

Czy technologia informacyjna jest dla nas ? czyli rzecz o wartości dodanej

Jan Dunin-Borkowski, Małgorzata Chmurska, Grażyna Gregorczyk,
Anna Grzybowska, Elżbieta Kawecka, Małgorzata Witecka

Wprowadzenie

Twierdzenie, że „... stosowanie komputera powinno być podporządkowane celom dydaktycznym, ale analiza możliwości komputera powinna z kolei wpłynąć na rozwój metod i koncepcji nauczania” [1], sformułowane 18 lat temu w czasie II Konferencji *Informatyka w Szkole* zachowuje swoją ważność. Dlatego problem właściwego wykorzystania w szkole technologii informacyjnej jest stale aktualny.

Seymour Papert w obrębie technologii informacyjnej (TI) wyróżnia dwa skrzydła: **informacyjne** i **konstrukcyjne** [2]. Píše, że chociaż oba te skrzydła są jednakowo ważne, to w powszechnej opinii zwraca się większą uwagę na skrzydło informacyjne. Zdaniem Paperta również w edukacji można wyróżnić skrzydło informacyjne i skrzydło konstrukcyjne. Nadzieje, że szersze wykorzystanie komputerów pomoże w przywróceniu równowagi na rzecz konstruktywizmu okazują się płonne, gdyż zarówno w szkołach, jak i w zastosowaniach komputerów, strona informacyjna wydaje się ważniejsza i bardziej dostrzegalna.

Te rozważania Paperta dały podstawę do analizy różnych dziedzin wykorzystania technologii informacyjnej z punktu widzenia ich wartości edukacyjnej [3].

W szkole ścierają się ciągle dwa nurty: konstruktywistyczny i encyklopedyczny. Na ogół wszyscy zgodnie deklarują, że celem nauczania nie jest przekazywanie

wiadomości i każda kolejna reforma nauczania odbywa się pod hasłem walki z encyklopedyzmem. Praktyka jednak pokazuje, że najczęściej kończy się na deklaracjach. Znacznie łatwiej jest podawać wiadomości, aniżeli budować wiedzę i kształtować umiejętności. Dlatego, mimo licznych starań, obserwuje się dominację informacyjnego skrzydła technologii i dominację powszechnej fascynacji multimediami i Internetem.

Ocena wartości edukacyjnej środków dydaktycznych, a w szczególności programów komputerowych nie jest łatwa. Pomimo rozpoczętych wiele lat temu starań, nie udało się doprowadzić do stworzenia systemu oceny. Tak więc na rynku oprogramowania można znaleźć ogromnie dużo szumnie reklamowanych produktów. Na całym świecie „większość nauczycieli wykorzystujących TI na lekcjach używa nowych narzędzi do rozwiązywania tradycyjnych problemów tradycyjnymi metodami” [4]. Dlatego stosując narzędzia i metody TI trzeba zawsze się zastanowić nad tym, jaką korzyść przynosi zastosowanie danego narzędzia – co stanowi **WARTOŚĆ DODANĄ** [5]. Taką wartością dodaną są więc korzyści edukacyjne, które można osiągnąć **tylko** poprzez właściwe stosowanie metod i narzędzi TI.

Hasło *TI dla nas* wywodzi się z zamierzonego dwuznacznika angielskiej wersji akronimu projektu **IT for US**. *Information Technology for Understanding Science* – czyli *technologia informacyjna dla zrozumienia przedmiotów przyrodniczych*.

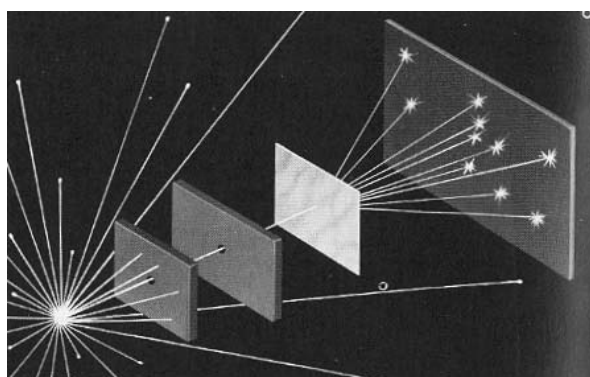
I to jest właśnie odpowiedź na tytułowe pytanie:
TI jest dla nas, gdy pomaga budować zrozumienie przedmiotów przyrodniczych.

