



Z FIZYKĄ
PRZEZ ŻYCIE

JOANNA
BORGENSZTAJN

Program nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym. Dla szkoły ponadpodstawowej

opracowany w ramach projektu

„Tworzenie programów nauczania oraz scenariuszy lekcji i zajęć wchodzących w skład zestawów narzędzi edukacyjnych wspierających proces kształcenia ogólnego w zakresie kompetencji kluczowych uczniów niezbędnych do poruszania się na rynku pracy”

dofinansowanego ze środków Funduszy Europejskich w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, 2.10 Wysoka jakość systemu oświaty

Warszawa 2019

Strona redakcyjna

Redakcja merytoryczna – dr inż. Agnieszka Jaworska

Recenzja merytoryczna – Wojciech Dobrogowski
Wojciech Panasewicz
Katarzyna Szczepkowska-Szczeńiak
dr Beata Rola

Redakcja językowa i korekta – Altix

Projekt graficzny i projekt okładki – Altix

Skład i redakcja techniczna – Altix

Warszawa 2019

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
www.ore.edu.pl

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons –
Użycie niekomercyjne 4.0 Polska (CC-BY-NC).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.pl>

SPIS TREŚCI

Wstęp	4
1. Cele kształcenia, cele wychowawcze i treści nauczania	6
1.1. Cele kształcenia w zakresie wiedzy.....	7
1.2. Cele kształcenia w zakresie wychowania	8
1.3. Treści nauczania.....	9
1.4. Treści rozszerzające	21
2. Organizacja warunków i sposób realizacji kształcenia	23
3. Metody, techniki i formy pracy	26
3.1. Formy pracy	27
3.2. Metody i techniki pracy.....	29
3.3. Wykorzystanie technologii ICT	31
4. Zakładane osiągnięcia uczniów	34
5. Procedury osiągania celów	36
6. Propozycje oceny postępów ucznia	39
7. Sposoby ewaluacji programu	42
8. Program nauczania a kompetencje kluczowe oraz kompetencje niezbędne do poruszania się na rynku pracy	44
9. Wdrożenie programu	47
Bibliografia	48

WSTĘP

Program nauczania *Z fizyką przez życie* jest zgodny z *Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia*. Jest on przeznaczony do realizacji przedmiotu fizyka w szkole ponadpodstawowej w zakresie rozszerzonym, a jego adresatem jest uczeń klas I-IV liceum lub klas I-V technikum.

Program został opracowany w oparciu o założenia konstruktywizmu, nurtu, za którego twórcę uważa się J. Piageta. Zgodnie z tą teorią to nie nauczyciel przekazuje młodemu człowiekowi wiedzę, lecz uczeń aktywnie ją konstruuje w swoim umyśle. Powstawanie wiedzy jako konstrukt mentalnego jest skutkiem interakcji ze środowiskiem otaczającym osobę uczącą się. Czym bardziej środowisko to stymuluje do zadawania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi, tym efektywniejszy okazuje się proces nauczania.

Podejście to zostało sformułowane w latach sześćdziesiątych XX-go wieku, niemniej ciągle wydaje się być aktualne, a co więcej – spójne z zalecaną do stosowania na przedmiotach przyrodniczych metodą naukową. Uczeń w szkole ponadpodstawowej, który ma już za sobą wcześniejsze etapy edukacyjne, może na bazie doświadczeń zdobytych we wcześniejszych latach nauki podejmować rozmaite czynności badawcze, które mają służyć samodzielnemu przekonaniu się o prawach rządzących przyrodą. Na bazie osobistych doświadczeń i przemyśleń uczeń jest w stanie stworzyć w swoim umyśle względnie spójny obraz świata, przy pomocy którego będzie wyjaśniał obserwowane zjawiska.

Oczywiście istnieje pewne ryzyko, że na wcześniejszych etapach edukacyjnych uczeń zetknął się z błędnymi przekonaniem na temat fizyki oraz jej roli we współczesnym świecie i przyswoił je jako elementy wiedzy potocznej. W takim przypadku przed nauczycielem stoi dodatkowe zadanie wskazania młodemu człowiekowi sposobu przebudowania nieprawdziwego obrazu świata, często już utrwalonego w jego umyśle. Aby tego dokonać, uczeń powinien prezentować postawę dociekliwą i cechować się dużą samodzielnością, krytycyzmem i niezależnym sposobem myślenia. Zazwyczaj samodzielne zweryfikowanie dotychczasowych przekonań daje znacznie lepsze efekty niż próby ich obalania przez nauczyciela.

Zgodnie z zalecaniami autorów podstawy programowej, dla ucznia realizującego przedmiot fizyka w zakresie rozszerzonym istotna jest szczegółowa analiza zjawisk pod względem ilościowym, tak aby uczeń po ukończeniu edukacji był przygotowany do kontynuacji nauki na uczelni wyższej. Wejście absolwenta w nowe środowisko

i sprostanie standardom edukacyjnym obowiązującym na niektórych uczelniach oraz na wybranych kierunkach studiów może wymagać od młodego człowieka bardzo szybkiego przebudowania nie tylko własnego obrazu świata fizycznego, ale również całościowej strategii pozyskiwania nowej wiedzy. Dlatego też istotne jest, aby od samego początku nauki w szkole ponadpodstawowej nauczyciel diagnozował błędne przekonania dotyczące fizyki, omawiał je oraz wskazywał uczniom takie metody i techniki pracy, które pozwolą uzyskać jak najbardziej rzetelny obraz rzeczywistości.

Ważne jest również, aby uczeń (również w kontekście swojej dalszej ścieżki edukacyjnej i zawodowej) był świadom faktu, iż wypracowany przez niego obraz świata nie może być traktowany jako konstrukt trwały i niezmienny, ale że będzie ulegał przeobrażeniom i modyfikacjom w miarę nabywania nowej wiedzy i umiejętności, jak również dzięki wykorzystywaniu coraz bardziej zaawansowanych narzędzi pomiarowych. Świadomość faktu, iż zbudowany w umyśle obraz świata nigdy nie będzie pełny i ostateczny, powinna być przez uczniów przyjmowana ze zrozumieniem oraz stanowić siłę napędową ich aktywności badawczej.

1. CELE KSZTAŁCENIA, CELE WYCHOWAWCZE I TREŚCI NAUCZANIA

Na naukę fizyki w zakresie rozszerzonym decydują się zazwyczaj uczniowie, którzy planują podjęcie dalszej edukacji na dosyć wymagających kierunkach studiów, takich jak kierunki medyczne i pokrewne, różnego typu kierunki techniczne czy też fizyka w wydaniu uniwersyteckim. Często są to uczniowie zdolni i ambitni (w tym uczestnicy lub laureaci konkursów i olimpiad przedmiotowych), zatem mają również wysokie oczekiwania co do przekazywanych im treści nauczania. Program *Z fizyką przez życie* rekomenduje taki sposób pracy z uczniem, aby przekazywane mu treści przygotowały go do kontynuowania nauki na uczelni wyższej oraz umożliwiły mu podjęcie pracy w zawodach wymagających szerokiej wiedzy na temat praw rządzących światem przyrody oraz ich zastosowania we współczesnym świecie. Ważne jest również, aby ukształtować w uczniu postawę dociekliwości badawczej oraz wyposażyć go w umiejętność sprawnego posługiwania się metodą naukową.

Zgodnie z założeniami edukacji włączającej, realizacja niniejszego programu nauczania powinna odbywać się w sposób, który umożliwi wszystkim uczniom osiągnięcie założonych celów kształcenia oraz celów wychowawczych. Dotyczy to w szczególności uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych. Jeżeli uczeń posiada orzeczenie o potrzebie kształcenia specjalnego, w którym zostały określone zalecane cele rozwojowe i terapeutyczne – należy umożliwić ich realizację łącznie z celami niniejszego programu nauczania, dobierając metody i techniki pracy adekwatnie do treści orzeczenia, aktualnej sytuacji ucznia i jego możliwości.

Aby osiągnąć cele niniejszego programu, uczniowie powinni zrealizować wszystkie treści nauczania, w tym treści rozszerzające. Te ostatnie można jednak modyfikować stosownie do umiejętności ucznia, jego zainteresowań oraz planów związanych z dalszą ścieżką edukacyjną lub zawodową. Uczniom szczególnie uzdolnionym można proponować realizację dodatkowych treści rozszerzających lub znaczne pogłębienie zagadnień omawianych wspólnie w klasie. Najlepiej jeśli przeznaczone dla nich zadania będą zbliżone poziomem do najprostszych przypadków, z jakimi uczniowie zetkną się na uczelni realizując podstawowy kurs fizyki. Może to wymagać wprowadzenia dodatkowego aparatu matematycznego, wykraczającego poza zakres podstawy programowej przedmiotu matematyka (np. obliczanie pól przy pomocy całek).

1.1. Cele kształcenia w zakresie wiedzy

Cele kształcenia w zakresie wiedzy bazują na zapisach zawartych w podstawie programowej. W trakcie ich realizacji należy dążyć nie tylko do opanowania przez ucznia wiadomości teoretycznych, ale również do tego, aby potrafił on korzystać ze zdobyczy i metodologii innych dziedzin nauki do rozwiązywania problemów z zakresu fizyki.

W kontekście przygotowania do dalszej edukacji lub podjęcia pracy (również w przypadku uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi) ważne są umiejętności rachunkowe oraz umiejętności analityczne, umiejętność obsługi komputera i wybranych programów użytkowych, a także samodzielność i niezależność myślenia oraz umiejętność krytycznego sortowania i weryfikowania informacji czerpanych z różnych źródeł.

Lista celów kształcenia w zakresie wiedzy, do osiągnięcia których należy dążyć realizując niniejszy program, została zamieszczona poniżej.

- I. Rozumienie roli fizyki we współczesnym świecie i jej związków z pozostałymi dziedzinami wiedzy.
- II. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.
- III. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.
- IV. Wykorzystanie komputera do analizy danych pomiarowych oraz do pozyskiwania informacji.
- V. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.
- VI. Rozumienie metody naukowej jako sposobu badawczego dociekania praw rządzących przyrodą.
- VII. Dostrzeganie spójności mikro- i makrokosmosu oraz związków pomiędzy procesami w mikroskali a ich konsekwencjami w skali makro; umiejętność zastosowania tych związków w sytuacjach praktycznych.
- VIII. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.
- IX. Wykorzystywanie związków przyczynowo-skutkowych w celu weryfikowania hipotez.
- X. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

1.2. Cele kształcenia w zakresie wychowania

Warto pamiętać o tym, że rola szkoły nie ogranicza się jedynie do przekazywania uczniowi określonej wiedzy przedmiotowej. Istotne jest również wychowanie młodego człowieka do życia i funkcjonowania zarówno w środowisku społecznym, jak i otaczającym go środowisku technologicznym. Przedmiot fizyka powinien dawać uczniowi okazję do nabywania doświadczeń związanych z interakcjami społecznymi, co może być osiągnięte poprzez pracę w grupach. Również na uczelni lub w miejscu pracy absolwent spotka się z sytuacjami, w których oczekiwać się będzie od niego jak najszybszej integracji z zespołem i włączenia się w jego działania. Ważne jest również, aby zajęcia z fizyki przyczyniały się do kształtowania społecznie aprobowanych postaw, właściwych dla osób wchodzących w dorosłość, w tym tolerancji wobec osób o innym statusie ekonomicznym lub pochodzeniu etnicznym czy też dotkniętych niepełnosprawnością.

Poniżej wymieniono główne cele wychowawcze programu *Z fizyką przez życie*.

