

Kaskadowy sposób obliczania niepewności pomiaru

Paweł Fotowicz

Zaproponowane postępowanie pozwala na wykonywanie szybkich obliczeń niepewności, przy użyciu arkusza kalkulacyjnego. Umożliwia również modelowanie samego pomiaru. Pokazuje jak ilościowo oddziałują wielkości wpływające na niepewność wyniku pomiaru.

Znaczną część pomiarów wykonywanych w laboratoriach to pomiary zaliczane do kategorii pośrednich. W pomiarach tych na ogół nie mierzy się wielkości wprost przyrządem pomiarowym, lecz wyznacza się ją na drodze obliczeniowej, na podstawie dobrze zdefiniowanego modelu matematycznego tej wielkości. Pomiary takie dotyczą nie tylko dziedzin tradycyjnie posługujących się złożonymi modelami wielkości mierzonych jak np. pomiary chemiczne, ale dotyczą również klasycznych obszarów metrologicznych związanych z pomiarami długości, wielkości elektrycznych czy temperatury. Pomiar tej samej wielkości może być wykonany metodą bezpośredniego pomiaru jak i przy użyciu technik pomiarowych pośrednich. Przykładem może być pomiar średnicy drutu. Jeśli mierzymy go przy użyciu mikrometru, to wykonujemy pomiar bezpośredni, jeśli wykorzystamy do tego celu zjawisko ugięcia spójnego promieniowania optycznego, to mierząc położenie prążków dyfrakcyjnych dokonujemy pomiaru pośredniego, wyznaczając średnicę z odpowiedniej zależności matematycznej modelującej powyższe zjawisko fizyczne. Ocena niepewności obu pomiarów wymaga zastosowania jednolitego sposobu postępowania, lecz w drugim przypadku jest bardziej złożona. Każdy pomiar pośredni składa się z szeregu pomiarów bezpośrednich. Dla każdego z nich można zbudować oddzielne równanie pomiaru. Równania te tworzą swoistą kaskadę, gdyż w bardziej złożonych przypadkach możemy mieć do czynienia z sytuacją równania w równaniu. Tworzenie takich równań nie utrudnia jednakże procesu szacowania niepewności.

Model pomiaru pośredniego

Wielkości mierzone pośrednio można zdefiniować matematycznie ogólną zależnością

$$y = f(x_1, \dots, x_N) \quad (1)$$

Wielkość wyjściowa y oraz wielkości wejściowe x_i są traktowane jak zmienne losowe, dla których należy określić rozkład prawdopodobieństwa i wyznaczyć dwa parametry: wartość oczekiwaną oraz odchylenie standar-

dowe. Każdą wielkość wejściową można opisać jej własnym równaniem pomiaru [1]

$$x_i = \bar{x}_i + \delta x_{i,1} + \dots + \delta x_{i,M} \quad (2)$$

gdzie \bar{x}_i to estymata wielkości wejściowej, a δx_{ij} to wielkości wpływające na wielkość wejściową. Wielkości wpływające charakteryzują się zerowymi wartościami oczekiwanymi i zawsze niezerowymi odchyleniami standardowymi. Wielkości te mogą być oceniane metodą eksperymentalną lub intelektualną. W pierwszym wypadku wielkościom tym przypisuje się na ogół rozkład normalny, gdy ocena powstaje na podstawie dostatecznie licznych serii obserwacji. W drugim wypadku na ogół przyjmuje się rozkład prostokątny, określając granice przedziału zmienności.

Dla wygody i przejrzystości zapisu można składowe wielkości wejściowych zestawić w tabeli 1. Tabela powinna zawierać w kolumnach symbole składowych, estymaty wielkości, niepewności standardowe oraz nazwy

Tabela 1. Zestawienie składowych wielkości wejściowej

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa
\bar{x}_i	$\{\bar{x}_i\} [\bar{x}_i]$	$\{u(\bar{x}_i)\} [u(\bar{x}_i)]$	nazwa
$\delta x_{i,1}$	$0 [\delta x_{i,1}]$	$\{u(\delta x_{i,1})\} [u(\delta x_{i,1})]$	nazwa
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$\delta x_{i,M}$	$0 [\delta x_{i,M}]$	$\{u(\delta x_{i,M})\} [u(\delta x_{i,M})]$	nazwa
x_i	$\{x_i\} [x_i]$	$\{u(x_i)\} [u(x_i)]$	nazwa

rozkładów prawdopodobieństwa opisujących te wielkości. W ostatnim wierszu tabeli należy umieścić symbol wielkości wejściowej, jej estymatę oraz niepewność standardową, dla której spełnione jest równanie

$$u^2(x_i) = u^2(\bar{x}_i) + u^2(\delta x_{i,1}) + \dots + u^2(\delta x_{i,M}) \quad (3)$$