Poszukiwaną wartością dodaną jest **budowanie rozumienia** poprzez dobór odpowiednich **narzędzi i metod** technologii informacyjnej.

Poniżej przedstawiamy kilka przykładów takiego wykorzystania TI, w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.

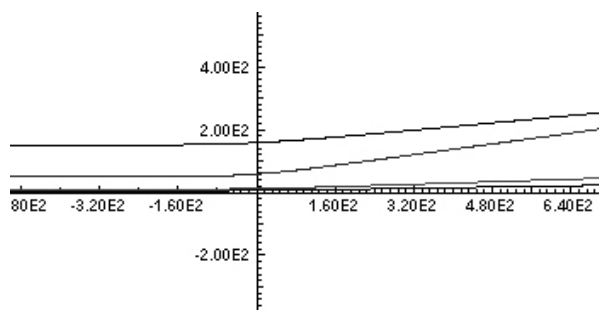
Jądrowy model atomu – rozproszenie cząstek alfa

Odkrycie na przełomie XIX i XX wieku przenikliwych promieni α umożliwiło badanie wewnętrznej struktury materii. Promienie α wysyłane przez pierwiastki promieniotwórcze przenikały przez cienką folię ze złota.



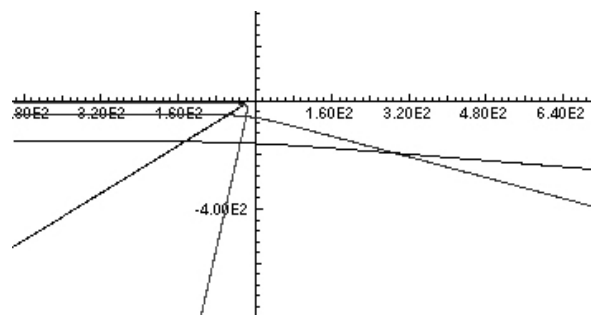
Rysunek 1. Rozproszenie cząstek alfa

Dodatnio naładowane cząstki α ulegały rozproszeniu na dodatnich ładunkach atomów złota. Angielski fizyk J. J. Thomson (Nobel w 1906 roku za odkrycie elektronu) uważał, że atom stanowi dodatnią kulę ładunku naszpikowaną elektronami (placek z rodzynkami). Zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi obserwowane rozproszenie było bardzo niewielkie. A czy my potrafimy obliczyć zmianę kierunku cząstki α odpychanej siłami elektrostatycznymi?



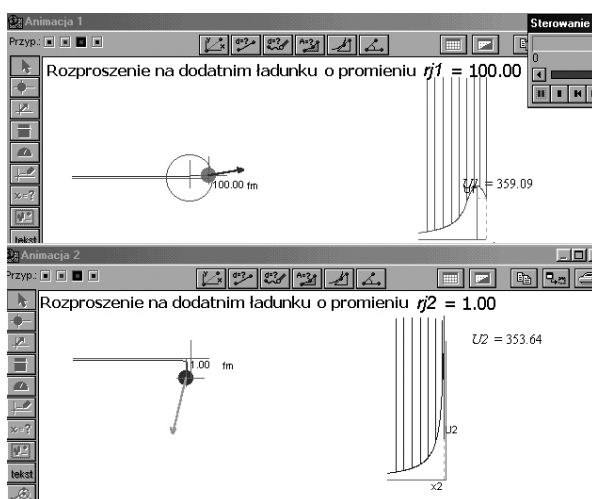
Rysunek 2. Tory rozproszonych cząstek α obliczone w programie Modellus

Za radą lorda Ernesta Rutherforda, Hans Geiger polecił swemu studentowi (Marsden) sprawdzić, czy nie występuje rozproszenie cząstek α o kąt większy niż 90° . Wyniki były zaskakujące: „To tak, jakby pocisk armatni rykoszetował od kartki papieru” – powiedział zdumiony Rutherford!



