

## ANALIZA EFEKTYWNOŚCI METOD NAUCZANIA MATEMATYKI W TRYBIE ZDALNYM W TECHNIKUM ORAZ NA UCZELNI TECHNICZNEJ

Natalia JARZĘBKOWSKA<sup>1</sup>, Magdalena ŁAPIŃSKA<sup>2</sup>, Anna NIEWULIS<sup>3</sup>

1. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 348 6177 e-mail: natjarze@pg.edu.pl
2. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 348 6177 e-mail: maglapin@pg.edu.pl
3. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 48 6195 e-mail: aniewuli@pg.edu.pl

**Streszczenie:** W artykule podjęta została próba określenia efektywności metod stosowanych w nauczaniu matematyki w trybie zdalnym. Analiza została oparta o doświadczenia nauczycieli oraz wyniki ankiety przeprowadzonej wśród uczniów Technikum Łączności nr 4 w Gdańsku oraz studentów Politechniki Gdańskiej. W pracy zostały opisane formy prowadzenia zajęć, najbardziej i najmniej efektywne techniki nauczania, metody motywowania studentów, sposoby weryfikacji wiedzy oraz sugestie studentów dotyczące usprawnienia zajęć zdalnych z matematyki.

**Słowa kluczowe:** efekty uczenia się, e-learning, matematyka.

### 1. WPROWADZENIE

W związku z sytuacją epidemiologiczną w Polsce od marca 2020 roku (z przerwami) nauczanie w placówkach dydaktycznych prowadzone jest w trybie zdalnym. Przystosowanie szkół, nauczycieli oraz uczniów do nowego trybu prowadzenia zajęć oraz nauki nie było łatwe. Tym bardziej prowadzenie efektywnych, aktywizujących lekcji z matematyki na każdym poziomie nauczania wymagało od nauczycieli pełnego zaangażowania oraz dużego nakładu pracy. Okres wakacji 2020 pozwolił na zebranie doświadczeń kadry nauczycielskiej i wybranie najlepszych narzędzi oraz metod nauczania zdalnego, które zostały następnie wykorzystane w nowym roku szkolnym i akademickim.

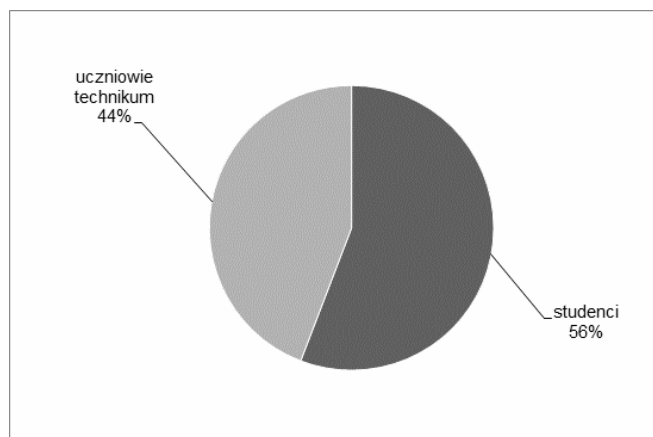
Celem artykułu jest analiza wyników ankiety dotyczącej efektywności nauczania zdalnego matematyki w roku szkolnym i akademickim 2020/2021 przeprowadzonej wśród uczniów i studentów.

Ankieta została przeprowadzona online w czerwcu 2021, a badanie obejmowało 250 osób (rys. 1): uczniów Technikum Łączności nr 4 w Gdańsku oraz studentów Politechniki Gdańskiej (PG).

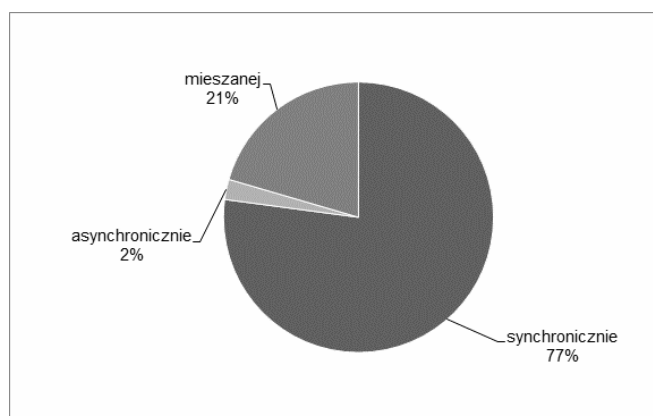
W artykule zostaną także opisane i ocenione metody oraz techniki nauczania wykorzystane przez nauczycieli.

### 2. METODY PROWADZENIA ZAJĘĆ

Z odpowiedzi ankietowanych wynika, że najczęściej stosowanym sposobem prowadzenia zajęć z matematyki na Politechnice Gdańskiej i Technikum Łączności była forma synchroniczna (77%), w porównaniu do formy mieszanej (21%) i asynchronicznej (tylko 2%) (rys. 2).



Rys. 1. Uczestnicy badania



Rys. 2. Formy prowadzenia zajęć zdalnych

#### 2.1. Tryb mieszany PG

Na Politechnice Gdańskiej w semestrze zimowym 2020/2021 forma mieszana pojawiła się na nielicznych kierunkach. W tym trybie nauki wykłady były nagrywane przez nauczycieli z wykorzystaniem oprogramowania Camtasia i umieszczone na platformie dydaktycznej eNauczanie (Moodle), natomiast ćwiczenia odbywały się w formie wideokonferencji za pomocą aplikacji ClickMeeting lub Microsoft Teams.