Estymatą wielkości wejściowej na ogół jest jej wartość średnia lub nominalna, a rozkład prawdopodobieństwa można określić, stosując następującą metodę postępowania [2]. Odnajdujemy składową wielkość wejściowej $\delta x_{i,j}$ opisaną rozkładem prostokątnym o największej wartości niepewności standardowej. Obliczamy iloraz

Tabela 2. Rozbudowane zestawienie składowych wielkości wejściowej

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności
\bar{x}_i	$\{\bar{x}_i\} [\bar{x}_i]$	$\{u(\bar{x}_i)\} [u(\bar{x}_i)]$	nazwa	$\{c_i\} [c_i]$	$\{u_0(x_i)\} [u_0(x_i)]$
$\delta x_{i,1}$	$0[\delta x_{i,1}]$	$\{u(\delta x_{i,1})\} [u(\delta x_{i,1})]$	nazwa	$\{c_i\} [c_i]$	$\{u_1(x_i)\} [u_1(x_i)]$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$\delta x_{i,M}$	$0[\delta x_{i,M}]$	$\{u(\delta x_{i,M})\} [u(\delta x_{i,M})]$	nazwa	$\{c_i\} [c_i]$	$\{u_M(x_i)\} [u_M(x_i)]$
\bar{x}_j	$\{\bar{x}_j\} [\bar{x}_j]$	$\{u(\bar{x}_j)\} [u(\bar{x}_j)]$	nazwa	$\{c_j\} [c_j]$	$\{u_0(x_j)\} [u_0(x_j)]$
$\delta x_{j,1}$	$0[\delta x_{j,1}]$	$\{u(\delta x_{j,1})\} [u(\delta x_{j,1})]$	nazwa	$\{c_j\} [c_j]$	$\{u_1(x_j)\} [u_1(x_j)]$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$\delta x_{j,L}$	$0[\delta x_{j,L}]$	$\{u(\delta x_{j,L})\} [u(\delta x_{j,L})]$	nazwa	$\{c_j\} [c_j]$	$\{u_L(x_j)\} [u_L(x_j)]$
x_k	$\{x_k\} [x_k]$	-	nazwa	-	$\{u(x_k)\} [u(x_k)]$

Tabela 3. Budżet niepewności

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności
x_1	$\{x_1\} [x_1]$	$\{u(x_1)\} [u(x_1)]$	nazwa	$\{c_1\} [c_1]$	$\{u_1(y)\} [u_1(y)]$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
x_N	$\{x_N\} [x_N]$	$\{u(x_N)\} [u(x_N)]$	nazwa	$\{c_N\} [c_N]$	$\{u_N(y)\} [u_N(y)]$
y	$\{y\} [y]$	-	-	-	$\{u_c(y)\} [u_c(y)]$

$$r_i = \frac{|u(\delta x_{i,j})|}{\sqrt{u^2(x_i) - u^2(\delta x_{i,j})}} \tag{4}$$

Dla wartości tego ilorazu nie mniejszej niż jeden i nie większej niż dziesięć wielkości wejściowej przypisujemy rozkład trapezowy, a jeśli wartość ilorazu jest większa od dziesięciu, to wielkości wejściowej przypisujemy rozkład prostokątny. W pozostałych przypadkach przyjmujemy rozkład normalny.

W bardziej złożonych przypadkach oceny wielkości wejściowych wygodnie jest zastosować rozbudowaną tabelę 2. Dotyczy ona sytuacji, gdy równanie wielkości wejściowej zawiera dwie lub więcej podstawowych składowych zawierających własne wielkości wpływające. W odróżnieniu od poprzedniej tabeli znajdują się w niej dwie dodatkowe kolumny: wartości współczynników wrażliwości c_i i udziałów niepewności $u_i(x_i)$. Współczynniki wrażliwości to pochodne cząstkowe wielkości wyjściowej po określonej wielkości wejściowej

$$c_i = \frac{\partial y}{\partial x_i} \tag{5}$$

Natomiast udział niepewności wielkości wejściowej to iloczyn współczynnika wrażliwości i niepewności standardowej tej wielkości

$$u_i(x_i) = c_i \cdot u(x_i) \tag{6}$$

Podobnie postępujemy z pozostałymi wielkościami wejściowymi, z wyjątkiem sytuacji gdy jesteśmy w stanie ocenić tę wielkość bezpośrednio, przypisując jej określony rozkład prawdopodobieństwa.

