5 Obsługa plików

- Dwa poziomy obsługi plików:
  - standardowa biblioteka we-we,
  - niskopoziomowa biblioteka we-wy.

- Standardowa biblioteka we-we
  - wchodzi w skład języka C, określona jest w standarcie ANSI C, dostępna jest na różnych platformach, umożliwia wprowadzanie lub wyprowadzanie danych do/z programu niezależne od systemu operacyjnego,
  - otwarty plik reprezentowany jest za pomocą wskaźnika do struktury typu FILE. Z otwartym plikiem jest związany bufor nazywany strumieniem (ang. stream),
  - wejście-wyjście jest buforowane,
  - we-wy podlega konwersji i formatowaniu.

- Niskopoziomowa biblioteka we-we
  - jest budowana dla konkretnego systemu operacyjnego,
  - otwarty plik jest reprezentowany za pomocą liczby całkowitej nazywanej deskryptorem,
  - wejście-wyjście nie jest buforowane,
  - dane pliku są reprezentowane jako ciąg bajtów.

- Plik jest identyfikowany za pomocą nazwy. Nazwy plików mogą być dowolne i zawierać do 255 znaków. W niektórych systemach plików obowiązują nazwy do 14 znaków.
- Pliki zorganizowane są w hierarchiczną strukturę nazywaną *drzewem katalogowym* (ang. *directory tree*). Na szczycie drzewa znajduje się katalog nazywany katalogiem głównym (ang. *root directory*), oznaczany symbolem ukośnika / . Nazwa pliku musi być unikatowa tylko w obrębie katalogu.
- Pełna nazwa pliku odzwierciedla strukturę drzewa i określana jest jako *bezwzględna nazwa ścieżkowa* (ang. *absolute path name*). Podaje ona sekwencję katalogów prowadzących do pliku czyli określa bezwzględne położenie pliku w drzewie katalogowym.. Zawsze zaczyna się od symbolu /.

Przykład:

```
/usr/bin/ls
/home/nowak/bin/program
```

- Każdy proces (urochomiony program):
  - ma przypisany katalog główny. Jest on dziedziczony z procesu macierzystego (np.z shella),
  - ma przypisany bieżący katalog roboczy (ang. current working directory). Nazwa tego katalogu jest dziedziczona z procesu macierzystego (np. z shella),
  - dziedziczy otwarte w procesie macierzystym pliki (np. w shellu),

- Katalog bieżący jest wykorzystywany do tworzenia nazw względnych (ang. relative pathname). Jest to każda nazwa, która nie zaczyna się znakiem /. Podaje ona położenie pliku względem bieżącego katalogu roboczego.

Przykład:

```
bin/program
```

5.1 Standardowa biblioteka we-wy

5.1.1 Otwieranie i zamykanie pliku

```
#include <stdio.h>
FILE *fopen(const char *filename, const char *type);
int fclose(FILE *stream);
```

Funkcja `fopen` otwiera plik. Jej argumenty to:
`filename` - nazwa ścieżkowa otwieranego pliku,
`type` - typ strumienia reprezentującego plik; może to być jedna z wartości:

`r`	otwórz plik tylko do czytania; plik musi istnieć
`w`	otwórz plik tylko do pisania; jeśli plik nie istnieje, należy go utworzyć; jeśli plik istnieje, jest skracany do zerowej wielkości
`a`	otwórz plik tylko do pisania (dopisywanie); jeśli plik nie istnieje, należy go utworzyć; jeśli plik istnieje, dane dopisywane są na koniec
`r+`	otwórz plik do czytania i pisania; plik musi istnieć
`w+`	otwórz plik do czytania i pisania; jeśli plik nie istnieje, należy go utworzyć; jeśli plik istnieje, jest skracany do zerowej wielkości
`a+`	otwórz plik do czytania i pisania; jeśli plik nie istnieje, należy go utworzyć; jeśli plik istnieje, dane dopisywane są na koniec

Jeśli operacja zakończy się powodzeniem, funkcja `fopen` zwraca wskaźnik do otwartego strumienia. W przeciwnym wypadku zwraca `NULL` i kod błędu umieszcza w `errno`.

Funkcja `fclose` zamyka plik. Powoduje wyczyszczenie bufora write poprzez zapisanie jego zawartości na dysku i zwalnia zasoby związane z obsługą pliku przez jądro systemu.

Jeśli operacja zakończy się powodzeniem, funkcja fclose zwraca zero. W przeciwnym wypadku zwraca stałą EOF i kod błędu umieszcza w `errno`.

5.1.2 Stałe

- Korzystając z biblioteki we-wy możemy posługiwać się następującymi stałymi zdefiniowane w `stdio.h`:
  - `EOF` – oznacza koniec pliku, wartość zwracana przez funkcje po napotkaniu końca pliku,
  - `BUFSIZ` – domyślna wielkość bufora dla operacji we-wy,
  - `FILENAME_MAX` – liczba bajtów potrzebnych do przechowywania najdłuższej ścieżki dozwolonej przez implementację.

- Proces uruchamiany przez shell automatycznie otwiera trzy strumienie: standardowe wejście, standardowe wyjście i standardowe wyjście diagnostyczne. Otrzymują one odpowiednio nazwy: `stdin`, `stdout`, `stderr`.

5.1.3 Czytanie i pisanie po znaku

```
#include <stdio.h>

int fgetc(FILE *stream);
int getc(FILE *stream); /* zazwyczaj makro */
int getchar(void);

int fputc(int c, FILE *stream);
int putc(int c, FILE stream); / zazwyczaj makro */
int putchar(int c);

int ungetc(int c; FILE *stream);
```

- Funkcje `fgetc` i `getc` zwracają następny znak (bajt) z pliku określonego za pomocą wskaźnika `stream`. Jeśli nie ma znaku do czytania (osiągnięto koniec pliku) lub wystąpił błąd, zwracana jest stała `EOF`.

- Funkcje `fputc` i `putc` dokonują konwersji znaku `c` do `unsigned char` i umieszczają w `stream`. Jeśli operacja się powiedzie, zwracana jest wartość `c`, w przeciwnym wypadku zwracana jest stała `EOF`.

- Funkcja `ungetc` zwraca znak `c` do strumienia `stream`.

5.1.4 Czytanie i pisanie wierszami

```
#include <stdio.h>

char *fgets(char *s, int n, FILE *stream);
char *gets(char *s);

int fputs(const char* s, FILE *stream);
int puts(const char *s);
```

- Funkcja `gets` czyta znaki ze `stdin` do znaku nowego wiersza (lub końca pliku) i umieszcza je w `s`. Znak nowego wiersza jest pomijany (wczytywany i zastępowany znakiem końca napisu). Funkcja umieszcza na końcu wczytanego ciągu znaków znak końca napisu `'\0'`. Zwraca `s`, jeśli operacja wczytywania zakończyła się powodzeniem lub `NULL`, gdy przed rozpoczęciem czytania został napotkany koniec pliku.

- Funkcja f`gets` czyta znaki ze `stream` do:

  - znaku nowego wiersza (jest on zapisywany w `s`),
  - przeczytania n-1 znaków,
  - napotkania znaku końca pliku

  i umieszcza je w `s`.

- Funkcja `puts` zapisuje napis wskazany przez `s` **uzupełniony znakiem nowego wiersza** do standardowego wyjścia. Jeśli się powiedzie, zwraca liczbę wyprowadzonych znaków. W przypadku błędu zwraca `EOF`.

- Funkcja f`puts` zapisuje napis wskazany przez `s` do strumienia `stream` (**nie dołącza znaku nowego wiersza**). Jeśli się powiedzie, zwraca ilość wyprowadzonych znaków. W przypadku błędu zwraca `EOF`.

5.1.5 Czytanie i pisanie blokami

```
#include <stdio.h>

size_t fread (void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *stream);
size_t fwrite(const void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *stream);
```

- Funkcja `fread` czyta *`nitems`* danych, każda o rozmiarze *`size`*, ze strumienia *`stream`* i umieszcza je w tablicy wskazanej przez *`ptr`*. Zwraca liczbę przeczytanych danych (nie bajtów), 0 - gdy nic nie było przeczytane lub *EOF, gdy przed rozpoczęciem czytania został napotkany koniec pliku*.

- Funkcja `fwrite` przesyła *`nitems`* danych, każda o rozmiarze *`size`*, do strumienia *`stream`* pobierając je z tablicy wskazanej przez *`ptr`*. Zwraca liczbę przesłanych danych (nie bajtów), lub EOF gdy wystąpi błąd.

5.1.6 Sprawdzanie statusu strumienia we-wy

```
#include <stdio.h>
```

```
int ferror(FILE *stream);
int feof(FILE *stream);
void clearerr(FILE *stream);
```

- Funkcja `ferror` zwraca wartość ≠ 0, jeśli wystąpi błąd operacji we-wy. W przeciwnym wypadku zwraca 0.

- Funkcja `feof` zwraca wartość ≠ 0, jeśli podczas czytania ze strumienia napotkany został koniec pliku. W przeciwnym wypadku zwraca 0.

- Funkcja `clearerr` czyści wskaźniki błędu i końca pliku dla strumienia `stream`.