- I. Przygotowanie ucznia do funkcjonowania we współczesnym społeczeństwie technologiczno-informacyjnym.
- II. Przygotowanie ucznia do pracy w grupie oraz pełnienia różnych ról społecznych, w szczególności związanych z planowaną ścieżką edukacyjną lub zawodową.
- III. Kształtowanie poszanowania przyrody i rządzących nią praw oraz rozumienie miejsca człowieka w przyrodzie.
- IV. Kształtowanie poszanowania ludzkiej pracy w każdym jej przejawie, w tym umiejętności manualnych i intelektualnych służących rozwojowi nauki lub też rozwijanych dzięki postępowi cywilizacyjnemu.
- V. Rozbudzanie zainteresowania zjawiskami otaczającego świata i kształtowanie ciekawości poznawczej uczniów oraz wspieranie postawy aktywnego badania rzeczywistości fizycznej dostępnej bezpośrednio doświadczeniom.
- VI. Kształtowanie postaw w zakresie uczciwości i rzetelności badawczej oraz podkreślanie roli etyki zawodowej jako fundamentalnej wartości w pracy badawczej.
- VII. Uświadamianie roli fizyki jako nauki, na której opiera się postęp technologiczny oraz rozwój ekonomiczny niektórych gałęzi gospodarki.

1.3. Treści nauczania

Autorzy podstawy programowej przedmiotu fizyka w zakresie rozszerzonym wyodrębnili dwanaście działów tematycznych, przy czym jako pierwszy z nich wymieniony został dział *Wymagania przekrojowe*. Zagadnienia wchodzące w zakres tego działu powinny być realizowane na konkretnych przykładach, co oczywiście nie wyklucza możliwości szerszego omówienia szczególnie przydatnego lub szczególnie trudnego zagadnienia na osobnej lekcji. Liczba godzin przewidzianych na realizację przedmiotu fizyka pozwala na bardzo wnikliwą analizę zjawisk i zależności opisanych poszczególnymi punktami podstawy programowej, toteż jak najczęściej należy umożliwiać uczniom realizację wymagań przekrojowych łącznie z treściami przedmiotowymi z poszczególnych działów. Listę wymagań przekrojowych, które należy łączyć z pozostałymi treściami nauczania, przedstawiono poniżej.

Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- 2) posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
- 3) prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
- 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;
- 5) rozróżnia wielkości wektorowe i skalarnie, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);
- 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
- 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;
- 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;
- 9) dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
- 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;
- 11) opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;

- 12) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń;
- 13) rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne;
- 14) wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;
- 15) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych i złożonych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów;
- 16) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;
- 17) przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki;
- 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
- 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- 20) tworzy modele fizyczne lub matematyczne wybranych zjawisk i opisuje ich założenia; ilustruje prawa i zależności fizyczne z wykorzystaniem tych założeń.

Program nauczania *Z fizyką przez życie* rekomenduje realizację treści nauczania w kolejności nieco zmienionej w stosunku do kolejności wymienionej w podstawie programowej. Proponowana kolejność umożliwi w miarę równomierne rozłożenie treści nauczania w poszczególnych latach, tak aby nie było konieczności dzielenia działu na części i przerzucania niektórych zagadnień na kolejny rok nauki. Autorski podział treści umożliwia ponadto skoncentrowanie się w dłuższym czasie na blisko powiązanych zagadnieniach i gruntowne przestudiowanie pokrewnych tematów. Poniżej została przedstawiona rekomendowana kolejność realizacji poszczególnych działów.

- *Mechanika* (40 godzin lekcyjnych), *Mechanika bryły sztywnej* (12 godzin lekcyjnych) – klasa I liceum lub technikum;
 - *Grawitacja i elementy astronomii* (20 godzin lekcyjnych), *Termodynamika* (32 godziny lekcyjne) – klasa II liceum lub technikum;
 - *Drgania* (16 godzin lekcyjnych), *Fale i optyka* (36 godzin lekcyjnych) – klasa III liceum lub technikum;
 - *Elektrostatyka* (14 godzin lekcyjnych), *Prąd elektryczny* (20 godzin lekcyjnych), *Magnetyzm* (18 godzin lekcyjnych), *Fizyka atomowa* (20 godzin lekcyjnych), *Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa* (32 godziny lekcyjne) – klasa IV liceum;
- lub

- *Elektrostatyka* (14 godzin lekcyjnych), *Prąd elektryczny* (20 godzin lekcyjnych), *Magnetyzm* (18 godzin lekcyjnych) – klasa IV technikum;
- *Fizyka atomowa* (20 godzin lekcyjnych), *Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa* (32 godziny lekcyjne) – klasa V technikum.

Rekomenduje się, aby przedmiot fizyka w zakresie rozszerzonym realizować w wymiarze dwóch godzin tygodniowo w klasach I-V technikum, dwóch godzin tygodniowo w klasach I-III liceum oraz 4 godzin tygodniowo w klasie IV liceum. Godziny ujęte w powyższym zestawieniu powinny zostać wykorzystane zarówno na omówienie wiadomości teoretycznych, wykonanie niezbędnych doświadczeń, analizę ich wyników, jak i na realizację treści ujętych w wymaganiach przekrojowych. Godziny pozostawione do dyspozycji nauczyciela mogą zostać wykorzystane na przeprowadzenie bardziej wymagających czasowo doświadczeń, dokładniejsze omówienie szczególnie trudnych lub interesujących zagadnień lub wprowadzenie treści rozszerzających.

Ze względu na fakt, iż uczniowie wybierający fizykę w zakresie rozszerzonym zazwyczaj mają już pierwsze plany w kwestii kontynuacji nauki na wybranym kierunku studiów – warto w ramach godzin pozostających w dyspozycji nauczyciela zorganizować spotkanie z pracownikiem lokalnej uczelni lub przedstawicielem lokalnego pracodawcy z branży technologicznej. Jeśli w okolicy działa instytucja wspierająca edukację, taka jak na przykład regionalne centrum nauki, można również zorganizować udział uczniów w interesujących wykładach lub pokazach doświadczalnych.

Poniżej przedstawiono szczegółową listę treści nauczania, zestawioną według kolejności rekomendowanej przez niniejszy program nauczania.

I. Mechanika. Uczeń:

- 1) opisuje ruch względem różnych układów odniesienia;
- 2) rozróżnia pojęcia położenie, tor i droga;
- 3) opisuje ruchy postępowe, posługując się wielkościami wektorowymi: przemieszczeniem, prędkością i przyspieszeniem wraz z ich jednostkami;
- 4) opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmiennie, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i przyspieszenia oraz drogi od czasu;
- 5) sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;
- 6) wyznacza położenie, wartość prędkości, wartość przyspieszenia i drogę w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci tabel i wykresów;

- 7) opisuje ruchy złożone jako sumę ruchów prostych; analizuje rzut poziomy jako przykład ruchu dwuwymiarowego;
- 8) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej oraz przemieszczenia kąтового, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami;
- 9) stosuje do obliczeń związku między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym;
- 10) wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu;
- 11) opisuje ruch niejednostajny po okręgu;
- 12) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie;
- 13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał;
- 14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły;
- 15) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał;
- 16) rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste;
- 17) opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie statyczne, tarcie kinetyczne); rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego oraz tarcia statycznego; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach;
- 18) rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych; posługuje się pojęciem siły bezwładności;
- 19) stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza); 20) posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń;
- 21) posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych;
- 22) interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę;
- 23) opisuje ruch ciał na równi pochyłej;
- 24) posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego i stosuje je do obliczeń; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych;
- 25) stosuje do obliczeń prawo Archimedesesa i objaśnia warunki pływania ciał;
- 26) doświadczalnie:
 - a) demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących,
 - b) bada zderzenia ciał oraz wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu,
 - c) bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu,

- d) wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi.
- II. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:
- 1) wyznacza położenie środka masy układu ciał;
 - 2) stosuje pojęcie bryły sztywnej; opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi;
 - 3) stosuje warunki statyki bryły sztywnej; posługuje się pojęciem momentu sił wraz z jednostką;
 - 4) stosuje zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; posługuje się pojęciami przyspieszenia kątownego oraz momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z ich jednostkami;
 - 5) oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy;
 - 6) posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego i bryły; stosuje do obliczeń związek między momentem pędu i prędkością kątową;
 - 7) stosuje zasadę zachowania momentu pędu;
 - 8) doświadczalnie:
 - a) demonstruje zasadę zachowania momentu pędu,
 - b) bada ruch ciał o różnych momentach bezwładności.
- III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:
- 1) posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał;
 - 2) stosuje do obliczeń związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
 - 3) analizuje jakościowo wpływ siły grawitacji Słońca na niejednostajny ruch planet po orbitach eliptycznych i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców;
 - 4) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi;
 - 5) interpretuje III prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciężenia; stosuje do obliczeń III prawo Keplera dla orbit kołowych;
 - 6) interpretuje II prawo Keplera jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu;
 - 7) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i stosuje zasadę zachowania energii do ruchu orbitalnego; posługuje się pojęciem drugiej prędkości kosmicznej (prędkości ucieczki); 8) opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia oraz podaje warunki i przykłady jego występowania;

- 9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej, roku świetlnego i parseka;
- 10) opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk); stosuje do obliczeń prawo Hubble'a.

IV. Termodynamika. Uczeń:

- 1) opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy;
- 2) rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy;
- 3) posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- 4) opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej;
- 5) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego;
- 6) opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych;
- 7) posługuje się pojęciem wartości energetycznej paliw i żywności;
- 8) wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi;
- 9) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów;
- 10) posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego;
- 11) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego;
- 12) analizuje wykresy przemian gazu doskonałego;
- 13) stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
- 14) posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu; interpretuje związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego;
- 15) analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach i pompach cieplnych;
- 16) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych;
- 17) interpretuje drugą zasadę termodynamiki, podaje przykłady zjawisk odwracalnych i nieodwracalnych;
- 18) opisuje zjawisko dyfuzji; posługuje się pojęciem fluktuacji, opisuje ruchy Browna;
- 19) doświadczalnie:
 - a) demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych,

- b) bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym,
- c) demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej.

V. Drgania. Uczeń:

- 1) opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką;
- 2) analizuje ruch pod wpływem siły sprężystości; posługuje się pojęciem ruchu harmonicznego; podaje przykłady takich ruchów;
- 3) opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy, częstości kołowej i przesunięcia fazowego; rozróżnia drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych;
- 4) analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności;
- 5) stosuje do obliczeń zależność okresu małych drgań wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie od ich parametrów;
- 6) oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii;
- 7) opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach;
- 8) doświadczalnie:
 - a) demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy,
 - b) bada zależność okresu drgań od długości wahadła,
 - c) bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny,
 - d) demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego,
 - e) wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.

VI. Fale i optyka. Uczeń:

- 1) analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych;
- 2) posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2) oraz proporcjonalnością do kwadratu amplitudy;
- 3) opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła;
- 4) opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach;
- 5) opisuje światło laserowe jako skolimowaną wiązkę światła monochromatycznego o zgodnej fazie;

- 6) stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka; oblicza kąt graniczny;
- 7) opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia;
- 8) opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali;
- 9) analizuje zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych w kontekście zjawiska dyfrakcji;
- 10) stosuje zasadę superpozycji fal; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal;
- 11) analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy;
- 12) opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami;
- 13) analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala; podaje przykłady występowania tego zjawiska;
- 14) rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane;
- 15) opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu;
- 16) opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje do obliczeń związki między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali;
- 17) opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania; stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką;
- 18) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; stosuje do obliczeń równanie soczewki;
- 19) opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla;
- 20) doświadczalnie:
 - a) obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle,
 - b) obserwuje zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,
 - c) obserwuje zjawisko interferencji fal,
 - d) demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku,
 - e) wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego,

- f) bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu.

