



Bartosz Ziemkiewicz  
Joanna Karłowska-Pik

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

dla matematyków



Wydawnictwo Naukowe  
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

Bartosz Ziemkiewicz  
Joanna Karłowska-Pik

# **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X dla matematyków**



WYDAWNICTWO NAUKOWE  
UNIwersytetu Mikołaja Kopernika

Toruń 2013

Recenzenci:

Jacek Jakubowski

Piotr Śniady

Redaktor wydawniczy:

Elżbieta Kossarzecka

Na okładce wykorzystano grafikę Piotra Tołoczki *Nieskończoność*, 2011.

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe UMK

Toruń 2013

© Copyright by Bartosz Ziemkiewicz and Joanna Karłowska-Pik

Toruń 2013

ISBN 978-83-231-3142-7

Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

Redakcja: ul. Gagarina 5, 87-100 Toruń

tel. +48 56 611 42 95, fax +48 56 611 47 05

e-mail: [wydawnictwo@umk.pl](mailto:wydawnictwo@umk.pl)

Dystrybucja: ul. Reja 25, 87-100 Toruń

tel. +48 56 611 42 38, e-mail: [books@umk.pl](mailto:books@umk.pl)

[www.wydawnictwoumk.pl](http://www.wydawnictwoumk.pl)

Druk: Wydawnictwo Naukowe UMK

ul. Gagarina 5, 87-100 Toruń

# Spis treści

<b>Wstęp</b>	<b>11</b>
<b>1. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X — wprowadzenie</b>	<b>13</b>
Dawne teksty matematyczne . . . . .	14
Donald Knuth . . . . .	14
T <sub>E</sub> X . . . . .	14
Leslie Lamport . . . . .	15
L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	15
Czym jest L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X? . . . . .	15
Schemat działania L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-a . . . . .	16
Zalety L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-a . . . . .	17
Potrzebne oprogramowanie . . . . .	17
Literatura podstawowa . . . . .	18
Przykład działania . . . . .	19
<b>2. Podstawy L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-a</b>	<b>25</b>
Pierwszy dokument . . . . .	26
Struktura pliku źródłowego . . . . .	26
Ważniejsze opcje dokumentów . . . . .	27
Podstawowe klasy dokumentów . . . . .	27
Pakiety w L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-u . . . . .	28
Pakiety umożliwiające pisanie po polsku . . . . .	28
Polecenia L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-a . . . . .	29
Podstawowe formatowanie tekstu . . . . .	30
Wyróżnianie fragmentów tekstu . . . . .	33
Centrowanie . . . . .	34
Komentarze i znaki specjalne . . . . .	35
Zmiana wielkości czcionek . . . . .	35
Kolory w L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-u . . . . .	36

Odstępy poziome . . . . .	38
Odstępy pionowe . . . . .	39
Odstępy międzywierszowe . . . . .	39
Plik przykładowy . . . . .	41
<b>3. Matematyka w L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-u</b>	<b>47</b>
Tryb matematyczny w L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-u . . . . .	48
Znaki działań arytmetycznych . . . . .	49
Symbole relacji i działań . . . . .	50
Indeksy górne i dolne . . . . .	51
Ułamki . . . . .	52
Pierwiastki . . . . .	53
Standardowe funkcje matematyczne . . . . .	54
Odstępy w trybie matematycznym . . . . .	56
Sumy, iloczyny i całki . . . . .	57
Strzałki . . . . .	59
Granice . . . . .	60
Alfabet grecki . . . . .	60
Nawiasy i inne ograniczniki . . . . .	61
Inne przydatne symbole . . . . .	63
$\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ . . . . .	64
Standardowe czcionki matematyczne . . . . .	65
Macierze . . . . .	67
Otoczenie <code>cases</code> . . . . .	68
Pakiet <code>Xy-pic</code> . . . . .	69
Strzałki . . . . .	71
Etykiety . . . . .	72
Style strzałek . . . . .	73
Zmiana kształtu strzałek . . . . .	74
Plik przykładowy . . . . .	75
<b>4. Zaawansowane otoczenia matematyczne</b>	<b>81</b>
Uwaga wstępna . . . . .	82
Otoczenie <code>equation</code> . . . . .	82
Przenoszenie wzorów wielowierszowych . . . . .	83
Otoczenie <code>multline</code> . . . . .	84
Otoczenie <code>split</code> . . . . .	86
Otoczenie <code>gather</code> . . . . .	87
Otoczenie <code>align</code> . . . . .	88

