

Założenia teoretyczne pomiaru w dziedzinie innowacyjnej *Uczenie się w cyfrowym świecie*

Ramy teoretyczno-metodologiczne pomiaru

Celem badania PISA 2025 w części *Uczenie się w cyfrowym świecie* (*Learning in the Digital World*; LDW) jest dostarczenie porównywalnych w skali międzynarodowej wyników dotyczących tego, na ile skutecznie uczniowie potrafią **samodzielnie rozwiązywać problemy oraz samodzielnie się uczyć**, wykorzystując **narzędzia komputacyjne** (takie jak programowanie blokowe, symulacje, schematy blokowe, interaktywne mapy pojęciowe) i stosując **działania komputacyjne** (takie jak dekompozycja problemu, wychwytywanie wzorów, abstrakcja, a także tworzenie i optymalizacja algorytmów i modeli).

Badanie LDW PISA 2025 koncentruje się na ocenie dwóch kluczowych obszarów:

- 1) komputacyjnego rozwiązywania problemów (rozumianego jako umiejętność tworzenia rozwiązań, które mogą być interpretowane i wykonywane przez komputer);
- 2) samoregulacji uczenia się (tj. umiejętności skutecznego zarządzania własnym procesem uczenia się, w tym planowania, monitorowania i oceniania własnych postępów).

Uczniowie rozwiązują problemy na platformie cyfrowej, na której mają dostęp do narzędzi komputacyjnych (np. do symulacji i programowania blokowego) i do pomocy naukowych (takich jak tutoriale, przykładowe rozwiązania czy interaktywne komunikaty z informacją zwrotną). Uczniowie tworzą i optymalizują własne rozwiązania komputacyjne (tzw. *computational artefacts*), czyli:

- a) algorytmy – służące do sterowania zautomatyzowanymi obiektami (jak np. roboty);
- b) modele – służące do odwzorowywania (modelowania) systemu i przewidywania jego stanów.

Oprócz części kognitywnej badanie LDW PISA 2025 obejmuje także szereg pytań zawartych w kwestionariuszu ucznia. Dotyczą one zarówno sposobów wykorzystania zasobów cyfrowych w uczeniu się, jak i strategii uczenia się i zarządzania własną pracą. Część kontekstowa badania LDW umożliwia m.in. identyfikację czynników (jak np. style pracy ucznia, otwartość na informację zwrotną, korzystanie z narzędzi cyfrowych) mających wpływ na wyniki uzyskiwane przez uczniów w części kognitywnej (nie tylko w zakresie LDW, lecz także podstawowych dziedzin badania).

W zakres badania LDW PISA 2025 nie wchodzi natomiast umiejętności związane z wyszukiwaniem informacji przy użyciu narzędzi cyfrowych (np. używanie wyszukiwarek internetowych), jako że opierają się one również na innych umiejętnościach niż tylko komputacyjne rozwiązywanie problemów (np. na umiejętności poszukiwania informacji i ich krytycznej oceny).

Badanie LDW nie służy również pomiarowi poziomu umiejętności korzystania z szeroko pojętych technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK), w szczególności programów do tworzenia tekstów, grafik, komunikowania się, współdzielenia plików czy zarządzania pracą w grupie.

Niemniej jednak w przyszłych analizach będzie uwzględniona biegłość obsługi platformy testowej, a jej pomiar dokonany zostanie na podstawie tzw. danych procesowych, czyli zbieranych automatycznie niedeklaratywnych danych o zachowaniu użytkowników platformy (np. czas spędzony na danym ekranie, ruchy myszki, otwieranie poszczególnych zakładek, okresy bezczynności).

Czym jest uczenie się w cyfrowym świecie

W badaniu LDW PISA 2025 konstrukt „uczenie się w cyfrowym świecie” definiuje się jako „umiejętność iteracyjnego, samodzielnego uczenia się i rozwiązywania problemów z zastosowaniem narzędzi i działań komputacyjnych”.

Badanie opiera się na podejściu konstruktywistycznym, kładąc nacisk na aktywny (a nie bierny, odbiorczy) i iteracyjny (a więc polegający na stopniowym, „krokowym” postępie) charakter uczenia się. Stawia w centrum uczenie się poprzez działanie, z wykorzystaniem zewnętrznych narzędzi (np. środowisk do programowania blokowego czy do tworzenia symulacji) i z użyciem pomocy edukacyjnych takich jak tutoriale, przykłady rozwiązań czy interaktywna informacja zwrotna.

W myśl założeń teoretycznych badania LDW PISA 2025 pomiar umiejętności uczniów nie koncentruje się na sprawdzeniu zdolności badanych do odtwarzania posiadanej wiedzy i umiejętności w nieznanej (nowej) sytuacji problemowej (jak to miało miejsce na przykład w badaniu Creative Problem Solving PISA 2012). Nacisk położony jest raczej na **sam proces uczenia się** – w szczególności na to, w jaki sposób uczniowie korzystają z dostępnych zewnętrznych zasobów edukacyjnych, aby poszerzać swoją wiedzę i skutecznie realizować cele określone w scenariuszu zadania.

Narzędzia komputacyjne wykorzystywane w badaniu (do programowania, symulacji i modelowania) zostały zaprojektowane tak, by były dostępne i intuicyjne w użyciu dla uczniów. Umożliwiają one odwzorowywanie i manipulowanie relacjami między zmiennymi w systemie, generowanie danych w celu weryfikacji hipotez, prognozowanie przyszłych stanów systemu albo do sterowania zachowaniem jednego lub wielu obiektów w ramach symulacji.

Każde narzędzie umożliwia uczniom stworzenie własnego rozwiązania komputacyjnego (*computational artefact*), pomagając w lepszym zrozumieniu zjawiska (np. tego, w jaki sposób zmienne w systemie są ze sobą powiązane i jak ten system funkcjonuje), a w konsekwencji – w rozwiązaniu problemu określonego w scenariuszu zadania.

Zakłada się, że w ramach pracy nad zadaniami uczniowie osiągną tzw. strefę najbliższego rozwoju (*zone of proximal development*¹), korzystając samodzielnie z przykładowych rozwiązań, informacji i narzędzi dostępnych na platformie testowej. Od uczniów oczekuje się przy tym zarządzania procesami samodzielnego uczenia się, zarówno na poziomie poznawczym (tj. opanowywania i stosowania strategii rozwiązywania problemów), metapoznawczym (tj. identyfikacji luk we własnej wiedzy i krytycznej oceny zastosowanych strategii w kontekście wymagań zadania), jak i na poziomie afektywnym (np. utrzymywanie zaangażowania, wytrwałość wobec niepowodzeń).

