

**dr Ewa Strugała**

VI Liceum Ogólnokształcące w Poznaniu

## **Kształtowanie umiejętności rozwiązywania problemów z fizyki**

Na drodze eksperymentu pedagogicznego ustalono, że wykorzystanie zadań, których struktura uwzględnia rozwiązywanie problemu w zróżnicowanym kontekście merytorycznym, wpływa na lepszą realizację celów dydaktycznych lekcji fizyki w liceum ogólnokształcącym w porównaniu z nauczaniem problemowym bez wykorzystania tego typu zadań.

### **Problematyka badawcza i strategia metodologiczna**

Analiza celów nauczania fizyki oraz wieloletnie doświadczenie autorki pracy w prowadzeniu zajęć z tego przedmiotu wskazały, że największe trudności uczniów pojawiają się w momencie przechodzenia od wiedzy naukowej do umiejętności posługiwania się nią w praktyce. Przyczyną tych niepowodzeń może być niedostateczna wiedza uczniów o strukturze czynności rozwiązywania problemów w zakresie fizyki i logicznej kolejności wykonywanych operacji (Koziełska, 2003).

Działania intensyfikujące i usprawniające proces nauczania fizyki w szkole oraz konieczność wdrażania uczniów do przyjętej formy egzaminu zewnętrznego wskazują na potrzebę zastosowania w nauczaniu fizyki nowego typu zadań (Informator maturalny od 2005). Dla celów prezentowanej pracy nazwane one zostały *zadaniami o złożonej strukturze*. W konstrukcji tych zadań wyróżnić można odrębne elementy. Trzon zadania jest częścią wprowadzającą - inspirującą zawierającą treści, zazwyczaj w formie tekstu, rysunku, tabeli lub zaprezentowania danych, opisujących problem zawarty w zadaniu. Kolejnym elementem jest informacja bezpośrednio poprzedzająca pytanie lub polecenie. Stanowi ona wprowadzenie do każdego z kolejnych pytań. Następnym elementem jest pytanie lub polecenie, stanowiące najważniejszą część zadania, w którym przedstawiono problem postawiony uczniom do rozwiązania. Zadanie zawiera również informacje ograniczające liczbę lub zakres możliwych odpowiedzi, pomagające uczniowi w postawieniu trafnych hipotez rozwiązania. Konstruowany wraz z zadaniem schemat punktowania stanowiący instrukcję dla nauczyciela oceniającego, zawiera modelową odpowiedź, którą autor zadania chciałby uzyskać od ucznia (Krieken, 1995).

Celem badań przedstawionych w prezentowanej pracy było zweryfikowanie problemu badawczego, który sformułowano w postaci następującego pytania: **Czy nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze wpływa na lepszą realizację celów dydaktycznych lekcji fizyki w porównaniu z nauczaniem problemowym bez wykorzystania tych zadań?**

Zastosowane w eksperymencie zadania o złożonej strukturze stanowiły czynnik eksperymentalny, czyli zmienną niezależną. Globalną zmienną zależną były efekty dydaktyczne lekcji fizyki. Przyjęto założenie, że na efekty dydaktyczne lekcji składa się sześć zmiennych szczegółowych (częstkowe zmienne zależne): znajomość podstawowych faktów, pojęć, terminologii, umiejętność stosowania posiadanej wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach typowych, umiejętność stosowania posiadanej wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach nietypowych, problemowych, umiejętność formułowania opinii, sądów, ocen i ich uzasadniania, aktywność ucznia w rozwiązywaniu problemów poznawczych, samodzielność ucznia w działalności doświadczalnej. Sformułowano hipotezę ogólną w postaci stwierdzenia, że wykorzystanie zadań o złożonej strukturze w problemowym uczeniu się fizyki wpływa na lepszą realizację celów dydaktycznych lekcji fizyki w porównaniu z nauczaniem problemowym bez wykorzystania powyższych zadań. By sprawdzić prawdziwość ogólnej hipotezy zweryfikowano sześć hipotez szczegółowych, uwzględniających wymienione wyżej zmienne szczegółowe.

