

# Technologie informacyjne (EZ1E1003)

---

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny  
semestr I, studia niestacjonarne I stopnia  
Rok akademicki 2019/2020

## Pracownia nr 1

dr inż. Jarosław Forenc

## Dane podstawowe

- dr inż. Jarosław Forenc
- Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny,  
Katedra Elektrotechniki Teoretycznej i Metrologii  
ul. Wiejska 45D, 15-351 Białystok  
WE-204
- e-mail: [j.forenc@pb.edu.pl](mailto:j.forenc@pb.edu.pl)
- tel. (0-85) 746-93-97
- <http://jforenc.prv.pl>
  - Dydaktyka - dodatkowe materiały do pracowni
- Konsultacje
  - poniedziałek, godz. 10:00-11:30, WE-204
  - piątek, godz. 10:00-11:30, WE-204
  - sobota, godz. 14:30-16:00, WE-204 (zaoczne)

## Program przedmiotu

1. Zajęcia organizacyjne. BHP na stanowisku pracy z komputerem. Licencje oprogramowania. Prawo autorskie. Pozycyjne systemy liczbowe. Konwersje pomiędzy systemami liczbowymi. Jednostki informacji. Kodowanie znaków i liczb. Reprezentacja wartości liczbowych w systemach komputerowych.
2. Sprawdzian nr 1. **Przetwarzanie tekstów**. Reguły wprowadzania tekstu. Formatowanie znaków i akapitów. Zastosowanie tabulatorów. Wzory.
3. **Przetwarzanie tekstów**. Tabele. Formatowanie strony. Formatowanie nagłówka i stopki. Tworzenie dokumentu w oparciu o style. Automatyczne numerowanie rysunków i tabel. Generowanie spisu treści, rysunków i tabel.

## Program przedmiotu

4. Sprawdzian nr 2. **Arkusze kalkulacyjne**. Wprowadzanie danych do arkusza. Formatowanie arkusza. Proste wzory obliczeniowe. Formuły. Adresowanie względne, bezwzględne i mieszane.
5. **Arkusze kalkulacyjne**. Operacje na macierzach i liczbach zespolonych. Funkcje logiczne. Wykresy.
6. Sprawdzian nr 3. **Grafika menedżerska i prezentacyjna**. Podstawy tworzenia prezentacji multimedialnych. Rysunki, wykresy, autokształty i pola tekstowe na slajdach. Zasady poprawnie zbudowanej prezentacji.
7. **Matlab**. Wprowadzanie poleceń, zmiennych i liczb. Operatory i wyrażenia arytmetyczne. Wprowadzanie i generowanie macierzy.

## Program przedmiotu

8. **Matlab**. Operacje macierzowe i tablicowe. Rozwiązywanie układów równań. Wielomiany. Grafika dwu- i trójwymiarowa.
9. Sprawdzian nr 4. **Grafika menedżerska i prezentacyjna**. Przygotowanie własnej prezentacji.
10. **Grafika menedżerska i prezentacyjna**. Przedstawienie prezentacji. Zaliczenie zajęć.

## Literatura

1. S. Gryś: „Arytmetyka komputerów w praktyce”. PWN, W-wa, 2007.
2. G. Coldwin: „Zrozumieć programowanie”. PWN, Warszawa, 2015.
3. R. Kawa, J. Lembas: „Wykłady z informatyki. Wstęp do informatyki”. PWN, Warszawa, 2017
4. A. Żarowska, W. Węglarz: „ECDL na skróty”. PWN, Warszawa, 2011.
5. M. Dziewoński: „OpenOffice 3.x PL. Oficjalny podręcznik”. Helion, Gliwice, 2009
6. [https://wiki.openoffice.org/wiki/Documentation/OOo3\\_User\\_Guides/OOo3.3\\_User\\_Guide\\_Chapters](https://wiki.openoffice.org/wiki/Documentation/OOo3_User_Guides/OOo3.3_User_Guide_Chapters) - OpenOffice.org 3.3 User Guides
7. A. Wolański: „Edycja tekstów Praktyczny poradnik”. PWN, Warszawa, 2017.

## Literatura

8. M. Stachurski, W. Treichel: „Matlab dla studentów. Ćwiczenia, zadania, rozwiązania”. Witkom, Warszawa, 2009.
9. R. Pratap: „MATLAB dla naukowców i inżynierów. Wydanie 2”. PWN, Warszawa, 2015.
10. P. Lenar: „Sekrety skutecznych prezentacji multimedialnych. Wydanie II rozszerzone”. Helion, Gliwice, 2011.

## Zaliczenie

- Ogólne warunki zaliczenia przedmiotu:
  - obecność na zajęciach
  - zaliczenie w trakcie zajęć zadań przedstawionych przez prowadzącego
  - zaliczenie przygotowanych samodzielnie prac, których tematykę określa prowadzący
  - zaliczenie sprawdzianów

Podstawę do zaliczenia przedmiotu (uzyskanie punktów ECTS) stanowi stwierdzenie, że każdy z założonych **efektów kształcenia (uczenia się)** został osiągnięty w co najmniej minimalnym akceptowalnym stopniu.



## Efekty uczenia się

<b>EU1</b>	klasyfikuje i omawia z użyciem właściwej terminologii zagadnienia związane z technologiami informacyjnymi
<b>EU2</b>	wykorzystuje programy do przygotowania dokumentacji technicznej z elementami osadzonymi
<b>EU3</b>	potrafi wykonywać podstawowe obliczenia i wykorzystywać wbudowane, dostępne funkcje pakietu matematycznego
<b>EU4</b>	przygotowuje poprawnie wykresy i inne elementy ułatwiające interpretację wyników
<b>EU5</b>	potrafi zastosować funkcje matematyczne w ramach pakietu matematycznego, arkusza kalkulacyjnego
<b>EU6</b>	planuje, przygotowuje i omawia prezentację komputerową dotyczącą problemów technicznych

## Efekty uczenia się (EU1)

- Student, który zaliczył przedmiot:

klasyfikuje i omawia z użyciem właściwej terminologii zagadnienia związane z technologiami informacyjnymi

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - znać podstawowe i pochodne jednostki informacji i potrafić dokonywać ich przeliczeń
  - znać zasady kodowania informacji alfanumerycznych i liczbowych (w tym zmiennoprzecinkowych)
  - znać czynniki wpływające na prawidłową i bezpieczną pracę z komputerem

## Efekty uczenia się (EU1)

- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - umieć przeliczać wartości całkowite na różne stałopozycyjne kody liczbowe
  - znać podział kodów i opisać ich cechy
  - znać podstawowe regulacje prawne związane z technologiami komputerowymi
  
- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - identyfikować i umieć wyjaśnić przyczyny podstawowych błędów w obliczeniach zmiennoprzecinkowych
  - znać sposób przechowywania wartości specjalnych oraz sygnalizacji błędów w zapisie zmiennoprzecinkowym



## Efekty uczenia się (EU2)

- Student, który zaliczył przedmiot:

wykorzystuje programy do przygotowania dokumentacji technicznej z elementami osadzonymi

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - poprawnie wykonać formatowanie tekstu technicznego z użyciem standardowego edytora WYSIWYG
  - znać i stosować reguły redakcji tekstów technicznych
  - umieć edytować wzory za pomocą wbudowanych aplikacji
  - umieć tworzyć, edytować i formatować tabele z danymi

## Efekty uczenia się (EU2)

- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - wykonywać automatyczną numerację rozdziałów, rysunków, tabel
  - umieć osadzać i formatować w ramach dokumentów tekstowych elementy z innych aplikacji
  - umieć formatować nagłówki i stopki z uwzględnieniem podziału dokumentu
  
- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - umieć opracować i stosować własny styl akapitu
  - wykonywać automatycznie spisy treści, rysunków i tabel oraz dokonywać ich formatowania

## Efekty uczenia się (EU3)

- Student, który zaliczył przedmiot:

potrafi wykonywać podstawowe obliczenia i wykorzystywać wbudowane, dostępne funkcje pakietu matematycznego

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - znać i umieć stosować metody i funkcje do wprowadzenia liczb rzeczywistych, zespolonych, wektorów i macierzy
  - wykonywać obliczenia arytmetyczne stosując odpowiednie operatory i funkcje
  - rozwiązywać proste układy równań
  - wykonać wykres dwuwymiarowy dowolnej funkcji oraz sformatować sposób rysowania linii

## Efekty uczenia się (EU3)

- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - znać różnice pomiędzy operacjami macierzowymi i tablicowymi oraz umiejętnie stosować te operacje
  - wykonać wykres funkcji trójwymiarowej
  
- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - pisać własne skrypty

## Efekty uczenia się (EU3)

- Student, który zaliczył przedmiot:

przygotowuje poprawnie wykresy  
i inne elementy ułatwiające interpretację wyników

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - umieć opracować poprawne wykresy na podstawie danych
- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - umieć opracować poprawne wykresy na podstawie importowanych danych



