

Laboratorium przyrodnicze wspierane TI

Tomasz Greczyło

Uniwersytet Wrocławski, Wydział Fizyki i Astronomii,
Instytut Fizyki Doświadczalnej, Zakład Nauczania Fizyki

Streszczenie

W pracy zarysowano przesłanki skłaniające autora do sformułowania opinii, że laboratorium przyrodnicze jest miejscem, w którym skutecznie można kształcić-doskonalić szeroki wachlarz umiejętności oraz przedstawiono przykładowe wyposażenie takiego laboratorium. Prezentowane laboratorium wzorowane jest na pracowni przyrodniczej, która powstała na potrzeby przedsięwzięcia realizowanego przez Dolnośląski Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli o nazwie „Podniesienie kompetencji nauczycieli z obszarów wiejskich Dolnego Śląska w zakresie innowacyjnych metod nauczania w obszarach ICT i nauk matematyczno-przyrodniczych” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Priorytet IX, Rozwój wykształcenia i kompetencji w regionach, Działanie 9.4. Wysoko wykwalifikowane kadry systemu oświaty. Głównym celem pracy jest zaprezentowanie konkretnego, kompleksowego przykładu laboratorium przyrodniczego wspieranego technologiami informatycznymi.

Wprowadzenie

Szkola XXI wieku to hasło często pojawiające się przy okazji dyskusji o współczesnej szkole, jej uczniach i nauczycielach [1]. To termin kojarzony z nowoczesnymi sposobami kształcenia i technologiami informacyjne (ICT). To w końcu wyzwanie dla nauczycieli, rodziców, szkół, organów prowadzących i wszystkich tych, którzy związani są z edukacją. Wyzwanie trudne, bo czymże jest *szkole XXI wieku* lub pytając o sedno, jak scharakteryzować *szkole XXI wieku*?

Nie sposób postrzegać współczesnej szkoły bez współczesnych uczniów, którzy posługują się nowoczesną technologią niemal we wszystkim, co robią. To niewątpliwie „cyfrowi tubylcy” [2], używający mobilnych i wielofunkcyjnych narzędzi częściej niż pióra, czy tradycyjnej książki. Czy się nam to podoba czy nie, często łatwiej jest namówić ich do korzystania z przenośnego urządzenia z dotykowym ekranem niż do wizyty w bibliotece.

Zmiany społeczne znalazły już swoje odbicie w spojrzeniu na wiedzę, umiejętności i postawy, które chcielibyśmy, by młodzi ludzie zdobyli bądź przejawiali. Od lat, coraz większy nacisk kładziemy w edukacji na kompetencje kluczowe i umiejętności ponadprzedmiotowe [3]. Zmieniają się także narzędzia i metody pracy z uczniem. W tych warunkach metoda projektów, jawi się być najlepszą z dotychczas znanych nam metod pracy, szczególnie sprzyjającą edukacji współczesnego ucznia [4].

Wreszcie trzeci filar *szkoły XXI wieku* „ukryty” w relacjach uczeń-nauczyciel. Ten pierwszy niewątpliwie w centrum, ale otoczony przez nauczycieli-przewodników. Nauczycieli, którzy mimo świadomości bycia „cyfrowymi imigrantami” starają się współtworzyć nowoczesną szkołę. Doskonają się i są otwarci na uczenie się razem z uczniami, a często także od swoich uczniów.

Szkołę XXI wieku w Polsce trzeba wymyślić i zbudować! Nic w tym stwierdzeniu odkrywczego. Miejscem, gdzie możemy podejmować tę pracę jest laboratorium przyrodnicze wspierane komputerowo, korzystające z technologii informatycznych. Nie powinno w nim być gotowych zestawów doświadczeń, czy ściśle określonych tematów eksperymentów do „przerobienia”. Nie jest też „przypisana” jednemu nauczycielowi, czy przedmiotowi szkolnemu. To miejsce, gdzie nauczyciel-przewodnik może pokazać uczniom warsztat odkrywcy, nowoczesne narzędzia, wybrane problemy badawcze. Także te zapisane w podstawach programowych przedmiotów matematyczno-przyrodniczych [5]. To miejsce, w którym pracując, między innymi metodą projektów, możemy poznawać otaczający nas świat. Takie laboratorium to wreszcie „baza wypadowa” dla zajęć poza murami szkoły, bo znajdujące się w nim narzędzia prowokują do prowadzenia badań wokół nas – chociażby tych kojarzonych z fizyką – jak elektryczność, ale także dotyczących świata ożywionego i zjawisk, z którymi spotykamy się na co dzień.

