

O niektórych aspektach zdalnego egzaminowania z matematyki dyskretnej

Zenon Gniazdowski*

Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki

Streszczenie

W niniejszym artykule opisano przypadek wykorzystania platformy Moodle do zdalnego egzaminowania z *matematyki dyskretnej* na informatycznych studiach pierwszego stopnia (inżynierskich). Opisany przypadek był konsekwencją problemów wynikających z zaistniałej konieczności zdalnego egzaminowania, spowodowanej pandemią koronawirusa COVID-19. W odpowiedzi na te problemy, na platformie Moodle przygotowano odpowiedni zestaw zadań egzaminacyjnych, które były przeznaczone do rozwiązywania przez studentów. W tym celu wykorzystano kilka nadających się do tego celu szablonów pytań, które oferuje platforma Moodle. Po przygotowaniu zadań utworzono quiz, który został wykorzystany do egzaminowania. W pracy opisano zarówno proces tworzenia zadań egzaminacyjnych, jak i proces tworzenia quizu, a także przedstawiono wnioski wynikające z przeprowadzonego eksperymentu.

Słowa kluczowe — egzaminowanie, zdalne egzaminowanie, zdalne nauczanie, platforma Moodle

1 Wstęp

Jednym z przedmiotów wykładanych studentom pierwszego roku inżynierskich studiów informatycznych jest *matematyka dyskretna*. W Warszawskiej Wyższej Szkole Informatyki przedmiot prowadzony jest przez cały rok akademicki. W ramach przedmiotu studenci uczęszczają na wykład i na ćwiczenia. Autor niniejszego artykułu prowadził zajęcia z tego przedmiotu (wykłady i ćwiczenia) na drugim semestrze zarówno na studiach stacjonarnych, jak i na studiach zaocznych. Wykład był klasycznym wykładem akademickim przy tablicy. Wykładowca mówił i symultanicznie ilustrował swój wywód odpowiednimi schematami na tablicy. Na ćwiczeniach studenci przy tablicy rozwiązywali zadania, które miały ich przygotować do zdawania egzaminu, który w formie pisemnej odbywał się w czasie sesji egzaminacyjnej zaraz po zakończeniu

*E-mail: zgniazdowski@wwsi.edu.pl

semestru. W treści egzaminu były wyłącznie zadania do rozwiązania, a nie było żadnych pytań teoretycznych. Głównym celem tego egzaminu było sprawdzenie, czy student potrafi rozwiązywać problemy praktyczne. Autor egzaminu jest przekonany, że za umiejętnością rozwiązania problemów idzie także podstawowa wiedza teoretyczna.

W momencie pojawienia się koronawirusa COVID-19, po zawieszeniu bezpośrednich zajęć ze studentami, zajęcia z *matematyki dyskretnej* nadal odbywały się zgodnie z wcześniej ustalonym planem. Przy pomocy platformy komunikacyjnej Skype dla Firm (w późniejszym czasie także Microsoft Teams) następowało połączenie studentów z wykładowcą. Podobnie jak poprzednio, wykład był klasycznym wykładem akademickim. Tym razem jednak tablica została zastąpiona notatnikiem Bamboo Paper firmy Wacom [1], mogącym współpracować z tabletami pracującymi pod systemami Windows [2], Android [3] oraz iOS [4]), pełniącym rolę wirtualnej tablicy. Wykładowca przy pomocy tabletu pisał w notatniku. Głos wykładowcy oraz obraz z notatnika były przez platformę komunikacyjną na żywo transmitowane do studentów, a także nagrywane. Po zajęciach studenci dostali dostęp do nagrania. Z kolei na ćwiczeniach nastąpiła istotna zmiana. Przy zdalnych zajęciach niecelowe było zapraszanie studentów do tablicy. Realnej tablicy już nie było, a nie mając w domach tabletów, studenci nie mieli możliwości pisania na tablicy wirtualnej. Niestety, ćwiczenia prowadzone w formie zdalnej zostały ogołocone z istotnych atrybutów wydarzenia społecznego, jakim niewątpliwie były przed pandemią.

Należy zauważyć, że korzystanie z notatnika Bamboo Paper dało również dodatkowe korzyści. Po zakończonych zajęciach sporządzone przy jego pomocy notatki były eksportowane w formacie PDF, a następnie udostępniane studentom w formie kilkustronicowego dokumentu. W ten sposób studenci po wykładzie oprócz nagrania wykładu dodatkowo otrzymali dostęp do pełnej jego treści zapisywanej na wirtualnej tablicy. Również na zdalnych ćwiczeniach wykładowca zrobił więcej zadań na wirtualnej tablicy niż studenci na tablicy realnej w czasie ćwiczeń prowadzonych, gdy pandemii jeszcze nie było. Dzięki temu, w przekazywanym im notatniku zawierającym treść wirtualnej tablicy, studenci otrzymywali istotnie więcej materiału do ewentualnego powtórnego przeanalizowania.

Opisany wyżej system prowadzenia zajęć w warunkach pandemii sprawdził się bardzo dobrze. Dopiero pod koniec semestru, gdy na horyzoncie pojawiła się konieczność przygotowania egzaminu dla studentów, zaczęły ujawniać się pewne potencjalne problemy. Przed pandemią koronawirusa pisemny egzamin z *matematyki dyskretnej* składał się z pięciu zadań. Zadania dotyczyły następujących zagadnień: kombinatoryki, dwuczłonowych relacji skończonych, permutacji, dyskretnego łańcucha Markowa oraz arytmetyki modularnej. Przykładowy zestaw egzaminacyjny przedstawia tabela 1. W czasie trwania egzaminu studenci otrzymywali jeden z kilkunastu analogicznych zestawów zadań i przez kilkadziesiąt minut go rozwiązywali. Ustalony czas rozwiązywania był nie większy niż jedna godzina. Statystycznie po około trzech kwadransach większość egzaminowanych osób oddawała kartki z rozwiązaniami (lub bez rozwiązań). Niestety, gdy przyszły obostrzenia związane pandemią (a z nimi kształcenie zdalne) okazało się, że przedstawiony tu scenariusz egzaminu nie może być w sposób zdalny rzetelnie zrealizowany.

A zatem, potrzeba było szukać innych nieklasycznych i zadowalających rozwiązań umożliwiających egzaminowanie studentów w stanie trwającej pandemii. Przede wszystkim egzamin powinien być przeprowadzany zdalnie. Również powinien umożliwić zachowanie zadowalającego poziomu egzaminowania. Niedopuszczalna byłaby sytuacja, w której zdalny egzamin

mógłby być daleko idącą banalizacją egzaminu klasycznego. W tym momencie autor skierował swoją uwagę na platformę Moodle [5, 6], która jest coraz powszechniej wykorzystywana przez wiele ośrodków akademickich do kształcenia na różnych poziomach [7, 8, 9, 10, 11], a która jest także wykorzystywana w Warszawskiej Wyższej Szkole Informatyki i do tego ma dosyć szerokie wsparcie w środowisku użytkowników. W szczególności w Polsce znana jest m.in. strona *Poznaj Moodle* [12], a także doroczna konferencja *MoodleMoot* [13]. Co prawda, wiadomo było, że platforma Moodle [5] oferuje możliwość przeprowadzania egzaminu w formie quizu, ale nie wiadomo było, na ile ten sposób egzaminowania studentów z przedmiotu matematycznego jest skuteczny. Aby pozbyć się obaw należało podjąć wyzwanie i taki egzamin zdalny przygotować, przeprowadzić, a następnie wyciągnąć wnioski dotyczące jego przydatności. Była także obawa, że o ile ten sposób egzaminowania się nie sprawdzi, to pierwszy egzamin zdalny, dla autora niniejszego artykułu będzie egzaminem ostatnim. Gdyby tak się stało, to ciągle pozostanie nierozwiązany problem, jak egzaminować w stanie pandemii.

W dalszej części niniejszego artykułu zostanie opisany sposób pokonywania zaistniałych problemów ze zdalnym egzaminowaniem w warunkach trwającej pandemii. Do przygotowania zadań egzaminacyjnych zostanie wykorzystane narzędzie do tworzenia bazy pytań (zadań), zaś do egzaminowania zostanie wykorzystane narzędzie do tworzenia i przeprowadzania quizów [5, 6, 14].

2 Typy pytań (zadań) możliwe do wykorzystania w zdalnym egzaminie

Zanim przystąpiono do tworzenia pytań, przeanalizowano możliwości ich wykorzystania do egzaminu analogicznego, który nie byłby łatwiejszy niż egzamin przedstawiony wyżej. Żeby przygotować egzamin na platformie Moodle, należy najpierw przygotować pytania (zadania). Egzaminator ma do dyspozycji kilkanaście zdefiniowanych różnych formatów zadań (tabela 2). Z tego zbioru powinien wybrać te, które są dla niego przydatne. Wstępna analiza pokazała, że na egzaminie z *matematyki dyskretnej* niektóre z nich są nieprzydatne. Dla przykładu, jako zupełnie nieprzydatne autor uznał pytania typu *Prawda/Falsz*. W przypadku pytań takiego typu, istnieje zbyt duże prawdopodobieństwo zgadywania poprawnej odpowiedzi, mimo iż poprawna odpowiedź nie jest znana.

Aby wybrać właściwe typy pytań, na podstawie ich specyfikacji należało dokonać ich głębszej analizy. Co prawda, w przeglądarce internetowej pokazują się odpowiednie pola odwołujące się do kolejnych typów pytań wraz z ich specyfikacją [15], ale dla całościowej analizy nie jest to wygodne. Tymczasem skrót klawiszowy *Ctrl-U* udostępnia źródło oglądanej w przeglądarce strony w języku znaczników HTML. Z tego źródła można wyekstrahować wszystkie dostępne typy pytań wraz z ich specyfikacją¹. Efekty tego przedstawia tabela 2.

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy, ze zbioru dostępnych różnych typów pytań (zadań) zostały wybrane 3 typy: *Krótką odpowiedź*, *Dopasowanie* oraz *Pytanie zagnież-*

¹ Na stronie internetowej platformy Moodle w WWSI [15] pytanie nr 11 oznaczone jako *Dopasowanie do wzorca* (ang: Pattern match) było opisane w języku angielskim: „Allows a short response of one or a few sentences that is graded by comparing against various model answers, which are described using the OU’s pattern match syntax”. Skrót „OU” oznacza Open University. Składnia tego pytania, wraz z referencjami do szczegółowej dokumentacji jest opisana na stronie internetowej [16].

dżone (pytanie typu *Cloze*). Każdy z nich jest specyficzny i nadaje się do definiowania różnych typów problemów egzaminacyjnych. Te trzy typy zadań zostaną dalej szczegółowo omówione.

Tablica 1. Przykładowy zestaw egzaminacyjny przygotowany na egzamin klasyczny

Nr zadania	Treść zadania	Punktacja
1.	Talia kart składa się z 52 kart. Losujesz 10 kart. Ile jest możliwych do wylosowania układów kart, w których możesz otrzymać 6 pików?	2p.
2.	Dany jest zbiór $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Dla elementów zbioru definiowana jest relacja: $m \rho n \Leftrightarrow (m \cdot n) \bmod 6$ jest liczbą pierwszą. a) Sporządzić tabelkę opisującą daną relację. Narysować graf relacji. b) Sprawdzić i uzasadnić, czy relacja jest: i) Zwrotna lub przeciwzwrotna ii) Symetryczna lub antysymetryczna iii) Przechodnia iv) Spójna c) Czy jest to relacja równoważności albo relacją porządku częściowego lub liniowego. Odpowiedź uzasadnić. d) Czy szkielet tego grafu jest grafem eulerowskim lub półeulerowskim. Odpowiedź uzasadnić. Uwaga! Każdy z podpunktów: a), i) – iv), c) oraz d) oceniany na 2p.	14p.
3.	Dla permutacji S_5 : a) Pomnożyć permutacje (14235) oraz (12)(354). b) Dla otrzymanego wyniku narysować graf. (1p.) c) Napisać macierz sąsiedztwa tego grafu. (1p.) Uwaga! Za punkty a), b) oraz c) odpowiednio: 2, 1 oraz 1p.	4p.
4.	Przy okrągłym stole siedzi trzech graczy rzucających kostką do gry. Kostka zostaje u zawodnika, gdy wyrzuci 3, 4, 5 lub 6 oczek. Gdy wyrzuci 1 lub 2 oczka, wtedy oddaje kostkę sąsiadowi z lewej. a) Dla gry napisać macierz prawdopodobieństw przejść. b) Znaleźć rozkład prawdopodobieństwa po drugim rzucie kostką. c) Napisać macierz sąsiedztwa grafu danej gry. Narysować ten graf. d) Zliczyć w grafie wszystkie ścieżki o długości dwóch łuków. e) Zakładając, że grę rozpoczął zawodnik nr 2, podać prawdopodobieństwo, że po drugim rzucie kostką będzie miał zawodnik nr 3. Na ile sposobów może się tak zdarzyć? f) Znaleźć stan stacjonarny łańcucha. Uwaga! Za punkty a) – f) można uzyskać po 2p.	12p.
5.	Znaleźć x takie, że: $8 \cdot x \equiv 1 \pmod{3}$.	3p.