VII. Elektrostatyka. Uczeń:

- 1) posługuje się zasadą zachowania ładunku;
- 2) oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków stosując prawo Coulomba;
- 3) posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; interpretuje zagęszczenie linii pola jako miarę natężenia pola; rozróżnia pole centralne i pole jednorodne;
- 4) analizuje natężenie pola wytwarzanego przez układ ładunków punktowych i oblicza jego wartość;
- 5) opisuje pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków;
- 6) opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya), duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika;
- 7) analizuje ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym;
- 8) analizuje pracę jako zmianę energii potencjalnej podczas przemieszczenia ładunku w polu elektrycznym; posługuje się pojęciem potencjału pola i jego jednostką;
- 9) oblicza zmianę energii ładunku w polu centralnym i jednorodnym;
- 10) opisuje ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego;
- 11) posługuje się pojęciem pojemności kondensatora i jej jednostką; posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów; oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze;
- 12) opisuje polaryzację dielektryków w polu zewnętrznym i ich wpływ na pojemność kondensatora; oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną;
- 13) doświadczalnie:
 - a) ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,
 - b) demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoczenie iskry).

VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:

- 1) opisuje przewodnictwo w metalach, elektrolitach i gazach; wyjaśnia procesy jonizacji w gazach, wskazuje rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola;
- 2) posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego oraz mocy wraz z ich jednostkami;

- 3) analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką;
- 4) opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników;
- 5) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma);
- 6) analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma);
- 7) posługuje się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródła;
- 8) stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a-Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem;
- 9) wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń;
- 10) interpretuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku;
- 11) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego;
- 12) analizuje dodawanie i odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii (II prawo Kirchhoffa);
- 13) posługuje się pojęciem oporu zastępczego; oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle;
- 14) opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła;
- 15) opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne;
- 16) doświadczalnie:
 - a) demonstruje I prawo Kirchhoffa,
 - b) bada dodawanie napięć w układzie ogniwo połączonych szeregowo,
 - c) demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła,
 - d) bada charakterystykę prądowo-napięciową żarówki.

IX. Magnetyzm. Uczeń:

- 1) posługuje się pojęciem pola magnetycznego; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica);
- 2) posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła Lorentza, siła elektrodynamiczna); opisuje rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym;
- 3) analizuje tor cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym;

- 4) rysuje siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym; na podstawie tego rysunku omawia zasadę działania silnika elektrycznego;
- 5) stosuje do obliczeń związki wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika i długiej zwojnicy;
- 6) analizuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych; posługuje się definicją ampera;
- 7) opisuje jakościowo podstawowe właściwości oraz zastosowania ferromagnetyków;
- 8) oblicza strumień pola magnetycznego przez powierzchnię, stosuje jednostkę strumienia; 9) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy;
- 10) oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia;
- 11) opisuje jakościowo zjawisko samoindukcji;
- 12) opisuje cechy prądu przemiennego; posługuje się pojęciem napięcia i natężenia skutecznego; oblicza napięcie i natężenie skuteczne dla przebiegu sinusoidalnego;
- 13) opisuje zasadę działania transformatora; przedstawia uproszczony model transformatora, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczb zwojów; opisuje zastosowania transformatorów;
- 14) opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych;
- 15) doświadczalnie:
 - a) ilustruje układ linii pola magnetycznego,
 - b) demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie.

X. Fizyka atomowa. Uczeń:

- 1) analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury;
- 2) opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii;
- 3) opisuje powstawanie promieniowania rentgenowskiego jako promieniowania hamowania; oblicza krótkofalową granicę widma promieniowania rentgenowskiego;
- 4) rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła; rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu;

- 5) analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru; posługuje się wzorem Rydberga;
- 6) posługuje się pojęciem pędu fotonu; stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji przez swobodne atomy; opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła;
- 7) opisuje zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej;
- 8) opisuje jakościowo obraz dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na kryształach;
- 9) opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek; oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek;
- 10) doświadczalnie: obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

XI. Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa. Uczeń:

- 1) wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora; opisuje względność równoczesności;
- 2) posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; posługuje się pojęciem energii spoczynkowej;
- 3) opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej;
- 4) wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii i informacji;
- 5) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej;
- 6) zapisuje reakcje jądrowe stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku;
- 7) stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych; posługuje się pojęciem energii wiązania;
- 8) oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania;
- 9) wymienia właściwości promieniowania jądrowego; opisuje rozpady alfa, beta (β^+ , β^-);
- 10) posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego; opisuje powstawanie promieniowania gamma;
- 11) opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych;
- 12) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; opisuje zasadę datowania substancji na podstawie węgla ^{14}C ;
- 13) wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe;

- 14) wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie; 15) opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej;
- 16) opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej;
- 17) opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach;
- 18) opisuje elementy ewolucji gwiazd; omawia supernowe i czarne dziury;
- 19) opisuje kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka; stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron-pozyton.

1.4. Treści rozszerzające

Niniejszy program nauczania rekomenduje wprowadzanie treści międzyprzedmiotowych rozszerzających przedstawione treści nauczania.

Ze względu na fakt iż znaczna część uczniów wybierających rozszerzenie z fizyki wybiera się na kierunki studiów o profilach wymagających od kandydatów szeroko pojętego umysłu ścisłego, spotkają się oni na uczelni z koniecznością stosowania zaawansowanego aparatu matematycznego oraz wykorzystywania komputerów do rozwiązywania problemów z dziedziny fizyki lub nauk pokrewnych.

Aby należycie przygotować uczniów do kontynuowania nauki na tych kierunkach, wydaje się nieodzowne uzupełnienie wiedzy przedmiotowej o umiejętności wchodzące w zakres matematyki oraz informatyki, co można (a wręcz należy) realizować we współpracy z nauczycielami tych przedmiotów. Przede wszystkim warto zapoznać uczniów z praktycznymi zastosowaniami szeregów, pochodnych i całek – przynajmniej na przykładach najprostszych, z którymi absolwent spotka się na studiach na kursie fizyki, między innymi przy okazji omawiania zagadnień dotyczących ruchu zmiennego czy wyznaczania pracy wykonanej przez siłę o zmiennej wartości.

Kolejnym wymaganiem, z którym absolwent może spotkać się na kierunku o profilu technicznym lub ścisłym może być konieczność wykorzystywania komputera do wykonywania zaawansowanych obliczeń, symulacji czy modelowania procesów fizycznych, a także prezentowania wyników swojej pracy. Uczeń powinien zostać zaznajomiony z wybranymi programami użytkowymi oraz językami programowania już w szkole ponadpodstawowej, tak aby mógł wykorzystywać oraz rozwijać swoje umiejętności stosownie do zadań z jakimi spotka się na uczelni wyższej.

Ze względu na fakt, iż uczniowie decydujący się na naukę fizyki w zakresie rozszerzonym mogą mieć bardzo różne plany zawodowe oraz zainteresowania, warto na początku każdego roku szkolnego przeprowadzać ankietę dotyczącą ich oczekiwań wobec treści przedmiotowych realizowanych w danej klasie. Na podstawie wyników ankiety można dobrać dodatkowe treści rozszerzające, ukazujące związki fizyki z innymi dziedzinami wiedzy, tak aby odpowiadały one rzeczywistym potrzebom uczniów, ich zainteresowaniom oraz aby były przydatne na etapie edukacji akademickiej lub w pracy zawodowej. W przypadku realizacji programu *Z fizyką przez życie* w technikum można skonsultować się z nauczycielami przedmiotów zawodowych i tak dobrać treści rozszerzające, aby zajął się z treściami realizowanymi na tych przedmiotach.

Ponieważ realizacja niniejszego programu nauczania ma przygotować ucznia do podjęcia studiów na uczelni wyższej, jak również podjęcia pracy w zawodach powiązanych z szeroko pojętą nauką, wśród treści rozszerzających powinny zostać zrealizowane również zagadnienia dotyczące zasad cytowania prac innych autorów oraz przepisów prawa autorskiego, tak aby absolwent szkoły ponadpodstawowej był świadomy konsekwencji nieprzestrzegania tych regulacji prawnych.

2. ORGANIZACJA WARUNKÓW I SPOSÓB REALIZACJI KSZTAŁCENIA

Lekcje z przedmiotu fizyka powinny odbywać się w odpowiednio wyposażonej pracowni, w której uczeń znajdzie warunki do przeprowadzania doświadczeń, opracowania ich wyników, a także interakcji z pozostałymi uczestnikami zajęć. Zatem w sali fizycznej należy zgromadzić jak najwięcej pomocy dydaktycznych oraz postarać się o to, aby ustawienie stołów umożliwiała pracę w grupach oraz swobodną dyskusję między uczniami.

W związku z faktem, iż w dydaktyce przedmiotów szkolnych coraz częściej wykorzystywana jest technologia ICT, w pracowni powinno znaleźć się również kilka komputerów lub tabletów do dyspozycji uczniów. Jeśli byłoby to niemożliwe, można rozważyć możliwość przeprowadzenia niektórych lekcji w pracowni informatycznej lub wspólnie z nauczycielem informatyki, szczególnie lekcji poświęconych analizie danych doświadczalnych. Ważne może okazać się również zainspirowanie uczniów do nauki poprzez odpowiednie zaaranżowanie nie tylko samej sali, ale również przylegającej do niej części korytarza, na przykład poprzez umieszczenie tam plansz z wzorami fizycznymi, plakatami tematycznymi czy pracami uczniów, inspirowanymi fizyką.

Aby efektywnie realizować treści nauczania, w pracowni fizycznej powinny znaleźć się pomoce dydaktyczne związane tematycznie z tymi treściami. Niektóre z nich można wykonać razem z uczniami na zajęciach pozalekcyjnych lub też (w przypadku technikum) wykonać na zajęciach przedmiotów zawodowych. Część wyposażenia pracowni można skompletować z przedmiotów codziennego użytku, na przykład zastąpić stoper telefonem komórkowym czy wykonać równię pochyłą albo tor do badania ruchu ciał z długiej listwy dostępnej w markecie budowlanym. Uczniowie niektóre pomoce dydaktyczne mogą skompletować z niepotrzebnych zabawek znajdujących się w domu. Mogą to być na przykład piłeczki o różnej wielkości i wykonane z różnych materiałów, drewniane klocki, samochodziki, wiatraczki oraz różne elementy z zepsutych przedmiotów (koła, ośki, silniczki, itp.), które przydadzą się między innymi na zajęciach z mechaniki. Zestaw ten można wzbogacić o wykonane przez uczniów wahadła (matematyczne, fizyczne, sprężynowe), przykłady brył o różnych momentach bezwładności, przykłady ciał o takich samych wymiarach, lecz różnych gęstościach. Ciekawą propozycją, w szczególności dla uczniów technikum, mogłoby być zaangażowanie uczniów w projekt interdyscyplinarny, prowadzony wspólnie przez nauczycieli różnych przedmiotów, którego celem byłoby wykonanie oraz przetestowanie wybranych pomocy dydaktycznych.

Realizacja niektórych treści nauczania wymaga zakupu odpowiedniego wyposażenia, w ilości wystarczającej aby podzielić klasę przynajmniej na 5-6 grup. Przykładowo, na zajęcia dotyczące elektryczności i magnetyzmu należy przygotować po kilka sztuk magnesów, kompasów, mierników uniwersalnych oraz większą liczbę takich elementów jak oporniki, kondensatory, diody, izolowane przewody, baterie (płaskie lub paluszki), koszyczki do szeregowego łączenia baterii. Na zajęcia dotyczące zarówno elektryczności, jak i optyki mogą się przydać tradycyjne żarówki oraz małe żaróweczki w oprawkach (o różnej mocy, np. ze starej lampki na biurko, z zepsutego kompletu choinkowego).