Studenci po obejrzeniu wykładu mieli możliwość zadawania pytań na forum lub konsultacjach online. Niestety możliwość odtworzenia wykładu z matematyki w dowolnym czasie nie była postrzegana przez wszystkich jako walor - studenci zgłaszali problemy ze skupieniem się i problem z brakiem możliwości zadania pytań na bieżąco.

## 2.2. Tryb synchroniczny PG

W Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość w roku akademickim 2020/21 wykładowcy byli zobligowani do utworzenia kursu do zajęć na platformie eNauczanie. Kursy te służyły m.in. do umieszczania odnośników do zajęć odbywających się w trybie synchronicznym. Do przeprowadzania wykładów i ćwiczeń najczęściej wykorzystywano aplikację ClickMeeting lub Microsoft Teams.

Podczas wideokonferencji - głównie zajęć ćwiczeniowych - część nauczycieli wykorzystywała tablice online (np. Miro, BitPaper). Dzięki nim studenci mogli „na żywo” rozwiązywać zadania, a nauczyciel nanosić na nie odpowiednie poprawki, które były widoczne dla pozostałych uczestników spotkania.

W przypadku dużych grup wykładowych do udzielenia odpowiedzi wykorzystywane były chmury wyrazowe (np. AnswerGarden) lub czat spotkania online. Pytania zadawane studentom za pomocą tych narzędzi nie miały tylko charakteru obliczeniowego - były one niejednokrotnie związane ze zrozumieniem danego tematu oraz zastosowaniem omawianych zagadnień. Przykładową chmurę wyrazową przedstawiono na rysunku numer 3.

Według nas stosowanie powyższych rozwiązań przyczyniało się do poprawy jakości prowadzonych zajęć, jak również do wzmocnienia interakcji pomiędzy nauczycielem, a studentami oraz wzmocnienia relacji w grupie.

Co kojarzy Ci się z matematyką?



Rys. 3 Chmura wyrazowa – odpowiedzi studentów

Dodatkowo do każdego zajęcia synchronicznego na platformie eNauczanie prowadzący zamieszczali slajdy, notatki nauczyciela, nagrany wykład - wybór formy zależał od nauczyciela.

## 2.3. Dodatkowe metody motywacji studentów PG

W celu zwiększenia zaangażowania studentów pracownicy Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość przygotowali e-kurs, który zawierał quizy z najważniejszych zagadnień z programu Matematyki 1. Każdy z wykładowców mógł skopiować bazę testów do własnego kursu i samodzielnie ustalić zasady ich rozwiązywania.

Nauczyciele dbali o to, aby do każdego testowanego zagadnienia było dostępnych kilka wersji quizu, a pytania w nich wykorzystane były zróżnicowane pod względem

trudności i typu. Rodzaje pytań (na platformie Moodle) zostały dokładnie omówione w artykule [1].

Z zagadnień liczb zespolonych, algebry liniowej i równań różniczkowych studentom zostały udostępnione dodatkowe kursy e-learningowe skupiające się tylko na tych konkretnych zagadnieniach. Sposób realizacji tych kursów zależał w pełni od osób prowadzących wykłady. Niektórzy nauczyciele zdecydowali się na obowiązkowe zaliczenie tych kursów, inni udostępniili je jako nieobowiązkowe na dodatkowe punkty z aktywności, a pozostali zdecydowali się nie przyznawać za ich realizację żadnych punktów - umieszczali je jedynie w celu utrwalenia materiału. Budowa kursów na platformie Moodle została opisana w [2].

## 2.4. Praca samodzielna studenta PG

Podczas trybu nauki zdalnej praca samodzielna studenta w domu była równie istotna co praca z nauczycielem. Na zajęciach z matematyki na Politechnice Gdańskiej była ona realizowana w różnych formach:

- prace domowe - wszyscy studenci obowiązkowo rozwiązywali wcześniej umieszczoną listę zadań, a rozwiązania przesyłali w danym terminie za pomocą aktywności zadanie na Moodlu, ocenianie były wszystkie rozwiązania,
- zadania konkursowe - chętni studenci rozwiązywali wcześniej umieszczoną listę zadań, a rozwiązania przesyłali za pomocą aktywności zadanie na Moodlu, ocenianych było tylko kilkanaście pierwszych prac,
- fora zadaniowe - zadania były rozwiązywane na forach i na bieżąco komentowane przez nauczyciela, ale także studentów.

## 2.5. Weryfikacja wiedzy PG

Weryfikacja wiedzy studentów odbywała się głównie poprzez sprawdziany, kolokwia oraz egzaminy. Zazwyczaj były one przeprowadzane w sposób pisemny na uczelnianej platformie eNauczanie z wykorzystaniem oprogramowania do wideokonferencji. Wykładowca przygotowywał bazę pytań (najczęściej otwartych). Szczegółowo również omawiał zasady przeprowadzenia zaliczenia studentom. 15 minut przed wyznaczonym czasem rozpoczęcia egzaminu studenci musieli zalogować się na odpowiednim webinarium w celu sprawdzenia obecności oraz prawidłowego ustawienia kamer. O ustalonej godzinie losowali swój własny zestaw pytań z bazy. Rozwiązywanie zadań przez studentów było monitorowane przez prowadzącego. Po zakończeniu pisania, studenci skanowali swoje rozwiązania za pomocą telefonów komórkowych lub standardowych skanerów i przesyłali je w formacie PDF prowadzącemu za pomocą aktywności zadanie na e-kursie. Aktywność ta zawiera interfejs umożliwiający sprawdzanie (m.in. komentowanie, dodawanie odręcznych notatek, wystawianie punktów) przesłanych prac bez konieczności ich pobierania na dysk. Sprawdzone i poprawione prace były następnie udostępniane studentom.