## Efekty uczenia się (EU4)

- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - umieć opracować kilka serii danych i umieszczać je na jednym wykresie przy uwzględnieniu jego czytelności oraz niezbędnych podpisów i oznaczeń
  - umieć poprawnie wykorzystywać linię trendu oraz interpretować przebieg wykresu

## Efekty uczenia się (EU5)

- Student, który zaliczył przedmiot:

potrafi zastosować funkcje matematyczne w ramach pakietu matematycznego, arkusza kalkulacyjnego

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - wprowadzać i formatować dane w arkuszu
  - posiadać umiejętność tworzenia formuł z uwzględnieniem standardowych funkcji matematycznych
  - tworzyć konstrukcję arkusza z uwzględnieniem adresowania względnego, bezwzględnego i mieszanego

## Efekty uczenia się (EU5)

- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - posiadać umiejętność tworzenia formuł z uwzględnieniem standardowych funkcji logicznych i statystycznych
  - dokonywać automatycznego transferu danych z plików tekstowych
  - znać i stosować podstawowe funkcje dotyczące działań na liczbach zespolonych w ramach arkusza kalkulacyjnego
  
- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - znać podstawowe funkcje macierzowe oraz poprawnie je stosować w ramach arkusza kalkulacyjnego
  - rozwiązywać układ równań z wieloma niewiadomymi
  - umieć tworzyć formuły z użyciem danych z różnych arkuszy

## Efekty uczenia się (EU6)

- Student, który zaliczył przedmiot:

planuje, przygotowuje i omawia prezentację komputerową dotyczącą problemów technicznych

- Student, który zalicza na ocenę **dostateczny (3)** powinien:
  - znać i umieć stosować zasady tworzenia prezentacji multimedialnych
  - opracować i przedstawić krótką prezentację multimedialną dotyczącą zagadnień technicznych
  - umieć osadzać i formatować elementy z edytora (m.in. tabele, wzory, rysunki)

## Efekty uczenia się (EU6)

- Student, który zalicza na ocenę **dobry (4)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 3):
  - umieć zaplanować i formatować prezentację zgodnie z zasadami poprawności i skuteczności prezentacji
  - umieć stosować w sposób przemyślany elementy animacji
  
- Student, który zalicza na ocenę **bardzo dobry (5)** powinien (oprócz wymagań na ocenę 4):
  - umieć osadzać i wykorzystywać elementy umożliwiające sterowanie prezentacją (linki, elementy do obsługi zdarzeń)
  - umieć modyfikować szablony oraz wbudowane wzorce slajdów

## Zaliczenie

- Zjazd nr 2 - sprawdzian nr 1 - zajęcia nr 1 (ocena)
  - Zjazd nr 4 - sprawdzian nr 2 - przetwarzanie tekstów (ocena)
  - Zjazd nr 6 - sprawdzian nr 3 - arkusze kalkulacyjne (ocena x 2)
  - Zjazd nr 9 - sprawdzian nr 4 - program Matlab (ocena)
  - Zjazd nr 10 - przedstawienie prezentacji (ocena)
- 
- Za każdy sprawdzian można otrzymać od 0 do 100 pkt.
  - Na podstawie otrzymanych punktów wystawiana jest ocena:

Punkty	Ocena	Punkty	Ocena
91 - 100	5,0	61 - 70	3,5
81 - 90	4,5	51 - 60	3,0
71 - 80	4,0	0 - 50	2,0

## Zaliczenie

- Ocena końcowa jest wystawiana na podstawie sumy punktów za sprawdziany i przedstawienie prezentacji multimedialnej
- Sposób wyznaczania oceny końcowej:

Punkty	Ocena	Punkty	Ocena
546 - 600	5,0	366 - 425	3,5
486 - 545	4,5	306 - 365	3,0
426 - 485	4,0	0 - 305	2,0

## Wymagania BHP (1/2)

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad:

1. Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
2. 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.
3. Sprawdzić prawidłowość połączeń urządzeń.
4. Załączenie komputera może nastąpić po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
5. W trakcie pracy z komputerem zabronione jest spożywanie posiłków i picie napojów.
6. W przypadku zakończenia pracy należy zakończyć sesję przez wydanie polecenia wylogowania. Zamknięcie systemu operacyjnego może się odbywać tylko na wyraźne polecenie prowadzącego.



## Wymagania BHP (2/2)

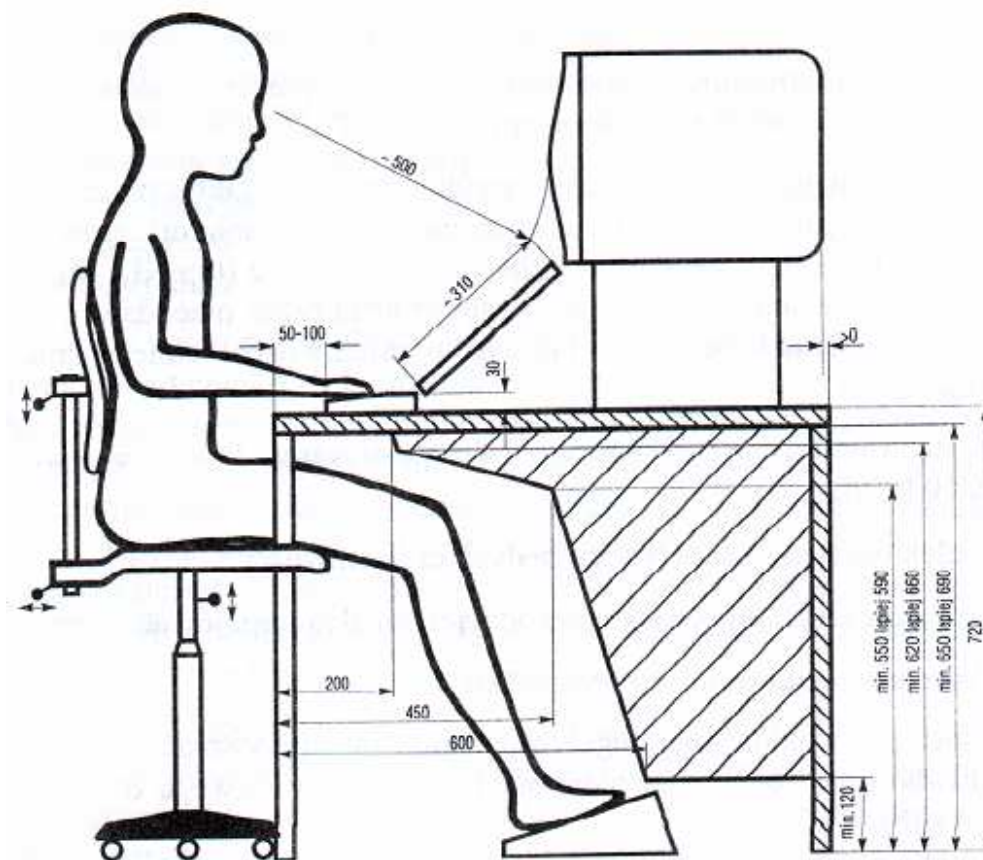
7. Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska.
8. Zabroniona jest zmiana konfiguracji komputera, w tym systemu operacyjnego i programów użytkowych, która nie wynika z programu zajęć i nie jest wykonywana w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
9. W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
10. Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
11. Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
12. W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowiska. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.

## Pracownia nr 1

- Bezpieczeństwo i higiena pracy przy komputerze
- Licencje oprogramowania
- Prawo autorskie
- Pozycyjne systemy liczbowe
- Jednostki informacji: bit, bajt
- Kodowanie
  - znaków: ASCII, ISO 8859, Unicode
  - liczb: NKB (BCN), U2, BCD
- Liczby zmiennoprzecinkowe
  - standard IEEE 754

## Bezpieczeństwo i higiena pracy przy komputerze

- Praca przy komputerze powoduje następujące dolegliwości:
  - bóle szyi i kręgosłupa
  - bóle głowy
  - zmęczenie i łzawienie oczu
  - skurcze mięśni nóg
  - mrowienie, drętwienie, niedowład kończyn
  - łokieć tenisisty
  - zespół cieśni nadgarstka (spowodowany uciskiem nerwu pośrodkowego w kanale nadgarstka)
  - syndrom Sicca (suchego oka)



Prawidłowo zorganizowane stanowisko do pracy z komputerem

## Bezpieczeństwo i higiena pracy przy komputerze

- Czynniki wpływające na prawidłową i bezpieczną pracę z komputerem:
  - odpowiednie meble z krzesłem o regulowanej wysokości oraz kącie nachylenia oparcia; stosownie duży blat, pozwalający zachować właściwą odległość monitora od oczu (40-75 cm)
  - odpowiednie oświetlenie, dające niezbyt duże różnice jasności ekranu monitora i pomieszczenia oraz eliminujące odbicia
  - ustawienie komputera z wygodnym dostępem do klawiatury i myszy
  - ustawienie monitora tyłem do ściany i tyłem do światła dziennego
  - odpowiedni mikroklimat: temperatura 21-22 stopnie Celsjusza, wilgotność powietrza 50-60%, lekki ruch powietrza
  - dokonywanie przerw w trakcie pracy przy komputerze oraz ćwiczeń relaksacyjnych
  - regularne czyszczenie ekranu i klawiatury

