

**Załącznik nr 14 - KONCEPCJE E-MATERIAŁÓW DO MATEMATYKI
I INFORMATYKI NA POZIOMIE PODSTAWOWYM I ROZSZERZONYM dla
czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum**

Koncepcja zakłada realizację celów i treści kształcenia przedmiotów matematyka i informatyka realizowanych w zakresie podstawowym i rozszerzonym dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum oraz rozwijanie wybranych kompetencji kluczowych zgodnie z zaleceniami Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2006/962/WE) tj.:

1. porozumiewanie się w językach obcych;
2. kompetencje matematyczne i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne;
3. kompetencje informatyczne;
4. umiejętność uczenia się;
5. kompetencje społeczne i obywatelskie;
6. inicjatywność i przedsiębiorczość;

W związku z powyższym każdy e-materiał z matematyki obowiązkowo ma za zadanie rozwijanie „kompetencji matematycznych i podstawowych kompetencji naukowo-technicznych” oraz „kompetencji umiejętności uczenia się” oraz minimum jednej z pozostałych czterech wyżej wymienionych kompetencji kluczowych. Natomiast każdy e-materiał z informatyki obowiązkowo ma za zadanie rozwijanie „kompetencji informatycznych”, „kompetencji umiejętności uczenia się” oraz minimum jednej z pozostałych czterech wyżej wymienionych kompetencji kluczowych.

1. Specyfika kształcenia matematycznego i informatycznego w odniesieniu do nowej podstawy programowej

1.1. Specyfika kształcenia matematycznego

Znajomość podstawowych narzędzi, które dostarcza matematyka, jest niezbędna do funkcjonowania we współczesnym świecie. Dzięki nim można opisywać zjawiska i procesy z otaczającej nas rzeczywistości, rozwiązywać wiele codziennych problemów. Funkcjonowanie matematycznej abstrakcji jest ważnym komponentem komunikacji międzyludzkiej. Matematyzacja nauk ma charakter uniwersalny, pozwalający na jednoznaczne określanie pozornie niezwiązanych z sobą technologicznych rozwiązań.

Kształcenie matematyczne inicjuje podejmowanie działań badawczych zarówno teoretycznych, jak i praktycznych, pozwalających na otrzymanie własnych algorytmów rozwiązywania problemów. Rozwija umiejętności stawiania hipotez, sprawdzania ich i podejmowania decyzji o ich prawdziwości.

Jednym z najistotniejszych elementów szkolnego nauczania – uczenia się matematyki jest **rozumienie pojęć** i wykorzystanie technik posługiwania się nimi w trakcie rozwiązywania trudnych zagadnień. Pomaga to w obserwacji ukierunkowanej na **dostrzeganie zależności, odkrywanie prawidłowości i zapisywanie ich przy użyciu aparatu algebraicznego**. Pierwszym krokiem do realizacji zagadnień z tym związanych jest **uzyskanie odpowiedniej sprawności rachunkowej, odczytywanie i interpretowanie danych liczbowych oraz graficznych, wykorzystanie i tworzenie reprezentacji – dobieranie modelu matematycznego do sytuacji praktycznych**. Po uzyskaniu tych sprawności uczeń

może tworzyć strategie, nawet wieloetapowego rozwiązania zadania, wymagającego łączenia wiedzy z różnych działów matematyki. Prowadzi to do wyrobienia u uczących się intuicji matematycznych właściwych danemu wiekowi.

Ważne jest, aby sposoby przekazywania wiedzy matematycznej dostosowane były do konkretnego etapu edukacyjnego i możliwości intelektualnych uczniów, aby były na tyle atrakcyjne i motywujące, by prowokować zaciekawienie uczących się danymi zagadnieniami, umożliwiały samodzielne pogłębienie umiejętności.

Podstawa programowa zakłada, że sposób kształcenia matematycznego będzie odpowiadał etapom rozwoju intelektualnego uczniów. W klasach **IV – V** uczeń znajduje się na **etapie operacyjnym konkretnym**. Wprowadzane w tym okresie pojęcia, terminy, zależności powinny mieć charakter konkretny, odnoszący się do rzeczywistości, często bez użycia sformalizowanego języka nauk ścisłych. Główne obszary wiedzy matematycznej w tym okresie to **arytmetyka i geometria elementarna**.

Etap operacji formalnych (klasa VI i dalsze), to rozwój myślenia abstrakcyjnego, rozumowania przy wykorzystaniu bardziej precyzyjnego aparatu matematycznego. Na tym etapie uczący się jest w stanie *przyswoić sobie niektóre **pojęcia algebraiczne, pojęcie prawdopodobieństwa** czy bardziej zaawansowane **własności figur geometrycznych***. W tym okresie rozpoczyna się uświadamianie, czym jest **dowód** matematyczny, a uczeń może samodzielnie przeprowadzić dowodzenie prostych twierdzeń¹.

W szkole **ponadpodstawowej**, szczególnie na poziomie **rozszerzonym**, matematyka staje się bardziej sformalizowana. Uczniowie używają języka matematycznego nie tylko do tworzenia tekstów matematycznych, ale i opisu utworzonych przez siebie obiektów pomocnych w celu przeprowadzenia argumentacji lub rozwiązania problemu. Jednym z celów kształcenia matematycznego na tym poziomie edukacyjnym jest ukształtowanie umiejętności dostrzegania **potrzeby modyfikacji lub doboru nowego modelu** matematycznego w przypadkach wymagających specjalnych zastrzeżeń, czy dodatkowych założeń. Zakłada się, że uczeń poprowadzi rozumowanie kilkietapowe, poparte odpowiednimi argumentami. Tworzone i wykorzystywane przez uczniów strategie, będą skutecznie i najbardziej efektywnie. Ważną sprawnością jest dostrzeganie regularności, podobieństw i analogii, stawianie hipotez i dowodzenie ich poprawności.

Realizacja treści rozszerzonych umożliwi uczniom dalsze, również samodzielne, zdobywanie wiedzy. Kształcenie na poziomie rozszerzonym dedykowane jest uczniom **uzdolnionym matematycznie**. Wykorzystywane narzędzia, metody i sposoby pracy powinny być skierowane do tej grupy osób. Ogromną rolę wspomagającą może odegrać tu **technologia informacyjna**, dzięki której możliwy jest szybki transfer wiedzy, jej zapisywanie i przetwarzanie.

¹ ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ¹) z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 lutego 2017 r. poz. 353

2. Specyfika kształcenia informatycznego

W nowej Podstawie programowej kształcenia ogólnego podkreślona jest ważna rola metod i technik wywodzących się z informatyki w szkolnej edukacji.

Szkoła ma stwarzać uczniom warunki do nabywania wiedzy i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów z wykorzystaniem metod i technik wywodzących się z informatyki, w tym logicznego i algorytmicznego myślenia, programowania, posługiwania się aplikacjami komputerowymi, wyszukiwania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł, posługiwania się komputerem i podstawowymi urządzeniami cyfrowymi oraz stosowania tych umiejętności na zajęciach z różnych przedmiotów m.in. do pracy nad tekstem, wykonywania obliczeń, przetwarzania informacji i jej prezentacji w różnych postaciach. Szkoła ma również przygotowywać ich do dokonywania świadomych i odpowiedzialnych wyborów w trakcie korzystania z zasobów dostępnych w Internecie, krytycznej analizy informacji, bezpiecznego poruszania się w przestrzeni cyfrowej, w tym nawiązywania i utrzymywania opartych na wzajemnym szacunku relacji z innymi użytkownikami sieci.²

Ważnym elementem kształcenia informatycznego jest umiejętność **programowania** rozumiana, jako proces składający się z identyfikacji i specyfikacji problemu, znalezienia rozwiązania i próby zalgorytmizowania etapów tego rozwiązania. Końcowym efektem może być przetestowanie poprawności uzyskanego algorytmu, ewentualnej jego korekty za pomocą odpowiedniej aplikacji lub języka programowania. Taki sposób podejścia do programowania wspomaga kształtowanie logicznego i precyzyjnego myślenia, kreatywności, otwartości na podejmowanie nowych działań, rozwija umiejętności w zakresie nie tylko stawiania pomysłów, ale też ich weryfikowania. Sprzyja zespołowej organizacji pracy i realizacji wspólnych projektów.