W szczególnych przypadkach zapraszano studentów na egzamin ustny. Najczęściej odbywało się to w sytuacji, gdy:

- konieczna była weryfikacja samodzielności napisania pracy,
- do zaliczenia egzaminu studentowi brakowało małej liczby punktów,
- podczas egzaminu online występowały problemy techniczne po stronie studenta,
- stopień niepełnosprawności wymagał egzaminu ustnego.

## 2.6. Zajęcia zdalne w Technikum Łączności

W Technikum Łączności zajęcia w semestrze zimowym i letnim były prowadzone głównie w formie synchronicznej z wykorzystaniem aplikacji Microsoft Teams. Narzędzie to umożliwiło tworzenie wirtualnych klas i zadań, współpracę nad plikami, udostępnianie ich innym oraz korzystanie z materiałów z zajęć w jednym miejscu.

Lekcje zdalne z matematyki nie odbiegały formą od lekcji tradycyjnych. Po podaniu celów lekcji, wprowadzeniu do tematu i omówieniu przez nauczyciela kilku zadań, uczniowie mieli możliwość rozwiązywania zadań samodzielnie. Najczęściej wykorzystywana w tym celu była wirtualna tablica wbudowana w aplikację MS Teams. W trakcie lekcji uczniowie kierując się wskazówkami nauczyciela rozwiązywali zadania indywidualnie lub w grupach.

W celu utrwalenia materiału uczniowie otrzymywali obowiązkowe prace domowe. Rozwiązania zadań przesyłali poprzez zakładkę Zadania w aplikacji MS Teams. Prace domowe były oceniane przez nauczyciela.

Stopień opanowania omówionego na lekcji materiału weryfikowany był przez sprawdziany lub/i testy.

Testy przygotowywane były w aplikacji Testportal. Aplikacja ta posiada funkcję „uczniwy rozwiązujący”. Zastosowanie jej zwiększa wiarygodność przeprowadzanego testu. Uczeń dostaje ostrzeżenie, gdy próbuje otworzyć inne okno niż okno testu. Po aktywacji kilku ostrzeżeń uczniowi automatycznie blokowany jest dostęp do testu, co równoważne jest z niezaliczeniem testu.

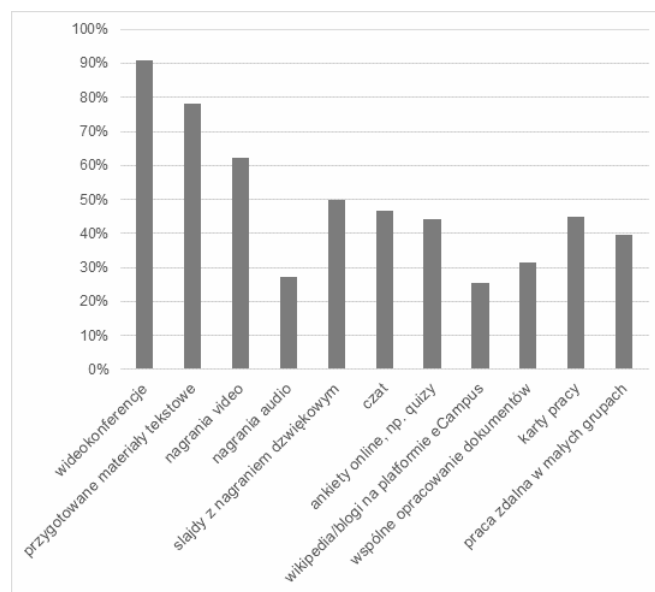
Sprawdziany natomiast przygotowywane były w aplikacji MS Teams w zakładce Zadania. Uczniowie o ustalonej godzinie otrzymywali treść zadań, samodzielnie je rozwiązywali i następnie po upływie wyznaczonego czasu przesyłali do nauczyciela. Sprawdziany realizowane były bez nadzoru kamer. Uczniowie wielokrotnie w trakcie sprawdzianu korzystali z książek oraz notatek (open book exams). Takie podejście jest zgodne z rekomendacjami zawartymi w raporcie stworzonym przez sieć europejskich uczelni wyższych Coimbra Group Universities [3]. W raporcie tym można również znaleźć zalecenia niestosowania monitoringu podczas egzaminów zdalnych oraz zastępowania egzaminów pisemnych zaliczeniem ustnym lub pracą zaliczeniową, np. projektem lub prezentacją.

## 3. ANALIZA WYNIKÓW ANKIETY

W dostępnych publikacjach brak jest wnikliwej analizy dotyczącej nauczania matematyki w szkołach ponadpodstawowych w trybie zdalnym. Można jedynie znaleźć – tak jak w [4] – ogólną analizę, która nie skupia się jednak na metodach wykorzystywanych do prowadzenia zajęć z matematyki podczas pandemii. W [4] z pośród 580 studentów 69,7% stwierdziło, że miało problem z opanowaniem zagadnień z matematyki podczas zajęć zdalnych, a tylko 21% wolałoby w przyszłości, aby matematyka była prowadzona tylko w formie zdalnej.