## Licencje oprogramowania

- **Licencja na oprogramowanie** - umowa na korzystanie z utworu jakim jest aplikacja komputerowa, zawierana pomiędzy podmiotem, któremu przysługują majątkowe prawa autorskie do utworu, a osobą, która zamierza z danej aplikacji korzystać
  
- Co zawiera licencja?
  - sposób wykorzystania oprogramowania czyli tzw. pola eksploatacji (komercyjne, prywatne)
  - ograniczenie co do liczby komputerów, na których można zainstalować oprogramowanie
  - klauzulę o wyłączonej odpowiedzialności producenta z tytułu używania oprogramowania przez licencjobiorcę (producent nie odpowiada za skutki błędów w programach)

## Ważniejsze typy licencji oprogramowania

- **OEM (Original Equipment Manufacturer)**
  - oprogramowanie sprzedawane razem ze sprzętem komputerowym, na którym jest zainstalowane
  - nie może być przeniesione na inny komputer ani odsprzedane
  - po wymianie części w komputerze licencja może być unieważniona
  
- **Freeware**
  - umożliwia bezpłatne korzystanie z oprogramowania bez ujawnienia kodu źródłowego
  - osoby trzecie nie mogą czerpać korzyści finansowych z jego dystrybucji
  - może być objęte prawami autorskimi lub nie

## Ważniejsze typy licencji oprogramowania

### ■ Shareware

- oprogramowanie rozpowszechniane bez opłat, ale z ograniczeniami
- po okresie próbnym (określony czas lub liczba uruchomień) mającym zachęcić do jego nabycia należy wykupić pełną licencję na program lub usunąć go
- czasami w okresie próbnym pewne funkcje programu są zablokowane i stają się dostępne dopiero po wykupieniu licencji

### ■ Trial

- w pełni funkcjonalne oprogramowanie, którego działa przez z góry określony czas (najczęściej od 7 do 30 dni)

## Ważniejsze typy licencji oprogramowania

### ■ GNU General Public Licence

- oprogramowanie bezpłatne, które można uruchamiać w dowolnych celach, analizować jak działa i dostosowywać do swoich potrzeb, udoskonalać i publicznie rozpowszechniać udoskonaloną wersję

### ■ Donationware

- oprogramowanie, z którego można bezpłatnie korzystać, modyfikować je, kopiować i dystrybuować pod warunkiem, że zapłaci się autorowi symboliczną kwotę

### ■ Adware

- oprogramowanie rozpowszechniane za darmo, ale zawierające funkcje wyświetlającą reklamy (zazwyczaj banery)
- wydawca oprogramowania zarabia na tych reklamach, zwykle jest też możliwość nabycia wersji programu bez reklam za opłatą



## Prawo autorskie

- **Prawo autorskie** - w Polsce terminem tym określa się zarówno ogół praw przysługujących autorowi dzieła, jak i szczególną ich część - przepisy upoważniające autora do decydowania o użytkowaniu dzieła i czerpaniu z niego korzyści
- Prawo autorskie określa **Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych** (Dz.U. 1994 nr 24 poz. 83), znowelizowana w 1999 roku
- Przedmiotem prawa autorskiego jest każdy przejaw działalności twórczej o indywidualnym charakterze, ustalony w jakiegokolwiek postaci, niezależnie od wartości, przeznaczenia i sposobu wyrażenia
- Ustawa wyróżnia:
  - **autorskie prawa osobiste**
  - **autorskie prawa majątkowe** (ang. copyright)

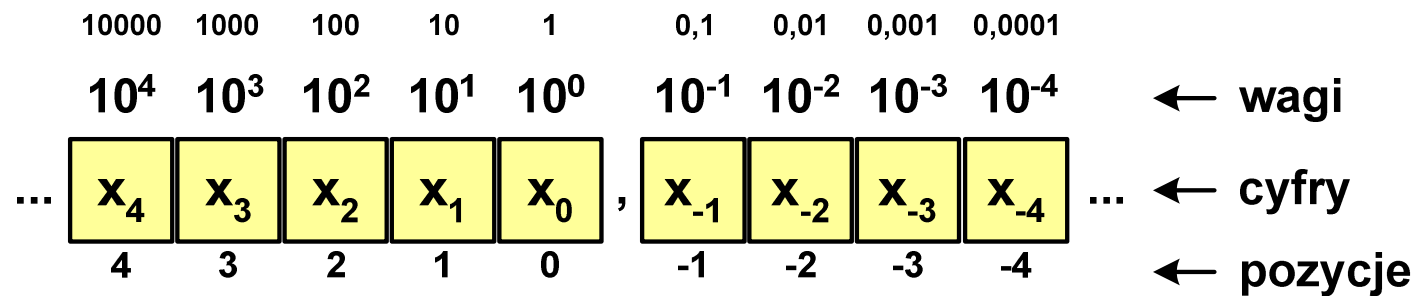
## Autorskie prawa osobiste

- Obejmują prawo autora do wiązania z dziełem jego nazwiska
- Nigdy nie wygasają, nie można się ich zrzec i przenieść na inną osobę
- Wyrażają się w prawie do:
  - autorstwa utworu
  - oznaczenia utworu swoim nazwiskiem lub pseudonimem albo do udostępniania go anonimowo
  - nienaruszalności treści i formy utworu oraz jego rzetelnego wykorzystania
  - decydowania o pierwszym udostępnieniu utworu publiczności
  - nadzoru nad sposobem korzystania z utworu
- W przypadku programów komputerowych wyrażają się w prawie do:
  - autorstwa utworu
  - oznaczenia utworu swoim nazwiskiem lub pseudonimem albo do udostępniania go anonimowo

## Autorskie prawa majątkowe (ang. copyright)

- Uprawnienia przysługujące twórcy utworu (w określonych przypadkach - wydawcy lub producentowi), ze szczególnym uwzględnieniem kwestii ekonomicznych tych uprawnień
- Zgodnie z ustawą twórcy przysługuje wyłączne prawo do korzystania z utworu i rozporządzania nim na wszystkich **polach eksploatacji** oraz do wynagrodzenia za korzystanie z utworu:
  - w zakresie utrwalania i zwielokrotniania utworu
  - w zakresie obrotu oryginałem albo egzemplarzami, na których utwór utrwalono
  - w zakresie rozpowszechniania utworu
- Czas trwania praw majątkowych:
  - 70 lat (po śmierci twórcy lub od daty pierwszego rozpowszechnienia)
  - 50 lat (programy RTV, fonogramy, wideogramy)

## Pozycyjne systemy liczbowe: dziesiętny

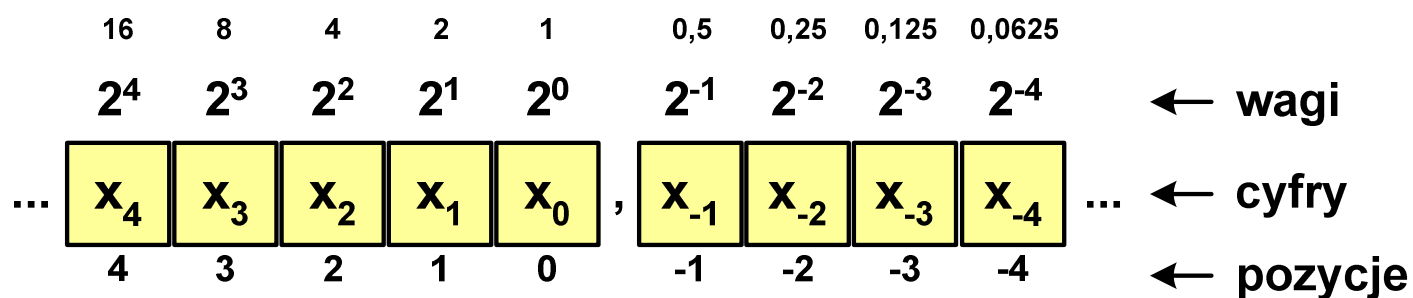


- Podstawa:  $p = 10$ , dozwolone cyfry:  $D = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$
- Przykład:  $1408,25_{(10)}$

	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$
	1	4	0	8	2	5

$1408,25_{(10)} =$   
 $= 1 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 2 \cdot 10^{-1} + 5 \cdot 10^{-2}$   
 $= 1000 + 400 + 0 + 8 + 0,2 + 0,05$

## Pozycyjne systemy liczbowe: dwójkowy



- W systemie dwójkowym:  $p = 2$ ,  $D = \{0,1\}$

- Przykład:  $1101,101_{(2)}$

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	,	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
1	1	0	1		1	0	1

$1101,101_{(2)} =$   
 $= 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3}$   
 $= 8 + 4 + 0 + 1 + 0,5 + 0 + 0,125$   
 $= 13,625_{(10)}$

