καταγραφή της συνολικής ισχύος. Ο Η/Υ βρίσκεται στον κεντρικό οικίσκο του Α/Π και διαθέτει 2 modem (ένα GSM και ένα γραμμής-ISDN).



Η εφαρμογή είναι βασισμένη στην πολυδιεργασία (multiprocessing), ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος Windows NT, έτσι ώστε η ενδεχόμενη αποτυχία μιας δραστηριότητας (δηλ. μιας σύνδεσης με Α/Γ ή με το internet ή με το GSM δίκτυο) να μην έχει επίπτωση σε μία άλλη δραστηριότητα που εκτελείται ταυτόχρονα. Τα (ταυτόχρονα) δεδομένα από κάθε Α/Γ αποθηκεύονται κάθε 10λεπτά. Η στατιστική τους επεξεργασία γίνεται, επίσης, παράλληλα με την συλλογή των δεδομένων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης καθώς και τα λεπτομερή, ανά δευτερόλεπτο, δεδομένα του τελευταίου 10λεπτου (online data) διατίθενται για την παρακολούθηση της λειτουργίας του Α/Π μέσω internet και κινητής τηλεφωνίας.

Σημαντικό χαρακτηριστικό του προγράμματος είναι η δυνατότητα εκκίνησης και σταματήματος Α/Γ ή και του Α/Π, είτε τοπικά, είτε μέσω μηνύματος SMS, είτε WAP, φυσικά μετά από μία ασφαλή διαδικασία αναγνώρισης του χρήστη.

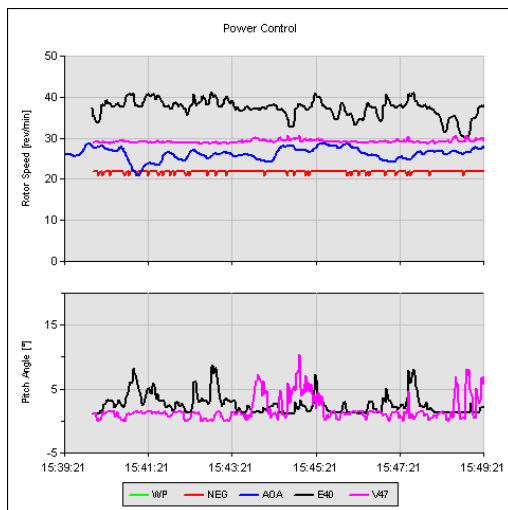
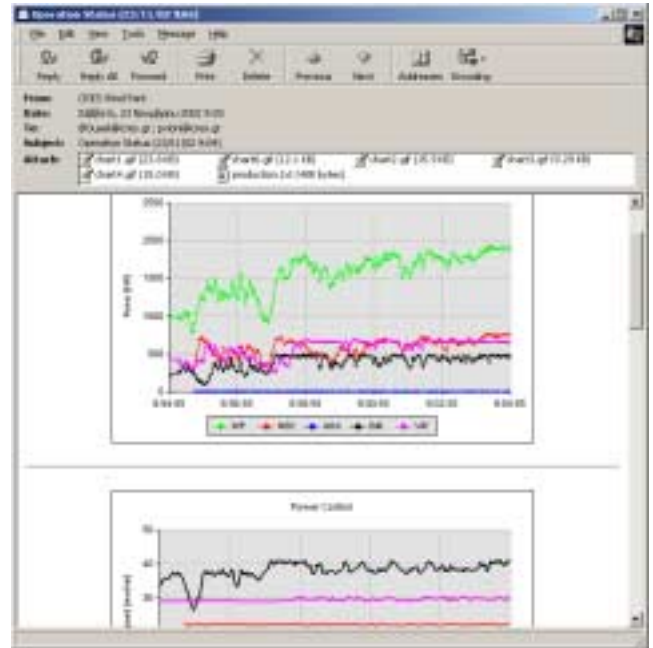
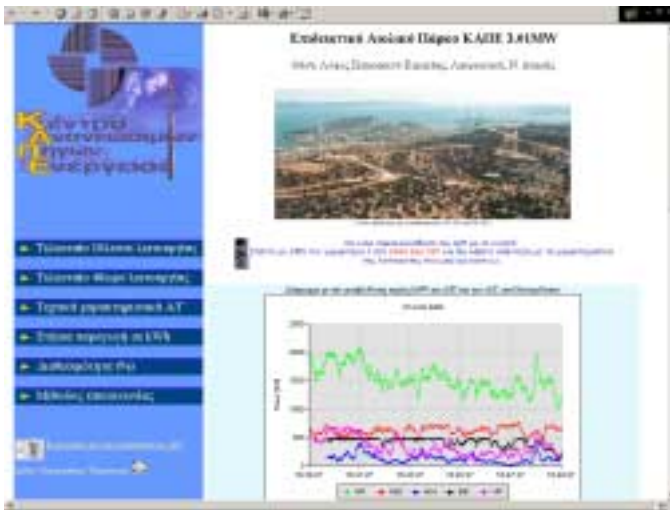
Οι χρήστες

Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε για δύο τύπου χρήστες: τους διαχειριστές (administrators) και τους απλούς χρήστες (guests).

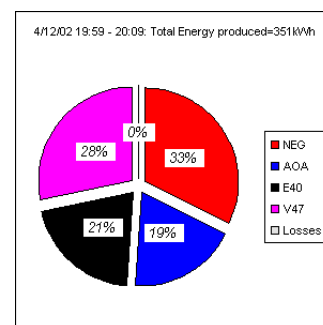
- Οι διαχειριστές είναι αυτοί οι οποίοι λαμβάνουν συνεχή και αναλυτική πληροφορία για την λειτουργία του Α/Π 2 φορές την ημέρα (μία στις 7πμ και μία στις 4μμ), καθώς και ανά 3ωρο αν ο

άνεμος είναι $>8\text{m/s}$. Η πληροφορία αποστέλλεται με μήνυμα SMS ή και με e-mail. Επίσης, οι χρήστες αυτοί (διαχειριστές) ειδοποιούνται άμεσα για τα ενδεχόμενα σφάλματα λειτουργίας και έχουν την δυνατότητα, ανάλογα με το σφάλμα, να επανεκκινήσουν εξ' αποστάσεως την Α/Γ (reset) με SMS ή WAP.

- Οι απλοί χρήστες έχουν την δυνατότητα της παρακολούθησης της λειτουργίας του Α/Π (και κατ' επέκταση των βασικών μετεωρολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής) είτε από το internet είτε από το κινητό τους τηλέφωνο. Το τελευταίο πραγματοποιείται αποστέλλοντας ένα μήνυμα SMS με τον χαρακτήρα ? (λατινικό ερωτηματικό) στο 0944 560 987. Το πρόγραμμα θα τους στείλει ένα μήνυμα-απάντηση με την ισχύ του Α/Π και της κάθε Α/Γ, καθώς και της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου (μέσοι όροι του τελευταίου 10λεπτου).



Επάνω: Η ιστοσελίδα του Α/Π και παράδειγμα λήψης e-mail.



Αριστερά: Διαφορετικοί τρόποι ελέγχου της ισχύος: Μεταβολή της περιστροφής του δρομέα και της γωνίας βήματος περρυγίου (pitch) για ένα 10λεπτο. Δεξιά: Κατανομή της παραγόμενης ενέργειας του Α/Π ανά Α/Γ, για ένα 10λεπτο.

Μηνύματα SMS, WAP και Α/Π.

Για την δεδομένη εφαρμογή της παρακολούθησης και ελέγχου ενός Α/Π με κινητή τηλεφωνία, το πρωτόκολλο WAP και τα μηνύματα SMS είναι συμπληρωματικές τεχνολογίες. Τα μηνύματα SMS υποστηρίζονται απ' όλα τα κινητά, με χαμηλό κόστος και χωρίς καμία ιδιαίτερη ρύθμιση. Έτσι, αρκεί ο χρήστης να έχει το τηλέφωνό του ανοικτό για να δεχθεί μηνύματα (status, errors, warnings) από το Α/Π. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με το πρωτόκολλο WAP, γιατί ο