5.1.7 Formatowane wejście-wyjście

```
#include <stdio.h.>

int printf(const char *format,...);
int fprintf(FILE *stream, const char *format, ...);
int sprintf(char *s, const char *format, ...);

int scanf(const char* format, ...);
int fscanf(FILE *stream, const char *format, ...);
int sscanf(const char *s, const char *format, ...);
```

5.1.8 Przemieszczanie się w pliku (dostęp bezpośredni)

```
#include <stdio.h>

int fseek(FILE *stream, long offset, int whence);
```

Ustawia bieżącą pozycję pliku na przesunięciu o *offset* w zależności od wartości *whence*.

whence może przyjąć jedną z wartości*:*

SEEK_SET – liczymy od początku pliku,
SEEK_CUR – liczymy od bieżącej pozycji w pliku,
SEEK_END – liczymy od końca pliku.

Zwraca 0 w przypadku sukcesu i wartość różną od zera przy niepowodzeniu.

```
void rewind(FILE *stream);
```

Przewija strumień do początku pliku.

```
long ftell(FILE *stream);
```

Zwraca bieżącą pozycję pliku dla `stream` lub -1, jeśli plik nie istnieje lub przy innych błędach.

```
int fsetpos(FILE *stream, const fpos_t *pos);
```

Ustawia bieżącą pozycję pliku na wskazaną. Zwraca 0 w przypadku sukcesu i wartość różną od zera przy niepowodzeniu.

```
int fgetpos(FILE *stream, fpos_t *pos);
```

Nadaje parametrowi `pos` wartość zgodną z bieżącą pozycją pliku. Zwraca 0 w przypadku sukcesu i wartość różną od zera przy niepowodzeniu.

5.2 Buforowanie

Zachowanie domyślne:

- Pliki dyskowe są buforowane dużymi porcjami (np. 1024 bajty i więcej).
- Strumień `stdout`, jeśli dotyczy terminala jest buforowany wierszami; w przeciwnym wypadku jest buforowany tak jak plik.
- Strumień `stderr` nie jest buforowany.
- Jeśli `stdin` dotyczy terminala, strumień `stdout` jest automatycznie czyszczony (ang. flush) zawsze wtedy, kiedy wykonywane jest czytanie ze `stdin`.
- Wywołanie funkcji `fseek` lub `rewind` czyści wszystkie bufory wyjścia, które zawierają dane.

5.2.1 Funkcje obsługi buforowania

```
#include <stdio.h>

int fflush(FILE *stream);
void setbuf(FILE *stream, char *buf);
void setvbuf(FILE *stream, char *buf, int type, size_t size);
```

- Jeśli *`stream`* jest otwarty do zapisu, funkcja `fflush` powoduje zapisanie danych czekających w buforze do pliku. Jeśli *`stream`* jest otwarty do odczytu, funkcja `fflush` powoduje usunięcie z bufora wszystkich nieprzeczytanych danych. Jeśli *`stream`* ma wartość NULL, funkcja `fflush` powoduje zapisanie danych do plików ze wszystkich strumieni otwartych do zapisu.
- Funkcja `setbuf` pozwala przydzielić własny bufor (tablica wskazywana przez *`buf`*). Rozmiar tej tablicy będzie równy stałej BUFSIZ. Jeśli wartością buf jest NULL, strumień nie będzie buforowany.
- Funkcja `setvbuf` pozwala określić własny sposób buforowania. Argument type może przyjmować wartości:

`_IOFBF`	Pełne buforowanie we-wy
`_IOLBF`	Buforowanie wierszami. Bufor jest czyszczony wtedy, kiedy wpisany zostanie do niego znak nowego wiersza, bufor jest pełny lub żądane jest wprowadzenie nowych danych.
`IONBF`	Brak buforowania

- Buforem jest tablica *`buf`* o rozmiarze *`size`*.

5.3 Niskopoziomowa biblioteka we-wy

- Biblioteka umożliwiająca wykonywanie operacji wejścia-wyjścia na poziomie funkcji systemowych.
- Otwarty plik jest reprezentowany za pomocą deskryptora pliku (ang. *file descriptor*). Deskryptor pliku to nieujemna liczba całkowita, której wartość jest określana przez system.

5.3.1 Podstawowy interfejs we-wy

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h> /* dla mode_t - praw dostępu */
#include <fcntl.h> /* dla flags - trybów dostępu */

int open(const char *pathname, int flags, [mode_t mode]);

#include <unistd.h> /* dla ssize_t */

ssize_t read (int filedes, void *buffer, size_t n);
ssize_t write(int filedes, const void *buffer, size_t n);

#include <unistd.h>
int close(int filedes);
```

Stałe:

`BUFSIZ` – „optymalny” rozmiar bloku dla operacji we-wy (definiowany w `stdio.h`> , co najmniej 256 znaków (dobry jako parametr `size` dla funkcji `setvbuf`).

- Przykład: uproszona wersja polecenia `cat`

```
int cat( char *file)
{
int fd;
ssize_t rcount, wcount;
char buffer[BUFSIZ];
int errors = 0;

if (strcmp(file, "-") == 0)
  fd = 0;
else if ((fd = open(file, O_RDONLY)) < 0) {
                                perror(file);
                                return 1;
                              }

while ((rcount = read(fd, buffer, sizeof buffer)) > 0) {
  wcount = write(1, buffer, rcount);
  if (wcount != rcount) {
                      perror(file);
                      errors++;
                      break;
                      }
 }
 if (rcount < 0) {
              perror(file);
              errors++;
  }
 if (fd != 0) {
  if (close(fd) < 0) {
   perror(file);
   errors++;
  }
 }
return (errors != 0);
}
```

5.3.1.1 Otwieranie i zamykanie pliku

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h> /* dla mode_t – praw dostępu */
#include <fcntl.h> /* dla flags – trybów dostępu */
#include <unistd.h>

int open(const char *pathname, int flags, [mode_t mode]);
int creat(const char *pathname, mode_t mode);
int close(int filedes);
```

- Funkcja `open` otwiera plik. Jej argumenty to nazwa pliku (*`pathname`*) - bezwzględna lub względna, określenie opcji dostępu i przebiegu operacji na pliku (*`flags`*), oraz praw dostępu do pliku (*`mode`*) - jeśli plik jest jednocześnie tworzony. Jeśli funkcja wykona się poprawnie, zwraca *deskryptor pliku*. W przeciwnym wypadku zwraca -1 i ustawia zmienną `errno`.
- Funkcja `open` jest używana zarówno do otworzenia istniejącego pliku, jak i do utworzenia nowego pliku.
- Argument prawa dostępu do pliku (*`mode`*) używany jest tylko wtedy, kiedy tworzony jest plik.
- Funkcja `creat` tworzy plik lub otwiera istniejący plik *do nadpisywania*. Jej argumenty to nazwa pliku (*`pathname`*) - bezwzględna lub względna oraz prawa dostępu do pliku (*`mode`*).
- Funkcja `close` zamyka plik określony deskryptorem. (*`filedes`*). Jeśli w programie nie umieści się tej funkcji, to pliki są automatycznie zamykane wtedy, kiedy proces kończy się wykonywać.

5.3.1.2 Deskryptor pliku

- Deskryptor pliku jest to liczba całkowita reprezentująca w procesie otwarty plik.
- Deskryptory mają wartości z zakresu 0 do limitu określonego w systemie. Wartość tego limitu można uzyskać za pomocą funkcji `getdtablesize()` lub polecenia `ulimit -n`.

  Przykład:

```
#include <stdio.h> /* dla printf() */
#include <unistd.h> /* dla getdtablesize() */
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char **argv)
{
  printf("max fds: %d\n", getdtablesize());
  exit(0);
}
```

- Funkcja `open` zwraca deskryptor pliku, który identyfikuje otwarty plik i jest używany przez inne funkcje. Funkcja wybiera jako deskryptor pliku *najmniejszą* nieujemną liczbę całkowitą, nie używaną jeszcze jako deskryptor pliku w procesie dokonującym wywołania.
- Zazwyczaj każdy program uruchamiany jest z otwartymi trzema deskryptorami:

  0 (standardowe wejście),

  1 (standardowe wyjście) i

  2 (standarowe wyjście błędów).
- Standard Posix definiuje w `<unistd.h>` stałe, którymi można posługiwać się zamiast deskryptorów liczbowych:

Deskryptor	Nazwa	Opis
0	`STDIN_FILENO`	standardowy strumień wejściowy
1	`STDOUT_FILENO`	standardowy strumień wyjściowy
2	`STDERR_FILENO`	standardowy strumień diagnostyczny

5.3.1.3 Deskryptor i wskaźnik do pliku

```
#include <stdio.h>

int fileno(FILE *fp);

FILE *fdopen(int fd, const char* type);
```

- Funkcja `fileno` zwraca deskryptor pliku odpowiadający wskaźnikowi do pliku *`fp`*.
- Funkcja `fdopen` zwraca wskaźnik do pliku związanego z deskryptorem `fd`. Argument `type` określa typ dostępu do pliku (patrz opis funkcji `fopen()`).