## Pozycyjne systemy liczbowe

$X_{(2)}$	$X_{(3)}$	$X_{(4)}$	$X_{(5)}$	$X_{(8)}$	$X_{(10)}$	$X_{(12)}$	$X_{(16)}$
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
10	2	2	2	2	2	2	2
11	10	3	3	3	3	3	3
100	11	10	4	4	4	4	4
101	12	11	10	5	5	5	5
110	20	12	11	6	6	6	6
111	21	13	12	7	7	7	7
1000	22	20	13	10	8	8	8
1001	100	21	14	11	9	9	9
1010	101	22	20	12	10	A	A
1011	102	23	21	13	11	B	B
1100	110	30	22	14	12	10	C
1101	111	31	23	15	13	11	D
1110	112	32	24	16	14	12	E
1111	120	33	30	17	15	13	F

## Pozycyjne systemy liczbowe: konwersje

### ■ Algorytm Hornera

- zamiana liczby z systemu  $p = 10$  na system  $p = 2$

$$626_{(10)} = ?_{(2)}$$

$$626_{(10)} = 1001110010_{(2)}$$

$626/2 = 313$	<i>reszta</i>	0
$313/2 = 156$	<i>reszta</i>	1
$156/2 = 78$	<i>reszta</i>	0
$78/2 = 39$	<i>reszta</i>	0
$39/2 = 19$	<i>reszta</i>	1
$19/2 = 9$	<i>reszta</i>	1
$9/2 = 4$	<i>reszta</i>	1
$4/2 = 2$	<i>reszta</i>	0
$2/2 = 1$	<i>reszta</i>	0
$1/2 = 0$	<i>reszta</i>	1

kolejność odczytywania  
cyfr liczby w systemie  
dwójkowym

## Pozycyjne systemy liczbowe: konwersje

### ■ Algorytm Hornera

- zamiana liczby z systemu  $p = 10$  na system  $p = 7$

$$626_{(10)} = ?_{(7)} \qquad 626_{(10)} = 1553_{(7)}$$

$626/7 = 89$	<i>reszta</i>	3	↑
$89/7 = 12$	<i>reszta</i>	5	
$12/7 = 1$	<i>reszta</i>	5	
$1/7 = 0$	<i>reszta</i>	1	

- zamiana liczby z systemu  $p = 10$  na system  $p = 14$

$$626_{(10)} = ?_{(14)} \qquad 626_{(10)} = 32A_{(14)}$$

$626/14 = 44$	<i>reszta</i>	10	→ A	↑
$44/14 = 3$	<i>reszta</i>	2		
$3/14 = 0$	<i>reszta</i>	3		



## Pozycyjne systemy liczbowe: konwersje

- Konwersje pomiędzy systemem dwójkowym (2) i czwórkowym (4)

$$110110011_{(2)} = ?_{(4)}$$

$$\underbrace{01}_1 \mid \underbrace{10}_2 \mid \underbrace{11}_3 \mid \underbrace{00}_0 \mid \underbrace{11}_3$$

$$110110011_{(2)} = 12303_{(4)}$$

$$12303_{(4)} = ?_{(2)}$$

$$\overbrace{01}^1 \quad \overbrace{10}^2 \quad \overbrace{11}^3 \quad \overbrace{00}^0 \quad \overbrace{11}^3$$

$$12303_{(4)} = 110110011_{(2)}$$

- Konwersje pomiędzy systemem dwójkowym (2) i ósemkowym (8)

$$10110011_{(2)} = ?_{(8)}$$

$$\underbrace{010}_2 \mid \underbrace{110}_6 \mid \underbrace{011}_3$$

$$10110011_{(2)} = 263_{(8)}$$

$$263_{(8)} = ?_{(2)}$$

$$\overbrace{010}^2 \quad \overbrace{110}^6 \quad \overbrace{011}^3$$

$$263_{(8)} = 10110011_{(2)}$$

## Pozycyjne systemy liczbowe: konwersje

- Konwersje pomiędzy systemem dwójkowym (2) i szesnastkowym (16)

$$1011010_{(2)} = ?_{(16)}$$

$$\underbrace{0101}_5 \mid \underbrace{1010}_A$$

$$1011010_{(2)} = 5A_{(16)}$$

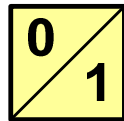
$$5A_{(16)} = ?_{(2)}$$

$$\underbrace{0101}_5 \quad \underbrace{1010}_A$$

$$5A_{(16)} = 1011010_{(2)}$$

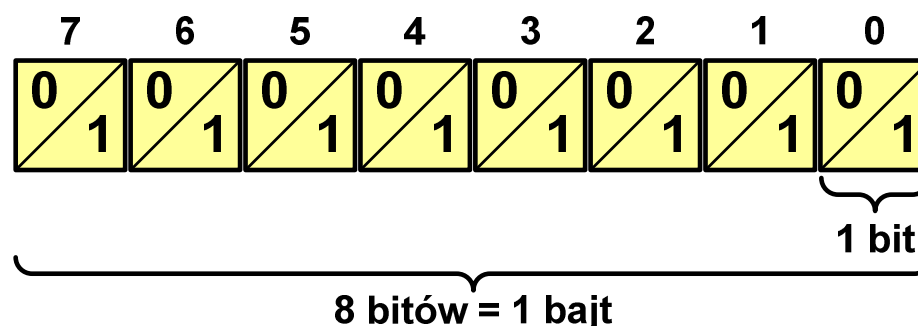
## Jednostki informacji - bit

- **Bit** (ang. **b**inary digit) - podstawowa jednostka informacji stosowana w informatyce i telekomunikacji
- Bit przyjmuje jedną z dwóch wartości:
  - 0 (zero)
  - 1 (jeden)
- Bit jest tożsamy z cyfrą w systemie dwójkowym
- Oznaczenia bitów:
  - „**b**” - zalecenie standardu IEEE 1541 z 2002 roku
  - „**bit**” - zalecenie standardu IEC 60027
- Wielokrotności bitów (zgodnie z układem SI):
  - kilobit - kb ( $10^3$ ), megabit - Mb ( $10^6$ ), gigabit - Gb ( $10^9$ )
  - terabit - Tb ( $10^{12}$ ), petabit - Pb ( $10^{15}$ ), eksabit - Eb ( $10^{18}$ )



## Jednostki informacji - bajt

- **Bajt** (ang. byte) - najmniejsza adresowalna jednostka informacji pamięci komputerowej składająca się z bitów
- W praktyce przyjmuje się, że jeden bajt to 8 bitów (choć nie wynika to z powyższej definicji)



- 8-bitowy bajt nazywany jest także **oktetem**
- Za pomocą jednego bajtu można zapisać **256** różnych wartości:  

0000 0000	→	0	...	...	
0000 0001	→	1	1111 1110	→	254
...	...	...	1111 1111	→	255
- Najczęściej stosowanym skrótem dla bajtu jest wielka litera „**B**” (uwaga: **B** oznacza też **bela**, ale częściej używa się **dB** - **decybel**)

## Jednostki informacji - bajt

- Wielokrotności bajtów:

Przedrostki dziesiętne (układ SI)		
Nazwa	Symbol	Mnożnik
bajt	B	---
kilobajt	kB	$10^3 = 1000^1$
megabajt	MB	$10^6 = 1000^2$
gigabajt	GB	$10^9 = 1000^3$
terabajt	TB	$10^{12} = 1000^4$
petabajt	PB	$10^{15} = 1000^5$
eksabajt	EB	$10^{18} = 1000^6$
zettabajt	ZB	$10^{21} = 1000^7$
jottabajt	YB	$10^{24} = 1000^8$

Przedrostki binarne (IEC 60027-2)		
Nazwa	Symbol	Mnożnik
bajt	B	---
kibibajt	KiB	$2^{10} = 1024^1$
mebibajt	MiB	$2^{20} = 1024^2$
gibibajt	GiB	$2^{30} = 1024^3$
tebibajt	TiB	$2^{40} = 1024^4$
pebibajt	PiB	$2^{50} = 1024^5$
eksbibajt	EiB	$2^{60} = 1024^6$
zebibajt	ZiB	$2^{70} = 1024^7$
jobibajt	YiB	$2^{80} = 1024^8$

- Przedrostki binarne (dwójkowe) nie zostały przyjęte przez wszystkie środowiska zajmujące się informatyką

## Jednostki informacji - przykłady

- Stosujemy mnożnik używany w informatyce (1024)

$$\text{kB} \rightarrow \text{B}: \quad 1 \text{ kB} = 1\,024 \text{ B}$$

$$\text{MB} \rightarrow \text{B}: \quad 1 \text{ MB} = 1024 \times 1024 = 1\,048\,576 \text{ B}$$

$$\text{GB} \rightarrow \text{B}: \quad 1 \text{ GB} = 1024 \times 1024 \times 1024 = 1\,073\,741\,824 \text{ B}$$