Narzędzia badawcze

Na potrzeby kognitywnej części badania stworzono sześć 30-minutowych scenariuszy z zadaniami, z których jedna połowa zawiera zadania z zakresu **programowania**, a druga – skupia się na **modelowaniu**. Choć każdy ze scenariuszy osadzony jest w innym kontekście, wszystkie mają tę samą strukturę wewnętrzną. Standaryzacji poddano zasady projektowania scenariusza, uwzględniając takie jego elementy jak:

- cele do osiągnięcia,
- organizację przestrzeni roboczej i dostępne dla uczniów funkcjonalności interfejsu,
- mechanizmy wsparcia uczniów w pracy (tutoriale, przykłady rozwiązań, informacja zwrotna),
- zakładane rezultaty pracy na poszczególnych etapach,
- katalog zdarzeń (np. całkowity czas spędzony na rozwiązywaniu zadań, liczba i parametry wykonanych symulacji, wykorzystanie dostępnych pomocy naukowych, modyfikacje i uzupełnienia wprowadzane w algorytmie lub w modelu w trakcie pracy).

¹ Według Vygotsky'ego (1978) „strefa najbliższego rozwoju” reprezentuje lukę między tym, co w określonym momencie dana osoba wie i może zrobić samodzielnie, a tym, czego jest w stanie nauczyć się od bardziej kompetentnych innych osób.

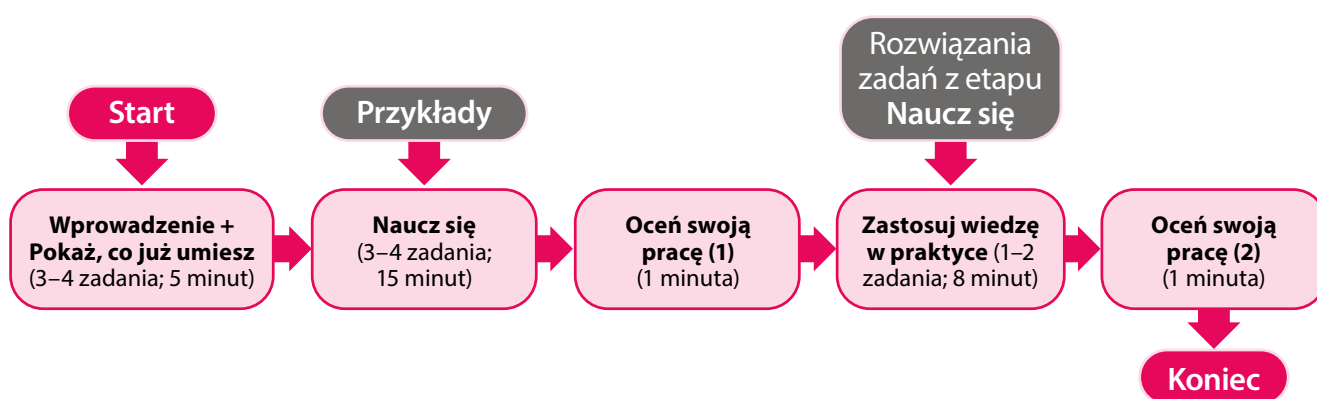
Dzięki nałożeniu ograniczeń na powyższe parametry narzędzi badawczych zagwarantowana jest porównywalność pomiędzy poszczególnymi scenariuszami, co jest kluczowe przy formułowaniu wniosków na temat umiejętności uczniów w zakresie mierzonego w teście konstrukt.

Główną trudnością związaną z wypracowaniem modelu scenariusza LDW PISA 2025 była ograniczona ilość czasu dostępnego dla każdego ucznia. W ramach badania LDW uczniowie mają do dyspozycji 1 godzinę (2 razy po 30 minut). Test musi koncentrować się na celach, które są dla uczniów realne do osiągnięcia w wyznaczonym czasie. Z tego względu cele edukacyjne w każdym scenariuszu zaprojektowane są jako kolejne etapy – kroki pośrednie – w szerszym, wieloetapowym procesie tworzenia rozwiązania komputacyjnego (modelu lub algorytmu).

Scenariusze zostały zaprojektowane według zasady „niski próg wejścia, wysoki pułap możliwości”. Oznacza to, że każdy uczeń jest w stanie rozwiązać przynajmniej część zadań, ale z drugiej strony – że większość uczniów nie jest w stanie w pełni ukończyć zadań bez skorzystania z pomocy dostępnych na stronie.

Scenariusz podzielony jest na etapy, różniące się pod względem poziomu trudności i wymaganego od ucznia poziomu samodzielności. Pracując nad swoimi rozwiązaniami, uczniowie mają możliwość stosowania i wykorzystywania tego, czego nauczyli się na wcześniejszych etapach. Taka organizacja scenariusza ma na celu odtworzenie autentycznych doświadczeń edukacyjnych w środowisku cyfrowym. Budowę scenariusza przedstawia schemat z rysunku 1.

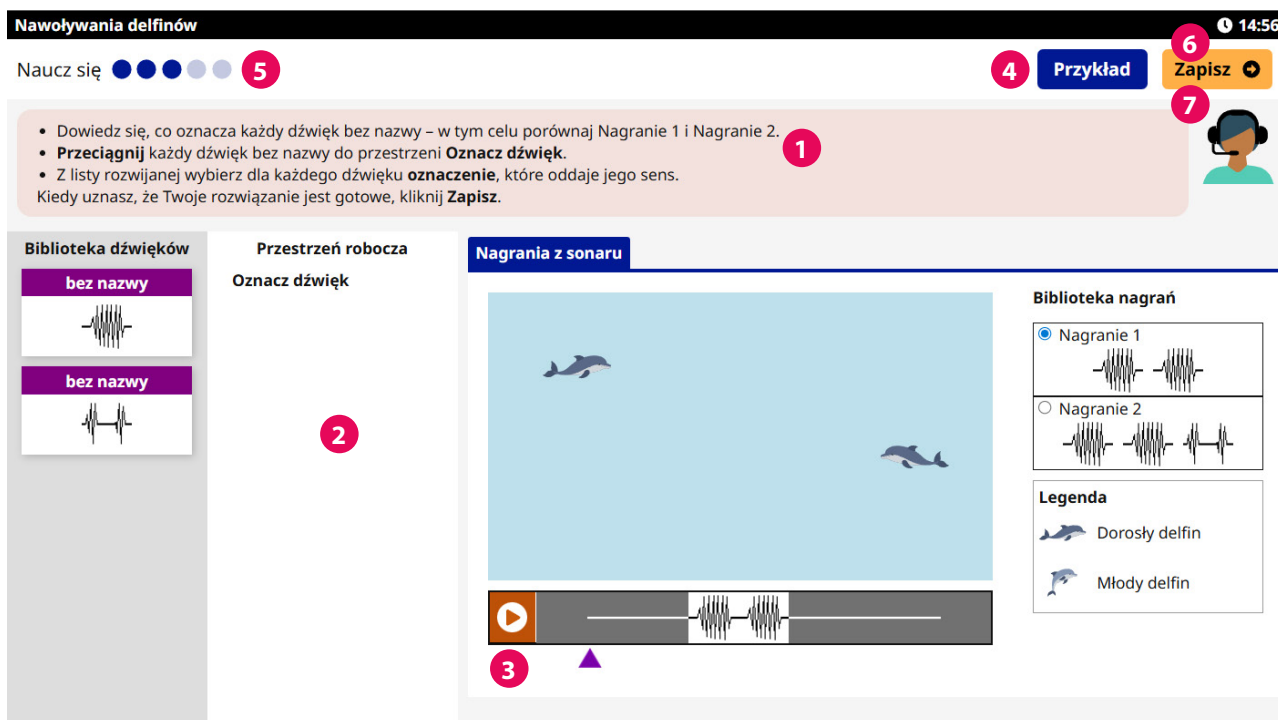
Rysunek 1. Schemat budowy scenariusza w badaniu LDW



Poniżej na przykładzie scenariusza „Nawoływania delfinów” przedstawiono funkcjonalności platformy testowej i przebieg badania LDW.