Ponadto, na potrzeby pozostałych działów fizyki warto wyposażyć pracownię w przynajmniej jedną wagę, kilka termometrów umożliwiających pomiar temperatury w szerokim zakresie, suwmiarki, czajnik lub grzałkę, małą lodówkę, naczynia szklane (mogą to być słoiki po produktach spożywczych), płaskie plastikowe kuwetki, źródła światła inne niż żarówki (światłówki, diody i żarówki LED), latarki kieszonkowe, wskaźniki laserowe o 2-3 różnych długościach fali, lupy lub soczewki wymontowane z zużytych urządzeń optycznych, siatki dyfrakcyjne lub niepotrzebne płyty CD.

W przypadku tych działów fizyki, dla których autorzy podstawy programowej nie zaproponowali obowiązkowych doświadczeń ze względu na brak możliwości wykonywania bezpośrednich doświadczeń przez uczniów (*Grawitacja i elementy astronomii, Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa*), warto zgromadzić takie pomoce jak plansze poglądowe, książki, albumy, fotografie, modele fizyczne zbudowane przez uczniów z powszechnie dostępnych materiałów czy różnego rodzaju gry dydaktyczne.

Tradycyjną formą prowadzenia zajęć z fizyki są zajęcia odbywające się w systemie czterdziestopięciominutowym, niemniej jednak liczba przypadających na realizację przedmiotu w zakresie rozszerzonym w pełnym cyklu kształcenia jest wystarczająca na to, aby realizować go w blokach dwugodzinnych. Jeśli takie rozwiązanie jest możliwe w danej placówce, to warto z niego skorzystać, ponieważ daje ono możliwość znacznie dokładniejszego zajęcia się omawianym tematem, na przykład poprzez zrealizowanie na pierwszej lekcji części teoretycznej, a na drugiej godzinie – części doświadczalnej danego zagadnienia. Należy również postarać się o to (i tak zaplanować pracę w semestrze), aby było możliwe wybranie się z uczniami np. do najbliższego centrum nauki, lokalnej uczelni lub muzeum posiadającego wystawę tematyczną związaną z fizyką. Wiele z tego typu placówek jest otwartych na współpracę ze szkołami, umożliwiając przeprowadzenie na ich terenie lekcji w oparciu o uzgodniony z nauczycielem scenariusz.

Uczniowie decydujący się na naukę fizyki w zakresie rozszerzonym często bardzo poważnie podchodzą do przedmiotu, oczekując zadawania prac domowych, które pozwolą im lepiej przygotować się do egzaminu maturalnego lub do konkursów przedmiotowych. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom można zadawać im zadania rachunkowe, ale również polecać samodzielne przygotowanie się do zajęć metodą lekcji odwróconej, przeprowadzanie prostych obserwacji czy doświadczeń i analizę ich wyników. W szczególności nadają się do tego wszelkie zjawiska występujące w życiu codziennym, związane na przykład z mechaniką ciał czy rozchodzeniem się fal mechanicznych i elektromagnetycznych w ośrodkach. Warto tak formułować zadawane do domu ćwiczenia, aby pozwalały one uczniowi lepiej zrozumieć dane zagadnienie i znaleźć powiązania między tym, czego uczeń dowiaduje się na lekcji, a tym, czego doświadcza żyjąc i funkcjonując w pewnym otoczeniu przyrodniczym i technologicznym.

3. METODY, TECHNIKI I FORMY PRACY

Jak już wspomniano, na kontynuację kształcenia w zakresie rozszerzonym decydują się głównie uczniowie, którzy postrzegają fizykę jako naukę niezbędną na ich dalszej ścieżce edukacyjnej oraz w pracy zawodowej. Zatem zarówno formy, jak i metody pracy powinny przygotować ich do podjęcia kształcenia na uczelni wyższej oraz do podjęcia pracy, w której wymagana będzie umiejętność zastosowania wiedzy z dziedziny fizyki do rozwiązywania rzeczywistych problemów.

Przede wszystkim należy zadbać o to, żeby w trakcie zajęć realizować treści nauczania z wykorzystaniem urozmaiconych metod, technik i form pracy. Należy również postarać się o indywidualizację pracy z uczniem, dobierając metody i formy pracy do możliwości poznawczych, zainteresowań oraz poziomu kompetencji konkretnej osoby. Ważne jest również, aby zastosowane formy i metody pracy miały na celu (oprócz efektywnego przyswojenia wiedzy przez ucznia) również przygotowanie go do metodologii i sposobu działania, z jakim spotka się w swoim przyszłym środowisku pracy.

Przy doborze form i metod pracy należy również mieć na uwadze ucznia ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi i tak organizować zajęcia, aby wszyscy byli w nie zaangażowani jako równoprawni uczestnicy. Warto w szczególności zadbać o to, aby zapewnić im optymalne środowisko do realizacji własnego potencjału, tak aby mieli jednakowe szanse na rozwój własnych uzdolnień i odniesienie sukcesu. Zgodnie z treścią *Rozporządzenia z dnia 9 sierpnia 2017 roku w sprawie zasad udzielania i organizacji pomocy psychologiczno-pedagogicznej w publicznych przedszkolach, szkołach i placówkach*, specjalne potrzeby edukacyjne uczniów wynikają w szczególności:

- z niepełnosprawności;
- z niedostosowania społecznego;
- z zagrożenia niedostosowaniem społecznym;
- ze szczególnych uzdolnień;
- ze specyficznych trudności w uczeniu się;
- z zaburzeń komunikacji językowej;
- z choroby przewlekłej;
- z sytuacji kryzysowych lub traumatycznych;
- z niepowodzeń edukacyjnych;
- z zaniedbań środowiskowych związanych z sytuacją bytową ucznia i jego rodziny, sposobem spędzania czasu wolnego i kontaktami środowiskowymi;
- z trudności adaptacyjnych związanych z różnicami kulturowymi;
- ze zmian środowiska edukacyjnego, w tym zmian związanych z wcześniejszym kształceniem za granicą.

3.1. Formy pracy

W trakcie lekcji fizyki preferowaną formą pracy powinna być praca grupowa. Liczebność grupy należy ustalić w zależności od rodzaju problemu i stopnia jego złożoności, liczby zadań do zrealizowania oraz samodzielności uczniów. Najlepiej aby przeciętna grupa liczyła nie więcej niż cztery lub pięć osób, dobranych w ten sposób, aby prezentowały sobą różny poziom kompetencji przedmiotowych oraz charakteryzowały się różnymi możliwościami poznawczymi i stylami uczenia się. Zadania dla zespołu powinny być dobierane w taki sposób, aby uczniowie współpracowali ze sobą, wzajemnie się uzupełniając. Na przykład w przypadku grupy złożonej z uczniów o różnych preferencjach, zadaniem wzrokowca mogłoby być odczytanie na głos fragmentu książki, zadaniem słuchowca – wyłapania wszystkich istotnych informacji i powtórzenie ich przed grupą, a zadaniem kinestetyka – weryfikacja prawdziwości tych informacji, np. poprzez wykonanie próbnego pomiaru.

Taki dobór osób do zespołu powinien być podyktowany zarówno koniecznością zapewnienia wszystkim grupom porównywalnych szans wykonywania zadania o podobnym stopniu trudności, jak i koniecznością przyzwyczajania młodych ludzi do sytuacji, w których nierzadko okoliczności zewnętrzne będą zmuszały ich do współpracy z różnymi osobami, niekoniecznie wybranymi według ich osobistych preferencji. Należy jednak zachęcać uczniów do nawiązywania autentycznych relacji z pozostałymi członkami zespołu, co zazwyczaj wpływa na wzrost ich efektywności.

Warto zwracać uwagę na to, aby uczniowie prezentowali możliwie wysoki poziom empatii, udzielając sobie nawzajem wsparcia w okolicznościach pojawienia się trudności oraz rozdzielając zadania tak, aby każdy dostał do zrobienia coś, z czym radzi sobie względnie dobrze. Nie można dopuszczać do sytuacji, w której jeden z uczniów będzie wybierał sobie wyłącznie zadania, które lubi. Jakkolwiek pożądane jest, aby w optymalnym stopniu wykorzystywać indywidualne uzdolnienia i talenty młodego człowieka, należy przydzielać mu również zadania będące na miarę jego umiejętności, ale mniej atrakcyjne z jego punktu widzenia. Poza tym wspólnie pracującym zespołom należy zostawiać względnie dużą autonomię w działaniu, pozostawiając im swobodę w sposobie wykonania danego zadania. Rola nauczyciela powinna być stopniowo ograniczana do roli tutora i moderatora przebiegu zajęć. Należy również podkreślać, że sukces grupy jest sukcesem każdego z jej członków, niezależnie od rodzaju i ilości indywidualnego wkładu pracy.

Jakkolwiek można spodziewać się, że znaczny odsetek uczniów decydujących się na realizację przedmiotu fizyka w zakresie rozszerzonym stanowiąc będą uczniowie wyjątkowo uzdolnieni w kierunku fizyki, matematyki, informatyki (czy innych pokrewnych przedmiotów), to nie można wykluczyć również obecności uczniów

z pozostałych grup, których dotyczy pojęcie specjalnych potrzeb edukacyjnych. Budując zespół uczniowski należy zwrócić uwagę, czy wobec powyższego spełnione są warunki, aby w trakcie wspólnej pracy uczniowie słabsi mogli uczyć się od lepiej radzących sobie koleżanek i kolegów, a uczniowie zdolniejsi mogli dzielić się z nimi wiedzą i doświadczeniem.

W niektórych przypadkach można na potrzeby konkretnej sytuacji dydaktycznej stworzyć grupy „eksperckie”, przy czym grupa powinna być względnie jednorodna i składać się z uczniów o podobnych kompetencjach. Każdej z takich grup należy przydzielić odpowiednio dobrane zadanie – uczniowie szczególnie uzdolnieni powinni dostać zadanie najtrudniejsze, wymagające większego wkładu pracy w tym samym czasie, w którym pozostałe grupy realizują podobne, lecz łatwiejsze zadania. Uczniowie mniej zdolni powinni dostać zadania adekwatne do ich poziomu, w miarę możliwości również takie, w których ich braki w jednej dziedzinie mogą zostać skompensowane wyjątkowymi umiejętnościami w innej. Po wykonaniu zadań „eksperckich” uczniowie powinni zostać połączeni w grupy mieszane i w tym składzie wykonać wspólną pracę.

Uczniowie szczególnie uzdolnieni mogą realizować swój potencjał, jak również kształtować rozmaite kompetencje społeczne, pracując w parach w roli tutora dla ucznia słabszego, w tym wykazującego trudności w uczeniu się. Ciężar zdefiniowania drogi prowadzącej do rozwiązania danego problemu jest wówczas przesunięty w kierunku ucznia zdolniejszego, niemniej już z założenia poziom kompetencji osób pracujących tą metodą jest różny, a sama metoda ma umożliwić uczniowi słabszemu uczenie się od lepiej radzącego sobie rówieśnika.

Warto w tym miejscu zauważyć, że również uczeń zdolny odnosi z tej metody różnorakie korzyści: dyskutując z mniej kompetentną osobą poznaje jej odmienny punkt widzenia, pomaga jej określić źródło problemu w uczeniu się, szuka wspólnego języka, którym przekaze własną wiedzę w sposób zrozumiały dla rówieśnika, bierze na siebie rolę lidera, wskazując kroki niezbędne do wykonania określonego zadania oraz czuwając nad przebiegiem ich realizacji.

