

# Projekt protokołu na SIK (2006/07)

Kuba Pochrybniak  
189315

maj 2007 (wersja poprawiona)

## Streszczenie

Niniejszy dokument opisuje protokół komunikacyjny, mający służyć przeprowadzaniu rozmów głosowych przez sieć.

## Spis treści

<b>1. Opis celów protokołu</b>	2
<b>2. Opis założeń protokołu</b>	2
<b>3. Opis formatu komunikatów</b>	2
3.1. Niskopoziomowy opis przesyłanych danych	2
3.2. Pola w komunikacie	2
3.2.1. Komunikaty niezależne od kanałów	2
3.2.2. Komunikaty idące kanałem sterującym	3
3.2.3. Komunikaty zmiennej długości	3
3.2.4. Komunikaty idące kanałem głosowym	3
<b>4. Opis wymienianych komunikatów</b>	3
<b>5. Opis stanów</b>	4
5.1. Skrócony opis	4
5.1.1. Awarie	4
5.2. Szczegółowy opis stanów dla komputerów niebędących w grupie	5
5.2.1. Ogólnie	5
5.2.2. NIC_NIE_ROBIE_STATE	5
5.2.3. CHCE_ZADZWONIC_STATE	6
5.2.4. KTOS_CHCE_ZADZWONIC_STATE	6
5.2.5. ROZMAWIAM_STATE	6
5.2.6. CHCE_ZAWIESIC_STATE	6
5.2.7. ZAWIESILEM_STATE	6
5.2.8. KTOS_ZAWIESIL_STATE	6
5.2.9. CHCE_ODWIESIC_STATE	7
5.2.10. CHCE_ROZLACZYC_STATE	7
5.3. Opis sytuacji związanych z grupami	7
5.3.1. Nawiazywanie rozmowy	7
5.3.2. Zawieszanie rozmowy	7
5.3.3. Kończenie rozmowy	8
5.3.4. Z drugiego punktu widzenia	8
5.3.5. Grupa-grupa	8
<b>6. Podsumowanie używanych numerów</b>	8
6.1. Komunikaty	8
6.2. Stany	9

# 1. Opis celów protokołu

Protokół ma na celu umożliwienie przeprowadzania internetowych rozmów głosowych między komputerami w sieci IP. Poniższy opis dotyczy jedynie sterowania nawiązywaniem, zawieraniem i zrywaniem połączeń, bez wchodzenia w szczegóły dotyczące samego przesyłania danych głosowych.

# 2. Opis założeń protokołu

Protokół części sterującej będzie opierał się na TCP/IP. Zapewni to niezawodność, nie-  
stety kosztem wydajności.

Wydajność nie powinna jednak być problemem, gdyż narażona na największe obciążenia część, tj. przesyłanie samej treści rozmowy głosowej, opierać się będzie na protokole UDP.

Wykorzystywany będzie model P2P. Między komputerami będą tworzone połączenia składające się z dwóch kanałów: głosowego i sterującego, którym będą szły komunikaty. Zanim połączenie zostanie stworzone, komputer, który chce zainicjować rozmowę, będzie wysyłał komunikat do komputera o danym IP na port 6666. Na tym porcie komputer będzie tworzył połączenie. Podobnie otwieranie kanału głosowego będzie polegało na wysłaniu komunikatu do portu 6667.

# 3. Opis formatu komunikatów

## 3.1. Niskopoziomowy opis przesyłanych danych

Przyjęte są następujące założenia co do przesyłanych danych:

- sieciowy porządek oktettów w liczbach,
- brak uzupełniania formatu — liczby  $n$ -oktetowe są przesyłane za pomocą ciągu  $n$  bajtów,
- nie przewiduje się wysyłania liczb zmiennoprzecinkowych ani stałoprzecinkowych ze znakiem.

