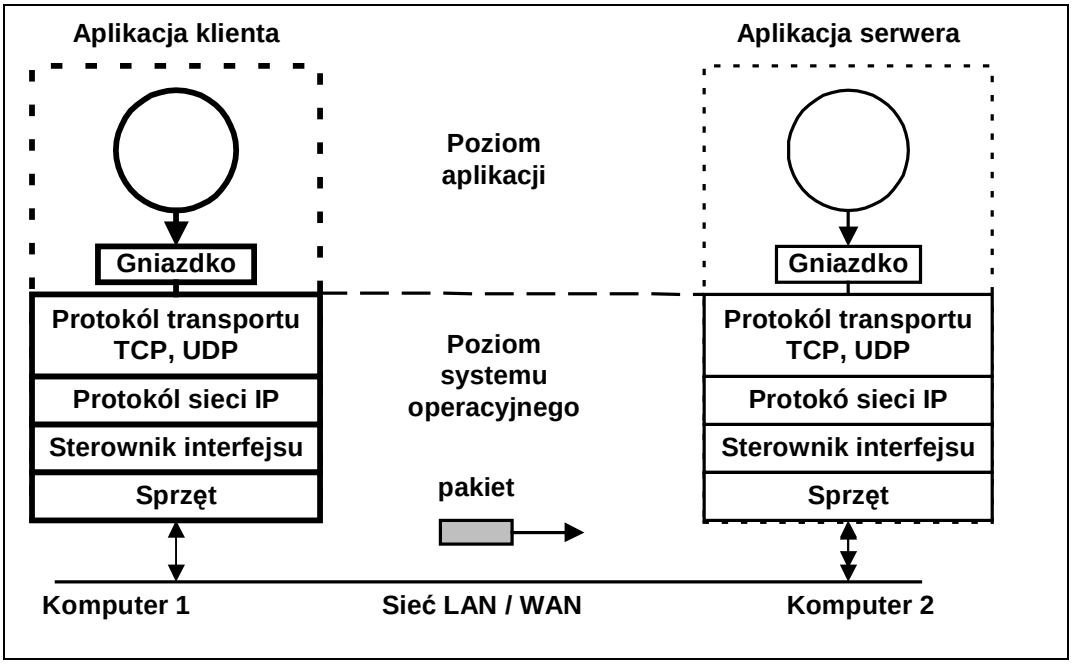
1 Interfejs gniazdek

Jednolity interfejs API (Application Program Interface) do mechanizmów komunikacji sieciowej. Wprowadzony w wersji Unixa BSD 4.2



Rys. 1-1 Ogólny schemat komunikacji sieciowej z użyciem gniazd

Główna idea gniazdek polega na użyciu do komunikacji (lokalnej i zdalnej) tego samego mechanizmu, co dostępu do plików. Jest to mechanizm oparty o deskryptory plików i funkcje **`read, write`** .

Termin gniazdko ma dwa znaczenia:

1. Biblioteka + funkcje interfejsowe (API).
2. Końcowy punkt komunikacji

Biblioteka gniazdek maskuje mechanizmy transportu sieci.

Własności gniazd:

- Gniazdo jest identyfikowane przez liczbę całkowitą nazywaną deskryptorem gniazda
- Gniazdo można nazwać i wykorzystywać do komunikacji z innymi gniazdami w tej samej domenie komunikacyjnej

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.1 Domeny komunikacji, style komunikacji i protokoły

Kiedy tworzone jest gniazdko następujące dane muszą być określone:
- Domena komunikacji
- Styl komunikacji
- Protokół

Tworzenie gniazdka

```
int socket(int domain, int typ, int protcol)
```

domain Specyfikacja domeny komunikacyjnej. Podstawowe domeny: AF_UNIX, AF_INET, AF_INET6
typ Semantyka komunikacji. Podstawowe style: SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM, SOCK_RAW
protcol Specyfikacja protokołu. Zwykle dla domeny i stylu jest implementowany tylko jeden protokół.

Funkcja zwraca:
> 0 Uchwyt gniazdka
0 błąd

```
main() {
 int sock;
 sock = socked(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
 if(sock < 0) {
   perror(”gniazdko”);
   exit(0);
 }
 . . .
}
```

Przykład 1-1 Tworzenie gniazda strumieniowego w domenie internetu

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Domeny

Komunikacja odbywa się w pewnej domenie. Od domeny zależy sposób adresowania w sieci.

Są trzy podstawowe domeny:

- Domena internetu wersja IPv4 - AF_INET
- Domena internetu wersja IPv6 - AF_INET6
- Domena Unixa - AF_UNIX

Inne domeny:

AF_IPX	– Protokół IPX Novell
AF_NETLINK	– Protokół komunikacji z jądrem
AF_AX25	- Protokół komunikacji amatorskiej
AF_PACKET	- Komunikacja z driverem sieciowym

Rodzina adresów AF_INET

Ta rodzina adresów umożliwia komunikację między procesami działającymi w tym samym systemie lub w różnych systemach. Używa protokołu IP w wersji 4. Adres w dziedzinie AF_INET składa się z:

- Numeru Portu
- Adresu IP maszyny

Adres IP maszyny jest 32 bitowy.

Rodzina adresów AF_INET6

Ta rodzina adresów zapewnia obsługę protokołu IP w wersji 6 (IPv6). Adres gniazda składa się z:

- Numeru Portu
- Adresu IP maszyny

Rodzina adresów AF_INET6 używa 128-bitowych (16-bajtowych) adresów maszyny.

Rodzina adresów AF_UNIX

Ta rodzina adresów umożliwia komunikację między procesami w ramach jednego systemu. Adres jest nazwą ścieżki do pozycji systemu plików.

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Styl komunikacji

Interfejs realizuje następujące podstawowe style komunikacji:

- Strumienie (*ang. stream*) – SOCK_STREAM
- Datagramy (*ang. datagram*) – SOCK_DGRAM
- Protokół surowy (*ang. raw*) – SOCK_RAW

Strumienie

- Metoda strumieni zapewnia połączenie pomiędzy gniazdkami. Korekcja i detekcja błędów zapewniana jest przez system.
- Pojedynczy odczyt instrukcją **`read`** może dostarczać danych zapisanych wieloma instrukcjami **`write`** lub tylko część danych zapisanych instrukcją **`write`** po drugiej stronie połączenia.
- Aplikacja jest zawiadamiana gdy połączenie zostanie zerwane.

