Inne — *darmowe*! — kompilatory języka C *działające m.in. po systemem WINDOWS:*

IDE (ang. *integrated development environment*) **działające online** [*nie trzeba niczego instalować!*]:

https://www.onlinegdb.com

Wielosystemowe IDE dla C/C++: **„CLion”** (*dostępne za darmo dla posiadaczy konta email w domenie* ***uj.edu.pl***):

https://www.jetbrains.com/student/

Poprzedni wykład [*1.12.2020*] :

- Wskaźniki i tablice; wskaźniki jako argumenty funkcji
- Arytmetyka adresów
- Funkcje operujące na *wskaźnikach znakowych*
- *Wskaźniki plikowe* (`FILE *`), *funkcje* `fopen` i `fclose`
- ***Funkcje o zmiennej liczbie argumentów***

Wskaźniki i tablice *(esencja ...)*

Po deklaracjach:

```
double x[100], *px;  int i=7;
```

i przypisaniu: `px = &x[0];` [*lub równoważnie*: `px = x;`]

poprawne (*i równoważne!*) będą wyrażenia:

```
x[i]    *(px+i)    *(x+i)    px[i]
```

oraz instrukcje: `px++; px += i;` itp. [*arytmetyka wskaźników…*]

Niepoprawne będą: `x++;` `x+=i;` itp. [*... **nie jest dla tablic!***]

[*Po przekazaniu jako argument funkcji, np.:* `my_fun(char *s);` *parametr działa (wewnątrz funkcji) już jak **zwyczajny wskaźnik**, również po wywołaniu dla stałej:* `my_fun("Stały Napis");`]

Operacje plikowe *(przypomnienie podstaw)*

Czytamy liczbę całkowitą z *pliku tekstowego*:

```
FILE *dane;
dane = fopen("../mojplik.txt","r");
fscanf(dane,"%d",&N);
fclose(dane);
```

`fopen`(*nazwa*, *tryb*) — wiąże *wskaźnik plikowy* z *plikiem dyskowym*;
tryby otwarcia: `"r"` — odczyt, `"w"` — zapis, `"a"` — dopisywanie; *ponadto*: `"r+"`, `"w+"`, `"a+"` — jednoczesne czytanie i pisanie po tym samym pliku.

Dla ***plików binarnych*** — dodajemy literę `b` w *trybie otwarcia*:
`"rb"`, `"wb"`, `"r+b"`, `"a+b"`, itp.

[*Więcej:* https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c_file_io.htm]

Obok funkcji *formatowanego wejścia/wyjścia* (`fprintf`, `fscanf`), w przypadku ***plików tekstowych*** mamy do dyspozycji także funkcje tzw. *wierszowego wejścia/wyjścia*:

```
fgets(napis, rozmiar, plik)
fputs(napis, plik)
```

W obu funkcjach, *pierwszym argumentem* jest *tablica znakowa* (lub wskaźnik `char *`) zaś ostatnim *wskaźnik plikowy*.

Drugi argument `fgets` (typu int) to *maksymalna l.znaków, które mogą zostać wczytane* ***powiększona o 1*** [na ogół podajemy tutaj rozmiar tablicy *`napis`*, aby uniknąć błędu naruszenia ochrony pamięci].

Dla ***plików binarnych*** działa *wejście/wyjście znakowe* (makra: `getc`, `putc`), istnieje także możliwość „*hurtowego*” transferu danych np. *z pliku do tablicy*:

```
FILE *plik=fopen("myfile.dat","rb");
double X[100];  int N;

N=fread(X, sizeof(double), 100, plik);  /* <== */
fclose(plik);
```

Pierwszy z parametrów `fread` to wskaźnik (`void *`), drugim jest ***rozmiar komórki pamięci***, trzecim — *l.elementów* do wczytania, a ostatnim — *wskaźnik plikowy*. [***Wartość zwracana*** *— to liczba faktycznie wczytanych elementów.*]

Identyczny zestaw parametrów ma *komplementarna* (do `fread`) funkcja `fwrite`.

