

Bogusław Kopeć, Justyna Bluszcz

OCENA EDUKACYJNYCH PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH (EPK)

1. Statyczne i dynamiczne informacje graficzne w edukacyjnych programach komputerowych

Proces powszechnej informatyzacji szkolnictwa w ostatnich latach spowodował, że określenie komputerowe wspomaganie nauczania przestało być kojarzone ze wspomaganiem nauczania wyłącznie przedmiotów o charakterze informatycznym lub co najwyżej nielicznych o charakterze ogólnokształcącym, a coraz częściej dotyczy wspomaganie nauczania przedmiotów zawodowych. Jednak, o ile wyposażenie pracowni do nauczania tych ostatnich we właściwy sprzęt komputerowy nie nastęrcza szkołom większych trudności, o tyle wyposażenie jej we właściwe pod względem użyteczności edukacyjnej oprogramowanie, nadal stanowi niemal problem. Na przestrzeni kilku lat na rynku oprogramowania pojawiło się wiele ciekawych pozycji. Niestety, po głębszej analizie merytoryczno-metodycznej często okazywały się programami możliwymi do wykorzystania tylko w pojedynczych jednostkach dydaktycznych. Te, które rzeczywiście znacząco wspomagają i przy okazji uatrakcyjniają proces dydaktyczny, mają swoją wspólną cechę, przez wiele placówek stawianą na pierwszym miejscu, dość wysoką jak na szkolny budżet cenę. W wyniku tego, niejednokrotnie dokonuje się zakupu programu na podstawie krótkiej rekomendacji producenta i dostosowuje do wybranych jednostek lekcyjnych. Jak dowodzi praktyka, niezbyt często wychodzi to z pożytkiem dla procesu nauczania–uczenia się, gdyż zawarte w programach informacje nie zawsze przekazywane są we właściwy sposób [Bluszcz, Kopeć 2003].

Zanim jakikolwiek edukacyjny program komputerowy zostanie wprowadzony do procesu nauczania–uczenia się powinien zostać sprawdzony (oceniony) pod względem przydatności w procesie dydaktycznym. Aby ocena ta wypadła pomyślnie, słuszne wydaje się ocenianie EPK już w fazie jego konstruowania, a już bezwzględnie tuż po jej zakończeniu. Uniknie się w ten sposób stosowania w nauczaniu wspomaganym komputerem wadliwych EPK. Ocena ta powinna zostać dokonana przez kompetentne osoby według odpowiednio sformułowanych (ustalonych) kryteriów.

Jedną z najważniejszych ocen dotyczących oprogramowania o charakterze edukacyjnym jest ocena sposobu przekazu odbiorcy (użytkownikowi EPK) informacji. Zanim przedstawiona zostanie procedura, kryteria i modele oceny edukacyjnych programów komputerowych, zostaną przeprowadzone rozważania dotyczące odwzorowań graficznych spotykanych w EPK na przykładzie pięciu wybranych EPK skonstruowanych w Zakładzie Dydaktyki Przedmiotów Technicznych Wydziału Informatyki i Nauki o Materialach Uniwersytetu Śląskiego. Z doświadczenia wynikającego z konstruowania, a także ze współtworzenia edukacyjnych programów komputerowych mających służyć komputerowemu wspomaganianiu nauczania przedmiotów technicznych (w tym z rysunku technicznego) wynika, że można zaproponować trzy następujące niezależne podziały informacji:

1. Ze względu na formę przekazu, informacje można podzielić na:
 - informacje **graficzne**, czyli informacje zawierające treść rysunkową,
 - informacje **werbalne**, czyli informacje zawierające treść słowną.
2. Ze względu na sposób dawkania informacji można podzielić je na:
 - **pełne (całkowite, globalne)** – wszystkie niezbędne informacje zawarte są w jednym obiekcie (pole tekstowe lub graficzne) – tak jak większość informacji graficzno-tekstowych zawartych w podręcznikach,
 - **sekwencyjne** – dawki informacji dołączane są do siebie w kolejnych logicznie po sobie następujących krokach.
3. Ze względu na sposób realizacji przekazywanych informacji w czasie można podzielić je na:
 - informacje **statyczne**,
 - informacje **dynamiczne**.

W przypadku oprogramowania mającego na celu wspomaganie procesu kształcenia technicznego, z przyczyn oczywistych największy udział w strumieniu dostarczanych komunikatów będą miały **informacje graficzne** (rysunkowe). Biorąc pod uwagę sposób realizacji tych informacji w czasie, można dokonać ich podziału na:

- graficzne informacje statyczne (**GIS**),
- graficzne informacje dynamiczne (**GID**).

Graficzna Informacja Statyczna (GIS) może pojawiać się na ekranie monitora lub na ekranie ściennym w sali wykładowej bez informacji słownej. Istnieje wówczas ryzyko, że odbiorcy mogą błędnie interpretować treść zapisu graficznego. Taka informacja wymaga na ogół udziału nauczyciela do wyjaśnienia oglądanego przez uczących się zapisu graficznego.

Gwarancją poprawnej interpretacji komunikatu jest użycie takiego medium, które w najprostszy sposób spowoduje u odbiorcy zrozumienie bez zniekształceń odbieranej informacji. W procesie nauczania techniki takim medium jest bez wątpienia zapis graficzny, czyli rysunek.

Wykorzystywanie informacji graficznych o charakterze statycznym obserwuje się niemal w każdej dziedzinie życia. Ich komunikatywność powoduje, że informacje przekazywane tą drogą częściej pozostają w pamięci. Zatem nietrudno się do-

myśleć, że wszędzie tam, gdzie werbalizacja komunikatu łączyłaby się z nadmiernym wysiłkiem umysłowym lub powodowała wieloznaczną interpretację jego treści, stosuje się odwzorowanie graficzne (obraz, rysunek) w możliwie najprostszej postaci zarówno pod względem złożoności, jak i pod względem szczegółowości informacji.

W dobie kształcenia wspomaganego coraz bardziej zaawansowanymi technicznie środkami dydaktycznymi pełna GIS dotycząca dowolnego obiektu odgrywa niemalą rolę. Pozwala w krótkim czasie uzyskać wiele informacji o rozważanym obiekcie. Niestety, ta stosunkowo prosta forma przekazu wiadomości, może w przypadku specjalistycznych treści i niedostatecznie rozwiniętej wyobraźni przestrzennej sprawiać odbiorcy trudność w poprawnym i jednoznacznym zrozumieniu treści obrazu. Niejednokrotnie poprawna i jednoznaczna interpretacja informacji graficznych, w szczególności dotyczących zagadnień technicznych, wymaga wręcz umiejętności odtwarzania kształtu i położenia w przestrzeni zapisanego odpowiednimi metodami geometrii wykreślnej obiektu. Nadto do pełnego zrozumienia zapisu graficznego potrzebna jest niejednokrotnie określona wiedza teoretyczna. Zazwyczaj nadawca takiej informacji jest w stanie przewidzieć ten fakt i w większości przypadków do graficznych informacji statycznych zostaje dołączony wyjaśniający komentarz słowny. Z takim zastosowaniem graficznej informacji statycznej mamy prawie zawsze kontakt w materiałach drukowanych (podręczniki, skrypty, zbiory zadań, testy wiadomości itp.). W edukacyjnych programach komputerowych, z uwagi na większe możliwości techniczno-komunikacyjne samego komputera, tę formę stosuje się stosunkowo rzadko, ale nie można twierdzić, że nie pojawia się w ogóle.

O ile pełna (całkowita, globalna) graficzna informacja statyczna (GIS) wymaga od odbiorcy dysponowania pewnymi wiadomościami, zwłaszcza w przypadku zagadnień specjalistycznych, bez posiadania których w większości niemożliwe staje się właściwe zrozumienie treści obrazu, o tyle do właściwego odbioru **sekwencyjnych graficznych informacji statycznych** wymagany jest nieco mniejszy wysiłek intelektualny. Dzieje się tak dlatego, że dojście do pełnej informacji graficznej odbywa się stopniowo (krokami), a następujące po sobie informacje wzajemnie się uzupełniają. Mamy więc do czynienia z sekwencyjnym przyrostem informacji graficznej, której na ogół towarzyszy sekwencyjnie realizowany przyrost komunikatów werbalnych objaśniających powstający obraz graficzny. Poza edukacyjnymi programami komputerowymi sekwencyjna realizacja grafiki i tekstu słownego możliwa jest np. w podręcznikach i skryptach programowanych [Kopeć 1989].

Zaletą takiej formy przekazywania informacji jest mniejsze prawdopodobieństwo niezrozumienia treści zarówno rysunkowej jak i słownej przez odbiorcę, co bez wątpienia podnosi efektywność nauczania. Niestety, dla twórców EPK przyjęcie takiej postaci komunikowania się z użytkownikiem stanowi niemalą wysiłek. Muszą oni bowiem wybrane treści przedstawić w sposób analityczny, z jednoczesnym uwzględnieniem niejednokrotnie skomplikowanej metodyki nauczania przedmiotów technicznych.