Datagramy

- W komunikacji datagramowej nie są używane połączenia. Każda porcja danych (datagram) adresowany jest indywidualnie. Gdy adres jest prawidłowy a połączenie sprawne, datagram jest dostarczany do adresata, ale nie jest to gwarantowane.
- Aplikacja sama musi zadbać o sprawdzenie czy dane dotarły (np. poprzez potwierdzenia).
- Granice datagramów są zachowane.

Protokół surowy

Umożliwia dostęp do protokołów niższych warstw np. ICMP.

Protokoły

Protokół jest zestawem reguł, formatów danych i konwencji które są wymagane do przesłania danych. Zadaniem kodu implementującego protokół jest:

- Zamiana adresów symbolicznych na fizyczne
- Ustanowienie połączeń
- Przesyłanie danych przez sieć

Ten sam styl komunikacji może być implementowany przez wiele protokołów.

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Domena	Styl komunikacji	Protokół gniazda
AF_UNIX	SOCK_STREAM	-
	SOCK_DGRAM	-
AF_INET	SOCK_STREAM	TCP
	SOCK_DGRAM	UDP
	SOCK_RAW	IP, ICMP
AF_INET6	SOCK_STREAM	TCP
	SOCK_DGRAM	UDP
	SOCK_RAW	IP6, ICMP6

Tab. 1-1 Zestawienie parametrów gniazd

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.2 Kolejność bajtów w adresach

Sposób zapisywania danych w różnych typach maszyn może być odmienny. Dotyczy to w szczególności kolejności bajtów składających się na zmienne **`int`**.

Rys. 1-2 Sposoby wewntrznej reprezentacji liczb

Mniejsze niżej	Intel 80x86, DEC VAX
Mniejsze wyżej	Motorola 68000, Power PC

Tab. 1-2 Sposoby reprezentacji liczb w zależności od typu maszyny

Dla protokołów TCP/IP przyjęto konwencję mniejsze wyżej. Jest to tzw. Format sieciowy. Funkcje konwersji formatów sieciowego na lokalny:

```
unsigned long ntohl(unsigned long netlong)

unsigned short ntohs(unsigned short netshort)

unsigned long htonl(unsigned long hostlong)

unsigned short htons(unsigned short hostshort)
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.3 Adresy gniazd

Nowo utworzone gniazdo nie posiada jeszcze adresu. Aby mogło uczestniczyć w komunikacji musi mu być nadany adres. Definicja adresu zawarta jest w pliku nagłówkowym **<sys.socket.h**>.

```
stuct sockaddr {
    u_short sa_family;  // Określenie domeny komunikacji
    char sa_data[14];   // Bajty adresu
}
```

Wartości pola sa_family są: AF_UNIX, AF_INET, AF_INET6

Powyższy format jest formatem ogólnym – jest on słuszny dla różnych dziedzin (danych powyżej). W poszczególnych domenach stosowane są odmienne metody adresowania.

Nazywanie gniazdka

Gdy gniazdko jest utworzone istnieje ono w przestrzeni nazw danej domeny, ale nie ma adresu. Przypisywanie adresu odbywa się za pomocą funkcji **bind**.

```
int bind(int sock, struct sockaddr * name, int
namelen)
```

sock - Uchwyt gniazdka
name - Adres przypisany gniazdku
namelen - Długość nazwy

Funkcja zwraca:
0 Sukces
-1 Błąd

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Dziedzina internetu AF_INET

Adres w dziedzinie AF_INET składa się z:

Adresu IP maszyny	Liczba 32 bit
Numeru Portu	Liczba 16 bit

Adres gniazda ma postać struktury **sockadr_in**.
Format adresu **sockadr_in** określony w pliku nagłówkowym **<netinet/in.h>**

```
struct sockaddr_in {
  sa_family_t sin_family;  /* AF_INET */
  in_port_t   sin_port;    /* port-format sieciowy */
  struct in_addr sin_addr; /* adres internetowy */
 };

 /* adres internetowy */
 struct in_addr {
   uint32_t s_addr; /* adres-format sieciowy  */
 };
```

Tworzenie takich gniazd odbywa się jak poniżej:

```
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netinet/ip.h>

tcp_socket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
udp_socket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
raw_socket = socket(AF_INET, SOCK_RAW, protocol);
```

Adresy internetowe są zwykle zapisywane jako czwórki rozdzielone kropkami. Każda czwórka odpowiada jednemu bajtowi.

Na przykład:

Zapis z kropką	156.17.24.42
Szesnastkowo	0x7D11182A
Dziesiętnie	2098272298

Zajętość portów można sprawdzić oglądając plik: **/etc/services**

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Zakres numerów portów	Przeznaczenie
0 -1023	Porty których używać może tylko root
1024 - 5000	“Dobrze znane” porty
5001-64K	Porty efemeryczne

Tab. 1-3 Zakresy portów i ich przeznaczenie

```
  struct sockaddr_in adr_moj, adr_cli;
   int s, I;
   . . .
   s=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
   if(s < 0) blad("socket");
   printf("Gniazdko %d utworzone\n",s);
   // Ustalenie adresu IP nadawcy
   memset((char *) &adr_moj, 0, sizeof(adr_moj));
   adr_moj.sin_family = AF_INET;
   adr_moj.sin_port = htons(PORT);
   adr_moj.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
   if (bind(s, &adr_moj, sizeof(adr_moj))==-1)
       blad("bind");
```

Przykład 1-2 Przypisanie adresu do gniazda dziedziny AF_INET

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Dziedzina internetu AF_INET6

W dziedzinie internetu AF_INET6 adres gniazda ma postać struktury **sockadr_in6**.