## 3.2. Pola w komunikacie

### 3.2.1. Komunikaty niezależne od kanałów

typ	uint8	numer typu komunikatu
ip	uint32	IP nadawcy
port_s	uint16	numer portu kanału sterującego
port_g	uint16	numer portu kanału głosowego
los	uint32	liczba losowa wygenerowana przy wysłaniu wiadomości

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 + 16 + 16 + 32 = 104.$$

### 3.2.2. Komunikaty idące kanałem sterującym

Ponieważ kanał sterujący będzie dla danej trójki (użytkownik1, użytkownik2, rozmowa) wyznaczony jednoznacznie, informacje o nadawcy i jego parametrach byłyby zbędną redundancją.

```
typ    uint8    numer typu komunikatu
los    uint32   liczba losowa wygenerowana przy wysyłaniu wiadomości
```

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 = 40.$$

### 3.2.3. Komunikaty zmiennej długości

```
typ        uint8        numer typu komunikatu
ip         uint32       IP nadawcy
wielkosc   uint16      liczba linii
linie      uint16[wielkosc] tablica zajmowanych linii
```

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 + 16 + 16 * \text{wielkosc}.$$

### 3.2.4. Komunikaty idące kanałem głosowym

Kanał głosowy nie musi być tak niezawodny jak sterujący, będzie więc opierał się na protokole UDP. Jednak w związku z przyjętym rozwiązaniem, trzeba będzie zapewnić, by komunikaty dochodzące w losowej kolejności były czytane w kolejności właściwej. Dlatego prócz samej treści będą musiały mieć znacznik czasowy.

```
czas        uint32        znacznik czasowy
wielkosc    uint32        długość wiadomości
msg         char[wielkosc] fragment wiadomości długości wielkosc
```

Ponieważ rozmowy z założenia będą krótsze niż panowanie Elżbiety II, na znacznik czasowy wystarczą cztery bajty.

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$32 + 32 + \text{wielkosc}.$$

## 4. Opis wymienianych komunikatów

Komunikaty postaci 3.2.1:

- PROSBA\_O\_POLACZENIE\_MSG,
- ODRZUCENIE\_POLACZENIA\_MSG,
- PRZYJECIE\_POLACZENIA\_MSG,
- PROSBA\_O\_ROZLACZENIE\_MSG,
- ZGODA\_NA\_ROZLACZENIE\_MSG,

- GR\_LUDZISKA\_KTOS\_DO\_NAS\_DZWONI\_MSG,
- GR\_CHCE\_MUTEKSA\_LACZACEGO\_MSG,
- GR\_BRAK\_ZGODY\_NA\_MUTEKSA\_LACZACEGO\_MSG,
- GR\_ODDAJE\_MUTEKSA\_LACZACEGO\_MSG,
- GR\_CHCE\_MUTEKSA\_ODWIESZAJACEGO\_MSG,
- GR\_BRAK\_ZGODY\_NA\_MUTEKSA\_ODWIESZAJACEGO\_MSG,
- GR\_ODDAJE\_MUTEKSA\_ODWIESZAJACEGO\_MSG,
- ZMIEN\_ROZMOWCE\_MSG,
- GR\_SKONCZYLEM\_GADAC\_MSG.

Komunikaty idące utworzonym kanałem sterującym po ustanowieniu połączenia, czyli

- PROSBA\_O\_ZAWIESZENIE\_MSG,
- ZGODA\_NA\_ZAWIESZENIE\_MSG,
- PROSBA\_O\_ODWIESZENIE\_MSG,

będą miały postać opisaną w punkcie 3.2.2.

Komunikaty zmiennej długości, czyli jak w punkcie 3.2.3:

- GR\_ZGODA\_NA\_MUTEKSA\_LACZACEGO\_MSG,
- GR\_ZGODA\_NA\_MUTEKSA\_ODWIESZAJACEGO\_MSG,
- GR\_ZAWIESILEM\_MSG.

Pola nieużywane nie mają być specjalnie wypełnianie — z kontekstu będzie wynikać, czy danych pól należy użyć. Autor zdecydował się na korzystanie z komunikatów zawierających niepotrzebne pola, aby nie mnożyć ponad normę typów komunikatów. Z tego samego powodu w polu `linie` komunikatu `GR_ZAWIESILEM_MSG` będzie jednoelementowa tablica, zawierająca numer aktualnie zawieszanej linii.