Bardziej szczegółowe informacje można natomiast odnaleźć w raporcie [5], który zawiera wyniki badania przeprowadzonego na Uniwersytecie w Bonn. Przeprowadzona na tym uniwersytecie ankieta uwzględnia m.in. pytanie o użyteczność poszczególnych elementów zdalnego nauczania (pytanie wielokrotnego wyboru). W badaniu tym wzięli udział studenci różnych kierunków: sztuki, prawa, pedagogiki, teologii, jak i studenci kierunków

ściślejszych. Wyniki (rys. 4) wskazują, że wśród form najbardziej cenionych znalazły się: wideokonferencje (90,9%), przygotowane materiały tekstowe (78%), nagrania wideo (62,2%), slajdy z komentarzem dźwiękowym (49,7%).



Rys. 4. Najbardziej efektywne metody według studentów Uniwersytetu w Bonn [5]

## 3.1. Najbardziej efektywne metody

W naszym badaniu studentom Politechniki Gdańskiej oraz Technikum Łączności zostało zadane podobne pytanie: Jakie metody uważasz za najbardziej efektywne podczas zajęć zdalnych matematyki? (rys. 5, rys. 6). Do wyboru były odpowiedzi:

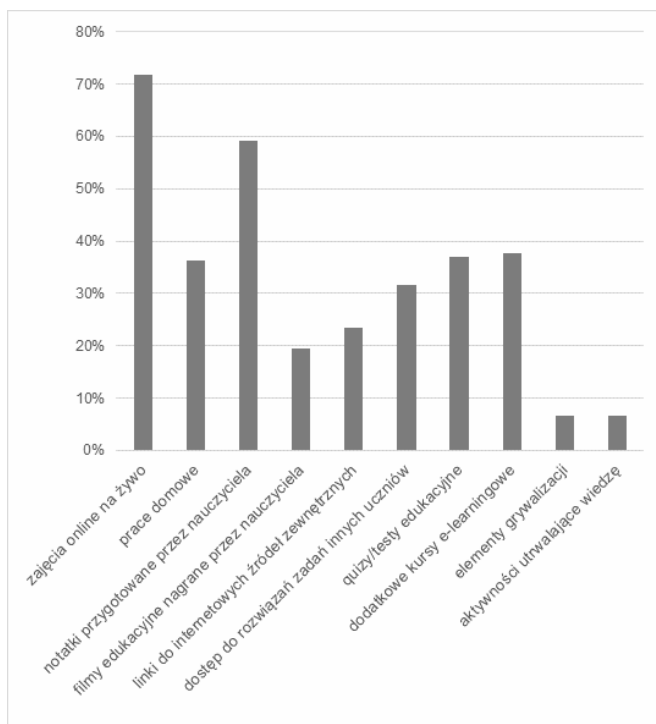
- zajęcia online na żywo,
- prace domowe,
- notatki przygotowane przez nauczyciela,
- filmy edukacyjne nagrane przez wykładowcę,
- linki do internetowych źródeł zewnętrznych,
- dostęp do rozwiązań zadań innych uczniów,
- quizy, testy edukacyjne,
- dodatkowe kursy e-learningowe,
- elementy grywalizacji (wykorzystanie elementów gier w prowadzeniu zajęć),
- aktywności utrwalające wiedzę przygotowane przez uczniów, np. mapy myśli, infografiki, plakaty.

Pytanie to było pytaniem wielokrotnego wyboru.

Analizując odpowiedzi widzimy, że w obydwu badanych grupach najbardziej efektywną metodą (studenci – 72%, uczniowie – 68%) okazały się zajęcia na żywo z nauczycielem tj. wideokonferencje. Metoda ta nie odbiega znacznie od tradycyjnych metod prowadzenia wykładów. Studenci i uczniowie na bieżąco mogą zadawać pytania.

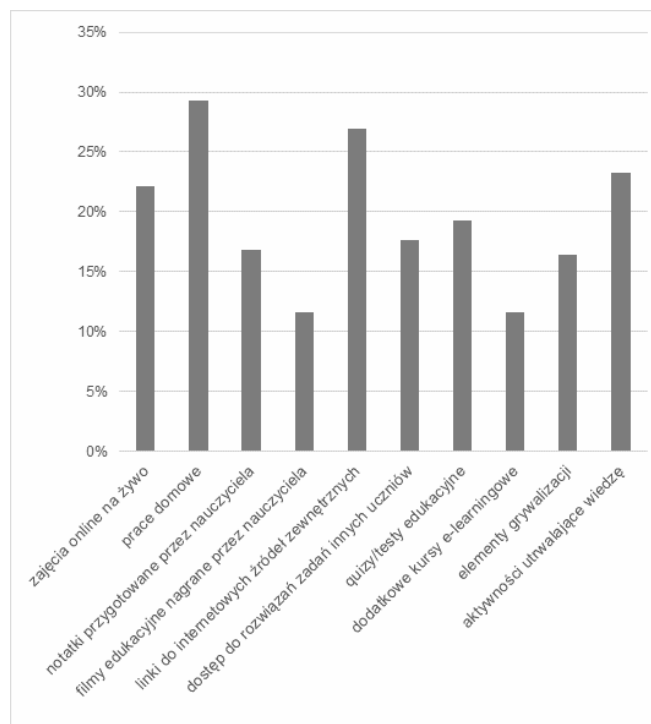
Wśród grupy studentów na kolejnym miejscu ze względu na efektywność wykorzystywanego narzędzia pracy w trybie zdalnym znajdują się notatki przygotowane przez nauczyciela (59%). Natomiast wśród grupy uczniów na drugim miejscu znajdują się prace domowe (31%), a dopiero potem notatki (29%).