Opcje dostępu do pliku

- Tryb dostępu opisywany jest stałą zdefiniowaną w pliku `<fcntl.h>`. Podstawowe stałe to:

Nazwa symboliczna	Wartość	Opis
`O_RDONLY`	0	Otwórz plik tylko do czytania
`O_WRONLY`	1	Otwórz plik tylko do pisania
`O_RDWR`	2	Otwórz plik do czytania i zapisu

- Tylko *jedna* z tych stałych może być użyta. Plik zostanie otwarty tylko wtedy, gdy proces będzie miał odpowiednie uprawnienia.
- Dodatkowo może być użyta jedna z następujących stałych:

`O_APPEND`	dołącz do końca pliku - wskaźnik pozycji przesuwany jest na koniec pliku zawsze wtedy, kiedy jądro chce zapisać, czyli przed wykonaniem `write`
`O_CREAT`	utwórz pliku, jeśli nie istnieje (o ile proces posiada odpowiednie uprawnienia i istnieje wymagany katalog); otwórz plik jeśli plik istnieje
`O_EXCL`	używana razem z `O_CREAT`: zwróć błąd, jeśli plik, który ma być utworzony już istnieje
`O_TRUNC`	jeśli plik istnieje i został pomyślnie otwarty w trybie do zapisu lub odczytu-zapisu, usuń jego zawartość
`O_NOCTTY`	jeśli nazwa pliku dotyczy terminala, nie przydzielaj tego terminala jako terminala sterującego tego procesu
`O_SYNC`	`write` czeka na zakończenie pełnej operacji zapisu
`O_DSYNC`	`write` czeka na zakończenie operacji zapisu danych na dysku
`O_RSYNC`	`read` czeka na zakończenie poprzedniej operacji zapisu, jeśli w pamięci cache znajdują się takie dane
`O_NONBLOCK`	otwórz w trybie nieblokującym (zastosowanie: na przykład potoki)

Właściciel nowego pliku

- UID właściciela pliku jest tworzone na podstawie efektywnego UID procesu tworzącego plik.
- GID właściciela pliku jest tworzone na podstawie efektywnego GID procesu tworzącego plik.

Prawa dostępu do nowo tworzonego pliku

- Wyróżniane są trzy typy użytkowników:
    1. właściciel pliku,
    2. grupa pliku,
    3. pozostali użytkownicy, nie należący do poprzednich kategorii.
- Dla każdej kategorii wyróżniane są trzy typy praw dostępu:
    1. prawo odczytu z pliku,
    2. prawo zapisu do pliku,
    3. prawo wykonywania pliku.

- Prawa dostępu do pliku opisywane są za pomocą stałych ósemkowych lub symbolicznych (<sys/stat.h>).

Stała symboliczna	Stała liczbowa	Opis
S_IRUSR	0400	Właściciel ma prawo do czytania
S_IWUSR	0200	Właściciel ma prawo do pisania
S_IXUSR	0100	Właściciel ma prawo do wykonywania
S_IRGRP	0040	Grupa pliku ma prawo do czytania
S_IWGRP	0020	Grupa pliku ma prawo do pisania
S_IXGRP	0010	Grupa pliku ma prawo do pisania
S_IROTH	0004	Pozostali użytkownicy mają prawo do czytania
S_IWOTH	0002	Pozostali użytkownicy mają prawo do pisania
S_IXOTH	0001	Pozostali użytkownicy mają prawo do wykonywania
S_IRWXU	0700	Właściciel ma prawo do czytania, pisania i wykonywania
S_IRWXG	0070	Grupa pliku ma prawo do czytania, pisania i wykonywania
S_IRWXO	0007	Pozostali użytkownicy mają prawo do czytania, pisania i wykonywania

- Przykład: trzy sposoby zapisu praw rwx r-- ---

```
mode_t prawa=0;
prawa = 0740;
prawa = S_IRUSR|S_IWUSR|S_IXUSR|S_IRGRP; /* 0740 */
prawa = S_IRWXU|S_IRGRP; /* 0740 */
```

- Przykłady:

```
fd=open("dane.txt",O_RDONLY);
fd=open("dane.txt",O_RDWR|O_CREAT, 0644);
fd=open("blokada",O_WRONLY|O_CREAT|O_EXCL, 0644);
fd=open("wyniki",O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, 0644);
```

5.3.1.4 Modyfikatory praw dostępu do pliku

- Podstawowe prawa dostępu mogą być modyfikowane.

Nazwa symboliczna	Stała	Opis
S_ISUID	04000	Bit set-user-id
S_ISGID	02000	Bit set-group-id
S_ISVTX	01000	Bit sticky

*5.3.1.5 Funcje **open() i create()***

- Funkcja `create` otwiera plik *do zapisu*. Jej argumenty to nazwa pliku (*`pathname`*) - bezwzględna lub względna oraz prawa dostępu do pliku (*`mode`*).
- Wywołanie:

  `create(`*`pathname`*`,`*`mode`*`)`

  jest równoważne wywołaniu funkcji `open` z następującymi parametrami:

  `open(`*`pathname`*`,O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, `*`mode`*`);`

Przykłady

- Utwórz nowy plik z prawami 0644:

```
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <sys/stat.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

int main (int argc, char* argv[]) {
char* nazwa_pliku = argv[1];

/* prawa dostępu dla nowego pliku */
mode_t tryb = S_IRUSR | S_IWUSR | S_IRGRP | S_IROTH;

/* lub po prostu:
   mode_t tryb = 0644;
*/

/* utwórz nowy plik i otwórz go do pisania */
int fd = open (nazwa_pliku, O_WRONLY | O_EXCL | O_CREAT, tryb);

if (fd == -1) {
   perror ("open");
   return 1;
   }
return 0;
}
```

5.3.2 Maska tworzenia plików

- Każdy proces ma maskę tworzenia pliku (ang. *file creation mask*), która określa bity *wyłączane* podczas tworzenia nowego pliku. Maska jest dziedziczona z procesu macierzystego.
- Maska dotyczy tylko plików zwykłych i katalogów.
- Prawa dostępu do tworzonego pliku wyznaczane są zależnością:

```
prawa_obowiązujące = prawa_żądane & (~maska);
```

gdzie prawa żądane określane są na przykład w funkcji tworzącej plik.

- Odziedziczoną maskę można zmienić za pomocą funkcji `umask`:

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

mode_t umask(mode_t newmask);
```

Argumentem funkcji jest nowa maska. Funkcja zwraca poprzednią maskę.

- Przykład: przypisanie nowej wartości maski

```
umask(S_IWGRP | S_IRWXO); /* równoważne poleceniu shella umask 027 */
```

- Przykład: przypisanie nowej wartości maski i zapamiętanie poprzedniej wartości

```
mode_t=stara_maska;
stara_maska=umask(S_IWGRP | S_IRWXO);
```

- Przykład: wyświetlenie aktualnie obowiązującej maski

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

mode_t zapytaj_o_maske(void) {
   mode_t stara_maska;

   umask(stara_maska = umask(0)); /* nie chcemy zmieniać maski */
   return stara_maska;
}

int main(int argc,char **argv) {
  printf("umask = %04o\n",zapytaj_o_maske());
  return 0;
}
```

5.3.3 Czytanie z pliku i zapisywanie do pliku

```
#include <unistd.h>

ssize_t read(int filedes, void *buffer, size_t n);
ssize_t write(int filedes, const void *buffer, size_t n);
```

- Funkcja `read` służy do wczytywania określonej liczby bajtów (argument *n*) do bufora (*buffer*) z otworzonego uprzednio pliku (*filedes*). Funkcja zwraca liczbę rzeczywiście przeczytanych bajtów. Jeśli wystąpi błąd zwracana jest wartość -1. Wartość 0 oznacza koniec pliku.
- Zachowanie funkcji `read` związane jest z typem przetwarzanego pliku. W przypadku *pliku zwykłego*, zwrócona liczba rzeczywiście przeczytanych bajtów może być mniejsza wtedy, kiedy liczba bajtów w tym pliku jest mniejsza od *n*. Następne wywołanie funkcji `read` zwróci 0.
- Funkcja `write` służy do przesyłania określonej liczby bajtów (argument *n*) z bufora (*buffer*) do otworzonego uprzednio pliku (*filedes*). Funkcja zwraca liczbę przesłanych bajtów do wyjścia. Jeśli wystąpi błąd zwracana jest wartość -1. Jeśli liczba przesłanych bajtów w przypadku zwykłego pliku nie jest równa *n*, oznacza to, że wystąpił jakiś błąd.
- Z każdym deskryptorem pliku związany jest *wskaźnik odczytu-zapisu* (ang. *read-write pointer*). Rejestruje on położenie *następnego* bajtu w pliku, który powinien być odczytany (lub zapisany). Każde wykonanie funkcji `read` lub `write` powoduje zwiększenie wskaźnika odczytu-zapisu o odpowiednią liczbę bajtów.
- Jeśli plik jest otworzony w trybie `O_APPEND`, wskaźnik pozycji przesuwany jest na koniec pliku zawsze wtedy, kiedy jądro chce zapisać, czyli przed wykonaniem `write`.