## 5. Opis stanów

### 5.1. Skrócony opis

Ponieważ protokół ma zapewniać użytkownikowi możliwość przeprowadzania wielu rozmów telefonicznych równolegle, stany (poza stanem `NIC NIE ROBIE STATE`) będą charakterystyczne nie dla użytkownika, a dla pary (użytkownik, rozmowa). Jak zatem patrzeć na stan `NIC NIE ROBIE STATE`? Mniej więcej w taki sposób, że w tym „metastanie” użytkownik potencjalnie znajduje się cały czas, niezależnie od liczby prowadzonych w danym momencie rozmów. Kiedy przychodzi komunikat, użytkownik sprawdza, czy jest w jakimś stanie związanym z danym połączeniem; jeśli nie jest, wybiera jako kontekst stan `NIC NIE ROBIE STATE`. Hasło „przechodzenie do stanu `NIC NIE ROBIE STATE`” jest tak naprawdę zlikwidowaniem innego stanu dla danego połączenia, bez tworzenia nowego.

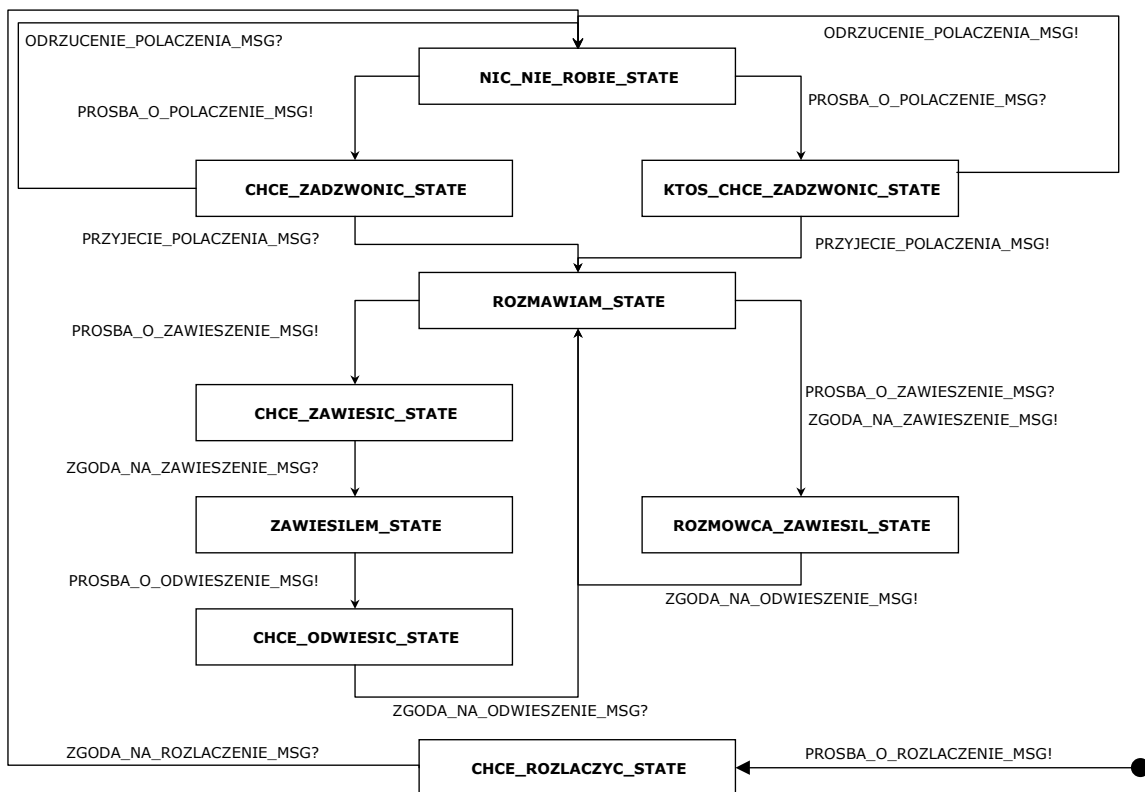
Ponieważ związane z poszczególnymi komunikatami czynności bywają złożone, nie ma sensu wypisywać ich szczegółowego działania na diagramie stanów (patrz rysunek); opis ich działania znajduje się w punkcie 5.2.