Jeżeli w toku realizacji obrazu w poszczególnych krokach przekaz informacji odbywa się poprzez ciągle obserwowalne zmiany (ciągły przyrost informacji graficznej), aż do osiągnięcia stanu nasycenia informacyjnego przewidzianego dla częściowego lub pełnego odwzorowania (obrazu, rysunku), to można mówić o dynamicznym realizowaniu się (powstawaniu) informacji graficznej.

W konsekwencji **Graficzne Informacje Dynamiczne (GID)** tworzą odwzorowania poliinformacyjne. Dynamizowanie rysunków, schematów, złożonych odwzorowań przedstawiających określone struktury i zależności, ożywianie materiału nauczania o charakterze statycznym pomaga uczącym się, również z udziałem wyobraźni przestrzennej, we właściwym zrozumieniu przekazywanego materiału nauczania, zasad funkcjonowania mechanizmów, pracy maszyn, działania urządzeń, itp.

Rozwój informatyzacji w krótkim czasie doprowadził do zwiększenia możliwości oddziaływania na odbiorcę informacjami graficznymi przekazywanymi dynamicznie. Ze względu na sposób prezentowania obrazu, dynamiczne informacje graficzne można podzielić na dwie grupy:

- realizowane w sposób ciągły,
- realizowane w sposób sekwencyjny.

W mediach dydaktycznych, w tym również w programach komputerowych wspomagających nauczanie, realizacja ciągła przekazu informacji graficznej odbywa się w ten sposób, że na ekranie z określoną prędkością kreślony jest obraz graficzny. Ponadto, tworzenia finalnej postaci informacji graficznej nie zakłóca inna forma komunikacji, np. pojawiające się słowa komentarza. W sytuacji przekazywania w sposób dynamiczny pełnej informacji graficznej komunikaty werbalne mogą pojawiać się przed lub po zrealizowaniu się zapisu graficznego. Będą one pełniły funkcję informacyjną lub wyjaśniającą w zależności od stopnia zrozumienia przez odbiorcę przekazywanych treści rysunkowych.

W przypadku przekazywania w sposób dynamiczny treści rysunkowej krokami, mamy do czynienia z sekwencyjnym przekazem informacji. Możemy wówczas mówić o sekwencyjnej realizacji zapisu graficznego (treści rysunkowej) przewidzianego przez konstruktorów EPK dla danej dawki materiału nauczania (lekcji, zagadnienia). Taka realizacja (krok po kroku) zapisu graficznego wymaga również sekwencyjnego przekazywania tekstu słownego (informacji werbalnej). Na ogół dynamicznie przyrastająca informacja graficzna pojawia się na ekranie przemienienie z informacją werbalną. Możemy więc mówić o współbieżnym przyroście informacji.

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że w EPK występują dwa tory przekazu informacji – jeden graficzny, drugi werbalny. Co więcej, w edukacyjnych programach stosowanych w komputerowym wspomaganie nauczania rysunku technicznego można spotkać się z trzema torami przekazu informacji, dwoma torami graficznymi oraz jednym werbalnym. Tory graficzne obejmują realizację dwóch zapisów graficznych – jeden zapis przedstawia odwzorowanie poglądowe realizo-

wane rzutem aksonometrycznym lub rzutem perspektywicznym, zaś drugi zapis przedstawia odwzorowanie rzutami prostokątnymi. Trzeci tor przekazu to informacje słowne (tekst). Taki współbieżny przekaz (trzema torami) materiału nauczania zawartego w poszczególnych lekcjach EPK wymaga sekwencyjnej (krok po kroku) realizacji odwzorowania poglądowego, odwzorowania rzutowego (np. rzutami prostokątnymi), a także tekstu. Ponadto każdy krok zapisu graficznego może mieć charakter statyczny (dawka informacji przyrasta skokowo) lub dynamiczny (dawka informacji zmienia się w czasie).

Dzięki rozwojowi techniki w kierunku unowocześnienia środków medialnych, przekaz informacji dokonuje się coraz częściej z wykorzystaniem elementu ruchu. W procesie edukacji zawodowej forma takiego komunikowania się z odbiorcą ma szczególne znaczenie. Pozwala odbierać w toku nauczania informacje atrakcyjne pod względem wizualnym, analizować je i rozumieć. Te same treści przekazane inną formą komunikacji mogą okazać się niewystarczające do osiągnięcia zamierzonego skutku edukacyjnego.

Komputer w edukacji spełnia taką rolę, jaką narzuci mu wybrany przez użytkownika program. O tym, kiedy i w jaki sposób komputer zostanie wykorzystany w procesie dydaktycznym decyduje stopień przygotowania i opanowania użytkownika przez słuchaczy i nauczyciela tego właśnie środka medialnego.

2. Charakterystyka wybranych edukacyjnych programów komputerowych

Przykładem obrazującym współbieżny przyrost informacji są na ogół zawsze te edukacyjne programy, które służą do indywidualnego poznawania materiału nauczania, a więc w pewnym sensie zastępują klasyczną lekcję prowadzoną przez nauczyciela. Mogą też służyć do repetycji wcześniej poznanego materiału nauczania. Tę grupę EPK można by określić mianem programów uczących–repetycyjnych. Inną grupę EPK stanowią programy będące testami, które służą do sprawdzenia stopnia opanowania wiadomości lub umiejętności intelektualnych do rozwiązywania zadań problemowych z wybranych przedmiotów technicznych. Do grupy tej można zaliczyć także testy, które służą do pomiaru poziomu czy też stopnia rozwoju określonych dyspozycji intelektualnych niezbędnych do prawidłowego poznawania techniki i późniejszej działalności inżynierskiej w sferze konstruktorskiej i technologicznej.

Przedstawiona zostanie krótka charakterystyka pięciu wybranych EPK, na podstawie których dokonano wcześniej zaprezentowanej analizy informacji w nich spotykanych.

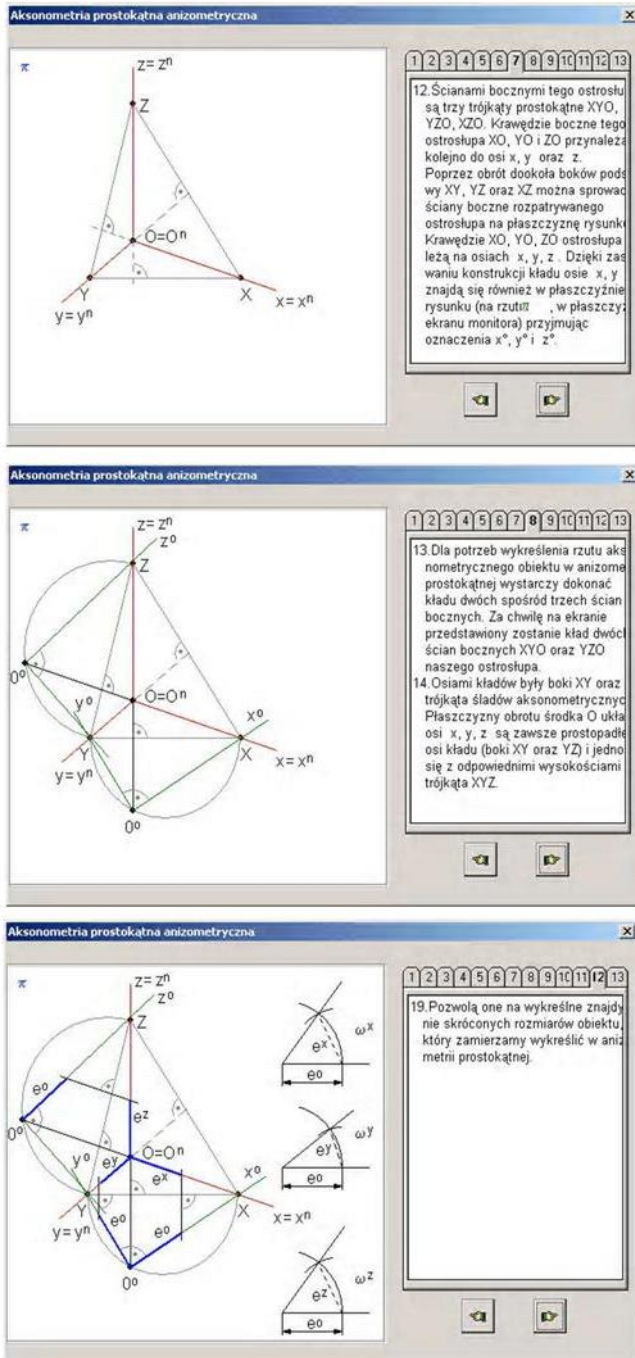
EPK „Aksonometria’97” jest programem obejmującym materiał nauczania mający przygotować uczących się do kształtowania umiejętności sporządzania za-

pisu graficznego w rzucie aksonometrycznym. Jego struktura jest przedstawiona w tabeli 1. Podstawowe teoretyczne wiadomości zawarte są w dziale drugim „Nauka”. Proces nauczania–uczenia się można rozpocząć od tego działu. W razie trudności ze zrozumieniem treści tego działu można zapoznać się z materiałem nauczania zawartym w dziale pierwszym „Podstawy – Elementarz”, w którym materiał nauczania w możliwie prosty i nieskomplikowany sposób przygotowuje do zrozumienia treści zawartej w dziale „Nauka”. W dziale trzecim – „Przykłady” – wykreślone są nieskomplikowane bryły w aksonometriach prostokątnych, ukośnokątnych oraz technicznych, które odwzorowane zostały w tych aksonometriach na podstawie zapisu rzutami prostokątnymi. Przykłady pozwalają porównać zapis