Wskaźnikami zmiennych zależnych cząstkowych były liczby punktów uzyskanych przez uczniów za poprawne rozwiązanie zadań na wykazanie się wiadomościami i umiejętnościami, określonymi przez te zmienne. Wskaźnikiem stopnia samodzielności była liczba punktów wyrażająca ocenę samodzielności ucznia w działalności praktycznej.

Badania przebiegały w warunkach naturalnych, podczas planowanych lekcji fizyki w liceum ogólnokształcącym. Organizacja eksperymentu była zgodna z kanonem jedynej różnicy J. S. Milla, którą było wprowadzenie do procesu dydaktycznego w grupach eksperymentalnych zadań o złożonej strukturze. W badaniach jako narzędzie badawcze zastosowano zadania testu kontrolnego. Badania zasadnicze przeprowadzone zostały w trzech częściach, każda podczas określonych aktualnym programem nauczania lekcji dotyczących wybranego zakresu materiału z fizyki. Każda część badań przebiegała w dwóch etapach, metodą grup równoległych, przy zastosowaniu rotacji. Taka organizacja badań przewidywała zamianę ról grup uczniowskich: po pierwszych etapach badań grupy eksperymentalne traktowano jako kontrolne i odwrotnie, kontrolne jako eksperymentalne (Zaczyński, 1995).

Pierwsza część eksperymentu przebiegała podczas trzydziestu godzin na temat elektrostatyki oraz prądu elektrycznego w drugiej klasie liceum ogólnokształcącego. Druga część badań realizowana była podczas dwudziestu godzin lekcyjnych z zakresu działu: pole magnetyczne oraz indukcja elektromagnetyczna w trzeciej klasie licealnej. Trzecia część eksperymentu w została przeprowadzona podczas trzydziestu lekcji w zakresie tego samego działu: drgania i fale mechaniczne i elektromagnetyczne w trzeciej klasie liceum. W I i III części eksperymentu uczestniczyły po dwie trzydziestoduosobowe grupy uczniów, w II części eksperymentu – dwie grupy trzydziestoosobowe. Stąd końcowej analizie statystycznej poddano 376 wyników nauczania (Ferguson, 2007).

Eksperyment pedagogiczny przeprowadzono w latach 2002-2003 w jednym z liceów ogólnokształcących w Poznaniu w klasach drugich i trzecich o profilu podstawowym. Grupy eksperymentalne i kontrolne miały następujące cechy wspólne: treści materiału programowego i czas ich realizacji, wyrównany poziom wiedzy oraz jednakowe warunki pracy na lekcji. Uczniowie uczyli się fizyki często poprzez rozwiązywanie problemów wzorowane na metodzie eksperymentalnej. Po zakończeniu każdego etapu eksperymentu pedagogicznego wyniki kształcenia poddawano kontroli za pomocą sprawdzianu kontrolnego (Niemierko, 2004).

### Interpretacja wyników badań

W badaniu **wyników kształcenia znajomości przez uczniów podstawowych faktów i pojęć ( $H_1$ )** poddane zostały czynności ucznia sprowadzające się do przypominania sobie pewnych terminów, faktów, praw i teorii naukowych na elementarnym poziomie, rozumienia tych wiadomości, przedstawiania wiadomości w innej formie niż były zapamiętane, prostego wnioskowania, praktycznego posługiwania się wiadomościami według podanych wzorów w celu niezbyt odległym od celów osiąganym w toku ćwiczeń szkolnych. Poziom uzyskanej przez uczniów wiedzy w zakresie znajomości podstawowych faktów i pojęć specjalnie nie zależy od rodzaju zadań stosowanych w toku nauczania.