#### 5.1.1. Awarie

W dowolnym stanie może dojść do awarii: możemy otrzymać komunikat TCP o zerwaniu połączenia, możemy też np. nie doczekać się odpowiedzi w odpowiednio ograniczonym czasie.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dla wszelkiego rodzaju działań wymagających komunikatów zwrotnych, stosujemy timeout, niezależny od wbudowanego w protokół TCP.

Jeśli dojdzie do takiej sytuacji, rozłączamy połączenie, zwalniamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE.



## 5.2. Szczegółowy opis stanów dla komputerów niebędących w grupie

### 5.2.1. Ogólnie

W dowolnym (prócz ZAWIESILEM STATE) stanie możemy stwierdzić, że zrywamy połączenie — wysyłamy wtedy komunikat PROSBA O ROZLACZENIE MSG przechodzimy do stanu CHCE ROZLACZYC STATE.

W dowolnym stanie możemy dostać komunikat PROSBA O ROZLACZENIE MSG. Przejmujemy wtedy nadawać kanałem głosowym i wysyłamy komunikat ZGODA NA ROZLACZENIE MSG. Zwalniamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE.

Ponieważ powyższe rzeczy dotyczą generalnie wszystkich stanów, nie będę ich opisywać szczegółowo w każdym stanie osobno.

### 5.2.2. NIC\_NIE\_ROBIE\_STATE

W tym „metastanie” jesteśmy cały czas. Możemy w nim przyjąć przychodzącą rozmowę bądź wysłać prośbę o jej zainicjowanie.

W pierwszym przypadku, czyli po otrzymaniu komunikatu PROSBA O POLACZENIE MSG, przechodzimy do stanu KTOS CHCE ROZMAWIAC STATE.

W drugim przypadku postępujemy następująco:

— jeśli mamy wolną linię telefoniczną, wysyłamy komunikat PROSBA O POLACZENIE MSG, przechodzimy do stanu CHCE ZADZWONIC STATE;

— jeśli nie mamy wolnej linii telefonicznej, nie robimy nic.

### 5.2.3. CHCE\_ZADZWONIC\_STATE

Jeśli przyjdzie komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG, wracamy do stanu zerowego.

Jeśli przyjdzie komunikat PRZYJECIE POLACZENIA MSG, będzie to oznaczać, że zostały już stworzone oba kanały komunikacyjne. Zapamiętujemy numery portów, na których słuchać nas będzie nasz rozmówca i przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

### 5.2.4. KTOS\_CHCE\_ZADZWONIC\_STATE

Sprawdzamy, czy mamy wolną linię telefoniczną. Jeśli nie mamy, wysyłamy komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG. Jeśli mamy, pytamy użytkownika, czy chce przyjąć rozmowę. Jeśli nie chce, wysyłamy komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG. Jeśli użytkownik chce przyjąć rozmowę, tworzymy dwa połączenia: TCP do portu 6666 u rozmówcy oraz UDP do portu 6667 u rozmówcy. W przypadku powodzenia wysyłamy komunikat PRZYJECIE POLACZENIA MSG, w przeciwnym zaś przypadku — wysyłamy komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG.

Po wysłaniu komunikatu ODRZUCENIE POLACZENIA MSG przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE, zaś po wysłaniu komunikatu PRZYJECIE POLACZENIA MSG — do stanu ROZMAWIAM STATE.

### 5.2.5. ROZMAWIAM\_STATE

Jeśli dostaniemy komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE MSG, przestajemy nadawać kanałem głosowym i wysyłamy komunikat ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG, po czym przechodzimy do stanu KTOS ZAWIESIL STATE.

Jeśli użytkownik chce zawiesić, przechodzimy do stanu CHCE ZAWIESIC STATE.

### 5.2.6. CHCE\_ZAWIESIC\_STATE

Po znalezieniu się w tym stanie, przestajemy nadawać kanałem głosowym, wysyłamy komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE i po otrzymaniu komunikatu ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG zawieszamy kanał głosowy i przechodzimy do stanu ZAWIESILEM STATE.