```
struct sockaddr_in6 {
 sa_family_t sin6_family;   /* AF_INET6     */
 in_port_t   sin6_port;     /* port number  */
 uint32_t    sin6_flowinfo; /* IPv6 flow information */
 struct in6_addr sin6_addr; /* IPv6 address */
 uint32_t   sin6_scope_id;  /* Scope ID     */
};

struct in6_addr {
  unsigned char   s6_addr[16];   /* IPv6 address */
};
```

Pole **sin6_flowinfo** jest obecnie nieużywane i ma wartość 0.
Pole **sin6_scope_id** identyfikuje zestaw interfejsów odpowiednich dla zakresu adresów określonych w polu **sin6_addr**.

Adres IP komputera (pole **s6_addr[16]**) jest 16 bitowy (128 bajtów).

Dziedzina Unixa AF_UNIX

Ta rodzina adresów umożliwia komunikację między procesami w ramach jednego systemu . Adres jest nazwą ścieżki do pozycji systemu plików.

```
#include <sys/socket.h>
#include <sys/un.h>

unix_socket = socket(AF_UNIX, type, 0);
error = socketpair(AF_UNIX, type, 0, int *sv);
```

Adres dziedziny AF_UNIX jest reprezentowany przez następującą strukturę:

```
#define UNIX_PATH_MAX    108
struct sockaddr_un {
   sa_family_t sun_family;         /* AF_UNIX */
   char sun_path[UNIX_PATH_MAX];  /* pathname */
}
```

Pole *sun_family* zawsze zawiera stałą **AF_UNIX.**

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.4 Funkcje dotyczące adresów

inet_addr	Konwersja z zapisu kropkowego na binarny
inet_aton	Konwersja z zapisu kropkowego na binarny
inet_ntoa	Konwersja z zapisu binarnego na kropkowy
gethostbyname	Ustalanie adresu sieciowego na podstawie nazwy
gethostname	Pobieranie nazwy komputera

Pobieranie adresu komputera

```
int gethostname(char *name, size_t len)
```

Gdzie:
name Nazwa komputera w postaci łańcucha zakończonego 0
len Maksymalna długość łancucha

Funkcja zwraca:
0 sukces
-1 błąd

Funkcja zwraca nazwę komputera na którym wykonywany jest program. Do ustawiania adresu służy funkcja:

```
int sethostname(const char *name, size_t len);
```

Wykonać ją może tylko użytkownik z przywilejami administratora.

Konwersja z zapisu kropkowego na binarny

Funkcje systemowe nie obsługują zapisu z kropką ale zapis binarny 32 bitowy zdefiniowany jako **in_addr_t**. Konwersji z adresu „kropkowego” na binarny dokonują funkcje:

- **inet_addr**
- **inet_aton**

```
in_addr_t inet_addr(char * ip_addres)
```

Gdzie:
ip_addres Zapis adresu IP z kropką w postaci łańcucha

Funkcja zwraca pole **sin_addr** części adresowej struktury **in_addr.**

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
int inet_aton(char * ip_addres, struct in_addr * inp)
```

Gdzie:

ip_addres Zapis adresu IP z kropką w postaci łańcucha
inp Pole **sin_addr** części adresowej struktury **in_addr**

```
int main(int argc, char * argv[]) {
   struct sockaddr_in adr_moj, adr_serw;

   s=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
   if(s < 0) blad("socket");
   memset((char *) &adr_serw, 0, sizeof(adr_serw));
   adr_serw.sin_family = AF_INET;
   adr_serw.sin_port = htons(PORT);
   if (inet_aton(argv[1], &adr_serw.sin_addr)==0) {
        . . .
   }
```

Przykład 1-3 Ustalanie adresu klienta za pomocą funkcji **inet_aton**

Konwersja z zapisu binarnego na kropkowy

Konwersji z adresu binarnego na „kropkowy” dokonuje funkcja:

```
char *inet_ntoa( struct in_addr in )
```

Gdzie:

in Binarny zapis adresu IP

Funkcja przekształca zapis binarny adresu IP na zapis kropkowy w postaci łańcucha.

Przykład:

```
 rec = recvfrom(s, &msg, blen, 0, &adr_cli, &slen);
 if(rec < 0) blad("recvfrom()");
 printf("Odebrano kom. z %s:%d \n",
 inet_ntoa(adr_cli.sin_addr),ntohs(adr_cli.sin_port)
);
```

Przykład 1-4 Uzyskiwanie adresu kropkowego z binarnego

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Ustalanie adresu sieciowego na podstawie nazwy

Aby ustalić adres IP komputera na podstawie jego nazwy należy użyć funkcji **gethostbyname**.

```
struct hostend *gethostbyname(char * hostname)
```

hostname - Nazwa komputera

Funkcja zwraca wskaźnik na strukturę której elementem jest adres IP komputera.

```
struct hostend {
     char *name;              // Oficjalna nazwa komputera
     char **h_aliases;        // Lista pseudonimów komputera
     int h_addrtype;          // Typ dziedziny (AF_INET)
     int h_length;            // Dlugość adresu (4)
     char **h_addr_list;      // Lista adresów IP komputera
}
```

Dla celów kompatybilności definiuje się h_addr jako h_addr_list[0]. Informacja otrzymywana jest z serwera nazw NIS lub lokalnego pliku **/etc/hosts.**

Funkcja zwraca:
NULL Gdy błąd
wskaźnik Gdy znaleziono adres

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
// Wywołanie – prog nazwa_komp
#include <netdb.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    unsigned int i=0;
    struct hostent *hp;
    if (argc < 2) {
        printf("Uzycie: %s hostname", argv[0]);
        exit(-1);
    }
    hp = gethostbyname(argv[1]);
    if (hp == NULL) {
       printf("gethostbyname() -blad \n");
    } else {
       printf("%s = ", hp->h_name);
       while ( hp -> h_addr_list[i] != NULL) {
          printf( "%s ",inet_ntoa( *( struct
in_addr*)( hp -> h_addr_list[i])));
          i++;
       }
       printf("\n");
    }
}
```

Przykład 1-5 Uzyskanie adresu komputera z linii poleceń

W pliku nagłówkowym **<netinet/in.h>** definiuje się adres lokalnego komputera jako INADDR_ANY.

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.5 Podstawowe funkcje biblioteczne interfejsu gniazdek

Funkcje stosowane w komunikacji połączeniowej

Odczyt z gniazdka – funkcja read

Funkcja jest używana do odbioru danych z gniazdka w trybie połączeniowym.