Obliczając *rozmiar komórki pamięci* użyliśmy **operatora `sizeof`**, który (*w standardzie ANSI C*) może pojawić się w dwóch formach:

`sizeof` *obiekt* lub `sizeof(` *nazwa-typu* `)`

gdzie ***obiekt*** to ***zmienna skalarna***, ***tablica*** *lub* ***struktura*** (=> ***rozmiar obiektu musi być ustalony w momencie kompilacji !***).

Przykładowo, stała 100 podana jako trzeci argument `fwrite` (*l.elementów do wczytania*) może być zastąpiona przez wyrażenie:

```
sizeof X / sizeof(double)
sizeof X / sizeof X[0]          /* <=== */
```

[*Operator* `sizeof` *zwraca liczbę całkowitą typu* `size_t`, *który jest zdefiniowany w nagłówku* `<stddef.h>`.]

Jeśli używamy ***niskopoziomowych*** funkcji `fread`, `fwrite` (np. czytając/pisząc do *pliku tyczasowego* — o trybie dostępu *"wb+"* — otwartego funkcją `tmpfile()` z biblioteki standardowej) zwykle będziemy również używać funkcji

`rewind(` *plik* `);`

która „*przewija*" plik do początku, lub — bardziej uniwersalnej:

`fseek(` *plik, przesunięcie, punkt—odniesiena* `);`

gdzie *przesunięcie* podajemy w bajtach [*tutaj często przydaje się operator* ***sizeof*** *...*], zaś *punkt—odniesienia* można zdefiniować wybierając ***jedną z trzech wartości***:

`SEEK_SET` — *początek pliku*

`SEEK_CUR` — *bieżąca pozycja w pliku*

`SEEK_END` — *koniec pliku*

Przykładowo: `fseek(f, 0, SEEK_SET);`

będzie *równoważne* wywołaniu `rewind(f);` a z kolei:

```
fseek(f, 0, SEEK_END);
```

— oznacza przesunięcie na koniec pliku.

[*Więcej:* http://man7.org/linux/man-pages/man3/fseek.3.html]

Z operacjami wejścia/wyjścia często wiąże się potrzeba ***wywoływania poleceń systemowych***.

W systemach UNIX/LINUX służy do tego celu funkcja:

`system(` *polecenie* `)`

zdefiniowana w nagłówku `<stdlib.h>`

Przykładowo, instrukcja: `system(”date”);`
wyświetli aktualną *datę i czas* na standardowe wyjście.

Dynamiczny przydział pamięci

W języku ANSI C rozmiary tablic muszą być ***zadane jako stałe*** lub ***wyrażenia stałe***, np.:

```
int tab[100];    double X[3*3+7];
```

nieco innym (*ale tylko pozornie…*) sposobem jest *inicjacja tablicy* z użyciem obiektu o rozmiarze znanym w chwili kompilacji:

```
char s[] = "Napis";    int numbers[] = {1,2,3,4,5};
```

W przypadku, kiedy rozmiar tablicy jest ***wynikiem obliczeń*** niemożliwych (lub *niewygodnych*) do wykonania przed uruchomieniem programu (a nie chcemy *marnować pamięci* tworząc *na zapas* bardzo duże tablice …)

==> stosujemy tzw. ***dynamiczny przydział pamięci***.

Przykładowa sekwencja poleceń:

```
int N;
double *tab;
scanf("%d",&N);
tab = (double*)malloc(N * sizeof(double));
if (NULL == tab) {
   printf("Nie udalo sie …\n"); return 1;
}
```

tworzy tablicę `N` liczb typu `double` (gdzie `N` jest czytane ze standardowego wejścia) i wiąże ją ze wskaźnikiem `tab`.