Otoczenia <code>equation*</code> , <code>multline*</code> , <code>gather*</code> i <code>align*</code> . . . . .	89
Twierdzenia, lematy, definicje itp. . . . .	90
Twierdzenia, definicje, . . . — zmiana stylu . . . . .	94
Otoczenie <code>proof</code> . . . . .	95
Dlaczego nie wstawiać odwołań ręcznie? . . . . .	96
Tworzenie odwołań do wzorów . . . . .	96
Tworzenie odsyłaczy do twierdzeń . . . . .	98
Plik przykładowy . . . . .	100
<b>5. Tabele i listy</b> . . . . .	<b>109</b>
Otoczenie <code>tabular</code> . . . . .	110
Ustawianie szerokości kolumn . . . . .	112
Wiele kopii tak samo sformatowanej kolumny . . . . .	113
Łączenie kolumn . . . . .	113
Łączenie wierszy . . . . .	114
Wyrównywanie zawartości kolumn liczbowych . . . . .	115
Dzielenie komórki „po przekątnej” . . . . .	116
Otoczenie <code>table</code> . . . . .	117
Inne pakiety . . . . .	120
Wyliczenia (listy numerowane) . . . . .	120
Wyszczególnienia (listy punktowane) . . . . .	121
Zagnieżdżanie otoczeń . . . . .	122
Pakiet <code>enumerate</code> . . . . .	124
Plik przykładowy . . . . .	127
<b>6. Grafika w <math>\LaTeX</math>-u</b> . . . . .	<b>135</b>
Tworzenie plików pdf w $\LaTeX$ -u . . . . .	136
Grafika w $\LaTeX$ -u — wprowadzenie . . . . .	139
Grafika rastrowa i wektorowa . . . . .	140
Pakiet <code>graphicx</code> . . . . .	140
Zmiana rozmiarów rysunku . . . . .	142
Obroty . . . . .	144
Otoczenie <code>figure</code> . . . . .	146
Dodatkowe informacje . . . . .	147
PSTricks . . . . .	148
Otoczenie <code>pspicture</code> . . . . .	148
Układ współrzędnych . . . . .	151
Linie i punkty . . . . .	154
Podstawowe parametry linii . . . . .	154

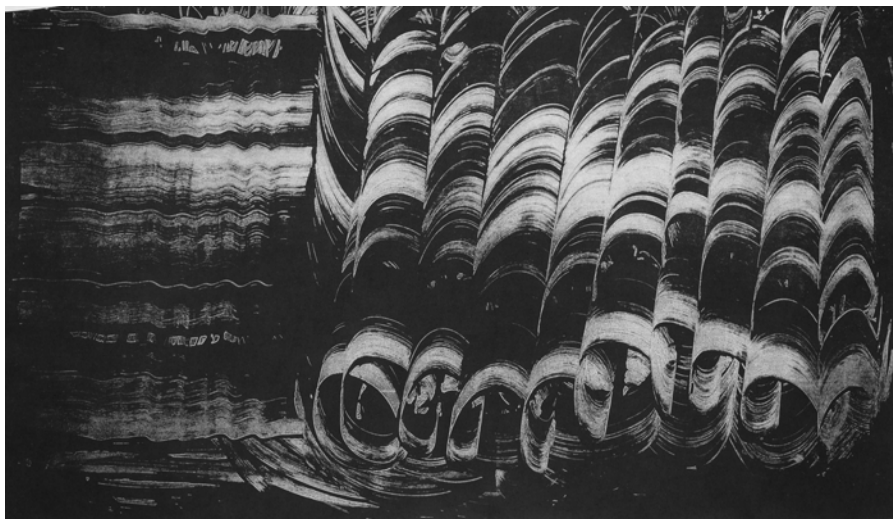
Figury geometryczne . . . . .	158
Podstawowe parametry figur . . . . .	159
Wielokąty . . . . .	161
Koła . . . . .	162
Łuki . . . . .	163
Wycinki koła . . . . .	165
Elipsy . . . . .	165
Krzywe . . . . .	166
Umieszczanie tekstu na rysunkach . . . . .	168
Wycinanie . . . . .	172
Uwagi . . . . .	175
Plik przykładowy . . . . .	177
<b>7. Praca dyplomowa w L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-u</b>	<b>185</b>
Wstęp . . . . .	186
Wybór klasy dokumentu . . . . .	186
Strona tytułowa . . . . .	187
Logiczny podział dokumentu . . . . .	193
Rozdziały . . . . .	194
Inne jednostki podziału . . . . .	197
Spis treści . . . . .	199
Bibliografia . . . . .	202
Cytowania . . . . .	206
Tworzenie indeksu (skorowidzu) . . . . .	207
Tworzenie wpisów . . . . .	208
MakeIndex a język polski . . . . .	209
Podział dokumentu na kilka plików . . . . .	210
Projekty . . . . .	212
Marginesy i inne ustawienia strony . . . . .	215
Styl strony . . . . .	219
Pakiet fancyhdr . . . . .	220
Przypisy . . . . .	223
Pakiet indentfirst i polecenie <code>\frenchspacing</code> . . . . .	224
Definiowanie własnych poleceń . . . . .	224
Definiowanie własnych otoczeń . . . . .	227
Dlaczego warto definiować własne polecenia . . . . .	227
Zmiana istniejących poleceń i otoczeń . . . . .	229
Zmiana predefiniowanych napisów . . . . .	229
Liczniki . . . . .	230