Podobną metodologię pracy można zastosować jeśli w tej samej klasie znajdzie się uczeń z deficytem uwagi (czemu może towarzyszyć labilność emocjonalna) oraz uczeń bardzo systematyczny i opanowany emocjonalnie, choć niekoniecznie zdolniejszy. Uczeń dojrzały emocjonalnie mógłby na przykład wziąć na siebie zadanie przedyskutowania z taką osobą problemu w sposób, który będzie cały czas koncentrował się na wykonaniu danego zadania, omówieniu poszczególnych kroków, a jednocześnie nie będzie generował zbyt wielu emocji, mogących rozproszyć osobę z deficytem uwagi.

Praca grupowa oraz praca w parach powinna być na bieżąco uzupełniana pracą indywidualną w domu polegającą na odrabianiu zadań domowych, przy czym również w tym przypadku można różnicować ich poziom w zależności od umiejętności ucznia oraz zgłaszanych przez niego potrzeb związanych z planowanym wyborem wyższej uczelni. Innymi elementami pracy indywidualnej, prowadzonej w domu lub na lekcji, może być przygotowanie się do lekcji odwróconej, analiza materiałów źródłowych, prowadzenie prostych obserwacji i doświadczeń (np. obserwacja fal na wodzie, obserwacja efektu Dopplera, weryfikacja prawa odbicia). Z kolei w trakcie lekcji warto stosować elementy pracy zbiorowej, na przykład zachęcając uczniów do udziału w dyskusji albo w burzy mózgów.

3.2. Metody i techniki pracy

Uczniowie uczący się w szkole ponadpodstawowej fizyki w zakresie rozszerzonym powinni jak najczęściej samodzielnie dociekać praw przyrody. Dlatego też metody podające powinny być ograniczane na rzecz metod poszukujących i zarezerwowane na szczególne okoliczności, w których nauczyciel chce mieć pewność, że przekaze w wybranej przez siebie i przystępnej dla uczniów formie informację nową, szczególnie ważną lub szczególnie trudną w odbiorze. Do metod polecanych do wykorzystania na lekcji należą: metoda stolików eksperckich, metoda laboratoryjna, metody ćwiczeniowo-praktyczne, metoda projektu, studium przypadku oraz metody dyskusji. Metody te powinny być uzupełniane metodami eksponującymi, takimi jak pokaz doświadczalny dla całej klasy czy prezentacja multimedialna.

Aby zapewnić zróżnicowanie zadań przydzielanych uczniom w zależności od ich indywidualnych możliwości, warto posłużyć się metodą projektu (Mikina, Zajac, 2012), przy czym pod tym pojęciem możemy rozumieć zarówno działanie indywidualne, jak i grupowe, możliwe do zrealizowania w przedziale czasowym wynoszącym co najmniej jedną godzinę lekcyjną, odbywające się zarówno w szkole, jak i poza szkołą. Nadaje się ona do realizacji większości zadań doświadczalnych oraz wybranych zadań teoretycznych. Stosując tę metodę warto opracować karty pracy, lub też zlecić klasie (a zwłaszcza uczniom szczególnie uzdolnionym) zaplanowanie doświadczenia i rozpisanie go na poszczególne kroki. Jeśli zadanie to wykonają uczniowie najzdolniejsi, to następnie uczniowie mniej zdolni mogą posłużyć się tak przygotowaną listą kroków w celu osiągnięcia zamierzonego rezultatu. Jeśli w klasie są uczniowie z nietypowymi cechami fizycznymi, można poprosić pozostałych uczniów o stworzenie spersonalizowanych kart pracy dla własnych zespołów, tak aby uwzględnić specjalne potrzeby koleżanek i kolegów, zarezerwować dla nich odpowiednie zadania i rozdzielić pracę pomiędzy poszczególnych członków grupy.

Indywidualizację pracy z uczniami można osiągnąć również posługując się metodą lekcji odwróconej (Janicki, 2016), która jest warta polecenia uczniom na tym etapie edukacyjnym, zazwyczaj wykazującymi już poczucie odpowiedzialności za planowanie własnego procesu edukacyjnego, a nierzadko – ciekawymi nowej wiedzy. Metoda ta polega na tym, że uczeń zapoznaje się w domu z nowymi treściami, a na lekcji utrwala i poszerza wiedzę oraz wykorzystuje ją do rozwiązywania konkretnych problemów. Uczniowie w szkole ponadpodstawowej mogą samodzielnie wybierać dogodny dla nich termin na przeczytanie i opracowanie tych treści, a poza tym, jeśli nie są w stanie przyswoić ich za pierwszym razem w całości, mogą podzielić je na mniejsze fragmenty i wracać do nich wielokrotnie w celu lepszego opanowania materiału. Jest to ważne również w kontekście uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym również posiadających orzeczenie o potrzebie kształcenia specjalnego, ponieważ w środowisku domowym łatwiej im o odpowiednie warunki do pracy w sposób zgodny z wydanymi zaleceniami.

W zależności od specyfiki klasy oraz potrzeb i zainteresowań poszczególnych uczniów, metodę lekcji odwróconej można stosować w różnych wariantach. Wszyscy uczniowie mogą przygotowywać się korzystając z tego samego materiału lub też poziom zaproponowanych źródeł może być zróżnicowany w zależności od możliwości uczniów, którzy będą z nich korzystać. Każdy uczeń może zapoznać się w domu z całością materiału lub też z wybranymi zagadnieniami. W tej drugiej sytuacji uczniowie na lekcji referują przydzielone im tematy dzieląc się swoją wiedzą z resztą klasy, a następnie wspólnie dyskutując nad nimi.

3.3. Wykorzystanie technologii ICT

Rozwój technologii przyczynił się do tego, iż obecnie komputer jest jednym z głównych narzędzi pracy naukowców, inżynierów oraz osób wykonujących wiele innych zawodów. W przypadku uczniów wybierających fizykę w zakresie rozszerzonym szkoła powinna umożliwić im zapoznanie się z przydatnymi w ich dalszej edukacji lub pracy zawodowej technikami wykorzystywania komputera w pracy projektowej lub badawczej. Można w tym celu wykorzystać arkusz kalkulacyjny, który pozwala na podstawową analizę danych doświadczalnych (sporządzenie wykresu, dopasowanie prostej do punktów pomiarowych, obliczenie średniej z serii pomiarów, itp.)- zainstalowany stacjonarnie na komputerze lub dostępny w chmurze (np. na dysku Google). To drugie rozwiązanie jest ciekawe ze względu na możliwość współdzielenia dokumentów z innymi uczniami. Pozwala ono również na dostęp do danych z dowolnego urządzenia, pod warunkiem zalogowania się na swoje konto.

W celu bardziej zaawansowanej analizy danych można wykorzystać również darmowy program gnuplot¹, dostępny do pobrania i zainstalowania zarówno na komputerach z systemem operacyjnym Windows, jak i Linux. Program ten umożliwia między innymi tworzenie wykresów w prezentacji 2D oraz 3D, przedstawienie danych w postaci prostych animacji czy też dopasowywanie dowolnych funkcji do wyników uzyskanych z pomiarów. Gnuplot posiada własny język skryptowy, którego opanowanie jest niezbędne w celu posługiwania się tym programem. Na polecenie zasługuje również prosty skryptowy język programowania Python², przy pomocy którego można tworzyć programy obliczeniowe o różnym stopniu skomplikowania.

W związku z faktem, iż podstawa programowa przedmiotu informatyka kładzie nacisk na to, aby uczniowie nabyli umiejętności stosowania narzędzi informatycznych do rozwiązywania realnych problemów, niniejszy program nauczania rekomenduje podjęcie współpracy z nauczycielami informatyki w celu skorelowania treści nauczania fizyki z treściami realizowanymi na informatyce.

Komputer może być wykorzystywany również do tworzenia różnego rodzaju materiałów dydaktycznych, takich jak fotografie, filmy z przebiegiem doświadczenia, prezentacje, proste animacje poklatkowe, rysunki czy gry dydaktyczne. Wobec faktu rosnącej dostępności darmowych narzędzi służących do samodzielnego przygotowania materiałów multimedialnych, warto włączyć w tego typu działania uczniów, zwłaszcza osoby, które już umieją posługiwać się wybranymi programami

¹ <http://www.gnuplot.info/>

² <https://www.python.org/>

użytkowymi. Należy jednak bezwzględnie pamiętać o uregulowaniu kwestii związanej z prawami autorskimi do zdjęć, filmów czy rysunków wykonanych przez uczniów – najlepiej na samym początku roku szkolnego.

Ważnym narzędziem dydaktycznym w pracy z uczniami wiążącymi swoją przyszłość z fizyką lub pokrewnymi przedmiotami mogą być również odpowiednio dobrane materiały e-learningowe. W scenariuszach lekcji zaproponowano przykłady wykorzystania w dydaktyce fizyki aplikacji LearningApps³, pozwalającej na tworzenie niewielkich modułów interaktywnych. Korzystając z ponad dwudziestu gotowych szablonów można samodzielnie tworzyć własne treści multimedialne, jak również korzystać z modułów opublikowanych przez innych użytkowników. Możliwe jest tworzenie różnych typów zadań- od bardziej tradycyjnych jak testy, krzyżówki, dobieranie elementów w pary, tekst z lukami, aż po gry i zabawy dydaktyczne do samodzielnego rozwiązywania (np. wisielec, milionerzy) lub rozegrania pomiędzy dwoma drużynami (np. wyścigi konne).

Szczegóły dotyczące podstawowych funkcji aplikacji LearningApps można znaleźć w prostym tutorialu⁴, ponadto prywatne firmy lub ośrodki doskonalenia nauczycieli oferują szkolenia dotyczące tego narzędzia. Warto wspomnieć, że aplikacja LearningApps może być wykorzystywana jako prosta platforma e-learningowa, służąca uzupełnieniu tradycyjnego procesu nauczania. Nauczyciel, po zalogowaniu się na nią, ma możliwość założenia kont poszczególnym uczniom. Uczniowie mogą uzyskać dostęp do modułów edukacyjnych również za pośrednictwem tabletu lub smartfona, ponieważ aplikacja generuje automatycznie QR kody do poszczególnych zadań. Dzięki temu staje się możliwe korzystanie z tych zasobów edukacyjnych zarówno na lekcji, jak i w domu.

Aby uatrakcyjnić lekcje oraz włączyć do wspólnej pracy osoby o różnych zdolnościach i możliwościach, warto spróbować wykorzystać aplikację LearningApps w celu wprowadzenia na lekcji wybranych elementów gamifikacji⁵. Jakkolwiek nie ma potrzeby gamifikować całego procesu edukacji w szkole ponadpodstawowej, wykorzystanie wybranych elementów tej metody wpływa na zwiększenie zaangażowania uczniów w zajęcia. Elementy gamifikacji mogą być wykorzystywane do pracy z uczniami o specjalnych potrzebach edukacyjnych dzięki temu, że zadania rozwiązywane w trakcie lekcji są traktowane jako poziomy w grze:

³ <https://learningapps.org/>

<https://learningapps.org/tutorial.php>

⁴ np. <http://eduplus.com.pl/>

⁵ <http://bnd.ibe.edu.pl/subject-page/7>

rozegranie poszczególnych poziomów można powierzyć osobom o różnych kompetencjach. Dostępne szablony umożliwiają wielostopniową konstrukcję niektórych gier, umożliwiając umieszczanie najłatwiejszych zadań na najniższych poziomach. Możliwe jest również wykorzystanie szablonu umożliwiającego tworzenie kolekcji gotowych aplikacji, jednak w tym przypadku uczniowie mogą ominąć wybrane przez siebie zadania, co trzeba mieć na uwadze decydując się na to rozwiązanie. Niemniej zakładając uczniom konta do pracy grupowej nauczyciel uzyskuje możliwość monitorowania zarówno ilości wykonanych zadań, jak i czasu ich rozwiązania przez grupę.