Tablica 2. Rodzaje pytań, które są dostępne na platformie Moodle w WWSI [15]

Lp.	Typ pytania	Opis pytania
1.	Wybór wielokrotny	Umożliwia wybór jednej lub kilku odpowiedzi z listy odpowiedzi proponowanych.
2.	Prawda/Falsz	Prosta forma wyboru zawierająca tylko dwie opcje: <i>Prawda</i> oraz <i>Falsz</i> .
3.	Dopasowanie	Odpowiedź na każde z pytań składowych musi być wybrana z listy możliwości, wyświetlanych po prawej stronie.
4.	Krótką odpowiedź	Krótką odpowiedź jest porównywana z odpowiedziami wzorcowymi.
5.	Numeryczne	Pozwala wprowadzić odpowiedź liczbową, która jest oceniana przez porównanie jej z odpowiedzią wzorcową.
6.	Esej	To pytanie pozwala na odpowiedź w kilku zdaniach lub akapitach. Musi być oceniane przez nauczyciela.
7.	Losowe pytanie z dobieraniem krótkiej odpowiedzi	Zbliżone do pytania typu <i>Dopasowanie</i> . Różnica polega na tym, że jest tworzone losowo spośród pytań typu <i>Krótką odpowiedź</i> .
8.	Obliczeniowe	Podobne jak pytanie numeryczne, przy czym argumenty używane do obliczeń są losowo wybierane z zadanego zbioru argumentów.
9.	Obliczeniowe proste	Uproszczona wersja pytań obliczeniowych.
10.	Obliczeniowe wielokrotnego wyboru	Pytania obliczeniowe wielokrotnego wyboru są podobne do pytań wielokrotnego wyboru. W definicji pytania odpowiedzi zapisuje się w postaci formuł (z symbolami zmiennych), które są wyliczane podczas rozwiązywania quizu.
11.	Dopasowanie do wzorca	Pozwala na krótką jedno- lub kilkuzdaniową odpowiedź, która jest oceniana przez porównanie z odpowiedziami wzorcowymi.
12.	Przeciągnij i upuść markery	Markery są przeciągane i upuszczane na obrazie tła.
13.	Przeciągnij i upuść na tekst	Brakujące słowa w tekście pytania są wypełniane metodą przeciągnij oraz upuść.
14.	Pytanie typu <i>Cloze</i>	Pytania tego typu są bardzo elastyczne, ale mogą być tworzone wyłącznie ręcznie, poprzez wprowadzanie tekstu zawierającego specjalne kody. W tekście z opisem problemu zagnieżdża się pytania różnego typu: pytania wielokrotnego wyboru, krótkie odpowiedzi oraz pytania numeryczne.
15.	Wybierz brakujące słowa	Brakujące słowa w tekście są wypełniane przy użyciu rozwijanych menu.
16.	Złap i przeciągnij na obrazek	Obrazki lub etykiety tekstowe są przeciągane ze stref zrzutu i upuszczane na obrazku tła.
17.	Opis	To nie jest pytanie, a raczej sposób, by dodać instrukcje lub inne informacje przeznaczone do wyświetlenia w quizie.

2.1 Pytanie typu *Krótką odpowiedź*

Zgodnie ze specyfikacją zadania typu *Krótką odpowiedź*, przedstawiona przez studenta do oceny odpowiedź na zadane pytanie, jest porównywana z odpowiedziami wzorcowymi. W tym przypadku platforma Moodle oferuje formatkę z polami do wypełnienia. W trakcie tworzenia pytania pojawiają się kolejne pola do wypełnienia lub kolejne opcje do wybrania:

1. *Treść pytania* – jest to pole, w którym należy opisać problem do rozwiązania. W polu tym można także umieścić wskazówki lub uwagi techniczne dotyczące zadania.
2. *Domyślna punktacja* – należy podać liczbę punktów za poprawną odpowiedź.
3. *Ogólna informacja zwrotna* – w to pole może zostać wpisana ewentualna informacja zwrotna dla studenta.
4. Opcja pozwalająca z dwóch dostępnych możliwości wybrać, czy w trakcie sprawdzania istotna jest wielkość liter, którymi zapisano krótką odpowiedź, czy też nie jest ona istotna.
5. *Poprawne odpowiedzi*. Domyślnie pojawiają się pola dla trzech poprawnych lub częściowo poprawnych odpowiedzi. Należy uzupełnić pola dla przynajmniej jednej odpowiedzi. Niewypełnione następane pola przeznaczone dla kolejnych odpowiedzi nie będą używane. Z drugiej strony, jeżeli potrzeba większej ilości odpowiedzi, to istnieje możliwość zwiększenia ich liczby.

Specyfikacja każdej z odpowiedzi składa się z trzech punktów: z pola *Odpowiedź*, z opcji wyboru oceny oraz z pola *Informacja zwrotna*:

- a. Pole *Odpowiedź Nr 1* – w to pole wpisuje się pierwszą krótką odpowiedź, będącą słowem lub specyficznie zdefiniowaną formułą, składająca się z liter, cyfr lub innych widocznych znaków ASCII.
- b. Opcje *Ocena* – spośród możliwych opcji należy wybrać ocenę za odpowiedź podaną w procentach, odniesioną do podanej wcześniej wartości *Domyślna punktacja*. Jeżeli wpisana odpowiedź jest poprawna, to wybiera się ocenę 100%. Jeżeli odpowiedź jest częściowo poprawna, należy wskazać ocenę niższą: 90%, 83.33%, 80%, 75%, ...
- c. Pole *Informacja zwrotna* – w to pole można opcjonalnie wpisać informację zwrotną, jaką otrzyma student, w przypadku podania tej konkretnie odpowiedzi.
- d. *Odpowiedź Nr 2* ...
- e. ...

2.2 Pytanie typu *Dopasowanie*

Zgodnie ze specyfikacją, w pytaniu typu *Dopasowanie*, odpowiedź na każde z pytań składowych musi być wybrana z wyświetlanej listy dostępnych możliwych odpowiedzi. Platforma Moodle w tym przypadku także oferuje formatkę z polami do wypełnienia. W trakcie tworzenia pytania dostępne są kolejne pola do wypełnienia lub opcje do wybrania:

- Pole *Nazwa zadania* służące do specyfikacji nazwy dla rozwiązywanego problemu.
- Pole *Treść zadania* – w tym polu należy opisać problem do rozwiązania. Podobnie jak w przypadku wcześniej opisanego zadanie typu *Krótką odpowiedź*, w polu tym można także umieścić wskazówki lub uwagi techniczne dotyczące zadania.
- Pole *Domyslna punktacja* – tutaj należy podać liczbę całkowitą określającą liczbę przyznanych punktów za poprawne rozwiązanie całego zadania.
- Opcja *Losowo* – jeśli ta opcja jest włączona, to kolejność możliwych do wybrania odpowiedzi jest także losowa (o ile w ustawieniach quizu jest włączona opcja *Zmień kolejność wewnątrz pytania*).
- Sekcja *Odpowiedzi* – w tej sekcji definiuje się szczegółowe pytania dotyczące treści zadania podanej w polu *Treść zadania*, a także dla każdego pytania określa się odpowiedzi poprawne oraz niepoprawne. Należy zadać co najmniej dwa pytania, na które trzeba podać co najmniej trzy odpowiedzi. Na każde zadane pytanie trzeba podać dokładnie jedną poprawną odpowiedź. Należy także podać co najmniej jedną błędną odpowiedź. W praktyce, warto podać co najmniej jedną błędną odpowiedź na każde postawione pytanie.

W sekcji *Odpowiedź* pojawia się pole *Pytanie* oraz pole *Odpowiedź*. Kolejne pola *Pytanie* są ponumerowane kolejnymi numerami, zaczynając od numeru pierwszego. Jeżeli w danej sekwencji wypełnione jest pole *Pytanie*, to pole *Odpowiedź* powinno zawierać poprawną odpowiedź na to pytanie. Jeżeli pole *Pytanie* jest puste, a wypełnione jest odpowiadające mu pole *Odpowiedź*, to jest to błędna odpowiedź, odnosząca się do ostatnio sformułowanego pytania.

Przykładowa sekwencja pytań i odpowiedzi może być następująca:

- *Pytanie 1* – pole zawiera treść pierwszego pytania.
 - * *Odpowiedź* – pole zawiera treść poprawnej odpowiedzi na pierwsze pytanie
- *Pytanie 2* – pole jest puste.
 - * *Odpowiedź* – pole zawiera treść błędnej odpowiedzi na pierwsze pytanie
- *Pytanie 3* – pole jest puste.
 - * *Odpowiedź* – pole zawiera treść błędnej odpowiedzi na pierwsze pytanie
- *Pytanie 4* – pole zawiera treść kolejnego pytania.
 - * *Odpowiedź* – pole zawiera treść poprawnej odpowiedzi na powyższe pytanie
- *Pytanie 5* – pole jest puste.
 - * *Odpowiedź* – pole zawiera treść błędnej odpowiedzi na powyższe pytanie

W miarę pojawiających się potrzeb można (trójkami) dodawać kolejne pary pól *Pytanie/Odpowiedź*.

- W sekcji *Złożona informacja zwrotna* można opcjonalnie dodać informacje zwrotne dla studentów:

- Dla każdej poprawnej odpowiedzi,
 - Dla każdej częściowo poprawnej odpowiedzi,
 - Dla każdej niepoprawnej odpowiedzi.
- Sekcja *Ustawienia dla wielu prób* zawiera następujące opcje lub pola:
 - Opcja *Kara* dla każdej błędnej próby pozwala wybrać poziom tej kary podany w procentach.
 - Pole *Wskazówka 1* oraz opcje do wyboru dla tej wskazówki
 - Pole *Wskazówka 2* oraz opcje do wyboru dla tej wskazówki

2.3 Pytanie typu *Cloze*

Pytania typu *Cloze* znane są również jako pytania *zagnieżdżone, wbudowane czy osadzone*. Gdy w dalszej części niniejszego artykułu będzie mowa o pytaniach tego typu, to konsekwentnie (ze względu na zwięźłość) zawsze będzie używane określenie „pytanie typu *Cloze*”.

W pytaniach typu *Cloze*, wewnątrz tekstowego opisu problemu wstawiane są specjalnie zakodowane pola definiujące różne rodzaje pytań [6, 14, 17, 18]:

- *Wielokrotny wybór*,
- *Krótką odpowiedzi*,
- *Pytanie numeryczne*.

Kolejne elementy składni pytania typu *Cloze* są przedstawione w tabeli 3. Interpretacja poszczególnych pól definiujących to pytanie (tak jak te pola są ponumerowane w tabeli 3) jest następująca [6, 17]:

1. Pytanie typu *Cloze* rozpoczyna się nawiasem klamrowym: „{”
2. Dla danego pytania określa się maksymalną całkowitoliczbową ocenę punktową;

Tablica 3. Elementy składni pytania typu *Cloze*

Lp.	Element składni
1.	{
2.	liczbaPunktów
3.	:RODZAJ_PYTANIA:
4.	=odpowieźPoprawna# Ewentualna informacja zwrotna dla tej odpowiedzi
5.	~%n% odpowieźKolejna# Ewentualna informacja zwrotna dla tej odpowiedzi
6.	~%n% EwentualnaNastępnaOodpowieź#Ewentualna informacja zwrotna
7.	...
8.	}

3. Wybiera się określony rodzaj pytania. Poprawny identyfikator rodzaju pytania powinien być z przodu i z tyłu ograniczony dwukropkami. Możliwe są następujące rodzaje pytań:
- Pytanie *Krótką odpowiedź*, w którym wielkość liter nie jest istotna, identyfikowane jako **:SHORTANSWER:** albo **:SA:** albo **:MW:**
 - Pytanie *Krótką odpowiedź*, w którym wielkość liter jest istotna, identyfikowane jako **:SHORTANSWER_C:** albo **:SAC:** albo **:MWC:**
 - Pytanie z odpowiedzią liczbową, identyfikowane jako **:NUMERICAL:** lub **:NM:**
W pytaniach tego rodzaju w zapisie liczby rzeczywistej dopuszczalne są różne formaty. Można używać zarówno notacji standardowej jak i notacji wykładniczej, zaś separatorem ułamka dziesiętnego może być zarówno kropka (w tekstach angielskich), jak i przecinek (w języku polskim). Ten rodzaj pytania radzi sobie także z dopuszczalną niedokładnością obliczeń. *Przykład:* Jeśli poprawna odpowiedź wynosi 5 i akceptowany błąd numeryczny 0.01, to należy napisać **{1:NM:=5:0.01}**.
 - Pytanie, w którym można dokonać wielokrotnego wyboru, wyświetlanego jako:
 - rozwijane menu w tekście, identyfikowane jako **:MULTICHOICE:** lub **:MC:**
 - pionowa kolumna przycisków we wnętrzu tekstu z treścią zadania, identyfikowane jako **:MULTICHOICE_V:** lub **:MCV:**
 - poziomy rząd przycisków, identyfikowane jako **:MULTICHOICE_H:** lub **:MCH:**
 - Pytanie, w którym można dokonać wielokrotnego wyboru z losowych opcji, wyświetlanych jako:
 - rozwijane menu w tekście, identyfikowane jako **:MULTICHOICE_S:** lub **:MCS:**
 - pionowa kolumna przycisków, identyfikowane jako **:MULTICHOICE_VS:** lub **:MCVS:**
 - Pytanie, w którym można dokonać wielokrotnego wyboru z potasowanych opcji wyświetlanych jako poziomy rząd przycisków, identyfikowane jako **:MULTICHOICE_HS:** lub **:MCHS:**
4. *Odpowiedź Nr 1* na postawione pytanie. Odpowiedź poprawna rozpoczyna się znakiem „=”. Po odpowiedzi można opcjonalnie dołączyć szczegółową informację zwrotną. Szczegółowa informacja zwrotna rozpoczyna się znakiem „#”.
5. *Kolejna odpowiedź* na postawione pytanie. Odpowiedź rozpoczyna się znakiem „~”. Następnie, pisząc „%n%” podaje się jaką część (w procentach) z całkowitej liczby punktów możliwych do uzyskania za odpowiedź poprawną przyznaje się za odpowiedź aktualną. Dla przykładu, napis „%35%” oznacza, że za aktualną odpowiedź można uzyskać 35% z całej dostępnej puli punktów. Następnie powinna się pojawić sugerowana odpowiedź (poprawna lub niepoprawna), po której może pojawić się znak „#” z występującą po nim informacją zwrotną.