Wszystkie wielkości wejściowe definiujące wielkość wyjściową y należy zestawić w tabeli budżetu niepewności (tab. 3).

W ostatnim wierszu budżetu niepewności zapisujemy estymatę wielkości mierzonej obliczoną na podstawie wartości estymat wielkości wejściowych

$$\bar{y} = f(\bar{x}_1 \dots \bar{x}_N) \tag{7}$$

oraz złożoną niepewność standardową wielkości wyjściowej

$$u_c^2(y) = c_1^2 u^2(x_1) + \dots + c_N^2 u^2(x_N) \tag{8}$$

Wynik pomiaru zapisujemy w postaci estymaty wielkości mierzonej i jej niepewności rozszerzonej U wyznaczonej dla określonego poziomu ufności p

$$y = \bar{y} \pm U \tag{9}$$

Niepewność rozszerzona to iloczyn współczynnika rozszerzenia k i złożonej niepewności standardowej

$$U = k \cdot u_c(y) \tag{10}$$

Niepewność rozszerzoną podaje się dla arbitralnie określonego poziomu ufności. Przy wzorcowaniu przyjęto, że poziom ten wynosi $p = 95\%$. Aby go zapewnić, należy wyznaczyć wartość współczynnika rozszerzenia, która z kolei jest zdeterminowana rozkładem prawdopodobieństwa wielkości wyjściowej. W tym celu można zastosować metodę opisaną w [3].

Przykład obliczeniowy

Przedstawioną metodę postępowania zastosowano do wyznaczenia niepewności rezystancji czujnika termometru oporowego w punkcie potrójnym wody. Rezystancja termometru oporowego opisana jest równaniem

$$R_O = R_S \cdot X_O + \sum_{i=1}^6 \delta R_{O_i} \quad (11)$$

gdzie: R_S – rezystancja opornika wzorcowego, X_O – wskazanie mostka elektrycznego, δR_{O_1} – niedokładność realizacji punktu potrójnego wody, δR_{O_2} – wpływ ciśnienia hydrostatycznego, δR_{O_3} – wpływ gradientu temperatury w komórce, δR_{O_4} – przegrzewanie termometru prądem pomiarowym, δR_{O_5} – oddziaływanie prądu przeniennego, δR_{O_6} – wpływ izolacji przewodów elektrycznych.

Równanie niepewności pomiaru można zapisać w postaci

$$u_c^2(R_O) = c_1^2 u^2(R_S) + c_2^2 u^2(X_O) + \sum_{i=1}^6 c_{i+2}^2 u^2(\delta R_{O_i}) \quad (12)$$

gdzie:

$$c_1 = \frac{\partial R_O}{\partial R_S} = X_O \quad c_2 = \frac{\partial R_O}{\partial X_O} = R_S \quad c_{i+2} = \frac{\partial R_O}{\partial \delta R_{O_i}} = 1$$

Dla dwóch wielkości wejściowych występujących we wzorze (11) zbudowano oddzielne równania. Jedną z wielkości jest rezystancja opornika wzorcowego

$$R_S = R_{S_0} + \delta R_{S_1} + \delta R_{S_2} \quad (13)$$

gdzie:

R_{S_0} – rezystancja opornika wzorcowego odczytana ze świadectwa wzorcowania, wynosząca: 25,000289 Ω , wyznaczona z niepewnością standardową: $5,3 \cdot 10^{-6} \Omega$;

δR_{S_1} – niestabilność długoczasowa opornika wzorcowego. Przyjęto wartość dryftu oporu elektrycznego równą: 2 ppm/rok, stąd graniczna wartość: $\pm 2 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \Omega = \pm 5 \cdot 10^{-5} \Omega$;

δR_{S_2} – wpływ temperatury na opornik wzorcowy. Współczynnik temperaturowy zgodnie z certyfikatem producenta: $1,7 \cdot 10^{-6} \Omega/K$. Maksymalne zmiany temperatury w laboratorium: ± 5 K. Współczynnik wzmocnienia termostatu $k_t = 30$. Stąd graniczna wartość: $\pm 1,7 \cdot 5 \cdot 10^{-6} / 30 \Omega = \pm 2,83 \cdot 10^{-7} \Omega$.