Zamiast funkcji `malloc` można też użyć:

```
tab = (double*)calloc(N, sizeof(double));
```

— funkcja `calloc` dodatkowo ***zeruje*** tworzoną tablicę.

Kiedy zachodzi potrzeba **zwolnienia pamięci** używamy:

```
free(tab);
```

Zmiana wielkości już przydzielonej tablicy (*bez zerowania!*):

```
tab = realloc( tab, nowy-rozmiar );
```

Należy pamiętać, że po dynamicznym przydziale pamięci `tab` ***pozostaje wskaźnikiem*** (<=> *nie staje się tablicą!*),
a zatem np. działać będzie operator zwiększania: `tab++`
[*ze wszystkimi tego **konsekwencjami** …*]

Z kolei operator: `sizeof tab` obliczy po prostu ***rozmiar wskaźnika*** (na ogół: *4 bajty …*).

Zilustrowane powyżej pewne rozmycie różnicy pomiędzy tablicą a wskaźnikiem stanowi przesłankę, aby dynamicznej alokacji nie nadużywać, kiedy nie jest ona konieczna.

Przykład — ***tablica trójkątna*** do przechowywania współczynników dwumianu Newtona:

```
#define N_MAX 1000;
int j, n, *newt[N_MAX+1]; /* tablica wskaźników */

printf("Podaj n: \n");
scanf("%d",&n);
for (j=0; j<=n; j++) {
   newt[j] = (int*)calloc(j+1, sizeof(int));
   if ( NULL == newt[j] ) return 1;
}
/*  … Obliczenia  ==>  ĆWICZENIE!  */
```

Tablice wskaźników

Wskaźniki są także zmiennymi — mogą być przechowywane w tablicach. *W ostatnim przykładzie — tablica wskaźników pojawiła się jako* ***realizacja tablicy dwuwymiarowej****.* [==> **c.d.n.**]

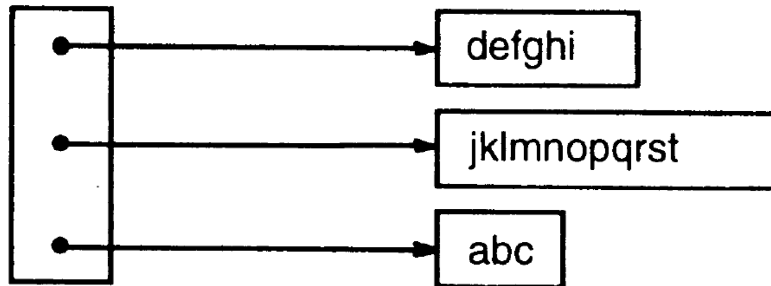
Znacznie częściej, tablice wskaźników przydają się w sytuacji, gdy chcemy ***wprowadzić porządek*** w zbiorze pewnych obiektów (= *posortować ten zbiór*), bez faktycznego przemieszczania ich w pamięci komputera:

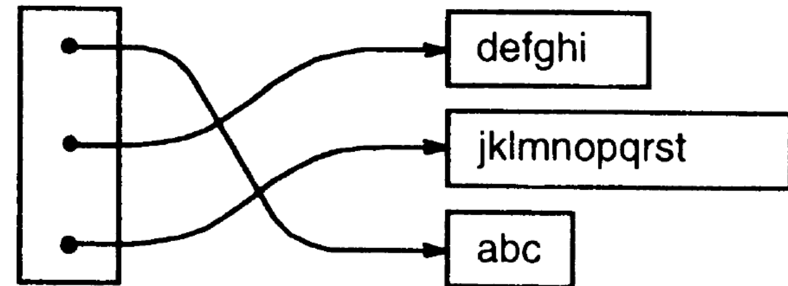
=> ***wystarczy wówczas jedynie uporządkować (według przyjętej reguły) odpowiednie wskaźniki w tablicy*** (!)

[*Kilka tablic: pozwoli wprowadzić kilka różnych uporządkowań na raz …*]

Rozważymy teraz przykład ***porządkowania wierszy tekstu***.