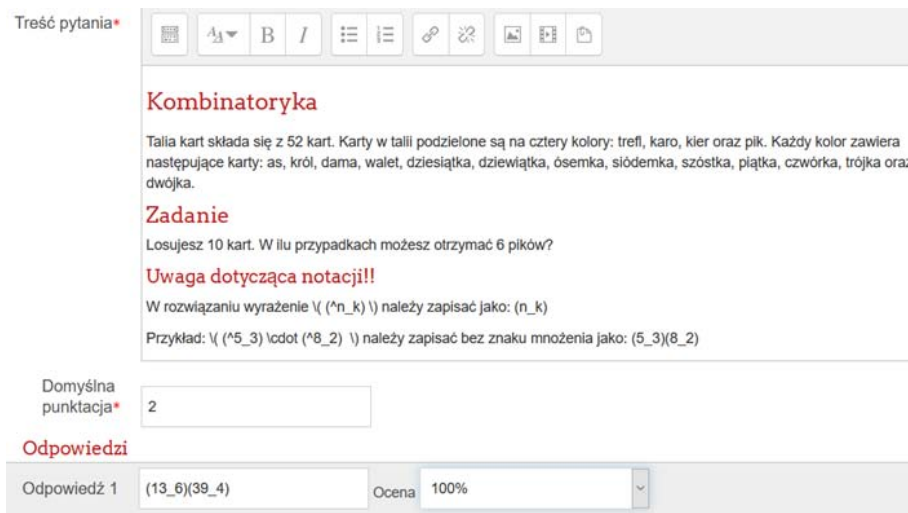
6. Kolejna odpowiedź na postawione pytanie. Jej składnia jest taka sama jak w punkcie poprzednim.
7. Ewentualne kolejne odpowiedzi na postawione pytanie, zapisane zgodnie ze składnią opisaną wyżej.
8. Pytanie typu *Cloze* jest zamykane nawiasem klamrowym: „,}”.

Pomijając różnice w identyfikatorach, składnia pytań *Wielokrotny wybór* oraz *Krótką odpowiedź* jest taka sama. Niezależnie od tego, przy ich definiowaniu należy zwracać uwagę na pewne szczególności semantyczne [17]:

- W definicji pytania *Krótką odpowiedź* powinna być podana co najmniej jedna odpowiedź. I musi to być odpowiedź poprawna.
- W definicji pytania *Wielokrotny wybór* należy umieścić co najmniej jedną poprawną odpowiedź oraz co najmniej jedną niepoprawną odpowiedź.
- W obydwu rodzajach pytań można także dodawać inne odpowiedzi poprawne, częściowo poprawne, a także odpowiedzi niepoprawne.
- Kolejność odpowiedzi w obydwu rodzajach pytań jest dowolna. Każda dodatkowa odpowiedź (poza pierwszą) rozpoczyna się znakiem „,~”. Pierwsza odpowiedź tego znaku nie musi zawierać.
- Każda prawidłowa odpowiedź jest poprzedzona znakiem równości „=” lub ciągiem pięciu znaków „%100%”. Przed błędną odpowiedzią można umieścić informację o tym, że ocenia się ją na 0 możliwych punktów, pisząc przed nią ciąg trzech znaków „,%0%”. Pominięcie tego ciągu również oznacza, że dana odpowiedź oceniana jest na 0 punktów. Za błędną odpowiedź można także przyznać punkty ujemne. Np. poprzedzenie jej ciągiem „,%-20%” oznacza, że za tę konkretną błędną odpowiedź student zostanie ukarany ujemnymi punktami. Wysokość kary wynosi 20% punktów z puli wszystkich punktów możliwych do uzyskania za odpowiedź poprawną.

Definiując pytania *Wielokrotny wybór* oraz *Krótką odpowiedź*, przy kolejnych sugerowanych poprawnych, częściowo poprawnych albo błędnych odpowiedziach można umieszczać opcjonalną informację zwrotną [17]:

- Każdą informację zwrotną poprzedza znak „,#”.
- Aby wysłać studentowi informację zwrotną po podanej przez niego błędnej odpowiedzi innej niż odpowiedzi zdefiniowane w treści pytania, należy skorzystać ze znaku „,*”, który symbolizuje dowolną nieokreśloną błędną odpowiedź. A zatem, jeżeli znak „,*” poprzedza pewną informację zwrotną, to student zobaczy tę informację, jeśli w ramach odpowiedzi na zadane pytanie wpisze coś innego niż jakakolwiek odpowiedź poprawna, częściowo poprawna albo odpowiedź błędna zdefiniowana w treści pytania.
- W pytaniu można także umieścić pustą informację zwrotną (po znaku „,#” może nie być żadnego komunikatu).



Rysunek 1. Fragment zrzutu ekranu dla formatki służącej do edycji pytania typu *Krótką odpowiedź*

Warunkiem umożliwiającym studentowi odczytanie informacji zwrotnej dołączonej do pytania typu *Cloze* jest wybranie odpowiedniej opcji w trakcie tworzenia quizu. W opcjach przeglądu należy zaznaczyć pole wyboru (checkbox) oznaczone jako *Szczegółowa informacja zwrotna*. Jeżeli pole to zostanie zaznaczone, to informacja zwrotna i prawidłowa odpowiedź mogą zostać wyświetlane w małym wyskakującym okienku po najechnaniu przez studenta myszką na obszar ekranu zawierający sprawdzoną odpowiedź [17]. Gdy wspomniana opcja nie zostanie wybrana, student nie zobaczy informacji zwrotnej, zaś znajdująca się w pytaniu informacja zwrotna pełni wtedy rolę wewnętrznego komentarza umieszczonego w treści pytania.

Na koniec należy także zwrócić uwagę na wrażliwość składni pytania typu *Cloze* na pewne błędy związane z wstawianiem spacji w jego definicji. W szczególności nie należy wstawiać spacji w następujących sytuacjach:

- po parametrze *liczbaPunktów* (tabela 3) a przed identyfikatorem typu pytania;
- po znaku „:” kończącym identyfikator typu pytania, a przed znakiem „%”;
- po znaku „:” a przed znakiem „=”;
- po o znaku „~”;
- po znaku „=”.

Również nie powinno się wstawiać dwuznakowych sekwencji zawierających następujące znaki: „%#”, „%~”, „%}”, „=#”, „=%”, „=}", „~#”, „~%” a także „~}” [17].

Pytanie 1
 Niepoprawny(a)
 Ocena CBM -12,00
 Waga 2,00

Kombinatoryka

Talia kart składa się z 52 kart. Karty w talii podzielone są na cztery kolory: trefl, karo, kier oraz pik. Każdy kolor zawiera następujące karty: as, król, dama, walet, dziesiątka, dziewiątka, ósemka, siódemka, szóstka, piątka, czwórka, trójka oraz dwójka.

Zadanie

Losujesz 10 kart. W ilu przypadkach możesz otrzymać 6 pików?

Uwaga dotycząca notacji!!

W rozwiązaniu wyrażenie $\binom{n}{k}$ należy zapisać jako: (n_k)

Przykład: $\binom{5}{3} \cdot \binom{8}{2}$ należy zapisać bez znaku mnożenia jako: (5_3)(8_2)

Odpowiedź:

Poziom pewności: Nie bardzo (<67%) Dość dobry (>67%) Wysoki (>80%)

SPRAWDŹ

Poprawna odpowiedź to: (13_6)(39_4).

ROZPOCZNIJ PONOWNIE **ZAPISZ** **WYPEŁNIJ POPRAWNYMI ODPOWIEDZIAMI**

ZATWIERDŹ I ZAKOŃCZ **ZAMKNIJ PODGLĄD**

Rysunek 2. Zrzut ekranu dla podglądu pytania definiowanego na rysunku 1, dla przypadku podanej błędnej odpowiedzi

3 Tworzenie zadań

W tabeli 1 przedstawiono pięć zadań. Każde z nich różni się od pozostałych. Każde z nich wymaga rozwiązania innego problemu. Zadanie pierwsze jest prostym problemem kombinatorycznym. Zadanie drugie dotyczy dwuargumentowych relacji skończonych. Zadanie trzecie obejmuje składanie permutacji. Zadanie czwarte odnosi się do dyskretnego łańcucha Markowa. Zadanie piąte (ostatnie) jest problemem dotyczącym arytmetyki modularnej, a szerzej teorii liczb. Można powiedzieć, że każde zadanie należy do jednej z pięciu kategorii. W uproszczeniu, można te kategorie etykietować słowami kluczami. I tak, kolejne zadania należą do następujących do kategorii:

- Kombinatoryka,
- Relacja
- Permutacje,
- Łańcuch Markowa,
- Teoria liczb.

Analizując zadania z każdej kategorii oraz szablony pytań dostępne na platformie Moodle, w kontekście ich przydatności do realizacji quizu egzaminacyjnego, który nie byłby banalizacją egzaminu przedstawionego w tabeli 1 stwierdzono, że do realizacji quizu egzaminacyjnego wykorzystującego powyższe pięć kategorii zadań, ze zbioru dostępnych szablonów można zarekomendować trzy typy zadań:

- Do zdefiniowania zadania nr 1 (kategoria *Kombinatoryka*) może zostać wykorzystane pytanie typu *Krótką odpowiedź*.
- Do zdefiniowania zadania nr 2 (kategoria *Relacja*) można zastosować pytanie typu *Dopasowanie*.
- Do zdefiniowania zadań nr 3 (kategoria *Permutacje*), nr 4 (kategoria *Łańcuch Markowa*) oraz nr 5 (kategoria *Teoria liczb*) można użyć pytanie typu *Cloze*.

Przedstawione propozycje nie muszą być ostateczne. Można sobie wyobrazić taką sytuację, w której miałyby zastosowanie typy pytań inne, niż wykorzystane w tej pracy.

Z konieczności, wersja zadań przeznaczonych na platformę Moodle jest nieco zmodyfikowana względem wersji pierwotnej przedstawionej w tabeli 1. Z niektórych aspektów zadań zrezygnowano, np. z wymagania, aby studenci rozwiązujący zadanie dotyczące relacji dwuczłonowej zapisywali macierz relacji lub rysowali jej graf. Wzięło się to stąd, że autor zadania nie znalazł sensownego sposobu, aby ten fragment rozwiązania przesłać na platformę Moodle i go automatycznie sprawdzić². Z kolei, niektóre zadania poszerzono względem wersji pierwotnej. Przykładem takiej sytuacji jest zadanie ostatnie, należące do kategorii *Teoria liczb*. W wersji pierwotnej zadanie ograniczało się do znalezienia odwrotności modularnej przy pomocy rozszerzonego algorytmu Euklidesa. Wersja na platformę Moodle została poszerzona o obliczanie największego wspólnego dzielnika dwóch liczb, a także o obliczanie funkcji Eulera.

Przygotowane w formacie tekstowym zadania przeznaczone na platformę Moodle po ich wprowadzeniu w odpowiednią formatkę, są przez tę platformę konwertowane do formatu HTML, który umożliwia ich prezentację w oknie przeglądarki internetowej. W trakcie wprowadzania tekstu zadania, platforma Moodle daje możliwość jego dodatkowego formatowania (np. pogrubianie, podkreślanie). Jednakże to nie zawsze wystarczy do poprawnej prezentacji zadania. W treści niektórych zadań istnieje potrzeba użycia formuł matematycznych. Na szczęście, to także jest wspierane przez platformę Moodle. Wzory można zapisać w tekście zadania przy pomocy języka opisu równań matematycznych zaczerpniętego z systemu składania tekstu LaTeX. Aby wstawić równanie wewnątrz zdania, formuła LaTeX'owa definiująca równanie powinna być osadzona wewnątrz dwóch separatorów: separatora początkowego „ $\$ ” oraz separatora końcowego „ $\$ ”. Przykładowa formuła $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ zapisana w treści zdania w notacji systemu LaTeX będzie zapisana jako $\ (X=\{1, 2, 3, 4, 5\}) \$. Z kolei, aby wstawić równanie w postaci osobnego bloku pomiędzy liniami w treści zadania należy LaTeX'ową formułę równania umieścić pomiędzy separatorami początkowym „ $[$ ” oraz końcowym „ $]$ ”, albo pomiędzy separatorami utworzonymi z dwóch par znaku dolara – na początku i na końcu formuły

² Mimo iż bezpośrednio nie wymaga się tego, student powinien w notatniku podręcznym napisać macierz relacji oraz narysować jej graf po to, aby na platformie Moodle poprawnie zadanie rozwiązać.

należy umieścić parę znaków „ $\$$ ”. I tak, przykładową formułę

$$x = (a^{-1}(\text{mod } n)) \Leftrightarrow a \cdot x \equiv 1(\text{mod } n)$$

można zapisać jako:

$\backslash [x = (a^{-1}(\text{mod } n)) \Leftrightarrow a \cdot x \equiv 1(\text{mod } n)]$

albo jako:

$\$ \$ x = (a^{-1}(\text{mod } n)) \Leftrightarrow a \cdot x \equiv 1(\text{mod } n) \$ \$$.