Numeracja wzorów . . . . .	233
Numeracja definicji, twierdzeń itp. . . . .	235
Tworzenie połączeń hipertekstowych . . . . .	237
<b>8. Prezentacje w L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-u</b>	<b>241</b>
BEAMER — wprowadzenie . . . . .	242
Pierwsza prezentacja . . . . .	242
Struktura pliku źródłowego . . . . .	244
BEAMER — preambuła . . . . .	244
Otoczenie <code>frame</code> . . . . .	245
Motywy . . . . .	246
Bloki . . . . .	249
Wyróżnienia . . . . .	251
Warstwy . . . . .	251
Efekty przejścia . . . . .	256
Logiczny podział prezentacji . . . . .	256
Drukowanie prezentacji . . . . .	257
Plik przykładowy . . . . .	259
<b>A. Instalacja oprogramowania</b>	<b>271</b>
Wymagania systemowe . . . . .	272
MiKTeX . . . . .	272
Pobieranie MiKTeX-a . . . . .	272
Instalacja MiKTeX-a . . . . .	278
Instalacja przeglądarki plików pdf i ps . . . . .	283
Instalacja edytora LEd . . . . .	289
Konfiguracja edytora LEd . . . . .	293
<b>B. Błędy i ostrzeżenia</b>	<b>297</b>
Komunikaty o błędach i ostrzeżeniach . . . . .	298
Najczęściej występujące błędy . . . . .	299
Najczęściej występujące ostrzeżenia . . . . .	301
<b>Bibliografia</b>	<b>303</b>
<b>Indeks</b>	<b>305</b>



# Rozdział 1

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X — wprowadzenie



Piotr Tołoczko, *Potok*, 2010

# Dawne teksty matematyczne

104

and

$$\int_0^t (H_s - H_s)^2 d\langle Y, Y \rangle_s = \int_0^t (H_s - H_s)^2 X_s^2 d\langle M, M \rangle_s$$

We shall check that  $H_s^{\epsilon, \epsilon}$  which belongs to  $\mathcal{H}$  is such that

$$E \left[ \int_0^t (H_s^{\epsilon, \epsilon} X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s H_s)^2 d\langle M, M \rangle_s \right] \rightarrow 0.$$

Using the inequality:

$$(H_s^{\epsilon, \epsilon} - H_s X_s^{\epsilon, \epsilon})^2 \leq 2(H_s^{\epsilon, \epsilon})^2 (X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 + 2(X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 (X_s^{\epsilon, \epsilon})^2$$

we obtain:

$$E \left[ \int_0^t (H_s^{\epsilon, \epsilon} X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s H_s)^2 d\langle M, M \rangle_s \right] \leq 2E \left[ \int_0^t (H_s^{\epsilon, \epsilon})^2 (X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 d\langle M, M \rangle_s \right] + 2E \left[ \int_0^t (X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 X_s^2 d\langle M, M \rangle_s \right]$$