O laboratorium przyrodniczym

By zrobić pierwszy krok ku *szkole XXI wieku* warto zastanowić się nad specyfikacją narzędzi i środków, z których możemy zbudować laboratorium przyrodnicze wspierane komputerowo. Ścisłe określenie celu podejmowanych działań ułatwia ich osiągnięcie, choćby dlatego, że pozwala na podzielenie przedsięwzięcia na mniejsze etapy.

W prezentowanym przykładzie opisany został jeden kompleksowy zestaw wyposażenia dydaktycznego, na który składa się oprogramowanie edukacyjne, 7 interfejsów pomiarowych (6 uczniowskich i 1 nauczycielski) wraz z różnorodnymi czujnikami oraz elementami niezbędnymi do prowadzenia pomiarów oraz demonstracji. W takim laboratorium możliwe jest prowadzenie pokazów oraz doświadczeń zmierzających do realizacji zapisów podstawy programowej nauczania przyrody na II i IV etapie edukacyjnym oraz wybranych zapisów podstaw programowych nauczania przedmiotów matematyczno-przyrodniczych na III etapie edukacyjnym, w szczególności fizyki, z wykorzystaniem technologii informatycznych.

Tabela 1 prezentuje zestawienie poszczególnych elementów laboratorium podzielone na dwie kategorie – oprogramowanie i oprzyrządowanie ICT oraz środki dydaktyczne do demonstracji i eksperymentów – wraz z krótką ich charakterystyką. Czujniki pomiarowe oraz osprzęt pogrupowano według zagadnień

(np. badanie zjawisk związanych z transportem energii, badanie dźwięku), wewnątrz których wyróżniono przykładowe doświadczenia (np. badanie wody, badanie oporu itp.), podczas których mogą zostać wykorzystane. Ponadto w tabeli podano proponowaną liczbę komponentów laboratorium, która jest odpowiednia do pracy w zespołach 18 osobowych (6 stanowisk 3 osobowych).

Tab. 1 Zestawienie poszczególnych elementów laboratorium przyrodniczego.

I.	Oprogramowanie i oprzyrządowanie ICT
1.	<p>Oprogramowanie edukacyjne – 1 szt.</p> <p><u>Zasadnicze parametry i cechy:</u></p> <p>Instalacja w systemie operacyjnym Windows XP, Windows Vista oraz Windows 7.</p> <p>Umożliwia dokonywanie: pomiarów wspomaganych komputerem, analizę i przetwarzanie danych, modelowanie zjawisk i procesów, animacje zjawisk i procesów, wideopomiary oraz sterowanie.</p> <p>Pozwala na przygotowanie, edytowanie oraz zarządzanie zadaniami uczniowskimi (np. ćwiczeniami, projektami) w tym odtwarzanie filmów oraz wyświetlanie stron www. Umożliwia określanie uprawnień użytkowników.</p> <p>Współpracuje z min. 3 dostępnymi na rynku interfejsami pomiarowymi.</p> <p>Oprogramowanie w polskiej wersji językowej (interfejs użytkownika oraz pomoc), dostarczane z instrukcją instalacyjną oraz przewodnikiem w języku polskim.</p>
2.	<p>Interfejs pomiarowy – rejestrator danych – 4 szt.</p> <p><u>Zasadnicze parametry i cechy:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfejs pomiarowy wyposażony we własny system operacyjny umożliwiający rejestrację danych bez potrzeby bezpośredniego połączenia z komputerem (mobilny rejestrator danych) oraz współpracujący z oprogramowaniem edukacyjnym zainstalowanym w pracowni (w bezpośrednim połączeniu z komputerem). Zawiera oprogramowanie do wczytywania danych z możliwościami ich przetwarzania. • Współpracujący z czujnikami cyfrowymi wyposażonymi w przetwornik analogowo-cyfrowe min. 12 bitowy. • Wyposażony we własne zasilanie akumulatorowe wraz z niezbędnym osprzętem do wielokrotnego ładowanie. • Posiadający kolorowy ekran o rozdzielczości min. 320x240 pix. umożliwiający dotykową obsługę urządzenia. • Łączony z komputerem poprzez łącze USB. • Pozwalający na jednoczesne podłączenie min. 3 czujników. • Wbudowany czujnik dźwięku.