Przykłady wykorzystania modułów interaktywnych stworzonych przy pomocy narzędzia LearningApps, zaprezentowane w scenariuszach, mają jedynie charakter poglądowy. W założeniu mają one posłużyć zaprezentowaniu wybranych możliwości technicznych aplikacji oraz zainspirowaniu nauczyciela do budowania własnej bazy narzędzi dydaktycznych. Warto zauważyć, że tego typu multimedia (np. test, wyścigi konne, wisielec, milionerzy) mogą być wykorzystywane jako narzędzia do przeprowadzenia wstępnej diagnozy edukacyjnej, jako narzędzia do bieżącej ewaluacji zajęć oraz jako narzędzia służące do przeprowadzania sprawdzianów z większej partii materiału (pod warunkiem, że w pracowni znajduje się wystarczająca liczba komputerów). W przypadku niektórych typów zadań i gier można posłużyć się punktacją przydzielaną automatycznie przez system (jeden punkt za każdy pomyślnie zaliczony etap). W pozostałych przypadkach nauczyciel może sam ustalić liczbę punktów za dane ćwiczenie.

Jakkolwiek samodzielne przygotowanie materiałów na lekcję wymaga podjęcia znacznego wysiłku, to jednocześnie (oprócz satysfakcji) daje gwarancję, że uczniowie poznają dokładnie te treści, na których przekazaniu zależy nauczycielowi. Ponadto umożliwia bieżącą modyfikację materiałów w celu dostosowania ich do poziomu konkretnej klasy (w tym do możliwości uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi). Materiały autorskie stworzone przy pomocy opisanego narzędzia mogą zostać umieszczone na szkolnej platformie e-learningowej lub w chmurze, co dodatkowo zabezpiecza je przed nagłym zniknięciem z serwisu z przyczyn technicznych.

4. ZAKŁADANE OSIĄGNIĘCIA UCZNIÓW

Program nauczania *Z fizyką przez życie* powstał przy założeniu, że po jego zrealizowaniu uczeń będzie:

- przygotowany do życia w społeczeństwie i świadomy konieczności podejmowania rozmaitych ról społecznych;
- przyzwyczajony do pracy zarówno samodzielnej, jak i grupowej oraz chętny do współpracy z innymi ludźmi;
- przygotowany do wykorzystywania aparatu matematycznego oraz narzędzi ICT w dalszej edukacji i pracy zawodowej;
- prezentował postawę zaciekawienia otaczającym go światem oraz otwartości na nową wiedzę przy jednoczesnej samodzielności myślenia analitycznego i krytycznym podejściu do niesprawdzonych informacji;
- korzystał z różnorodnych źródeł informacji i samodzielnie weryfikował ich wiarygodność oraz przydatność;
- powoływał się na różnorodne źródła informacji z poszanowaniem praw autorskich ich twórców;
- stosował elementy metodologii naukowej oraz zasady etyki na dalszych etapach edukacji lub w pracy zawodowej;
- samodzielnie projektował etapy doświadczenia lub obserwacji, stawiał i weryfikował hipotezy;
- stosował zasady bezpieczeństwa przy przeprowadzaniu doświadczeń;
- obliczał i szacował wielkości fizyczne na podstawie wzorów lub wykresów;
- tworzył modele fizyczne lub matematyczne opisywanych zjawisk;
- posługiwał się odpowiednimi jednostkami wielkości fizycznych;
- interpretował teksty, tabele, wykresy, rysunki i schematy oraz przetwarzał zawarte w nich informacje;
- tworzył samodzielnie informacje i przedstawiał je w formie tekstów, tabel, wykresów, rysunków i schematów;
- charakteryzował podstawowe rodzaje ruchów, w tym ruch drgający, posługując się odpowiednimi pojęciami;
- charakteryzował ruchy złożone, rozkładając je na ruchy proste;
- opisywał i wyjaśniał podstawowe zjawiska dotyczące rozchodzenia się fal mechanicznych i elektromagnetycznych;
- posługiwał się pojęciami pracy, mocy oraz sprawności urządzeń;
- rozumiał oraz stosował do wyjaśniania procesów fizycznych zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu;
- wyjaśniał istnienie układów planetarnych oraz tłumaczył ruch satelitów w oparciu o prawo powszechnego ciążenia;
- opisywał budowę Układu Słonecznego oraz wyjaśniał ewolucję Wszechświata w oparciu o obecny stan wiedzy;

- opisywał i wyjaśniał podstawowe zjawiska z dziedziny termodynamiki;
- podawał i omawiał przykłady wykorzystania zjawisk z dziedziny termodynamiki w życiu codziennym;
- opisywał i wyjaśniał podstawowe zjawiska z dziedziny elektrostatyki;
- posługiwał się pojęciami napięcia i natężenia prądu elektrycznego oraz oporu i mierzył te wielkości (np. przy pomocy miernika uniwersalnego);
- odczytywał istotne informacje ze schematów obwodów elektrycznych i wyjaśniał działanie tych obwodów;
- łączył obwody elektryczne o różnym stopniu skomplikowania na podstawie ich schematów;
- samodzielnie projektował schematy prostych obwodów elektrycznych;
- opisywał i wyjaśniał podstawowe zjawiska z dziedziny magnetyzmu;
- podawał przykłady zastosowania zjawisk z dziedziny magnetyzmu w życiu codziennym i proponował własne pomysły na zastosowanie tych zjawisk;
- omawiał budowę atomu;
- opisywał podstawowe mechanizmy świecenia ciał i rozumiał różnice pomiędzy poszczególnymi procesami;
- wymieniał i omawiał przykłady zastosowania zjawisk z dziedziny fizyki atomowej w różnych urządzeniach;
- omawiał budowę jądra atomowego, charakteryzował przemiany promieniotwórcze jądra;
- omawiał rolę procesów jądrowych w wytwarzaniu energii (elektrownia jądrowa, nukleosynteza w gwiazdach);
- rozumiał i wyjaśniał korzyści i zagrożenia związane z promieniotwórczością;
- podawał przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w życiu codziennym.

5. PROCEDURY OSIĄGANIA CELÓW

Aby zrealizować cele niniejszego programu nauczania należy stosować zindywidualizowane podejście do uczniów, z uwzględnieniem ich specjalnych potrzeb edukacyjnych. Jakkolwiek można spodziewać się, że na realizację fizyki w zakresie rozszerzonym zdecydują się uczniowie zainteresowani przedmiotem, bądź też szczególnie uzdolnieni, nie oznacza to, że poziom kompetencji oraz wiedzy przedmiotowej wszystkich uczniów będzie wyrównany. Mało miarodajnym kryterium oceny kompetencji przedmiotowych jest w tym przypadku ocena z fizyki wystawiona na świadectwie ukończenia szkoły podstawowej.

Co najwyżej dostarcza ona informacji na temat postępów ucznia w poprzedniej szkole i jego miejsca w klasowym rankingu, jednak wpływa na nią bardzo wiele czynników.

Aby uzyskać rzetelne informacje na temat poszczególnych uczniów, nauczyciel powinien na samym początku roku szkolnego (we wrześniu) przeprowadzić diagnozę edukacyjną. Narzędziem diagnostycznym powinien być test wiedzy z poprzedniego etapu edukacyjnego, ułożony w ten sposób, aby przede wszystkim mierzyć umiejętność ucznia radzenia sobie z danym problemem, a nie sprawdzać poziom opanowania wiedzy pamięciowej. Test taki powinien przekrojowo obejmować całość materiału ze szkoły podstawowej. Jeśli któreś z zadań wymaga wykorzystania jakiegoś wzoru lub prawa fizyki, którego uczeń być może nie pamięta, odpowiednia informacja powinna zostać podana w treści zadania, a zadanie samo w sobie może w tej sytuacji mierzyć umiejętność wykorzystania tej informacji do rozwiązania konkretnego problemu.

Do przeprowadzenia diagnozy edukacyjnej można wykorzystać zadania ułożone samodzielnie lub znajdujące się w ogólnodostępnych bazach narzędzi dydaktycznych.

Na potrzeby opisanej diagnozy edukacyjnej można na przykład zaadaptować zadania wykorzystane przez Instytut Badań Edukacyjnych w badaniach przeprowadzonych wśród uczniów gimnazjum w ramach projektu *Entuzjaści Edukacji* w latach 2010-2015. Zadania te, wraz z obszernymi komentarzami metodycznymi, zostały udostępnione nauczycielom na stronie IBE⁶. Można również wykorzystać wybrane zadania archiwalne z egzaminów gimnazjalnych, dostępne na stronie Centralnej Komisji Egzaminacyjnej lub skorzystać z innych źródeł.

Wyniki przeprowadzonej diagnozy, uzupełnione o informacje przekazane przez rodziców oraz ewentualnie o opinię pedagoga szkolnego lub poradni psychologiczno-pedagogicznej, powinny posłużyć określeniu możliwości poznawczych ucznia

⁶ <http://bnd.ibe.edu.pl/subject-page/7>

i umożliwić dobranie takich form i metod pracy, które będą mu jak najlepiej służyły i przyczyniały się do osiągnięcia przewidywanych rezultatów. Postępy ucznia powinny być obserwowane w trakcie całego roku szkolnego (obserwacja pracy indywidualnej i grupowej w trakcie lekcji, testy i sprawdziany z bieżącego zakresu materiału, analiza wywiązywania się z zadanych prac domowych). W przypadku stwierdzenia, że któraś ze stosowanych form i metod pracy nie są skuteczne, należy jak najszybciej zmienić je na adekwatne do możliwości poszczególnych osób lub też zorganizować dodatkowe formy pomocy dla uczniów najłabszych.

W świetle zmian, które w 2017 roku zaszły w prawie oświatowym, dla ucznia ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi można zorganizować w szkole dodatkową pomoc psychologiczno-pedagogiczną w następujących formach:

- klas terapeutycznych;
- zajęć rozwijających uzdolnienia;
- zajęć rozwijających umiejętności uczenia się;
- zajęć dydaktyczno-wyrównawczych;
- zajęć specjalistycznych: korekcyjno-kompensacyjnych, logopedycznych, rozwijających kompetencje emocjonalno-społeczne oraz innych zajęć o charakterze terapeutycznym;
- zajęć związanych z wyborem kierunku kształcenia i zawodu – w przypadku uczniów szkół podstawowych oraz uczniów szkół ponadpodstawowych;
- zindywidualizowanej ścieżki kształcenia;
- porad i konsultacji;
- warsztatów.

Zaoferowanie uczniowi odpowiednio dobranej formy pomocy może w znaczącym stopniu przyczynić się do osiągnięcia przez niego założonych celów niniejszego programu. Szersze omówienie tego zagadnienia nauczyciel może znaleźć w poradniku (Cybulska i in. 2017) szczegółowo wyjaśniającym przepisy obowiązujące w kontekście ucznia ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi oraz wskazującym praktyczne sposoby ich wdrażania w życie.

Aby uwzględnić specjalne potrzeby edukacyjne uczniów należy zadbać o to, aby poziom trudności stawianych przed nimi zadań odzwierciedlał ich realne możliwości. Z uczniami szczególnie uzdolnionymi można jak najczęściej pracować metodą lekcji odwróconej (również zadając im do opracowania trudniejsze zagadnienia), angażować ich do pomocy udzielanej uczniom słabszym lub też przydzielać im specjalne zadania, które posłużą następnie całej klasie (np. zbudowanie działającego modelu prostego urządzenia czy napisanie programu obliczeniowego). Można również różnicować liczbę zadań do wykonania lub czas

przeznaczony na ich wykonanie, zależnie od indywidualnych predyspozycji uczniów, należy jednak wówczas pamiętać o konieczności wypracowania systemu oceniania uwzględniającego nietypowe cechy i możliwości niektórych osób.

