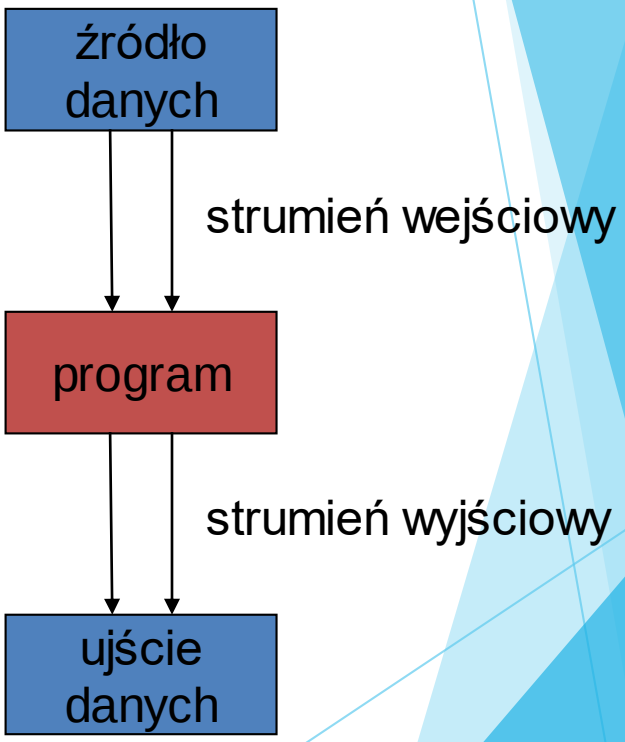
Kurs języka C++

11. Strumienie

SPIS TREŚCI

STRUMIENIE

- Strumień to obiekt kontrolujący przepływ danych.
- Strumień wejściowy transportuje dane do programu.
- Strumień wyjściowy transportuje dane poza program.
- Strumienie dzielimy na:
  - wejściowe i wyjściowe,
  - binarne i tekstowe.



OBIEKTY STRUMIENI W BIBLIOTECE STANDARDOWEJ

- Klasy zdefiniowane w bibliotece `<iostream>` są szablonami.
- Klasa `istream` to strumień wejściowy będący instancją szablonu klasy `basic_istream<char>`.
- Klasa `ostream` to strumień wyjściowy będący instancją szablonu klasy `basic_ostream<char>`.

STRUMIENIE W BIBLIOTECE STANDARDOWEJ

- Biblioteka ze strumieniami we/wy ogólnego przeznaczenia to `<iostream>`.
- Biblioteka ze strumieniami we/wy przeznaczona do operacji na plikach to `<fstream>`.
- Biblioteka ze strumieniami we/wy przeznaczona do operacji na obiektach klasy `string` to `<sstream>`.
- Strumienie tekstowe zdefiniowane w `<iostream>` (pracujące na danych typu `char`) związane ze standardowym we/wy to:
  - `cin` – standardowe wejście (zwykle klawiatura),
  - `cout` – standardowe wyjście (zwykle ekran),
  - `clog` – standardowe wyjście dla błędów (zwykle ekran),
  - `cerr` – niebuforowane wyjście dla błędów,
- `wcin`, `wcout`, `wclog`, `wcerr` – strumienie analogiczne do powyższych, ale pracujące na danych typu `wchar_t`.

OPERATORY >> I << (WYJMOWANIA ZE I WSTAWIANIA DO STRUMIENIA)

- Dla strumieni wejściowych pracujących w trybie tekstowym został zdefiniowany operator >> wyjmowania danych ze strumienia.
- Dla strumieni wyjściowych pracujących w trybie tekstowym został zdefiniowany operator << wstawiania danych do strumienia.
- Operatory >> i << zawsze zwracają referencję do strumieni na których pracują, dlatego operatory te można łączyć kaskadowo przy czytaniu lub pisaniu.
- Operatory >> i << automatycznie dokonują konwersji z danych tekstowych na binarne i na odwrót.
- Należy pamiętać o priorytecie operatora >> i << gdy używa się wyrażeń. Przykład:

```
cerr << (a*x+b) << endl;
```

OPERATOR STRUMIENIOWY << DO PISANIA

- ```
  int i = 7;
  std::cout << i << endl;
  // wyjście: 7
  ```
- ```
  std::string s = ”Abecadło”;
  std::cout << s << endl;
  // wyjście: Abecadło
  ```
- ```
  std::bitset<10> flags(7);
  std::cout << flags << endl;
  // wyjście: 0000000111
  ```
- ```
  std::complex<float> c(3.1,2.7);
  std::cout << c << endl;
  // wyjście: (3.1,2.7)
  ```