Począwszy od klasy IV zajęcia informatyki stają się **bardziej sformalizowane** – uczniowie samodzielnie tworzą ilustracje, historyjki, ale też poszukują w sieci przydatnych informacji i wykorzystują je do kreowania własnych rozwiązań, tworzenia prostych algorytmów opartych na poleceniach sekwencyjnych, warunkowych i iteracyjnych. Uczeń potrafi napisać i przetestować prosty program przydatny do sterowania robotem lub obiektem na ekranie komputera. Programując w języku wizualnym, uczniowie mogą korzystać z wbudowanych funkcji, ale również tworzyć własne polecenia.

Przygotowywane prezentacje multimedialne powinny być czytelne, oryginalne, wykorzystane filmy i dźwięki powinny być własnym wytworem ucznia. Uczeń kończący szkołę podstawową powinien umieć omówić budowę i funkcjonowanie podstawowych sieci komputerowych (domowej, szkolnej) oraz przedstawić elementy historii rozwoju informatyki.

Podczas zajęć zarówno indywidualnych, jak i grupowych, każdy uczeń powinien mieć osobny komputer z dostępem do Internetu i odpowiednim oprogramowaniem.

² ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ¹) z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 lutego 2017 r. poz. 353

Realizacja zajęć informatycznych może być prowadzona w różny sposób, zarówno metodami tradycyjnymi, jak i z użyciem metod aktywizujących, np. dramy. W każdym przypadku warto przedstawić rozwiązanie w postaci schematu blokowego czy listy kroków prowadzących do rozwiązania. W klasach VII – VIII można przy **programowaniu wizualnym i tekstowym** wykorzystać środowiska bezpłatne udostępnione w sieci.

Cele kształcenia informatycznego w szkole **ponadpodstawowej** na **poziomie rozszerzonym** są takie same, jak na innych etapach edukacyjnych. Najważniejszym celem kształcenia informatycznego uczniów jest rozwój **myślenia komputacyjnego**.

Myślenie komputacyjne to proces znajdowania rozwiązań do skomplikowanych otwartych problemów. Wychodzi od analizy pewnego zbioru danych i według większości źródeł składa się z czterech etapów: dekompozycji (rozkładu na składowe danego problemu), zidentyfikowania występujących w nim prawidłowości (analiza), abstrahowania (eliminowania nieistotnych elementów) i tworzenia algorytmu (rozwiązanie danego problemu krok-po-kroku).

Na myślenie komputacyjne składają się następujące umiejętności i postawy:

UMIEJĘTNOŚCI

1. **Formułowanie problemów** – rozpoznawanie, nazywanie problemów, zadawanie odpowiednich pytań
2. **Zbieranie danych** – określanie rzetelności danych i wiarygodności źródeł informacji
3. **Rozkładanie na części** – porządkowanie danych, dzielenie zadań na mniejsze
4. **Rozpoznawanie schematów** – klasyfikowanie (tworzenie zbiorów), rozpoznawanie podobieństw, znajdowanie istotnych i nieistotnych różnic, uogólnianie
5. **Abstrahowanie i tworzenie modeli** – usuwanie zbędnych informacji, upraszczanie, tworzenie modeli
6. **Tworzenie algorytmów** – ustalanie kolejnych kroków i tworzenie zasad, sekwencja, rekurencja (powtarzalność procedur i czynności)
7. **Wykrywanie i diagnozowanie błędów** – wyszukiwanie, znajdowanie i analizowanie błędów
8. **Zrozumiałe i skuteczne komunikowanie się** – formułowanie zrozumiałych komunikatów, dostosowanych do odbiorcy (komputera lub innych ludzi), kodowanie, przedstawianie (symbole i znaki)
9. **Ocenianie** – rozpoznawanie kryteriów wartościowania, określanie priorytetów, ocenianie prototypów i rozwiązań
10. **Logiczne myślenie** – wyciąganie wniosków, rozpoznawanie błędów logicznych, argumentowanie

POSTAWY I NAWYKI

1. **Poszukiwanie** – eksperymentowanie, swobodne i otwarte poszukiwanie rozwiązań, zabawa z rozwiązaniami
2. **Kreatywność i pomysłowość** – rozwijanie i wykorzystywanie wyobraźni, wymyślanie nowych rozwiązań
3. **Udoskonalanie** – krytyczne podejście do efektów swojej pracy i nastawienie na ich ciągłe udoskonalanie i poprawianie
4. **Wytrwałość i cierpliwość** – trwanie w dążeniu do celu, opanowanie w oczekiwaniu na efekty, świadomość konieczności poniesienia wysiłku
5. **Współpraca** – praca w grupie i parach

6. **Zdrowy dystans do technologii** – zastanawianie się nad ograniczeniami technologii i krytyczny stosunek do niej

Zakłada się, że na poziomie rozszerzonym dobrze są już ukształtowane u uczniów umiejętności **myślenia komputacyjnego**, pozwalające na twórcze rozwiązywanie problemów z różnych dziedzin. Proponowane uczącym się zagadnienia **algorytmiczne** wiążą się z zagadnieniami z **innych przedmiotów** (np. matematyki) oraz z problemami związanymi z **funkcjonowaniem w rzeczywistości cyfrowej** (np. dotyczącymi szyfrowania informacji w sieci), **codziennej** (np. wykorzystanie projektowania trójwymiarowego). Trudniejsze techniki i metody algorytmiczne uczeń może poznawać na przykładach lub w odpowiednich aplikacjach.

Preferowanym sposobem realizacji treści informatycznych jest **projekt edukacyjny**, uwzględniający zainteresowania uczniów. Dobrym uporządkowaniem wiadomości, rozwijaniem kreatywności i samodzielności jest praca w **wirtualnej chmurze, na platformie edukacyjnej**, czy przy prowadzeniu obliczeń w arkuszu kalkulacyjnym wzbogaconym programami wytworzonymi w wbudowanym języku programowania. Uczniowie mogą wykorzystać bazy danych osadzone w sieci, a przy tworzeniu stron WWW programować elementy strony internetowej połączone z danymi z takiej bazy. Uczniowie mogą w ten sposób zdobywać wiadomości nie tylko w szkole, ale i w warunkach pozaszkolnych. Sami kreują zawartość zasobów taką, jak dokumenty, quizy, wiki, fora, zadania.

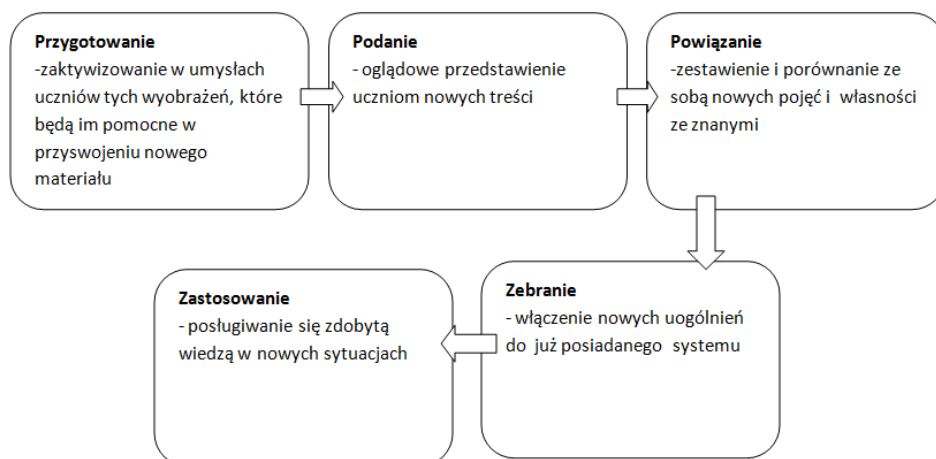
3. **Systemy dydaktyczne preferowane w nowoczesnym kształceniu matematycznym i informatycznym**

3.1. **Współczesne trendy edukacyjne**

Zmieniająca się rzeczywistość, łatwy dostęp do informacji, wymusza ciągłą ewaluację sposobów kształcenia, opartych na wypracowanych w przeszłości systemach dydaktycznych. Współczesne trendy edukacyjne proponują łączenie różnych koncepcji, przetwarzanie ich i dostosowywanie do aktualnych potrzeb uczących się pokolenia C.