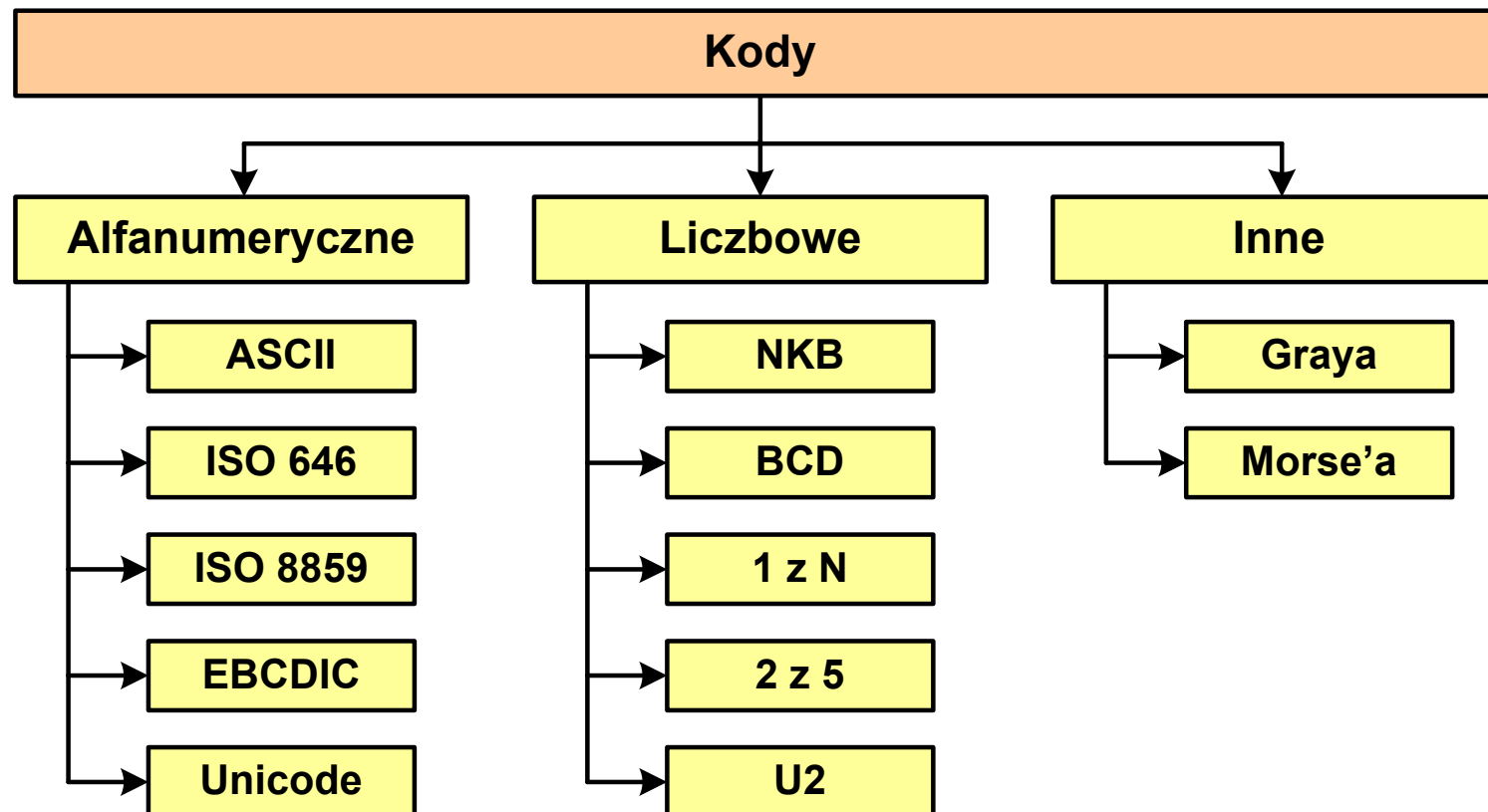
$$\text{MB} \rightarrow \text{kB}: \quad 2 \text{ MB} = 2 \times 1024 = 2\,048 \text{ kB}$$

$$\text{GB} \rightarrow \text{kB}: \quad 3 \text{ GB} = 3 \times 1024 \times 1024 = 3\,145\,728 \text{ kB}$$

$$\text{TB} \rightarrow \text{kB}: \quad 4 \text{ TB} = 4 \times 1024 \times 1024 \times 1024 = 4\,294\,967\,296 \text{ kB}$$

# Kodowanie

- **Kodowanie** - proces przekształcania jednego rodzaju postaci informacji na inną postać



# ASCII

## ■ ASCII - American Standard Code for Information Interchange

- 7-bitowy kod przypisujący liczby z zakresu 0-127:
  - literom (alfabet angielski)
  - cyfrom
  - znakom przestankowym
  - innym symbolom
  - poleceniom sterującym
- kody 0-31, 127 - 33 kody sterujące służące do sterowania urządzeniami typu drukarka czy terminal
- kody 32-126 - 95 kodów tworzących zbiór znaków ASCII

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
0	0	NUL	32	20	Space	64	40	@	96	60	`
1	1	SOH	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	STX	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	ETX	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	EOT	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	5	ENQ	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	ACK	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	BEL	39	27	\	71	47	G	103	67	g
8	8	BS	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	TAB	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	LF	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	VT	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	FF	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	CR	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	SO	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	SI	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	DLE	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	DC1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	DC2	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	DC3	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	DC4	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	NAK	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	SYN	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	ETB	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	CAN	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	EM	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	SUB	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	ESC	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	FS	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	
29	1D	GS	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	RS	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	US	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	DEL



## ISO/IEC 8859

- **ISO/IEC 8859** to zestaw standardów służących do kodowania znaków za pomocą 8 bitów
- Wszystkie zestawy ISO 8859 mają znaki 0-127 takie same jak ASCII, zaś pozycjom 128-159 przypisane są dodatkowe kody sterujące, tzw. C1 (nieużywane)
  - ISO 8859-1 (Latin-1) - alfabet łaciński dla Europy zachodniej
  - **ISO 8859-2 (Latin-2)** - łaciński dla Europy środkowej i wschodniej (Polska Norma)
  - ISO 8859-3 (Latin-3) - łaciński dla Europy południowej
  - ISO 8859-4 (Latin-4) - łaciński dla Europy północnej
  - ISO 8859-5 (Cyrillic) - dla cyrylicy
  - ISO 8859-6 (Arabic) - dla alfabetu arabskiego
  - ISO 8859-7 (Greek) - dla alfabetu greckiego
  - ISO 8859-8 (Hebrew) - dla alfabetu hebrajskiego
  - ...

## ISO/IEC 8859-2

- ISO/IEC 8859-2, Latin-2 („środkowo”, „wschodnioeuropejskie”)
- przykład:  
 „A” - kod:  $41_{(16)} = 40_{(16)} + 1_{(16)}$   
 „Ę” - kod:  $CA_{(16)} = C0_{(16)} + A_{(16)}$
- dostępne języki: bośniacki, chorwacki, czeski, węgierski, polski, rumuński, serbski, serbsko-chorwacki, słowacki, słoweński, górno- i dolnołużycki
- możliwość przedstawienia znaków w języku niemieckim i angielskim
- 191 znaków łacińskiego pisma

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	<i>Znaki kontrolne</i>															
10																
20	SP	!	"	#	\$	%	&	\	(	)	*	+	,	-	.	/
30	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
40	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
60	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
70	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	
80	<i>Nie używane</i>															
90																
A0	NB SP	Ą	ˆ	Ł	ł	Ĺ	ś	ŝ	˝	Š	š	Ť	ž	SHY	Ž	ž
B0	°	ą	ˆ	ł	ł	ł	ś	˝	š	š	t'	ž	˝	ž	ž	
C0	Ř	Á	Â	Ă	Ä	Í	Ć	Ç	Č	É	Ę	Ě	Ě	Í	Î	Ď
D0	Đ	Ń	Ñ	Ó	Ô	Õ	Ö	×	Ř	Ů	Ú	Ů	Ü	Ý	Ť	ß
E0	ř	á	â	ă	ä	í	ć	ç	č	é	ę	ě	ě	í	î	d'
F0	đ	ń	ñ	ó	ô	õ	ö	÷	ř	ů	ú	ů	ü	ý	ť	·

SP - spacja  
 NBSP - twarda spacja  
 SHY - miękki dywiz (myślnik)

# Unicode



- **Unicode** - komputerowy zestaw znaków mający obejmować wszystkie pisma i inne znaki (symbole muzyczne, techniczne, wymowy) używane na świecie
- Unicode przypisuje unikalny numer każdemu znakowi, niezależny od używanej platformy, programu czy języka
- Konsorcjum: <http://www.unicode.org>
- Pierwsza wersja: **Unicode 1.0** (październik 1991)
- Ostatnia wersja: **Unicode 12.1.0** (maj 2019)
  - The Unicode Consortium. The Unicode Standard, Version 12.1.0, (Mountain View, CA: The Unicode Consortium, 2019)
  - <http://www.unicode.org/versions/Unicode12.1.0/>
  - Koduje 137.994 znaków



## Unicode - Zakresy

<u>Zakres:</u>	<u>Znaczenie:</u>
0000 - 007F	Basic Latin (to samo co w ASCII)
0080 - 00FF	Latin-1 Supplement (to samo co w ISO/IEC 8859-1)
0100 - 017F	Latin Extended-A
0180 - 024F	Latin Extended-B
0250 - 02AF	IPA Extensions
02B0 - 02FF	Spacing Modifiers Letters
...	
0370 - 03FF	Greek
0400 - 04FF	Cyrillic
...	
1D00 - 1D7F	Phonetic Extensions
1D80 - 1DBF	Phonetic Extensions Supplement
1E00 - 1EFF	Latin Extended Additional
1F00 - 1FFF	Greek Extended
...	