Tabela 1. Struktura EPK „AKSONOMETRIA ‘97’*

| Lp. | Dział | Zagadnienie | | | Numeracja zagadnień | |
|----------------|-------------------------|--|-----------------|----------------|---------------------|------|
| 1. | Podstawy, Elementarz | Rzut punktu | prostokątny na: | jedną rzutnię | 1-1 | |
| | | | | dwie rzutnie | 1-2 | |
| | | | ukośny na | jedną rzutnię | 1-3 | |
| | | Rzut prostej na płaszczyźnie: | ukośny: | prostokątny | | 1-4 |
| | | | | przypadek 1 | 1-5 | |
| | | | | przypadek 2 | 1-6 | |
| | | | | przypadek 3 | 1-7 | |
| | | Rzut prostokątny trzech prostopadłych prostych na rzutnię: | | pionową | | 1-8 |
| | | | | poziomą | | 1-9 |
| | | | | boczną | | 1-10 |
| | | | | ukośną | | 1-11 |
| 2. | Nauka | Osie aksonometryczne. | | | 2-1 | |
| | | Współczynnik deformacji. | | | 2-2 | |
| | | Aksonometria | prostokątna | izometryczna | 2-3 | |
| | | | | dimetryczna | 2-4 | |
| | | | | anizometryczna | 2-5 | |
| | | ukośnokątna | | czołowa | 2-6 | |
| | | | | pozioma | 2-7 | |
| | | techniczna | | izometryczna | 2-8 | |
| | | | | dimetryczna | 2-9 | |
| | | 3. | Przykłady | prostokątna | izometryczna | 3-1 |
| dimetryczna | 3-2 | | | | | |
| anizometryczna | 3-3 | | | | | |
| ukośnokątna | | | | czołowa | 3-4 | |
| | | | | pozioma | 3-5 | |
| techniczna | | | | izometryczna | 3-6 | |
| | | | | dimetryczna | 3-7 | |

* Ten EPK składa się z trzech działów podzielonych na zagadnienia



Rys. 1. EPK „Aksonometria’97”, dział „Nauka”, zagadnienie „Aksonometria prostokątna anizometryczna”, zakładki 7, 8 i 12 (porównaj ze strukturą EPK–tabela 1)

Tabela 2. Struktura EPK „PRZEKROJE W RYSUNKU TECHNICZNYM”*

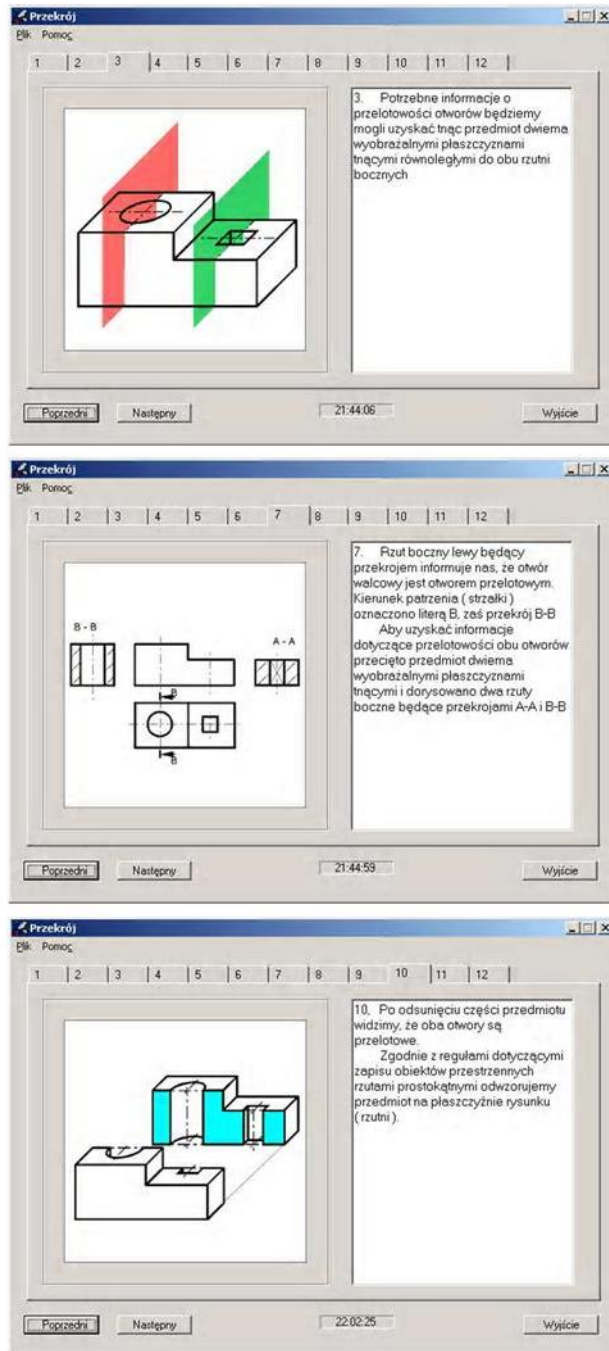
| Lp. | Temat lekcji | Liczba kroków | Numeracja kroków |
|-----|--------------------|---------------|-------------------|
| 1. | Przekrój prosty | 12 | 1-1, 1-2 ... 1-12 |
| 2. | Przekrój lamany | 8 | 2-1, 2-2. ... 2-8 |
| 3. | Przekrój stopniowy | 8 | 3-1, 3-2. ... 3-8 |
| 4. | Półprzekrój | 6 | 4-1, 4-2. ... 4-6 |
| 5. | Przekrój cząstkowy | 5 | 5-1, 5-2. ... 5-5 |
| 6. | Kład miejscowy | 5 | 6-1, 6-2. ... 6-5 |
| 7. | Kład przesunięty | 6 | 7-1, 7-2. ... 7-6 |

*Ten EPK składa się z 7 lekcji podzielonych na określoną liczbę kroków

aksonometryczny obiektu przestrzennego z jego odwzorowaniem w rzutach prostokątnych. Na rys. 1. przedstawiono trzy zakładki z realizacji komputerowej zagadnienia „Aksonometria prostokątna anizometryczna” (porównaj ze strukturą tego EPK – tabela 1).

Program „Aksonometria’97” wykorzystuje ciągłą, sekwencyjną, dynamiczną prezentację obrazu. Realizacja obrazu odbywa się przy udziale użytkownika, który poprzez naciśnięcie klawisza symbolizującego postęp działania (rączka) powoduje uzupełnienie istniejącego obrazu o nowe treści w tempie dostosowanym do swoich możliwości. Jak już wspomniano, każdy nowy krok jest realizowany dynamicznie, a także przemiennie z tekstem, czyli mamy dwutorowy (współbieżny) przyrost informacji graficznej i werbalnej w każdym zagadnieniu omawianego EPK. Widać to w zestawie widoków trzech ekranów przedstawionych na rys.1.

EPK „Przekroje w Rysunku Technicznym” jest programem, którego struktura została przedstawiona w tabeli 2. Obejmuje siedem tematów, z których każdy jest realizowany w ściśle określonej liczbie kroków (od 5 do 12). Podobnie jak wcześniej omówiony EPK, ten jest również programem uczącym. Może służyć również do repetycji materiału nauczania z zakresu przekrojów stosowanych w rysunku technicznym, z którym uczący się zetknął się już wcześniej. W programie tym informacje graficzne, a także werbalne przyrastają sekwencyjnie i również współbieżnie. Informacje graficzne pozbawione są wprowadzającej dynamiki, ale realizowane są dwutorowo. Raz grafika realizowana jest poglądowo rzutem aksonometrycznym (w aksonometrii ukośnokątnej czolowej dimetrycznej), innym zaś razem rzutami prostokątnymi. Dołączając do tego sekwencyjny przyrost informacji werbalnej mamy przykład edukacyjnego programu komputerowego z trzema torami informacyjnymi, dwoma graficznymi (rysunkowymi) i jednym słownym. Ilustracją stwierdzeń jest rys. 2, na którym przedstawiono widoki trzech ekranów dotyczące tematu „Przekrój prosty” (zakładki 3, 7 i 10).