- **Przykład:** program czyta plik po 512 znaków

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#define ROZMIAR 512

int main() {
   char bufor[ROZMIAR];
   int fd; /* deskryptor pliku */
   ssize_t n; /* liczba bajtów przeczytanych przez read */
   long ile=0; /* sumaryczna liczba przeczytanych bajtów */

   if ((fd=open("dane.txt", O_RDONLY)) == -1)
      { /* obsługa błędu */ }
   while ((n=read(fd,bufor,ROZMIAR)) > 0)
      ile += n;

   printf("plik dane.txt zawiera %ld bajtow\n",ile);
   close(n);
   exit(0);
}
```

- **Przykład:** kopiowanie plików

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#define ROZMIAR 512
#define PRAWA 0644

int kopiujplik(const char *nazwaWe, const char *nazwaWy) {
 int plikwe, plikwy;
 ssize_t n;
 char bufor[ROZMIAR];

 if ((plikwe=open(nazwaWe, O_RDONLY)) == -1)
   return -1;

 if ((plikwy=open(nazwaWy, O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, PRAWA)) == -1)
   { close(plikwe);
     return -2;
   }
 while ((n=read(plikwe,bufor,ROZMIAR)) > 0) {
   if (write(plikwy,bufor,n)<n) {
         close(plikwe);
         close(plikwy);
         return(-3);
      }
   }
close(plikwe);
close(plikwy);
if (n==-1) return (-4);
  else return 0;
}

int main() {
 int wynik;
 wynik = kopiujplik("plik1.txt", "plik2.txt");
 return wynik;
}
```

- Obsługa błędów

```
size_t do_wczytania;
ssize_t n; /* liczba bajtów przeczytanych przez read */

do_wczytania=512;
long ile=0; /* sumaryczna liczba przeczytanych bajtów */

while ( do_wczytania != 0 && (n=read(fd,bufor,do_wczytania)) != 0) {
   if (n == -1) {
         if (errno == EINTR) /* przerwane wywołanie fcji, trzeba powtórzyć */
               continue;
         perror (read);
        break;
   }
do_wczytania -= n;
bufor += n;
}
```

5.4 Zarządzanie plikami i katalogami

- W Uniksie wyróżniane są następujące typy plików:
  - **pliki zwykłe** (ang. *regular*) - służą do przechowywania danych. Unix nie rozróżnia pliku tekstowego i binarnego. W systemie Uniksowym plik to ciąg bajtów. Dostęp do pliku zwykłego może być zarówno sekwencyjny (ang. *sequential*) jak i swobodny (ang. *random*);
  - **katalogi** - plik specjalny zawierający listę plików umieszczonych w katalogu (ang. *directory*).
  - **łącza** (ang. *pipes*) - dostarczają kanały komunikacji między procesami;

    - łącze nienazwane (ang. *unnamed pipes*) - *umożliwia komunikację między procesami związanymi ze sobą*; łącza te tworzone są w razie potrzeby i likwidowane wtedy, kiedy obydwa ich końce (do czytania i pisania) zostaną zlikwidowane, łącza te nie istnieją zatem w systemie plików

    - łącze nazwane (ang. *named pipes*) - ma przypisaną nazwę pliku, *umożliwia komunikację dwóm nie związanym ze sobą procesom*;
  - **urządzenia** (ang. *devices*) - blokowe (ang. *block devices*) i znakowe (ang. *character devices*) – służą do obsługi urządzeń
  - **dowiązania symboliczne** (ang. *symbolic links*) - specjalne pliki, które zawierają ścieżkę dostępu do innego pliku. W większości poleceń i funkcji system podąża za dowiązaniem - jeśli otworzony zostanie taki plik, system rozpoznaje, że jest to dowiązanie i otwiera plik, do którego się ono odnosi;
  - **gniazda** (ang. *sockets*) - dostarczają kanały komunikacji między procesami, również uruchomionymi na różnych komputerach.

5.4.1 Pliki i ich atrybuty

5.4.1.1 Uzyskiwanie informacji o pliku

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

int stat(const char *pathname, struct stat *buf);
int lstat(const char *pathname, struct stat *buf);
int fstat(int filedes, struct stat *buf);
```

- Funkcja `stat` zwraca informację o pliku przechowywaną w i-węźle. Argument *`pathname`* określa nazwę pliku, `buf` - zmienną, do której funkcja wpisze pobraną z i-węzła informację. Jeśli nazwa jest dowiązaniem symbolicznym, zwracana jest informacja o pliku, na który wskazuje dowiązanie. Jeśli taki plik nie istnieje lub nie ma do niego dostępu, zwracany jest błąd.
- Funkcja `lstat` zwraca informację o pliku mającym nazwę *`pathname`*. Jest ona umieszczana w argumencie `buf`. Jeśli nazwa jest *dowiązaniem symbolicznym*, zwracana jest informacja o samym dowiązaniu (nie zaś o pliku, na który wskazuje).
- Funkcja `fstat` używana jest do otwartego pliku.
- Struktura `stat` zawiera takie informacje jak:

```
struct stat {
   mode_t st_mode; /* typ pliku i jego prawa dostępu */
   ino_t st_ino; /* numer i-węzła */
   dev_t st_dev; /* numer urządzenia (system plików) */
   nlink_t st_nlink; /* liczba dowiązań twardych*/
   uid_t st_uid; /* UID właściciela pliku */
   gid_t st_gid; /* GID właściciela pliku */
   off_t st_size; /* rozmiar w bajtach, dla pliku zwykłego */
   time_t st_atime; /* czas ostatniego dostępu w sek*/
   time_t st_mtime; /* czas ostatniej modyfikacji w sek */
   time_t st_ctime; /* czas ostatniej zmiany statusu pliku w sek*/
};
```

Czasy są wyrażone w sekundach od poczatku epoki UNIXa (1 stycznia 1970 roku).

- Przykład:

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

void show_stat_info(char *, struct stat *);

int main(int argc, char *argv[])
{
struct stat info;
if (argc>1)
{
 if(stat(argv[1], &info) != -1 ){
     show_stat_info( argv[1], &info );
     return 0;
       }
  else
     perror(argv[1]);
}
return 1;
}

void show_stat_info(char *fname, struct stat *buf)
/* wyswietla dane pliku ze struktury stat */
{
 printf("typ i prawa: %o\n", buf->st_mode);
 printf(" dowiazania: %d\n", buf->st_nlink);
 printf(" wlasciciel: %d\n", buf->st_uid);
 printf(" grupa: %d\n", buf->st_gid);
 printf(" rozmiar: %ld\n", buf->st_size);
 printf(" czas modyf: %ld\n", buf->st_mtime);
 printf(" nazwa: %s\n", fname );
}
```

Wynik działania programu dla przykładowego pliku:

```
typ i prawa: 100644
dowiazania: 1
wlasciciel: 1260
grupa: 101
rozmiar: 1208
czas modyf: 1067011428
nazwa: p1.c
```

Dla porównania informacja o pliku z polecenia `ls -l`:

```
-rw-r--r-- 1 piotr users 1208 paź 11 18:03 p1.c
```

5.4.1.2 Typ pliku

- Do sprawdzania typu pliku służą odpowiednie makra (`sys/stat.h`):

Makro	Maska symboliczna	Maska liczbowa	Typ pliku
	`S_IFMT`	`0170000`	Wybiera bity typu pliku
`S_ISREG()`	`S_IFREG`	`0100000`	Plik zwykły
`S_ISDIR()`	`S_IFDIR`	`0040000`	Katalog
`S_ISFIFO()`	`S_IFIFO`	`0010000`	Łącze (nazwane)
`S_ISBLK()`	`S_IFBLK`	`0060000`	Urządzenie blokowe
`S_ISCHR()`	`S_IFCHR`	`0020000`	Urządzenie znakowe
`S_ISLNK()`	`S_IFLNK`	`0120000`	Dowiązanie symboliczne
`S_ISSOCK()`	`S_IFSOCK`	`0140000`	Gniazdo

- Trzy sposoby sprawdzenia typu pliku:

```
if (S_ISDIR(buf.st_mode)) printf("to jest katalog");
if ( (buf.st_mode & 0170000) == 0040000 printf("to jest katalog");
if ( (buf.st_mode & S_IFMT) == S_IFDIR printf("to jest katalog");
```

- Przykład:

```
int sprawdz(char *nazwa_pliku) {
      struct stat buf;
      char *ptr;
      lstat(nazwa_pliku,&buf);

      if (S_ISREG(buf.st_mode)) ptr = "zwykly";
            else if (S_ISDIR(buf.st_mode)) ptr = "katalog";
            else if (S_ISCHR(buf.st_mode)) ptr = "specjalny znakowy";
            else if (S_ISBLK(buf.st_mode)) ptr = "specjalny blokowy";
            else if (S_ISFIFO(buf.st_mode)) ptr = "fifo";

      #ifdef S_ISLNK
        else if (S_ISLNK(buf.st_mode)) ptr = "dowiazanie";
      #endif
      #ifdef S_ISSOCK
        else if (S_ISSOCK(buf.st_mode)) ptr = "gniazdo";
      #endif

      else ptr = "** nieznany typ pliku **";

      printf("%s\n", ptr);
      return 0;
}
```

5.4.1.3 Prawa dostępu

- Przykład 1:

```
#include <stdio.h>
#include <sys/stat.h>
int main (int argc, char* argv[]) {
   const char* const nazwa_pliku = argv[1];
   struct stat buf;
   stat (nazwa_pliku, &buf);
   if (buf.st_mode & S_IWUSR)
         printf ("Wlasciciel ma prawo do zapisu `%s'.\n", nazwa_pliku);
   return 0;
}
```