```
int read(int sock, void *bufor, int nbytes)
```

sock Uchwyt gniadka
bufor Bufor w którym umieszczane są przeczytane bajty
nbytes Liczba bajtów którą chcemy przeczytać.

Funkcja powoduje odczyt z gniazdka identyfikowanego przez **sock** nbytes bajtów i umieszczenie ich w buforze.
Funkcja zwraca:
> 0 Liczbę rzeczywiście odczytanych bajtów
-1 Gdy błąd

Nie ma gwarancji, że pojedyncze wywołanie funkcji odbierze dane wysłane za pomocą pojedynczego wywołania funkcji **write**.

Zapis do gniazdka - funkcja write

```
int write(int sock, void *bufor, int nbytes)
```

sock Uchwyt gniazdka
bufor Bufor w którym umieszczane są bajty przeznaczone do zapisu
nbytes Liczba bajtów którą chcemy zapisać

Funkcja powoduje zapis do gniazdka identyfikowanego przez **sock** **nbytes** bajtów znajdujących buforze.

Funkcja zwraca:
>0 liczbę rzeczywiście wysłanych bajtów
-1 Gdy błąd

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Odczyt z gniazdka – funkcja recv

Funkcja jest używana do odbioru danych z gniazdka w trybie połączeniowym lub bezpołączeniowym.

```
int recv(int sock, void *bufor, int nbytes, int flags)
```

sock	Identyfikator gniadka
bufor	Bufor w którym umieszczane są przeczytane bajty
nbytes	Liczba bajtów którą chcemy przeczytać.
flags	Flagi modyfikujące działanie funkcji: **MSG_OOB, MSG_PEEK, MSG_WAITALL**

Funkcja powoduje odczyt z gniazdka identyfikowanego przez **sock** **nbytes** bajtów i umieszczenie ich w buforze.

Funkcja zwraca:
> 0 – liczbę rzeczywiście przeczytanych bajtów,
- 1 – gdy błąd.

MSG_WAITALL	Funkcja czeka na tyle bajtów ile wymieniono w wywołaniu
MSG_OOB	Odbiór danych poza pasmem – znaczenie zależy od protokołu
MSG_PEEK	Dane odczytane na próbę, nie znikają z bufora

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Zapis do gniazdka - funkcja send

Funkcja jest używana do zapisu danych do gniazdka w trybie połączeniowym.

```
int send(int sock, void *bufor, int nbytes, int flags)
```

sock	Identyfikator gniazdka
bufor	Bufor w którym umieszczane są bajty przeznaczone do zapisu
nbytes	Liczba bajtów którą chcemy zapisać
flags	Flagi modyfikujące działanie funkcji: **MSG_OOB, MSG_DONTROUTE, MSG_EOR**

Funkcja powoduje zapis do gniazdka identyfikowanego przez **sock** nbytes bajtów znajdujących buforze.

Funkcja zwraca:

>0	liczbę rzeczywiście wysłanych bajtów
-1	Gdy błąd

MSG_OOB	Wysyłanie danych pilnych (*ang. out of band*)
MSG_DONTROUTE	Cel diagnostyczny
MSG_EOR	Koniec rekordu

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Funkcje stosowane w komunikacji bezpołączeniowej

Odbiór danych z gniazdka - funkcja recfrom

Funkcja **recfrom** umożliwia odczyt bajtów z gniazdka znajdującego się w stanie nie połączonym jak i połączonym.

```
int recfrom(int sock, void *buf, int nbytes,int
flags, struct sockaddr *from, int *fromlen )
```

sock	Identyfikator gniadka
buf	Bufor w którym umieszczane są odczytane bajty
nbytes	Długość bufora odbiorczego
flags	Np. MSG_OOB (dane pilne), MSG_PEEK (odbiór bez usuwania)
from	Adres skąd przyszły dane (wartość nadawana przez funkcję).
fromlen	Długość adresu (wartość nadawana przez funkcję).

Funkcja zwraca:

>0	liczbę odebranych bajtów
-1	Gdy błąd

Zapis do gniazdka - funkcja sendto

Funkcja **sendto** umożliwia wysłanie bajtów do gniazdka znajdującego się w stanie nie połączonym jak i połączonym.