OPERATOR STRUMIENIOWY >> DO CZYTANIA

- ```
  int i = 0;
  std::cin >> i;
  // wejście: odczytanie wartości int
  ```
- ```
  std::string s;
  std::cin >> s;
  // wejście: odczytanie napisu
  string
  ```
- ```
  double d = 0.0;
  std::complex<double> c;
  std::cin >> d >> c;
  // wejście: sekwencyjne odczytanie
  // liczby rzeczywistej i zespolonej
  ```
  ```

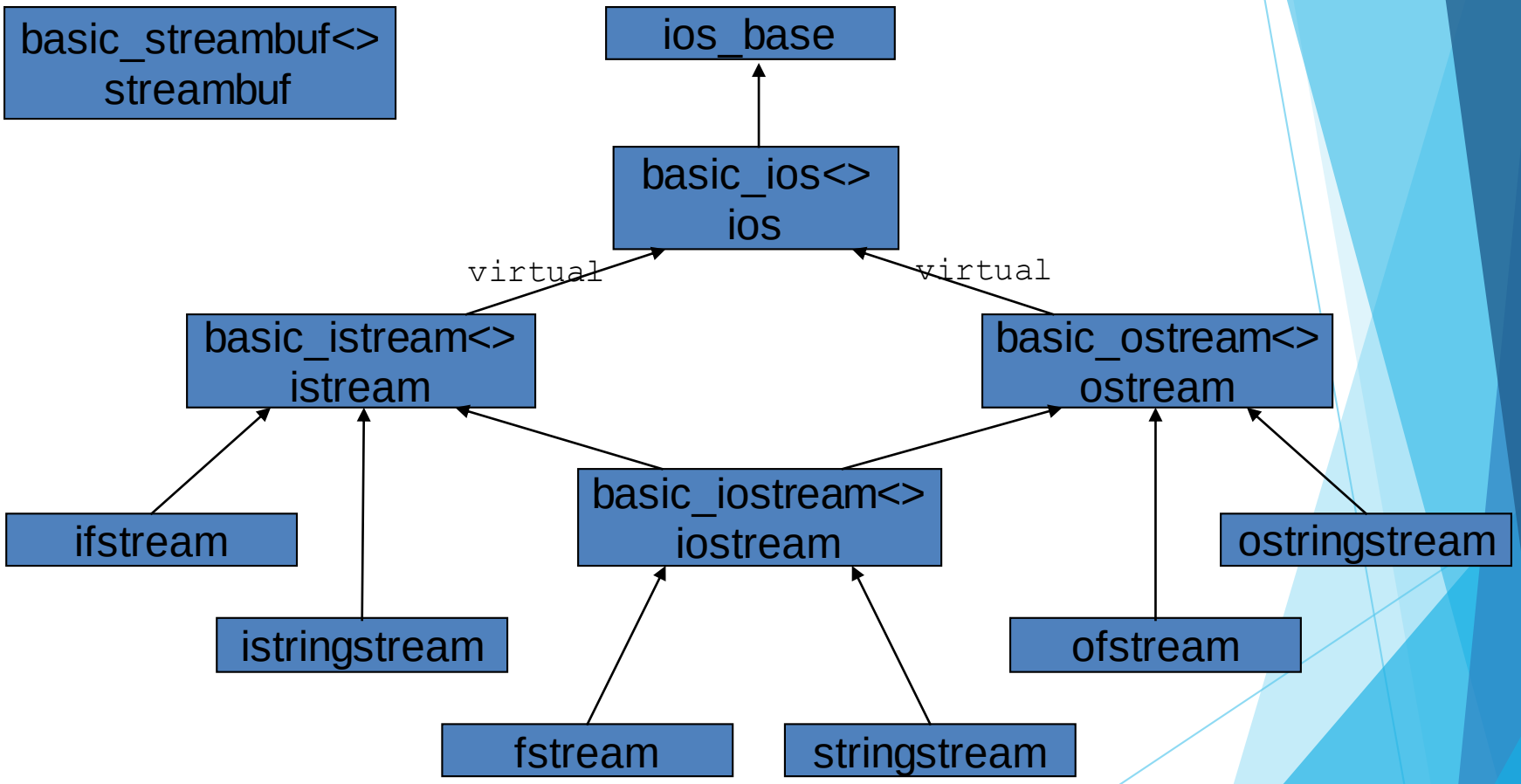
OPERATORY STRUMIENIOWE >> I << ZDEFINIOWANE PRZEZ UŻYTKOWNIKA

- Dla typów zdefiniowanych przez użytkownika można zdefiniować własne operatory wstawiania do i wyjmowania ze strumienia:

```
class Typ {…};
// operator wyjmowania ze strumienia
istream& operator >> (istream &os, Typ &x);
// operator wstawiania do strumienia
ostream& operator << (ostream &os, const Typ &x);
```

- Należy pamiętać o zwróceniu referencji do strumienia, na którym się pracuje.
- Operatorów wstawiania do i wyjmowania ze strumienia nie dziedziczy się.
- Operatory wstawiania do i wyjmowania ze strumienia nie mogą być wirtualne.

HIERARCHIA KLAS STRUMIENIOWYCH REALIZUJĄCYCH OPERACJE WE/WY



STEROWANIE FORMATEM

- Podczas operacji na strumieniu używane są pewne domniemania dotyczące formatu danych – domniemania te zapisane są w strumieniu we fladze stanu formatowania.
- Klasa w której umieszczono flagę stanu formatowania to `ios_base` – typ takiej flagi to `fmtflags`.

STEROWANIE FORMATEM

- Flagi odpowiadające za sposób formatowania:
  - ignorowanie białych znaków `skipws`;
  - justowanie `left`, `right`, `internal` (maska `adjustfield`);
  - pełne nazwy boolowskie `boolalpha`;
  - reprezentacja liczb całkowitych `dec`, `oct`, `hex` (maska `basefield`);
  - uwidocznienie podstawy reprezentacji `showbase`;
  - kropka dziesiętna `showpoint`;
  - duże litery w liczbach `uppercase`;
  - znak + w liczbach dodatnich `showpos`;
  - reprezentacja liczb rzeczywistych `scientific`, `fixed` (maska `floatfield`);
  - buforowanie `unibuf`.

STEROWANIE FORMATEM

- Zmianę reguł formatowania dokonuje się następującymi metodami:

```
fmtflags flags () const;
fmtflags flags (fmtflags fls);
fmtflags setf (fmtflags fl);
fmtflags setf (fmtflags fl, fmtflags mask);
fmtflags unsetf (fmtflags fl);
streamsize width () const;
streamsize width (streamsize w);
streamsize precision () const;
streamsize precision (streamsize p);
```

- Uwaga – metoda `width(w)` ma działanie jednorazowe.
- Przykłady:

```
fmtflags f = cout.flags();
cout.unsetf(ios::boolalpha);
cout.setf(ios::showpos|ios::showpoint);
cout.setf(ios::hex,ios::basefield);
…
cout.flags(f);
```

MANIPULATORY

- Manipulatory, zdefiniowane w pliku zagłówkowym `<iomanip>` to specjalne obiekty, które można umieścić w strumieniu za pomocą operatorów >> albo <<, które powodują zmianę reguł formatowania lub inne efekty uboczne na strumieniu.
- Standardowe manipulatory bezargumentowe:
  `endl, ends,`
  `hex, dec, oct,`
  `fixed, scientific,`
  `left, right, internal,`
  `skipws, noskipws, ws,`
  `boolalpha, noboolalpha,`
  `showpoint, noshowpoint,`
  `showpos, nowhowpos,`
  `showbase, noshowbase,`
  `uppercase, nouppercase,`
  `unitbuf, nounitbuf,`
  `flush.`

MANIPULATORY

- Standardowe manipulatory sparametryzowane:
  `setw(int),`
  `setprecision(int),`
  `setfill(char),setfill(wchar_t),`
  `setiosflags(fmtflags),`
  `resetiosflags(fmtflags).`
- Przykłady:
  ```
  cout << setiosflags(ios_base::boolalpha);
  ```

MANIPULATORY

- Własne manipulatory bezparametrowe definiuje się w postaci funkcji.
- Przykład:

```
inline ostream& tab (ostream &os)
{
    return os << ”\t”;
}
…
cout << ”x:” << tab << tab << x << endl;
```

MANIPULATORY

- Własne manipulatory sparametryzowane definiuje się w postaci klas:
  - klasa ta musi posiadać konstruktor tworzący chwilowy obiekt manipulatora,
  - oraz zaprzyjaźniony operator strumieniowy >> albo << używający obiektu naszej klasy.
- Przykład:

```
struct liczba {
     int wart, podst;
     friend ostream& operator <<
       (ostream &os, const liczba &licz)
     { /* … */ }
public:
     liczba (int wart, int podst)
       : wart(w), podst(p)
     {}
};
…
cout << ”y = ” << liczba(y,7) << endl;
```

NIEFORMATOWANE OPERACJE WE/WY

- Formatowane operacje we/wy przeprowadzane są za pośrednictwem operatorów >> i <<, które przekształcają dane z postaci tekstowej na binarną (czytanie) albo z postaci binarnej na tekstową (pisanie).
- Są jednak sytuacje, gdy formatowanie nie jest nam potrzebne…
- Nieformatowane operacje we/wy są umieszczone w klasach `istream` i `ostream` (oraz uzupełnione kilkoma funkcjami składowymi w klasie `iostream`).

NIEFORMATOWANE CZYTANIE (WYJMOWANIE ZE STRUMIENIA)

- Funkcje składowe wyjmujące po jednym znaku:
  `istream& get(char&);` – w przypadku końca strumienia strumień przechodzi w stan błędu
  `int get();` – w przypadku końca strumienia funkcja zwraca wartość EOF (o wartości -1).
- Przykłady użycia:

```
char a, b, c;
cin.get(a).get(b).get(c);
…
char z;
while (cin.get(z)) {…}
…
char z;
while ((z=cin.get()) != EOF) {…}
```

NIEFORMATOWANE CZYTANIE (WYJMOWANIE ZE STRUMIENIA)

- Funkcje składowe wyjmujące wiele znaków:
  `istream& get(char *gdzie, streamsize ile, char ogr='\n');` – gdy w trakcie czytania znaków zostanie napotkany ogranicznik, to czytanie będzie przerwane (znak ogranicznika pozostanie w strumieniu)
  `istream& getline(char *gdze, streamsize ile, char ogr='\n');` – gdy w trakcie czytania znaków zostanie napotkany ogranicznik, to czytanie będzie przerwane (znak ogranicznika zostanie usunięty ze strumienia)
- Po zakończeniu czytania powyższe funkcje dopiszą na końcu danych bajt zerowy `'\0'` poprawnie kończący C-string (wczytanych zostanie więc maksymalnie `ile-1` znaków).

NIEFORMATOWANE CZYTANIE (WYJMOWANIE ZE STRUMIENIA)

- Funkcje zewnętrzna wyjmująca wiele znaków to: `istream& std::getline(isteram &we, string &wynik, char ogr='\n');` – funkcja ta nie ma limitu na liczbę wczytywanych znaków (znak ogranicznika zostanie usunięty ze strumienia).
- Przykład użycia:

```
string s;
while (getline(cin,s)) {…}
```

NIEFORMATOWANE CZYTANIE (WYJMOWANIE ZE STRUMIENIA)

- Do binarnego czytania danych służą funkcje składowe:
  `istream & read(char *gdzie, streamsize ile)` – funkcja wczytuje blok znaków (gdy brakuje danych strumień przechodzi w stan błędu)
  `streamsize readsome (char *gdzie, streamsize ile)` – funkcja wczytuje blok znaków (gdy brakuje danych strumień nie zmienia stanu)
  `istream & ignore(streamsize ile=1, int ogr=EOF)` – funkcja pomija blok znaków
  `streamsize gcount()` – funkcja mówi, ile znaków zostało wyciągniętych za pomocą ostatniej operacji czytania nieformatowanego
  `int peek ()` – funkcja pozwala podglądnąć następny znak w strumieniu
  `istream & putback(char)` – funkcja zwraca do strumienia jeden znak
  `istream & unget()` – funkcja zwraca do strumienia ostatnio przeczytany znak

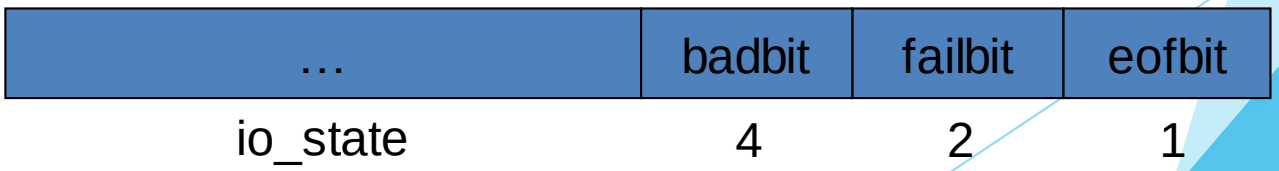
NIEFORMATOWANE PISANIE (WSTAWIANIE DO STRUMIENIA)

- Wstawianie do strumienia realizuje się za pomocą dwóch funkcji składowych:
  `ostream & put(char)` – funkcja ta wstawia do strumienia jeden znak
  `ostream & write(const char *skąd, streambuf ile)` – funkcja ta wstawia do strumienia wiele znaków
- Przykłady użycia:

```
char napis[] = "jakiś napis";
for (int i=0; napis[i]; ++i)
    cout.put(i?' ':'-').put(napis[i]);
…
ofstream plik = …;
double e = 2.718281828459;
plik.write(reinterpret_cast<char*>(&e), sizeof(e));
```

BŁĘDY W STRUMIENIACH

- W klasie `ios` mamy zdefiniowane narzędzia do kontrolowania poprawności operacji na strumieniach i sprawdzania stanu strumienia.
- W każdym strumieniu znajduje się flaga stanu strumienia (zdefiniowana w klasie `ios_base`).
- Flaga stanu strumienia składa się z trzech bitów:
  `eofbit` – flaga ta jest ustawiana, gdy osiągnięto koniec strumienia
  `failbit` – flaga ta jest ustawiana, gdy nie powiodła się operacja we/wy
  `badbit` – flaga ta jest ustawiana, gdy nastąpiło poważne uszkodzenie strumienia



BŁĘDY W STRUMIENIACH

- Funkcje do pracy z flagami błędów w strumieniach:
  `bool good()` – zwraca `true`, gdy żadna flaga błędu nie jest ustawiona
  `bool eof()` – zwraca `true`, gdy został osiągnięty koniec strumienia i jest ustawiona flaga `ios::eofbit`
  `bool fail()` – zwraca `true`, gdy strumień jest w stanie błędu, czyli jest ustawiona flaga `ios::failbit` lub `ios::badbit`
  `bool bad()` – zwraca `true`, gdy strumień jest poważnie uszkodzony i jest ustawiona flaga `ios::badbit`

BŁĘDY W STRUMIENIACH

- W obsłudze błędów w strumieniach przydatne są też operatory zdefiniowane w klasie `ios`:
  `operator bool() const` – operator ten zwraca wartość niezerową, gdy `!fail()`
  `bool operator ! () const` – operator ten zachowuje się tak jak funkcja `fail()`
- Przykłady użycia:

```
if (! cin) cout << "błąd" << endl;
…
if (cin) cout << "ok" << endl;
```

BŁĘDY W STRUMIENIACH

- Istnieje kilka funkcji składowych do ustawiania i kasowania flag błędu:
  `io_state rdstate ()` – funkcja zwraca flagę błędu strumienia
  `void clear (io_state = ios::goodbit)` – funkcja zastępuje flagę błędu strumienia inną wartością
  `void setstate (io_state)` – funkcja dopisuje flagę błędu do flagi strumienia
- Przykłady użycia:

```
if (plik.rdstate()&ios::failbit)
     cout << "failbit jest ustawiona" << endl;
…
cin.clear(ios::eofbit);
…
cin.setstate(ios::failbit);
```

BŁĘDY W STRUMIENIACH

- Strumień można zmusić do zgłaszania wyjątków w pewnych sytuacjach za pomocą funkcji `exceptions()`:
  `void exceptions (io_state)`
- Argument funkcji `exceptions()` określa, flagi dla których ma być zgłoszony wyjątek `ios_base::failure`.
- Gdy chcemy sprawdzić na jakie flagi strumień będzie reagował wyjątkiem, należy użyć innej funkcji `exceptions()`:
  `io_state exceptions (void) const`
- Przykład użycia:
  `plik.exceptions(ios::failbit | ios::badbit);`

STRUMIENIE ZWIĄZANE Z PLIKAMI

- Typy strumieni plikowych: `ifstream`, `ofstream`, `fstream`.
- Strumienie te są zadeklarowane w pliku nagłówkowym `<fstream>`.
- Strumień plikowy należy na początku otworzyć metodą `open()` a na końcu zamknąć metodą `close()`.
- Strumień plikowy można otworzyć w konstruktorze. Przykład:

```
ifstream plik("dane.txt");
```

STRUMIENIE ZWIĄZANE Z PLIKAMI

- Przy otwieraniu strumienia należy podać tryb otwarcia.
- Możliwe tryby otwarcia strumienia to:
  `in` – do czytania
  `out` – do pisania
  `ate` – ustawienie głowicy na końcu pliku
  `app` – do dopisywania
  `trunc` – skasowanie starej treści
  `binary` – tryb binarny (domyślnie jest tryb tekstowy)
- Przykład:

```
string nazwa = "dane.txt";
ofstream plik(nazwa.c_str(), ios::app|ios::bin);
```

STRUMIENIE ZWIĄZANE Z ŁAŃCUCHAMI

- Typy strumieni łańcuchowych: `istringstream`, `ostringstream`, `stringstream`.
- Strumienie te są zadeklarowane w pliku nagłówkowym `<sstream>`.
- Strumienie łańcuchowe przechowują jako składową obiekt klasy `string`.

STRUMIENIE ZWIĄZANE Z ŁAŃCUCHAMI

- Strumień łańcuchowy do pisania `ostringstream` gromadzi dane w łańcuchu znakowym.
- Można go zainicjalizować jakąś wartością początkową i trybem. Przykłady:

```
ostringstream wy1;
ostringstream wy2("jakiś tekst",
ios::app);
```

- Ze strumienia łańcuchowego do pisania `ostringstream` można wyciągnąć bieżącą zawartość łańcucha za pomocą funkcji `str()`:

```
string str () const
```

STRUMIENIE ZWIĄZANE Z ŁAŃCUCHAMI

- Strumień łańcuchowy do czytania `istringstream` udostępnia dane z łańcucha znakowego.
- Można go zainicjalizować jakąś wartością początkową. Przykłady:

```
istringstream we1;
istringstream we2("jakiś tekst");
```

- Strumień łańcuchowy do czytania `istringstream` można reinicjalizować nowym łańcuchem za pomocą funkcji `str()`:

```
void str (const string &)
```

SYNCHRONIZACJA STRUMIENI

- Synchroniczną pracę strumieni uzyskuje się dzięki wiązaniu strumieni za pomocą funkcji składowej `tie()` zdefiniowanej w `ios_base`:
  ```
  ostream* ios_base::tie (ostream*)
  ostream* ios_base::tie ()
  ```
- Można wiązać dowolny strumień z jakimś jednym strumieniem wyjściowym.
- Efektem wiązania jest opróżnienie bufora związanego strumienia wyjściowego przed operacją na danym strumieniu.
- Aby zerwać dotychczasowe powiązanie należy na strumieniu wywołać metodę `tie(nullptr)`.
- Strumienie standardowe `cin` i `cerr` są powiązane ze strumieniem `cout`.

PROBLEMY Z BIBLIOTEKĄ <CSTDIO>

- Wady funkcji `printf()` i `scanf()` z biblioteki `<cstdio>`:
  - zmienna liczba argumentów (kompilator tego nie skontroluje),
  - mało czytelna semantyka tych funkcji (przynajmniej na początku),
  - brak eleganckiego sposobu na wczytywanie i wypisywanie obiektów typów zdefiniowanych przez użytkownika,
  - analiza wzorca i zawartych w nim znaczników (rozpoczynających się od znaku procenta) jest wykonywana dopiero w trakcie działania programu.
- Strumienie `cin`, `cout`, `clog` i `cerr` nie mają żadnych powiązań ze strumieniami `stdin`, `stdout` i `stderr` (za wyjątkiem tych samych deskryptorów plików).
- Aby strumienie standardowe z biblioteki `<iosteam>` dobrze współdziałały ze strumieniami standardowymi z biblioteki `<cstdio>` należy wywołać funkcję `sync_with_stdio()`:

```
bool ios_base::sync_with_stdio(bool sync=true)
```

BUFORY

- Bufor to magazyn na dane, do którego można pisać i z którego można czytać określone wartości sekwencyjnie.
- Bufory są wykorzystywane przez obiekty strumieniowe do transferu danych do przedmiotowych magazynów.
- Bufor znakowy `streambuf` jest zdefiniowany w bibliotece `<streambuf>`.
- Funkcja `basic_streambuf<>* rdbuf ()` pozwala na pobranie adresu obiektu bufora związanego ze strumieniem a ustanowienie nowego bufora w strumieniu jest możliwe za pomocą funkcji `basic_streambuf<>* rdbuf (basic_streambuf<>*)`.
- Wskaźnik na bufor w strumieniu nie może być pusty.