W dalszej części niniejszego artykułu zostaną zaprezentowane odpowiedniki zadań przedstawionych w tabeli 1. W prezentacji zadań zostaną pominięte wszystkie znaczniki języka HTML, których autor zadania nie musi sam ustawiać, gdyż platforma daje możliwości automatycznego formatowania tekstu. Tymczasem formuły matematyczne, nawet najprostsze powinny być opisywane w tekście zadania przy pomocy języka LaTeX. Z tego powodu, w prezentowanej treści zadań formuły te zostały przedstawione tak, jak autor zadania musiał je umieścić na platformie Moodle. Z kolei, w trakcie tworzenia zadań można dokonać ich podglądu, a na podglądzie można sprawdzić, jak zdefiniowane zadanie będzie się zachowywało przy odpowiedziach poprawnych albo błędnych. Również można sprawdzić, jak zostały wyrenderowane poszczególne formuły matematyczne. W związku z tym, po prezentacji kodu źródłowego zadania zostanie przedstawiony zrzut ekranu z jego podglądu po to, aby pokazać wyrenderowane formuły.

Tutaj trzeba nadmienić, że podgląd zadań w trakcie ich tworzenia, pozwala korygować błędy w zadaniu. Jeżeli w języku LaTeX'a źle zostanie opisana formuła matematyczna lub w języku pytań platformy Moodle błędnie zostanie zdefiniowane pytanie typu Cloze, to również ta formuła lub to pytanie zostaną błędnie wyrenderowane. Bieżąca kontrola umożliwi bieżącą korektę błędnie zaprogramowanego zadania.

3.1 Pytanie typu *Krótką odpowiedź* – zadanie nr 1 – kategoria *Kombinatoryka*

Cała treść zadania składa się z opisu kontekstu, właściwej treści zadania oraz uwag dotyczących notacji. Treść zadania tak jak zostało ono wprowadzone na platformie Moodle jest następująca:

Kombinatoryka

Talia kart składa się z 52 kart. Karty w talii podzielone są na cztery kolory: trefl, karo, kier oraz pik. Każdy kolor zawiera następujące karty: as, król, dama, walet, dziesiątka, dziewiątka, ósemka, siódemka, szóstka, piątka, czwórka, trójka oraz dwójka.

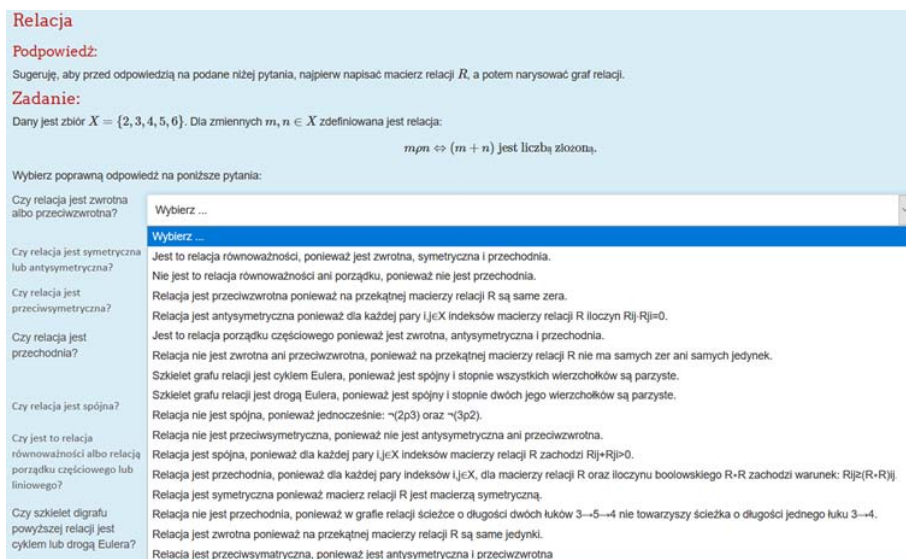
Zadanie

Losujesz 10 kart. W ilu przypadkach możesz otrzymać 6 pików?

Uwaga dotycząca notacji

W rozwiązaniu wyrażenie $\$(\hat{n}_k)\$$ należy zapisać jako: (n_k) . Przykład: $\$(\hat{5}_3)\cdot(\hat{8}_2)\$$ należy zapisać bez znaku mnożenia jako: $(5_3)(8_2)$.

Na rysunku 1 przedstawiono fragmenty zrzutów ekranu dla formatki służącej do edycji tego zadania. Można tam zauważyć przedstawione wyżej fragmenty zawierające opis wzorów zapisany w języku LaTeX. Z kolei rysunek 2 pokazuje zrzut ekranu dla przesłanej przez studenta



Rysunek 3. Zrzut ekranu dla podglądu pytania typu *Dopasowanie*

przykładowej błędnej odpowiedzi na pytanie zawarte w treści zadania. Porównując rysunek 1 z rysunkiem 2, można porównać jak poszczególne formuły zostały wyrenderowane.

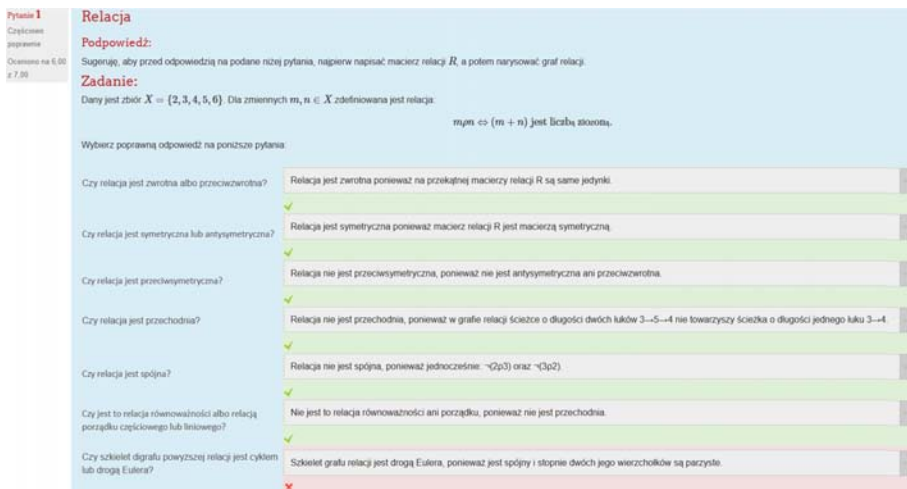
W zadaniu przyjęto, że za jego poprawne rozwiązanie można otrzymać dwa punkty. Aby to osiągnąć, w polu *Domyślna punktacja* należało wstawić tę założoną liczbę punktów. Tu trzeba również dodać, że za rozwiązanie częściowo poprawne można otrzymać część punktów z puli punktów przyznawanych za rozwiązanie poprawne. W tym celu w kolejnych polach przeznaczonym na kolejne rozwiązanie można umieszczać treść takich poprawnych i częściowo poprawnych rozwiązań. Dla każdej umieszczonej odpowiedzi należy wybrać opcję z procentowym poziomem oceny odniesionym do oceny maksymalnej.

3.2 Pytanie typu *Dopasowanie* – zadanie nr 2 – kategoria *Relacja*

Na etapie analizy przyjęto założenie, że zadanie dotyczące badania własności relacji dwuczłonowej zostanie zrealizowane przy pomocy szablonu pytania typu *Dopasowanie*. Ten typ wymaga, aby w pierwszej kolejności w polu *Treść zadania* opisać całe rozwiązywane zagadnienie. Opis rozpoczyna się od podpowiedzi, a następnie sformułowany jest problem do rozwiązania. Ponieważ w opisie treści mogą znajdować się formuły matematyczne, to muszą one być opisywane w języku LaTeX. Niżej znajduje się treść zadania wraz z użytymi formułami języka LaTeX:

Tablica 4. Lista pytań i odpowiedzi dla zadania należącego do typu *Dopasowanie*

Pytanie	Odpowiedzi
1. Czy relacja jest zwrotna albo przeciwzwrotna?	<ul style="list-style-type: none"> • Relacja jest zwrotna, ponieważ na przekątnej macierzy relacji R znajdują się same jedynki. • Relacja nie jest zwrotna ani przeciwzwrotna, ponieważ na przekątnej macierzy relacji R nie ma samych zer ani samych jedynek. • Relacja jest przeciwzwrotna, ponieważ na przekątnej macierzy relacji R są same zera.
2. Czy relacja jest symetryczna lub antysymetryczna?	<ul style="list-style-type: none"> • Relacja jest symetryczna, ponieważ macierz relacji R jest macierzą symetryczną. • Relacja jest antysymetryczna, ponieważ dla każdej pary $i, j \in X$ indeksów macierzy relacji R iloczyn $R_{ij} \cdot R_{ji} = 0$.
3. Czy relacja jest przeciwsymetryczna?	<ul style="list-style-type: none"> • Relacja nie jest przeciwsymetryczna, ponieważ nie jest antysymetryczna ani przeciwzwrotna. • Relacja jest przeciwsymetryczna, ponieważ jest antysymetryczna oraz przeciwzwrotna
4. Czy relacja jest przechodnia?	<ul style="list-style-type: none"> • Relacja nie jest przechodnia, ponieważ w grafie relacji ścieżce o długości dwóch łuków $3 \rightarrow 5 \rightarrow 4$ nie towarzyszy ścieżka o długości jednego łuku $3 \rightarrow 4$. • Relacja jest przechodnia, ponieważ dla każdej pary indeksów $i, j \in X$, dla macierzy relacji R oraz iloczynu boolowskiego $R \ast R$ zachodzi warunek: $R_{ij} \geq \left(R \ast R \right)_{ij}$.
5. Czy relacja jest spójna?	<ul style="list-style-type: none"> • Relacja nie jest spójna, ponieważ jednocześnie: $\neg(2 \rho 3)$ oraz $\neg(3 \rho 2)$. • Relacja jest spójna, ponieważ dla każdej pary $i, j \in X$ indeksów macierzy relacji R zachodzi $R_{ij} + R_{ji} > 0$.
6. Czy jest to relacja równoważności albo relacją porządku częściowego lub liniowego?	<ul style="list-style-type: none"> • Nie jest to relacja równoważności ani porządku, ponieważ nie jest przechodnia. • Jest to relacja równoważności, ponieważ jest zwrotna, symetryczna oraz przechodnia. • Jest to relacja porządku częściowego, ponieważ jest zwrotna, antysymetryczna oraz przechodnia.
7. Czy szkielet grafu relacji jest cyklem lub drogą Eulera?	<ul style="list-style-type: none"> • Szkielet grafu relacji jest cyklem Eulera, ponieważ jest spójny i stopnie wszystkich jego wierzchołków są parzyste. • Szkielet grafu relacji jest drogą Eulera, ponieważ jest spójny i stopnie dwóch jego wierzchołków są parzyste.



Rysunek 4. Zrzut ekranu dla podglądu przykładowych rozwiązań zadania nr 2

Relacja

Podpowiedź:

Sugeruję, aby przed odpowiedzią na podane niżej pytania, najpierw napisać macierz relacji (R) , a potem narysować graf relacji.

Zadanie:

Dany jest zbiór $X = \{2, 3, 4, 5, 6\}$. Dla zmiennych $(m, n \in X)$ zdefiniowana jest relacja: $mRn \Leftrightarrow (m+n)$ jest liczbą złożoną.

Wybierz poprawną odpowiedź na poniższe pytania:

W kolejnej sekcji noszącej nazwę *Odpowiedzi* – w odpowiednich polach definiuje się szczegółowe pytania dotyczące treści zadania podanej w polu *Treść zadania*, a także dla każdego pytania określa się odpowiedzi poprawne oraz błędne. Należy zadać co najmniej dwa pytania, na które trzeba podać co najmniej trzy odpowiedzi. Lista pytań odnoszących się do treści zadania jest następująca:

1. Czy relacja jest zwrotna albo przeciwwrotna?
2. Czy relacja jest symetryczna lub antysymetryczna?
3. Czy relacja jest przeciwsymetryczna?
4. Czy relacja jest przechodnia?
5. Czy relacja jest spójna?
6. Czy jest to relacja równoważności albo relacją porządku częściowego lub liniowego?
7. Czy szkielet grafu relacji jest cyklem lub drogą Eulera?

W zadaniu należącym do typu *Dopasowanie* na każde pytanie trzeba podać dokładnie jedną odpowiedź poprawną. Należy także podać co najmniej jedną odpowiedź błędną. W omawia-

Pytanie 1
Częściowo poprawnie
Oceniono na 2,00 z 4,00

Permutacja

Wskazówki techniczne:

- Wynik mnożenia permutacji należy zapisać w postaci cyklicznej, tak jak w treści zadania. W szczególności należy zwrócić uwagę, aby:
 - Kolejne elementy cyklu zaczynały się od najmniejszego elementu w cyklu;
 - Cykle należy wypisywać według rosnącego porządku pierwszych elementów w każdym cyklu;
 - Cykle nie mogą być od siebie oddzielane spacjami;
 - Wewnątrz każdego cyklu, jego elementy (jednocyfrowe liczby) powinny być zapisywane obok siebie, bez spacji ani przecinków.
- Wymagany w treści zadania wiersz macierzy permutacji należy zapisać wyłącznie przy pomocy cyfr, bez użycia innych znaków.

Zadanie:

W niniejszym zadaniu należy wypełnić puste miejsca:

1. Pomnożono permutację $(143)(25)$ przez permutację $(12)(354)$. Uzyskano następującą permutację wynikową: ❌.
2. Dla uzyskanego wyniku narysowano graf, a także napisano macierz sąsiedztwa tego grafu. Drugi wiersz uzyskanej macierzy permutacji przedstawia się następująco: ✔️.

