Politechnika Białostocka
Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Instrukcja
do pracowni specjalistycznej z przedmiotu

Programowanie mikrokontrolerów w języku wysokiego poziomu 1

Kod przedmiotu: **TS1F1008**

(studia stacjonarne)

JĘZYK C - INSTRUKCJA WARUNKOWA IF, OPERATORY RELACYJNE I LOGICZNE, WYRAŻENIA LOGICZNE, ZAGNIEŻDŻANIE IF-ELSE

Numer ćwiczenia

PMC_03

Autor:
dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2024

Spis treści

Materiały dydaktyczne przeznaczone dla studentów Wydziału Elektrycznego PB.

1. Opis stanowiska

1.1. Stosowana aparatura

Podczas zajęć wykorzystywany jest komputer klasy PC z systemem operacyjnym Microsoft Windows 10/11.

1.2. Oprogramowanie

Na komputerach zainstalowany jest edytor kodu źródłowego Visual Studio Code 1.92 (lub nowszy) wraz z odpowiednimi rozszerzeniami (C/C++, Code Runner, Polish Language Pack for Visual Studio Code) oraz MinGW - zestaw kompilatorów różnych języków programowania (m.in. C, C++, Fortran, Java).

2. Wiadomości teoretyczne

2.1. Instrukcja warunkowa if

Instrukcja warunkowa **if** służy do sprawdzania warunków logicznych i decydowaniu o wykonywaniu lub też pomijaniu fragmentów kodu programu. Instrukcja ta może występować w dwóch postaciach.

Postać nr 1 instrukcji **if**:

```
if (wyrażenie)
    instrukcja1;
```

Jeśli **wyrażenie** w nawiasach jest prawdziwe, to wykonywana jest **instrukcja1**. Gdy **wyrażenie** to jest fałszywe, to **instrukcja1** nie jest wykonywana. Z punktu widzenia języka C i instrukcji **if**, **wyrażenie** jest prawdziwe, gdy jego wartość jest różna od zera. Natomiast **wyrażenie** jest fałszywe, gdy jego wartość jest równa zero.

W poniższym fragmencie programu obliczana jest wartość bezwzględna zmiennej **x**. Jeśli zmienna **x** jest mniejsza od zera, to jej znak jest zmieniany na przeciwny. Jeśli natomiast **x** jest większe lub równe zeru, to nic się nie dzieje.

```
if (x < 0)
    x = -x;
```

Wcięcie akapitowe (kilka spacji przed instrukcją **x = -x;**) nie jest wymagane przez składnię języka, ale należy do powszechnej praktyki formatowania kodu programu. Wcięcia tego rodzaju wyróżniają instrukcje, które nie są wykonywane zawsze, ale jedynie w sytuacji spełnienia pewnego warunku.

Postać nr 2 instrukcji **if**:

```
if (wyrażenie)
    instrukcja1;
else
    instrukcja2;
```

Jeśli **wyrażenie** w nawiasach jest prawdziwe, to wykonywana jest **instrukcja1**, natomiast **instrukcja2** wówczas nie jest wykonywana. W przeciwnym przypadku, jeśli **wyrażenie** w nawiasach nie jest prawdziwe, to wykonywana jest **instrukcja2**, a **instrukcja1** jest pomijana.

Poniższy fragment programu sprawdza, czy osoba o podanym wieku jest pełnoletnia.

```
if (wiek >= 18)
    printf("Osoba jest pelnoletnia\n");
else
    printf("Osoba nie jest pelnoletnia\n");
```

Jeśli, w przypadku spełnienia warunku w instrukcji **if**, ma być wykonana więcej niż jedna instrukcja, to należy instrukcje te objąć dodatkowymi nawiasami klamrowymi. Jest to tzw. instrukcja **złożona** (instrukcja **grupująca**, **blok**).

```
if (x > 0)
{
    printf("Liczba jest wieksza od zera\n");
    printf("Wartosc liczby: %d \n",x);
}
```

Poniższy program oblicza iloraz dwóch liczb. Dzielenie jest wykonywane tylko wtedy, gdy wartość zmiennej **b** jest różna od zera. Jeśli **b** ma wartość zero, to program wyświetla odpowiedni komunikat.