Najgorzej w badaniu wśród uczniów i studentów wypadły elementy grywalizacji (średnio 7%) oraz aktywności utrwalające wiedzę (średnio 9%).

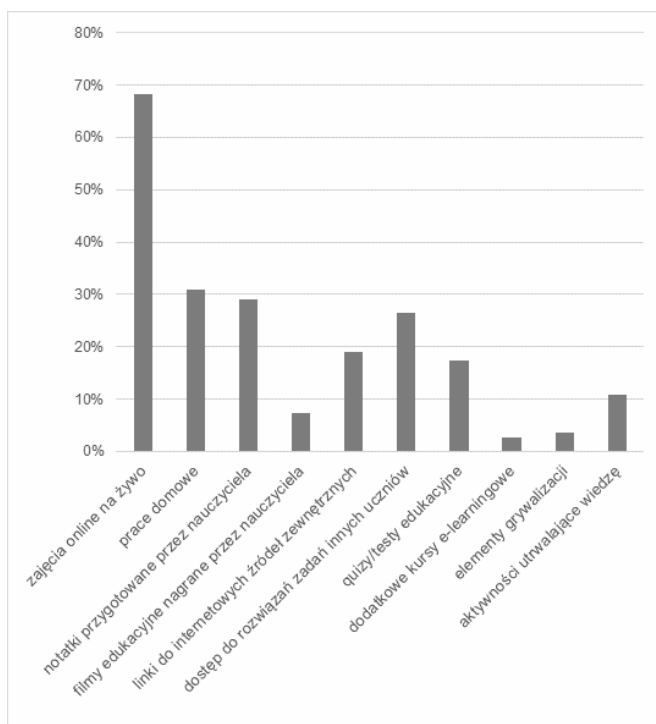


Rys. 5. Najbardziej efektywne metody według studentów

zdalnych? Uczniowie oraz studenci mieli możliwość wyboru tych samych odpowiedzi co w przypadku najbardziej efektywnych metod. Wyniki przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Najmniej efektywne metody wykorzystywane podczas zajęć zdalnych



Rys. 6. Najbardziej efektywne metody według uczniów

Warto również zauważyć, że ankietowani uczniowie nie uważają, że filmy przygotowane przez nauczyciela przyczyniają się do pogłębienia ich wiedzy z matematyki. Stanowią one element pomocny w nauce tylko dla 19% studentów i 7% uczniów.

Zaprezentowane wyniki nie różnią się znacznie od wyników otrzymanych w badaniu przeprowadzonym na Uniwersytecie w Bonn.

### 3.2. Najmniej efektywne metody

Kolejnym pytaniem, które pojawiło się w ankiecie było: Jakie metody były najmniej efektywne podczas zajęć

Najmniej efektywną metodą według obu badanych grup są prace domowe (29%). Przypomnijmy, że 30% ankietowanych uważało ją za jedną z najbardziej efektywnych metod przeprowadzonych podczas zajęć zdalnych. Paradoks ten może być związany z rodzajem prac samodzielnych, jakie musieli wykonywać studenci, i zasadami ich zaliczenia. Warto tu zastosować metodę motywacji, a nie przymusu, np. poprzez wspólne rozwiązywanie listy zadań na forum, gdzie od każdego studenta jest wymagane tylko rozwiązanie jednego przykładu, lub dodawanie wielu mniejszych (łatwiejszych) aktywności za dodatkowe punkty.

Na kolejnym miejscu najmniej efektywnych metod znajdują się linki do źródeł zewnętrznych (27%). Mimo umieszczania przez prowadzących licznych odnośników do dodatkowych materiałów, np. stron www, filmów na YouTube, apletów GeoGebra, nie były one zazwyczaj wykorzystywane. Studenci zgłaszali przede wszystkim problemy ze znalezieniem czasu na dokładne przejrzenie tych zasobów i woleli skupić się na materiałach przygotowanych przez ich nauczyciela. Wyjątkiem były odnośniki do stron zawierających aplety, które miały na celu zobrazowanie nowego zagadnienia czy konkretnego przykładu zadaniowego. Studenci chwalili w nich to, że pozwalały na interakcję i zmianę parametrów, co zachęcało ich do podjęcia samodzielnych prób modyfikacji. Niektórzy studenci tworzyli także własne aplikacje (głównie w GeoGebra), aby samodzielnie zaobserwować działanie danej metody lub sprawdzić poprawność swoich obliczeń.

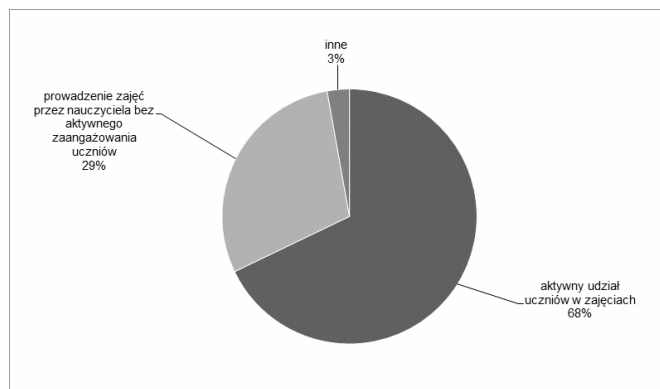
### 3.3. Forma prowadzenia zajęć zdalnych

Kolejne pytanie w naszym badaniu brzmiało: Którą z metod stosowaną na zajęciach synchronicznych

z matematyki uważasz za najlepszą? Ankietowani mieli do wyboru jedną z następujących odpowiedzi:

- prowadzenie zajęć przez nauczyciela bez aktywnego zaangażowania uczniów,
- aktywny udział uczniów w zajęciach,
- inne.