Drugą z wielkości wejściowych jest wskazanie mostka elektrycznego

$$X_O = X_{O_0} + \delta X_{O_1} \quad (14)$$

gdzie:

X_{O_0} – odczyt wskazania mostka. Wartość odczytana równa: 1,0208720 z błędem granicznym mostka podanym przez producenta: $\pm 2 \cdot 10^{-7}$;

δX_{O_1} – szum mostka. Oceniony metodą statystyczną z niepewnością standardową równą: $2,16 \cdot 10^{-9}$.

Obie wielkości wejściowe można zapisać w postaci jednej zależności

$$R = (R_{S_0} + \delta R_{S_1} + \delta R_{S_2}) (X_{O_0} + \delta X_{O_1}) \quad (15)$$

dla której wszystkie składowe zestawiono w tabeli 4. Poszczególnym składowym przypisano rozkłady normalny lub prostokątny i po uwzględnieniu współczynników wrażliwości wyznaczono ich udziały. Przypisanie wielkości R rozkładu trapezowego wynika z faktu, iż iloraz udziału największej składowej (δR_{S_1}) o rozkładzie prostokątnym wynosi ok. 5.

Na rezystancję w punkcie potrójnym wody oddziałują wielkości wpływające. Wielkościom oszacowanym na podstawie analizy statystycznej serii obserwacji przypisano rozkład normalny, a wielkościom oszacowanym metodą intelektualną przypisano rozkład prostokątny. Do wielkości tych należą:

δR_{O_1} – niedokładność realizacji punktu potrójnego wody. Zgodnie z dokumentem CCT/01-02 niepewność standardowa realizacji punktu potrójnego wody wynosi: 0,1 mK, co przy zastosowaniu przelicznika (dR/dT) = 0,1 Ω/K daje wartość: $10^{-5} \Omega$;

δR_{O_2} – wpływ ciśnienia hydrostatycznego. Przy błędzie granicznym związanym z wyznaczeniem ciśnienia hydrostatycznego $\Delta h = \pm 10$ mm i przeliczniku

Tabela 4. Zestawienie składowych wielkości wejściowych

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności
R_{S_0}	25,000289 Ω	$5,3 \cdot 10^{-6} \Omega$	normalny	1,0208720	$5,41 \cdot 10^{-6} \Omega$
δR_{S_1}	0 Ω	$2,89 \cdot 10^{-5} \Omega$	prostokątny	1,0208720	$2,95 \cdot 10^{-5} \Omega$
δR_{S_2}	0 Ω	$1,64 \cdot 10^{-7} \Omega$	prostokątny	1,0208720	$1,67 \cdot 10^{-7} \Omega$
X_{O_0}	1,0208720	$1,16 \cdot 10^{-7}$	prostokątny	25,000289 Ω	$2,89 \cdot 10^{-6} \Omega$
δX_{O_1}	0	$2,16 \cdot 10^{-9}$	normalny	25,000289 Ω	$5,4 \cdot 10^{-8} \Omega$
R	25,522095 Ω	-	trapezowy	-	$3,01 \cdot 10^{-5} \Omega$

$(dT/dh) = 7 \cdot 10^{-7} \text{ K/mm}$, graniczna wartość tego wpływu wynosi: $\pm 7 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$, co po przeliczeniu daje wartość: $\pm 7 \cdot 10^{-7} \Omega$;

δR_{O3} – wpływ gradientu temperatury w komórce. Niepewność standardowa tego wpływu oszacowana eksperymentalnie poprzez wielokrotne opuszczanie i unoszenie termometru w komórce wynosi: $0,05 \text{ mK}$, co daje wartość: $5 \cdot 10^{-6} \Omega$;

δR_{O4} – przegrzewanie termometru prądem pomiarowym. Niepewność standardowa przegrzewania się termometru prądem pomiarowym 2 mA , oszacowana eksperymentalnie, wynosi: $0,011 \text{ mK}$, co daje wartość: $1,1 \cdot 10^{-6} \Omega$;

δR_{O5} – oddziaływanie prądu przemiennego. Przyjęto, że błąd graniczny wynikający ze stosowania prądu przemiennego wynosi: $\pm 0,05 \text{ mK}$, co daje wartość: $\pm 5 \cdot 10^{-6} \Omega$;

δR_{O6} – wpływ izolacji przewodów elektrycznych. Błąd graniczny oszacowania tego wpływu wynosi: $\pm 1,25 \cdot 10^{-6} \Omega$.