Rys. 2. EPK „Przekroje w Rysunku Technicznym”, zakładki 3, 7 i 10 z tematu lekcji „Przekrój prosty” (porównaj ze strukturą EPK – tabela 2)

Tabela 3. Struktura EPK „PODSTAWOWE KONSTRUKCJE GEOMETRYCZNE” *

| Lp. | Temat lekcji | Podtemat lekcji | | Numeracja podtematów | |
|-----------|---|---|--|-------------------------------------|--|
| 1. | Podział odcinka | Podział odcinka: | na połowy | 1-1 | |
| | | | na dowolną liczbę części | 1-2 | |
| 2. | Prostopadłość dwóch prostych | Prosta prostopadła do prostej, przechodząca przez punkt leżący: | na niej | Sposób I 2-1 | |
| | | | poza nią | Sposób II 2-2 | |
| | | | | 2-3 | |
| 3. | Konstruowanie prostej stycznej do wykreślonego łuku | Konstruowanie stycznej do: | łuku przechodzącego przez punkt leżący: | na tym łuku 3-1 | |
| | | | dwóch łuków | poza tym łukiem 3-2 | |
| | | | | Przypadek I 3-3 | |
| | | | | Przypadek II 3-4 | |
| 4. | Podział kąta i konstruowanie wielokątów foremnych | Podział kąta na połowy (dwusieczna kąta) | | 4-1 | |
| | | Konstruowanie: | kwadratu | wpisanego w okrąg o danym promieniu | 4-2 |
| | | | ośmiokąta foremnego | | 4-3 |
| | | | trójkąta foremnego | | 4-4 |
| | | | sześciokąta foremnego | | 4-5 |
| | | | pięciokąta foremnego | | 4-6 |
| | | | dziesięciokąta foremnego | | 4-7 |
| | | | siedmiokąta foremnego | | 4-8 |
| | | | 5. | | Konstruowanie łuku okręgu stycznego do dwóch przecinających się prostych |
| prostym | 5-2 | | | | |
| rozwartym | 5-3 | | | | |
| ostry | gdy znane jest położenie jednego punktu styczności | 5-4 | | | |
| prostym | | 5-5 | | | |
| rozwartym | | 5-6 | | | |
| 6. | Konstruowanie łuku okręgu stycznego do jednego lub dwóch wykreślonych łuków okręgów | Łuk o promieniu R styczny do: | łuku w punkcie A | Przypadek I 6-1 | |
| | | | dwóch łuków | Przypadek II 6-2 | |
| | | | | Przypadek I 6-3 | |
| | | | | Przypadek II 6-4 | |
| | | | | Przypadek III 6-5 | |
| 7. | Konstruowanie łuku okręgu stycznego do wykreślonego łuku okręgu oraz prostej | Łuk o promieniu R styczny do łuku i: | do nieprzecinającej go prostej | Przypadek I 7-1 | |
| | | | do przecinającej go prostej | Przypadek II 7-2 | |
| | | | | Przypadek I 7-3 | |
| | | | prostej przechodzący przez punkt A leżący na prostej | Przypadek II 7-4 | |
| | | | | Przypadek I 7-5 | |
| | | | Łuk styczny do łuku i prostej, przechodzący | Przypadek II 7-6 | |
| | | przez punkt A leżący na łuku | | Przypadek I 7-7 | |
| | | Przypadek II 7-8 | | | |

*Ten EPK składa się z 7 tematów lekcji podzielonych na podtematy

EPK „Podstawowe Konstrukcje Geometryczne” jest trzecim programem uczącym, który przewidziany został do analizy i oceny. Struktura tego EPK została przedstawiona w tabeli 3. Wynika z niej, że materiał nauczania został podzielony na siedem tematów i 36 podtematów. Tekst słowny to nic innego jak instrukcja postępowania prowadząca uczącego się od założeń (danych) aż do rozwiązania zadania (problemu) konstrukcyjnego przy pomocy przyrządów kreślarskich. Rysunek powstaje stopniowo. Mamy więc do czynienia z sekwencyjnym przyrostem informacji graficznej. Nadto każda sekwencja jest realizowana dynamicznie po naciśnięciu przycisku „Pokaż”. Ponowne naciśnięcie tego przycisku powoduje repetycję ostatniej sekwencji graficznej. Przyciśnięcie przycisku „Następny Krok” spowoduje ukazanie się kolejnej informacji tekstowej. Istnieje możliwość cofnięcia się do poprzedniego kroku. Realizacja grafiki ma więc charakter zarówno sekwencyjny jak i dynamiczny. Omówione możliwości programu można częściowo zobaczyć na rys. 3. Przedstawia on pierwszy (założenia zadania konstrukcyjnego), ostatni (gotowe roz-

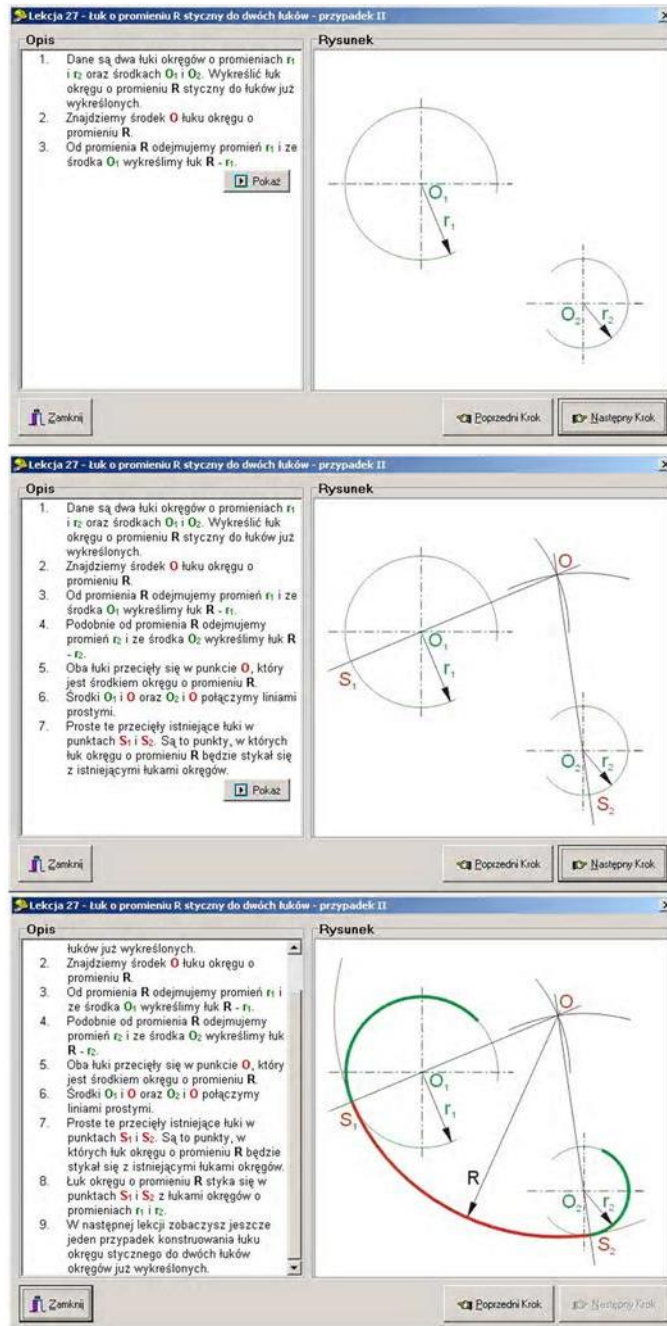
Tabela 4. Struktura EPK „Test Wyobraźni Przestrzennej (TWP)”*

| Lp. | Seria | Przykład** | Liczba zadań testowych | Oznaczenie przykładów i zadań testowych*** |
|-----|----------|------------|------------------------|--|
| 1 | <i>A</i> | + | 4 | P1, 1-1, 1-2 ... 1-4 |
| 2 | <i>B</i> | + | 6 | P2, 2-1, 2-2 ... 2-6 |
| 3 | <i>C</i> | + | 4 | P3, 3-1, 3-2 ... 3-4 |
| 4 | <i>D</i> | + | 6 | P4, 4-1, 4-2 ... 4-6 |
| 5 | <i>E</i> | - | 1 | 5-1 |
| 6 | <i>F</i> | + | 6 | P6, 6-1, 6-2 ... 6-6 |
| 7 | <i>G</i> | - | 4 | 7-1, 7-2 ... 7-4 |
| 8 | <i>H</i> | + | 6 | P8, 8-1, 8-2 ... 8-6 |
| 9 | <i>I</i> | + | 6 | P9, 9-1, 9-2 ... 9-6 |