Program obliczający iloraz dwóch liczb wprowadzonych z klawiatury.

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    float a, b, w;

    printf("Podaj pierwsza liczbe: ");
    scanf("%f",&a);
    printf("Podaj druga liczbe:    ");
    scanf("%f",&b);

    if (b != 0)
    {
        w = a / b;
        printf("Wynik dzielenia to:    %f\n",w);
    }
    else
    {
        printf("Dzielenie przez zero\n");
    }

    return 0;
}
```

Przykładowe wyniki uruchomienia programu:

```
Podaj pierwsza liczbe: 5
Podaj druga liczbe:    2
Wynik dzielenia to:    2.500000

Podaj pierwsza liczbe: 5
Podaj druga liczbe:    0
Dzielenie przez zero

Podaj pierwsza liczbe: -2.5
Podaj druga liczbe:    3
Wynik dzielenia to:    -0.833333
```

W powyższym programie **instrukcja złożona** występuje dwukrotnie - po **if** i po **else**. W tym drugim przypadku nie jest to konieczne, gdyż mamy tylko jedną instrukcję. Całą instrukcję **if** można zatem zapisać także w następujący sposób:

```
if (b != 0)
{
    w = a / b;
    printf("Wynik dzielenia to: %f\n",w);
}
else
    printf("Dzielenie przez zero\n");
```

Wyrażenie występujące w instrukcji **if** musi być zawsze umieszczone w nawiasach zwykłych. Po nawiasie nie stawia się średnika. Konstrukcja ze średnikiem na końcu:

```
if (wyrażenie);
    instrukcja1;
```

jest poprawna (kompilator nie zasygnalizuje błędu), ale oznacza wykonanie **instrukcji pustej**, jeśli **wyrażenie** jest prawdziwe. Natomiast **instrukcja1** zostanie wykonana zawsze, niezależnie od tego czy **wyrażenie** jest prawdziwe, czy też nie.

Jako **wyrażenie** w instrukcji **if** najczęściej stosowane jest **wyrażenie logiczne**. Wyrażenie takie może zawierać nazwy zmiennych, stałe liczbowe, operatory relacyjne (porównania), operatory logiczne, operatory arytmetyczne i dodatkowe nawiasy zwykłe. Operatory relacyjne i logiczne oraz sposób tworzenia i obliczania wartości wyrażeń logicznych opisano w dalszej części instrukcji.

2.2. Operatory relacyjne (porównania)

Operatory relacyjne sprawdzają prawdziwość zadanych za ich pomocą warunków logicznych. Wynik takiego porównania jest wartością typu **int** i jest równy:

1 - gdy warunek jest prawdziwy;

0 - gdy warunek nie jest prawdziwy (fałszywy).

Operatory relacyjne występujące w języku C zestawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Operatory relacyjne (porównania) w języku C

Operator	Przykład	Znaczenie
`>`	`a > b`	**a** większe od **b**
`<`	`a < b`	**a** mniejsze od **b**
`>=`	`a >= b`	**a** większe lub równe **b**
`<=`	`a <= b`	**a** mniejsze lub równe **b**
`==`	`a == b`	**a** równe **b**
`!=`	`a != b`	**a** nierówne **b** (**a** różne od **b**)

2.3. Operatory logiczne

W języku C występują trzy operatory logiczne, które zostały zestawione w Tabeli 2.

Tabela 2. Operatory logiczne w języku C

Operator	Znaczenie	Opis
`!`	NOT, nie	jednoargumentowy operator negacji logicznej - zmienia argument różny od zera na wartość **0**, a argument równy zero na wartość **1**
`&&`	AND, i	dwuargumentowy operator koniunkcji, iloczyn logiczny
`||`	OR, lub	dwuargumentowy operator alternatywy, suma logiczna

Zasadę działania poszczególnych operatorów przedstawiają Tabele 3 i 4.

Tabela 3. Operator negacji

`a`	`!a`
fałsz	prawda
prawda	fałsz

Tabela 4. Operatory koniunkcji i alternatywy

a	b	a && b	a || b
fałsz	fałsz	fałsz	fałsz
fałsz	prawda	fałsz	prawda
prawda	fałsz	fałsz	prawda
prawda	prawda	prawda	prawda

2.4. Wyrażenia logiczne

Z operatorów relacyjnych (porównania) oraz operatorów logicznych budowane są wyrażenia logiczne. W wyrażeniach logicznych mogą występować również zmienne, stałe liczbowe, operatory arytmetyczne, operator przypisania i wywołania funkcji zwracającej wynik. Podczas obliczania wartości wyrażenia logicznego uwzględniany jest priorytet operatorów przedstawiony w Tabeli 5.

Tabela 5. Priorytet wybranych operatorów (od najwyższego do najniższego)

Operator	Typ operatora
!	logiczny
* / %	arytmetyczne
+ −	arytmetyczne
> < >= <=	relacyjne
== !=	relacyjne
&&	logiczny
||	logiczny
=	przypisania

2.5. Przykłady obliczania wartości wyrażeń logicznych

Wyrażenia logiczne obliczane są od strony lewej do prawej. Proces obliczeń kończy się już w momencie, gdy tylko wiadomo, jaki będzie wynik całego wyrażenia. Załóżmy, że mamy w programie następujące deklaracje zmiennych:

```
int i = 1;
int j = 2;
int k = -5;
```

Wyrażenie	Wartość
`i == 1`	**1** (prawda)

Sprawdzamy, czy zmienna **i** jest równa **1**. Ponieważ jest to prawda, to wartością całego wyrażenia jest **1**. Uwaga: należy zwrócić szczególną uwagę na wprowadzenie operatora porównania (dwa znaki równości), a nie operatora przypisania (jeden znak równości).

Wyrażenie	Wartość
`j = 3`	**3** (prawda)

Sprawdzamy, czy zmienna **j** ma wartość **3**. Przez pomyłkę zamiast dwóch znaków równości wprowadzamy tylko jeden. Wówczas zmiennej **j** zostaje przypisana nowa wartość - **3**, więc wartością całego wyrażenia jest **3**. Jeśli wyrażenie takie pojawi się w instrukcji warunkowej **if**, to okaże się, że jest ono prawdziwe!!! W języku C, w instrukcji **if**, wyrażenie jest prawdziwe, gdy jego wartość jest różna od zera. Niektóre kompilatory wyświetlają ostrzeżenie po napotkaniu operatora przypisania w instrukcji **if**.

Wyrażenie	Wartość
`j != 3`	**1** (prawda)

Sprawdzamy, czy wartość zmiennej **j** jest różna od **3** (nie jest równa **3**). Ponieważ **j** jest równe **2**, to wartością wyrażenia logicznego jest **1** czyli prawda.

Wyrażenie	Wartość
`j =! 3`	**0** (fałsz)

Przy sprawdzaniu, czy wartość zmiennej **j** jest różna od **3**, przez pomyłkę zapisujemy odwrotnie symbole tworzące operator. Kompilator nie sygnalizuje żadnego błędu. W rzeczywistości w wyrażeniu tym stosujemy dwa operatory: przypisania (**=**) oraz negacji logicznej (**!**). Wyższy priorytet ma negacja. Wartość różna od zera (**3**) zostanie zamieniona na zero (**!3** = **0**), które następnie zostanie przypisane zmiennej **j**. Wartość zmiennej **j** będzie wartością całego wyrażenia logicznego (0 czyli fałsz).

Wyrażenie	Wartość
`i + j < k`	**0** (fałsz)

W wyrażeniach logicznych mogą być również stosowane operatory arytmetyczne. W powyższym przykładzie jako pierwsze zostanie wykonane dodawanie (operator **+** ma wyższy priorytet niż operator **<**), a następnie wynik dodawania zostanie porównany z wartością zmiennej **k**.

Wyrażenie	Wartość
`3 < j < 6`	**1** (prawda)

Powyższy przykład pokazuje jeden z najczęstszych błędów popełnianych przez początkujących programistów. Chcemy sprawdzić, czy zmienna **j** $\in$ **(3,6)**. Jako pierwsze wykonywane jest porównanie **3 < j**. Ponieważ nie jest to prawda (gdyż **j = 2**), to wynikiem porównania jest wartość **0**. Następnie wynik tego porównania (czyli **0**, a nie **j**!!!) jest porównywany z wartością **6** (**0 < 6**). Wyrażenie to jest prawdziwe, a zatem wynik całego wyrażenia logicznego to prawda, czyli **1**. W rzeczywistości jednak **j** $\notin$ **(3,6)**. Prawidłowy zapis warunku logicznego sprawdzającego, czy **j** $\in$ **(3,6)** przedstawiony jest poniżej.

Wyrażenie	Wartość
`j > 3 && j < 6`	**0** (fałsz)

Jako pierwsze jest obliczane wyrażenie po lewej stronie: **j > 3**. Wynikiem tego porównania jest **0** (**fałsz**). W tym momencie zakończy się analiza wyrażenia, gdyż

niezależnie od tego co zostanie otrzymane po prawej stronie operatora **&&**, to i tak wartość całego wyrażenia będzie równa **0** (**fałsz**).

Wyrażenie	Wartość
`(j >= 0 && j <= 4) || (j > 6 && j < 10)`	1 (prawda)

Przy obliczaniu wartości powyższego wyrażenia występuje podobna sytuacja jak poprzednio. Wyrażenia **j >= 0** oraz **j <= 4** są prawdziwe, a zatem wyrażenie po prawej stronie operatora **||** nie będzie już obliczane, gdyż całkowity wynik jest już znany. Operator alternatywy logicznej **||** ma niższy priorytet niż operator koniunkcji **&&**, w związku z tym można pominąć nawiasy zwykłe.

W przypadku sprawdzania czy zmienna lub wyrażenie jest równe lub różne od zera można w instrukcji warunkowej **if** zastosować skrócony zapis.