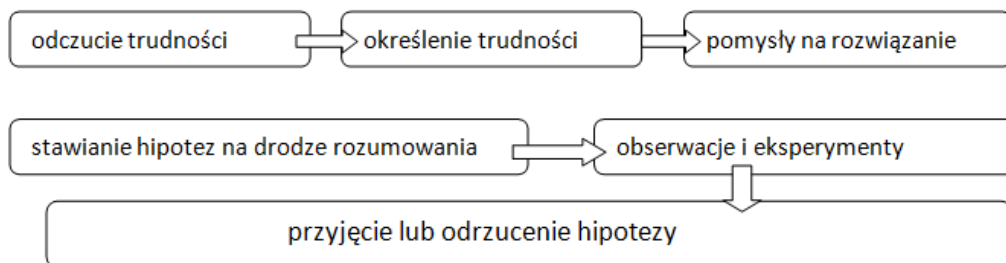
Dydaktyki matematyki i informatyki wykorzystują zarówno tradycyjne elementy dydaktyki **herbartowskiej** (gdzie proces nauczania ma przebiegać od wyobrażeń do pojęć i od pojęć do umiejętności o charakterze teoretycznym), dydaktyki **progresywistycznej**, jak i zdobywcze **neurodydaktyki**.

Herbartowski proces nauczania



Dydaktyka **progresywistyczna** zakłada zarówno rozwój uczniowskiego intelektu, jak i myślenia, działania, spostrzegania, formułowania i rozwiązywania problemów teoretycznych oraz praktycznych, powiązanych z życiem codziennym. Poznanie i wiedza stanowią narzędzia, którymi człowiek posługuje się w pokonywaniu różnorodnych trudności i rozwiązywaniu problemów. W procesie kształcenia nauczyciel pełni w dużej mierze rolę obserwatora. Dominuje uczenie się oparte na rozwiązywaniu problemów, ważną rolę pełni samokontrola i założenie, że uczeń zdobywa wiedzę nie tylko w szkole.

Progresywistyczne etapy myślenia



Kształcenie oparte o osiągnięcia **neurodydaktyki** bazuje na ciekawości poznawczej uczniów, wykorzystuje silne strony mózgu, łączy wiedzę czysto kognitywną z emocjami, pozwala uczniom na stawianie hipotez i samodzielne szukanie rozwiązań, nie ogranicza się jedynie do czysto werbalnego przekazu, odwołuje się do wielu modalności i ułatwia łączenie pojedynczych informacji w spójną całość. Bardzo istotnym elementem i warunkiem osiągnięcia sukcesu jest założenie, że ludzie są z natury ciekawi świata i chcą go rozumieć. Pociąga ich nieznane, nietypowe. Kreatywność uczących się można poprzez zadawanie intrygujących pytań, wykorzystanie nietypowych gadżetów.

Współczesne trendy w edukacji matematycznej i informatycznej, zakładają, że proces nauczania – uczenia się jest najbardziej efektywny, gdy uczniowie przyswajają sobie podstawy usystematyzowanej wiedzy oraz zdobywają określone umiejętności, zarówno w drodze samodzielnych poczynąń badawczych, jak i w drodze działalności sprowadzającej się

do przyjmowania niektórych informacji w postaci gotowej. Asymilacja wiedzy i umiejętności sprzyja kształtowaniu zdolności do opisywania świata i do jego zmieniania.

Konieczne jest rozwijanie zarówno myślenia konkretno–wyobraźniowego, jak i abstrakcyjnego. Kształtowaniu pożądanych umiejętności sprzyja interaktywny, różnorodny charakter zadań i czynności wykonywanych przez nauczyciela i uczniów.

2.2 Konstruktywistyczna koncepcja kształcenia matematycznego i informatycznego

U podłoża współczesnego kształcenia matematycznego i informatycznego leżą teorie związane z **konstruktywizmem**. Konstruktywizm interpretuje wiedzę, jako konstrukcję ludzkiego umysłu. Istotny jest proces zdobywania wiedzy w wyniku aktywności uczącego się, budującego swoją rzeczywistość. Uczący się jest wytwórcą struktur własnej wiedzy, a nie jedynie rejestratorem informacji przekazanych przez nauczyciela³

Teorie uczenia się oparte na konstruktywizmie podkreślają aktywność jednostki w zdobywaniu wiedzy. Postrzegają przyrost wiedzy jako proces, który odbywa się w ciągłej interakcji z otoczeniem i konfrontacji z już posiadaną wiedzą, aby w efekcie doprowadzić do rekonstrukcji własnego świata. Ważną rolę w rozwoju poznawczym młodego człowieka odgrywają interakcje z osobami posiadającymi określoną wiedzę, umiejętności i inne kompetencje. Taką osobą jest najczęściej nauczyciel, zapoznający uczącego się z kodem językowym pozwalającym na wykorzystanie narzędzi matematyki czy informatyki. Uczący się jest wtedy aktywnym interpretatorem (a nie biernym) rejestratorem i budowniczym struktur wiedzy z dostępnych informacji. Potrafi też przekształcić wiedzę w umiejętności i zastosować je w praktyce.

Cele konstruktywistyczne w odniesieniu do edukacji matematycznej i informatycznej⁴

- wspomaganie rozwoju umysłowego uczącego się, poprzez tworzenie w jego umyśle odpowiednich schematów poznawczych i rozwijanie myślenia operacyjnego,
- zbieranie przez uczącego się doświadczeń niezbędnych do ukształtowania odpowiednich pojęć,
- stymulowanie rozumowań matematycznych i informatycznych, samodzielność myślenia i krytycyzmu ,
- rozwijanie umiejętności przetwarzania rzeczywistości na struktury abstrakcyjne,
- stosowanie wytworzonej wiedzy w konkretnych sytuacjach.

2.3 Strategia kształcenia wyprzedzającego

Istotą kształcenia wyprzedzającego jest aktywne organizowanie i przyswajanie wiadomości przez uczniów przed lekcją w procesie samodzielnego zbierania informacji, a także przez poszukiwanie

³³Na podstawie Bruner J..S., Haste H., Making sense. The child's construction of the world, New York: Methuen 1987

⁴⁴ Na podstawie Semadeni Z., Podejście konstruktywistyczne do edukacji wczesnoszkolnej, ORE, Warszawa 2016 r.

odniesień we własnej dotychczasowej wiedzy w związku z tematem, który ma być ostatecznie omawiany na lekcji⁵.

Kolejne kroki strategii kształcenia wyprzedzającego

Samodzielne zbieranie informacji i
przekształcanie ich w wiadomości

Budowanie osobistej wiedzy przedmiotowej poprzez
tworzenie komunikatów, wykonywanie zadań

Systematyzowanie zdobytej wiedzy z udziałem nauczyciela

Dużą rolę w realizacji koncepcji kształcenia wyprzedzającego pełni wykorzystanie środowiska cyfrowego technologii informacyjno–komunikacyjnych. Uczniowie korzystają z TIK do pozyskiwania potrzebnych informacji, a także do porozumiewania się z sobą i z nauczycielem.

Etapy strategii kształcenia wielostronnego:

- aktywizacja – uczniowie aktywizują swoją wiedzę bazową – posługują się wyobrażeniami, odwołując się do doświadczeń z życia codziennego,
- przetwarzanie - odbywa się pod wpływem wyraźnie określonych przez nauczyciela zadań dydaktycznych, ale bez jego bezpośredniej obecności i kontroli. Na podstawie wskazanych lub przygotowanych przez nauczyciela materiałów dydaktycznych na dany temat uczniowie rozwiązują zadania. Mogą tworzyć też materiał, które prezentują w przestrzeni cyfrowej (np. prezentacje multimedialne, filmy, animacje).
- systematyzacja – czasie zajęć edukacyjnych, w obecności nauczyciela, prezentują zabrane materiały. Nauczyciel uzupełnia, interpretuje, systematyzuje, odpowiada na pytania, tak, aby uczniowie mogli dokonać korekty w swoich notatkach. Zajęcia te są podsumowaniem i usystematyzowaniem wiedzy na dany temat.
- ocena i ewaluacja – uczniowie orzekają o swojej pracy, sukcesach, porażkach, określają przyrost wiedzy i umiejętności. Nauczyciel ocenia pracę uczniów w oparciu o kryteria wcześniej opracowane wspólnie z uczniami.

W edukacji wyprzedzającej celem zajęć edukacyjnych staje się ugruntowanie wiadomości, korekta rozumienia, doskonalenie określonych umiejętności czy wreszcie rozwiązanie ewentualnych problemów. W dużym stopniu zmienia się również środowisko – z klasowo-lekcyjnego na internetowe, znacznie bogatsze i intelektualnie bardziej wymagające.