Odpowiedzi studentów Politechniki oraz uczniów były zbliżone. Są one przedstawione na rysunku 8.



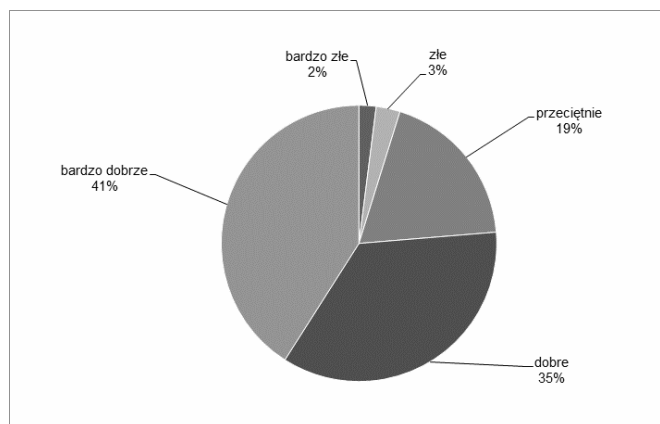
Rys. 8. Najlepsza metoda na zajęciach synchronicznych

68% badanych wykazało chęć aktywnego uczestniczenia w zajęciach, 29% natomiast nie wyrażało chęci angażowania się w trakcie wideokonferencji.

Aktywny udział studentów i uczniów możliwy był przede wszystkim dzięki tablicy interaktywnej. Aby wyjść naprzeciw studentom i zminimalizować stres związany z zabraniam głosu podczas zajęć („braniem do tablicy”), część prowadzących zajęcia udostępniała notatki z przykładowymi rozwiązaniami zawierającymi szczegółowe wskazówki oraz listy z możliwością wcześniejszego wyboru zadania do rozwiązania na ćwiczeniach. Dawało to studentom możliwość przygotowania się do prezentacji rozwiązania podczas zajęć synchronicznych.

### 3.4. Zaangażowanie nauczycieli

Jednym z najistotniejszych obszarów, który uległ zmianie w trakcie pandemii, są według nas wzajemne relacje pomiędzy uczniami oraz między nauczycielem a uczniem. Na Politechnice Gdańskiej studenci co semestr oceniają zaangażowanie i pracę swoich nauczycieli wypełniając ankiety ewaluacyjne.



Rys. 9. Ocena zaangażowania nauczycieli matematyki podczas nauki zdanej

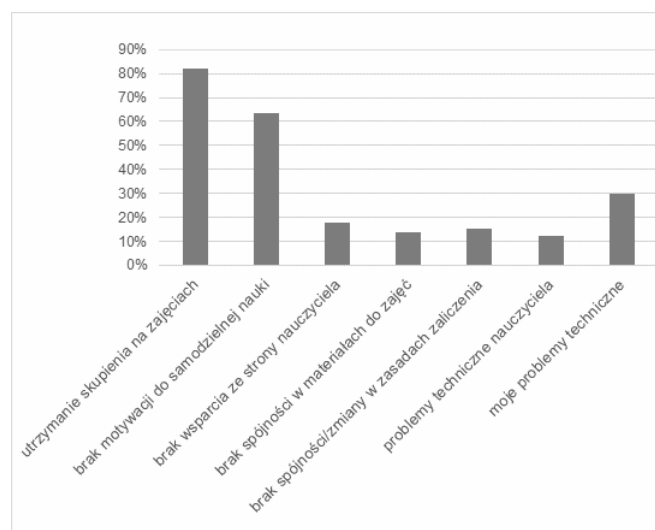
Również w naszym badaniu do studentów i uczniów skierowałyśmy podobne pytanie jednokrotnego wyboru: Jak oceniasz zaangażowanie nauczyciela matematyki podczas prowadzenia zajęć zdalnych? Wyniki zostały przedstawione na rysunku 9.

Ponad 40% ankietowanych ocenia bardzo dobrze zaangażowanie swojego nauczyciela, 35% dobrze, a 19% przeciętnie. Zatem mimo wszelkich trudności związanych z nową formą nauczania większość studentów i uczniów doceniło zaangażowanie oraz pracę swoich nauczycieli.

## 4. PROBLEMY I ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI

Według badań przeprowadzanych przez Medyczny Uniwersytet Warszawski [6] jedna trzecia studentów uczestniczących w nauce zdalnej miała poczucie wykluczenia z powodu ograniczenia w dostępie do Internetu lub przepustowości połączenia.

W przypadku uczniów Technikum Łączności i Politechniki Gdańskiej 30% biorących udział w przeprowadzonej przez nas ankiecie także narzekała na swoje problemy techniczne (rys. 10).