*Możliwość przemieszczania samych wskaźników **eliminuje problemy**: (i) zarządzania pamięcią oraz (ii) kosztów przesuwania wierszy tekstu.*





Proces porządkowania można podzielić na 3 etapy:

- *przeczytaj wiersze z wejścia*
- *uporządkuj je (np. alfabetycznie)*
- *wypisz uporządkowane wiersze*

Program do ***porządkowania wierszy*** dzielimy na funkcje, spośród których 3 — *dostępne dla funkcji* `main` — będą realizować:

1. Wczytywanie (*oraz liczenie!*) kolejnych wierszy; z jednoczesnym *budowaniem tablicy wskaźników*
2. Porządkowanie *alfabetyczne napisów (za pośrednictwem utworzonej tablicy wskaźników)*
3. Wypisywanie ustalonej wcześniej liczby wierszy wskazywanych przez *kolejne wskaźniki w tablicy*.

Funkcja wejściowa (*por.* pkt.1) w praktyce będzie pracować z *ograniczoną liczbą wierszy*; może zatem zwrócić np. `-1` aby zasygnalizować *zbyt dużą ilość danych*.

```
/* Porządkowanie wierszy: Wersja 1 – "bez malloc" */
/* wg Kernighan-Ritchie, 1994 */

#include <stdio.h>
#include <string.h>

#define ALLOCSIZE 500000L  /* potrzebna pamiec */
#define MAXLINES 10000  /* maks. liczba wierszy */

char *lineptr[MAXLINES];

int readlines(char *lineptr[], int maxlines);
void writelines(char *lineptr[], int nlines);

void qsortlines(char *lineptr[], int left, int right);
```

```
int main()
{
  int nlines;

  if ((nlines = readlines(lineptr, MAXLINES)) >= 0) {
    qsortlines(lineptr, 0, nlines-1);

    fprintf(stderr, "==> PO SORTOWANIU: <==\n");
    writelines(lineptr, nlines);
    return 0;
  }
  else {   /* stderr: pisze ZAWSZE na ekran! */
    fprintf(stderr, "ERROR: INPUT TOO BIG TO SORT\n");
    return 1;
  }
}
```

Funkcja ***wypisująca wiersze*** adresowane przez kolejne wskaźniki w tablicy (`lineptr[0], …, lineptr[nlines-1]`):

```
void writelines(char *lineptr[], int nlines)
{
   while (nlines-- > 0)
      printf("%s\n", *lineptr++);
   /* ==> Po każdej linii – dopisujemy '\n'! */
}
```

[W 2. argumencie printf mamy z synonim: *nazwa tablicy wskaźników* to jednocześnie *wskaźnik do wskaźnika* do 1. znaku 1.wiersza!]

Dla porównania: elementarna wersja tej samej funkcji:

```
void writelines(char *lineptr[], int nlines)
{
   int j;

   for (j=0; j<nlines; j++)
      printf("%s\n", lineptr[j]);
   /* ==> Po każdej linii — dopisujemy '\n'! */
}
```

Dalej — ***funkcja czytająca wiersze***:

```c
int readlines(char *lineptr[], int maxlines)
{
  static char text[ALLOCSIZE];  /* tablica statyczna! */
  int c, nlines=0;
  long j=0;

  lineptr[0] = &text[0];
  while (EOF != (c=getchar())) {
    if (j >= ALLOCSIZE || nlines >= maxlines)
      return -1;
    else if (c != '\n')
      text[j++] = c;
    else {
      text[j++] = '\0';   nlines++;
      lineptr[nlines] = &text[j];  /* 1. ZA tablica-OK!*/
    }
  }
  return nlines;
}
```

Maksymalny rozmiar obiektów *static*

Ponieważ obiekty (*zmienne, tablice*) poprzedzone kwalifikatorem ***static*** istnieją przez cały czas działania programu, wiele systemów przewiduje pewne ograniczenie dla ich rozmiaru (typowo, dopuszczalny rozmiar jest większy niż dla „zwykłych” tablic).