⁵ Red. Dylak S., Strategia kształcenia wyprzedzającego, Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań 2013

2.4 Edukacja kreatywna

W edukacji matematycznej i informatycznej proces przyswajania pojęć często opiera się na **nauczaniu problemowych** – na teorii **reprezentacji wiedzy i teorii twórczego kształtowania pojęć**. Obrazem wykonania zadania może być w tym przypadku reprezentacja ikoniczna (np. diagram, schemat blokowy). Chęć doprecyzowania obrazu wymusza sformułowanie reprezentacji symbolicznej (np. stworzenia programu komputerowego). Teraz trzeba określić reguły decyzyjne wykonywania, przy spełnionych warunkach, danych operacji, a całościowe powiązanie warunków reguł i operacji prowadzących do wykonania zadania da reprezentację enaktywną (np. symulację). Dopiero proces prowadzący od reprezentacji ikonicznej do enaktywnej kształtuje pojęcia dotyczące wykonania danego zadania.

We współczesnej edukacji wspomaganej zaawansowaną technologią informacyjną, wiodącą rolę odgrywają **systemy ekspertowe**, oparte na pojęciach z zakresu sztucznej inteligencji. Zakładają one rozwiązywanie przez uczniów złożonych problemów na podstawie analizy baz wiedzy, a nie przy wykorzystaniu prostych algorytmów. Taki sposób kształtowania pożądanych umiejętności motywuje uczącego się do wykonywania zadań nie tylko po to, aby uzyskać wysoką ocenę, ale aby stać się ekspertem w danym zagadnieniu. Uczący się nie tylko wykonuje określone zadania w procesie dydaktycznym, ale może brać też czynny udział w tworzeniu systemów ekspertowych. Uczeń wykorzystuje system multimedialny odpowiadający jego stylowi uczenia się. Przy czym najbardziej skuteczne środki multimedialne to takie, które wymuszają aktywne uczestniczenie uczącego się w przetwarzaniu informacji (np. uczestniczenie w grach komputerowych). Są zatem nie tylko źródłem informacji w procesie nauczania, ale także narzędziem weryfikacji posiadanych wiadomości. Spełniają funkcje kształcenia wielostronnego: informacyjną, badawczą, transformacyjną i samokształceniową.

Edukacja kreatywna, której składnikami są nauczanie problemowe i ekspertowe, stymuluje elastyczność, skuteczne zarządzanie wiedzą, własnymi zdolnościami i kompetencjami. Zachęca do zaplanowania i realizacji odpowiednich strategii działań.

Zgodnie z jej założeniami, wykorzystanie technologii multimedialnych powinno odbywać się z uwzględnieniem następujących zasad:⁶

- zasada interaktywności – system multimedialny powinien pobudzać do aktywnego uczestniczenia w tworzeniu i uaktywnianiu wytworów multimedialnych oraz korzystaniu z nich
- zasada operatywności (forsingu) – system multimedialny powinien wymuszać wykonywanie przez użytkownika, opanowanych przez niego wcześniej standardowych operacji, sprzyjających adekwatnemu przekazaniu mu wiedzy i kształtowaniu umiejętności oraz tworzenie na ich podstawienie w możliwie najprostszy sposób nowych użytecznych operacji.
- zasada efektywności – im większa złożoność czynnościowa procesu uczenia się korzystania i samego korzystania z systemu multimedialnego, tym mniejsza efektywność komunikacji użytkownika z tym systemem.

⁶ <http://www.math.uni.opole.pl/~ebryniarski/DYD2.pdf>

2.5 Wybrane metody edukacji matematycznej i informatycznej z wykorzystaniem przestrzeni cyfrowej

- **Eksperyment⁷** – angażuje szeroki obszar dyspozycji poznawczych, rozwija podstawowe sprawności intelektualne. Można go prowadzić zarówno metodami tradycyjnymi, jak i wykorzystując przestrzeń cyfrową (np. do pozyskiwania potrzebnych informacji lub współpracy wirtualnej z innymi badaczami prowadzącymi elementy eksperymentu).

Etapy eksperymentu:

- ✓ gromadzenie informacji, opisanie napotkanych trudności, sformułowanie problemu,
 - ✓ postawienie hipotez, które są zarazem wyznacznikiem postępowania badawczego. wyodrębnienie i zdefiniowanie zmiennych niezależnych oraz zależnych,
 - ✓ realizacja założeń eksperymentu - uruchomienie działania zmiennej niezależnej i obserwowanie wyników tej ingerencji,
 - ✓ opis wyników, wnioskowanie oraz prezentacja wniosków, a także ich interpretacja w kontekście posiadanej wiedzy.
- **Uczenie się pojęć** – oparte jest na podawaniu przykładów i kontrprzykładów rozpoznawania wzorca według jego istotnych cech. Mogą być one samodzielnie pozyskiwane przez uczniów z Internetu. Najczęstsze sposoby uczenia się pojęć to metody oparte na dedukcji – od reguły do przykładu lub metody oparte na indukcji – od przykładu do reguły.
 - **Blended learning** - metoda łącząca tradycyjne, stacjonarne nauczania, z nauczaniem z aktywnościami prowadzonymi zdalnie za pomocą komputera.
 - **Rozszerzona rzeczywistość** - to system łączący świat rzeczywisty z obrazami wytworzonymi przez komputer. Można na przykład wykorzystać obraz z kamery, na który nałożona jest grafika w 3D.
 - **WebQuest** – to jeden z rodzajów metody projektów, generującej samodzielną pracę badawczą uczniów. Instrukcja do pracy umieszczona jest na stronie internetowej. Uczniowie mogą łączyć się w grupy z różnych szkół, miast, a nawet państw. Materiały mogą pozyskiwać zarówno ze źródeł wirtualnych, jak i tradycyjnych.
 - **Grywalizacja** - wykorzystanie mechanizmów znanych z gier. W kontekście edukacyjnym polega na takim zaprojektowaniu procesu dydaktycznego oraz metod pomiaru i ewaluacji efektów, aby środowisko edukacyjne działało w oparciu o mechanizmy stosowane w grach i tym samym zachęcało uczniów do większego zaangażowania i strategicznego myślenia. Gamifikacja obok edukacji z wykorzystaniem gier (game based learning) jest jedną z form edukacji przez rozrywkę (edutainment). Model edukacyjny, jakim jest gamifikacja, można podzielić na trzy etapy:
 - jasne określenie celów gry, umiejętności i wiedzy, które ma zdobyć uczeń,
 - przedstawienie dokładnych zasad gry i warunków oceniania,
 - poznanie zadań, które uczniowie mają w trakcie gry zrealizować, i zasady otrzymywania za nie punktów.Część zadań może uwzględniać wykorzystanie technologii cyfrowych i zasobów Internetu.
 - **Nauczanie w środowisku elektronicznym 3D – Second Life**- poszerza i uzupełnia proces dydaktyczny przez przeniesienie do alternatywnej rzeczywistości elektronicznej.

⁷ Na podstawie https://edustore.eu/download/Strategia_Kształcenia_Wyprzedzajacego.pdf

W matematyce najczęściej wykorzystuje się metodę do wizualizacji brył. Second Life jest również przeglądarką, gdzie są dostępne np. interaktywne muzea i różnorodnie wizualizowane materiały.

- **E-portfolio** - tworzona przez właściciela kolekcja cyfrowych obiektów demonstrujących doświadczenia, osiągnięcia i dowody związane z umiejętnościami i kompetencjami lub z procesem uczenia się. Uczeń tworząc elektroniczne artefakty gromadzi zdjęcia lub filmiki wideo, skany, opisy. Kolekcjonuje, selekcjonuje klasyfikuje materiały. Kluczowym momentem tworzenia e-portfolio jest refleksja, autorefleksja, informacja zwrotna.
- **Edutainment** – łączenie nauki z rozrywką, przy wykorzystaniu różnego typu programów symulacyjnych, gier i zabaw.

4. Multimedia szczególnie przydatne w matematyce i informatyce na poziomie podstawowym i rozszerzonym

- Audiobooki
- Infografiki
- Galeria zdjęć interaktywnych
- Animacje
- Schematy interaktywne
- Symulacje interaktywne
- Mapy myśli
- Prezentacje multimedialne
- Filmy edukacyjne
- Filmy samouczki
- Gry edukacyjne
- Animacje 3D
- Aplety
- Testy samosprawdzające
- Testerka programów

Integralną częścią każdego z powyższych multimediiów jest polecenie, lub zestaw poleceń jakie uczeń powinien wykonać, pracując z danym multimedium, aby proces uczenia odbywał się w sposób aktywny, a nie bierny.

5. Krótka charakterystyka i uzasadnienie wykorzystania danego multimedium w matematyce i informatyce

Filmy

Filmy to środki, które łączą obraz z narracją. W matematyce i informatyce mogą pełnić rolę informacyjną, ilustracyjną, wyjaśniającą, instruktażową, perswazyjną, mogą też skłaniać do refleksji odwołując się do emocji odbiorcy.