- Przykład 2:

```
void mode_to_letters( int mode, char str[] )
{
   strcpy( str, "----------" ); /* default=no perms */
   if ( S_ISDIR(mode) ) str[0] = 'd'; /* directory? */
   if ( S_ISCHR(mode) ) str[0] = 'c'; /* char devices */
   if ( S_ISBLK(mode) ) str[0] = 'b'; /* block device */
   if ( mode & S_IRUSR ) str[1] = 'r'; /* 3 bits for user */
   if ( mode & S_IWUSR ) str[2] = 'w';
   if ( mode & S_IXUSR ) str[3] = 'x';
   if ( mode & S_IRGRP ) str[4] = 'r'; /* 3 bits for group */
   if ( mode & S_IWGRP ) str[5] = 'w';
   if ( mode & S_IXGRP ) str[6] = 'x';
   if ( mode & S_IROTH ) str[7] = 'r'; /* 3 bits for other */
   if ( mode & S_IWOTH ) str[8] = 'w';
   if ( mode & S_IXOTH ) str[9] = 'x';
}
```

- Przykład 3:

```
const int N_BITS = 3;
unsigned int mask = 0700;
struct stat buff;
static char *perm[] = {"---", "--x", "-w-", "-wx",
                       "r--", "r-x", "rw-", "rwx"};

int i;
for (int i=3; i; --i) {
  printf("%s\n", perm[(buff.st_mode & mask) >> (i-1)*N_BITS]);
  mask >>= N_BITS;
}
```

5.5 Zmiana atrybutów pliku

5.5.1 Sprawdzenie praw dostępu

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

int stat(const char *pathname, struct stat *buf);
int lstat(const char *pathname, struct stat *buf);
int fstat(int filedes, struct stat *buf);
```

- Opis funkcji `stat, lstat, fstat` - patrz Informacje o pliku

```
#include <unistd.h>
int access(const char *pathname, int amode);
```

- Funkcja `access` pozwala sprawdzić, czy proces ma określone prawa dostępu do pliku. Funkcja uwzględnia *rzeczywisty* UID i *rzeczywisty* GID procesu. Zwraca 0, jeśli określony tryb dostępu jest dozwolony. Argumentem funkcji (wartość parametru `amode`) może być:

Tryb dostępu	Opis
`F_OK`	plik istnieje
`R_OK`	proces może czytać z pliku
`W_OK`	proces może pisać do pliku
`X_OK`	proces może wykonywać plik (przeszukiwać katalogi)

- Przykład:

```
#include <errno.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main (int argc, char* argv[]){
 char* sciezka = argv[1];
 int prawa;

 prawa = access (sciezka, F_OK);
 if (prawa == 0)
   printf ("plik %s istnieje\n", sciezka);
 else {
  if (errno == ENOENT) printf ("plik %s nie istnieje\n", sciezka);
    else if (errno == EACCES) printf ("plik %s jest niedostepny\n", sciezka);
  return 0;
  }
prawa = access (sciezka, R_OK);
if (prawa == 0)
  printf ("%s: prawa do czytania\n", sciezka);
else
  printf ("%s: brak praw do czytania\n", sciezka);
prawa = access (sciezka, W_OK);
if (prawa == 0)
  printf ("%s: prawa do pisania\n", sciezka);
else if (errno == EACCES)
       printf ("%s brak praw do pisania (odmowa dostepu)\n", sciezka);
     else if (errno == EROFS)
       printf ("%s brak praw do pisania (zamontowany tylko do czytania)\n",sciezka);
return 0;
}
```

5.5.2 Zmiana praw dostępu do pliku

```
#include <sys/types.h>
#include <syst/stat.h>

int chmod (const char *pathname, mode_t newmode);
int fchmod(int filedes, mode_t newmode);
```

- Zmiana praw dostępu dotyczy i-węzła, mimo, że podaje się nazwę. Prawa mogą być podane w postaci ósemkowej lub w postaci kombinacji praw dostępu i modyfikatorów połączonych alternatywą bitową.
- **Tylko właściciel pliku lub administrator może zmieniać prawa dostępu do pliku**. Czyli EUID procesu musi być taki sam jak EUID pliku lub proces musi mieć uprawnienia administratora.

5.5.3 Zmiana właściciela i grupy pliku

```
#include <unistd.h>
int chown(const char *pathname, uid_t owner_id, gid_t group_id);
int fchown(int filedes, uid_t owner_id, gid_t group_id);
int lchown(const char *pathname, uid_t owner_id, gid_t group_id);
```

- Każdy plik jest własnością jednego z użytkowników systemu. Funkcja `chown` pozwala zmieniać właściciela pliku.
- W wielu systemach Uniksowych (należy do nich Linuks) właściciela pliku może zmieniać tylko administrator systemu. Użytkownik może zmieniać grupę pliku, ale tylko na taką, do której sam należy. Zmiana właściciela i grupy pliku dotyczy i-węzła.
- Parametry *owner_id* i *group_id* wskazują nowego właściciela i nową grupę pliku. Wpisanie w jednej z tych pozycji -1, oznacza, że dana wartość nie ma ulec zmianie.

5.5.4 Zmiana znaczników czasowych pliku

- Z każdym plikiem związane są trzy czasy:

Pole w strukturze `stat`	Opis	Przykład funkcji, która zmienia wartość pola	Opcja polecenia `ls`
`st_atime`	ostatni dostęp do pliku	`read`	`-u`
`st_mtime`	ostatnia modyfikacja zawartości pliku	`write`	domyślnie
`st_ctime`	ostatnia modyfikacja atrybutów pliku	`chmod`, `chown`, `write`	`-c`

- Funkcja `utime` pozwala zmienić wartości czasu dostępu i czasu modyfikacji zawartości pliku.

```
#include <sys/types.h>
#include <utime.h>

int utime(const char *pathname, const struct utimebuf *times);


struct utimebuf {
      time_t actime; /* czas dostępu */
      time_t modtime; /* czas modyfikacji zawartości*/
};
```

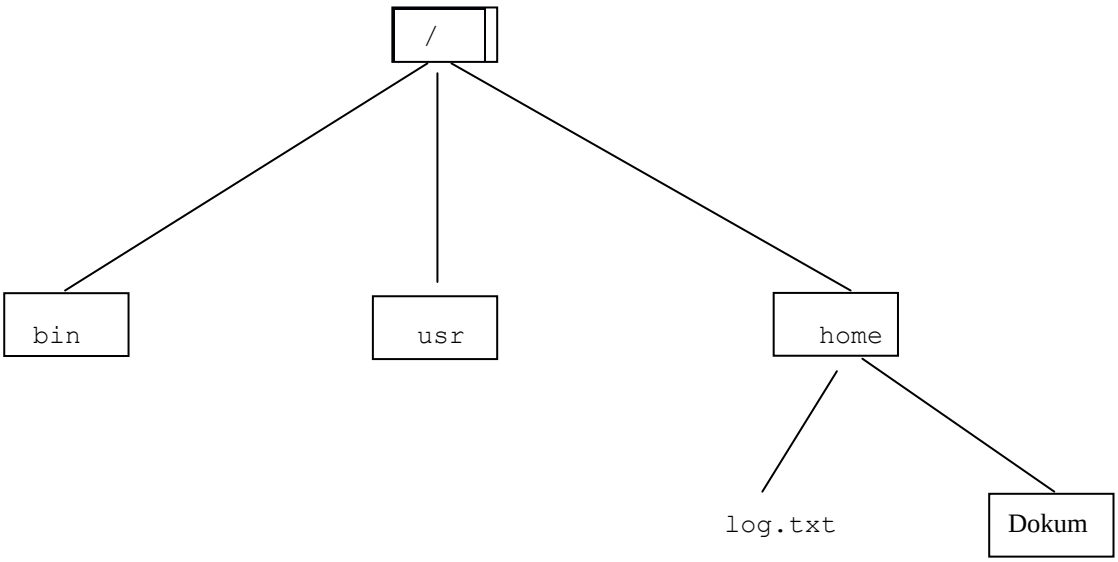
- Czasy są podawane w postaci liczby sekund, które upłynęły od 1 stycznia 1970 godziny 0:00:00 UTC (*Coordinated Universal Time*). Jeśli zmiana czasu się powiedzie, zwracana jest wartość 0, w przeciwnym wypadku wartość -1.
- Jeśli argument *times* jest równy NULL, to oba czasy będą ustawione na czas bieżący. EUID procesu musi być równe EUID pliku, lub proces musi mieć prawo zapisu dla pliku.
- Jeśli argument times jest wskaźnikiem do struktury podającej wartości czasu, to EUID procesu musi być równe EUID pliku lub proces musi mieć uprawnienia administratora. Prawa zapisu do pliku nie są brane pod uwagę.

- Przykład:

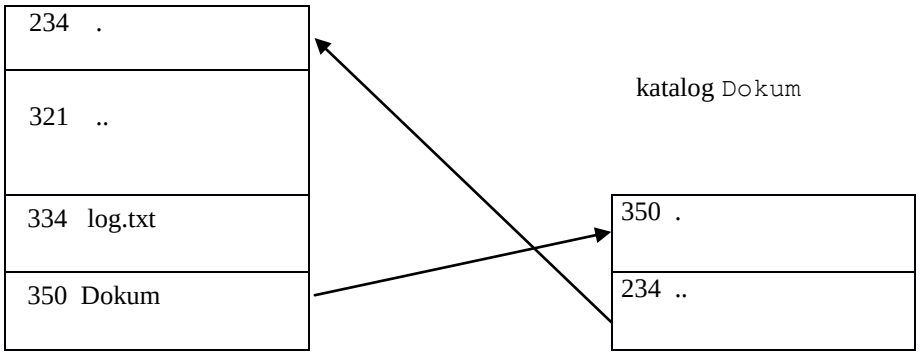
```
struct utimebuf ut;
struct stat info;
time_t now;

time(&now); // pobierz bieżący czas

stat("plik",&info); // pobierz informacje o czasach pliku

ut.actime=info.st_atime; // tego czasu nie zmieniaj
ut.modtime=now-(24*60*60); // ten czas przesuń o dzień do tyłu

utime("plik",&ut); // ustaw czas
```

5.6 Działania na katalogach

- Katalogi służą Uniksowi do organizacji plików.
- Katalog jest to plik, o specjalnej zawartości.
- Katalog składa się z pozycji opisujących pliki zawarte w katalogu.
- Do katalogu można stosować wiele z funkcji działających na plikach zwykłych.
- Podstawowe różnice narzucone przez system to:
  - katalog ma swoją własną funkcję tworzenia `mkdir`,
  - nie można zapisywać do katalogu za pomocą funkcji `write` - plik jest automatycznie umieszczany w katalogu za pomocą funkcji, która go tworzy



katalog `home`



katalog `Dokum`

Pozycja katalogu zawiera numer i-węzła oraz nazwę pliku lub podkatalogu.

5.6.1 Katalog bieżący