## Unicode



- Istnieją trzy metody kodowania (zapisu binarnego) różniące się liczbą bajtów przeznaczonych do opisanego kodu znaku

<table border="1"><tr><td>A</td><td>Ω</td><td>語</td><td>卍</td></tr><tr><td>00000041</td><td>000003A9</td><td>00008A9E</td><td>00010384</td></tr></table>	A	Ω	語	卍	00000041	000003A9	00008A9E	00010384	UTF-32
A	Ω	語	卍						
00000041	000003A9	00008A9E	00010384						
<table border="1"><tr><td>A</td><td>Ω</td><td>語</td><td>卍</td></tr><tr><td>0041</td><td>03A9</td><td>8A9E</td><td>D800 DF84</td></tr></table>	A	Ω	語	卍	0041	03A9	8A9E	D800 DF84	UTF-16
A	Ω	語	卍						
0041	03A9	8A9E	D800 DF84						
<table border="1"><tr><td>A</td><td>Ω</td><td>語</td><td>卍</td></tr><tr><td>41</td><td>CE A9</td><td>E8 AA 9E</td><td>F0 90 8E 84</td></tr></table>	A	Ω	語	卍	41	CE A9	E8 AA 9E	F0 90 8E 84	UTF-8
A	Ω	語	卍						
41	CE A9	E8 AA 9E	F0 90 8E 84						



# Unicode

	010	011	012	013	014	015	016	017
0	Ā 0100	Ð 0110	Ġ 0120	İ 0130	ı 0140	Ō 0150	Š 0160	Ū 0170
1	ā 0101	đ 0111	ġ 0121	ı 0131	ł 0141	ō 0151	š 0161	ū 0171
2	Ǻ 0102	Ē 0112	Ǵ 0122	IJ 0132	ł 0142	Œ 0152	Ț 0162	Ț 0172
3	ǻ 0103	ē 0113	ǵ 0123	ij 0133	Ń 0143	œ 0153	ț 0163	ȕ 0173
4	Ą 0104	Ĕ 0114	Ĥ 0124	Ĵ 0134	ń 0144	Ŕ 0154	Ť 0164	Ŵ 0174
5	ą 0105	ĕ 0115	ĥ 0125	ĵ 0135	ņ 0145	ŕ 0155	ť 0165	ŵ 0175
6	Ć 0106	Ė 0116	Ħ 0126	Ɔ 0136	ņ 0146	Ŗ 0156	Ʀ 0166	Ŷ 0176
7	ć 0107	ė 0117	ħ 0127	ķ 0137	ņ 0147	ŗ 0157	ƥ 0167	ŷ 0177

## European Latin

- 0100 Ā LATIN CAPITAL LETTER A WITH MACRON  
≡ 0041 A 0304 ̄
- 0101 ā LATIN SMALL LETTER A WITH MACRON  
• Latvian, Latin, ...  
≡ 0061 a 0304 ̄
- 0102 Ă LATIN CAPITAL LETTER A WITH BREVE  
≡ 0041 A 0306 ̆
- 0103 ă LATIN SMALL LETTER A WITH BREVE  
• Romanian, Vietnamese, Latin, ...  
≡ 0061 a 0306 ̆
- 0104 Ą LATIN CAPITAL LETTER A WITH OGONEK  
≡ 0041 A 0328 ̇
- 0105 ą LATIN SMALL LETTER A WITH OGONEK  
• Polish, Lithuanian, ...  
≡ 0061 a 0328 ̇
- 0106 Ć LATIN CAPITAL LETTER C WITH ACUTE  
≡ 0043 C 0301 ́
- 0107 ć LATIN SMALL LETTER C WITH ACUTE  
• Polish, Croatian, ...  
→ 045B ħ cyrillic small letter tshe  
≡ 0063 c 0301 ́

## Kody alfanumeryczne - przykład

- Tekst: **Sala WE-110**

S	a	l	a		W	E	-	1	1	0
---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---

ASCII	53	61	6c	61	20	57	45	2d	31	31	30
ISO 8859-2	53	61	6c	61	20	57	45	2d	31	31	30
Unicode	53	61	6c	61	20	57	45	2d	31	31	30

system  
szesnastkowy

ASCII	83	97	108	97	32	87	69	45	49	49	48
ISO 8859-2	83	97	108	97	32	87	69	45	49	49	48
Unicode	83	97	108	97	32	87	69	45	49	49	48

system  
dziesiętny

## Kody alfanumeryczne - przykład

- Tekst: **Żółty wąż**

Ż	ó	ł	t	y		w	ą	ż
---	---	---	---	---	--	---	---	---

ASCII	×	×	×	74	79	20	77	×	×
ISO 8859-2	AF	F3	B3	74	79	20	77	B1	BF
Unicode	17B	F3	142	74	79	20	77	105	17C

system  
szesnastkowy

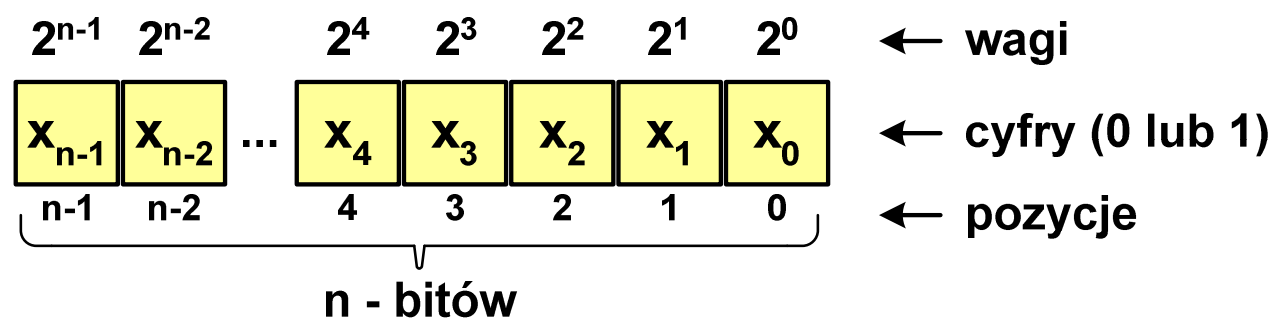
ASCII	×	×	×	116	121	32	119	×	×
ISO 8859-2	175	243	179	116	121	32	119	177	191
Unicode	379	243	322	116	121	32	119	261	380

system  
dziesiętny



## NKB (BCN) - liczby całkowite bez znaku

- Zapis liczby w systemie dwójkowym:



- Używając **n-bitów** można zapisać liczbę z zakresu:

$$X_{(2)} = \langle 0, 2^n - 1 \rangle$$

8-bitów 0 ... 255

16-bitów 0 ... 65 535

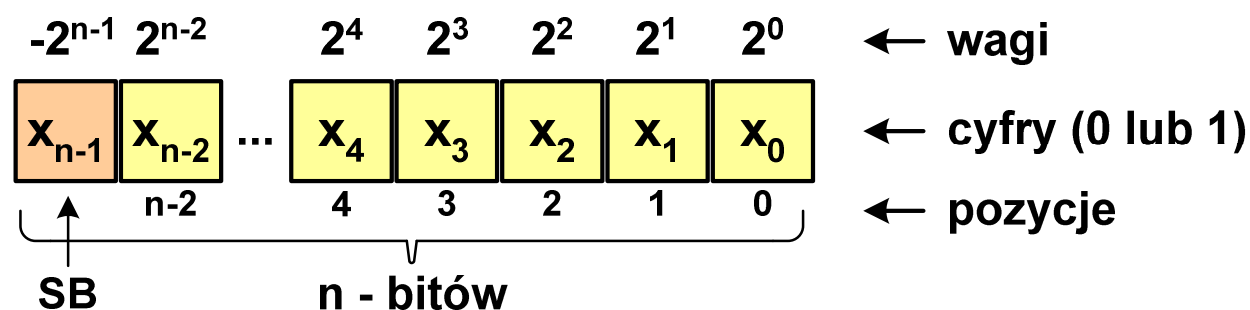
32-bity 0 ... 4 294 967 295

64-bity 0 ... 18 446 744 073 709 551 615

18 trylionów 446 miliardów 744 biliony 73 miliardy 709 milionów 551 tysięcy 615

## U2 - liczby całkowite ze znakiem

- ZU2, uzupełnień do dwóch, two's complement



- Najstarszy bit jest bitem znaku liczby: 0 - dodatnia, 1 - ujemna
- Wartość liczby:

$$X_{(10)} = x_0 \cdot 2^0 + x_1 \cdot 2^1 + x_2 \cdot 2^2 + \dots + x_{n-2} \cdot 2^{n-2} + x_{n-1} \cdot (-2^{n-1})$$