Funkcjonalności platformy testowej

Rysunek 2. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów” – część „Naucz się” 1



- 1 Okienko instrukcji i poleceń: Cel zadania może być przedstawiony opisowo lub wizualnie, na przykład poprzez wyświetlenie oczekiwanego stanu końcowego. W większości zadań ze scenariusza aby odpowiedzieć na pytania, uczniowie muszą wpierw stworzyć rozwiązanie komputacyjne i użyć go do znalezienia właściwej odpowiedzi.
- 2 Przestrzeń robocza: uczniowie budują tu swoje rozwiązanie komputacyjne (algorytm lub model). Układ przestrzeni roboczej zależy od narzędzi komputacyjnych użytych w scenariuszu z zadaniami i od specyfiki poszczególnych zadań.
- 3 Funkcja testowania: poprzez uruchomienie testu uczniowie otrzymują natychmiastową informację zwrotną na temat poprawności i kompletności swoich rozwiązań komputacyjnych. Forma otrzymywanej informacji jest różna w zależności od scenariusza. W scenariuszu „Nawoływania delfinów”, z którego pochodzi powyższy rysunek, uczniowie mają możliwość oglądania symulacji zachowania delfinów w zależności od zbudowanego w przestrzeni roboczej i wyemitowanego w sonarze ciągu sygnałów. W innych scenariuszach informacja zwrotna, oprócz symulacji zachowania systemu, zawiera przedstawione liczbowo wartości zmiennych uwzględnianych w budowanym modelu.

- 4 Przykłady: uczniowie mogą zapoznać się z opatrzonymi komentarzem rozwiązaniami podobnego zadania. Na późniejszym etapie scenariusza uczniowie mają dodatkowo możliwość zapoznania się z poprawnymi rozwiązaniami zadań, nad którymi pracowali wcześniej.
- 5 Pasek postępu: informuje o liczbie ekranów/zadań w danej fazie testu (jasnoniebieskie kropki) oraz o liczbie ekranów/zadań, które uczeń przeszedł lub ukończył (ciemniejsze niebieskie kropki).
- 6 Timer: cyfrowy zegar wskazuje czas pozostały na przejście ekranów/rozwiązanie zadań w danej sekcji. Po upływie wyznaczonego czasu uczniowi wyświetla się komunikat, a program wymusza przejście do kolejnej sekcji.
- 7 Przycisk „Prześlij”: Uczniowie klikają przycisk, aby przesłać swoje rozwiązanie i przejść do następnego ekranu lub zadania. Przed przejściem do kolejnego ekranu uczniom wyświetlany jest komunikat z pytaniem, czy na pewno chcą przejść dalej. Wyjątkiem jest sytuacja, gdy czas przeznaczony na pracę w danej sekcji scenariusza upłynął.

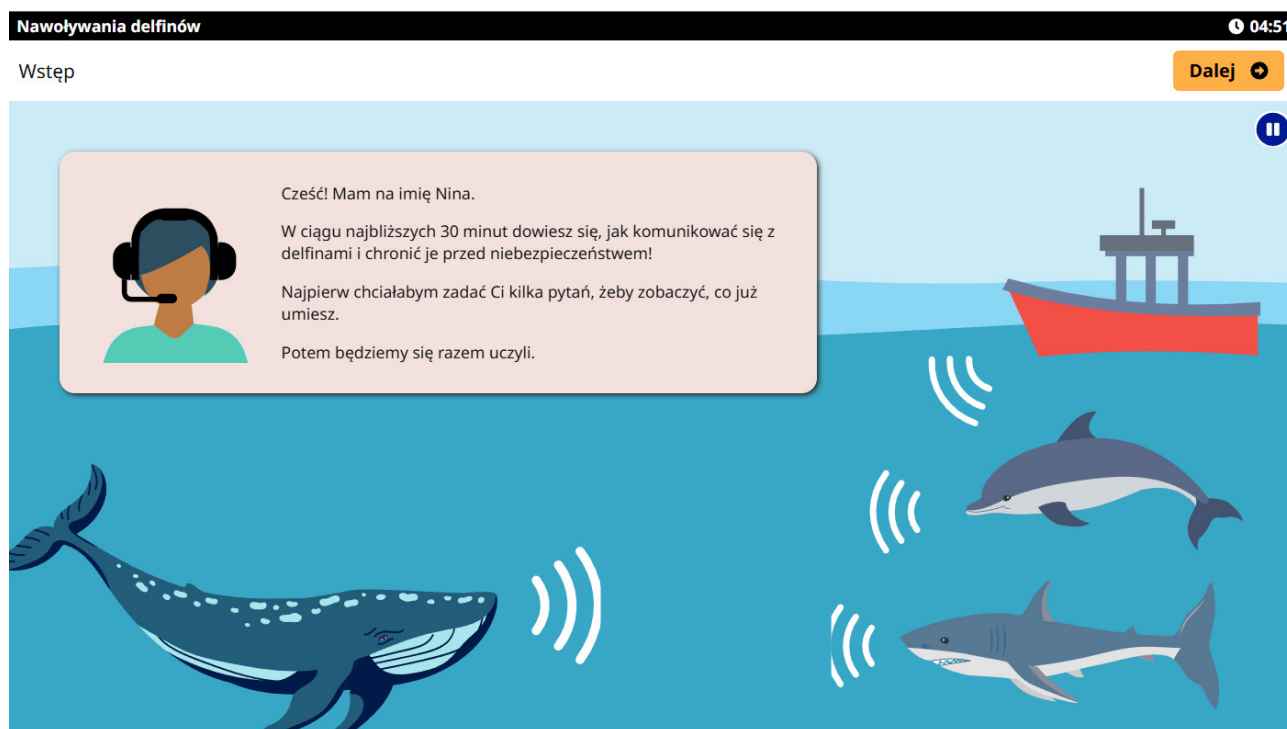
Przebieg badania na przykładzie scenariusza „Nawoływania delfinów”

Rodzaje zadań i kolejność ich występowania w obrębie poszczególnych scenariuszy zilustrowano poniżej na przykładzie odtajnionego scenariusza o nazwie „Nawoływania delfinów”. Uczniowie uczą się w nim kodować i dekodować komunikaty wykorzystywane przez delfiny do porozumiewania się. W środowisku symulacyjnym obserwują, jak zmienia się zachowanie zwierząt w zależności od wyemitowanych w wirtualnym sonarze komunikatów, a także w zależności od innych czynników (takich jak wiek delfina albo odległość od źródła dźwięku). Wykonując coraz bardziej złożone zadania, w kolejnych krokach zapoznają się z systemem komunikacji. Dzięki jego odtworzeniu możliwe jest zrealizowanie ostatecznego celu określonego w scenariuszu, czyli zaprojektowanie i wyemitowanie komunikatu w taki sposób, by wszystkie delfiny znalazły się w bezpiecznej dla nich strefie z dostępem do pożywienia.