W systemach *UNIX / linux / MacOS* — dopuszczalny rozmiar definiują zmienne środowiskowe; odpowiednie wartości wyświetlamy pisząc polecenie:

```
$ ulimit -a
```

[*Dalsze ograniczenia — wynikają z architektury komputera; w systemach 32 bitowych blok danych na ogół <= 2 GB.*]

```
% ulimit -a
-t: cpu time (seconds)              unlimited
-f: file size (blocks)              unlimited
-d: data seg size (kbytes)          unlimited
-s: stack size (kbytes)             8192
-c: core file size (blocks)         0
-v: address space (kbytes)          unlimited
-l: locked-in-memory size (kbytes)  unlimited
-u: processes                       2784
-n: file descriptors                256
```

Wartość `ulimit -s` to _rozmiar stosu_, który określa (w szczególności) rozmiar zmiennej automatycznej (*tutaj — 8MB*).

Wielkość tablic klasy static określa rozmiar _segmentu danych_ `ulimit -d` tutaj — bez ograniczeń.

Zmiana wartości: `ulimit -d NEW_VALUE`

Funkcja ***porządkująca alfabetycznie*** używa omawianego już kilkakrotnie algorytmu ***quicksort***.

Drobne różnice — w porównaniu z podanymi wcześniej implementacjami dla różnych <u>*tablic liczbowych*</u> — sprowadzają się do: (1) zastąpienia wyrażenia porównania: `(v[i] < v[j])` wywołaniem funkcji `strcmp(v[i],v[j])` (zwraca wartość ujemną, jeśli `v[i]` jest *leksykalnie mniejsze* od `v[j]`); oraz (2) oczywistych *zmian typów* zmiennych.

Efektywność porządkowania wynika w dużej mierze z faktu, że — niezależnie od tego, jak odległe w pamięci maszyny są porządkowane napisy — wskaźniki zebrane w tablicy zawsze zajmować będą *ciągły* (*i stosunkowo mały*) blok pamięci; zatem ich przemieszczanie będzie odbywać się szybko.

```c
void qsortlines(char *v[], int left, int right)
{
  int i, last;
  void swap2lines(char *v[], int i, int j);

  if (left >= right) return;    /* koniec! */
  swap2lines(v, left, (left + right)/2); /* wybr. el.*/
  last = left;    /* ostatni el. < wybrany el.  */
  for (i=left+1; i <= right; i++)
    if (strcmp(v[i], v[left]) < 0)
      swap2lines(v, ++last, i);

  swap2lines(v, left, last);  /* wybrany elem. wraca */
  qsortlines(v, left, last-1);
  qsortlines(v, last+1, right);
}
```

Funkcja ***zamieniające 2 elementy*** wymaga drobnej modyfikacji w porównaniu z wersjami z poprzednich wykładów:

```
void swap2lines(char *v[], int i, int j)
{
  char *temp;

  temp = v[i];
  v[i] = v[j];
  v[j] = temp;
}
```

=> Każdy element tablicy `v[]` (czyli: `lineptr[]`) to *wskaźnik znakowy*, zmienna `temp` również musi mieć taki typ.

Funkcja <u>*czytająca wiersze*</u> może także zostać napisana nieco inaczej, z wykorzystaniem ***dynamicznego przydziału pamięci***. (a dokładniej — funkcji `malloc`).