```
#include <unistd.h>

char *getcwd(char *name, size_t size);
int chdir(const char *path);
int fchdir(int filedes);
int chroot(const char *pathname);
```

- Funkcja `getcwd` ustala pełną nazwę katalogu bieżącego. Jako argumenty tej funkcji podaje się nazwę bufora, do którego nazwa zostanie wpisana (*name*) oraz jego rozmiar (*size*). Jeśli nazwa przekracza `size-1`, funkcja zwraca `NULL` i ustawia błąd `ERANGE`. W przeciwnym razie zwraca wskaźnik do bufora *name*.
- Funkcje `chdir` i `fchdir` zmieniają bieżący katalog roboczy. Funkcja może zakończyć się niepowodzeniem, jeśli argument określa plik, który nie jest katalogiem lub proces nie ma odpowiednich uprawnień.
- Przykład:

```
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

int main()
{
   char buf[BUFSIZ];
   char *cp;
   cp = getcwd(buf, sizeof(buf)); /* bieżący katalog roboczy */
   printf("Biezacy katalog: %s\n", buf);

   printf("Zmieniam na ..\n");
   chdir(".."); /* wykonaj: cd .. */

   cp = getcwd(buf, sizeof(buf)); /* nowy bieżący katalog roboczy */
   printf("Biezacy katalog: %s\n", buf);
   return 0;
}
```

- Funkcja `chroot` zmienia katalog główny. System ma tylko jeden katalog główny, ale znaczenie `/` może być inne dla każdego procesu w systemie. Parametr *pathname* określa nowy katalog główny dla procesu. Funkcja `chroot` nie zmienia bieżącego katalogu! O ile nazwy bezwzględne są interpretowane względem nowego katalogu głównego, o tyle posługując się nazwą względną typu `../../katalog` nadal można dotrzeć do katalogu powyżej nowego katalogu głównego. Zatem wraz ze zmianą katalogu głównego należy zmienić również katalog bieżący.
- Przykład:

```
if (chroot("/nowy/katalog/glowny) < 0) /* nowy katalog glowny / */
/* obsluga bledow */

if (chdir("/jakis/katalog") < 0)      /* nazwa wzgledem nowego / */
/* obsluga bledow */
```

5.6.2 Tworzenie i usuwanie katalogów

```
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

int mkdir(const char *pathname, mode_t mode);
int rmdir(const char *pathname);
```

- Funkcja `mkdir` tworzy nowy katalog o podanej nazwie (*`pathname`*) i prawach (*`mode`*). Prawa są modyfikowane przez maskę procesu. Wywołanie funkcji zakończy się niepowodzeniem, jeśli podana nazwa istnieje albo któraś ze składowych ścieżki nie jest katalogiem.
- Każdy nowoutworzony katalog zawiera dwie pozycje:

  1 `.` (kropka) - jest to nazwa odnosząca się do bieżącego katalogu
  2 `..` (dwie kropki) - katalog macierzysty

- Funkcja `rmdir` usuwa katalog o podanej nazwie (*`pathname`*). Katalog musi być pusty (to znaczy może zawierać tylko pozycje `.` oraz `..` .
- Obie funkcje zwracają 0 w przypadku sukcesu i -1 przy błędzie.

5.6.3 Odczytywanie zawartości katalogu

```
#include <dirent.h>
#include <sys/types.h>

DIR *opendir(const char *dirname);
struct dirent *readdir(DIR *dirptr);
int closedir(DIR *dirptr);
void rewinddir(DIR *dirptr);

struct dirent {
      ino_t d_ino;              /* numer i-węzła */
      char d_name[NAME_MAX+1]; /* nazwa pliku w postaci napisu */
};
```

- Funkcja `opendir` otwiera katalog *`dirname`* do czytania. Zwraca wskaźnik do struktury `DIR`. Jest to wewnętrzna struktura używana przez funkcje działające na katalogu. Zwraca `NULL` wtedy, kiedy wystąpił błąd.
- Funkcja `readdir` zwraca wskaźnik do opisu **kolejnej** pozycji w katalogu (`struct dirent`). Funkcja zwraca `NULL` wtedy, kiedy wystąpił błąd oraz wtedy, gdy nie ma więcej pozycji w katalogu. Kolejność umieszczania nazw w katalogu zależy od implementacji. Również od implementacji zależy postać struktury `dirent`. W każdej z implementacji musi wystąpić pole `d_name`, zawierające nazwę pliku.
- Funkcja `closedir` zamyka katalog.
- Funkcja `rewinddir` ustawia strukturę `DIR` w taki sposób, aby następne wywołanie `readdir` zwróciło pierwszy plik w katalogu.
- **Przykład:** wypisanie wszystkich plików z bieżącego katalogu

```
#include <errno.h>
#include <dirent.h>
#include <stdio.h>

int main() {
  DIR * katalog;
  struct dirent * pozycja;
  if (!(katalog = opendir("."))) {
    perror("opendir");
    return 1;
   }

   /* zmienna errno jest ustawiana tylko w przypadku błędu */
   errno = 0;

   while ((pozycja = readdir(katalog))) {
     puts(pozycja->d_name);
     errno = 0;
    }
   if (errno) {
     perror("readdir");
     return 1;
    }
   closedir(katalog);
   return 0;
}
```

- Przykład: Chcemy uzyskać następujący wykaz dla podanego katalogu:

```
typ pliku    : pełna nazwa pliku
directory    : /home/.
directory    : /home/..
regular file : /home/plik
```

```
#include <assert.h>
#include <dirent.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <sys/stat.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

const char* get_file_type (const char* path) {
      struct stat st;
      lstat (path, &st);
      if (S_ISLNK (st.st_mode)) return "symbolic link";
            else if (S_ISDIR (st.st_mode)) return "directory";
            else if (S_ISCHR (st.st_mode)) return "character device";
            else if (S_ISBLK (st.st_mode)) return "block device";
            else if (S_ISFIFO (st.st_mode)) return "fifo";
            else if (S_ISSOCK (st.st_mode)) return "socket";
            else if (S_ISREG (st.st_mode)) return "regular file";
            else assert (0);
}

int main (int argc, char* argv[]) {
  char* dir_path;
  DIR* dir;
  struct dirent* entry;
  char entry_path[PATH_MAX + 1];
  size_t path_len;

  if (argc >= 2)
    /* Jesli podano katalog, szukaj w tym katalogu. */
    dir_path = argv[1];
  else
    /* W przeciwnym wypadku weź katalog bieżący. */
    dir_path = ".";

  strncpy (entry_path, dir_path, sizeof (entry_path));

  path_len = strlen (dir_path);

  if (entry_path[path_len - 1] != '/') {
    entry_path[path_len] = '/';
    entry_path[path_len + 1] = '\0';
    ++path_len;
    }

  dir = opendir (dir_path);
  while ((entry = readdir (dir)) != NULL) {
    const char* type;
    strncpy (entry_path + path_len, entry->d_name,
             sizeof (entry_path) - path_len);
    type = get_file_type (entry_path);
    printf ("%-18s: %s\n", type, entry_path);
  }
  closedir (dir);
  return 0;
}
```

5.6.4 Przeglądanie drzewa katalogów

- Przeglądanie drzewa katalogowego można zrealizować za pomocą otwierania kolejnych katalogów i wywoływania funkcji `stat()` dla jego pozycji, czynność tę należy powtarzać rekurencyjnie dla podkatalogów.
- Alternatywa: funkcja „file tree walk”

```
#include <ftw.h>

int ftw(const char *dir, // katalog poczatkowy
        int (*fn)(const char *file, // wskaźnik do funkcji
                  const struct stat *sb,
                  int flag), // wywoływanej dla każdego
                             // obiektu w katalogu
        int nopenfd); // maksymalna liczba otwartych katalogów

int nftw(const char *dir, // katalog poczatkowy
         int (*fn)(const char *file, // wskaźnik do funkcji
                   const struct stat *sb, // wywoływanej dla każdego
                   int flag,
                   struct FTW *s), // obiektu w katalogu
         int nopenfd, // maksymalna liczba otwartych katalogów
         int flags); // flagi określające działanie funkcji
```

- Przykład 1: wyświetanie fragmentu drzewa katalogów