W przypadku uczniów posiadających orzeczenie o potrzebie kształcenia specjalnego należy organizować proces edukacyjny w taki sposób, aby umożliwić im realizację obowiązku szkolnego w wybranej przez ich rodziców placówce. Zgodnie z obecnymi przepisami prawa oświatowego uczeń z orzeczeniem o potrzebie kształcenia specjalnego może uczęszczać do każdego typu szkoły, a dostosowanie form i metod pracy do potrzeb ucznia leży wówczas po stronie nauczyciela. W zależności od rodzaju i stopnia dysfunkcji uczeń może realizować niektóre lub wszystkie zajęcia razem z klasą, wykonując indywidualnie lub wspólnie z grupą zadania na miarę swoich możliwości. Uczniowie tacy mogą być angażowani jako eksperci w tych dziedzinach, w których wykazują uzdolnienia kompensujące ich braki.

Uczniów, którzy nie mogą uczestniczyć we wszystkich zajęciach należy włączać w jak najwięcej działań klasy, dobierając odpowiednie metody i techniki pracy. Część zadań przydzielanych grupie uczeń może wykonywać w domu, a następnie przekazywać wyniki pozostałym członkom zespołu przy pomocy poczty elektronicznej, czatu czy komunikatora głosowego. Z rozwiązaniami tymi uczeń (również bez orzeczenia o potrzebie kształcenia specjalnego) może spotkać się w przyszłości w swojej pracy zawodowej. Szczególnie zawody związane z prowadzeniem badań naukowych wymagają często pracy w grupie rozproszonej.

Niektóre z omówionych narzędzi umożliwiają uczniowi wirtualną obecność w klasie w tym samym momencie, w którym odbywają się zajęcia, a taka forma pracy może odpowiadać uczniowi nastoletniemu, z reguły zorientowanemu w dostępnych rozwiązaniach technicznych i korzystającemu z nich na co dzień. W sytuacji, w której nauczyciel korzysta na lekcji z materiałów multimedialnych, umieszczonych czy to w chmurze, na szkolnej platformie czy opublikowanych za pośrednictwem aplikacji LearningApps, zdalne uczestnictwo ucznia w lekcji oraz bieżąca komunikacja z nauczycielem i klasą staje się jeszcze łatwiejsza.

6. PROPOZYCJE OCENY POSTĘPÓW UCZNIĄ

W polskim systemie szkolnictwa zarówno uczniowie, jak ich rodzice oczekują zazwyczaj oceny wystawionej jako tradycyjna ocena sumująca. Niemniej sama w sobie ocena ta nie daje pełnej informacji na temat postępów ucznia, w szczególności niewiele mówi o procesie edukacyjnym i drodze, jaką przeszła dana osoba aby osiągnąć swoją pozycję w klasowym rankingu. W celu uzyskania całościowego obrazu ucznia i jego postępów należy system oceniania sumującego uzupełnić o ocenianie kształtujące, które pełni niezwykle istotną rolę wspierającą w procesie kształcenia.

Ocenę sumującą można wystawiać na podstawie analizy stopnia wykonania zadań takich jak sprawdziany, kartkówki, odpowiedzi grupowe, prace domowe czy projekty edukacyjne. Niemniej warto krytycznie zastanowić się nad wagą poszczególnych elementów pracy ucznia i ich wpływem na ostateczną ocenę. Elementy pracy o mniejszym znaczeniu powinny wchodzić do oceny sumującej z mniejszymi wagami. Wprawdzie w przypadku uczniów uzyskujących z różnych elementów pracy podobne noty wyliczanie średniej ważonej nie wpłynie na ich ostateczny wynik, niemniej stosowanie odpowiednich wag pozwala bardziej obiektywnie ocenić postępy ucznia pracującego niesystematycznie i uzyskującego nierówne oceny.

Odpowiednie wagi ocen powinny być również brane pod uwagę, jeśli mamy do czynienia z zadaniem wykonywanym zespołowo. Często dzieje się tak, że na zespołowym wykonaniu projektu najwięcej zyskuje uczeń słaby, który nie poradziłby sobie z jego realizacją samodzielnie, co samo w sobie ma uzasadnienie jako forma wsparcia dla osób gorzej radzących sobie z nauką. Należy zwrócić uwagę na to, aby oceniając pracę grupową odpowiednio docenić wkład osób szczególnie zdolnych, które konieczność pracy w grupie mogą odbierać jako ograniczanie ich potencjału, szczególnie jeśli efekt uzyskany przez grupę jest mniej zadowalający niż byłby efekt działań indywidualnych takiego ucznia.

Generalnie przy wystawianiu oceny sumującej należy stosować podejście holistyczne, przydzielając punkty za prawidłowe wykonanie poszczególnych etapów zadania i dopuszczając mnogość oraz równoprawność rozwiązań prowadzących do uzyskania prawidłowego rozwiązania. Jest to istotne także w kontekście przygotowania uczniów do matury. Warto przy okazji każdego działu zapoznawać ich z zadaniami pochodzącymi z arkuszy maturalnych z poprzednich lat i na wybranych przykładach wyjaśniać sposób ich rozwiązania oraz oceniania. Dotyczy to przede wszystkim zadań otwartych, ponieważ zadania zamknięte oceniane są według klucza.

Podejście holistyczne umożliwia również dobranie kryteriów poszczególnych ocen do możliwości uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. W przypadku tych uczniów ocena nie powinna wynikać z porównywania ich osiągnięć ze średnią klasową, ale być formułowana w oparciu o rzeczywiste możliwości danej osoby. Najlepiej aby nauczyciel ustalił, co w przypadku danego ucznia należy rozumieć jako zupełny brak sukcesu (ocena niedostateczna), a co jako pełny sukces (ocena bardzo dobra) i kryteria pozostałych ocen określił w odniesieniu do tych dwóch punktów.

Ocenianie kształtujące, ciągle rozpowszechnione głównie na etapie edukacji wczesnoszkolnej, może być wykorzystywane na wszystkich etapach edukacyjnych. W przypadku uczniów szkoły ponadpodstawowej realizujących przedmiot fizyka w zakresie rozszerzonym, oprócz roli informacyjnej może pełnić również rolę wspierającą w procesie samodzielnego planowania procesu własnej nauki, tak aby uczeń mógł osiągać cele związane z jego planami oraz indywidualnym pomysłem na swoją dalszą ścieżkę edukacyjną i zawodową.

Istotą oceniania kształtującego jest systematyczne pozyskiwanie zarówno przez nauczyciela, jak i przez uczniów informacji na temat przebiegu procesu uczenia się (Pater, 2015). W tym przypadku pomoc uczniom jest celem nadrzędnym w stosunku do realizacji treści nauczania. Zgodnie z tymi założeniami uczeń powinien stawać się świadomym uczestnikiem procesu uczenia się, co warto mieć na względzie w przypadku młodzieży planującej zarówno wybór fizyki jako przedmiotu zdawanego na maturze, jak i własną karierę w zawodach powiązanych z fizyką. Uzyskując informację zwrotną o jakości własnej pracy, uczeń może jeszcze zweryfikować swoje życiowe wybory i zastanowić się czy sprosta stojącym przed nim wymaganiom, a jeśli jest przekonany o słuszności własnych decyzji – świadomie wybierać takie metody i techniki pracy, które w jego przypadku są najbardziej efektywne.

Wprowadzając system oceniania kształtującego nauczyciel powinien dążyć do dialogu z uczniem oraz odnajdywać się w roli moderatora dyskusji w klasie. W celu sformułowania oceny postępów ucznia można wykorzystywać również informację zwrotną pochodzącą od pozostałych uczniów. Najlepiej, aby uczniowi podlegającemu ocenie udzielić informacji zwrotnej, w której podkreślone zostają mocne i słabe strony jego pracy. Bazując na tych informacjach można następnie omówić możliwość poprawy pracy oraz nakreślić strategię, która ma doprowadzić ucznia do określonego celu. Uczeń w szkole ponadpodstawowej może wykorzystywać elementy samooceny (np. w formie analizy SWOT) oraz oceny koleżeńskiej polegającej raczej na wymianie doświadczeń i opinii niż na wystawianiu noty koleżankom i kolegom.

Informacja zwrotna, niezależnie od źródła jej pochodzenia, powinna dawać uczniowi całościowy obraz jego postępów oraz wskazywać kierunek, w jakim powinien on

podejmować dalsze wysiłki. Ważne jest również, aby była przekazywana w taki sposób i w takiej formie, która pozwoli odczuć nastolatкови, że nauczyciel odnosi się do niego z szacunkiem i odpowiednio zmotywuje go do pracy oraz osiągnięcia zamierzonych celów.

7. SPOSOBY EWALUACJI PROGRAMU

Po zaopiniowaniu programu nauczania *Z fizyką przez życie* w danej szkole, warto rozszerzyć etap jego ewaluacji przedempirycznej o ewaluację zewnętrzną, szczególnie jeśli w regionie działa lokalne centrum nauki, uczelnia wyższa kształcąca na kierunkach przyrodniczych, medycznych lub technicznych, ewentualnie pracodawca oferujący zatrudnienie absolwentom o mniej lub bardziej ścisłym profilu kompetencji twardych. Można poprosić wymienione instytucje o opinię w sprawie możliwej współpracy w celu wykorzystania ich infrastruktury do kształcenia uczniów zgodnie z założeniami niniejszego programu, tak aby absolwenci mieli jak największe szanse na efektywne wykorzystanie swoich umiejętności w trakcie dalszej nauki czy też w trakcie pracy zawodowej.

Ewaluacja kształtująca, prowadzona w trakcie wdrażania programu nauczania, może być realizowana w oparciu o różne narzędzia. Na uwagę zasługują w tym przypadku arkusze obserwacji lekcji ułożone w taki sposób, aby położyć akcent na zmiany postaw i rozwój umiejętności uczniów, w szczególności umiejętności miękkich oraz umiejętności sformułowanych w języku celów kształcenia. Równie przydatnym na tym etapie ewaluacji narzędziem są ankiety i wywiady adresowane zarówno do uczniów, jak również do ich rodziców. Pytania do uczniów warto konstruować w taki sposób, aby dowiedzieć się od nich, czy uważają realizowany program za przydatny w celu nabywania nowych umiejętności i postaw oraz czy uważają przekazywane w trakcie zajęć treści za istotne z punktu widzenia ich planów dotyczących dalszej edukacji lub podjęcia pracy.

Ewaluację podsumowującą można oprzeć na tych samych narzędziach, które służą ocenianiu stopnia opanowania wiedzy przedmiotowej przez uczniów (testy wiedzy, sprawdziany). Można w tym przypadku korzystać zarówno z tradycyjnej formy tych narzędzi, jak również wykorzystywać ich interaktywne odpowiedniki, takie jak na przykład różnego typu ćwiczenia interaktywne tworzone na wspomnianej już platformie LearningApps. Szczegółowa analiza bieżących osiągnięć uczniów oraz średniego wyniku uzyskiwanego przez klasę powinna dostarczyć istotnych wskazówek na temat stopnia realizacji założonych celów kształcenia oraz skuteczności wykorzystywanych form i metod pracy.

W przypadku uczniów, którzy zdecydują się zdawać fizykę na maturze, punktacja uzyskana z tego przedmiotu na egzaminie dostarcza bardzo cennej i relatywnie obiektywnej informacji na temat stopnia realizacji założonych celów kształcenia. Jeśli istnieje taka możliwość, można również monitorować losy absolwentów w ciągu pierwszego okresu po ukończeniu szkoły. Należy jednak pamiętać, że wszelkie informacje o absolwentach mogą być gromadzone jedynie za ich zgodą. Wymienione

powyżej narzędzia ewaluacji podsumowującej można uzupełnić również ankietą dla nauczyciela, w której będzie się on mógł wypowiedzieć na temat własnych doświadczeń związanych z realizacją programu nauczania.