Rysunek 3. Obliczone w programie Modellus tory cząstek α rozproszonych na

W wyjaśnieniu zachowania się cząstki alfa w sąsiedztwie dodatniego ładunku pomaga przedstawienie wektora siły działającej na cząstkę, a także zmian energii kinetycznej i potencjalnej. W programie *Modellus* można łatwo wizualizować te wielkości. Kształt wykresu energii potencjalnej przypomina górkę. Jeśli promień jądra jest duży, górka jest do pokonania, zaś przy 100-krotnym zmniejszeniu promienia górka jest za wysoka dla cząstki alfa o tej samej początkowej energii kinetycznej.



Rysunek 4. Siły działające na cząstkę i wykresy energii – animacja w *Modellusie*

Nie są to tylko animowane rysunki. Obiekty wyświetlane na ekranie powstają na podstawie obliczeń opartych na tym samym modelu! Na uwagę zasługuje fakt, że energia całkowita nie ulega zmianie.

A co z wartością dodaną? Czy technologia informacyjna pomaga zrozumieć? Oczywiście, że tak. Zależności matematyczne są zbyt trudne dla uczniów (lepiej nie zaglądać do modelu), natomiast możliwość wprowadzenia w *Modellusie* różnych sposobów prezentacji wielkości fizycznych pozwala zrozumieć to trudne zjawisko.

najczęściej przedstawia się w postaci graficznej, w formie tablicy, która może mieć na przykład postać jak na rysunku 5. Z takiego rysunku nie sposób jednak odczytać periodyczność zmian właściwości pierwiastków.

Czy technologia informacyjna może pomóc w rozumieniu prawa okresowości?

Układ okresowy pierwiastków jako baza danych

1	1H	2											12	14	16	18	17	18	2He
2	3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne	
3	11Na	12Mg	3	4	6	8	7	8	10	11	12	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar		
4	19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr	
5	37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe	
6	55Cs	56Ba	57La	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn	
7	87Fr	88Ra	89Ac	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt										

58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu
90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr

Rysunek 5. Układ okresowy pierwiastków chemicznych

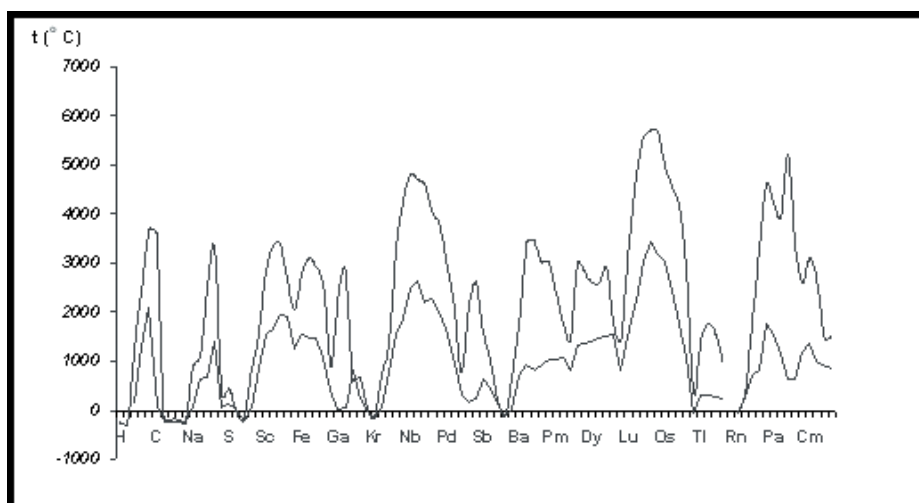
Prawo okresowości jest empirycznym prawem przyrody odkrytym i przedstawionym graficznie w postaci „tablicy pierwiastków chemicznych” przez D. I. Mendelejewa w 1869 roku. To fundamentalne odkrycie naukowe XIX wieku znajduje się oczywiście w każdym podręczniku szkolnym. Na przykład w sformułowaniu z 1871 roku: „Właściwości fizyczne i chemiczne pierwiastków i ich związków pozostają w periodycznej zależności od ich ciężarów atomowych”. Układ okresowy pierwiastków