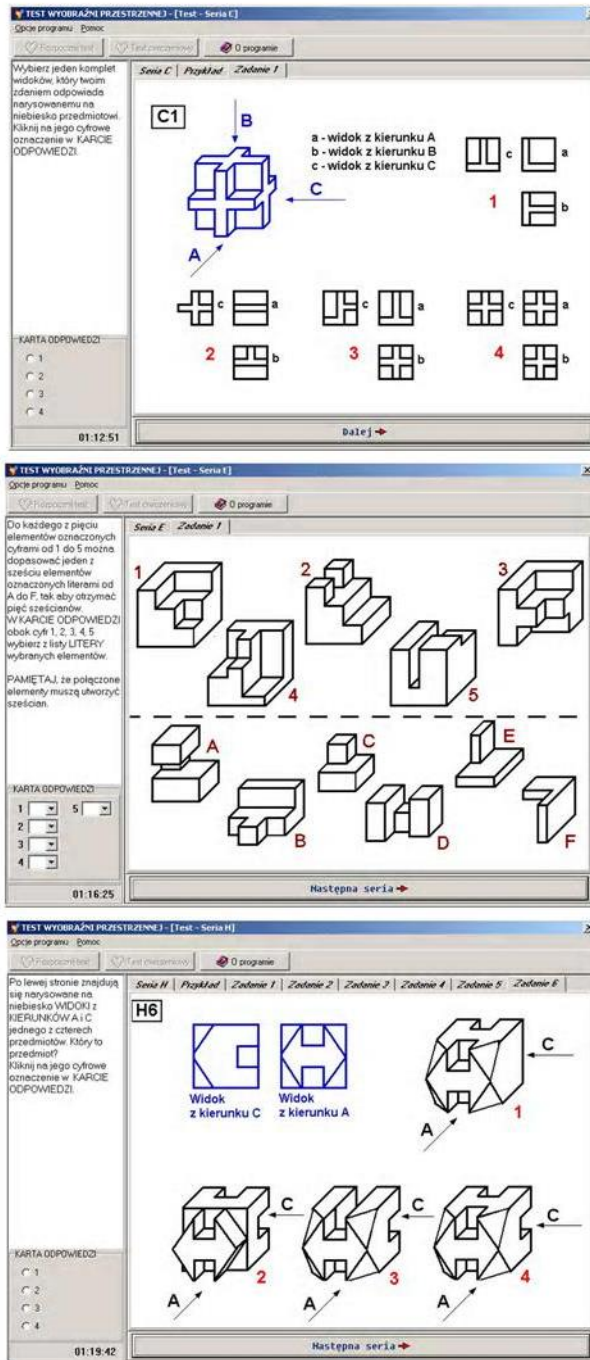
* Ten EPK składa się z 9 serii oznaczonych literami alfabetu, podzielonych na określoną liczbę zadań oceniających poziom wyobraźni przestrzennej

** Znak „+” oznacza, że dana seria zadań poprzedzona jest przykładem objaśniającym z poprawnym rozwiązaniem. Znak „-” oznacza, że dana seria nie posiada przykładu

*** W karcie oceny szczegółowej EPK „Test Wyobraźni Przestrzennej” przykłady oznaczone są symbolami: P1, P2, P3, P4, P6, P8, P9, natomiast w TWP pozbawione są one oznaczeń



Rys. 3. EPK „Podstawowe Konstrukcje Geometryczne”, temat lekcji 27 „Konstruowanie łuku okręgu stycznego do jednego lub dwóch wykreślonych łuków okręgów”, podtemat „Łuk o promieniu R styczny do dwóch łuków – przypadek II.



Rys. 4. EPK „Test Wyobraźni Przemysłowej”, zadania testowe z serii C, E i H (porównaj ze strukturą EPK – tabela 4)

wiązanie) i jeden pośredni widok ekranu, a więc trzy spośród dziewięciu kroków, w których nastąpiło rozwiązanie zadania.

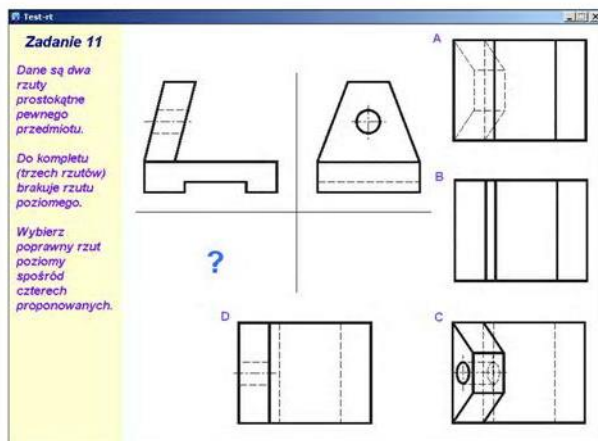
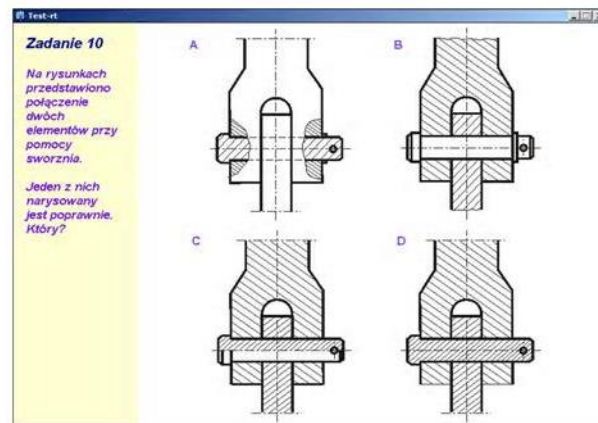
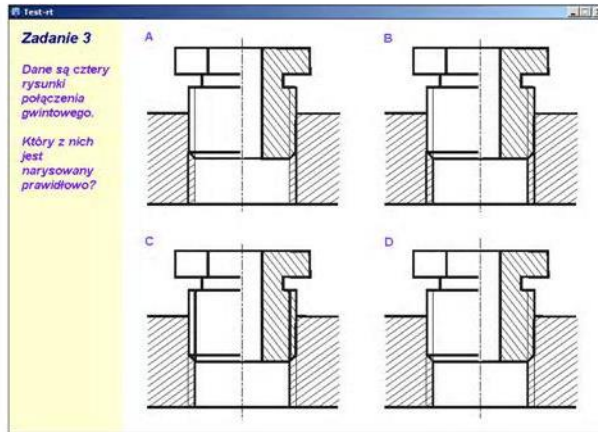
EPK „Test Wyobraźni Przestrzennej” jest narzędziem służącym do określenia poziomu, a więc stopnia rozwoju bardzo istotnej w działalności technicznej człowieka dyspozycji intelektualnej, jaką jest wyobraźnia przestrzenna. Narzędzie to pozwala ocenić poziom wspomnianej dyspozycji intelektualnej w szerokim przedziale wiekowym, obejmującym uczniów od piątej klasy szkoły podstawowej do studentów pierwszego roku studiów. Charakteryzuje się bardzo wysoką rzetelnością oraz trafnością zewnętrzną ocenioną w przedziale od umiarkowanej do wysokiej. Ma nieskomplikowaną strukturę, przedstawioną w tabeli 4. Wynika z niej, że Test Wyobraźni Przestrzennej składa się z 43 zadań zestawionych w dziewięciu seriach oznaczonych literami od A do I. Na rys. 4 przedstawiono trzy zadania. Ich poprawne rozwiązanie wymaga określonej umiejętności intelektualnej: umiejętności sporządzania zapisu graficznego obiektu przestrzennego rzutami prostokątnymi (zad. C1), umiejętności kojarzenia pojedynczych elementów w zespoły (zad. serii E) oraz umiejętności odtwarzania kształtu i położenia w przestrzeni obiektu na podstawie jego zapisu rzutami prostokątnymi (zad. H6). Na podstawie widoków trzech ekranów omawianego EPK (rys. 4) nietrudno spostrzec, że treść rysunkowa zadań testowych to graficzna informacja statyczna (GIS) bez informacji słownej. Informacja słowna zawierająca treść zadania oraz rozwiązany przykład pojawia się zawsze na początku serii. Można zauważyć brak współbieżności informacji graficznej i słownej.

EPK „Test-RT” to typowy test sprawdzający wiadomości i umiejętności z kilku zagadnień rysunku technicznego. Składa się z 45 zadań z odpowiedziami do wyboru, z których tylko jedna jest poprawna. Jego prosta i nieskomplikowana struktura przedstawiona jest w tabeli 5. Informacja słowna jest podana łącznie z graficzną, co można zaobserwować na rys. 5, na którym przedstawiono widoki trzech ekranów. Treść rysunkowa zadań testowych jest graficzną informacją statyczną (GIS).