	<ul style="list-style-type: none"> • Umożliwiający podgląd i analizę zarejestrowanych danych. • Pozwalający na komputerowe wspomaganie badań w min. 2/3 opisanych poniżej zestawach eksperymentalnych. • Automatycznie rozpoznający dołączane czujniki. • Wyposażony w pamięć Flash ROM min. 128 MB, pamięć użytkownika min. 64 MB oraz łącze na dodatkową kartę pamięci. • Maksymalna częstotliwość próbkowania 100kHz. <p><u>Dane techniczne:</u> Zasilanie: akumulator 3,7V 2600mAh; ładowany poprzez łącze USB oraz zasilacz 230V, 50Hz Ekran: min. przekątna 3,5" TFT Procesor: taktowany min. 500MHz</p>
3.	<p>Interfejs pomiarowy ze sterowaniem – 3 szt.</p> <p><u>Zasadnicze parametry i cechy:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfejs pomiarowy współpracujący z oprogramowaniem edukacyjnym zainstalowanym w pracowni (w bezpośrednim połączeniu z komputerem) umożliwiający sterowaniem min. 3 urządzeniami (min. 3 wyjścia sterujące). Sterowanie może odbywać się ręcznie (komendy wydawane przez użytkownika) lub z oprogramowania (programu sterującego). • Z wbudowanym przetwornikiem analogowo-cyfrowy min. 12 bitowy oraz współpracujący z czujnikami ze złączem BT. • Wyposażony we własny zasilacz. • Łączony z komputerem poprzez łącze USB. • Pozwalający na jednoczesne podłączenie min. 5 czujników. • Pozwalający na komputerowe wspomaganie badań w 2/3 opisanych poniżej zestawach eksperymentalnych. • Automatycznie rozpoznający dołączane czujniki. • Wyposażony w pamięć Flash ROM oraz pamięć RAM min. 128 kB. <p><u>Dane techniczne:</u> Zasilanie: 12V z zasilacza 230V, 50Hz Pobór prądu: max. 2000mA</p>
4.	<p><u>Badanie zjawisk związanych z transportem energii</u></p>
i.	<p><i>Stygnięcie ciał</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury o zakresie -40°C do 125°C, w kształcie 100mm pręta o średnicy max. 4 mm, maksymalnej częstotliwości pomiaru 30Hz, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
ii.	<p><i>Wyrównywanie temperatur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury o zakresie -40°C do 125°C, w kształcie 100mm pręta o średnicy max. 4 mm, maksymalnej częstotliwości pomiaru 30Hz, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.

iii.	<p><i>Badanie zmian stanu skupienia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury o zakresie -40°C do 125°C, w kształcie 100mm pręta o średnicy max. 4 mm, maksymalnej częstotliwości pomiaru 30Hz, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
iv.	<p><i>Efekt cieplarniany</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury o zakresie -40°C do 125°C, w kształcie 100mm pręta o średnicy max. 4 mm, maksymalnej częstotliwości pomiaru 30Hz, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
v.	<p><i>Przemiany energii</i></p> <p>Czujnik temperatury o zakresie -40°C do 125°C, w kształcie 100mm pręta o średnicy max. 4 mm, maksymalnej częstotliwości pomiaru 30Hz, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.</p>
5.	<p><u>Badanie parametrów środowiska przyrodniczego i organizmów żywych</u></p>
i.	<p><i>Badanie wody</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik tlenu rozpuszczonego w cieczach o zakresie pomiarowym 0 do 14 mg/l, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik tlenu rozpuszczonego w cieczach o zakresie pomiarowym 0 do 14 mg/l, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
ii.	<p><i>Badanie powietrza</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik wilgotności względnej współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik wilgotności względnej współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik CO_2 w zakresie 0 .. 5000 ppm, o dokładności ± 20 ppm, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt. • Czujnik CO_2 w zakresie 0 .. 100000 ppm, o dokładności ± 1000 ppm, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt. • Czujnik CO_2 w zakresie 0 .. 5000 ppm, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
iii.	<p><i>Badanie gleby</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik przewodności o trzech zakresach 0 – 200 μS (0 do 100 mg/l TDS), 0 – 2000 μS (0 do 1000 mg/l TDS) oraz 0 – 20000 μS (0 do 10000 mg/l TDS) z dokładnością odpowiednio: $\pm 0,082\mu\text{S}$; $\pm 0,82\mu\text{S}$; $\pm 8,2\mu\text{S}$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik przewodności, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
iv.	<p><i>Badanie temperatury</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury termopara dwuzakresowa: $-200.. 1300^{\circ}\text{C}$ i $-20 .. 110^{\circ}\text{C}$ o dokładności $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt.