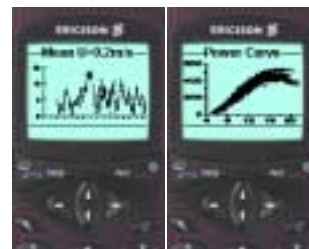
χρήστης για να το χρησιμοποιήσει, πρέπει να κάνει ένα επιπλέον βήμα: να συνδεθεί με τον Παροχέα κινητής τηλεφωνίας. Η επιπλέον σύνδεση αυτή δεν είναι μόνιμη, κοστίζει, είναι σχετικά αργή, και δεν δέχεται ταυτόχρονες κλήσεις. Όμως, μπορεί να ανακτήσει σε πραγματικά αμφίδρομη επικοινωνία (online), μια πιο εξειδικευμένη πληροφορία μέσω γραφικών διαγραμμάτων και μενού επιλογών. Στο μέλλον, η τρίτη γενιά κινητής τηλεφωνίας (GPRS, 3G, *push technologies*) θα εξαλείψει τα παραπάνω μειονεκτήματα και θα αποτελέσει την κύρια μορφή επικοινωνίας (π.χ. μήνυμα με το γράφημα ταχύτητας του ανέμου, την καμπύλη ισχύος, κλπ).

Υλοποίηση

Βασικό χαρακτηριστικό μιας τέτοιας εφαρμογής είναι ότι η διαθέσιμη πληροφορία (π.χ. το περιεχόμενο μιας σελίδας web) είναι «δυναμική», μεταβάλλεται δηλαδή στον χρόνο. Όμως, η αδυναμία παροχής μισθωμένης τηλ. γραμμής με φορέα internet, αλλά και το υψηλό κόστος της, οδήγησε στο να προκριθεί η λύση της ISDN dial-up γραμμής με τον φορέα (provider), για την συνεχή (ανά 10λεπτο) ανανέωση των ιστοσελίδων στο internet καθώς και την αποστολή e-mail. Για τους ίδιους λόγους, αλλά και για λόγους ασφάλειας, η υλοποίηση της επικοινωνίας μέσω WAP επιλέχθηκε να γίνεται μέσω απ' ευθείας κλήσεων στο Α/Π. Ως εκ τούτου, ο Η/Υ εκτελεί, ταυτόχρονα με την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων, χρέη πύλης WAP (gateway) και HTTP Server, με δυνατότητα υλοποίησης δυναμικών σελίδων ASP (Active Server Pages). Αυτή την στιγμή η επικοινωνία μέσω WAP βρίσκεται σε δοκιμαστική λειτουργία.

Συνοπτικά, η διαδικασία μιας επικοινωνίας με WAP γίνεται ως εξής:

- ο χρήστης καλεί το Α/Π μέσω WAP και ζητά μία συγκεκριμένη σελίδα URL
- η πύλη (gateway) WAP μετατρέπει την εντολή σε κανονικό περιεχόμενο HTTP
- ο HTTP server επεξεργάζεται το ASP αρχείο, πραγματοποιεί την στατιστική επεξεργασία, ανακτά τα δεδομένα και μορφοποιεί ανάλογα την ιστοσελίδα
- η πύλη WAP μετατρέπει και συμπιέζει την πληροφορία αυτή, έτσι ώστε να μειώσει τον όγκο της ιστοσελίδας, αλλά και να επιταχύνει την απεικόνιση στην οθόνη του κινητού, μιας που διαθέτει μειωμένης δυνατότητας επεξεργαστή.
- Τέλος, ο πλοηγός (browser) WAP εμφανίζει την ιστοσελίδα.



Παράδειγμα σύνδεσης μέσω WAP. α) Επιλογή από μενού της ζητούμενης πληροφορίας. β) Απεικόνιση αποτελεσμάτων.

Αποτελέσματα

Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, βασικός στόχος του Α/Π είναι και η σύγκριση της απόδοσης των Α/Γ. Αυτό προϋποθέτει έναν ενιαίο και αξιόπιστο σύστημα παρακολούθησης των λειτουργικών χαρακτηριστικών τους. Ήδη, η λειτουργία του έχει επιτρέψει την μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας των Α/Γ, την απόκτηση σημαντικής τεχνογνωσίας, καθώς και την δημιουργία μιας σημαντικής βάσης δεδομένων. Σύντομα, οι Α/Γ θα εξοπλιστούν με μετρητικά συστήματα, ώστε να καταστεί δυνατό να μελετηθούν σε βάθος, φαινόμενα όπως: η επίδραση της τυρβώδους ροής του αέρα σε ανώμαλη τοπογραφία στην καταπόνηση των Α/Γ και στην διακύμανση της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος ανά τύπο Α/Γ.