```
#include <stdio.h>
#include <ftw.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

int print (const char *name, const struct stat *stat_buf, int flags);

int main (int argc, char **argv)
{
      if (ftw (argv [1], print, 64) != 0)
      {
            perror("ftw failed");
            return 1;
      }
      return 0;
}

int print (const char *name, const struct stat *stat_buf, int flags)
{
      printf ("%s\n", name);
      return 0;
}
```

- Przykład 2: zliczanie plików wg typu w drzewie katalogowym

```
#define _XOPEN_SOURCE 1 /* Wymagane dla nftw() w GLIBC */
#define _XOPEN_SOURCE_EXTENDED 1 /* j.w. */

#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <ftw.h>
#include <sys/param.h>
#include <sys/stat.h>
#include <dirent.h>

static int num_reg;
static int num_dir;
static int num_cspec;
static int num_bspec;
static int num_fifo;
static int num_sock;
static int num_symlink;
static int num_door;

int process (const char *path, const struct stat *stat_buf, int type,
      struct FTW *ftwp);

int main (int argc, char **argv)
{
      int i;
      for (i = 1; i < argc; i++) {
            num_reg = num_dir = num_cspec = num_bspec = 0;
            num_fifo = num_sock = num_symlink = num_door = 0;
            nftw (argv [i], process, FOPEN_MAX, FTW_PHYS);

            printf ("Totals for %s:\n", argv [i]);
            printf (" Regular files: %d\n", num_reg);
            printf (" Directories: %d\n", num_dir);
            printf (" Character special files: %d\n", num_cspec);
            printf (" Block special files: %d\n", num_bspec);
            printf (" FIFOs: %d\n", num_fifo);
            printf (" Sockets: %d\n", num_sock);
            printf (" Symbolic links: %d\n", num_symlink);
            printf (" Doors: %d\n", num_door);
      }
      return (0);
}
int process (const char *path, const struct stat *stat_buf, int type,
                  struct FTW *ftwp)
{
switch (type) {
      case FTW_F:
        switch (stat_buf -> st_mode & S_IFMT) {
            case S_IFREG:
                  num_reg++;
                  break;
            case S_IFCHR:
                  num_cspec++;
                  break;
            case S_IFBLK:
                  num_bspec++;
                  break;
            case S_IFIFO:
                  num_fifo++;
                  break;
            }
```

```
            break;
      case FTW_D:
            num_dir++;
            break;
      case FTW_SL:
      case FTW_SLN:
            num_symlink++;
            break;
      case FTW_DNR:
            printf("Can't read directory: %s\n", path);
            break;
      case FTW_NS:
            printf("Can't stat %s\n", path);
            break;
      }
      return (0);
      }
```

- Przykład 3: wyświetanie fragmentu drzewa katalogów wraz z określeniem typu pliku

```
#define _XOPEN_SOURCE 1 /* Wymagane dla nftw() w GLIBC */
#define _XOPEN_SOURCE_EXTENDED 1 /* j.w. */

#include <stdio.h>
#include <errno.h>
#include <getopt.h>
#include <ftw.h>
#include <limits.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>

#define SPARE_FDS 5 /* fds for use by other functions, see text */

int process(const char *file, const struct stat *sb,
                  int flag, struct FTW *s);

/* usage --- print message and die */
void usage(const char *name)
{
      fprintf(stderr, "usage: %s [-c] directory ...\n", name);
      exit(1);
}
```

```
/* main --- call nftw() on each command-line argument */
int main(int argc, char **argv)
{
      int i, c, nfds;
      int errors = 0;
      int flags = FTW_PHYS;
      char start[PATH_MAX], finish[PATH_MAX];

      while ((c = getopt(argc, argv, "c")) != -1) {
            switch (c) {
                  case 'c':
                        flags |= FTW_CHDIR;
                        break;
                  default:
                        usage(argv[0]);
                        break;
                  }
      }

      if (optind == argc) usage(argv[0]);

      getcwd(start, sizeof start);
      nfds = getdtablesize() - SPARE_FDS; /* leave some spare descriptors */

      for (i = optind; i < argc; i++) {
            if (nftw(argv[i], process, nfds, flags) != 0) {
                  fprintf(stderr, "%s: %s: stopped early\n",
                  argv[0], argv[i]);
                  errors++;
                  }
      }
      if ((flags & FTW_CHDIR) != 0) {
            getcwd(finish, sizeof finish);
            printf("Starting dir: %s\n", start);
            printf("Finishing dir: %s\n", finish);
            }
      return (errors != 0);
}

/* process --- print out each file at the right level */
int process(const char *file, const struct stat *sb,
            int flag, struct FTW *s)
{
int retval = 0;
const char *name = file + s->base;
printf("%*s", s->level * 4, ""); /* indent over */
switch (flag) {
      case FTW_F:
            printf("%s (file)\n", name);
            break;
      case FTW_D:
            printf("%s (directory)\n", name);
            break;
      case FTW_DNR:
            printf("%s (unreadable directory)\n", name);
            break;
```

```
case FTW_SL:
      printf("%s (symbolic link)\n", name);
      break;
case FTW_NS:
      printf("%s (stat failed): %s\n", name, strerror(errno));
      break;
case FTW_DP:
case FTW_SLN:
      printf("%s: FTW_DP or FTW_SLN: can't happen!\n", name);
      retval = 1;
      break;
default:
      printf("%s: unknown flag %d: can't happen!\n", name, flag);
      retval = 1;
      break;
}
return retval;
}
```

5.6.5 Nazwa katalogu i pliku

```
#include <libgen.h>
char *dirname(char *path);
char *basename(char *path);
```

- Funkcje **dirname** i **basename** rozbijają zakończony znakiem NULL łańcuch nazwy ścieżki dostępu na składowe: katalog i nazwę pliku. Funkcja **dirname** zwraca łańcuch aż do ostatniego znaku '/', ale z jego wyłączeniem, a **basename** zwraca składową następującą po ostatnim '/'. Razem funkcje te zwracają pełną nazwę ścieżki dostępu.

- Przykład:

```
#include <stdio.h>
#include <libgen.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>

int main (int argc, char **argv)
{
int n;
char *ptr1, *ptr2;
char *dir;
char *base;
for (n = 1; n < argc; n++) {
      if ((ptr1 = strdup (argv [n])) == NULL)
            { perror("strdup failed"); exit(1); }
      dir = dirname (ptr1);
      if ((ptr2 = strdup (argv [n])) == NULL)
            { perror("strdup failed"); exit(1); }
      base = basename (ptr2);
      printf ("%s:\n", argv [n]);
      printf (" dirname = %s\n", dir);
      printf (" basename = %s\n\n", base);
      free (ptr1);
      free (ptr2);
  }
return (0);
}
```

- Przykład użycia:

```
$./prog /usr/bin/zip
/usr/bin/zip:
dirname = /usr/bin
basename = zip

$ ./prog /usr/bin
/usr/bin:
dirname = /usr
basename = bin
```

5.7 Różne operacje na plikach

5.7.1 Poruszanie się po pliku

- Z każdym otwartym plikiem związany jest *wskaźnik odczytu-zapisu* (ang. *read-write pointer*). Rejestruje on położenie *następnego* bajtu w pliku, który powinien być odczytany (lub zapisany).
- Unix pozwala na sekwencyjny i swobodny dostęp do pliku. Domyślnie wybierany jest dostęp sekwencyjny. Oznacza to, że wskaźnik jest zwiększany o przeczytaną liczbę bajtów. Funkcja `lseek` pozwala na dostęp swobodny dzięki temu, że pozwala zmienić pozycję wskaźnika na dowolną inną.

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

off_t lseek(int filedes, off_t offset, int start_flag);
```

- Argument *filedes* określa deskryptor pliku, którego operacja dotyczy. Argumenty *offset* i *start_flag* określają nową pozycję. Pozycja ta jest wyznaczana następująco: `offset` podaje liczbę bajtów, które trzeba dodać do pozycji początkowej określonej za pomocą `start_flag`. Argument `offset` może być dodatni (przesunięcie w kierunku końca pliku) lub ujemny (przesunięcie w kierunku początku pliku).
- Argument `start_flag` może przyjmować następujące wartości:

`SEEK_SET` lub 0	`offset` jest mierzony od początku pliku
`SEEK_CUR` lub 1	`offset` jest mierzony od bieżącej pozycji wskaźnika
`SEEK_END` lub 2	`offset` jest mierzony od końca pliku

Funkcja zwraca nową pozycję w pliku. W przypadku błędu zwraca -1.

- Argument *offset* w momencie otworzenia pliku ma wartość domyślną 0, o ile nie określono opcji `O_APPEND`.
- Przykład: odczytanie aktualnej pozycji w pliku o deskryptorze `fd`

```
off_t pozycja = lseek(fd,0,SEEK_CUR);
```

- Przykład: przesunięcie wskaźnika w pliku o 1024 bajty od początku pliku

```
off_t nowa_pozycja;
nowa_pozycja= lseek(fd,1024,SEEK_SET);
```

5.7.2 Skracanie pliku

```
#include <unistd.h>

int truncate(const char *pathname, off_t length)
int ftruncate(int filedes, off_t length)
```

- Funkcja `truncate` pozwala usunąć część wskazanego pliku, bez konieczności otwierania go. Parametr *length* wskazuje do jakiego rozmiaru w bajtach należy plik zmniejszyć.
- Funkcja f`truncate` działa podobnie, ale na otwartym pliku wskazanym za pomocą deskryptora.
- Funkcje zwracają 0 w przypadku sukcesu i -1 (z ustawieniem `errno`) przy niepowodzeniu.