The wished convergence follows immediately from definitions and from:

$$E \left[ \int_0^t (H_s^{\epsilon, \epsilon})^2 (X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 d\langle M, M \rangle_s \right] \leq \sum_{n \leq t/\epsilon} (H_n^{\epsilon, \epsilon})^2 E \left[ \int_{n\epsilon}^{(n+1)\epsilon} (X_s^{\epsilon, \epsilon} - X_s)^2 d\langle M, M \rangle_s \right]$$

which tends to zero

Let  $\mathcal{H} \in \mathcal{M}^c$ . Then we have:

$$\left\langle \int_0^t H_s dY, N \right\rangle = \int_0^t H_s d\langle Y, N \rangle_s = \int_0^t H_s X_s d\langle M, M \rangle_s$$

and on the other hand

$$\left\langle \int_0^t H_s X_s dM, N \right\rangle = \int_0^t H_s X_s d\langle M, M \rangle_s$$

105

We obtain the result from the uniqueness of the stochastic integral in theorem (3-4). ■

(3-7) LEMMA. Let  $M, N \in \mathcal{M}^c$ . There exists a process  $H \in \mathcal{H}(N)$  such that

$$M_t = \int_0^t H_s dN_s + L_t,$$

where  $L$  is strongly orthogonal to  $N$ .

Moreover, there holds the equality

$$\langle M, N \rangle_t = \int_0^t H_s d\langle M, N \rangle_s + \langle L, L \rangle_t.$$

Proof. Let us consider the space  $\mathcal{I}(M)$  defined by the following:

$$\mathcal{I}(M) = \{ \int_0^t X_s dM_s : \text{there exists } X \in \mathcal{H}(M) \text{ such that } Y = \int_0^t X_s dM_s \}$$

$\mathcal{I}(M)$  is a closed subspace of the Hilbert space  $\mathcal{M}^c$ , as the mapping

$$X \mapsto \int_0^t X_s dM_s$$

is an isometry from  $\mathcal{H}(M)$  onto  $\mathcal{I}(M)$ . We can consider a projection of  $N$  on this subspace:

$$N = \int_0^t H_s dM_s + L$$

where  $\int_0^t H_s dM_s \in \mathcal{I}(M)$  and  $L \in \mathcal{M}^c$  is weakly orthogonal to  $\mathcal{I}(M)$ .

To obtain the strong orthogonality it is sufficient to show that

/J. Mémin: *Lectures on Stochastic Integrals*. Prepared by Maria Raczyńska. Preprint. Toruń, 1978–79/

## Donald Knuth

- urodzony w 1938 roku amerykański matematyk i informatyk, emerytowany profesor katedry informatyki Uniwersytetu Stanforda,
- autor *Sztuki programowania* — fundamentalnej monografii dotyczącej analizy algorytmów, pierwszy tom ukazał się w 1968 r., aktualnie autor pracuje nad tomem czwartym,
- twórca systemu składu komputerowego T<sub>E</sub>X i języka opisu czcionek METAFONT.



- T<sub>E</sub>X (wymawia się jako *tech*) jest to komputerowy system profesjonalnego składu drukarskiego, szczególnie często używany przy składaniu tekstów naukowych (np. matematycznych),

- Donald Knuth rozpoczął nad nim pracę w 1977 roku, planował ukończyć go w pół roku, ostatecznie pracę zakończył w 1989 r.,
- w 1989 r. powstał  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  wersja 3.0, od tej pory program nie jest rozwijany, poprawiane są tylko odnalezione błędy,
- aktualna wersja to 3.1415926,
- za znalezienie błędu w programie Donald Knuth wypłaca nagrodę, początkowo wynosiła ona 2,56 \$, a następnie była co roku podwana, obecnie jej wysokość została zamrożona i wynosi 327,68 \$.

## Leslie Lamport

- urodzony w 1941 roku amerykański matematyk i informatyk,
- twórca systemu opracowywania dokumentów  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ .

## $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$

- $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  (wymawia się jako *latech*) jest to zestaw makropoleceń stanowiących nadbudowę nad systemem składu  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , automatyzujących wiele czynności związanych z procesem poprawnego składania tekstu,
- pierwsza powszechnie używana wersja, nosząca numer 2.09, pojawiła się w 1985 r. (jej twórcą był Leslie Lamport),
- w 1994 r. pojawiła się aktualnie używana wersja  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$  (pracował nad nią zespół programistów pod kierownictwem Franka Mittelbacha),
- aktualnie trwają prace nad kolejną wersją programu —  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 3$ .

## Czym jest $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ?

- To **nie** jest edytor tekstu.
- To **nie** jest program typu WYSIWYG (*What You See Is What You Get*).