Właściwości pierwiastków stanowią zbiór, który można zapisać w postaci bazy danych. Każdemu pierwiastkowi w bazie będzie odpowiadać osobny rekord. Do utworzenia takiej bazy można posłużyć się arkuszem kalkulacyjnym. Poniżej przedstawiono fragment tabeli zawierającej niektóre dane zawarte w bazie:

symbol	nazwa	masa at.	temp. wrzenia	temp. topnienia	d (g/cm ³)
H	wodór	1,00794	-252,87	-259,2	0,071
He	hel	4,0026	-269		0,126
Li	lit	6,941	1340	180	0,532
Be	beryl	9,0122	2500	1287	1,85
B	bor	10,81	3700	2100	2,35
C	węgiel	12,0115	3600	100	2,27
N	azot	14,0067	-196	-210	0,808
O	tlen	15,9994	-183	-219	1,141
F	fluor	18,9984	-188	-219	1,51
Ne	neon	20,179	-246	-248	1,2

Zastosowanie komputerowej bazy danych pozwala na łatwe przedstawianie na wykresach właściwości poszczególnych pierwiastków. I właśnie wykresy pozwolą zaobserwować okresową zmianę właściwości. Na rysunku 6 przedstawiono otrzymane z bazy wykresy temperatur wrzenia i topnienia dla kolejnych pierwiastków. Można wyraźnie dostrzec powtarzające się okresowo „fale”, a także podobieństwo przebiegu zmian temperatury topnienia i temperatury wrzenia.

niem szerokości geograficznej miejsca obserwacji do 90° (rys. 7 a). Natomiast w wyniku ruchu Ziemi po orbicie, w ciągu roku obserwujemy przesuwanie się Słońca po ekliptyce. Wskutek nachylenia ekliptyki do równika, w czasie ruchu rocznego, Słońce stale zmienia swoją wysokość nad równikiem (tzw. deklinacja). Ta stała zmiana deklinacji, składając się z ruchem dobowym sprawia, że po sferze niebieskiej Słońce porusza się po linii śrubowej (rys. 7 b).



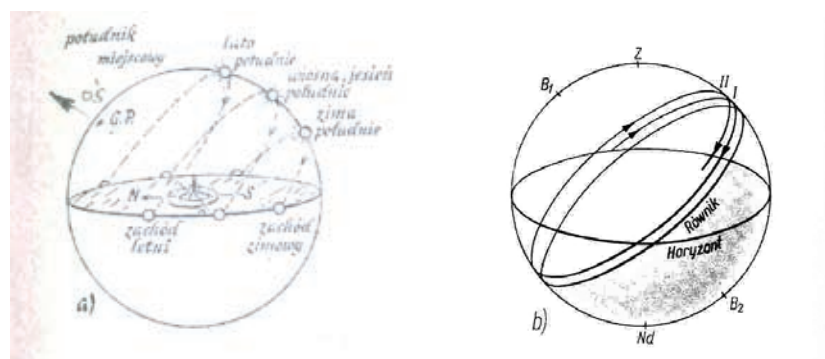
Rysunek 6. Porównanie temperatur wrzenia i topnienia pierwiastków chemicznych

Analizując dane zawarte w bazie uczniowie mogą samodzielnie obserwować zależności, o których dotychczas mogli tylko czytać w podręcznikach.

Nasłonecznienie powierzchni Ziemi

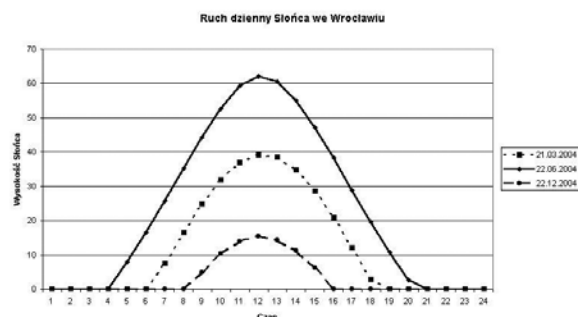
Widomy ruch Słońca nad horyzontem składa się z dwóch ruchów dobowego i rocznego. W ciągu doby cała sfera niebieska obraca się pozornie wokół Ziemi, a wraz z nią porusza się Słońce. Płaszczyzna ruchu Słońca jest nachylona do horyzontu pod kątem, który jest dopełnie-

Stosunkowo łatwo określić położenie Słońca w chwili górowania i dołowania w charakterystycznych położeniach równonocy i przesilen. W dniach równonocy jesiennej i wiosennej Słońce góruje nad równikiem i jego deklinacja jest wtedy zerowa, nad biegunem ziemskim jest na horyzoncie, a na pośrednich szerokościach geograficznych jego wysokość jest równa dopełnieniu szerokości geograficznej do 90° . W czasie przesilenia letniego Słońce osiąga największą deklinację, góruje w zenicie nad zwrotnikiem Raka ($23^\circ 27' N$). W czasie przesilenia zimowego Słońce ma najmniejszą deklinację i góruje w zenicie nad zwrotnikiem Koziorożca ($23^\circ 27' S$).