Rysunek 5. Zrzut ekranu dla podglądu zadania nr 3 - widok przedstawia pytanie rodzaju *Krótką odpowiedź* w ramach pytania typu *Cloze*

nym przypadku uznano, że odpowiedzi błędnych nie może być mniej niż pytań. To oznacza, że liczba wszystkich odpowiedzi na przedstawione 7 pytań jest nie mniejsza niż 14. W praktyce, na każde z pytań zaproponowano po jednej poprawnej odpowiedzi i co najmniej jednej odpowiedzi błędnej. W tabeli 4 przedstawiono listę pytań i przypisanych im odpowiedzi. Każda pierwsza odpowiedź na dane pytanie jest odpowiedzią poprawną. Pod odpowiedzią poprawną umieszczono jedną lub dwie odpowiedzi błędne. Na 7 pytań udzielono łącznie 7 odpowiedzi poprawnych oraz 9 odpowiedzi błędnych.

W tabeli 4 można także zauważyć, że w odpowiedziach umieszczono zapisane w języku systemu LaTeX formuły matematyczne. Na rys. 3 przedstawiono zrzut ekranu dla podglądu opisaną wyżej przykładowej wersji zadania nr 2 wraz z formułami matematycznymi zagnieżdżonymi w odpowiedziach, zarówno tych poprawnych jak i błędnych. Porównując kolumnę odpowiedzi z tabeli 4 z treścią rysunku 3 można dostrzec jak poszczególne wzory w formacie LaTeX'a zostały wyrenderowane do postaci widocznej dla egzaminowanego studenta.

W zadaniu nr 2 postawiono siedem pytań. Założono, że za wybór poprawnej odpowiedzi na każde z tych pytań można otrzymać po jednym punkcie. W przykładowym rozwiązaniu zadania wybrano sześć poprawnych odpowiedzi i jedną niepoprawną. Na rysunku 4 przedstawiono zrzut ekranu dla podglądu powyższego przykładowego rozwiązania zadania nr 2. System oceniający poprawnie ocenił zadanie, przyznając za jego rozwiązanie 6 punktów.

3.3 Pytanie typu Cloze

Analiza pokazała, że przedstawione w tabeli 1 zadania egzaminacyjne o numerach od trzeciego do piątego można przedstawić na platformie Moodle korzystając z opisanego wyżej pytania typu Cloze. W ramach pytania tego typu zastosowano dwa rodzaje szablonów. W przypadku obliczeń numerycznych poprawne odpowiedzi mogą być zapisywane przy pomocy różnych formatów. Również w odpowiedziach dopuszczalny jest pewien błąd obliczeń. W związku z tymi niejednoznacznościami, jedynym rodzajem możliwym do zastosowania jest pytanie numeryczne, którego szablon jest identyfikowany jako **:NUMERICAL:** albo **:NM:**. Rodzaj ten radzi sobie zarówno z różnymi formatami liczb rzeczywistych (notacja standardowa oraz notacja wykładnicza) jak i z dopuszczalną niedokładnością obliczeń. Z kolei, gdy problem można było zdefiniować w sposób niedopuszczający niejednoznaczności, w zadaniu wykorzystywano pytanie *Krótką odpowiedź*, identyfikowane jako **:SHORTANSWER:** albo **:SA:** albo **:MW:**.

3.3.1 Zadanie nr 3 - kategoria Permutacje

Zadanie składa się z dwóch części. Pierwsza część stanowi wskazówki techniczne. W części drugiej znajduje się treść właściwego zadania, które powinien rozwiązać student. W treści zadania wykorzystano dwa pytania typu Cloze. Odpowiedzi na każde z pytań są jednoznaczne, dlatego do ich zakodowania wykorzystano rodzaj pytania *Krótką odpowiedź*. Sprawdzenie poprawności odpowiedzi będzie polegało na przyrównaniu do siebie dwóch łańcuchów znakowych: łańcucha zaproponowanego przez studenta z łańcuchem zawierającym odpowiedź poprawną. Przyjęto, że za każdą poprawną odpowiedź na pytanie student otrzyma dwa punkty. A zatem za całe poprawnie rozwiązane zadanie może otrzymać cztery punkty. W definiowanych pytaniach nie przewidziano odpowiedzi częściowo poprawnych, a także nie dodano informacji zwrotnych dla studentów. Treść zadania jest następująca:

Permutacja

Wskazówki techniczne:

- Wynik mnożenia permutacji należy zapisać w postaci cyklicznej, tak jak w treści zadania. W szczególności należy zwrócić uwagę, aby:
 - Kolejne elementy cyklu zaczynają się od najmniejszego elementu w cyklu;
 - Cykle należy wypisywać według rosnącego porządku pierwszych elementów w każdym cyklu;
 - Cykle nie mogą być od siebie oddzielane spacjami;
 - Wewnątrz każdego cyklu, jego elementy (jednocyfrowe liczby) powinny być zapisywane obok siebie, bez spacji ani przecinków.
- Wymagany w treści zadania wiersz macierzy permutacji należy zapisać wyłącznie przy pomocy cyfr, bez użycia innych znaków.

Zadanie:

1. Pomnożono permutację $(143)(25)$ przez permutację $(12)(354)$. Uzyskano następującą permutację wynikową: $\{2:SA:=(15324)\}$.
2. Dla uzyskanego wyniku narysowano graf, a także napisano macierz sąsiedztwa tego grafu. Drugi wiersz uzyskanej macierzy permutacji przedstawia się następująco: $\{2:SA:=00010\}$.

Pytanie 1
Poprawnie
Oceniono na 8,00 z 8,00

Łańcuch Markowa

W pewnej starożytnej krainie, od niepamiętnych czasów wszyscy mieszkańcy przynależą do trzech różnych grup społecznych. W każdej z grup wszyscy jej członkowie wykonują ten sam zawód. Poszczególne grupy społeczne składają się odpowiednio z samych farmerów (F), nauczycieli (N) albo rzemieślników (R).

Życie społeczne w krainie reguluje restrykcyjne prawo. Z jednej strony, węzeł małżeńskim mogą się wiązać przedstawiciele różnych grup społecznych. Z drugiej strony, synowie zrodzeni z takich małżeństw nie mają możliwości swobodnego wyboru przyszłego zawodu. O tym decyduje ślepy los, a ściślej mówiąc macierz przejść dyskretnego łańcucha Markowa, która od niepamiętnych czasów jest przechowywana w sejfach budynku rządowego. Młody człowiek, zanim rozpocznie naukę zawodu jest konfrontowany ze wspomnianą macierzą. Jego przyszły zawód jest losowany zgodnie z rozkładem prawdopodobieństwa, który ta macierz opisuje.

Zadanie:
Jeżeli przyjąć, że każdej kolejnej grupie społecznej odpowiada kolejny stan łańcucha Markowa (odpowiednio stan nr 1: F - farmerzy, stan nr 2: N - nauczyciele, stan nr 3: R - rzemieślnicy), to macierz tego łańcucha ma postać:

$$P = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.1 & 0.3 \\ 0.5 & 0.1 & 0.4 \\ 0.4 & 0 & 0.6 \end{bmatrix}$$

- Znaleźć rozkład prawdopodobieństwa po dwóch chwilach czasowych (dla drugiego pokolenia). W kolejnych pustych miejscach wstawić kolejne elementy pierwszego wiersza macierzy P^2 : ✓ ✓ ✓.
- Napisać macierz sąsiedztwa grafu danego łańcucha. Zliczyć w grafie ścieżki o długości dwóch łuków. W pustym miejscu wstawić zawartość drugiego wiersza macierzy zliczającej ścieżki o długości dwóch łuków: ✓. Uwaga: Wiersz ma być ciągiem jednocyfrowych liczb wypisanych jedna za drugą, z pominięciem spacji i separatorów.
- Jakie jest prawdopodobieństwo tego, że wnuk rzemieślnika będzie nauczycielem? Wynik wpisać w puste miejsce: ✓.
- Na ile sposobów może dojść do takiej sytuacji? Wynik wpisać w puste miejsce: ✓.
- Znaleźć stan stacjonarny łańcucha Markowa. Stan ten będzie opisywał graniczny rozkład przynależności do poszczególnych grup społecznych. W puste miejsce wpisać ułamek dziesiętny, opisujący jaki odsetek całej populacji krainy stanowią rzemieślnicy:

Rysunek 6. Zrzut ekranu dla podglądu zadania nr 4 - widok przedstawia reakcję systemu na podane poprawne odpowiedzi

Na rys. 5 pokazano wyrenderowany podgląd zadania po sprawdzeniu przesłanych odpowiedzi. W przedstawionym teście podano pierwszą odpowiedź niepoprawną i drugą poprawną. Na podglądzie widać reakcję systemu sprawdzającego na przesłane odpowiedzi. System przyznał za zadanie dwa z czterech możliwych do uzyskania punktów.

3.3.2 Zadanie nr 4 - kategoria Łańcuch Markowa

Zadanie nr 4 jest zadaniem sprawdzającym podstawową wiedzę dotyczącą dyskretnego łańcuch Markowa. Podobnie jak we wcześniejszych przypadkach, zadanie składa się z dwóch części. Część pierwsza zawiera pewną wymyśloną historię, która przez swoją narrację ma wprowadzić studenta w klimat zadania. Właściwe zadanie znajduje się w części drugiej. Ta część zawiera zapisane polecenia dla studenta, zawiera również formuły matematyczne zdefiniowane w języku systemu LaTeX, a także kilka zagnieżdżonych pytań typu *Cloze*. Cała treść przygotowanego zadania przedstawia się następująco:

Łańcuch Markowa

W pewnej starożytnej krainie, od niepamiętnych czasów wszyscy mieszkańcy przynależą do trzech różnych grup społecznych. W każdej z grup wszyscy jej członkowie wykonują ten sam zawód. Poszczególne grupy społeczne składają się odpowiednio z samych farmerów (F), nauczycieli (N) albo rzemieślników (R).

Życie społeczne w krainie reguluje restrykcyjne prawo. Z jednej strony, węzłem małżeńskim mogą się wiązać przedstawiciele różnych grup społecznych. Z drugiej strony, synowie zrodzeni z takich małżeństw nie mają możliwości swobodnego wyboru przyszłego zawodu. O tym decyduje ślepy los, a ściślej mówiąc macierz przejść dyskretnego łańcucha Markowa, która od niepamiętnych czasów jest przechowywana w sejfach budynku rządowego. Młody człowiek, zanim rozpocznie naukę zawodu jest konfrontowany ze wspomnianą macierzą. Jego przyszły zawód jest losowany zgodnie z rozkładem prawdopodobieństwa, który ta macierz opisuje.

Zadanie: Jeżeli przyjąć, że każdej kolejnej grupie społecznej odpowiada kolejny stan łańcucha Markowa (odpowiednio stan nr 1: F - farmerzy, stan nr 2: N - nauczyciele, stan nr 3: R - rzemieślnicy), to macierz tego łańcucha ma postać:

$$P = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.1 & 0.3 \\ 0.5 & 0.1 & 0.4 \\ 0.4 & 0.6 & 0.0 \end{bmatrix}$$

1. Znaleźć rozkład prawdopodobieństwa po dwóch chwilach czasowych (dla drugiego pokolenia). W kolejnych pustych miejscach wstawić kolejne elementy pierwszego wiersza macierzy P^2 : $\{1:NM: = .53:0.01\}, \{1:NM: = .07:0.01\}, \{1:NM: = .4:0.01\}$.
2. Napisać macierz sąsiedztwa grafu danego łańcucha. Zliczyć w grafie ścieżki o długości dwóch luków. W pustym miejscu wstawić zawartość drugiego wiersza macierzy zliczającej ścieżki o długości dwóch luków: $\{2:SA: = 323\}$. Uwaga: Wiersz ma być ciągiem jednocyfrowych liczb wypisanych jedna za drugą, z pominięciem spacji i separatorów.
3. Jakie jest prawdopodobieństwo tego, że wnuk rzemieślnika będzie nauczycielem? Wynik wpisać w puste miejsce: $\{1:NM: = .04:0.01\}$.
4. Na ile sposobów może dojść do takiej sytuacji? Wynik wpisać w puste miejsce: $\{1:SA: = 1\}$.
5. Znaleźć stan stacjonarny łańcucha Markowa. Stan ten będzie opisywał graniczny rozkład przynależności do poszczególnych grup społecznych. W puste miejsce wpisać ułamek dziesiąty, opisujący jaki odsetek całej populacji krainy stanowią rzemieślnicy: $\{1:NM: = .44:0.01\}$

W zadaniu zagnieżdżono pięć pytań numerycznych oraz dwa pytania należące do rodzaju *Krótką odpowiedź*. W pytaniach numerycznych oczekiwane odpowiedzi są prawdopodobieństwami, a zatem są nieujemnymi liczbami rzeczywistymi, nie większymi od jedynki. Ponieważ odpowiedzi powinny być efektem obliczeń numerycznych, w treści pytań przyjęto, że błąd wyniku nie powinien przekraczać wartości 0.01. To oznacza, że wyniki należy podawać z dokładnością do dwóch cyfr dziesiętnych po przecinku. Na platformie Moodle dopuszczalnym separatorem części ułamkowej liczby może być zarówno kropka

Pytanie 1
 Częściowo
 poprawnie
 Oceniono na 2,00
 z 6,00

Elementy teorii liczb

Zadanie:

1. Liczbę 605 można wyrazić w postaci iloczynu $11^2 * 5$. W puste miejsce wpisz wartość funkcji Eulera $\phi(605) =$ ✘.

2. Algorytm Euklidesa umożliwia znalezienie największego wspólnego dzielnika $NWD(a, b)$, dwóch liczb a oraz b . W puste miejsce wpisz wartość $NWD(88, 40) =$ ✘.