```
int sendto(int sock, void *buf, int nbytes,int flags,
struct sockaddr *to, int tolen )
```

sock	Identyfikator gniadka
buf	Bufor w którym umieszczane są bajty przeznaczone do zapisu
nbytes	Liczba bajtów którą chcemy zapisać
flags	Np. MSG_OOB (dane pilne)
to	Adres docelowy
tolen	Dlugość adresu

Funkcja zwraca:

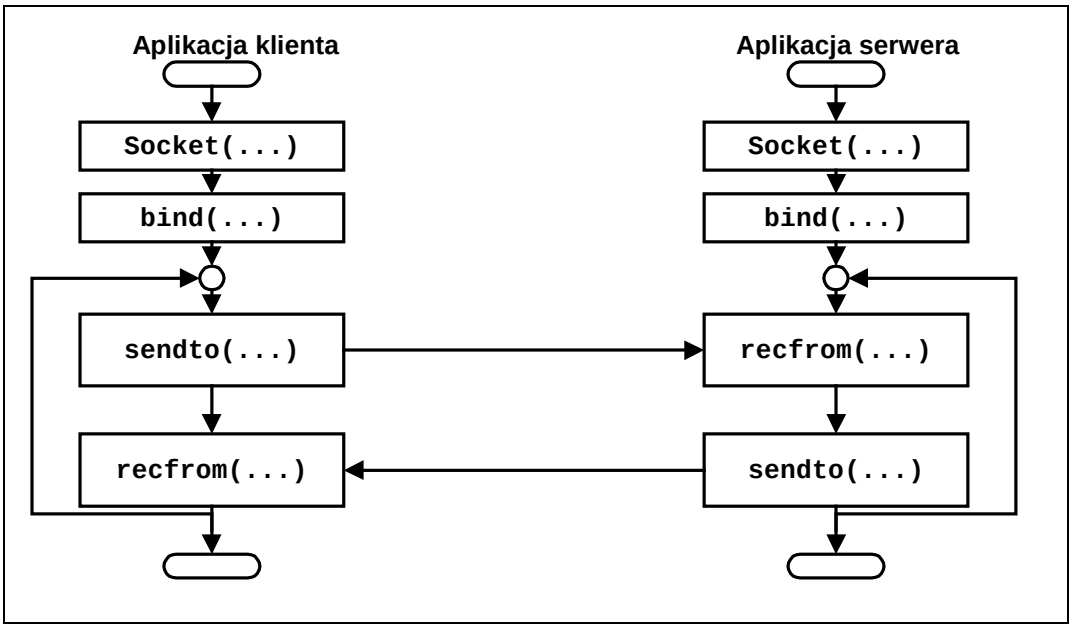
>0	Liczbę wysłanych bajtów
-1	Gdy błąd

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.6 Komunikacja bez kontroli połączenia

Klient:
Tworzy gniazdko - socket
Nadaje gniazdku adres - bind (konieczne przy odbiorze)
Nadaje lub odbiera dane - sendto, recfrom, write, read, recv, send

Serwer:
Tworzy gniazdko - socket
Nadaje gniazdku adres - bind (konieczne przy odbiorze)
Nadaje lub odbiera dane - sendto, recfrom, write, read, recv, send



Rys. 1-3 Przebieg komunikacji bezpołączeniowej

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
// Uruchomienie:  udp_serw adres
// Proces odbierajacy komunikaty - wysyla udp_cli
 #include <arpa/inet.h>
 #include <netinet/in.h>
 #include <stdio.h>
 #include <sys/types.h>
 #include <sys/socket.h>
 #include <unistd.h>
 #define BUFLEN 80
 #define KROKI 10
 #define PORT 9950

 typedef struct {
  int typ;
  char buf[BUFLEN];
} msgt;

  void blad(char *s) {
     perror(s);
     exit(1);
   }

int main(void) {
   struct sockaddr_in adr_moj, adr_cli;
   int s, i, slen=sizeof(adr_cli),snd, rec;
   int blen=sizeof(msgt);
   char buf[BUFLEN];
   msgt msg;

   // Utworzenie gniazdka
   s=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
   if(s < 0) blad("socket");
   printf("Gniazdko %d utworzone\n",s);
   // Ustalenie adresu IP odbiorcy
   memset((char *) &adr_moj, 0, sizeof(adr_moj));
   adr_moj.sin_family = AF_INET;
   adr_moj.sin_port = htons(PORT);
   adr_moj.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
   if (bind(s, &adr_moj, sizeof(adr_moj))==-1)
       blad("bind");
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
   // Odbior komunikatow ------------
   for (i=0; i<KROKI; i++) {
     rec = recvfrom(s,&msg,blen,0,&adr_cli, &slen);
     if(rec < 0) blad("recvfrom()");
     printf("Odebrano z %s:%d res %d\n Typ: %d %s\n",
            inet_ntoa(adr_cli.sin_addr),
     ntohs(adr_cli.sin_port), rec,msg.typ,msg.buf);
     // Odpowiedz -----
     sprintf(msg.buf,"Odpowiedz %d",i);
     snd = sendto(s, &msg, blen, 0, &adr_cli, slen);
     if(snd < 0) blad("sendto()");
   }
   close(s);
   return 0;
}
```

Przykład 1-6 Transmisja bezpolaczeniowa serwer

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
// Uruchomienie udp_cli adres_serwera
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <unistd.h>
#define BUFLEN 80
#define KROKI 10
#define PORT 9950

typedef struct {
  int typ;
  char buf[BUFLEN];
} msgt;

void blad(char *s) {
     perror(s);
     exit(1);
}

int main(int argc, char * argv[]) {
   struct sockaddr_in adr_moj, adr_serw, adr_x;
   int s, i, slen=sizeof(adr_serw), snd;
   int blen=sizeof(msgt),rec;
   char buf[BUFLEN];
   msgt msg;

   s=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
   if(s < 0) blad("socket");
   printf("Gniazdko %d utworzone\n",s);
   memset((char *) &adr_serw, 0, sizeof(adr_serw));
   adr_serw.sin_family = AF_INET;
   adr_serw.sin_port = htons(PORT);
   if (inet_aton(argv[1], &adr_serw.sin_addr)==0) {
        fprintf(stderr, "inet_aton() failed\n");
        exit(1);
   }