Rysunek 7. Widomy dobowy i roczny ruch Słońca

Określenie wysokości Słońca w ciągu roku, w dowolnej porze dnia i dla różnych położen geograficznych wymaga posługiwania się geometrią sferyczną i przekracza możliwości uczniów. Natomiast w arkuszu kalkulacyjnym bez większego trudu można obliczyć odpowiednie zależności i przedstawić je na wykresach (rys. 8).



Rysunek 8. Wysokość Słońca we Wrocławiu w dniach zmiany pór roku

Doświadczalnie wysokość Słońca można wyznaczyć mierząc długość cienia rzucanego przez pionowy pręt (*gnomon*) [7].

Od wieków umiejętność określenia wysokości Słońca nad horyzontem miała ogromne znaczenie teoretyczne i praktyczne. Umożliwiała projektowanie zegarów słonecznych. W nawigacji pomiary tej wysokości za pomocą sekstansu służyły do ustalenia położenia geograficznego.

Gdy Słońce obniża się ku zachodowi, to wydłuża się droga promieni w czasie przechodzenia przez warstwę atmosfery. Dlatego absorpcja światła słonecznego w atmosferze zależy od wysokości Słońca nad horyzontem.

Wreszcie, od kąta padania promieni zależy oświetlenie powierzchni Ziemi. Gdy wiązka światła pada na oświetlaną powierzchnię pod pewnym kątem, to natężenie oświetlenia maleje. Za pomocą komputerowego interfejsu pomiarowego można oczywiście zmierzyć i zarejestrować zmiany oświetlenia powierzchni Ziemi w ciągu całego dnia. Taki pomiar jest jednak długotrwały i wymaga sprzyjającej pogody.

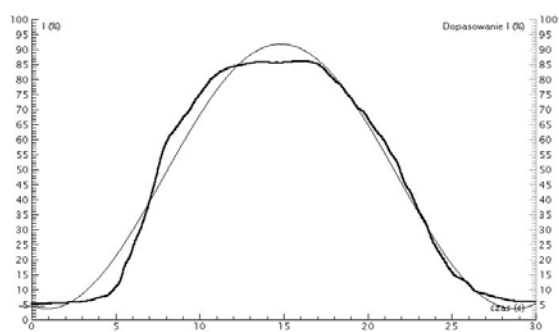
Wydaje się, że zależność oświetlenia od kąta padania promieni warto zbadać w układzie modelowym. Układ doświadczalny składa się z latarki elektrycznej umocowanej na obwodzie koła rowerowego i czujnika oświetlenia dołączonego do interfejsu pomiarowego

CoachLab II (rys. 9). Obracając kołem można symulować zmianę położenia Słońca na sklepieniu niebieskim.



Rysunek 9. Badanie zależności oświetlenia od kąta padania

Wykres zmierzonych w ten sposób zmian natężenia oświetlenia w zależności od kąta padania przedstawia rysunek 10.



Rysunek 10. Wykres zależności oświetlenia podczas obrotu koła. Porównanie z przebiegiem cosinusoidalnym.

Układy automatycznego sterowania

We współczesnym świecie układy automatycznego sterowania stanowią integralną część większości urządzeń technicznych i przemysłowych, sprzętu gospodarstwa domowego, pojazdów, urządzeń telekomunikacyjnych.

Nic więc dziwnego, że w wielu krajach automatyka znajduje się w programach nauczania **ogólnokształcącego**. Od wielu lat automatyka zajmuje poczesne miejsce w programach nauczania **technologii informacyjnej** w Wielkiej Brytanii [8].

Obecnie do automatycznego sterowania i regulacji używa się niemal wyłącznie mikroprocesorów. Zatem nie sposób wyobrazić sobie dobrego i skutecznego nauczania automatyki bez technologii informacyjnej. Tu, samo stosowanie TI stanowi wartość dodaną!