	<ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury termopara o zakresie pomiarowym $-25 \dots 1225 \text{ }^{\circ}\text{C}$, współpracujący z rejestratorem danych – 1 szt.
v.	<p><i>Badanie ciśnienia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik ciśnienia w zakresie: $0 \dots 700 \text{ kPa}$ ($0..7 \text{ atm}$) o dokładności $\pm 0,16 \text{ kPa}$, ze strzykawką i przewodem, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik ciśnienia w zakresie: $-100 \text{ do } 300 \text{ kPa}$, ze strzykawką i przewodem, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik barometryczny o zakresie pomiarowym $0-1100 \text{ mbar}$ów współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
vi.	<p><i>Sygnal EKG</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik do demonstracji podstaw badania EKG współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
vii.	<p><i>Monitorowanie pracy serca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik monitorujący przepływ krwi (rytmu serca) współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik ciśnienia krwi w zakresie $0.. 250 \text{ mm Hg}$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik tętna, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt.
viii.	<p><i>Spirometria</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw pomiarowy do spirometrii współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem zawierający: czujnik z głowicą pomiarową, jednorazowe ustniki (min. 30), filtr, klipsy na nos; o zakresie pomiarowym $-10 \dots +10 \text{ l/s}$ – 2 szt. • Czujnik procentowej zawartości tlenu w gazach w zakresie: $0 \dots 100\%$ o dokładności $\pm 0.03\%$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik procentowej zawartości tlenu w gazach w zakresie: $0 \dots 100\%$, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
6.	<u>Badanie wybranych własności fizycznych materii</u>
i.	<p><i>Wyznaczenie ciężaru</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Płyta do pomiaru siły o dwóch zakresach $-800 \text{ do } +3500 \text{ N}$ oraz $-200 \text{ do } +800 \text{ N}$, współpracująca z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
ii.	<p><i>Badanie oporu elektrycznego</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik napięcia w zakresie -10V do 10V i dokładności $\pm 6,5\text{mV}$, współpracująca z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 4 szt. • Czujnik napięcia w zakresie -500mV do 500mV i dokładności $\pm 0,4\text{mV}$, współpracująca z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.

	<ul style="list-style-type: none"> • Czujnik napięcia w zakresie -15V do 15V, współpracująca z rejestratorem danych – 4 szt. • Czujnik natężenia prądu w zakresie -500mA do 500mA i dokładności $\pm 0,4$mA, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik natężenia prądu w zakresie -12,5mA do 12,5mA, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik natężenia prądu w zakresie -5A do 5A i dokładności $\pm 0,4$A, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
iii.	<p><i>Badanie własności magnetycznych</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik pola magnetycznego w zakresie -100 .. 300mT, współpracująca z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik pola magnetycznego w dwóch zakresach 10 - 50mT oraz 100 - 500mT, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt.
iv.	<p><i>Badanie przepływu cieczy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik przepływu o zakresie: 0 – 4,0 m/s i dokładności $\pm 0,005$ m/s, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
v.	<p><i>Wyznaczanie stężenia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kolorymetr 4-barwny (czerwony - 635nm, zielony - 565nm, niebieski - 470nm, fioletowy - 430nm) współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem i umożliwiający badanie prawa Beer'a; zawierający pojemniki o objętości min. 3,5 ml – 2 szt.
7.	<u>Badanie wybranych procesów fizyko-chemicznych</u>
i.	<p><i>Reakcje endo i egzotermiczne</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik temperatury termopara dwuzakresowa: -200.. 1300 °C i -20 .. 110 °C o dokładności $\pm 0,4$ °C, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt. • Czujnik temperatury termopara o zakresie pomiarowym -25 .. 1225 °C, współpracujący z rejestratorem danych – 1 szt.
ii.	<p><i>Miareczkowanie kwasowo-zasadowe</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biureta z silnikiem krokowym umożliwiającym sterowanie z interfejsu pomiarowego ze sterowaniem – 2 szt. • Selektywny czujnik jonów z wbudowanym wzmacniaczem mierzący stężenie jonów azotanowych (NO₃-), chlorkowych (Cl-), wapnia (Ca²⁺) i amonowych (NH₄⁺) w wodzie – 1 szt.
iii.	<p><i>Fotosynteza</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik pH z elektrodą i wzmacniaczem, o zakresie pomiarowym 0 - 14 pH, dokładności $\pm 0,005$ pH i zakresie temperatury pracy 5 – 80 °C, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik pH z elektrodą i wzmacniaczem, o zakresie pomiarowym 0 - 14 pH, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.