Bardzo ważnym elementem jest synchronizacja, zbieżność czasowa, odpowiednia kolejność odtwarzanych informacji. Bowiem wielość strumieni przekazu multimedialnego wymusza ich komplementarność. Ścieżka dźwiękowa może być dopełnieniem treści wizyjnej (np. w przypadku algebraicznych dowodów twierdzeń) lub jej uzupełnieniem (np. w przypadku graficznych dowodów twierdzeń matematycznych) lub najistotniejszym elementem filmu.

- **Filmy samouczki**

Materiał filmowy może być samouczkiem (tutorialem), w którym schematy, rysunki lub tekst, wzory lub równania matematyczne rysowane są przez grafika na tablicy w czasie rzeczywistym w ślad za omawianym przez narratora zagadnieniem. Film tutorial nie ma charakteru dokumentalnego, a jego celem jest zilustrowanie w prosty i przejrzysty sposób zagadnień wymagających wyobrażenia przebiegu danego procesu/działania. Film tutorial nie zawiera muzyki, w kadrze mogą być widoczne jedynie kursor lub ręka grafika z pisakiem oraz pojawiający się sukcesywnie w ślad za narracją schemat/rysunek lub tekst. Dla podkreślenia najważniejszych elementów schematu/rysunku lub tekstu mogą być użyte różne kolory, zakreślenia, obramowania, strzałki itp.

Wskazane jest również dynamiczne wyświetlanie w dolnej części ekranu najważniejszych pojęć omawianych w narracji. Film powinien trwać od 3 do 8 minut, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie. Ważne, aby uczeń mógł go zatrzymać w dowolnym momencie, samodzielnie spróbować wykonać dalej ćwiczenie, a następnie ponownie odtworzyć film i porównać wynik.

W przypadku filmów – samouczków należy zwrócić uwagę na spójność tekstu i ścieżki dźwiękowej. Istotnym zagadnieniem jest też unikanie błędów wymowy, dykcji, niedopowiadanie końcówek wyrazów. Film – tutorial w nauce programowania będzie rejestrował sekwencyjnie akcję na monitorze komputera, czyli zapisywanie programu wraz z narracją objaśniającą, na jakie elementy należy zwrócić uwagę, jakie błędy mogą wystąpić, jak sobie z nimi poradzić lub może być to film fabularny, który będzie inscenizować sytuację pisania programu lub rozmowy z informatykiem, który omawia poszczególne etapy tworzenia programu. Film – tutorial w matematyce może przybrać między innymi charakter instrukcji, która pokazuje, w jaki sposób stosować dany algorytm (np. dotyczący rozwiązywania równań kwadratowych) lub rozwiązać zadanie (np. geometryczne).

- **Film edukacyjny**

W przypadku niektórych zagadnień film powinien być zrealizowany jako materiał dokumentalny z warunków rzeczywistych, np. w centrum obliczeniowym, w szkolnej pracowni komputerowej itd. Może być przygotowany w całości lub częściowo w formie wywiadu z osobą kompetentną

w omawianym temacie. Sekwencje filmowe dokumentalne mogą być przeplatane fragmentami animowanymi, schematami itp.

Dopuszcza się możliwość wpływu odbiorcy na alternatywne rozwinięcie fabuły na podstawie podejmowanych przez niego wyborów. W tle filmu mogą pojawić się efekty dźwiękowe, o ile są powiązane z prezentowanym materiałem i nie zakłócają odbioru. Istotne jest dostosowanie języka używanego przez lektora w filmie i animacjach - należy zwrócić szczególną uwagę na funkcjonalność przekazu i brak komentarza odautorskiego (narzucanie opinii).

Filmy w matematyce i informatyce mogą być też wykorzystywane jako „startery do zajęć”, wprowadzające do danego zagadnienia czy działu programowego. Mogą zawierać ciekawostki, zachęcające do zgłębiania trudnych problemów matematycznych czy informatycznych, opisywać historię powstania czy dowodu danego twierdzenia, pokazywać zastosowania matematyki w otaczającej nas rzeczywistości.

Film powinien trwać od 3 do 8 minut, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie.

- **Audiobook**

Audiobook umożliwia odczyt treści, który można zastąpić formą audio, prezentowaną przez lektora lub – w przypadku, gdy tekst jest dialogiem (np. wywiadem) - przez większą liczbę osób. Zapewniona jest również możliwość śledzenia tekstu pisanego i jednocześnie dokonywanie jego odsłuchu.

W tle mogą pojawić się efekty dźwiękowe, o ile są powiązane z prezentowanym materiałem i nie zakłócają odbioru słuchanego tekstu. Nagranie powinno być dostosowane do poziomu odbiorcy, przykuwać jego uwagę i odzwierciedlać rzeczywistość i kontekst opisany w dialogu. Ponadto głos uczestników dialogu powinien być naturalny, nie sztucznie zmieniany, a uczestnicy odpowiednio dobrani do roli (role dzieci lub młodzieży powinny być odgrywane przez dzieci, lub młodzież, a nie przez osoby dorosłe).

Jeżeli w nagraniach pojawiają się wywiady ze specjalistami, to w nagraniu powinni uczestniczyć specjaliści, a nie osoby odgrywające ich role.

Nagranie powinno trwać od 3 do 5 minut, więc dłuższe scenariusze należy podzielić na części. Integralną częścią audiobooka jest polecenie lub zestaw poleceń, jakie uczeń powinien wykonać w trakcie odsłuchu, aby nagranie nie bazowało jedynie na transmisji i asymilacji wiadomości, a zmuszało ucznia do aktywnego uczenia się poprzez wykonanie określonych czynności na przykład konstruowanie rysunku, wykresu, schematu, modelu itp.

- **Gra edukacyjna**

Aplikacja umożliwiająca naukę poprzez grę lub/i grywalizację. Polega na takim zaprojektowaniu procesu dydaktycznego oraz metod pomiaru i ewaluacji efektów, aby środowisko edukacyjne działało w oparciu o mechanizmy stosowane w grach i tym samym zachęcało uczniów do większego zaangażowania i strategicznego myślenia. Gra edukacyjna może mieć charakter: (1) gry logicznej, w której wygrana uzależniona jest od poprawnego myślenia analitycznego i syntetycznego ucznia, (2) gry quizowej, w której wygrana zależy od wiedzy ucznia lub (3) strategicznej, w której uczeń

kreuje przebieg procesu lub charakter zjawiska opierając się na przesłankach naukowych. Ważne jest, aby zadania były dopasowane do poziomu „ucznia – gracza”, a także, aby każdy kolejny etap był trudniejszy i bardziej złożony. Osiągnięcie minimalnego, z góry określonego pułapu punktów na danym etapie gwarantuje przejście do kolejnego.

Gra może być połączeniem wizualizacji statycznych z dynamicznymi, z możliwością interakcji, kontrolowania danych i informacji zwrotnej.

Rodzaje gier, które można zaproponować uczniom:

- symulacje – uczeń może np. podróżować po krainie geometrycznej,
- gry tekstowe – gry oparte na tekście, np. wykonywanie działań arytmetycznych, rozwiązywanie prostych zadań tekstowych,
- gry nawiązujące do zmagania sportowych, np. kilkietapowe lub drużynowe,
- gry strategiczne, które wymagają planowania, podejmowania decyzji, oceny ich skuteczności (rozwiązywanie zadań prowadzących do wykorzystania np. rozumowania),
- gry logiczne – łamigłówki, krzyżówki, zagadki,
- gry przygodowe – o rozbudowanej fabule, wymagające np. współudziału innych uczestników (zadania tekstowe). Gry mogą stanowić dla wielu młodych ludzi bodziec do zgłębiania trudnych zagadnień matematycznych, niejako mimochodem. Mogą też zachęcać do samodzielnego pisania krótkich programów komputerowych. Gry pomagają też w utrwalaniu i rozszerzaniu konkretnych umiejętności, co w połączeniu z ich rozrywkowym charakterem, daje uczącym się poczucie sukcesu i ciekawego wykorzystania wiedzy. Bodźce emocjonalne i możliwość natychmiastowego skorygowania swoich błędów, stymulują pozytywnie logiczne myślenie i szybkość podejmowania decyzji.

- **Prezentacja multimedialna**

Umożliwia przedstawienia w logicznym ciągu przebiegu rozumowania lub wyjaśnienia nowych pojęć, podzielonego na poszczególne slajdy, wykorzystanie zrzutów ekranu, użycie animacji elementów slajdu. Pokazowi prezentacji powinno towarzyszyć nagranie narracji przez lektora. Całość powinna zawierać od 10 do 20 slajdów, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie.