Wstęp

Każdy scenariusz zaczyna się od statycznej strony, która wprowadza ogólny cel (lub cele) do osiągnięcia przez ucznia i krótko opisuje przebieg pracy. W tej sekcji wprowadza się również postać cyfrowego asystenta (w poniższym przykładzie jest to Nina), który w scenariuszu pełni rolę opiekuna, udzielając informacji, zadając uczniom pytania, prowadząc ich przez interfejs itp.

Rysunek 3. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów” – „Wstęp”



Pokaż, co już umiesz

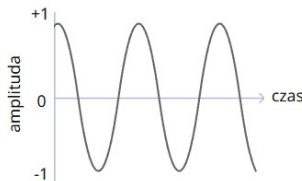
Po wprowadzeniu następuje od czterech do pięciu krótkich zadań testu wstępnego (etap „Pokaż, co już umiesz”). Test ten służy pomiarowi początkowego poziomu wiedzy i umiejętności uczniów, co jest niezbędne do późniejszego oszacowania, jak wiele nauczyli się oni podczas pracy. Scenariusze na tym etapie obejmują test wielokrotnego wyboru, pytania zamknięte typu prawda/fałsz i proste zadania interaktywne. Koncentrują się one na kluczowych pojęciach i na czynnościach, które uczniowie będą musieli wykonywać na późniejszych etapach pracy w ramach scenariusza. Na przykład w scenariuszu „Nawoływania delfinów” zadania z etapu „Pokaż, co już umiesz” sprawdzają rozumienie reguł następstwa elementów w sekwencji, odczytywania diagramów falowych (dla fali dźwiękowej) czy budowania sekwencji komend kierujących ruchem obiektu w przestrzeni dwuwymiarowej. Co istotne, na tym etapie uczniowie nie mają jeszcze dostępu do odpowiedzi ani do informacji zwrotnej.

Rysunek 4. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Pokaż, co już umiesz”

Nawoływania delfinów 04:57

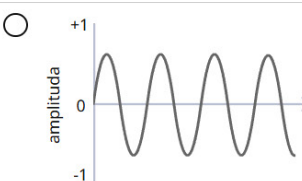
Pokaż, co już umiesz ●●●●● Dalej ➔

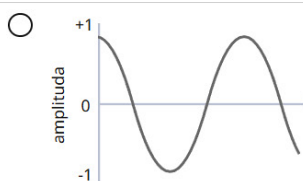
Dźwięk jest falą. Można go przedstawić na diagramie falowym.

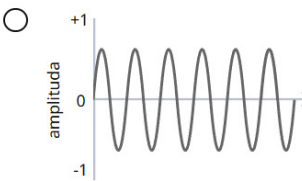


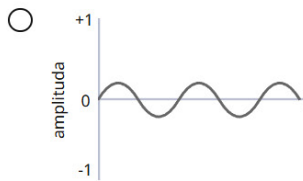
Głośnie dźwięki mają większą amplitudę niż dźwięki ciche.

Który z następujących diagramów falowych przedstawia najgłośniejszy dźwięk?

☐ 

☐ 

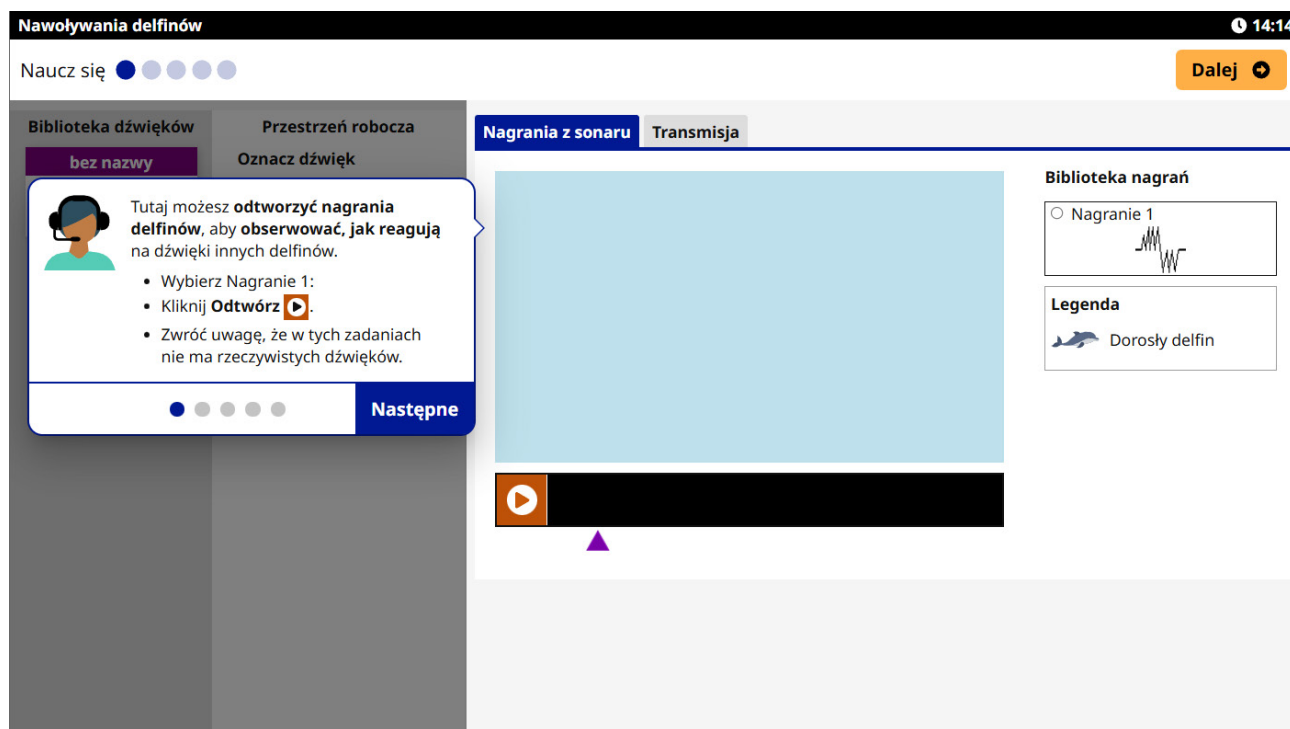
☐ 

☐ 

Naucz się

Etap „Naucz się” składa się z serii interaktywnych zadań, na których uczniowie uczą się kluczowych pojęć i nabywają umiejętności w zakresie posługiwania się dostępnymi narzędziami oraz tworzenia rozwiązań komputacyjnych. Cele uczenia się są ściśle określone, osiągalne i mierzalne. W przypadku scenariusza „Nawoływania delfinów” na tym etapie uczniowie powinni nauczyć się łączyć informacje z instrukcji w samouczku, z diagramów falowych, biblioteki nagrań i z symulatora, który daje możliwość obserwowania różnic w zachowaniu delfinów w zależności od sekwencji nadanych sygnałów.