iv.	<p><i>Badanie promieniowania</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik promieniowania α, β, γ, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik promieniowania α, β, γ, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik promieniowania UVA o zakresie od około 320 do 390nm i dokładności $\pm 5 \text{ mW/m}^2$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Czujnik promieniowania UVB o zakresie od około 290 do 320nm i dokładności $\pm 0,5 \text{ mW/m}^2$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
8.	<u>Badanie ruchu</u>
i.	<p><i>Zobaczyć ruch</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultradźwiękowy czujnik ruchu, o zakresie pomiarowym 0,15 – 6 m, maksymalnej częstotliwości pomiaru 100Hz, z mocowaniem, współpracujący z rejestratorem danych – 4 szt. • Ultradźwiękowy czujnik ruchu, o zakresie pomiarowym 0,15 – 6 m, maksymalnej częstotliwości pomiaru 100Hz, z mocowaniem, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
ii.	<p><i>Badanie parametrów ruchu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik przyspieszenia 3D (w kierunkach wzajemnie prostopadłych x, y, z), 3 zakresowy (-2g – 2g; -4g – 4g; -8g – 8g), o maksymalnej częstotliwości pomiaru 300Hz, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik przyspieszenia o zakresie pomiarowym od -5g do +5g i dokładności $\pm 0,5 \text{ m/s}^2$, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Bloczek z bramką świetlną, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt. • Bloczek z bramką świetlną, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt. • Czujnik siły o zakresie -80 .. 80 N, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
iii.	<p><i>Ruch drgający</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do demonstracji i badania ruchu drgającego oraz zjawiska rezonansu zawierający statyw, sprężynę, szalkę, komplet odważników, cewkę sterującą – 2 szt. • Czujnik siły o zakresie -80 .. 80 N, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
iv.	<p><i>Badanie ruchu zarejestrowanego na filmach wideo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kamera internetowa współpracująca z oprogramowaniem edukacyjnym o minimalnych parametrach: max. 30 klatek na sekundę w rozdzielczości min. VGA (640x480), z oświetlaniem diodami LED oraz statywem – 2 szt.

9.	<u>Badanie światła</u>
i.	<i>Różne źródła światła</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw urządzeń do sterowania zawierający co najmniej: 7 różnokolorowych przewodów, przełącznik 12V, oprawki dla min. 2 żarówek wraz z różnokolorowymi żarówkami, brzęczyk 12V, silnik 12V, każde z urządzeń wyposażone w złącza wtykowe tzw. bananowe – 2 szt.
ii.	<i>Rozchodzenie się światła</i> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik światła o zakresie pomiarowym 0,1 do 10 W/m², współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 1 szt. • Czujnik światła o zakresie pomiarowym 1 do 65 Lx, współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
10.	<u>Badanie dźwięku</u>
i.	<i>Źródła dźwięku</i> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik dźwięku o zakresie pomiarowym: -45 .. +45 Pa i dokładności min. ±22 mPa, współpracujący z interfejsem pomiarowym ze sterowaniem – 2 szt.
ii.	<i>Zobaczyć dźwięk</i> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik dźwięku współpracujący z rejestratorem danych – 1 szt.
iii.	<i>Analiza dźwięku</i> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik dźwięku współpracujący z rejestratorem danych – 1 szt.
iv.	<i>Badanie dudnień</i> <ul style="list-style-type: none"> • Czujnik dźwięku współpracujący z rejestratorem danych – 2 szt.
II.	Środki dydaktyczne do demonstracji i eksperymentów
1.	<u>Badanie zjawisk związanych z transportem energii</u>
i.	<i>Stygnięcie ciał</i> <ul style="list-style-type: none"> • Komplet przyrządów do doświadczeń z ciepła zawierający co najmniej: dylatoskop, kalorymetr, przyrząd do liniowego przewodzenia ciepła, przewodniki ciepła, termoskop, odwadniacz, pierścień Grave-sanda, przyrząd do konwekcji ciepła, aktynometr – 1 szt.
ii.	<i>Wyrównywanie temperatur</i> <ul style="list-style-type: none"> • Komplet pomocy do doświadczeń z ciepła zawierający co najmniej 22 elementy, m.in. palnik, termometr, szkło laboratoryjne, stoper, dzięki którym można przeprowadzić min. 10 doświadczeń z zakresu ciepła – 1 szt.
iii.	<i>Badanie zmian stanu skupienia</i> <ul style="list-style-type: none"> • Promiennik podczerwieni (ciepła) min. 250W w obudowie zasilany 230V – 1 szt.
iv.	<i>Efekt cieplarniany</i> <ul style="list-style-type: none"> • Promiennik podczerwieni (ciepła) min. 250W w obudowie zasilany 230V – 1 szt.