3. Jeżeli a oraz n są względnie pierwsze (czyli $NWD(a, n) = 1$), wtedy istnieje liczba x zwana multiplikatywną odwrotnością a modulo n :

$$x = (a^{-1} \pmod n) \Leftrightarrow a \cdot x \equiv 1 \pmod n.$$

Dla względnie pierwszych $a = 11$ oraz $n = 32$ znaleźć x takie, że $11 \cdot x \equiv 1 \pmod{32}$.

Wynik wpisać w puste miejsce ✔.

Rysunek 7. Zrzut ekranu dla podglądu zadania nr 5 - widok przedstawia reakcję systemu na podane częściowo poprawne odpowiedzi

jak i przecinek. W opisie pytań wszystkie ułamki reprezentujące oczekiwane prawdopodobieństwa zapisano w formacie zawierającym kropkę jako separator części ułamkowej. Student w swoich odpowiedziach może użyć dowolnego separatora. Platforma Moodle poprawnie zinterpretuje zarówno ułamki zapisane z kropką, jak i z przecinkiem. Z kolei dwa pytania należące do rodzaju *Krótką odpowiedź* są oceniane odpowiednio za dwa i za jeden punkt. Za ciąg cyfr reprezentujący jeden z wierszy macierzy zliczającej ścieżki o długości dwóch łuków system przyznaje dwa punkty. Tymczasem za poprawnie zliczoną liczbę ścieżek o długości dwóch łuków pomiędzy dwoma wybranymi stanami łańcuch Markowa platforma Moodle przyznaje jeden punkt. Sumując punkty za odpowiedzi cząstkowe widać, że za poprawne rozwiązane zadania student może otrzymać 8 punktów.

Na rysunku 6 przedstawiono zrzut wyrenderowanego ekranu dla podglądu zadania z podanymi poprawnymi rozwiązaniami. Na rysunku można zauważyć, że w zadaniu wykorzystano pięć pytań numerycznych oraz dwa pytania *Krótką odpowiedź*. Można także porównać umieszczoną w treści zadania definicję macierzy łańcucha Markowa o rozmiarze 3×3 zapisaną w języku LaTeX'a z jej wyrenderowanym obrazem.

3.3.3 Zadanie nr 5 - kategoria *Teoria liczb*

Zadanie nr 5, ostatnie w tabeli 1, w wersji na platformę Moodle jest bardziej rozbudowane niż w wersji pierwotnej. Wtedy wymagano, aby znaleźć odwrotność modularną. Teraz, w wersji nowszej dodano także wymaganie, aby dodatkowo dla danej dodatniej liczby całkowitej obliczyć wartość funkcji Eulera, a także największy wspólny dzielnik dla dwóch danych liczb całkowitych dodatnich. Za poprawne odpowiedzi na powyższe trzy pytania można uzyskać po dwa punkty. Ponieważ poprawne odpowiedzi nie są odpowiedziami numerycznymi, a więc nie są obciążone żadnym błędem obliczeń, dlatego zdecydowano, że wszystkie pytania będą należały do rodzaju *Krótką odpowiedź*. W trakcie egzaminu sprawdzana będzie poprawność ciągu znaków przesłanych przez studenta jako odpowiedź na zadane pytanie. Treść zadania, z uwzględnieniem wzorów zakodowanych w języku LaTeX'a, a także zagnieżdżonych pytań typu *Cloze*

zapisanych w formacie tego typu pytań, jest następująca:

Elementy teorii liczb

Zadanie:

1. Liczbę 605 można wyrazić w postaci iloczynu $(11^2 \cdot 5)$. W puste miejsce wpisz wartość funkcji Eulera $\phi(605)$ {2:SA:=440}.
2. Algorytm Euklidesa umożliwia znalezienie największego wspólnego dzielnika $\text{NWD}(a,b)$, dwóch liczb a oraz b . W puste miejsce wpisz wartość $\text{NWD}(88,40)$ {2:SA:=8}.
3. Jeżeli a oraz n są względnie pierwsze (czyli $\text{NWD}(a,n)=1$), wtedy istnieje liczba x zwana multiplikatywną odwrotnością a modulo n :
$$x = (a^{-1}) \pmod{n} \iff a \cdot x \equiv 1 \pmod{n}$$

Dla względnie pierwszych $a=11$ oraz $n=32$ znaleźć x takie, że $11 \cdot x \equiv 1 \pmod{32}$. Wynik wpisać w puste miejsce {2:SA:=3}.

Na rys. 7 pokazano zrzut ekranu dla podglądu zadania. Jako przykładowe rozwiązanie podano dwie odpowiedzi niepoprawne i jedną odpowiedź poprawną. Za to rozwiązanie system poprawnie przyznał 2 punkty. Konfrontacja treści rysunku z przedstawioną wyżej treścią zadania pozwala na porównanie opisu zadania z jego wersją wyrenderowaną.

4 Quiz egzaminacyjny

W tabeli 1 pokazano pięć przykładowych zadań egzaminacyjnych odnoszących się do pięciu (a po uwzględnieniu odniesienia do teorii grafów sześciu) obszarów tematycznych omawianych na wykładzie z matematyki dyskretnej. Zadania podobne do przedstawionych w tabeli wykorzystywano do egzaminowania w okresie kształcenia stacjonarnego, przed pojawieniem się pandemii COVID-19. Po jej pojawieniu się dla każdego z pięciu typów zadań przygotowano pięć kategorii zadań analogicznych do przedstawionych w tabeli 1 i szczegółowo opisanych w sekcji 3 niniejszego artykułu. Kolejne kategorie odnoszą się do różnych obszarów tematycznych omawianych na wykładzie z matematyki dyskretnej. Dla kategorii *Kombinatoryka*, *Permutacje*, *Łańcuch Markowa* oraz *Teoria liczb* przygotowano po dwanaście różnych zadań. Dla kategorii *Relacja* przygotowano piętnaście zadań. Wszystkie przygotowane zadania są punktem wyjścia do tworzenia quizu.

4.1 Inicjowanie quizu

Po przygotowaniu zadań przystąpiono do zainicjowania quizu. Proces ten wiąże się z wyborem wielu opcji. W opisie tworzenia quizu zostaną wspomniane tylko te opcje, które wybrał autor niniejszego artykułu. Opcje, które nie zostały wybrane, nie będą komentowane.

Aby utworzyć quiz, na stronie danego przedmiotu, z którego będzie przeprowadzony egzamin należy wybrać opcję *Włącz tryb edycji*. W następnej kolejności należy wybrać opcję *Dodaj składową*. Po jej rozwinięciu, spośród wielu dostępnych możliwości należy wybrać *quiz*. Po tym pojawiają się opcje quizu, które są pogrupowane w kilka sekcjach. Kroki inicjujące quiz, podjęte w kolejnych sekcjach (od sekcji *Ogólne*, aż po sekcję *Catościowa informacja zwrotna*) są następujące:

- Sekcja *Ogólne*: W tej sekcji najpierw należy podać nazwę quizu. Istnieje także możliwość umieszczenia jego opisu. W omawianym w niniejszym artykule quizie z tej możliwości nie skorzystano.
- Sekcja *Czas*: W kolejnej sekcji określa się czas dostępu do quizu, wybierając graniczne daty i godziny otwarcia oraz zamknięcia quizu. W tych granicach czasowych student może przystąpić do

quizu. Również należy określić limit czasu rozwiązywania quizu. W opisywanym quizie przyjęto, że na rozwiązywanie quizu student otrzyma jedną godzinę. W tym limicie student rozwiązujący quiz musi się zmieścić. Poza ten limit nie ma możliwości wyjścia. Również w tej sekcji pojawia się opcja wyboru decyzji, co stanie się z quizem po wyczerpaniu limitu czasowego. W opisywanym quizie zdecydowano, że jeżeli student osiągnie limit czasowy, to jego niezakończone (otwarte) podejście do quizu jest automatycznie zamykane i oceniane w stanie takim, w jakim jego rozwiązanie aktualnie się znajduje.

- Sekcja *Ocena*: Tutaj należy wybrać liczbę podejść do quizu. W opisywanym quizie zdecydowano, że student ma tylko jedno podejście do rozwiązywania quizu.
- Sekcja *Wygląd*: Z kolei należy wybrać opcje dotyczące wyglądu quizu. Zdecydowano, że wszystkie pytania w rozwiązywanym quizie będą widoczne na jednej stronie. Zdecydowano także, że student rozwiązujący quiz może nim nawigować bez żadnych ograniczeń (dowolnie).
- Sekcja *Zachowanie pytań*: W tej sekcji istnieje możliwość wyboru losowej zmiany kolejności odpowiedzi wewnątrz pytania. Ta opcja została wykorzystana w opisanym wyżej zadaniu typu *Dopasowanie*, gdzie należało wybierać odpowiedzi. Również w bieżącej sekcji wybrano tę opcję. W ten sposób potwierdzono możliwość losowania odpowiedzi w zadaniu typu *Dopasowanie* w trakcie rozwiązywania quizu. Jednocześnie wybrano opcję *Opóźniona informacja zwrotna*, zgodnie z którą egzaminowany student dostanie ocenę swojego egzaminu dopiero po jego zatwierdzeniu.
- Sekcja *Opcje przeglądu*: W bieżącej sekcji wybierając opcje zdecydowano, że podczas rozwiązywania quizu student nie będzie widział żadnych informacji zwrotnych. Informacje zwrotne pojawiają się dopiero po zakończonym egzaminie. Ze względu na możliwość wykorzystania zadań w kolejnych późniejszych egzaminach zdecydowano także, że wśród wszystkich dostępnych informacji zwrotnych student nie zobaczy prawidłowych odpowiedzi.
- Sekcja *Dodatkowe ograniczenia podejść do quizu*: W normalnym trybie opisywanego tutaj egzaminowania opcje zawarte w tej sekcji były pomijane. Jednakże okazało się, że w trakcie egzaminu jeden ze studentów miał poważne (zdrowotne) powody, aby w egzaminie nie uczestniczyć. Wtedy przez krótki czas wyłącznie dla niego został udostępniony quiz. Dla takiego przypadku utworzono unikatowe hasło (opcja *Wymagane hasło*), które pozwoliło mu zdawać egzamin. W opisywanym tu przypadku należało również pamiętać o uzgodnieniu czasu dostępu do quizu z ustaleniami podjętymi ze studentem.
- Sekcja *Całościowa informacja zwrotna*: W ostatniej sekcji został zdefiniowany procentowy poziom, powyżej którego pojawiał się komunikat, że egzamin został zdany. Poniżej tego poziomu student otrzymywał informację, że egzamin należy powtórzyć w kolejnej sesji poprawkowej.

4.2 Edycja zawartości quizu

Po zainicjowaniu quizu i jego zapisaniu, można go otworzyć. Po jego otwarciu pojawia się informacja, że quiz nie zawiera jeszcze żadnych zadań. Należy te zadania do niego dołączyć. W pierwszej kolejności można ustalić, jaka jest maksymalna ocena za quiz. W omawianym quizie przyjęto, że maksymalną oceną będzie ocena równa 100 punktów. Ze skali stupunktowej z łatwością przechodzi się na skalę procentową. Skala ocen wiąże procentowy wynik za egzamin z oceną. I tak kolejnym przedziałom przypisano kolejne oceny: [0%,40%) – 2 (ndst), [40%,60%) – 3 (dst), [60%,70%) – 3.5 (dst+), [70%,80%) – 4 (db), [80%,90%) – 4.5 (db+), [90%,100] – 5 (bdb). Dla wygody przyjęto, że przedziały są lewostronnie domknięte. To

Edycja quizu: Egzamin z Matematyki Dyskretnej

Pytania: 5 | Quiz otwarty (do 7/12/2020, 18:26) Maksymalna ocena: 100,00 ZAPISZ

ZMIEN UKŁAD STRON Łączna punktacja: 27,00

Losowa kolejność pytań

Strona 1	Dodaj
1 Losowe (Kombinatoryka) (Zobacz pytania) 2,00	
2 Losowe (Relacja) (Zobacz pytania) 7,00	
3 Losowe (Permutacje) (Zobacz pytania) 4,00	
4 Losowe (Łańcuch Markowa) (Zobacz pytania) 8,00	
5 Losowe (Teria liczb) (Zobacz pytania) 6,00	

Rysunek 8. Zrzut ekranu dla edycji zawartości quizu

oznacza, że dla danej oceny (poza oceną dostateczną) pierwsza cyfra jest stała. Można także zauważyć, że w przyjętej skali oceniania kryteria na ocenę dostateczną zostały obniżone.

W następnej kolejności można dodać pytania. Po rozwinięciu opcji *Dodaj* pojawia się kilka możliwości wyboru. Ponieważ przyjęto, że w quizie zadania powinny być losowane, dlatego wybrano jedną z możliwych opcji *Dodaj losowe pytanie*. Wtedy pojawia się lista dostępnych kategorii zadań, z których mogą być losowane zadania. Po wybraniu danej kategorii, pojawia się ona na liście. Jedno losowe zadanie z tej kategorii otrzyma do rozwiązania student w trakcie trwania egzaminu. Dla pytania z już wybranej kategorii można ustawić wartość punktacji za to pytanie. Wybierając ją można zróżnicować wagę pytań w końcowym egzaminie³.