Część badań	Etap badań	$H_1$
Pierwsza	I	$\overline{X}_1^E = \overline{X}_1^K$
	II	$\overline{X}_{01}^E > \overline{X}_{01}^K$
Druga	I	$\overline{X}_1^E = \overline{X}_1^K$
	II	$\overline{X}_{01}^E = \overline{X}_{01}^K$
Trzecia	I	$\overline{X}_1^E = \overline{X}_1^K$
	II	$\overline{X}_{01}^E = \overline{X}_{01}^K$

**Tabela 1. Charakterystyka średnich arytmetycznych wyników kształcenia w zakresie znajomości podstawowych faktów i pojęć ( $H_1$ )**

Zamieszczone w tabeli 1. wyniki kształcenia wskazują, że tylko w jednym z sześciu etapów badań - w odniesieniu do treści z prądu elektrycznego, nauczanie problemowe z wykorzystaniem zadań o złożonej strukturze zapewniło lepsze rezultaty w porównaniu z nauczaniem problemowym bez wykorzystania tych zadań. Należy tu zauważyć, że treści z prądu elektrycznego zostały przez uczniów poznane i były stosowane na poprzednim etapie kształcenia.

Chociaż w zakresie znajomości przez uczniów podstawowych faktów i pojęć nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze nie wywołuje lepszych rezultatów w porównaniu z wynikami nauczania problemowego fizyki przebiegającego bez zastosowania tych zadań, to stosowanie zadań o złożonej strukturze jest pomocne w zapamiętaniu i rozumieniu podstawowych faktów i pojęć. Zadania sprawdzające zapamiętanie wiadomości są integralną

częścią zadań służących osiągnięciu wyższych kategorii celów nauczania. Umożliwia to stosowanie podstawowych faktów i pojęć w różnych kontekstach, co wpływa na utrwalanie ich prawidłowego rozumienia. Znajduje to odzwierciedlenie w uzyskiwaniu przez grupy eksperymentalne lepszych rezultatów w osiągnięciu wyższych kategorii celów kształcenia w zakresie wiadomości i umiejętności określonych w tabeli 2. za pomocą  $H_2$ ,  $H_4$  i  $H_5$ .

Część badań	Etap badań	$H_2$	$H_4$	$H_5$
Pierwsza	I	$\overline{X}_2^E > \overline{X}_2^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$
	II	$\overline{X}_{02}^E > \overline{X}_{02}^K$	$\overline{X}_{04}^E > \overline{X}_{04}^K$	$\overline{X}_{04}^E > \overline{X}_{04}^K$
Druga	I	$\overline{X}_2^E > \overline{X}_2^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$
	II	$\overline{X}_{02}^E = \overline{X}_{02}^K$	$\overline{X}_{04}^E = \overline{X}_{04}^K$	$\overline{X}_{04}^E = \overline{X}_{04}^K$
Trzecia	I	$\overline{X}_2^E > \overline{X}_2^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$	$\overline{X}_4^E > \overline{X}_4^K$
	II	$\overline{X}_{02}^E > \overline{X}_{02}^K$	$\overline{X}_{04}^E > \overline{X}_{04}^K$	$\overline{X}_{04}^E > \overline{X}_{04}^K$

**Tabela 2. Charakterystyka średnich arytmetycznych wyników kształcenia w zakresie stosowania wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach typowych ( $H_2$ ), umiejętność formułowania opinii, sądów i ocen oraz ich uzasadnienie ( $H_4$ ) oraz aktywności w rozwiązywaniu problemów poznawczych ( $H_5$ )**

W celu ustalenia stopnia zrozumienia wiadomości i ich stosowanie w sytuacjach typowych badaniu poddane zostały takie czynności uczniów, jak: wnioskowanie, praktyczne posługiwanie się wiadomościami według wzorów podanych w toku ćwiczeń szkolnych, z zastosowaniem jednodziałaniowych operacji matematycznych.

Analiza wyników badań w zakresie umiejętności stosowania przez ucznia wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach typowych wskazuje na to, że nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze wywołuje lepsze rezultaty niż nauczanie problemowe fizyki bez zastosowania tych zadań. W całym zakresie treści, z wyjątkiem indukcji elektromagnetycznej, w grupach, w których stosowano zadania o złożonej strukturze uzyskano lepsze wyniki w kształceniu umiejętności **ucznia w stosowaniu wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach typowych ( $H_2$ )** w porównaniu z wynikami w grupach kontrolnych. W zakresie treści z indukcji elektromagnetycznej ujęte zostały treści trudne dla uczniów, również ze względu na konieczność syntezy zróżnicowanych tematycznie treści z fizyki. Wspomniana tematyka sprawia uczniom dużo trudności ze względu na stopień abstrakcji, uciążliwości interpretacyjne, konieczność syntezy w zakresie fizyki i matematyki, brak korelacji międzyprzedmiotowej oraz zbyt krótki czas przeznaczony na ugruntowanie wiedzy uczniów. W zakresie tej tematyki stosowanie zadań o złożonej strukturze nie mogło być zatem metodą wystarczającą w celu uzyskania lepszych wyników kształcenia.