v.	<p><i>Przemiany energii</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do badania przemian następujących rodzajów energii: mechanicznej, przepływowej wody, siły wiatru, słonecznej, elektrycznej, powstającej w wyniku reakcji chemicznych – 2 szt.
2.	<p><u>Badanie parametrów środowiska przyrodniczego i organizmów żywych</u></p>
i.	<p><i>Badanie wody</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do badania wody zawierający co najmniej: taca robocza, butelka z korkiem 500 ml, butelka z korkiem 250 ml, butelka z korkiem 100 ml, butelka z ciemnego szkła z korkiem 50 ml, kolba stożkowa 250 ml, kolba miarowa 500 ml, kolba miarowa 100 ml, cylinder miarowy 150 ml, szalka Petriego (sterylna z podłożem), lejek filtracyjny z kolbą stożkową, lampka spirytusowa, probówka, lejek laboratoryjny, strzykawka 2 ml, strzykawka 10 ml, strzykawka 100 ml, sterylne filtry membranowe, pipeta z gumką, łyżeczka, odczynniki chemiczne, woda destylowana, bibuła filtracyjna, pęseta, podstawa do probówek, szczotka do mycia probówek, okulary ochronne, wąż gumowy miękki, paski lakmusowe obojętne, paski lakmusowe pH 0÷14, POCH-TEST do wykrywania azotanów, POCH-TEST twardości wody, rękawice ochronne, krążek Secchiego, termometr -15÷500C, pręt szklany, łapka do probówek, zlewka wysoka 200 ml, płytka grzejna – 2 szt.
ii.	<p><i>Badanie powietrza</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do badania powietrza zawierający co najmniej: lupa powiększająca, linijka, donice kwiatowe, płytki stalowe, taśma samoprzylepna, zlewka, woda destylowana, pręt szklany, łyżeczka, paski wskaźnikowe pH, pęseta, siarka, kreda wapienna, agar, ekstrakt słodowy, zlewka, kolba stożkowa, szalki Petriego, lejek laboratoryjny, bibuła filtracyjna, wata, rękawiczki ochronne – 2 szt.
iii.	<p><i>Badanie gleby</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do badania gleby zawierający co najmniej: sitka gospodarskie, zlewki, cylinder miarowy, szufelka do pobierania próbek, łopatką stalowa, kreda wapienna, tlenek wapnia, łyżeczka, paski wskaźnikowe pH 0 ÷ 14, papierki lakmusowe obojętne, POCH-TEST paskowy azotanów, pręt szklany, szkiełka podstawowe, szkiełka nakrywkowe, donice kwiatowe, termometr, probówki, podstawka do probówek, szalki Petriego, filtr papierowy, woda destylowana, woreczki foliowe – 2 szt. • Komplet zestawów uczniowskich umożliwiających m.in katalogowanie, obserwację oraz preparowanie roślin i owadów; przygotowanie preparatów mikroskopowych do dalszej analizy – 1 szt. • Mikroskop z kamerą cyfrową posiadający co najmniej: długość tubusu: 160 mm; głowica binokularowa typu Siedentopf, pochylenie 30°; rewolwer obiektywowy czterogniazdowy; obiektywy achromatyczne

	<p>4x, 10x, 40x, 100x (immersyjny, amortyzowany); system ogniskowania: ruch zgrubny (śruba makrometryczna) i ruch drobny (śruba mikrometryczna), czułość i działka drobnego (śruba mikrometryczna) ogniskowania: 0,004mm, zakres 24mm; działka elementarna ruchu drobnego (mikroruchów) - 4μm; stół: mocowanie dwóch preparatów, wymiary stołu: 132mm x 142mm, zakres ruchu XY: 75mm x 40mm; oświetlenie: dioda LED 3W; kondensator jasnego pola z przysłoną irysową; regulacja dioptrii na lewym torze optycznym: +/- 5D; zakres regulacji odległości między żrzeniami: 48 mm - 75 mm; dopuszczalna temperatura otoczenia: od 0°C do +40°C; wbudowana kamera o minimalnych parametrach: sensor: 1/2" CMOS, rozdzielczość: 1280x1024 (1.3Mp), kolor: 24-bit, czułość: 1.8v@550μm/lux/s, ekspozycja: Manualna/Auto, czas ekspozycji 1 s – 500 ms, SNR (odstęp sygnału od szumu): >45dB, zakres dynamiczny: 62 dB, złącze USB2.0 Plug&Play, oprogramowanie – 2 szt.</p>
iv.	<p><i>Badanie ciśnienia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do doświadczeń z próżnią zawierający co najmniej klosz próżniowy szklany, podstawę klosza, wakuometr na podstawie, ręczną pompkę próżniową, wąż połączeniowy i trójnik – 1 szt. • Elektryczna pompa próżniowa – 1 szt. <p><u>Dane techniczne:</u> zasilanie: 230 V AC, 50 Hz; silnik: 0,24 kW; min. uzyskiwane ciśnienie: 0,005 mbar; wydajność: 70 dm³/min; podłączenie rur: króciec 3/8"</p>
3.	<u>Badanie wybranych własności fizycznych materii</u>
i.	<p><i>Badanie oporu elektrycznego</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw przyrządów do elektryczności pozwalający na realizację następującej tematyki: elektrostatyka, obwody proste, podstawy elektryczności, magnetyzm, elektromagnetyzm, elektrochemia w min. 25 eksperymentach – 2 szt. • Zasilacz stabilizowanego napięcia z możliwością płynnej regulacji 0-30V i zabezpieczeniem prądowym min. 0-3A, zasilany z sieci 230V, 50Hz – 2 szt. • Przewód elektryczny dł. 1 m, zakończony obustronnie wtykiem 4 mm – 8 szt.
ii.	<p><i>Badanie własności magnetycznych</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw zawierający m.in.: igła magnetyczna na podstawie, karta kompasu, pręty magnetyczne, obciążniki z haczykami, balony oraz opisy min. 15 doświadczeń – 1 szt. • Zestaw umożliwiający przeprowadzenie serii min. 8 doświadczeń ilustrujących zagadnienia elektrostatyki, w tym doświadczeń historycznych – 1 szt.