   for (i=0; i<KROKI; i++) {
      msg.typ = 1;
      sprintf(msg.buf, "Komunikat %d", i);
      snd = sendto(s,&msg,blen,0,&adr_serw, slen);
      if(snd < 0) blad("sendto()");
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
      printf("Wyslano komunikat do %s:%d   %s\n",
            inet_ntoa(adr_serw.sin_addr),
      ntohs(adr_serw.sin_port), msg.buf);
      rec=recvfrom(s,&msg,blen,0,&adr_x, &slen);
      if(rec < 0) blad("recvfrom()");
      sleep(1);
   }
   close(s);
   return 0;
}
```

Przykład 1-7 Transmisja bezpołączeniowa - klient

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.7 Transmisja z kontrolą połączenia

Klient:

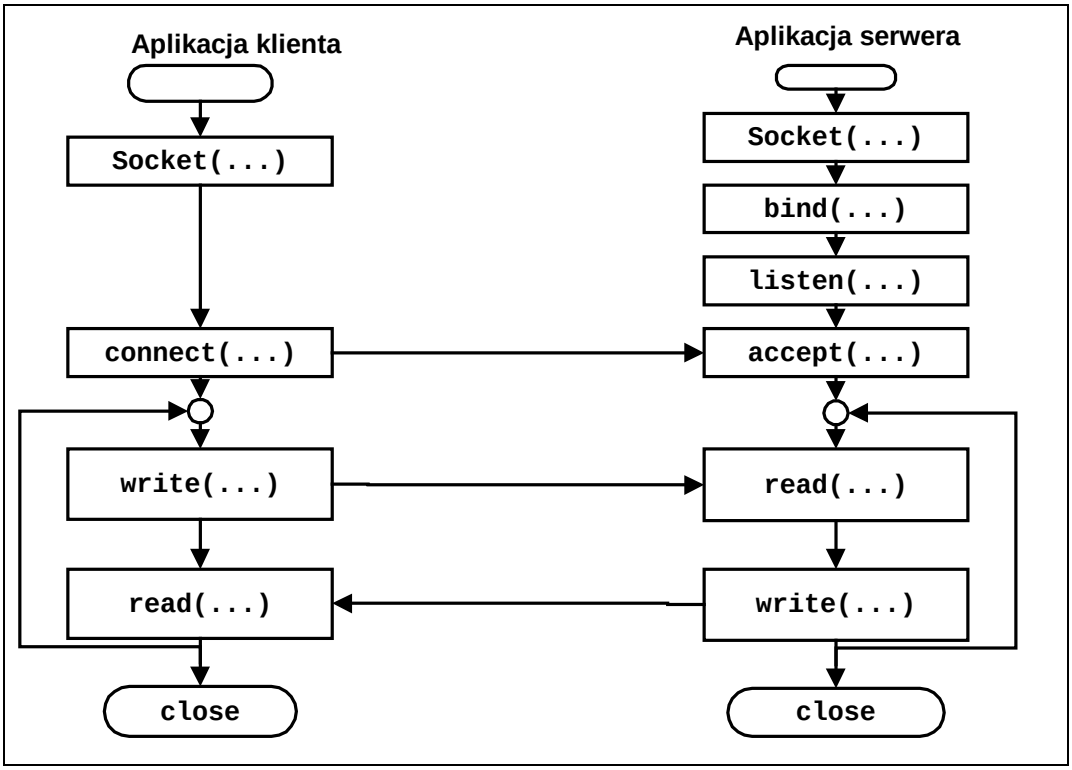
1. Tworzy gniazdko **`socket`**
2. Nadaje gniazdku adres **`bind`** (konieczne przy odbiorze)
3. Łączy się z serwerem **`connect`**
4. Nadaje lub odbiera dane **`write, read, recv, send`**

Serwer:

1. Tworzy gniazdko **`socket`**
2. Nadaje gniazdku adres **`bind`** (konieczne przy odbiorze)
3. Wchodzi w tryb akceptacji połączeń **`listen`**
4. Oczekuje na połączenia **`accept`**

Gdy połączenie zostanie nawiązane:

1. Tworzy dla tego połączenia nowe gniazdko
2. Nadaje lub odbiera dane - **`write`**, **`read`**, **`recv`**, **`send`**
3. Zamyka gniazdko



Rys. 1-4 Przebieg komunikacji z kontrolą połączenia

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Połączenie ze zdalnym gniazdkiem

```
int connect(int sock, struct sockaddr *name,
            int namelen)
```

sock	Numer gniazdka
name	Nazwa (adres) komputera
len	Długość adresu

Funkcja powoduje próbę nawiązania połączenie ze zdalnym gniazdkiem wyspecyfikowanym jako adres.

Funkcja zwraca:

-1	Gdy błąd
0	Gdy nawiązano połączenie

Wprowadzenie serwera w stan gotowości do nawiązania połączenia

```
int listen(int sock, int len)
```

sock	Numer gniazdka
len	Długość kolejki oczekujących połączeń

Funkcja zwraca:

-1	Błąd
0	Sukces

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Nawiązanie połączenia przez serwer

```
int accept(int sock, struct sockaddr * name,
           int *namelen)
```

sock Identyfikator gniazdka
name Adres skąd przyszło połączenie (wartość nadana przez system po wykonaniu)
namelen Długość adresu (wykonanie funkcji nadaje zmiennej wartość)

Działanie funkcji **accept**:

Wywołanie **accept** może być blokujące. Gdy przychodzi nowe połączenie następuje odblokowanie procesu bieżącego i wykonanie następujących czynności:

1. Pobranie pierwszego połączenie z kolejki oczekujących połączeń.
2. Utworzenie nowego gniazdka o identycznych własnościach jak gniazdko utworzone poleceniem **socket**.
3. Alokacja nowego deskryptora pliku dla gniazdka.
4. Nadanie wartości parametrom **name** i **namelen**.

Funkcja zwraca:
>0 Identyfikator nowego gniazdka
-1 Błąd

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
// Gniazdka - przyklad trybu polaczeniowego
// Uzywany port 2000
// Uruchomienie: tcp-serw
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdlib.h>
#define MY_PORT 2000
#define TSIZE 32

typedef struct { // Komunikat
            int  typ;
            char tekst[TSIZE];
        } komunikat_t;

main() {
  int sock, length;
  struct sockaddr_in server;
  int msgsock;
  int rval, res,i , cnt;
  komunikat_t msg;

  // Tworzenie gniazdka
  sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
  if (sock < 0) { perror("Blad gniazdka"); exit(1); }

  // Adres gniazdka
  server.sin_family = AF_INET;
  server.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
  server.sin_port = ntohs(MY_PORT);
  if (bind(sock, &server, sizeof(server))) {
       perror("Tworzenie gniazdka");  exit(1);
  }

  // Uzyskanie danych poloczenia
  length = sizeof(server);
  if (getsockname(sock, &server, &length)) {
         perror("getting socket name"); exit(1);
  }
  printf("Numer portu %d\n", ntohs(server.sin_port));

  // Start przyjmowania polaczen
  listen(sock, 5);
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
  do {
       printf("Czekam na polaczenie \n");
       msgsock = accept(sock, 0, 0);
       cnt = 0;
       if (msgsock == -1) perror("accept");
       else {
         printf("Polaczenie %d \n",msgsock);
         do { /* przesylanie bajtow ------------*/
           cnt++;
           // Odbior -------------------------------
           res = read(msgsock,&msg,sizeof(msg));
           if(res < 0) {
              perror("Blad odczytu"); break;
           }
           if(res == 0) {
               printf("Pol zamkn\n"); break;
           }
           printf("Odeb: Msg %d %s\n",cnt,msg.tekst);
           msg.typ = 1;
           sprintf(msg.tekst,"Odpowiedz %d",cnt);
           printf("Wysylam: %s\n",msg.tekst);
           res = write(msgsock,&msg,sizeof(msg));
           sleep(1);
         } while (res != 0);
         close(msgsock);
       }
  } while (1);
  printf("Koniec\n");
}
```