Dla wielkości wyjściowej R_O zbudowano budżet niepewności (tab. 5).

W celu wyznaczenia niepewności rozszerzonej należy ustalić wartość współczynnika rozszerzenia. Dla poziomu ufności 95 % wartość współczynnika można odczytać z tabeli 6 [3]. Aby z niej skorzystać należy wyznaczyć iloraz udziału r_u . W tym celu należy odnaleźć największą składową o rozkładzie prostokątnym. W tabeli budżetu składową o największym udziale jest wielkość R , ale opisana rozkładem trapezowym. Jednakże wielkość tę tworzy szereg składowych zawartych w tabeli 4. Składowe te są opisane już tylko rozkładami normalnymi bądź prostokątnymi. Największy udział wśród nich ma składowa związana z niestabilnością długoczasową opornika wzorcowego δR_{S1} , opisana jednocześnie rozkładem prostokątnym. Iloraz udziału dla tej składowej wynosi $r_u = 2,24$. W związku z tym odczytana z tabeli 6 wartość współczynnika rozszerzenia $k = 1,79$. Stąd niepewność rozszerzona

$$U = k \cdot u_c(R_O) = 1,79 \cdot 3,227 \cdot 10^{-5} \Omega \approx 5,8 \cdot 10^{-5} \Omega \quad (16)$$

Ostatecznie można zapisać, że rezystancja termometru oporowego w punkcie potrójnym wody wynosi: $25,522095 \Omega \pm 58 \mu\Omega$.

Tabela 5. Budżet niepewności

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności
R	$25,000289 \Omega$	$3,01 \cdot 10^{-5} \Omega$	trapezowy	1	$3,01 \cdot 10^{-5} \Omega$
δR_{O1}	0Ω	$1 \cdot 10^{-5} \Omega$	normalny	1	$1 \cdot 10^{-5} \Omega$
δR_{O2}	0Ω	$4,04 \cdot 10^{-7} \Omega$	prostokątny	1	$4,04 \cdot 10^{-7} \Omega$
δR_{O3}	0Ω	$5 \cdot 10^{-6} \Omega$	normalny	1	$5 \cdot 10^{-6} \Omega$
δR_{O4}	0Ω	$1,1 \cdot 10^{-6} \Omega$	normalny	1	$1,1 \cdot 10^{-6} \Omega$
δR_{O5}	0Ω	$2,887 \cdot 10^{-6} \Omega$	prostokątny	1	$2,887 \cdot 10^{-6} \Omega$
δR_{O6}	0Ω	$7,217 \cdot 10^{-7} \Omega$	prostokątny	1	$7,217 \cdot 10^{-7} \Omega$
R_O	$25,522095 \Omega$	-	-	-	$3,227 \cdot 10^{-5} \Omega$

Tabela 6. Wartości współczynnika rozszerzenia dla poziomu ufności 95 % przy granicznych wartościach ilorazu udziału niepewności

k	r_u do wartości	k	r_u do wartości	k	r_u do wartości
1,96	0,5090	1,85	1,6410	1,74	3,1930
1,95	0,6985	1,84	1,7380	1,73	3,4410
1,94	0,8240	1,83	1,8390	1,72	3,7300
1,93	0,9280	1,82	1,9460	1,71	4,0740
1,92	1,0220	1,81	2,0600	1,70	4,4925
1,91	1,1110	1,80	2,1820	1,69	5,0235
1,90	1,1980	1,79	2,3135	1,68	5,7350
1,89	1,2840	1,78	2,4560	1,67	6,7760
1,88	1,3700	1,77	2,6120	1,66	8,5975
1,87	1,4580	1,76	2,7845	1,65	∞
1,86	1,5480	1,75	2,9765		