	<ul style="list-style-type: none"> • Uproszczony, działający model generatora elektrostatycznego Van de Graffa – 2 szt.
4.	Badanie wybranych procesów fizyko-chemicznych
i.	<p><i>Reakcje endo i egzotermiczne</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw odczynników zawierający co najmniej: alkohol etylowy (etanol-spirytus rektyfikowany ok.95%), alkohol propylowy (propanol-2, izopropanol), alkohol trójwodorotlenowy (gliceryna, glicerol, propanotriol), amoniak (roztwór wodny ok.25%- woda amoniakalna), azotan(V)amoni (saletra amonowa), azotan(V)potasu (saletra indyjska), azotan(V)sodu (saletra chilijska), azotan(V)srebra, benzyna ekstrakcyjna, bibuła filtracyjna jakościowa średniosącząca, błękit tymolowy (wskaźnik - roztwór alkoholowy), brąz (stop- blaszka grubość 0,2 mm), butan (izo-butan skroplony, gaz do zapalniczek), chlorek miedzi(II) (roztwór ok.35%), chlorek potasu, chlorek sodu, chlorek wapnia, chlorek żelaza(III) (roztwór ok.45%), cyna (metal-granulki), cynk (metal-drut Ø 2 mm), dwuchromian(VI)potasu, fenoloftaleina (wskaźnik -1% roztwór alkoholowy), fosfor czerwony, glin (metal- drut Ø 2 mm), glin (metal-blaszka), glin (metal-pył), jodyna (alkoholowy roztwór jodu), krzemian sodu (szkło wodne), kwas aminooctowy (glicyna), kwas azotowy(V) (ok.54 %), kwas chlorowodorowy (ok.36%, kwas solny), kwas cytrynowy, kwas fosforowy(V) (ok.85 %), kwas mlekowy (roztwór ok.80%), kwas mrówkowy (kwas metanowy ok.80%), kwas octowy (kwas etanowy roztwór 80%), kwas oleinowy (oleina), kwas siarkowy(VI) (ok.96 %), kwas stearynowy (stearyna), magnez (metal-wiórki), magnez (metal-wstążki), manganian(VII) potasu (nadmanganian potasu), miedź (metal- drut Ø 2 mm), miedź (metal-blaszka grubość 0,1 mm), mosiądz (stop- blaszka grubość 0,2 mm), nad-tlenek wodoru ok.30% (woda utleniona, perhydrol), octan etylu, octan ołowiu(II), octan sodu bezwodny, ołów (metal- blaszka grubość 0,5 mm), oranż metylowy (wskaźnik), parafina rafinowana (granulki), paski lakmusowe obojętne, paski wskaźnikowe uniwersalne (zakres pH 1-10), ropa naftowa (minerał), sacharoza (cukier krystaliczny), sączi jakościowe (średnica 10 cm), siarczan(VI)magnezu (sól gorzka), siarczan(VI)miedzi(II) 5hydrat, siarczan(VI)sodu (sól Glauberska), siarczan(VI)wapnia 1/2hydrat (gips palony), siarczan(VI)wapnia 2hydrat (gips krystaliczny-minerał), siarka, skrobia ziemniaczana, sól (metaliczny, zanurzony w oleju parafinowym), stop Woda (stop niskotopliwy, temp. topnienia ok. 72 o. C), świecezki miniaturowe, tlenek magnezu, tlenek miedzi(II), tlenek ołowiu(II) (glejta), tlenek żelaza(III), węgiel brunatny (węgiel kopalny- minerał 65-78 o C), węgiel drzewny (drewno destylowane), węgiel potasu bezwodny, węgiel sodu bezwodny (soda kalcyonowana), węgiel sodu kwaśny(wodorowęgiel sodu), węgiel wapnia (grys marmurowy-minerał), węgiel wapnia (kreda strącona-syntetyczna),