Slajdy powinny być odpowiednio skonstruowane, z dobrze widocznymi szczegółami, bez zniekształceń, artefaktów (szczególnie ważne jest to przy rysunkach geometrycznych). Treść przekazu musi być zrozumiała, czytelna.

Informacje zawarte w prezentacji służą do realizacji określonego celu. Zatem ilość tekstu i obrazu musi być podyktowana zdolnością percepcyjną oraz interpretacyjną odbiorcy.

W matematyce prezentacje pełnią najczęściej rolę wspierającą i motywującą (np. pokazującą zastosowanie matematyki w kontekście realistycznym, obiekty w kształcie figur geometrycznych).

Prezentacja może być wzbogacona efektami dźwiękowymi, np. pochodzącymi z natury (np. odgłos jadącego samochodu może towarzyszyć zadaniu na prędkość – drogę – czas). Treści prezentowane są wtedy szybciej zapamiętywane i atrakcyjniejsze.

- **Infografika**

Informacja graficzna przedstawiona w prosty i zrozumiały dla odbiorcy sposób, jednocześnie będąca ciekawym, przyciągającym uwagę ujęciem tematu, systematyzująca graficznie dane. Wykorzystuje obrazy, diagramy, tabele w celu przedstawienia wzajemnych relacji i zobrazowania zależności między prezentowanym materiałem (np. schemat sieci WAN, MAN czy LAN).

Punktem odniesienia przekazu informacji jest uczeń, którego zadaniem jest zinterpretowanie danych, ich weryfikacja i wykorzystanie. Komunikaty powinny być atrakcyjne, zróżnicowane. Treści przekazywane będą najczęściej transcendentne, budowane na bazie obserwacji, wiadomości posiadanych przez uczących się. Wybór formy będzie zależny od charakteru przekazywanych wiadomości.

Infografika ma na celu nie tylko przekazywanie danych, ale też skłonienie uczącego się do ich zinterpretowania, porównania danych skupionych na stosunkowo niewielkiej powierzchni.

Manipulowanie obrazem lub znajdującymi się danymi. Wymiana wiedzy z obiektem interaktywnym poprzez bezpośrednie wskazanie informacji, które są w danym momencie niezbędne. Mile widziane będą dodatkowe informacje powiązane, np. w postaci danych ilościowych, jakościowych, definicji, efektów audiowizualnych, itp.

Dla matematyka przydatne będą opisy sytuacji w kartezjańskim układzie współrzędnych, zależności między pojęciami, grafy (np. drzewa stochastyczne), definicje, twierdzenia bez dowodów i wnioski z nich wypływające.

- **Galeria zdjęć interaktywnych**

Umożliwia zilustrowanie zagadnień dotyczących danego tematu, pożądany realizm wizualny - przedstawianie kształtów zgodne z rzeczywistością, staranność w wiernym odtworzeniu obiektów i zjawisk.

Galeria zdjęć interaktywnych może być wizualizacją statyczną (np. ilustracje, mapy, rysunki, diagramy, zdjęcia, wykresy, fragmenty tekstów). Obrazy mogą być odzwierciedleniem rzeczywistości lub do niej nawiązywać (np. portrety znanych matematyków) lub wyobrażać obiekty abstrakcyjne (np. figury geometryczne). Ważne jest przy tym, aby treść przekazu obrazowego była czytelna i zrozumiała, na co wpływ ma kształt występujących obiektów (ich rozmiar, liczba, kompozycja na płaszczyźnie), specyfika tekstur, jakość zarysów, relacja między obiektem a tłem. Dzięki uporządkowanej i zintegrowanej formie przekazu, będzie możliwe pełne zinterpretowanie przekazywanej informacji i wyciągnięcie pożądanych wniosków.

W przypadku obrazów tworzonych w systemach grafiki komputerowej (np. renderingu obiektów przestrzennych) mogą być wykorzystywane również fragmenty tekstów, znaczniki, sygnały jednowymiarowe (dobrym przykładem może być np. opis wieży zamkowej jako modelu graniastopuła).

Do zilustrowania np. przebiegu powstawania bryły obrotowej może być wykorzystana wizualizacja sekwencyjna, sprawiająca wrażenie przekazu dynamicznego.

Powinna zawierać 5-10 obrazów, opisanych za pomocą danych identyfikacyjnych i opisowych cechujących się spójną terminologią i frazeologią zapewniającą poprawne katalogowanie i wyszukiwanie w galerii. Odczytanie przez lektora dodatkowych informacji, opisów, ciekawostek lub dodatkowych opisów dla poszczególnych fragmentów obrazu.

Przykładem zastosowania galerii interaktywnej mogą być zagadnienia z edycji grafiki, kompresji informacji, tematy sprzętowe, dotyczące budowy komputera.

- **Animacja**

Wykorzystanie ruchomych obiektów do zilustrowania zagadnień np. związanych z liczbami, obliczeniami, wyprowadzaniem wzorów, dowodzeniem twierdzeń. W informatyce wykorzystanie m.in. do zilustrowania prostych algorytmów sortowania, algorytmów kryptograficznych, algorytmów zamiany liczb w różnych systemach (binarny, szesnastkowy, dziesiętny) i obliczeń na tych liczbach.

Ważna jest tu forma przekazu, integrująca różne rodzaje informacji zróżnicowane w zakresie przekazu (obraz, tekst, dźwięk), które powinny być płynnym strumieniem danych. Wszystkie formy reprezentowania informacji (w zakresie syntaktycznym i semantycznym) powinny dawać efekt synergii.

Animacja to jedno z multimediów najistotniejszych w interaktywnym uczeniu się matematyki. Animacja zaopatrzona w podkład dźwiękowy może służyć do prezentacji wstępnych pojęć, pokazania sposobu rozwiązywania zadań danego typu (np. dowodzenie twierdzenia Pitagorasa), łączenia treści teoretycznych z praktycznymi. Jest niezastąpiona w przypadku pokazania nietypowych rozwiązań danego zagadnienia.

- **Animacja 3D**

Animacja trójwymiarowa, umożliwiająca zilustrowanie zależności przestrzennych, zobrazowania brył i wyjaśnienia zagadnień stereometrii. Szczególnie pomocna w pokazaniu „składania się” siatki w bryle i odwrotnie. Stanowi również dobrą ilustrację dla brył wpisanych w inną bryłę.

Animacja dynamiczna może być wykorzystywana do demonstracji wyznaczania położenia punktu w przestrzeni (np. określania współrzędnych geograficznych), związków miarowych w bryłach.

- **Aplety**

Multimedia wykorzystujące silniki na Platformie (np. wykonane w programie Geogebra), ilustrujące zależności geometryczne, wykresy funkcji na płaszczyźnie, w układzie współrzędnych, zawierające wzory geometryczne, dane oraz obliczenia analityczne.

Szczególnie przydatne w konstrukcjach geometrycznych, wykresach funkcji. Mogą służyć do samodzielnego odkrywania zależności arytmetycznych i geometrycznych. Dzięki zmieniającym się danym i możliwością manipulowania punktami na ekranie, uczeń może od razu zaobserwować jak zmienia się sytuacja matematyczna w zależności od wzajemnej relacji między punktami czy liczbami.

- **Mapy myśli**

Mapy myśli to technika umożliwiająca szybkie, graficzne notowanie wszelkiego rodzaju informacji, wspomagająca twórcze myślenie i rozwijająca zdolności twórcze. Pomaga w zapisywaniu, porządkowaniu i zapamiętywaniu informacji głównie osobom o modalności wzrokowej (Buzan T.,

2006). Mapy Pojęć są dwuwymiarowymi reprezentacjami pojęć i ich wzajemnych relacji ze sobą. Opisują one relacje zachodzące pomiędzy pojęciami i terminami z jakiejś konkretnej dziedziny. W tym przypadku nie są to już dowolne skojarzenia. Szczególnie przydatne są uczniom o modalności wzrokowej - tzn. tych którzy najlepiej przyswajają wiadomości podane w formie wizualnej (Nodzyńska, 2007).

Mapy w niniejszej koncepcji proponuje się zastosować do porządkowania treści oraz zdobytych wiadomości i umiejętności, a także do przedstawiania różnych zależności. W uzasadnionych przypadkach uczeń powinien mieć możliwość samodzielnego konstruowania takiej mapy.