Rys. 10. Największe problemy i przeszkody w uczeniu się matematyki w trybie zdalnym

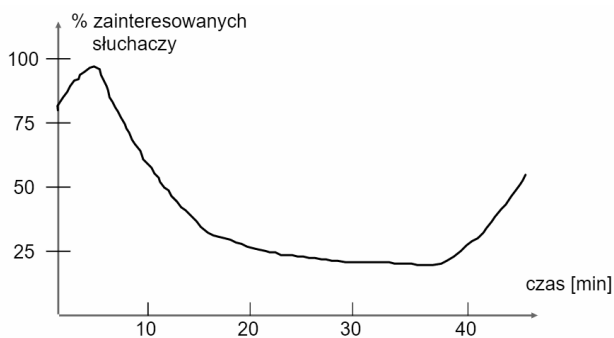
Na ten fakt, jako wykładowcy, nie mamy większego wpływu. Warto jednak motywować studentów, aby przywiązywali wagę do bycia dostępnymi w godzinach zajęć. W wielu przypadkach cyklicznie powtarzające się nieobecności były przez studentów tłumaczone problemami technicznymi lub przerwami w dostępie do Internetu. Bardzo ważne jest zatem, aby już na początku zajęć zdalnych ustalić terminy sprawdzianów, kolokwium i egzaminów - tak aby na ten czas każdy uczeń w miarę swoich możliwości mógł przygotować alternatywne źródło dostępu do Internetu lub znaleźć miejsce, w którym wspomniane problemy techniczne nie występują.

Największym problemem wśród młodzieży podczas zajęć zdalnych z matematyki jest utrzymanie skupienia na zajęciach (82%).

Z pomocą może tu przyjść np. reguła „Keep It Smile, Stupid”. Jest to zasada stworzona w latach sześćdziesiątych przez amerykańskich inżynierów lotnictwa [7], którzy doszli do wniosku, że samoloty muszą być zaprojektowane w tak prosty sposób, aby każdy średnio zdolny mechanik mógł je łatwo naprawić w dowolnych warunkach. Na potrzeby

przemówień publicznych ta sama reguła została sprecyzowana jako „Keep it Short and Simple”. Bazując na tej metodzie starajmy się, aby język matematyczny wykorzystywany na zajęciach był prosty i zrozumiały dla uczniów i studentów, a omawiane pojęcia były zilustrowane przykładami zastosowania z różnych dziedzin.

Dodatkowo krzywa uwagi zaprezentowana w [8] pokazuje, że podczas 45-minutowego przemówienia odbiorca jest skupiony najbardziej na początku i na końcu. Badania te wskazują, że warto, aby wykłady 90-minutowe były rozłożone na dwie mniejsze jednostki czasowe - dwa razy po 45 min, z 5 minutową przerwą. W przypadku liceów oraz techników nie ma takiej potrzeby, ponieważ lekcje standardowo trwają 45 minut. Dobrym pomysłem wydaje się przedstawienie uczniom najważniejszych twierdzeń i definicji podczas pierwszej części zajęć (skupienie jest największe), a następnie warto zaproponować im wzięcie udziału w angażującej aktywności, np. poprzez udostępnienie jednego pytania testowego lub krótkiego zadania do samodzielnego policzenia (studenci swoje odpowiedzi mogą wówczas przekazać np. za pomocą chmur wyrazowych). Ostatnie pięć minut zajęć korzystnie jest przeznaczyć na ponowne powtórzenie najważniejszych pojęć. Aby dopełnić zajęcia i kolejny raz zaangażować uczniów i studentów, warto przygotować quizy, podczas których będą mogli samodzielnie sprawdzić zrozumienie poruszanych wcześniej zagadnień.



Rys. 11. Krzywa uwagi [8]

Kolejnym znaczącym problemem, który wskazali ankietowani, jest brak motywacji do samodzielnej nauki (62%).

W naszym artykule przedstawiliśmy już niejedną metodę aktywowania studentów do pracy (np. prace domowe, zadania konkursowe, quizy itp.). Warto także motywować studentów poprzez propozycję wykonania różnego rodzaju prac ocenianych na punkty bonusowe. Dużą zachętą dla uczniów okazało się doliczanie tych punktów do wyniku egzaminu, co ułatwiało uzyskanie zaliczenia z przedmiotu. Taką dodatkową pracą może być przygotowanie infografik, map myśli lub nagrań wideo, które przedstawiają zastosowanie danego zagadnienia w inżynierii. Za zgodą studentów prace mogą być udostępnione całej grupie, co jednocześnie korzystnie wpływa na utrwalenie omawianego materiału.

Innym pomysłem stosowanym przez wykładowców PG w celu motywowania studentów było zwiększenie procentowego udziału punktów z aktywności w zaliczeniu przedmiotu. Mobilizowało to dużą część uczniów do regularnej pracy w ciągu semestru i brania czynnego udziału podczas zajęć synchronicznych. Studenci zgłaszali również,

że ten tryb pracy nie wywołuje u nich takiego stresu jak zdalne pisanie sprawdzianów i kolokwium.

Natomiast z naszego doświadczenia wynika, że najbardziej lubianym i oczekiwanym przez studentów motywatorem zachęcającym do systematycznej nauki okazała się możliwość zwolnienia z końcowego zaliczenia przedmiotu.

## 5. IDEALNA LEKCJA – PODSUMOWANIE

Dopełnieniem naszej ankiety było zadanie pytania otwartego: W kilku zdaniach opisz Twoją idealną lekcję matematyki odbywającą się w trybie zdalnym.