Rysunek 5. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Naucz się” 2



Etap „Naucz się” rozpoczyna się od ustrukturyzowanego i interaktywnego samouczka prowadzonego przez cyfrowego asystenta. Zawiera on instrukcje i proste zadania do wykonania na platformie. Głównym celem samouczka jest zapoznanie uczniów z interfejsem, możliwościami i podstawowymi funkcjami narzędzi komputacyjnych platformy. W wielu przypadkach uczniowie oglądają krótkie filmy wideo, co ma zmniejszyć obciążenie związane z czytaniem. Są oni także instruowani przez prowadzącego agenta, jak wykonać określone czynności (np. przeciągnąć i upuścić blok do obszaru roboczego czy uzyskać dostęp do przykładu, klikając przycisk). Co istotne, jeśli uczeń wielokrotnie próbuje przejść dalej, pomijając czynność wskazaną w instrukcji, system automatycznie zademonstruje mu tę czynność przed przejściem do następnego kroku.

Zadania z etapu „Naucz się” zostały zaprojektowane tak, by były intuicyjne i łatwo dostępne. Niemniej jednak instrukcje samouczka i podpowiedzi mają dodatkowo zapewnić wszystkim uczniom minimalną biegłość potrzebną do zaangażowania się w pracę nad pozostałymi zadaniami przewidzianymi w scenariuszu.

Po wykonaniu instrukcji z samouczka uczniowie wykonują od trzech do czterech zadań otwartych przy użyciu narzędzi komputacyjnych. Zadania te dobrane są tak, aby obejmowały różne typy problemów i przygotowywały do zrealizowania wszystkich celów scenariusza.

Na tym etapie uczniowie mają możliwość przećwiczenia co najmniej raz, ale często wielokrotnie, kluczowych umiejętności, których będą musieli użyć w zadaniu „Zastosuj”

Rysunek 6. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Naucz się” 3

Nawoływania delfinów 14:52

Nauć się ●●●●● Przykład Zapisz

- Porównaj Nagranie 3 i Nagranie 4, aby dowiedzieć się, co oznacza dźwięk bez nazwy.
- Przeciągnij** dźwięk bez nazwy do przestrzeni **Oznacz dźwięk**. Z listy rozwijanej wybierz **oznaczenie**, które pasuje do znaczenia tego dźwięku. Na koniec odpowiedz, które delfiny odpowiednio reagują na drugi dźwięk wysyłany przez nawołującego delfina?

Biblioteka dźwięków

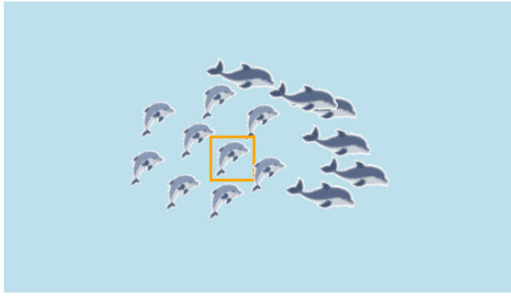
Cześć

bez nazwy

Przestrzeń robocza

Oznacz dźwięk

Nagrania z sonaru





Odtwarzanie: Nagranie 3

Biblioteka nagrań

☒ Nagranie 3

☐ Nagranie 4

Legenda

 Dorosły delfin

 Młody delfin

Przykładowo, w scenariuszu „Nawoływania delfinów” jednym z zadań w etapie „Naucz się” jest zinterpretowanie znaczenia poszczególnych sygnałów na podstawie obserwacji zachowania delfinów w symulatorze (i na podstawie zmiany tego zachowania w reakcji na zmianę nadawanego sygnału). W kolejnych zadaniach uczniowie powinni wykorzystać zdobytą wiedzę o znaczeniu poszczególnych komunikatów do odpowiedniego pokierowania zachowaniami delfinów.

Po każdym zadaniu w etapie „Naucz się” uczniowie odpowiadają na pytanie dotyczące rezultatu ich pracy. Wyświetla im się również rozwiązanie zadania z komentarzem, tak by mogli porównać je z własnym rozwiązaniem i wykorzystać na kolejnych etapach pracy.

10/20

Rysunek 7. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Naucz się” 4

Nawoływania delfinów

13:33

Naucz się

Przykład

Przejdź do następnego zadania

Poprawne rozwiązanie:

Bawmy się

tylko młode delfiny znajdujące się blisko nawołującego delfina

Twoje rozwiązanie:

bez nazwy

Aby rozwiązać to zadanie, porównałaś(-eś) czynności i nawoływania wysyłane przez delfiny na nagraniach.

W obu nagraniach **tylko młode delfiny reagują na** : niektóre nawoływania wywołują reakcję tylko u konkretnych delfinów.

Na Nagraniu 4 **tylko młode delfiny, które znajdują się dostatecznie blisko** nawołującego delfina, reagują na nawoływanie: delfiny nie usłyszą nawoływania, jeśli znajdują się zbyt daleko źródła dźwięku!

Oceń swoją pracę [1]

Po zakończeniu etapu „Naucz się” (a przed etapem „Zastosuj wiedzę w praktyce”) uczniowie odpowiadają na szereg pytań dotyczących oceny trudności testu, własnego samopoczucia w kontekście wykonywanych zadań, własnych postępów i dotychczasowych rezultatów.

Rysunek 8. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Oceń swoją pracę”

Aplikacja Fitness

01:47

Oceń swoją pracę

Dalej

W każdej linii wybierz opcję, która najlepiej oddaje Twój obecny stan.

1	☐ Bardzo zestresowana(-y)	☐ Zestresowana(-y)	☐ Spokojna(-y)	☐ Bardzo spokojna(-y)
2	☐ Bardzo niezadowolona(-y) ze swojego rozwiązania	☐ Niezadowolona(-y)	☐ Zadowolona(-y)	☐ Bardzo zadowolona(-y) ze swojego rozwiązania
3	☐ Bardzo zagubiona(-y)	☐ Zagubiona(-y)	☐ Nie bardzo zagubiona(-y)	☐ Zupełnie niezagubiona(-y)
4	☐ Bardzo znudzona(-y)	☐ Znudzona(-y)	☐ Zainteresowana(-y)	☐ Bardzo zainteresowana(-y)

Ten sam zestaw pytań wyświetlany jest uczniom na zakończenie pracy w scenariuszu (po przejściu zadań z etapu „Zastosuj wiedzę w praktyce”). Dzięki temu możliwe jest m.in. uchwycenie ewentualnych zmian samooceny dokonujących się w trakcie realizacji scenariusza.

Zastosuj wiedzę w praktyce

Na ostatnim etapie scenariusza, „Zastosuj wiedzę w praktyce”, zadaniem uczniów jest wykorzystanie pojęć i procedur, nad którymi pracowali w sekcji „Naucz się” w ramach rozbudowanego zadania otwartego. W przypadku niektórych scenariuszy etap „Zastosuj wiedzę w praktyce” składa się z kilku zadań, aby zapewnić uczniom wystarczająco dużo możliwości do wykazania się zdobytą wiedzą i umiejętnościami.