Przykład 1-8 Serwer tcp_serw.c działający w trybie z kontrolą połączenia

```
// Program odbiera dane od programu tcp-serw
// uruchomionego na wezle addr. Uzywany port 2000
// Uruchomienie: tcp-cli addr
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <stdlib.h>
#define MY_PORT 2000
#define TSIZE 32
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
typedef struct { // Komunikat
                 int  typ;
                 char tekst[TSIZE];
        } komunikat_t;

main(int argc, char *argv[]){
   int sock, cnt,res;
   struct sockaddr_in server;
   struct hostent *hp, *gethostbyname();
   komunikat_t msg;

   // Tworzenie gniazdka
   sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
   if (sock < 0) {
       perror("Blad gniazdka");
       exit(1);
   }

   // Uzyskanie adresu maszyny z linii polecen
   server.sin_family = AF_INET;
   hp = gethostbyname(argv[1]);
   if (hp == 0) {
        printf("%s nieznany\n",argv[1]);
        exit(2);
   }
   memcpy(&server.sin_addr, hp->h_addr,
          hp->h_length);
   server.sin_port = htons(MY_PORT);

   // Proba polaczenia
   if (connect(sock, &server, sizeof(server)) < 0) {
        perror("Polaczenie"); exit(1);
   }
   printf("Polaczenie nawiazane\n");

   // Petla odczytu -----------------------
   cnt = 0;
   do {
    cnt++;
    // memset(&msg,0,sizeof(msg));
    // Wyslanie komunikatu ----------------------
    msg.typ = 1;
    sprintf(msg.tekst,"Komunikat %d",cnt);
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
    printf("Wysylam: %s\n",msg.tekst);
    res = write(sock,&msg,sizeof(msg));

    // Odbior komunikatu -------------------------
    res = read(sock,&msg,sizeof(msg));
    if(res < 0) { perror("Blad odczytu"); break; }
    if(res == 0) {
      printf("Polaczenie zamkniete");   break;
    }
    printf("Odebramo %s\n",msg.tekst);
   } while( cnt < 10  );
}
```

Przykład 1-9 Klient tcp_cli.c w trybie z kontrolą połączenia

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.8 Obsługa sygnałów

Pewne istotne zdarzenia powodują generowanie sygnałów.

SIGIO - W gniazdku znalazły się nowe gotowe do czytania dane
SIGURG - Do gniazdka przybyła wiadomość pilna
SIGPIPE - Połączenie zostało przerwane i niemożliwe jest pisanie do gniazdka.

1.9 Konfigurowanie gniazdek

Do konfigurowania gniazdek używa się następujących funkcji:

Testowanie bieżących opcji:

```
int getsockopt(int s, int level, int optname, void *optval, int *optlen);
```

Ustawianie bieżących opcji:

```
int setsokopt(int s, int level, int optname, void *optval, int optlen);
```

Przykłady opcji:

SO_BRODCAST	Ustawienie trybu rozgłaszania
SO_RCVBUF	Ustawienie wielkości bufora odbiorczego
SO_SNDBUF	Ustawienie wielkości bufora nadawczego
SO_KEEPALIVE	Wysyłaj pakiety kontrolne
SO_RCVTIMEO	Timeout odbioru
SO_SNDTIMEO	Timeout nadawania

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.10 Serwer współbieżny

Typową sytuacją jest taka, gdy do serwera łączy się wielu klientów. Aby mogli być oni obsłużeni współbieżnie także serwer musi działać współbieżnie.