## U2 - liczby całkowite ze znakiem

### ■ Zamiana liczby dziesiętnej na kod U2:

- liczba dodatnia

$$75_{(10)} = ?_{(U2)}$$

- zamieniamy liczbę na NKB

$$75_{(10)} = 1001011_{(NKB)}$$

- dodajemy bit znaku: 0

$$75_{(10)} = 01001011_{(U2)}$$

- liczba ujemna

$$-75_{(10)} = ?_{(U2)}$$

- zamieniamy **moduł** liczby na U2

$$|-75_{(10)}| = 75_{(10)} = 01001011_{(U2)}$$

- negujemy wszystkie bity i dodajemy 1

$$\begin{array}{r} 01001011 \\ \text{negacja: } 10110100 \\ +1: \qquad \qquad 1 \\ \hline -75_{(10)} = 10110101_{(U2)} \end{array}$$

## BCD

- **B**inary-**C**oded **D**ecimal - dziesiętny zakodowany dwójkowo
- **BCD** - sposób zapisu liczb polegający na zakodowaniu kolejnych cyfr liczby dziesiętnej w 4-bitowym systemie dwójkowym (NKB)
- Istnieje kilka wariantów kodu BCD

NKB	BCD 8421	Excess-3	BCD 2421
0	0000	0011	0000
1	0001	0100	0001
2	0010	0101	0010
3	0011	0110	0011
4	0100	0111	0100
5	0101	1000	1011
6	0110	1001	1100
7	0111	1010	1101
8	1000	1011	1110
9	1001	1100	1111

$$168_{(10)} = ?_{(BCD)}$$

$$\underbrace{0001}_1 \quad \underbrace{0110}_6 \quad \underbrace{1000}_8$$

$$168_{(10)} = 000101101000_{(BCD)}$$

$$1001 | 0101 | 0011_{(BCD)} = ?_{(10)}$$

$$\underbrace{1001}_9 \quad \underbrace{0101}_5 \quad \underbrace{0011}_3$$

$$100101010011_{(BCD)} = 953_{(10)}$$

## Zapis zmiennoprzecinkowy liczby rzeczywistej

- Postać zmiennoprzecinkowa umożliwia zapis bardzo dużych lub bardzo małych liczb w prostszej i wygodniejszej formie

- $12\ 000\ 000\ 000\ 000 = 1,2 \cdot 10^{13}$
- $-30\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = -3,0 \cdot 10^{19}$
- $0,000\ 000\ 000\ 001 = 1,0 \cdot 10^{-12}$

- Zapis liczby zmiennoprzecinkowej ma postać

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot B^E$$

gdzie:

- S** - znak liczby (ang. sign), przyjmuje wartość 0 lub 1
- M** - mantysa (ang. mantissa), liczba ułamkowa
- B** - podstawa systemu liczbowego (ang. base)
- E** - wykładnik (ang. exponent), cecha, liczba całkowita

## Postać znormalizowana zapisu liczby

- Tę samą liczbę można zapisać w różnych sposób

$$243 \cdot 10^1 = 24,3 \cdot 10^2 = 2,43 \cdot 10^3 = 0,243 \cdot 10^4$$

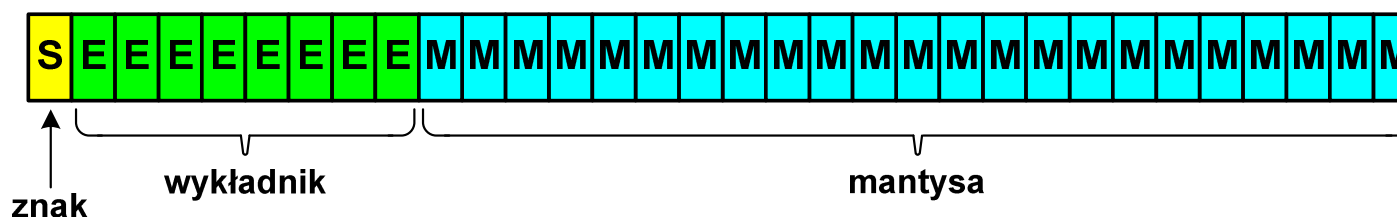
- W postaci znormalizowanej mantysa spełnia nierówność:

$$B > |M| \geq 1$$

- $2,43 \cdot 10^3$  - to jest postać znormalizowana, gdyż:  $10 > |2,43| \geq 1$
- $0,243 \cdot 10^4$  - to nie jest postać znormalizowana
- $24,3 \cdot 10^2$  - to nie jest postać znormalizowana

## Liczby zmiennoprzecinkowe w systemie binarnym

- Liczba bitów przeznaczonych na mantysę i wykładnik jest ograniczona



- W systemie binarnym podstawa systemu jest stała:  $B = 2$

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot 2^{E-\text{BIAS}}$$

- Wykładnik jest zapisywany jako wartość przesunięta o pewną stałą (ang. **biased exponent**) - zapis z przesuniętym wykładnikiem
- Wartości przesunięcia: **127** (format 32-bit.), **1023** (format 64-bit.)

## Standard IEEE 754

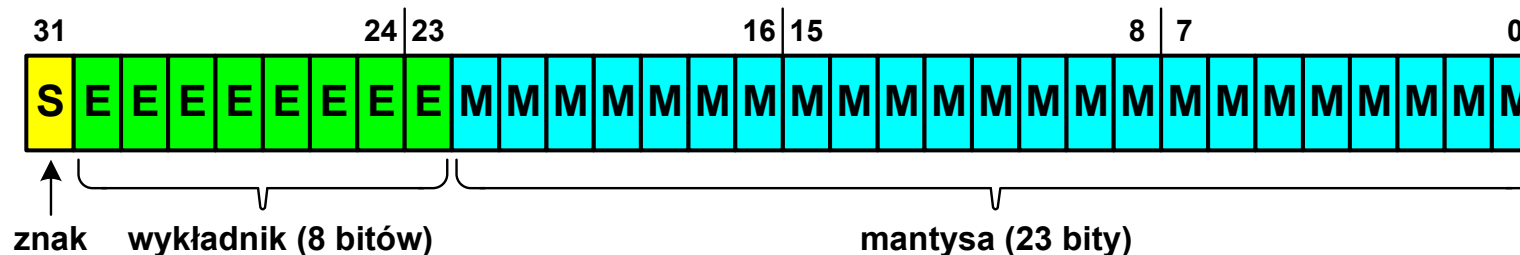
- Standard opracowany w celu ujednoczenia operacji na liczbach zmiennoprzecinkowych na różnych platformach sprzętowych
- IEEE Std. 754-2008** - IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic

Precyzja	Długość słowa [bity]	Znak [bity]	Wykładnik		Mantysa	
			Długość [bity]	Zakres	Długość [bity]	Cyfry znaczące
Pojedyncza (Single Precision, binary32)	32	1	8	$2^{\pm 127} \approx 10^{\pm 38}$	23	7
Pojedyncza rozszerzona (Single Extended)	$\geq 43$	1	$\geq 11$	$\geq 2^{\pm 1023} \approx 10^{\pm 308}$	$\geq 31$	$\geq 10$
Podwójna (Double Precision, binary64)	64	1	11	$2^{\pm 1023} \approx 10^{\pm 308}$	52	16
Podwójna rozszerzona (Double Extended)	$\geq 79$	1	$\geq 15$	$\geq 2^{\pm 16383} \approx 10^{\pm 4932}$	$\geq 63$	$\geq 19$



## Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

- Liczba pojedynczej precyzji przechowywana jest na 32 bitach:



- **Bit znaku:** 0 - liczba dodatnia, 1 - liczba ujemna
- **Wykładnik** zapisywany jest na z nadmiarem o wartości 127 i przyjmuje wartości od -127 do 128
- **Mantysa** w większości przypadków jest znormalizowana
- Mantysa zawiera się w przedziale 1 i 2, jej pierwszy bit jest zawsze równy 1 i nie jest zapamiętywany
- Bit ten jest automatycznie uwzględniany podczas wykonywania obliczeń

## Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

### ■ Przykład:

- obliczmy wartość dziesiętną liczby zmiennoprzecinkowej

$$01000010110010000000000000000000_{(IEEE754)} = ?_{(10)}$$

- dzielimy liczbę na części

$$\begin{array}{ccc} \underbrace{0}_{S\text{-bit znaku}} & \underbrace{10000101}_{E\text{-wykładnik}} & \underbrace{100100000000000000000000}_{M\text{-mantysa (tylko część ułamkowa)}} \end{array}$$

- określamy **znak liczby**

$$S = 0 \quad \text{– liczba dodatnia}$$

- obliczamy **wykładnik** pamiętając, że w reprezentacji 32-bitowej nadmiar wynosi 127

$$E = 10000101_{(2)} = 128 + 4 + 1 = 133 - \underbrace{127}_{\text{nadmiar}} = 6_{(10)}$$