```
if (j == 0)
    instrukcja;
```

można zastąpić przez:

```
if (!j)
   instrukcja;
```

```
if (j != 0)
    instrukcja;
```

można zastąpić przez:

```
if (j)
   instrukcja;
```

2.6. Zagnieżdżanie if-else

Jako instrukcja po **if** może występować kolejny **if** zawierający **else**. Do której instrukcji **if** zatem on należy? Ogólna zasada: danemu **else** odpowiada pierwszy poprzedzający go i znajdujący się w tym samym bloku **if** nie mający jeszcze swojej „pary” w postaci **else**.

W poniższym przykładzie **else** przyporządkowany jest do **if (wyrażenie2)**:

```
if (wyrażenie1)
    if (wyrażenie2)
        instrukcja1;
    else
        instrukcja2;
```

Przykład:

```
if (delta >= 0)
    if (delta > 0)
        printf("Dwa pierwiastki\n");
    else
        printf("Jeden podwojny pierwiastek \n");
```

Stosując dodatkowe nawiasy klamrowe można przyporządkować **else** do pierwszej instrukcji **if**: **if (wyrażenie1)**:

```
if (wyrażenie1)
{
    if (wyrażenie2)
        instrukcja1;
}
else
    instrukcja2;
```

Standard języka C pozwala na obsługę co najmniej 127 poziomów zagnieżdżania **if-else**:

```
if (wyrażenie1)
    instrukcja1;
else
    if (wyrażenie2)
        instrukcja2;
    else
        if (wyrażenie3)
            instrukcja3;
        else
            if (wyrażenie4)
                instrukcja5;
            else
                if (wyrażenie5)
                    instrukcja6;
                else
                    ...
```

3. Przebieg ćwiczenia

Na pracowni specjalistycznej należy wykonać wybrane zadania wskazane przez prowadzącego zajęcia. W różnych grupach mogą być wykonywane różne zadania.

1. Minimalna niebezpieczna dla człowieka wartość prądu przemiennego płynącego przez jego ciało przez dłuższy czas wynosi 0,03 A (30 mA). Napisz program, w którym użytkownik wprowadza z klawiatury prąd w amperach. Program powinien wyświetlić informację, czy wprowadzona wartość prądu jest bezpieczna czy niebezpieczna.

2. Napisz program, w którym użytkownik wprowadza z klawiatury wzrost w cm, a program wyświetla informację o zaliczeniu osoby do jednej z trzech grup:
   - poniżej 150 cm - wzrost niski;
   - od 150 cm, poniżej 180 cm - wzrost średni;
   - 180 cm i więcej - wzrost wysoki.

3. Napisz program wczytujący trzy liczby typu **int**. Wyświetl wartość największej oraz najmniejszej liczby.

4. Napisz program, w którym użytkownik wprowadza z klawiatury trzy liczby, a program wyświetla je od największej do najmniejszej, a następnie od najmniejszej do największej.

5. Napisz program, w którym użytkownik wprowadza z klawiatury liczbę całkowitą. Program powinien sprawdzić i wyświetlić informację o parzystości (parzysta/nieparzysta) i znaku liczby (dodatnia/ujemna). W przypadku wprowadzenia zera na ekranie powinien wyświetlić się tylko komunikat: zero.

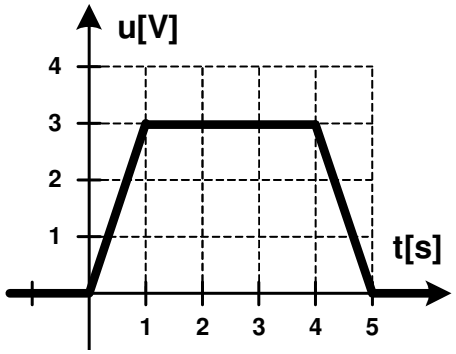
6. Napisz program, w którym wczytywane są trzy liczby: dolna i górna granica pewnego przedziału oraz dowolna liczba **x**. Jeśli dolna granica jest większa od

górnej, to program powinien wyświetlić komunikat błędu i zakończyć działanie. W przeciwnym przypadku, program powinien wyświetlić informację, czy **x**:

a) znajduje się poniżej przedziału;
b) jest dolną granicą przedziału;
c) znajduje się w przedziale (ale nie jest jego granicą);
d) jest górną granicą przedziału;
e) znajduje się powyżej przedziału.

7. Napisz program wczytujący z klawiatury trzy liczby typu **int**, a następnie obliczający średnią arytmetyczną tylko tych liczb, które są **większe od zera**. Zabezpiecz program przed ewentualnym dzieleniem przez zero.

8. Na Rys. 1 przedstawiony jest przebieg impulsu trapezowego. Napisz program, który na podstawie wczytanego z klawiatury czasu **t** (wartość rzeczywista) obliczy i wyświetli odpowiadającą mu wartość napięcia **u**.



Rys. 1. Przebieg impulsu trapezowego

9. Napisz program rozwiązujący równanie kwadratowe:

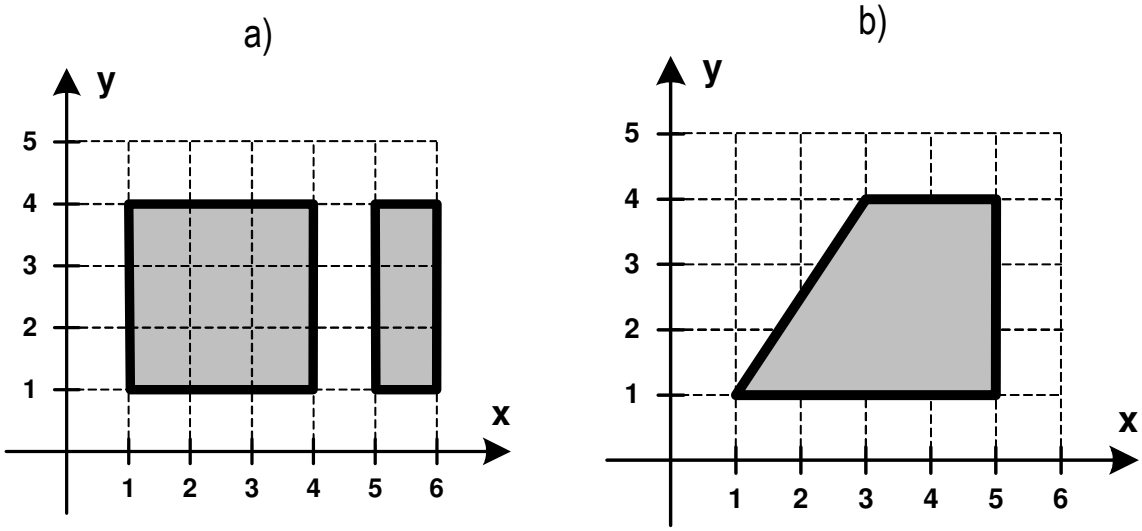
$$ax^2 + bx + c = 0 \tag{1}$$

Współczynniki **a**, **b**, **c** wczytaj z klawiatury. Jeśli z wprowadzonych danych wynika, że nie jest to równanie kwadratowe, to wyświetl odpowiedni komunikat. Przykładowe wartości współczynników równania kwadratowego oraz otrzymane pierwiastki przedstawia Tabela 6.

Tabela 6. Przykładowe współczynniki i pierwiastki równania kwadratowego

a	b	c	delta	x_1	x_2
2	-8	6	16	1	3
2	-4	2	0	1	
2	-2	1	-4	brak	

10. Napisz program sprawdzający, czy punkt o współrzędnych (**x**, **y**) wprowadzonych z klawiatury leży w obszarze zaznaczonym na Rys. 2 (do obszaru zaliczamy także jego granicę).



Rys. 2. Oznaczenie obszarów do zadania 10

4. Literatura

[1] Prata S.: Język C. Szkoła programowania. Wydanie VI. Helion, Gliwice, 2016.

[2] Kernighan B.W., Ritchie D.M.: Język ANSI C. Programowanie. Wydanie II. Helion, Gliwice, 2010.

[3] Deitel P.J., Deitel H.: Język C. Solidna wiedza w praktyce. Wydanie VIII. Helion, Gliwice, 2020.

[4] Kochan S.G.: Język C. Kompendium wiedzy. Wydanie IV. Helion, Gliwice, 2015.

[5] King K.N.: Język C. Nowoczesne programowanie. Wydanie II. Helion, Gliwice, 2011.

[6] http://www.cplusplus.com/reference/clibrary - C library - C++ Reference

[7] https://cpp0x.pl/dokumentacja/standard-C/1 - Standard C

[8] https://code.visualstudio.com/ - Visual Studio Code

[9] https://sourceforge.net/projects/mingw/ - MinGW

5. Pytania kontrolne

1. Omów składnię i zastosowanie instrukcji warunkowej **if**.
2. Omów operatory relacyjne (porównania) i logiczne w języku C.
3. Opisz sposób tworzenia i obliczania wyrażeń logicznych.
4. Omów sposób wykonywania programu przy zagnieżdżaniu instrukcji **if-else**.

6. Wymagania BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciw pożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- Jeżeli istnieje taka możliwość, należy dostosować warunki stanowiska do własnych potrzeb, ze względu na ergonomię. Monitor komputera ustawić w sposób zapewniający stałą i wygodną obserwację dla wszystkich członków zespołu.
- Sprawdzić prawidłowość połączeń urządzeń.
- Załączenie komputera może nastąpić po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.

- W trakcie pracy z komputerem zabronione jest spożywanie posiłków i picie napojów.
- W przypadku zakończenia pracy należy zakończyć sesję przez wydanie polecenia wylogowania. Zamknięcie systemu operacyjnego może się odbywać tylko na wyraźne polecenie prowadzącego.
- Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska.
- Zabroniona jest zmiana konfiguracji komputera, w tym systemu operacyjnego i programów użytkowych, która nie wynika z programu zajęć i nie jest wykonywana w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowiska. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.