Interpretacja wyników badań w odniesieniu do **formułowania opinii, sądów, ocen i ich uzasadniania ( $H_4$ ) oraz aktywności poznawczej ucznia ( $H_5$ )** wskazuje, że w zakresie treści, który pozostaje po wyłączeniu indukcji elektromagnetycznej uzyskano wyższe wyniki kształcenia w grupach, w których stosowano zadania o złożonej strukturze w porównaniu z grupami, w których zadań tych nie stosowano. Taką samą charakterystykę wyników uzyskano również w odniesieniu do stosowania wiedzy w sytuacjach typowych. Rozwijanie umiejętności samodzielnego formułowania i uzasadniania opinii i sądów wymaga od ucznia umiejętności dokonania krytycznej selekcji informacji. Selekcja potrzebnych wiadomości jest niezbędnym warunkiem aktywności poznawczej ucznia. Uczeń, który posiada umiejętność podsumowywania, uogólniania i formułowania wniosków jest aktywny w rozwiązywaniu problemów poznawczych. Wyniki badań potwierdzają, że uczeń, który potrafi dokonać krytycznej selekcji informacji, posiada również lepiej rozwiniętą umiejętność formułowania opinii, sądów, ocen i ich uzasadniania oraz wykazuje większą aktywność poznawczą.

Stosowanie zadań o złożonej strukturze wspiera ucznia w uzyskaniu lepszych wyników na podstawowym poziomie wymagań, co wzmacnia jego motywację do spełnienia wymagań rozszerzających i dopełniających programu kształcenia i tym samym pozwala mu uzyskać wyższe wyniki na poziomie wymagań ponadpodstawowych. Wyniki badań sugerują również, że jeżeli w zakresie programowych wymagań podstawowych ograniczyć zastosowanie matematyki do niezbędnych operacji, włączyć techniki graficzne i obliczeniowe, to osiągnięcie wyższych kategorii celów kształcenia w zakresie treści ponadpodstawowych z fizyki może być przez uczniów realizowane skuteczniej.

Na przedstawione w tabeli 3. wyniki kształcenia umiejętności stosowania wiedzy posiadanej przez uczniów do **opisu zjawisk w sytuacjach problemowych** nie miało wpływu wykorzystywanie w nauczaniu problemowym fizyki zadań nowego typu w całym zakresie treści za wyjątkiem drgań i fal elektromagnetycznych.

Część badań	Etap badań	$H_3$
Pierwsza	I	$\overline{X}_3^E = \overline{X}_3^K$
	II	$\overline{X}_{03}^E = \overline{X}_{03}^K$
Druga	I	$\overline{X}_3^E = \overline{X}_3^K$
	II	$\overline{X}_{03}^E = \overline{X}_{03}^K$
Trzecia	I	$\overline{X}_3^E = \overline{X}_3^K$
	II	$\overline{X}_{03}^E > \overline{X}_{03}^K$

Tabela 3. Charakterystyka średnich arytmetycznych wyników kształcenia w zakresie stosowania wiedzy do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych ( $H_3$ )

Zespoły uczniów, które wykorzystywały te zadania, uzyskały takie same wyniki kształcenia jak grupy, w których zadań tych nie stosowano. Wyłącznie w jednym etapie badań - w zakresie treści z drgań i fal elektromagnetycznych, grupa eksperymentalna uzyskała istotnie wyższe wyniki w porównaniu z grupą kontrolną.

Nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze wywołuje takie same rezultaty jak nauczanie problemowe fizyki przebiegające bez zastosowania tych zadań, gdyż rozwiązanie zadania wymaga od ucznia transferu wiedzy z fizyki i matematyki. Trudność ta bierze się przypuszczalnie stąd, że zadanie z zakresu fizyki wymaga posługiwania się matematyką jako drugim językiem. Uczeń nie może stale posługiwać się symbolami, musi umieć przejść z opisu słownego na język matematyki i odwrotnie. Powinien też umieć zinterpretować wzór fizyczny i powiązać go z wyobrażalnymi operacjami i pomiarami. W celu ukonkretnienia działań w zakresie posługiwania się językiem matematyki należy stosować wykresy i rachunki. W rozwiązaniach zadań fizycznych konieczna jest znajomość rachunku na liczbach przybliżonych. Umiejętność liczenia na liczbach ma charakter międzyprzedmiotowy, gdyż wiedza poznana podczas lekcji matematyki służy innym przedmiotom nauczania, głównie fizyce i chemii. Inna jest rola wartości liczbowej uzyskanej w wyniku rozwiązania zadania fizycznego w matematyce i w fizyce (Lewis, 1982).

Tylko w odniesieniu do treści fal elektromagnetycznych stwierdzono uzyskanie lepszych rezultatów w grupach eksperymentalnych. Specyfika tego działu fizyki polega na tym, że jego realizacja przyczynia się do powtórzenia i utrwalenia podstawowych praw i pojęć, z którymi uczniowie zetknęli się wcześniej w dziale drgania i fale mechaniczne. Ponadto, w przypadku rozwiązywania problemów z tematyki fal elektromagnetycznych, zastosowanie matematyki sprowadza się przeważnie do umiejętności wykonania jednodziałaniowych operacji matematycznych.

Z danych zebranych w tabeli 4. wynika, że nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze zapewniło wyższy **stopień samodzielności uczniów w działalności doświadczalnej** w odniesieniu do treści z prądu elektrycznego, pola magnetycznego, drgań i fal mechanicznych, w porównaniu z nauczaniem problemowym bez zastosowania tych zadań. Nauczanie problemowe z wykorzystaniem zadań o złożonej strukturze nie zapewniło lepszych rezultatów w zakresie treści: elektrostatyka, indukcja elektromagnetyczna, drgania i fale elektromagnetyczne.

**Tabela 4. Charakterystyka średnich arytmetycznych wyników kształcenia w zakresie samodzielności uczniów w działalności doświadczalnej ( $H_6$ )**

Część badań	Etap badań	$H_6$
Pierwsza	I	$\overline{X}_6^E = \overline{X}_6^K$
	II	$\overline{X}_{06}^E > \overline{X}_{06}^K$
Druga	I	$\overline{X}_6^E > \overline{X}_6^K$
	II	$\overline{X}_{06}^E = \overline{X}_{06}^K$
Trzecia	I	$\overline{X}_6^E > \overline{X}_6^K$
	II	$\overline{X}_{06}^E = \overline{X}_{06}^K$

Dla określenia samodzielności uczniów w działalności doświadczalnej w sprawdzianie kontrolnym zastosowane zostały różne rodzaje zadań. Wyniki badań wskazały, że zastosowanie w nauczaniu problemowym zadań o złożonej strukturze zapewnia lepsze rezultaty w zakresie przedstawiania wyników badań za pomocą tabel i wykresów, budowania prostych modeli matematycznych do opisu wyników badań, analizowania, oceny i wyciągania wniosków z przeprowadzonych badań. Takie same rezultaty w grupach kontrolnych i eksperymentalnych otrzymano w zakresie takich umiejętności jak: stawianie hipotez i wskazywanie sposobów ich sprawdzania, planowanie zestawów eksperymentalnych w celu weryfikacji hipotez badawczych oraz przetwarzania danych otrzymanych za pomocą wykresów.

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu poddano *interpretacji łącznej efektów dydaktycznych* ( $H$ ) w każdym etapie eksperymentu. W tym celu przeprowadzono oddzielną analizę wyników badań, biorąc pod uwagę łączną liczbę punktów za cały sprawdzian kontrolny, uzyskaną przez uczniów wszystkich porównywanych grup w każdym etapie.