## Standard IEEE 754 - liczby 32-bitowe

### ■ Przykład (cd.):

- wyznaczamy **mantysę** dopisując na początku 1 (1 - część całkowita) i stawiając przecinek

$$\begin{aligned} M &= 1,100100000000000000000000 = \\ &= 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-4} = 1 + 0,5 + 0,0625 = 1,5625_{(10)} \end{aligned}$$

- wartość dziesiętną liczby zmiennoprzecinkowej obliczamy według wzoru:

$$L = (-1)^S \cdot M \cdot 2^E$$

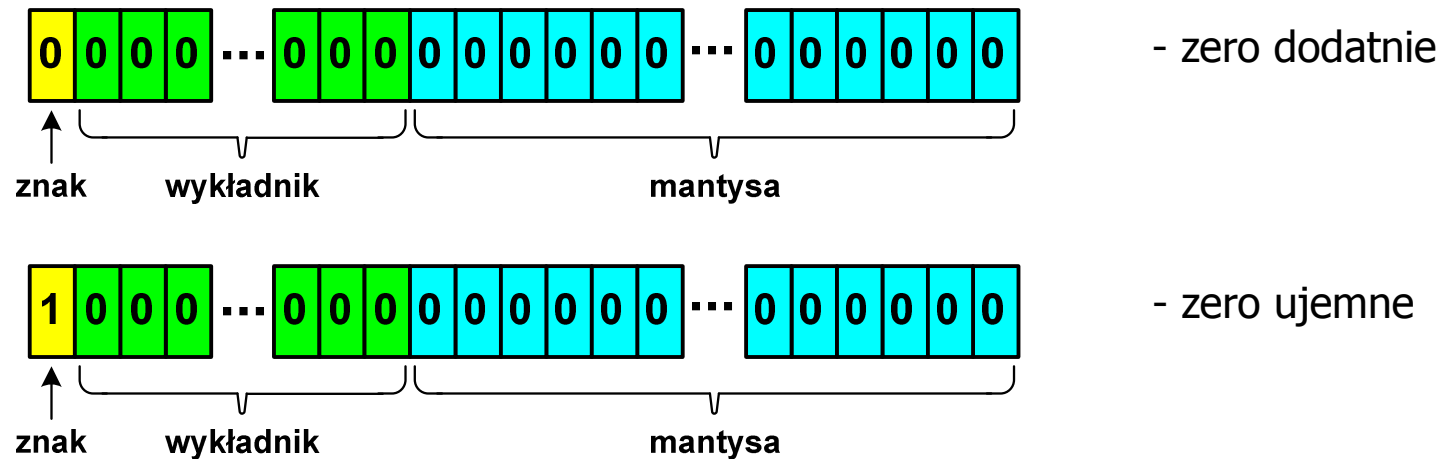
- podstawiając otrzymujemy:

$$S = 0, \quad E = 6_{(10)}, \quad M = 1,5625_{(10)}$$

$$L = (-1)^0 \cdot 1,5625 \cdot 2^6 = 100_{(10)}$$

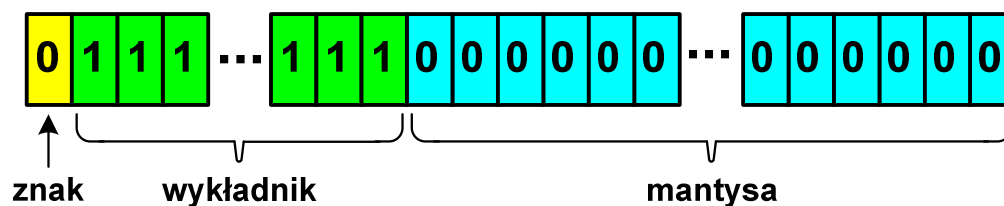
$$01000010110010000000000000000000_{(IEEE754)} = 100_{(10)}$$

## Standard IEEE 754 - zero

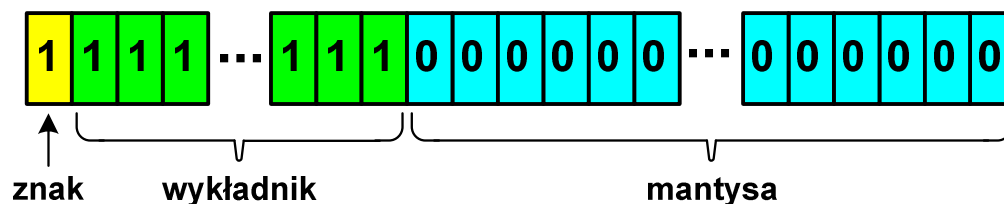


- bit znaku może przyjmować dowolną wartość
- przy porównaniach zero dodatnie i ujemne są traktowane jako równe sobie

## Standard IEEE 754 - nieskończoność



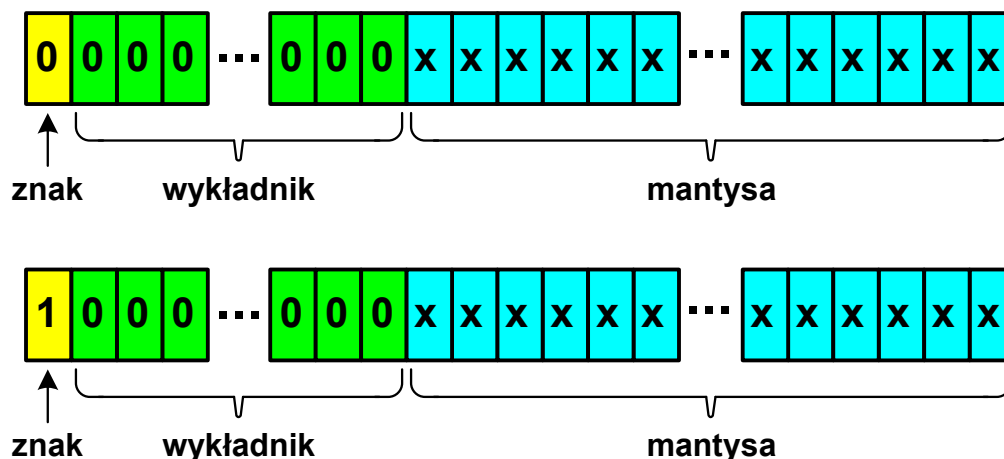
- nieskończoność dodatnia



- nieskończoność ujemna

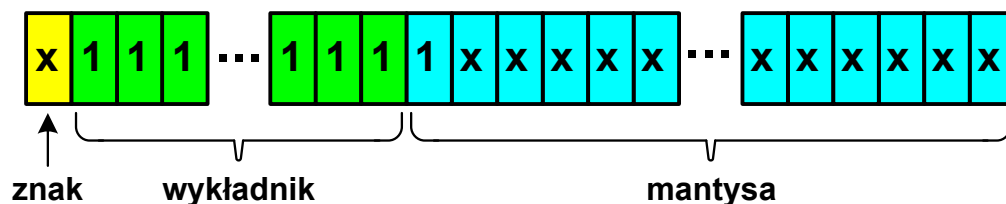
- bit znaku określa czy mamy nieskończoność dodatnią czy ujemną
- nieskończoność występuje w przypadku wystąpienia **nadmiaru** (przepełnienia) oraz przy dzieleniu przez zero

## Standard IEEE 754 - liczba zdenormalizowana



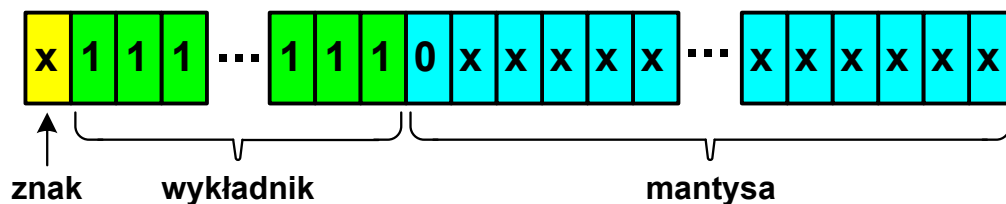
- pojawia się, gdy występuje **niedomiar** (ang. **underflow**), ale wynik operacji można jeszcze zapisać denormalizując mantysę
- wtedy mantysa nie posiada domyślnej części całkowitej równej 1, tzn. reprezentuje liczbę o postaci **0,xxx...xxx**, a nie **1,xxx...xxx**

## Standard IEEE 754 - nieliczby



QNaN (Quiet NaN)  
ciche nieliczby

- ciche nieliczby „przechodzą” przez działania arytmetyczne (ich wystąpienie nie powoduje przerwania wykonywania programu)
- najczęściej oznaczają wartość niezdefiniowaną



SNaN (Signaling NaN)  
głośne nieliczby

- powodują powstanie wyjątków w operacjach arytmetycznych i przerwanie wykonywania programu
- najczęściej oznaczają wartość niedozwoloną