Tabela 5. Struktura EPK „TEST – RT” (test z rysunku technicznego)*

| Lp. | Zagadnienie testowe | Liczba zadań testowych | Numeracja zadań testowych |
|-----|---------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 | Rzuty prostokątne | 15 | 1-1, 1-2 ... 1-15 |
| 2 | Przekroje złożone | 15 | 2-1, 2-2 ... 2-15 |
| 3 | Gwinty | 15 | 3-1, 3-2 ... 3-15 |

* Ten EPK składa się z trzech zagadnień testowych, z których każde zawiera 15 zadań.



Rys. 5. EPK „Test-RT” (test z rysunku technicznego), zadania 3, 10 i 11 z zagadnień testowych gwinty, przekroje złożone, rzuty prostokątne (porównaj ze strukturą EPK – tabela 5)

Charakterystyka pięciu EPK, ich struktury przedstawione w tabelach od 1 do 5, widoki ekranów przedstawione na rys. od 1 do 5 oraz wcześniej przeprowadzone rozważania dotyczące realizacji grafiki w programach wspomagających nauczanie rysunku technicznego, a w dalszej konsekwencji wielu innych przedmiotów technicznych z udziałem komputera stały się podstawą do przedstawienia propozycji oceny przydatności EPK w procesie nauczania–uczenia się.

3. Modele oceny edukacyjnych programów komputerowych

Jednym z nowoczesnych środków dydaktycznych, które można zastosować w procesie dydaktycznym na każdym szczeblu edukacji są Edukacyjne Programy Komputerowe (EPK). Ich wprowadzenie do procesu nauczania ma na celu zwiększenie efektywności działań edukacyjnych nauczyciela i zapewnienie maksymalnej indywidualizacji nauczania. Ważne jest więc, aby edukacyjne programy komputerowe w optymalny sposób umożliwiały percepcję i rozumienie zapisu graficznego, a także tekstu słownego i w razie konieczności ułatwiały zapamiętanie informacji ukazujących się na ekranie monitora.

Ocenę każdego edukacyjnego programu komputerowego należy przeprowadzić według określonych kryteriów, a więc mierników (standardów), według których ocenia się coś (lub kogoś) [Bullock 1999]. Tak przeprowadzona ocena pozwoli na określenie przydatności dowolnego EPK do zastosowania w procesie nauczania–uczenia się.

Ocena końcowa (wypadkowa) może składać się z dwóch lub kilku ocen cząstkowych (składowych) dokonanych według przyjętych kryteriów. Kryterium takim może być zestaw pytań oceniający właściwości ergonomiczne, podejście metodyczne, przydatność dydaktyczną, grafikę EPK, merytoryczną poprawność tekstu i sposób jego prezentacji, strukturę EPK, sposób obsługi programu przez użytkownika itp. Pytania sformułowane do wybranych kryteriów można zestawić np. w dwóch grupach. Jedną z nich może stanowić zestaw pytań na tyle uniwersalnych, że będzie można z ich zastosowaniem ocenić wszystkie lub tylko pewną wybraną grupę programów edukacyjnych. Na podstawie udzielonych odpowiedzi będzie można sformułować ocenę o charakterze ogólnym w ujęciu jakościowym lub najkorzystniej w ujęciu ilościowym (liczbowym). Druga zaś ocena cząstkowa będzie zawierać zestaw pytań oceniających węższą grupę programów edukacyjnych, np. edukacyjnych programów komputerowych (EPK) wspomagających nauczanie techniki, bądź, dalej idąc, nauczanie rysunku technicznego wspomaganie komputerem. Ta druga ocena cząstkowa dotycząca stosunkowo wąskiej dziedziny wiedzy czy też wręcz pojedynczego przedmiotu nauczania będzie więc oceną szczegółową. Zestawy pytań oceniających, na podstawie których dokona się oceny ogólnej oraz oceny szczegółowej (ze względu na swoistą specyfikę) będą się na ogół znacznie różnić.

Przedstawione zostaną dwa zestawy pytań. Pierwszy zestaw będzie dotyczył oceny ogólnej EPK, drugi zaś oceny szczegółowej trzech programów uczących i dwóch testów. Charakterystyka, struktura (patrz tabele od 1 do 5) oraz widoki wybranych ekranów (patrz rys. od 1 do 5) zostały omówione i przedstawione wcześniej.

ZESTAW PYTAŃ DO OCENY OGÓLNEJ EPK

- A. Czy istnieje możliwość wyboru z menu EPK dowolnego zagadnienia (tematu, podtematu)?** *Uwaga! Pytanie nie dotyczy TWP.*
1. Nie.
 2. Ograniczona możliwość wyboru.
 4. Tak.
- B. Czy przebieg lekcji jest podzielony na kroki (najmniejsza dawka informacji graficznej i słownej)?** *Uwaga! Pytanie nie dotyczy obu testów.*
1. Nie, na ekranie pojawia się pełny rysunek w jednym kroku (bez informacji słownej).
 2. Nie, rysunek i objaśnienia słowne pojawiają się w jednym kroku.
 3. Informacja graficzna jest podawana krokami, ale niedostatecznie poparta objaśnieniami słownymi.
 4. Informacja graficzna jest podawana krokami wraz z objaśnieniami słownymi, lecz zbyt obszernymi (niedostosowanymi do możliwości percepcyjnych uczących się).
 5. Informacja słowna i graficzna powstają równocześnie lub krok po kroku (dostosowane do możliwości percepcyjnych uczących się).
- C. Czy w dowolnym momencie przebiegu lekcji można powrócić do poprzedniego kroku?** *Uwaga! Pytanie nie dotyczy obu testów.*
1. Nie.
 2. Można cofnąć się w dowolnym momencie realizacji lekcji o 1 krok lub do jej początku, ale tylko w zakresie dotyczącym rysunków lub objaśnień słownych.
 3. Można cofnąć się w dowolnym momencie realizacji lekcji o 1 krok lub do jej początku, czyli do kroku pierwszego.
- D. W jakim kolorze jest tło ekranu oraz informacje (graficzne i słowne) na nim umieszczone?**
1. Tło białe, pastelowe lub ciemne, a informacje w niewielkim stopniu odbiegające od barwy tła (dające efekt zlewania się tła z informacją).
 2. Tło lub informacje są w zbyt jaskrawych barwach.
 3. Tło ciemne, a informacje w kolorze jasnym.
 4. Tło białe lub pastelowe, najważniejsze informacje w kolorze ciemnym, a pozostałe zbyt jasne.
 5. Tło białe lub pastelowe, a informacje w kolorze czarnym lub bardzo ciemnym.
- E. Czy kolor tła ekranu zmienia się?**
1. Tak, częste zmiany tła bardzo przeszkadzają.
 2. Tak, ale zmiana tła nie przeszkadza.
 3. Nie.

F. Jak przedstawia się rozmieszczenie informacji graficznej i słownej w EPK?

1. Brak wyraźnego oddzielenia treści graficznej od słownej.

2. Treść graficzna prezentowana jest w dolnej części ekranu.

| |
|--------------|
| Treść słowna |
| Grafika |

3. Treść graficzna prezentowana jest w prawej części ekranu.

| | |
|--------------|---------|
| Treść słowna | Grafika |
|--------------|---------|

4. Treść graficzna prezentowana jest w górnej części ekranu.

| |
|--------------|
| Grafika |
| Treść słowna |

5. Treść graficzna prezentowana jest w lewej górnej części ekranu.

| | |
|---------|--------------|
| Grafika | Treść słowna |
|---------|--------------|

G. Czy tempo pracy z EPK jest dostosowane do możliwości uczącego się?

1. Nie, zbyt szybko pojawiają się informacje graficzne i słowne.

2. W większości przypadków uczący się ma wpływ na tempo pracy (np. nie ma wpływu na tempo realizowania się grafiki).

3. W pełni regulowane przez uczącego się.

H. Czy program jest skonstruowany zgodnie z zasadą stopniowania trudności?

1. Nie.

2. Częściowo.

3. Tak.

I. Jak można przemieszczać się pomiędzy elementami interfejsu EPK?

1. Bardzo uciążliwie, program często nie reaguje na polecenia wydawane za pośrednictwem urządzeń peryferyjnych.

2. Tylko przy pomocy klawiatury.

3. Tylko przy pomocy myszki.

4. Za pomocą myszki i klawiatury bez skrótów klawiszy.

5. Za pomocą myszki i klawiatury wraz ze skrótami klawiszy.

J. Czy program posiada plik pomocy, którego zadaniem jest wyjaśnienie pojęć, toku lekcji sposobu rozwiązywania zadań testowych itp.?