Studenci i uczniowie mogli w swoich odpowiedziach opisać, jak według nich powinny wyglądać doskonałe zajęcia z matematyki. Niestety część odpowiedzi nie zawierała opisu takiej lekcji. Można w nich było natomiast znaleźć opisy problemów, z jakimi spotykali się podczas nauczania zdalnego, i odczytać niepokojący brak wizji poprawy tego stanu (wypowiedzi uczniów i studentów są podawane z oryginalną pisownią):

*„W moim odbiorze to średnio wykonalne, dużo czasu przed komputerem i rozpraszające rzeczy w domu uniemożliwiają mi skupienie się i chętnie uczestniczenie w zajęciach.”*

*„Nie wiem, czy idealna lekcja ma szansę się odbyć w trybie zdalnym. Nie jestem w stanie utrzymać skupienia patrząc się wyłącznie w komputer i przepisując zadania.”*

*„Lekcja musi być stacjonarna, niestety lekcje zdalne nie są w stanie nauczyć tak samo jak lekcje stacjonarne”*

Niestety przedłużający się okres nauki zdalnej w czasie ogólnoświatowej pandemii wpłynął negatywnie również na zdrowie psychiczne uczniów i nauczycieli. Prowadzący zajęcia starali się zminimalizować te skutki i ograniczyć stres związany z nowym trybem nauki poprzez wprowadzanie wielu innowacyjnych technik prowadzenia zajęć.

W tym artykule zasugerowałyśmy wiele metod i narzędzi, które według nas przyczyniły się do poprawy komfortu prowadzenia zajęć i zmniejszenia stresu związanego z innym systemem pracy i nauki. Niektórzy studenci i uczniowie w swoich wypowiedziach również wyrazili poparcie dla stosowania tych technik:

*„Sposób, w który prowadzone były moje zajęcia Matematyki, bardzo mi odpowiadał. Zagadnienia na wykładach były przedstawiane w jasny i klarowny sposób. Na bieżąco można było dopytać nauczyciela o dane zagadnienia pojawiające się na ekranie. Ponadto doskonałym środkiem do nauki były notatki przygotowane przez prowadzącego, które pomagały zrozumieć dany problem poza czasem wykładu.”*

*”Opisywanie jest zbędne, ponieważ lekcje, w których uczestniczyłam przeszły moje oczekiwania i były lepsze, niż się spodziewałam”*

W pozostałych odpowiedziach można było również odnaleźć szczegółowe wytyczne, które uczniowie i studenci chcieliby, by były wykorzystywane podczas zajęć zdalnych z matematyki:

„Nauczyciel rozwiązuje przykłady w czasie rzeczywistym, po czym odpowiada na ewentualne pytania studentów.”

„Przedstawianie materiału powinno być zróżnicowane (np. tłumaczenie przez nauczyciela, potem filmik, przykład itd.)”

„Jak najwięcej przykładów przerobionych na ćwiczeniach tak, aby potem po przystąpieniu do nauki samodzielnej móc się na nich wzorować.”

„[...]oprócz rozwiązywania zadań, pokazuje się uczniom zastosowanie [...] także w nawiązaniu do innych dziedzin nauki, np. fizyki, biologii.”

„Kursy e-learningowe na których są omówione poszczególne tematy oraz quizy kończące dany temat”

„Robimy zadania, chillujemy, jest miło i wesoło, pomagamy sobie a na koniec piszemy egzamin i zdajemy.”

Według nas to właśnie ta ostatnia wypowiedź studenta stanowi dobre podsumowanie najważniejszych etapów nauki i pracy w trybie zdalnym. Oczywiście stosowanie nowoczesnych metod nauczania odpowiednio dopasowanych do danego przedmiotu, uczniów i nauczyciela, brak problemów technicznych ze sprzętem i dostępem do Internetu są bardzo istotne. Jednak nie powinniśmy nigdy zapominać, że budowanie i utrzymanie pozytywnych relacji oraz przyjemna atmosfera podczas zajęć ma znaczący wpływ na proces nauki.

## ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF METHODS OF TEACHING MATHEMATICS IN REMOTE MODE IN THE TECHNICAL SCHOOL AND UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

The article attempts to determine the effectiveness of the methods used in remote mode in teaching mathematics. The analysis was based on the experience of teachers and the results of a survey which was done among students of the Technical College of Communications No. 4 in Gdańsk and students of the Gdańsk University of Technology.

The paper also describes the forms of classes, the most and the least effective teaching techniques, methods of motivating students, methods of verifying knowledge and students suggestions regarding the improvement of remote mathematics classes.

**Keywords:** learning outcomes, e-learning, mathematics.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Łapińska M., Niewulis A.: Tworzenie testów z matematyki z wykorzystaniem platformy eNauczanie, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej – 2019.
2. Gołaszewska A., Łapińska M.: Wspomaganie zajęć dydaktycznych z matematyki na kierunkach technicznych kursem e-Learningowym, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej – 2015.
3. Practices at Coimbra Groups Universities in response to COVID-19, <https://www.coimbra-group.eu/wp-content/uploads/Final-Report-Practices-at-CG-Universities-in-response-to-the-COVID-19.pdf>
4. Almarashdi H., Jarrah M.A.: Mathematics Distance Learning amid the COVID-19 Pandemic in the UAE: High School Students' Perspectives.
5. Universität Bonn: Gesamtuniversitäre Ergebnisse Befragung der Studierenden zum Sommersemester 2020.
6. Warszawski Uniwersytet Medyczny: Kształcimy Zdalnie... Czyli Jak? Raport z badania Centrum Doskonalenia Edukacji Medycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.
7. Dalzell T.: The Routledge Dictionary of Modern American Slang and Unconventional English. New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group, 2009.
8. Mills R. H.: Techniques of Technical Training. Macmillan, London 1977.
9. Inkubator Uniwersytetu Warszawskiego: Nauczanie zdalne. Oswojenie(nie)znanego. Wpływ pandemii COVID-19 na szkolnictwo wyższe.