Po wybraniu wszystkich kategorii, które będą wykorzystywane w trakcie egzaminu, istnieje możliwość wyboru opcji umożliwiającej losową kolejność pojawienia się zadań w trakcie egzaminu. W omawianym quizie tej opcji nie wybrano.

Na rysunku 8 przedstawiono zrzut ekranu dla edycji zawartości quizu. Widać, że do quizu wybrano zadania należące do pięciu wyżej omówionych kategorii. Każdej kategorii przypisano wagę punktową wynoszącą od 2 do 8 punktów, co dało łącznie 27 punktów. Ponieważ przyjęto, że cały quiz może zostać oceniony na 100 punktów, dlatego dwudziestu siedmiu punktom uzyskanym za wszystkie poprawne odpowiedzi odpowiada ocena 100 punktowa. Przy niższym wyniku uzyskanym przez studenta, jego ocena końcowa będzie proporcjonalnie mniejsza.

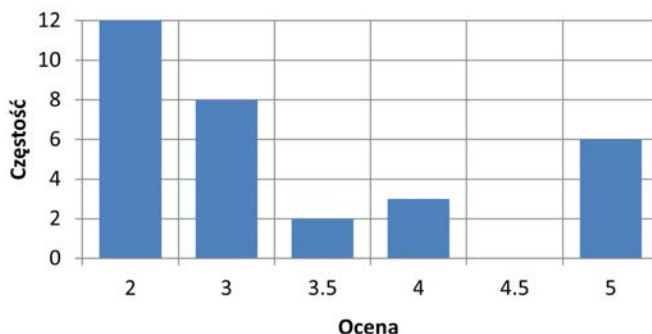
4.3 Wyniki zdalnego egzaminu

Przedstawiony quiz był kilkakrotnie wykorzystywany do egzaminowania studentów, zarówno w pierwszej sesji egzaminacyjnej, jak również w sesji poprawkowej. Na rysunku 9 przedstawiono fragmenty zrzutu ekranu dla raportu poegzaminacyjnego. Z przedstawionego na rysunku 9 fragmentu raportu widać, że na osiem egzaminowanych osób jedna uzyskała wynik 90 punktów i otrzymała ocenę *bardzo dobry*, jedna

³ W pierwszej wersji egzaminu autor quizu przeoczył tę możliwość. Przez to ocena ostateczna nie odzwierciedlała wagi poszczególnych zadań. Równe wagi przypisane wszystkim zadaniom niektóre z zadań relatywnie przeceniały (np. zadanie nr 1), zaś niektórych innych zadań nie doceniały.

Stan	Czas wykonania	Ocena/100,00	Pyt. 1 /20,00	Pyt. 2 /20,00	Pyt. 3 /20,00	Pyt. 4 /20,00	Pyt. 5 /20,00
Zakończony	58 min. 44 sek.	69,29	✓ 20,00	✓ 14,29	✗ 0,00	✓ 15,00	✓ 20,00
Zakończony	48 min. 30 sek.	54,40	✗ 0,00	✓ 8,57	✓ 20,00	✓ 12,50	✓ 13,33
Zakończony	32 min. 29 sek.	90,00	✓ 10,00	✓ 20,00	✓ 20,00	✓ 20,00	✓ 20,00
Zakończony	22 min. 41 sek.	0,00	✗ 0,00	✗ -	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ -
Zakończony	33 min. 55 sek.	21,55	✗ 0,00	✓ 5,71	✗ 0,00	✓ 2,50	✓ 13,33
Zakończony	1 godz. 1 min	0,00	✗ -	✗ -	✗ -	✗ -	✗ -
Zakończony	1 godz. 2 min.	0,00	✗ -	✗ -	✗ -	✗ -	✗ -
Zakończony	57 min. 42 sek.	27,62	✗ -	✓ 14,29	✗ 0,00	✗ -	✓ 13,33

Rysunek 9. Zrzut ekranu przedstawiający fragment raportu poegzaminacyjnego



Rysunek 10. Histogram ocen końcowych z tabeli 5

uzyskała wynik 69.29 punktów i otrzymała ocenę *dostateczny plus*, zaś jedna uzyskała wynik 54.40 punktów i otrzymała ocenę *dostateczny*. Pozostałe osoby uzyskały mniej niż 40 punktów i przez to nie zaliczyły egzaminu. Na rysunku można także zobaczyć, które zadania zostały rozwiązane poprawnie, które częściowo poprawnie, a które zupełnie błędnie. Widać tu również, że autor quizu popełnił błąd, przypisując jednakowe wagi poszczególnym zadaniom. Przez to każde z zadań wnosi do oceny końcowej 20% wartości, mimo iż ich poziom trudności jest zróżnicowany. Z kolei w tabeli 5 przedstawiono zbiorcze wyniki

Tablica 5. Przykładowe wyniki zdalnego egzaminu

L.p.	Czas	Oc./100	Z.1/20	Z.2/20	Z.3/20	Z.4/20	Z.5/20	Ocena
1	58min. 44sek.	69.29	20	14.29	0	15	20	3.5
2	48min. 30sek.	54.4	0	8.57	20	12.5	13.33	3
3	32min. 29sek.	90	10	20	20	20	20	5
4	22min. 41sek.	0	0	–	0	0	–	2
5	33min. 55sek.	21.55	0	5.71	0	2.5	13.33	2
6	1 godz. 1min	0	–	–	–	–	–	2
7	1 godz. 2min.	0	–	–	–	–	–	2
8	57min. 42sek.	27.62	–	14.29	0	–	13.33	2
9	58min. 28sek.	40	20	–	10	10	0	3
10	29min. 59sek.	19.05	0	5.71	0	0	13.33	2
11	1 godz.	57.26	20	11.43	0	12.5	13.33	3
12	53min. 35sek.	97.14	20	17.14	20	20	20	5
13	57min. 23sek.	38.33	0	20	0	5	13.33	2
14	44min. 34sek.	71.79	0	14.29	20	17.5	20	4
15	59min. 17sek.	55.83	15	–	20	7.5	13.33	3
16	41min. 55sek.	100	20	20	20	20	20	5
17	55min. 20sek.	91.43	20	11.43	20	20	20	5
18	57min. 38sek.	21.9	0	8.57	0	–	13.33	2
19	51min. 6sek.	43.33	0	20	10	–	13.33	3
20	26min. 28sek.	31.43	0	11.43	–	–	20	2
21	59min. 59sek.	31.43	0	11.43	–	–	20	2
22	54min. 39sek.	47.62	10	14.29	0	10	13.33	3
23	1 godz.	0	–	–	–	–	–	2
24	30min. 44sek.	95	20	20	20	15	20	5
25	59min. 58sek.	68.57	10	8.57	20	10	20	3.5
26	44min. 31sek.	95	15	20	20	20	20	5
27	58min. 4sek.	54.76	0	11.43	20	10	13.33	3
28	1 godz.	40.95	20	14.29	0	–	6.67	3
29	32min. 33sek.	77.5	0	20	20	17.5	20	4
30	56min. 59sek.	70	10	20	20	–	20	4
31	18min. 31sek.	30.48	0	17.14	0	0	13.33	2

Tablica 6. Statystyki wyników egzaminu zdalnego

Statystyka	Punkty	Ocena
Średnia	49.73	3.13
Mediana	47.62	3
Moda	0	2
Odchylenie standardowe	31.12	1.14
Minimum	0	2
Maksimum	100	5

egzaminu dla całej grupy 31 zdających osób. Zawartość tabeli uzyskano, eksportując z platformy Moodle wyniki egzaminu w formacie Excela (jednym z kilku dostępnych). Przed jej umieszczeniem w tekście artykułu tabela została poddana edycji. Usunięto z niej dane osobowe, a dodano propozycje ocen końcowych z egzaminowanego przedmiotu. W kolejnych kolumnach tabeli można znaleźć istotne informacje dotyczące przeprowadzonego egzaminu. I tak, w kolumnie drugiej (Czas) można zobaczyć, ile minut na rozwiązywanie zadań poświęciły poszczególne osoby biorące udział w egzaminie. W kolumnie trzeciej (Oc./100) znajdują się wyniki końcowe egzaminu w skali stupunktowej. W kolejnych pięciu kolumnach (Z.1/20, Z.2/20, Z.3/20, Z.4/20, Z.5/20) można zobaczyć oceny końcowe uzyskane za poszczególne zadania należące do pięciu omawianych wyżej kategorii zadań. W ostatniej kolumnie (Ocena) zaprezentowano końcowe oceny zaproponowane za egzamin przez prowadzącego zajęcia.

Podgląd raportu na platformie Moodle, jak i eksportowana tabela wyników, zawierają więcej informacji niż tylko te, które przedstawiono na rysunku 9 i w tabeli 5. W szczególności są tam podane dane identyfikujące egzaminowane osoby (imię i nazwisko, adres poczty elektronicznej), data i godzina rozpoczęcia egzaminu przez studenta oraz data i godzina jego zakończenia. Tutaj przedstawiono tylko zanonimizowane fragmenty raportu oraz tabeli wyników.

W tabeli 6 można zobaczyć policzone statystyki dla wyników przedstawionych w tabeli 5 oraz dla zaproponowanych na ich podstawie ocen końcowych, zaś na rysunku 10 przedstawiono histogram z rozkładem ocen końcowych zaproponowanych na podstawie wyników punktowych z tabeli 5. Widać, że wśród wyników ocena niedostateczna dominuje. Spośród 31 osób, 12 osób egzaminu nie zdało, zaś 6 osób otrzymało oceny bardzo dobre.

5 Dyskusja

Tworzenie zadań na platformie Moodle, a potem utworzenie quizu oraz jego wykorzystanie do egzaminowania w warunkach pandemii ciągle przynosiło nowe problemy, ale także kolejne pytania. Ponieważ uzyskane efekty końcowe były zadowalające, to można wnioskować, że problemy udało się pokonywać. Jednakże na pojawiające się pytania, nie zawsze znajdowano satysfakcjonujące odpowiedzi. Zapewne część z tych odpowiedzi znana będzie dopiero za jakiś czas, choć niektóre z nich są na tyle ważne, że warto tutaj poświęcić im trochę uwagi i przynajmniej częściowo je przedyskutować. W szczególności chodzi tutaj o kwestie dotyczące właściwego wyboru dostępnych typów pytań, o migrację zadań pomiędzy kursami, a także o rzetelność przeprowadzanego egzaminu.

5.1 Problem wyboru typów pytań

Przed rozpoczęciem organizowania zdalnego egzaminu znany był wzorzec jego klasycznej wersji sprzed pandemii (tabela 1). W tej wersji nie tylko trzeba było wykonywać obliczenia, ale niekiedy także narysować graf i z niego skorzystać. Chcąc, aby egzamin zdalny był jak najbliższy wersji klasycznej, należało przeanalizować szablony pytań na platformie Moodle i do realizacji egzaminu wybrać te, które najlepiej oddadzą intencje autora zadań egzaminacyjnych. Uznano, że do egzaminu zostaną wykorzystane trzy typy pytań: *Krótką odpowiedź*, *Dopasowanie* oraz *Cloze*. Zauważono także, że przy pomocy wybranych szablonów nie da się odwzorować wszystkich problemów przedstawianych do rozwiązania na egzaminie klasycznym. Np. zaniechano odwzorowania tych fragmentów zadań, które wymagały rysowania grafów. Egzamin na platformie Moodle z konieczności musiał być kompromisem pomiędzy pewną wizją wymagań egzaminacyjnych, a możliwościami ich realizacji przy pomocy dostępnych narzędzi.

Pozostając w kontekście wyboru szablonów typów pytań egzaminacyjnych należy stwierdzić, że nie jest wykluczone, że do zadań analogicznych jak w tabeli 1 można było wybrać szablony innych typów

pytań, niż trzy wspomniane wyżej albo mniejszy ich podzbiór. Można zauważyć, że do prezentacji zadania nr 1 (kategoria *Kombinatoryka*), zamiast typu *Krótką odpowiedź* można było użyć typu *Cloze*. Przy pomocy tego typu nie tylko można było odwzorować treść zadania, ale także istniałaby możliwość jego wzbogacenia o inne elementy związane z przeliczaniem, np. można było sprawdzić, czy studenci znają *schematy wyboru* albo *zasadę włączania i wyłączania*. Tu trzeba podkreślić, że szablon pytania typu *Cloze*, mimo iż przez swoją większą złożoność jest wymagający, to także jest bardzo elastyczny, a przez to niesie ze sobą dodatkowe możliwości.

Na koniec trzeba dodać, że problem braku możliwości prezentacji w rozwiązaniach grafów, diagramów lub schematów jest ciągle otwarty. Dla przykładu, trudno sobie wyobrazić egzamin z *techniki cyfrowej*, w którym od studenta nie będzie można wymagać narysowania schematu układu logicznego. Nie wykluczone, że dostępne na platformie Moodle szablony pytań takie możliwości dają. Jednakże aktualnie nie są one znane autorowi artykułu.