Jeżeli w niniejszym stanie dojdzie do nas komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE MSG, mamy konflikt. Spór rozstrzyga się za pomocą liczb losowych, dołączonych do komunikatu (większy „wygrywa”, tj. oczekuje na komunikat ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG, który ma wysłać mniejszy).<sup>2</sup>

### 5.2.7. ZAWIESILEM\_STATE

Jeżeli użytkownik chce odwiesić rozmowę, wysyłamy komunikat PROSBA O ODWIESZENIE MSG i przechodzimy do stanu CHCE ODWIESIC STATE.

### 5.2.8. KTOS\_ZAWIESIL\_STATE

Jeżeli przyjdzie do nas komunikat PROSBA O ODWIESZENIE MSG, wysyłamy komunikat ZGODA NA ODWIESZENIE MSG i przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

---

<sup>2</sup> W zupełnie nieprawdopodobnym, ale jednak możliwym przypadku, rozstrzyga porządek leksykograficzny numerów IP — „wygrywa” ten o większym IP. Z jednej strony jest to rozwiązanie niesprawiedliwe, ale z drugiej takie zdarzenie ma prawie zerowe prawdopodobieństwo zajścia.

### 5.2.9. CHCE\_ODWIESIC\_STATE

Jeśli dojdzie do nas komunikat ZGODA NA ODWIESZENIE MSG, odwieszamy kanał głosowy i przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

### 5.2.10. CHCE\_ROZLACZYC\_STATE

Jeżeli przyjdzie do nas komunikat POZWOLENIE NA ROZLACZENIE MSG, zwalniamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE.

## 5.3. Opis sytuacji związanych z grupami

W poprzedniej sekcji nie był poruszony problem, co zrobić, jeśli biorący udział w zdarzeniu komputer jest w grupie. Ogólny schemat działania jest podobny, ale w szczegółach występują pewne różnice, które przedstawię poniżej.

Poniższe sytuacje z powodu czytelności rysunku nie są uwzględnione w diagramie stanów.

### 5.3.1. Nawiązywanie rozmowy

Jeśli dzwoni do nas jakiś komputer, rozsyłamy do całej grupy (razem ze sobą) komunikat GR LUDZISKA KTOS DO NAS DZWONI MSG, zawierający m.in. IP potencjalnego rozmówcy. Teraz zostanie zastosowana krzyżówka Ricarta–Agrawali z muteksami. Każdy komputer, który chce przyjąć tę rozmowę, wysyła do wszystkich poza sobą komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG, w którym podaje m.in. IP chcącego rozmawiać komputera.

Każdy komputer, który nie chce rozmawiać, odsyła komunikat GR ZGODA NA MUTEKSA LACZACEGO MSG zawierający numery zajmowanych przez siebie aktualnie linii. Komputery, które chcą rozmawiać, rozstrzygają konflikt podobnie jak w punkcie 5.2.6: za pomocą liczb losowych dołączanych do komunikatów, a w przypadkach i tutaj spornych, za pomocą porządku leksykograficznego numerów IP. Te, które „przegrają”, wysyłają wymieniony wyżej komunikat; ten, który wygra, wysyła komunikat GR BRAK ZGODY NA MUTEKSA LACZACEGO MSG.

Komputer, jedyny, który uzyska zgodę od wszystkich pozostałych na „wzięcie muteksa”, wie, które linie telefoniczne są wolne. W tym momencie łączy rozmowę analogicznie jak w sytuacji bez grup, po czym rozsyła do wszystkich poza sobą komunikat GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG.

Komputery po wysłaniu komunikatu GR ZGODA NA MUTEKSA LACZACEGO MSG wstrzymują się z wszelkimi operacjami dotyczącymi zmiany linii (z wyjątkiem rozłączania), choć mogą w tym czasie normalnie prowadzić swoje rozmowy. Wszelkie tego typu operacje mogą zostać podjęte dopiero po otrzymaniu komunikatu GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG lub po timeoucie oznaczającym awarię.

Komputer, który chce przeprowadzić rozmowę (wysłał już komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG), po otrzymaniu komunikatu GR BRAK ZGODY NA MUTEKSA LACZACEGO MSG sprawdza, czy komunikat dotyczy tego samego potencjalnego rozmówcy. Jeśli tak, rezygnuje z połączenia (nic w tym celu nie robiąc); jeśli innego, czeka, aż przyjdzie komunikat GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG, po czym znów wysyła komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG.