Podsumowanie

Przedstawiony sposób postępowania umożliwia wykonywanie szybkich obliczeń niepewności, szczególnie przy użyciu arkusza kalkulacyjnego. Każde zestawienie składowych poszczególnych wielkości wejściowych można realizować na oddzielnych stronach roboczych arkusza. Pozwala na dowolne zwiększanie lub zmniejszanie składowych opisujących poszczególne wielkości wejściowe, bez konieczności wprowadzania zmian w tabeli budżetu niepewności. Umożliwia modelowanie samego pomiaru, gdyż pozwala na szybką ocenę wpływu poszczególnych składowych, zawartych wewnątrz poszczególnych wielkości wejściowych, na ostateczny wynik pomiaru. Pokazuje jednoznacznie jak oddziałują ilościowo wielkości wpływające na niepewność wyniku pomiaru. Ułatwia podejmowanie decyzji w sprawie eliminowania czynników pogarszających jakość wykonywanego pomiaru.

Podziękowanie

Pragnę podziękować Pani dr Annie Szmyrcy-Grzebyk z Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk za udostępnienie danych umożliwiających opracowanie przykładu obliczeniowego. Pomiaru wykonywane w komórkach temperaturowych realizujących punkt potrójny wody są jednymi z podstawowych pomiarów wykonywanych przy wzorcowaniu termometrów oporowych. Służą jako odniesienie przy wyznaczaniu skali temperatury w pozostałych punktach termodynamicznych [4].

Bibliografia

1. Fotowicz P.: Model matematyczny wielkości mierzonej przy wzorcowaniu. PAR 2/2003.
2. Fotowicz P.: Zasada przybliżenia rozkładu wyniku pomiaru przy wzorcowaniu. PAR 9/2001.
3. Fotowicz P.: Metoda wyznaczania współczynnika rozszerzenia w procedurach szacowania niepewności pomiaru. PAR 10/2003.
4. Lipiński L., Szmyrka-Grzebyk A.: Punkty stałe temperatury w termometrii niskotemperaturowej. Podstawowe Problemy Metrologii, PPM 2003. Ustroń 12-14 maja 2003. Prace Komisji Metrologii PAN. Seria: Konferencje Nr 5. ■

REKLAMA

 <http://www.aps.pl/>
AUTOMATYKA POMIARY STEROWANIE SPÓŁKA Z O.O.

automatyzacja procesów technologicznych

systemy sterowania, zbierania danych, wizualizacja procesów

projektowanie, dostawa AKPIA, ... serwis, naprawa

Honeywell

Drives Alliance Partner
w dystrybucji
przemiennej częstotliwości

ABB

SIEMENS

POLTRAF

LUMEL

APLISENS

SIMEX

KFRP


CONTROLMATICA
SAR PNEFAL

Certyfikat SGS nr HU03/0106 w zakresie: "Projektowanie i usługi w zakresie układów elektrycznych, sterowań, pomiarów wielkości elektrycznych i inielektrycznych, automatyki zabezpieczeń elektrycznych i technologicznych, automatyzacji procesów technologicznych"

ul. Mickiewicza 95F *15-257 Białystok * tel. (85) 748 34 00; (85) 748 34 01 * fax (85) 748 34 19
dział handlowy: (85) 748 34 13 do 16

REKLAMA

Czy jesteś zabezpieczony?



WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL

- Contrinex
- Di-Soric
- Duelco
- Hiquel
- Metrol
- Murrelektronik
- Pantron
- REER Safetytechnic**
- Roland electronic
- SNT Sensortechnik

nowoczesne wykonanie

wysoka niezawodność

Contec Sp. z o.o. od 1998 roku wspiera polski przemysł oferując wysokiej jakości produkty do automatyzacji i modernizacji procesów przemysłowych. Współpraca z głównymi dostawcami na całym świecie pozwala nam zaoferować kompletne rozwiązania i doradztwo techniczne dla wszystkich sektorów produkcji, a nasza dobrze przygotowana kadra służy Państwu najlepszą pomocą.

CONTEC

CONTEC Sp. z o.o. ul. Lipowa 7, PL 62-052 Komorniki
Tel. +48 (0) 61 810-83-50, fax. +48 (0) 61 810-84-45
e-mail: contec@contec.net.pl, www.contec.net.pl

Firma Contec Sp. z o.o. jest w trakcie wdrażania systemu zarządzania jakością wg normy PN/EN ISO:9001:2001 i standardów obowiązujących w przemyśle motoryzacyjnym VDA 6.4.

Copyright: Contec Graphic Production - 2004 - 05