5.7.3 Usuwanie pliku

```
#include <unistd.h>

int unlink(const char* pathname); // POSIX

#include <stdio.h>

int remove(const char* pathname); // ISO C
```

- Usunięcie pliku oznacza usunięcie pliku z katalogu i zmniejszenie licznika odwołań do pliku (przechowywanego w i-węźle). Miejsce na dysku zostaje zwolnione dopiero wtedy, kiedy zostanie usunięte ostatnie dowiązanie do tego pliku – licznik odwołań przyjmie wartość 0.
- Funkcja `unlink` usuwa pozycję we wskazanym katalogu odpowiadającą plikowi. Potrzebne jest do tego prawo pisania do katalogu. Jeśli operacje się powiedzie zwraca 0, w przeciwnym wypadku -1.
- Wywołanie `unlink` nie oznacza to, że natychmiast zostanie usunięty plik. Plik jest usuwany dopiero wtedy, kiedy licznik odwołań do niego przyjmie wartość 0 i plik nie będzie używany przez żaden proces.
- Przykład:

```
fd=open("/tmp/plik", O_CREAT|O_EXCL|O_TRUNC|O_RDWR,0000);
unlink("/tmp/plik");

... nadal można korzystać z pliku ...

close(fd); // zamknij plik, zwolnij miejsce na dysku
```

- Funkcja `remove` usuwa plik lub pusty katalog, w zależności od tego czym jest jej argument. Zwraca 0 jeśli powiedzie się, -1 w przeciwnym wypadku. Jest to funkcja standardowej biblioteki we-wy.

5.7.4 Dowiązywanie pliku i zmiana jego nazwy

```
#include <unistd.h>
int link(const char* existingpath, const char *newpath);
int rename(const char* oldname, const char *newname);
```

- Funkcja `link` tworzy dowiązanie do istniejącego pliku. Jest to dowiązanie twarde. Nowa nazwa (`newpath`) musi znajdować się w tym samym fizycznym systemie plików.
- Funkcja `rename` pozwala zmienić nazwę pliku na inną. Obydwie nazwy muszą znajdować się w tym samym fizycznym systemie plików. Jeśli istnieje plik o podanej nazwie, to przed wykonaniem zmiany nazwa ta zostanie usunięta.

Przykład

- Polecenie `mv` przesuwa plik do innego katalogu. Zakładamy, że jest ono wykonywane w tym samym systemie plików. Na przykład: `mv ./a.out ./bin/aplikacja.` Implementacja tego polecenia mogłaby wyglądać następująco, jeśli nie jest dostępna funkcja `rename`:

```
if (link("./a.out","./bin/aplikacja") == -1) {
   fprintf(stderr,"%s: link(2)\n",strerror(errno));
   abort();
}

if (unlink("./a.out") == -1) {
   fprintf(stderr,"%s: unlink(2)\n",strerror(errno));
   abort();
}
```

Problem: *operacja nie jest atomowa*, nie jest wykonywana jako jedna nieprzerywalna operacja. Rozwiązanie: wprowadzono funkcję `rename`. Patrz opis tej funkcji: `man 2 rename`.

5.8 Pliki tymczasowe

- Plik tymczasowy – plik tworzony na czas działania programu.
- Tworząc plik tymczasowy należy pamiętać o tym, że:
  - jednocześnie może być uruchomionych wiele programów i każdy z nich może tworzyć pliki tymczasowe,
  - prawa dostępu do pliku tymczasowego powinny być tak ustawione, aby nieautoryzowani użytkownicy nie mogli zmienić wykonywania programu drogą zmiany pliku tymczasowego lub jego zastąpienia innym,
  - nazwy plików tymczasowych powinny być tak generowane, aby nie można było nich z góry przewidzieć.
- Przykładowe funkcje tworzenia plików tymczasowych:

```
#include <stdlib.h>
char *mkstemp(char *template);
#include <stdio.h>
FILE *tmpfile(void);
```

- Funkcja `mkstemp` generuje nazwę tymczasowego pliku na podstawie podanego wzorca, tworzy i otwiera ten plik. Wzorzec budowany jest w ten sposób, że jako ostatnie 6 znaków nazwy wpisywany jest znak X. Ciąg ten zostanie zastąpiony przez funkcję unikatową sekwencją znaków. Funkcja zwraca deskryptor otworzonego pliku. Plik jest tworzony z prawami `0600` (`r` i `w` dla właściciela) - ostateczne prawa uwzględniają maskę i dostępem `O_EXCL`. .
- Funkcja `tmpfile` tworzy i otwiera plik tymczasowy, zwraca wskaźnik do pliku. Plik jest automatycznie odłączany, tak więc jest automatycznie usuwany wtedy, kiedy deskryptor zostanie zamknięty lub program się zakończy. Plik otrzymuje prawa "w+b".
- Przykład 1:

```
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int pisz_do_tymcz (char* bufor, size_t dlugosc) {
      char plik_tymcz_nazwa[] = "temp_file.XXXXXXX";
      int fd = mkstemp (plik_tymcz_nazwa); /* utworz plik tymczasowy */
      unlink (plik_tymcz_nazwa); /* odłącz plik tymczasowy */
      write (fd, &dlugosc, sizeof (dlugosc));
      write (fd, bufor, dlugosc);
      return fd;
}

char* czytaj_z_tymcz (int plik_tymcz, size_t* dlugosc) {
      char* bufor;
      int fd = plik_tymcz;
      lseek (fd, 0, SEEK_SET);
      read (fd, dlugosc, sizeof (*dlugosc));
      bufor = (char*) malloc (*dlugosc);
      read (fd, bufor, *dlugosc);
      close (fd); /* teraz plik tymczasowy zostanie usunięty */
      return bufor;
}
```

- Przykład 2.

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>

int main(int argc,char *argv[]) {
   FILE *tmpf = 0;
   char buf[128];

   if ( !(tmpf = tmpfile()) ) {
         fprintf(stderr,"%s: plik tymczasowy.\n",
         strerror(errno));
         abort();
   }

   fprintf(tmpf,"proces PID %ld zapisywal do pliku.\n",
               (long)getpid());
   fflush(tmpf);
   rewind(tmpf);
   fgets(buf,sizeof buf,tmpf);
   printf("Wczytalem: %s\n",buf);

   fclose(tmpf);
   return 0;
}
```

5.9 Zarządzanie deskryptorami plików

5.9.1 Tworzenie kopii deskryptora otwartego pliku

```
#include <unistd.h>

int dup(int oldfd);
int dup2(int oldfd, int newfd);
```

- Funkcja `dup` zwraca deskryptor związany z tym samym plikiem co *`oldfd`*. Jako wartość deskryptora wybiera *najmniejszą dostępną liczbę.* W przypadku niepowodzenia zwraca wartość -1.
- W funkcji `dup2` można dodatkowo określić wartość nowego deskryptora (argument *`newfd`*). Jeśli plik związany z tym deskryptorem jest już otwarty, najpierw zostanie zamknięty.

Przykład zastosowania – przeadresowanie

- Zadanie: w programie początkowo korzystamy ze standardowego wejścia, po pewnym czasie chcemy przełączyć standardowe wejście na czytanie z pliku.

Metoda 1: `close` i `open`

Korzystamy z tego, że podczas otwierania pliku jest mu przypisywany najniższy dostępny deskryptor.

```
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
   int fd ;
   char wiersz[100];

   /* czytaj i drukuj trzy wiersze: domyslne przypisanie stdin */
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );

   /* przeadresuj wejscie */
   close(0);
   fd = open("dane.txt", O_RDONLY);

   if ( fd != 0 ){
     fprintf(stderr,"Nie udalo sie otworzyc pliku jako fd 0\n");
     exit(1);
   }

   /* czytaj i drukuj trzy wiersze: stdin przypisane do pliku*/
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );

   return 0;
}
```

Metoda 2: `open ..close ..dup ..close`

```
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
   int fd,nfd ;
   char wiersz[100];

   /* czytaj i drukuj trzy wiersze: domyslne przypisanie stdin */
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );

   /* przeadresuj wejscie */
   fd = open("dane.txt", O_RDONLY);
   close(0);

   nfd=dup(fd);
   if ( nfd != 0 ){
         fprintf(stderr,"Nie udalo sie otworzyc pliku jako fd 0\n");
         exit(1);
    }
   close(fd);

   /* czytaj i drukuj trzy wiersze: stdin przypisane do pliku */
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
   return 0;
}
```

Metoda 3: `open .. dup2 ..close`

```
    #include <stdio.h>
    #include <fcntl.h>
    #include <unistd.h>
    #include <stdlib.h>

    int main()
    {
    int fd,nfd ;
    char wiersz[100];

    /* czytaj i drukuj trzy wiersze: domyslne przypisanie stdin */
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );

    /* przeadresuj wejscie */
    fd = open("dane.txt", O_RDONLY);
    nfd=dup2(fd,0);
    if ( nfd != 0 ){
       fprintf(stderr,"Nie udalo sie otworzyc pliku jako fd 0\n");
       exit(1);
    }
    close(fd);

    /* czytaj i drukuj trzy wiersze: stdin przypisane do pliku */
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
    fgets( wiersz, 100, stdin ); printf("%s", wiersz );
    return 0;
}
```