### 5.3.2. Zawieszanie rozmowy

Jeśli jesteśmy komputerem będącym w grupie i chcemy zawiesić rozmowę, wymieniamy odpowiednie komunikaty z naszym rozmówcą, po czym po zawieszeniu rozmowy rozsyłamy do

wszystkich w grupie (do siebie samych też) komunikat GR ZAWIESILEM MSG, zawierający m.in. IP rozmówcy, jego porty zarezerwowane na tę rozmowę oraz numer linii telefonicznej.

Wszystkie komputery, które chcą odwieść rozmowę, analogicznie jak w poprzednim punkcie wymieniają z pozostałymi komputerami w grupie komunikat GR CHCE MUTEKSA ODWIESZAJACEGO MSG, w którym załączają m.in. IP rozmówcy oraz nr linii telefonicznej. Ten, który „wygra”, przed rozesłaniem komunikatu GR ODDAJE MUTEKSA ODWIESZAJACEGO MSG wysyła do rozmówcy komunikat ZMIEN ROZMOWCE MSG, zawierający m.in. dwa nowe porty (zarezerwowane tak samo jak przy rozpoczynaniu rozmowy) i tworzy kanały.

### 5.3.3. Kończenie rozmowy

Kończenie rozmowy, niezależnie od tego, przez którą stronę zainicjowane, skutkuje zawsze wysłaniem komunikatu GR SKONCZYLEM GADAC MSG zawierającego m.in. IP rozmówcy oraz numer linii, która właśnie się zwolniła.

### 5.3.4. Z drugiego punktu widzenia

Z punktu widzenia komputera, który dzwoni do komputera będącego w grupie, wszystko wygląda mniej więcej tak, jak w „normalnej” sytuacji. Jedyna różnica jest taka, że na prośby o połączenie oraz przy odwieszaniu rozmowy może nam odpowiedzieć komputer o innym IP niż ten, z którym wcześniej się komunikowaliśmy.

### 5.3.5. Grupa–grupa

Ponieważ w każdym komunikacie przed stworzeniem kanału sterującego jest przesyłany numer IP nadawcy, nie ma żadnych problemów przy komunikacji komputer w grupie – komputer w grupie.

## 6. Podsumowanie używanych numerów

### 6.1. Komunikaty

Komunikaty będą charakteryzowane liczbami naturalnymi (typ `uint8`). Oto konkretne wartości przypisane rodzajom komunikatów:

PROSBA_O_POLACZENIE_MSG.....	0
ODRZUCENIE_POLACZENIA_MSG.....	1
PRZYJECIE_POLACZENIA_MSG.....	2
PROSBA_O_ZAWIESZENIE_MSG.....	3
ZGODA_NA_ZAWIESZENIE_MSG.....	4
PROSBA_ODWIESZENIE_MSG.....	5
ZGODA_NA_ODWIESZENIE_MSG.....	6
PROSBA_O_ROZLACZENIE_MSG.....	7
ZGODA_NA_ROZLACZENIE_MSG.....	8
GR_LUDZISKA_KTOS_DO_NAS_DZWONI_MSG.....	9
GR_CHCE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	10
GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	11
GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	12



GR_ODDAJE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	13
GR_ZAWIESILEM_MSG.....	14
GR_CHCE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG.....	15
GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG .....	16
GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG... ..	17
GR_ODDAJE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG .....	18
ZMIEN_ROZMOWCE_MSG.....	19
GR_SKONCZYLEM_GADAC_MSG .....	20

## 6.2. Stany

NIC_NIE_ROBIE_STATE .....	0
CHCE_ZADZWONIC_STATE .....	1
KTOS_CHCE_ZADZWONIC_STATE... ..	2
ROZMAWIAM_STATE.....	3
CHCE_ZAWIESIC_STATE.....	4
ZAWIESILEM_STATE .....	5
ROZMOWCA_ZAWIESIL_STATE .....	6
CHCE_ODWIESIC_STATE .....	7
CHCE_ROZLACZYC_STATE .....	8