W tym celu, musimy włączyć w naszym programie dodatkowo nagłówek standardowy:

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

Definiujemy także maksymalną *długość pojedynczego wiersza*:

```
#define MAXLEN 1000
```

(Definicja **`ALLOCSIZE`** przestaje wówczas być potrzebna!)

```
int readlines(char *lineptr[], int maxlines)
{
  char s[MAXLEN+1];
  int len, nlines=0;

  while (fgets(s, MAXLEN+1, stdin)) {
    len = strlen(s);
    s[len-1] = '\0';    /* kasujemy '\n' */
    lineptr[nlines] = (char*)malloc(len*sizeof(char));
    if (nlines>=maxlines || NULL==lineptr[nlines])
      return -1;
    strcpy(lineptr[nlines++], s);
  }
  return nlines;
}
```

Do ***czytania pojedynczego wiersza*** użyliśmy tym razem funkcji:

```
fgets( … )
```

której środkowym argumentem jest zawsze: *maksymalna liczba znaków do przeczytania powiększona o 1*.

Taka konwencja ma związek z potrzebą przechowywania znaku końca napisu (`'\0'`); podobnie — lokalna (teraz: *automatyczna*) tablica znakowa, służąca do przechowania ostatnio wczytanego wiersza, jest zadeklarowana jako:

```
char s[MAXLEN+1];
```

Po obliczeniu długości wczytanego wiersza `len` (funkcja `strlen`), znak końca linii (`'\n'`) jest zastępowany przez `'\0'`; w ten sposób skracamy każdy wiersz o jeden znak (dlatego wystarczy przydzielić pamięć na `len` znaków, a nie `len+1` !).

Przykładowy ***wynik uruchomienia programu***:

```
$ ./napisy1.out
do
re
mi
fa
sol
do so la sol
    .
==> PO SORTOWANIU: <==
    .
do
do so la sol
fa
mi
re
sol
```

Pomiary ***czasów wykonania*** *2 wesji programu* dla dużego pliku:

```
$ time ./napisy1.out < AR_dokto.tex >output1.txt
==> PO SORTOWANIU: <==
    .
real 0m0.020s
user 0m0.015s
sys  0m0.003s
$ time ./napisy2.out < AR_dokto.tex >output2.txt
==> PO SORTOWANIU: <==
    .
real 0m0.009s
user 0m0.005s
sys  0m0.003s
```

Identyczność plików po sortowaniu sprawdzamy poleceniem:

```
diff output1.txt output2.txt
```

Rozmiary plików (*źródłowego* i *wynikowych*) użytych w przykładzie:

```
$ wc AR_dokto.tex output*
    5025   30153  234448 AR_dokto.tex
    5025   30153  234448 output1.txt
    5025   30153  234448 output2.txt
   15075   90459  703344 total
```

=> Czas wykonania *wersji 2.* (z dynamicznym przydziałem pamięci), na komputerze z procesorem `Intel Core i7 2.3GHz`, wyniósł `0.005s` i okazuje się *trzykrotnie krótszy* od czasu wykonania *wersji 1.* (który wyniósł `0.015s`).

Przyczyną są *narzuty czasowe* związane z obsługą dużej statycznej tablicy znakowej oraz (*częściowo*) czytanie danych *znak-po-znaku.*

[*Dalsze przyspieszenie możemy uzyskać np. korzystając z funkcji bibliotecznej* **`qsort`** zamiast jej własnej wersji => **ĆWICZENIE**!]

Wskaźniki na wskaźniki

Jak pamiętamy, ***nazwa tablicy*** w języku C *jest synonimem* ***wskaźnika*** do pierwszego (=*zerowego*) elementu.

Zasada ta przenosi się w prosty sposób na tablice wskaźników: nazwa takiej tablicy także będzie *synonimem wskaźnika* do jej pierwszego elementu, a zatem — ***wskaźnika do wskaźnika*** do komórki pamięci zawierającej daną ustalonego typu.

Przykładowo, jeśli po deklaracjach:

```
char *tabptr[N];
char **ptr;
```

wczytamy wiersze do `tabptr`, a następnie dokonamy przypisania

```
ptr = tabptr;
```

8*. znak 4. wiersza to*: `tabprt[3][7]` oraz `*(*(prt+3)+7)`

Dla ***wskaźników na wskaźniki*** dopuszczalne są wszystkie operacje w ramach arytmetyki wskaźników, np.