Na przykład w pierwszym zadaniu etapu „Zastosuj wiedzę w praktyce” w scenariuszu „Nawoływania delfinów” uczniowie proszeni są o zaprojektowanie komunikatu – sekwencji sygnałów, który pozwoli pokierować zachowaniem delfinów w taki sposób, aby uniknęły one niebezpieczeństw i pozostały w strefie z dostępem do pożywienia. W tym celu uczniowie powinni prawidłowo zinterpretować znaczenie poszczególnych sygnałów na podstawie diagramów falowych i symulacji, a także uwzględnić znaczenie dodatkowych zmiennych (wiek delfina i umiejscowienie źródła sygnału). Część z tych operacji uczniowie mieli okazję przećwiczyć w prostszym wariancie w etapie „Naucz się”.

Rysunek 9. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Zastosuj wiedzę w praktyce” 1

Nawoływania delfinów 07:57

Zastosuj wiedzę w praktyce ●●★☆☆

Rozwiązania zadań **Zapisz**

- Dowiedz się, co oznacza każdy dźwięk bez nazwy – w tym celu porównaj Nagranie 5 i Nagranie 6.
- Przecignij** każdy dźwięk bez nazwy do przestrzeni **Oznacz dźwięk**. Za pomocą menu rozwijanego wybierz dla każdego dźwięku **oznaczenie**, które pasuje do jego zawartości.

Kliknij **Zapisz**, aby przejść do drugiej części tego zadania.

Biblioteka dźwięków

- Cześć
- Dużo ryb
- bez nazwy
- bez nazwy

Przestrzeń robocza

Oznacz dźwięk

Nagrania z sonaru

Biblioteka nagrań

- ☒ Nagranie 5
- ☐ Nagranie 6

Legenda

- Dorosły delfin
- Młody delfin
- Rekin
- Orka

W drugim zadaniu etapu uczniowie badają, jak nowy element (strefa niebezpieczna) wpływa na system – coś, nad czym pracowali we wcześniejszym zadaniu. Co istotne, wszyscy uczniowie rozpoczynają drugie zadanie, dysponując gotowym poprawnym modelem z poprzedniego zadania, nawet jeśli go nie ukończyli. Ma to na celu zmniejszenie zależności między poszczególnymi zadaniami: nieudzielenie poprawnej odpowiedzi w poprzednim zadaniu nie wyklucza ucznia z pracy nad rozwiązaniem kolejnego zadania.

Rysunek 10. Zrzut ekranu z platformy testowej ze scenariusza „Nawoływania delfinów”, część „Zastosuj wiedzę w praktyce” 2

Oceń swoją pracę [2]

Jak wspomniano wyżej, po przejściu etapu „Zastosuj wiedzę w praktyce” uczniowie ponownie odpowiadają na ten sam zestaw pytań samoopisowych (zob. Oceń swoją pracę [1]).

Uczenie się w cyfrowym świecie – model umiejętności

Poniżej opisano ogólny model umiejętności mierzonych w ramach badania PISA 2025 w części *Uczenie się w cyfrowym świecie*. Jego główne elementy to „komputacyjne rozwiązywanie problemów” oraz „samoregulacja uczenia się”. Zamieszczono też syntetyczny opis poszczególnych składowych tego modelu.

1) Komputacyjne rozwiązywanie problemów

a) Eksperyment

- wykorzystywanie modeli komputacyjnych, symulacji i innych narzędzi w celu generowania danych;
- formułowanie odpowiednich hipotez i ich weryfikacja.

b) Analiza danych

- wykorzystanie danych do wyciągania wniosków na temat powiązań poszczególnych elementów systemu;
- wykorzystywanie danych do przewidywania zmian systemu.

c) Tworzenie i optymalizacja rozwiązań komputacyjnych (algorytmów i modeli)

- identyfikowanie celów cząstkowych i samodzielna praca nad ich osiągnięciem;
- identyfikowanie powtarzających się wzorców i wielokrotne stosowanie tej samej procedury komputacyjnej;
- wielokrotne stosowanie uogólnionej sekwencji kroków rozwiązania przy użyciu struktur przepływu sterowania, takich jak powtórzenia i instrukcje warunkowe;
- tworzenie abstrakcyjnej reprezentacji systemu, która może być odczytywana przez komputery;
- dostosowywanie algorytmu do wymagań nowego kontekstu;
- optymalizacja i poprawianie błędów w algorytmach i modelach.

2) Samoregulacja uczenia się

a) Monitorowanie postępów i adaptacja

- monitorowanie własnego rozumienia i identyfikowanie luk w wiedzy;
- systematyczne testowanie i optymalizacja rozwiązań komputacyjnych;
- działanie w oparciu o informacje zwrotne dostępne na platformie;
- angażowanie się w odpowiednie zachowania związane z szukaniem pomocy w razie potrzeby (np. gdy uczeń utknie w martwym punkcie lub po powtarzających się negatywnych informacjach zwrotnych).

b) Ocena efektów

- ocena własnych postępów w osiąganiu celów edukacyjnych;
- ocena jakości stworzonych rozwiązań komputacyjnych w odniesieniu do wymagań zadania.

c) Utrzymanie motywacji i zaangażowania

- unikanie długich okresów bezczynności lub bezproduktywnych działań;

- podejmowanie wysiłków w celu dostosowania i ulepszenia swojego rozwiązania komputacyjnego po otrzymaniu negatywnej informacji zwrotnej przy wykorzystaniu całego dostępnego czasu;
- zaangażowanie w zadanie pomimo doświadczania negatywnych stanów emocjonalnych (np. frustracji, znudzenia).

Inne czynniki wpływające na wyniki uczniów w teście uwzględnione w badaniu LDW PISA 2025 to:

a) Wcześniejsza wiedza i umiejętności

- Wcześniejsza wiedza o zagadnieniach i praktykach uwzględnionych w scenariuszu jest mierzona za pomocą krótkiego testu w pierwszej części modułu („Pokaż, co już umiesz”).
- Poziom wiedzy i biegłości obsługi platformy będzie mierzony poprzez analizę interakcji uczniów z różnymi elementami i funkcjonalnościami platformy testowej oraz na podstawie tego, czy potrafią oni wykonywać instrukcje zawarte w samouczku.

b) Postawy i przekonania

- zainteresowanie zadaniem;
- poczucie własnej skuteczności;
- wartość, jaką uczeń wiąże z rozwiązaniem zadania;
- koszt lub wysiłek związany z zaangażowaniem się w zadanie;
- orientacja na doskonalenie lub orientacja na zadanie;
- poczucie własnej skuteczności w zakresie technologii cyfrowych.

Założenia pomiarowe

Na potrzeby pomiaru umiejętności uczniów dla każdego zadania opracowano zestaw ogólnych reguł opisujących, w jaki sposób poszczególne odpowiedzi, stworzone rozwiązania i interakcje z poszczególnymi elementami platformy testowej będą mierzone i przekształcane do postaci wskaźników. Metody pomiaru opracowano na podstawie ugruntowanych teoretycznie założeń dotyczących metod komputacyjnego rozwiązywania problemów oraz założeń dotyczących procesów samoregulacji uczenia się. Dla każdego scenariusza z zadaniami LDW metody te były udoskonalane na podstawie szeregu testów, a następnie dodatkowo sprawdzone w badaniu pilotażowym PISA 2025.