- **Schematy interaktywne**

W informatyce - zapisanie algorytmu lub wzoru matematycznego w formie schematu blokowego z możliwością weryfikacji kolejności bloków oraz analizy poprawności algorytmu, poprzez śledzenie wartości zmiennych. Interaktywność zapewnia zaspokojenie ciekawości badawczej ucznia. Schemat umożliwia uczniom budowanie dowolnych algorytmów poprzez wybór z palety odpowiednich klocków symbolizujących elementy i realizujących podstawowe działania informatyczne. Uczeń układa je zgodnie z algorytmem w schematy blokowe oraz ma możliwość sprawdzenia poprawności swoich działań. W części elementów może dokonywać notacji w postaci komentarzy, wprowadzania zmiennych, wydawania poleceń itp. Po uruchomieniu zbudowany algorytm może wykonywać się w sposób automatyczny lub krok po kroku.

W matematyce - schemat interaktywny umożliwia prześledzenie działania wzorów dla różnych zestawów danych, np. pokazuje algorytm rozwiązywania równania kwadratowego zupełnego i liczbę jego rozwiązań w zależności od znaku wyróżnika.

- **Symulacje interaktywne**

Aplikacja pozwalająca na modelowanie przebiegu wybranego procesu/zjawiska poprzez zmianę parametrów mających na niego wpływ. Dotyczy zjawisk i procesów o charakterze deterministycznym, których wynik jest w dużej mierze przewidywalny i zależny tylko od danych wejściowych i interakcji ze strony ucznia. Dane wejściowe jak i ich sposób przetwarzania (odpowiedź układu) muszą być zgodne z aktualną wiedzą naukową.

W zależności od poruszanej problematyki wynik symulacji może być przedstawiany w różnej formie, np. dynamicznego wykresu lub animacji (odpowiednio zmiana przebiegu krzywej i obrazu po interaktywnym wprowadzeniu nowych wartości parametru). O ile zostanie to zaznaczone, poza wynikiem modelowanego procesu/zjawiska symulacja interaktywna może zawierać również dodatkowe informacje z nimi powiązane, np. w postaci danych ilościowych, jakościowych, definicji itp. Może być wzbogacona krótkimi komunikatami narracyjnymi oraz efektami dźwiękowymi.

W informatyce ilustracja algorytmów zrandomizowanych, takich jak: symulacja Ruchów Browna, algorytm szybkiego sortowania QuickSort, gra w życie „Life”, automaty komórkowe Conwaya.

W matematyce do ilustracji wykresów funkcji (np. trygonometrycznych) z losowanymi parametrami, diagramów statystycznych.

- **Testerka (sprawdzarka) programów**

System automatycznego sprawdzania kodów źródłowych programów, możliwość uzyskania natychmiastowej informacji zwrotnej przez ucznia, czy poprawnie napisał program, zapewnienie

obiektywizmu oceny rozwiązania, stworzenie rankingu - wykorzystanie chęci rywalizacji. Jest to mechanizm typu SPOJ (ang. Sphere Online Judge) serwisu typu online judge, umożliwiający sprawdzenie swoich umiejętności programistycznych poprzez rozwiązywanie problemów. Dla każdego omawianego, a potem implementowanego przez uczniów algorytmu, oraz dla zadawanych zadań i ćwiczeń utrwalających, powinien powstać zestaw testów dla różnych danych, tak aby po wklejeniu w okienko kodu programu uczeń otrzymywał informację zwrotną, ile testów program przeszedł pozytywnie, czyli jak dobre jest wysłane rozwiązanie.

- **Testy samosprawdzające**

Głównym celem wykorzystania testów samosprawdzających jest szybka weryfikacja stopnia osiągnięcia zakładanych celów przez ucznia. Test może automatycznie przyznać odpowiednią liczbę punktów uczniowi, a nawet wystawić mu ocenę. Jest ona na tyle obiektywna, że wydaje się uczniom sprawiedliwa i rzetelna.

Nie wszystkie umiejętności daje się z ich pomocą sprawdzić, ale dobrze funkcjonują jako narzędzia pomocnicze. Najbardziej nadają się do sprawdzania wiedzy teoretycznej.

Mogą mieć ogranicznik czasowy i możliwość losowania pytań, zmiany liczb.

Uzyskanie natychmiastowego wyniku, działa na młodzież mobilizująco, pozwala na korygowanie niedociągnięć, ma też posmak rywalizacji.

Test nie powinien ograniczać się do zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru. Jeśli już jest takowy, komputer porównuje wtedy odpowiedzi ze wzorcem, podaje wyniki z możliwością sprawdzenia, które odpowiedzi były błędne. Cechy dobrego testu samosprawdzającego

- pytania powinny być krótkie, jasne, sformułowane poprawnie gramatycznie i metodycznie, wybierane spośród bazy pytań lub generująca inne dane,
- do zadań powinny być podane wskazówki, w przypadku złych odpowiedzi,
- znaczniki przy zadaniach powinny wskazywać czy dobrze, czy źle zadanie zostało rozwiązane,
- dany test może być uruchomiany samodzielnie lub w zestawie ze zbiorem testów w dowolnej lub określonej kolejności,
- test powinien być zaopatrzony w informację jakie wiadomości uczniów sprawdza (może to być zapis w tytule – np. test sprawdzający umiejętności obliczania wyrażeń zawierających potęgi),
- pytania powinny być dobierane personalnie i dopasowywane do poziomu użytkownika – w niektórych przypadkach na podstawie jego poprzednich wypowiedzi,
- wykorzystuje mechanizmy platformy do zapisu na danym profilu użytkownika,
- może być podsumowaniem działu, powtórzeniem wiadomości, sprawdzianem samodzielnie pozyskanej wiedzy,
- posiada możliwość eksportu wyników do nauczyciela.

6. Struktura e-materiału

Poprzez E-materiał do przedmiotów matematyka i informatyka w zakresie podstawowym i rozszerzonym należy rozumieć jednostkę tematyczną, która pełni następujące funkcje:

- Poprzez odpowiednio dobrany zestaw treści, poleceń i multimediów umożliwia uczniowi samodzielne poznanie poruszanego w e-materiale tematu.
- Bazując na zawartości e-materiału oraz scenariuszu lekcji umożliwia nauczycielowi realizację pełnej lekcji (45 minut) z danego przedmiotu w zakresie podstawowym lub/i rozszerzonym.

Pełny zestaw tematów e-materiałów do matematyki i informatyki, które są załącznikami do dokumentacji konkursowej, umożliwiają realizację podstawy programowej w zakresie podstawowym i rozszerzonym przewidzianym dla danego przedmiotu dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum, a także zawiera treści rozszerzające i wykraczające poza podstawę programową umożliwiające poszerzenie wiedzy i wszechstronny rozwój ucznia. Aktywności uczniów, które ma wspierać e-materiał, a w nim multimedia mają przede wszystkim wynikać z czasowników operacyjnych użytych w opisie wymagań szczegółowych zawartych we wspomnianej wyżej podstawie programowej (na przykład uczeń: opisuje, rozpoznaje, porządkuje, określa problem badawczy, formułuje hipotezę, planuje, dokumentuje, analizuje, przedstawia opinię, ocenia, odnosi się krytycznie do informacji i inne).

E-materiał powinien zawierać następujące bloki:

- I. **Wprowadzenie i cele nauczania skierowane do ucznia w II osobie liczby pojedynczej, sformułowane językiem dla niego zrozumiałym.**
- II. **Blok tekstowy** - powinien być ściśle połączony tematycznie z multimediami zawartym w e-materiale. Część tekstowa, w zależności od przyjętej koncepcji dydaktycznej, może być wprowadzeniem do zagadnień zawartych w multimediami lub przedstawieniem uzupełniających zagadnień teoretycznych, może spełniać rolę wyjaśniającą lub rozszerzającą. Może też stanowić podsumowanie e-materiału. Blok tekstowy powinien być tak przygotowany, aby stanowił zamkniętą całość, by mógł być wykorzystany opcjonalnie również osobno jako oddzielny moduł bez multimediami. Tekst powinien mieć charakter tekstu naukowego z odpowiednią terminologią (wyjaśnianą w słowniczku) opatrzonego, w zależności od potrzeb, tabelami, grafami przedstawiającymi różnego rodzaju klasyfikacje i podziały, zdjęciami ilustrującymi zagadnienia poruszane w tekście oraz wykresami ilustrującymi omawiane zagadnienie (nie należy ich rozumieć jako multimedia).
- III. **Multimedia bazowe powinno być** związane tematycznie z blokiem tekstowym e-materiału. Multimedia powinno być opracowane zgodnie z założeniami opisanymi w punkcie 4. niniejszej koncepcji oraz standardach merytoryczno-dydaktycznych do poszczególnych przedmiotów przyrodniczych, standardach funkcjonalnym i techniczno-graficznym oraz powinno uwzględniać wymagania dotyczące dostępności zgodnie z wymaganiami WCAG 2.0. na poziomie AA. Wykorzystanie multimediów powinno być zróżnicowane metodycznie. Każde multimedia należy opatrzyć poleceniem, lub zestawem poleceń jakie uczeń powinien wykonać, pracując z danym multimediami, aby proces uczenia odbywał się w sposób aktywny, a nie bierny. Polecenie/polecenia stanowią integralną część multimediami. Nie dopuszcza się, aby multimedia służyło tylko jednokierunkowej

transmisji informacji. Multimedia należy w taki sposób umieścić w e-materiale, aby w przyszłości możliwe było jego samodzielne wykorzystanie.