1. Nie, a powinien być..

2. Tak, ale jest całkowicie niezrozumiały, czyli nieprzydatny.

3. Tak, ale jest tylko częściowo przydatny.

4. Nie, ale gdyby był, to okazałby się zbyteczny, ze względu na dobrze opracowaną strukturę EPK.
 5. Tak, jest dobrze opracowany i w razie potrzeby bardzo przydatny.
- K. Czy istnieje możliwość wydruku treści zawartych w EPK (np. z pliku pomocy)? Uwaga! Pytanie nie dotyczy obu testów.**
1. Nie.
 2. Tak, ale tylko informacje słowne lub graficzne.
 3. Tak, można wydrukować informacje słowne i graficzne.
- L. Czy materiał nauczania w EPK został podzielony na dostateczną liczbę kroków, lekcji, zagadnień itp.? Uwaga! Pytanie nie dotyczy obu testów.**
1. Nie, materiał nauczania jest całkowicie źle podzielony.
 2. Tak, ale powinien być lepiej podzielony.
 3. Tak, został poprawnie podzielony.
- M. Czy liczba zadań (pytań) testowych jest tak dobrana, że obejmuje całość wybranego zagadnienia? Uwaga! Pytanie dotyczy tylko Testu – rt.**
1. Nie, liczba zadań testowych jest niewystarczająca i nie obejmuje swą treścią całości zagadnienia.
 2. Nie, liczba zadań testowych jest tak dobrana, że nie wyczerpuje całkowicie problematyki zagadnienia.
 3. Tak, liczba zadań testowych jest wystarczająca i wyczerpuje w pełni problematykę zagadnienia.

ZESTAW PYTAŃ DO OCENY SZCZEGÓŁOWEJ EPK

- A. Czy czytelność zastosowanych liter (dużych i małych), cyfr, kombinacji liter, cyfr oraz liczb jest możliwa do poprawnego odczytania?**
1. Niemożliwa.
 2. Niemożliwa w niektórych przypadkach.
 3. Możliwa, lecz uciążliwa.
 4. Możliwa, ale sprawia niewielkie trudności.
 5. Możliwa, niesprawiająca żadnych trudności.
- B. Czy treść słowna (werbalna) jest jednoznaczna i jasno sformułowana?**
1. Treść słowna jest niejednoznaczna.
 2. Treść słowna jest jednoznaczna, lecz podana w niezrozumiałej formie.
 3. Treść słowna jest w pełni jednoznaczna i jasno sformułowana.
- C. Czy informacja graficzna jest wystarczającym dopełnieniem informacji słownej i odwrotnie?**
1. Nie jest wystarczająca.

2. Częściowo wystarczająca.

3. W pełni wystarczająca.

D. Czy istnieją zbyteczne dawki informacji graficznej lub słownej, które nie wiążą się z pozostałymi?

1. Tak, są informacje zupełnie niepotrzebne, które przeszkadzają w pracy z EPK.

2. Tak, ale są one w formie dekoracji ekranu i nie utrudniają pracy z EPK.

3. Nie.

E. Czy istnieje możliwość innego trafniejszego sposobu prezentacji treści graficznych i słownych? Jeżeli odpowiedź jest twierdząca, to prosimy przedstawić swoją propozycję.

1. Tak.

2. Częściowo.

3. Nie.

F. Czy grubości linii zastosowane w prezentacji treści graficznych są prawidłowo dobrane?

1. Nie.

2. Częściowo.

3. Tak.

G. Czy czytelność symboli graficznych w oznaczeniach towarzyszących zapisowi graficznemu jest zrozumiała i zgodna z normami?

1. Niezrozumiała i niezgodna z obowiązującymi normami tak, że daje interpretację wieloznaczną.

2. Niezrozumiała i niezgodna z obowiązującymi normami, ale pozbawiona wieloznaczności.

3. Niezrozumiała z powodu braku objaśnień, ale zgodna z normami.

4. Dostatecznie zrozumiała i zgodna z normami.

5. Całkowicie zrozumiała i zgodna z normami, niesprawiająca trudności.

W każdym pytaniu występuje co najmniej jedna cecha podlegająca ocenie. Podstawą prawidłowej oceny Edukacyjnych Programów Komputerowych (EPK) jest rzetelna ocena według przyjętej zestopniowanej skali na podstawie bazy pytań i proponowanych odpowiedzi [Skorny 1974]. W przypadku EPK ocena ma wyłonić nieścisłości, niejednoznaczności i ewentualne błędy do poprawy, a także dać podstawę do zakwalifikowania (po usunięciu wychwyconych niedociągnięć) lub odrzucenia ocenianego programu.

Pytania w obu zestawach posiadają trzy bądź pięć odpowiedzi. Osoba oceniająca po zapoznaniu się z treścią proponowanych odpowiedzi wybiera jedną z nich i cyfrowe jej oznaczenie wprowadza do „Karty ocen EPK” właściwej dla ocenianego testu. Rys. 6 przedstawia dla przykładu tylko jedną „Kartę ocen EPK” do programu „Aksonometria '97” ściśle powiązaną z jego strukturą (tabela 1). Karty ocen do pozostałych EPK są podobne do siebie i dlatego zostały pominięte.

KARTA OCEN EPK

1a. KARTA OCENY SZCZEGÓLWEJ EPK: „AKSONOMETRIA ‘97” *

| Numeracja podrozdziałów | A | B | C | D | E | F | G |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1 | | | | | | | |
| 1-2 | | | | | | | |
| 1-3 | | | | | | | |
| 1-4 | | | | | | | |
| 1-5 | | | | | | | |
| 1-6 | | | | | | | |
| 1-7 | | | | | | | |
| 1-8 | | | | | | | |
| 1-9 | | | | | | | |
| 1-10 | | | | | | | |
| 1-11 | | | | | | | |
| 2-1 | | | | | | | |
| 2-2 | | | | | | | |
| 2-3 | | | | | | | |
| 2-4 | | | | | | | |
| 2-5 | | | | | | | |
| 2-6 | | | | | | | |
| 2-7 | | | | | | | |
| 2-8 | | | | | | | |
| 2-9 | | | | | | | |
| 3-1 | | | | | | | |
| 3-2 | | | | | | | |
| 3-3 | | | | | | | |
| 3-4 | | | | | | | |
| 3-5 | | | | | | | |
| 3-6 | | | | | | | |
| 3-7 | | | | | | | |

* Proszę kierować się numeracją ujętą w Tabeli 1. Struktura EPK „AKSONOMETRIA ‘97”

1b. KARTA OCENY OGÓLNEJ EPK: „AKSONOMETRIA ‘97”

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

1c. Uwagi dotyczące EPK „AKSONOMETRIA ‘97”:

Rys. 6. Wzór „Karty Ocen EPK”

Programy można oceniać w skali pięciostopniowej, a także w uzasadnionych przypadkach w skali trzystopniowej. Dlatego też na zadane pytania sformulowano w obu zestawach pytań trzy bądź pięć odpowiedzi, którym przyporządkowano odpowiednią liczbę punktów. Dla pytań zawierających pięć odpowiedzi, numer odpowiedzi jest identyczny z liczbą punktów, które osoba oceniająca stawia danej cesze programu. Punktacja w skali pięciostopniowej przedstawia się więc następująco:

- Odpowiedź 1 = 1 punkt,
- Odpowiedź 2 = 2 punkty,
- Odpowiedź 3 = 3 punkty,
- Odpowiedź 4 = 4 punkty,
- Odpowiedź 5 = 5 punktów.

Przy trzech odpowiedziach do wyboru, numerom odpowiedzi udzielanym przez osoby oceniające należy przyporządkować następującą liczbę punktów:

- Odpowiedź 1 = 1 punkt,
- Odpowiedź 2 = 3 punkty,
- Odpowiedź 3 = 5 punktów.

Liczba uzyskanych punktów odzwierciedla następującą ocenę opisową:

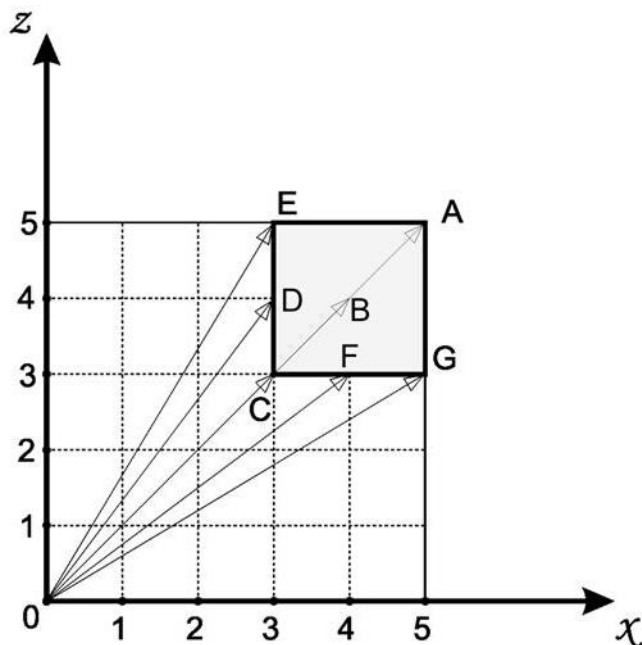
- 1 punkt – to ocena negatywna,
- 2 punkty – ocena niedostateczna,
- 3 punkty – ocena dostateczna,
- 4 punkty – ocena dobra,
- 5 punktów – ocena bardzo dobra.