8. PROGRAM NAUCZANIA A KOMPETENCJE KLUCZOWE ORAZ KOMPETENCJE NIEZBĘDNE DO PORUSZANIA SIĘ NA RYNKU PRACY

W programie nauczania *Z fizyką przez życie* rekomenduje się rozszerzenie treści zawartych w podstawie programowej o treści z dziedziny matematyki i informatyki, umożliwiające uczniowi sprawne wykorzystanie aparatu matematycznego oraz komputera w celu rozwiązywania problemów z dziedziny fizyki. Proponuje się również, aby w zależności od typu szkoły, profilu klasy oraz potrzeb uczniów związanych z ich dalszymi planami wprowadzać wybrane przez nauczyciela treści międzyprzedmiotowe, wspierające realizację tematów określonych wymaganiami szczegółowymi podstawy programowej.

Warto mieć na uwadze, że uczeń wybierający naukę fizyki w zakresie rozszerzonym najprawdopodobniej w swojej dalszej edukacji lub pracy zawodowej spotka się z licznymi sytuacjami, w których będzie wykorzystywał komputer do realizacji stawianych przed nim zadań. Nauczyciel powinien wobec tego kłaść nacisk na jak najczęstsze wykorzystanie technologii ICT do pracy na lekcji lub w domu, co może mieć formę wykorzystania materiałów e-learningowych do pozyskiwania informacji, wykorzystania pakietu biurowego do tworzenia i edycji dokumentów, wykorzystania programów użytkowych, wykorzystania chmury obliczeniowej do przechowywania danych.

Wielu z absolwentów spotka się również z sytuacjami, w których na uczelni lub w przyszłej pracy zawodowej konieczne będzie korzystanie z literatury pisanej w językach obcych (zazwyczaj anglojęzycznej) i głównie pod tym kątem należy już od pierwszej klasy szkoły ponadpodstawowej wyjaśniać uczniom pochodzenie oznaczeń wielkości fizycznych (np. prędkości, przyspieszenia, siły). Uczniom chętnym można proponować pracę w domu z krótkimi tekstami w języku angielskim lub wprowadzać elementy takiej pracy na lekcji.

Zarówno treści międzyprzedmiotowe, jak i treści przedmiotowe, w połączeniu z proponowanymi metodami i technikami pracy, służą również kształtowaniu kompetencji kluczowych tradycyjnie przypisywanych innym przedmiotom:

- porozumiewanie się w języku ojczystym – poprzez dialog pomiędzy uczniem a nauczycielem, wymianę informacji w grupie, referowanie przygotowanych w domu tematów, udział w dyskusji, prezentację wyników i spostrzeżeń na forum klasy;
- porozumiewanie się w języku obcym – poprzez wykorzystanie materiałów źródłowych pisanych w językach obcych;

- kompetencje informatyczne – poprzez korzystanie z technologii ICT w celu pozyskiwania, przetwarzania i tworzenia informacji;
- umiejętność uczenia się – poprzez planowanie elementów pracy indywidualnej oraz grupowej, poprzez wykorzystanie wniosków płynących z samooceny, oceny koleżeńskiej oraz z informacji zwrotnej od nauczyciela;
- kompetencje społeczne i obywatelskie – poprzez współpracę w grupie oraz aktywne zainteresowanie wpływem fizyki na rozwój gospodarczy i społeczny;
- inicjatywność i przedsiębiorczość – poprzez planowanie przyszłych działań i konsekwentne dążenie do zamierzonego rezultatu, poprzez wykonywanie projektów uczniowskich, w ramach których mogą również powstawać pomoce dydaktyczne;
- świadomość i ekspresja kulturalna – poprzez pokazywanie związków fizyki z różnymi aspektami życia człowieka i jej wpływu na rozwój techniki, medycyny i sztuki.

W obecnej sytuacji gospodarczej wiele firm oczekuje od kandydata do pracy opanowania szeregu kompetencji miękkich, których kształtowaniu sprzyja praca w grupie. Do pożądanych cech przyszłego pracownika należą: umiejętność szybkiego zintegrowania się z zespołem, umiejętność radzenia sobie ze stresem i rozwiązywania konfliktów, umiejętność występowania na forum publicznym oraz prezentowania wyników własnej pracy. Cenione są również wszelkie umiejętności związane z kreatywnością, innowacyjnością, dociekliwością, otwartością na nową wiedzę i doświadczenia. Ważne jest również aby przyszły pracownik był osobą w miarę wszechstronną, dostrzegającą związki pomiędzy różnymi dziedzinami wiedzy, aby potrafił dzielić się swoimi zasobami z zespołem oraz wchodzić w rolę lidera.

Wprowadzenie na lekcjach fizyki różnych elementów pracy metodą naukową, w tym odniesionych do konkretnych sytuacji zaproponowanych w załączonych scenariuszach, pozwala stworzyć podobne warunki, z jakimi absolwent spotka się w środowisku pracy i przygotować go na przyjęcie na siebie powiązanych z tym środowiskiem ról społecznych. W przypadku realizacji programu nauczania *Z fizyką przez życie* w technikum można również powiązać treści przekazywane na fizyce z umiejętnościami praktycznymi nabywanymi na przedmiotach zawodowych, wspierając kształtowane na nich kompetencje twarde.

Zgodnie z założeniami edukacji włączającej, wszyscy uczniowie powinni mieć równe szanse edukacyjne, niezależnie od swoich cech, takich jak na przykład pochodzenie, status materialny czy stan zdrowia. Niniejszy program nauczania powinien być realizowany w taki sposób, aby każda osoba w klasie była wspierana na drodze do zdobycia odpowiadającego jej predyspozycjom wykształcenia oraz zawodu, tak aby w przyszłości mogła efektywnie wejść na rynek pracy, włączyć się aktywnie

w życie społeczne i w pełni rozwijać swoją osobowość. Nauczyciel powinien umożliwić młodemu człowiekowi poznanie swoich mocnych stron oraz wesprzeć go w podejmowaniu właściwych decyzji na temat dalszej ścieżki edukacyjnej lub zawodowej, tak aby młody człowiek mógł podążać wybraną przez siebie drogą niezależnie od swojej aktualnej sytuacji życiowej i ewentualnych ograniczeń z nią związanych.

W związku z faktem, iż w ramach dodatkowej pomocy psychologiczno-pedagogicznej świadczonej uczniom ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi mogą dla nich zostać zorganizowane zajęcia związane z wyborem kierunku kształcenia i zawodu, warto postarać się o uruchomienie w ramach takich zajęć akcji informacyjnej dotyczącej realnych możliwości studiowania na kierunkach ścisłych i technicznych przez osoby niepełnosprawne, cudzoziemców, uczniów z rodzin o niskich dochodach czy też uczniów szczególnie zdolnych. W trakcie działań informacyjnych należy poruszyć kwestię potencjalnej oferty stypendialnej i innych form pomocy przeznaczonych dla takich osób. Można się przy tym ograniczyć do przedstawienia ofert kilku wybranych uczelni, w tym znajdujących się w regionie zamieszkania ucznia.

9. WDROŻENIE PROGRAMU

Program nauczania *Z fizyką przez życie* może zostać zaadaptowany praktycznie do każdej placówki. Sposób, w jaki zostanie to dokonane, zależy w pewnym stopniu od typu szkoły (liceum lub technikum), profilu klasy, zainteresowań uczniów, ale również od inwencji nauczyciela fizyki, umiejętności współpracy z nauczycielami innych przedmiotów oraz z dyrekcją. Z pewnością wdrożenie programu należy rozpocząć od dokładnego rozważenia sytuacji konkretnej placówki oraz określenia jej potencjału.

Wprowadzenie realizacji niniejszego programu nauczania nie wymaga zakupu kosztownych pomocy dydaktycznych, niektóre z nich powinny zostać zakupione w ilościach umożliwiającą pracę w niezbyt licznych grupach (np. termometry, kompasy, mierniki prądu, wagi czy suwmiarki). Wyposażenie to nie jest w żaden sposób specyficzne dla pracowni fizycznej i przydaje się również do realizacji zajęć z pozostałych przedmiotów przyrodniczych oraz wybranych przedmiotów zawodowych w technikum. W sytuacji ograniczonych zasobów finansowych szkoły warto ustalić wspólnie z innymi nauczycielami listę najbardziej uniwersalnych pomocy dydaktycznych i wypracować system współdzielenia ich pomiędzy poszczególnymi pracownikami.

Jak już wspomniano, część wyposażenia pracowni fizycznej można skompletować z przedmiotów codziennego użytku, wykonać wspólnie z uczniami na zajęciach pozalekcyjnych lub we współpracy z innymi nauczycielami na zajęciach przedmiotów zawodowych w technikum. Warto na początku roku szkolnego określić, jakie przedmioty przydadzą się do pracowni i zaapelować do rodziców o dostarczenie na przykład niepotrzebnych i planowanych do wyrzucenia elementów zabawek mechanicznych do pracowni fizycznej.

Zaproponowane w scenariuszach zajęć technologie ICT również nie powinny generować większych barier technologicznych. W najskromniejszym wariantcie wystarczy jeden komputer z rzutnikiem, będący do dyspozycji nauczyciela lub tablica multimedialna. Niemniej jednak należy tak zaplanować proces dydaktyczny, aby uczniowie przynajmniej na niektórych lekcjach mieli dostęp do komputerów – w pracowni fizycznej czy też realizując zajęcia z fizyki w sali informatycznej. W sytuacji niemożliwości zapewnienia odpowiedniej liczby komputerów dla uczniów, nauczyciel może zaadaptować do tradycyjnej formy papierowej większość z wykorzystanych w scenariuszach ćwiczeń interaktywnych.

BIBLIOGRAFIA

- Cybulska R., Derewlana H., Kacprzak A., Pęczek K., (2017). *Uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi w systemie edukacji w świetle nowych przepisów prawa oświatowego*. Warszawa: Ośrodek Rozwoju Edukacji.
- Głodkowska, J. (2009). *W poszukiwaniu modelu edukacji włączającej*. „Meritum” nr 2 (13) / 2009, s. 5.
- Janicki, B. (2016). *Lekcja odwrócona*. „TRENDY” nr 4/2016, s. 36.
- Markowska, A., Lechowicz, M., Grajkowski, W., Chrzanowski, M., Spalik, K., Borgensztajn, J., Ostrowska, E., Musialik, M.(2014). *Błędne przekonania w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych* “Edukacja biologiczna i środowiskowa” nr 4/2014, s. 56.
- Mikina, A., Zając B. (2012). *Metoda projektów nie tylko w gimnazjum*. Warszawa: Ośrodek Rozwoju Edukacji.
- Pater, M. (2015). *Strategie i techniki OK*. „Meritum” 1 (36) 215, s. 19.
- Pulwarska, V. (2009). *Edukacja włączająca – wyzwanie dla polskiej szkoły?* „Meritum” nr 2 (13) / 2009, s. 2.
- Szyling, G. (2011). *Nauczycielskie praktyki oceniania poza standardami*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.

Joanna Borgensztajn – doktor nauk fizycznych w zakresie fizyki. Pracowała między innymi jako nauczyciel, nauczyciel akademicki oraz analityk w projekcie edukacyjnym. Obecnie jej zainteresowania zawodowe koncentrują się wokół zagadnień związanych z diagnozą edukacyjną oraz wykorzystaniem technologii ICT w procesie nauczania. Autorka/współautorka różnego rodzaju publikacji, np. *Uczymy myślenia – zadania na lekcje przedmiotów przyrodniczych*, *Błędne przekonania w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, *Scenariusze lekcji przedmiotów przyrodniczych w ośmioletniej szkole podstawowej*.