**Tabela 5. Charakterystyka średnich arytmetycznych wyników kształcenia w zakresie realizacji celów dydaktycznych lekcji fizyki ( $H$ )**

Część badań	Etap badań	$H$
Pierwsza	I	$\overline{X}^E > \overline{X}^K$
	II	$\overline{X}_0^E > \overline{X}_0^K$
Druga	I	$\overline{X}^E > \overline{X}^K$
	II	$\overline{X}_0^E = \overline{X}_0^K$
Trzecia	I	$\overline{X}^E > \overline{X}^K$
	II	$\overline{X}_0^E > \overline{X}_0^K$



W pięciu etapach badań uzyskano takie same charakterystyki wyników: średnie arytmetyczne w grupach eksperymentalnych są wyższe w porównaniu z wynikami w grupach kontrolnych. Tylko w jednym z etapów w grupie kontrolnej i eksperymentalnej uzyskano wyniki, które nie różnią się istotnie. W drugim etapie drugiej części badań uzyskano podobne wyniki kształcenia w zakresie wszystkich rozważanych umiejętności uczniów, niezależnie od stosowania zadań o złożonej strukturze. Przewidywalną przyczyną tego rezultatu jest układ treści nauczania fizyki w liceum, charakteryzujący się rosnącym stopniem abstrakcji i złożoności. Skutkiem realizacji tych treści jest ponadto zetknięcie się uczniów z trudnym i abstrakcyjnym pojęciem pola, niewielka liczba podstawowych pojęć elektromagnetyzmu, pospieszne przechodzenie w nauczaniu tych treści od podstawowych praw fizycznych do wiedzy praktycznej, kumulacja trudności metodycznych rozwiązań realizacji tej tematyki na lekcjach, krótki czas przeznaczony na zastosowanie teorii i ćwiczenia interpretacji podstawowych pojęć oraz stosowane techniki matematyczne. Przewidywalnie więc specyfika treści przesądziła o tym, że wyniki kształcenia z indukcji elektromagnetycznej z użyciem zadań o złożonej strukturze nie różniły się istotnie od wyników kształcenia, w którym zadań tych nie stosowano. Wynika stąd wniosek, że stopień wspomaganie kształcenia przy użyciu zadań o złożonej strukturze jest uzależniony również od treści merytorycznych przedmiotu nauczania, ich stopnia abstrakcyjności i trudności.

W odniesieniu do pełnego zakresu treści z wyłączeniem indukcji elektromagnetycznej wykazano słuszność hipotezy ogólnej mówiącej, że *nauczanie problemowe fizyki z wykorzystaniem zadań o złożonej strukturze wpływa na lepszą realizację celów dydaktycznych lekcji fizyki w porównaniu z nauczaniem problemowym bez wykorzystania tych zadań*. W odniesieniu do treści dotyczących indukcji elektromagnetycznej wykazano, że *nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze wywołuje takie same rezultaty jak nauczanie problemowe fizyki przebiegające bez zastosowania tych zadań*.

*Nie stwierdzono, by nauczanie problemowe fizyki z zastosowaniem zadań o złożonej strukturze wywoływało gorsze rezultaty niż nauczanie problemowe fizyki przebiegające bez zastosowania tych zadań.*

### **Wyniki badań ankietowych uczniów i nauczycieli**

Ankietowanie uczniów biorących udział w eksperymencie i nauczycieli stosujących w dydaktyce fizyki zadania będące przedmiotem prezentowanych badań eksperymentalnych, dostarczyło informacji o opiniach na temat **przydatności różnych form zadań w kształceniu**. Najwięcej rozbieżności pojawiło się w ocenie przydatności zadań o złożonej strukturze. Opinie respondentów dowodzą, że doceniają oni zalety kryterialnego oceniania i formy zadań, które dobrze służyć będą temu celowi. Jednak zadania powinny dobrze służyć przede wszystkim kształceniu wiedzy i umiejętności uczniów. Zebrane za pomocą ankiety opinie świadczą o chęciach nauczycieli do tworzenia uczniom optymalnych warunków do uczenia się.