Założenia pomiarowe w zakresie komputacyjnego rozwiązywania problemów

Umiejętności uczniów w zakresie komputacyjnego rozwiązywania problemów zostaną przedstawione jako średnie z *plausible values* i zaprezentowane na skali uporządkowanej

według poziomów osiągnięć, tak jak tradycyjnie robi się to w badaniu PISA. Oprócz skali umiejętności w zakresie komputacyjnego rozwiązywania problemów powstaną także dwie podskale – jedna dotycząca zadań z modelowania, a druga – programowania.

Poziom umiejętności uczniów w zakresie komputacyjnego rozwiązywania problemów mierzony jest na podstawie:

- a) wyników, jakie uzyskali w każdym ze scenariuszy (tj. stopnia, w jakim pomyślnie ukończyli zadania),
- b) jakości stworzonych przez nich rozwiązań komputacyjnych w odniesieniu do celów scenariusza (tj. odpowiednio: dokładności i ogólności ich algorytmów lub kompletności i dokładności ich modeli).

W otwartych zadaniach interaktywnych punkty przyznawano zarówno za poprawne rozwiązanie zadania, jak również za osiągnięcie lub częściowe osiągnięcie jego celów szczegółowych. W myśl tego podejścia przyznaniem pełnej puli punktów „nagradzani są” uczniowie, którzy wykazują się opanowaniem różnych aspektów (elementów) uwzględnionych w konstrukcie, a które sprawdzane są w danym zadaniu. Jednocześnie niepełną pulę punktów przyznaje się uczniom, którzy wydają się zmierzać w dobrym kierunku, ale którym nie udało się stworzyć kompletnego rozwiązania.

Podejście oparte na częściowej ocenie punktowej opisano poniżej na przykładzie zadań dotyczących programowania. W części zadań programistycznych uczeń musi zbudować algorytm sterujący ruchami obiektu (np. robota) tak, aby przemieszczał się w odpowiednim kierunku i osiągnął stan docelowy. Cel ten uczeń może zrealizować na kilka różnych sposobów, przy użyciu różnej liczby bloków kodowych. W szczególności da się uogólnić powtarzającą się sekwencję poleceń i tym samym skrócić algorytm poprzez zastosowanie struktur przepływu sterowania (np. pętli „powtarzaj dopóki”). Poprawne wychwycenie powtarzającego się schematu komend i ich zagnieżdżenie jest punktowane niezależnie od zrealizowania celu zadania. W związku z tym:

- 1) Uczeń, który stworzy program (sekwencję komend) prowadzący do osiągnięcia stanu docelowego i jednocześnie poprawnie wykorzysta struktury przepływu sterowania (np. pętle „powtarzaj dopóki”), otrzyma pełną pulę punktów.
- 2) Uczeń, który nie zdoła zbudować kompletnego programu, osiagającego stan docelowy, ale poprawnie posługuje się strukturami przepływu sterowania, otrzyma część puli punktów.
- 3) Uczeń, który osiągnął stan docelowy, ale nie używa (poprawnie) pętli, otrzyma część puli punktów.

W zależności od stopnia złożoności zadania wyznaczonych jest więcej poziomów punktowania odpowiadających różnej jakości częściowym rozwiązaniom.

Założenia pomiarowe w zakresie samoregulacji uczenia się

Ta część pomiaru dotyczy tego, w jakim stopniu uczniowie wykazują się zachowaniami służącymi samoregulacji procesu uczenia się. Obejmuje to m.in. sprawdzanie zrozumienia instrukcji i zapoznawania się z informacjami zwrotnymi w celu poczynienia postępów w zadaniach. Uwzględnia wskaźniki, które można podzielić na dwie grupy:

- 1) **wskaźniki uczenia się na scenariuszu** – mierzą, w jaki sposób wiedza i zrozumienie pojęć docelowych przez uczniów wzrasta w wyniku pracy nad zadaniami w scenariuszu;
- 2) **wskaźniki samoregulacji zachowań edukacyjnych** – zestaw wskaźników powiązany z trzema aspektami procesu samoregulacji uczenia się w modelu kompetencji:
 - monitorowanie postępów i adaptacja,
 - ocena wyników,
 - utrzymanie motywacji i zaangażowania w zadanie.

Po połączeniu tych danych powstaną „profile uczniów”. Uczniowie zostaną pogrupowani według tego, ile nauczyli się podczas realizacji scenariusza oraz na podstawie skuteczności w zakresie samoregulacji uczenia się.

Określenie poziomów umiejętności uczniów i trudności zadań

Tabela 1. Opisy poziomów umiejętności uczniów na podstawie rozwiązanych zadań

Poziom	Charakterystyka umiejętności uczniów na podstawie rozwiązanych zadań
Poziom 6 (622 punkty i więcej)	Eksperckie rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem myślenia komputacyjnego Na poziomie 6. uczniowie biegle i efektywnie rozwiązują problemy z wykorzystaniem działań i narzędzi komputacyjnych. Tworzą dokładnie odwzorowujące problem, poprawne, wykonywalne i efektywne rozwiązania (artefakty komputacyjne), które są zoptymalizowane i wolne od zbędnych powtórzeń. Łączą podstawowe operacje obliczeniowe z instrukcjami sterującymi, takimi jak iteracje i instrukcje warunkowe o wielu poziomach zagnieżdżenia. Zależnie od kontekstu modyfikują te operacje i ustalają ich kolejność wykonania (tzn. kontrolują przepływ) w celu formułowania rozwiązania dla uogólnionego problemu. Potrafią tworzyć złożone programy ze zmiennymi różnego typu. Budują i wykorzystują złożone struktury do przechowywania danych w sposób dający możliwość ich uogólniania i używania przy dostosowywaniu tworzonego rozwiązania do różnych wymagań. Do badania (testowania) prawidłowości działania rozwiązania, w tym trafności relacji pomiędzy użytymi zmiennymi, generują kompletne co do rodzaju, zestawy danych testowych. Ich podejście do rozwiązywania problemu świadczy o doskonałym opanowaniu i stosowaniu myślenia komputacyjnego.