Osoba dokonująca oceny wybiera jedną spośród trzech lub pięciu proponowanych odpowiedzi i wprowadza jej cyfrowe oznaczenie do „Karty Ocen EPK” (rys. 6). Z karty ocen oblicza się dla każdego zadania, zagadnienia lub podtematu liczbę uzyskanych punktów. W przypadku kilku osób oceniających należy obliczyć wartość średniej arytmetycznej dla poszczególnych zadań, zagadnień czy podtematów. Następnie oblicza się ostateczną ocenę składową jako wynik udzielenia odpowiedzi na zestaw pytań oceniających opracowanych stosownie do przyjętego kryterium oceny. W ten sposób można uzyskać dwie lub trzy oceny składowe. W tym miejscu należy sformułować i przedstawić następujące zastrzeżenie: „KAŻDY EDUKACYJNY PROGRAM KOMPUTEROWY MUSI MIEĆ KAŻDĄ OCENĘ SKŁADOWĄ OKREŚLONĄ JAKO DOSTATECZNĄ”. Oznacza to, że średnia arytmetyczna z liczby uzyskanych punktów musi wynosić najmniej 3. Wartość mniejsza od 3 dyskwalifikuje EPK i stanowi barierę do zastosowania go w procesie nauczania–uczenia się. W przypadku jednej oceny składowej granicą dopuszczającą oceniany EPK do procesu dydaktycznego jest liczba 3.

W przypadku dwóch ocen składowych proponuje się przyjęcie dwóch do siebie prostopadłych i przecinających się w środku układu osi x oraz y (rys. 7). Na osiach tych należy odłożyć, podobnie jak w mechanice, obliczone wartości ocen

składowych „OCx” oraz „OCy” i obliczyć wartość „oceny wypadkowej” – „OCw” według następującego wzoru:

$$OCw = \sqrt{OCx^2 + OCy^2}$$



Rys.7. Model oceny EPK według dwóch kryteriów z pięciostopniowymi skalami ocen

Wartości oceny wypadkowej w zależności od wartości ocen składowych zestawiono w tabeli 6. Analizując wartości w niej zestawione można sformułować następujący wniosek.

Tabela 6. Wartości oceny wypadkowej OCw przy dwóch ocenach składowych OCx i OCy

| Ocena w punkcie | Ocena składowa na osi: | | Wartość oceny wypadkowej OCw |
|-----------------|------------------------|---|------------------------------|
| | x | y | |
| A | 5 | 5 | 7,07 |
| B | 4 | 4 | 5,66 |
| C | 3 | 3 | 4,24 |
| D | 3 | 4 | 5,00 |
| E | 3 | 5 | 5,83 |
| F | 4 | 3 | 5,00 |
| G | 5 | 3 | 5,83 |

Jeżeli wartość oceny wypadkowej zawiera się w przedziale od 4,24 do 7,07, to znajdujemy się w obszarze przyjęć EPK, natomiast wartości mniejsze od 4,24 informują nas o tym, że ocena wypadkowa znajduje się w obszarze odrzuceń. Zatem wprowadzenie do procesu dydaktycznego tak ocenionego EPK jest niewskazane. Na rys. 7 kwadrat AGCE to obszar przyjęć, natomiast pozostała część kwadratu ograniczona wierzchołkami O5ECG5 to obszar odrzuceń ocenionego EPK. W punktach od A do G znajdują się końce wektorów obrazujących oceny wypadkowe zależne od wartości, jakie przyjmują oceny składowe. Początki tych wektorów znajdują się w środku „O” układu, w którym przecinają się osie x oraz y.

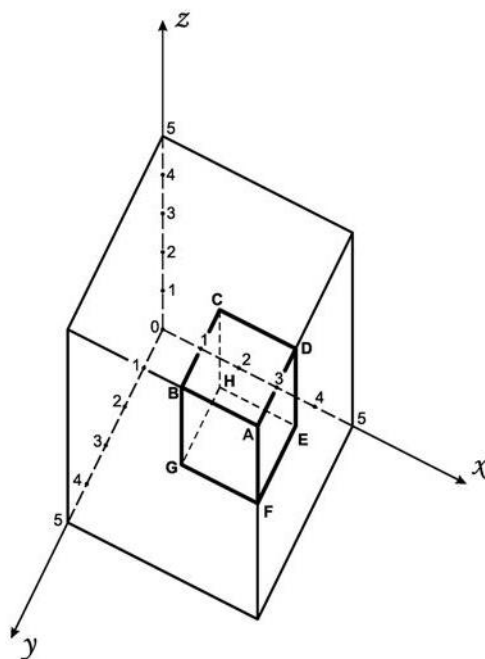
W przypadku trzech ocen składowych należy przyjąć układ trzech do siebie prostopadłych osi x, y i z. Wartości ocen składowych należy potraktować jako wektory składowe, a wektor wypadkowy, którego wartość będzie stanowiła ocenę wypadkową należy obliczyć według wzoru:

$$OCw = \sqrt{OCx^2 + OCy^2 + OCz^2}$$

gdzie:

OCx, **OCy**, **OCz** to wektory składowe o wartościach odpowiadających ocenom składowym, natomiast **OCw** to wektor wypadkowy o wartości odzwierciedlającej ocenę wypadkową. Na rys. 8 przedstawiono model oceny (oceny wypadkowej) edukacyjnych programów komputerowych w przypadku trzech ocen składowych. Jeżeli koniec wektora wypadkowego, którego początek znajduje się w środku „O” układu znajdzie się w sześcianie ograniczonym wierzchołkami od A do H, to oznaczać to będzie, że ocena wypadkowa znalazła w przestrzeni przyjęć i EPK można dopuścić do zastosowania w procesie nauczania-uczenia się. W przypadku, gdy koniec wektora wypadkowego znajdzie się w pozostałej części sześcianu, czyli w przestrzeni odrzuceń, to dopuszczenie tak ocenionego EPK do procesu dydaktycznego jest niewskazane.

Podsumowując, w artykule przedstawiono dwa modele oceny edukacyjnych programów komputerowych (EPK), mając do dyspozycji dwie lub



Rys. 8. Model oceny EPK według trzech kryteriów z pięciostopniowymi skalami ocen składowych

trzy oceny składowe o wartościach uzyskanych z pięciostopniowych skal ocen. Wartości ocen składowych można uzyskać z odpowiedzi osób oceniających zestawy wg odpowiednio opracowanych pytań adekwatnych do ocenianych EPK. Treści tych pytań można zmieniać, uzupełniać bądź tworzyć nowe z trzema lub pięcioma odpowiedziami, przypisując im określoną liczbę punktów, aby móc obliczyć wartości średnich arytmetycznych. Zestawy pytań mogą być zestawione tak, aby oceny składowe były odzwierciedleniem różnych kryteriów. EPK może być oceniony np. wg kryterium ergonomicznego, dydaktycznego i merytorycznego (trzy oceny składowe). Oceny mogą dokonać sędziowie kompetentni, nauczyciele-dydaktycy, osoby uczące się (użytkownicy). I w tym przypadku otrzymamy trzy oceny składowe. Każda z wymienionych grup osób oceniających może dokonać oceny ogólnej oraz szczegółowej, odpowiadając na zestawy pytań przedstawione w prezentowanym opracowaniu, przyczyniając się do utworzenia dwóch ocen składowych.

Bibliografia

- Błuszczyk J., Kopeć B. (2003), *Kryteria oceny edukacyjnych programów komputerowych zawierających statyczne i dynamiczne informacje graficzne*, Część 1. „Edukacja ogólnotechniczna” nr 1 (32).
- Bullock A., Stauybrass O., Trombley S. (red.) (1999), *Słownik pojęć współczesnych*, Wyd. Książnica.
- Kopeć B. (1989), *Geometria wykreślna. Konstrukcje podstawowe*, Skrypt programowany, Wyd. UŚ, Katowice.
- Skorny Z. (1997), *Metody badań i diagnostyka psychologiczna*, Wyd. Ossolineum, Wrocław.

Wykaz edukacyjnych programów komputerowych:

- Czwakiel A., Kopeć B., Ślęczka T. „Aksonometria’97”.
- Kopeć B., Krumpholz M. „Przekroje w Rysunku Technicznym”.
- Kopeć B., Spyra M. „Podstawowe Konstrukcje Geometryczne”.
- Kopeć B., Eisenhardt T. „Test Wyobraźni Przestrzennej”.
- Foryś J., Kopeć B. „Test- RT”.