W tabelach tematów e-materiałów do przedmiotów matematyka i informatyka, będących załącznikiem do dokumentacji konkursowej, znajduje się propozycja bazowego multimedia spójna z zakresem merytorycznym danego e-materiału. Beneficjent konkursowy tylko w uzgodnieniu z ekspertem Ośrodka Rozwoju Edukacji może dokonać wyboru innego bazowego multimedia. W pierwszej kolejności główne multimedia do danego e-materiału zostanie wybrane z grupy bazowych multimedii określonych dla informatyki. Inne zmiany w wyborze bazowych multimedii mogą być dokonywane tylko w uzgodnieniu z ekspertami ORE.

W celu uatrakcyjnienia przekazu merytoryczno-dydaktycznego w całej grupie e-materiałów z matematyki i informatyki, powinien być reprezentowany każdy z rodzajów bazowych multimedii określonych w koncepcji e-materiałów dla tych przedmiotów.

- IV. Zestaw **interaktywnych ćwiczeń multimedialnych** . Ćwiczenia interaktywne mają za zadanie umożliwić uczniowi autoewaluację procesu uczenia się i sprawdzenie wiadomości i umiejętności zdobytych podczas pracy z e-materiałem, wynikających z różnych poziomów taksonomii celów według zmodyfikowanej klasyfikacji Benjamina Blooma. Sześć poziomów taksonomicznych ze sfery kognitywnej implikuje adekwatną liczbę i rodzaj ćwiczeń interaktywnych. Ćwiczenia powinny zostać dobrane w taki sposób, aby uczeń mógł zweryfikować zapamiętanie wiadomości, zrozumienie treści, zastosowanie zdobytej wiedzy w sytuacjach typowych i problemowych, a także w miarę możliwości kształtować umiejętności intelektualne takie jak analiza, ocena, synteza, adaptacja i kreatywność. Przykładowo zastosowanie ćwiczeń sprawdzających te same aktywności ucznia, które wykonywał podczas korzystania z multimedia da możliwość uczniowi sprawdzenie się w sytuacjach typowych, natomiast wymaganie od ucznia innych aktywności w nowej sytuacji, z wykorzystaniem innych danych, innych warunków umożliwi mu sprawdzenie się w sytuacjach problemowych. Zaleca się więc, by w każdym e-materiale zestaw obejmował minimum **8 różnorodnych ćwiczeń interaktywnych**. Ćwiczenia powinny odnosić się bezpośrednio lub pośrednio do zagadnień omówionych w bloku tekstowym i ukazanych w multimedia. Ćwiczenia multimedialne powinny być ułożone w sposób noszący znamiona testu wielostopniowego, czyli być ułożone od ćwiczeń łatwiejszych do trudniejszych. Każde ćwiczenie powinno być opatrzone informacją zwrotną z zachowaniem zasad oceniania kształtującego (np. „jeśli rozwiązałeś to zadanie to znaczy, że.....” , „jeśli miałeś trudności z wykonaniem tego zdania wróć doi spróbuj jeszcze raz wykonać.....”) wskazując uczniowi jego mocne strony i drogi osiągnięcia sukcesu. Każde z ćwiczeń musi być odrębnym obiektem. Nie dopuszcza się łączenia kilku ćwiczeń w jeden obiekt. W ramach ćwiczeń interaktywnych dopuszczalne jest wykorzystywanie narzędzi platformy lub obiektów WOMI Interaktywne (np. apletów, widżetów).

Drugim zasobem multimedialnym w przypadku informatyki dla e-materiałów, w których przewidziana jest implementacja algorytmu w postaci języka programowania C ++, Java lub Python, drugim obowiązkowym multimedia była tzw. **Testerka** - czyli sprawdzarka kodów programów (szczegółowy opis w koncepcji merytorycznej dla e-materiałów z

informatyki i matematyki oraz w standardzie merytoryczno-dydaktycznym dla informatyki). W pozostałych e-materiałach z informatyki drugim multimedium powinien być zestaw ćwiczeń interaktywnych (minimum 8), zgodnie z opisem powyżej.

W uzasadnionych przypadkach merytoryczno-dydaktycznych, po uzgodnieniu z ekspertami merytorycznymi ORE, beneficjent konkursowy może dokonać wyboru innego drugiego multimedium.

V. **Słowniczek** – powinien zawierać wyjaśnienie trudnych terminów zawartych w e-materiale.

VI. **Scenariusz lekcji** – obowiązkowy element każdego e-materiału, przeznaczony dla nauczyciela, składający się z:

Część I - metryczka:

- Poziom edukacyjny, klasa
- Kształtowane kompetencje kluczowe
- Cele lekcji zgodne ze zrewidowaną taksonomią celów Blooma, w tym minimum jeden cel z poziomu 3-6 sfery kognitywnej, sformułowane w postaci SMART
- Strategia nauczania
- Formy zajęć
- Środki dydaktyczne potrzebne do realizacji lekcji

Część II – Wprowadzenie do lekcji:

- Zaciekawienie
- Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązanie do tej wiedzy:

Część III – Realizacja:

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania bazowego multimedium (proponując kolejne etapy lekcji ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji dydaktycznych sprzyjających samodzielnemu konstruowaniu wiedzy przez uczniów)
- Rekonstruowanie wiedzy uczniów

Część IV – Podsumowanie:

- Zastosowanie skonstruowanej wiedzy

Część V – Materiały pomocnicze

Część VI – Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium tzn. jak można je wykorzystać podczas lekcji, przed lekcją lub po lekcji.

Niedopuszczalne jest wykorzystanie tego samego zasobu multimedialnego (np. filmu, animacji, grafiki interaktywnej, zestawu ćwiczeń interaktywnych) w dwóch e-materiałach, realizujących inne lub to samo wymaganie szczegółowe z podstawy programowej z danego przedmiotu.

W szczególnie uzasadnionych przypadkach merytoryczno-dydaktycznych, po uzgodnieniu z ekspertem merytorycznym ORE, dopuszcza się zastosowanie takiego samego multimedium, ale pod warunkiem liczenia go tylko w jednym e-materiale jako nowego, a w innych jako dodatkowego „trzeciego” multimedium.

Opracowanie e-materiałów do poszczególnych przedmiotów przyrodniczych ma spowodować zwiększenie liczby bezpłatnych i dostępnych multimedii. Niedopuszczalne jest wykorzystywanie zasobów już istniejących na platformie www.epodreczniki.pl.

Źródła:

Bibliografia

- Red. Hojnacki L., Mobilna edukacja. Rewolucja w nauczaniu – poradnik dla edukatorów, Technik Global, Warszawa 2013 r.
- Bruner J.S., Haste H., Making sense. The child's construction of the world, New York: Methuen 1987
- Semadeni Z., Podejście konstruktywistyczne do edukacji wczesnoszkolnej, ORE, Warszawa 2016 r.
- Dylak S., Strategia kształcenia wyprzedzającego, Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań 2013
- Red. Tomaszewska – Wieczorek M., Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona. Analiza cyfrowych aspektów dydaktyki gimnazjum i szkoły średniej, Stowarzyszenie Miasto w Internecie, 2013
- Khan S., Akademia Khana. Szkoła bez granic, Media Rodzina, Poznań 2013
- Lorens R., Nowe technologie w edukacji, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa, 2011
- Bednarek J., Multimedia w kształceniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008

Netografia

<http://www.bc.ore.edu.pl/dlibra/doccontent?id=845> [dostęp 27.03.2018 r.]

https://pl.wikipedia.org/wiki/System_dydaktyczny [dostęp 27.03.2018 r.]

http://encyklopediadziecinstwa.pl/index.php?title=Konstruktywizm_jako_teoria_uczenia_si%C4%99 [dostęp 27.03.2018 r.]

<http://webquest.org/sdsu/taskonomy.html> [dostęp 27.03.2018 r.]