## Podsumowanie

Prezentowane w pracy badania dotyczyły kształcenia umiejętności rozwiązywania problemów z fizyki. Dowiedziono, że nauczanie fizyki w szkole średniej poprzez wykorzystanie zadań problemowych o złożonej strukturze może podnieść efektywność nauczania.

Analiza wyników badań eksperymentu pokazuje duże znaczenie dydaktyczne kształcenia umiejętności rozwiązywania zadań o złożonej strukturze w rozwijaniu trudniejszych i bardziej skomplikowanych, jeśli chodzi o ich kształcenie, umiejętności uczniów, do których należą: formułowanie opinii, sądów ocen i ich uzasadnianie, aktywność w rozwiązywaniu problemów poznawczych i samodzielność badawcza. Można więc wnioskować, że zadania te mogą być szczególnie przydatne w rozwijaniu umiejętności uczniów na wyższym poziomie, a więc w realizacji celów dydaktycznych wyższych kategorii. Wniosek ten dotyczy trudnych treści programowych z fizyki wybranych dla celów eksperymentalnych. Na tej podstawie zadania o złożonej strukturze można uznać jako jedną z metod kształcenia poszukiwaną przez dydaktyków. Powyższe wyniki badań pozwalają też wyprowadzić wniosek ważny dla praktyki edukacyjnej o szerokich możliwościach stosowania zadań o złożonej strukturze w pracy z uczniem zdolnym. Za słusznością tej propozycji przemawia powszechne przekonanie, że szkoła jest nastawiona przede wszystkim na kształcenie uczniów średnio zdolnych; do ich poziomu i możliwości są dostosowane programy nauczania, wymagania nauczycieli, tempo pracy na lekcji. Stawia to uczniów zdolnych w gorszej sytuacji dla ich rozwoju intelektualnego, gdyż nie mają kontaktu z zadaniami na miarę ich możliwości (Piotrowski; 2001, 2005). Wyniki badań pozwalają również na sformułowanie wniosku, że nie można rozwijać umiejętności stosowania praw fizyki do rozwiązywania problemów, gdy zaburzony jest transfer wiedzy z zakresu matematyki i fizyki. Stosowanie w nauczaniu zadań o złożonej strukturze ma korzystny wpływ na próbę rozwiązania podstawowego problemu jakim jest transfer wiedzy z matematyki, ponieważ zachęca do oszczędnego stosowania technik matematycznych, uwydatnia znaczenie technik graficznych i obliczeniowych, kładzie nacisk na interpretację fizyczną uzyskanych wyników, wyrabia u uczniów nawyk refleksyjnego stosunku do informacji, dociekliwości w jej poszukiwaniu, ocenie i selekcji.

Prezentowane badania przeprowadzono na treściach fizyki, wyprowadzone szczegółowe wnioski oraz uwagi metodyczne mogą być wykorzystane w dydaktykach innych przedmiotów. Przypuszczalnie zastosowanie zadań o złożonej strukturze w problemowym toku nauczania i uczenia się innych przedmiotów szkolnych przyniesie podobne rezultaty.

**Bibliografia:**

1. Ferguson G. A., Takane Y., *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*, PWN, Warszawa 2007.
2. Informator maturalny od 2005 roku z fizyki i astronomii, Warszawa 2003.
3. Kozielska M., *Komputerowe wspomaganie edukacji*, "Pedagogium", Szczecin 2003.
4. Krieken R., *Organizacja i układanie egzaminów, Program SMART Nowa Matura*, CODN 1995.
5. Lewis J. L., *Nauczanie fizyki*, PWN, Warszawa 1982.
6. Niemierko B., *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP, Warszawa 2004.
7. Piotrowski E., *Podejście zadaniowe do ucznia jako wymóg współczesnej edukacji*, [w:] K. Denek, F. Bereźnicki, J. Świrko-Pilipczuk (red.), *Dydaktyka ogólna, wyzwania a rzeczywistość*, Agencja Wyd. "Kwadra", Szczecin 2001.
8. Piotrowski E., *Pedagogika zdolnych i uzdolnionych*, [w:] W. Dykcik, *Pedagogika specjalna*, Poznań 2005.
9. Żaczyński W., *Praca badawcza nauczyciela*, WSiP, Warszawa, 1995.