Poziom 5 (od 566 do 621 punktów)	Efektywne wykorzystanie modeli sytuacji problemowych i algorytmów do budowania kompleksowych rozwiązań Na poziomie 5. uczniowie potrafią efektywnie łączyć różne instrukcje sterujące, w tym powtórzenia i rozgałęzienia warunkowe, do rozwiązywania większości problemów. Tworzą i debugują działające i relatywnie skomplikowane programy. Identyfikują i implementują uogólnione kroki rozwiązania podproblemów składających się na cały problem, chociaż nie zawsze optymalnie kontrolują przepływ między zmiennymi, niekiedy pozostawiają w swoich rozwiązaniach redundancje. Potrafią tworzyć, modyfikować i dostosowywać model rozwiązania tak, by był poprawny i pasował do różnych sytuacji. Stosują różne strategie doboru danych dla symulacji i eksperymentów pozwalające sprawdzić poprawność przyjętego modelu rozwiązania i zależności między zmiennymi. W działaniu tym zazwyczaj generują wystarczający lub kompletny zestaw danych, chociaż zdarza im się wyciągać błędne wnioski na temat zależności między zmiennymi. Uczniowie na tym poziomie wykazują się zaawansowanymi umiejętnościami skutecznego wykorzystania różnych działań i narzędzi komputacyjnych do rozwiązania problemu.
Poziom 4 (od 512 do 565 punktów)	Modelowanie i programowanie na średnim poziomie złożoności Na poziomie 4. uczniowie potrafią wykorzystywać różne operacje i instrukcje sterujące do tworzenia i debugowania umiarkowanie złożonych programów. Zazwyczaj rozwiązują większość podproblemów, stopniowo dochodząc do opracowania ich funkcjonalnych i efektywnych rozwiązań. Podczas pracy nad tworzeniem rozwiązań komputacyjnych (<i>computational artefacts</i>) zazwyczaj osiągają większość zakładanych celów pośrednich. Uczniowie na tym poziomie podejmują próby budowania bardziej złożonych programów, jednak ich rozwiązania często zawierają błędy i redundancje. Potrafią tworzyć, modyfikować i debugować implementacje komputerowe modeli reprezentujących proste systemy oraz przewidywać ich zachowania. Częściowo radzą sobie także z tworzeniem i debugowaniem modeli bardziej złożonych systemów, wykorzystując je do badania wzajemnych zależności między zmiennymi. Potrafią interpretować dane i wyciągać uzasadnione wnioski dotyczące relacji między zmiennymi. Wykazują przy tym wstępne zrozumienie bardziej złożonych zależności. Na ogół potrafią również interpretować wizualne reprezentacje zależności między zmiennymi.

Poziom 3 (od 468 do 511 punktów)	Częściowo skuteczne modelowanie i programowanie strukturalne Na poziomie 3. uczniowie potrafią łączyć różne operacje i struktury sterujące do tworzenia działających, ale nieoptymalizowanych programów rozwiązujących proste problemy. Uczniowie tworzą funkcjonalne choć niekoniecznie optymalne programy, rozwiązując prosty problem. Łączą podstawowe instrukcje sterujące oraz struktury danych, chociaż tworzone przez nich sekwencje instrukcji są obciążone wadami. Uczniowie umieją rozwiązywać podproblemy, używając podstawowych instrukcji sterujących i struktur danych, chociaż tworzone sekwencje instrukcji nie są bezbłędne. Formułują odpowiednie hipotezy i w uporządkowany sposób przeprowadzają eksperymenty, dzięki którym zbierają w większości adekwatne, choć niepełne dane. Potrafią tak dostosowywać lub modyfikować istniejące modele, aby wnioskować o zależnościach między niektórymi zmiennymi, nawet jeśli dobór wartości parametrów nie zawsze jest optymalny. Wykazują podstawową umiejętność analizowania danych i wyciągania wniosków dotyczących prostych zależności. Potrafią budować, poprawiać i reagować na funkcjonalność modeli, dzięki czemu osiągają postępy w pracy nad rozwiązaniami problemów. Uczniowie na tym poziomie wykazują wstępne zrozumienie sposobów zastosowania narzędzi i działań komputacyjnych do rozwiązywania stosunkowo prostych problemów.
Poziom 2 (od 427 do 467 punktów)	Podstawowe wykorzystanie instrukcji sterujących, proste modelowanie i generowanie danych Na poziomie 2. uczniowie w swoich rozwiązaniach komputerowych potrafią używać, łączyć i modyfikować podstawowe instrukcje sterujące i proste struktury danych. Potrafią budować proste modele, uruchamiać symulacje i zbierać informacje o zmiennych i o tym, jak funkcjonuje system. Przeprowadzane przez nich eksperymenty wykazują wstępne zrozumienie testowanych hipotez, choć dane często zbierają w sposób przypadkowy. Tworzone przez nich rozwiązania są zwykle niekompletne, chociaż mogą być uznane za sensowne kroki prowadzące do stworzenia działającego rozwiązania komputacyjnego albo też mogą realizować cele częściowe. Uczniowie na tym poziomie wykazują wstępne zrozumienie działań komputacyjnych w odniesieniu do problemów różnego typu.
Poziom 1 (od 330 do 426 punktów)	Ograniczone działania z narzędziami komputacyjnymi Na poziomie 1. uczniowie korzystają z narzędzi komputacyjnych przy tworzeniu rozwiązań komputacyjnych bardzo powierzchownie, robią słabe postępy w pracy nad osiągnięciem celów określonych w scenariuszu. W niewielkim stopniu potrafią modyfikować gotowe modele czy programy dostępne w środowisku programowania blokowego. Umieją uruchomić rozwiązanie i wygenerować ograniczony zakres danych, jednak ich działania koncentrują się głównie na podstawowych operacjach dotyczących gotowych rozwiązań udostępnianych na platformie testowej. Uczniowie na tym poziomie wykazują częściowe opanowanie narzędzi i działań komputacyjnych.

Poniżej poziomu 1 (poniżej 330 punktów)	Szczątkowe zaangażowanie Poniżej poziomu 1. uczniowie w sposób ograniczony angażują się w pracę z wykorzystaniem narzędzi komputacyjnych. Rozwiązania problemów są szcątkowe lub ich działania ograniczają się raczej do zapoznawania się z problemem, niż stanowią realną pracę nad osiągnięciem celów określonych w scenariuszu.
---	--

Słowniczek

Optymalizacja algorytmu – dążenie do wytworzenia algorytmu rozwiązującego problem, wykonującego najmniej możliwych operacji i zużywającego możliwie najmniej pamięci komputera.

Implementacja komputerowa rozwiązania – zapis rozwiązania problemu w języku pozwalającym na wykonanie go przez komputer.

Efektywność algorytmu – rzeczywisty czas wykonania algorytmu na komputerze.

Działania komputacyjne – podejście/metody informatyczne stosowane przy rozwiązywaniu problemu, takie jak dekompozycja problemu, wychwytywanie wzorów, tworzenie abstrakcyjnego modelu sytuacji problemowej, tworzenie i optymalizacja algorytmów oraz tworzenie efektywnych implementacji komputerowych.

Narzędzia komputacyjne – narzędzia informatyczne, takie jak schematy blokowe, języki programowania blokowe i tekstowe, symulacje, interaktywne mapy pojęciowe.

Myślenie komputacyjne – zdolność do wykonywania działań komputacyjnych i umiejętność stosowania narzędzi komputacyjnych przy rozwiązywaniu problemów z różnych dziedzin.

Komputacyjne rozwiązywanie problemów – tworzenie rozwiązań problemów z wykorzystaniem myślenia komputacyjnego, które mogą być interpretowane i wykonywane przez komputer.

Model – abstrakcyjna interpretacja sytuacji problemowej wraz z przewidywaniem relacji pomiędzy wytwarzanymi w niej stanami.

Debugowanie – systematyczne wykrywanie, lokalizowanie i usuwanie błędów w implementacji komputerowej rozwiązania.

Redundancje – zbędne powtórzenia.

Bibliografia

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA Harvard University Press.

OECD (2026). *PISA 2025 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/86c36975-en>