`**ptr++` lub *inna*: `*(*ptr)++`

W pierwszym przypadku: wyłuskujemy *1. znak z 1. wiersza* i przesuwamy `ptr` do *1. znaku 2. wiersza*;

w drugim przypadku: przesuwamy `ptr[0]` *do 2. znaku 1. wiersza*, bez modyfikowania `ptr[1]` … `ptr[N-1]`

Dalej, w analogii do *zwykłych tablic* — operacje zwiększania/zmniejszania ***będą niedozwolone*** dla `tabptr`, ale dla jej elementów składowych (`tabptr[0], tabptr[1],` …) już tak.

[Naturalnie, *po przekazaniu do funkcji* (takiej jak `readlines`) tablica wskaźników zachowuje się jak ***wskaźnik na wskaźnik***.]

Tablice wielowymiarowe

W języku C dostępne są także tablice ***dwu-*** (*i więcej*) ***wymiarowe***, chociaż używane są zdecydowanie *rzadziej niż tablice wskaźników*.

Przykładowo, w programach „*kalendarzowych*" przydać się mogą dwie listy długości miesięcy (dla lat *zwykłych* i *przestępnych*):

```
int daytab[2][13] = {
   {0,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31},
   {0,31,29,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31}
};
```

Wówczas, po obliczeniu:

```
leap = year%4==0 && year%100!=0 || year%400==0;
```

odwołanie: `daytab[leap][j]` odczyta liczbę dni w j-tym miesiącu danego roku (`year`). [*Miesiące* ***numerujemy od 1!***]

Kiedy ***tablica dwuwymiarowa*** jest przekazywana do funkcji, konieczne jest podanie *długości wiersza* (= *liczby kolumn*) w deklaracji parametrów; w naszym przykładzie — funkcja `f` operująca na tablicy `daytab` może wyglądać tak:

```
f(int daytab[2][13]) { … };
```

lub też tak:

```
f(int daytab[][13]) { … };
```

albo tak:

```
f(int (*daytab)[13]) { … };
```

W ostatnim przypadku — deklaracja mówi, że parametr funkcji to ***wskaźnik do tablicy*** 13 liczb całkowitych.

[*Ogólnie - przekazując tablicę wielowymiarową — możemy pominąć tylko pierwszy wymiar, pozostałe — muszą być podane jawnie.*]

Inicjowanie tablic wskaźników

Poniższa funkcja zwraca napis - *nazwę miesiąca* o numerze `n`:

```
char *month_name(int n)
{
   static char *name[] = {
      "Illegal month", "January", "February",
      "March", "April", "May", "June", "July",
      "August", "October", "November", "December"
   };
   return (n<1 || n>12) ? name[0] : name[n];
}
```

[Podobnie jak przy inicjowaniu tablic *stałymi* — podawanie rozmiarów jest niepotrzebne, kompilator sam je oblicza.]

Tablice wskaźników a tablice wielowymiarowe

Obie poniższe deklaracje:

```
double a[10][20];        double *b[10];
```

umożliwiają działania na *dwuwymiarowej tablicy liczbowej* (*macierzy!*) zawierającej 10 wierszy.

Zmienna `a` jest jednak ***prawdziwą tablicą***: *10 x 20 = 200* liczb typu `double` zajmujących *ciągły obszar pamięci* (pozycja elementu [*wiersz*][*kolumna*] to po prostu ***20 x wiersz + kolumna***).

[=> *Konieczność ustalania dł. wiersza przy przekazywaniu t. do funkcji!*]

W drugim przypadku: zmienna `b` to ***tablica 10 wskaźników***, które muszą zostać powiązane z *tablicami jednowymiarowymi* gdzieś dalej w programie (=> *wiersze mogą być różnej długości!*)