W świat automatyki pozwala wprowadzić uczniów znakomity program *Control Insight*. Pozwala on poznać i zrozumieć zasadę działania układów sterujących, a także zapoznać się praktycznie ze sposobami programowania. Twórcą programu i autorem wielu opracowań zawierających metodykę wykorzystania go w pracy z uczniami, jest Laurence Rogers, wykładowca z Leicester University w Anglii.

W multimedialnym środowisku programu układy sterujące konstruuje się z **modułów**, sterowanych dołączonymi do wejścia **czujnikami**. Moduł po odebraniu sygnału uruchamia pewien proces sterując dołączonymi do wyjścia **elementami wykonawczymi**. Na wejście można włączać czujniki różnych wielkości fizycznych, wyłączniki, przełączniki, przyciski. Wyjście steruje urządzeniami wykonawczymi, jak silniki, lampki, dzwonki, itp. Podczas określania właściwości modułów, z których buduje się układ, automatycznie tworzy się program sterujący w postaci poleceń warunkowych.

Zbudowany układ może sterować materialnym modelem dołączonym do komputera za pośrednictwem interfejsu. Można w ten sposób symulować działanie układu w postaci animacji na ekranie dzięki bibliotece makiet rozmaitych urządzeń oraz przygotowanym rysunkom czujników i urządzeń wykonawczych. Grafikę można animować, a galeria zapisanych dźwięków wzbogaca wrażenie otrzymanych animacji.

Program sterujący powstaje w formie poleceń sformułowanych w potocznej angielszczyźnie.

Na rysunku 11 pokazany jest układ służący do sterowania napędem windy w postaci modułów sterujących na tle makiety umożliwiającej animację działania układu. Po przejściu w tryb pracy moduły sterujące znikają i układ zaczyna działać zgodnie z utworzonym programem. Na każdym piętrze znajdują się przyciski (oznaczone symbolami '0', '1'), dzięki którym można windę ściągnąć.

Windę uruchamia się przyciskami w formie strzałek umieszczonych przy drzwiach. Kiedy winda rusza, drzwi zostają zablokowane. Otworzą się dopiero wtedy, kiedy winda zatrzyma się po dojechaniu na miejsce.



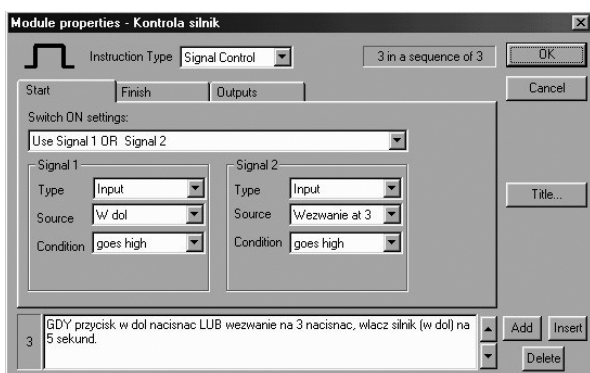
Rysunek.11 Makieta animacji z układem sterowania windy

Poszczególne zdarzenia występują w rezultacie spełnienia jakiegoś warunku. Takim warunkiem jest nadejście określonego sygnału z czujnika. Program sterujący jest utworzony w postaci sekwencji takich zdań warunkowych. Zdania te powstają podczas określania właściwości modułu sterującego, odpowiedzialnego za określone zdarzenie.

Na rysunku 12 pokazano definiowanie właściwości modułu kontroli silnika napędowego.

Programowanie właściwości modułu przebiega oczywiście w języku angielskim, w którym został napisany *Control Insight*. Natomiast następnie tekst instrukcji może być dowolnie modyfikowany. Dzięki temu, w podanym przykładzie, przetłumaczono instrukcje programu na język polski. Niestety, składnia języka polskiego (odmiana rzeczowników i czasowników) powoduje, że program nie może być napisany zbyt piękną polszczyzną. Natomiast wprowadzenie polskich znaków diakrytycznych nie będzie naturalnie sprawiało kłopotu.