	węgiel wapnia (karbid), wodorotlenek potasu (zasada potasowa, płatki), wodorotlenek sodu (zasada sodowa, granulki), wodorotlenek wapnia, żelazo (metal- drut $\varnothing 1$ mm), żelazo (metal- proszek) – 1 szt.
ii.	<i>Miareczkowanie kwasowo-zasadowe</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw min. 350 kulek (imitujących atomy) i min. 150 łączników z tworzywa sztucznego, pozwalających na budowę modeli popularnych pierwiastków chemicznych – 1 szt. • Mieszadło magnetyczne o średnicy podstawy min. 10 cm i możliwością podgrzewania próbek – 2 szt.
5.	<u>Badanie ruchu</u>
i.	<i>Zobaczyć ruch</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do demonstracji ruchu: siłomierze, sprężyny, obciążniki z podstawą, obciążniki na pręcie, wózek do równi pochyłej, równia pochyła, statywy z haczykami, klocek do tarcia, pręty, przymiar, kółko z podziałką kątową, tarcza do momentów sił, statywy do siłomierzy, bloki, statywy do dźwigni, belka dźwigni, wskaźniki, siłomierze tarczowe, pierścienie, kołowrót – 1 szt. • Tor powietrzny 2m z podstawowym zestawem akcesoriów – 1 szt. • Dmuchawa powietrzna do toru powietrznego – 1 szt. • Elektrycznie sterowana bieżnia treningowa – 1 szt. • Aparat fotograficzny umożliwiający rejestrowanie cyfrowych filmów wideo formacie .avi z szybkością min. 100 klatek/s i połączenie z komputerem poprzez złącze USB – 1 szt.
6.	<u>Badanie światła</u>
i.	<i>Rozchodzenie się światła</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do doświadczeń z optyki geometrycznej zawierający co najmniej: pięciowiązkowy laser, element do całkowitego wewnętrznego odbicia, zwierciadło płasko-wypukłe i płasko-wklęsłe, płytka równoległościenna, pryzmaty (prostokątny, trapezowy), soczewki (płasko- i dwuwypukłą, dwuwklęsłą) – 2 szt.
7.	<u>Badanie dźwięku</u>
i.	<i>Zobaczyć dźwięk</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw do demonstracji zjawisk związanych z dźwiękiem zawierający m.in. pudełko rezonansowe, kamerton, rurkę testową, płytki dźwiękowe, strunę, gumowe pierścienie – 2 szt.
ii.	<i>Analiza dźwięku</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw 8 kamertonów z młoteczkami (skala C), od 256 Hz do 512 Hz – 1 szt.
iii.	<i>Badanie dudnień</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zestaw dwóch kamertonów na pudełkach rezonansowych, wymiary – 220 x 180 x 90 mm, ciężar - 0,25 kg – 2 szt. • Drewniany flet dziecięcy – 1 szt.

Podsumowanie

Zaprezentowane wyposażenie laboratorium przyrodniczego jest autorską propozycją kompletnej pracowni, umożliwiającej prowadzenie szeregu pokazów i doświadczeń oraz stwarzanie warunków do pracy metodą projektów.

W procesie tworzenia laboratorium przyrodniczego i jego wykorzystania podczas nauczania-uczenia się kluczową rolę odgrywa nauczyciel-przewodnik. Bardzo wiele zależy od jego kreatywności, umiejętności doskonalenia i pomysłowości. Musimy mieć świadomość, że budowanie *szkoły XXI wieku* to proces czasochłonny i kosztowny, a tworzenie laboratorium przyrodniczego jest tylko jednym z jego elementów. Musimy jednak ten czas i pieniądze znaleźć, by w szkole nadążać za rzeczywistością pozaszkolną.

Literatura

- [1] Domalewski J., Wasielewski K., *Zmiany w edukacji: szkoła i jej społeczne otoczenie*, Adam Marszałek, Toruń 2011.
- [2] Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, On the Horizon, MCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.
- [3] Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie Kompetencji Kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2006/962/WE).
- [4] Gołębniak B.D. (red.), *Uczenie metodą projektów*, WSiP, Warszawa 2005.
- [5] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, Dz.U. z 2009 r. nr 4; poz. 17.

IV.

Z bibliotecznej półki