5.2 Migracja zadań

Zadania przygotowano z intencją ich wykorzystania do realizacji quizu. Ponieważ autor artykułu prowadził zajęcia z *matematyki dyskretnej* zarówno na studiach stacjonarnych, jak i zaocznych, dlatego przygotowując zadania dla jednego z tych zajęć postanowił je także wykorzystać do egzaminowania na drugich zajęciach. Tymczasem, zajęcia dla studiów dziennych oraz dla studiów zaocznych na platformie Moodle są osobnymi kursami. Realizując quiz dla jednego kursu chciałoby się, aby także w drugim kursie wykorzystać ten sam quiz, albo co najmniej przy jego tworzeniu wykorzystać te same zadania. Autor quizu skorzystał z tej drugiej możliwości. Zadania przygotowane dla jednego kursu postanowił wykorzystać w drugim kursie. Jednakże pojawił się problem z ich przeniesieniem pomiędzy kursami. Platforma Moodle daje możliwości eksportowania pytań w kilku różnych formatach. Według informacji w podpowiedziach na stronie platformy Moodle w WWSI [15] dostępne są formaty *Gift* oraz *XHTML*, a także format *Moodle XML*. W formacie *Gift* można wyeksportować tylko kilka z możliwych typów pytań. Format *XHTML* pozwala wyeksportować wszystkie pytania z danej kategorii w postaci jednej strony. Obydwa formaty zostały zbadane i stwierdzono co najmniej ograniczoną ich przydatność. Jedynym formatem nadającym się do eksportu wszystkich kategorii pytań, a w ich ramach wszystkich pytań jest format *Moodle XML*. W tym formacie przygotowane w ramach jednego kursu zadania wyeksportowano, a następnie w innym kursie je zaimportowano. W ten sposób cała struktura wszystkich zadań wraz z ich kontekstem została poprawnie przeniesiona z jednego kursu do drugiego. To pozwoliło także w tym drugim kursie utworzyć analogiczny quiz. Dzięki temu nie trzeba było odtwarzać zadań, a jedynie wystarczyło je wykorzystać w nowym quizie.

5.3 Rzetelność zdalnego egzaminu

Przy tworzeniu zadań, a potem quizu ciągle pojawiały się obawy związane z rzetelnością tak zorganizowanego egzaminu zdalnego. Aby ten problem szerzej przeanalizować i wyciągnąć wnioski, należy go rozważyć w kontekście kilku aspektów. Są to:

- aspekt moralny,
- aspekt ekonomiczny,
- aspekt techniczny.

Pierwsze dwa wiążą się z postawą względem ogólnie przyjętych norm postępowania. Grupa studencka uczestnicząca w egzaminie składa się z wielu osób. Różne osoby będą reprezentowały różne postawy. Będą

tu osoby, których nastawienie będzie się przeciwstawiać łamaniu norm. Nie można jednak wykluczyć, że znajdują się również tacy, którzy normy będą łamać. Ponieważ relacje społeczne powinny opierać się na zaufaniu, wykładowca prowadzący grupę powinien założyć dobrą wolę wszystkich członków grupy. To założenie ma swoje racjonalne uzasadnienie:

- U przeciętnego człowieka świadome złamanie ustalonych norm prowadzi do niepokoju wewnętrznego. Mówiąc wprost, łamanie norm powoduje wyrzuty sumienia. Dla niektórych może to być tak poważny dyskomfort, że będą starali się, aby do tego nie doszło.
- Z drugiej strony, opłata czesnego za możliwość nauki i nieskorzystanie z tej możliwości jest nonsensowne z ekonomicznego punktu widzenia.

Ten pierwszy czynnik nie zawsze zadziała. Trzeba jednak mieć nadzieję, że zadziała drugi. Można nie mieć wrażliwości moralnej, ale jest nadzieja na to, że nikt nie chciałby, aby o nim myślano jako o głupcu, który wydał pieniądze na jakieś dobro i z tego dobra zrezygnował. Wobec tego trzeba ufać, że z powodów co najmniej ekonomicznych, u większości egzaminowanych osób nie będzie postawy skierowanej na nieuczciwe rozwiązywanie zadań egzaminacyjnych.

Pozostał jeszcze aspekt techniczny. Jeżeli dwa poprzednie nie zadziałają, to ten może przeciwdziałać, a co najmniej utrudniać nieuczciwą postawę na egzaminie. W quizie przyjęto, że egzaminowany student otrzyma do rozwiązania 5 losowanych zadań (pytań). Każde z nich będzie należało do innej kategorii. A więc otrzyma jedno z dwunastu zadań z kategorii *Kombinatoryka*, jedno z piętnastu zadań z kategorii *Relacja*, jedno z dwunastu zadań z kategorii *Permutacje*, jedno z dwunastu zadań z kategorii *Łańcuch Markowa* oraz jedno z dwunastu zadań z kategorii *Teoria liczb*. Biorąc pod uwagę pewne zadanie z konkretnej kategorii, statystycznie co dwunasta osoba wylosuje to zadanie. Dla zadania z kategorii *Relacja* będzie to co piętnasta osoba. Prawdopodobieństwo wylosowania tego zadania przez pewnego studenta wynosi $\frac{1}{12}$, dla kategorii *Relacja* to prawdopodobieństwo wynosi $\frac{1}{15}$. Prawdopodobieństwo, że dwaj studenci będą mieli jedno identyczne zadanie, dla większości zadań wynosi $\frac{1}{12} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{144}$, czyli jest mniejsze niż 0.007, zaś dla zadania należącego do kategorii *Relacja* wynosi $\frac{1}{15} \times \frac{1}{15} = \frac{1}{225}$ i jest mniejsze niż 0.0045. Ponieważ zadania są losowane z puli zadań należących do danej kategorii, to prawdopodobieństwo wybrania jednej sekwencji pięciu zadań w trakcie egzaminu wynosi $\frac{1}{12} \times \frac{1}{15} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{12} = 3.22E-6$. Z tego wynika, że prawdopodobieństwo, iż dwaj studenci będą mieli tę samą sekwencję zadań jest mniejsze niż $1.04E-11$. To wszystko oznacza, że małe są szanse na to, że dwaj studenci będą rozwiązywać identyczne zestawy zadań. Do tego, biorąc pod uwagę ograniczony do kilkudziesięciu minut dopuszczalny czas rozwiązywania zadań, raczej nie ma obaw, że studenci będą sobie pomagać. Przekazywanie rozwiązań jest niecelowe, bo statystycznie każdy może mieć inny zestaw egzaminacyjny. Również nikt nie będzie pomagał swojemu koledze, póki sam nie zakończy egzaminu. Ze względu na krótki czas, nawet po zakończeniu egzaminu będzie miał niewiele czasu, aby temu koledze pomóc. Również korzystanie z dostępnych w domu źródeł (podręczniki, internet) jest raczej niemożliwe, gdyż w tych źródłach ani nie znajdzie rozwiązań ani nie zdąży się nauczyć, jak zadania rozwiązywać.

Z nadzieją można powiedzieć, że zaproponowana forma egzaminu zdalnego nie sprzyja nierzetelności w jego zdawaniu, a wobec tego nie będzie mniej rzetelna, niż pisemny egzamin tradycyjny.

6 Podsumowanie

W niniejszym artykule opisano przypadek wykorzystania platformy Moodle do przeprowadzenia zdalnego egzaminu z *matematyki dyskretnej* na informatycznych studiach pierwszego stopnia (inżynierskich). Opisany przypadek był konsekwencją problemów wynikających z zaistniałej konieczności zdalnego egzaminowania, spowodowanej pandemią koronawirusa COVID-19. W odpowiedzi na te problemy na platformie Moodle przygotowano odpowiedni zestaw zadań egzaminacyjnych, przeznaczony do rozwiązywania

przez studentów. Zadania należały do kilku kategorii: *Kombinatoryka* - zadanie nr 1, *Relacja* - zadanie nr 2, *Permutacje* - zadania nr 3, *Łańcuch Markowa* - zadanie nr 4 oraz *Teoria liczb* - zadanie nr 5. Do przygotowania zadań wykorzystano kilka nadających się do tego celu szablonów pytań, oferowanych przez platformę *Moodle*. W szczególności użyto pytań typu *Krótką odpowiedź*, *Dopasowanie* oraz *Cloze*. Dwa pierwsze typy zostały użyte do realizacji zadań należących do kategorii pierwszej i drugiej. Zadania z kategorii trzeciej, czwartej i piątej zrealizowano przy pomocy pytań typu *Cloze*. Po przygotowaniu zadań utworzono z nich quiz, który został wykorzystany do egzaminowania studentów.

W pracy szczegółowo opisano proces tworzenia zadań egzaminacyjnych. W szczególności przedstawiono składnię fragmentów wykorzystujących język systemu LaTeX, a także fragmentów wykorzystujących składnię pytań typu *Cloze*. Również opisano utworzenie quizu, jego inicjowanie, a także wypełnienie zadaniami. Przedstawiono również przykładowe wyniki przeprowadzonego przy jego pomocy egzaminu.

Na zakończenie przedstawiono i przedyskutowano pewne pytania, które zostały sformułowane w trakcie procesu tworzenia quizu. Tutaj odniesiono się do trzech zagadnień. Pierwsze zagadnienie dotyczyło wyboru szablonów pytań przeznaczonych do tworzenia zadań. W tym kontekście podkreślono znaczenie pytania typu *Cloze*. W następnej kolejności zwrócono uwagę na możliwość przenoszenia quizu pomiędzy różnymi kursami. Jako skuteczną metodę rozwiązania problemu zaproponowano migrację zadań poprzez ich wyeksportowanie w formacie *Modle XML*, a następnie import w docelowym kursie. Jako ostatnie rozważano rzetelność zdalnego egzaminu. Ten problem omówiono w kilku aspektach. Jako wniosek stwierdzono, że istnieją przesłanki mówiące o tym, że zaproponowana zdalna forma egzaminu nie sprzyja nierzetelności.

Reasumując można powiedzieć, że zaproponowana zdalna forma egzaminu z *matematyki dyskretnej*, przeprowadzona przy pomocy platformy *Moodle* jest atrakcyjna. Na pewno ma wiele zalet. Zaś jej potencjalne wady mogą być zniwelowane przez odpowiednie przygotowanie zadań, a także właściwe zdefiniowanie warunków quizu. Co prawda opisany egzamin dotyczył jednego konkretnego przedmiotu, ale zdobyte doświadczenie pozwala realnie myśleć o wykorzystaniu zdobytego tutaj doświadczenia także przy egzaminach z innych przedmiotów.

Literatura

- [1] Wacom, “Bamboo Paper,” <https://www.wacom.com/en-us/products/apps-services/bamboo-paper/>.
- [2] “Bamboo Paper dla systemu Windows,” <https://www.microsoft.com/pl-pl/p/bamboo-paper/9wzdncrfj1bh?activetab=pivot:overviewtab>.
- [3] “Bamboo Paper na tablety z systemem Android,” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wacom.bamboopapertab>.
- [4] “Bamboo Paper na iPada,” <https://apps.apple.com/us/app/bamboo-paper-notebook/id443131313>.
- [5] “System zarządzania uczeniem Moodle,” <https://moodle.org/>.
- [6] E. Smyrnova-Trybulska, S. Stach, A. Burnus, and A. Szczurek, *Wykorzystanie LCMS Moodle jako systemu wspomagania nauczania na odległość*. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Studio-Noa, 2012.
- [7] S. Grabowska, “E-learning w politechnice śląskiej z perspektywy autora kursów i e-nauczyciela,” *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie*, no. 132, pp. 253–261, 2018.
- [8] D. Dudek, “Doświadczenia w nauczaniu na odległość na Wydziale Zarządzania Politechniki Częstochowskiej,” *Informatyka Ekonomiczna*, vol. 49, no. 3, pp. 50–64, 2018.

- [9] S. Bronisz and E. Miłosz, “Analiza możliwości wykorzystania platformy Moodle do realizacji procesu kształcenia na kierunku Inżynieria systemów bezpieczeństwa wewnętrznego w Politechnice Lubelskiej,” *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 4, pp. 104–107, 2017.
 - [10] W. Pokojski and K. Maszewska, “Edukacja na odległość w zakresie geoinformatyki,” *e-mentor*, vol. 68, no. 1, pp. 30–39, 2017.
 - [11] A. Grabowska, “e-Uczelnia–e-Nauczanie na Politechnice Gdańskiej,” [W:] *E-learning–narzędzia i praktyka*, M. Dąbrowski, M. Zajac (Red.), pp. 186–193, 2012.
 - [12] “Poznaj Moodle,” <https://poznajmoodle.pl/>.
 - [13] “Konferencja MoodleMoot,” <https://moodlemoot.pl/>.
 - [14] P. Brzózka, *Moodle dla nauczycieli i trenerów*. Helion, 2011.
 - [15] “Platforma Moodle w Warszawskiej Wyższej Szkole Informatyki,” <https://moodle.wwsi.edu.pl/>.
 - [16] “Pattern-match question type,” https://docs.moodle.org/39/en/Pattern-match_question_type.
 - [17] “Embedded Answers (Cloze) question type,” [https://docs.moodle.org/310/en/Embedded_Answers_\(Cloze\)_question_type](https://docs.moodle.org/310/en/Embedded_Answers_(Cloze)_question_type).
 - [18] University of Alberta, “Structure of a cloze question,” <https://support.ctl.ualberta.ca/index.php?/Knowledgebase/Article/View/57/13/cloze-quiz-question-settings/>.
-

On some aspects of the remote examination in *discrete mathematics*

Abstract

This article describes the case of using the Moodle platform for remote examination of *discrete mathematics* in first-cycle (engineering) studies. The described case was a consequence of problems resulting from the necessity of remote examination, caused by the COVID-19 coronavirus pandemic. In response to these problems, an appropriate set of examination tasks was prepared on the Moodle platform, which were intended for students to solve. For this purpose, several suitable question templates from the Moodle platform were used. After preparing the tasks, a quiz was created that was used for the examination. The paper describes both the process of creating examination tasks and the process of creating a quiz, as well as the conclusions resulting from the experiment.

Keywords — examination, remote examination, distance learning, Moodle platform