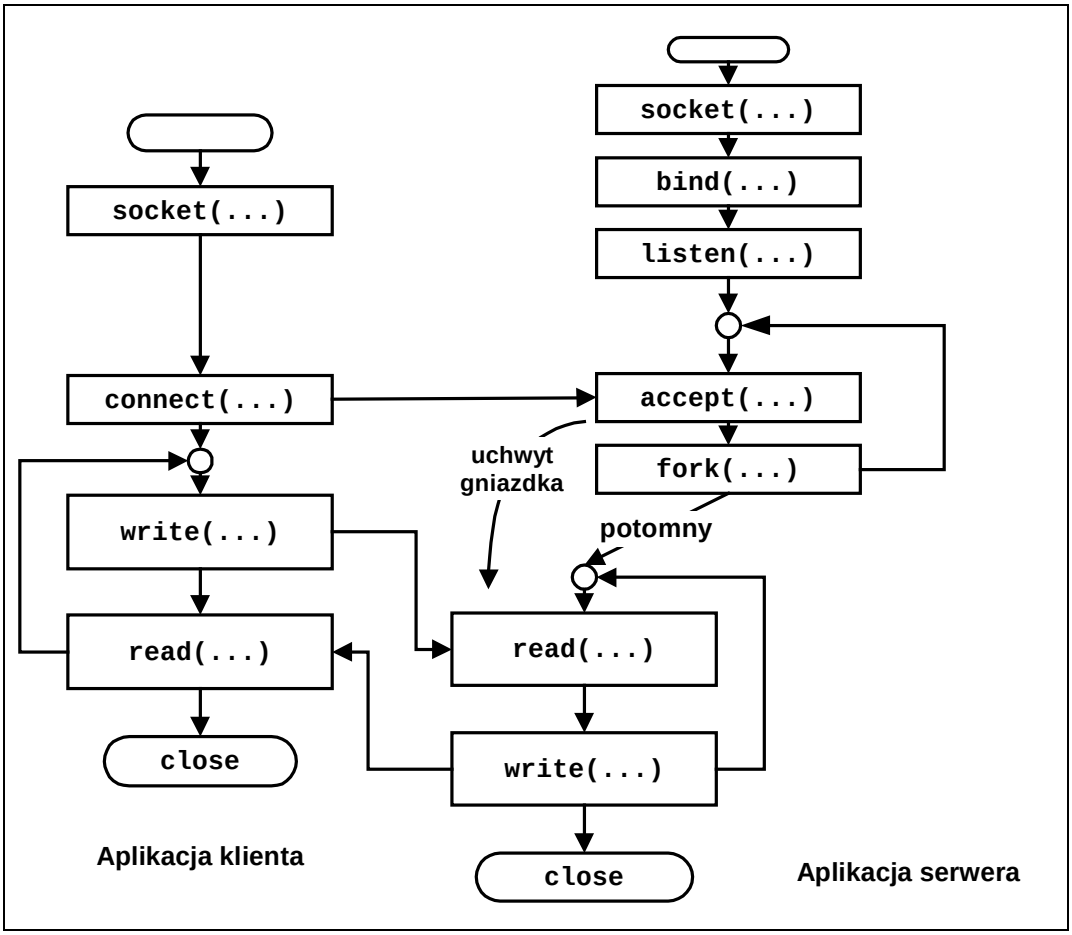
Schemat działania serwera współbieżnego

1. Tworzy gniazdko - **`socket`**
2. Nadaje gniazdku adres - **`bind`** (konieczne przy odbiorze)
3. Wchodzi w tryb akceptacji połączeń - **`listen`**
4. Oczekuje na połączenia - **`accept`**
5. Gdy przychodzi nowe połączenie funkcja **`accept`** zwraca identyfikator nowego gniazdka. To gniazdko będzie używane w połączeniu z klientem. Dla połączenia tworzy się nowy proces i przechodzi się do 4.

Proces obsługujący połączenie:
Korzysta z nowego gniazdka którego numer jest przekazany jako parametr

1. Nadaje lub odbiera dane **`- write, read, recv, send`**
2. Zamyka gniazdko

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



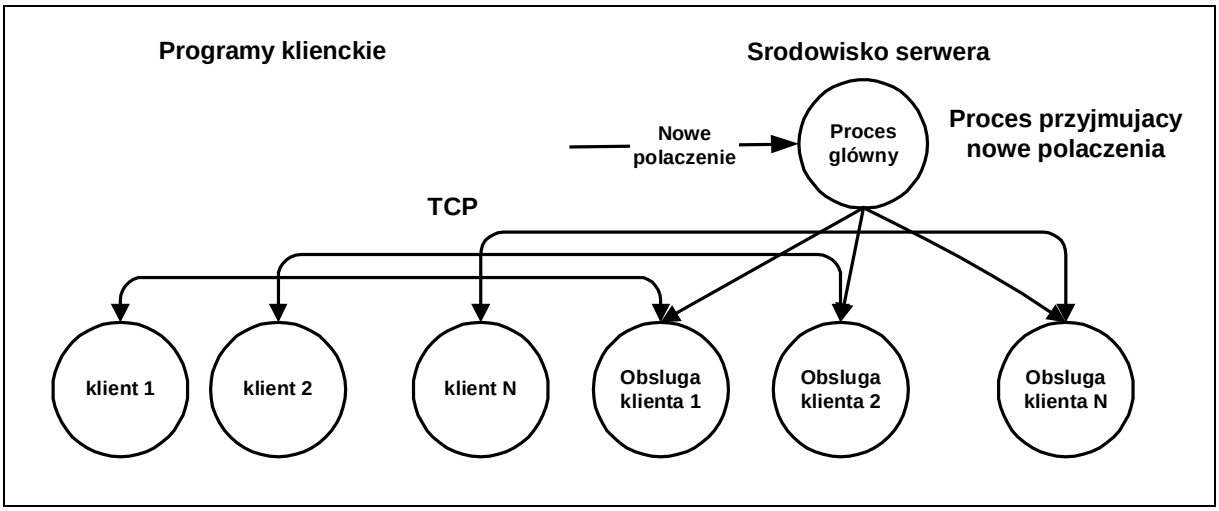
Rys. 1-5 Serwer współbieżny

Gdy kończone są procesy obsługujące połączenia przebywają one w stanie zombie. Proces macierzysty powinien usuwać te procesy.

Może się to odbywać w następujący sposób:

1. Obsługiwać sygnał SIGCHLD
2. W procedurze obsługi tego sygnału wykonać funkcję **`wait`**.

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



Rys. 1-6 Serwer współbieżny – każdy z klientów obsługiwany przez oddzielny proces

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
// Gniazdka - przyklad trybu polaczeniowego
// Serwer wspolbiezny
// Uzywany port 2000
// Uruchomienie: tcp_serw_wsp
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdlib.h>
#define MY_PORT 2000
#define TSIZE 32

typedef struct { // Komunikat
            int  typ;
            char tekst[TSIZE];
        } komunikat_t;

main() {
  int sock, length;
  struct sockaddr_in server;
  int msgsock;
  int rval, res,i , cnt;
  komunikat_t msg;

  // Tworzenie gniazdka
  sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
  if (sock < 0) { perror("Blad gniazdka"); exit(1); }

  // Adres gniazdka
  server.sin_family = AF_INET;
  server.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
  server.sin_port = ntohs(MY_PORT);
  if (bind(sock, &server, sizeof(server))) {
       perror("Tworzenie gniazdka");  exit(1);
  }

  // Uzyskanie danych poloczenia
  length = sizeof(server);
  if (getsockname(sock, &server, &length)) {
         perror("getting socket name"); exit(1);
  }
  printf("Numer portu %d\n", ntohs(server.sin_port));
  cnt = 0;
  // Start przyjmowania polaczen
```


PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

```
  listen(sock, 5);
  do {
       printf("Czekam na polaczenie \n");
       msgsock = accept(sock, 0, 0);
       if (msgsock == -1) perror("accept");
       cnt++;
       printf("Polaczenie %d cnt: %d\n",msgsock,cnt);
       if(fork() == 0) { // Nowy proces ----------
         i = 0;
         do {
           // Odbior ----------------------------
           i++;
           res = read(msgsock,&msg,sizeof(msg));
           if(res < 0) { perror("Bl odcz"); break; }
           if(res == 0) {
              printf("Pol zamkn\n"); break;
           }
           printf("Pol. %d Od: Msg %d %s\n",
                  cnt,i,msg.tekst);
           msg.typ = 1;
           sprintf(msg.tekst,"Pol %d odpowiedz
                   %d",cnt,i);
           printf("Wysylam: %s\n",msg.tekst);
           res = write(msgsock,&msg,sizeof(msg));
           sleep(10);
         } while (res != 0);
         close(msgsock);
         exit(cnt);
       }
  } while (1);
  printf("Koniec\n");
}
```

Przykład 1-10 Serwer współbieżny w trybie połączeniowym. Dla każdego połączenia tworzony nowy proces.

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com