Analizując zapisaną instrukcję, można wyodrębnić charakterystyczne elementy: **warunek** wystąpienia zdarzenia – *GDY przycisk w dol nacisnac* – operator alternatywy – *LUB* – drugi **warunek** wystąpienia zdarzenia – *wezwanie na 3 nacisnac* – reakcję na zdarzenie (jakie sygnały zostaną wysłane na wyjście układów sterujących) – *włącz silnik (w dol)* – **warunek** zakończenia zdarzenia – *na 5 sekund*.



Rysunek 12. Okno definiowania właściwości modułu kontroli silnika napędowego

Pełny zestaw instrukcji sterowania windy przedstawia się następująco:

GDY wskaźnik '0' zapali się, otwórz drzwi '0' AZ wskaźnik '0' zgasnie.

GDY przycisk 2 nacisnąć I wskaźnik '1' włączony, otwórz drzwi „1” AZ przycisk 2 nacisnąć.

GDY przycisk w górę nacisnąć LUB wezwanie na 6 nacisnąć, włącz silnik (w górę) na 5 sekund.

Zapal wskaźnik '0' AZ silnik ruszy.

GDY silnik stanie, impulsy alarmowe na 6 przez 2 sekundy.

GDY wezwanie na 6 nacisnąć, włącz alarm na 7 AZ silnik stanie.

GDY wezwanie na 3 nacisnąć, włącz alarm na 8 AZ silnik stanie.

GDY wskaźnik '1' zapali się, otwórz drzwi „1” AZ wskaźnik '1' zgasnie.

GDY wskaźnik '0' zapali się, otwórz drzwi '0' AZ wskaźnik '0' zgasnie.

Uczeń może planować, testować i modyfikować ciągi instrukcji. Poprzez eksperymenty, obserwację efektów działania zaprojektowanych układów konstruuje własną wiedzę na temat sterowania procesami.

W ten sposób może lepiej zrozumieć, jak działa automatyczna bramka przy wjeździe samochodów do garażu, jak oblicza się wartość zatankowanej benzyny, jak steruje się drzwiami w windzie, czy temperaturą i wilgotnością w ciepłarni. Pozwala to nie tylko zapoznać się z zasadami sterowania układów, ale także zrozumieć, jak funkcjonuje otaczający nas świat.

Podsumowanie

Podane wyżej przykłady ilustrują w jaki sposób wprowadzenie odpowiednich środków TI może wprowadzić do

nauczania przedmiotów przyrodniczych **wartość dodaną** ułatwiając lepsze rozumienie trudnych zagadnień.

Przy analizie rozproszenia cząstek α wykorzystaliśmy łatwość **przetwarzania** informacji w celu utworzenia i zobrazowania innych wielkości, które lepiej charakteryzują poszukiwany efekt.

Możliwości graficznego przedstawiania zależności w postaci wykresów pozwalają znaleźć prawidłowości występujące w zbiorze pierwiastków chemicznych.

Pomiar komputerowy i prezentacja wyników w postaci wykresu pozwala lepiej zrozumieć, jak i dlaczego zmienia się oświetlenie powierzchni Ziemi.

Rola TI w automatyce nie wymaga komentarza.

Literatura

1. Dunin-Borkowski J., *Nauczyciel, uczniowie, nauka wobec mikroinwazji*, Materiały Konferencji „Informatyka w Szkole, II”, Wałbrzych 1986.
2. Papert S., *What is Logo? Who needs it?*. [w:] Logo Philosophy and Implementation, Logo Computers Inc., 1999.
3. Dunin-Borkowski J., Kawecka E.: *Information Technology for Good or Evil in Science Education*, Acta Didactica 6, Informačno – komunikačné technológie v prírodovednom vzdelávaní, Nitra 2003.
4. Rogers L., *Workshop: Laboratory and ICT in Teacher Training*, GIREP Seminar, Udine 2003.
5. Newton L., Rogers L., *Teaching Science with ICT*, CONTINUUM, London and New York, 2001.
6. <http://www.socrates.org.pl/>
7. Kawecka E., *Uczniowskie pomiary ozonu*, Fizyka w szkole, nr 3/96.
8. *The National Curriculum*, Department for Education, London, 1994.

Autorzy są pracownikami
Ośrodka Edukacji Informatycznej
i Zastosowań Komputerów w Warszawie