

Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

Maciej Kola  
nr albumu: 169424

Praca magisterska  
na kierunku Fizyka Techniczna

# System zdalnego nadzoru i zarządzania małą elektrownią wodną

Opiekun pracy dyplomowej  
dr hab. Jacek Kobus  
Zakład Mechaniki Kwantowej

Toruń 2009

## Spis treści

	<b>Strona</b>
<b>1. Wstęp</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Problematyka komunikacji</b> .....	<b>8</b>
2.1. Warunki środowiskowe .....	8
2.2. Propagacja fali radiowej w wolnej przestrzeni .....	11
2.3. Propagacja fali radiowej w kanale rzeczywistym .....	13
2.4. Strefa Fresnela i tłumienie .....	14
2.5. Anteny kierunkowe .....	16
2.6. Parametry charakterystyczne anten .....	18
2.7. Technologia Wi-Fi .....	20
2.8. Pomiary sygnału Wi-Fi .....	22
2.9. Technologia GSM/GPRS .....	27
2.10. Sieci komórkowe .....	29
2.11. Standardy pakietowego przesyłania danych w sieciach komórkowych.	37
2.11.1. GPRS .....	38
2.11.2. EDGE .....	42
2.11.3. HSDPA/3G .....	42
2.12. Pomiar siły i przepustowości sygnału GPRS/EDGE .....	43
<b>3. Serwer monitorujący</b> .....	<b>47</b>
3.1. System operacyjny .....	48
3.2. Modemy GSM .....	48
3.3. Obsługa modemu GSM w środowisku Linux .....	50
3.4. Komunikacja pomiędzy serwerem a administratorem .....	51
3.4.1. Komunikacja w czasie rzeczywistym .....	53
3.4.2. Komunikacja z przesunięciem czasowym .....	54
3.5. Skrypty obsługujące serwer .....	56
3.6. Zewnętrzny dysk zapasowy .....	62
<b>4. Symulator elektrowni</b> .....	<b>64</b>
4.1. Założenia .....	64
4.2. Budowa .....	65
4.3. Oprogramowanie .....	66
<b>5. Bezpieczeństwo sieciowe systemu</b> .....	<b>72</b>
5.1. Audyt bezpieczeństwa z użyciem NMAP-a .....	72
5.2. Zabezpieczenie przed atakami .....	76

<b>6. Przemysłowe serwery urządzeń przemysłowych .....</b>	<b>79</b>
6.1. Komputery jednopłytkowe .....	79
6.2. Przemysłowe modemy GSM .....	83
<b>7. Zakończenie .....</b>	<b>85</b>
<b>8. Literatura .....</b>	<b>86</b>

## 1. Wstęp

Celem niniejszej pracy było zaprojektowanie, wykonanie oraz wdrożenie zdalnego systemu nadzoru i zarządzania małą elektrownią wodną. Elektrownia wodna „Bobryszka” znajduje się w Borach Tucholskich i wykorzystuje naturalny spadek biegu rzeki Ryszki do produkcji prądu elektrycznego. Budynek elektrowni znajduje się w miejscu odosobnionym i dość trudno dostępnym. Każdy, kto chciałby kontrolować stan jej pracy musiałaby pokonać takie niedogodności, jak brak bezpośredniego połączenia komunikacyjnego z miejscowością, w której znajduje się elektrownia oraz kiepski dojazd do samej elektrowni (brak drogi asfaltowej). Stąd tak ważne było zbudowanie systemu, dzięki któremu można by w dowolnym czasie zdalnie kontrolować pracę elektrowni.

Opisany w niniejszej pracy projekt miał na celu zbudowanie systemu, dzięki któremu osoba zarządzająca elektrownią miałaby do niej dostęp praktycznie z każdego miejsca i o dowolnej porze. Dzięki wiadomościom przesyłanym pocztą elektroniczną oraz SMS-om osoba odpowiedzialna za nadzór nad elektrownią może być systematycznie informowana o jej stanie. W razie potrzeby, dzięki wykorzystaniu sieci Internet nadzorca ma możliwość połączenia się z serwerem obsługującym elektrownię w celu wykonania potrzebnych operacji. Dzięki tym dwóm sposobom komunikacji zbudowany system pozwala na ograniczenie do niezbędnego minimum potrzebę bezpośredniego kontaktu z urządzeniami elektrowni.

Praca składa się z trzech zasadniczych części. Pierwsza dotyczy problemu komunikacji z elektrownią, a ściślej próby wykorzystania technologii radiowej do zapewnienia zdalnego dostępu do serwera zarządzającego elektrownią. W tym celu doświadczalnie zbadane zostały dwie technologie bezprzewodowego dostępu do sieci Internet: Wi-Fi i GPRS. Sprawdzenie przydatności każdej z wymienionych technologii radiowych wymagało zbadania topologii terenu, zapoznania się z regulacjami prawnymi dotyczącymi przyłączy komunikacyjnych oraz konsultacji z przedstawicielami dostawców usług telekomunikacyjnych. Druga część pracy poświęcona jest opisowi samego serwera zarządzającego, jego budowy oraz możliwości. Praca ta wymagała zaprojektowania autonomicznego i możliwie niezawodnego systemu nadzoru, którego podstawą był komputer klasy PC działający pod kontrolą systemu operacyjnego GNU/Linux. Oprogramowanie nadzorcze wykonałem samodzielnie i stanowi ono dodatek do niniejszej pracy umieszczony na płycie CD. Na potrzeby tej pracy musiałem także wykonać symulator elektrowni i o tym mówi trzecia część pracy. W momencie pisania tej pracy nie istniał jeszcze kontroler

sterujący pracą całej elektrowni. Chcąc zbudować system nadzoru musiałem w jakiś sposób zasymulować jej działanie i zachowanie w skrajnych przypadkach. Dlatego zbudowałem symulator elektrowni połączony z serwerem zarządzającym łączem szeregowym. Na komputerze klasy PC, który był podstawą symulatora, oprogramowanie napisane w Pythonie imitowało wysyłanie i odbieranie komunikatów poprzez złącze RS232. W ten sposób serwer monitorujący „widział” urządzenia elektrowni i sprawdzał ich stan.

Ostatnie rozdziały mówią kolejno o bezpieczeństwie zbudowanego systemu i porównaniu go z innymi, podobnymi rozwiązaniami. Bezpieczeństwu w sieci Internet poświęciłem osobny rozdział, ponieważ z informacji przeze mnie zebranych wynika, iż producenci podobnego typu urządzeń i systemów przemysłowych bardzo oszczędnie opisują wspomniane zagadnienie. Pracę zamyka zakończenie i spis literatury.